



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0027509

(51)⁷ G02F 1/03

(13) B

(21) 1-2013-03849

(22) 01/06/2012

(86) PCT/US2012/040350 01/06/2012

(87) WO2012/170287 A1 13/12/2012

(30) 13/153,748 06/06/2011 US

(45) 25/02/2021 395

(43) 25/03/2014 312A

(73) TRANSITIONS OPTICAL, INC. (US)

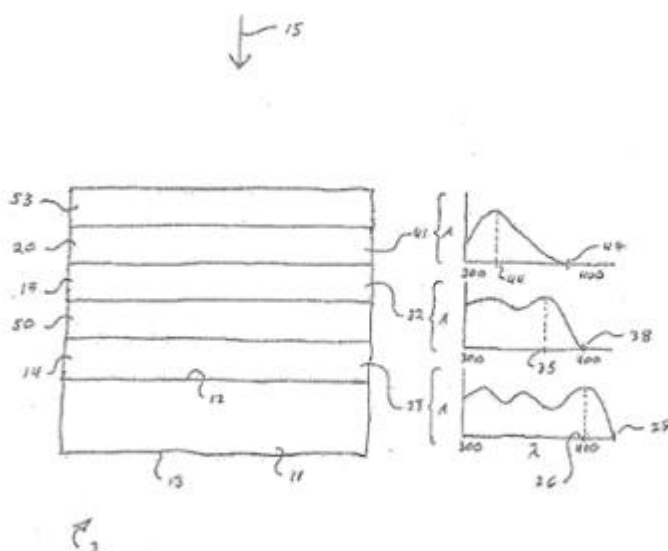
9251 Belcher Road, Pinellas Park, Florida 33782, US

(72) KUMAR, Anil (US); YOEST, Rachael L. (US); LI, Chenguang (US); JACKSON, Delwin S. (US); NGUYEN, Henry (US).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) VẬT DỤNG ĐỔI MÀU THEO ÁNH SÁNG PHÂN CỰC

(57) Sáng chế đề cập đến vật dụng đổi màu theo ánh sáng bao gồm chất nền, lớp lót mà bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng lên trên lớp lót mà bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Mỗi hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được chọn sao cho hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng của độ hấp thụ đỉnh của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất. Sáng chế còn đề cập đến vật dụng đổi màu theo ánh sáng mà bao gồm lớp phủ trên cùng ở trên lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Lớp phủ trên cùng có thể bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai mà có độ hấp thụ nhỏ hơn 0,1 ở bước sóng của độ hấp thụ đỉnh của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng được tạo ra, ví dụ, sự kết hợp của các đặc tính phân cực tuyến tính, và độ truyền tính theo phần trăm được giảm đi khi ở trạng thái bị tối màu hoặc nhuộm màu, như khi tiếp xúc với ánh sáng quang hóa.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến các vật dụng đổi màu theo ánh sáng mà bao gồm chất nền, lớp lót mà bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng lên trên lớp lót mà bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, trong đó mỗi hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được chọn sao cho hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn 0,1 ở bước sóng của độ hấp thụ đỉnh của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thành phần phân cực tuyến tính thông thường, như kính phân cực tuyến tính dùng cho kính râm và kính lọc phân cực tuyến tính, thường được tạo ra từ các tấm polyme được kéo giãn chứa vật liệu lưỡng sắc, như thuốc nhuộm lưỡng sắc. Do đó, thành phần phân cực tuyến tính thông thường là các thành phần tinh có trạng thái phân cực tuyến tính đơn. Theo đó, khi thành phần phân cực tuyến tính thông thường được tiếp xúc hoặc bức xạ phân cực ngẫu nhiên hoặc bức xạ phản xạ của độ dài bước sóng thích hợp, vài phần trăm của bức xạ được truyền qua thành phần sẽ được phân cực tuyến tính.

Ngoài ra, thành phần phân cực tuyến tính thông thường thường được nhuộm màu. Điển hình, thành phần phân cực tuyến tính thông thường chứa chất tạo màu (ví dụ, vật liệu lưỡng sắc) và có quang phổ hấp thụ mà không thay đổi để đáp ứng tới bức xạ quang hóa. Màu của thành phần phân cực tuyến tính thông thường sẽ phụ thuộc vào chất tạo màu được sử dụng để tạo ra thành phần, và thông thường nhất, là màu trung tính (ví dụ, nâu hoặc xám). Do đó, trong khi thành phần phân cực tuyến tính thông thường là hữu dụng trong việc làm giảm độ chói của ánh sáng phản xạ, bởi vì màu nhuộm của chúng, chúng thường không thích hợp để dùng dưới các điều kiện ánh sáng thấp. Ngoài ra, bởi vì thành phần phân cực tuyến tính

thông thường chỉ có trạng thái phân cực tuyến tính được nhuộm màu đơn, chúng bị giới hạn trong khả năng lưu trữ hoặc hiển thị thông tin.

Thành phần phân cực tuyến tính thông thường được tạo ra bằng cách sử dụng các tấm có các màng polyme được kéo giãn chứa vật liệu lưỡng sắc. Do đó, trong khi các vật liệu lưỡng sắc có khả năng hấp thụ ưu tiên một trong hai thành phần phân cực phẳng trực giao của bức xạ được truyền, nếu các phân tử của vật liệu lưỡng sắc không được bố trí hoặc sắp xếp thích hợp, sẽ không thu được sự phân cực tuyến tính của bức xạ được truyền. Không có dự định bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ được tin rằng do sự bố trí ngẫu nhiên của các phân tử của vật liệu lưỡng sắc, sự hấp thụ chọn lọc bằng các phân tử riêng lẻ sẽ triệt tiêu lẫn nhau sao cho không thu được hiệu quả phân cực tuyến tính toàn diện. Như vậy, cần thiết để bố trí hoặc sắp xếp các phân tử của vật liệu lưỡng sắc bằng cách sắp xếp thẳng hàng với vật liệu khác để thu được sự phân cực tuyến tính mạng lưới.

Phương pháp thông thường để sắp xếp thẳng hàng các phân tử của thuốc nhuộm lưỡng sắc bao gồm việc làm nóng tấm hoặc lớp rượu polyvinyl ("polyvinyl alcohol - PVA") để làm mềm PVA và sau đó kéo giãn tấm để định hướng các chuỗi polyme PVA. Tiếp theo, thuốc nhuộm lưỡng sắc được thấm vào tấm được kéo giãn, và các phân tử nhuộm màu được thấm thông qua sự định hướng của các chuỗi polyme. Kết quả là, ít nhất một vài phân tử thuốc nhuộm trở nên sắp xếp thẳng hàng, sao cho trục dài của mỗi phân tử thuốc nhuộm được sắp xếp thẳng hàng thường là song song với các chuỗi polyme được định hướng. Theo cách khác, đầu tiên thuốc nhuộm lưỡng sắc có thể được thấm vào tấm PVA, và tiếp theo tấm có thể được làm nóng và kéo giãn như được mô tả nêu trên để định hướng các chuỗi polyme PVA và liên kết thuốc nhuộm. Theo cách này, các phân tử của thuốc nhuộm lưỡng sắc có thể được bố trí hoặc sắp xếp thích hợp giữa các chuỗi polyme được định hướng của tấm PVA, và do đó sự phân cực tuyến tính mạng lưới có thể đạt được. Kết quả là, tấm PVA có thể được thực hiện để bức xạ được truyền phân cực tuyến tính, và do đó kính lọc phân cực tuyến tính có thể được tạo ra.

Ngược lại với các thành phần lưỡng sắc được thảo luận ở trên, các thành phần đổi màu theo ánh sáng thông thường, như kính đổi màu theo ánh sáng mà

được tạo ra bằng cách sử dụng các vật liệu đổi màu theo ánh sáng nghịch đảo về nhiệt thông thường thường có khả năng chuyển hóa từ trạng thái thứ nhất, ví dụ “trạng thái trong suốt” sang trạng thái thứ hai, ví dụ “trạng thái được nhuộm màu” để đáp ứng với bức xạ quang hóa, và quay trở lại trạng thái thứ nhất để đáp ứng tới năng lượng nhiệt. Do đó, các thành phần đổi màu theo ánh sáng thông thường thường có rất thích hợp để dùng trong cả hai điều kiện ánh sáng kém và đảm bảo độ sáng. Các thành phần đổi màu theo ánh sáng thông thường, tuy nhiên, mà không bao gồm kính lọc phân cực tuyến tính thông thường không có khả năng bức xạ phân cực tuyến tính. Tốc độ hấp thụ của các thành phần đổi màu theo ánh sáng thông thường, trong cả hai trạng thái, thường là nhỏ hơn hai. Do đó, các thành phần đổi màu theo ánh sáng thông thường không có khả năng làm giảm độ chói của ánh sáng phản xạ tới cùng mức độ như thành phần phân cực tuyến tính thông thường. Ngoài ra, các thành phần đổi màu theo ánh sáng thông thường có khả năng bị giới hạn để lưu trữ và thể hiện thông tin.

Các hợp chất và các vật liệu lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được phát triển mà cho cả hai tính chất đổi màu theo ánh sáng và tính chất lưỡng sắc, nếu đúng và ít nhất sắp xếp thẳng hàng một cách đầy đủ. Khi ở trạng thái được nhuộm màu hoặc làm tối màu, như khi được chiếu lên ánh sáng quang hóa, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, tuy nhiên, thường có độ truyền tính theo phần trăm lớn hơn so với các hợp chất đổi màu theo ánh sáng thông thường hoặc không phân cực ở độ dày và nồng độ mẫu tương đương. Trong khi không có ý định bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, và dựa trên các bằng chứng rõ ràng, tin rằng độ truyền tính theo phần trăm được gia tăng của các vật liệu lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở trạng thái nhuộm màu hoặc làm tối màu là do độ truyền tính theo phần trăm là trung bình của hai thành phần phân cực phẳng trực giao của bức xạ bị phân cực. Vật liệu lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng sẽ hấp thụ mạnh hơn một trong hai thành phần phân cực phẳng trực giao của bức xạ ngẫu nhiên tới, dẫn đến một trong các mặt phẳng của ánh sáng phân cực được truyền (truyền đi qua và ra ngoài mẫu) có độ truyền tính theo phần trăm lớn hơn so với thành phần phân cực phẳng trực giao khác. Trung bình của hai thành phần phân cực phẳng trực giao thường tạo ra độ truyền tính theo phần trăm trung bình với cường độ lớn hơn. Thông thường, đối

với hiệu quả phân cực tuyến tính, mà có thể được định lượng dựa trên tốc độ hấp thụ, của các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được gia tăng, độ truyền tính theo phần trăm liên kết với nó cũng được gia tăng.

Mong muốn rằng có thể phát triển vật dụng đổi màu theo ánh sáng phân cực mới mà bao gồm các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và có sự kết hợp các tính chất phân cực tuyến tính, và làm giảm độ truyền tính theo phần trăm khi ở trạng thái nhuộm màu hoặc làm tối màu, như khi được chiếu lên ánh sáng quang hóa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất vật dụng đổi màu theo ánh sáng bao gồm chất nền và ít nhất hai lớp của chúng bao gồm, lớp lót được bố trí ở trên chất nền, và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được bố trí ở trên lớp lót.

Lớp lót bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất của chúng.

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai của chúng.

Bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất.

Ngoài ra, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng tương ứng với độ hấp thụ đỉnh thứ nhất của hợp

chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất dưới đây (ví dụ, ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất).

Theo phương án khác của sáng chế, có đề xuất vật dụng đổi màu theo ánh sáng mà bao gồm, chất nền và ít nhất ba lớp trên đó bao gồm, lớp lót mà được bố trí ở trên chất nền, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà được bố trí ở trên lớp lót, và lớp phủ trên cùng mà được bố trí ở trên lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng.

Lớp lót bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất của chúng.

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là bước sóng lớn hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai của chúng.

Lớp phủ trên cùng, của phương án có ít nhất ba lớp, bao gồm chất hấp thụ ánh sáng cực tím tùy ý, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai là bước sóng lớn hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba của chúng.

Với phương án có ít nhất ba lớp, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất dưới đây. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất dưới đây. Bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng dưới đây. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba của hợp

chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng.

Ngoài ra, với phương án có ít nhất ba lớp, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng tương ứng với độ hấp thụ đỉnh thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất dưới đây (ví dụ, ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất). Ngoài ra, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng tương ứng với độ hấp thụ đỉnh thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng (ví dụ, ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là hình cắt nhìn từ cạnh bên của vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, mà bao gồm các minh họa bằng sơ đồ về độ hấp thụ so với bước sóng đối với hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng; và

FIG. 2 là sơ đồ thể hiện độ hấp thụ delta trung bình như chức năng của bước sóng, và mô tả hai quang phổ hấp thụ chênh lệch trung bình thu được trong lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà có thể được bao gồm trong các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bức xạ quang hóa” có nghĩa là bức xạ điện từ mà có khả năng tạo ra đáp ứng ở vật liệu, như, nhưng không giới hạn ở, biến đổi vật liệu đổi màu theo ánh sáng từ một dạng hoặc trạng thái thành dạng hoặc trạng thái khác như sẽ được thảo luận chi tiết hơn trong bản mô tả này.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “đổi màu theo ánh sáng” và các thuật ngữ tương tự, như “hợp chất đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là có quang phổ hấp thụ có ít nhất bức xạ nhìn thấy được mà thay đổi trong đáp ứng để hấp thụ ít nhất bức xạ quang hóa. Ngoài ra, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “vật liệu đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là chất nền bất kỳ mà được thích ứng để hiển thị các tính chất đổi màu theo ánh sáng (ví dụ thích ứng để có quang phổ hấp thụ để ít nhất bức xạ nhìn thấy được mà thay đổi trong đáp ứng để hấp thụ của ít nhất bức xạ quang hóa) và mà bao gồm ít nhất một hợp chất đổi màu theo ánh sáng.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hợp chất đổi màu theo ánh sáng” bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng nghịch đảo về nhiệt và hợp chất đổi màu theo ánh sáng không nghịch đảo về nhiệt. Thuật ngữ “các vật liệu/hợp chất đổi màu theo ánh sáng nghịch đảo về nhiệt” như được sử dụng trong bản mô tả này có nghĩa là các vật liệu/hợp chất có khả năng chuyển hóa từ trạng thái thứ nhất, ví dụ “trạng thái trong suốt” sang trạng thái thứ hai, ví dụ “trạng thái được nhuộm màu” để đáp ứng tới bức xạ quang hóa, và quay trở lại trạng thái thứ nhất để đáp ứng tới năng lượng nhiệt. Thuật ngữ “các vật liệu/hợp chất đổi màu theo ánh sáng không nghịch đảo về nhiệt” như được sử dụng trong bản mô tả này có nghĩa là các vật liệu/hợp chất có khả năng chuyển hóa từ trạng thái thứ nhất, ví dụ “trạng thái trong suốt” sang trạng thái thứ hai, ví dụ “trạng thái được nhuộm màu” để đáp ứng tới bức xạ quang hóa, và quay trở lại trạng thái thứ nhất để đáp ứng tới bức xạ quang hóa về cơ bản cùng (các) bước sóng như (các) độ hấp thụ của trạng thái được nhuộm màu (chẳng hạn, sự chiếu sáng gián đoạn đến bức xạ quang hóa).

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “lưỡng sắc” có nghĩa là có khả năng hấp thụ của một trong hai thành phần phân cực phẳng trực giao của ít nhất bức xạ được truyền mạnh hơn so với thành phần khác.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng” và các thuật ngữ tương tự, như “các vật liệu lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng” và “các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng” có

nghĩa là các vật liệu và các hợp chất mà có và/hoặc cho cả hai các tính chất đổi màu theo ánh sáng (ví dụ, có quang phổ hấp thụ có ít nhất bức xạ nhìn thấy được mà thay đổi trong đáp ứng thành ít nhất bức xạ quang hóa), và các tính chất lưỡng sắc (ví dụ, có khả năng hấp thụ một trong hai thành phần phân cực phẳng trực giao của ít nhất bức xạ được truyền mạnh hơn so với thành phần khác).

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “tốc độ hấp thụ” dùng để chỉ tốc độ độ hấp thụ của bức xạ được phân cực tuyến tính trong mặt phẳng thứ nhất so với độ hấp thụ của bức xạ được phân cực tuyến tính có cùng độ dài bước sóng trong mặt phẳng trực giao với mặt phẳng thứ nhất, trong đó mặt phẳng thứ nhất được tạo ra như là mặt phẳng với độ hấp thụ cao nhất.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, để thay đổi thuật ngữ “trạng thái” các thuật ngữ “thứ nhất” và “thứ hai” không có ý định dùng để chỉ trật tự hoặc sự sắp xếp theo thời gian cụ thể bất kỳ, nhưng thay vì dùng để chỉ hai điều kiện hoặc tính chất khác nhau. Với mục đích minh họa không giới hạn, trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể khác nhau đối với ít nhất một tính chất quang học, như nhưng không giới hạn ở độ hấp thụ hoặc độ phân cực tuyến tính của bức xạ nhìn thấy được và/hoặc bức xạ UV. Do đó, theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có quang phổ hấp thụ khác nhau trong mỗi trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai. Ví dụ, trong khi không giới hạn trong bản mô tả này, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là trong suốt ở trạng thái thứ nhất và được nhuộm màu ở trạng thái thứ hai. Theo cách khác, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có màu thứ nhất ở trạng thái thứ nhất và màu thứ hai ở trạng thái thứ hai. Ngoài ra, như được bộc lộ chi tiết hơn ở dưới đây, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc

đổi màu theo ánh sáng có thể là không phân cực tuyến tính (hoặc “không phân cực”) ở trạng thái thứ nhất, và phân cực tuyến tính ở trạng thái thứ hai.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “quang học” có nghĩa là liên quan đến hoặc kết hợp với ánh sáng và/hoặc tầm nhìn. Ví dụ, theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, thiết bị hoặc thành phần hoặc vật dụng quang học có thể được chọn từ các thiết bị, thành phần và vật dụng dùng cho mắt, các thiết bị, thành phần và vật dụng hiển thị, cửa sổ, gương, và các thiết bị, thành phần và vật dụng tế bào tinh thể lỏng hoạt động và không hoạt động.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “dùng cho mắt” có nghĩa là liên quan đến hoặc kết hợp với mắt và tầm nhìn. Các ví dụ không giới hạn về các thành phần hoặc vật dụng dùng cho mắt bao gồm kính điều chỉnh khúc xạ và kính không điều chỉnh khúc xạ, bao gồm kính đơn tròng hoặc kính đa tròng, mà có thể là kính đa trong phân đoạn hoặc không phân đoạn (như, nhưng không giới hạn ở, kính hai tròng, kính ba tròng và kính đa tiêu cự), cũng như các thành phần khác được dùng để điều chỉnh khúc xạ, bảo vệ, hoặc nâng cao (thẩm mỹ hoặc mục đích khác) tầm nhìn, bao gồm mà không giới hạn, kính áp tròng, kính trong mắt, kính khuếch đại, và kính bảo vệ hoặc tấm kính che mặt.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “chất nền dùng cho mắt” có nghĩa là các loại kính, kính tạo ra theo phần, và ống kính trống.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hiển thị” có nghĩa là sự thể hiện nhìn thấy được hoặc đọc được bằng máy của thông tin dưới dạng từ ngữ, con số, ký hiệu, thiết kế hoặc hình vẽ. Các ví dụ không giới hạn về các thiết bị, thành phần và vật dụng hiển thị bao gồm màn chiếu, màn hình, và thiết bị an ninh, như ký hiệu an ninh.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “cửa sổ” có nghĩa là lỗ hổng được thích nghi để cho phép sự truyền bức xạ qua đó. Các ví dụ không giới hạn về cửa sổ bao gồm kính trong suốt dùng cho ô tô và máy bay, kính lọc, cửa chớp, và bộ ngắt mạch quang học.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “gương” có nghĩa là bề mặt mà phản xạ bằng cách phản chiếu phần lớn hoặc đáng kể ánh sáng tới.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “tế bào tinh thể lỏng” dùng để chỉ kết cấu chứa vật liệu tinh thể lỏng mà có khả năng được sắp xếp. Các tế bào tinh thể lỏng hoạt động là các pin trong đó vật liệu tinh thể lỏng có khả năng bị đảo ngược và chuyển mạch hoặc chuyển đổi có kiểm soát giữa các trạng thái được sắp xếp và bị rối loạn, hoặc giữa hai trạng thái được sắp xếp bằng cách áp dụng ngoại lực, như điện trường hoặc từ trường. Các tế bào tinh thể lỏng không hoạt động là các pin trong đó vật liệu tinh thể lỏng duy trì trạng thái được sắp xếp. Ví dụ không giới hạn về thiết bị hoặc thành phần tế bào tinh thể lỏng hoạt động màn hình tinh thể lỏng.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “lớp phủ” có nghĩa là màng hỗ trợ có nguồn gốc từ chế phẩm có thể chảy, mà có thể hoặc có thể không có độ dày đồng đều, và đặc biệt là loại trừ các tấm polyme. Mỗi lớp lót, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và lớp phủ trên cùng tùy ý của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể, trong một số phương án, độc lập là lớp phủ.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “tấm” có nghĩa là màng được tạo ra trước có độ dày đồng đều chung và có khả năng tự hỗ trợ.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “liên kết với” có nghĩa là tiếp xúc trực tiếp với đối tượng hoặc tiếp xúc không trực tiếp với đối tượng thông qua một hoặc nhiều kết cấu hoặc các vật liệu khác, ít nhất một trong số chúng tiếp xúc trực tiếp với đối tượng. Với mục đích minh họa không giới hạn, lớp lót, ví dụ, có thể tiếp xúc trực tiếp (chẳng hạn, tiếp xúc giới hạn) với ít nhất một phần của chất nền hoặc nó có thể tiếp xúc không trực tiếp với ít nhất một phần của chất nền thông qua một hoặc nhiều vật liệu hoặc cấu trúc được đặt vào giữa khác, như lớp đơn phân tử của chất kết dính hoặc chất bắt cặp. Ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, lớp lót có thể tiếp xúc với một hoặc

nhiều lớp phủ được đặt vào giữa khác, các tấm polyme hoặc tổ hợp của chúng, ít nhất một trong số chúng tiếp xúc trực tiếp với ít nhất một phần của chất nền.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “vật liệu nhạy quang học” có nghĩa là các vật liệu mà đáp ứng hóa học hoặc vật lý với bức xạ điện từ, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu lân quang học và các vật liệu huỳnh quang.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “các vật liệu không nhạy quang” có nghĩa là các vật liệu mà không đáp ứng hóa học và vật lý với bức xạ điện từ, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thuốc nhuộm tñnh.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, các trị số trọng lượng phân tử của các polyme, như trọng lượng phân tử trung bình khối (M_w) và trọng lượng phân tử trung bình số (M_n), được xác định bằng cách sắc ký gel sử dụng các tiêu chuẩn thích hợp, như các tiêu chuẩn polystyren.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, trị số chỉ số đa phân hóa (PDI) biểu hiện tốc độ trọng lượng phân tử trung bình khối (M_w) so với trọng lượng phân tử trung bình số (M_n) của polyme (ví dụ, M_w/M_n).

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “polyme” có nghĩa là các homopolyme (chẳng hạn, được điều chế từ các loại monome đơn), các copolyme (chẳng hạn, được điều chế từ ít nhất hai loại monome), và các polyme ghép.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “(met)acrylat” và các thuật ngữ tương tự, như “este của axit (met)acrylic” có nghĩa là metacrylat và/hoặc các acrylat. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “axit (met)acrylic” có nghĩa là axit metacrylic và/hoặc axit acrylic.

Trừ trường hợp được nêu rõ ràng, tất cả các khoảng hoặc các tốc độ được bộc lộ trong bản mô tả này được hiểu là để bao hàm tất cả các khoảng phụ hoặc các tốc độ phụ bất kỳ được bao gồm trong đó. Ví dụ, phạm vi hoặc tốc độ đã nêu “1 đến 10” có thể được xem xét để bao gồm tất cả các khoảng phụ bất kỳ giữa (và bao gồm) trị số nhỏ nhất là 1 và trị số lớn nhất là 10;

nghĩa là, tất cả các khoảng phụ hoặc các tốc độ phụ bắt đầu với trị số nhỏ nhất là 1 hoặc lớn hơn và kết thúc với trị số lớn nhất là 10 hoặc nhỏ hơn, như nhưng không giới hạn ở, 1 đến 6,1, 3,5 đến 7,8, và 5,5 đến 10.

Như được sử dụng trong bản mô tả này và trong yêu cầu bảo hộ, từ trường hợp được nêu rõ ràng, sự thể hiện từ trái sang phải của các nhóm liên kết, như các nhóm liên kết hóa trị hai, bao gồm các sự định hướng thích hợp khác, như, nhưng không giới hạn ở, các sự định hướng từ phải sang trái. Với mục đích minh họa không giới hạn, sự thể hiện từ trái sang phải của nhóm liên

kết hóa trị hai $\text{---}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{---O---}$ hoặc đương lượng -C(O)O- , là bao gồm sự biểu hiện từ phải sang trái của chúng, $\text{---O---}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{---}$, hoặc đương lượng -O(O)C- hoặc -OC(O)- .

Như được sử dụng trong bản mô tả này, các mạo từ số ít cũng bao gồm số nhiều trừ khi được thể hiện khác đi và giới hạn một cách rõ ràng đến một vật được nói đến.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất” có nghĩa là ít nhất một hợp chất đổi màu theo ánh sáng. Khi hai hoặc nhiều hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có mặt, chúng cùng tổng hợp và cung cấp (chẳng hạn, trung bình) bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, và (chẳng hạn, trung bình) bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là ít nhất một hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Khi hai hoặc nhiều hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có mặt, chúng cùng tổng hợp và cung cấp (chẳng hạn, trung bình) bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và (chẳng hạn, trung bình) bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai” có nghĩa là ít nhất một hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai. Khi hai hoặc nhiều hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có mặt, chúng cùng tổng hợp và cung cấp (chẳng hạn, trung bình) bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba, và (chẳng hạn, trung bình) bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất” có nghĩa là bước sóng mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có độ hấp thụ đỉnh (hoặc lớn nhất).

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất” có nghĩa là bước sóng mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có độ hấp thụ nhỏ nhất cuối (hoặc trên). Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai” có nghĩa là bước sóng mà ở đó hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ đỉnh (hoặc lớn nhất).

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai” có nghĩa là bước sóng mà ở đó hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ nhất cuối (hoặc trên). Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba” có nghĩa là bước sóng mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ đỉnh (hoặc lớn nhất).

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba” có nghĩa là bước sóng mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ nhỏ nhất cuối (hoặc trên). Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “phân cực tuyến tính” có nghĩa là để giới hạn các rung động của vector điện của sóng ánh sáng đến một hoặc mặt phẳng.

Ngoài các ví dụ thực hiện, hoặc trong phần thể hiện khác, tất cả các số thể hiện số lượng của các thành phần, các điều kiện phản ứng, và được sử dụng trong bản mô tả và yêu cầu bảo hộ được hiểu là được biến đổi trong mọi trường hợp bởi thuật ngữ “khoảng”.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, các thuật ngữ không gian hoặc định hướng, như "trái", "phải", "trong", "ngoài", "trên", "dưới", và tương tự, liên quan đến sáng chế như được miêu tả trong phần hình vẽ. Tuy nhiên, cần hiểu rằng sáng chế có thể bao gồm các định hướng khác nhau và, theo đó, các thuật ngữ này không được coi là giới hạn.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, các thuật ngữ "được tạo ra ở trên", "được kết tủa ở trên", "được đưa ra ở trên", "được phủ ở trên", "có ở trên", hoặc "được bố trí ở trên" có nghĩa là được tạo ra, kết tủa, đưa ra, phủ, tồn tại, hoặc được bố trí ở trên nhưng không cần thiết tiếp xúc trực tiếp (hoặc tiếp giáp) với các thành phần bên dưới, hoặc bề mặt của thành phần bên dưới. Ví dụ, lớp "được bố trí ở trên" chất nền không loại trừ sự có mặt của một hoặc nhiều lớp, lớp phủ, hoặc màng khác của chế phẩm giống nhau hoặc khác nhau được đặt giữa lớp và chất nền được bố trí hoặc tạo ra.

Tất cả các tài liệu, như nhưng không giới hạn ở các bằng độc quyền sáng chế đã được cấp và các đơn sáng chế, được đề cập ở đây, và trừ trường hợp được nêu rõ ràng, được xem xét là "được kết hợp bằng cách tham chiếu" một cách toàn bộ.

Với sự tham chiếu đến FIG. 1, và với mục đích minh họa không giới hạn, vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 theo sáng chế được miêu tả. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 bao gồm chất nền 11 có bề mặt thứ nhất 12 và bề mặt thứ hai 13, trong đó bề mặt thứ nhất 12 và bề mặt thứ hai 13 này là đối diện với nhau. Bề mặt thứ nhất 12 của chất nền 11 đối mặt với bức xạ quang hóa được miêu tả bằng mũi tên 15. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 còn bao

gồm lớp lót 14 ở trên (chẳng hạn, tiếp giáp) chất nền 11 và cụ thể ở trên (chẳng hạn, tiếp giáp) bề mặt thứ nhất 12 của chất nền 11. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 còn bao gồm lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17 ở trên lớp lót 14, và lớp phủ trên cùng tùy ý 20 ở trên lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 của FIG. 1 bao gồm các lớp tùy ý khác, mà sẽ được mô tả thêm ở đây.

Lớp lót 14 bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có tính chất hấp thụ được biểu hiện bằng sơ đồ 23, mà là biểu đồ thể hiện độ hấp thụ so với bước sóng đối với hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất. Với sự tham chiếu đến sơ đồ 23 của FIG. 1, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất 29. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất 29 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26 của chúng.

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17 của vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có tính chất hấp thụ được biểu hiện bằng sơ đồ 32, mà là biểu đồ thể hiện độ hấp thụ so với bước sóng đối với hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Với sự tham chiếu đến sơ đồ 32 của FIG. 1, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai 38. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai 38 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35 của chúng.

Lớp phủ trên cùng tùy ý 20 của vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 có thể, trong một số phương án theo sáng chế, bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có tính chất hấp thụ được biểu hiện bằng sơ đồ 41, mà là biểu đồ thể hiện độ hấp thụ với bước sóng đối với hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai. Với sự tham chiếu đến sơ đồ 41 của FIG. 1, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ đỉnh thứ ba 44, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba 47. Bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba 47 của hợp chất đổi

màu theo ánh sáng thứ hai là bước sóng cao hơn bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba 44 của chúng.

Mỗi sơ đồ trong số các sơ đồ 23, 32, và 41 của FIG. 1 mô tả độ hấp thụ như chức năng của bước sóng từ 300 nm đến khoảng 420 nm. Như được tham chiếu ở phần trước trong bản mô tả này, FIG. 1, bao gồm các sơ đồ 23, 32, và 41, được tham chiếu với mục đích minh họa không giới hạn. Như vậy, độ hấp thụ của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai trong mỗi trường hợp là không giới hạn đến khoảng bước sóng từ 300 nm đến 420 nm, như sẽ được mô tả chi tiết hơn ở đây.

Như miêu tả bằng sơ đồ trong FIG. 1, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17 là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14. Ngoài ra, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai 38 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất 29 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới.

Mỗi hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17 và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14 được chọn để có tính chất hấp thụ như được mô tả nêu trên. Ngoài ra chúng được chọn sao cho hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng tương ứng hoặc tương đương với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26 (ví dụ, ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26) của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14. Với một số phương án theo sáng chế, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,05, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,025, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,02, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,015, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,01 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14. Với một số phương án

khác, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ gần như là bằng không ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới.

Theo các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, trong đó lớp phủ trên cùng 20 là không có mặt, hoặc có mặt nhưng không bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai, bức xạ quang hóa tới, ví dụ như được miêu tả bằng mũi tên 15 trong FIG. 1, đi qua lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17 và được hấp thụ theo phần bằng hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của chúng. Mỗi hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất được chọn sao cho các vị trí của bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai 38, liên quan đến bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26, kết quả là hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn 0,1 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26. Kết quả này trong độ hấp thụ nhỏ nhất của bức xạ quang hóa tới 15 bằng hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng trong lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17, liên quan đến bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14. Như vậy, sự chuyển hóa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17, và sự chuyển hóa hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14, trong mỗi trường hợp thành trạng thái nhuộm màu hoặc trạng thái tối màu bằng cách tiếp xúc với bức xạ quang hóa tới 15, trong mỗi trường hợp gần như là tối đa. Kết quả là, các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế thường là tối màu hơn khi tiếp xúc với cùng một mức độ bức xạ quang hóa tới so với các vật dụng đổi màu theo ánh sáng có, ví dụ, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng chứa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng trong sự vắng mặt của lớp lót bên dưới chứa hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất như được mô tả nêu trên.

Với một số phương án theo sáng chế, mỗi hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất được chọn sao cho bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (chẳng hạn, 38 của hợp chất

lượng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lượng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) và bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (chẳng hạn, 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót 14) có độ chồng chéo ở giữa. Với một số phương án khác, không có độ chồng chéo ở giữa bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (chẳng hạn, 38 của hợp chất lượng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lượng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) và bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (chẳng hạn, 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót 14).

Theo một số phương án, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (chẳng hạn, 38 của hợp chất lượng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lượng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây-(a1),

Phương trình-(a1)

(Bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất) $\times 1,05$

Với mục đích minh họa không giới hạn, nếu bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất) là 400 nm, sau đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (của hợp chất lượng sắc đổi màu theo ánh sáng) là nhỏ hơn hoặc bằng 420 nm, như xác định theo Phương trình-(a1).

Với một số phương án khác theo sáng chế, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (chẳng hạn, 38 của hợp chất lượng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lượng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây-(a2),

Phương trình-(a2)

(Bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất) $\times 1,025$

Với mục đích minh họa không giới hạn, nếu bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất) là 400 nm, sau đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (của hợp chất lượng sắc đổi màu theo ánh sáng) là nhỏ hơn hoặc bằng 410 nm, như được xác định theo Phương trình-(a2).

Theo một số phương án khác theo sáng chế, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (chẳng hạn, 38 của hợp chất lượng sắc đổi màu theo ánh

sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) là nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (chẳng hạn, 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót 14). Với các phương án bổ sung, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, và do đó không có độ chồng chéo ở giữa.

Mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai có thể độc lập được chọn từ khoảng thích hợp bất kỳ của các bước sóng, như các bước sóng tương ứng với ánh sáng cực tím, ánh sáng nhìn thấy được, ánh sáng hồng ngoại, và tổ hợp của chúng. Với một số phương án, mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai độc lập được chọn từ 300 nm đến 780 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn.

Theo một số phương án khác, mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai độc lập được chọn từ 300 nm đến 500 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn.

Theo một số phương án khác theo sáng chế: bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót) được chọn từ 400 nm đến 420 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn; bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai (của đổi màu theo ánh sáng hợp chất lưỡng sắc của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) được chọn từ 350 nm đến 370 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn; và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (của đổi màu theo ánh sáng hợp chất lưỡng sắc của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ Phương trình-(a1), đó là, $(\text{độ hấp thụ đỉnh thứ nhất}) \times 1,05$, hoặc Phương trình-(a2), đó là, $(\text{độ hấp thụ đỉnh thứ nhất}) \times 1,025$. Với phương án này, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất thứ hai có giới hạn trên là từ 420 nm đến 441 nm, hoặc từ 410 nm đến 431 nm, trong mỗi trường hợp bao gồm các trị số

đã nêu. Theo phương án này, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót) có thể, ví dụ, là từ lớn hơn 420 nm đến 450 nm.

Với một số phương án theo sáng chế, vật dụng đổi màu theo ánh sáng, ngoài ra đối với lớp lót và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng như được mô tả nêu trên, còn bao gồm lớp phủ trên cùng (chẳng hạn, 20) mà bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba (chẳng hạn, 44), và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (chẳng hạn, 47), như được mô tả ở trên.

Theo các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, trong đó lớp phủ trên cùng 20 là có mặt và bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai, bức xạ quang hóa tới, ví dụ như được miêu tả bằng mũi tên 15 trong FIG. 1, đi qua lớp phủ trên cùng 20 và được hấp thụ theo phần bằng hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của chúng. Điều này được đề cập đến ở đây như là phương án có ít nhất ba lớp. Mỗi hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được chọn sao cho các vị trí của bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba 44, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba 47, liên quan đến bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35, kết quả là hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35. Các kết quả này trong độ hấp thụ nhỏ nhất của bức xạ quang hóa tới 15 bằng hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai trong lớp phủ trên cùng 20, liên quan đến bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở dưới đây 17.

Mỗi hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng 20 và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở dưới đây 17 được chọn như vậy để có tính chất hấp thụ như được mô tả nêu trên, và sao cho hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng tương ứng hoặc đương lượng với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35 (ví dụ, ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai

35) của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở dưới đây 17. Với một số phương án theo sáng chế, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,05, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,025, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,02, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,015, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,01 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai 35 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở dưới đây 17. Với một số phương án khác, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ gần như là bằng không ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở dưới đây.

Đối với bức xạ quang hóa tới đi từ lớp phủ trên cùng 20, và tiếp tục đi qua lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17 và lớp lót 14, độ hấp thụ tương quan giữa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất ở dưới đây là như được mô tả ở trên (chẳng hạn, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất 26). Như vậy, việc chuyển hóa hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng 20, việc chuyển hóa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở dưới đây 17, và việc chuyển hóa hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14, trong mỗi trường hợp thành trạng thái được nhuộm màu hoặc làm tối màu bằng cách tiếp xúc với bức xạ quang hóa tới 15, trong mỗi trường hợp gần như là tối đa. Kết quả là, các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, có ít nhất ba lớp đổi màu theo ánh sáng, thường là tối màu hơn khi tiếp xúc với cùng mức độ của bức xạ quang hóa tới khi so với các vật dụng đổi màu theo ánh sáng, ví dụ, có lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng chứa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng không có mặt cả lớp phủ trên cùng nằm bên trên có hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai, và lớp lót bên dưới chứa hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất như được mô tả nêu trên.

Với một số phương án theo sáng chế, mỗi hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được chọn sao cho

bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (chẳng hạn, 47 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng 20) và bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai (chẳng hạn, 35 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) có độ chồng chéo tối thiểu giữa chúng. Với một số phương án khác, không có độ chồng chéo ở giữa bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (chẳng hạn, 47 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng 20) và bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai (chẳng hạn, 35 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17).

Theo một số phương án, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (chẳng hạn, 47 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng 20) là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ hai được tính toán từ phương trình-(b1) dưới đây,

Phương trình-(b1)

(bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai) $\times 1,05$

Với mục đích minh họa không giới hạn, nếu bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai (của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) là 360 nm, sau đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai) là nhỏ hơn hoặc bằng 378 nm, như được xác định theo Phương trình-(b1). Bước sóng nằm bên trên thứ nhất như nằm giữa bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai (của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) và bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới) có thể được xác định một cách đồng thời với tham chiếu đến Phương trình-(a1) như được mô tả nêu trên.

Với một số phương án khác theo sáng chế, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (chẳng hạn, 47 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng 20) là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ hai được tính toán từ phương trình-(b2) dưới đây,

Phương trình-(b2)

(bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai) $\times 1,025$

Với mục đích minh họa không giới hạn, nếu bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai (của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) là 360 nm, sau đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai) là nhỏ hơn hoặc bằng 369 nm, như được xác định theo Phương trình-(b2). Bước sóng nằm bên trên thứ nhất như nằm giữa bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai (chẳng hạn, 38 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) và bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (chẳng hạn, 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14) có thể được xác định một cách đồng thời với tham chiếu đến Phương trình-(a2) như được mô tả nêu trên.

Theo một số phương án khác theo sáng chế, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (chẳng hạn, 47 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng 20) là nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai (chẳng hạn, 35 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17). Với các phương án bổ sung, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và do đó không có độ chồng chéo ở giữa. Một cách đồng thời, và như được mô tả ở trên, độ hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (chẳng hạn, 38 của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17) có thể nhỏ hơn hoặc bằng (hoặc nhỏ hơn) bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (chẳng hạn, 26 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót bên dưới 14).

Với một số phương án theo sáng chế, khi lớp phủ trên cùng có mặt và bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai, mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba có thể độc lập được chọn từ khoảng thích hợp bất kỳ của các bước sóng, như các bước sóng tương ứng với ánh sáng cực tím, ánh sáng nhìn thấy được, ánh sáng hồng ngoại, và tổ hợp

của chúng. Với một số phương án, mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba độc lập được chọn từ 300 nm đến 780 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn.

Với một số phương án theo sáng chế, khi lớp phủ trên cùng có mặt và bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai, mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ ba độc lập được chọn từ 300 nm đến 500 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn.

Theo một số phương án khác theo sáng chế, khi lớp phủ trên cùng có mặt và bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai: bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót) được chọn từ 400 nm đến 420 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn; bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai (của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) được chọn từ 350 nm đến 370 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn; bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng) được chọn từ 310 nm đến 330 nm, bao gồm các trị số bước sóng được viện dẫn. Ngoài ra, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ Phương trình-(a1), đó là, (Bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất) $\times 1,05$, hoặc từ Phương trình-(a2), đó là, (Bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất) $\times 1,025$. Ngoài ra, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng) là nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng nằm bên trên thứ hai được tính toán từ Phương trình-(b1), đó là, (bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai) $\times 1,05$, hoặc từ Phương trình-(b2), đó là, (bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai) $\times 1,025$.

Với phương án này, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng) có giới hạn trên là từ 368 nm đến 389 nm, hoặc từ 359 nm đến 380 nm, trong mỗi trường hợp bao gồm các trị số đã nêu. Ngoài ra với phương án này, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai (của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng) có giới hạn trên là từ 420 nm đến 441 nm, hoặc từ 410 nm đến 431 nm, trong mỗi trường hợp bao gồm các trị số đã nêu. Theo phương án này, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất (của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót) có thể, ví dụ, là từ lớn hơn 420 nm đến 450 nm, bao gồm các trị số đã nêu.

Các chất nền mà ở đó chất nền của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được chọn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các chất nền được tạo ra từ các vật liệu hữu cơ, các vật liệu vô cơ, hoặc tổ hợp của chúng (ví dụ, các vật liệu composit). Các ví dụ không giới hạn về các chất nền mà có thể được dùng theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Các ví dụ không giới hạn về các vật liệu hữu cơ mà có thể được dùng để tạo ra chất nền của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, bao gồm các vật liệu polyme, ví dụ, các homopolyme và các copolyme, được điều chế từ các monome và các hỗn hợp của các monome được bộc lộ trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 5,962,617 và trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 5,658,501 từ cột 15, dòng 28 đến cột 16, dòng 17, các phần bộc lộ của các Bảng sáng chế Hoa Kỳ được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu. Ví dụ, các vật liệu polyme này có thể là các vật liệu polyme dẻo nhiệt hoặc dẻo nhiệt rắn, có thể là trong suốt hoặc trong về mặt quang học, và có thể có chỉ số khúc xạ cần thiết bất kỳ. Các ví dụ không giới hạn về các monome và polyme đã được bộc lộ này bao gồm: các monome polyol(allyl cacbonat), chẳng hạn, allyl diglycol cacbonat như dietylen glycol bis(allyl cacbonat), mà monome được bán dưới nhãn hiệu CR-39 của PPG Industries, Inc.; các polyme polyurea-polyuretan (polyurea-uretan), mà được điều chế, ví dụ, bằng phản ứng của tiền polyme

polyuretan và chất hóa rắn diamin, chế phẩm chứa một polyme này được bán dưới nhãn hiệu TRIVEX của PPG Industries, Inc.; cacbonat monome giới hạn polyol(met)acryloyl; các monome của dietylen glycol dimetacrylat; các monome của phenol metacrylat được etoxy hóa; các monome của diisopropenyl benzen; các monome của trimetylol propan triacrylat được etoxy hóa; các monome của etylen glycol bismetacrylat; các monome của poly(etylen glycol) bismetacrylat; các monome của uretan acrylat; poly(bisphenol A dimetacrylat được etoxy hóa); poly(vinyl axetat); poly(vinyl alcohol); poly(vinyl clorua); poly(vinylitn clorua); polyetylen; polypropylen; polyuretan; polythiouretan; polycacbonat dẻo nhiệt, như nhựa liên kết cacbonat có nguồn gốc từ bisphenol A và phosgen, một vật liệu này được bán dưới nhãn hiệu LEXAN; các polyeste, như vật liệu được bán dưới nhãn hiệu MYLAR; poly(etylen terephtalat); polyvinyl butyral; poly(metyl metacrylat), như vật liệu được bán dưới nhãn hiệu PLEXIGLAS, và các polyme được sản xuất bằng cách phản ứng đa chức các isoxyanat với các polythiol hoặc các monome của polyepisulfit, hoặc homopolyme hóa hoặc co-và/hoặc terpolyme hóa với các polythiol, các polyisoxyanat, các polyisothioxyanat và các monome không no etylen tùy ý hoặc các monome của vinyl chứa chất thơm halogen hóa. Cũng được dự định trước là các copolyme của các monome này và các hỗn hợp pha trộn của các polyme đã được mô tả và các copolyme với các polyme khác, ví dụ, để tạo ra các copolyme khối hoặc các sản phẩm mạng lưới đan xen nhau.

Chất nền có thể, với một số phương án, là chất nền dùng cho mắt. Các ví dụ không giới hạn về các vật liệu hữu cơ thích hợp để dùng trong việc tạo ra các chất nền dùng cho mắt bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các polyme đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này mà là hữu dụng làm các chất nền dùng cho mắt, như các nhựa quang học hữu cơ mà đã được sử dụng để sản xuất trong các vật đúc quang học đối với các ứng dụng quang học, như dùng cho kính mắt.

Các ví dụ không giới hạn khác về các vật liệu hữu cơ thích hợp để dùng trong việc tạo ra chất nền của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế bao gồm cả vật liệu hữu cơ tự nhiên và tổng hợp, bao gồm mà không giới hạn: các vật liệu polyme trong suốt hoặc mờ đục, các sản phẩm dệt tự nhiên và tổng hợp, và các vật liệu nhựa xenluloza như, giấy và gỗ.

Các ví dụ không giới hạn về các vật liệu vô cơ thích hợp để dùng trong việc tạo ra chất nền của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế bao gồm thủy tinh, khoáng chất, gốm, và kim loại. Ví dụ, trong một phương án không giới hạn chất nền có thể bao gồm thủy tinh. Trong các phương án không giới hạn khác, chất nền có thể có bề mặt phản chiếu, ví dụ, chất nền gốm được đánh bóng, chất nền kim loại, hoặc chất nền khoáng. Trong các phương án không giới hạn khác, lớp phủ phản chiếu hoặc lớp có thể được kết tủa hoặc nếu không thì được phủ lên bề mặt của chất nền vô cơ hoặc hữu cơ để tạo cho lớp phủ độ phản chiếu hoặc để nâng cao độ phản chiếu của lớp phủ.

Ngoài ra, theo các phương án không giới hạn nhất định được bộc lộ trong bản mô tả này, chất nền có thể có lớp phủ bảo vệ, như, nhưng không giới hạn ở, lớp phủ chống mài mòn, như “lớp phủ cứng”, trên các bề mặt bên ngoài của nó. Ví dụ, các chất nền dùng cho kính mắt polycarbonat dẻo nhiệt có sẵn trên thị trường thường được bán với lớp phủ chống mài mòn đã được phủ sẵn trên bề mặt ngoài của nó bởi vì các bề mặt này có xu hướng dễ bị trầy xước, mài mòn hoặc làm mòn. Ví dụ về chất nền dùng cho thấu kính này là thấu kính polycarbonat GENTEX™ (có sẵn từ Gentex Optics). Do đó, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “chất nền” bao gồm chất nền có lớp phủ bảo vệ, như nhưng không giới hạn ở lớp phủ chống mài mòn, trên (các) bề mặt của nó.

Hơn nữa, chất nền của vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể là các chất nền không được nhuộm màu, được nhuộm màu, phân cực tuyến tính, phân cực tuần hoàn, phân cực elip, đổi màu theo ánh sáng, hoặc đổi màu theo ánh sáng được nhuộm màu. Như được sử dụng trong bản mô tả

này với sự tham chiếu đến các chất nền, thuật ngữ “không được nhuộm màu” có nghĩa là các chất nền mà về cơ bản là không có chất tạo màu bổ sung (như, nhưng không giới hạn ở, thuốc nhuộm thông thường) và có quang phổ hấp thụ đối với bức xạ nhìn thấy được mà không thay đổi đáng kể để đáp ứng tới bức xạ quang hóa. Ngoài ra, với sự tham chiếu đến các chất nền, thuật ngữ “được nhuộm màu” có nghĩa là các chất nền mà có chất tạo màu bổ sung (như, nhưng không giới hạn ở, thuốc nhuộm thông thường) và quang phổ hấp thụ đối với bức xạ nhìn thấy được mà không thay đổi đáng kể để đáp ứng tới bức xạ quang hóa.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “phân cực tuyến tính” dùng để chỉ chất nền có nghĩa là các chất nền mà được thích hợp với bức xạ phân cực tuyến tính. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “phân cực tuần hoàn” dùng để chỉ chất nền có nghĩa là các chất nền mà được thích hợp với bức xạ phân cực tuần hoàn. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “phân cực elip” dùng để chỉ chất nền có nghĩa là các chất nền mà được thích hợp với bức xạ phân cực elip. Như được sử dụng trong bản mô tả này thuật ngữ “đổi màu theo ánh sáng” dùng để chỉ chất nền có nghĩa là các chất nền có quang phổ hấp thụ đối với bức xạ nhìn thấy được mà thay đổi trong đáp ứng đến ít nhất bức xạ quang hóa. Ngoài ra, như được sử dụng trong bản mô tả này dùng để chỉ chất nền, thuật ngữ “được nhuộm màu-đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là các chất nền chứa chất tạo màu bổ sung cũng như vật liệu đổi màu theo ánh sáng, và có quang phổ hấp thụ đối với bức xạ nhìn thấy được mà thay đổi trong đáp ứng đến ít nhất bức xạ quang hóa. Do đó, ví dụ và mà không giới hạn, chất nền được nhuộm màu-đổi màu theo ánh sáng có thể có đặc tính màu thứ nhất của chất tạo màu và đặc tính màu thứ hai của sự kết hợp của chất tạo màu vật liệu đổi màu theo ánh sáng khi tiếp xúc với bức xạ quang hóa.

Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế bao gồm lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà còn bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể, trong một số

phương án, là không phân cực ở trạng thái thứ nhất (đó là, lớp phủ sẽ không giới hạn các rung động của vector điện của sóng ánh sáng đến một hướng), và là phân cực tuyến tính ở trạng thái thứ hai dùng để chỉ bức xạ được truyền. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bức xạ được truyền” dùng để chỉ bức xạ mà đi qua ít nhất một phần của đối tượng. Mặc dù không giới hạn ở đây, bức xạ được truyền có thể là bức xạ cực tím, bức xạ nhìn thấy được, bức xạ hồng ngoại, hoặc sự kết hợp của chúng. Do đó, theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là không phân cực ở trạng thái thứ nhất và bức xạ cực tím được truyền phân cực tuyến tính, bức xạ nhìn thấy được được truyền, hoặc sự kết hợp của chúng ở trạng thái thứ hai.

Theo các phương án không giới hạn khác nữa, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có quang phổ hấp thụ thứ nhất ở trạng thái thứ nhất, quang phổ hấp thụ thứ hai ở trạng thái thứ hai, và có thể là phân cực tuyến tính trong cả trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai.

Với một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có tốc độ hấp thụ trung bình ít nhất 1,5 trong ít nhất một trạng thái. Với một số phương án khác, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có tốc độ hấp thụ trung bình khoảng từ ít nhất 1,5 đến 50 (hoặc lớn hơn) trong ít nhất một trạng thái. Thuật ngữ “tốc độ hấp thụ” dùng để chỉ tốc độ độ hấp thụ của bức xạ được phân cực tuyến tính trong mặt phẳng thứ nhất đến độ hấp thụ của bức xạ được phân cực tuyến tính trong mặt phẳng trực giao với mặt phẳng thứ nhất, trong đó mặt phẳng thứ nhất được coi là mặt phẳng với độ hấp thụ cao nhất. Do đó, tốc độ hấp thụ (và tốc độ hấp thụ trung bình mà được mô tả dưới đây) là chỉ báo cho thấy độ mạnh một trong hai thành phần phân cực phẳng trực giao của bức xạ được hấp thụ bởi đối tượng hoặc vật liệu.

Tốc độ hấp thụ trung bình của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được xác định như được thể hiện dưới đây. Ví dụ, để xác định tốc độ hấp thụ trung bình của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu

theo ánh sáng, chất nền có lớp phủ được bố trí trên giá quang học và lớp phủ được đặt ở trạng thái phân cực tuyến tính bằng cách kích hoạt hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Sự kích hoạt đạt được bằng cách tiếp xúc lớp phủ với bức xạ UV trong thời gian đủ để đạt đến trạng thái bão hòa hoặc gần bão hòa (đó là, trạng thái trong đó các tính chất hấp thụ của lớp phủ gần như không thay đổi trong suốt khoảng thời gian mà phép đo được thực hiện). Các phép đo độ hấp thụ được thực hiện trên khoảng thời gian (thường 10 đến 300 giây) ở 3 giây đối với ánh sáng mà được phân cực tuyến tính trong mặt phẳng vuông góc với giá quang học (tham chiếu đến mặt phẳng hoặc hướng phân cực 0°) và ánh sáng mà được phân cực tuyến tính trong mặt phẳng mà song song với giá quang học (tham chiếu đến mặt phẳng hoặc hướng phân cực 90°) theo trình tự sau: 0° , 90° , 90° , 0° v.v.. Độ hấp thụ của ánh sáng được phân cực tuyến tính bằng lớp phủ được đo tại mỗi thời điểm đối với tất cả các bước sóng được thử nghiệm và độ hấp thụ không được kích hoạt (ví dụ, độ hấp thụ của lớp phủ ở trạng thái không được kích hoạt) trên cùng khoảng giá trị của các bước sóng được trừ đi để thu được phổ hấp thụ đối với lớp phủ ở trạng thái được kích hoạt trong mỗi mặt phẳng phân cực 0° và 90° để thu được quang phổ hấp thụ khác nhau trung bình trong mỗi mặt phẳng phân cực đối với lớp phủ ở trạng thái bão hòa hoặc gần bão hòa.

Ví dụ, với sự tham chiếu đến FIG. 2, ở đây thể hiện quang phổ hấp thụ khác nhau trung bình (thường được ký hiệu 4) trong một mặt phẳng phân cực mà thu được đối với lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng theo một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này. Quang phổ hấp thụ trung bình (thường được ký hiệu 3) là quang phổ hấp thụ khác nhau trung bình thu được đối với cùng lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng trong mặt phẳng phân cực trực giao.

Dựa trên phổ hấp thụ khác nhau trung bình thu được đối với lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, tốc độ hấp thụ trung bình đối với lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng thu được dưới đây. Tốc độ hấp thụ của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở mỗi bước sóng trong khoảng xác định trước của

các bước sóng tương ứng với $\lambda_{\max-\text{vis}} \pm 5$ nano mét (thường được ký hiệu là 5 trong FIG. 2), trong đó $\lambda_{\max-\text{vis}}$ là bước sóng mà ở đó lớp phủ có độ hấp thụ trung bình cao nhất trong mặt phẳng bất kỳ, được tính toán theo phương trình sau đây (Phương trình 1):

$$AR_{\lambda_i} = Ab^1_{\lambda_i} / Ab^2_{\lambda_i}$$

Phương trình 1

Với sự tham chiếu đến Phương trình 1, AR_{λ_i} là tốc độ hấp thụ ở bước sóng λ_i , $Ab^1_{\lambda_i}$ là độ hấp thụ trung bình ở bước sóng λ_i theo hướng phân cực (ví dụ, 0° hoặc 90°) có độ hấp thụ cao hơn, và $Ab^2_{\lambda_i}$ là độ hấp thụ trung bình ở bước sóng λ_i theo hướng phân cực còn lại. Như thảo luận ở trên, “tốc độ hấp thụ” dùng để chỉ tốc độ độ hấp thụ của bức xạ được phân cực tuyến tính trong mặt phẳng thứ nhất so với độ hấp thụ của bức xạ được phân cực tuyến tính có cùng độ dài bước sóng trong mặt phẳng trực giao với mặt phẳng thứ nhất, trong đó mặt phẳng thứ nhất được coi là mặt phẳng với độ hấp thụ cao nhất.

Tốc độ hấp thụ trung bình (“AR”) đối với lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng sau đó được tính toán bằng cách lấy trung bình các tốc độ hấp thụ riêng trên khoảng xác định trước của các bước sóng (ví dụ, $\lambda_{\max-\text{vis}} \pm 5$ nano mét) theo phương trình sau đây (Phương trình 2):

$$AR = (\lambda AR_{\lambda_i}) / n_i$$

Phương trình 2

Với sự tham chiếu đến Phương trình 2, AR là tốc độ hấp thụ trung bình đối với lớp phủ, AR_{λ_i} là các tốc độ hấp thụ riêng (như được xác định trên Phương trình 1) đối với mỗi bước sóng nằm trong khoảng xác định trước của các bước sóng, và n_i là số các tốc độ hấp thụ riêng được tính trung bình. Phần mô tả chi tiết hơn về phương pháp để xác định tốc độ hấp thụ trung bình được cung cấp trong phần Ví dụ của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,256,921 ở cột 102, dòng 38 đến cột 103, dòng 15, phần bộc lộ được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu.

Với một số phương án, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần. Như thảo luận ở trên, thuật ngữ “lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là hiển thị cả tính chất đổi màu theo ánh sáng và tính chất lưỡng sắc

(ví dụ, phân cực tuyến tính) dưới các điều kiện nhất định, mà các tính chất ít nhất có thể phát hiện bằng thiết bị đo đạc. Theo đó, “các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng” là các hợp chất hiển thị cả tính chất đổi màu theo ánh sáng và tính chất lưỡng sắc (ví dụ, phân cực tuyến tính) dưới các điều kiện nhất định, mà các tính chất ít nhất có thể phát hiện bằng thiết bị đo đạc. Do đó, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có quang phổ hấp thụ đối với ít nhất bức xạ nhìn thấy được mà thay đổi trong đáp ứng đến ít nhất bức xạ quang hóa và có khả năng hấp thụ một trong hai thành phần phân cực phẳng trực giao của ít nhất bức xạ được truyền mạnh hơn so với bức xạ khác. Ngoài ra, như đối với các hợp chất đổi màu theo ánh sáng thông thường thảo luận ở trên, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được bộc lộ trong bản mô tả này có thể là thuận nghịch về nhiệt. Đó là, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể chuyển từ trạng thái thứ nhất sang trạng thái thứ hai để đáp ứng tới bức xạ quang hóa và quay trở lại trạng thái thứ nhất để đáp ứng tới năng lượng nhiệt. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hợp chất” có nghĩa là chất nền được tạo ra bằng sự kết hợp của hai hoặc nhiều yếu tố, hợp phần, thành phần, hoặc phần và bao gồm, mà không giới hạn, các phân tử và các đại phân tử (ví dụ các polyme và các oligome) tạo ra bằng sự kết hợp của hai hoặc nhiều yếu tố, hợp phần, thành phần, hoặc phần.

Ví dụ, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có trạng thái thứ nhất có quang phổ hấp thụ thứ nhất, trạng thái thứ hai có quang phổ hấp thụ thứ hai mà khác với quang phổ hấp thụ thứ nhất, và có thể được thích ứng để chuyển từ trạng thái thứ nhất sang trạng thái thứ hai để đáp ứng tới ít nhất bức xạ quang hóa và để quay trở lại trạng thái thứ nhất để đáp ứng tới năng lượng nhiệt. Ngoài ra, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là lưỡng sắc (ví dụ, phân cực tuyến tính) trong một hoặc cả hai trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai. Ví dụ, mặc dù không được yêu cầu, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là phân cực tuyến tính ở trạng thái được kích hoạt và không phân cực ở trạng thái mất màu hoặc phai màu (ví dụ, trạng thái không được kích hoạt). Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “trạng thái được kích hoạt” dùng để chỉ hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng khi

tiếp xúc với bức xạ quang hóa đủ để gây ra ít nhất một phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng để chuyển từ trạng thái thứ nhất sang trạng thái thứ hai. Ngoài ra, mặc dù không được yêu cầu, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể lưỡng sắc trong cả trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai. Trong khi không giới hạn trong bản mô tả này, ví dụ, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là bức xạ nhìn thấy được phân cực tuyến tính trong cả trạng thái được kích hoạt và trạng thái bị mất màu. Ngoài ra, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là bức xạ nhìn thấy được phân cực tuyến tính ở trạng thái được kích hoạt, và có thể là bức xạ UV phân cực tuyến tính ở trạng thái bị mất màu.

Mặc dù không được yêu cầu, theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có tốc độ hấp thụ trung bình ít nhất 1,5 ở trạng thái được kích hoạt như được xác định theo phương pháp CELL. Theo các phương án không giới hạn khác được bộc lộ trong bản mô tả này, ít nhất một hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có tốc độ hấp thụ trung bình lớn hơn 2,3 ở trạng thái được kích hoạt như được xác định theo phương pháp CELL. Theo các phương án không giới hạn khác nữa, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có tốc độ hấp thụ trung bình khoảng từ 1,5 đến 50 ở trạng thái được kích hoạt như được xác định theo phương pháp CELL. Theo các phương án không giới hạn khác, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có tốc độ hấp thụ trung bình khoảng từ 4 đến 20, có thể còn có tốc độ hấp thụ trung bình khoảng từ 3 đến 30, và có thể vẫn còn có tốc độ hấp thụ trung bình khoảng từ 2,5 đến 50 ở trạng thái được kích hoạt như được xác định theo phương pháp CELL. Cụ thể hơn, tuy nhiên, tốc độ hấp thụ trung bình của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần có thể là tốc độ hấp thụ trung bình bất kỳ mà đủ để đưa các tính chất mong muốn vào vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế. Các ví dụ không giới hạn về

các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng thích hợp được mô tả cụ thể dưới đây trong bản mô tả này.

Phương pháp CELL METHOD để xác định tốc độ hấp thụ trung bình của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng về cơ bản là giống với phương pháp được sử dụng để xác định tốc độ hấp thụ trung bình của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, trừ khi, thay vì đo độ hấp thụ của chất nền được phủ, tập hợp pin chứa vật liệu tinh thể lỏng được sắp xếp thẳng hàng và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được thử nghiệm. Đặc biệt hơn, tập hợp pin bao gồm hai chất nền thủy tinh đối nhau mà được đặt cách nhau 20 micro mét $\pm$ 1 micro mét. Các chất nền được bịt kín dọc theo hai cạnh đối nhau để tạo ra pin. Bề mặt bên trong của mỗi trong số các chất nền thủy tinh được phủ với lớp phủ polyme, bề mặt của chúng được sắp xếp ít nhất theo phần bằng cách cọ xát. Sự sắp xếp thẳng hàng của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng đạt được bằng cách đưa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và môi trường tinh thể lỏng vào tập hợp pin, và cho môi trường tinh thể lỏng được sắp xếp thẳng hàng với bề mặt polyme được cọ xát. Một khi môi trường tinh thể lỏng và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng, tập hợp pin được đặt trên giá quang học (mà được mô tả chi tiết trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế) và tốc độ hấp thụ trung bình được đo bằng cách đã được mô tả ở trên đối với các chất nền được phủ, trừ khi độ hấp thụ không được kích hoạt của tập hợp pin được trừ đi từ độ hấp thụ được kích hoạt để thu được phổ hấp thụ khác nhau trung bình.

Như thảo luận ở trên, trong khi các hợp chất lưỡng sắc có khả năng hấp thụ ưu tiên một trong hai thành phần trực giao của ánh sáng phân cực theo mặt phẳng, nó thường cần thiết được đặt vị trí thích hợp hoặc sắp xếp các phân tử của hợp chất lưỡng sắc để thu được hiệu quả phân cực tuyến tính mạng. Một cách tương tự, nó thường cần thiết được đặt vị trí thích hợp hoặc sắp xếp các phân tử của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng để thu được hiệu quả phân cực tuyến tính mạng. Đó là, nó thường cần thiết để sắp xếp thẳng hàng các phân tử của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng sao

cho trục dài của các phân tử của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở trạng thái được kích hoạt thông thường có song song với nhau. Do đó, như được thảo luận ở trên, theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần. Ngoài ra, nếu trạng thái được kích hoạt của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng tương ứng với trạng thái lưỡng sắc của vật liệu, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần sao cho trục dài của các phân tử của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở trạng thái được kích hoạt được sắp xếp thẳng hàng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “sắp xếp thẳng hàng” có nghĩa là để đưa vào sự sắp xếp hoặc vị trí thích hợp bằng sự tương tác với vật liệu, hợp chất hoặc kết cấu khác.

Ngoài ra, mặc dù không giới hạn ở đây, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể bao gồm nhiều hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Mặc dù không giới hạn ở đây, khi hai hoặc nhiều hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sử dụng trong tổ hợp, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được chọn để bổ sung một hợp chất khác để sản xuất màu hoặc màu sắc mong muốn. Ví dụ, các hỗn hợp của các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được dùng theo các phương án không giới hạn nhất định được bộc lộ trong bản mô tả này để đạt được các màu được kích hoạt nhất định, như gần như màu xám trung tính hoặc gần như màu nâu trung tính. Xem, ví dụ, Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 5,645,767, cột 12, dòng 66 đến cột 13, dòng 19, phần bộc lộ mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu, mà mô tả các thông số mà xác định các màu nâu và xám trung tính. Ngoài ra hoặc theo cách khác, lớp phủ ít nhất theo phần có thể bao gồm các hỗn hợp của các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có các trạng thái phân cực tuyến tính bổ sung. Ví dụ, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được chọn để có các trạng thái phân cực tuyến tính bổ sung ở trên khoảng mong muốn của các bước sóng để sản xuất thành phần quang học mà có khả năng phân cực ánh sáng ở trên khoảng mong muốn của các bước sóng. Hơn nữa, các hỗn hợp của

các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bổ sung về cơ bản là có cùng các trạng thái phân cực ở cùng các bước sóng có thể được chọn để cùng cố hoặc nâng cao để thu được sự phân cực tuyến tính toàn bộ. Ví dụ, theo một phương án không giới hạn, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm ít nhất hai hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần, trong đó mỗi các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần có: màu bổ sung; và/hoặc các trạng thái phân cực tuyến tính bổ sung.

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể còn bao gồm ít nhất một chất phụ gia mà có thể tạo điều kiện thuận lợi một hoặc nhiều của quá trình, các tính chất, hoặc sự hoạt động của lớp phủ ít nhất theo phần. Các ví dụ không giới hạn về các chất phụ gia này bao gồm thuốc nhuộm, chất xúc tác sắp xếp thẳng hàng, chất phụ gia làm tăng động lực, chất khơi mào quang học, chất khơi mào nhiệt học, chất ức chế polyme hóa, dung môi, chất ổn định ánh sáng (như, nhưng không giới hạn ở, chất hấp thụ ánh sáng cực tím và chất ổn định ánh sáng, như chất ổn định ánh sáng amin gây trở ngại (HALS)), chất ổn định nhiệt, chất giải phóng khuôn, chất kiểm soát lưu biến học, chất làm đều màu (như, nhưng không giới hạn ở, chất hoạt động bề mặt), chất loại bỏ gốc tự do, và chất xúc tác bám dính (như hexandiol diacrylat và các chất bắt cặp).

Các ví dụ về thuốc nhuộm mà có thể có mặt trong lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thuốc nhuộm hữu cơ mà có khả năng truyền màu mong muốn hoặc tính chất quang học khác đến lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “chất xúc tác sắp xếp thẳng hàng” có nghĩa là chất phụ gia mà có thể tạo điều kiện thuận lợi ít nhất một của tốc độ và tính đồng nhất của sự sắp xếp thẳng hàng của vật liệu đến chất mà nó được bổ sung vào. Các ví dụ không giới hạn về chất xúc tác sắp xếp thẳng hàng mà có thể có mặt trong lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các chất được mô tả trong Bảng sáng

chế Hoa Kỳ số 6,338,808 và Công bố đơn sáng chế Hoa Kỳ số 2002/0039627, mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu.

Các ví dụ không giới hạn về chất phụ gia làm tăng động lực mà có thể có mặt trong các lớp khác nhau của vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, như lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, bao gồm các hợp chất chứa epoxy, các polyol hữu cơ, và/hoặc các chất làm mềm dẻo. Các ví dụ cụ thể hơn về chất phụ gia làm tăng động lực này được bộc lộ trong Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 6,433,043 và Công bố đơn sáng chế Hoa Kỳ số 2003/0045612, mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu.

Các ví dụ không giới hạn về chất khơi mào quang học mà có thể có mặt trong các lớp khác nhau của vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, như lớp lót, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và/hoặc lớp phủ trên cùng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, chất khơi mào quang học loại dễ tách và chất khơi mào quang học loại dễ chiết. Các ví dụ không giới hạn về chất khơi mào quang học loại dễ tách bao gồm axetophenon, α -aminoalkylphenon, benzoin ete, benzoyl oxim, axylphosphin oxit và bisaxylphosphin oxit hoặc các hỗn hợp của các chất khơi mào này. Ví dụ đã thương mại về chất khơi mào quang học này là DAROCURE® 4265, mà có sẵn của Ciba Chemicals, Inc. Các ví dụ không giới hạn về chất khơi mào quang học loại dễ chiết bao gồm benzophenon, Michler's keton, thioxanthon, anthraquinon, camphorquinon, flon, ketocoumarin hoặc các hỗn hợp của các chất khơi mào này.

Ví dụ không giới hạn khác về chất khơi mào quang học mà có thể có mặt trong một hoặc nhiều lớp của vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, như lớp lót, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và/hoặc lớp phủ trên cùng, là chất khơi mào quang học ánh sáng nhìn thấy được. Các ví dụ không giới hạn về chất khơi mào quang học ánh sáng nhìn thấy được thích hợp được nêu ở cột 12, dòng 11 đến cột 13, dòng 21 của Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 6,602,603, mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu.

Các ví dụ về chất khơi mào nhiệt học bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các hợp chất peroxy hữu cơ và các hợp chất azobis(organonitril). Các ví dụ về các hợp chất peroxy hữu cơ mà là hữu dụng làm chất khơi mào nhiệt học bao gồm, nhưng không giới hạn ở, peroxymonocacbonat este, như tertiarybutylperoxy isopropyl cacbonat; peroxydicacbonat este, như di(2-ethylhexyl) peroxydicacbonat, di(butyl bậc hai) peroxydicacbonat và diisopropylperoxydicacbonat; diacyperoxit, như 2,4-diclobenzoyl peroxit, isobutyryl peroxit, decanoyl peroxit, lauroyl peroxit, propionyl peroxit, axetyl peroxit, benzoyl peroxit và p-clobenzoyl peroxit; peroxyeste như t-butylperoxy pivalat, t-butylperoxy octylat và t-butylperoxyisobutyrate; metyletylketon peroxit, và axetylxcyclohexan sulfonyl peroxit. Trong một phương án không giới hạn chất khơi mào nhiệt học được sử dụng là các chất không làm phai màu polymerizat thu được. Các ví dụ về các hợp chất azobis(organonitril) mà có thể được dùng làm chất khơi mào nhiệt học bao gồm, nhưng không giới hạn ở, azobis(isobutyronitril), azobis(2,4-dimethylvaleronitril) hoặc hỗn hợp của chúng.

Các ví dụ về chất ức chế polyme hóa bao gồm, nhưng không giới hạn ở: nitrobenzen, 1,3,5-trinitrobenzen, *p*-benzoquinon, chloranil, DPPH, FeCl₃, CuCl₂, oxy, lưu huỳnh, anilin, phenol, *p*-dihydroxybenzen, 1,2,3-trihydroxybenzen, và 2,4,6-trimetylphenol.

Các ví dụ về dung môi mà có thể có mặt trong sự tạo ra các lớp khác nhau của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, như lớp lót, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và/hoặc lớp phủ trên cùng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các dung môi mà sẽ hòa tan các hợp phần rắn của lớp phủ, mà tương thích với lớp phủ và các thành phần và các chất nền, và/hoặc có thể bảo đảm sự bao phủ đồng nhất của (các) bề mặt bên ngoài lên các lớp mà lớp phủ được phủ lên. Các ví dụ về dung môi bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các dung môi sau đây: propylen glycol monometyl ete axetat và các dẫn xuất của chúng (được bán trên thị trường dưới nhãn hiệu dung môi công nghiệp DOWANOL[®]), axeton, amyl propionat, anisol, benzen, butyl axetat,

xyclohexan, dialkyl ete của etylen glycol, chẳng hạn, dietylen glycol dimetyl ete và các dẫn xuất của chúng (được bán trên thị trường dưới nhãn hiệu dung môi công nghiệp CELLOSOLVE®), dietylen glycol dibenzoat, dimetyl sulfoxit, dimetyl formamit, dimetoxibenzen, etyl axetat, rượu isopropyl, metyl xyclohexanon, xyclopentanon, metyl etyl keton, metyl isobutyl keton, metyl propionat, propylen cacbonat, tetrahydrofuran, toluen, xylen, 2-metoxymetyl ete, 3-propylen glycol metyl ete, và hỗn hợp của chúng.

Trong phương án không giới hạn khác, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm ít nhất một hợp chất lưỡng sắc thông thường. Các ví dụ về các hợp chất lưỡng sắc thông thường thích hợp bao gồm, nhưng không giới hạn ở, azometin, indigoit, thioindigoit, meroxanin, indan, thuốc nhuộm quinophtalonic, perylen, phtaloperin, triphenodioxazin, indoloquinoxalin, imidazo-triazin, tetrazin, thuốc nhuộm azo và (poly)azo, benzoquinon, naphtoquinon, anthroquinon và (poly)anthroquinon, anthropyrimidinon, iodin và iodat. Trong phương án không giới hạn khác, vật liệu lưỡng sắc có thể bao gồm ít nhất một nhóm chức phản ứng mà có khả năng tạo ra ít nhất một liên kết cộng hóa trị với các vật liệu khác. Với một số phương án, vật liệu lưỡng sắc có thể là hợp chất lưỡng sắc có thể polyme hóa. Do đó, vật liệu lưỡng sắc có thể bao gồm ít nhất một nhóm mà có khả năng được polyme hóa (ví dụ, “nhóm có thể polyme hóa”). Ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, trong một phương án không giới hạn, hợp chất lưỡng sắc có thể có ít nhất một nhóm thế alkoxy, polyalkoxy, alkyl, hoặc polyalkyl kết thúc với ít nhất một nhóm có thể polyme hóa.

Với một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm ít nhất một hợp chất đổi màu theo ánh sáng thông thường. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hợp chất đổi màu theo ánh sáng thông thường” bao gồm cả các hợp chất đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt và không thuận nghịch về nhiệt (hoặc thuận nghịch về ánh sáng). Nhìn chung, mặc dù không giới hạn ở đây, khi hai hoặc nhiều vật liệu đổi màu theo ánh sáng thông thường được sử dụng trong tổ hợp với vật liệu khác hoặc với

hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, các vật liệu khác nhau có thể được chọn để bổ sung một vật liệu khác để sản xuất màu hoặc màu sắc mong muốn. Ví dụ, các hỗn hợp của các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có thể được dùng theo các phương án không giới hạn nhất định được bộc lộ trong bản mô tả này để đạt được các màu được kích hoạt nhất định, như gần như màu xám trung tính hoặc gần như màu nâu trung tính. Xem, ví dụ, Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 5,645,767, cột 12, dòng 66 đến cột 13, dòng 19, phần bộc lộ mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu, mà mô tả các thông số xác định các màu nâu và xám trung tính.

Theo một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng không có các hợp chất đổi màu theo ánh sáng thông thường.

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm một hoặc nhiều hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng thích hợp. Các ví dụ về các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà có thể được bao gồm trong lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các hợp chất sau đây:

(PCDC-1) 3-phenyl-3-(4-(4-(3-piperidin-4-yl-propyl)piperidino)phenyl)-13,13-dimethyl-indeno[2',3':3,4]-naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-2) 3-phenyl-3-(4-(4-(3-(1-(2-hydroxyetyl)piperidin-4-yl)propyl)piperidino)phenyl)-13,13-dimethyl-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-3) 3-phenyl-3-(4-(4-(4-butyl-phenylcarbamoyl)-piperidin-1-yl) phenyl)-13,13-dimethyl-6-metoxyl-7-(4-phenyl-piperazin-1-yl)indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-4) 3-phenyl-3-(4-([1,4']bipiperidiny-1'-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-metoxyl-7-([1,4']bipiperidiny-1'-yl)indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-5) 3-phenyl-3-(4-(4-phenyl-piperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-metoxyl-7-(4-(4-hexylbenzoyloxy)-piperidin-1-yl)indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

- (PCDC-6) 3-phenyl-3-(4-(4-phenyl-piperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4'-octyloxy-biphenyl-4-carbonyloxy)-piperidin-1-yl)indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-7) 3-phenyl-3-(4-(4-phenyl-piperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-{4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy-carbonyloxy]-piperidin-1-yl}-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-8) 3-phenyl-3-(4-{4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy-carbonyloxy]-piperidin-1-yl}-phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-{4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy-carbonyloxy]-piperidin-1-yl}-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-9) 3-phenyl-3-(4-(4-phenylpiperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4-(4'-octyloxy-biphenyl-4-carbonyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)indeno[2',3':3,4] naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-10) 3-phenyl-3-(4-(4-phenyl-piperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4-(4-hexyloxyphenylcarbonyloxy)phenyl) piperazin-1-yl)indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-11) 3-phenyl-3-(4-(4-phenyl-piperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4-(4-(2-fluorobenzoyloxy)benzoyloxy)phenyl) piperazin-1-yl)indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-12) 3-phenyl-3-(4-(pyrrolidin-1-yl)phenyl)-13-hydroxy-13-ethyl-6-methoxy-7-(4-(4-(4-hexylbenzoyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-13) 3-phenyl-3-(4-(pyrrolidin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4-hexylbenzoyloxy)benzoyloxy)-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

- (PCDC-14) 3-phenyl-3-(4-(pyrolidin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4-(4-hexylbenzoyloxy)benzoyloxy)benzoyloxy)indeno[2',3':3,4] naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-15) 3-phenyl-3-(4-(4-methoxyphenyl)-piperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4-(3-phenylprop-2-ynoyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-16) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-(4-methoxyphenyl)piperazin-1-yl)phenyl)-13-ethyl-13-hydroxy-6-methoxy-7-(4-(4-(4-hexylbenzoyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-17) 3-phenyl-3-{4-(pyrolidin-1-yl)phenyl}-13-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy]-13-ethyl-6-methoxy-7-(4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy]carbonyloxy]-piperidin-1-yl)-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-18) 3-phenyl-3-(4-{4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy]carbonyloxy]-piperidin-1-yl}-phenyl)-13-ethyl-13-hydroxy-6-methoxy-7-{4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy]carbonyloxy]-piperidin-1-yl}-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-19) 3-phenyl-3-{4-(pyrolidin-1-yl)phenyl}-13,13-dimethyl-6-methoxy-7-(4-(4-(4-(3-phenyl-3-{4-(pyrolidin-1-yl)phenyl}-13,13-dimethyl-6-methoxy-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran-7-yl)-piperidin-1-yl)oxycarbonyl)phenyl)phenyl)carbonyloxy)-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-20) 3-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-3-phenyl-7-methoxycarbonyl-3H-naphtho[2,1-b]pyran;

- (PCDC-21) 3-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-3-phenyl-7-hydroxycarbonyl-3H-naphtho[2,1-b]pyran;
- (PCDC-22) 3-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-3-phenyl-7-(4-phenyl-(phen-1-oxy)carbonyl)-3H-naphtho[2,1-b]pyran;
- (PCDC-23) 3-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-3-phenyl-7-(N-(4-((4-dimethylamino)phenyl)diazenyl)phenyl)carbonyl-3H-naphtho[2,1-b]pyran;
- (PCDC-24) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-benzofuro[3',2':7,8] benzo[b]pyran;
- (PCDC-25) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-benzothieno[3',2':7,8] benzo[b]pyran;
- (PCDC-26) 7-{17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy carbonyloxy}-2-phenyl-2-(4-pyrrolidin-1-yl-phenyl)-6-methoxycarbonyl-2H-benzo[b]pyran;
- (PCDC-27) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-9-hydroxy-8-methoxycarbonyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-28) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-9-hydroxy-8-(N-(4-butyl-phenyl))carbonyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-29) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-9-hydroxy-8-(N-(4-phenyl)phenyl) carbonyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-30) 1,3,3-trimethyl-6'-(4-ethoxycarbonyl)-piperidin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-31) 1,3,3-trimethyl-6'-(4-[N-(4-butylphenyl)carbonyl]-piperidin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-32) 1,3,3-trimethyl-6'-(4-(4-methoxyphenyl)piperazin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];

- (PCDC-33) 1,3,3-trimethyl-6'-(4-(4-hydroxyphenyl)piperazin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-34) 1,3,3,5,6-pentamethyl-7'-(4-(4-methoxyphenyl)piperazin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-35) 1,3-diethyl-3-methyl-5-methoxy-6'-(4-(4'-hexyloxy-biphenyl-4-carbonyloxy)-piperidin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-36) 1,3-diethyl-3-methyl-5-[4-(4-pentadecafloheptyloxy-phenylcarbonyl)-benzyloxy]-6'-(4-(4'-hexyloxy-biphenyl-4-carbonyloxy)-piperidin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-37) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-5-carbomethoxy-8-(N-(4-phenyl)phenyl) carbonyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran;
- (PCDC-38) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-5-carbomethoxy-8-(N-(4-phenyl)phenyl) carbonyl-2H-fluorantheno[1,2-b]pyran;
- (PCDC-39) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-methoxy-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-5-carbomethoxy-11-(4-{17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy carbonyloxy}phenyl)-2H-fluorantheno[1,2-b]pyran;
- (PCDC-40) 1-(4-carboxybutyl)-6-(4-(4-propylphenyl)carbonyloxy)phenyl)-3,3-dimethyl-6'-(4-ethoxycarbonyl)-piperidin-1-yl)-spiro[(1,2-dihydro-9H-dioxolano[4',5':6,7]indolin-2,3'-3H-naphtho[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-41) 1-(4-carboxybutyl)-6-(4-(4-propylphenyl)carbonyloxy)phenyl)-3,3-dimethyl-7'-(4-ethoxycarbonyl)-piperidin-1-yl)-spiro[(1,2-dihydro-9H-dioxolano[4',5':6,7]indolin-2,3'-3H-naphtho[1,2-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-42) 1,3-diethyl-3-methyl-5-(4-{17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy carbonyloxy}phenyl)-6'-(4-(4'-hexyloxy-

- biphenyl-4-cacbonyloxy)-piperidin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphto[2,1-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-43) 1-butyl-3-etyl-3-metyl-5-metoxo-7'-(4-(4'-Hexyloxy-biphenyl-4-cacbonyloxy)-piperidin-1-yl)-spiro[indolin-2,3'-3H-naphto[1,2-b][1,4]oxazin];
- (PCDC-44) 2-phenyl-2-{4-[4-(4-metoxo-phenyl)-piperazin-1-yl]-phenyl}-5-metoxycacbonyl-6-metyl-2H-9-(4-(4-propylphenyl)cacbonyloxy)phenyl)(1,2-dihydro-9H-dioxolano[4',5':6,7] naphto[1,2-b]pyran;
- (PCDC-45) 3-(4-metoxo-phenyl)-3-(4-(4-metoxo-phenyl)piperazin-1-yl)phenyl)-13-etyl-13-hydroxy-6-metoxo-7-(4-(4-propylphenyl)cacbonyloxy)phenyl)-[1,2-dihydro-9H-dioxolano[4'',5'':6,7][indeno[2',3':3,4]]naphto[1,2-b]pyran;
- (PCDC-46) 3-phenyl-3-(4-(4-metoxo-phenyl)piperazin-1-yl)phenyl)-13-etyl-13-hydroxy-6-metoxo-7-(4-(4-hexylphenyl)cacbonyloxy)phenyl)-[1,2-dihydro-9H-dioxolano[4'',5'':5,6][indeno[2',3':3,4]] naphto[1,2-b]pyran;
- (PCDC-47) 4-(4-((4-xyclohexylitn-1-etyl-2,5-dioxopyrolin-3-ylitn)etyl)-2-thienyl)phenyl-(4-propyl)benzoat;
- (PCDC-48) 4-(4-((4-adamantan-2-ylitn-1-(4-(4-hexylphenyl)cacbonyloxy)phenyl)-2,5-dioxopyrolin-3-ylitn)etyl)-2-thienyl)phenyl-(4-propyl)benzoat;
- (PCDC-49) 4-(4-((4-adamantan-2-ylitn-2,5-dioxo-1-(4-(4-(4-propylphenyl)piperazinyl)phenyl)pyrolin-3-ylitn)etyl)-2-thienyl)phenyl (4-propyl)benzoat;
- (PCDC-50) 4-(4-((4-adamantan-2-ylitn-2,5-dioxo-1-(4-(4-(4-propylphenyl)piperazinyl)phenyl)pyrolin-3-ylitn)etyl)-1-metylpyrol-2-yl)phenyl (4-propyl)benzoat;
- (PCDC-51) 4-(4-((4-adamantan-2-ylitn-2,5-dioxo-1-(4-{17-(1,5-dimetyl-hexyl)-10,13-dimetyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxycacbonyloxy}phenyl)pyrolin-3-ylitn)etyl)-1-metylpyrol-2-yl)phenyl (4-propyl)benzoat;

- (PCDC-52) 4-(4-methyl-5,7-dioxo-6-(4-(4-(4-propylphenyl)piperazinyl)phenyl)spiro[8,7a-dihydrothiapheno[4,5-f]isoindol-8,2'-adamentan]-2-yl)phenyl (4-propyl) phenyl benzoat;
- (PCDC-53) N-(4-{17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy}phenyl -6,7-dihydro-4-methyl-2-phenylspiro(5,6-benzo[b]thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1]dexan);
- (PCDC-54) N-xyanomethyl-6,7-dihydro-2-(4-(4-(4-propylphenyl)piperazinyl)phenyl)-4-methylspiro(5,6-benzo[b]thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1] dexan);
- (PCDC-55) N-phenyletyl-6,7-dihydro-2-(4-(4-(4-hexylbenzoyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)phenyl-4-methylspiro(5,6-benzo[b]thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1] dexan);
- (PCDC-56) N-phenyletyl-6,7-dihydro-2-(4-(4-(4-hexylbenzoyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)phenyl-4-xyclopropyl spiro(5,6-benzo[b]thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1] dexan);
- (PCDC-57) N-phenyletyl-6,7-dihydro-2-(4-(4-(4-hexylbenzoyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)phenyl-4-xyclopropyl spiro(5,6-benzo[b]furodicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1] dexan);
- (PCDC-58) N-xyanomethyl-6,7-dihydro-4-(4-(4-(4-hexylbenzoyloxy)phenyl)piperazin-1-yl)phenyl-2-phenylspiro(5,6-benzo[b]thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1] dexan);
- (PCDC-59) N-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy}phenyl -6,7-dihydro-2-(4-methoxyphenyl)phenyl-4-methylspiro(5,6-benzo[b]thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1] dexan);

(PCDC-60) N-xyanometyl-2-(4-(6-(4-butylphenyl)cacbonyloxy-(4,8-dioxabixyclo[3.3.0]oct-2-yl))oxycacbonyl)phenyl -6,7-dihydro-4-xyclopropylspiro(5,6-benzo[b] thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1]dexan);

(PCDC-61) 6,7-dihydro-N-metoxycacbonylmetyl-4-(4-(6-(4-butylphenyl)cacbonyloxy-(4,8-dioxabixyclo[3.3.0]oct-2-yl))oxycacbonyl)phenyl-2-phenylspiro(5,6- benzo[b]thiophendicarboxyimit-7,2-trixyclo[3.3.1.1] dexan); và

(PCDC-62) 3-phenyl-3-(4-pyrolidinylphenyl)-13,13-dimetyl-6-metoxy-7-(4-(4-(4-(4-(6-(4-(4-(4-onylphenylcabonyloxy)phenyl)oxycacbonyl)phenoxy)hexyloxy)phenyl)pipera zin-1-yl)indeno[2',3':3,4] naphto[1,2-b]pyran.

Với một số phương án khác, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế, có thể được chọn từ các hợp chất sau đây:

(PCDC-a1) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)benzamido)phenyl]-13,13-dimetyl-12-bromo-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a2) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-10-[4-((4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenoxy)cacbonyl) phenyl]-6,13,13-trimetyl-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a3) 3-(4-Fllophenyl)-3-(4-piperidinophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido) phenyl]-6-triflurometyl-11,13,13-trimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a4) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)- 10-[4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)benzamido)phenyl]-5,7-diflo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a5) 3-(4-Metoxyphenyl)-3-(4-piperidinophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido) phenyl]-5,7-diflo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a6) 3-(4-Metoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)phenyl]-5,7-diflo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a7) 3-(4-Flophenyl)-3-(4-piperidinophenyl)-10-[4-((4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenoxy)cacbonyl)phenyl]-12-bromo-5,7-diflo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a8) 3-Phenyl-3-(4-piperidinophenyl)- 10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)phenyl]-12-bromo-5,7-diflo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a9) 3-Phenyl-3-(4-piperidinophenyl)-10-[4-((4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenoxy)cacbonyl)phenyl]-12-bromo-5,7-diflo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a10) 3-(4-Flophenyl)-3-(4-piperidinophenyl)- 10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)phenyl]-12-bromo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a11) 3,3-Bis(4-metoxidyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)phenyl]-12-bromo-6,7-dimetoxy-11,13,13-trimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a12) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido) phenyl]-6-triflurometyl-12-bromo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a13) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-10,12-bis[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflurometyl-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a14) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl) benzamido)phenyl]-5,7-diflo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a15) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido) phenyl]-6-triflurometyl-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a16) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl) benzamido)phenyl]-5,7-diflo-12-bromo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a17) 3-(4-Flophenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflometyl-13-metyl-13-butyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a18) 3-(4-Flophenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-5,7-diflo-12-bromo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a19) 3-Phenyl-3-(4-metoxyphehyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflometyl-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a20) 3-Phenyl-3-(4-morpholinophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflometyl-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a21) 3,3-Bis(4-flophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflometyl-12-bromo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a22) 3,3-Bis(4-flophenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflometyl-13,13-dimetyl-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a23) 3-(4-Metoxyphehyl)-3-(4-butoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflometyl-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a24) 3-(4-Flophenyl)-13,13-dimethyl-3-(4-morpholinophenyl)-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-6-(triflometyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a25) 3-(4-Butoxyphenyl)-3-(4-flophenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-6-(triflometyl)-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a26) 3-(4-(4-(4-Metoxyphenyl)piperazin-1-yl)phenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-3-phenyl-6-(triflometyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a27) 3-(4-Butoxyphenyl)-3-(4-flophenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(((trans,trans-4'-pentyl-[1,1'-bi(xyclohexan)]-4-yl)oxy)cacbonyl)phenyl)-6-(triflometyl)-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a28) 3-(4-Flophenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-3-(4-butoxyphenyl)-6-(triflometyl)-3,13-dihydro indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a29) 3-(4-Metoxyphenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-3-(4-(triflometoxy)phenyl)-6-(triflometyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a30) 3,3-Bis(4-hydroxyphenyl)-10-[4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido) phenyl]-6-trifluoromethyl-13,13-dimethyl-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a40) 12-Bromo-3-(4-butoxyphenyl)-3-(4-florophenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-((4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-carbonyl)oxy)benzamido)-6-(trifluoromethyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a41) 3-(4-Butoxyphenyl)-5,7-dichloro-11-methoxy-3-(4-methoxyphenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a42) 3-(4-Butoxyphenyl)-3-(4-florophenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-((4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-carbonyl)oxy)benzamido)-6-(trifluoromethyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a43) 5,7-Dichloro-3,3-bis(4-hydroxyphenyl)-11-methoxy-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a44) 6,8-Dichloro-3,3-bis(4-hydroxyphenyl)-11-methoxy-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a45) 3-(4-Butoxyphenyl)-5,8-difluoro-3-(4-florophenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a46) 3-(4-Butoxyphenyl)-3-(4-flophenyl)-13,13-dimetyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-cacbonyl)piperazin-1-yl)-6-(triflometyl)-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a47) 3-(4-Morpholinophenyl)-3-(4-metoxyphenyl)-10,7-bis[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)phenyl]-5-flo-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a48) 3-(4-Morpholinophenyl)-3-(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)-2-(triflometyl)phenyl]-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a49) 3, 3-Bis(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)-2-(triflometyl)phenyl]-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a50) 3-(4-Morpholinophenyl)-3-(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl) phenyl)benzamido)-2-(triflometyl)phenyl]-13,13-dimetyl-3,13-dihydro- indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a51) 3,3-Bis(4-metoxyphenyl)-13,13-dimetyl-10-(2-metyl-4-(trans-4-((4'-((trans-4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-yloxy)cacbonyl)xyclohexancarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a52) 3-(4-(4-(4-Butylphenyl)piperazin-1-yl)phenyl)-3-(4-methoxyphenyl)-13,13-dimethyl-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-ylcarboxamido)-2-(trifluoromethyl)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a53) 3-(4-(4-(4-Butylphenyl)piperazin-1-yl)phenyl)-3-(4-methoxyphenyl)-13,13-dimethyl-10-(2-methyl-4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-ylcarboxamido)phenyl)-7-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)benzamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a54) 3-(4-Methoxyphenyl)-13,13-dimethyl-7,10-bis(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-ylcarboxamido)phenyl)-3-phenyl-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a55) 3-p-Tolyl-3-(4-methoxyphenyl)-6-methoxy-13,13-dimethyl-7-(4'-(trans,trans-4'-pentylbi(xyclohexan-4-)cycbonyloxy)biphenylcycbonyloxy)-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-ylcarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(PCDC-a56) 10-(4-(((3S,8S,9S,10R,13R,14S,17R)-10,13-Dimethyl-17-((R)-6-methylheptan-2-yl)-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy)cycbonyl)piperazin-1-yl)-3-(4-methoxyphenyl)-13,13-dimethyl-3-(4-morpholinophenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

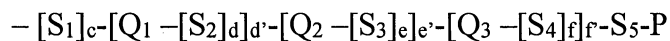
(PCDC-a57) 6-Metoxy-3-(4-metoxyphenyl)-13,13-dimetyl-3-(4-((S)-2-methylbutoxy)phenyl)-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-ylcarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

(PCDC-a58) 6-Metoxy-3-(4-metoxyphenyl)-13,13-dimetyl-3-(4-((S)-2-methylbutoxy)phenyl)-7-(4'-(trans,trans-4'-pentylbi(xyclohexan-4-cacbonyloxy)biphenylcacbonyloxy)-10-(4-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-ylcarboxamido)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran; và

(PCDC-a59) 6-Metoxy-3-(4-metoxyphenyl)-13,13-dimetyl-3-(4-((S)-2-methylbutoxy)phenyl)-10-(4-(((3R,3aS,6S,6aS)-6-(4'-(trans-4-pentylxyclohexyl)biphenylcacbonyloxy)hexahydrofuro[3,2-b]furan-3-yloxy)cacbonyl)phenyl)-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran.

Nhìn chung hơn, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế bao gồm: (a) ít nhất một nhóm đổi màu theo ánh sáng (PC), mà có thể được chọn từ, ví dụ, pyran, oxazin, và fulgit; và (b) ít nhất một chất hoặc nhóm kéo giãn gắn kết với nhóm đổi màu theo ánh sáng. Chất kéo dài (L) được biểu hiện bằng Công thức I sau đây:

Công thức I



Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “gắn kết” dùng để chỉ nhóm đổi màu theo ánh sáng của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có nghĩa là nhóm liên kết trực tiếp hoặc không trực tiếp qua nhóm khác. Do đó, ví dụ, theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, L có thể được liên kết trực tiếp với PC như nhóm thế trên PC,

hoặc L có thể là nhóm thế trên nhóm khác (như nhóm được biểu hiện bằng R¹, mà được thảo luận dưới đây) mà liên kết trực tiếp với PC (ví dụ, L được liên kết không trực tiếp với PC). Mặc dù không giới hạn ở đây, theo các phương án không giới hạn khác nhau, L có thể được gắn kết với PC như vậy để mở rộng hoặc kéo dài PC ở trạng thái được kích hoạt sao cho tốc độ hấp thụ của PC được mở rộng (ví dụ, hợp chất đổi màu theo ánh sáng) được nâng cao khi so với PC riêng biệt. Mặc dù không giới hạn ở đây, theo các phương án không giới hạn khác nhau, vị trí của điểm gắn kết của L trên PC có thể được chọn sao cho L kéo dài PC trong ít nhất một hướng song song với và hướng vuông góc với thời điểm lưỡng cực chuyển tiếp theo lý thuyết của dạng được kích hoạt của PC. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “thời điểm lưỡng cực chuyển tiếp theo lý thuyết” dùng để chỉ sự phân cực lưỡng cực tạm thời được tạo ra bằng sự tương tác của bức xạ điện từ với phân tử. Xem, ví dụ, IUPAC Compendium of Chemical Technology, 2nd Ed., International Union of Pure and Applied Chemistry (1997).

Với sự tham chiếu đến Công thức I nêu trên, mỗi Q₁, Q₂, và Q₃ có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ: nhóm hóa trị hai được chọn từ nhóm thiom được thế hoặc không được thế, nhóm vòng béo được thế hoặc không được thế, nhóm dị vòng được thế hoặc không được thế, và hỗn hợp của chúng, trong đó các nhóm thế được chọn từ: nhóm được biểu hiện bằng P (như được thể hiện dưới đây), aryl, thiol, amit, các mesogen tinh thể lỏng, halogen, C₁-C₁₈ alkoxy, poly(C₁-C₁₈ alkoxy), amino, amino(C₁-C₁₈)alkylen, C₁-C₁₈alkylamino, di-(C₁-C₁₈)alkylamino, C₁-C₁₈ alkyl, C₂-C₁₈ alken, C₂-C₁₈ alkyn, C₁-C₁₈ alkyl(C₁-C₁₈)alkoxy, C₁-C₁₈ alkoxycacbonyl, C₁-C₁₈ alkylcacbonyl, C₁-C₁₈ alkyl cacbonat, aryl cacbonat, C₁-C₁₈ axetyl, C₃-C₁₀ xycloalkyl, C₃-C₁₀ xycloalkoxy, isoxyanato, amido, xyano, nitro, nhóm C₁-C₁₈ alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh mà được thế một lần bằng xyano, halo, hoặc C₁-C₁₈ alkoxy, hoặc được thế nhiều lần bằng halo, và nhóm được biểu hiện bằng một trong số các công thức sau: —M(T)_(t-1) và —M(OT)_(t-1), trong đó M được chọn từ nhôm, antimon, tantali, titan, ziriconi và silic, T được chọn từ các gốc chức hữu cơ, các gốc hydrocacbon chức hữu cơ, các gốc

hydrocacbon béo và các gốc hydrocacbon thơm, và t là hóa trị của M . Như được sử dụng trong bản mô tả này, tiền tố “poly” có nghĩa là ít nhất hai.

Với sự tham chiếu đến Công thức I trên, mỗi Q_1 , Q_2 , và Q_3 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ: nhóm hóa trị hai được chọn từ nhóm thơm được thế hoặc không được thế, nhóm vòng béo được thế hoặc không được thế, nhóm dị vòng được thế hoặc không được thế, và hỗn hợp của chúng, trong đó các nhóm thế được chọn từ: nhóm được biểu hiện bằng P (như được thể hiện dưới đây), aryl, thiol, amit, các mesogen tinh thể lỏng, halogen, C_1 - C_{18} alkoxy, poly(C_1 - C_{18} alkoxy), amino, amino(C_1 - C_{18})alkylen, C_1 - C_{18} alkylamino, di-(C_1 - C_{18})alkylamino, C_1 - C_{18} alkyl, C_2 - C_{18} alken, C_2 - C_{18} alkyn, C_1 - C_{18} alkyl(C_1 - C_{18})alkoxy, C_1 - C_{18} alkoxycarbonyl, C_1 - C_{18} alkylcarbonyl, C_1 - C_{18} alkyl cacbonat, aryl cacbonat, C_1 - C_{18} axetyl, C_3 - C_{10} xycloalkyl, C_3 - C_{10} xycloalkoxy, isoxyanato, amido, xyano, nitro, nhóm C_1 - C_{18} alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh mà được thế một lần bằng xyano, halo, hoặc C_1 - C_{18} alkoxy, hoặc được thế nhiều lần bằng halo, và nhóm được biểu hiện bằng một trong số các công thức sau: $-M(T)_{(t-1)}$ và $-M(OT)_{(t-1)}$, trong đó M được chọn từ nhôm, antimon, tantali, titan, ziriconi và silic, T được chọn từ các gốc chức hữu cơ, các gốc hydrocacbon chức hữu cơ, các gốc hydrocacbon béo và các gốc hydrocacbon thơm, và t là hóa trị của M . Như được sử dụng trong bản mô tả này, tiền tố “poly” có nghĩa là ít nhất hai.

Như được thảo luận ở trên, Q_1 , Q_2 , và Q_3 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ nhóm hóa trị hai, như nhóm thơm được thế hoặc không được thế, nhóm dị vòng được thế hoặc không được thế, và nhóm alicyclic được thế hoặc không được thế. Các ví dụ không giới hạn về các nhóm thơm hữu dụng bao gồm: benzo, naphto, phenanthro, biphenyl, tetrahydro naphto, terphenyl, và anthraxeno.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “nhóm dị vòng” có nghĩa là hợp chất có vòng của các nguyên tử, trong đó ít nhất một nguyên tử tạo ra vòng là khác với các nguyên tử khác tạo ra vòng. Ngoài ra, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ nhóm dị vòng đặc biệt là loại trừ các

nhóm dị vòng dung hợp. Các ví dụ không giới hạn về các nhóm dị vòng thích hợp mà ở đó Q₁, Q₂, và Q₃ có thể được chọn bao gồm: isosorbitol, dibenzofuro, dibenzothieno, benzofuro, benzothieno, thieno, furo, dioxino, carbazolo, anthranilyl, azepinyl, benzoxazolyl, diazepinyl, diazyl, imidazolidinyl, imidazolyl, imidazolinyl, indazolyl, indolninyl, indoliny, indoliziny, indolyl, indoxazinyl, isobenzazolyl, isoindolyl, isooxazolyl, isooxazyl, isopyroyl, isoquinolyl, isothiazolyl, morpholino, morpholinyl, oxadiazolyl, oxathiazolyl, oxathiazyl, oxathioly, oxatriazolyl, oxazolyl, piperazinyl, piperazyl, piperidyl, purinyl, pyranopyroyl, pyrazinyl, pyrazolidinyl, pyrazolinyl, pyrazolyl, pyrazyl, pyridazinyl, pyridazyl, pyridyl, pyrimidinyl, pyrimidyl, pyridenyl, pyrrolidinyl, pyrrolinyl, pyroyl, quinoliziny, quinuclidinyl, quinolyl, thiazolyl, triazolyl, triazyl, N-arylpiperazino, aziridino, arylpiperidino, thiomorpholino, tetrahydroquinolino, tetrahydroisoquinolino, pyrrol, unsubstituted, các amin xoắn hai vòng C₄-C₁₈ được thế một lần hoặc hai lần, và các amin xoắn ba vòng C₄-C₁₈ không được thế, được thế một lần hoặc hai lần.

Như được thảo luận ở trên, Q₁, Q₂, và Q₃ có thể được chọn từ amin xoắn hai vòng C₄-C₁₈ được thế một lần hoặc hai lần và amin xoắn ba vòng C₄-C₁₈. Các ví dụ không giới hạn về các nhóm thế thích hợp bao gồm aryl, C₁-C₆ alkyl, C₁-C₆ alkoxy hoặc phenyl (C₁-C₆) alkyl. Các ví dụ không giới hạn cụ thể về các amin xoắn ba vòng được thế một lần hoặc hai lần bao gồm: 2-azabixyclo[2.2.1]hept-2-yl; 3-azabixyclo[3.2.1]oct-3-yl; 2-azabixyclo[2.2.2]oct-2-yl; và 6-azabixyclo[3.2.2]nonan-6-yl. Các ví dụ không giới hạn cụ thể về các amin ba vòng được thế một lần hoặc hai lần bao gồm: 2-azatrixyclo[3.3.1.1(3,7)]decan-2-yl; 4-benzyl-2-azatrixyclo[3.3.1.1(3,7)]decan-2-yl; 4-metoxyl-6-metyl-2-azatrixyclo[3.3.1.1(3,7)]decan-2-yl; 4-azatrixyclo[4.3.1.1(3,8)]undecan-4-yl; và 7-metyl-4-azatrixyclo[4.3.1.1(3,8)]undecan-4-yl. Các ví dụ về các nhóm vòng béo mà ở đó Q₁, Q₂, và Q₃ có thể được chọn bao gồm, mà không giới hạn, xyclohexyl, xyclopropyl, norbornenyl, decaliny, adamantanyl, bixycloctan, per-hydrofloan, và cubanyl.

Bằng cách tiếp tục tham chiếu đến Công thức I, mỗi S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , và S_5 độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ đơn vị khoảng cách được chọn từ:

- (1) $-(CH_2)_g-$, $-(CF_2)_h-$, $-Si(CH_2)_g-$, $-(Si[(CH_3)_2]O)_h-$, trong đó g độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ 1 đến 20; h được chọn từ 1 đến 16;
- (2) $-N(Z)-$, $-C(Z)=C(Z)-$, $-C(Z)=N-$, $-C(Z')-C(Z')-$, trong đó Z độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ hydro, C_1 - C_6 alkyl, xycloalkyl và aryl, và Z' độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ C_1 - C_6 alkyl, xycloalkyl và aryl; và
- (3) $-O-$, $-C(O)-$, $-C\equiv C-$, $-N=N-$, $-S-$, $-S(O)-$, $-S(O)(O)-$, chất kết tựa alkylen C_1 - C_{24} mạch thẳng hoặc mạch nhánh, chất kết tựa alkylen C_1 - C_{24} không được thế, được thế một lần bằng xyano hoặc halo, hoặc được thế nhiều lần bằng halo;

Việc lựa chọn S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , và S_5 là đối tượng, tuy nhiên, đối với điều kiện, mà khi hai đơn vị khoảng cách bao gồm các nguyên tử khác loại được liên kết với nhau, các đơn vị khoảng cách được liên kết sao cho các nguyên tử khác loại không liên kết trực tiếp với nhau, và khi S_1 và S_5 được liên kết với PC và P, tương ứng, chúng được liên kết sao cho hai nguyên tử khác loại không liên kết trực tiếp với nhau. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “nguyên tử khác loại” có nghĩa là các nguyên tử khác với cacbon hoặc hydro.

Ngoài ra, trong Công thức I, theo các phương án không giới hạn khác nhau, mỗi c , d , e , và f có thể độc lập được chọn từ số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 20, bao gồm cả giá trị đầu cuối; và mỗi d' , e' và f' có thể độc lập được chọn từ 0, 1, 2, 3, và 4, với điều kiện là tổng của $d' + e' + f'$ ít nhất là 1. Theo các phương án không giới hạn khác, mỗi c , d , e , và f có thể độc lập được chọn từ số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 20, bao gồm cả giá trị đầu cuối; và mỗi d' , e' và f' có thể độc lập được chọn từ 0, 1, 2, 3, và 4, với điều kiện là tổng của $d' + e' + f'$ ít nhất là 2. Theo các phương án không giới hạn khác nữa, mỗi c , d , e , và f có thể độc lập được chọn từ số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 20, bao gồm cả giá trị đầu cuối; và mỗi d' , e' và f' có thể độc

lập được chọn từ 0, 1, 2, 3, và 4, với điều kiện là tổng của $d' + e' + f'$ ít nhất là 3. Theo các phương án không giới hạn khác nữa, mỗi c, d, e, và f có thể độc lập được chọn từ số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 20, bao gồm cả giá trị đầu cuối; và mỗi d' , e' và f' có thể độc lập được chọn từ 0, 1, 2, 3, và 4, với điều kiện là tổng của $d' + e' + f'$ ít nhất là 1.

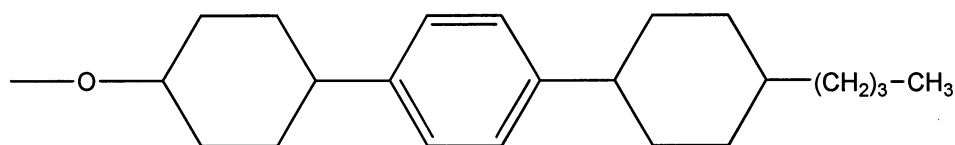
Ngoài ra, trong Công thức I, P có thể được chọn từ: aziridinyl, hydro, hydroxy, aryl, alkyl, alkoxy, amino, alkylamino, alkylalkoxy, alkoxyalkoxy, nitro, polyalkyl ete, (C_1-C_6) alkyl (C_1-C_6) alkoxy (C_1-C_6) alkyl, polyetylenoxy, polypropylenoxy, etylen, acrylat, metacrylat, 2-cloacrylat, 2-phenylacrylat, acryloylphenylen, acrylamit, metacrylamit, 2-cloacrylamit, 2-phenylacrylamit, epoxy, isoxyanat, thiol, thioisoxyanat, este của axit itaconic, vinyl ete, vinyl este, dẫn xuất styren, siloxan, các polyme tinh thể lỏng chuỗi chính và chuỗi phụ, mesogen tinh thể lỏng, dẫn xuất etylenimin, các dẫn xuất axit maleic, các dẫn xuất axit fumaric, các dẫn xuất axit xinnamic không được thế, các dẫn xuất axit xinnamic mà được thế bằng ít nhất một metyl, metoxy, xyano và halogen, và các nhóm hóa trị một hoặc nhóm hóa trị hai đối xứng hoặc không đối xứng được thế và không được thế được chọn từ các gốc steroid, các gốc terpenoit, các gốc alkaloit và hỗn hợp của chúng, trong đó các nhóm thế độc lập được chọn từ alkyl, alkoxy, amino, xycloalkyl, alkylalkoxy, floalkyl, xyanoalkyl, xyanoalkoxy và hỗn hợp của chúng.

Ngoài ra, mặc dù không giới hạn ở đây, khi P là nhóm có thể polyme hóa, nhóm có thể polyme hóa có thể là nhóm chức bất kỳ thích ứng với tham gia vào phản ứng polyme hóa. Các ví dụ không giới hạn về các phản ứng polyme hóa bao gồm các phản ứng được mô tả trong định nghĩa về “polyme hóa” trong tài liệu Hawley's Condensed Chemical Dictionary Thirteenth Edition, 1997, John Wiley & Sons, trang 901-902, mà phần bổc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, các phản ứng polyme hóa bao gồm: “polyme hóa bổ sung”, trong đó các gốc tự do trong các chất khơi mào mà phản ứng với liên kết đôi của monome bằng cách bổ sung vào nó trên một phía ở cùng một thời điểm sản xuất electron tự do

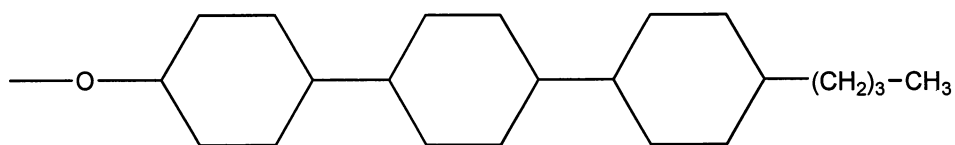
mới trên phía khác; “polyme hóa ngưng tụ”, trong đó hai phân tử phản ứng kết hợp để tạo ra phân tử lớn hơn với việc loại bỏ phân tử nhỏ, như phân tử nước; và “polyme hóa bắt cặp oxy hóa”. Ngoài ra, các ví dụ không giới hạn về các nhóm có thể polyme hóa bao gồm hydroxy, acryloxy, metacryloxy, 2-(acryloxy)ethylcarbamyl, 2-(metacryloxy)ethylcarbamyl, isoxyanat, aziridin, allylcacbonat, và epoxy, chẳng hạn, oxiranylmetyl.

Theo một số phương án, P có thể được chọn từ polyme tinh thể lỏng chuỗi chính hoặc chuỗi phụ và mesogen tinh thể lỏng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “mesogen” tinh thể lỏng có nghĩa là các phân tử tinh thể lỏng dạng que hoặc dạng đĩa rắn. Ngoài ra, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “polyme tinh thể lỏng chuỗi chính” dùng để chỉ polyme có các mesogen tinh thể lỏng nằm trong kết cấu trục chính (ví dụ, chuỗi chính) của polyme. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “polyme tinh thể lỏng chuỗi phụ” dùng để chỉ polyme có các mesogen tinh thể lỏng gắn kết với polyme ở các chuỗi phụ. Mặc dù không giới hạn ở đây, nhìn chung, các mesogen được nối với hai hoặc nhiều vòng thơm mà hạn chế sự di chuyển của polyme tinh thể lỏng. Các ví dụ về các mesogen tinh thể lỏng dạng que thích hợp bao gồm mà không giới hạn: este thơm được thế hoặc không được thế, các hợp chất thơm tuyến tính được thế hoặc không được thế, và các terphenyl được thế hoặc không được thế. Theo các phương án không giới hạn cụ thể khác, P có thể được chọn từ steroid, ví dụ và mà không giới hạn, hợp chất cholesteolic.

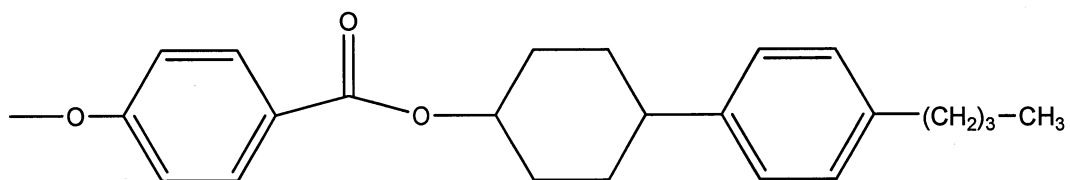
Theo một số phương án theo sáng chế, mỗi chất kéo dài L của các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể độc lập được chọn từ các nhóm kéo dài được biểu hiện bằng các Công thức từ L(1) đến L(37) sau đây. L(1) 4-[4-(4-butyl-xyclohexyl)-phenyl]-xyclohexyloxy



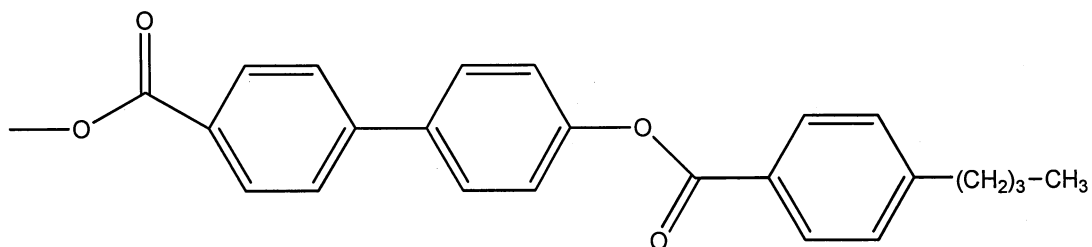
L(2) 4''-butyl-[1,1';4',1'']terxyclohexan-4-yloxy



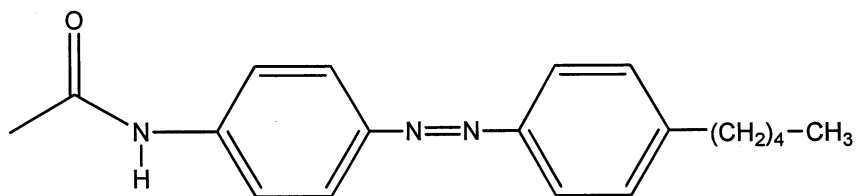
L(3) 4-[4-(4-butyl-phenyl)-xyclohexyloxycacbonyl]-phenoxy



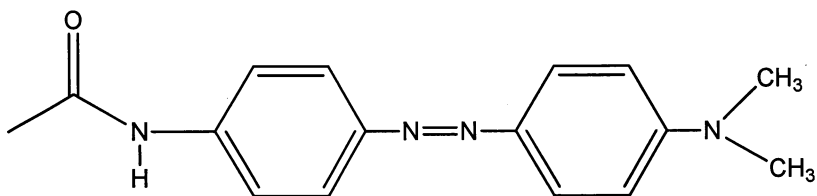
L(4) 4'-(4-butyl-benzoyloxy)-biphenyl-4-cacbonyl



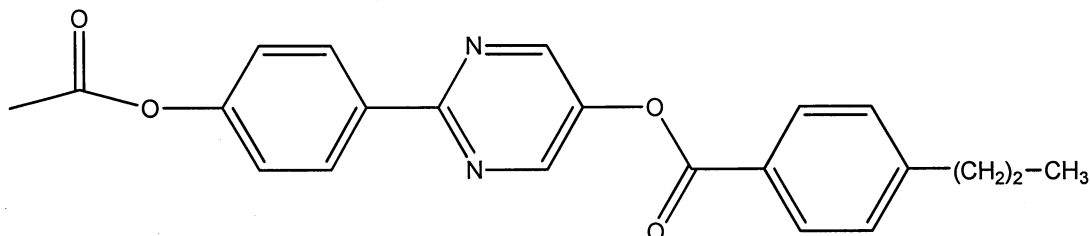
L(5) 4-(4-pentyl-phenylazo)-phenylcarbamoyl



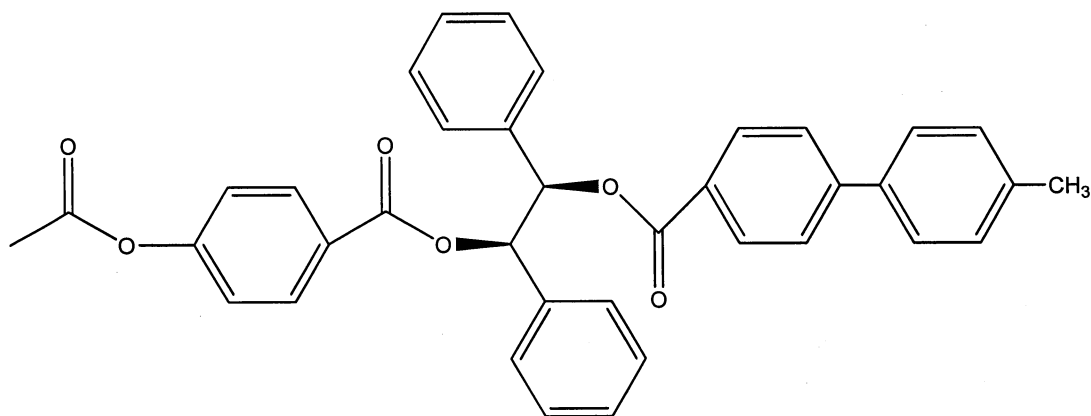
L(6) 4-(4-dimethylamino-phenylazo)-phenylcarbamoyl



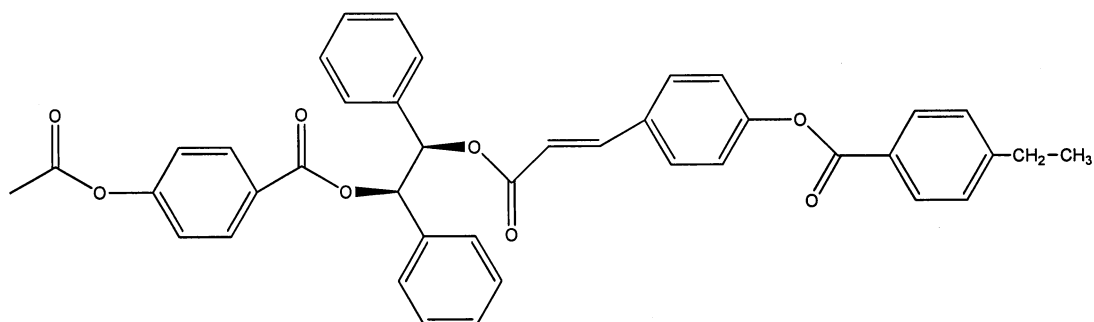
L(7) {4-[5-(4-propyl-benzoyloxy)-pyrimidin-2-yl]-phenyl} este



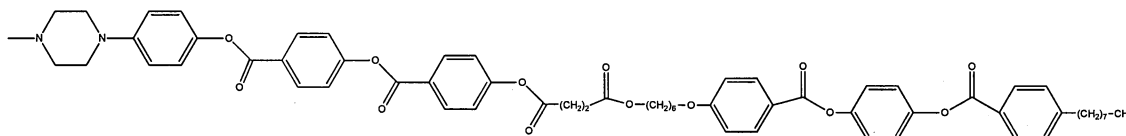
L(8) {4-[2-(4'-methyl-biphenyl-4-carbonyloxy)-1,2-diphenyl-etoxyacarbonyl]-phenyl} este



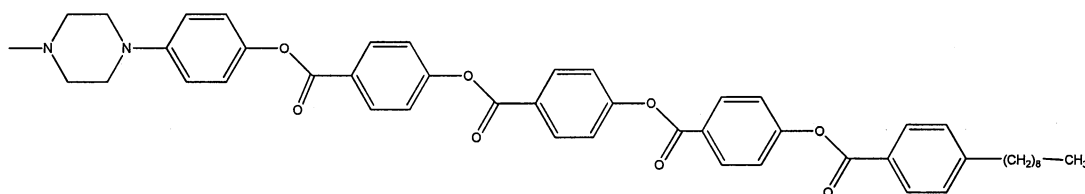
L(9) [4-(1,2-diphenyl-2-{3-[4-(4-propyl-benzoyloxy)-phenyl]-acryloyloxy}-etoxyacarbonyl)-phenyl] este



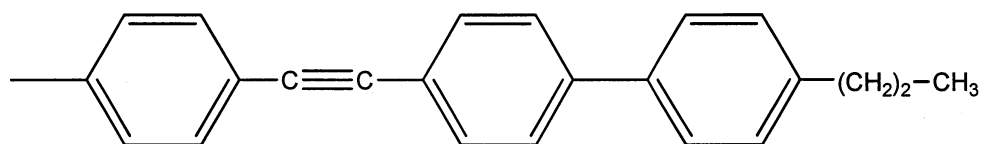
L(10) 4-[4-(4-{4-[3-(6-{4-[4-(4-nonyl-benzoyloxy)-phenoxy]cacybonyl]-phenoxy}-hexyloxy]cacybonyl)-propionyloxy]-benzoyloxy}-benzoyloxy)-phenyl]-piperazin-1-yl



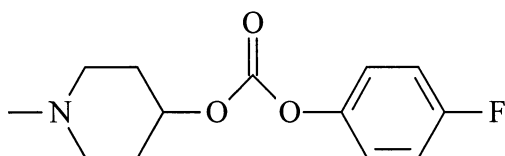
L(11) {4-[4-(4-{4-[4-(4-nonyl-benzoyloxy)-benzoyloxy]-benzoyloxy}-benzoyloxy)-phenyl]-piperazin-1-yl}



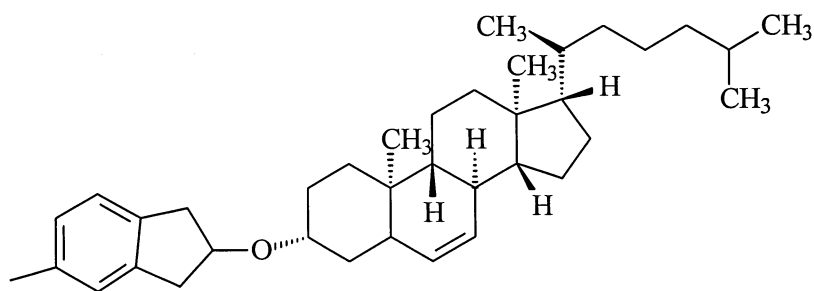
L(12) 4-(4'-propyl-biphenyl-4-ylethynyl)-phenyl



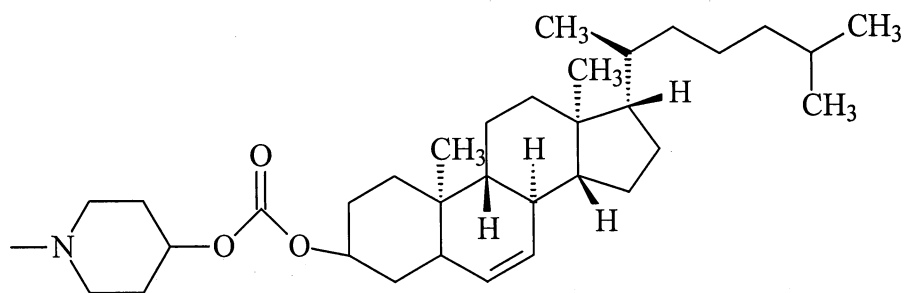
L(13) 4-(4-flo-phenoxy]cacybonyloxy)-piperidin-1-yl



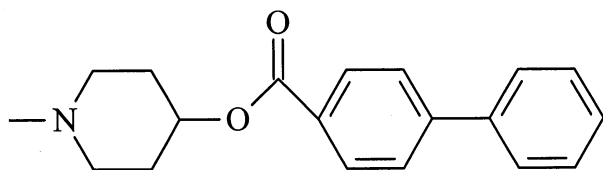
L(14) 2-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy]-indan-5-yl



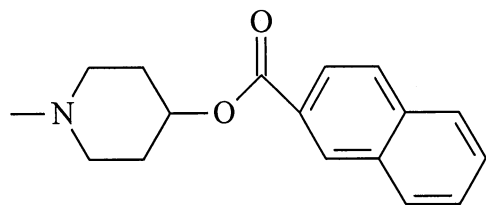
L(15) 4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxycacbonxyloxy]-piperidin-1-yl



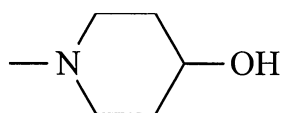
L(16) 4-(biphenyl-4-cacbonxyloxy)-piperidin-1-yl



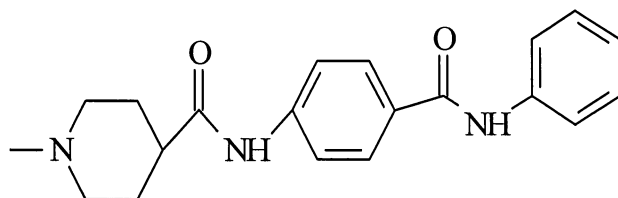
L(17) 4-(naphtalen-2-cacbonxyloxy)-piperidin-1-yl



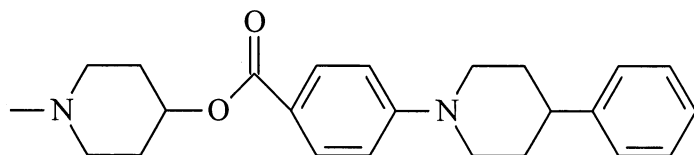
L(18) 4-hydroxy-piperidin-1-yl



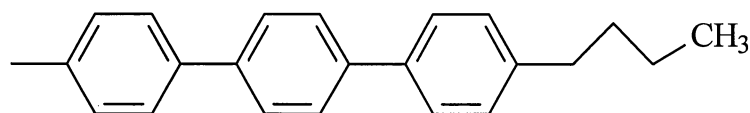
L(19) 4-(4-phenylcarbamoyl-phenylcarbamoyl)-piperidin-1-yl



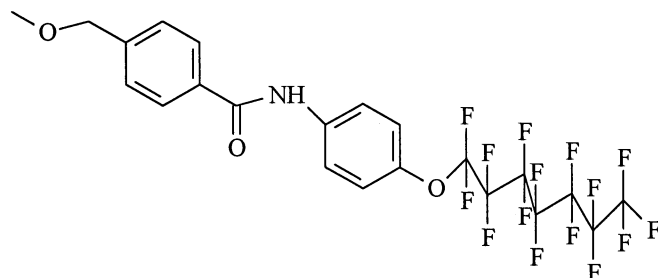
L(20) 4-(4-(4-phenylpiperidin-1-yl)-benzoyloxy)-piperidin-1-yl



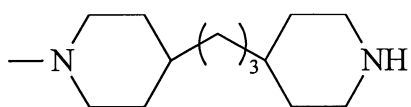
L(21) 4-butyl-[1,1';4',1'']terphenyl-4-yl



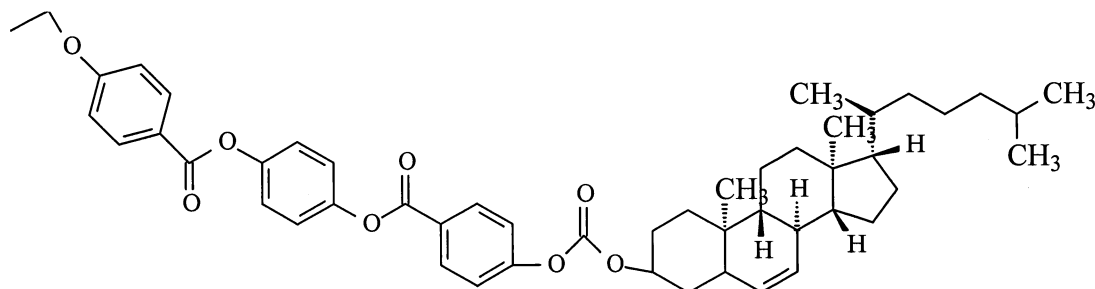
L(22) 4-(4-pentadecafluoroheptyloxy-phenylcarbamoyl)-benzyloxy



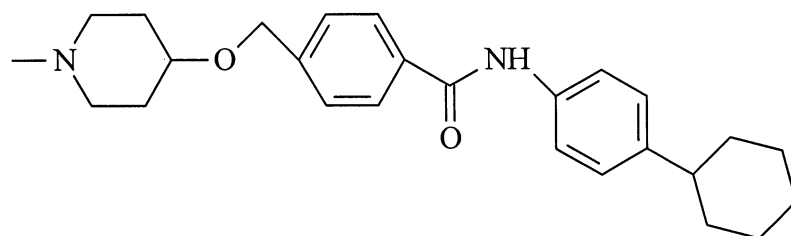
L (23) 4-(3-piperidin-4-yl-propyl)-piperidin-1-yl



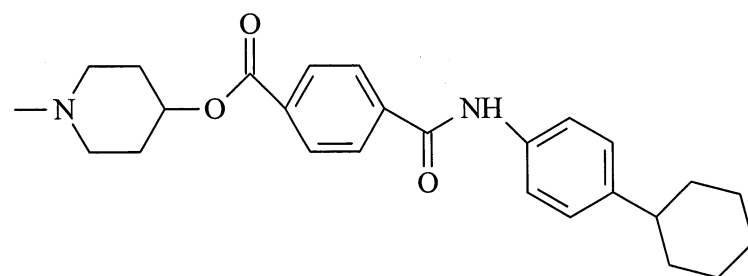
L(24) 4-(4-{4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxycacbonyl]-benzoyloxy}-phenoxyacbonyl)-phenoxyethyl



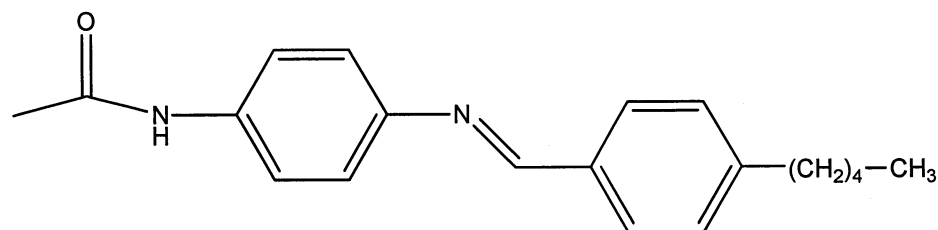
L(25) 4-[4-(4-xyclohexyl-phenylcarbamoyl)-benzyloxy]-piperidin-1-yl



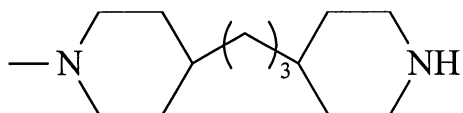
L(26) 4-[4-(4-xyclohexyl-phenylcarbamoyl)-benzoyloxy]-piperidin-1-yl



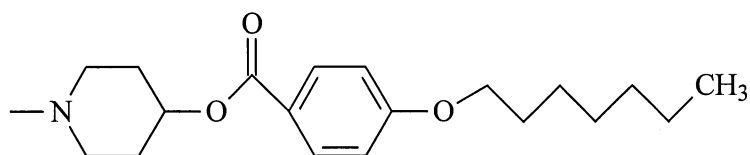
L(27) N-{4-[(4-pentyl-benzylitn)-amino]-phenyl}-axetamidyl



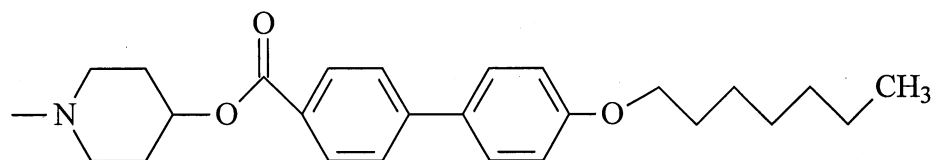
L(28) 4-(3-piperidin-4-yl-propyl)-piperidin-1-yl



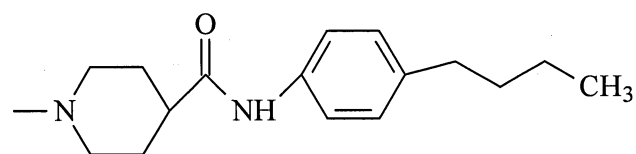
L(29) 4-(4-hexyloxy-benzoyloxy)-piperidin-1-yl]



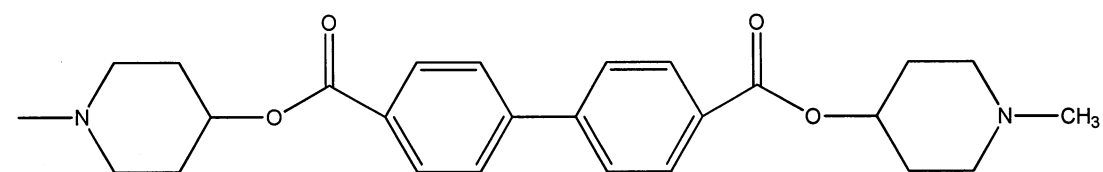
L(30) 4-(4'-hexyloxy-biphenyl-4-cacbonyloxy)-piperidin-1-yl



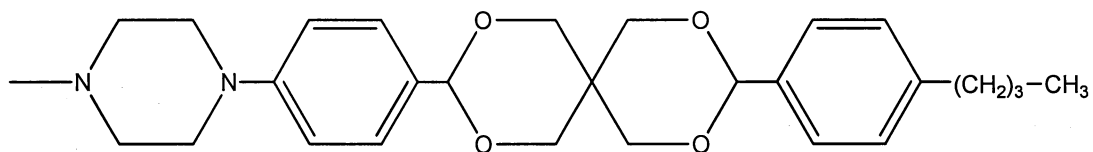
L(31) 4-(4-butyl-phenylcarbamoyl)-piperidin-1-yl



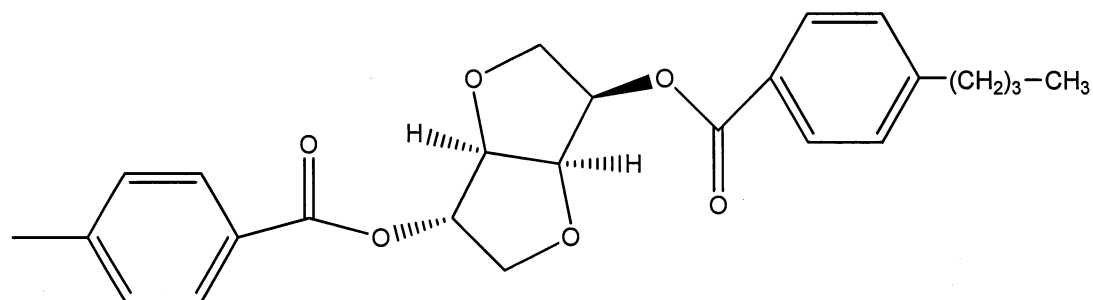
L(32) bis-[1-Name của nhóm PC]-piperidin-4-yl] este của axit biphenyl-4,4'-dicarboxylic



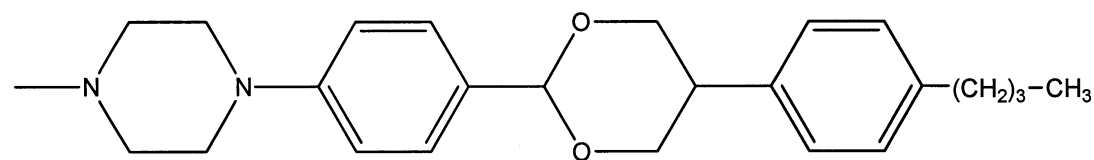
L(33) 4-(4-(9-(4-butylphenyl)-2,4,8,10-tetraoxaspiro[5.5]undec-3-yl)phenyl)piperazin-1-yl



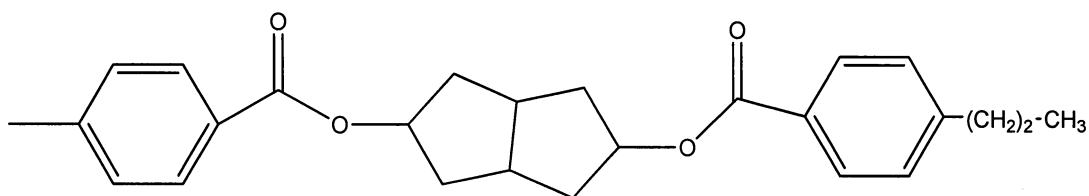
L(34) 4-(6-(4-butylphenyl)carbonyloxy-(4,8-dioxabicyclo[3.3.0]oct-2-yl))oxycarbonylphenyl



L(35) 1-{4-[5-(4-butyl-phenyl)-[1,3]dioxan-2-yl]-phenyl}-4-methyl-piperazin-1-yl



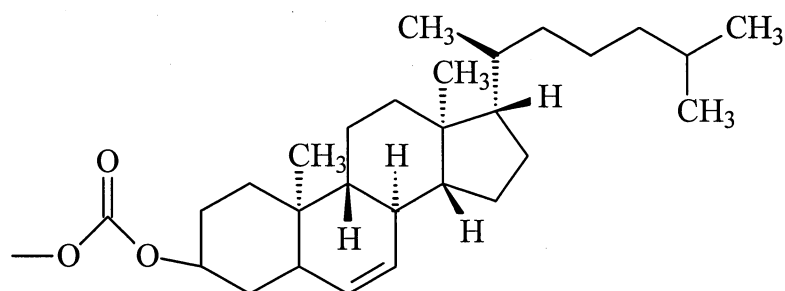
L(36) 4-(7-(4-propylphenylcarbonyloxy)bicyclo[3.3.0]oct-2-yl)oxycarbonylphenyl



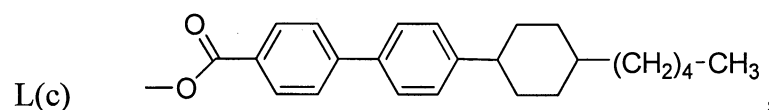
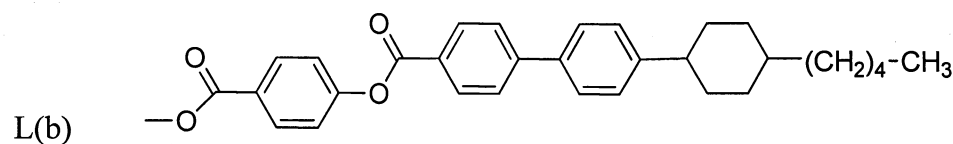
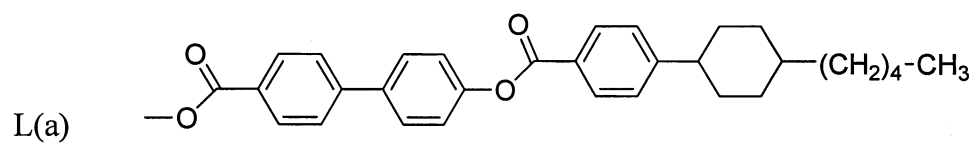
L(37)

4-[17-(1,5-dimethyl-hexyl)-10,13-dimethyl-

2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxycacbonxyloxy

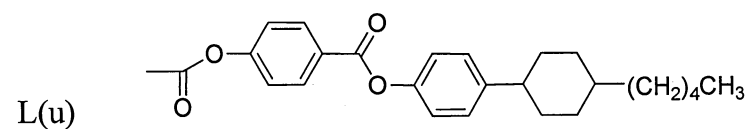
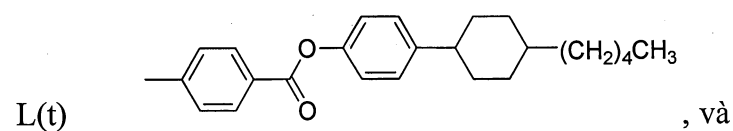
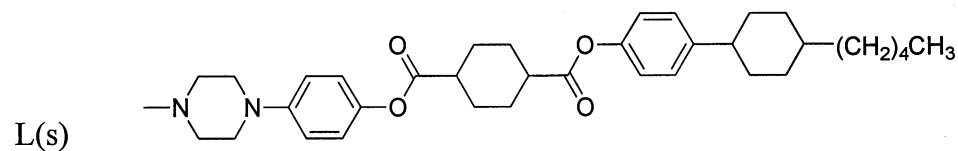
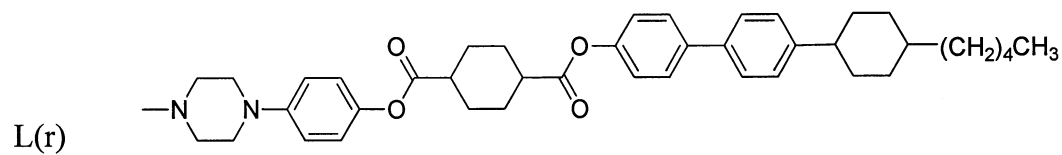
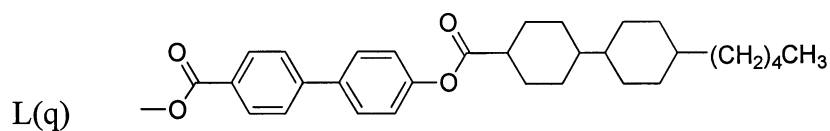


Với một số phương án khác, các nhóm kéo dài L (hoặc chất) của các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể độc lập được chọn từ các nhóm kéo dài được biểu hiện bằng các Công thức từ L(a) đến L(u).









Với các phương án bổ sung khác, các nhóm kéo dài L (hoặc chất) của các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể độc lập được chọn từ:

(4-trans-(4-pentylxyclohexyl)benzamido)phenyl;

(4-(4-trans-(4-pentylxyclohexyl)phenoxy)carbonyl) phenyl;

4-(4-(4-trans-(4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido) phenyl;

4-(((trans-(4'-pentyl-[1,1'-bi(xyclohexan)]-4-yl)oxy)cacbonyl)phenyl);

4-(4'-(4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-ylcarboxamido)phenyl;

4-(((4'-(4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-cacbonyl)oxy)benzamido);

4-(4'-(4-pentylxyclohexyl)-[1,1'-biphenyl]-4-cacbonyl)piperazin-1-yl;

4-(4-(4-trans-(4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)-2-(triflometyl)phenyl;

2-metyl-4-trans-(4-(((4'-trans-(4-pentylxyclohexyl)biphenyl-4-yloxy)cacbonyl)xyclohexancarboxamido)phenyl);

4'-(4'-pentylbi(xyclohexan-4-)cacbonyloxy)biphenylcacbonyloxy;

4-(((3S,8S,9S,10R,13R,14S,17R)-10,13-dimetyl-17-((R)-6-metylheptan-2-yl)-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-tetradecahydro-1H-xyclopenta[a]phenanthren-3-yloxy)cacbonyl)piperazin-1-yl; và

4-((S)-2-metylbutoxy)phenyl)-10-(4-(((3R,3aS,6S,6aS)-6-(4'-trans-(4-pentylxyclohexyl)biphenylcacbonyloxy)hexahydrofuro[3,2-b]furan-3-yloxy)cacbonyl)phenyl.

Các ví dụ không giới hạn về các pyran đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt mà ở đó nhóm đổi màu theo ánh sáng (photochromic - PC),

của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, có thể được chọn bao gồm benzopyran, naphthopyran, chẳng hạn, naphtho[1,2-b]pyran, naphtho[2,1-b]pyran, naphthopyran dung hợp indeno, như các phần bộc lộ trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 5,645,767, và naphthopyran dung hợp dị vòng, như các phần bộc lộ trong các Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 5,723,072, 5,698,141, 6,153,126, và 6,022,497, mà được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu; spiro-9-floeno[1,2-b]pyran; phenanthropyran; quinopyran; floanthenopyran; spiropyran, chẳng hạn, spiro(benzindolin)naphthopyran, spiro(indolin)benzopyran, spiro(indolin)naphthopyran, spiro(indolin)quinopyran và spiro(indolin)pyran. Các ví dụ cụ thể hơn về naphthopyran và chất nền đổi màu theo ánh sáng hữu cơ bổ sung được mô tả trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 5,658,501, mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu. Spiro(indolin)pyran cũng được mô tả trong tài liệu, Techniques in Chemistry, Volume III, "Photochromism", Chương 3, Glenn H. Brown, Editor, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1971, mà được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Các ví dụ không giới hạn về oxazin đổi màu theo ánh sáng mà ở đó PC có thể được chọn bao gồm benzoxazin, naphtoxazin, và spiro-oxazin, chẳng hạn, spiro(indolin)naphtoxazin, spiro(indolin)pyridobenzoxazin, spiro(benzindolin)pyridobenzoxazin, spiro(benzindolin)naphtoxazin, spiro(indolin)benzoxazin, spiro(indolin)floanthenoxazin, và spiro(indolin)quinoxazin. Các ví dụ không giới hạn về fulgit đổi màu theo ánh sáng mà ở đó PC có thể được chọn bao gồm: fulgimit, và 3-furyl và 3-thienyl fulgit và fulgimit, mà được bộc lộ trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 4,931,220 (mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu) và các hỗn hợp của các vật liệu đổi màu theo ánh sáng/các hợp chất bất kỳ đã nêu trên.

Theo một số phương án, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm ít nhất hai hợp chất đổi màu theo ánh sáng (PCs), trong đó trường hợp mà PCs có thể được liên kết với nhau qua việc liên kết nhóm các nhóm thế trên PCs riêng biệt. Ví dụ, PCs có thể là các nhóm đổi màu theo ánh sáng có thể polyme hóa hoặc các nhóm đổi màu theo ánh sáng mà được thích

hợp để tương thích với vật liệu chủ (“nhóm đổi màu theo ánh sáng được làm tương thích”). Các ví dụ không giới hạn về các nhóm đổi màu theo ánh sáng có thể polyme hóa mà ở đó PC có thể được chọn và mà là hữu dụng kết hợp với các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này được bộc lộ trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,113,814, mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu. Các ví dụ không giới hạn về các nhóm đổi màu theo ánh sáng được làm tương thích mà ở đó PC có thể được chọn và mà là hữu dụng kết hợp với các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này được bộc lộ trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,555,028, mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu.

Các nhóm đổi màu theo ánh sáng và các nhóm đổi màu theo ánh sáng bổ sung thích hợp khác được mô tả trong các Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,080,338 ở cột 2, dòng 21 đến cột 14, dòng 43; 6,136,968 ở cột 2, dòng 43 đến cột 20, dòng 67; 6,296,785 ở cột 2, dòng 47 đến cột 31, dòng 5; 6,348,604 ở cột 3, dòng 26 đến cột 17, dòng 15; 6,353,102 ở cột 1, dòng 62 đến cột 11, dòng 64; và 6,630,597 ở cột 2, dòng 16 đến cột 16, dòng 23; phần bộc lộ của các Bảng sáng chế này được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Ngoài ra đối với ít nhất một chất kéo dài (L), các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có thể còn bao gồm ít nhất một nhóm được biểu hiện bằng R^1 mà liên kết trực tiếp với PC. Mặc dù không được yêu cầu, như thảo luận ở trên, ít nhất một chất kéo dài (L) có thể liên kết không trực tiếp thông qua ít nhất một nhóm được biểu hiện bằng R^1 . Đó là, L có thể là nhóm thế trên ít nhất một nhóm R^1 mà được liên kết với PC.

Theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (i) hydro, C_1 - C_{12} alkyl, C_2 - C_{12} alkylitn, C_2 - C_{12} alkylidyn, vinyl, C_3 - C_7 xycloalkyl, C_1 - C_{12} haloalkyl, allyl, halogen, và benzyl mà không được thế hoặc được thế một lần bằng ít nhất một trong số C_1 - C_{12} alkyl và C_1 - C_{12} alkoxy.

Với một số phương án, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (ii) phenyl mà được thế một lần ở vị trí *para* bằng ít nhất một

nhóm thế được chọn từ: C₁-C₇ alkoxy, C₁-C₂₀ alkylen chuỗi tuyến tính hoặc phân nhánh, C₁-C₄ polyoxyalkylen chuỗi tuyến tính hoặc phân nhánh, C₃-C₂₀ alkylen vòng, phenylen, naphtylen, phenylen được thế C₁-C₄ alkyl, mono- hoặc poly-uretan(C₁-C₂₀)alkylen, mono- hoặc poly-este(C₁-C₂₀)alkylen, mono- hoặc poly-cacbonat(C₁-C₂₀)alkylen, polysilanylen, polysiloxanylen và hỗn hợp của chúng, trong đó ít nhất một nhóm thế được liên kết với nhóm aryl của vật liệu đổi màu theo ánh sáng.

Theo các phương án bổ sung, mỗi R¹ có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (iii) -CH(CN)₂ và -CH(COOX₁)₂, trong đó X₁ được chọn từ ít nhất một trong số chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, H, C₁-C₁₂ alkyl mà không được thế hoặc được thế một lần bằng phenyl, phenyl(C₁-C₁₂)alkyl mà được thế một lần bằng C₁-C₁₂ alkyl hoặc C₁-C₁₂ alkoxy, và nhóm aryl group mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần, trong đó mỗi nhóm thế aryl được độc lập được chọn từ C₁-C₁₂ alkyl và C₁-C₁₂ alkoxy.

Theo các phương án khác, mỗi R¹ có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (iv) -CH(X₂)(X₃), trong đó:

(A) X₂ được chọn từ ít nhất một trong số chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, hydro, C₁-C₁₂ alkyl và nhóm aryl mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần, trong đó mỗi nhóm thế aryl được độc lập được chọn từ C₁-C₁₂ alkyl và C₁-C₁₂ alkoxy; và

(B) X₃ được chọn từ ít nhất một trong số -COOX₁, -COX₁, -COX₄, và -CH₂OX₅, trong đó:

(1) X₄ được chọn từ ít nhất một trong số morpholino, piperidino, amino mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần bằng C₁-C₁₂ alkyl, và nhóm không được thế, được thế một lần hoặc hai lần được chọn từ phenylamino và diphenylamino, trong đó mỗi

nhóm thế được độc lập được chọn từ C_1 - C_{12} alkyl hoặc C_1 - C_{12} alkoxy; và

- (2) X_5 được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, hydro, $-C(O)X_2$, C_1 - C_{12} alkyl mà không được thế hoặc được thế một lần bằng $(C_1$ - $C_{12})$ alkoxy hoặc phenyl, phenyl(C_1 - $C_{12})$ alkyl mà được thế một lần bằng $(C_1$ - $C_{12})$ alkoxy, và nhóm aryl mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần, trong đó mỗi nhóm thế aryl được độc lập được chọn từ C_1 - C_{12} alkyl và C_1 - C_{12} alkoxy;

Theo các phương án bổ sung khác, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (v) nhóm aryl không được thế, được thế một lần, hai lần, ba lần, như phenyl, naphtyl, phenanthryl, hoặc pyrenyl; 9-julolidinyl; hoặc nhóm heteroaromatic không được thế, được thế một lần hoặc hai lần được chọn từ pyridyl, furanyl, benzofuran-2-yl, benzofuran-3-yl, thienyl, benzothien-2-yl, benzothien-3-yl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, carbazoyl, benzopyridyl, indolinyl, và floenyl; trong đó các nhóm thế độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ:

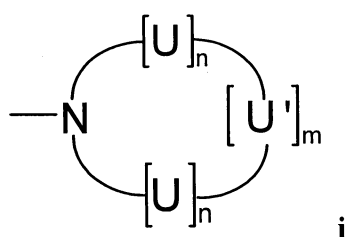
- (A) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên;
- (B) $-C(O)X_6$, trong đó X_6 được chọn từ ít nhất một trong số: chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, H, C_1 - C_{12} alkoxy, phenoxy mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần bằng C_1 - C_{12} alkyl hoặc C_1 - C_{12} alkoxy, nhóm aryl mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần bằng C_1 - C_{12} alkyl hoặc C_1 - C_{12} alkoxy, nhóm amino group mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần bằng C_1 - C_{12} alkyl, và nhóm phenylamino mà không được thế, được thế một lần hoặc hai lần bằng C_1 - C_{12} alkyl hoặc C_1 - C_{12} alkoxy;
- (C) aryl, haloaryl, C_3 - C_7 xycloalkylaryl, và nhóm aryl group mà được thế một lần hoặc hai lần bằng C_1 - C_{12} alkyl hoặc C_1 - C_{12} alkoxy;

- (D) C_1 - C_{12} alkyl, C_3 - C_7 xycloalkyl, C_3 - C_7 xycloalkyloxy(C_1 - C_{12})alkyl, aryl(C_1 - C_{12})alkyl, aryloxy(C_1 - C_{12})alkyl, mono- hoặc di- (C_1 - C_{12})alkylaryl(C_1 - C_{12})alkyl, mono- hoặc di- (C_1 - C_{12})alkoxyaryl(C_1 - C_{12})alkyl, haloalkyl, và mono(C_1 - C_{12})alkoxy(C_1 - C_{12})alkyl;
- (E) C_1 - C_{12} alkoxy, C_3 - C_7 xycloalkoxy; xycloalkyloxy(C_1 - C_{12})alkoxy; aryl(C_1 - C_{12})alkoxy, aryloxy(C_1 - C_{12})alkoxy, mono- hoặc di- (C_1 - C_{12})alkylaryl(C_1 - C_{12})alkoxy, và mono- hoặc di- (C_1 - C_{12})alkoxyaryl(C_1 - C_{12})alkoxy;
- (F) amido, amino, mono- hoặc di-alkylamino, diarylamino, piperazino, N- (C_1 - C_{12})alkylpiperazino, N-arylpiperazino, aziridino, indolino, piperidino, morpholino, thiomorpholino, tetrahydroquinolino, tetrahydroisoquinolino, pyrrolidyl, hydroxy, acryloxy, metacryloxy, và halogen;
- (G) $-OX_7$ và $-N(X_7)_2$, trong đó X_7 được chọn từ:
- (1) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, hydro, C_1 - C_{12} alkyl, C_1 - C_{12} axyl, phenyl(C_1 - C_{12})alkyl, phenyl(C_1 - C_{12})alkyl được thể mono(C_1 - C_{12})alkyl, phenyl(C_1 - C_{12})alkyl được thể mono(C_1 - C_{12})alkoxy; C_1 - C_{12} alkoxy(C_1 - C_{12})alkyl; C_3 - C_7 xycloalkyl; C_3 - C_7 xycloalkyl được thể mono(C_1 - C_{12})alkyl, C_1 - C_{12} haloalkyl, allyl, benzoyl, benzoyl được thể một lần, naphtoyl hoặc naphtoyl được thể một lần, trong đó mỗi trong số các nhóm thể benzoyl và naphtoyl được độc lập được chọn từ C_1 - C_{12} alkyl, và C_1 - C_{12} alkoxy;
 - (2) $-CH(X_8)X_9$, trong đó X_8 được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, H hoặc C_1 - C_{12} alkyl; và X_9 được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, $-CN$, $-CF_3$, hoặc $-COOX_{10}$, trong đó X_{10} được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, H hoặc C_1 - C_{12} alkyl;
 - (3) $-C(O)X_6$; và

- (4) tri(C₁-C₁₂)alkylsilyl, tri(C₁-C₁₂)alkoxysilyl, di(C₁-C₁₂)alkyl(C₁-C₁₂alkoxy)silyl, hoặc di(C₁-C₁₂)alkoxy(C₁-C₁₂ alkyl)silyl;

(H) -SX₁₁, trong đó X₁₁ được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, C₁-C₁₂ alkyl, nhóm aryl mà không được thế, hoặc được thế một lần hoặc hai lần bằng C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ alkoxy hoặc halogen;

(I) nitơ chứa vòng được biểu hiện bằng Công thức I:

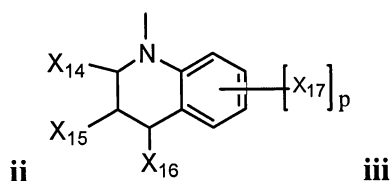
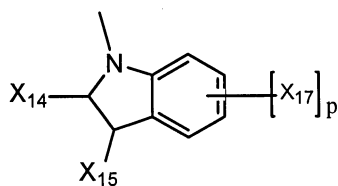


trong đó:

(1) n là số nguyên được chọn từ 0, 1, 2, và 3, với điều kiện là nếu n bằng 0, U' là U, và mỗi U độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ -CH₂-, -CH(X₁₂)-, -C(X₁₂)₂-, -CH(X₁₃)-, -C(X₁₃)₂-, và -C(X₁₂)(X₁₃)-, trong đó X₁₂ được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên và C₁-C₁₂ alkyl, và X₁₃ được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, phenyl và naphtyl, và

(2) U' được chọn từ U, -O-, -S-, -S(O)-, -NH-, -N(X₁₂)- hoặc -N(X₁₃)-, và m là số nguyên được chọn từ 1, 2, và 3, với điều kiện là khi n bằng 0, m được chọn từ 2 hoặc 3; và

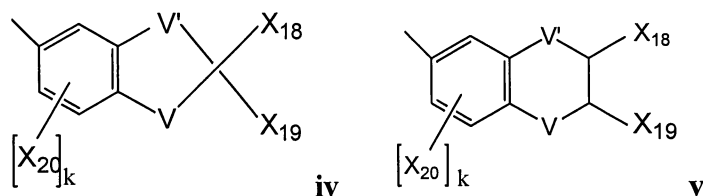
(J) nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức ii hoặc iii:



trong đó X_{14} , X_{15} , và X_{16} độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, C_1 - C_{12} alkyl, phenyl và naphtyl, hoặc X_{14} và X_{15} cùng nhau tạo ra vòng có 5 đến 8 nguyên tử cacbon; p là số nguyên được chọn từ 0, 1, hoặc 2, và X_{17} độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, C_1 - C_{12} alkyl, C_1 - C_{12} alkoxy và halogen.

Với một số phương án, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (vi) nhóm không được thể hoặc được thể một lần được chọn từ pyrazolyl, imidazolyl, pyrazolinyl, imidazolinyl, pyrrolidinyl, phenothiazinyl, phenoxazinyl, phenazinyl và acridinyl, trong đó mỗi nhóm thể độc lập được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, C_1 - C_{12} alkyl, C_1 - C_{12} alkoxy, phenyl, hydroxy, amino và halogen.

Theo các phương án khác, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (vii) nhóm được biểu hiện bằng một trong số Công thức iv hoặc v:

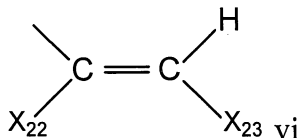


Với sự tham chiếu đến các Công thức iv và v,

- (A) V' độc lập được chọn trong mỗi công thức từ -O-, -CH-, C_1 - C_6 alkylen, và C_3 - C_7 xycloalkylen,
- (B) V độc lập được chọn trong mỗi công thức từ -O- hoặc -N(X_{21})-, trong đó X_{21} là từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, hydro, C_1 - C_{12} alkyl, và C_2 - C_{12} axyl, với điều kiện là nếu V là -N(X_{21})-, V' là -CH₂-,
- (C) mỗi X_{18} và X_{19} độc lập được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, hydro và C_1 - C_{12} alkyl, và

(D) k được chọn từ 0, 1, và 2, và mỗi X_{20} độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, C_1 - C_{12} alkyl, C_1 - C_{12} alkoxy, hydroxy và halogen;

Theo một số phương án khác, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (viii) nhóm được biểu hiện bằng Công thức vi:



Với sự tham chiếu đến Công thức vi,

(A) X_{22} được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, hydro và C_1 - C_{12} alkyl, và

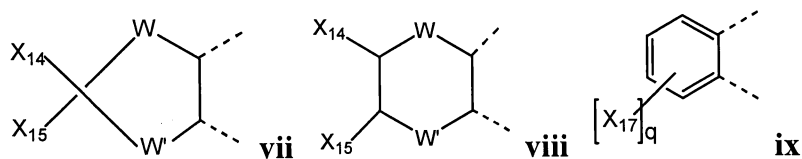
(B) X_{23} được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên hoặc nhóm được thế hai lần hoặc một lần hoặc không được thế được chọn từ naphthyl, phenyl, furanyl và thienyl, trong đó mỗi nhóm thế độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ C_1 - C_{12} alkyl, C_1 - C_{12} alkoxy, và halogen.

Với một số phương án bổ sung, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (ix) $-C(O)X_{24}$, trong đó X_{24} được chọn từ chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, hydroxy, C_1 - C_{12} alkyl, C_1 - C_{12} alkoxy, phenyl là không được thế hoặc được thế một lần bằng C_1 - C_{12} alkyl hoặc C_1 - C_{12} alkoxy, amino là không được thế, được thế một lần hoặc hai lần bằng ít nhất một trong số C_1 - C_{12} alkyl, phenyl, benzyl, và naphthyl.

Với một số phương án bổ sung khác, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ: (x) $-OX_7$ và $-N(X_7)_2$, trong đó X_7 là như đã nêu ở trên; (xi) $-SX_{11}$, trong đó X_{11} là như đã nêu ở trên; (xii) nitơ chứa vòng được biểu hiện bằng Công thức iv, mà như đã nêu ở trên; và (xiii) nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức v hoặc vi, mà được nêu trên; và

Theo một số phương án bổ sung khác, mỗi R^1 có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ, (xiv) các nhóm R^1 liền kề ngay lập tức cùng

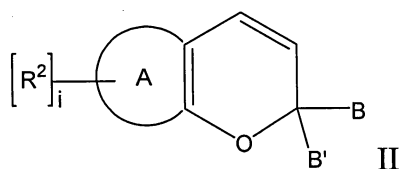
nhau tạo ra nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức vii, viii, và ix:



Với sự tham chiếu đến Công thức vii, viii, và ix,

- (A) W và W' độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ -O-, -N(X₇)-, -C(X₁₄)-, -C(X₁₇)-, (trong đó X₇, X₁₄, và X₁₇ là như đã nêu ở trên),
- (B) X₁₄, X₁₅ và X₁₇ là như đã nêu ở trên, và
- (C) q là số nguyên được chọn từ 0, 1, 2, 3, và 4.

Theo một số phương án, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là pyran đổi màu theo ánh sáng mà được biểu hiện bằng Công thức II.



Với sự tham chiếu đến Công thức II, A là vòng thơm hoặc vòng thơm dung hợp được chọn từ: naphto, benzo, phenanthro, floantheno, antheno, quinolino, thieno, furo, indolo, indolino, indeno, benzofuro, benzothieno, thiopheno, naphto dung hợp indeno, naphto dung hợp dị vòng, và benzo dung hợp dị vòng.

Tham chiếu tiếp đến Công thức II, mỗi B và B' có thể độc lập được chọn từ, (i) hydro, C₁-C₁₂ alkyl, C₂-C₁₂ alkylitn, C₂-C₁₂ alkylidyn, vinyl, C₃-C₇ xycloalkyl, C₁-C₁₂ haloalkyl, allyl, halogen, và benzyl mà không được thế hoặc được thế một lần bằng ít nhất một trong số C₁-C₁₂ alkyl và C₁-C₁₂ alkoxy.

Mỗi nhóm B và B' của Công thức II có thể độc lập và được chọn từ, (ii) phenyl mà được thế một lần ở vị trí *para* bằng ít nhất một nhóm thế được chọn từ: C₁-C₇ alkoxy, C₁-C₂₀ alkylen chuỗi thẳng hoặc phân nhánh, C₁-C₄ polyoxyalkylen chuỗi thẳng hoặc phân nhánh, C₃-C₂₀ alkylen vòng, phenylen,

naphtylen, C₁-C₄ alkyl được thế phenylen, mono- hoặc poly-uretan(C₁-C₂₀)alkylen, mono- hoặc poly-este(C₁-C₂₀)alkylen, mono- hoặc poly-cacbonat(C₁-C₂₀)alkylen, polysilanylen, polysiloxanylen và hỗn hợp của chúng, trong đó ít nhất một nhóm thế được liên kết với nhóm aryl của vật liệu đổi màu theo ánh sáng.

Mỗi nhóm B và B' của Công thức II có thể độc lập và được chọn từ: (iii) -CH(CN)₂ và -CH(COOX₁)₂, trong đó X₁ là như đã nêu ở trên; và (iv) -CH(X₂)(X₃), trong đó X₂ và X₃ là như đã nêu ở trên.

Mỗi nhóm B và B' của Công thức II có thể độc lập và được chọn từ, (v) nhóm aryl không được thế, được thế một lần, hai lần hoặc ba lần, như phenyl, naphtyl, phenanthryl, hoặc pyrenyl; 9-julolidinyl; hoặc nhóm heteroaromatic không được thế, được thế một lần hoặc hai lần được chọn từ pyridyl, furanyl, benzofuran-2-yl, benzofuran-3-yl, thienyl, benzothien-2-yl, benzothien-3-yl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, carbazoyl, benzopyridyl, indoliny, và floenyl. Mỗi nhóm thế có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ:

- (A) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên;
- (B) -C(O)X₆, trong đó X₆ là như đã nêu ở trên;
- (C) aryl, haloaryl, C₃-C₇ xycloalkylaryl, và nhóm aryl group mà được thế một lần hoặc hai lần bằng C₁-C₁₂ alkyl hoặc C₁-C₁₂ alkoxy;
- (D) C₁-C₁₂ alkyl, C₃-C₇ xycloalkyl, C₃-C₇ xycloalkyloxy(C₁-C₁₂)alkyl, aryl(C₁-C₁₂)alkyl, aryloxy(C₁-C₁₂)alkyl, mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkylaryl(C₁-C₁₂)alkyl, mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkoxyaryl(C₁-C₁₂)alkyl, haloalkyl, và mono(C₁-C₁₂)alkoxy(C₁-C₁₂)alkyl;
- (E) C₁-C₁₂ alkoxy, C₃-C₇ xycloalkoxy; xycloalkyloxy(C₁-C₁₂)alkoxy; aryl(C₁-C₁₂)alkoxy, aryloxy(C₁-C₁₂)alkoxy, mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkylaryl(C₁-C₁₂)alkoxy, và mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkoxyaryl(C₁-C₁₂)alkoxy;

- (F) amido, amino, mono- hoặc di-alkylamino, diarylamino, piperazino, N-(C₁-C₁₂)alkylpiperazino, N-arylpiperazino, aziridino, indolino, piperidino, morpholino, thiomorpholino, tetrahydroquinolino, tetrahydroisoquinolino, pyrrolidyl, hydroxy, acryloxy, metacryloxy, và halogen;
- (G) -OX₇ và -N(X₇)₂, trong đó X₇ là như đã nêu ở trên;
- (H) -SX₁₁, trong đó X₁₁ là như đã nêu ở trên;
- (I) nitơ chứa vòng được biểu hiện bằng Công thức I, mà như đã nêu ở trên; và
- (J) nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức ii hoặc iii, mà được nêu trên.

Mỗi nhóm B và B' của Công thức II có thể độc lập và được chọn từ, (vi) nhóm không được thế hoặc được thế một lần được chọn từ pyrazolyl, imidazolyl, pyrazolinyl, imidazolinyl, pyroldinyl, phenothiazinyl, phenoxazinyl, phenazinyl, và acridinyl, trong đó mỗi nhóm thế độc lập được chọn từ chất kéo dài L, C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ alkoxy, phenyl, hydroxy, amino hoặc halogen; (vii) nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức iv hoặc v, mà được nêu trên; và (viii) nhóm được biểu hiện bằng Công thức vi, mà như đã nêu ở trên.

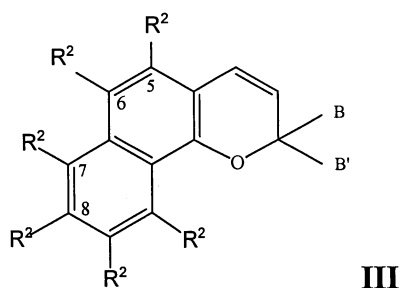
Theo một số phương án thay thế, B và B' có thể cùng nhau tạo ra: (a) floen-9-ylitn không được thế, được thế một lần hoặc hai lần, trong đó mỗi trong các nhóm thế floen-9-ylitn được chọn từ C₁-C₄ alkyl, C₁-C₄ alkoxy, flo và clo; (b) vòng hydrocacbon đơn vòng xoắn C₃-C₁₂ no, chẳng hạn, xyclopropylitn, xyclobutylitn, xyclopentylitn, xyclohexylitn, xycloheptylitn, xyclooctylitn, xyclononylitn, xyclodecylitn xycloundecylitn, xyclododexylitn; (c) vòng hydrocacbon hai vòng xoắn C₇-C₁₂ no, chẳng hạn, bixyclo[2.2.1]heptylitn, ví dụ, norbornylitn, 1,7,7-trimetyl bixyclo[2.2.1]heptylitn, ví dụ, bornylitn, bixyclo[3.2.1]octylitn, bixyclo[3.3.1]nonan-9-ylitn, bixyclo[4.3.2]undexan; hoặc (d) vòng

hydrocacbon ba vòng xoắn C₇-C₁₂ no, chẳng hạn, trixyclo[2.2.1.0^{2,6}]heptylitn, trixyclo[3.3.1.1^{3,7}]decylitn, ví dụ, adamantylitn, và trixyclo[5.3.1.1^{2,6}]dodexylitn. Ngoài ra, theo các phương án không giới hạn khác nhau được thảo luận chi tiết hơn dưới đây, B và B' có thể cùng nhau tạo ra indolino hoặc benzoindolino mà không được thế hoặc được thế bằng ít nhất một nhóm được biểu hiện bằng R².

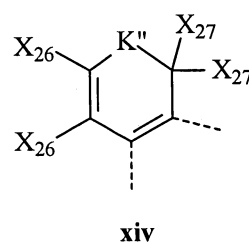
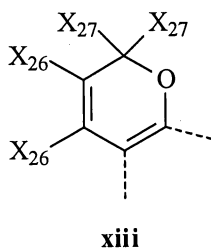
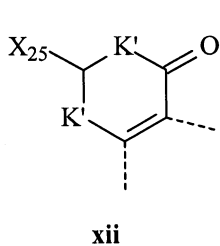
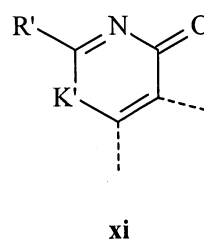
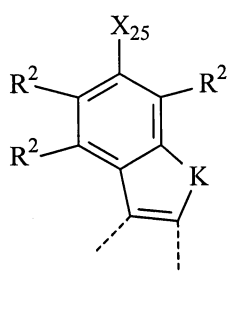
Tham chiếu tiếp đến Công thức II, theo các phương án không giới hạn khác nhau, chỉ số dưới (i) có thể là số nguyên được chọn từ 0 đến tổng số vị trí có sẵn trên Vòng -A, và mỗi R² có thể độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ: (i) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I (trên); và (ii) nhóm được biểu hiện bằng R¹ (nêu trên); với điều kiện là hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức II bao gồm ít nhất một chất kéo dài (L) được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên.

Ví dụ, và tham chiếu tiếp đến Công thức II, chỉ số dưới (i) có thể là ít nhất 1 và ít nhất một trong số các nhóm R² có thể là chất kéo dài L. Ngoài ra hoặc theo cách khác, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm ít nhất một nhóm R², ít nhất một nhóm B, hoặc ít nhất một nhóm B' mà được thế bằng chất kéo dài L. Ví dụ, và không giới hạn, L có thể liên kết trực tiếp với nhóm pyran, ví dụ, trong đó chỉ số dưới (i) là ít nhất 1 và R² là L, hoặc nó có thể liên kết gián tiếp với nhóm pyran, ví dụ, như nhóm thế trên nhóm R², B, hoặc B' sao cho L kéo dài nhóm pyran ở trạng thái được kích hoạt sao cho tốc độ hấp thụ của hợp chất đổi màu theo ánh sáng được nâng cao si với nhóm pyran không được kéo dài. Ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, nhóm B hoặc B' có thể là nhóm phenyl mà được thế một lần bằng chất kéo dài L.

Theo một số phương án, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là naphto [1,2-b] pyran được biểu hiện bằng Công thức III sau đây:



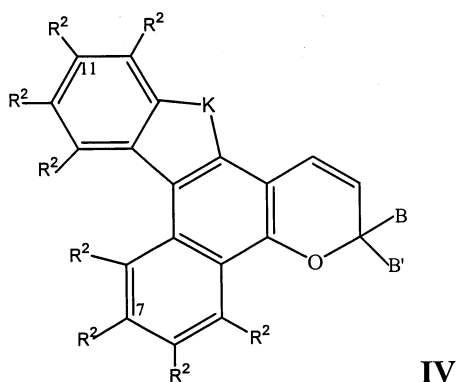
Với sự tham chiếu đến Công thức III: (a) ít nhất một trong số, nhóm thế R^2 ở vị trí 6, nhóm thế R^2 ở vị trí 8, và/hoặc B và B' bao gồm chất kéo dài L; hoặc (b) nhóm thế R^2 ở vị trí 6 cùng với nhóm thế R^2 ở vị trí 5 tạo ra nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức x đến Công thức xiv,



Với sự tham chiếu đến các Công thức x đến Công thức xiv, K được chọn từ -O-, -S-, -N(X₇)-; và C không được thế hoặc C được thế bằng alkyl, hydroxy, alkoxy, oxo, hoặc aryl; K' là -C-, -O-, hoặc -N(X₇)-; K'' được chọn từ -O- hoặc -N(X₇)-; X₂₅ là nhóm được biểu hiện bằng R² (mà như đã nêu chi tiết ở trên); X₂₆ có thể được chọn từ hydro, alkyl, aryl, hoặc cùng nhau tạo ra benzo hoặc naphtho; và mỗi X₂₇ được chọn từ alkyl và aryl hoặc cùng là oxo; với điều kiện là ít nhất một trong số: nhóm thế R² ở vị trí 8, X₂₅, K, K', K'', B hoặc B' bao gồm chất kéo dài L.

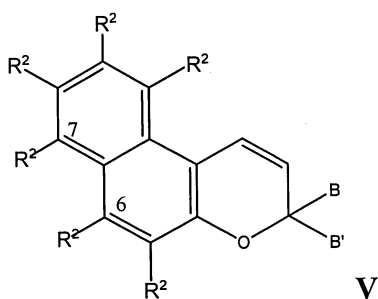
Với một số phương án, và tham chiếu tiếp đến Công thức II, (c) nhóm thế R^2 ở vị trí 6 cùng với nhóm thế R^2 ở vị trí 7 từ nhóm thơm được chọn từ benzeno và naphto, với điều kiện là ít nhất một trong số: nhóm thế R^2 ở vị trí 8, B và B' bao gồm chất kéo dài L.

Với một số phương án khác, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là naphto dung hợp indeno [1,2-b] pyran được biểu hiện bằng Công thức IV:



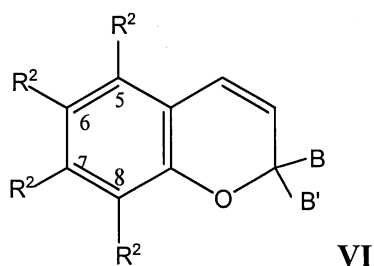
Với sự tham chiếu đến Công thức IV, K là như đã nêu ở trên, và ít nhất một trong số: nhóm thế R^2 ở vị trí 11, nhóm thế R^2 ở vị trí 7, K, B và B' bao gồm chất kéo dài L. Theo một số phương án khác, ít nhất trong số, nhóm thế R^2 ở vị trí 11, và nhóm thế R^2 ở vị trí 7, là chất kéo dài L.

Với các phương án khác, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là naphto [2,1-b] pyran được biểu hiện bằng Công thức V sau đây:



Với sự tham chiếu đến Công thức V, ít nhất một trong số, nhóm thế R^2 ở vị trí 6, nhóm thế R^2 ở vị trí 7, B, và B', bao gồm chất kéo dài L. Theo một số phương án khác, và tham chiếu tiếp đến Công thức V, ít nhất một trong số, nhóm thế R^2 ở vị trí 6, và nhóm thế R^2 ở vị trí 7, là chất kéo dài L.

Ngoài ra, theo các phương án không giới hạn khác nữa, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là benzopyran được biểu hiện bằng Công thức VI:

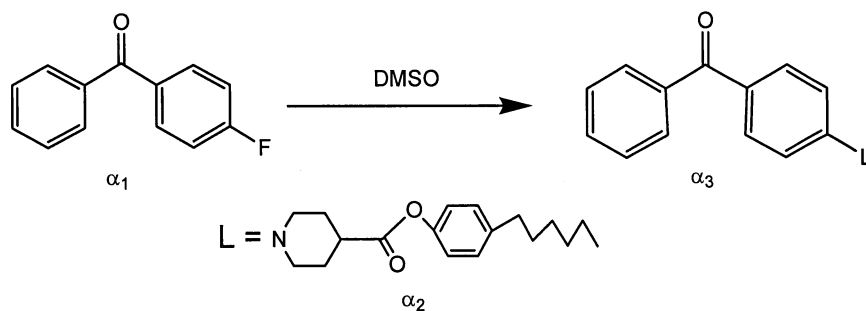


Với sự tham chiếu đến Công thức VI: (a) ít nhất một trong số, nhóm thể R^2 ở vị trí 5, nhóm thể R^2 ở vị trí 7, B hoặc B' bao gồm chất kéo dài L: hoặc (b) ít nhất một trong số, nhóm thể R ở vị trí 5 và nhóm thể R^2 ở vị trí 7, cùng với nhóm thể R^2 liền kề, (ví dụ, nhóm thể R^2 ở vị trí 7 cùng với nhóm thể R^2 ở vị trí 6 hoặc 8, hoặc nhóm thể R^2 ở vị trí 5 cùng với nhóm thể R ở vị trí 6) ngay lập tức tạo ra nhóm được biểu hiện bằng Công thức x đến xiv (như nêu trên), với điều kiện là chỉ một trong số các nhóm thể R^2 ở vị trí 5 và nhóm thể R^2 ở vị trí 7 kết hợp cùng với nhóm thể R^2 ở vị trí 6, và với điều kiện là ít nhất một trong số, nhóm thể R^2 ở vị trí 5, nhóm thể R^2 ở vị trí 7, X_{25} , K, K', K'', B hoặc B' bao gồm chất kéo dài L.

Trình tự phản ứng chung để tạo ra các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà có thể được dùng trong các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này và thường được biểu hiện bằng Công thức II nêu trên được miêu tả dưới in Trình tự phản ứng A.

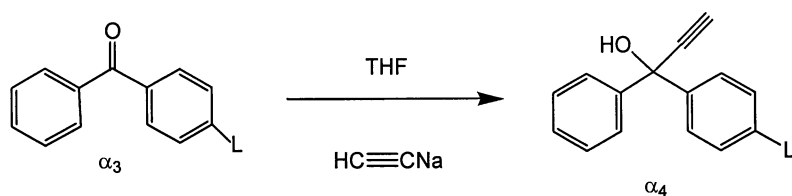
Trình tự phản ứng A

Phần 1:



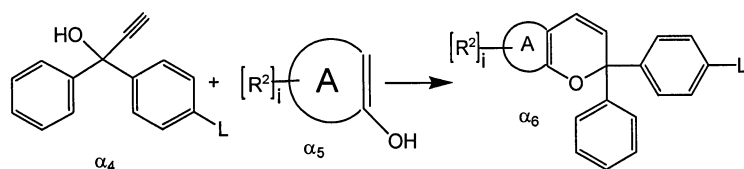
Trong Trình tự phản ứng A, Phần 1, 4-flobenzophenon, mà được biểu hiện bằng Công thức α_1 , có thể phản ứng trong nitơ trong dung môi khan dimetyl sulfoxit (DMSO) với chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức α_2 , để tạo ra keton được thể L được biểu hiện bằng Công thức α_3 . Sẽ được đánh giá cao bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng 4-flobenzophenon có thể được mua hoặc điều chế bằng các phương pháp Friedel-Crafts đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này. Ví dụ, xem bản Công bố Friedel-Crafts và Related Reactions, George A. Olah, Interscience Publishers, 1964, Vol. 3, Chapter XXXI (Aromatic Keton Synthesis), và “Regioselective Friedel-Crafts Axylation of 1,2,3,4-Tetrahydroquinoline and Related Nitrogen Heterocycles: Effect on NH Protective Groups and Ring Size” by Ishihara, Yugi et al, J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1, trang 3401 đến 3406, 1992.

Phần 2:



Như được miêu tả trong Phần 2 của Trình tự phản ứng A, keton được thể L được biểu hiện bằng Công thức α_3 có thể phản ứng với natri axetylit trong dung môi thích hợp, như nhưng không giới hạn ở tetrahydrofuran khan (THF), để tạo ra rượu propargyl tương ứng (được biểu hiện bằng Công thức α_4).

Phần 3:



Trong Phần 3 của Trình tự phản ứng A, rượu propargyl được biểu hiện bằng Công thức α_4 có thể bắt cặp với nhóm A được thể hydroxy (được biểu hiện bằng Công thức α_5) để tạo ra pyran đổi màu theo ánh sáng được biểu

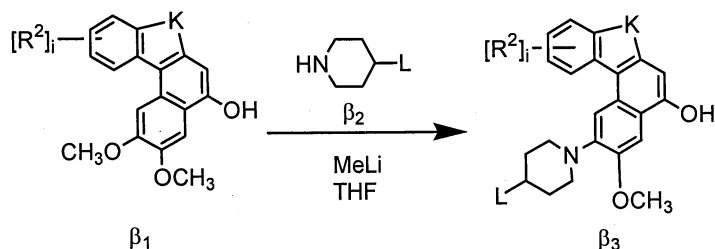
hiện bằng Công thức α_6 theo một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này. Một cách tùy ý, nhóm A có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^2 , mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà giống hoặc khác với các nhóm thế L còn lại. Các ví dụ không giới hạn về các nhóm A và R^2 mà thích hợp để dùng trong sự tiếp hợp với các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này được nêu chi tiết ở trên. Các ví dụ không giới hạn về các trình tự phản ứng chung để tạo ra các nhóm A hydroxylat hóa mà được thế bằng ít nhất một chất kéo dài L, được thể hiện ở dưới đây trong các Trình tự phản ứng B, C, và D.

Mặc dù Trình tự phản ứng A mô tả trình tự phản ứng chung để tạo ra hợp chất đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức II □ và có các nhóm B và B' được chọn từ phenyl được thế L và phenyl, sẽ được đánh giá cao bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng các hợp chất đổi màu theo ánh sáng nhìn chung được biểu hiện bằng Công thức II và có các nhóm B và B' khác với nhóm được thể hiện Công thức α_6 nêu trên, và mà có thể tùy ý được thế bằng một hoặc nhiều nhóm L hoặc một hoặc nhiều nhóm R^2 bao gồm L, có thể được điều chế từ các keton có sẵn trên thị trường, hoặc bằng phản ứng của axyl halit với vật liệu được thế hoặc không được thế như naphthalen hoặc hợp chất heteroaromatic. Các ví dụ không giới hạn về các nhóm thế B và B' mà thích hợp để dùng trong sự tiếp hợp với các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này được nêu chi tiết ở trên.

Các Trình tự phản ứng B, C và D mô tả ba trình tự phản ứng khác nhau để tạo ra các nhóm A hydroxylat hóa mà được thế bằng ít nhất một chất kéo dài L, mà có thể được dùng trong quá trình tạo ra các pyran đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này. Ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, như được thảo luận ở trên trong Trình tự phản ứng A, nhóm A hydroxylat hóa được thế L thu được có thể bắt cặp với rượu propargyl để tạo ra pyran đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này. Ngoài

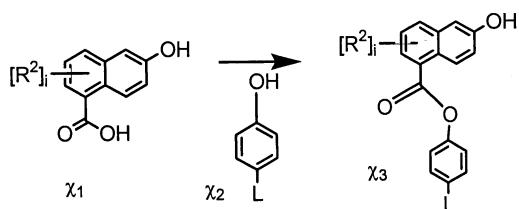
ra, như được thảo luận ở trên, một cách tùy ý, nhóm A có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^2 bổ sung, mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các L còn lại.

Trình tự phản ứng B



Trong Trình tự phản ứng B, nhóm A hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức β_1 phản ứng với piperidin được thế L được biểu hiện bằng Công thức β_2 với sự có mặt của an alkyl lithi, như nhưng không giới hạn ở metyllithi (MeLi), trong tetrahydrofuran khan để sản xuất nhóm R^2 được thế L gắn kết với nhóm A hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức β_3 . Ngoài ra, như nêu trên, nhóm A có thể cũng được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^2 bổ sung, mỗi trong số chúng có thể cũng bao gồm chất kéo dài L mà giống hoặc khác với các L còn lại. Ngoài ra, K có thể được chọn từ -O-, -S-, -N(X_7)- hoặc cacbon mà được thế hoặc không được thế. Ví dụ, K có thể là cacbon mà được thế hai lần bằng metyl hoặc có thể được thế bằng nhóm ethyl group và nhóm hydroxyl.

Trình tự phản ứng C

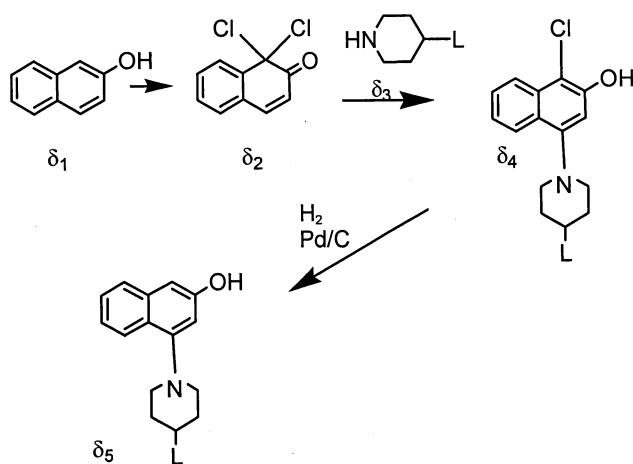


Trong Trình tự phản ứng C, nhóm A được hydroxylat hóa được thế R^2 được biểu hiện bằng Công thức χ_1 phản ứng với phenol được thế L được biểu hiện bằng Công thức χ_2 trong phản ứng este hóa với sự có mặt của dicyclohexylcarbodiimide trong metylen clorua để sản xuất nhóm R^2 được thế L gắn kết với nhóm A hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức χ_3 . Ngoài

ra, như nêu trong Trình tự phản ứng C, nhóm được biểu hiện bằng Công thức χ_3 tùy ý có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^2 bổ sung, mỗi trong số chúng có thể cũng bao gồm chất kéo dài L mà giống hoặc khác với các L còn lại.

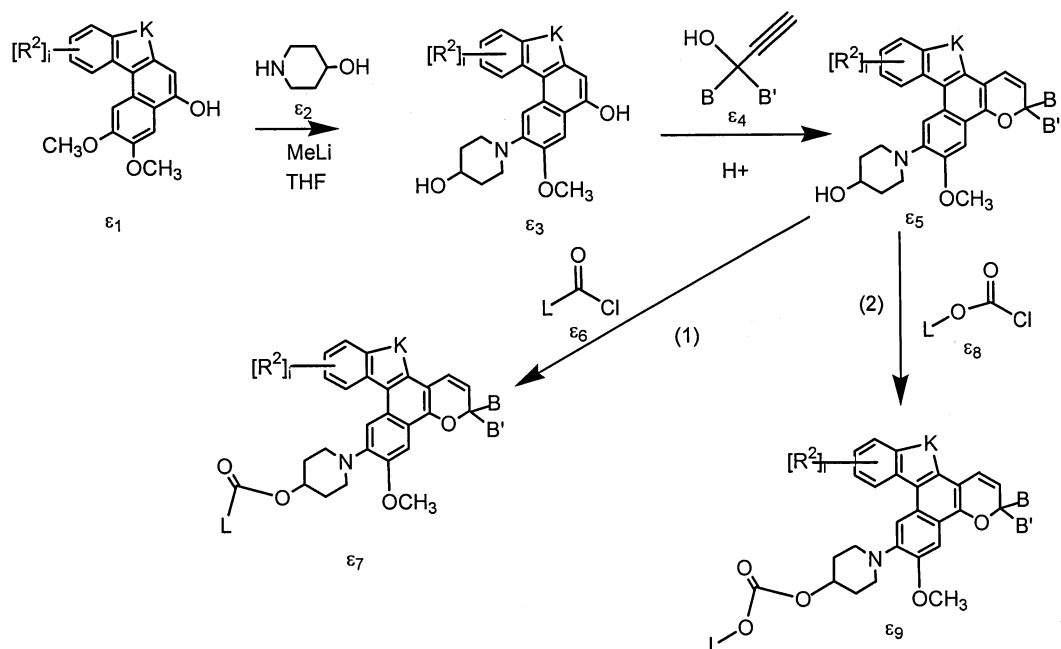
Trong Trình tự phản ứng D (ở dưới), naphthol được thế hydroxyl được biểu hiện bằng Công thức δ_1 phản ứng với clorin để tạo ra hợp chất được biểu hiện bằng Công thức δ_2 . Hợp chất được biểu hiện bằng Công thức δ_2 phản ứng với piperidin được thế L được biểu hiện bằng Công thức δ_3 để tạo ra vật liệu được biểu hiện bằng Công thức δ_4 . Vật liệu được biểu hiện bằng Công thức δ_4 được khử trong khí quyển hydro ở trên palladi trên chất xúc tác cacbon để tạo ra nhóm R^2 được thế L gắn kết với nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức δ_5 .

Trình tự phản ứng D



Các trình tự phản ứng E và F giải thích hai phương pháp khác nhau tạo ra naphthopyran được thế bằng chất kéo dài L để tạo ra naphthopyran đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này.

Trình tự phản ứng E

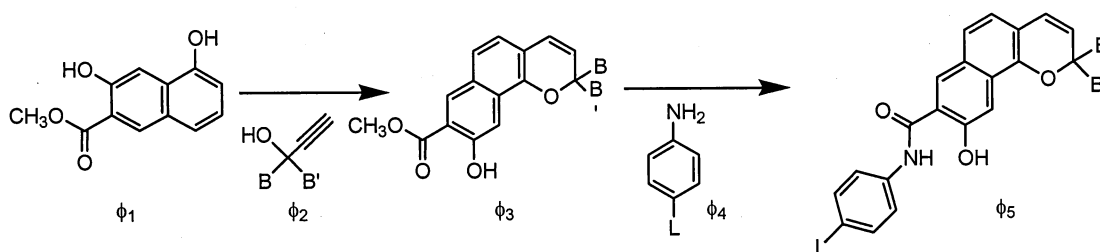


Trong Trình tự phản ứng E, nhóm A được thể hydroxy được biểu hiện bằng Công thức ε_1 , mà tùy ý được thể bằng ít nhất một nhóm R^2 , phản ứng với piperidin được thể hydroxy được biểu hiện bằng Công thức ε_2 với sự có mặt của alkyl lithi, như nhưng không giới hạn ở metyllithi (MeLi), trong tetrahydrofuran khan để sản xuất 4-hydroxy piperidinyl gắn kết với nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức ε_3 . Sau đó, hợp chất được biểu hiện bằng Công thức ε_3 bắt cặp với rượu propargyl được biểu hiện bằng Công thức ε_4 để tạo ra 4-hydroxy piperidinyl gắn kết với naphthopyran dung hợp indeno được biểu hiện bằng Công thức ε_5 . Naphtopyran được biểu hiện bằng Công thức ε_5 còn có thể phản ứng, như chỉ ra bằng con đường (1) Trình tự phản ứng E, trong phản ứng axetyl hóa bằng cách sử dụng amin bậc ba, như nhưng không giới hạn ở trietylamin, trong dung môi, như nhưng không giới hạn ở metylen clorua, với hợp chất được thể L được biểu hiện bằng Công thức ε_6 để sản xuất piperidinyl được thể L gắn kết với naphthopyran dung hợp indeno theo một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này và được biểu hiện bằng Công thức ε_7 . Theo cách khác, như được chỉ ra bằng con đường (2), naphtopyran được biểu hiện bằng Công thức ε_5 có thể phản ứng với hợp chất được thể L được biểu hiện bằng Công thức ε_8 để sản xuất piperidinyl được thể L gắn kết với naphthopyran dung hợp indeno theo

một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này và được biểu hiện bằng Công thức ϵ_9 . Ngoài ra, như được chỉ ra trong Trình tự phản ứng E, piperidinyl được thế L gắn kết với naphthopyran dung hợp indeno được biểu hiện bằng Công thức ϵ_7 và Công thức ϵ_9 có thể tùy ý được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^2 bổ sung, mỗi nhóm trong số đó có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các L còn lại.

Trong Trình tự phản ứng F (ở dưới), nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức ϕ_1 bắt cặp với rượu propargyl được biểu hiện bằng Công thức ϕ_2 để sản xuất naphthopyran được biểu hiện bằng Công thức ϕ_3 . Sau đó, naphthopyran được biểu hiện bằng Công thức ϕ_3 phản ứng với phenylamin được thế L có Công thức ϕ_4 để sản xuất phenylamin được thế L gắn kết với naphthopyran được biểu hiện bằng Công thức ϕ_5 theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này. Các ví dụ không giới hạn về các nhóm thế B và B' thích hợp được nêu cụ thể ở trên.

Trình tự phản ứng F



Mặc dù không giới hạn ở đây, trong nhóm A được thế hydroxy được biểu hiện bằng Công thức β_1 và ϵ_1 (mà được nêu trong Các trình tự phản ứng B và E, một cách tương ứng), K có thể là cacbon mà được thế hai lần bằng methyl để tạo ra 2,3-dimethoxy-7,7-dimethyl-7H-benzo[c]florene-5-ol. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ công nhận nhiều phương pháp để tạo ra nhóm A được thế hydroxy này. Ví dụ, và mà không giới hạn, một phương pháp tạo ra 2,3-dimethoxy-7,7-dimethyl-7H-benzo[c]florene-5-ol được đưa ra ở bước 2 của Ví dụ 9 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,296,785, mà được kết hợp cụ thể ở đây bằng cách tham chiếu. Đặc biệt hơn, như được

đưa ra ở bước 2 của Ví dụ 9 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,296,785, một phương pháp không giới hạn để tạo ra 2,3-dimetoxi-7,7-dimetyl-7H-benzo[c]floxen-5-ol là như sau.

Ở bước thứ nhất, 1,2-dimetoxibenzen (92,5 gam) và dung dịch chứa benzoyl clorua (84,3 gam) trong 500 mililit (mL) metylen clorua được bổ sung vào bình phản ứng được lắp phễu bổ sung cứng trong khí quyển nitơ. Nhôm clorua khan rắn (89,7 gam) được bổ sung vào hỗn hợp phản ứng với làm mát ngẫu nhiên của hỗn hợp phản ứng trong bể đá/nước. Hỗn hợp phản ứng được khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong 3 giờ. Hỗn hợp thu được được đổ vào 300 mL hỗn hợp 1:1 của đá và axit hydrocloric 1N và khuấy mạnh trong 15 phút. Hỗn hợp được chiết hai lần với 100 mL metylen clorua. Các lớp hữu cơ được kết hợp và rửa với 50 mL 10 phần trăm tính theo trọng lượng natri hydroxit tiếp theo là 50 mL nước. Dung môi metylen clorua được loại bỏ bằng cách bay hơi quay để thu chất rắn màu vàng. Việc tái kết tinh từ 95 phần trăm etanol thu được 147 gam tinh thể hình kim màu be có điểm nóng chảy 103-105°C. Sản phẩm được tin là có kết cấu không đổi với 3,4-dimetoxibenzophenon.

Ở bước thứ hai, kali t-butoxit (62 gam) và 90 gam của sản phẩm từ Bước 1 trước đó, được bổ sung vào bình phản ứng chứa 300 mL toluen trong khí quyển nitơ. Hỗn hợp được làm nóng để hồi lưu và dimetyl succinat (144,8 gam) được bổ sung từng giọt trong hơn 1 giờ. Hỗn hợp được hồi lưu trong 5 giờ và làm mát đến nhiệt độ trong phòng. 300 mL nước được bổ sung vào hỗn hợp phản ứng và khuấy mạnh trong 20 phút. Các pha hữu cơ và lỏng phân tách và pha hữu cơ được chiết ba lần với các phần 100 mL nước. Các lớp lỏng kết hợp được rửa ba lần với các phần 50 mL cloroform. Lớp lỏng được axit hóa đến độ pH bằng 2 bằng axit hydrocloric 6N và các dạng kết tủa và được loại bỏ bằng cách lọc. Lớp lỏng được chiết ba lần với các phần 100 mL cloroform. Dịch chiết hữu cơ được kết hợp và cô đặc bằng cách bay hơi quay. Dầu thu được được tin là có kết cấu không đổi với hỗn hợp của các axit 4-(3,4-dimetoxiphenyl)-4-phenyl-3-metoxycarbonyl-3-butenic (E và Z).

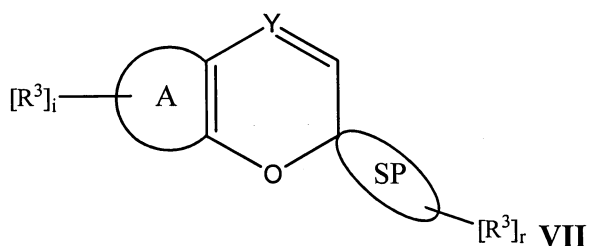
Ở bước thứ ba, sản phẩm từ Bước 2 trước đó (8,6 gam), 5 mL axetic anhydrit, và 50 mL toluen được bổ sung vào bình phản ứng trong khí quyển nitơ. Hỗn hợp phản ứng được làm nóng đến 110°C trong 6 giờ và làm mát đến nhiệt độ trong phòng, và dung môi (toluen và axetic anhydrit) được loại bỏ bằng cách bay hơi quay. Phần còn lại được hòa tan trong 300 mL metylen clorua và 200 mL nước. Natri cacbonat rắn được bổ sung vào hỗn hợp hai pha đến khi hết bọt. Các lớp phân tách và lớp lỏng được chiết với hai phần 50 mL metylen clorua. Các lớp hữu cơ được kết hợp và dung môi (metylen clorua) được loại bỏ bằng cách bay hơi quay để thu dầu đỏ dày. Dầu được hòa tan trong metanol ẩm và làm lạnh ở 0°C trong 2 giờ. Các tinh thể thu được được gom lại bằng cách lọc chân không, rửa với metanol lạnh để sản xuất 5 gam sản phẩm có điểm nóng chảy 176-177°C. Sản phẩm rắn được thu hồi được tin tưởng để có các kết cấu không đổi với hỗn hợp của 1-(3,4-dimetoxyphenyl)-2-metoxycarbonyl-4-axetoxynaphtalen và 1-phenyl-2-metoxycarbonyl-4-axetoxy-6,7-dimetoxynaphtalen.

Ở bước thứ tư, năm (5) gam của hỗn hợp sản phẩm từ Bước 3 nêu trên, 5 mL axit hydrocloric 12M, và 30 mL metanol được kết hợp trong bình phản ứng và được làm nóng để hồi lưu trong 1 giờ. Hỗn hợp phản ứng được làm mát và chất kết tủa thu được được gom lại bằng cách lọc chân không và được rửa với metanol lạnh. Sản phẩm được tinh chế bằng cách lọc qua nút silica gel sử dụng hỗn hợp 2:1 của hexan và etyl axetat làm chất rửa giải eluant. Nồng độ của dịch lọc bằng cách bay hơi quay thu được 3 gam chất rắn màu be mà được tin tưởng để có kết cấu không đổi với 1-phenyl-2-metoxycarbonyl -6,7-dimetoxynapht-4-ol.

Ở bước thứ năm, bình phản ứng được nạp với 2,8 gam của sản phẩm của Bước 4 nêu trên trong khí quyển nitơ. Tetrahydrofuran khan (40 mL) được bổ sung vào bình thóp cổ. Hỗn hợp phản ứng được làm mát trong bể đá/axeton khô và 41 mL dung dịch metyl magie clorua (1M trong tetrahydrofuran) được bổ sung từng giọt trong hơn 15 phút. Hỗn hợp phản ứng màu vàng thu được được khuấy ở 0°C trong 2 giờ và làm ấm từ từ đến nhiệt

độ trong phòng. Hỗn hợp phản ứng được đổ vào 50 mL hỗn hợp đá/nước. Ete (20 mL) được bổ sung, và các lớp được phân tách. Lớp lỏng được chiết với hai phần 20 mL ete, và các phần hữu cơ được kết hợp và rửa với 30 mL nước. Lớp hữu cơ được làm khô trên magie sulfat khan và cô đặc bằng cách bay hơi quay. Dầu thu được được chuyển vào bình phản ứng (phù hợp với bẫy chung cất Dean-Stark) chứa 50 mL toluen mà được bổ sung vào đó hai giọt axit dodecylbenzen sulfonic. Hỗn hợp phản ứng được làm nóng để hồi lưu trong 2 giờ và được làm mát. Toluene được loại bỏ qua bay hơi quay để thu được 2 gam của hợp chất mong muốn.

Theo các phương án bổ sung, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là spiro-pyran hoặc spiro-oxazin đổi màu theo ánh sáng mà được biểu hiện bằng Công thức V sau đâyII:



Với sự tham chiếu đến Công thức VII:

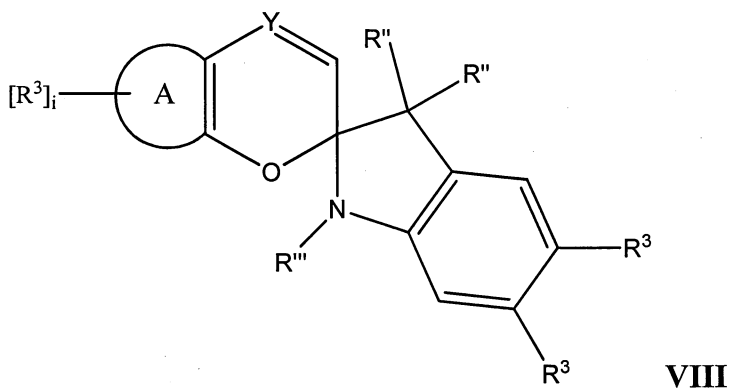
- (a) A được chọn từ naphtho, benzo, phenanthro, floantheno, antheno, quinolino, thieno, furo, indolo, indolino, indeno, benzofuro, benzothieno, thiopheno, naphtho dung hợp indeno, naphtho dung hợp dị vòng, và benzo dung hợp dị vòng;
- (b) Y là C hoặc N;
- (c) SP là nhóm spiro được chọn từ indolino và benzindolino; và
- (d) i là số nguyên được chọn từ 0 đến tổng số các vị trí có sẵn trên A, r là số nguyên được chọn từ 0 đến tổng số các vị trí có sẵn trên SP, với điều kiện là tổng của i + r là ít nhất một, và mỗi R³ độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ,
- (i) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên, và

(ii) nhóm được biểu hiện bằng R^1 nêu trên.

Ngoài ra, có điều kiện là hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức VII bao gồm ít nhất một chất kéo dài (L) được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên.

Đối với các hợp chất đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức II, các hợp chất đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức VII có thể được kéo dài ở vị trí có sẵn bất kỳ bằng cách thế bằng L hoặc nhóm R^3 được thế bằng L, và/hoặc theo hướng mong muốn bất kỳ bởi các tổ hợp nhiều của các việc thế của các vị trí có sẵn bằng L hoặc các nhóm R^3 được thế bằng L. Ví dụ, các hợp chất đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức VII có thể được kéo dài bằng cách thế nhóm SP (hoặc vòng SP) bằng L hoặc nhóm R^3 được thế bằng L, và/hoặc bằng cách thế nhóm A (hoặc vòng A) bằng L hoặc nhóm R^3 được thế bằng L như vậy để tạo ra tốc độ hấp thụ trung bình mong muốn của hợp chất đổi màu theo ánh sáng.

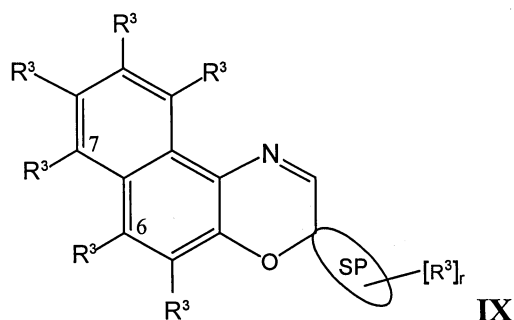
Với một số phương án, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được biểu hiện bằng Công thức VIII sau đây:



Với sự tham chiếu đến Công thức VIII, mỗi R'' độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ hydro, alkyl được thế hoặc không được thế, xycloalkyl, arylalkyl, hoặc cùng nhau tạo ra xycloalkyl mà được thế hoặc không được thế; R''' được chọn từ alkyl, aryl, hoặc nhóm arylalkyl mà không được thế hoặc được thế bằng ít nhất một trong số: (i) $-\text{CH}(\text{CN})_2$ hoặc $-\text{CH}(\text{COOX}_1)_2$; (ii) $-\text{CH}(\text{X}_2)(\text{X}_3)$; và (iii) $-\text{C}(\text{O})\text{X}_{24}$ (trong đó

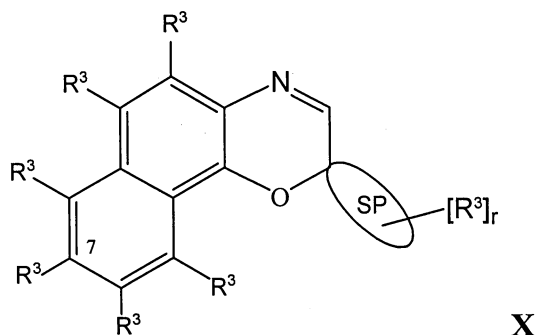
X_1 , X_2 , X_3 , và X_{24} là như đã nêu ở trên); và (iv) halogen, hydroxy, este, hoặc amin. Ít nhất một trong số chỉ số dưới (i) và chỉ số dưới (r) là ít nhất 1, và ít nhất một R^3 bao gồm L. Với một số phương án khác, ít nhất một R^3 là L. Như được thảo luận ở trên đối với Công thức VII, Y trong Công thức VIII có thể được chọn từ C hoặc N. Ví dụ, với một số phương án, Y có thể là C, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng có thể là spiro(indolino)pyran. Theo các phương án khác, Y có thể là N, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng có thể là spiro(indolino)oxazin.

Theo các phương án khác, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được biểu hiện bằng Công thức IX sau đây.



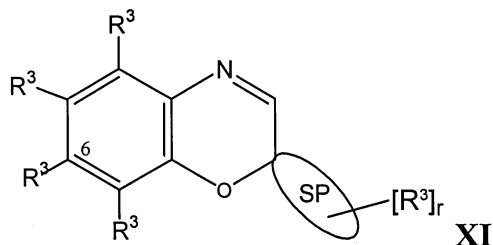
Với sự tham chiếu đến Công thức IX, ít nhất một trong số, R^3 ở vị trí 6 và/hoặc R^3 ở vị trí 7 bao gồm chất kéo dài L. Với một số phương án khác, ít nhất một của nhóm R^3 ở vị trí 6 và/hoặc nhóm R^3 vị trí 7 của Công thức IX là chất kéo dài L.

Theo các phương án bổ sung, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được biểu hiện bằng Công thức X:



Với sự tham chiếu đến Công thức X, ít nhất R^3 ở vị trí 7 bao gồm chất kéo dài L. Với một số phương án khác, nhóm R^3 ở vị trí 7 là chất kéo dài L.

Với các phương án bổ sung, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được biểu hiện bằng Công thức XI sau đây.

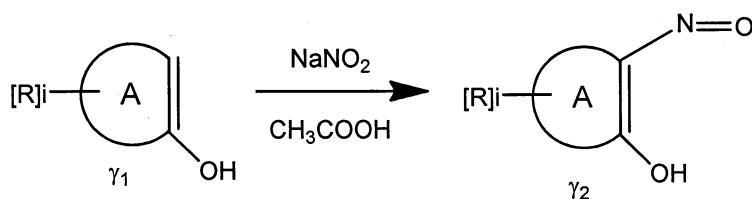


Với sự tham chiếu đến Công thức XI, ít nhất nhóm R^3 ở vị trí 6 bao gồm chất kéo dài L. Với một số phương án khác, nhóm R^3 ở vị trí 6 là chất kéo dài L.

Sơ đồ phản ứng chung để tổng hợp các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức VII được miêu tả dưới trong Trình tự phản ứng G.

Trình tự phản ứng G

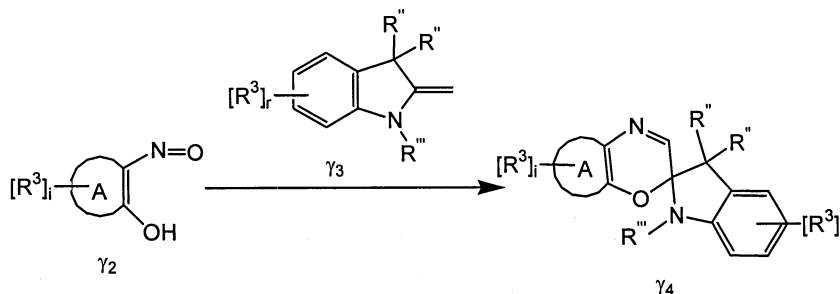
Phần 1:



Trình tự phản ứng G, Phần 1 mô tả quy trình nitơ hóa chung trong đó nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức γ_1 được phản ứng với natri nitrit với sự có mặt của axit, như nhưng không giới hạn ở axit axetic, để sản xuất nhóm A được thế bằng nitroso được biểu hiện bằng Công thức γ_2 . Các ví dụ không giới hạn thích hợp về các nhóm A bao gồm naphto, benzo, phenanthro, floantheno, antheno, quinolino, naphto dung hợp indeno, naphto dung hợp dị vòng, và benzo dung hợp dị vòng. Một cách tùy ý, nhóm

A có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^3 , mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các L còn lại.

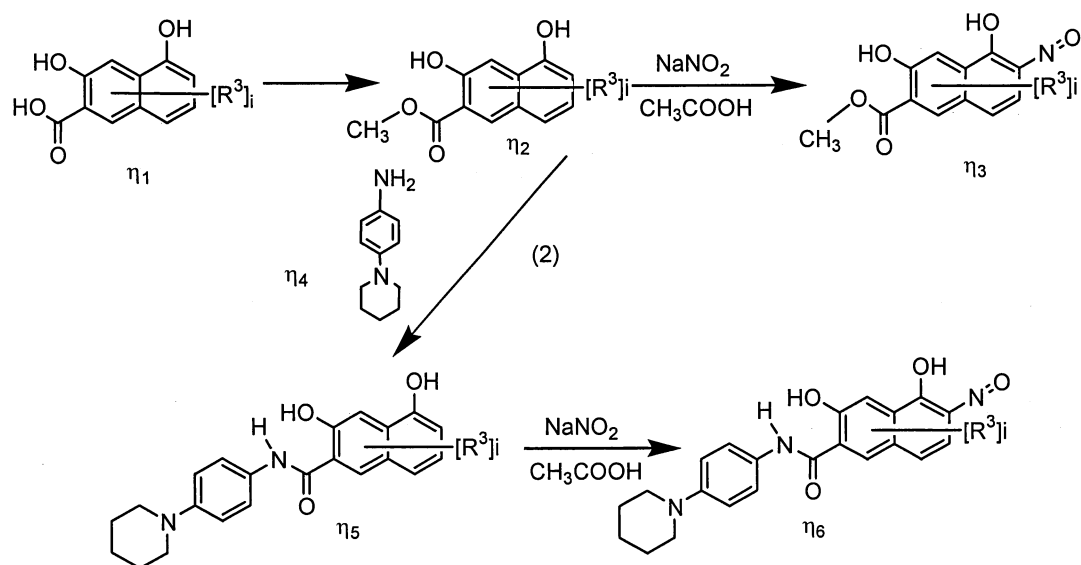
Phần 2:



Trong Phần 2 của Trình tự phản ứng G, nhóm A được thế bằng nitroso được biểu hiện bằng Công thức γ_2 được bắt cặp với bazơ Fischer's được biểu hiện bằng Công thức γ_3 . Việc bắt cặp được thực hiện trong dung môi, như nhưng không giới hạn ở etanol hòa tan, và làm nóng dưới các điều kiện hồi lưu để sản xuất oxazin đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức γ_4 theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này.

Quy trình nitơ hóa chung thể hiện trong Phần 1 của Trình tự phản ứng G là đặc biệt hơn trong hai trình tự dưới đây (Các trình tự phản ứng H và I), mà nhìn chung mô tả hai quy trình tổng hợp phenol nitroso để sản xuất các nhóm A được thế bằng nitroso, mà có thể tùy ý được thế bằng ít nhất một R^3 , mà có thể được dùng các phản ứng bắt cặp để sản xuất các sản phẩm oxazin theo sáng chế. Như được minh họa trong Bước (2) của các Trình tự H và I, trước khi phản ứng với $NaNO_2$, hợp chất trung gian có thể được phản ứng tiếp với một hoặc nhiều chất phản ứng khác để tạo ra chất kéo dài L thích hợp trên nhóm A.

Trình tự phản ứng H

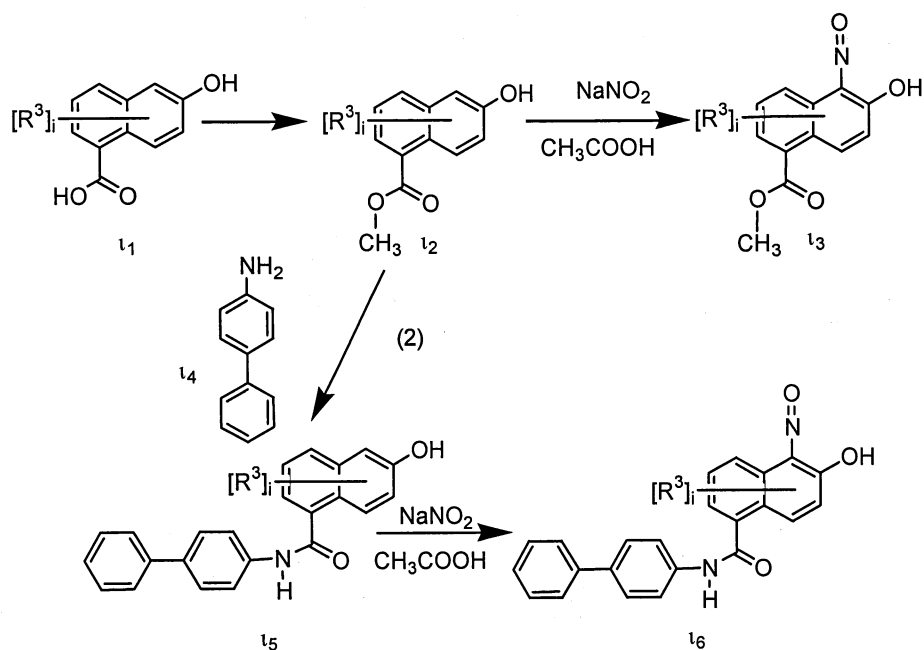


Cụ thể hơn, trong Trình tự phản ứng H, axit carboxylic của nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức η₁ được biến đổi thành este của nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức η₂. Este của nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức η₂ sau đó có thể được phản ứng với natri nitrit với sự có mặt của axit, như nhưng không giới hạn ở axit axetic, để sản xuất nhóm A được thế bằng nitroso của Công thức η₃. Theo cách khác, như được thể hiện ở Bước Path (2), este của nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức η₂ có thể được phản ứng với 4-piperidinoanilin (được biểu hiện bằng Công thức η₄) dưới các điều kiện cơ bản để sản xuất hợp chất được thế L được biểu hiện bằng Công thức η₅. Hợp chất được thế L được biểu hiện bằng Công thức η₅ sau đó được đặt vào phản ứng nitơ hóa để sản xuất nhóm A được thế L và nitroso được biểu hiện Công thức η₆. Ngoài ra, nhóm A được thế L và nitroso tùy ý có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R³, mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các L còn lại.

Như được thảo luận ở trên đối với Trình tự phản ứng H, trong Trình tự phản ứng I (dưới) axit carboxylic của nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức ι_1 được biến đổi thành este của nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức ι_2 . Este của nhóm A được

hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức 1_2 sau đó có thể phản ứng với natri nitrit với sự có mặt của axit, như nhưng không giới hạn ở axit axetic, để sản xuất nhóm A được thế bằng nitroso có Công thức 1_3 . Theo cách khác, như được thể hiện trong Bước (2), este của nhóm A được hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức 1_2 có thể được phản ứng với 4-phenyl anilin (được biểu hiện bằng Công thức 1_4) dưới các điều kiện cơ bản để sản xuất 4-phenyl anilin được thế L được biểu hiện bằng Công thức 1_5 . 4-phenyl anilin được thế L được biểu hiện bằng Công thức 1_5 sau đó được đặt vào phản ứng nitơ hóa để sản xuất nhóm A được thế L và nitroso được biểu hiện Công thức 1_6 . Như được thảo luận ở trên, (được thế L (các nhóm A được thế nitroso)), tùy ý có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^3 , mỗi trong số có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các L còn lại.

Trình tự phản ứng I

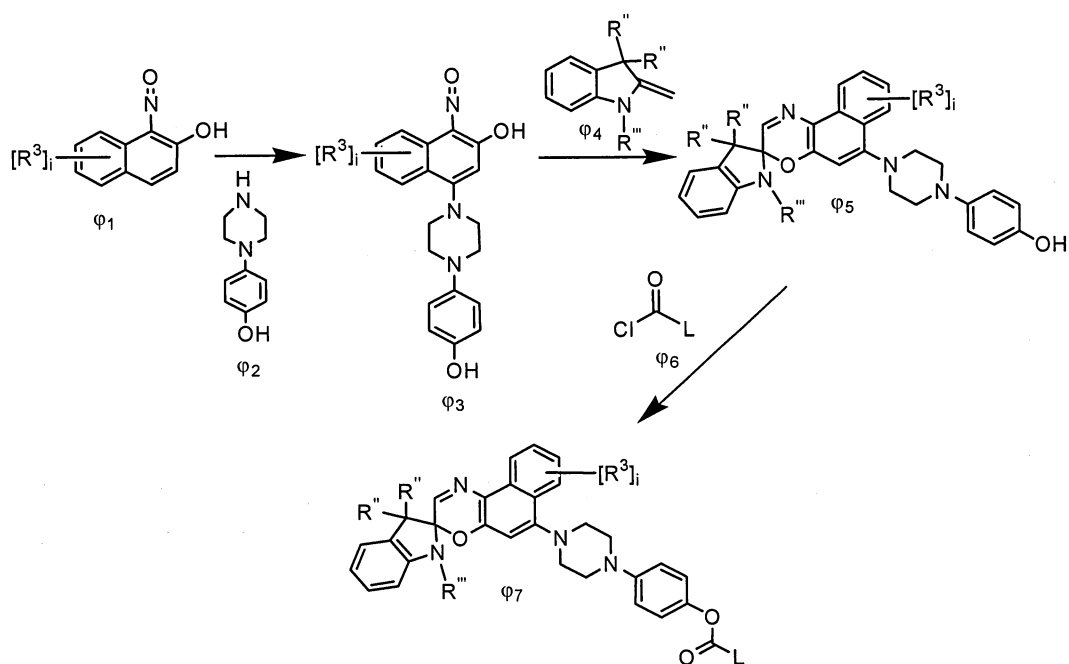


Các trình tự phản ứng không giới hạn và cụ thể hơn để tổng hợp các hợp chất đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế được miêu tả dưới đây trong Các trình tự phản ứng J và K.

Trong Trình tự phản ứng J (dưới đây), nitrosophenol được biểu hiện bằng Công thức ϕ_1 được phản ứng trong metanol với chất kéo dài L, mà là

piperazino phenol (được biểu hiện bằng Công thức φ_2), để tạo ra nitrosonaphtol được thế L được biểu hiện bằng Công thức φ_3 . Như được miêu tả trong Trình tự phản ứng J, nitrosonaphtol được thế L có thể được thế tiếp bằng một hoặc nhiều nhóm R, mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các nhóm thế L còn lại. Nitrosonaphtol được thế L được biểu hiện bằng Công thức φ_3 sau đó được bắt cặp bằng cách làm nóng bằng bazơ Fischer's được biểu hiện bằng Công thức φ_4 để sản xuất naphtoxazin được thế L được biểu hiện bằng Công thức φ_5 .

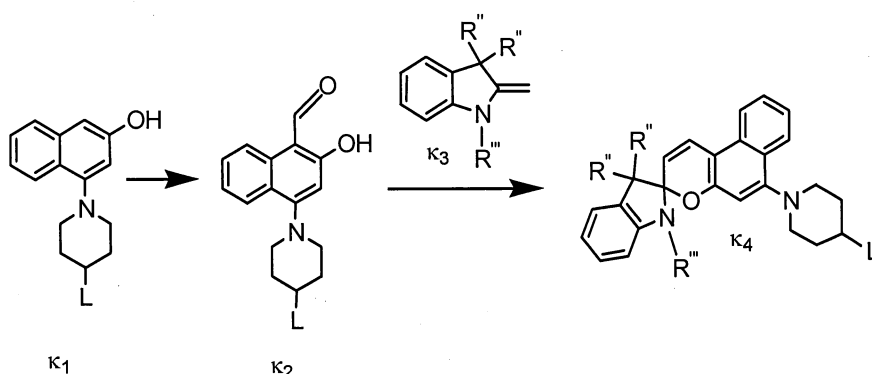
Trình tự phản ứng J



Tham chiếu tiếp đến Trình tự phản ứng J, naphtoxazin được thế L được biểu hiện bằng Công thức φ_5 có thể được kéo dài tiếp bằng cách cho naphtoxazin được thế L phản ứng với hợp chất được thế L khác được biểu hiện bằng Công thức φ_6 để sản xuất naphtoxazin được biểu hiện bằng Công thức φ_7 theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này. Ngoài ra, như thảo luận ở trên và như được miêu tả trong Trình tự phản ứng J, naphtoxazin được biểu hiện bằng Công thức φ_7 tùy ý có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^3 , mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các L còn lại.

Như được minh họa nêu trên trong Trình tự phản ứng J, nhìn chung sau khi bắt cặp nitrosophenol với bazơ Fischer's, naphtoxazin thu được có thể được phản ứng tiếp với một hoặc nhiều chất phản ứng khác để kéo dài naphtoxazin với chất kéo dài L. Tuy nhiên, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ được đánh giá rằng, ngoài ra hoặc theo cách khác, trước khi bắt cặp nitrosophenol với bazơ Fischer's, nitrosophenol có thể được phản ứng để thế nitrosophenol bằng một hoặc nhiều chất kéo dài L (ví dụ như thể hiện ở trên trong Các trình tự phản ứng H và I). Ngoài ra, các nitrosophenol được thế L có thể được bắt cặp với bazơ Fischer's để tạo ra naphtoxazin được thế L như được miêu tả chung trong Trình tự phản ứng K, dưới đây.

Trình tự phản ứng K



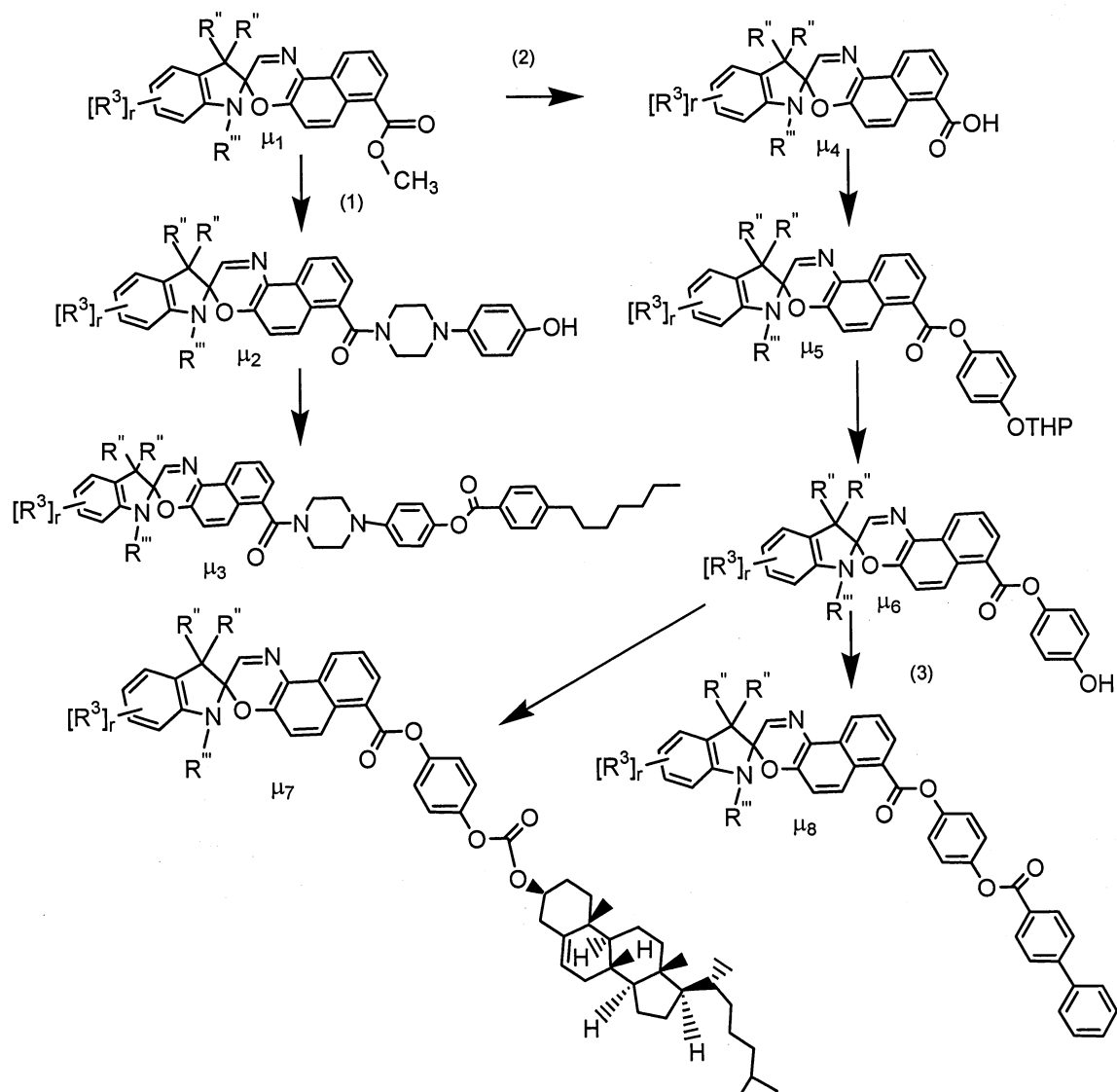
Cụ thể hơn, trong Trình tự phản ứng K, piperidinyl-naphtol được thế L được biểu hiện bằng Công thức κ_1 được phản ứng với trialkoxymetan và được làm nóng để tạo ra naphtol được thế L và formyl được biểu hiện bằng Công thức κ_2 . Hợp chất được biểu hiện bằng Công thức κ_2 sau đó được phản ứng với bazơ Fischer's (được biểu hiện bằng Công thức κ_3) để sản xuất spironaphthopyran được thế L được biểu hiện bằng Công thức κ_4 theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này.

Như thảo luận ở trên, nhìn chung sau khi bắt cặp nitrosophenol với bazơ Fischer's (ví dụ như thể hiện trong Trình tự phản ứng J), naphtoxazin thu được có thể được phản ứng tiếp với một hoặc nhiều chất phản ứng khác để

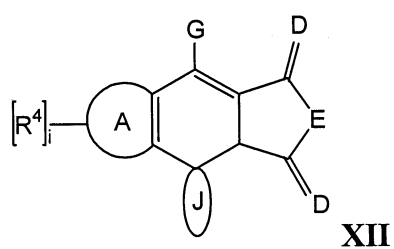
kéo dài naphtoxazin với chất kéo dài L. Một vài ví dụ không giới hạn về sự kéo dài này được cung cấp trong Trình tự phản ứng M tổng quát dưới đây.

Đặc biệt hơn, trong Trình tự phản ứng M (dưới đây), ba bước để bổ sung chất kéo dài L thành naphtoxazin để sản xuất oxazin đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này. Trong bước đầu tiên (1), naphtoxazin được biểu hiện bằng Công thức μ_1 được phản ứng với hydroxyphenylpiperazin để sản xuất vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_2 . Vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_2 được benzoylat hóa bằng hexylbenzoylclorua để sản xuất vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_3 . Trong bước thứ hai (2), vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_1 trải việc thủy phân chịu đựng và được biến đổi thành vật liệu có Công thức μ_4 . Trong phản ứng este hóa vật liệu tương tự phenol với sự có mặt của dixyclohexylcarbodiimide trong metylen clorua, vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_4 được biến đổi thành vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_5 có nhóm bảo vệ tetrahydropyran. Vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_5 được khử bảo vệ bằng dung dịch loãng chứa axit hydrocloric trong dung môi có chất rượu, như nhưng không giới hạn ở etanol, để tạo ra vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_6 . Vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_6 được phản ứng với cholesteryl clorofomat để tạo ra vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_7 . Trong bước thứ ba (3), vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_6 được benzoylat hóa bằng 4-phenylbenzoylclorua để tạo ra vật liệu được biểu hiện bằng Công thức μ_8 .

Trình tự phản ứng M



Các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể ở một số phương án là được biểu hiện bằng Công thức XII sau đây:



Với sự tham chiếu đến Công thức XII, (a) A (Vòng A) được chọn từ naphtho, benzo, phenanthro, floantheno, antheno, quinolino, thieno, furo, indolo, indolino, indeno, benzofuro, benzothieno, thiopheno, naphtho dung hợp indeno, naphtho dung hợp dị vòng, và benzo dung hợp dị vòng.

Tham chiếu tiếp đến Công thức XII: (b) J là vòng béo xoắn; (c) mỗi D độc lập được chọn từ O, N(Z), C(X₄), C(CN)₂, trong đó Z độc lập được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ hydro, C₁-C₆ alkyl, xycloalkyl và aryl; và (d) G là nhóm được chọn từ alkyl, xycloalkyl, và aryl, mà có thể là không được thế hoặc được thế bằng ít nhất một nhóm thế R⁴.

Bằng cách tiếp tục tham chiếu đến Công thức XII, (e) E là -O- hoặc là -N(R⁵)-, trong đó R⁵ được chọn từ: (i) hydro, C₁-C₁₂ alkyl, C₂-C₁₂ alken, C₂-C₁₂ alkyn, vinyl, C₃-C₇ xycloalkyl, C₁-C₁₂ haloalkyl, allyl, halogen, và benzyl mà không được thế hoặc được thế một lần bằng ít nhất một trong số C₁-C₁₂ alkyl và C₁-C₁₂ alkoxy; (ii) phenyl mà được thế một lần ở vị trí *para* bằng ít nhất một nhóm thế được chọn từ: C₁-C₇ alkoxy, C₁-C₂₀ alkylen mạch thẳng hoặc mạch nhánh, C₁-C₄ polyoxyalkylen mạch thẳng hoặc mạch nhánh, C₃-C₂₀ alkylen vòng, phenylen, naphtylen, phenylen được thế C₁-C₄ alkyl, mono- hoặc poly-uretan(C₁-C₂₀)alkylen, mono- hoặc poly-este(C₁-C₂₀)alkylen, mono- hoặc poly-cacbonat(C₁-C₂₀)alkylen, polysilanylen, polysiloxanylen và hỗn hợp của chúng, trong đó ít nhất một nhóm thế được liên kết với nhóm aryl của vật liệu đổi màu theo ánh sáng; (iii) -CH(CN)₂ và -CH(COOX₁)₂, trong đó X₁ là như đã nêu ở trên; (iv) -CH(X₂)(X₃), trong đó X₂ và X₃ là như đã nêu ở trên;

Với một số phương án, và tham chiếu tiếp đến Công thức XII, R⁵ có thể được chọn từ (v) nhóm aryl không được thế, được thế một lần, hai lần hoặc ba lần, như phenyl, naphtyl, phenanthryl, hoặc pyrenyl; 9-julolidinyl; hoặc nhóm heteroaromatic không được thế, được thế một lần hoặc hai lần được chọn từ pyridyl, furanyl, benzofuran-2-yl, benzofuran-3-yl, thienyl, benzothien-2-yl, benzothien-3-yl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, carbazoyl, benzopyridyl, indolinyl, và floenyl. Các nhóm thế của chúng độc lập được

chọn cho mỗi lần xuất hiện từ: (A) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên; (B) $-C(O)X_6$, trong đó X_6 là như đã nêu ở trên; (C) aryl, haloaryl, C₃-C₇ xycloalkylaryl, và nhóm aryl mà được thế một lần hoặc hai lần bằng C₁-C₁₂ alkyl hoặc C₁-C₁₂ alkoxy; (D) C₁-C₁₂ alkyl, C₃-C₇ xycloalkyl, C₃-C₇ xycloalkoxy(C₁-C₁₂)alkyl, aryl(C₁-C₁₂)alkyl, aryloxy(C₁-C₁₂)alkyl, mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkylaryl(C₁-C₁₂)alkyl, mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkoxyaryl(C₁-C₁₂)alkyl, haloalkyl, và mono(C₁-C₁₂)alkoxy(C₁-C₁₂)alkyl; (E) C₁-C₁₂ alkoxy, C₃-C₇ xycloalkoxy, xycloalkyloxy(C₁-C₁₂)alkoxy, aryl(C₁-C₁₂)alkoxy, aryloxy(C₁-C₁₂)alkoxy, mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkylaryl(C₁-C₁₂)alkoxy, và mono- hoặc di- (C₁-C₁₂)alkoxyaryl(C₁-C₁₂)alkoxy; (F) amido, amino, mono- hoặc di-alkylamino, diarylamino, piperazino, N-(C₁-C₁₂)alkylpiperazino, N-arylpiperazino, aziridino, indolino, piperidino, morpholino, thiomorpholino, tetrahydroquinolino, tetrahydroisoquinolino, pyrrolidyl, hydroxy, acryloxy, metacryloxy, và halogen; (G) $-OX_7$ và $-N(X_7)_2$, trong đó X_7 là như đã nêu ở trên; (H) $-SX_{11}$, trong đó X_{11} là như đã nêu ở trên; (I) nitơ chứa vòng được biểu hiện bằng Công thức I, mà như đã nêu ở trên; và (J) nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức ii hoặc iii, mà được nêu trên.

Với một số phương án, và tham chiếu tiếp đến Công thức XII, R^5 có thể được chọn từ: (vi) nhóm không được thế hoặc được thế một lần được chọn từ pyrazolyl, imidazolyl, pyrazolinyl, imidazolinyl, pyrodlinyl, phenothiazinyl, phenoxazinyl, phenazinyl, hoặc acridinyl, trong đó mỗi nhóm thế độc lập được chọn từ chất kéo dài L, C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ alkoxy, phenyl, hydroxy, amino hoặc halogen; (vii) nhóm được biểu hiện bằng một trong số các Công thức iv hoặc v, mà được nêu trên; (viii) nhóm được biểu hiện bằng Công thức vi, mà như đã nêu ở trên; và (ix) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I (nêu trên).

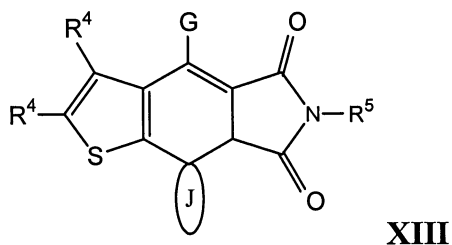
Tham chiếu tiếp đến Công thức XII, (f) chỉ số dưới (i) là số nguyên được chọn từ 0 đến tổng các vị trí có sẵn trên A (Vòng A), và mỗi R^4 độc lập

được chọn cho mỗi lần xuất hiện từ: (i) chất kéo dài L được biểu hiện bằng Công thức I; và (ii) nhóm được biểu hiện bằng R^1 .

Bằng cách tiếp tục tham chiếu đến Công thức XII, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức XII được đặt sao cho nó bao gồm ít nhất một chất kéo dài (L) được biểu hiện bằng Công thức I nêu trên.

Như đã thảo luận đối với các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng như nêu trên, nhìn chung các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức XII có thể được kéo dài ở vị trí có sẵn bằng cách thế bằng L hoặc nhóm R^4 được thế bằng L, và/hoặc trong hướng mong muốn bằng các tổ hợp số lượng của các nhóm thế ở vị trí có sẵn với L hoặc các nhóm R^4 được thế bằng L. Do đó, ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, fulgit được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được kéo dài bằng cách chọn ít nhất một trong số D, G, và ít nhất một R^4 là L hoặc nhóm được thế bằng L, như vậy để nâng cao tốc độ hấp thụ trung bình của fulgit trong ít nhất trạng thái được kích hoạt. Ngoài ra, mặc dù không giới hạn ở đây, như thể hiện và thảo luận chi tiết thêm dưới đây, khi E là $N-R^5$, R^5 có thể là L hoặc có thể là nhóm được thế bằng L.

Theo các phương án bổ sung, các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được biểu hiện bằng Công thức XIII.



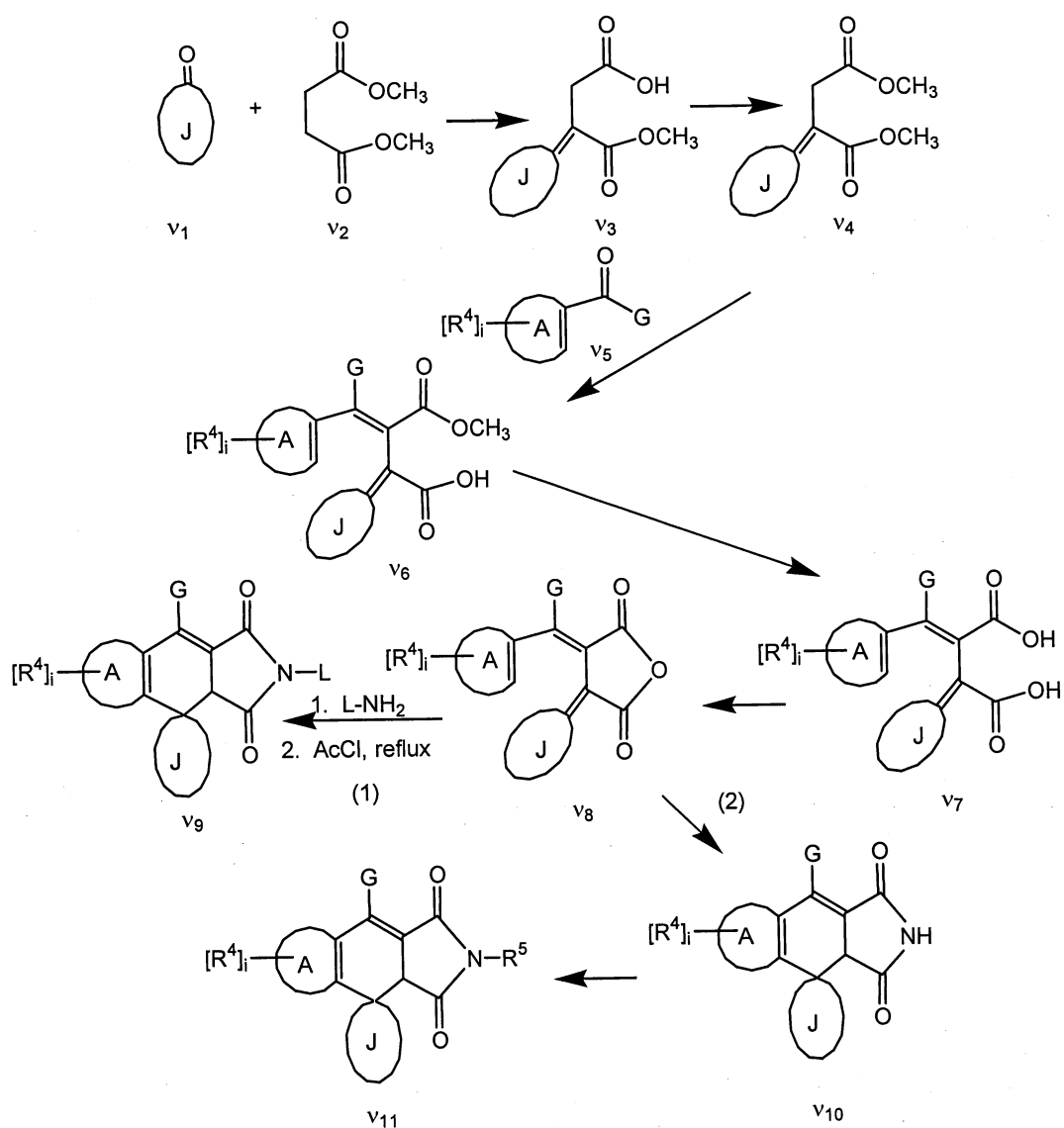
Với sự tham chiếu đến Công thức XIII, ít nhất một trong số, R^5 , G hoặc R^4 là chất kéo dài L.

Trình tự phản ứng tổng quát để tổng hợp các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà có thể được dùng trong các phương án không giới hạn

khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này và mà được biểu hiện bằng Công thức XII trên được miêu tả dưới trong Trình tự phản ứng N. In Trình tự phản ứng N (dưới đây), keton vòng béo được biểu hiện bằng Công thức v_1 được phản ứng với dimetyl succinat được biểu hiện bằng Công thức v_2 trong phản ứng ngưng tụ Stobbe để sản xuất sản phẩm nửa este được biểu hiện bằng Công thức v_3 . Sản phẩm nửa este được biểu hiện bằng Công thức v_3 được este hóa để tạo ra sản phẩm dieste được biểu hiện bằng Công thức v_4 . Dieste có Công thức v_4 được phản ứng với nhóm được thể cacbonyl được biểu hiện bằng Công thức v_5 trong phản ứng ngưng tụ Stobbe để sản xuất vật liệu nửa este được biểu hiện bằng Công thức v_6 . Như được chỉ ra trong Công thức v_5 , nhóm được thể cacbonyl cũng có thể được thể bằng một hoặc nhiều nhóm R^4 , mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các nhóm thể L còn lại. Vật liệu nửa este được biểu hiện bằng Công thức v_7 được thủy phân để sản xuất vật liệu diaxit được biểu hiện bằng Công thức v_7 . Diaxit có Công thức v_7 được phản ứng với axetyl clorua trong dung môi ete và/hoặc tetrahydrofuran để tạo ra anhydrit được biểu hiện bằng Công thức v_8 .

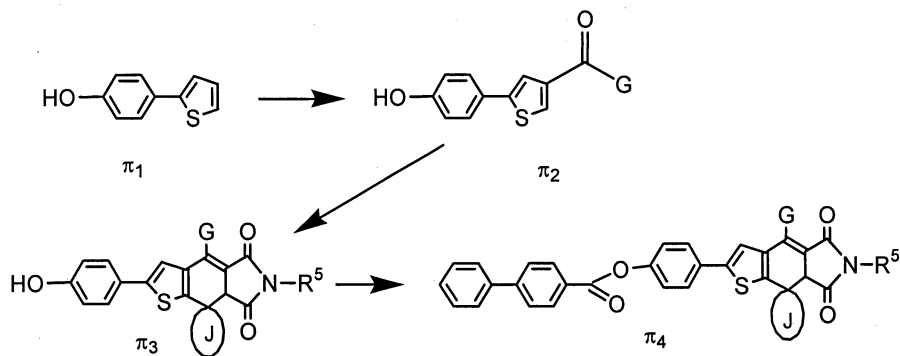
Như thể hiện trong Bước (1) của Trình tự phản ứng N (dưới đây), anhydrit có Công thức v_8 có thể được phản ứng với chất kéo dài L được thể amino và tiếp theo là phản ứng với axetyl clorua dưới các điều kiện hồi lưu để sản xuất hợp chất fulgimit đổi màu theo ánh sáng được biểu hiện bằng Công thức v_9 theo một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này. Theo cách khác, như thể hiện trong Bước (2), anhydrit có Công thức v_8 có thể được phản ứng với amoniac tiếp theo là axetyl clorua để sản xuất hợp chất fulgit đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này và được biểu hiện bằng Công thức v_{10} . Ngoài ra, hợp chất fulgit đổi màu theo ánh sáng có Công thức v_{10} có thể được phản ứng tiếp với chất phản ứng thích hợp để tạo ra hợp chất fulgit đổi màu theo ánh sáng có Công thức v_{11} theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, trong đó nitơ được thể bằng nhóm R^5 . Ngoài ra, theo các phương án không giới hạn khác nhau, nhóm R^5 có thể là chất kéo dài L, hoặc có thể bao gồm nhóm thể mà được thể bằng chất kéo dài L.

Trình tự phản ứng N



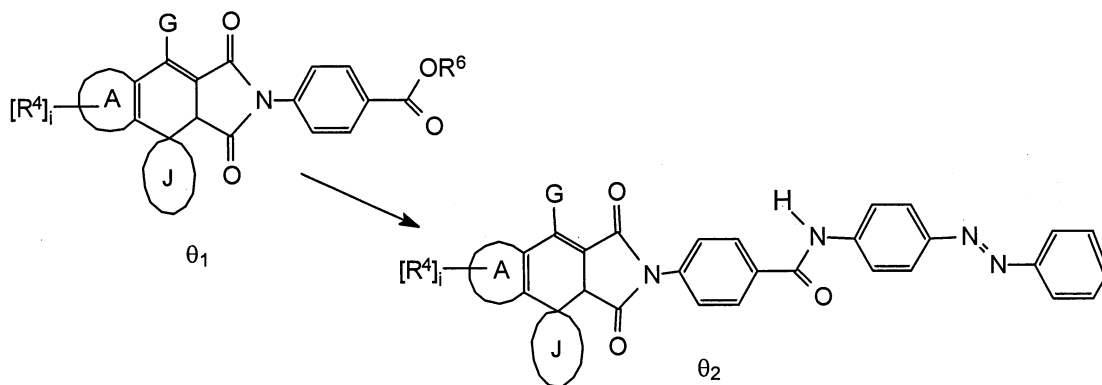
Các trình tự phản ứng P, Q và T minh họa ba sơ đồ phản ứng tổng quát để thế chất kéo dài L ở các vị trí khác nhau trên fulgit.

Trình tự phản ứng P



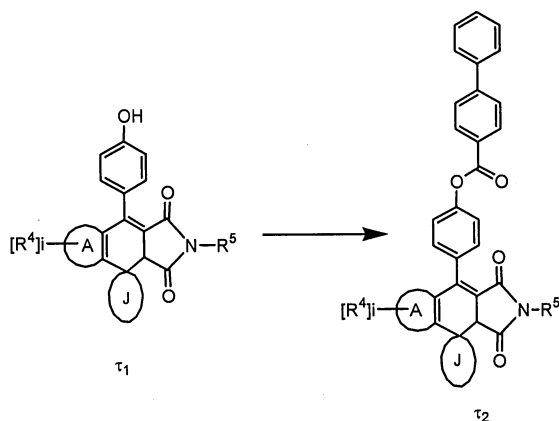
Trong Trình tự phản ứng P, hợp chất hydroxylat hóa được biểu hiện bằng Công thức π_1 trải qua phản ứng Friedel-Crafts để tạo ra nhóm được thế cacbonyl được biểu hiện bằng Công thức π_2 . Vật liệu được biểu hiện bằng Công thức π_2 được phản ứng như được mô tả nêu trên đối với vật liệu được biểu hiện bằng Công thức ν_5 trong Trình tự phản ứng N để tạo ra fulgit dung hợp thiopheno được thế hydroxyphenyl được biểu hiện bằng Công thức π_3 trong Trình tự phản ứng P. Fulgit được biểu hiện bằng Công thức π_3 được benzoylat hóa bằng 4-phenylbenzoyl clorua để tạo ra hợp chất đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt theo một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này và được biểu hiện bằng Công thức π_4 . Với sự tham chiếu tiếp đến Công thức XII nêu trên, như thể hiện trong Công thức π_4 , nhóm A là thiopheno mà được thế bằng chất kéo dài L. Như thảo luận ở trên, theo các phương án không giới hạn khác nhau (và như thể hiện dưới đây trong Trình tự phản ứng Q), nhóm R⁵ trong Công thức π_4 có thể là chất kéo dài L, hoặc có thể bao gồm nhóm thế khác mà được thế bằng chất kéo dài L. Ngoài ra, nhóm G cũng có thể là chất kéo dài L hoặc có thể là nhóm thế khác mà được thế bằng chất kéo dài L (ví dụ, như thể hiện dưới đây trong Trình tự phản ứng T).

Trình tự phản ứng Q



Trong Trình tự phản ứng Q, fulgit được biểu hiện bằng Công thức θ_1 có thể được thực hiện theo Trình tự phản ứng N, với các thay đổi thích hợp mà sẽ được công nhận bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Trong Công thức θ_1 , nhóm R^5 gắn kết với nguyên tử nitơ là methyl este của axit benzoic para-amino. Methyl este của axit benzoic para-amino sau đó được phản ứng với 4-aminodiazobenzen, để tạo ra hợp chất đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt được biểu hiện bằng Công thức θ_2 theo một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này. Như thảo luận ở trên, nhóm R^5 có thể là chất kéo dài L hoặc có thể là nhóm thế khác mà được thế bằng L. Ngoài ra, như thảo luận ở trên (và như được miêu tả trong Trình tự phản ứng P nêu trên) nhóm A của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt được biểu hiện bằng Công thức θ_2 , tùy ý có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^4 , mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà là giống hoặc khác với các nhóm thế L còn lại. Ngoài ra, như thể hiện dưới trong Trình tự phản ứng T (dưới đây), nhóm G trong Công thức θ_2 cũng có thể là chất kéo dài L hoặc có thể là nhóm thế khác mà được thế bằng chất kéo dài L.

Trình tự phản ứng T



Trong Trình tự phản ứng T, fulgit được biểu hiện bằng Công thức τ_1 có thể được thực hiện theo Trình tự phản ứng N, với các thay đổi thích hợp mà sẽ được công nhận bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Fulgit được biểu hiện bằng Công thức τ_1 sau đó có thể được phản ứng với para-amino benzoylchlorua để tạo ra hợp chất đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt theo một phương án không giới hạn được bộc lộ trong bản mô tả này và được biểu hiện bằng Công thức τ_2 . Như thảo luận ở trên (và như được miêu tả trong Trình tự phản ứng Q nêu trên), nhóm R^5 của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt được biểu hiện bằng Công thức τ_2 có thể là chất kéo dài L hoặc có thể là nhóm thế khác mà được thế bằng L. Ngoài ra, như thảo luận ở trên (và như được miêu tả trong Trình tự phản ứng P trên) nhóm A của hợp chất đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch về nhiệt được biểu hiện bằng Công thức τ_2 , tùy ý có thể được thế bằng một hoặc nhiều nhóm R^4 , mỗi trong số chúng có thể bao gồm chất kéo dài L mà giống hoặc khác với các L còn lại.

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là bao gồm lớp đơn hoặc các lớp phức, mỗi lớp bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà có thể là giống nhau hoặc khác nhau. Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được tạo ra bằng các phương pháp đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này bao gồm, nhưng không giới hạn ở: dát mỏng, như với một hoặc

nhieu tấm hoặc màng dẻo; tạo ra trong khuôn, như phủ trong khuôn; đúc màng; và các phương pháp phủ. Với một số phương án lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được tạo ra từ chế phẩm phủ lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Chế phẩm phủ lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là chế phẩm phủ lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể hóa rắn, mà có thể hóa rắn bằng cách tiếp xúc với, ví dụ: nhiệt độ môi trường, như trong trường hợp hai chế phẩm phủ thành phần; nhiệt độ cao (chẳng hạn, 150°C đến 190°C trong 5 đến 60 phút), như trong trường hợp các chế phẩm phủ được hóa rắn nhiệt; hoặc bức xạ quang hóa, như trong trường hợp các chế phẩm phủ có thể hóa rắn ánh sáng cực tím.

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng thường bao gồm nền hữu cơ, như nền hữu cơ dẻo nhiệt và/hoặc nền hữu cơ liên kết chéo. Trong một số phương án, ít nhất một phần của nền hữu cơ của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm các vật liệu không đẳng hướng, như các vật liệu tinh thể lỏng, các chất phụ gia, các oligome, và/hoặc các polyme, như sẽ được thảo luận chi tiết hơn trong bản mô tả này. Ngoài ra hoặc theo cách khác đối với nền hữu cơ, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm nền vô cơ, bao gồm, ví dụ, các liên kết silan, các liên kết siloxan và/hoặc các liên kết titanat. Nền hữu cơ của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm, ví dụ: các chất kết tủa acrylat (hoặc các đơn vị monome) và/hoặc các chất kết tủa metacrylat; các chất kết tủa vinyl; các liên kết ete; các liên kết sulfit, bao gồm các liên kết monosulfit và/hoặc các liên kết polysulfit; các liên kết este carboxylic; các liên kết cacbonat (chẳng hạn, $-O-C(O)-O-$) các liên kết uretan (chẳng hạn, $-N(H)-C(O)-O-$); và/hoặc các liên kết thiouretan (chẳng hạn, $-N(H)-C(O)-S-$).

Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể có độ dày thích hợp bất kỳ. Với một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ dày từ 0,5 đến 50 micro mét, như từ 1 đến 45 micro mét, hoặc từ 2 đến 40 micro mét, hoặc từ 5 đến 30 micro mét, hoặc từ 10 đến 25 micro mét.

Với một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, của vật dụng đổi màu theo ánh sáng, còn bao gồm polyme được tách pha mà bao gồm: pha nền mà được sắp xếp ít nhất theo phần; và pha đưa vào mà được sắp xếp ít nhất theo phần. Pha đưa vào bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với ít nhất một phần của pha đưa vào.

Theo các phương án khác của sáng chế, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng còn bao gồm mạng lưới polyme xen kẽ mà bao gồm: vật liệu không đẳng hướng mà được sắp xếp ít nhất theo phần, và vật liệu polyme. Vật liệu không đẳng hướng bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng.

Với một số phương án theo sáng chế, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng cũng bao gồm vật liệu không đẳng hướng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “không đẳng hướng” có nghĩa là có ít nhất một tính chất mà khác biệt trong trị số khi đo trong ít nhất một hướng khác nhau. Theo đó, “các vật liệu không đẳng hướng” là các vật liệu mà có ít nhất một tính chất mà khác biệt trong trị số khi đo trong ít nhất một hướng khác nhau. Các ví dụ không giới hạn về các vật liệu không đẳng hướng mà có thể được bao gồm trong lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu tinh thể lỏng như được mô tả tiếp trong bản mô tả này dùng để chỉ lớp xếp thẳng hàng tùy ý của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế.

Với một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng: (i) bao gồm các oligome tinh thể lỏng và/hoặc các polyme được sản xuất ít nhất trong phần từ các hợp chất mesogenic monome; và/hoặc (ii) bao gồm các hợp chất mesogenic, trong mỗi trường hợp như được bộc lộ trong Bảng 1 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,910,019 B2 ở các cột 43-90 của chúng, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Theo một số phương án theo sáng chế, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần bằng cách tương tác với vật liệu không đẳng hướng, mà chính nó được sắp xếp ít nhất theo phần. Ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, ít nhất một phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng sao cho trục dài của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng trong trạng thái lưỡng sắc về cơ bản là song song với hướng chung của vật liệu không đẳng hướng. Ngoài ra, mặc dù không được yêu cầu, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là quy định giới hạn cho hoặc phản ứng với với ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp ít nhất theo phần.

Các phương pháp sắp xếp, hoặc đưa vào sắp xếp, vật liệu không đẳng hướng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, tiếp xúc vật liệu không đẳng hướng với ít nhất một trong số từ trường, điện trường, bức xạ cực tím được phân cực tuyến tính, bức xạ hồng ngoại được phân cực tuyến tính, bức xạ nhìn thấy được phân cực tuyến tính, và lực cắt. Theo cách khác hoặc ngoài ra, vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp ít nhất theo phần bằng cách sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần của vật liệu không đẳng hướng với vật liệu hoặc kết cấu khác. Ví dụ, vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp ít nhất theo phần bằng cách sắp xếp thẳng hàng vật liệu không đẳng hướng với lớp xếp thẳng hàng (hoặc dụng cụ định hướng) như, nhưng không giới hạn ở, các lớp xếp thẳng hàng như được mô tả cụ thể hơn ở đây dưới đây.

Bằng cách sắp xếp ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng, có thể sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần ít nhất một phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà được chứa bên trong hoặc nếu không thì liên kết với vật liệu không đẳng hướng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Mặc dù không được yêu cầu, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần trong khi ở trạng thái được kích hoạt. Với một số phương án, việc sắp xếp của vật liệu không đẳng hướng

và/hoặc sự sắp xếp thẳng hàng hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể xảy ra trước, trong hoặc sau khi phủ lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng lên trên lớp lót.

Hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp thẳng hàng và được sắp xếp trong suốt quá trình phủ lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng lên trên lớp lót. Ví dụ, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được phủ bằng cách sử dụng kỹ thuật phủ mà đưa lực cắt đến vật liệu không đẳng hướng trong suốt quá trình phủ, sao cho vật liệu không đẳng hướng trở thành được sắp xếp ít nhất theo phần mà nhìn chung là song song với hướng của lực cắt được phủ. Với mục đích minh họa không giới hạn, dung dịch hoặc hỗn hợp (tùy ý trong dung môi hoặc chất mang) bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và vật liệu không đẳng hướng có thể là màn chắn được phủ lên trên lớp lót, sao cho các lực cắt được đưa đến các vật liệu được phủ do sự di chuyển tương đối của bề mặt của chất nền đối với các vật liệu được phủ. Ví dụ về quy trình phủ mà có thể đưa ít nhất các lực cắt đủ là quy trình phủ có màn chắn. Các lực cắt có thể gây ra ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng sẽ được sắp xếp theo hướng chung mà gần như là song song với hướng của sự di chuyển của bề mặt. Như được thảo luận ở trên, bằng cách sắp xếp ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng theo cách này, ít nhất một phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng. Ngoài ra, và một cách tùy ý, bằng cách tiếp xúc ít nhất một phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng với bức xạ quang hóa trong suốt quy trình phủ có màn chắn, như vậy để biến đổi hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng sang trạng thái được kích hoạt, sự sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng trong khi ở trạng thái được kích hoạt cũng có thể đạt được.

Hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp thẳng hàng và được sắp xếp sau khi phủ lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng lên trên lớp lót. Ví dụ, dung dịch hoặc hỗn hợp của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và vật liệu không đẳng hướng (tùy

ý trong dung môi hoặc chất mang) có thể là được phủ quay lên trên ít nhất một phần của lớp lót. Tiếp theo, ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp, ví dụ, bằng cách tiếp xúc vật liệu không đẳng hướng với từ trường, điện trường, bức xạ cực tím được phân cực tuyến tính, bức xạ hồng ngoại được phân cực tuyến tính, bức xạ nhìn thấy được được phân cực tuyến tính, và/hoặc lực cắt. Theo cách khác hoặc ngoài ra, vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp ít nhất theo phần bằng sự sắp xếp thẳng hàng của chúng với vật liệu hoặc kết cấu khác, như lớp xếp thẳng hàng.

Hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp thẳng hàng và được sắp xếp trước khi phủ lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng lên trên lớp lót. Ví dụ, dung dịch hoặc hỗn hợp (tùy ý trong dung môi hoặc chất mang) của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng và vật liệu không đẳng hướng có thể là được phủ ở trên tấm polyme được sắp xếp để tạo ra lớp trên đó. Tiếp theo, ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng có thể được cho phép để sắp xếp thẳng hàng với tấm polyme được sắp xếp bên dưới. Tấm polyme có thể là tiếp theo là được phủ ở trên lớp lót bằng cách, ví dụ, các phương pháp liên kết hoặc cán mỏng đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này. Theo cách khác, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp có thể được chuyển từ tấm polyme đến / lên trên lớp lót bằng phương pháp đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này, như dập khuôn nóng.

Với một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm polyme được tách pha mà bao gồm: pha nền; và pha đưa vào được phân phối trong pha nền. Pha nền có thể bao gồm polyme tinh thể lỏng được sắp xếp ít nhất theo phần. Pha đưa vào có thể bao gồm vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp ít nhất theo phần và ít nhất một phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, mà có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần. Hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần bằng cách tương tác với vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp ít nhất theo phần.

Với một số phương án, hệ thống polyme pha phân tách bao gồm, vật liệu tạo ra pha nền mà bao gồm vật liệu tinh thể lỏng, và vật liệu tạo ra pha đưa vào mà bao gồm vật liệu không đẳng hướng và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, được phủ lên trên lớp lót. Sau khi phủ hệ thống polyme pha phân tách, ít nhất một phần của vật liệu tinh thể lỏng của pha nền và ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng của pha đưa vào được sắp xếp ít nhất theo phần, sao cho ít nhất một phần của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng với ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp ít nhất theo phần pha đưa vào. Các phương pháp sắp xếp vật liệu tạo ra pha nền và vật liệu tạo ra pha đưa vào của hệ thống polyme pha phân tách bao gồm, nhưng không giới hạn ở, tiếp xúc lớp được phủ với ít nhất một trong số: từ trường, điện trường, bức xạ hồng ngoại được phân cực tuyến tính, bức xạ cực tím được phân cực tuyến tính, bức xạ nhìn thấy được được phân cực tuyến tính, và lực cắt. Theo cách khác hoặc ngoài ra, sự sắp xếp vật liệu tạo ra pha nền và vật liệu tạo ra pha đưa vào có thể bao gồm sự sắp xếp thẳng hàng của chúng bằng sự tương tác với lớp xếp thẳng hàng dưới đây, như được mô tả cụ thể hơn ở đây.

Sau khi sắp xếp vật liệu tạo ra pha nền và vật liệu tạo ra pha đưa vào, vật liệu tạo ra pha đưa vào có thể được phân tách từ vật liệu tạo ra pha nền bằng cách phân tách pha gây ra bởi sự polyme hóa và/hoặc sự phân tách pha gây ra bởi dung môi. Mặc dù sự phân tách của nền và pha đưa vào tạo ra các vật liệu được mô tả ở bản mô tả này trong mối liên quan với sự phân tách vật liệu tạo ra pha đưa vào từ vật liệu tạo ra pha nền, nó được đánh giá cao rằng cách diễn đạt này được dự định để bao gồm sự phân tách bất kỳ giữa các vật liệu tạo ra hai pha. Đó là, cách diễn đạt này được dự định để bao gồm sự phân tách của vật liệu tạo ra pha đưa vào từ vật liệu tạo ra pha nền và sự phân tách của vật liệu tạo ra pha nền từ vật liệu tạo ra pha đưa vào, cũng như, sự phân tách đồng thời của cả hai vật liệu tạo ra pha và tổ hợp bất kỳ của chúng.

Theo một số phương án, vật liệu tạo ra pha nền có thể bao gồm vật liệu tinh thể lỏng được lựa chọn từ các monome tinh thể lỏng, các tiền polyme

tinh thể lỏng, và các polyme tinh thể lỏng. Vật liệu tạo ra pha đưa vào có thể, với một số phương án, bao gồm vật liệu tinh thể lỏng được chọn từ các mesogen tinh thể lỏng, các monome tinh thể lỏng, và các polyme tinh thể lỏng và các tiền polyme. Các ví dụ về các vật liệu này bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu đã được mô tả ở trên trên, và còn ở bản mô tả này dùng để chỉ lớp xếp thẳng hàng tùy ý.

Với một số phương án, hệ thống polyme pha phân tách có thể bao gồm, hỗn hợp của vật liệu tạo ra pha nền mà bao gồm monome tinh thể lỏng, vật liệu tạo ra pha đưa vào mà bao gồm các mesogen tinh thể lỏng và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Với phương án này, việc làm cho vật liệu tạo ra pha đưa vào phân tách từ vật liệu tạo ra pha nền có thể bao gồm sự phân tách pha gây ra bởi sự polyme hóa. Thông thường, monome tinh thể lỏng của pha nền có thể được polyme hóa và nhờ đó phân tách từ ít nhất một phần của các mesogen tinh thể lỏng của vật liệu tạo ra pha đưa vào. Các ví dụ về các phương pháp polyme bao gồm, nhưng không giới hạn ở, sự polyme hóa gây ra bởi ánh và sự polyme hóa gây ra bởi nhiệt.

Với một số phương án khác, hệ thống polyme pha phân tách có thể bao gồm, hỗn hợp của vật liệu tạo ra pha nền mà bao gồm monome tinh thể lỏng, vật liệu tạo ra pha đưa vào mà bao gồm monome tinh thể lỏng có độ nhớt thấp có chức năng khác nhau từ monome tinh thể lỏng của pha nền, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “monome tinh thể lỏng có độ nhớt thấp”, dùng để chỉ hỗn hợp hoặc dung dịch monome tinh thể lỏng mà chảy tự do ở nhiệt độ trong phòng. Thông thường, việc làm cho vật liệu tạo ra pha đưa vào phân tách từ vật liệu tạo ra pha nền bao gồm sự phân tách pha gây ra bởi sự polyme hóa. Ví dụ, ít nhất một phần của monome tinh thể lỏng của pha nền có thể được polyme hóa dưới các điều kiện mà không làm cho monome tinh thể lỏng của pha đưa vào polyme hóa. Trong suốt quá trình polyme hóa của vật liệu tạo ra pha nền, vật liệu tạo ra pha đưa vào thường phân tách từ vật liệu tạo ra pha nền. Tiếp theo,

monome tinh thể lỏng của vật liệu tạo ra pha đưa vào có thể được polyme hóa trong quy trình polyme hóa phân tách.

Hệ thống polyme pha phân tách có thể bao gồm, với một số phương án, dung dịch trong ít nhất một dung môi chung của vật liệu tạo ra pha nền mà bao gồm polyme tinh thể lỏng, vật liệu tạo ra pha đưa vào mà bao gồm polyme tinh thể lỏng khác với polyme tinh thể lỏng của vật liệu tạo ra pha nền, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Việc làm cho vật liệu tạo ra pha đưa vào phân tách từ vật liệu tạo ra pha nền thường bao gồm sự phân tách pha gây ra bởi dung môi. Thông thường, ít nhất một phần của dung môi chung được làm bay hơi từ hỗn hợp của các polyme tinh thể lỏng, nhờ đó làm hai pha phân tách khỏi nhau.

Với các phương án khác, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm mạng lưới polyme xen kẽ. Vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp ít nhất theo phần và vật liệu polyme có thể tạo ra mạng lưới polyme xen kẽ, trong đó ít nhất một phần của vật liệu polyme xen kẽ với ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp ít nhất theo phần. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “mạng lưới polyme xen kẽ” có nghĩa là tổ hợp bị rối của các polyme, ít nhất một trong số chúng được liên kết chéo, mà không liên kết với nhau. Do đó, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ mạng lưới polyme xen kẽ bao gồm các mạng lưới polyme bán xen kẽ. Ví dụ, xem tài liệu L.H. Sperling, Introduction to Physical Polyme Science, John Wiley & Sons, New York (1986) ở trang 46. Ngoài ra, ít nhất một phần của ít nhất một hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp ít nhất theo phần. Hơn nữa, vật liệu polyme có thể là đẳng hướng hoặc không đẳng hướng, với điều kiện là, trên tổng thể, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng là không đẳng hướng. Các phương pháp tạo ra các lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng này được mô tả chi tiết hơn ở dưới đây.

Theo một số phương án, vật liệu không đẳng hướng có thể được thích ứng để cho phép hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng chuyển từ trạng thái thứ nhất sang trạng thái thứ hai ở tốc độ mong muốn. Thông thường, các hợp chất đổi màu theo ánh sáng thông thường có thể trải qua sự biến đổi từ một dạng đồng phân thành dạng khác để đáp ứng tới bức xạ quang hóa, với mỗi dạng đồng phân có quang phổ hấp thụ đặc trưng. Các hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế trải qua sự biến đổi đồng phân tương tự. Không có dự định bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, tốc độ hoặc vận tốc mà ở đó sự biến đổi đồng phân này (và sự biến đổi ngược) xảy ra phụ thuộc, trên từng phần, tùy theo các tính chất của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng quanh môi trường cục bộ (ví dụ, “chất chủ”). Mặc dù không giới hạn ở đây, được tin tưởng rằng dựa trên các bằng chứng có trong tay mà tốc độ của sự biến đổi của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng phụ thuộc, trên từng phần, tùy theo độ linh hoạt của các phân đoạn chuỗi của chất chủ, và cụ thể hơn theo độ lưu động hoặc độ nhớt của các phân đoạn chuỗi của chất chủ. Do đó, được tin rằng không có dự định bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, mà tốc độ của sự biến đổi của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng thường là nhanh hơn trong các chất chủ có các phân đoạn chuỗi linh hoạt so với trong các chất chủ có các phân đoạn chuỗi cứng hoặc rắn. Như vậy, và theo một số phương án, khi vật liệu không đẳng hướng là chất chủ, vật liệu không đẳng hướng có thể được thích ứng để cho phép hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng biến đổi giữa các trạng thái đồng phân khác nhau ở các tỷ lệ mong muốn. Ví dụ, vật liệu không đẳng hướng có thể được làm thích ứng bằng cách điều chỉnh trọng lượng phân tử và/hoặc mật độ liên kết chéo của vật liệu không đẳng hướng.

Với một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm polyme được tách pha mà bao gồm pha nền bao gồm polyme tinh thể lỏng, và pha đưa vào được phân phối trong pha nền. Pha đưa vào có thể bao gồm vật liệu không đẳng hướng. Thông thường, phần lớn hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được chứa trong pha đưa vào của polyme được tách pha. Như thảo luận ở trên, bởi vì tốc độ biến đổi của hợp chất lưỡng sắc đổi màu

theo ánh sáng phụ thuộc, trên từng phần, vào chất chủ trong đó nó được chứa, tốc độ của sự biến đổi của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng phụ thuộc, gần như là, vào các tính chất của pha đưa vào.

Với một số phương án, và như được thảo luận chi tiết hơn ở đây, các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể bao gồm lớp xếp thẳng hàng (cũng được đề cập đến như là sự sắp xếp thẳng hàng hoặc dụng cụ định hướng) mà được đặt vào giữa lớp lót và lớp hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Polyme được tách pha của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, có thể bao gồm pha nền, ít nhất một phần của mà được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với lớp xếp thẳng hàng, và pha đưa vào bao gồm vật liệu không đẳng hướng, trong đó pha đưa vào được phân tán trong pha nền. Ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng của pha đưa vào có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với ít nhất một phần của lớp xếp thẳng hàng, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng. Ngoài ra, pha nền của polyme được tách pha có thể bao gồm polyme tinh thể lỏng, và vật liệu không đẳng hướng của pha đưa vào có thể được chọn từ các polyme tinh thể lỏng và các mesogen tinh thể lỏng. Các ví dụ không giới hạn về các vật liệu này được nêu chi tiết ở trên. Khi bao gồm polyme phân tách pha như được mô tả, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là gần như là không có bụi. Bụi được xác định như phần trăm của ánh sáng được truyền mà lệch khỏi chùm tới bởi lớn hơn 2,5 độ so với trung bình theo Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn ASTM D 1003 về Bụi và Độ truyền sáng của Nhựa trong suốt. Ví dụ về dụng cụ mà trên đó các phép đo bụi theo ASTM D 1003 có thể được thực hiện là Haze-Gard Plus™ được sản xuất bởi BYK-Gardener.

Theo một số phương án, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được kết vỏ hoặc được phủ thêm một lớp sơn bằng vật liệu không đẳng hướng có các phân đoạn chuỗi linh hoạt có liên quan, như vật liệu tinh thể lỏng, và tiếp theo được phân tách hoặc được phân phối trong vật liệu có các phân đoạn chuỗi rắn có liên quan khác. Vật liệu không đẳng hướng được kết

vỏ có thể được sắp xếp ít nhất theo phần. Ví dụ, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được kết vỏ có thể được phân tách hoặc được phân phối trong polyme tinh thể lỏng có các phân đoạn chuỗi rắn có liên quan và tiếp theo hỗn hợp có thể được phủ lên chất nền để tạo ra lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng.

Với các phương án khác, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể là tấm polyme mà chứa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Tấm polyme được kéo giãn đơn trục hay hai trục. Sự kéo giãn của tấm polyme thường thu được trong sự sắp xếp thẳng hàng và sự sắp xếp của vật liệu lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở đó. Lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể, với một số phương án, bao gồm hai hoặc nhiều tấm polyme, mỗi tấm chứa hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, trong đó mỗi tấm có thể được kéo giãn theo cùng hướng hoặc theo các hướng khác nhau (chẳng hạn, trục giao).

Các ví dụ về các tấm polyme mà có thể được dùng làm hoặc để tạo ra lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các tấm polyme được kéo giãn (chẳng hạn, được kéo giãn đơn trục hoặc hai trục), các tấm polyme tinh thể lỏng được sắp xếp, và các tấm polyme được định hướng quang học. Các ví dụ về các vật liệu polyme, khác với các vật liệu tinh thể lỏng và các vật liệu định hướng quang học mà có thể được dùng để tạo ra các tấm polyme của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm, nhưng không giới hạn ở: rượu polyvinyl, polyvinyl clorua, polyuretan, polyacrylat, và polycaprolactam. Các ví dụ không giới hạn về các phương pháp về các tấm polyme được sắp xếp ít nhất theo phần được mô tả chi tiết hơn ở dưới đây.

Theo một số phương án, lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được tạo ra bằng cách phủ ít nhất một vật liệu không đẳng hướng lên trên lớp lót, thấm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng vào trong vật liệu không đẳng hướng đã được phủ từ trước, sắp xếp vật liệu không đẳng hướng, và sắp xếp thẳng hàng hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng với ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng được sắp xếp. Vật liệu không đẳng hướng có thể được sắp xếp trước, trong hoặc sau quá trình thấm bằng hợp chất lưỡng

sắc đổi màu theo ánh sáng. Hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng trong khi ở trạng thái được kích hoạt, với một số phương án.

Quá trình thẩm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng vào trong vật liệu không đẳng hướng đã được phủ từ trước có thể được bao gồm, với một số phương án, phủ dung dịch hoặc hỗn hợp của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng trong chất mang lên vật liệu không đẳng hướng đã được phủ từ trước, và cho phép hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng khuếch tán vào trong vật liệu không đẳng hướng, ví dụ có hoặc không có làm nóng. Vật liệu không đẳng hướng đã được phủ từ trước có thể là một phần của quá trình phủ polyme được tách pha, như mô tả ở trên.

Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế bao gồm lớp lót (chẳng hạn, lớp lót 14 ở FIG. 1). Lớp lót có thể bao gồm lớp đơn hoặc các lớp phức, mỗi lớp bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất mà có thể là giống nhau hoặc khác nhau. Lớp lót thường bao gồm nền hữu cơ, như nền hữu cơ dẻo nhiệt và/hoặc nền hữu cơ liên kết chéo. Ngoài ra hoặc theo cách khác đối với nền hữu cơ, lớp lót có thể bao gồm nền vô cơ, bao gồm, ví dụ, các liên kết silan, các liên kết siloxan và/hoặc các liên kết titanat. Nền hữu cơ có thể bao gồm, ví dụ: các chất kết tủa acrylat (hoặc các đơn vị monome) và/hoặc các chất kết tủa metacrylat; các chất kết tủa vinyl; các liên kết ete; các liên kết sulfite, bao gồm các liên kết monosulfite và/hoặc các liên kết polysulfite; các liên kết este carboxylic; các liên kết cacbonat (chẳng hạn, $-O-C(O)-O-$) các liên kết uretan (chẳng hạn, $-N(H)-C(O)-O-$); và/hoặc các liên kết thiouretan (chẳng hạn, $-N(H)-C(O)-S-$).

Lớp lót có thể được tạo ra bằng các phương pháp đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này bao gồm, nhưng không giới hạn ở: dát mỏng, như của một hoặc nhiều tấm hoặc màng dẻo; tạo ra trong khuôn, như phủ trong khuôn; đúc màng; và các phương pháp phủ. Thông thường, lớp lót được tạo ra từ chế phẩm phủ lót. Chế phẩm phủ lót có thể là chế phẩm phủ lót có thể hóa rắn, mà có thể hóa rắn bằng cách tiếp xúc với, ví dụ: nhiệt độ môi trường, như

trong trường hợp hai chế phẩm phủ thành phần; nhiệt độ cao (chẳng hạn, 150°C đến 190°C trong 5 đến 60 phút), như trong trường hợp các chế phẩm phủ được hóa rắn nhiệt; hoặc bức xạ quang hóa, như trong trường hợp các chế phẩm phủ có thể hóa rắn ánh sáng cực tím.

Lớp lót có thể có độ dày thích hợp bất kỳ. Với một số phương án, lớp lót có độ dày từ 0,5 micro mét đến 20 micro mét, như từ 1 đến 10 micro mét, hoặc từ 2 đến 8 micro mét, hoặc từ 3 đến 5 micro mét, bao gồm các trị số đã nêu.

Với một số phương án, lớp lót bao gồm nền hữu cơ mà bao gồm các liên kết uretan. Theo một số phương án, lớp lót chứa các liên kết uretan được tạo ra từ chế phẩm phủ có thể hóa rắn mà bao gồm: (met)acrylat copolyme có chức hydro hoạt động được chọn từ hydroxyl, thiol, amin bậc một, amin bậc hai, và tổ hợp của chúng; isoxyanat được chèn, như diisoxyanat và/hoặc triisoxyanat được chèn với nhóm rời chuyển hoặc nhóm chèn thích hợp, như, 3,5-dimetyl pyrazol; và một hoặc nhiều chất phụ gia, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, chất xúc tác bám dính, các chất bắt cặp, các chất hấp thụ ánh sáng cực tím, các chất ổn định nhiệt, các chất xúc tác, chất loại bỏ gốc tự do, các chất làm mềm dẻo, các chất phụ gia dòng, và/hoặc thuốc màu tĩnh hoặc thuốc nhuộm tĩnh (ví dụ, thuốc màu hoặc thuốc nhuộm mà không đổi màu theo ánh sáng).

Các ví dụ về các monome (met)acrylat mà ở đó (met)acrylat copolyme có chức hydro hoạt động có thể được điều chế bao gồm, nhưng không giới hạn ở, C₁-C₂₀ (met)acrylat, C₁-C₂₀ (met)acrylat có ít nhất một nhóm hydro hoạt động được chọn từ hydroxyl, thiol, amin bậc một, và amin bậc hai. Các nhóm C₁-C₂₀ của (met)acrylat có thể là được chọn từ, ví dụ, alkyl thẳng C₁-C₂₀, alkyl nhánh C₃-C₂₀, C₃-C₂₀ xycloalkyl, polyxycloalkyl vòng dung hợp C₃-C₂₀, C₅-C₂₀ aryl, và aryl vòng dung hợp C₁₀-C₂₀.

Các polyol bổ sung mà có thể được dùng trong các chế phẩm phủ lót mà ở đó lớp lót được điều chế bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này, như mô tả trong Bảng sáng

chế Hoa Kỳ số 7,465,414 ở cột 15, dòng 22 đến cột 16, dòng 62, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Các isoxyanat mà có thể được dùng trong các chế phẩm phủ lót mà ở đó lớp lót được điều chế bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này, như mô tả trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,465,414 ở cột 16, dòng 63 đến cột 17, dòng 38, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Các chất xúc tác mà có thể được dùng trong các chế phẩm phủ lót mà ở đó lớp lót được điều chế bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này, như mô tả trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,465,414 ở cột 17, các dòng 39-62, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Lớp lót có thể còn bao gồm các chất phụ gia mà nâng cao sự hoạt động của ợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất. Các chất phụ gia thêm có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các chất hấp thụ ánh sáng cực tím, các chất ổn định, như chất ổn định ánh sáng amin gây trở ngại (HALS), các chất chống oxy hóa, chẳng hạn, chất chống oxy hóa polyphenolic, các hợp chất diaryloxalamit (oxanilit) bất đối xứng, các chất khử oxy đơn, chẳng hạn, phức ion niken với phối tử hữu cơ, và các hỗn hợp và/hoặc các tổ hợp của các vật liệu phụ gia tăng cường hoạt động đổi màu theo ánh sáng này.

Lớp lót có thể là được phủ ở trên chất nền bằng các phương pháp đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này bao gồm, nhưng không giới hạn ở, phủ phun, phủ xoay, phủ dao bác sỹ (hoặc phủ giảm áp), và phủ màn chắn.

Lớp lót có thể bao gồm các hydrolysat ít nhất theo phần của các chất bắt cặp, và hỗn hợp của chúng. Như được sử dụng trong bản mô tả này “chất bắt cặp” có nghĩa là vật liệu có ít nhất một nhóm có khả năng phản ứng, gắn kết và/hoặc kết hợp với nhóm trên ít nhất một bề mặt. Với một số phương án, chất bắt cặp có thể có vai trò như cầu nối phân tử ở mặt phân cách của ít nhất hai bề mặt mà có thể các bề mặt tương đồng hoặc không tương đồng. Các chất bắt cặp, với các phương án khác, có thể là các monome, các oligome, các tiền polyme và/hoặc các polyme. Các vật liệu này bao gồm, nhưng không giới hạn

ở, organo-metallic như silan, titanat, zirconat, aluminat, ziriconi aluminat, hydrolysát của chúng và hỗn hợp của chúng. Như được sử dụng trong bản mô tả này thuật ngữ “các hydrolysát ít nhất theo phần của các chất bắt cặp” có nghĩa là ít nhất một số đến tất cả các nhóm có thể thủy phân trên chất bắt cặp được thủy phân.

Ngoài ra hoặc theo cách khác đối với các chất bắt cặp và/hoặc các hydrolysát của các chất bắt cặp, lớp lót có thể bao gồm các hợp phần tăng cường bám dính khác. Ví dụ, mặc dù không giới hạn ở đây, lớp lót có thể còn bao gồm lượng tăng cường bám dính của vật liệu chứa epoxy. Lượng tăng cường bám dính của các vật liệu chứa epoxy khi được bao gồm trong lớp lót, có thể cải thiện sự bám dính của lớp hoặc lớp phủ được phủ sau đó. Một lớp của các chất xúc tác bám dính chức epoxy (hoặc oxiran) mà có thể được bao gồm trong các chế phẩm mà ở đó lớp lót được tạo ra bao gồm, nhưng không giới hạn ở, alkyl-trialkoxysilan chức oxiran, như gamma-glyxidoxypropyltrimetoxysilan, và beta-(3,4-epoxyxyclohexyl)etyltrimetoxysilan.

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót có thể là được chọn từ các hợp chất đổi màu theo ánh sáng đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này. Với một số phương án, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất được chọn từ naphthopyran dung hợp indeno, naphto[1,2-b]pyran, naphto[2,1-b]pyran, spirofloeno[1,2-b]pyran, phenanthropyran, quinolinopyran, floanthenopyran, spiropyran, benzoxazin, naphtoxazin, spiro(indolin)naphtoxazin, spiro(indolin)pyridobenzoxazin, spiro(indolin)floanthenoxazin, spiro(indolin)quinoxazin, fulgit, fulgimit, diaryleten, diarylalkylen, diarylalkenylen, hợp chất đổi màu theo ánh sáng nghịch đảo về nhiệt, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng không nghịch đảo về nhiệt, và hỗn hợp của chúng.

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót có thể, với một số phương án, được chọn từ các hợp chất naphthopyran dung hợp indeno nhất định, như mô tả trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,296,785, ở cột 3, các dòng

66 đến cột 10, dòng 51, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Cụ thể hơn các ví dụ về các hợp chất naphthopyran dung hợp indeno mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có thể được chọn bao gồm, nhưng không giới hạn ở:

(P-a) 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7,10,11-tetrametox-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(P-b) 3-phenyl-3-(4-morpholinophenyl)-6,7,10,11-tetrametox-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(P-c) 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7,10,11-tetrametox-13-hydroxy-13-etyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(P-d) 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7-dimetox-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(P-e) 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7-dimetox-13-hydroxy-13-etyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(P-f) 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7,10,11-tetrametox-13,13-dietyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(P-g) 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7-dimetox-13-phenyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(P-h) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimethoxy-13-phenyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-i) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimethoxy-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-j) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-dimethylaminophenyl)-6,7-dimethoxy-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-k) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,7,8-trimethoxy-13-phenyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-l) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7,10,11-tetramethoxy-13-hydroxy-13-ethyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-m) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7,10,11-tetramethoxy-13-hydroxy-13-butyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-n) 3-(4-morpholinophenyl)-3-phenyl-6,7-dimethoxy-13-hydroxy-13-ethyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-o) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-13-hydroxy-13-butyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-p) 3-(4-morpholinophenyl)-3-phenyl-6,7-dimethoxy-13-hydroxy-13-butyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-q) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimethoxy-13-hydroxy-13-ethyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-r) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimethoxy-13-ethyl-13-methoxy-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-s) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimethoxy-13-hydroxy-13-methyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-t) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimethoxy-13-methoxy-13-methyl-3H,13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran; và các tổ hợp của hai hoặc nhiều hợp chất của chúng.

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót có thể với một số phương án khác được chọn từ một hoặc nhiều hợp chất naphthopyran dung hợp indeno có nhóm kéo dài liên hợp pi, như halogen hoặc nhóm được thế bằng halogen, liên kết với vị trí 11 của naphthopyran dung hợp indeno. Các ví dụ về các hợp chất naphthopyran dung hợp indeno có sự kéo dài liên hợp pi liên kết với vị trí 11 của chúng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ trong Công bố đơn đăng ký sáng chế Hoa Kỳ số US 2011/0049445 A1 ở đoạn [0030] đến [0080].

Cụ thể hơn các ví dụ về các hợp chất naphthopyran dung hợp indeno có sự kéo dài liên hợp pi liên kết với vị trí 11 của chúng, mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót có thể được chọn bao gồm, nhưng không giới hạn ở:

(P-i) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-11-(4-trifluoromethyl)phenyl-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2,1-f]:3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-ii) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-11-(3,5-bis(trifluoromethyl)phenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-iii) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-11-(2-trifluoromethylphenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-iv) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6-methoxy-7-piperidino-11-(4-trifluoromethylphenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-v) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimethoxy-11-(4-trifluoromethylphenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-vi) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6-methoxy-7-piperidino-11-(4-trifluoromethylphenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-vii) 3-(4-methoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6-methoxy-7-morpholino-11-(4-trifluoromethylphenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-viii) 3,3-di(4-hydroxyphenyl)-6,7-dimethoxy-11-(3,5-bis(trifluoromethyl)phenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-ix) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6-methoxy-7-morpholino-11-(4-trifluoromethylphenyl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-x) 3,3-bis(4-metoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-11-(2-trifluoromethyl)phenyl-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-xi) 3,3-bis(4-metoxyphenyl)-6-methoxy-7-piperidino-11-(2-trifluoromethyl)phenyl-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-xii) 3-phenyl-3'-(4-morpholinophenyl)-1'-(4-trifluoromethyl)phenyl-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-xiii) 3-(4-morpholinophenyl)-3-phenyl-1'-(2-trifluoromethyl)-phenyl-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-xiv) 3-(4-butoxyphenyl)-3-(4-methoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-11-(3-(trifluoromethyl)pyridin-2-yl)-13,13-dimethyl-3H,13H-indeno[2',': 3,4]naphtho[1,2-b]pyran; và các tổ hợp của hai hoặc nhiều của chúng.

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót, Với một số phương án, có thể liên kết cộng hóa trị với nền, như nền hữu cơ, của lớp lót. Với một số phương án, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có thể bao gồm một hoặc nhiều nhóm phản ứng, như một hoặc nhiều nhóm có thể polyme hóa. Với một số phương án, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có thể là được chọn từ 2H-naphtho[1,2-b]pyran, 3H-naphtho[2,1-b]pyran và/hoặc indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran, mỗi hợp chất có ít nhất một nhóm chức mà có khả năng tạo ra liên kết cộng hóa trị với nhóm chức khác, như ít nhất một nhóm có thể polyme hóa, như ít nhất một nhóm thế polyalkoxylat hóa từ 1 đến 50 đơn vị alkoxy trên mỗi nhóm thế mà được thắt nút (hoặc kết thúc) bằng nhóm có thể polyme hóa. Các ví dụ về các hợp chất đổi màu theo ánh sáng này mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có thể được

chọn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,113,814, ở cột 2, dòng 52 đến cột 8, dòng 40, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Cụ thể hơn các ví dụ về các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có chức phản ứng mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất của lớp lót có thể được chọn bao gồm, nhưng không giới hạn ở:

(P-a') 2,2-bis(4-metoxyphephenyl)-5-(2-hydroxyetoxycacbonyl)-6-phenyl-[2H]-naphto [1,2-b]pyran;

(P-b') 2,2-bis(4-metoxyphephenyl)-5-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxycacbonyl)-6-phenyl-[2 H]-naphto[1,2-b]pyran;

(P-c') 2,2-bis(4-metoxyphephenyl)-5-(2-(2-(2-hydroxy-etoxy)etoxy)etoxycacbonyl)- 6-phenyl-[2H]naphto[1,2-b]pyran;

(P-d') 2,2-bis(4-metoxyphephenyl)-5-(2-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)etoxyc arbonyl)-6-phenyl-[2H]-naphto[1,2-b]pyran;

(P-e') 2,2-bis(4-metoxyphephenyl)-5-metoxycacbonyl-6-(2-hydroxyetoxy)etoxy-[2H]- naphto[1,2-b]pyran;

(P-f') 2-(4-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxyphephenyl)-2-phenyl-5-metoxycacbonyl-6 -metyl-9-metoxi-[2H]-naphto[1,2-b]pyran;

(P-g') 2,2-bis(4-metoxyphephenyl)-5-metoxycacbonyl-6-phenyl-9-(2-hydroxyetoxy)- [2 H]-naphto[1,2-b]pyran;

(P-h') 2,2-bis(4-metoxyphenyl)-5-metoxycarbonyl-6-(4-(2-hydroxyethoxy)phenyl)-[2H]-naphtho[1,2-b]pyran;

(P-I') 2-phenyl-2-(4-(2-(2-methylprop-2-enyloxy)ethoxy)phenyl)-5-(metoxycarbonyl)-6-(2-(2-methylprop-2-enyloxy)ethoxy)-[2H]-naphtho[1,2-b]pyran;

(P-j') 2,2,6-triphenyl-5-(2-(2-(2-(2-methylprop-2-enyloxy)ethoxy)ethoxy)ethoxycarbonyl)-[2H]-naphtho[1,2-b]pyran;

(P-k') 2,2,6-triphenyl-5-(2-(2-(2-(oxiran-2-ylmethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxycarbonyl)-[2H]-naphtho[1,2-b]pyran;

(P-l') 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-(2-hydroxyethoxy)ethoxy)-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-m') 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-(2-(2-(2-hydroxyethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(P-n') 3,3-bis(4-metoxyphenyl)-9-metoxycarbonyl-8-(2-hydroxyethoxy)ethoxy-[3H]-naphtho[2,1-b]pyran;

(P-o') 3-(4-(2-(2-hydroxyethyl)ethoxy)ethoxyphenyl)-3-phenyl-9-metoxycarbonyl-8-methoxy-[3H]-naphtho[2,1-b]pyran; và các tổ hợp của hai hoặc nhiều của chúng.

Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế bao gồm lớp phủ trên cùng (chẳng hạn, lớp phủ trên cùng 20 ở FIG. 1). Lớp phủ trên cùng có thể bao gồm lớp đơn hoặc các lớp phức, mỗi lớp bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai mà có thể là giống nhau hoặc khác nhau. Lớp phủ trên

cùng thường bao gồm nền hữu cơ, như nền hữu cơ dẻo nhiệt và/hoặc nền hữu cơ liên kết chéo. Ngoài ra hoặc theo cách khác đối với nền hữu cơ, lớp phủ trên cùng có thể bao gồm nền vô cơ, bao gồm, ví dụ, các liên kết silan, các liên kết siloxan và/hoặc các liên kết titanat. Nền hữu cơ có thể bao gồm, ví dụ: các chất kết tủa acrylat (hoặc các đơn vị monome) và/hoặc các chất kết tủa metacrylat; các chất kết tủa vinyl; các liên kết ete; các liên kết sulfít, bao gồm các liên kết monosulfít và/hoặc các liên kết polysulfít; các liên kết este carboxylic; các liên kết cacbonat (chẳng hạn, $-O-C(O)-O-$); các liên kết uretan (chẳng hạn, $-N(H)-C(O)-O-$); và/hoặc các liên kết thiouretan (chẳng hạn, $-N(H)-C(O)-S-$).

Lớp phủ trên cùng có thể được tạo ra bằng các phương pháp đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này bao gồm, nhưng không giới hạn ở: dát mỏng, như một hoặc nhiều tấm hoặc màng dẻo; tạo ra trong khuôn, như phủ trong khuôn; đúc màng; và các phương pháp phủ. Thông thường, lớp phủ trên cùng được tạo ra từ chế phẩm phủ lớp trên cùng. Chế phẩm phủ lớp trên cùng có thể là chế phẩm phủ lớp trên cùng có thể hóa rắn, mà có thể hóa rắn bằng cách tiếp xúc với, ví dụ: nhiệt độ môi trường, như trong trường hợp hai chế phẩm phủ thành phần; nhiệt độ cao (chẳng hạn, 150°C đến 190°C trong vòng 5 đến 60 phút), như trong trường hợp các chế phẩm phủ được hóa rắn nhiệt; hoặc bức xạ quang hóa, như trong trường hợp các chế phẩm phủ có thể hóa rắn ánh sáng cực tím.

Lớp phủ trên cùng có thể có độ dày thích hợp bất kỳ. Với một số phương án, lớp phủ trên cùng có độ dày từ 0,5 micro mét đến 10 micro mét, như từ 1 đến 8 micro mét, hoặc từ 2 đến 5 micro mét, bao gồm các trị số đã nêu.

Với một số phương án, lớp phủ trên cùng bao gồm nền hữu cơ được tạo ra từ chế phẩm gốc acrylat được hóa rắn nhờ bức xạ, và do đó, lớp phủ trên cùng có thể được mô tả như là lớp phủ trên cùng gốc acrylat.

Lớp phủ trên cùng gốc acrylat có thể được điều chế bằng cách sử dụng các monome (met)acrylat và/hoặc các monome của axit (met)acrylic.

Các monome (met)acrylat có thể bao gồm một, hai, ba, bốn hoặc năm nhóm (met)acrylat. Các monome có thể đồng polyme hóa cộng, như các monome epoxy, chẳng hạn, các monome chứa chức epoxy (hoặc oxiran), các monome chứa cả hai chức (met)acrylat và epoxy, v.v., cũng có thể được thể hiện ở dạng phối chế được dùng để điều chế lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat. Các monome được dùng để điều chế lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat bao gồm nhiều, chẳng hạn, lượng lớn, ví dụ, nhiều hơn 50 phần trăm tính theo trọng lượng, là các monome (met)acrylat; do đó, chỉ rõ "lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat". Các dạng phối chế được dùng để điều chế lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat cũng có thể chứa các hợp phần có ít nhất một nhóm isoxyanat (-NCO), chẳng hạn, các monoisoxyanat hữu cơ, các diisoxyanat hữu cơ, và các triisoxyanat hữu cơ, nhờ đó các liên kết uretan có thể được kết hợp vào lớp phủ trên cùng.

Lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat thường có các tính chất vật lý bao gồm, ví dụ, tính trong suốt, tính dính chặt vào lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở dưới đây, kháng với sự loại bỏ bằng hydroxit của kim loại kiềm dạng nước, tương thích với lớp phủ chống mài mòn tùy ý, như lớp phủ cứng được phủ lên bề mặt của nó, và tính chống trầy xước. Với một số phương án, lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat có độ cứng mà là lớn hơn so với độ cứng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng.

Quá trình hóa rắn bằng bức xạ của hệ thống polyme gốc (met)acrylat có thể được thu được bằng cách, ví dụ, hóa rắn bằng tia điện tử (EB) và/hoặc bức xạ ánh sáng cực tím (UV). Hóa rắn bằng cực tím thường đòi hỏi sự có mặt của ít nhất một chất khơi mào quang học, trong khi quá trình hóa rắn bằng các kỹ thuật EB không đòi hỏi chất khơi mào quang học. Với ngoại lệ của sự có mặt hoặc vắng mặt của chất khơi mào quang học, các dạng phối chế gốc (met)acrylat, mà được hóa rắn bằng kỹ thuật bức xạ UV hoặc EB, mặt khác có thể là giống nhau.

Các hệ thống polyme gốc (met)acrylat có thể hóa rắn bằng bức xạ đã được biết đến rộng rãi trong lĩnh vực polyme, và hệ thống bất kỳ trong số này

có thể được dùng để sản xuất lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat của vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế. Theo một số phương án, lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat được tạo ra từ chế phẩm mà bao gồm tổ hợp hoặc hỗn hợp pha trộn có thể trộn lẫn của một hoặc nhiều monome (met)acrylat được khơi mào gốc tự do và/hoặc các oligome (met)acrylat, và một hoặc nhiều monome epoxy được khơi mào cation. Khi hỗn hợp pha trộn này của các monome được hóa rắn, lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat, ở dạng polymerizat, được tạo ra và bao gồm mạng lưới đan xen của các hợp phần polyme.

Các ví dụ về các monome (met)acrylat mà có thể được bao gồm trong các chế phẩm mà ở đó lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat có thể được tạo ra, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, (met)acrylat đa chức có, ví dụ, các nhóm (met)acrylat 1, 2, 3, 4, hoặc 5, và (met)acrylat đơn chức, chẳng hạn, a monome chứa nhóm (met)acrylat đơn, (met)acrylat được thế hydroxy và các alkoxysilyl alkylacrylat, như trialkoxysilylpropylmetacrylat. Các monome/các chất pha loãng phản ứng khác, như các monome chứa nhóm chức etylen (khác với các monome (met)acrylat) cũng có thể có mặt.

Các chế phẩm mà ở đó lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat có thể được tạo ra, và các phương pháp phủ và hóa rắn các chế phẩm này, được bộc lộ ở cột 16, dòng 14 đến cột 25, dòng 3 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,452,611 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Các chế phẩm mà ở đó lớp phủ trên cùng được tạo ra có thể bao gồm một hoặc nhiều chất phụ gia, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, chất xúc tác bám dính, các chất bắt cặp, các chất hấp thụ ánh sáng cực tím, các chất ổn định nhiệt, các chất xúc tác, chất loại bỏ gốc tự do, các chất làm mềm dẻo, các chất phụ gia dòng, và/hoặc thuốc màu tĩnh hoặc thuốc nhuộm tĩnh (ví dụ, thuốc màu hoặc thuốc nhuộm mà không đổi màu theo ánh sáng).

Với một số phương án, các chế phẩm mà ở đó lớp phủ trên cùng gốc (met)acrylat có thể được tạo ra, có thể còn bao gồm chất xúc tác bám dính. Chất xúc tác bám dính có thể là được chọn từ, ví dụ, organo-silan, như

aminoorganosilan, các chất bất cặp titanat hữu cơ, các chất bất cặp zirconat hữu cơ, và tổ hợp của chúng. Các ví dụ về chất xúc tác bám dính, mà có thể được bao gồm trong các chế phẩm mà ở đó lớp phủ trên cùng gốc acrylat có thể được tạo ra, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ ở cột 5, dòng 52 đến cột 8, dòng 19 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,410,691 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Lớp phủ trên cùng, với một số phương án, bao gồm chất hấp thụ ánh sáng cực tím và/hoặc hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai. Với một số phương án, lớp phủ trên cùng bao gồm chất hấp thụ ánh sáng cực tím, và không có hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai. Với một số phương án khác, lớp phủ trên cùng bao gồm cả chất hấp thụ ánh sáng cực tím và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai. Với một số phương án bổ sung, lớp phủ trên cùng bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai, và không có chất hấp thụ ánh sáng cực tím. Chất hấp thụ ánh sáng cực tím có thể là được chọn từ một hoặc nhiều nhóm được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này của các chất hấp thụ ánh sáng cực tím, bao gồm, nhưng không giới hạn ở: amin bị cản trở, mà có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều nhóm piperidin được thế 2,2,6,6-tetrametyl Ns; benzophenon; và/hoặc benzotriazol. Chất hấp thụ ánh sáng cực tím thường có mặt ở ít nhất lượng hữu hiệu, như từ 0,1 đến 10 phần trăm theo trọng lượng, hoặc 0,2 đến 5 phần trăm theo trọng lượng, hoặc từ 0,3 đến 3 phần trăm theo trọng lượng, trên cơ sở tổng trọng lượng rắn của chế phẩm phủ mà ở đó lớp phủ trên cùng được điều chế.

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai trong một số phương án có thể được chọn từ naphthopyran dung hợp indeno, naphto[1,2-b]pyran, naphto[2,1-b]pyran, spirofloeno[1,2-b]pyran, phenanthropyran, quinolinopyran, floanthenopyran, spiropyran, benzoxazin, naphtoxazin, spiro(indolin)naphtoxazin, spiro(indolin)pyridobenzoxazin, spiro(indolin)floanthenoxazin, spiro(indolin)quinoxazin, fulgit, fulgimit, diaryleten, diarylalkylen, diarylalkenyleten, hợp chất đổi màu theo ánh sáng

ngịch đảo về nhiệt, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng không nghịch đảo về nhiệt, và hỗn hợp của chúng.

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng, với một số phương án, có thể liên kết cộng hóa trị với nền, như nền hữu cơ, của lớp phủ trên cùng. Với một số phương án, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có thể bao gồm một hoặc nhiều nhóm phản ứng, như một hoặc nhiều nhóm có thể polyme hóa. Với một số phương án, hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có thể bao gồm ít nhất một nhóm chức mà có khả năng tạo ra liên kết cộng hóa trị với nhóm chức khác, như ít nhất một nhóm có thể polyme hóa, như ít nhất một nhóm thể polyalkoxylat hóa với từ 1 đến 50 đơn vị alkoxy trên mỗi nhóm thể mà được thắt nút (hoặc kết thúc) bằng nhóm có thể polyme hóa.

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai, theo một số phương án bổ sung, bao gồm ít nhất một monome vòng được mở vòng. Các ví dụ về các monome vòng được mở vòng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, este vòng, cacbonat vòng, ete vòng, và siloxan vòng. Cụ thể hơn các ví dụ về các monome vòng được mở vòng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, ϵ -caprolacton và 6-valerolacton.

Các hợp chất đổi màu theo ánh sáng mà bao gồm ít nhất một monome vòng được mở vòng, mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có thể được chọn, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ ở cột 2, dòng 32 đến cột 6, dòng 60 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,465,415 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Cụ thể hơn các ví dụ về các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có ít nhất một monome được mở vòng liên kết cộng hóa trị ở đó, mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có thể được chọn, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ ở các cột 86 đến 103, và được biểu hiện bằng các Công thức 17 đến 28 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,465,415 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Các ví dụ về các monome vòng được mở vòng mà có thể được dùng để tạo ra các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có ít nhất một monome được mở

vòng liên kết cộng hóa trị ở đó, mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có thể được chọn, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ ở cột 10, dòng 43 đến cột 12, dòng 26 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,465,415 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Các ví dụ về các chất khơi mào đổi màu theo ánh sáng mà có thể được phản ứng với các monome vòng được mở vòng như vậy để tạo ra các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có ít nhất một monome được mở vòng liên kết cộng hóa trị ở đó, mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có thể được chọn, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ trong Bảng 1 ở các cột 14 đến 59 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,465,415 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Cụ thể hơn các ví dụ về các chất khơi mào đổi màu theo ánh sáng mà có thể được phản ứng với các monome vòng được mở vòng (bao gồm, nhưng không giới hạn ở, este vòng, cacbonat vòng, ete vòng, và/hoặc siloxan vòng như được thảo luận ở trên) như vậy để tạo ra các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có ít nhất một monome được mở vòng liên kết cộng hóa trị ở đó, mà ở đó hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai của lớp phủ trên cùng có thể được chọn, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các hợp chất sau đây:

(TC-1) 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7-dimetoxy-13-metyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-2) 3,3-d (4-metoxypheyl)-6-metoxy-7-((3-hydroxymetyl)piperidiny)-13-etyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-3) 3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-3-(4-flophenyl)-6,7-dimetoxy-13-etyl-1- 3-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-4) 3-phenyl-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6-metoxy-7-(3-metyl piperidin- yl)-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran:

(TC-5) 3-(4-metoxypheñyl)-3-(4-flophenyl)-6-metoxý-7-(piperidino)-13-butyl--
13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-6) 3-phenyl-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6-metoxý-7-piperidino-13,13-d-
imetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-7) 3-phenyl-3-(4-metoxypheñyl)-6,11-dimetoxý-13-(2-hydroxyetyl)-3H, 13H-
indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-8) 3-phenyl-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimetoxý-13-hydroxymetyl-13-(2-
hydroxyetyl)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-9) 3-(4-metoxypheñyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6-metoxý-7-pyrolidino-13-
etyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-10) 3-(4-metoxypheñyl)-3-(4-flophenyl)-6-metoxý-7-morpholino-13-etyl-13-
(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-11) 3,3-di-(4-metoxypheñyl)-13-propyl-13-hydroxymetyl-3H, 13H-
indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-12) 3,3-di(4-metoxypheñyl)-6,7-dimetoxý-11-flo-13-butyl-13-(2-(2-
hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-13) 3-phenyl-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6,11-dimetoxy-3H, 13H-indeno[2,1 -f]naphto[1,2-b]pyran; (14) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,7-dimetoxy-13-hydroxymetyl-13-(2-hydroxyetyl-)-3H, 13H-indeno[2,1 -f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-15) 3-phenyl-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6,11-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-16) 3-phenyl-3-(4-metoxyphenyl)-6,11-dimetoxy-13-etyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-17) 3,3-di-(4-metoxyphenyl)-6,11,13-trimetyl-13-(2,2-di(hydroxymetyl)butoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-18) 2,2-di(4-metoxyphenyl)-5-metoxycacbonyl-6-(2-hydroxyetoxy)-[2H]-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-19) 3-phenyl-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6,11 -dimetoxy-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-20) 3-phenyl-3-(4-metoxyphenyl)-6-metoxy-7-((3-hydroxymetyl)piperidno)-13,- 13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-21) 3-(4-metoxyphenyl)-3(4-morpholin-1-yl-phenyl)-6,11-dimetyl-13-butyl-13-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-22) 3-phenyl-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6-metoxy-7-(morpholino)-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-23) 3-phenyl-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6,7-dimetoxy-13,13-dimetyl-3H,13- H-indeno[2,1-]naphto[1,2-b]pyran;

(2 TC-4) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-flophenyl)-6-metoxy-7-((4-hydroxymetyl)piperidino)-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-25) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6-metoxy-7-(piperidin-1-yl)-13-butyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-26) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,11-dimetyl-13-hydroxymetyl-13-(2-hydroxypropy- l)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-27) 3-phenyl-3-(4-morpholinophenyl)-6-metoxy-7-((3-hydroxymetyl)piperidino)- -13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-28) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-flophenyl)-6-metoxy-7-(morpholin-1-yl)-13-butyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-29) 3-(4-flophenyl)-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-30) 2,2-di(4-metoxyphenyl)-5-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxycacbonyl)-6-phenyl-[2- H]-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-31) 3-(4-flophenyl)-3-(4-metoxyphehyl)-6,7-dimetoxy-13-etyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-32) 3,3-di(4-metoxyphehyl)-6-metoxy-7-morpholino-13-etyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-33) 3-(4-morpholinophenyl)-3-phenyl-6,7-dimetoxy-13-butyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-34) 3-(4-flophenyl)-3-(4-(3-hydroxymetyl)piperidinophenyl)-6-metoxy-7-hydroxy-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran:

(TC-35) 3-(4-morpholinophenyl)-3-phenyl-6,7-dimetoxy-13-etyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-36) 2,2-diphenyl-5-hydroxymetyl-8-metyl-2H-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-37) 3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-38) 3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-3-phenyl-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-39) 2,2-diphenyl-5-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxycacbonyl)-8,9-dimetoxy-2H-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-40) 3,3-di(4-flophenyl)-6,7-dimethoxy-13-butyl-13-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)ethoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[2-b]pyran;

(TC-TC-41) 3-(4-flophenyl)-3-(4-methoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-13-etyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-42) 2,2-diphenyl-5-metoxycacbonyl-6-phenyl-9-(2-hydroxyetoxy)-2H-naphto[1, 2-b]pyran;

(TC-43) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,7-dimethoxy-13-etyl-13-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-44) 3-(4-methoxyphenyl)-3-phenyl-6,11-dimethoxy-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-45) 3-(4-(2-hydroxyetyl)piperazinophenyl)-3-phenyl-13,13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-46) 2,2-di(4-methoxyphenyl)-5-(2-hydroxyetoxy)cacbonyl-6-phenyl-2H-naphto[1- ,2-b]pyran;

(TC-47) 3-(4-morpholinophenyl)-3-phenyl-13-etyl-13-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-48) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6-methoxy-7-(3-hydroxymetyl)piperidinophenyl)-13, 13-dimetyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-49) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-50) 2,2-diphenyl-5-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxycarbonyl)-6-(4-metoxy)phenyl-9-methoxy-2H-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-51) 2,2-diphenyl-5-hydroxymethyl-7,8-dimethoxy-2H-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-52) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(10-hydroxydecoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-53) 2,2-di(4-metoxyphenyl)-5-metoxycarbonyl-6-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-2H-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-54) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-(2-hydroxyetoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-55) 3-phenyl-3-(4-morpholinophenyl)-6,11-dimethoxy-13-(2-hydroxyetoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[2-b]pyran;

(TC-56) 2,2-di(4-metoxyphenyl)-5-metoxycarbonyl-6-phenyl-9-(2-hydroxyetoxy)-2H-naphto[1,2-b]pyran;

(TC-57) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,11-dimethyl-13-hydroxy-13-(2-hydroxyethyl)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-58) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(5-hydroxypentoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-59) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-11-(2-hydroxyetoxy)-13,13-dimethyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-60) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethyl-13-hydroxy-13-(3-hydroxypropyl)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-61) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethyl-13-(2-hydroxyetoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-62) 3-phenyl-3-(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-methyl-13-(2-(2-hydroxyethoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-63) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethyl-13-hydroxy-13-hydroxymethyl-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-64) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[1,2-b]pyran;

(TC-65) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-methyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphto[2-b]pyran;

(TC-66) 2,2-diphenyl-5-(2,3-dihydroxy)propoxycarbonyl-8-methyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-67) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-hydroxy-13-(4-hydroxybutyl)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-68) 5,5-di(4-(2-(2-hydroxyethoxy)ethoxy)phenyl)-8-(3-clopropoxy)carbonyl-5H-fluoreno[3,2-b]pyran;

(TC-69) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-butyl-13-(2-(2-hydroxyethoxy)ethoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-70) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-hydroxy-13-(3-hydroxypropyl)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-71) 3-phenyl-3-(4-morpholinophenyl)-13-methyl-13-(2,3-dihydroxypropoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-72) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2,3-dihydroxypropoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-73) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11-dimethoxy-13-methyl-13-(2,3-dihydroxypropoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[2-b]pyran;

(TC-74) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-hydroxyethoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-75) 2-(4-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)phenyl-2-phenyl-5-metoxycarbonyl-6-methyl-9-methoxy-2H-naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-76) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-(2,2-bis[2-hydroxyetoxy)-methyl]-3-hydroxypropyloxy)etoxy)-3H 13H-indeno[2,1-f]naphtho[2-b]pyran;

(TC-77) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-(2-(2-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)etoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-78) 2,2-diphenyl-5-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxycarbonyl)-8-methyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-79) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)ethoxy)etoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-80) 3,3-di(4-methoxyphenyl)-6,11,13-trimethyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H, 13H-indeno[2,1-f]naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-81) 2,2-di(4-methoxyphenyl)-5-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxycarbonyl)-6-phenyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-82) 2,2-di(4-methoxyphenyl)-5-metoxycarbonyl-6-(2-hydroxyetoxy)etoxy-2H-naphtho[1,2-b]pyran;

(TC-83) 2,2di(4-metoxyphenyl)-5-(2-(2-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)etoxy)etoxy)etoxycarbonyl)-6-phenyl-2H-naphto[2-b]pyran;

(TC-84) 2,2-di(4-metoxyphenyl)-5-hydroxy-6-(2-hydroxyphenyl)-2H-naphto[2-b]pyran; và các tổ hợp của hai hoặc nhiều của chúng.

Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể bao gồm, Với một số phương án, lớp xếp thẳng hàng mà được đặt vào giữa lớp lót và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Với sự tham chiếu đến FIG.1, vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 bao gồm lớp xếp thẳng hàng 50 mà được đặt vào giữa lớp lót 14 và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng 17. Lớp xếp thẳng hàng cũng có thể được đề cập đến ở bản mô tả này như là dụng cụ định hướng. Hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần bằng cách tương tác với lớp xếp thẳng hàng ở dưới đây.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “lớp xếp thẳng hàng” có nghĩa là lớp mà có thể tạo điều kiện thuận lợi để định vị một hoặc nhiều kết cấu khác mà được tiếp xúc, trực tiếp và/hoặc gián tiếp, với ít nhất một phần của chúng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “sắp xếp” có nghĩa là đưa đến vị trí hoặc sự sắp xếp thích hợp, như sắp xếp thẳng hàng với kết cấu hoặc vật liệu khác, hoặc bằng một số lực hoặc hiệu quả khác. Do đó, như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “sắp xếp” gồm cả các phương pháp tiếp xúc để sắp xếp vật liệu, như bằng cách sắp xếp thẳng hàng với kết cấu hoặc vật liệu khác, và các phương pháp không tiếp xúc để sắp xếp vật liệu, như bằng cách tiếp xúc với ngoại lực hoặc hiệu quả. Thuật ngữ “sắp xếp” cũng gồm các tổ hợp của các phương pháp tiếp xúc và không tiếp xúc.

Ví dụ, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần bằng sự tương tác với lớp xếp thẳng hàng có thể

được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần sao cho trục dài của hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng ở trạng thái được kích hoạt về cơ bản là song song với ít nhất hướng chung thứ nhất của lớp xếp thẳng hàng. Với một số phương án, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng mà được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần bằng sự tương tác với lớp xếp thẳng hàng được quy định giới hạn cho hoặc phản ứng với lớp xếp thẳng hàng. Như được sử dụng trong bản mô tả này với sự tham chiếu đến sự sắp xếp hoặc sự sắp xếp thẳng hàng của vật liệu hoặc kết cấu, thuật ngữ “hướng chung” dùng để chỉ sự sắp đặt hoặc định hướng nổi bật của vật liệu, hợp chất hoặc kết cấu. Ngoài ra, sẽ được đánh giá cao bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng vật liệu, hợp chất hoặc kết cấu có thể có hướng chung mặc dù có một số thay đổi trong sự sắp đặt của vật liệu, hợp chất hoặc kết cấu, với điều kiện là vật liệu, hợp chất hoặc kết cấu có ít nhất một sự sắp đặt nổi bật.

Lớp xếp thẳng hàng có thể, với một số phương án, có ít nhất hướng chung thứ nhất. Ví dụ, lớp xếp thẳng hàng có thể bao gồm vùng được sắp xếp thứ nhất có hướng chung thứ nhất và ít nhất một vùng được sắp xếp thứ hai liền kề vùng được sắp xếp thứ nhất có hướng chung thứ hai mà khác với hướng chung thứ nhất. Ngoài ra, lớp xếp thẳng hàng có thể có nhiều vùng, mỗi vùng có hướng chung mà giống hoặc khác với các vùng còn lại như vậy để tạo ra mẫu hình hoặc kiểu dáng mong muốn. Lớp xếp thẳng hàng có thể bao gồm, ví dụ, lớp phủ bao gồm môi trường sắp xếp thẳng hàng được sắp xếp ít nhất theo phần, tấm polyme được sắp xếp ít nhất theo phần, bề mặt được xử lý ít nhất theo phần, các màng Langmuir-Blodgett, và tổ hợp của chúng.

Lớp xếp thẳng hàng có thể bao gồm, với một số phương án, lớp phủ mà bao gồm môi trường sắp xếp thẳng hàng được sắp xếp ít nhất theo phần. Các ví dụ về phương tiện sắp xếp thẳng hàng thích hợp mà có thể được dùng kết hợp với lớp xếp thẳng hàng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu định hướng quang học, các vật liệu định hướng cọ xát, và các vật liệu tinh thể lỏng. Các phương pháp sắp xếp ít nhất một phần của môi trường sắp xếp thẳng hàng được mô tả chi tiết hơn ở dưới đây.

Môi trường sắp xếp thẳng hàng của lớp xếp thẳng hàng có thể là vật liệu tinh thể lỏng, và lớp xếp thẳng hàng có thể được nói đến như lớp xếp thẳng hàng tinh thể lỏng. Các vật liệu tinh thể lỏng, bởi vì kết cấu của chúng, thông thường có khả năng được sắp xếp hoặc sắp xếp thẳng hàng như vậy để có được hướng chung. Đặc biệt hơn, bởi vì các phân tử tinh thể lỏng có các kết cấu dạng que hoặc dạng đĩa, trục dài rắn, và lưỡng cực mạnh, các phân tử tinh thể lỏng có thể được sắp xếp hoặc sắp xếp thẳng hàng bằng sự tương tác với ngoại lực hoặc kết cấu khác sao cho trục dài của các phân tử có được định hướng mà nhìn chung là song song với trục chung. Ví dụ, có thể sắp xếp thẳng hàng các phân tử của vật liệu tinh thể lỏng bằng từ trường, điện trường, bức xạ hồng ngoại được phân cực tuyến tính, bức xạ cực tím được phân cực tuyến tính, bức xạ nhìn thấy được được phân cực tuyến tính, hoặc lực cắt. Cũng có thể sắp xếp thẳng hàng các phân tử tinh thể lỏng bằng bề mặt được định hướng. Ví dụ, các phân tử tinh thể lỏng có thể được phủ lên bề mặt mà đã được định hướng, ví dụ bằng cách các phương pháp cọ xát, tạo rãnh, hoặc sắp xếp thẳng hàng ảnh, và tiếp theo là sắp xếp thẳng hàng sao cho trục dài của mỗi phân tử trong số các phân tử tinh thể lỏng có được sự định hướng mà nhìn chung là song song với hướng chung của sự định hướng bề mặt. Các ví dụ về các vật liệu tinh thể lỏng thích hợp để dùng làm phương tiện sắp xếp thẳng hàng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các polyme tinh thể lỏng, các tiền polyme tinh thể lỏng, các monome tinh thể lỏng, và các mesogen tinh thể lỏng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “tiền polyme” có nghĩa là các vật liệu được polyme hóa theo phần.

Các loại monome tinh thể lỏng mà thích hợp để dùng trong sự tiếp hợp với lớp xếp thẳng hàng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các monome tinh thể lỏng đơn chức hoặc đa chức. Các monome tinh thể lỏng có thể, với một số phương án, được chọn từ các monome tinh thể lỏng có thể liên kết chéo, như các monome tinh thể lỏng có thể liên kết chéo ảnh. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “có thể liên kết chéo ảnh” có nghĩa là vật liệu, như monome, tiền polyme hoặc polyme, mà có thể được liên kết chéo với sự tiếp xúc với bức xạ quang hóa. Ví dụ, các monome tinh thể lỏng có thể liên

kết chéo ảnh bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các monome tinh thể lỏng mà có thể liên kết chéo với sự tiếp xúc với bức xạ cực tím và/hoặc bức xạ nhìn thấy được, có hoặc không sử dụng các chất khơi mào polyme hóa.

Các ví dụ về các monome tinh thể lỏng có thể liên kết chéo, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các monome tinh thể lỏng có các nhóm chức được chọn từ các acrylat, metacrylat, allyl, allyl ete, alkyn, amino, anhydrit, epoxit, hydroxit, các isoxyanat, các isoxyanat phong bế, siloxan, thioxyanat, thiol, urea, vinyl, vinyl ete và các hỗn hợp pha trộn của chúng. Các ví dụ về các monome tinh thể lỏng có thể liên kết chéo ảnh, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các monome tinh thể lỏng có các nhóm chức được chọn từ các acrylat, metacrylat, alkyn, epoxit, thiol, và các hỗn hợp pha trộn của chúng.

Các polyme tinh thể lỏng và các tiền polyme, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các polyme tinh thể lỏng chuỗi chính và các tiền polyme và các polyme tinh thể lỏng chuỗi phụ và các tiền polyme. Với các polyme tinh thể lỏng chuỗi chính và các tiền polyme, các mesogen tinh thể lỏng dạng đĩa hoặc dạng que chủ yếu được đặt nằm trong trục chính polyme. Với các polyme tinh thể lỏng chuỗi phụ và các tiền polyme, các mesogen tinh thể lỏng dạng đĩa hoặc dạng que chủ yếu được đặt nằm trong các chuỗi phụ của polyme. Ngoài ra, polyme tinh thể lỏng hoặc tiền polyme có thể liên kết chéo, và còn có thể là có thể liên kết chéo ảnh.

Các ví dụ về các polyme tinh thể lỏng và các tiền polyme, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các polyme chuỗi chính và chuỗi phụ và các tiền polyme có các nhóm chức được chọn từ các acrylat, metacrylat, allyl, allyl ete, alkyn, amino, anhydrit, epoxit, hydroxit, isoxyanat, isoxyanat phong bế, siloxan, thioxyanat, thiol, urea, vinyl, vinyl ete, và các hỗn hợp pha trộn của chúng. Các ví dụ về các polyme tinh thể lỏng và các tiền polyme có thể liên kết chéo ảnh, mà có thể

được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các polyme và các tiền polyme có các nhóm chức được chọn từ các acrylat, metacrylat, alkyn, epoxit, thiol, và các hỗn hợp pha trộn của chúng.

Các mesogen tinh thể lỏng, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các mesogen tinh thể lỏng có tính hướng nhiệt và các mesogen tinh thể lỏng dễ tan. Các loại bổ sung của các mesogen tinh thể lỏng, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các mesogen tinh thể lỏng hình cột (hoặc dạng tương tự que) và các mesogen tinh thể lỏng hình đĩa (hoặc dạng tương tự đĩa).

Các ví dụ về các vật liệu định hướng quang học, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các mạng lưới polyme định hướng quang học. Các ví dụ cụ thể hơn về các mạng lưới polyme định hướng quang học bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các dẫn xuất azobenzen, các dẫn xuất axit xinnamic, các dẫn xuất coumarin, các dẫn xuất axit ferulic, và các polymit. Với một số phương án, lớp xếp thẳng hàng có thể bao gồm mạng lưới polyme định hướng quang học được sắp xếp ít nhất theo phần được chọn từ các dẫn xuất azobenzen, các dẫn xuất axit xinnamic, các dẫn xuất coumarin, các dẫn xuất axit ferulic, và/hoặc các polymit. Các ví dụ về các dẫn xuất axit xinnamic, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, polyvinyl xinnamat và polyvinyl este của axit parametoxysinamic.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “vật liệu định hướng cọ xát” có nghĩa là vật liệu mà có thể được sắp xếp ít nhất theo phần bằng cách cọ xát ít nhất một phần của bề mặt của vật liệu với vật liệu có kết cấu thích hợp khác. Ví dụ, vật liệu định hướng cọ xát có thể là cọ xát với quần áo có kết cấu thích hợp hoặc chổi nhung. Các ví dụ về các vật liệu định hướng cọ xát, mà có thể được bao gồm trong lớp xếp thẳng hàng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, (poly)imit, (poly)siloxan, (poly)acrylat, và (poly)coumarin. Với một số phương án, lớp xếp thẳng hàng có thể bao gồm polymit, và lớp

xếp thẳng hàng có thể là cọ xát với quần áo nhưng hoặc bông nêu trên để sắp xếp ít nhất theo phần ít nhất một phần của bề mặt của lớp xếp thẳng hàng.

Với một số phương án, lớp xếp thẳng hàng có thể bao gồm tấm polyme được sắp xếp ít nhất theo phần. Ví dụ, tấm có rượu polyvinyl có thể được sắp xếp ít nhất một phần bằng tấm kéo giãn (chẳng hạn, kéo giãn đơn trục) tấm, và sau đó tấm được kéo giãn có thể được liên kết với ít nhất một phần bề mặt của chất nền quang học để tạo ra dụng cụ định hướng. Theo cách khác, tấm polyme được sắp xếp có thể được thực hiện bằng phương pháp mà sắp xếp ít nhất theo phần các chuỗi polyme trong suốt quá trình điều chế, ví dụ, bằng cách ép đùn. Ngoài ra, tấm polyme được sắp xếp ít nhất theo phần có thể được tạo ra bằng cách đúc hoặc nếu không thì tạo ra tấm có vật liệu tinh thể lỏng và tiếp theo sắp xếp ít nhất theo phần tấm này, ví dụ, nhưng tiếp xúc tấm với từ trường, điện trường, và/hoặc lực cắt. Hơn nữa, tấm polyme được sắp xếp ít nhất theo phần có thể được thực hiện sử dụng các phương pháp định hướng quang học. Ví dụ, tấm có vật liệu định hướng quang học có thể được tạo ra, ví dụ bằng cách đúc, và tiếp theo được sắp xếp ít nhất một phần bằng cách tiếp xúc với bức xạ cực tím được phân cực tuyến tính.

Lớp xếp thẳng hàng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể bao gồm bề mặt được xử lý ít nhất theo phần. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “bề mặt được xử lý” dùng để chỉ ít nhất một phần của bề mặt được thay đổi về vật chất để tạo ra ít nhất một vùng được sắp xếp trên ít nhất một phần của bề mặt. Các ví dụ về các bề mặt được xử lý bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các bề mặt được cọ xát, các bề mặt được khắc ăn mòn, và các bề mặt được dập nổi. Ngoài ra, các bề mặt được xử lý có thể được tạo mẫu, ví dụ bằng cách sử dụng trong quy trình quang khắc hoặc giao thoa. Với một số phương án, bề mặt của lớp xếp thẳng hàng có thể là bề mặt được xử lý được chọn từ, ví dụ, các bề mặt được khắc ăn mòn hóa học, các bề mặt được khắc ăn mòn plasma, các bề mặt được khắc ăn mòn nano (như các bề mặt khắc ăn mòn bằng cách sử dụng kính hiển vi xuyên hầm quét

hoặc kính hiển vi nguyên tử), các bề mặt được khắc ăn mòn laze, và/hoặc các bề mặt được khắc ăn mòn tia điện từ.

Theo một số phương án, khi lớp xếp thẳng hàng bao gồm bề mặt được xử lý, bề mặt được xử lý có thể được tạo ra bằng cách tạo kết tủa muối kim loại (như oxit kim loại hoặc florua kim loại) lên trên ít nhất một phần của bề mặt (chẳng hạn, bề mặt của chính lớp xếp thẳng hàng, hoặc bề mặt của lớp lót), và tiếp theo khắc ăn mòn chất kết tủa để tạo ra bề mặt được xử lý. Các phương pháp đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này để kết tủa muối kim loại bao gồm, nhưng không giới hạn ở, kết tủa bay hơi plasma, kết tủa bay hơi hóa học, và phún xạ. Quá trình khắc ăn mòn có thể được thực hiện theo các phương pháp đã được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này, như các phương pháp được mô tả trước ở đây.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “các màng Langmuir-Blodgett” có nghĩa là một hoặc nhiều màng phân tử được sắp xếp ít nhất theo phần trên bề mặt. Các màng Langmuir-Blodgett có thể được tạo ra, ví dụ, bằng cách nhúng chất nền vào trong chất lỏng một hoặc nhiều lần sao cho nó ít nhất được phủ theo phần bởi màng phân tử và sau đó loại bỏ chất nền từ chất lỏng sao cho, do sức căng bề mặt tương quan của chất lỏng và chất nền, các phân tử của màng phân tử được sắp xếp ít nhất theo phần trong gần như là một (hoặc riêng) hướng chung. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ màng phân tử dùng để chỉ các màng phân tử đơn (ví dụ, các lớp đơn) cũng như các màng bao gồm nhiều hơn một lớp đơn.

Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể, với một số phương án, còn bao gồm vật liệu chuyển sắp xếp thẳng hàng được đặt vào giữa lớp xếp thẳng hàng và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng. Vật liệu chuyển sắp xếp thẳng hàng có thể được sắp xếp thẳng hàng bằng sự tương tác với lớp xếp thẳng hàng, và do đó hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có thể được sắp xếp thẳng hàng bằng cách tương tác với vật liệu chuyển sắp xếp thẳng hàng. Vật liệu chuyển sắp xếp thẳng hàng có thể, với một số phương án, tạo điều kiện thuận lợi cho sự lan truyền hoặc chuyển vị trí hoặc sự sắp xếp

thích hợp từ lớp xếp thẳng hàng đến hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng của lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng.

Các ví dụ về các vật liệu chuyển sắp xếp thẳng hàng bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu tinh thể lỏng được mô tả ở trên trong sự liên hệ với phương tiện sắp xếp thẳng hàng được bộc lộ trong bản mô tả này. Có thể sắp xếp thẳng hàng các phân tử của vật liệu tinh thể lỏng với bề mặt được định hướng. Ví dụ, vật liệu tinh thể lỏng có thể được phủ lên bề mặt mà đã được định hướng và tiếp theo là sắp xếp thẳng hàng sao cho trục dài của các phân tử tinh thể lỏng làm theo sự định hướng mà nhìn chung là song song với hướng chung giống với sự định hướng của bề mặt. Vật liệu tinh thể lỏng của vật liệu chuyển sắp xếp thẳng hàng có thể được sắp xếp ít nhất theo phần bằng cách sắp xếp thẳng hàng với lớp xếp thẳng hàng, sao cho trục dài của các phân tử của vật liệu tinh thể lỏng thông thường có song song với, ví dụ, hướng chung thứ nhất của dụng cụ định hướng. Theo cách này, hướng chung của lớp xếp thẳng hàng có thể được chuyển đến vật liệu tinh thể lỏng, mà có thể chuyển hướng chung đến kết cấu hoặc vật liệu khác. Ngoài ra, nếu lớp xếp thẳng hàng bao gồm nhiều vùng có các hướng chung mà cùng nhau tạo ra kiểu dáng hoặc mẫu hình, mà kiểu dáng hoặc mẫu hình có thể được chuyển đến vật liệu tinh thể lỏng bằng cách sắp xếp thẳng hàng vật liệu tinh thể lỏng với nhiều vùng khác nhau của lớp xếp thẳng hàng. Ngoài ra, mặc dù không được yêu cầu, theo các phương án không giới hạn khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này, ít nhất một phần của vật liệu tinh thể lỏng của vật liệu chuyển sắp xếp thẳng hàng có thể được tiếp xúc với ít nhất một trong số, từ trường, điện trường, bức xạ hồng ngoại được phân cực tuyến tính, bức xạ cực tím được phân cực tuyến tính, và bức xạ nhìn thấy được được phân cực tuyến tính trong khi được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với ít nhất một phần của lớp xếp thẳng hàng.

Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể, với một số phương án, bao gồm lớp phủ cứng mà nằm trên lớp phủ trên cùng. Với sự tham chiếu đến FIG. 1, vật dụng đổi màu theo ánh sáng 2 bao gồm lớp phủ

cứng 53 mà nằm trên lớp phủ trên cùng 20. Lớp phủ cứng có thể bao gồm lớp đơn hoặc các lớp phức.

Lớp phủ cứng có thể là được chọn từ các lớp phủ chống mài mòn bao gồm organo silan, các lớp phủ chống mài mòn bao gồm các màng mỏng gốc acrylat được hóa rắn bằng bức xạ, các lớp phủ chống mài mòn dựa trên các vật liệu vô cơ như silica, titania và/hoặc zirconia, các lớp phủ chống mài mòn hữu cơ của loại có thể hóa rắn nhờ ánh sáng cực tím, lớp phủ ngăn oxy, lớp phủ chắn UV, và tổ hợp của chúng. Với một số phương án, lớp phủ cứng có thể bao gồm lớp phủ thứ nhất của màng mỏng gốc acrylat được hóa rắn bằng bức xạ và lớp phủ thứ hai bao gồm organo-silan. Các ví dụ không giới hạn về các sản phẩm phủ cứng được bán trên thị trường bao gồm các lớp phủ SILVUE® 124 và HI-GARD®, lần lượt có sẵn từ SDC Coatings, Inc. và PPG Industries, Inc.

Lớp phủ cứng có thể là được chọn từ các vật liệu phủ cứng được công nhận trong lĩnh vực kỹ thuật này, như các lớp phủ chống mài mòn organo-silan. Các lớp phủ chống mài mòn organo-silan, thường được đề cập đến như các lớp phủ cứng hoặc các lớp phủ cứng gốc silic, đã được biết đến rộng rãi trong lĩnh vực kỹ thuật này, và được bán sẵn trên thị trường từ các nhà điều chế khác nhau, như SDC Coatings, Inc. và PPG Industries, Inc. Tham chiếu được thực hiện đến Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 4,756,973 ở cột 5, các dòng 1-45; và đến Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 5,462,806 ở cột 1, dòng 58 đến cột 2, dòng 8, và cột 3, dòng 52 đến cột 5, dòng 50, mà phần mô tả bộc lộ lớp phủ cứng organo-silan và được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Tham chiếu cũng được thực hiện đến các Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 4,731,264, 5,134,191, 5,231,156 và Công bố đơn sáng chế quốc tế WO 94/20581 để bộc lộ các lớp phủ cứng organo-silan, trong đó phần mô tả được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu. Lớp phủ cứng có thể được phủ bằng các phương pháp phủ như được mô tả ở trên dùng để chỉ lớp lót, như phủ xoay.

Các lớp phủ khác mà có thể được dùng để tạo ra lớp phủ cứng, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các lớp phủ cứng acrylic đa chức, các lớp phủ

cứng gốc melamin, các lớp phủ cứng gốc uretan, các lớp phủ trên cơ sở alkyd, các lớp phủ cứng gốc silica sol hoặc các lớp phủ cứng hữu cơ hoặc các lớp phủ cứng lai vô cơ/hữu cơ khác.

Lớp phủ cứng, với một số phương án, được chọn từ các lớp phủ cứng loại organo-silan. Các lớp phủ cứng loại organo-silan mà ở đó lớp phủ cứng của các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được chọn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các phần bộc lộ ở cột 24, dòng 46 đến cột 28, dòng 11 của Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 7,465,414 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể bao gồm các lớp phủ bổ sung, như các lớp phủ chống phản chiếu. Với một số phương án, lớp phủ chống phản chiếu có thể là được phủ ở trên lớp phủ cứng. Các ví dụ về các lớp phủ chống phản chiếu được mô tả trong Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 6,175,450 và Công bố đơn sáng chế quốc tế WO 00/33111, các phần mô tả được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Theo các phương án khác của sáng chế, các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể là được chọn từ các thành phần hoặc vật dụng dùng cho mắt, các vật dụng hoặc các chi tiết hiển thị, cửa sổ, gương, bao gói vật liệu như bọc co, và các vật dụng hoặc thành phần tế bào tinh thể lỏng hoạt động và không hoạt động.

Các ví dụ về các thành phần hoặc vật dụng dùng cho mắt bao gồm, nhưng không giới hạn ở, kính điều chỉnh khúc xạ và kính không điều chỉnh khúc xạ, bao gồm kính đơn tròng hoặc kính đa tròng, mà có thể kính đa tròng phân đoạn hoặc không phân đoạn (như, nhưng không giới hạn ở, kính hai tròng, kính ba tròng và kính đa tiêu cự), cũng như các chi tiết khác được dùng để điều chỉnh khúc xạ, bảo vệ, hoặc nâng cao (thẩm mỹ hoặc mục đích khác) tầm nhìn, bao gồm mà không giới hạn, kính áp tròng, kính trong mắt, kính khuếch đại, và kính bảo vệ hoặc tấm kính che.

Các ví dụ về các thiết bị, thành phần và vật dụng hiển thị bao gồm, nhưng không giới hạn ở, màn chiếu, màn hình, và thiết bị an ninh, bao gồm mà không giới hạn, ký hiệu an ninh và dấu hiệu xác nhận.

Các ví dụ về cửa sổ bao gồm, nhưng không giới hạn ở, kính trong suốt dùng cho ô tô và máy bay, kính lọc, cửa chớp, và bộ ngắt mạch quang học.

Với một số phương án, vật dụng đổi màu theo ánh sáng có thể là thiết bị an ninh. Các ví dụ về thiết bị an ninh bao gồm, nhưng không giới hạn ở, ký hiệu an ninh và dấu hiệu xác nhận mà được liên kết với ít nhất một phần của chất nền, như: thẻ truy cập và đi qua, chẳng hạn, vé, huy hiệu, thẻ định danh hoặc thẻ thành viên, thẻ ghi nợ, v.v.; dụng cụ có thể lưu thông và dụng cụ không thể lưu thông chẳng hạn, dự thảo, ngân phiếu, liên kết, lưu ý, chứng nhận kết quả, chứng nhận cổ phiếu, v.v.; các tài liệu của chính phủ, chẳng hạn, tiền tệ, bản quyền, thẻ định danh, thẻ phúc lợi, thị thực, hộ chiếu, chứng nhận chính thức, chứng thư v.v.; các mặt hàng tiêu dùng, chẳng hạn, software, đĩa compac (“CDs”), đĩa video số (“DVDs”), các thiết bị dụng cụ, đồ điện tử dân dụng, các mặt hàng thể thao, ô tô, v.v.; thẻ tín dụng; và thẻ hàng hóa, nhãn hàng và bao gói.

Với các phương án khác, ký hiệu an ninh có thể được liên kết với ít nhất một phần của chất nền được chọn từ chất nền trong suốt và chất nền phản chiếu. Theo cách khác, theo các phương án khác trong đó chất nền phản chiếu được đòi hỏi, nếu chất nền là không phản xạ hoặc không phản xạ đủ đối với quá trình phủ mong muốn, vật liệu phản xạ có thể được phủ đầu tiên lên ít nhất một phần của chất nền trước khi dấu hiệu an ninh được phủ lên đó. Ví dụ, lớp phủ nhôm phản chiếu có thể được phủ lên ít nhất một phần của chất nền trước khi tạo ra ký hiệu an ninh lên đó. Ngoài ra hoặc theo cách khác, ký hiệu an ninh có thể được liên kết với ít nhất một phần của chất nền được chọn từ chất nền không được nhuộm màu, chất nền được nhuộm màu, chất nền đổi màu theo ánh sáng, chất nền đổi màu theo ánh sáng được nhuộm màu, chất

nền phân cực tuyến tính, chất nền phân cực tuần hoàn, và chất nền phân cực elip.

Ngoài ra, thiết bị an ninh theo các phương án được đề cập đến ở trên có thể còn bao gồm một hoặc nhiều lớp phủ hoặc các màng hoặc các tấm để tạo ra ký hiệu an ninh phản chiếu đa lớp với các đặc tính phụ thuộc góc nhìn, như mô tả trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,641,874.

Sáng chế được mô tả cụ thể hơn trong các ví dụ sau đây, mà được dự định chỉ để minh họa, do nhiều thay đổi và cải biến ở đây sẽ trở nên rõ ràng đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Trừ khi có quy định khác đi, tất cả các phần và tất cả tốc độ phần trăm đều tính theo trọng lượng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phần 1 mô tả việc điều chế của dạng phối chế lớp lót (primer layer formulation - PLF). Phần 2 mô tả việc điều chế của dạng phối chế sắp xếp thẳng hàng tinh thể lỏng (liquid crystal alignment formulation - LCAF). Phần 3 mô tả việc điều chế dạng phối chế lớp phủ (coating layer formulation - CLF). Phần 4 mô tả việc điều chế dạng phối chế lớp phủ trên cùng (topcoat layer formulation - TLF). Phần 5 mô tả việc điều chế của dạng phối chế lớp phủ cứng (hard coat formulation - HCF). Phần 6 mô tả quy trình dùng để điều chế chất nền và chông của các lớp phủ được liệt kê trong Bảng 1. Phần 7 mô tả các thử nghiệm tiến hành đổi màu theo ánh sáng bao gồm tốc độ hấp thụ và đo đáp ứng quang học được báo cáo trong Bảng 1 đối với các Ví dụ so sánh (Comparative Example - CE) từ 1 đến 6 và các Ví dụ từ 1 đến 4.

Phần 1 – Điều chế PLF

Các vật liệu sau đây được bổ sung vào trong thùng chứa thích hợp được lắp đặt thanh khuấy từ với lượng chỉ ra như sau:

Polyacrylat polyol (14,69 g) (Chế phẩm D của Ví dụ 1 trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,187,444, mà phần bộc lộ polyol được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu, trừ khi trong Lần nạp 2, styren được thay thế bằng

metyl metacrylat và 0,5 % theo trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng monome, của triphenyl phosphite được bổ sung);

Polyalkylencacbonat diol (36,70 g) POLYMEG® 1000 từ Great Lakes Chemical Corp;

DESMODUR® PL 340 (48,23 g) từ Bayer Material Science;

TRIXENE® BI 7960 (34,39 g) từ Baxenden;

Polydimetylsiloxan được biến đổi polyete (0,08 g) BYK®-333 từ BYK-Chemie, USA;

Chất xúc tác uretan (1,00 g) KKAT® 348 từ King Industries;

Gamma-Glyxidoxypropyltrimetoxysilan (3,96 g) A-187 từ Momentive Performance Materials;

Chất ổn định ánh sáng (8,07 g) TINUVIN® 928 từ Ciba Specialty Chemicals;

AROMATIC 100 (36,00 g) hỗn hợp của các dung môi có nhiệt độ sôi cao có sẵn từ Texaco; và

1-Metyl-2-pyrolidinon (61,88 g) từ Sigma-Aldrich).

Hỗn hợp được khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong vòng 2 giờ để thu dung dịch có khoảng 46,82 trọng lượng % chất rắn cuối dựa trên tổng trọng lượng của dung dịch. Các hợp chất đổi màu theo ánh sáng được bổ sung vào dung dịch này cùng với trộn ở lượng chỉ ra như sau:

Hợp chất đổi màu theo ánh sáng – 1 (PC-1) (0,09 g) được báo cáo là 7,7-diphenyl-2-pentyl-4-oxo-4H-7H-[1,3]dioxino[5',4':3,4]naphto[1,2-b]pyran và được điều chế theo quy trình của Ví dụ 5 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,022,497, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

PC-2 (2,10 g) được báo cáo là 3,3-di(4-metoxypheyl)-11-morpholino-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3': 3,4]naphto-[1,2-b]pyran và được điều chế theo quy trình của Ví dụ 1 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,262,295 B2, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

PC-3 (0,81 g) được báo cáo là 7-(4-metoxyphephenyl)-7-(2-flo-4-morpholinopphenyl)-2-pentyl-4-oxo-4H-7H-[1,3]dioxino[5',4':3,4]naphto[1,2-b]pyran được điều chế theo quy trình của Ví dụ 5 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 6,022,497, trừ khi 1-(4-metoxyphephenyl)-1-(2-flo-4-morpholinopphenyl)-2-propyn-1-ol được dùng ở vị trí của 1,1-diphenyl)-2-propyn-1-ol.

Lớp lót mà không có các hợp chất đổi màu theo ánh sáng cũng được điều chế để dùng như Các Ví dụ so sánh 4 và 5.

Phần 2 – Điều chế LCAF

Staralign 2200CP10 mua từ Ventico được pha loãng thành dung dịch 2% với dung môi xyclopentanon.

Phần 3 – Điều chế CLF

Các monome tinh thể lỏng (LCM) các vật liệu trong CLF được điều chế như dưới đây:

LCM-1 là 1-(6-(6-(6-(6-(6-(6-(6-(8-(4-(4-(4-(8-acryloyloxyhexylloxy)benzoyloxy) phenyloxycacbonyl)phenoxy)octyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexan-1-ol mà được điều chế theo các quy trình được mô tả trong Ví dụ 17 của Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,910,019, mà phần bậc lộ monome tinh thể lỏng được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

LCM-2 được thương mại hóa dưới tên RM257 được báo cáo là 2-metyl-1,4-phenylen este của axit 4-(3-acryloyloxypropyloxy)-benzoic, có sẵn từ EMD Chemicals, Inc., có công thức phân tử là $C_{33}H_{32}O_{10}$.

LCM-3 là 1-(6-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenoxy)hexyloxy)-2-metylprop-2-en-1-on được điều chế theo quy trình của Ví dụ 1 trong Bảng sáng chế Hoa Kỳ số 7,910,019, trừ khi $n=0$, mà phần bậc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

LCM-4 là 1-(6-(6-(6-(6-(6-(6-(8-(4-(4-(4-hexyloxybenzoyloxy)phenoxy)carbonyl)-phenoxy)octyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-6-oxohexyloxy)-2-methylprop-2-en-1-on được điều chế theo các quy trình của Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 7,910,019, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

CLF được điều chế như dưới đây:

Bổ sung LCM-1 (1,08 g), LCM-2 (2,4 g), LCM-3 (1,08g), LCM-4 (1,44g), 4-metoxyphenol (0,006 g), và IRGACURE® 819 (0,09 g, chất khơi mào quang học có sẵn từ Ciba-Geigy Corporation) vào bình thóp cổ thích hợp chứa hỗn hợp của anisol (3,99g) và chất phụ gia BYK®-322 0,004g, được báo cáo là poly-metyl-alkyl-siloxan được biến đổi aralkyl có sẵn từ BYK Chemie, USA),. Hỗn hợp thu được chứa 60 phần trăm tính theo trọng lượng là các chất rắn monome, dựa trên tổng trọng lượng của hỗn hợp, được khuấy trong vòng 2 giờ ở 80°C và làm mát đến khoảng 26°C và các hợp chất đổi màu theo ánh sáng sau đó được bổ sung vào. PC-4 được bổ sung ở lượng là 4,8 phần trăm tính theo trọng lượng dựa trên các chất rắn monome và được báo cáo là 3-Phenyl-3-(4-metoxyphenyl)-10-[4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)phenyl)benzamido)phenyl]-6-triflometyl-13,13-dimetyl-3,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran được điều chế theo quy trình của Ví dụ 19 của Đơn sáng chế Hoa Kỳ số 12/928687 được nộp vào ngày 16/12/2010, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu; và PC-5 (7-2384) được bổ sung ở lượng là 7,2 phần trăm tính theo trọng lượng dựa trên các chất rắn monome và được báo cáo là 3,3-bis(4-metoxyphenyl)-13-metoxyl-13-etyl-7-[2-metyl-4-(4-(4-(trans-4-pentylxyclohexyl)-phenyl)benzamido)phenyl]-6-metoxyl-13,13-dihydro-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran được điều chế theo các quy trình của Đơn sáng chế Hoa Kỳ số 12/928681 được nộp vào ngày 16/12/2010, mà phần bộc lộ được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

Phần 4: Điều chế TLF

TLF được điều chế như dưới đây:

Các vật liệu sau được bổ sung vào bình thủy tinh màu hổ phách 50 mL được lắp đặt thanh khuấy từ:

Hydroxy metacrylat (1, 242 g) từ Sigma-Aldrich;

Neopentyl glycol diacrylat (13,7175 g) SR247 từ Sartomer;

Trimetylolpropan trimetacrylat (2,5825 g) SR350 từ Sartomer;

DESMODUR® PL 340 (5,02 g) từ Bayer Material Science;

IRGACURE®-819 (0,0628 g) từ Ciba Speciality Chemicals;

DAROCUR® TPO (0,0628 g; từ Ciba Speciality Chemicals,

Polybutyl acrylat (0,125 g),

3-Aminopropylpropyltrimetoxysilan (1,4570 g) A-1100 từ Momentive Performance Materials; và

200 etanol khan tuyệt đối chống thấm (1,4570 g) từ Pharmaco-Aaper.

Hỗn hợp được khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong vòng 2 giờ. Đối với TLF dùng trong Ví dụ 4, chất hấp thụ ánh sáng cực tím (ultraviolet light absorber - UVA) được bổ sung ở lượng là 1 phần trăm tính theo trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng dung dịch. UVA là TINUVIN® 384 của lớp hydroxyphenylbenzotriazol từ Ciba Specialty Chemicals.

Phần 5: Điều chế HCF

HCF được điều chế như dưới đây: Lần nạp 1 được bổ sung vào cốc khô sạch và đặt trong bể đá ở 5°C cùng với khuấy. Lần nạp 2 được bổ sung và sự tỏa nhiệt làm tăng nhiệt độ của hỗn hợp phản ứng lên 50°C. Nhiệt độ của hỗn hợp phản ứng thu được được làm mát xuống 20-25°C và Lần nạp 3 được bổ sung cùng với khuấy. Lần nạp 4 được bổ sung để điều chỉnh độ pH từ khoảng 3 đến khoảng 5,5. Lần nạp 5 được bổ sung và dung dịch được trộn trong vòng nửa giờ. Dung dịch thu được được lọc qua lưới lọc viên nặng 0,45 micro mét và bảo quản ở 4°C cho đến khi dùng.

Lần nạp 1

glyxidoxypropyltrimetoxysilan 32,4 gam

metyltrimetoxysilan 345,5 gam

Lần nạp 2

Dung dịch chứa nước khử ion (deioned water - DI) với axit nitric (axit nitric 1g/7000g) 292 gam

Lần nạp 3

Dung môi DOWANOL® PM 228 gam

Lần nạp 4

TMAOH (25% tetrametylamoni hydroxit trong metanol) 0,45 gam

Lần nạp 5

Chất hoạt động bề mặt BYK®-306 2,0 gam

Phần 6 – Các quy trình dùng để điều chế chất nền và Báo cáo việc chống lớp phủ trong Bảng 1

Điều chế chất nền

Các chất nền hình vuông có kích thước 5,08 cm x 5,08 cm x 0,318 cm (2 in-sơ (in.) x 2 in. x 0,125 in.) được điều chế từ monome CR-39® được thu lại từ Homalite, Inc. Each, chất nền được làm sạch bằng cách lau với khăn giấy thấm axeton và làm khô với dòng khí và vành kính được xử lý bằng cách cho đi trên băng chuyền trong thiết bị xử lý vành kính có seri Power Genrator HV 2000 hệ thống Tantec EST số 020270 với máy biến đổi điện áp cao. Các chất nền được cho tiếp xúc với vành kính được tạo ra bởi 53,99 KV, 500 Watt trong khi chạy trên băng tải với vận tốc của băng chuyền 3 ft/phút.

Quy trình phủ đối với lớp lót

PLF được phủ lên các chất nền thử nghiệm bằng cách phủ quay trên một phần của bề mặt của chất nền thử nghiệm bằng cách phân phối khoảng 1,5 mL của dung dịch và quay các chất nền 500 vòng mỗi phút (rpm) trong 3

giây, tiếp theo là 1500 rpm trong 7 giây, tiếp theo là 2500 rpm trong 4 giây. Bộ xử lý quay từ Laurell Technologies Corp. (WS-400B-6NPP/LITE) được dùng để phủ xoay. Sau đó, các chất nền được phủ được đặt trong lò duy trì ở 125° C trong 60 phút. Các chất nền được phủ được làm mát đến khoảng 26° C. Chất nền được xử lý vành kính bằng cách cho đi qua trên băng chuyển trong thiết bị xử lý vành kính có seri Power Generator HV 2000 hệ thống Tantec EST số 020270 với máy biến đổi điện áp cao. Các lớp lót đã được làm khô được cho tiếp xúc với vành kính được tạo ra bởi 53,00 KV, 500 Watt trong khi chạy trên băng tải với vận tốc của băng chuyển 3 ft/phút.

Quy trình phủ đối với Lớp xếp thẳng hàng tinh thể lỏng

LCAF được phủ lên các chất nền thử nghiệm bằng cách phủ quay trên một phần của bề mặt của chất nền thử nghiệm bằng cách phân phối khoảng 1,0 mL của dung dịch và quay các chất nền 800 vòng mỗi phút (rpm) trong vòng 3 giây, tiếp theo là 1000 rpm trong vòng 7 giây, tiếp theo là 2500 rpm trong vòng 4 giây. Bộ xử lý quay từ Laurell Technologies Corp. (WS-400B-6NPP/LITE) được dùng để phủ xoay. Sau đó, các chất nền được phủ được đặt trong lò duy trì ở 120° C trong vòng 30 phút. Các chất nền được phủ được làm mát đến khoảng 26°C.

Lớp xếp thẳng hàng ảnh được làm khô trên mỗi chất nền được sắp xếp ít nhất theo phần bằng cách tiếp xúc với bức xạ cực tím được phân cực tuyến tính. Nguồn ánh sáng được định hướng sao cho bức xạ được phân cực tuyến tính trong mặt phẳng vuông góc với bề mặt của chất nền. Lượng bức xạ cực tím mà mỗi lớp xếp thẳng hàng ảnh được cho tiếp xúc để đo được bằng cách sử dụng Máy đo bức xạ năng lượng cao UV Power Puck™ từ EIT Inc (Serial No. 2066) và như dưới đây: UVA 0,018W/cm² và 5,361 J/cm²; UVB 0 W/cm² và 0 J/cm²; UVC 0 W/cm² và 0 J/cm²; và UVV 0,005 W/cm² và 1,541 J/cm². Sau khi sắp xếp ít nhất một phần của mạng lưới polyme định hướng quang học, các chất nền được làm mát đến khoảng 26° C và giữ được che.

Quy trình phủ đối với lớp phủ

CLF được phủ quay ở tốc độ 400 vòng mỗi phút (rpm) trong vòng 6 giây, tiếp theo là 800 rpm trong vòng 6 giây trên các vật liệu sắp xếp thẳng hàng quang học được sắp xếp ít nhất theo phần trên các chất nền thử nghiệm. Mỗi chất nền được phủ được đặt trong lò ở 60°C trong vòng 30 phút. Sau đó chúng được hóa rắn dưới hai đèn cực tím trong Máy lò hóa rắn bằng UV được thiết kế và xây dựng bởi Belcan Engineering trong khí quyển nitơ trong khi chạy trên băng chuyền ở vận tốc 2 ft/phút tại cường độ đỉnh 0,388 Watts/cm² của UVA và 0,165 Watts/cm² của UVV và liều lượng UV là 7,386 Joules/cm² của UVA và 3,337 Joules/cm² của UVV. Nếu chất nền được phủ nhận lớp phủ trên cùng, lớp được hóa rắn được cho tiếp xúc với vành kính được tạo ra bởi 53,00 KV, 500 Watt trong khi chạy trên băng tải ở vận tốc của băng chuyền 3 ft/phút. Nếu chất nền được phủ không nhận lớp phủ trên cùng, hóa rắn sau được hoàn thiện ở 105 °C trong vòng 3 giờ.

Quy trình phủ đối với lớp phủ trên cùng

TLF được phủ quay ở tốc độ 1400 vòng mỗi phút (rpm) trong vòng 7 giây trên các chất nền được phủ CLF hóa rắn. Sau đó các chất nền được hóa rắn dưới hai đèn cực tím trong Máy lò hóa rắn UV được thiết kế và xây dựng bởi Belcan Engineering trong khí quyển nitơ trong khi chạy trên băng chuyền ở vận tốc 6 ft/phút tại cường độ đỉnh 1,887 Watts/cm² của UVA và 0,694 Watts/cm² của UVV và liều lượng UV là 4,699 Joules/cm² của UVA và 1,787 Joules/cm² của UVV. Nếu chất nền được phủ nhận lớp phủ cứng, lớp được hóa rắn được cho tiếp xúc với vành kính được tạo ra bởi 53,00 KV, 500 Watt trong khi chạy trên băng tải ở vận tốc của băng chuyền 3 ft/phút. Nếu chất nền được phủ không nhận lớp phủ cứng, hóa rắn sau được hoàn thiện ở 105 °C trong vòng 3 giờ.

Quy trình phủ đối với Lớp phủ cứng

HCF được phủ quay ở tốc độ 2000 vòng mỗi phút (rpm) trong vòng 10 giây trên các chất nền được phủ lớp phủ trên cùng được hóa rắn. Hóa rắn sau của các chất nền được phủ được hoàn thiện ở 105°C trong vòng 3 giờ.

Phần 7 -Các thử nghiệm tiến hành đổi màu theo ánh sáng bao gồm Tốc độ hấp thụ và phép đo đáp ứng quang học

Các tốc độ hấp thụ (Absorption ratio - AR) đối với mỗi trong số các chất nền có lớp phủ chứa thuốc nhuộm lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng (photochromic dichroic dye - PCDD) được xác định như dưới đây. Máy đo quang phổ Cary 6000i UV-Visible được trang bị giá đỡ mẫu tự định tâm được gắn trên giai đoạn xoay (Model M-060-PD từ Polytech, PI) và phần mềm phù hợp. Máy phân tích phân cực (Moxtek PROFLUX® polarizer) được đặt trong đăm mẫu trước mẫu. Dụng cụ được thiết lập với các thông số sau đây: vận tốc quét = 600 nm/phút; Khoảng dữ liệu = 1,0 nm; thời gian hợp nhất = 100 ms; khoảng hấp thụ = 0-6,5; chế độ Y = hấp thụ; chế độ X = nano mét; và khoảng quét là từ 380 đến 800 nm. Các lựa chọn được thiết lập đối với 3,5 chiều rộng dải hở (slit band width - SBW), và hai lần đối với chế độ chiếu. Các tùy chọn dòng cơ sở được thiết lập đối với sự hiệu chỉnh Zero/dòng cơ sở. Cũng như vậy, các kính lọc Mật độ Trung tính Màn hình 1,1 và 1,5 (~2,6 cùng nhau) là trong đường tham chiếu đối với tất cả các tia quét. Các mẫu nền được phủ được thử nghiệm trong không khí, ở nhiệt độ trong phòng ($22,7^{\circ}\text{C} \pm 2,4^{\circ}\text{C}$) duy trì bằng hệ thống điều hòa không khí trong phòng thí nghiệm.

Sự định hướng của bộ phân cực mẫu là song song và vuông góc với bộ phân cực phân tích được thực hiện theo cách sau đây. Cary 6000i được thiết lập đến 443 nm đối với các mẫu chứa DD-2 và 675 nm đối với các mẫu chứa DD-1, và độ hấp thụ được theo dõi đối với mẫu được quay theo các bước nhỏ (0,1 đến 5 độ, chẳng hạn, 5, 1, 0,5 và 0,1 độ). Việc quay của mẫu được tiếp tục đến khi độ hấp thụ đạt cực đại. Vị trí này được xác định như vuông góc hoặc vị trí 90 độ. Vị trí song song thu được bằng cách quay sàn 90 độ theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ. Sự sắp xếp thẳng hàng của các mẫu đạt được đến $\pm 0,1^{\circ}$.

Phổ hấp thụ được thu thập ở cả 90 và 0 độ đối với mỗi mẫu. Việc phân tích dữ liệu được xử lý bằng phần mềm Igor Pro có sẵn từ WaveMetrics. Phổ được nạp vào trong Igor Pro và các độ hấp thụ được dùng để tính toán các

tốc độ hấp thụ ở 443 nm và 675 nm. Các tốc độ hấp thụ được tính toán được liệt kê trong Bảng 7.

Trước khi đáp ứng thử nghiệm trên giá quang học, các chất nền được điều hòa bằng cách cho chúng tiếp xúc với ánh sáng cực tím 365 nm trong vòng 10 phút ở khoảng cách khoảng 14 cm từ nguồn để kích hoạt trước các phân tử đổi màu theo ánh sáng. Việc chiếu xạ UVA ở mẫu được đo bằng máy đo quang phổ Licor Model Li-1800 và được tìm thấy là 22,2 Watts mỗi mét vuông. Sau đó các mẫu được đặt dưới đèn halogen (500 W, 120 V) trong khoảng 10 phút ở khoảng cách khoảng 36 cm từ đèn để làm mất màu, hoặc bất hoạt, hợp chất đổi màu theo ánh sáng trong các mẫu. Độ chiếu sáng ở mẫu được đo bằng Máy đo quang phổ Licor và được tìm thấy là 21,9 Klux. Sau đó các mẫu được giữ trong điều kiện tối trong ít nhất 1 giờ trước khi thử nghiệm để làm mát và tiếp tục làm phai màu trở về trạng thái cơ bản.

Giá quang học được dùng để đo các tính chất quang học của các chất nền được phủ và lấy ra được tốc độ hấp thụ và các tính chất đổi màu theo ánh sáng. Mỗi mẫu thử nghiệm được đặt trên giá quang học với nguồn ánh sáng hoạt động (đèn hồ quang Newport/Oriel Model 66485 300-Watt Xenon vừa với máy tính vận tốc cao UNIBLITZ® VS-25 kiểm soát màn chắn mà đóng trong giây lát trong suốt quá trình thu thập thông tin sao cho ánh sáng đi lạc sẽ không can thiệp vào quá trình thu thập dữ liệu, bộ lọc thông dải SCHOTT® 3 mm KG-1, mà được loại bỏ bức xạ bước sóng ngắn, (các) bộ lọc mật độ trung tính để giảm cường độ và thấu kính ngưng tụ để chuẩn trực chùm tia) được bố trí ở góc 30° đến 35° so với bề mặt của mẫu thử nghiệm. Đèn hồ quang được trang bị thiết bị kiểm soát cường độ ánh sáng (Newport/Oriel model 68950).

Nguồn ánh sáng băng thông rộng để theo dõi các phép đo đáp ứng được bố trí theo cách vuông góc với bề mặt của mẫu thử nghiệm. Tín hiệu được tăng cường của các bước sóng nhìn thấy được ngắn hơn thu được bằng cách thu thập và kết hợp ánh sáng được lọc riêng từ đèn halogen vonfram 100-Watt (điều khiển bằng bộ cấp bột điện áp không đổi LAMBDA® UP60-14) bằng cáp quang sợi đôi được tách ở đầu. Ánh sáng từ một phía của đèn

halogen vonfram được lọc với bộ lọc SCHOTT® KG1 để hấp thụ nhiệt và bộ lọc HOYA® B-440 để cho phép các bước sóng ngắn hơn đi qua. Phía khác của ánh sáng cũng được lọc với bộ lọc SCHOTT® KG1 hoặc không được lọc. Ánh sáng được thu thập bằng cách tập trung ánh sáng từ mỗi phía của đèn trên đầu phân tách của cáp quang sợi đôi được tách ở đầu, và tiếp theo là kết hợp vào một nguồn ánh sáng nổi lên từ đầu đơn của cáp. Ống 4" được gắn kết với đầu đơn của cáp để đảm bảo trộn đúng. Nguồn ánh sáng bằng thông rộng vừa với máy tính vận tốc cao UNIBLITZ® VS-25 kiểm soát màn chắn mà mở trong giây lát trong suốt quá trình thu thập dữ liệu.

Sự phân cực của nguồn ánh sáng thu được bằng cách truyền ánh sáng từ đầu đơn của cáp thông qua bộ phân cực Moxtek, PROFLUX® được giữ trong máy tính điều khiển, giai đoạn quay được cơ giới hóa (Model M-061-PD từ Polytech, PI). Tia giám sát được thiết lập sao cho một mặt phẳng phân cực (0°) được làm vuông góc với mặt phẳng của bảng giá quang học và mặt phẳng phân cực thứ hai (90°) được song song với mặt phẳng của bảng giá quang học. Các mẫu được chạy trong không khí, ở $23^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$ duy trì bằng pin không khí kiểm soát nhiệt độ.

Để sắp xếp thẳng hàng mỗi mẫu, bộ phân cực thứ hai được bổ sung vào quang trình. Bộ phân cực thứ hai được thiết lập thành 90° của bộ phân cực thứ nhất. Mẫu được đặt trong pin không khí trong giá đỡ tự định tâm được gắn trên giai đoạn xoay (Model No M-061. PD từ Polytech, PI). Chùm tia laze (laze diot Coherent –ULN 635) được hướng qua các bộ phân cực chéo và mẫu. Mẫu được quay (trong các bước 3° khi chuyển động và trong các bước $0,1^\circ$ khi di chuyển nhỏ) để tìm ra độ truyền tối thiểu. Ở điểm này, mẫu được sắp xếp thẳng hàng song song hoặc vuông góc với bộ phân cực Moxtek và bộ phân cực thứ hai cũng như chùm tia laze diot được loại bỏ khỏi quang trình. Mẫu được sắp xếp thẳng hàng $\pm 0,2^\circ$ trước khi kích hoạt.

Để tiến hành các phép đo, mỗi mẫu thử nghiệm được cho tiếp xúc với $6,7 \text{ W/m}^2$ của UVA từ nguồn ánh sáng được kích hoạt trong vòng từ 10 đến 20 phút để kích hoạt hợp chất đổi màu theo ánh sáng. Máy đo bức xạ nghiên cứu

ánh sáng quốc tế (Model IL-1700) với hệ thống dò tìm (máy dò Model SED033, bộ lọc B, và bộ khuếch tán) được dùng để xác minh phơi nhiễm vào đầu mỗi ngày. Ánh sáng từ nguồn giám sát mà được phân cực đến mặt phẳng phân cực 0° sau đó được cho qua mẫu được phủ và tập trung vào quả cầu tích hợp 1", mà được liên kết với máy đo quang phổ OCEAN OPTICS® S2000 sử dụng cáp quang sợi một chức năng. Thông tin phổ, sau khi đi qua mẫu, được thu thập bằng cách sử dụng phần mềm OCEAN OPTICS® OOIBase32 và OOIColor, và phần mềm độc quyền PPG. Trong khi vật liệu đổi màu theo ánh sáng được kích hoạt, vị trí của của tấm phân cực được quay qua và quay lại để phân cực ánh sáng từ nguồn ánh sáng giám sát thành mặt phẳng phân cực 90° và trở lại. Dữ liệu được thu thập trong khoảng 600 đến 1200 giây ở các khoảng thời gian 5 giây một trong suốt sự kích hoạt. Đối với mỗi thử nghiệm, sự quay của các bộ phân cực được điều chỉnh để thu thập dữ liệu theo cách trình tự sau đây của các mặt phẳng phân cực: 0° , 90° , 90° , 0° , v.v..

Phổ hấp thụ được thu lại và phân tích đối với mỗi mẫu thử nghiệm sử dụng phần mềm Igor Pro (có sẵn từ WaveMetrics). Sự thay đổi trong độ hấp thụ theo mỗi hướng phân cực với mỗi mẫu thử nghiệm được tính toán bằng cách trừ đi thời gian 0 (ví dụ, không được kích hoạt) phép đo độ hấp thụ đối với các mẫu ở mỗi bước sóng được thử nghiệm. Các trị số hấp thụ trung bình được thu lại trong vùng của biên dạng kích hoạt tại nơi mà đáp ứng đổi màu theo ánh sáng của hợp chất đổi màu theo ánh sáng đã bão hòa hoặc gần bão hòa (ví dụ, các vùng tại nơi mà độ hấp thụ đo được không tăng hoặc không tăng đáng kể theo thời gian) đối với mỗi mẫu bằng cách lấy trung bình độ hấp thụ ở mỗi thời gian trong vùng này. Trị số hấp thụ trung bình trong khoảng xác định trước của các bước sóng tương ứng $\lambda_{\text{max-vis}} \pm 5 \text{ nm}$ được trích xuất đối với các sự phân cực 0° và 90° , và tốc độ hấp thụ đối với mỗi bước sóng trong khoảng được tính toán bằng cách chia độ hấp thụ trung bình lớn hơn bởi độ hấp thụ trung bình nhỏ. Đối với mỗi bước sóng chiết xuất ra, các điểm dữ liệu 5 đến 100 được tính trung bình. Tốc độ hấp thụ trung bình đối với hợp chất đổi màu theo ánh sáng sau đó được tính toán bằng cách lấy trung bình các tốc độ hấp thụ riêng này.

Sự thay đổi mật độ quang học (ΔOD) từ trạng thái bị mất màu sang trạng thái tối màu được xác định bằng cách thiết lập độ truyền ban đầu, mở màn chắn từ đèn xenon để tạo ra bức xạ cực tím để thay đổi thấu kính thử nghiệm từ trạng thái bị mất màu sang trạng thái được kích hoạt (ví dụ, làm tối màu). Dữ liệu được thu thập ở các thời điểm được chọn của thời gian, đo độ truyền trong trạng thái được kích hoạt, và tính toán sự thay đổi trong mật độ quang học theo công thức: $\Delta OD = \log(\%T_b/\%T_a)$, trong đó $\%T_b$ là độ truyền tính theo phần trăm trong trạng thái bị mất màu, $\%T_a$ là độ truyền tính theo phần trăm trong trạng thái được kích hoạt và logarit là trên cơ số 10. Các phép đo được thực hiện ở bước sóng photopic (Phot) cũng như ở các bước sóng mà được tính trung bình của 440 nm và 570 nm và được báo cáo trong Bảng 1.

Chu kỳ bán rã ($T_{1/2}$) là khoảng thời gian bằng giây đối với ΔOD của dạng được kích hoạt của các hợp chất đổi màu theo ánh sáng trong các mẫu thử nghiệm để đạt đến một nửa ΔOD được đo sau mười lăm phút, hoặc sau khi trạng thái bão hòa hoặc gần bão hòa đạt được, ở nhiệt độ trong phòng sau khi loại bỏ nguồn ánh sáng kích hoạt, chẳng hạn, bằng cách đóng màn chắn.

Các kết quả trong các ví dụ 1-4 và Ví dụ so sánh 1-6 được liệt kê trong Bảng 1. Đối với mỗi bước sóng, ΔOD của các Ví dụ 1-4 là lớn hơn đối với Ví dụ so sánh 1-6.

Bảng 1 – Sự hoạt động đổi màu theo ánh sáng và các tốc độ hấp thụ đối với các lớp phủ của các Ví dụ 1-4 và các Ví dụ so sánh 1-6

Xác định mẫu	Lớp lót	Lớp lót + PC	Lớp sắp xếp thẳng hàng tinh thể lỏng	Lớp phủ	Lớp phủ trên cùng	Lớp phủ trên cùng + UVA	Phủ cứng	ΔOD			T1/2 (giây)	AR
								Phot	440nm (trung bình)	570nm (trung bình)		
VÍ DỤ SO SÁNH 1			X	X				0,62	0,62	0,73	157	4,21
VÍ DỤ SO SÁNH 2			X	X	X			0,63	0,63	0,74	164	3,93
VÍ DỤ SO SÁNH 3			X	X	X		X	0,63	0,63	0,76	151	3,68
VÍ DỤ SO SÁNH 4	X		X	X				0,63	0,63	0,74	159	4,18
VÍ DỤ SO SÁNH 5	X		X	X	X			0,63	0,63	0,75	168	3,85
VÍ DỤ SO SÁNH 6		X	X					0,27	0,27	0,32	156	---
VÍ DỤ 1		X	X	X				0,67	0,66	0,79	159	3,82
VÍ DỤ 2		X	X	X	X		X	0,70	0,69	0,84	167	3,51
VÍ DỤ 3		X	X	X	X			0,70	0,70	0,83	167	3,55
VÍ DỤ 4		X	X	X		X		0,65	0,65	0,78	172	3,30

Sáng chế đã được mô tả với sự tham chiếu đến chi tiết cụ thể của các phương án đặc biệt của chúng. Không có dự định rằng các mô tả chi tiết này được coi là các giới hạn đối với sáng chế, ngoại trừ trong chừng mực mà các mô tả chi tiết này được bao gồm trong các yêu cầu bảo hộ đi kèm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng bao gồm:

chất nền;

lớp lót bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất có bước sóng lớn hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, và lớp lót được bố trí ở trên chất nền; và

lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai có bước sóng lớn hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được bố trí ở trên lớp lót,

trong đó bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất, và

ngoài ra trong đó hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất.

2. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây:

(bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất) $\times$ 1,05.

3. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây:

(bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất) $\times 1,025$.

4. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất.

5. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai độc lập được chọn từ 300 nm đến 780 nm.

6. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 5, trong đó mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai độc lập được chọn từ 300 nm đến 500 nm.

7. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 6, trong đó bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất được chọn từ 400 nm đến 420 nm, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai được chọn từ 350 nm đến 370 nm, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây:

(bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất) $\times 1,05$.

8. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó lớp lót còn bao gồm nền hữu cơ bao gồm các liên kết polyuretan.

9. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng còn bao gồm vật liệu không đẳng hướng.

10. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 9, trong đó vật liệu không đẳng hướng bao gồm vật liệu tinh thể lỏng.

11. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần.

12. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng còn bao gồm polyme được tách pha bao gồm:

pha nền mà được sắp xếp ít nhất một phần, và

pha đưa vào mà được sắp xếp ít nhất một phần,

trong đó pha đưa vào bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với ít nhất một phần của pha đưa vào.

13. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng còn bao gồm mạng lưới polyme xen kẽ bao gồm,

vật liệu không đẳng hướng mà được sắp xếp ít nhất một phần, và

vật liệu polyme,

trong đó vật liệu không đẳng hướng bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phần với ít nhất một phần của vật liệu không đẳng hướng.

14. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng còn bao gồm ít nhất một chất phụ gia được chọn từ thuốc nhuộm, chất xúc tác sắp xếp thẳng hàng, chất phụ gia làm tăng động học, chất khơi mào quang học, chất khơi mào nhiệt học, chất ức chế polyme hóa, dung môi, chất ổn định ánh sáng, chất ổn định nhiệt, chất giải phóng khuôn, chất kiểm soát lưu biến học, chất làm đều màu, chất loại bỏ gốc tự do, và chất xúc tác bám dính.

15. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng còn bao gồm ít nhất một vật liệu lưỡng sắc được chọn từ azometin, indigoit, thioindigoit, meroxanin, indan, thuốc nhuộm quinophtalonic, perylen, phthaloperin, triphenodioxazin, indoloquinoxalin, imidazo-triazin, tetrazin, thuốc nhuộm azo và (poly)azo, benzoquinon, naphtoquinon, anthroquinon và (poly)anthroquinon, anthropyrimidinon, iodín và iodat.

16. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó mỗi hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng độc lập được chọn từ naphtopyran dung hợp indeno, naphto[1,2-b]pyran, naphto[2,1-b]pyran, spirofloeno[1,2-b]pyran, phenanthropyran, quinolinopyran, floanthenopyran, spiropyran, benzoxazin, naphtoxazin, spiro(indolin)naphtoxazin, spiro(indolin)pyridobenzoxazin, spiro(indolin)floanthenoxazin, spiro(indolin)quinoxazin, fulgit, fulgimit, diaryleten, diarylalkyeten, diarylalkenyleten, hợp chất đổi màu theo ánh sáng nghịch đảo về nhiệt, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng không nghịch đảo về nhiệt, và hỗn hợp của chúng.

17. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó vật dụng này còn bao gồm lớp xếp thẳng hàng được đặt vào giữa lớp lót và lớp lưỡng sắc đổi màu theo

ánh sáng, và hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được sắp xếp thẳng hàng ít nhất theo phân.

18. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó vật dụng này còn bao gồm lớp phủ trên cùng bao gồm chất hấp thụ ánh sáng cực tím, trong đó lớp phủ trên cùng nằm trên lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng.

19. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 18, trong đó vật dụng này còn bao gồm lớp phủ cứng, trong đó lớp phủ cứng nằm trên lớp phủ trên cùng.

20. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó vật dụng đổi màu theo ánh sáng được chọn từ vật dụng dùng cho mắt, vật dụng hiển thị, cửa sổ, gương, và vật dụng tế bào tinh thể lỏng hoạt động, và vật dụng tế bào tinh thể lỏng không hoạt động.

21. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 20, trong đó vật dụng đổi màu theo ánh sáng được chọn từ kính điều chỉnh khúc xạ, kính không điều chỉnh khúc xạ, kính áp tròng, kính trong mắt, kính khuếch đại, kính bảo vệ, và tấm kính che.

22. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 20, trong đó vật dụng hiển thị được chọn từ màn chiếu, màn hình, và thiết bị an ninh.

23. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1, trong đó chất nền được chọn từ chất nền không được nhuộm màu, chất nền được nhuộm màu, chất nền đổi màu theo ánh sáng, chất nền đổi màu theo ánh sáng được nhuộm màu, và chất nền phân cực tuyến tính.

24. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng bao gồm:

chất nền;

lớp lót bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất có bước sóng lớn hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, và lớp lót được bố trí ở trên chất nền;

lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng bao gồm hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai có bước sóng lớn hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng được bố trí ở trên lớp lót; và

lớp phủ trên cùng bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba có bước sóng lớn hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba, và lớp phủ trên cùng được bố trí ở trên lớp lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng,

trong đó bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba là nhỏ hơn so với bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai,

ngoài ra trong đó hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, và

hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai có độ hấp thụ nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ở bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai.

25. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 24, trong đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây:

$$(\text{bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất}) \times 1,05$$

và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ hai được tính toán từ phương trình dưới đây:

$$(\text{bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai}) \times 1,05.$$

26. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 24, trong đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây:

$$(\text{bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất}) \times 1,025$$

và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ hai được tính toán từ phương trình dưới đây:

$$(\text{bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai}) \times 1,025.$$

27. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 24, trong đó bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba là nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai.

28. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 24, trong đó mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ

đỉnh thứ hai, bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ ba độc lập được chọn từ 300 nm đến 780 nm.

29. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 28, trong đó mỗi bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh nhỏ nhất cuối thứ nhất, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai, bước sóng nhỏ nhất cuối thứ hai, bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba, và bước sóng nhỏ nhất cuối thứ ba độc lập được chọn từ 300 nm đến 500 nm.

30. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 29, trong đó:

bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất được chọn từ 400 nm đến 420 nm,

bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai được chọn từ 350 nm đến 370 nm, và

bước sóng hấp thụ đỉnh thứ ba được chọn từ 310 nm đến 330 nm, và

ngoài ra trong đó, bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ nhất được tính toán từ phương trình dưới đây:

$(\text{bước sóng hấp thụ đỉnh thứ nhất}) \times 1,05,$

và bước sóng hấp thụ nhỏ nhất cuối thứ ba là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị bước sóng đan xen thứ hai được tính toán từ phương trình dưới đây:

$(\text{bước sóng hấp thụ đỉnh thứ hai}) \times 1,05.$

31. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 24, trong đó mỗi hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hợp chất lưỡng sắc đổi màu theo ánh sáng, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng thứ hai độc lập được chọn từ naphthopyran dung hợp indeno, naphtho[1,2-b]pyran, naphtho[2,1-b]pyran, spirofloeno[1,2-b]pyran, phenanthropyran, quinolinopyran, floanthenopyran, spiropyran, benzoxazin,

naphtoxazin, spiro(indolin)naphtoxazin, spiro(indolin)pyridobenzoxazin, spiro(indolin)floanthnoxazin, spiro(indolin)quinoxazin, fulgit, fulgimit, diaryleten, diarylalkyeten, diarylalkenyleten, hợp chất đổi màu theo ánh sáng nghịch đảo về nhiệt, và hợp chất đổi màu theo ánh sáng không nghịch đảo về nhiệt, và hỗn hợp của chúng.

32. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 24, trong đó lớp phủ trên cùng còn bao gồm chất hấp thụ ánh sáng cực tím.

FIG. 7

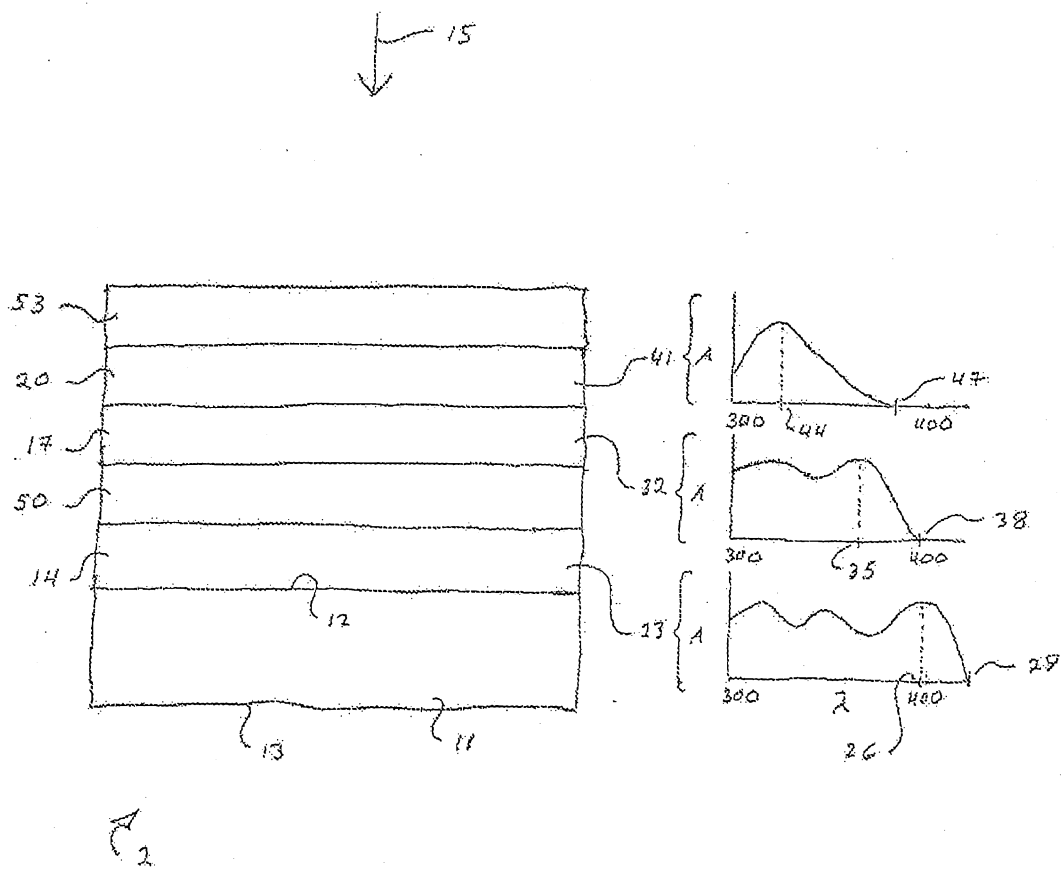


FIG. 2

