



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

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

(11)



1-0033658

(51)⁷ C07D 311/92; G02B 5/23; G03C 1/73; (13) B
C09K 9/02

(21) 1-2011-01404

(22) 26/09/2007

(62) 1-2009-00769

(86) PCT/US2007/079525 26/09/2007

(87) WO2008/054942 08/05/2008

(30) 60/855,270 30/10/2006 US; 11/860,682 25/09/2007 US

(45) 25/10/2022 415

(43) 25/08/2011 281A

(73) TRANSITIONS OPTICAL, INC. (US)

9251 Belcher Road, Pinellas Park, Florida 33782, United States of America

(72) CHOPRA, Anu (US); BROWN, Patrick, M. (US).

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

(54) VẬT LIỆU THAY ĐỔI MÀU THEO ÁNH SÁNG ĐƯỢC CẢI THIẾN TỐC ĐỘ
PHAI MÀU VÀ VẬT DỤNG THAY ĐỔI MÀU THEO ÁNH SÁNG CHỨA VẬT
LIỆU NÀY

(57) Sáng chế đề xuất các vật liệu đổi màu theo ánh sáng khác nhau hầu như không có các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa, và bao gồm: a) indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran; và b) nhóm hút điện tử không tiếp hợp được liên kết ở vị trí 11 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran. Các phương án khác bao gồm các phần tử thể khác nhau ở các vị trí khác của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran. Các vật dụng đổi màu theo ánh sáng chứa nền và một trong số những vật liệu đổi màu theo ánh sáng trên đây tiếp xúc với ít nhất một phần của nền.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nhìn chung, sáng chế đề cập đến các vật liệu đổi màu theo ánh sáng, và cụ thể hơn đề cập đến các vật liệu đổi màu theo ánh sáng chứa indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran biểu hiện sự cải thiện về tốc độ mờ. Sáng chế còn đề cập đến các vật dụng đổi màu theo ánh sáng chứa các vật liệu đổi màu theo ánh sáng này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng chịu sự biến đổi cấu trúc từ hình thức (hoặc trạng thái) này sang hình thức khác khi phản ứng lại các bước sóng bức xạ điện từ trường nhất định, mà mỗi hình thức có phổ hấp thụ đặc trưng đối với bức xạ nhìn thấy. Ví dụ, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng thuận nghịch đối với nhiệt có khả năng biến đổi từ hình thức trạng thái ban đầu sang hình thức trạng thái được hoạt hoá khi phản ứng lại bức xạ quang hoá, và trở lại hình thức trạng thái ban đầu khi phản ứng lại nhiệt năng và với sự vắng mặt của bức xạ quang hoá. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “bức xạ quang hoá” được sử dụng để chỉ bức xạ điện từ mà có khả năng làm cho vật liệu đổi màu theo ánh sáng biến đổi từ hình thức hoặc trạng thái này sang hình thức khác.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng thích ứng để sử dụng trong các ứng dụng về mắt thường cơ bản là không màu hoặc “trong suốt quang học” khi không được tiếp xúc với bức xạ quang hoá (tức là, ở hình thức trạng thái ban đầu) và biểu hiện màu nhìn thấy được là đặc trưng của phổ hấp thụ của hình thức trạng thái được hoạt hoá của vật liệu đổi màu theo ánh sáng khi tiếp xúc với bức xạ quang hoá. Các chế phẩm đổi màu theo ánh sáng và các vật dụng chứa một hoặc nhiều vật liệu đổi màu theo ánh sáng, ví dụ, các thấu kính đổi màu theo ánh sáng dùng cho ứng dụng làm đồ đeo mắt, có thể thể hiện trạng thái có màu và trong suốt mà thông thường ứng với trạng thái màu và trong suốt quang học của (các) vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà chúng chứa.

Để dùng cho ứng dụng cụ thể, tốt hơn là vật liệu đổi màu theo ánh sáng có khả năng thực hiện sự chuyển tiếp từ hình thức trạng thái không màu ban đầu sang hình thức

trạng thái hoạt hoá có màu càng nhanh càng tốt. Ngoài ra, tốt hơn là vật liệu đổi màu theo ánh sáng có khả năng thực hiện sự chuyển tiếp ngược từ hình thức trạng thái được hoạt hóa có màu về hình thức trạng thái ban đầu không màu càng nhanh càng tốt. Ví dụ, trong ứng dụng làm đồ đeo mắt đổi màu theo ánh sáng, các mặt kính mắt chứa các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể biến đổi từ trạng thái trong suốt sang trạng thái màu khi mà người đeo di chuyển từ vùng bức xạ quang hoá thấp, như, trong nhà, sang vùng bức xạ quang hoá cao, như, vùng ánh sáng mặt trời chiếu trực tiếp. Khi thấu kính trở nên có màu, thì có ít bức xạ điện từ có các bước sóng trong phạm vi vùng ánh sáng nhìn thấy và/hoặc cực tím của phổ điện từ được truyền qua thấu kính đến mắt người đeo. Nói cách khác, nhiều bức xạ điện từ được hấp thụ bởi các thấu kính ở trạng thái có màu hơn là ở trạng thái trong suốt. Khi người đeo tiếp đó di chuyển từ vùng bức xạ quang hoá cao trở lại vùng bức xạ quang hoá thấp, vật liệu đổi màu theo ánh sáng trong đồ đeo mắt có thể trở lại từ hình thức trạng thái được hoạt hóa có màu sang hình thức trạng thái ban đầu trong suốt quang học với sự vắng mặt của bức xạ quang hoá và sự hấp thụ nhiệt năng. Nếu sự chuyển tiếp từ trạng thái trong suốt quang học sang trạng thái có màu mất một vài phút hoặc hơn khi tiếp xúc với bức xạ quang hoá, thì lợi ích của việc truyền bức xạ nhìn thấy và/hoặc cực tím đã giảm mà có thể thu được từ thấu kính ở trạng thái có màu có thể bị suy giảm. Hơn nữa, nếu sự chuyển tiếp từ trạng thái có màu sang trạng thái trong suốt quang học mất một vài phút hoặc hơn một khi đưa ra khỏi bức xạ quang hoá, thì tầm nhìn của người đeo có thể không đạt được mức tối ưu trong suốt thời gian này do các hiệu ứng kết hợp ánh sáng môi trường thấp hơn và sự truyền ánh sáng nhìn thấy giảm qua các thấu kính màu. Vì vậy, tốt hơn, nếu phát triển các vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà có thể chuyển nhanh chóng hơn từ hình thức trạng thái trong suốt quang học ban đầu sang hình thức trạng thái được hoạt hóa có màu, cũng như từ hình thức trạng thái được hoạt hóa có màu sang hình thức trạng thái trong suốt quang học ban đầu.

Ngoài ra, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng thông thường thường biểu hiện tính phụ thuộc “hướng”. Đó là, sự đổi màu là rõ rệt nhất khi vật liệu đổi màu theo ánh sáng này đối diện trực tiếp với nguồn sáng, như ánh sáng mặt trời trực tiếp, mà hiệu ứng đổi màu theo ánh sáng sẽ ít rõ rệt hoặc hoàn chỉnh hơn khi vật liệu này tiếp xúc với nguồn sáng một cách gián tiếp. Do vậy, có nhu cầu về các vật liệu đổi màu theo ánh sáng ít phụ thuộc

về hướng hơn, thể hiện mức độ đổi màu ổn định hơn cơ bản độc lập với hướng của nguồn sáng so với vật liệu đổi màu theo ánh sáng thông thường.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo sáng chế, chỉ cung cấp các vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà hầu như không có các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa. Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng bao gồm:

a) indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

b) nhóm hút điện tử không tiếp hợp được liên kết ở vị trí 11 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran; và

c) hai nhóm được liên kết ở vị trí 13 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran, với điều kiện là các nhóm đã nêu không kết hợp lại để tạo thành nhóm vòng xoắn.

Sáng chế còn cung cấp các vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà hầu như không có các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa, bao gồm:

a) indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

b) nhóm hút điện tử không tiếp hợp được liên kết ở vị trí 11 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran; và

c) các nhóm cho điện tử từ trung bình đến mạnh được liên kết ở mỗi một vị trí 6 và 7 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran.

Ngoài ra, sáng chế cung cấp vật dụng đổi màu theo ánh sáng chứa:

(a) nền; và

(b) vật liệu bất kỳ trong số những vật liệu đổi màu theo ánh sáng trên đây, trong đó các vật liệu đổi màu theo ánh sáng thì tiếp xúc với ít nhất một phần của nền.

Mô tả chi tiết sáng chế

Lưu ý rằng, như được sử dụng trong phần mô tả tính năng kỹ thuật này và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, các danh từ số ít bao gồm những cái được đề cập ở số nhiều trừ khi rõ ràng và dứt khoát giới hạn vào chỉ một đối tượng được đề cập mà thôi.

Đối với mục đích của bản mô tả này, trừ khi nêu khác đi, tất cả các con số biểu đạt số lượng các thành phần, các điều kiện phản ứng và các thông số khác được sử dụng trong bản mô tả này và các điểm yêu cầu bảo hộ cần phải được hiểu là được cải biến trong

tất cả các trường hợp bởi thuật ngữ “khoảng chừng”. Do đó, trừ khi nêu ngược lại, thông số dạng số được nêu trong phần mô tả tiếp theo và các điểm theo Yêu cầu bảo hộ kèm theo là các giá trị xấp xỉ mà có thể khác đi, tùy thuộc vào các thuộc tính mong muốn sẽ đạt được bằng sáng chế này. Ngay mức thấp nhất và không phải là cố gắng để làm hạn chế việc áp dụng nguyên lý tương đương đối với phạm vi các điểm yêu cầu bảo hộ, từng thông số ít nhất phải được hiểu theo số có giá trị được ghi và áp dụng phương thức làm tròn số thông thường.

Tất cả các dãy số ở đây đều bao gồm tất cả các giá trị bằng số và các dãy của tất cả các giá trị bằng số trong phạm vi các dãy số đã trích dẫn này. Tuy nhiên, phạm vi các số và các thông số nêu lên phạm vi rộng của sáng chế là các giá trị xấp xỉ, giá trị các số nêu trong các ví dụ cụ thể càng chính xác càng tốt. Tuy nhiên, giá trị số bất kỳ vốn đã chứa các sai số nhất định như một tất yếu từ sự lệch chuẩn xảy ra trong các số đo thực nghiệm tương ứng của chúng.

Các phương án và các ví dụ khác nhau của sáng chế như được trình bày ở đây thì mỗi phương án hoặc ví dụ được hiểu là không hạn chế đối với phạm vi của sáng chế.

Như được sử dụng trong phần mô tả và các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây, các thuật ngữ dưới đây có các nghĩa đã được chỉ ra:

Các thuật ngữ “trên”, “chấp vào”, “gắn vào”, “nối vào”, “dính vào”, hoặc các thuật ngữ tương tự được dùng cho vật đã chỉ định, ví dụ, lớp phủ, màng hoặc lớp, hoặc là được gắn trực tiếp với (ví dụ, chồng lên trên) bề mặt đối tượng, hoặc được gián tiếp nối với bề mặt đối tượng, ví dụ, thông qua một hoặc nhiều lớp phủ khác, các màng hoặc các lớp.

Thuật ngữ “về mắt” đề cập đến các yếu tố và các thiết bị gắn liền với mắt và thị lực, chẳng hạn, nhưng không chỉ giới hạn ở, mặt kính đeo mắt, ví dụ, kính đeo do tật về mắt và kính đeo không phải do tật về mắt, và mặt kính lúp.

Thuật ngữ “đặc tính quang học”, được sử dụng, ví dụ, đồng thời với các nguyên liệu polyme, ví dụ, “nhựa có đặc tính quang học” hoặc “nguyên liệu polyme hữu cơ có đặc tính quang học” có nghĩa là nguyên liệu xác định, ví dụ, nguyên liệu polyme, nhựa, hoặc thành phần nhựa, là hoặc tạo ra nền, lớp, màng hoặc lớp phủ mà có thể được sử dụng làm vật dụng quang học, như thấu kính mắt, hoặc trong sự kết hợp với một vật dụng quang học.

Thuật ngữ “cứng”, được sử dụng, ví dụ, đồng thời với nền quang học hoặc vật

dụng quang học, có nghĩa là một chi tiết xác định có khả năng tự chống đỡ.

Thuật ngữ "chức năng ảnh hưởng đến ánh sáng", "thuộc tính ảnh hưởng đến ánh sáng" hoặc các thuộc ngữ tương tự khác được đưa vào có nghĩa là vật liệu xác định, ví dụ, màng phủ, màng mỏng, nền, v.v., có khả năng cải biến nhờ hấp thụ (hoặc lọc) bức xạ ánh sáng tới, ví dụ, bức xạ nhìn thấy, cực tím (UV) và /hoặc hồng ngoại (IR) mà làm ảnh hưởng đến vật liệu này. Theo các phương án khác, chức năng ảnh hưởng đến ánh sáng có thể là sự phân cực ánh sáng, ví dụ, bằng phương tiện là thiết bị phân cực và/hoặc thuốc nhuộm lưỡng sắc; một sự thay đổi về các thuộc tính hấp thụ ánh sáng, ví dụ, bằng cách sử dụng nhóm mang màu mà đổi màu khi tiếp xúc với bức xạ quang hóa, như vật liệu đổi màu theo ánh sáng; sự truyền chỉ một phần bức xạ ánh sáng tới, ví dụ, bằng cách sử dụng chất nhuộm cố định như thuốc nhuộm thông thường; hoặc bằng sự kết hợp của một hoặc nhiều chức năng ảnh hưởng đến ánh sáng như vậy.

Thuật ngữ "được làm thích ứng để có được ít nhất một thuộc tính ảnh hưởng đến ánh sáng", như được sử dụng, ví dụ, đồng thời với nền quang học cứng, có nghĩa là chi tiết đã xác định đó có khả năng có thuộc tính ảnh hưởng đến ánh sáng được đưa vào hoặc gắn vào nó. Ví dụ, chất nền nhựa mà được làm thích ứng để có thuộc tính ảnh hưởng đến ánh sáng có nghĩa là chất nền nhựa đó có đủ thể tích trống bên trong để thích nghi nội tại với các chất nhuộm hoặc thuốc nhuộm đổi màu theo ánh sáng. Theo cách khác, bề mặt của chất nền nhựa như vậy có thể có khả năng có màng phủ, màng mỏng hoặc lớp được nhuộm hoặc đổi màu theo ánh sáng gắn với nó, và/hoặc có khả năng có màng phân cực gắn với nó.

Thuật ngữ "nền quang học" có nghĩa là nền đã chỉ ra thể hiện chỉ số truyền sáng (truyền ánh sáng tới) là ít nhất bằng 4 phần trăm và thể hiện chỉ số mờ là nhỏ hơn 1 phần trăm, ví dụ, ít hơn 0,5 phần trăm, khi được đo ở mức 550 nanomet bằng, ví dụ, dụng cụ Haze Gard Plus Instrument. Các nền quang học bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các vật dụng quang học như các thấu kính, các lớp quang học, ví dụ, các lớp nhựa quang học, các màng quang học và các màng phủ quang học, và các nền quang học có thuộc tính ảnh hưởng đến ánh sáng.

Thuật ngữ "trong suốt", như được sử dụng, ví dụ, đồng thời với nền, màng, vật liệu và/hoặc màng phủ, có nghĩa là nền, màng phủ, màng và/hoặc vật liệu đã chỉ ra có

thuộc tính truyền ánh sáng mà không tỏa ra ngoài đáng kể sao cho các vật nằm bên kia là có thể được thấy hoàn toàn.

Cụm từ “màng ít nhất một phần” có nghĩa là một lượng màng bao phủ lên ít nhất một bộ phận, lên đến toàn bộ bề mặt của nền. Như được sử dụng ở đây, “màng” thể được tạo thành bằng loại nguyên liệu làm tấm hoặc loại nguyên liệu làm màng phủ. Ví dụ, màng có thể là tấm polyme ít nhất được xử lý một phần hoặc màng phủ polyme ít nhất được xử lý một phần của nguyên liệu đã chỉ ra. Cụm từ “ít nhất được xử lý một phần” có nghĩa là nguyên liệu mà trong đó từ một số đến tất cả Các hợp phần có thể xử lý được hoặc có thể liên kết ngang được thì đã được cho xử lý, liên kết ngang và/hoặc được phản ứng.

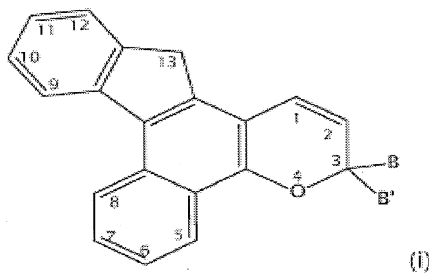
Thuật ngữ “đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là có quang phổ hấp thụ đối với ít nhất là bức xạ nhìn thấy khác đi khi đáp ứng lại ít nhất là bức xạ quang hoá. như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “vật liệu đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là chất bất kỳ mà được làm thích ứng để thể hiện các thuộc tính đổi màu theo ánh sáng, tức là được làm thích ứng để có được phổ hấp thụ đối với ít nhất là bức xạ nhìn thấy mà khác đi khi đáp ứng lại ít nhất là bức xạ quang hóa. Như đã bàn trên đây, như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “bức xạ quang hóa” đề cập đến bức xạ điện từ có khả năng làm cho vật liệu đổi màu theo ánh sáng biến đổi từ hình thức hoặc trạng thái này sang hình thức hoặc trạng thái khác.

Các ví dụ về các vật liệu đổi màu theo ánh sáng bao gồm, mà không giới hạn ở, các nhóm đổi màu theo ánh sáng (ví dụ, các naphthopyran được dung hợp indeno, v.v.), cũng như các polyme, các oligome, các monome, và các hợp chất khác chứa ít nhất một nhóm đổi màu theo ánh sáng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “nhóm” có nghĩa là một tập hợp của một hoặc nhiều nguyên tử. Ngoài ra, như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “đổi màu theo ánh sáng nhóm” đề cập đến tập hợp nguyên tử chứa gốc đổi màu theo ánh sáng. Thuật ngữ “gốc”, như được sử dụng ở đây, có nghĩa là một bộ phận hoặc một phần của phân tử hữu cơ có thuộc tính hóa học đặc trưng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “đổi màu theo ánh sáng gốc” đề cập đến phần nhóm đổi màu theo ánh sáng mà có thể chịu sự biến đổi thuận nghịch từ trạng thái này sang trạng thái khác khi tiếp xúc với bức xạ quang hóa.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể bao gồm, bên cạnh nhóm đổi màu theo ánh sáng, một hoặc nhiều nhóm khác (ví dụ, các nhóm chức, các nhóm béo, các nhóm béo vòng, các nhóm thơm,

các nhóm thơm dị vòng, các nhóm dị vòng, v.v..) mà được liên kết hoặc được dung hợp với nhóm đổi màu theo ánh sáng hoặc phân khác của vật liệu đổi màu theo ánh sáng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "được liên kết" có nghĩa là được liên kết cộng hóa trị. Ngoài ra, như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "được dung hợp" có nghĩa là được liên kết cộng hóa trị tại ít nhất là hai vị trí tiếp giáp.

Thuật ngữ "indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran" đề cập đến nhóm đổi màu theo ánh sáng mà có thể được trình bày bằng cấu trúc chung (i) (dưới đây), và nó chứa một hoặc nhiều nhóm được liên kết với vòng pyran tại một vị trí sẵn có tiếp giáp với nguyên tử oxy (tức là, được nêu như là các nhóm B và B' được liên kết ở vị trí 3 trong cấu trúc (i) dưới đây), nó có thể giúp ích trong việc làm ổn định dạng mở của naphtopyran được dung hợp indeno. Các ví dụ không hạn chế về các nhóm mà có thể được liên kết vào vòng pyran được mô tả một cách chi tiết hơn dưới đây với việc đề cập đến các nhóm B và B'. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ như, "vị trí 13," "vị trí 11," "vị trí 6," v.v.. lần lượt đề cập đến các vị trí 13, 11, 6, v.v.. của các nguyên tử vòng của naphtopyran được dung hợp indeno như được trình bày trong cấu trúc (i).



Ngoài ra, sẽ có sự nhìn nhận bởi các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng vị trí sẵn có bất kỳ trong cấu trúc (i) có thể được thế hoặc không được thế theo yêu cầu. Các ví dụ không hạn chế về các nhóm mà có thể được liên kết vào các vị trí sẵn có trên indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây thì được trình bày một cách chi tiết dưới đây.

Hơn nữa, cần phải nhìn nhận rằng ở đâu các danh sách về các nhóm phần tử thể có thể có được đưa ra ở đây có sử dụng các đề mục hoặc đề mục phụ (ví dụ, (a), (b)...; (1), (2)...; (i) (ii)...; v.v.), thì các đề mục hoặc tiêu đề mục này được đưa ra chỉ nhằm mục đích là để cho thuận tiện cho việc đọc và không nhằm giới hạn việc lựa chọn các nhóm phần tử

thể.

Theo sáng chế, chỉ cung cấp vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà hầu như không có các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa. Vật liệu đổi màu theo ánh sáng bao gồm:

a) indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;

b) nhóm hút điện tử không tiếp hợp được liên kết ở vị trí 11 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran; và

c) hai nhóm được liên kết ở vị trí 13 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran, với điều kiện là các nhóm đã nêu không kết hợp lại để tạo thành nhóm vòng xoắn.

Gọi là "các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa" có nghĩa là các nhóm chức chứa các liên kết đôi hoặc ba mà có khả năng tham gia vào phản ứng polyme hóa cộng. Các nhóm như vậy có thể bao gồm, ví dụ, các nhóm alkynyl, vinyl, acrylic, metacrylic, và allylic.

Gọi là "hầu như không có" các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa có nghĩa là không có các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa có mặt trên hợp chất này.

Indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran của a) có thể có cấu trúc được trình bày ở (i) trên

đây và có thể chứa các phần tử thể khác nhau như được mô tả một cách chi tiết hơn dưới đây.

Nhóm hút điện tử không tiếp hợp của b) thông thường bao gồm nhóm α - haloalkyl, α,α -dihaloalkyl, trihalometyl như triflometyl, nhóm perhaloalkyl như perfloetyl, nhóm perhaloalkoxy như perflopropoxy hoặc perflometoxy, hoặc nhóm phần tử thể $-O-C(O)-R$, trong đó R là nhóm mạch thẳng hoặc mạch nhánh được chọn từ C_1-C_{10} alkyl, để tạo thành nhóm phần tử thể như nhóm axetoxyl, C_1-C_{10} haloalkyl, để tạo thành nhóm phần tử thể như 1,1-diflopropylcarbonyloxy, hoặc C_1-C_{10} perhaloalkyl, để tạo thành nhóm phần tử thể như triflometylcarbonyloxy. Theo một phương án không hạn chế, nhóm hút điện tử không tiếp hợp của b) có thể là nhóm triflometyl.

Hai nhóm được liên kết ở vị trí 13 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran thì không vòng xoắn; tức là, chúng không kết hợp lại để tạo thành vòng xoắn. Mỗi một trong số chúng có thể được chọn từ nhóm bao gồm:

(i) hydro, hydroxy, C₁-C₆ alkyl, hydroxy(C₁-C₆)alkyl, amino, amino được thế một lần hoặc được thế hai lần, C₃-C₇ xycloalkyl, alyl, benzyl, benzyl được thế một lần, clo, flo, nhóm C(O)W', trong đó W' là hydroxy, C₁-C₆ alkyl, C₁-C₆ alkoxy, phenyl, phenyl được thế một lần, amino, mono(C₁-C₆)alkylamino hoặc di(C₁-C₆)alkylamino, ví dụ N,N-dimetyl amino, N- metylN-propyl amino, v.v., morpholino, piperidino hoặc pyrrolidyl, các phần tử thế amino đã nêu được chọn từ nhóm bao gồm C₁-C₆ alkyl, phenyl, benzyl và naphtyl, và các phần tử thế benzyl và phenyl đã nêu là C₁-C₆ alkyl hoặc C₁-C₆ alkoxy;

(ii) các nhóm naphtyl, phenanthryl, pyrenyl, quinolyl, isoquinolyl, benzofuranyl, thienyl, benzothienyl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, carbazolyl, indolyl, phenyl không được thế, được thế một, hai hoặc ba lần, các phần tử thế nhóm đã nêu trong phần (ii) này được chọn từ nhóm bao gồm clo, flo, C₁-C₆ alkyl, hydroxy(C₁-C₆)alkyl, C₁-C₆ alkoxy và hydroxy(C₁-C₆)alkoxy;

(iii) phenyl được thế một lần có phần tử thế tại vị trí para là nhóm liên kết, -(CH₂)_t- hoặc -O-(CH₂)_t-, trong đó t là số nguyên 1, 2, 3, 4, 5 hoặc 6, được nối vào nhóm aryl, ví dụ phenyl hoặc naphtyl, nó là thành viên của naphthopyran đổi màu theo ánh sáng khác, như naphto[2,1-b]pyran hoặc naphto[1,2-b]pyran;

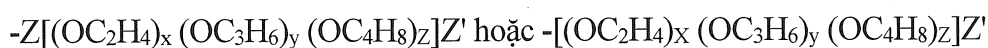
(iv) nhóm -OR^{1'}, trong đó R^{1'} là C₁-C₆ alkyl, C₁-C₆ axyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, C₁-C₆ alkoxy(C₂-C₄)alkyl, C₃-C₇ xycloalkyl, C₃-C₇ xycloalkyl được thế một lần (C₁-C₄)alkyl, C₁-C₆ cloalkyl, C₁-C₆ floalkyl, alyl, benzoyl, naphtoyl, benzoyl được thế một lần hoặc naphtoyl được thế một lần, các phần tử thế nhóm naphtoyl và benzoyl đã nêu là C₁-C₆ alkyl hoặc C₁-C₆ alkoxy, hoặc R^{1'} là nhóm -CH(R^{2'})Q, trong đó R^{2'} là hydro hoặc C₁-C₃ alkyl và Q là -CN, -CF₃, hoặc -COO R^{3'}, trong đó R^{3'} là hydro hoặc C₁-C₃ alkyl, hoặc R^{1'} là nhóm -C(O)V', trong đó V' là hydro, C₁-C₆ alkoxy, phenoxy, phenoxy được thế một lần hoặc hai lần (C₁-C₆)alkyl, phenoxy được thế một hoặc hai lần (C₁-C₆)alkoxy, các nhóm aryl không được thế, được thế một hoặc hai lần, phenyl và naphtyl, amino, mono(C₁-C₆)alkylamino, di(C₁-C₆)alkylamino, phenylamino, phenylamino được thế một lần hoặc hai lần (C₁-C₆)alkyl, hoặc phenylamino được thế một lần hoặc hai lần (C₁-C₆)alkoxy, các phần tử thế nhóm aryl đã nêu là C₁-C₆ alkyl hoặc C₁-C₆ alkoxy;

(v) nhóm -CH(Q')₂ trong đó Q' là -CN hoặc -COOR^{4'}, trong đó R^{4'} là hydro, C₁-C₆

alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, hoặc các nhóm aryl không được thế, được thế một hoặc hai lần phenyl hoặc naphtyl, các phần tử thế nhóm aryl đã nêu là C₁-C₆ alkyl hoặc C₁-C₆ alkoxy;

(vi) nhóm -CH(R^{5'})G', trong đó R^{5'} là hydro, C₁-C₆ alkyl hoặc các nhóm aryl không được thế, được thế một hoặc hai lần phenyl và naphtyl, và G' là -COOR^{4'}, -C(O)R^{6'} hoặc -CH₂OR^{7'}, trong đó R^{6'} là hydro, C₁-C₆ alkyl, các nhóm aryl không được thế, được thế một hoặc hai lần phenyl hoặc naphtyl, amino, mono(C₁-C₆)alkylamino, di(C₁-C₆)alkylamino, ví dụ, dimetyl amino, metyl propyl amino, v.v..., phenylamino, phenylamino được thế một lần hoặc hai lần (C₁-C₆)alkyl, phenylamino được thế một lần hoặc hai lần (C₁-C₆)alkoxy, diphenylamino, diphenylamino được thế một lần hoặc hai lần (C₁-C₆)alkyl, tức là, mỗi phenyl có một hoặc hai phần tử thế C₁-C₆ alkyl, diphenylamino được thế một lần hoặc hai lần (C₁-C₆)alkoxy, tức là, mỗi phenyl có một hoặc hai phần tử thế C₁-C₆ alkoxy, morpholino, hoặc piperidino, trong đó R^{7'} là hydro, -C(O)R₁₁, C₁-C₆ alkyl, C₁-C₃ alkoxy(C₁-C₆)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, hoặc các nhóm aryl không được thế, được thế một hoặc hai lần trong đó có phenyl và naphtyl; trong đó R₁₁ là hydro, C₁-C₆ alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, hoặc các nhóm aryl không được thế, được thế một hoặc hai lần trong đó có phenyl hoặc naphtyl, mỗi một phần tử thế nhóm aryl đã nêu là C₁-C₆ alkyl hoặc C₁-C₆ alkoxy; và

(vii) nhóm T đã được polyalcoxyl hóa được trình bày bằng công thức:



trong đó -Z là -C(O)- hoặc -CH₂- và Z' là hydroxy, epoxy hoặc C₁-C₃ alkoxy; với điều kiện là hai nhóm tại vị trí 13 không kết hợp lại để tạo thành nhóm vòng xoắn.

Nhóm -(OC₂H₄)_x-, đại diện cho poly(etylen oxit); -(OC₃H₆)_y-, đại diện cho poly(propylen oxit); và, -(OC₄H₈)_z-, đại diện cho poly(butylen oxit). Khi được sử dụng kết hợp với nhau, các nhóm poly(etylen oxit), poly(propylen oxit) và poly(butylen oxit) của T có thể theo trình tự khối hoặc ngẫu nhiên trong gốc T. Các chữ cái x, y và z là mỗi số từ 0 đến 50 và tổng của x, y và z là từ 2 đến 50. Tổng của x, y và z có thể là số bất kỳ nằm trong

dãy số từ 2 đến 50, ví dụ, 2, 3, 4...50. Tổng này cũng có thể nằm trong khoảng từ số thấp bất kỳ đến số cao bất kỳ trong dãy số từ 2 đến 50, ví dụ, 6 đến 50, 31 đến 50. Các con số dùng cho x, y, và z là các giá trị trung bình và không nhất thiết là các số nguyên, ví dụ, 9,5 là được chấp nhận.

Các nhóm được liên kết ở vị trí 13 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran thường độc lập bao gồm nhóm C₁-C₆ alkyl hoặc alkoxy, hydroxy(C₁-C₆)alkyl, hoặc nhóm T đã được polyalcoxy hóa được trình bày bằng công thức:

$-Z[(OC_2H_4)_x (OC_3H_6)_y (OC_4H_8)_z]Z'$ hoặc $-[(OC_2H_4)_x (OC_3H_6)_y (OC_4H_8)_z]Z'$; trong đó -Z là -C(O)- hoặc -CH₂- và Z' là hydroxy, epoxy hoặc C₁-C₃ alkoxy. Thông thường, các nhóm bao gồm hai nhóm metyl hoặc một nhóm etyl và một nhóm metoxy.

Sáng chế còn cung cấp các vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà hầu như không có các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa, trong đó các vật liệu đổi màu theo ánh sáng bao gồm:

- a) indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- b) nhóm hút điện tử không tiếp hợp được liên kết ở vị trí 11 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran; và
- c) các nhóm cho điện tử từ trung bình đến mạnh được liên kết ở mỗi một vị trí 6 và 7 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran.

Theo phương án này của sáng chế, mỗi hai nhóm cho điện tử từ trung bình đến mạnh có thể độc lập bao gồm:

(i) nhóm -OR⁸, trong đó R⁸ là phenyl(C₁-C₃)alkyl, C₁-C₆ alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, C₁-C₆ alkoxy(C₂-C₄)alkyl, C₃-C₇ xycloalkyl, C₃-C₇ xycloalkyl được thế một lần (C₁-C₄)alkyl, C₁-C₆ cloalkyl, C₁-C₆ floalkyl, alyl, hoặc R⁸ là nhóm -CH(R⁹)Q", trong đó R⁹ là hydro hoặc C₁-C₃ alkyl và Q" là -CN, -COOH, -COOCH₃, hoặc -COOCH₂CH₃;

(ii) -N(R₁₅)R₁₆, trong đó Mỗi R₁₅ và R₁₆ độc lập bao gồm hydro, C₁ -C₈ alkyl, phenyl, naphtyl, các nhóm thơm dị vòng furanyl, benzofuran-2-yl, benzofuran-3-yl, thienyl, benzothien2-yl, benzothien-3-yl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, benzopyridyl và florenyl, C₁ -C₈ alkylaryl, C₃-C₂₀ xycloalkyl, C₄-C₂₀ bixycloalkyl, C₅-C₂₀ trixycloalkyl và C₁-C₂₀ alkoxyalkyl,

trong

đó

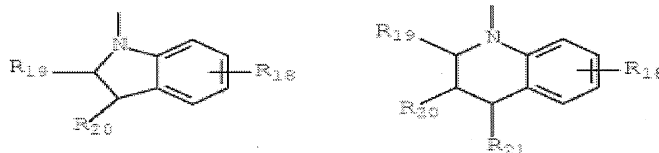
nhóm aryl đã nêu là phenyl hoặc naphtyl;

(iii) nitơ chứa vòng được trình bày bằng công thức cấu tạo sau đây:



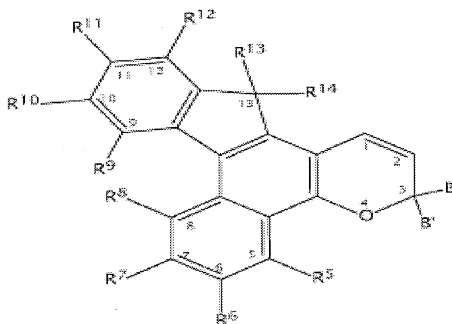
trong đó Y được chọn từ nhóm bao gồm $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}(\text{R}17)-$, $-\text{C}(\text{R}17)(\text{R}17)-$, $-\text{CH}(\text{aryl})-$, $-\text{C}(\text{aryl})_2-$, và $-\text{C}(\text{R}17)(\text{aryl})-$, và X được chọn từ nhóm bao gồm $-\text{Y}-$, $-\text{O}-$, $-\text{S}-$, $-\text{S}(\text{O})-$, $-\text{S}(\text{O}_2)-$, $-\text{NH}-$, $-\text{NR}17-$ và $-\text{N-aryl}$, trong đó R17 là $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkyl, phần tử thể aryl đã nêu là phenyl hoặc naphtyl, m là số nguyên 1, 2 hoặc 3, và p là số nguyên 0, 1, 2, hoặc 3, với điều kiện là khi p là 0, X là Y; hoặc

(iv) Nhóm được trình bày bằng một trong số các công thức cấu tạo sau đây:



trong đó Mỗi R19, R20 và R21 là hydro, $\text{C}_1\text{-C}_5$ alkyl, phenyl hoặc naphtyl, hoặc các nhóm R19 và R20 có thể kết hợp với nhau để tạo thành vòng gồm từ 5 đến 8 nguyên tử carbon; và R18 là $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkyl, $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkoxy, flo hoặc clo. Hai nhóm cho điện tử từ trung bình đến mạnh thường đều bao gồm các nhóm alkoxy, như metoxy.

Sáng chế còn cung cấp vật liệu đổi màu theo ánh sáng được trình bày bằng cấu trúc:

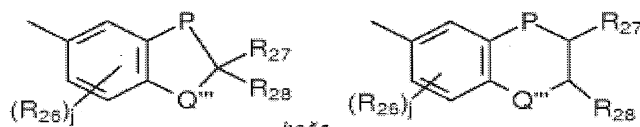


Trong cấu trúc này, mỗi B và B' có thể độc lập bao gồm nhóm metaloxenyl. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “nhóm metaloxen” được dùng để chỉ nhóm mà trong đó hai phối tử vòng xyclopentadienyl tạo thành “sandwich” quanh ion kim loại, trong đó mỗi vòng xyclopentadienyl thì được liên kết với ion kim loại cấu trúc liên kết pentahapto (η^5). Các nhóm metaloxen có công thức thực nghiệm chung $(C_5H_5)_2M$, trong đó M là ion kim loại có trạng thái oxy hóa +2. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “nhóm metaloxenyl” được dùng để chỉ nhóm metaloxen tạo hoặc có khả năng tạo ít nhất một liên kết với ít nhất một nhóm khác, như, ví dụ, nhóm đổi màu theo ánh sáng. Các ví dụ không hạn chế cụ thể về các nhóm metaloxenyl mà có thể được sử dụng kết hợp với các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây bao gồm: các nhóm feroxenyl, các nhóm titanoxenyl, các nhóm rutenoxenyl, các nhóm osmoxenyl, các nhóm vanadoxenyl, các nhóm chromoxenyl, các nhóm cobanoxenyl, các nhóm nikenoxenyl, và các nhóm di- π -xyclopentadienyl-mangan. Nhóm metaloxenyl có thể được thể thêm.

Theo cách khác, mỗi B và B' có thể độc lập bao gồm: nhóm aryl mà được thể một lần bằng phần tử thể làm tương hợp;

9-julolidinyl, nhóm aryl không được thể, được thể một lần, được thể hai hoặc ba lần được chọn từ phenyl và naphtyl, nhóm dị vòng thơm không được thể, được thể 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 hoặc florenyl, trong đó aryl và mỗi phần tử thể dị vòng thơm độc lập là: hydroxy, aryl, mono- hoặc di-(C_1 - C_{12})alkoxyaryl, mono- hoặc di-(C_1 - C_{12})alkylaryl, haloaryl, C_3 - C_7 xycloalkylaryl, C_3 - C_7 xycloalkyl, C_3 - C_7 xycloalkyloxy, C_3 - C_7 xycloalkyloxy(C_1 - C_{12})alkyl, C_3 - C_7 xycloalkyloxy(C_1 - C_{12})alkoxy, aryl(C_1 - C_{12})alkyl, aryl(C_1 - C_{12})alkoxy, aryloxy, aryloxy(C_1 - C_{12})alkyl, aryloxy(C_1 - C_{12})alkoxy, 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, mono- hoặc di-(C_1 - C_{12})alkylaryl(C_1 - C_{12})alkoxy, mono- hoặc di-(C_1 - C_{12})alkoxyaryl(C_1 - C_{12})alkoxy, amino, mono- hoặc di-(C_1 - C_{12})alkylamino, diarylamino, piperazino, N-(C_1 - C_{12})alkylpiperazino, N-arylpiperazino, aziridino, indolino, piperidino, morpholino, thiomorpholino, tetrahydroquinolino, tetrahydroisoquinolino, pyrrolidino, C_1 - C_{12} alkyl, C_1 - C_{12}

haloalkyl, C₁-C₁₂ alkoxy, ví dụ, metoxy, etoxy, propoxy, isopropoxy, butoxy, pentyloxy, phenoxy, v.v., mono(C₁-C₁₂)alkoxy(C₁-C₁₂)alkyl, halogen hoặc -C(=O)R²², trong đó R²² là -OR²³, -N(R²⁴)R²⁵, piperidino hoặc morpholino, trong đó R²³ là alyl, C₁-C₆ alkyl, phenyl, phenyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, phenyl(C₁-C₃)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, C₁-C₆ alkoxy(C₂-C₄)alkyl hoặc C₁-C₆ haloalkyl, và mỗi R²⁴ và R²⁵ độc lập là C₁-C₆ alkyl, C₅-C₇ xycloalkyl hoặc phenyl được thế hoặc không được thế, trong đó mỗi phần tử thế phenyl đã nêu độc lập là C₁-C₆ alkyl hoặc C₁-C₆ alkoxy; nhóm không được thế hoặc được thế một lần được chọn từ pyrazolyl, imidazolyl, pyrazolinyl, imidazolinyl, pyrrolidino, phenothiazinyl, phenoxazinyl, phenazinyl và acridinyl, trong đó mỗi phần tử thế đã nêu độc lập là C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ alkoxy, phenyl hoặc halogen; phenyl được thế ở vị trí 4, phần tử thế này là gốc axit dicarboxylic hoặc dẫn xuất của nó, gốc diamin hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu amino hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu polyhydric hoặc dẫn xuất của nó, -(CH₂)-, -(CH₂)_e- hoặc -[O-(CH₂)_e]f, trong đó e là số nguyên nằm trong khoảng từ 2 đến 6 và f là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 50, và trong đó phần tử thế này được nối vào nhóm aryl của vật liệu đổi màu theo ánh sáng khác; nhóm được trình bày bằng:



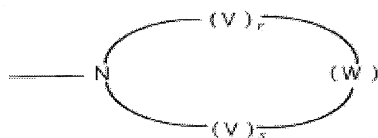
trong đó P là -CH₂- hoặc -O-; Q''' là -O- hoặc nitơ được thế, các phần tử nitơ được thế này là hydro, C₁-C₁₂ alkyl hoặc C₁-C₁₂ axyl, với điều kiện là khi Q''' được thế nitơ, P là -CH₂-; mỗi R²⁶ độc lập là C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ alkoxy, hydroxy hoặc halogen; mỗi R²⁷ và R²⁸ độc lập là hydro hoặc C₁-C₁₂ alkyl; và j là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 2; hoặc

B và B' được kết hợp lại để tạo thành floren-9-yliden hoặc floren-9-yliden được thế một lần hoặc hai lần, trong đó mỗi phần tử thế floren-9-yliden đã nêu độc lập là C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ alkoxy hoặc halogen.

Mỗi R^5 , R^8 , R^9 và R^{12} có thể độc lập bao gồm: hydro, C_1 - C_6 alkyl, clo, flo, brom, C_3 - C_7 xycloalkyl hoặc phenyl không được thế, được thế một lần hoặc được thế hai lần, trong đó mỗi phân tử thế phenyl đã nêu độc lập là C_1 - C_6 alkyl hoặc C_1 - C_6 alkoxy; $-OR^{40}$ hoặc $-OC(=O)R^{40}$, trong đó R^{40} là hydro, amin, alkylen glycol, polyalkylen glycol, C_1 - C_6 alkyl, phenyl(C_1 - C_3)alkyl, phenyl(C_1 - C_3)alkyl được thế một lần (C_1 - C_6)alkyl, phenyl(C_1 - C_3)alkyl được thế một lần (C_1 - C_6)alkoxy, (C_1 - C_6)alkoxy(C_2 - C_4)alkyl, C_3 - C_7 xycloalkyl, C_3 - C_7 xycloalkyl được thế một lần (C_1 - C_4)alkyl hoặc phenyl không được thế, được thế một lần hoặc được thế hai lần, trong đó mỗi phân tử thế phenyl đã nêu độc lập là C_1 - C_6 alkyl hoặc C_1 - C_6 alkoxy;

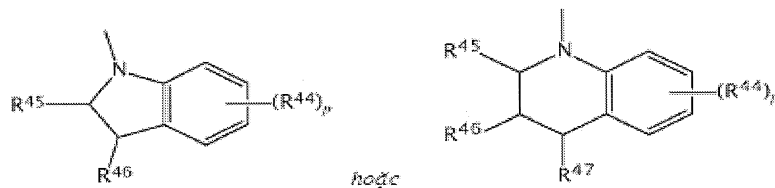
phần tử thế làm tương hợp;

phenyl được thế ở vị trí 4, phần tử thế này là gốc axit dicarboxylic hoặc dẫn xuất của nó, gốc diamin hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu amino hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu polyhydric hoặc dẫn xuất của nó, $-(CH_2)-$, $-(CH_2)_e-$ hoặc $-[O-(CH_2)]_f$, trong đó e là số nguyên nằm trong khoảng từ 2 đến 6, và f là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 50, và trong đó phần tử thế này được nối vào nhóm aryl của vật liệu đổi màu theo ánh sáng khác; $-N(R^{41})R^{42}$, trong đó mỗi R^{41} và R^{42} độc lập là hydro, C_1 - C_8 alkyl, phenyl, naphtyl, furanyl, benzofuran-2-yl, benzofuran-3-yl, thienyl, benzothien-2-yl, benzothien-3-yl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, benzopyridyl, florenyl, C_1 - C_8 alkylaryl, C_3 - C_8 xycloalkyl, C_4 - C_{16} bixycloalkyl, C_5 - C_{20} trixycloalkyl hoặc C_1 - C_{20} alkoxy(C_1 - C_6)alkyl, hoặc R^{41} và R^{42} kết hợp cùng với nguyên tử nitơ để tạo thành vòng C_3 - C_{20} hetero-bixycloalkyl hoặc vòng C_4 - C_{20} hetero-trixycloalkyl; nitơ chứa vòng được trình bày bằng:



trong đó mỗi $-V-$ được độc lập chọn cho mỗi lần xuất hiện từ $-CH_2-$, $-CH(R^{43})-$, $-C(R^{43})_2-$, $-CH(aryl)-$, $-C(aryl)_2-$ và $-C(R^{43})(aryl)-$, trong đó mỗi R^{43} độc lập là C_1 - C_6 alkyl và mỗi aryl độc lập là phenyl hoặc naphtyl; $-W-$ là $-V-$, $-O-$, $-S-$, $-S(O)-$, $-SO_2-$, $-NH-$, $-N(R^{43})-$ hoặc $-N(aryl)-$; s là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 3; và r là số

nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 3, với điều kiện nếu r là 0, thì -W- cũng giống như -V; hoặc nhóm được trình bày bằng:



trong đó mỗi R^{44} độc lập là C_1 - C_6 alkyl, C_1 - C_6 alkoxy, flo hoặc clo; mỗi R^{45} , R^{46} và R^{47} độc lập là hydro, C_1 - C_6 alkyl, phenyl hoặc naphtyl, hoặc R^{45} và R^{46} kết hợp với nhau tạo thành vòng có từ 5 đến 8 nguyên tử carbon, và p là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 3.

Mỗi R^6 và R^7 có thể độc lập bao gồm nhóm cho điện tử từ trung bình đến mạnh như được mô tả trên đây.

R^{10} có thể bao gồm nhóm bất kỳ trong số những nhóm được bàn trên đây đối với R^5 , R^8 , R^9 và R^{12} hoặc nhóm metaloxenyl.

R^{11} thường bao gồm nhóm hút điện tử không tiếp hợp như đã bàn trên đây.

R^{13} và R^{14} không tạo thành nhóm vòng xoắn và mỗi R^{13} và R^{14} có thể độc lập bao gồm nhóm bất kỳ trong số những nhóm được mô tả trên đây thích hợp để liên kết ở vị trí 13 của indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran. Ví dụ, mỗi R^{13} và R^{14} độc lập có thể bao gồm nhóm alkyl hoặc nhóm alkoxy; hoặc chúng có thể bao gồm hai nhóm methyl hoặc một nhóm etyl và một nhóm metoxy.

Như đã chỉ ra trên đây và được bàn một cách chi tiết hơn dưới đây, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể bao gồm phần tử thể làm tương hợp. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "phần tử thể làm tương hợp" có nghĩa là tập hợp các nguyên tử mà có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc hòa nhập của vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong vật liệu hoặc dung môi khác. Ví dụ, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, phần tử thể làm tương hợp này có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc hòa nhập của vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong vật liệu ưa nước bằng cách tăng tính trộn lẫn của vật liệu đổi màu theo ánh sáng trong nước hoặc vật liệu monome, oligome hoặc polyme ưa nước. Theo các phương án

không hạn chế khác, phân tử thể làm tương hợp này có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc hòa nhập của vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong vật liệu ưa mỡ. Mặc dầu không bị giới hạn ở đây, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây chứa phân tử thể làm tương hợp mà tạo điều kiện thuận lợi cho việc hòa nhập vào vật liệu ưa nước có thể là trộn lẫn được vào vật liệu ưa nước ít nhất đến mức là một gam trong một lít. Các ví dụ không hạn chế về các phân tử thể làm tương hợp bao gồm những phân tử thể chứa nhóm -J, trong đó -J là nhóm -K (được bàn dưới đây) hoặc hydro.

Các ví dụ không hạn chế về các phân tử thể làm tương hợp có thể được sử dụng kết hợp với các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể được trình bày bằng:

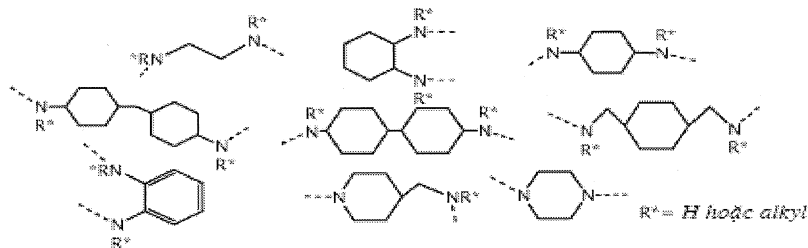
-A-D-E-G-J (v); -G-E-G-J (vi); -D-E-G-J (vii);

-A-D-J (viii); -D-G-J (ix); -D-J (x);

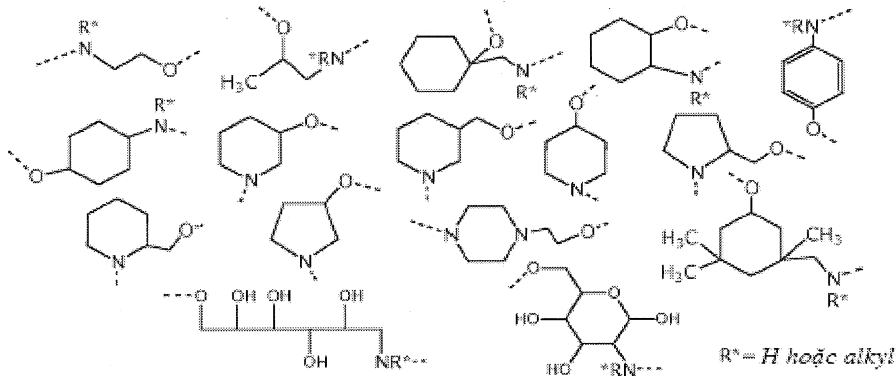
-A-G-J (xi); -G-J (xii); hoặc -A-J (xiii).

Về (v)-(xiii) trên đây, các ví dụ không hạn chế về các nhóm mà -A- có thể đại diện theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây bao gồm -O-, -C(=O)-, -CH₂-, -OC(=O)- và -NHC(=O)-, với điều kiện nếu -A- đại diện cho -O-, thì -A- tạo thành ít nhất một liên kết với -J. Các ví dụ không hạn chế về các nhóm mà -D- có thể đại diện theo các phương án không hạn chế khác nhau bao gồm: (a) gốc diamin hoặc dẫn xuất của nó, trong đó amino nitơ thứ nhất của gốc diamin đã nêu có thể tạo liên kết với -A-, hoặc phân tử thể hoặc vị trí sẵn có trên naphthopyran được dung hợp indeno, và amino nitơ thứ hai của gốc diamin đã nêu có thể tạo liên kết với -E-, -G- hoặc -J; và (b) gốc rượu amino hoặc dẫn xuất của nó, trong đó amino nitơ của gốc rượu amino đã nêu có thể tạo liên kết với -A-, hoặc phân tử thể hoặc vị trí sẵn có trên naphthopyran được dung hợp indeno, và rượu oxy của gốc rượu amino đã nêu có thể tạo liên kết với -E-, -G- hoặc -J. Theo cách khác, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây amino nitơ của gốc rượu amino đã nêu có thể tạo liên kết với -E-, -G- hoặc -J, và rượu oxy đã nêu của gốc rượu amino đã nêu có thể tạo liên kết với -A-, hoặc phân tử thể hoặc vị trí sẵn có trên naphthopyran được dung hợp indeno.

Các ví dụ không hạn chế về các gốc diamin thích hợp mà -D- có thể đại diện bao gồm gốc diamin béo, gốc diamin béo vòng, gốc diazacycloalkan, gốc amin béo vòng aza, gốc ete diazacrown, hoặc gốc diamin thơm. Các ví dụ không hạn chế tiêu biểu về các gốc diamin bao gồm những loại dưới đây:

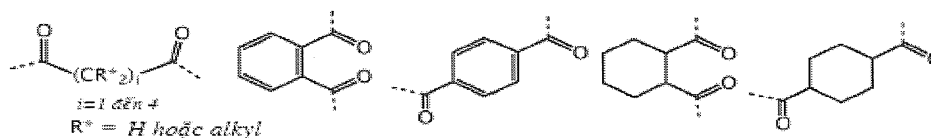


Các ví dụ không hạn chế về các gốc rượu amino thích hợp mà -D- có thể đại diện bao gồm gốc rượu amino béo, gốc rượu amino béo vòng, gốc rượu béo vòng aza, gốc rượu béo vòng diaza hoặc gốc rượu amino thơm. Các ví dụ không hạn chế tiêu biểu về các gốc rượu amino mà có thể được sử dụng kết hợp với các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây bao gồm những loại dưới đây:



Tiếp tục đề cập đến (v)-(xiii) trên đây, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, -E- có thể đại diện cho gốc axit dicarboxylic hoặc dẫn xuất của nó, trong đó nhóm carbonyl thứ nhất của gốc axit dicarboxylic đã nêu có thể tạo liên kết với -G- hoặc -D-, và nhóm carbonyl thứ hai của gốc axit dicarboxylic đã nêu có thể tạo liên kết với -G-. Các ví dụ không hạn chế về các gốc axit dicarboxylic thích hợp mà -E- có thể đại diện bao gồm gốc axit dicarboxylic béo, gốc axit dicarboxylic béo vòng hoặc gốc axit dicarboxylic thơm. Các ví dụ không hạn chế tiêu biểu về các gốc axit dicarboxylic mà có thể được sử dụng đồng thời với các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây

bao gồm những loại dưới đây:



Theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, -G- có thể đại diện cho:

(a) nhóm $-(OC_2H_4)_x(OC_3H_6)_y(OC_4H_8)_z-O-$, trong đó x, y và z là các số nguyên mà mỗi số được độc lập chọn và nằm trong dãy số từ 0 đến 50, và tổng của x, y và z giao động từ 1 đến 50; (b) gốc rượu polyhydric hoặc dẫn xuất của nó, trong đó oxy rượu polyhydric thứ nhất của gốc rượu polyhydric đã nêu có thể tạo liên kết với -A-, -D-, -E- hoặc phân tử thể hoặc vị trí sẵn có trên naphthopyran được dung hợp indeno và oxy rượu polyhydric thứ hai của rượu polyhydric đã nêu có thể tạo liên kết với -E- hoặc -J; hoặc (c) sự kết hợp của (a) và (b), trong đó oxy rượu polyhydric thứ nhất của gốc rượu polyhydric tạo liên kết với nhóm -

$[(OC_2H_4)_x(OC_3H_6)_y(OC_4H_8)_z]-$ (tức là, tạo nhóm $-(OC_2H_4)_x(OC_3H_6)W(OC_4H_8)J-O-$), và oxy rượu polyhydric thứ hai tạo liên kết với -E- hoặc -J. Các ví dụ không hạn chế về các gốc rượu polyhydric thích hợp -G- có thể đại diện bao gồm gốc rượu polyhydric béo, gốc rượu polyhydric béo vòng hoặc gốc rượu polyhydric thơm.

Các ví dụ không hạn chế tiêu biểu về các loại rượu polyhydric từ đó các gốc rượu polyhydric mà -G- có thể đại diện cho có thể được tạo thành theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây bao gồm: (a) các loại rượu polyhydric phân tử lượng thấp có phân tử lượng trung bình nhỏ hơn 500, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 4, các dòng từ 48-50, và cột 4, dòng 55 đến cột 6, dòng 5, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; (b) các loại rượu polyeste polyhydric, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 5, các dòng từ 7-33, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; (c) các loại rượu polyete polyhydric, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 5, các dòng từ 34-50, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; (d) các loại rượu polyhydric chứa amit, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 5, các dòng từ 51 đến 62, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để

tham chiếu; (e) các loại rượu epoxy polyhydric, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 5 dòng 63 đến cột 6, dòng 3, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; (f) các loại rượu polyvinyl polyhydric, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 6, các dòng từ 4-12, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; (g) các loại rượu uretan polyhydric, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 6, các dòng từ 13-43, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; (h) các loại rượu polyacrylic polyhydric, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 6, các dòng từ 43 đến cột 7, dòng 40, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; (i) các loại rượu polycarbonat polyhydric, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 7, các dòng từ 41 -55, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu; và (j) các hỗn hợp của các loại rượu polyhydric như vậy.

Lại đề cập đến (v)-(xiii) trên đây, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây -J có thể đại diện cho nhóm -K, trong đó -K đại diện cho nhóm, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, $-\text{CH}_2\text{COOH}$, $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$, $-\text{C}(\text{O})(\text{CH}_2)_w\text{COOH}$, $-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{C}_5\text{H}_{10}\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{C}_4\text{H}_8\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{C}_3\text{H}_6\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{C}_2\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$ và $-\text{SO}_3\text{H}$, trong đó w đại diện cho số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 18. Theo các phương án không hạn chế khác, -J có thể đại diện cho hydro mà tạo được liên kết với oxy hoặc nitơ của nhóm liên kết để tạo gốc có tính phản ứng, như, -OH hoặc -NH. Ví dụ, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, -J có thể đại diện cho hydro, với điều kiện nếu -J đại diện cho hydro, thì -J được liên kết với oxy của -D- hoặc -G-, hoặc nitơ của -D-.

Như đã bàn trên đây, -G- có thể đại diện cho gốc của rượu polyhydric, mà được định nghĩa ở đây là bao gồm các carbohydrat chứa hydroxy, như, những loại được nêu ra trong Patent Mỹ số 6,555,028 ở cột 7, dòng 56 đến cột 8, dòng 17, phần bộc lộ của nó thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu. Các gốc rượu polyhydric có thể được tạo thành, ví dụ, nhưng ở đây không hạn chế ở, bằng phản ứng của một hoặc nhiều nhóm hydroxyl rượu polyhydric với một tiền chất của -A-, như, axit carboxylic hoặc metylen halogenua, một tiền chất của nhóm được polyalcoxyl hóa, như, polyalkylen glycol, hoặc phần tử thế hydroxyl của

naphtopyran được dung hợp indeno. Rượu polyhydric có thể được trình bày bằng $R'-(OH)_g$ và gốc của rượu polyhydric có thể được trình bày bằng công thức $-O-R'-(OH)_{g-1}$, trong đó R' là khung chính hoặc mạch chính của hợp chất polyhydroxy và g ít nhất là bằng 2.

Ngoài ra, như đã bàn trên đây, một hoặc nhiều oxy rượu polyhydric của $-G-$ có thể tạo liên kết với $-J$ (tức là, tạo thành nhóm $-G-J$). Ví dụ, mặc dầu không có hạn chế ở đây, trong đó phần tử thể làm tương hợp bao gồm nhóm $-G-J$, nếu $-G-$ đại diện cho gốc rượu polyhydric và $-J$ đại diện cho nhóm $-K$ mà chứa nhóm kết thúc carboxyl, $-G-J$ có thể được sản xuất bằng cách cho một hoặc nhiều nhóm hydroxyl rượu polyhydric phản ứng với nhau để tạo nhóm $-K$ (ví dụ, như được bàn liên quan đến Các Phản Ứng B và C ở cột 13, dòng 22 đến cột 16, dòng 15 của Patent Mỹ số 6,555,028, mà phần bộc lộ được đưa riêng vào đây để tham chiếu) để tạo ra gốc rượu polyhydric được carboxyl hóa. Theo cách khác, nếu $-J$ là nhóm $-K$ mà chứa sulfo hoặc nhóm kết thúc sulfono, mặc dầu không bị giới hạn ở đây, $-G-J$ có thể được sản xuất bằng cách ngưng tụ axit một hoặc nhiều nhóm hydroxyl rượu polyhydric lần lượt với $HOC_6H_4SO_3H$; $HOC_5H_{10}SO_3H$; $HOC_4H_8SO_3H$; $HOC_3H_6SO_3H$; $HOC_2H_4SO_3H$; hoặc H_2SO_4 .

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng của sáng chế chuyển tiếp nhanh chóng từ trạng thái không màu về phương diện quang học của chúng sang trạng thái có màu của chúng và/hoặc từ trạng thái có màu của chúng sang trạng thái không màu quang học của chúng, đó là, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có tốc độ mờ và/hoặc tốc độ hoạt hóa “nhanh”. Xuyên suốt phần bộc lộ này, thuật ngữ “tốc độ mờ” là chỉ số tốc độ động lực mà có thể được trình bày bằng chỉ số $T_{1/2}$ của vật liệu đổi màu theo ánh sáng. “Tốc độ mờ” là việc đo tốc độ mà ở đó vật liệu đổi màu theo ánh sáng biến đổi từ hình thức trạng thái có màu được hoạt hóa sang hình thức trạng thái trong suốt quang học ban đầu. Tốc độ mờ của vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được đo, ví dụ, bằng cách hoạt hóa vật liệu đổi màu theo ánh sáng đến mức bão hòa trong các điều kiện có kiểm soát trong một chất nền đã cho, đo sự hấp thụ của trạng thái ổn định được hoạt hóa của nó (tức là, độ đậm quang học bão hòa của nó) và sau đó xác định độ dài thời gian cần để sự hấp thụ của vật liệu đổi màu theo ánh sáng giảm xuống một nửa chỉ số hấp thụ của trạng thái ổn định được hoạt hóa. Như được đo theo cách này, tốc độ mờ có thể được biểu đạt bằng $T_{1/2}$, với đơn vị là giây. Vì vậy, khi tốc độ mờ được cho là nhanh hoặc nhanh hơn, vật liệu đổi màu theo ánh sáng thay đổi từ trạng

thái có màu sang trạng thái trong suốt quang học ở tốc độ nhanh hơn. Tốc độ mờ nhanh hơn có thể được biểu đạt, ví dụ, bằng chỉ số $T_{1/2}$ thấp hơn của vật liệu đổi màu theo ánh sáng. Đó là, khi mà tốc độ mờ trở nên nhanh hơn, độ dài thời gian để độ hấp thụ giảm xuống một nửa chỉ số hấp thụ đã hoạt hóa ban đầu sẽ trở nên ngắn hơn.

Sẽ được nhìn nhận bởi các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng tốc độ mờ của vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể phụ thuộc một chút vào môi trường mà vật liệu đổi màu theo ánh sáng được đưa vào đó. Như được sử dụng ở đây trong mối liên hệ với vật liệu đổi màu theo ánh sáng trong môi trường, thuật ngữ "được đưa vào" có nghĩa là được kết hợp về phương diện vật lý và/hoặc hóa học. Theo phần bộc lộ này, tất cả các dữ liệu về tính năng đổi màu theo ánh sáng, trong đó có các chỉ số tốc độ mờ như được biểu đạt bằng chỉ số $T_{1/2}$ và các chỉ số chuyển vị trí băng phổ, được bộc lộ ở đây được đo bằng cách sử dụng phương pháp tiêu chuẩn bao gồm việc đưa vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong mẫu thử nghiệm chứa metacrylat polyme, trừ khi rõ ràng nêu khác đi. Chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng mặc dầu các chỉ số chính xác dùng cho các tốc độ mờ và các dữ liệu tính năng đổi màu theo ánh sáng khác, như, ví dụ, dữ liệu chuyển vị trí băng phổ, có thể thay khác tùy thuộc vào môi trường mà vật liệu đổi màu theo ánh sáng được đưa vào, dữ liệu tính năng đổi màu theo ánh sáng được trình bày ở đây có thể chỉ mang tính minh họa về các tốc độ và sự dịch chuyển tương đối có thể được dự kiến đối với vật liệu đổi màu theo ánh sáng khi được hòa nhập vào các môi trường khác.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng của sáng chế bao gồm indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran và nhóm hút điện tử không tiếp hợp được liên kết ở vị trí 11 của naphthopyran được dung hợp indeno thông thường biểu hiện tốc độ mờ nhanh hơn khi so sánh với naphthopyran được dung hợp indeno mà không có nhóm hút điện tử không tiếp hợp được liên kết tại vị trí 11 của nó dùng để so sánh.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng của sáng chế có thể được chọn từ:

- a) 3,3-di(4-metoxypheyl) -6,7-dimetoxy-11 -triflometyl-13, 13-dimetyl- 3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- b) 3,3-di(4-metoxypheyl) -6-metoxy-7-morpholino-11 -triflometyl- 13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- c) 3-(4-metoxypheyl)-3-(4-(2-hydroxyetoxy)pheyl)-6,7-dimetoxy-11-triflometyl

- 13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- d) 3-(4-metoxyphephenyl)-3-(4-(2-hydroxyetoxy)phenyl)-6-metoxo-7- morpholino-11 triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- e) 3-(4-metoxyphephenyl)-3-(4-flophenyl)-6,7-dimetoxo-11 triflometyl- 13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- f) 3-(4-morpholinophenyl)-3-(4-flophenyl)-6,7-dimetoxo-11-triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- g) 3-(4-metoxyphephenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimetoxo-11-triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- h) 3-(4-metoxyphephenyl)-3-(4-butoxyphenyl)-6,7-dimetoxo-11 -triflometyl- 13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- i) 3,3-di-(4-(2-metoxyoetoxy)phenyl)-6,7-dimetoxo-11-triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- j) 3-(4-metoxyphephenyl)-3-(4-etoxyphenyl)-6,7-dimetoxo-11-triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- k) 3-(4-metoxyphephenyl)-3-(4-butoxyphenyl)-6-metoxo-7-morpholino-11-triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran;
- l)3,3-di-(4-flophenyl)-6-metoxo-7-morpholino-11-triflometyl-13- butyl-13-(2-(2-hydroxyetoxy)etoxy)-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran; và
- m) các hỗn hợp của chúng.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng của sáng chế thông thường có phổ hấp thụ hình thức đóng đối với bức xạ điện từ mà được chuyển vị trí bằng phổ, khi so với phổ hấp thụ hình thức đóng đối với bức xạ điện từ của các chất liệu đổi màu theo ánh sáng bao gồm indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran không có nhóm hút điện từ không tiếp hợp ở vị trí 11 của nó dùng để so sánh. Gọi là “được chuyển vị trí bằng phổ” có nghĩa là các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể có phổ hấp thụ hình thức đóng đối với bức xạ điện từ được chuyển đến các bước sóng ngắn hơn. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "phổ hấp thụ hình thức đóng" được dùng để chỉ phổ hấp thụ của vật liệu đổi màu theo ánh sáng ở trạng thái không được hoạt hóa hay hình thức đóng. Trong các ứng dụng cụ thể, phổ hấp thụ hình thức đóng của vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được chuyển sao cho vật liệu

đổi màu theo ánh sáng có thể hấp thụ đủ bức xạ điện từ có bước sóng lớn hơn 390nm nhằm cho phép vật liệu đổi màu theo ánh sáng biến đổi từ hình thức đóng sang hình thức mở. Sự chuyển vị trí băng phổ như vậy cho phép có được sự phụ thuộc hướng thấp hơn.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể còn bao gồm vật liệu hữu cơ mà indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran được đưa vào trong đó. Các vật liệu hữu cơ thích hợp bao gồm, ví dụ, vật liệu polyme, oligome hoặc monome. Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng này có thể được sử dụng, ví dụ, nhưng không bị giới hạn ở, để tạo các vật dụng đổi màu theo ánh sáng, như, các phần tử quang học, và các chế phẩm phủ mà có thể được phủ lên các nền khác nhau. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ "polyme" và "vật liệu polyme" chỉ các homopolyme và các copolyme (ví dụ, các copolyme ngẫu nhiên, các copolyme khối, và các copolyme xen kẽ), cũng như các hỗn hợp và các sự kết hợp khác của chúng. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ "oligome" và "vật liệu oligome" được dùng để chỉ sự kết hợp của hai hoặc nhiều hơn đơn vị monome mà có khả năng phản ứng với (các) đơn vị monome phụ thêm. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "được đưa vào" có nghĩa là được kết hợp về phương diện vật lý và/hoặc hóa học. Ví dụ, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể được kết hợp về mặt vật lý với ít nhất một phần của vật liệu hữu cơ, ví dụ, nhưng không bị giới hạn ở, bằng cách trộn hoặc làm cho vật liệu đổi màu theo ánh sáng nhập vào trong vật liệu hữu cơ đó; và/hoặc được kết hợp về mặt hóa học với ít nhất một bộ phận của vật liệu vô cơ, ví dụ và không bị hạn chế, bằng phương pháp copolyme hóa hoặc bằng cách khác là liên kết vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào chất hữu cơ.

Ngoài ra, còn được dự liệu rằng mỗi vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được dùng riêng trong các vật dụng đổi màu theo ánh sáng được bộc lộ ở đây, hoặc có thể được sử dụng kết hợp với các vật liệu đổi màu theo ánh sáng khác. Ví dụ, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng của sáng chế có thể được sử dụng kết hợp với các vật liệu đổi màu theo ánh sáng thông thường có mức hấp thụ tối đa ở hình thức trạng thái hoạt hóa nằm trong khoảng từ 300 đến 1000 nanomet, ví dụ, từ 400 đến 800 nanomet. Ngoài ra, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế có thể được sử dụng kết hợp với hợp chất đổi màu theo ánh sáng đã được làm tương hợp hoặc hợp chất bổ sung thông thường có thể

polyme hóa được, như, ví dụ, những loại được bộc lộ trong Patent Mỹ các số 6,1 13,814 (ở cột 2, dòng 39 đến cột 8, dòng 41), và 6,555,028 (ở cột 2, dòng 65 đến cột 12, dòng 56), mà các phần bộc lộ của chúng thì được đưa riêng vào đây để tham chiếu. Như đã bàn trên đây, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể chứa hỗn hợp của các hợp chất đổi màu theo ánh sáng. Ví dụ, các hỗn hợp của các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được sử dụng để thu được các màu được hoạt hóa nhất định, như, màu gần như xám hoặc gần như nâu. Patent Mỹ số 5,645,767, cột 12, dòng 66 đến cột 13, dòng 19, mô tả các thông số xác định màu xám và màu nâu không rõ rệt và mà sự bộc lộ đó được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được hòa nhập vào một bộ phận của chất hữu cơ bằng cách trộn và/hoặc liên kết vật liệu đổi màu theo ánh sáng với chất hữu cơ hoặc tiền chất của nó. Như được sử dụng ở đây về việc hòa nhập các vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong vật liệu hữu cơ, các thuật ngữ “trộn” và “được trộn” có nghĩa là vật liệu đổi màu theo ánh sáng được trộn hoặc được hòa lẫn với ít nhất một bộ phận của chất hữu cơ, nhưng không được liên kết vào chất hữu cơ. Ngoài ra, như được sử dụng ở đây về việc hòa nhập các vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong vật liệu hữu cơ, các thuật ngữ “liên kết” hoặc “được liên kết” có nghĩa là vật liệu đổi màu theo ánh sáng là được liên kết với một bộ phận của chất hữu cơ hoặc tiền chất của nó.

Khi vật liệu đổi màu theo ánh sáng còn bao gồm thêm vật liệu polyme, thì các ví dụ về các vật liệu polyme có thể được sử dụng trong đó bao gồm, mà không giới hạn: các polymer của các monome bis(allyl carbonat); các monome dietylen glycol dimetacrylat; các monomer diisopropenyl benzen; các monome bisphenol A dimetacrylat được etoxy hóa; các monomer etylen glycol bismetacrylat; các monome poly(etylen glycol) bismetacrylat; các monome phenol bismetacrylat được etoxy hóa; các monome acrylat rượu polyhydric được alcoxy hóa, như, các monome trimetylol propan triacrylat được etoxy hóa; các monome uretan acrylat; các monome vinylbenzen; và styren. Các ví dụ không hạn chế khác về các vật liệu polyme thích hợp bao gồm các polyme đa chức, ví dụ, một, hai hoặc nhiều chức năng, các monome acrylat và/hoặc metacrylat; các poly(C₁-C₁₂ alkyl metacrylat), như, poly(metyl metacrylat); poly(oxyalkylen)-dimetacrylat; các poly(phenol metacrylat được alcoxy hóa); xenluloza

axetat; xenluloza triaxetat; xenluloza axetat propionat; xenluloza axetat butyrat; poly(vinyl axetat); poly(rượu vinylic); poly(vinyl clorua); poly(vinyliden clorua); các polyuretan; các polythiouretan; các polycarbonat dẻo nóng; các polyeste; poly(etylen tereptalat); polystyren; poly(α -metylstyren); các copolyme của styren và metyl metacrylat; các copolyme của styren và acrylonitril; polyvinylbutyral; và các polyme của dialylden pentaerythritol, đặc biệt là các copolyme với các monome rượu polyhydric (alyl carbonat), ví dụ, dietylen glycol bis(alyl carbonat), và các monome acrylat, ví dụ, etyl acrylat và butyl acrylat. Đồng thời cũng dự liệu các copolyme của các monome đã đề cập trên đây, các sự kết hợp của chúng, và các hỗn hợp của các polyme được đề cập trên đây và các copolyme với các polyme khác, ví dụ, để tạo ra các sản phẩm dạng mạng móc nối vào nhau.

Khi mong muốn có được sự trong suốt cho chế phẩm đổi màu theo ánh sáng, thì vật liệu hữu cơ có thể là vật liệu polyme trong suốt. Ví dụ, vật liệu polyme có thể là vật liệu polyme trong suốt quang học được điều chế từ nhựa polycarbonat dẻo nóng, như, nhựa được dẫn xuất từ bisphenol A và phosgen, chất này được bán dưới tên thương mại là, LEXAN®; một polyeste, như, vật liệu được bán dưới tên thương mại là, MYLAR®; poly(metyl metacrylat), như, chất liệu được bán dưới tên thương mại là, PLEXIGLAS®; các sản phẩm polyme hóa của rượu monome polyhydric(alyl carbonat), đặc biệt là dietylen glycol bis(alyl carbonat), mà monome này được bán dưới tên thương mại là CR-39®; và các polyme polyure-polyuretan (polyure uretan), mà những chất này được điều chế, ví dụ, bằng phản ứng giữa oligome polyuretan với chất xử lý diamin, một chế phẩm dùng cho một polyme như vậy được bán dưới tên thương mại là TRIVEX® bởi PPG Industries, Inc. Các ví dụ không hạn chế khác về các vật liệu polyme thích hợp bao gồm các sản phẩm polyme hóa của các copolyme của rượu polyhydric (alyl carbonat), ví dụ, dietylen glycol bis(alyl carbonat), với các vật liệu monome có thể copolyme hóa được khác, như, nhưng không chỉ giới hạn ở: các copolyme với vinyl axetat, các copolymer với polyuretan có nhóm chức diacrylat cuối, và các copolyme với các uretan béo, phần cuối của chúng chứa các nhóm chức acrylyl hoặc alyl. Các vật liệu polyme thích hợp khác nữa bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, poly(vinyl axetat), polyvinylbutyral, polyuretan, các polythiouretan, các polyme được chọn từ các monome dietylen glycol dimetacrylat, các monome diisopropenyl benzen, các monome bisphenol A dimetacrylat được etoxy hóa,

các monome etylen glycol bismetacrylat, các monome poly(etylen glycol) bismetacrylat, các monome phenol bismetacrylat được etoxy hóa và các monome trimetylol propan triacrylat được etoxy hóa, xenluloza axetat, xenluloza propionat, xenluloza butyrat, xenluloza axetat butyrat, polystyren và các copolyme của styren với metyl metacrylat, vinyl axetat và acrylonitril. Theo một phương án không hạn chế cụ thể, các vật liệu polyme có thể là các nhựa quang học do PPG Industries bán, Inc. dưới tên gọi là CR-, ví dụ, CR-307, CR-407, và CR-607.

Thông thường, chất hữu cơ có thể là vật liệu polyme được chọn từ poly(carbonat), các copolyme của etylen và vinyl axetat; các copolyme của etylen và rượu vinylic; các copolyme của etylen, vinyl axetat, và rượu vinylic (như những loại được tạo ra từ sự xà phòng hóa một phần các copolyme của etylen và vinyl axetat); xenluloza axetat butyrat; poly(uretan); poly(acrylat); poly(metacrylat); các epoxy; các polyme có nhóm chức nhựa dẻo amino; poly(anhydrit); poly(ure uretan); các polyme có nhóm chức N-alkoxymetyl(meth)acrylamit; poly(siloxan); poly(silan); và các sự kết hợp của chúng và hỗn hợp của chúng.

Hơn nữa, các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhìn nhận rằng các chế phẩm đổi màu theo ánh sáng được bộc lộ ở đây có thể còn chứa các chất phụ gia khác là có ích trong quá trình xử lý và/hoặc tính năng của chế phẩm hoặc màng phủ hoặc vật dụng có được từ đó. Các ví dụ không hạn chế về các chất phụ gia như vậy bao gồm các chất khởi đầu ánh sáng, các chất khởi đầu nhiệt, các chất ức chế quá trình polyme hóa, các dung môi, các chất làm ổn định ánh sáng (như, nhưng không chỉ giới hạn ở, các chất hấp thụ ánh sáng cực tím và các chất làm ổn định ánh sáng, như, các chất làm ổn định ánh sáng amin bị cản (HALS)), các chất làm ổn định nhiệt độ, các chất giúp đỡ khuôn, các chất kiểm soát lưu biến, các chất làm đều màu (như, nhưng không chỉ giới hạn ở, các chất hoạt động bề mặt), các chất tẩy tạp gốc tự do, chất làm tăng tính bám dính (như, hexandiol diacrylat và các chất liên kết), và các sự kết hợp của chúng và hỗn hợp của chúng.

Như đã bàn đến trên đây, sáng chế còn dự liệu các vật dụng đổi màu theo ánh sáng, như, các phần tử quang học, chứa nền và vật liệu bất kỳ trong số những vật liệu đổi màu theo ánh sáng được bộc lộ ở đây, tiếp xúc với ít nhất một phần của nền. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "tiếp xúc với" có nghĩa là gắn liền với, hoặc trực tiếp hoặc gián tiếp

thông qua cấu trúc hoặc nguyên liệu khác. Ngoài ra, như được sử dụng ở đây trong ngữ cảnh là màng phủ nằm “trên” bề mặt hoặc đối tượng, thuật ngữ “trên” có nghĩa là màng phủ này được kết nối với bề mặt hoặc đối tượng đó sao cho màng phủ được đỡ hoặc mang bởi bề mặt hoặc đối tượng đó. Ví dụ, màng phủ là “trên” bề mặt có thể được phủ trực tiếp lên bề mặt hoặc nó có thể được phủ trên một hoặc nhiều màng phủ khác, ít nhất một trong số này được phủ trực tiếp lên bề mặt.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “quang học” có nghĩa là gắn liền với hoặc đi đôi với ánh sáng và/hoặc sự nhìn. Các phần tử quang học theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các phần tử thuộc về mắt, các phần tử hiển thị, các loại cửa sổ, gương, và các phần tử pin tinh thể lỏng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “thuộc về mắt” có nghĩa là gắn liền với hoặc đi đôi với mắt và sự nhìn. Các ví dụ không hạn chế về các phần tử về mắt bao gồm kính đeo do bị tật về mắt và kính đeo thường, trong đó có kính một trường nhìn hoặc kính nhiều trường nhìn, loại kính này có thể hoặc là kính nhiều trường nhìn chia mảnh hoặc kính nhiều trường nhìn không chia mảnh (như, nhưng không chỉ giới hạn ở, kính hai trường, kính ba trường và kính nhiều trường nhìn do độ dày mặt kính khác nhau), cũng như các phần tử khác được sử dụng để chỉnh, bảo vệ hoặc nâng cao (về mặt thẩm mỹ hoặc mục đích khác) thị lực, trong đó có, nhưng không chỉ giới hạn ở, các loại kính áp tròng và các phần tử dùng trong mắt khác, các loại kính lúp, các loại kính bảo hộ, các loại tấm kính che mặt, kính bảo hộ lao động, cũng như, thấu kính cho các công cụ quang học (ví dụ, máy ảnh và kính viễn vọng). Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “hiển thị” có nghĩa là sự trình bày thông tin nhìn thấy được hoặc có thể đọc được bằng máy dưới dạng từ ngữ, số, biểu tượng, hoa văn hoặc hình vẽ. Các ví dụ không hạn chế về các phần tử hiển thị bao gồm màn hình, monitor, và các yếu tố bảo mật, như, các dấu bảo mật. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “cửa sổ” có nghĩa là khuôn hờ thích ứng để cho phép sự truyền các tia sáng qua đó. Các ví dụ không hạn chế về các loại cửa sổ bao gồm các bộ phận trong suốt của máy bay và ô tô, các tấm chắn gió, các bộ phận lọc, cửa chớp, và các bộ phận đóng mở quang học. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “gương” có nghĩa là một bề mặt phản chiếu phần lớn ánh sáng tới một cách long lanh. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “pin tinh thể lỏng” được dùng để chỉ cấu trúc chứa vật liệu tinh thể lỏng mà có khả năng được gắn vào. Một ví dụ không hạn chế về

phần tử có pin tinh thể lỏng là màn hình tinh thể lỏng.

Theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây trong đó nền của vật dụng đổi màu theo ánh sáng chứa vật liệu polyme, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể là tiếp xúc với ít nhất một phần của nền bằng cách hòa nhập vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào ít nhất một phần của vật liệu polyme của nền, hoặc bằng cách hòa nhập vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào ít nhất một phần của vật liệu oligome hoặc monome mà từ đó nền được tạo ra. Ví dụ, vật dụng đổi màu theo ánh sáng có thể được tạo thành từ vật liệu đổi màu theo ánh sáng, như những loại được bàn trên đây, bằng phương pháp đúc tại chỗ trong đó vật liệu đổi màu theo ánh sáng được hòa nhập vào ít nhất một bộ phận của vật liệu polyme của nền đó bằng cách trộn và/hoặc liên kết vật liệu đổi màu theo ánh sáng với ít nhất một bộ phận của vật liệu polyme trước khi tạo nền đó, hoặc bằng cách hòa nhập vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong ít nhất một bộ phận của vật liệu monome hoặc oligome mà từ đó vật liệu polyme của nền được tạo ra trước khi tạo nền đó. Theo cách khác, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được hòa nhập vào vật liệu polyme của nền bằng thẩm hút. Phương pháp thẩm hút và đúc tại chỗ được bàn dưới đây một cách chi tiết hơn.

Vật liệu đổi màu theo ánh sáng còn có thể được cho tiếp xúc với ít nhất một bộ phận của nền của vật dụng đổi màu theo ánh sáng như là một phần của màng phủ mà được phủ lên ít nhất một bộ phận của nền. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “màng phủ” có nghĩa là cấu trúc bao gồm một hoặc nhiều lớp một phần hoặc toàn bộ (chúng có thể hoặc có thể không có thành phần và/hoặc độ dày mặt cắt ngang đồng đều) có được từ các chế phẩm dễ chảy. Các chế phẩm dễ chảy mà từ đó các màng phủ có thể được tạo ra bao gồm, ví dụ, chế phẩm lỏng hoặc bột, mà chúng có thể được phủ lên nền bằng cách sử dụng các phương pháp, như, những phương pháp được bàn đến dưới đây. Theo các phương pháp điều chế này, nền này có thể là nền polyme hoặc một nền vô cơ (như, nhưng không chỉ giới hạn ở, nền thủy tinh). Các ví dụ về các monome và các polyme mà có thể được sử dụng để tạo ra các nền polyme theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các monome và các polyme được bàn đến trên đây mà có thể có ích trong việc tạo ra các chế phẩm đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây.

Nền này có thể là nền dùng cho mắt. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “chất nền

dùng cho mắt” được sử dụng để chỉ các loại kính, kính mới được tạo ra một phần, và kính bán thành phẩm. Các ví dụ không hạn chế về nguyên liệu hữu cơ mà từ đó các chất nền dùng cho mắt có thể được tạo ra bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các polyme đã được công nhận về mặt nghệ thuật là có ích trong việc tạo ra các sản phẩm đục trong suốt hoặc trong suốt quang học dùng cho các ứng dụng quang học (như những loại được bàn đến trên đây).

Các ví dụ không hạn chế khác về vật liệu hữu cơ thích hợp để sử dụng trong việc tạo các nền bao gồm cả vật liệu hữu cơ tự nhiên và tổng hợp, trong đó có, nhưng không chỉ giới hạn ở: các vật liệu polyme mờ hoặc trong mờ, sản phẩm dệt tự nhiên và tổng hợp, và vật liệu xenluloza. Các ví dụ không hạn chế về các vật liệu vô cơ thích hợp để sử dụng trong việc tạo các nền bao gồm các thủy tinh vô cơ trên cơ sở oxit, chất khoáng, sứ, và kim loại. Ví dụ, nền này có thể là nền sứ, kim loại hoặc khoáng chất mà được đánh bóng để tạo ra bề mặt phản xạ. Theo các phương án không hạn chế khác, lớp hoặc màng phản xạ có thể được ngưng kết hoặc cách khác là phủ lên bề mặt của nền hữu cơ hoặc vô cơ để làm cho nó có tính phản xạ hoặc nâng cao tính phản xạ của nó.

Nền có thể chứa màng phủ bảo vệ trên ít nhất một bộ phận của bề mặt của nó. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “màng phủ bảo vệ” được sử dụng để chỉ các màng phủ hoặc các màng mỏng mà có thể ngăn ngừa được sự hao mòn hoặc mài mòn, đem lại sự chuyển tiếp về các thuộc tính từ màng phủ hoặc màng mỏng này sang màng phủ khác, bảo vệ khỏi các ảnh hưởng của các hóa chất phản ứng polyme hóa và/hoặc bảo vệ khỏi sự suy thoái do điều kiện môi trường, như, ẩm độ, nhiệt độ, ánh sáng cực tím, oxy, v.v.. Ví dụ, các chất nền của thấu kính dùng cho mắt là polycarbonat dẻo nóng khả dụng thương mại thường được bán với màng phủ chống mài mòn đã được phủ trên các bề mặt của chúng vì những bề mặt này có xu hướng dễ bị trầy xước, mài mòn hoặc làm xơ ra. Ví dụ về một chất nền thấu kính polycarbonat như vậy được bán dưới tên thương mại là GENTEX (bởi Gentex Optics). Các ví dụ không hạn chế về các màng phủ chống mài mòn bao gồm, các màng phủ chống mài mòn chứa các silan, các màng phủ chống mài mòn chứa các màng mỏng được xử lý bằng chiếu xạ trên cơ sở acrylat, các màng phủ chống mài mòn trên cơ sở các vật liệu vô cơ, như, silic oxit, titan oxit và/hoặc zircon oxit, và các sự kết hợp của chúng. Ví dụ, theo

các phương án không hạn chế khác nhau màng phủ bảo vệ có thể bao màng phủ đầu tiên của màng mỏng trên cơ sở acrylat được xử lý bằng chiếu xạ và màng phủ thứ hai chứa silan. Các ví dụ không hạn chế về các sản phẩm màng phủ bảo vệ thương mại bao gồm các màng phủ SILVUE® 124 và HI-GARD®, khả dụng thương mại lần lượt từ SDC Coatings, Inc. và PPG Industries, Inc..

Vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau của sáng chế được bàn đến trên đây có thể được hòa nhập vào ít nhất một bộ phận của chế phẩm phủ trước khi phủ chế phẩm phủ lên nền, hoặc theo cách khác, chế phẩm phủ có thể được phủ lên nền, ít nhất sa lắng một phần, và sau đó vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được thấm hút vào trong ít nhất một bộ phận của màng phủ. Như được sử dụng ở đây liên quan đến các màng phủ, các chế phẩm phủ, hoặc Các hợp phần của nó, các thuật ngữ “sắp đặt” và “đang sắp đặt” là có ý bao hàm các quá trình, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, xử lý, polyme hóa, liên kết ngang, làm nguội, và làm khô.

Các ví dụ tiêu biểu không hạn chế về chế phẩm phủ mà các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể là được đưa vào bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các chế phẩm phủ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này được dùng đồng thời với các vật liệu đổi màu theo ánh sáng. Các ví dụ không hạn chế về các chế phẩm phủ mà các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể là được đưa vào bao gồm các chế phẩm phủ chứa mono-isoxyanat được bộc lộ trong Patent Mỹ số 6,916,537 (“Patent ‘537”) ở cột 3, các dòng 1 đến 12, nó bao gồm (bên cạnh vật liệu đổi màu theo ánh sáng) sản phẩm phản ứng (các ví dụ không hạn chế mà được đưa ra trong Patent ‘537 ở cột 7, các dòng 4-37) của rượu polyhydric chứa ít nhất một nhóm carbonat (các ví dụ không hạn chế về chúng được đưa ra trong Patent ‘537 ở cột 7, dòng 38 đến cột 8, dòng 49) và isoxyanat chứa ít nhất một nhóm isoxyanat phản ứng và ít nhất một liên kết đôi có thể polyme hóa được (các ví dụ không hạn chế về chúng được đưa ra trong Patent ‘537 ở cột 8, dòng 50 đến cột 9, dòng 44), và nó tùy ý chứa một monome cộng có thể copolyme hóa được (các ví dụ không hạn chế về chúng được đưa ra trong Patent ‘537 ở cột 11, dòng 47 đến cột 20, dòng 43). Phần bộc lộ được đề cập trên đây về Patent ‘537 là được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Các ví dụ không hạn chế khác về các chế phẩm phủ mà các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được đưa vào bao gồm các chế phẩm poly(ure-uretan) được bộc lộ trong

Patent Mỹ số 6,531,076, ở cột 3, dòng 4 đến cột 10, dòng 49, mà phần bộc lộ được đưa riêng vào đây để tham chiếu. Còn các ví dụ không hạn chế khác về các chế phẩm phủ mà các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể là được đưa vào bao gồm các chế phẩm polyuretan được bộc lộ trong Patent Mỹ số 6,187,444, ở cột 2, dòng 52 đến cột 12, dòng 15, mà phần bộc lộ được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Nhưng các ví dụ không hạn chế khác về các chế phẩm phủ mà các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được đưa vào bao gồm các chế phẩm phủ poly(meth)acrylic được mô tả trong Patent Mỹ số 6,602,603, ở cột 2, dòng 60 đến cột 7, dòng 50; các chế phẩm phủ nhựa dẻo amino được mô tả trong Patent Mỹ số 6,506,488, ở cột 2, dòng 43 đến cột 12, dòng 23 và Patent Mỹ số 6,432,544, ở cột 2, dòng 32 đến cột 14, dòng 5; các chế phẩm phủ polyanhydrit được mô tả trong Patent Mỹ số 6,436,525, ở cột 2, dòng 15 đến cột 11, dòng 60; các chế phẩm phủ nhựa epoxy được mô tả trong Patent Mỹ số 6,268,055, ở cột 2, dòng 63 đến cột 17, dòng 3; và các chế phẩm phủ alkoxyacrylamit được mô tả trong Patent Mỹ số 6,060,001, ở cột 2, dòng 6 đến cột 5, dòng 39. Các phần bộc lộ được đề cập trên đây được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Hơn nữa, các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng các chế phẩm phủ đổi màu theo ánh sáng có thể còn chứa các chất phụ gia khác là có ích trong việc xử lý và/hoặc tính năng của chế phẩm hoặc màng phủ có được từ đó. Các ví dụ không hạn chế về các chất phụ gia như vậy bao gồm chất khởi đầu ánh sáng, chất khởi đầu nhiệt, các chất ức chế quá trình polyme hóa, các dung môi, các chất làm ổn định ánh sáng (như, nhưng không chỉ giới hạn ở, các chất hấp thụ ánh sáng cực tím và các chất làm ổn định ánh sáng, như, các chất làm ổn định ánh sáng amin bị cản (HALS)), các chất làm ổn định nhiệt độ, các chất giúp đỡ khuôn, các chất kiểm soát lưu biến, các chất làm đều màu (như, nhưng không chỉ giới hạn ở, các chất hoạt động bề mặt), các chất tẩy tạp gốc tự do, các chất nâng cao tính bám dính (như, hexandiol diacrylat và các chất liên kết), và các sự kết hợp của chúng và hỗn hợp của chúng.

Màng phủ ít nhất một phần chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được liên kết với ít nhất một bộ phận của nền của vật dụng đổi màu theo ánh sáng, ví dụ, bằng cách phủ chế phẩm phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào ít nhất một bộ phận của bề mặt của

nền và sắp đặt ít nhất một phần chế phẩm phủ. Ngoài ra hoặc theo cách khác, màng phủ ít nhất một phần chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được liên kết với nền, ví dụ, thông qua một hoặc nhiều màng phủ ít nhất một phần phụ. Ví dụ, trong khi không hạn chế ở đây, theo các phương án không hạn chế khác nhau, chế phẩm phủ bổ sung có thể được phủ lên một bộ phận của bề mặt của, ít nhất sa lảng một phần, và sau đó chế phẩm phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được phủ lên màng phủ bổ sung và ít nhất sa lảng một phần. Các phương pháp không hạn chế để phủ các chế phẩm phủ lên các nền được bàn đến dưới đây.

Các ví dụ không hạn chế về các màng mỏng và màng phủ bổ sung mà có thể được sử dụng kết hợp với các vật dụng đổi màu theo ánh sáng được bộc lộ ở đây bao gồm màng phủ lót hoặc màng phủ làm tương hợp; các màng phủ bảo vệ, trong đó có các màng phủ chuyển tiếp, các màng phủ chống mài mòn và các màng phủ khác mà có tác dụng bảo vệ khỏi các ảnh hưởng của các hóa chất phản ứng polyme hóa và/hoặc bảo vệ khỏi sự suy thoái do điều kiện môi trường, như, ẩm độ, nhiệt độ, ánh sáng cực tím, và/hoặc oxy (ví dụ, các màng phủ ngăn tia cực tím và các màng phủ chống oxy); các màng chống phản xạ; màng phủ đổi màu theo ánh sáng thông thường; các màng phủ phân cực và các màng căng phân cực; và các sự kết hợp của chúng.

Các ví dụ không hạn chế về màng phủ lót hoặc màng phủ làm tương hợp mà có thể được sử dụng kết hợp với các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây bao gồm các màng phủ chứa các chất liên liên kết, ít nhất là các sản phẩm thủy phân một phần của các chất liên kết và hỗn hợp của chúng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “chất liên kết” có nghĩa là vật liệu có một nhóm có khả năng phản ứng, liên kết và/hoặc liên hợp với một nhóm trên bề mặt. Các chất liên kết theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể bao gồm các hợp chất hữu cơ kim loại, như, các silan, các titanat, các ziriconat, các aluminat, ziricon các aluminat, các sản phẩm thủy phân của chúng và hỗn hợp của chúng. Như được sử dụng ở đây, cụm từ “ít nhất là các sản phẩm thủy phân một phần của các chất liên kết” có nghĩa là từ một số cho đến toàn bộ các nhóm có thể thủy phân được trên chất liên kết là được thủy phân. Các ví dụ không hạn chế khác về các màng phủ lót mà thích hợp để dùng kết hợp với các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây bao gồm các màng phủ lót được mô tả trong Patent Mỹ số

6,025,026 ở cột 3, dòng 3 đến cột 11, dòng 40 và Patent Mỹ số 6,150,430 ở cột 2, dòng 39 đến cột 7, dòng 58, mà sự bộc lộ này được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “màng phủ chuyển tiếp” có nghĩa là màng phủ mà giúp ích trong việc tạo ra gradient về các thuộc tính giữa hai màng phủ. Ví dụ, mặc dầu không bị giới hạn ở đây, màng phủ chuyển tiếp có thể giúp ích trong việc tạo ra gradient về thuộc tính cứng giữa các màng phủ tương đối cứng (như, màng phủ chống mài mòn) và màng phủ tương đối mềm (như, màng phủ đổi màu theo ánh sáng). Các ví dụ không hạn chế về các màng phủ chuyển tiếp bao gồm các màng mỏng trên cơ sở acrylat được xử lý bằng chiếu xạ như được mô tả trong Công bố đơn Patent Mỹ số 2003/0165686 ở các đoạn từ [0079] đến [0173], mà phần bộc lộ được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “màng phủ chống mài mòn” được dùng để chỉ chất liệu polyme bảo vệ mà thể hiện tính chống lại mài mòn lớn hơn một vật liệu tiêu chuẩn dùng để tham khảo, ví dụ, polyme được làm từ monome CR-39® khả dụng từ PPG Industries, Inc, khi được thử nghiệm theo một phương pháp so với Phương pháp Thử nghiệm Tiêu chuẩn để xác định Tính Chống Mài mòn của các Màng phủ và Nhựa dẻo Trong suốt ASTM F-735 có sử dụng Phương pháp Cát Giao động. Các ví dụ không hạn chế về các màng phủ chống mài mòn bao gồm các màng phủ chống mài mòn chứa các silan hữu cơ, các siloxan hữu cơ, các màng phủ chống mài mòn trên cơ sở các vật liệu vô cơ, như, silic oxit, titan oxit và/hoặc ziricon oxit, và các màng phủ chống mài mòn hữu cơ mà có thể xử lý được bằng ánh sáng cực tím.

Các ví dụ không hạn chế về các màng phủ chống phản xạ bao gồm màng phủ một lớp hoặc các màng phủ nhiều lớp của các oxit kim loại, các florua kim loại, hoặc các vật liệu như vậy khác, các vật liệu mà được ngưng kết trên các vật dụng được bộc lộ ở đây (hoặc lên trên các màng tự chống đỡ mà được phủ lên các vật dụng), ví dụ, thông qua sự sa lắng chân không, sự phun, v.v..

Các ví dụ không hạn chế về các màng phủ phân cực và các màng căng phân cực bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các màng phủ phân cực (như những màng được mô tả trong Công bố đơn Patent Mỹ số 2005/0151926, ở các đoạn từ [0029] đến [0116], mà phần bộc lộ được đưa riêng vào đây để tham chiếu), và các màng căng phân cực chứa Các hợp chất lưỡng sắc mà đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Như được bàn đến trên đây, theo các phương án không hạn chế khác nhau, màng mỏng hoặc màng phủ ít nhất một phần bổ sung có thể được tạo ra trên nền trước khi tạo màng phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây trên nền đó. Ví dụ, theo các phương án không hạn chế cụ thể, thì màng phủ lót hoặc làm tương hợp có thể được tạo trên nền đó trước khi phủ chế phẩm phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng. Ngoài ra hoặc theo cách khác, một hoặc nhiều màng phủ ít nhất một phần bổ sung có thể được tạo trên nền đó sau khi tạo màng phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, trên nền đó, ví dụ, như là màng phủ ngoài trên màng phủ đổi màu theo ánh sáng. Ví dụ, theo các phương án không hạn chế cụ thể, màng phủ chuyển tiếp có thể được tạo ra trên màng phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng, và màng phủ chống mài mòn có thể được tạo ra sau đó trên màng phủ chuyển tiếp.

Ví dụ, có sự cung cấp vật dụng đổi màu theo ánh sáng chứa nền (như, nhưng không chỉ giới hạn ở, nền thấu kính dùng cho mắt phẳng-lõm hoặc phẳng-lồi), mà nó bao gồm màng phủ chống mài mòn trên ít nhất một bộ phận nền của nó; màng phủ lót hoặc làm tương hợp trên ít nhất một bộ phận của màng phủ chống mài mòn; màng phủ đổi màu theo ánh sáng chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, trên ít nhất một bộ phận của màng phủ lót hoặc màng phủ làm tương hợp này; màng phủ chuyển tiếp trên ít nhất một bộ phận của màng phủ đổi màu theo ánh sáng; và màng phủ chống mài mòn trên ít nhất một bộ phận của màng phủ chuyển tiếp. Hơn nữa, theo các phương án không hạn chế khác, vật dụng đổi màu theo ánh sáng cũng có thể chứa, ví dụ, màng phủ chống phản xạ mà được liên kết với bề mặt của nền và/hoặc màng mỏng hoặc màng phủ phân cực mà được liên kết với bề mặt của nền.

Khi nền chứa vật liệu polyme, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được liên kết với ít nhất một bộ phận của nền bằng phương pháp đúc trong khuôn. Theo phương án này, chế phẩm phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng, mà chế phẩm này có thể là chế phẩm phủ lỏng hoặc chế phẩm phủ bột, có thể được phủ lên bề mặt của khuôn và ít nhất sa lắng một phần. Sau đó, sản phẩm hoặc dung dịch polyme, hoặc hỗn hợp hoặc dung dịch oligome hoặc monome có thể được đúc trên màng phủ và ít nhất sa lắng một phần. Sau khi lắng, nền

được phủ có thể được gỡ ra khỏi khuôn. Các ví dụ không hạn chế về các màng phủ bột mà trong đó các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể được sử dụng là được đưa ra trong Patent Mỹ số 6,068,797 ở cột 7, dòng 50 đến cột 19, dòng 42, mà phần bộc lộ được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Khi nền chứa vật liệu polyme hoặc vật liệu vô cơ, như, ví dụ, thủy tinh, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được liên kết với ít nhất một bộ phận của nền bằng quy trình phủ. Các ví dụ không hạn chế về các quy trình phủ thích hợp bao gồm phủ ly tâm, phủ phun (ví dụ, sử dụng chế phẩm phủ bột hoặc lỏng), phủ màn, phủ lăn, phủ ly tâm và phủ phun, phủ nhúng, phủ khuôn, và các sự kết hợp của chúng. Ví dụ, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được liên kết với nền bằng phủ khuôn. Trong trường hợp này, chế phẩm phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng (các ví dụ về các màng phủ này là được bàn đến trên đây) có thể được phủ lên khuôn và sau đó nền có thể được đặt vào trong khuôn sao cho nền tiếp xúc với màng phủ làm cho nó lan ra trên ít nhất một bộ phận của bề mặt nền. Sau đó, chế phẩm phủ có thể là ít nhất sa lắng một phần và nền được phủ có thể được gỡ ra khỏi khuôn. Theo cách khác, quy trình phủ khuôn có thể bao gồm việc đặt nền vào trong khuôn sao cho vùng mở được xác định giữa nền và khuôn, và sau đó bơm chế phẩm phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào trong vùng mở. Sau đó, chế phẩm phủ có thể là ít nhất sa lắng một phần và nền được phủ có thể được gỡ ra khỏi khuôn. Theo phương án không hạn chế khác, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được liên kết với nền bằng phủ ly tâm chế phẩm phủ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng lên trên nền, ví dụ, bằng cách xoay nền và phủ chế phẩm phủ lên nền trong khi nền xoay và/hoặc bằng cách phủ chế phẩm phủ lên nền và kế đó là xoay nền.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, chế phẩm phủ (có hoặc không có vật liệu đổi màu theo ánh sáng) có thể được phủ lên nền (ví dụ, bằng quy trình bất kỳ trong số những quy trình phủ trên đây), chế phẩm phủ có thể là ít nhất sa lắng một phần, và sau đó, vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo phương án bất kỳ trong số những phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây có thể được thấm hút (như được bàn đến trên đây) vào trong màng phủ.

Như được bàn đến trên đây, sau khi tạo màng phủ đổi màu theo ánh sáng, ít nhất một bộ phận của màng phủ đổi màu theo ánh sáng có thể là ít nhất sa lắng một phần. Ví

dụ, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, ít nhất sa lẳng một phần ít nhất một bộ phận của màng phủ đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm việc cho màng phủ đổi màu theo ánh sáng tiếp xúc với ít nhất một trong số bức xạ điện từ và chiếu xạ nhiệt để làm khô ít nhất một phần, polyme hóa và/hoặc liên kết ngang một hoặc nhiều hợp phần của chế phẩm phủ.

Khi nền chứa vật liệu polyme hoặc vật liệu vô cơ, như, ví dụ, thủy tinh, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được liên kết với ít nhất một bộ phận của nền bằng cách dát mỏng. Tấm hoặc màng tự chống đỡ chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được làm dính vào hoặc theo cách khác được liên kết với một bộ phận của nền đó, có hoặc không có chất kết dính và/hoặc áp dụng sức nóng và áp suất. Tùy ý, sau đó màng bảo vệ có thể được phủ lên màng mỏng này; hoặc nền thứ hai có thể được phủ lên nền thứ nhất và hai nền này có thể được dát lại với nhau (tức là, bằng việc áp dụng nhiệt độ và áp lực) để tạo ra yếu tố trong đó màng mỏng chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng được đưa vào giữa hai nền này. Các phương pháp tạo màng mỏng chứa vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể bao gồm, ví dụ và không bị hạn chế, việc hóa hợp vật liệu đổi màu theo ánh sáng với hỗn hợp hoặc dung dịch oligome hoặc polyme, đúc hoặc nén màng mỏng từ đó, và, nếu cần, ít nhất sa lẳng một phần màng mỏng. Ngoài ra hoặc theo cách khác, màng mỏng có thể được tạo (có hoặc không có vật liệu đổi màu theo ánh sáng) và được thấm hút với vật liệu đổi màu theo ánh sáng (như được bàn đến trên đây).

Hơn nữa, trước khi liên kết vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào ít nhất một bộ phận của nền đó bằng sự phủ hoặc dát, màng phủ lót hoặc làm tương hợp (như những gì được bàn đến trên đây) có thể được tạo ra trên ít nhất một bộ phận của bề mặt của nền để nâng cao một hoặc nhiều thuộc tính thấm ướt, bám dính và/hoặc thuộc tính tương thích hóa học của màng phủ đổi màu theo ánh sáng đối với nền. Các ví dụ không hạn chế về màng phủ lót hoặc màng phủ làm tương hợp thích hợp và các phương pháp sản xuất chúng là được bộc lộ trên đây. Ngoài ra, như được bàn đến trên đây theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, nền có thể còn chứa màng phủ chống mài mòn trên ít nhất một bộ phận của bề mặt của nó.

Trước khi phủ màng mỏng hoặc màng phủ bất kỳ lên nền, ví dụ, trước khi phủ vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào ít nhất một bộ phận của bề mặt của nền bằng việc phủ

và/hoặc dát hoặc trước khi phủ màng phủ lót hoặc màng phủ làm tương hợp lên nền, bề mặt có thể được làm sạch và/hoặc được xử lý để đem lại bề mặt sạch và/hoặc bề mặt mà có thể tăng cường tính bám dính của màng phủ đổi màu theo ánh sáng đối với nền. Sự làm sạch và xử lý hữu hiệu có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, tẩy rửa siêu âm bằng xà phòng nước/dung dịch chất giặt; làm sạch bằng hỗn hợp nước của dung môi hữu cơ, ví dụ, hỗn hợp của isopropanol:nước tỷ lệ 50:50 hoặc etanol:nước; xử lý bằng tia cực tím; xử lý bằng khí được hoạt hóa, ví dụ, xử lý bằng plasma nhiệt độ thấp hoặc phóng điện hoa; và xử lý hóa học đưa đến sự hydroxyl hóa bề mặt nền, ví dụ, khắc ăn mòn bề mặt bằng dung dịch kim loại kiềm hydroxit nước, ví dụ, natri hoặc kali hydroxit, dung dịch này có thể còn chứa chất hoạt động bề mặt trên cơ sở flocarbon. Thông thường, dung dịch hydroxit kim loại kiềm là dung dịch nước pha loãng, ví dụ, từ 5 đến 40 phần trăm trọng lượng, thông thường hơn là từ 10 đến 15 phần trăm trọng lượng, như, 12 phần trăm trọng lượng, kim loại kiềm hydroxit. Xem, ví dụ, Patent Mỹ số 3,971,872, cột 3, các dòng 13 đến 25; Patent Mỹ số 4,904,525, cột 6, các dòng 10 đến 48; và Patent Mỹ số 5,104,692, cột 13, các dòng 10 đến 59, chúng mô tả các phương pháp xử lý bề mặt nguyên liệu hữu cơ polyme. Các phần bộc lộ trên đây được đưa riêng vào đây để tham chiếu.

Xử lý bề mặt nền có thể là xử lý plasma nhiệt độ thấp. Mặc dầu không bị giới hạn ở đây, phương pháp này cho phép xử lý bề mặt để tăng cường tính bám dính của màng phủ được tạo ra trên đó, và có thể là phương cách hiệu quả và sạch để thay đổi bề mặt về vật lý, ví dụ, bằng cách làm thô ráp và/hoặc thay đổi về phương diện hóa học bề mặt mà không ảnh hưởng đến phần còn lại của vật dụng. Các khí trơ, như, argon, và các khí phản ứng, như, oxy, có thể được sử dụng làm khí plasma. Các khí trơ có thể làm thô ráp bề mặt, các khí phản ứng, như, oxy có thể vừa làm thô ráp vừa thay đổi về mặt hóa học bề mặt mà tiếp xúc với plasma, ví dụ, bằng cách sản sinh ra các đơn vị hydroxyl hoặc carboxyl trên bề mặt. Theo một phương án không hạn chế, oxy có thể được sử dụng làm khí plasma. Mặc dầu không bị giới hạn ở đây, phải nhìn nhận rằng oxy có thể làm cho bề mặt thô ráp nhẹ nhưng hiệu quả về phương diện vật lý cùng với sự cải biến bề mặt nhẹ nhưng hiệu quả về phương diện hóa học. Như các chuyên gia trong lĩnh vực này sẽ nhìn nhận, mức độ làm thô ráp bề mặt và/hoặc cải biến hóa học sẽ là chức năng của khí plasma và các điều kiện hoạt động của đơn vị plasma (trong đó có độ dài thời gian xử lý).

Bề mặt của nền được xử lý plasma có thể ở nhiệt độ trong phòng hoặc có thể được làm nóng trước một cách sơ qua trước hoặc trong suốt xử lý plasma. Nhiệt độ của bề mặt mà sẽ được xử lý plasma có thể duy trì ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ mà ở đó bề mặt có thể bị ảnh hưởng tiêu cực bởi plasma (không phải là sự tăng lên vùng bề mặt bằng cách làm thô ráp và cải biến hóa học nhẹ). Chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể dễ dàng chọn các điều kiện hoạt động của đơn vị plasma, liên quan đến, nền nhựa dẻo được xử lý, để thu được sự cải thiện về tính bám dính của màng chông/màng phủ trên bề mặt được xử lý plasma.

Các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây còn dự liệu cách sử dụng các sự kết hợp khác nhau của các phương pháp trên đây để tạo ra các vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây. Ví dụ, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được tiếp xúc với nền bằng sự hòa nhập vào vật liệu vô cơ mà từ đó nền này được tạo ra (ví dụ, sử dụng phương pháp đúc tại chỗ và/hoặc thấm hút), và sau đó vật liệu đổi màu theo ánh sáng (vật liệu có thể là giống hoặc khác với vật liệu đổi màu theo ánh sáng được đề cập trên đây) có thể được liên kết với một bộ phận của nền đó bằng phương pháp đúc trong khuôn, phủ, và/hoặc dát mỏng được bàn đến trên đây.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng được mô tả ở đây có thể được sử dụng theo lượng (hoặc tỷ lệ) sao cho chất hữu cơ hoặc nền mà các vật liệu đổi màu theo ánh sáng được đưa vào hoặc theo cách khác là nối vào thể hiện các thuộc tính quang học mong muốn. Ví dụ, lượng và loại vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được chọn sao cho chất hữu cơ hoặc nền có thể cơ bản là trong suốt hoặc không màu khi vật liệu đổi màu theo ánh sáng ở hình thức trạng thái ban đầu và có thể biểu hiện màu thu được như mong muốn khi vật liệu đổi màu theo ánh sáng ở hình thức trạng thái hoạt hóa. Lượng chính xác về vật liệu đổi màu theo ánh sáng sẽ được sử dụng trong các chế phẩm đổi màu theo ánh sáng khác nhau, các màng phủ đổi màu theo ánh sáng và các chế phẩm phủ đổi màu theo ánh sáng, và các vật dụng đổi màu theo ánh sáng được mô tả ở đây là không bắt buộc lắm miễn là có lượng đủ được sử dụng để tạo ra hiệu quả mong muốn. Cần phải nhận nhận rằng lượng cụ thể của vật liệu đổi màu theo ánh sáng được sử dụng là phụ thuộc vào một loạt nhân tố, như, nhưng không chỉ giới hạn ở, đặc tính hấp thụ của vật liệu đổi màu theo ánh sáng, màu và cường độ màu mong muốn khi hoạt hóa, và phương pháp được sử dụng để

hòa nhập hoặc liên kết vật liệu đổi màu theo ánh sáng vào nền. Mặc dầu không bị giới hạn ở đây, theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây, lượng của vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà có thể được hòa nhập vào vật liệu vô cơ có thể giao động từ 0,01 đến 40 phần trăm trọng lượng dựa trên trọng lượng của chất hữu cơ.

Các phương án không hạn chế khác nhau của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn khi được đọc đồng thời với các ví dụ không hạn chế sau đây. Các quy trình được đưa ra trong các ví dụ dưới đây không có ý định giới hạn ở đây, như các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận thấy rằng các sự cải biến đối với các quy trình được đưa ra trong phần các ví dụ thực hiện sáng chế, cũng như các quy trình khác không được mô tả trong các ví dụ, có thể hữu ích trong việc điều chế các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo sáng chế này.

Các ví dụ thực hiện sáng chế

Trong phần 1 của các ví dụ thực hiện sáng chế, các quy trình tổng hợp được sử dụng để sản xuất các vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo các phương án không hạn chế khác nhau được bộc lộ ở đây được đưa ra trong các ví dụ từ 1-2 và các quy trình được sử dụng để sản xuất các vật liệu đổi màu theo ánh sáng so sánh là được mô tả trong các ví dụ so sánh từ 1-2. Trong phần 2, mô tả việc điều chế các mẫu thử nghiệm và các quy trình thử nghiệm. Trong phần 3, mô tả kết quả thử nghiệm.

Phần 1: Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng - Tổng hợp

Ví dụ 1- Bước 1

4-Triflometylbenzoyl clorua (200 gam), 1,2-dimetoxibenzen (128mL), và diclometan (1800mL) được gộp lại trong bình phản ứng dưới khí quyển nitơ. Thiếc (IV) clorua (168mL) được bổ sung từng giọt một cách từ từ vào hỗn hợp phản ứng trong 45 phút. Hỗn hợp phản ứng được đun nóng đến hồi lưu trong 11 giờ. Tiếp đó, nó được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng và rót từ từ vào hỗn hợp gồm 200mL axit clohydric và 1800mL nước đá. Các lớp được tách pha. Lớp hữu cơ được rửa bằng 4 phần nước (mỗi phần là 1L) và sau đó bằng 1,5L natri hydroxit nước bão hòa 20% (trọng lượng/thể tích). Lớp hữu cơ được làm khan trên natri sulfat khan và sau đó, được cô bằng phương pháp cô quay. Phần lắng được tái kết tinh trong 1L 15% etyl axetat/85% hexan. Chất rắn dạng tinh thể được gom bằng lọc chân không thu được 132 gam 3,4-dimetoxi-4'-triflometylbenzophenon. Vật liệu này không cần phải tinh chế thêm, mà được sử dụng trực

tiếp ở bước tiếp theo.

Bước 2

3,4-dimetoxy-4'-triflometylbenzophenon từ bước 1 (129 gam), kali tert-butylat (93,5 gam), và toluen (1290mL) được gộp lại trong bình phản ứng dưới khí quyển nitơ. Dimethyl suxinat (95mL) được bổ sung vào từng giọt vào hỗn hợp phản ứng trong 45 phút. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được đun nóng lên 60°C trong 3 giờ. Khi làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng, hỗn hợp phản ứng được rót vào nước đá (1500mL). Các lớp được tách pha và lớp nước được rửa bằng 2 phần etyl ete (mỗi phần là 1L). Các lớp hữu cơ bị loại bỏ và lớp nước được axit hóa bằng axit clohydric đậm đặc có độ pH bằng 1. Etyl axetat (1L) được bổ sung trong khi vẫn khuấy và sau đó, các lớp được tách pha. Lớp nước được chiết bằng 2 phần etyl axetat (mỗi phần là 1L). Các lớp hữu cơ được gộp lại và được làm khan trên magie sulfat và tiếp đó, được cô bằng phương pháp cô quay. Chất rắn màu vàng cam thu được được tạo thành dạng sền sệt trong 1L 15% etyl axetat / 85% hexan. Chất rắn được gom bằng lọc chân không thu được 166 gam hỗn hợp của (E và Z) axit 3-metoxycarbonyl-4-(4- triflometyl)phenyl-4-(3,4-dimetoxyphenyl)-3-butenic. Chất liệu này không cần phải tinh chế thêm, mà được sử dụng trực tiếp ở bước tiếp theo.

Bước 3

Sản phẩm từ bước 2 (hỗn hợp của (E và Z) axit 3-metoxycarbonyl-4-(4-triflometyl)phenyl-4-(3,4-dimetoxyphenyl)-3-butenic, 84 gam) và axetic anhydrit (252mL) được gộp lại trong bình phản ứng và được đun nóng đến hồi lưu trong 5 giờ. Khi làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng, hỗn hợp phản ứng được cô bằng phương pháp cô quay. Phần lắng được làm tan trong etyl axetat (500mL) và tiếp đó, được rót vào hỗn hợp của natri bicarbonat nước bão hòa và nước đá (2L). Các lớp được tách pha. Lớp hữu cơ được làm khan trên magie sulfat và được cô bằng phương pháp cô quay. Phần lắng thu được được tái kết tinh trong 500ml 60% metyl tert-butyl ete / 40% hexan. Chất rắn dạng tinh thể được gom bằng lọc chân không thu được 35 gam 1-(4-triflometylphenyl)-2-metoxycarbonyl-4- axetoxy-6,7-dimetoxynaphtalen và 1-(3,4-dimetoxyphenyl)-2-metoxycarbonyl-4- axetoxy-6-triflometyl naphtalen. Vật liệu này không cần phải tinh chế thêm, mà được sử dụng trực tiếp ở bước tiếp theo.

Bước 4

Hỗn hợp từ bước 3 (1-(4-triflometylphenyl)-2-metoxycarbonyl- 4-axetoxy-6,7-dimetoxynaphtalen và 1-(3,4-dimetoxypheyl)-2-metoxycarbonyl- 4-axetoxy-6-triflometylnaphtalen, 64 gam) được cân và đưa vào bình phản ứng dưới khí quyển nitơ và 1280mL tetrahydrofuran khan được bổ sung. Dung dịch 3,0M của metyl magie clorua trong tetrahydrofuran (286mL) được bổ sung vào hỗn hợp phản ứng trong 1 giờ. Hỗn hợp phản ứng được đun nóng đến hồi lưu trong 3,5 giờ. Khi làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng, hỗn hợp phản ứng được rót từ từ vào amoni clorua nước bão hòa và nước đá (1,5L) trong khi vẫn khuấy. Các lớp được tách pha và sau đó, lớp nước được chiết bằng 2 phần etyl axetat (mỗi phần là 1L). Các lớp hữu cơ được gộp lại và được rửa bằng natri bicarbonat nước bão hòa (1,5L) Lớp hữu cơ được làm khan trên magie sulfat và được cô bằng phương pháp cô quay thành chất rắn màu hồng. Chất rắn này được tạo thành dạng sền sệt trong 15% etyl axetat / 85% hexan và được gom bằng lọc chân không thu được 52 gam 1-(4-triflometylphenyl)-2-(dimetylhydroxymetyl)-4-hydroxy-6,7- dimetoxynaphtalen và 1-(3,4-dimetoxypheyl)-2-(dimetylhydroxymetyl)-4-hydroxy-6-triflometylnaphtalen. Vật liệu này không cần phải tinh chế thêm, mà được sử dụng trực tiếp ở bước tiếp theo.

Bước 5

Các sản phẩm từ bước 4 (1-(4-triflometylphenyl)-2-(dimetylhydroxymetyl)-4-hydroxy-6,7-dimetoxynaphtalen và 1-(3,4- dimetoxypheyl)-2-(dimetylhydroxymetyl)-4-hydroxy-6-triflometylnaphtalen, 51,7 gam) được đặc trong bình phản ứng có trang bị bể Dean-Stark và 775ml toluen được bổ sung. Hỗn hợp phản ứng được khuấy dưới khí quyển nitơ và axit dodecylbenzensulfonic (8,3 gam) được bổ sung. Hỗn hợp phản ứng được đun nóng đến hồi lưu trong 5 giờ. Khi làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng hỗn hợp phản ứng được cô bằng phương pháp cô quay. Chất rắn màu nâu thu được được tạo thành dạng sền sệt trong 300ml 15% etyl axetat/85% hexan. Chất rắn được gom bằng lọc chân không thu được 35,1 gam 2,3-dimetoxi-7,7-dimetyl-9-triflometyl- 7H-benzo[C]florene-5-ol. Vật liệu này không cần phải tinh chế thêm, mà được sử dụng trực tiếp ở bước tiếp theo.

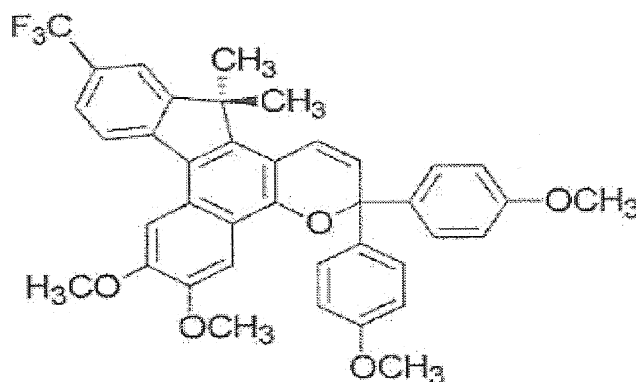
Bước 6

Sản phẩm từ bước 6 (2,3-dimetoxi-7,7-dimetyl-9-triflometyl-7H- benzo[C]florene-5-ol (8,8 gam), 1,1-bis(4-metoxypheyl)-2-propyn-1-ol (7,9 gam) được sản xuất theo quy trình của ví dụ 1, bước 1 của Patent Mỹ 5,458,814, ví dụ này được đưa riêng vào đây để

tham chiếu, và diclometan (175mL) được gộp lại trong bình phản ứng. bình phản ứng này được bổ sung axit trifloaxetic (260mg) và axit p-toluensulfonic (215mg). Hỗn hợp phản ứng được khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong 5 giờ và sau đó, được rửa bằng NaHCO₃ nước bão hòa 50% (200mL). Lớp hữu cơ được làm khan trên khan magie sulfat và được cô bằng phương pháp cô quay. Phần lỏng thu được tinh chế bằng sắc ký cột trên silicagel (450 gam) rửa giải bằng 15% hexan / 85% diclometan. Các phần chứa sản phẩm được gộp lại và được cô bằng phương pháp cô quay. Chất rắn thu được được tạo thành dạng sền sệt trong metanol và được gom bằng lọc chân không thu được 10,8 gam chất rắn màu xanh lục. Phổ khối và phân tích NMR cho thấy sản phẩm có cấu trúc trùng khớp với 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7-dimetoxy-11

-triflometyl-13,13-dimetyl-

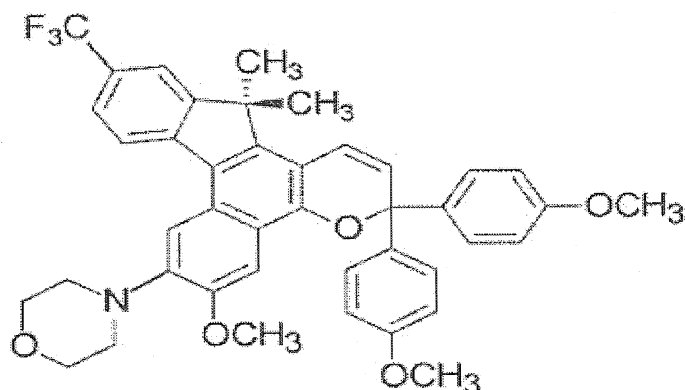
3H,13Hindeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran như được trình bày dưới đây



Ví dụ 2

Morpholin (1,4mL) và tetrahydrofuran khan (100mL) được gộp lại trong bình phản ứng. Hỗn hợp phản ứng được khuấy ở nhiệt độ trong phòng dưới khí quyển nitơ và dung dịch n-butyllithi (2,5M trong các hexan, 6,2mL) được bổ sung từng giọt trong 10 phút. Sau khi khuấy trong 5 phút, 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7-dimetoxy-11 -triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran từ ví dụ 1 bước 5 (5g) được bổ sung vào bình phản ứng. Hỗn hợp phản ứng được khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong 2 giờ. Hỗn hợp phản ứng được rót vào dung dịch natri clorua nước bão hòa và sau đó, được

axit hóa bằng axit clohydric đậm đặc cho đến khi có tính axit. Các lớp được tách pha và lớp nước được chiết bằng một phần 100mL của dietyl ete. Các phần hữu cơ được gộp lại và được rửa bằng natri clorua nước bão hòa (200mL). Lớp hữu cơ được làm khan trên natri sulfat khan và được cô bằng phương pháp cô quay. Chất rắn màu nâu thu được được tạo thành dạng sền sệt trong hỗn hợp dietyl ete/hexan nóng (1:1), được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng, được gom bằng lọc chân không và được rửa bằng hỗn hợp dietyl ete/hexan nguội (1:1) thu được 4,8 gam chất rắn màu trắng. Phổ khối và phân tích NMR cho thấy sản phẩm có cấu trúc trùng khớp với 3,3-di(4-metoxypheyl)-6-metox-7-morpholino-11-triflometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran như được trình bày dưới đây.



Ví dụ so sánh 1

Quy trình của ví dụ 1 được tuân thủ, nhưng chỉ có điều benzoyl clorua thì được sử dụng thay thế cho 4-triflometylbenzoyl clorua. Phổ khối và phân tích NMR cho thấy sản phẩm có cấu trúc trùng khớp với 3,3-di(4-metoxypheyl)-6,7-dimetox-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran

Ví dụ so sánh 2

Quy trình của ví dụ 2 được tuân thủ, nhưng chỉ có điều ví dụ so sánh 1 được sử dụng thay thế cho ví dụ 1. Phổ khối và phân tích NMR cho thấy sản phẩm có cấu trúc trùng khớp với 3,3-di(4-metoxypheyl)-6-metox-7-morpholino-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphto[1,2-b]pyran.

Phần 2: Điều chế mẫu/màng phủ đổi màu theo ánh sáng

Tính năng đổi màu theo ánh sáng của các vật liệu đổi màu theo ánh sáng của các ví dụ

1-2 và các ví dụ so sánh 1-2 được thử nghiệm như sau. Số lượng của vật liệu đổi màu theo ánh sáng để được thử nghiệm, tính toán để thu được một dung dịch $1,5 \times 10^{-3} \text{ M}$, được bổ sung vào bình phản ứng chứa 50 gam của hỗn hợp monome gồm 4 phần bisphenol A dimetacrylat được etoxy hóa (BPA 2EO DMA), 1 phần poly(etylen glycol) 600 dimetacrylat, và 0,033 phần trăm trọng lượng 2,2'-azobis(2-metyl propionitril) (AIBN). Vật liệu đổi màu theo ánh sáng được làm tan trong hỗn hợp monome này bằng cách khuấy và đun nóng nhẹ. Sau khi đạt được dung dịch trong suốt, thì khử khí dung dịch này bằng chân không trước khi được rót vào khuôn tấm phẳng có kích thước trong là 2,2mm x 6 in-sơ (15,24cm) x 6 in-sơ (15,24cm). Khuôn được bịt lại và được đưa vào trong dòng khí ngang, lò có thể điều chỉnh được lập trình để tăng nhiệt độ từ 40°C đến 95°C trong khoảng thời gian 5 giờ, giữ nhiệt độ đó ở 95°C trong 3 giờ và sau đó hạ nhiệt độ xuống 60°C trong ít nhất 2 giờ. Sau khi khuôn được mở ra, tấm polyme được cắt bằng cách sử dụng cửa lưới kim cương thành các mẫu thử nghiệm vuông 2 in-sơ (5,1cm).

Mẫu thử nghiệm vuông đổi màu theo ánh sáng được điều chế như được mô tả trên đây được thử nghiệm để kiểm tra khả năng phản ứng đổi màu theo ánh sáng trên bàn quang học. Trước khi thử nghiệm trên bàn quang học, mẫu thử nghiệm vuông đổi màu theo ánh sáng được cho tiếp xúc với ánh sáng cực tím 365nm trong khoảng 15 phút để làm cho vật liệu đổi màu theo ánh sáng biến đổi từ hình thức- trạng thái ban đầu sang hình thức-trạng thái được hoạt hoá, và sau đó được đặt vào lò 75°C trong khoảng 15 phút để cho vật liệu đổi màu theo ánh sáng trở lại hình thức- trạng thái ban đầu. Sau đó, mẫu thử nghiệm vuông được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng, được cho tiếp xúc với ánh sáng huỳnh quang trong phòng trong ít nhất 2 giờ, và sau đó được che lại (tức là, để trong môi trường tối) trong ít nhất 2 giờ trước khi thử nghiệm trên bàn quang học được duy trì ở 73°F (23°C). Bàn được lắp đèn hồ quang xenon 300 oát, cửa chớp điều khiển được từ xa, thiết bị lọc Melles Griot KG2 mà có thể chỉnh được bước sóng của UV và IR và có tác dụng như là bể-nhiệt độ, (các) thiết bị lọc mật độ trung tính và vật giữ mẫu, được đặt gọn trong bể nước, mà trong đó mẫu vuông sẽ được thử nghiệm được đặt vào. Tia sáng đã chuẩn trực từ đèn vonfam được chiếu qua mẫu vuông ở một góc hẹp (xấp xỉ 30°) so với mẫu vuông. Sau khi đi qua mẫu vuông, ánh sáng từ đèn vonfam được hướng đến khối cầu thu, ở đây ánh sáng được trộn, và lên trên phổ kế Ocean Optics S2000 mà ở đó phổ của tia sáng đo được

gom và phân tích. $\lambda_{\max-\text{vis}}$ là bước sóng trong phổ nhìn thấy mà ở đó mức hấp thụ tối đa của hình thức trạng thái hoạt hoá của hợp chất đổi màu theo ánh sáng trong mẫu vuông thử nghiệm xảy ra. Bước sóng $\lambda_{\max-\text{vis}}$ được xác định bằng cách kiểm tra mẫu thử nghiệm vuông đổi màu theo ánh sáng trong máy quang trắc phổ Varian Cary 300 UV-Visible; nó có thể còn được tính toán từ phổ thu được bằng phổ kế S2000 trên bàn quang học.

Mật độ quang bão hòa (“Sat’d OD”) của mỗi mẫu thử nghiệm vuông được xác định bằng cách mở cửa chớp từ đèn xenon và đo độ truyền sau khi cho mẫu thử nghiệm tiếp xúc với bức xạ UV trong 30 phút. $\lambda_{\max-\text{vis}}$ ở Sat’d OD được tính toán từ các dữ liệu hoạt hóa được đo bằng phổ kế S2000 trên bàn quang học. Nửa thời gian Mờ Ban đầu (The First Fade Half Life) (“ $T_{1/2}$ ”) là khoảng thời gian tính bằng giây để độ hấp thụ của hình thức trạng thái hoạt hoá của vật liệu đổi màu theo ánh sáng trong các mẫu thử nghiệm vuông đạt đến một nửa trị số hấp thụ Sat’d OD ở nhiệt độ trong phòng (73°F), sau khi loại bỏ nguồn sáng hoạt hóa.

Phần 3: Thử nghiệm và các kết quả

Các kết quả của các vật liệu đổi màu theo ánh sáng được thử nghiệm thì được liệt kê dưới đây trong bảng 1.

Bảng 1: Các dữ liệu thử nghiệm đổi màu theo ánh sáng

Ví dụ	$\lambda_{\max}$ (nm) nhìn thấy được	Mật độ quang bão hòa	Mất màu $T_{1/2}$ (giây)
1	455	0,68	107
1 (so sánh)	451	1,27	236
2	477	1,08	135
2 (so sánh)	471	1,68	337

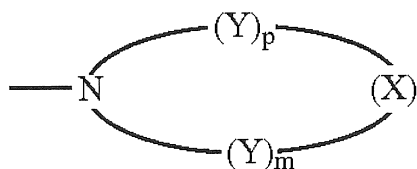
Các kết quả này cho thấy tốc độ mờ thì nhanh hơn đáng kể nơi các vật liệu đổi màu theo ánh sáng của sáng chế so với mỗi ví dụ so sánh mà không có phần tử thế tại vị trí 11.

Trong khi, các phương án cụ thể của sáng chế này được mô tả như trên vì mục đích minh họa, các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ được thấy rõ rằng nhiều phương án biến đổi về các chi tiết của sáng chế này có thể được thực hiện mà không trệt khỏi phạm vi sáng chế như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu đổi màu theo ánh sáng mà hầu như không có các nhóm có thể polyme hóa được không bão hòa, vật liệu đổi màu theo ánh sáng đã nêu bao gồm:

- a) indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- b) nhóm hút điện tử không tiếp hợp được chọn từ nhóm bao gồm α -halo(C_1 - C_{10})alkyl, α,α -dihalo(C_1 - C_{10})alkyl, nhóm trihalometyl, nhóm perhalo(C_2 - C_{10})alkyl, nhóm perhalo(C_1 - C_{10})alkoxy được liên kết tại vị trí 11 của indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran; và
- c) các nhóm cho electron trung bình đến mạnh, được liên kết tại mỗi trong số các vị trí 6 và 7 của indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran, trong đó các nhóm cho electro vừa đến mạnh được liên kết tại một trong số các vị trí 6 và 7 được chọn độc lập từ nhóm bao gồm (i) nhóm $—OR^{8'}$, trong đó $R^{8'}$ là phenyl(C_1 - C_3)alkyl, C_1 - C_6 alkyl, phenyl(C_1 - C_3)alkyl được thế bởi mono(C_1 - C_6)alkyl, phenyl(C_1 - C_3)alkyl được thế bởi mono(C_1 - C_6)alkoxy, C_1 - C_6 alkoxy(C_2 - C_4)alkyl, C_3 - C_7 cycloalkyl, C_3 - C_7 cycloalkyl được thế bởi mono(C_1 - C_4)alkyl, C_1 - C_6 chloroalkyl, C_1 - C_6 fluoroalkyl, allyl, hoặc $R^{8'}$ là nhóm, $—CH(R^{9'})Q''$, trong đó $R^{9'}$ là hydro hoặc C_1 - C_3 alkyl và Q'' là $—CN$, $—COOH$, $—COOCH_3$, hoặc $—COOCH_2CH_3$; và (ii) vòng chứa nitơ được biểu diễn bởi công thức cấu tạo sau đây:

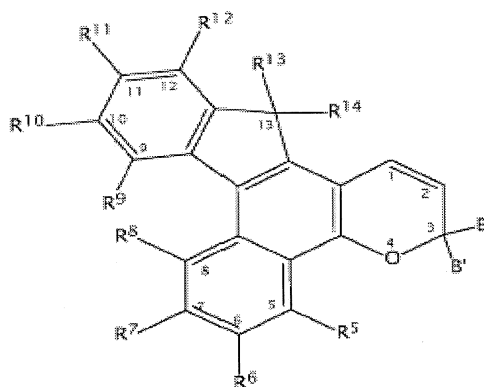


trong đó Y được chọn từ nhóm bao gồm $—CH_2—$, $—CH(R_{17})—$, $—C(R_{17})(R_{17})—$, $—CH(aryl)—$, $—C(aryl)_2—$, và $—C(R_{17})(aryl)—$, và X được chọn từ nhóm bao gồm $—Y—$, $—O—$, $—S—$, $—S(O)—$, $—S(O_2)—$, $—NH—$, $—NR_{17}—$ và $—N-aryl$, trong đó R_{17} là C_1 - C_6 alkyl, phần tử thế aryl này là phenyl hoặc naphthyl, m là số nguyên 1, 2 hoặc 3, và p là số nguyên 0, 1, 2, hoặc 3, miễn là khi p là 0 thì X là Y.

2. Vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1 trong đó nhóm hút điện tử không tiếp hợp bao gồm nhóm triflometyl.

3. Vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo điểm 2 trong đó vật liệu đổi màu theo ánh sáng có phổ hấp thụ hình thức đóng đối với bức xạ điện tử mà được chuyển vị trí bằng phổ khi so với phổ hấp thụ hình thức đóng đối với bức xạ điện tử của vật liệu đổi màu theo ánh sáng bao gồm indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran không có nhóm hút điện tử không tiếp hợp ở vị trí 11 của nó dùng để so sánh.

4. Vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo điểm 1 trong đó vật liệu đổi màu theo ánh sáng nêu trên có công thức sau đây:



trong đó:

mỗi B và B' độc lập là: nhóm metaloxenyl; nhóm aryl mà được thế một lần bằng phần tử thế có tính phản ứng hoặc phần tử thế làm tương hợp;

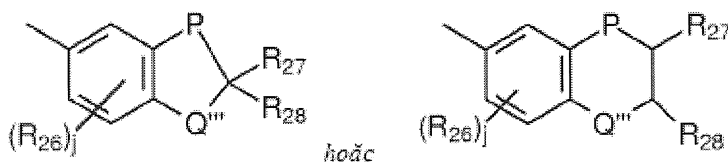
9-julolidinyl, nhóm aryl không được thế, được thế một lần, được thế hai hoặc ba lần được chọn từ phenyl và naphthyl, nhóm dị vòng thơm không được thế, được thế một lần hoặc hai lần được chọn từ pyridyl, furanyl, benzofuran-2-yl, benzofuran-3-yl, thienyl, benzothien-2-yl, benzothien-3-yl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, carbazoyl, benzopyridyl, indolinyl hoặc florenyl, trong đó aryl và mỗi phần tử thế dị vòng thơm độc lập là:

hydroxy, aryl, mono- hoặc di-(C₁-C₁₂)alkoxyaryl, mono- hoặc di-(C₁-C₁₂)alkylaryl, haloaryl, C₃-C₇ xycloalkylaryl, C₃-C₇ xycloalkyl, C₃-C₇ xycloalkyloxy, C₃-C₇ xycloalkyloxy(C₁-C₁₂)alkyl, C₃-C₇ xycloalkyloxy(C₁-C₁₂)alkoxy, aryl(C₁-C₁₂)alkyl, aryl(C₁-C₁₂)alkoxy, aryloxy, aryloxy(C₁-C₁₂)alkyl, aryloxy(C₁-C₁₂)alkoxy, mono- hoặc

di-(C₁-C₁₂)alkylaryl(C₁-C₁₂)alkyl, mono- hoặc di-(C₁-C₁₂)alkoxyaryl(C₁-C₁₂)alkyl, mono- hoặc di-(C₁-C₁₂)alkylaryl(C₁-C₁₂)alkoxy, mono- hoặc di-(C₁-C₁₂)alkoxyaryl(C₁-C₁₂)alkoxy, amino, mono- hoặc di-(C₁-C₁₂)alkylamino, diarylamino, piperazino, N-(C₁-C₁₂)alkylpiperazino, N- arylpiperazino, aziridino, indolino, piperidino, morpholino, thiomorpholino, tetrahydroquinolino, tetrahydroisoquinolino, pyrrolidin C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ haloalkyl, C₁-C₁₂ alkoxy, mono(C₁-C₁₂)alkoxy(C₁-C₁₂)alkyl, , halogen hoặc -C(=O)R²², trong đó R²² là -OR²³, -N(R²⁴)R²⁵, piperidino hoặc morpholino, trong đó R²³ là alyl, C₁-C₆ alkyl, phenyl, phenyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, phenyl(C₁-C₃)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkyl, phenyl(C₁-C₃)alkyl được thế một lần (C₁-C₆)alkoxy, C₁-C₆ alkoxy(C₂-C₄)alkyl hoặc C₁-C₆ haloalkyl, và mỗi R²⁴ và R²⁵ độc lập là C₁-C₆ alkyl, C₅-C₇ xycloalkyl hoặc phenyl được thế hoặc không được thế, trong đó mỗi phần tử thế phenyl đã nêu độc lập là C₁-C₆ alkyl hoặc C₁-C₆ alkoxy;

nhóm không được thế hoặc được thế một lần được chọn từ pyrazolyl, imidazolyl, pyrazolinyl, imidazolinyl, pyrrolidin phenothiazinyl, phenoxazinyl, phenazinyl và acridinyl, trong đó mỗi phần tử thế đã nêu độc lập là C₁-C₁₂ alkyl, C₁-C₁₂ alkoxy, phenyl hoặc halogen;

phenyl được thế ở vị trí 4, phần tử thế này là gốc axit dicarboxylic hoặc dẫn xuất của nó, gốc diamin hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu amino hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu polyhydric hoặc dẫn xuất của nó, -(CH₂)_e-, -(CH₂)_e- hoặc -[O-(CH₂)_e]_f, trong đó e là số nguyên nằm trong khoảng từ 2 đến 6 và f là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 50, và trong đó phần tử thế này được nối vào nhóm aryl của vật liệu đổi màu theo ánh sáng khác; nhóm được trình bày bằng:



trong đó P là -CH₂- hoặc -O-; Q''' là -O- hoặc nitơ được thế, các phần tử nitơ được thế này là hydro, C₁-C₁₂ alkyl hoặc C₁-C₁₂ axyl, với điều kiện là khi Q''' được thế nitơ, thì

P là $-\text{CH}_2-$; mỗi R^{26} độc lập là $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ alkyl, $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ alkoxy, hydroxy hoặc halogen; mỗi R^{27} và R^{28} độc lập là hydro hoặc $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ alkyl; và j là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 2; hoặc

B và B' được kết hợp lại để tạo thành floren-9-yliden hoặc floren-9-yliden được thế một lần hoặc hai lần, trong đó mỗi phần tử thế floren-9-yliden đã nêu độc lập là $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ alkyl, $\text{C}_1\text{-C}_{12}$ alkoxy hoặc halogen;

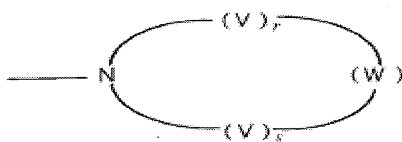
mỗi R^5 , R^8 , R^9 và R^{12} độc lập bao gồm: hydro, $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkyl, clo, flo, brom, $\text{C}_3\text{-C}_7$ xycloalkyl hoặc phenyl không được thế, được thế một lần hoặc được thế hai lần, trong đó mỗi phần tử thế phenyl đã nêu độc lập là $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkyl hoặc $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkoxy;

$-\text{OR}^{40}$ hoặc $-\text{OC}(=\text{O})\text{R}^{40}$, trong đó R^{40} là hydro, amin, alkylen glycol, polyalkylen glycol, $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkyl, phenyl($\text{C}_1\text{-C}_3$)alkyl, phenyl($\text{C}_1\text{-C}_3$)alkyl được thế một lần ($\text{C}_1\text{-C}_6$)alkyl, phenyl được thế một lần ($\text{C}_1\text{-C}_6$)alkoxy($\text{C}_1\text{-C}_3$)alkyl, ($\text{C}_1\text{-C}_6$)alkoxy($\text{C}_2\text{-C}_4$)alkyl, $\text{C}_3\text{-C}_7$ xycloalkyl, $\text{C}_3\text{-C}_7$ xycloalkyl được thế một lần ($\text{C}_1\text{-C}_4$)alkyl hoặc phenyl không được thế, được thế một lần hoặc được thế hai lần, trong đó mỗi phần tử thế phenyl đã nêu độc lập là $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkyl hoặc $\text{C}_1\text{-C}_6$ alkoxy;

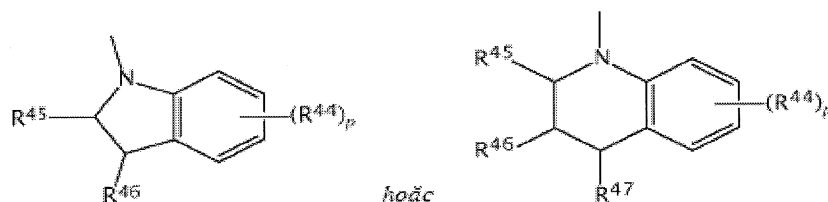
phần tử thế có tính phản ứng hoặc phần tử thế làm tương hợp;

phenyl được thế ở vị trí 4, phần tử thế này là gốc axit dicarboxylic hoặc dẫn xuất của nó, gốc diamin hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu amino hoặc dẫn xuất của nó, gốc rượu polyhydric hoặc dẫn xuất của nó, $-(\text{CH}_2)-$, $-(\text{CH}_2)_e-$ hoặc $-\text{[O}-(\text{CH}_2)_e\text{]}_f$, trong đó e là số nguyên nằm trong khoảng từ 2 đến 6, và f là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 50, và trong đó phần tử thế này được nối vào nhóm aryl của vật liệu đổi màu theo ánh sáng khác;

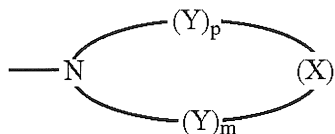
$-\text{N}(\text{R}^{41})\text{R}^{42}$, trong đó mỗi R^{41} và R^{42} độc lập là hydro, $\text{C}_1\text{-C}_8$ alkyl, phenyl, naphtyl, furanyl, benzofuran-2-yl, benzofuran-3-yl, thienyl, benzothien-2-yl, benzothien-3-yl, dibenzofuranyl, dibenzothienyl, benzopyridyl, florenyl, $\text{C}_1\text{-C}_8$ alkylaryl, $\text{C}_3\text{-C}_8$ xycloalkyl, $\text{C}_4\text{-C}_{16}$ bixycloalkyl, $\text{C}_5\text{-C}_{20}$ trixycloalkyl hoặc $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ alkoxy($\text{C}_1\text{-C}_6$)alkyl, hoặc R^{41} và R^{42} kết hợp cùng với nguyên tử nitơ để tạo thành vòng $\text{C}_3\text{-C}_{20}$ hetero-bixycloalkyl hoặc vòng $\text{C}_4\text{-C}_{20}$ hetero-trixycloalkyl; nitơ chứa vòng được trình bày bằng:



trong đó mỗi -V- được độc lập chọn cho mỗi lần xuất hiện từ $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}(\text{R}^{43})-$, $-\text{C}(\text{R}^{43})_2-$, $-\text{CH}(\text{aryl})-$, $-\text{C}(\text{aryl})_2-$ và $-\text{C}(\text{R}^{43})(\text{aryl})-$, trong đó mỗi R^{43} độc lập là C_1 - C_6 alkyl và mỗi aryl độc lập là phenyl hoặc naphtyl; -W- là -V-, -O-, -S-, $-\text{S}(\text{O})-$, $-\text{SO}_2-$, $-\text{NH}-$, $-\text{N}(\text{R}^{43})-$ hoặc $-\text{N}(\text{aryl})-$; s là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 3; và r là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 3, với điều kiện nếu r là O, then -W- cũng giống như -V; hoặc nhóm được trình bày bằng:



trong đó mỗi R^{44} độc lập là C_1 - C_6 alkyl, C_1 - C_6 alkoxy, flo hoặc clo; mỗi R^{45} , R^{46} và R^{47} độc lập là hydro, C_1 - C_6 alkyl, phenyl hoặc naphtyl, hoặc R^{45} và R^{46} kết hợp với nhau tạo thành vòng có từ 5 đến 8 nguyên tử carbon, và p là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 3; mỗi R^6 và R^7 độc lập bao gồm nhóm cho điện tử từ trung bình đến mạnh được chọn từ nhóm bao gồm (i) nhóm $-\text{OR}^8$, trong đó R^8 là phenyl(C_1 - C_3)alkyl, C_1 - C_6 alkyl, phenyl(C_1 - C_3)alkyl được thế một lần (C_1 - C_6)alkyl, phenyl được thế một lần (C_1 - C_6)alkoxy(C_1 - C_3)alkyl, C_1 - C_6 alkoxy(C_2 - C_4)alkyl, C_3 - C_7 xycloalkyl, C_3 - C_7 xycloalkyl được thế một lần (C_1 - C_4)alkyl, C_1 - C_6 cloalkyl, C_1 - C_6 floalkyl, alyl, hoặc R^8 là nhóm, $-\text{CH}(\text{R}^9)\text{Q}''$, trong đó R^9 là hydro hoặc C_1 - C_3 alkyl và Q'' là $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$, $-\text{COOCH}_3$, hoặc $-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$; và (ii) nitơ chứa vòng có công thức cấu tạo sau đây:



trong đó Y được chọn từ nhóm bao gồm $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}(\text{R}^{17})-$, $-\text{C}(\text{R}^{17})(\text{R}^{17})-$, $-\text{CH}(\text{aryl})-$, $-\text{C}(\text{aryl})_2-$, và $-\text{C}(\text{R}^{17})(\text{aryl})-$, và X được chọn từ nhóm bao gồm -Y-, -O-, -S-, $-\text{S}(\text{O})-$, $-\text{S}(\text{O}_2)-$, $-\text{NH}-$, $-\text{NR}^{17}-$ và $-\text{N-aryl}$, trong đó R^{17} là C_1 - C_6 alkyl, phần tử thế aryl đã nêu là phenyl hoặc naphtyl, m là số nguyên 1, 2 hoặc 3, và p là số nguyên 0, 1, 2, hoặc 3, với điều kiện là khi p là O, thì X là Y; R^{10} bao gồm nhóm bất kỳ trong số các nhóm được bàn luận ở trên đối với R^5 , R^8 , R^9 và R^{12} hoặc nhóm metallocenyl; R^{11} được chọn từ nhóm bao gồm α -halo(C_1 - C_{10})alkyl, α,α -dihalo(C_1 - C_{10})alkyl, nhóm

trihalometyl, nhóm perhalo(C₂-C₁₀)alkyl và nhóm perhalo(C₁-C₁₀)alkoxy; R¹³ và R¹⁴ không tạo thành nhóm vòng spiro và mỗi chúng độc lập bao gồm nhóm (C₁-C₆)alkyl hoặc nhóm (C₁-C₆)alkoxy; và

trong đó tất cả các nhóm aryl được chọn từ phenyl và naphthyl.

5. Vật liệu đổi màu theo ánh sáng của điểm 1 được chọn từ:

- a) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- b) 3,3-di(4-metoxyphenyl)-6-metoxy-7-morpholino-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- c) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-(2-hydroxyethoxy)phenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- d) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-(2-hydroxyethoxy)phenyl)-6-metoxy-7-morpholino-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- e) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-fluorophenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- f) 3-(4-morpholinophenyl)-3-(4-fluorophenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- g) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-morpholinophenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- h) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-butoxyphenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- i) 3,3-di-(4-(2-metoxyethoxy)phenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- j) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-ethoxyphenyl)-6,7-dimetoxy-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- k) 3-(4-metoxyphenyl)-3-(4-butoxyphenyl)-6-metoxy-7-morpholino-11-trifluorometyl-13,13-dimetyl-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran;
- l) 3,3-di-(4-fluorophenyl)-6-metoxy-7-morpholino-11-trifluorometyl-13-butyl-13-(2-(2-hydroxyethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2',3':3,4]naphtho[1,2-b]pyran; và
- m) các hỗn hợp của chúng.

6. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng chứa:

(a) nền; và

(b) vật liệu đổi màu theo ánh sáng theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 và 2 tiếp xúc với ít nhất một phần của nền.

7. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 6 trong đó vật dụng đổi màu theo ánh sáng là phần tử quang học, phần tử quang học đã nêu là ít nhất một trong số phần tử dùng cho mắt, phần tử hiển thị, cửa sổ, gương, và phần tử pin tinh thể lỏng.

8. Vật dụng đổi màu theo ánh sáng theo điểm 7 trong đó phần tử quang học là phần tử dùng cho mắt, phần tử dùng cho mắt đã nêu là ít nhất một trong số kính đeo do tật về mắt, kính đeo không phải do tật về mắt, kính lúp, kính bảo hộ, tính kính che mặt, kính bảo hộ lao động và thấu kính dùng cho công cụ quang học.