



(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)



1-0029513

(51)⁷ G02B 5/23

(13) B

(21) 1-2017-03999

(22) 10/03/2015

(86) PCT/US2015/019700 10/03/2015

(87) WO/2015/144333 15/09/2015

(45) 25/09/2021 402

(43) 25/12/2017 357A

(73) TRANSITIONS OPTICAL, INC. (US)

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

(72) TURPEN, Joseph, D. (US); FREASE, Jennine, M. (US); CARPENTER, William, D. (US); STEWART, Kevin, J. (US).

(74) Văn phòng Luật sư MINERVAS (MINERVAS)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHI TIẾT QUANG HỌC ĐƯỢC NHUỘM MÀU THEO DẠNG TUYẾN TÍNH KHÔNG ĐỒNG NHẤT

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất chi tiết quang học được nhuộm màu theo dạng tuyến tính không đồng nhất. Phương pháp bao gồm (i) tạo ra một chi tiết quang học mà trước đó đã được xử lý với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng bao gồm ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có quang phổ hấp thụ ở vùng của sự hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng; (ii) chuẩn bị ít nhất một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím, vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai giống hoặc khác với vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hoặc hỗn hợp của chúng, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có quang phổ hấp thụ phủ lên quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng ở vùng hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng; (iii) làm kết bám ít nhất một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng trên bề mặt của chi tiết quang học theo dạng định trước được kiểm soát với việc sử dụng thiết bị in phun để tạo ra dạng màu gradien tuyến tính trên chi tiết quang học khi phơi lộ dưới tia tử ngoại; và (iv) sấy khô hỗn hợp hấp thụ ánh sáng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết quang học được nhuộm màu theo dạng tuyến tính không đồng nhất, như là dạng màu gradient tuyến tính với việc sử dụng thiết bị in phun.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp nhuộm màu gradient được biết để sử dụng trong việc nhuộm màu các chi tiết quang học, chẳng hạn như các thấu kính. Hiệu ứng tạo sắc gradient tạo ra lợi thế về chức năng ở chỗ, các thấu kính thường có mật độ màu cao hơn ở phía trên của thấu kính để cải thiện khả năng nhìn xa với mật độ màu thấp hơn ở đáy thấu kính, và hiệu quả thẩm mỹ cho thời trang và phong cách.

Ngoài ra, có các phương pháp đã được biết đến rộng rãi để gắn hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng lên các chi tiết quang học. Ví dụ, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được kết hợp vào các thành phần nền được sử dụng để tạo thành chi tiết quang học. Một cách khác, các vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được gắn lên bề mặt của chi tiết quang học và được cho thâm nhập vào vùng bề mặt (còn được biết đến là hấp thụ). Ngoài ra, vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể được gắn lên các chi tiết quang học như một lớp phủ bằng các phương pháp đã biết, chẳng hạn như phủ quay, phủ nhúng, phủ phun, và các phương pháp tương tự.

Các phương pháp đã được bộc lộ để thu được chi tiết quang học gradient đổi màu theo ánh sáng. Thông thường, việc tạo sắc gradient của kính mắt được thực hiện bằng cách nhúng hoặc nhấn chìm thấu kính vào bồn thuốc nhuộm. Quá trình này đòi hỏi sự xử lý chính xác và có khả năng lặp lại cao hơn so với yêu cầu đối với việc tạo sắc hoặc nhuộm màu chất rắn. Ngoài ra, một số chất nền quang học như vật liệu thấu kính polycacbonat, hấp thụ thuốc nhuộm rất kém. Trong khi các phương pháp đã được phát triển để khắc phục những khó khăn của các quy trình xử lý này nhưng các

phương pháp như vậy thường đòi hỏi các bước sản xuất bổ sung, do đó làm phát sinh thêm chi phí sản xuất.

Điều được biết đến trong kỹ thuật để sản xuất các mẫu có thể dẫn truyền ánh sáng từ vật liệu polyme, nơi mà mẫu bao gồm thuốc nhuộm đổi màu theo ánh sáng và vật liệu hấp thụ ánh sáng tương thích (ví dụ, vật liệu hấp thụ ánh sáng thể hiện lớp phủ hóa rắn trong quang phổ hấp thụ của nó, với quang phổ của thuốc nhuộm đổi màu theo ánh sáng trong khu vực hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng) đã phân phối trên hoặc bên trong mẫu. Sự kết hợp của thuốc nhuộm đổi màu theo ánh sáng và vật liệu hấp thụ ánh sáng tương thích sao cho độ sâu hóa đen của thuốc nhuộm đổi màu theo ánh sáng trong khi phơi lộ dưới tia tử ngoại được thể hiện về căn bản đồng đều bất kể sự thay đổi về chiều dài, độ dày, hay sự thay đổi cục bộ của hình dạng bề mặt.

Theo đó, điều được mong muốn là đề xuất được phương pháp mang lại lợi nhuận để sản xuất chi tiết quang học gradient đổi màu theo ánh sáng, trong đó hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể được gắn theo mẫu sản phẩm thay đổi màu theo ánh sáng theo dạng gradient được kiểm soát và xác định trước lên bề mặt của chi tiết quang học để hình thành dạng màu gradient khi phơi lộ chi tiết quang học dưới tia tử ngoại.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp để sản xuất chi tiết quang học được nhuộm màu theo dạng tuyến tính không đồng nhất khi phơi lộ dưới tia tử ngoại, phương pháp bao gồm (i) tạo ra một chi tiết quang học mà trước đây đã được xử lý trên ít nhất một bề mặt với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng bao gồm ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có quang phổ hấp thụ ở vùng bước sóng của sự hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng; (ii) chuẩn bị ít nhất một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm ít nhất một chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím (UV), ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai giống hoặc khác với vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hoặc hỗn hợp của chúng, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có quang phổ hấp thụ về căn bản phủ lên với quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh

sáng ở khu vực hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng; (iii) làm kết bám ít nhất một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng trên bề mặt của chi tiết quang học đã được xử lý với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng theo dạng định trước được kiểm soát với việc sử dụng thiết bị in phun để tạo ra dạng màu gradien tuyến tính trên chi tiết quang học khi phơi lộ dưới tia tử ngoại; và (iv) sấy khô hỗn hợp hấp thụ ánh sáng, trong đó phương pháp này bao gồm việc làm phẳng hỗn hợp hấp thụ ánh sáng trong suốt bước làm kết bám (iii) hoặc ngay tức thì sau khi, nhưng trước bước sấy khô (iv).

Mô tả chi tiết sáng chế

Trừ khi được chỉ ra khác, tất cả các phạm vi hoặc tỷ lệ được bộc lộ ở đây cần được hiểu là bao gồm bất kỳ và tất cả các phạm vi phụ hoặc các tỷ lệ phụ được gộp vào trong đó. Ví dụ, phạm vi hoặc tỷ lệ đã nêu từ 1 đến 10 cần được xem xét để bao gồm bất kỳ và tất cả các phạm vi phụ giữa (và bao gồm) giá trị nhỏ nhất là 1 và giá trị lớn nhất là 10. Tất cả các phạm vi phụ hoặc tỷ lệ phụ bắt đầu với giá trị nhỏ nhất là 1 hoặc lớn hơn và kết thúc với giá trị lớn nhất là 10 hoặc nhỏ hơn, chẳng hạn như, nhưng không bị giới hạn bởi, từ 1 đến 6,1; 3,5 đến 7,8; và 5,5 đến 10.

Như được sử dụng ở đây và trong các yêu cầu bảo hộ, thuật ngữ “polyme” và các thuật ngữ tương tự có nghĩa là các polyme đồng nhất (được điều chế một phân tử đơn), copolyme (được điều chế từ hai hoặc nhiều phân tử khác nhau) và các polyme ghép, bao gồm nhưng không bị giới hạn bởi đối với polyme ghép răng lược, polyme ghép sao và polyme ghép phân nhánh.

Như được sử dụng trong bản mô tả và các yêu cầu bảo hộ kèm theo, các mạo từ không xác định và mạo từ xác định “một” sẽ bao hàm cả số nhiều trừ khi nó được chỉ ra một cách rõ ràng và chắc chắn là một.

Ngoài ra, đối với các mục đích của bản mô tả này, trừ khi được chỉ ra khác, tất cả các con số thể hiện số lượng thành phần, điều kiện phản ứng, và các thuộc tính hoặc tham số khác được sử dụng trong bản mô tả này đều được hiểu là được thay đổi trong mọi trường hợp bằng thuật ngữ “khoảng”. Theo đó, trừ khi được chỉ ra khác đi, cần hiểu rằng các tham số được bố trí trong mô tả sau đây và các yêu cầu bảo hộ

kèm theo đều xấp xỉ. Ít nhất, các thông số phải được đọc theo số của các chữ số có nghĩa được báo cáo và áp dụng các kỹ thuật làm tròn bình thường.

Như đã đề cập ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp để sản xuất chi tiết quang học, khi phơi lộ dưới tia tử ngoại, màu sắc theo dạng tuyến tính không đồng nhất, tức là dạng màu gradien tuyến tính. Cho các mục đích của sáng chế này, “dạng màu gradien tuyến tính” thu được thông qua việc làm kết bám hỗn hợp hấp thụ ánh sáng (thông qua các kỹ thuật in phun như mô tả dưới đây) lên ít nhất một bề mặt của chi tiết quang học mà đã được xử lý trước đó trên ít nhất một mặt với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có chứa ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất. Hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có quang phổ hấp thụ trong vùng bước sóng của sự hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng. Hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có quang phổ hấp thụ về căn bản phủ lên với quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng trong khu vực hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng. Sự làm kết bám của hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được thực hiện theo cách như vậy để tạo ra sự biến đổi dần dần, có thể nhìn thấy rõ ràng về sắc độ và/hoặc mật độ màu trên diện tích của chi tiết quang học khi chi tiết quang học phơi lộ dưới tia tử ngoại.

Sự biến đổi dần dần về sắc độ và/hoặc mật độ màu xảy ra trên bề mặt của chi tiết quang học theo một hướng. Ví dụ, khi chi tiết quang học là một thấu kính, sự thay đổi về sắc độ và/hoặc mật độ màu có thể xảy ra từ đáy thấu kính lên đến đỉnh thấu kính. Tức là sự làm kết bám của một thành phần cụ thể xảy ra ngang qua thấu kính từ một phía sang phía kia sao cho sự thay đổi về sắc độ và/hoặc mật độ màu xảy ra từ đáy lên trên đỉnh và ngược lại.

Thuật ngữ “sắc độ” được sử dụng ở đây có nghĩa là sắc thuần được biểu thị bằng các từ như “xanh lá cây”, “đỏ” hoặc “đỏ tươi”; và bao gồm hỗn hợp hai màu sắc tinh khiết như “đỏ - vàng” (nghĩa là “cam”) hoặc “vàng - xanh”. Thuật ngữ “mật độ màu” được sử dụng ở đây có nghĩa là, khi phơi lộ dưới tia tử ngoại, mật độ quang học của diện tích bề mặt của chi tiết quang học được in với thành phần thuốc nhuộm màu. Mật độ màu cao hơn sẽ tạo ra tỷ lệ ánh sáng truyền qua thấp hơn. Đối với mục

đích của sáng chế này, đáy thấu kính gần nhất với xương gò má của người đeo thấu kính, và đỉnh thấu kính gần nhất với trán người đeo thấu kính. Dạng màu gradient tuyến tính này nên được phân biệt với các dạng màu gradient tỏa tròn đã biết trong kỹ thuật, ví dụ như các dạng này được sử dụng trong kết nối với các thấu kính, trong đó mật độ màu thay đổi tỏa tròn hướng ra ngoài từ một điểm trung tâm đến chu vi ngoài của các thấu kính.

Chi tiết quang học có thể là bất kỳ trong số những chi tiết đã biết trong kỹ thuật. Thông thường, chi tiết quang học được lựa chọn từ nhóm bao gồm các thấu kính, cửa sổ, chi tiết hiển thị, kính bảo hộ, lưới trai bảo vệ mắt khỏi tia không mong muốn, tấm che bảo vệ mặt, các tấm kính ô tô, ví dụ như cửa nóc che ánh sáng, tấm cửa trong suốt cho hàng không vũ trụ và màn hiển thị của đồ đeo trên người. Ngoài ra, chi tiết quang học đã được sử dụng theo phương pháp của sáng chế có thể trong suốt về căn bản, hoặc nó có thể có một màu đồng nhất (ví dụ, chi tiết quang học có thể được tạo sặc), trước khi làm kết bám thành phần thuốc nhuộm màu đã nói trên đây.

Như đã đề cập trên đây, trước khi làm kết bám hỗn hợp hấp thụ ánh sáng lên ít nhất một bề mặt của chi tiết quang học, chi tiết quang học đã được xử lý ít nhất một bề mặt với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng bao gồm ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng. Như đã được sử dụng ở đây, thuật ngữ “đã xử lý” có nghĩa là một hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng bao gồm ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng đầu tiên được gắn lên chi tiết quang học bằng bất kỳ kỹ thuật xử lý đã biết nào. Ví dụ, hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có thể được gắn lên bề mặt chi tiết quang học và được cho phép hấp thụ hoặc thẩm thấu vào vùng bề mặt của chi tiết quang học (kỹ thuật được biết đến như sự hấp thụ). Một cách khác, hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có thể được gắn lên trong việc hình thành lớp phủ trên bề mặt chi tiết quang học. Các lớp phủ đổi màu theo ánh sáng như vậy được nói đến cụ thể dưới đây. Các lớp phủ đổi màu theo ánh sáng có thể được gắn lên, ví dụ, bằng các kỹ thuật phủ đã biết bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, phủ quay, phủ phún xạ, phủ nhúng, phủ phun và

tương tự. Hỗn hợp lớp phủ đổi màu theo ánh sáng có thể được gắn trực tiếp lên bề mặt của chi tiết quang học hoặc được gắn lên trên một hoặc nhiều lớp phủ mà trước đó đã được gắn lên bề mặt của chi tiết quang học. Ngoài ra, hỗn hợp lớp phủ đổi màu theo ánh sáng có thể được gắn lên ít nhất một bề mặt của chi tiết quang học theo dạng tuyến tính không đồng nhất, như là dạng màu gradien. Dạng gradien như vậy có thể được hình thành bằng việc sử dụng các kỹ thuật phủ gradien đã được biết đến, như là việc nhúng, hoặc được gắn vào bằng thiết bị in phun, như được đề cập dưới đây về ứng dụng của hỗn hợp hấp thụ ánh sáng.

Các vật liệu đổi màu theo ánh sáng hữu ích trong sự sản xuất các hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng bao gồm ít nhất một hợp chất đổi màu theo ánh sáng được lựa chọn từ nhóm gồm các pyran, spiropyran, oxazin, spiroxazin, fulgua, fulgimua, dithizonat kim loại, diarylethen, và hỗn hợp của chúng. Các ví dụ cụ thể nhưng không mang tính giới hạn giới hạn của các vật liệu đổi màu theo ánh sáng phù hợp có thể bao gồm các indeno-fused naphthopyran, naphtha [1,2-b] pyran, naphtha [2,1-b] pyran, spirofloroen [1,2-b] pyran, phenanthropyran, quinolinopyran, floranthenopyran, spiropyran, benzoxazin, naphthoxazin, spiro (indolin) naphthoxazin, spiro (indolin) pyridobenzoxazin, spiro (indolin) floranthenoxazin, spiro (indolin) quinoxazin, các fulgua, fulgimua, diarylethen, diaryankylethen, và diaryankenylethen.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “đổi màu theo ánh sáng” và các thuật ngữ tương tự, chẳng hạn như “hợp chất đổi màu theo ánh sáng”, bao gồm các hợp chất đổi màu theo ánh sáng có thể đảo ngược nhiệt, và các hợp chất đổi màu theo ánh sáng không đảo ngược nhiệt, và các hỗn hợp của chúng. Thuật ngữ “các hợp chất/vật liệu đổi màu theo ánh sáng có thể đảo ngược nhiệt” được sử dụng ở đây có nghĩa là các hợp chất/vật liệu có khả năng chuyển đổi từ trạng thái thứ nhất (tức trạng thái chưa được kích hoạt hoặc trạng thái trong) sang trạng thái thứ hai (tức là trạng thái kích hoạt hoặc có màu) để phản ứng với tia tử ngoại, và quay trở về trạng thái thứ nhất để phản ứng với năng lượng nhiệt. Thuật ngữ “các hợp chất/vật liệu đổi màu theo ánh sáng không đảo ngược nhiệt” được sử dụng ở đây có nghĩa là các hợp

chất/vật liệu có khả năng chuyển đổi từ trạng thái thứ nhất (tức trạng thái trong hoặc trạng thái chưa kích hoạt) sang trạng thái thứ hai (tức là trạng thái kích hoạt hoặc trạng thái có màu) phản ứng với tia tử ngoại; và quay trở về trạng thái thứ nhất để phản ứng với tia tử ngoại của các bước sóng về căn bản tương tự như sự hấp thụ của trạng thái đã nhuộm màu.

Ngoài các vật liệu đổi màu theo ánh sáng, hỗn hợp chất nhuộm màu có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần polyme. Các ví dụ về các thành phần polyme thích hợp có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các polyme sau hoặc tiền chất của chúng: rượu polyvinyl, polyvinyl clorua, polyuretan, polyacrylat, và polycaprolactam. Hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có thể là hỗn hợp nhiệt dẻo hoặc hỗn hợp nhiệt rắn. Hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có thể là hỗn hợp có thể hóa rắn bao gồm một vật liệu đổi màu theo ánh sáng, hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn, và một cách tùy ý, một dung môi. Bất kì trong số các hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn được mô tả dưới đây được nói đến với hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể được sử dụng trong công thức hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng.

Chi tiết quang học có thể bao gồm bất kỳ chất nền quang học nào được biết đến rộng rãi trong kỹ thuật. Chất nền có thể bao gồm các vật liệu hữu cơ trùng hợp được lựa chọn từ các vật liệu hữu cơ trùng hợp nhiệt, vật liệu hữu cơ trùng hợp nhiệt dẻo, hoặc hỗn hợp các vật liệu hữu cơ trùng hợp đó. Các vật liệu hữu cơ trùng hợp có thể được chọn từ poly (C1-C12 ankyl metacrylat), poly (oxy ankylen dimetacrylat), poly (ankoxylat phenol methacrylat), este axit axetic của xenlulôzơ, xenlulôzơ trietat, xenlulôzơ axetat propionat, xenlulôzơ axetat butyrat, poly (vinyl axetat), poly (rượu vinyl), poly vinyl clorua, poly (vinyliden clorua), nhựa nhiệt dẻo polycarbonat, polyeste, polyuretan, polythiouretan, polysulfithiouretan, poly (urea-uretan), poly (etylen terephthalat), polystyren, poly (alpha metylstyren), copoly (styren - metylmetacrylat), copoly (styren - acrylonitril), polyvinyl butyral hoặc các polyme được sản xuất từ các monome bis (alkyl cacbonat), acrylat đa chức, metacrylat đa chức, dimetacrylat dietylen glycol, benzen diisopropenyl, dimetacrylat bisphenol A

đã được etoxy hóa, bismetacrylat glycol etylen, bismetacrylat poly (etylen glycol), bismetacrylat phenol đã được etoxy hóa, polyacrylat rượu polyhydric đã được ankoxyl hóa, styren, acrylat uretan, acrylat glycidin, metacrylat glycidin, pentaerytritol diallyliden, hoặc hỗn hợp của các monome đó .

Các chất nền thích hợp để sử dụng trong sản xuất các chi tiết quang học của sáng chế biểu thị đặc thù chỉ số hệ số khúc xạ ít nhất là 1,55 và có thể bao gồm các chất nền không phải nhựa, chẳng hạn như thủy tinh. Thường xuyên sử dụng các chất nền được sử dụng thông thường trong các ứng dụng quang học, bao gồm các monome rượu đa chức allyl cacbonat, ví dụ allyl diglycol cacbonat như dietylen glycol bis (allyl cacbonat), mà các monome được bán dưới nhãn hiệu đã đăng ký CR-39 của PPG Industries, Inc; các monome cacbonat kết thúc rượu đa chức (met)acryloyl; các monome dimetacrylat glycol dietylen; các monome metacrylat phenol đã etoxy hóa; các monome benzen diisopropenyl; các monome triacrylat propan trimetylol đã etoxy hóa; các monome bismetacrylat glycol etylen; các monome bismetacrylat poly (etylen glycol); các monome acrylat uretan; poly (dimetacrylat bisphenol A đã etoxy hóa); poly (vinyl axetat); poly (rượu vinyl); poly (vinyl clorua); poly (vinyliden clorua); polyetylen; polypropylen; các polyuretan; các polythiouretan; nhựa nhiệt dẻo polycacbonat, như là nhựa liên kết cacbonat có nguồn gốc từ bisphenol A và phosgen, một trong số đó được bán dưới nhãn hiệu đã đăng ký LEXAN của Sabic Global Technologies; các polyeste, chẳng hạn như vật liệu bán dưới nhãn hiệu đã đăng ký MYLAR của Dupont Teijin Films; poly (etylen terephthalat); polyvinyl butyral; poly (metyl metacrylat), chẳng hạn như vật liệu bán dưới nhãn hiệu đã đăng ký PLEXIGLAS của Arkema France Corporation và các polyme được điều chế bằng cách phản ứng các isocyanat đa chức với polythiol hoặc các monome polyepisulfua, hoặc polyme hóa đồng nhất hoặc đồng và/hoặc terpolyme hóa trùng hợp với polythiol, các polyisocyanat, các polyisothiocyanat, và một cách tùy ý, các monome etylen chưa bão hòa hoặc các monome vinyl thơm có chứa halogen. Các copolyme của các monome như vậy và hỗn hợp của các polyme và copolyme đã được mô tả

với các polyme khác, ví dụ để tạo thành các sản phẩm dạng mạng thẩm thấu cũng được dự liệu.

Trong một phương án cụ thể, chi tiết quang học là một thấu kính. Thấu kính có thể là mắt kính. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “quang học” có nghĩa là gắn liền với hay liên quan đến mắt và/hoặc thị lực. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “mắt” có nghĩa là gắn liền với hoặc liên quan đến mắt và thị lực. Các ví dụ không mang tính giới hạn của các chi tiết liên quan tới mắt bao gồm các thấu kính hiệu chỉnh và thấu kính không hiệu chỉnh (phẳng), bao gồm các thấu kính đơn thị và đa thị, mà có thể là thấu kính đa thị phân đoạn hoặc không phân đoạn (chẳng hạn như, không bị giới hạn bởi, kính hai tròng, kính ba tròng, và kính đa tròng), cũng như các chi tiết khác được sử dụng để hiệu chỉnh, bảo vệ hoặc nâng cao thị lực (có tính thẩm mỹ hoặc tính chất khác), bao gồm nhưng không bị giới hạn bởi kính áp tròng, kính nội nhãn (thủy tinh thể nhân tạo), kính phóng đại, kính bảo vệ và lưới trai bảo vệ mắt. Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “hiển thị” có nghĩa là việc thể hiện thông tin bằng các từ, con số, ký hiệu, thiết kế hoặc bản vẽ mà có thể nhìn thấy được hoặc có thể đọc được bằng máy. Các ví dụ không mang tính giới hạn của các thiết bị và chi tiết hiển thị bao gồm các màn hiển thị và màn hình. Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “cửa sổ” có nghĩa là khe hở thích hợp để truyền tia tử ngoại qua.

Như đã đề cập ở trên, theo phương pháp của sáng chế, ít nhất một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được sản xuất. Hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm ít nhất một chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím, ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai giống hoặc khác với vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hoặc hỗn hợp của chúng. Hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có quang phổ hấp thụ về căn bản phủ lên với quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng trong vùng quang phổ của hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng. Như được sử dụng ở đây thuật ngữ “vùng quang phổ của sự hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng” có nghĩa là dải thu bước sóng mà các thành phần đổi màu theo ánh sáng đi từ trạng thái không kích hoạt (không màu) thứ nhất tới trạng thái kích hóa (có màu) thứ hai. Hỗn hợp hấp thụ ánh sáng sau đó được làm kết bám trên

bề mặt của chi tiết quang học đã được xử lý với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng theo dạng định trước được kiểm soát, với việc sử dụng thiết bị in phun (như được mô tả chi tiết bên dưới) để cung cấp dạng màu gradien tuyến tính trên chi tiết quang học khi phơi lộ dưới tia tử ngoại.

Các ví dụ không mang tính giới hạn của chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím phù hợp bao gồm nhưng không bị giới hạn bởi, các chất được lựa chọn từ nhóm gồm các hydroxy phenyl benzotriazol, hydroxy benzophenon, hydroxy phenyl-s-triazin, oxanalua và các hỗn hợp của chúng. Một số ví dụ cụ thể không bị giới hạn có thể bao gồm 2-(2'-hydroxy-5'-metyl-phenyl) benzotriazol, 2-hydroxy-4-n-axetoxyl benzophenon, 2(2'-hydroxy-5'-octylphenyl) benzotriazol, 2(2'-hydroxy-3', 6'-(1,1-dimetylbenzylphenyl) benzotriazol, 2(2'-hydroxy-3',5'-di-t-amylphenyl) benzotriazol, bis[2-hydroxy-5-metyl-3-(benzotriazol-2-yl)phenyl]-metan, 2-hydroxy-4-(2-hydroxy-3-metacryloxy)propoxyl benzophenon, 2,2'-dihydroxy-4-metoxyl benzophenon, 2,4 dihydroxy benzophenon, 2,2'-dihydroxy-4,4'-dimetoxyl benzophenon, 2,2', 4,4'-tetrahydroxy benzophenon, 2', 2', 4-trihydroxy benzophenon, 2-hydroxy-4-acryloxyloxyetoxyl benzophenon (polyme), 2-hydroxy-4-acryloyloxyetoxyl benzophenon, 4-hydroxy-4-metoxyl benzophenon, and 2-hydroxy-4-n-octoxyl benzophenon. Các chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím thích hợp khác bao gồm hợp chất được bộc lộ trong patent Mỹ số 5806834 ở cột 5, dòng 50 đến cột 8, dòng 10, các phần được trích dẫn được kết hợp ở đây bằng cách tham khảo. Các hợp chất salixylat đã biết có thể phù hợp. Hỗn hợp của bất kỳ một trong các chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím đã đề cập đến có thể được sử dụng để điều chế hỗn hợp hấp thụ ánh sáng. Các chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím phù hợp bao gồm những chất có sẵn trong thương mại của công ty BASF dưới nhãn hiệu TINUVIN.

Ngoài ra, ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai, có thể giống hoặc khác với vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất được nói đến ở trên, có thể bao gồm hỗn hợp hấp thụ ánh sáng. Bất kỳ vật liệu đổi màu theo ánh sáng nào đã được mô tả trước đây có thể được sử dụng làm vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai trong hỗn

hợp hấp thụ ánh sáng. Tương tự như vậy, hỗn hợp của một hoặc nhiều chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím và một hoặc nhiều vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai có thể được sử dụng để điều chế hỗn hợp hấp thụ ánh sáng, với điều kiện hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có quang phổ hấp thụ về căn bản phủ lên với quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng bao gồm vật liệu đổi màu theo ánh sáng đầu tiên trong vùng quang phổ của sự hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng trong/trên chi tiết quang học.

Hỗn hợp hấp thụ ánh sáng thông thường còn bao gồm thành phần polyme hoặc nhựa. Thành phần nhựa có thể được là nhiệt dẻo hoặc nhiệt rắn. Thông thường, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn kết hợp với chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím và/hoặc vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai. Hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn đặc trưng bao gồm một chất phản ứng (hoặc thành phần) thứ nhất có các nhóm chức, ví dụ, chất phản ứng polyme nhóm chức hydroxyl; và chất phản ứng (hoặc thành phần) thứ hai là chất liên kết ngang có các nhóm chức có thể phản ứng với và có thể tạo thành các liên kết cộng hoá trị với các nhóm chức của chất phản ứng thứ nhất. Các chất phản ứng thứ nhất và thứ hai của hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn có thể bao gồm độc lập một hoặc nhiều loại chức, và mỗi loại có một lượng đủ để tạo ra lớp phủ hóa rắn có tổ hợp mong muốn của các tính chất vật lý, ví dụ như độ trơn, độ bền của dung môi và độ cứng.

Các ví dụ về các hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn có thể được sử dụng với các hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn bao gồm polyme nhóm chức epoxit, chẳng hạn như polyme (met)acrylic có chứa dư lượng acrylat glycidyl (met), và chất liên kết ngang phản ứng epoxit (ví dụ, chứa hydrogen hoạt tính, như các hydroxyl, thiol, và amin); các hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn bao gồm polyme nhóm chức hydrogen hoạt tính, như polyme nhóm chức hydroxy và chất liên kết ngang nhóm chức isoxyanat bị chặn (hoặc bị khóa); và các hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn bao gồm polyme nhóm chức

hydrogen hoạt tính, như polyme nhóm chức hydroxy, và chất liên kết ngang chất dẻo amin.

Theo một số khía cạnh của sáng chế, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm một chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím, và/hoặc một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai và một hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn mà là hỗn hợp nhựa có thể hóa rắn uretan (hoặc polyuretan). Ngoài các vật liệu đổi màu theo ánh sáng, hỗn hợp có thể hóa rắn uretan đặc trưng như vậy có thể chứa polyme nhóm chức hydro hoạt tính, chẳng hạn như polyme nhóm chức hydroxy; và chất liên kết ngang nhóm chức isocyanat bị chặn (hoặc bị khóa). Các polyme nhóm chức hydroxy có thể được sử dụng trong các hỗn hợp như vậy bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các polyme vinyl nhóm chức hydroxy đã được biết trong lĩnh vực, các polyester nhóm chức hydroxy, các polyuretan nhóm chức hydroxy, và các hỗn hợp của chúng.

Các polyme vinyl có nhóm chức hydroxy có thể được điều chế bằng các phương pháp trùng hợp gốc tự do được biết đến với người có trình độ kỹ thuật trung bình. Với một số khía cạnh của sáng chế, polyme vinyl nhóm chức hydroxy được điều chế từ đa số các monome (met) acrylat và được gọi ở đây như là “polyme nhóm chức (met) acrylic”.

Các polyester nhóm chức hydroxy hữu ích trong các hỗn hợp lớp phủ có thể hóa rắn mà bao gồm các chất liên kết ngang nhóm chức isocyanat bị khử có thể được điều chế bằng các phương pháp đã được biết trong lĩnh vực. Thông thường, các diol và các axit đicacboxylic hoặc các dieste của các axit đicacboxylic được phản ứng ở tỷ lệ sao cho các đương lượng phân tử của các nhóm hydroxy lớn hơn các nhóm axit cacboxylic (hoặc các este của các nhóm axit cacboxylic) với việc loại bỏ đồng thời của nước hoặc rượu từ môi trường phản ứng.

Các uretan nhóm chức hydroxy có thể được điều chế bằng các phương pháp đã được biết trong lĩnh vực. Thông thường, một hoặc nhiều isocyanat không hoạt động được phản ứng với một hoặc nhiều vật liệu có hai nhóm hydro hoạt tính (ví dụ,

các diol hoặc dithiol), sao cho tỷ lệ các nhóm hydro hoạt tính trên các nhóm isocyanat lớn hơn 1, như được biết đến đối với người thợ có trình độ kỹ thuật trung bình.

Bởi “chất liên kết ngang isocyanat bị khử (hoặc bị khóa)” có nghĩa là một chất liên kết ngang chứa hai hoặc nhiều nhóm isocyanat đã khử mà có thể khử lại (hoặc khóa lại) trong các điều kiện hóa rắn, ví dụ, ở nhiệt độ cao, tạo thành các nhóm không chứa isocyanat và các nhóm không khử. Các nhóm không chứa isocyanat được tạo thành bởi sự khử lại của chất liên kết ngang mà đặc trưng bởi khả năng phản ứng và hình thành các liên kết cộng hóa trị vĩnh viễn với các nhóm hydro hoạt tính của polyme nhóm chức hydro hoạt tính (ví dụ với các nhóm hydroxy của polyme nhóm chức hydroxy).

Điều mong muốn là nhóm khử của chất liên kết ngang isocyanat bị khử không ảnh hưởng bất lợi đến hỗn hợp lớp phủ có thể hóa rắn khi khử lại từ isocyanat (tức là, khi nó trở thành nhóm không khử). Ví dụ, điều mong muốn là nhóm không khử không bị giữ lại trong màng đã hóa rắn như bọt khí cũng như sự dẻo hóa quá mức của màng đã hóa rắn. Các nhóm khử hữu ích trong sáng chế thường có đặc điểm là chống phai hoặc có khả năng thoát ra khỏi lớp phủ hình thành trước khi đông lạnh.

Các lớp của các nhóm khử của chất liên kết ngang isocyanat đã khử có thể được lựa chọn từ, bao gồm, nhưng không bị giới hạn đối với các hợp chất nhóm chức hydroxy, ví dụ như các rượu C2-C8 thẳng hoặc phân nhánh, ête etylen glycol butyl, phenol và p-hydroxy metyl benzoat; các 1H-azol, ví dụ, 1H-1,2,4-triazol và 1H-2,5-dimetyl pyrazol; các lactam, ví dụ, ϵ -caprolactam và 2-pyrrolidinon; các ketoxime, ví dụ, oxim 2-propanon và oxim 2-butanon. Các nhóm khử thích hợp khác bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, 3,5-dimetyl pyrazol, mocpholin, 3-aminopropyl mocpholin và N-hydroxy phthalimit.

Isocyanat hoặc hỗn hợp các isocyanat của chất liên kết ngang isocyanat đã khử thường có hai hoặc nhiều nhóm isocyanat (ví dụ, 3 hoặc 4 nhóm isocyanat). Các ví dụ về các isocyanat thích hợp có thể được sử dụng để điều chế chất liên kết ngang isocyanat đã khử bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các diisocyanat monome,

ví dụ, α , α' -xylylen diisocyanat, α , α , α' , α' -tetrametylxlylen diisocyanat và 1-isocyanato-3-isocyanatometyl-3,5,5-trimethylcyclohexan (isophoron diisocyanat hoặc IPDI), và các chất nhị trùng và chất tam phân của các diisocyanat monome có chứa isocyanurat, uretidino, biruet, hoặc các liên kết allophanat, ví dụ, chất tam phân của IPDI.

Chất liên kết ngang isocyanat đã khử cũng có thể được lựa chọn từ các sản phẩm cộng nhóm chức isocyanat đã khử oligome. Như được sử dụng trong sáng chế, bởi “sản phẩm cộng nhóm chức isocyanat đã khử oligome” có nghĩa là vật liệu mà về căn bản không có sự kéo dài mạch polyme. Các sản phẩm cộng nhóm chức polyisocyanat đã khử oligome có thể được điều chế bằng các phương pháp đã được công trong lĩnh vực, ví dụ, một hợp chất chứa ba hoặc nhiều nhóm hydro hoạt tính, ví dụ, trimetylolpropan (TMP) và monome isocyanat, ví dụ, 1-isocyanato-3,3, 5-trimetyl-5-isocyanatomethylcyclohexan (IPDI), với tỷ lệ phân tử 1:3 một cách tương ứng. Trong trường hợp TMP và IPDI, bằng cách sử dụng kỹ thuật cấp đôi được công nhận trong lĩnh vực và/hoặc các kỹ thuật tổng hợp dung dịch loãng, một sản phẩm cộng oligome có nhóm chức isocyanat trung bình là 3, có thể được chuẩn bị (ví dụ, “TMP 3IPDI”). Ba nhóm không chứa isocyanat trên mỗi sản phẩm cộng TMP-3IPDI sau đó đều bị khử với một nhóm khử, ví dụ, cồn C2-C8 thẳng hoặc phân nhánh.

Để xúc tác phản ứng giữa các nhóm isocyanat của chất liên kết ngang polyisocyanat đã khử và các nhóm hydro hoạt tính của polyme nhóm chức hydro hoạt tính, một hoặc nhiều chất xúc tác thường có trong thành phần lớp phủ đổi màu theo ánh sáng có thể hóa rắn với hàm lượng từ, ví dụ, 0,1 đến 5% trọng lượng, trên cơ sở toàn bộ các nhựa rắn của hỗn hợp. Các loại chất xúc tác hữu ích bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các chất xúc tác uretan hóa như là các hợp chất thiếc hữu cơ, ví dụ như thiếc (II) octanoat và đilaurat dibutyltin (IV), cũng như là các hợp chất bismut, các hợp chất kẽm và muối của chúng, các hợp chất zirconi và muối của chúng, các cacboxylat và các amin bậc ba, ví dụ, diazabicyclo [2.2.2] octan. Các hỗn hợp chất xúc tác có thể được sử dụng.

Cần hiểu rằng bất kỳ lớp phủ đổi màu theo ánh sáng nào được biết trong kỹ thuật có thể được sử dụng làm hỗn hợp thuốc nhuộm màu trong phương pháp của sáng chế. Ví dụ, các lớp phủ đổi màu theo ánh sáng thích hợp có thể bao gồm các loại đã được mô tả trong patent Mỹ số 7,1894,56 ở cột 20 dòng 49 đến cột 24 dòng 6, các phần được trích dẫn của chúng được kết hợp bằng cách tham chiếu ở đây.

Các hỗn hợp hấp thụ ánh sáng hữu ích theo phương pháp của sáng chế một cách tùy ý bao gồm thêm một dung môi. Các ví dụ về những dung môi thích hợp bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các axetat, rượu, xeton, glycol, ete, chất béo, xycloaliphatic và chất thơm. Ví dụ về các axetat bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, etyl axetat, butyl axetat, và glycol axetat. Ví dụ về các xeton bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, metyl etyl xeton và metyl-N-amyl xeton. Các ví dụ về chất thơm bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, toluen, naptalen, và xylen. Theo một khía cạnh của sáng chế, một hoặc nhiều dung môi có thể được thêm vào mỗi một chất phản ứng thứ nhất và chất phản ứng thứ hai. Các hỗn hợp dung môi thích hợp có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều axetat, rượu propylic và các dẫn xuất của nó, một hoặc nhiều xeton, một hoặc nhiều rượu, và/hoặc một hoặc nhiều chất thơm.

Các hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể chứa các chất phụ gia, như phụ gia lưu biến cho dòng chảy và độ ẩm, ví dụ, poly (2-ethylhexyl) acrylat, hoặc nhựa phụ gia để điều chỉnh và tối ưu hóa đặc tính lớp phủ. Các hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có chứa ít nhất vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai, cũng có thể bao gồm các chất chống oxy hoá và các chất chống quá trình lão hóa của nhựa do tác động của ánh sáng (HALS). Ví dụ về các chất chống oxy hoá và HALS hữu ích bao gồm các chất có sẵn trong thương mại của công ty BASF dưới các nhãn hiệu IRGANOX và TINUVIN.

Theo một phương án của sáng chế, hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được làm kết bám trên bề mặt của chi tiết quang học mà đã được xử lý với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng và mỗi một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể có cùng hoặc khác quang phổ hấp thụ tương đối với nhau. Ngoài ra, mỗi một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể có quang phổ hấp thụ khác nhau tương ứng với nhau và mỗi một hỗn hợp

hấp thụ ánh sáng phủ lên nhau với quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng ở các vùng quang phổ khác nhau. Cũng theo phương pháp của sáng chế, ít nhất một chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím mà có trong mỗi hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng đều giống hoặc khác chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím, và chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím có trong mỗi một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng tương ứng ở nồng độ khác nhau.

Tương tự theo phương pháp của sáng chế, ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai có mặt trong mỗi hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng đều giống hoặc khác vật liệu đổi màu theo ánh sáng, và vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai có mặt trong mỗi hỗn hợp hấp thụ ánh sáng tương ứng ở nồng độ khác nhau. Trong phương án khác, ít nhất vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai có mặt trong mỗi hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng đều giống hoặc khác vật liệu đổi màu theo ánh sáng, và vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai có mặt trong mỗi hỗn hợp hấp thụ ánh sáng tương ứng ở nồng độ khác nhau.

Theo một khía cạnh của sáng chế, hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng mà chi tiết quang học đã được xử lý chưa kích hoạt (tức là chi tiết quang học đã không được phơi lộ dưới tia tử ngoại và nằm ở trạng thái thứ nhất hoặc trạng thái không màu) quang phổ hấp thụ trong vùng bước sóng từ 300 nm đến 450 nm, và hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có quang phổ hấp thụ ở vùng bước sóng từ 300 nm đến 440 nm.

Như đã đề cập ở trên, theo phương pháp của sáng chế, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được làm kết bám trên ít nhất một bề mặt của chi tiết quang học (trước đây đã được xử lý với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng) theo dạng định trước được kiểm soát với việc sử dụng thiết bị in phun để tạo ra dạng màu gradien tuyến tính trên chi tiết quang học khi phơi lộ chi tiết quang học dưới tia tử ngoại. Thiết bị in phun gắn hỗn hợp hấp thụ ánh sáng dưới dạng các giọt cực kỳ mịn trên bề mặt của chi tiết quang học. Một thiết bị phun đi kèm với thiết bị in, chẳng hạn như một hoặc nhiều đầu in, có một hoặc nhiều đầu phun kết hợp với nó. Mỗi đầu phun được cấu hình để xả một cách kiểm soát từng giọt của hỗn hợp, một cách liên tục hoặc theo yêu cầu. Trong hệ

thống theo yêu cầu, việc xả các giọt được kiểm soát bởi bộ điều khiển có biên dạng phun giọt đã định trước. Ví dụ, bộ điều khiển có thể kiểm soát kích cỡ của giọt (lượng hỗn hợp hấp thụ ánh sáng) và tốc độ hình thành và vận chuyển giọt. Theo một số khía cạnh của sáng chế, một hoặc nhiều đầu in có thể được tạo ra bởi một hoặc nhiều chi tiết áp điện mà tạo ra cơ chế hình thành và xả các giọt từ một hoặc nhiều đầu in. Điện áp cấp cho một hoặc nhiều chi tiết áp điện, chẳng hạn như điện áp điều khiển được xác định bởi bộ điều khiển, thay đổi hình dạng của một hoặc nhiều chi tiết áp điện, bằng cách đó tạo ra xung áp trong hỗn hợp, mà làm cho giọt của hỗn hợp bị đẩy ra khỏi đầu phun. Bộ điều khiển lệnh cho một hoặc nhiều đầu in tạo ra các giọt theo yêu cầu. Theo cách này, thời gian, vị trí, và lượng hỗn hợp phân phối trên đơn vị diện tích bề mặt in có thể được kiểm soát. Theo các khía cạnh khác, thiết bị in nhiệt có thể được sử dụng. Đó là, một hoặc nhiều đầu in có thể có ít nhất một buồng chứa bộ phận gia nhiệt. Một giọt được đẩy ra khỏi buồng khi xung điện áp được truyền ngang qua bộ phận làm nóng, chẳng hạn như điện áp điều khiển được xác định bởi bộ điều khiển. Chênh lệch điện áp như vậy gây ra sự bay hơi nhanh chóng của hỗn hợp trong buồng và hình thành bọt khí. Sự hình thành bọt khí gây ra sự chênh lệch áp suất trong buồng, do đó đẩy một giọt của hỗn hợp lên trên bề mặt của chi tiết quang học. Bộ điều khiển lệnh cho một hoặc nhiều đầu in tạo ra các giọt theo yêu cầu. Theo cách này, thời gian, vị trí, và lượng vật liệu phân phối trên đơn vị diện tích bề mặt in có thể được kiểm soát.

Mỗi giọt được phun ra từ đầu phun của đầu in được làm kết bám trên bề mặt của chi tiết quang học dưới dạng một chấm duy nhất. Như vậy, tập hợp các giọt đã kết bám tạo ra một mảng cho phép một dạng được hình thành. Theo cách này, tất cả hoặc một phần của bề mặt in có thể được phủ. Khi một hoặc nhiều phần bề mặt của chi tiết quang học được in, dạng gradien tuyến tính định trước được kiểm soát có thể được tạo thành trên bề mặt.

Mỗi đầu in liên kết lỏng với một khoang chứa. Khi thiết bị in có nhiều hơn một đầu in, các khoang chứa độc lập có thể được cung cấp cho mỗi đầu in. Mỗi

khoang chứa được cấu hình để chứa hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được đưa đến một hoặc nhiều đầu in. Theo cách này, có thể in nhiều hỗn hợp khác nhau cùng một lúc bằng cách sử dụng nhiều đầu in để tạo ra các dạng màu gradient khác nhau. Như vậy, dạng màu gradient tuyến tính có thể được tạo thành trên bề mặt của chi tiết quang học từ sự làm kết bám của hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng, hoặc dạng màu gradient có thể được tạo thành từ một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng duy nhất gắn theo một hoặc nhiều lớp liên tiếp. Các thiết bị bổ sung khác nhau, như bộ gia nhiệt, máy trộn, hoặc tương tự, có thể được liên kết với mỗi khoang chứa để điều chế hỗn hợp thuốc nhuộm màu trước khi phân phối tới một hoặc nhiều đầu in. Theo một số khía cạnh của sáng chế, độ nhớt của hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể được kiểm soát, chẳng hạn như bằng cách tăng hoặc giảm độ nhớt của hỗn hợp, trước khi nạp hỗn hợp vào trong khoang chứa hoặc trước khi phân phối hỗn hợp tới một hoặc nhiều đầu in.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, sự gia nhiệt vật liệu lớp phủ bên trong đường ống phân phối hoặc khoang chứa đầu in cũng có thể được sử dụng để kiểm soát độ nhớt của lớp phủ trước khi phân phối vật liệu phủ lên đế nền.

Theo một phương án cụ thể của sáng chế, thiết bị in phun bao gồm nhiều đầu in, mỗi đầu in được cung cấp với một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng khác nhau, trong đó mỗi hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được làm kết bám trên bề mặt của chi tiết quang học theo dạng định trước được kiểm soát để tạo ra dạng màu gradient tuyến tính thay đổi về sắc độ và/hoặc mật độ màu từ khu vực này đến khu vực kia của chi tiết quang học khi phơi lộ chi tiết quang học dưới tia tử ngoại.

Trong khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị in phun bao gồm nhiều đầu in, trong đó một hoặc nhiều đầu in được cung cấp với một hỗn hợp không có chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím và không có bất kỳ vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai, trong khi mỗi đầu in còn lại được cung cấp với một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng giống hoặc khác nhau. Mỗi hỗn hợp được làm kết bám trên bề mặt của chi tiết quang học theo dạng định trước sao cho để tạo ra dạng màu gradient tuyến tính mà thay đổi về

sắc độ và/hoặc mật độ màu từ khu vực này đến khu vực kia của chi tiết quang học khi phơi lộ chi tiết quang học dưới tia tử ngoại.

Nhiều đầu in có thể được sắp xếp theo dãy. Nhiều đầu in có thể được sắp xếp song song với nhau theo một hướng tạo ra một góc so với hướng mà chi tiết quang học được di chuyển tương đối so với các đầu in. Sự xô dịch các đầu in một góc tương đối so với hướng mà chi tiết quang học được di chuyển tương đối so với đầu in cho phép bao phủ hoàn toàn các chi tiết quang học với các hình dạng và kích thước khác nhau, ví dụ, thấu kính có bề mặt lồi, lõm hoặc phân cắt. Theo các khía cạnh khác, các đầu in có thể được sắp xếp theo đường thẳng liền nhau theo hướng về căn bản song song hoặc vuông góc với hướng mà các chi tiết quang học được di chuyển tương đối so với các đầu in.

Trong quá trình in, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể được gắn lên trên bề mặt của chi tiết quang học theo kiểu đơn chuyển, trong đó chi tiết quang học được giữ cố định và một hoặc nhiều đầu in chuyển động, hoặc trong đó chi tiết quang học chuyển động và một hoặc nhiều đầu in được giữ cố định, hoặc trong đó cả yếu tố quang học và một hoặc nhiều đầu in chuyển động. Đơn chuyển có thể được thực hiện bằng cách sử dụng đầu in đơn hoặc đa đầu in. Trong một số khía cạnh của sáng chế, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có thể được gắn lên trên chi tiết quang học trong hai hoặc đa chuyển, trong đó chi tiết quang học được giữ cố định và một hoặc nhiều đầu in chuyển động, hoặc trong đó chi tiết quang học được chuyển động và một hoặc nhiều đầu in được giữ cố định, hoặc trong đó cả chi tiết quang học và một hoặc nhiều đầu in đều chuyển động. Hai hoặc đa chuyển có thể được thực hiện bằng cách sử dụng đầu in đơn hoặc nhiều đầu in.

Thiết bị in có thể có bộ điều khiển để kiểm soát sự vận hành của thiết bị in. Bộ điều khiển có thể được cấu hình để kiểm soát các hoạt động in của một hoặc nhiều đầu in và/hoặc vận hành chuyển động của chi tiết quang học và/hoặc một hoặc nhiều đầu in. Ngoài ra, bộ điều khiển có thể được cấu hình để kiểm soát các hoạt động nạp và phân phối hỗn hợp chất nhuộm màu trong một hoặc nhiều khoang chứa. Ví dụ, bộ

điều khiển có thể bao gồm thay đổi các phương tiện cấu thành có thể đọc được bằng máy tính riêng rẽ để kiểm soát hoạt động in và/hoặc vận hành chuyển động. Ví dụ, phương tiện cấu thành có thể đọc được bằng máy tính này có thể bao gồm bất kỳ phương tiện nào có thể được truy cập bởi bộ điều khiển, chẳng hạn như phương tiện khả biến, phương tiện không khả biến, phương tiện tháo rời được, phương tiện cố định, phương tiện chuyển tiếp, phương tiện không chuyển tiếp, v.v. Các ví dụ khác, phương tiện có thể đọc được bằng máy tính này có thể bao gồm phương tiện lưu trữ máy tính, chẳng hạn như phương tiện được thực hiện bằng bất kỳ phương pháp hoặc công nghệ nào để lưu trữ thông tin, như các lệnh có thể đọc được bằng máy tính, các cấu trúc dữ liệu, các mô đun chương trình hoặc dữ liệu khác; bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ chỉ đọc được có thể xóa được bằng điện tử (EEPROM), bộ nhớ chớp, hoặc công nghệ lưu trữ khác; đĩa CD-ROM, đĩa đa năng kỹ thuật số (DVD), hoặc lưu trữ đĩa quang học khác; băng từ, cuộn băng từ, ổ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác; hoặc bất kỳ phương tiện khác có thể được sử dụng để lưu trữ các thông tin mong muốn và có thể được truy cập bởi bộ điều khiển. Ngoài ra, phương tiện cấu thành có thể đọc được bằng máy tính này có thể bao gồm các phương tiện truyền thông, chẳng hạn như các lệnh có thể đọc được bằng máy tính, cấu trúc dữ liệu, các mô đun chương trình hoặc các dữ liệu khác trong tín hiệu dữ liệu đã biến điệu, chẳng hạn như sóng mang hoặc cơ chế vận chuyển khác và bao gồm bất kỳ phương tiện gửi tin nào, phương tiện hữu tuyến (chẳng hạn như mạng hữu tuyến và kết nối hữu tuyến trực tiếp) và phương tiện không dây (chẳng hạn như tín hiệu âm thanh, tín hiệu tần số vô tuyến, tín hiệu quang học, tín hiệu hồng ngoại, tín hiệu sinh trắc học, tín hiệu mã vạch, v.v.). Tất nhiên, các sự kết hợp của bất kỳ một trong những điều trên cũng nên được bao gồm trong phạm vi của phương tiện cấu thành có thể đọc được bằng máy tính.

Người sử dụng có thể nhập các lệnh, thông tin và dữ liệu, chẳng hạn như thông tin liên quan đến tệp cấu trúc thuật của một lớp in mong muốn, vào bộ điều khiển thông qua các thiết bị đầu vào nào đó có thể đính kèm hoặc vận hành được thông qua

giao diện đầu vào của người sử dụng. Tất nhiên, nhiều loại thiết bị đầu khác nhau vào như vậy có thể được sử dụng, ví dụ, micrô, bi xoay ở chuột máy tính, cần điều khiển, bảng xúc giác, màn hình cảm ứng, máy quét, v.v., bao gồm bất kỳ sự sắp xếp nào tạo điều kiện thuận lợi cho nhập dữ liệu và thông tin tới bộ điều khiển từ nguồn bên ngoài. Tiếp theo nữa, dữ liệu và thông tin có thể được thể hiện hoặc cung cấp cho người sử dụng dưới dạng hoặc định dạng dễ hiểu thông qua các thiết bị đầu ra nhất định, chẳng hạn như màn hình (để hiển thị trực tiếp thông tin và dữ liệu dưới dạng điện tử), máy in (để thể hiện thông tin và dữ liệu này ở dạng in), loa (để thể hiện rõ ràng thông tin và dữ liệu dưới dạng âm thanh), v.v. Tất cả các thiết bị này đều kết nối với bộ điều khiển, ví dụ, thông qua giao diện đầu ra. Đã dự liệu rằng bất kỳ thiết bị đầu ra ngoại vi như vậy được sử dụng để cung cấp thông tin và dữ liệu cho người dùng.

Theo phương pháp để sản xuất các chi tiết quang học theo sáng chế, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng (hoặc hỗn hợp không có chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím và/hoặc vật liệu đổi màu theo ánh sáng) có thể được làm phẳng để đảm bảo độ dày đồng nhất của hỗn hợp mà sẽ được hoặc đã được làm kết bám trên bề mặt của chi tiết quang học. Việc làm phẳng có thể được thực hiện đồng thời với bước làm kết bám, hoặc sau khi bước làm kết bám hoàn thành. Có thể sử dụng thiết bị làm phẳng để thực hiện công việc này. Ngoài ra, việc làm phẳng có thể trước, đồng thời, hoặc sau bất kỳ bước hậu xử lý bổ sung nào sau bước làm kết bám nhưng trước bước sấy khô. Trong một số khía cạnh, bước làm phẳng có thể bao gồm việc rung lắc chi tiết quang học. Việc làm rung lắc của chi tiết quang học có thể được thực hiện kiểu tuyến tính, ví dụ dưới dạng chuyển động qua lại dọc theo một trục. Theo những khía cạnh khác, việc rung lắc của chi tiết quang học có thể được thực hiện kiểu tuyến tính dọc theo hai trục, chẳng hạn như việc rung lắc chi tiết quang học kiểu tuyến tính trên một mặt phẳng. Theo một vài khía cạnh, bước làm phẳng có thể bao gồm việc rung lắc chi tiết quang học ở tần số 10 Hz đến 110 Hz. Ngoài ra, bước làm phẳng có thể bao gồm việc rung lắc chi tiết quang học trong khoảng từ 3 giây đến 30 giây.

Một khi đã được kết bám với dạng định trước được kiểm soát để tạo thành dạng màu gradien tuyến tính trên chi tiết quang học khi phơi lộ dưới tia tử ngoại, hỗn hợp thuốc nhuộm màu (hoặc hỗn hợp không có vật liệu đổi màu theo ánh sáng) được làm khô. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ “được làm khô” hoặc “làm khô” có nghĩa là hỗn hợp được phơi lộ trong điều kiện môi trường xung quanh hoặc nhiệt độ được nâng cao để làm bay hơi các dung môi hiện hữu; và/hoặc hỗn hợp thuốc nhuộm màu ít nhất được hóa rắn một phần để thúc đẩy ít nhất phản ứng một phần của bất kỳ thành phần phản ứng nào có mặt trong hỗn hợp thuốc nhuộm màu (ví dụ, trong trường hợp của một hỗn hợp thuốc nhuộm màu có thể hóa rắn). Hóa rắn tia và hóa rắn nhiệt đều được dự tính.

Theo một phương án cụ thể của sáng chế, chi tiết quang học là một thấu kính, chẳng hạn như kính mắt, và dạng màu gradien tuyến tính thay đổi về sắc độ và/hoặc mật độ màu từ đáy thấu kính tới đỉnh thấu kính khi phơi lộ thấu kính dưới tia tử ngoại. Ngoài ra, khi phơi lộ thấu kính dưới tia tử ngoại, dạng màu gradien nói chung có tỷ lệ ánh sáng truyền qua ở đáy thấu kính cao hơn so với đỉnh thấu kính.

Các chi tiết quang học được sản xuất theo phương pháp của sáng chế một cách tùy ý có thể bao gồm một hoặc nhiều lớp thêm vào hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được làm kết bám theo phương pháp của sáng chế và thêm vào đó (các) lớp hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng mà trước đó đã được sử dụng để xử lý chi tiết quang học trước khi kết bám chất hấp thụ ánh sáng. Các ví dụ về các lớp bổ sung như vậy bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các lớp phủ và màng lót (thường được phủ lên (các) bề mặt của chi tiết quang học trước khi làm kết bám hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng); các lớp phủ và màng bảo vệ (được phủ trước hoặc sau khi làm kết bám hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng lên trên bề mặt của chi tiết quang học, bao gồm lớp phủ và màng chuyển tiếp và các lớp phủ và màng chống mài mòn, các lớp phủ và màng chống phản chiếu, các lớp phủ và màng phân cực, và sự kết hợp của chúng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “lớp phủ hoặc màng bảo vệ” đề cập đến các lớp phủ hoặc màng mà có thể ngăn ngừa sự mài hoặc mòn, tạo ra sự chuyển tiếp các đặc tính từ

lớp phủ hoặc màng này sang lớp phủ hoặc màng khác, bảo vệ chống lại các ảnh hưởng của hóa chất phản ứng trùng hợp và/hoặc bảo vệ chống lại sự xuống cấp bởi các điều kiện môi trường, chẳng hạn như độ ẩm, nhiệt, ánh sáng tia cực tím, oxy, v.v.

Như đã được sử dụng ở đây, thuật ngữ “lớp phủ và màng chuyển tiếp” có nghĩa là lớp phủ hoặc màng mà hỗ trợ trong việc tạo ra sự thay đổi dần dần về các đặc tính hoặc khả năng tương thích giữa hai lớp phủ hoặc màng, hoặc một lớp phủ và một màng. Ví dụ, mặc dù không bị giới hạn ở đây, lớp phủ chuyển tiếp có thể hỗ trợ trong việc tạo ra sự thay đổi dần về độ cứng giữa lớp phủ tương đối cứng và lớp phủ tương đối mềm. Các ví dụ không mang tính giới hạn của các lớp phủ chuyển tiếp bao gồm các màng mỏng trên cơ sở acrylic được lưu hóa bằng tia như được bộc lộ trong patent Mỹ số 7,452,611 B2, mà nó được kết hợp cụ thể bằng cách tham khảo ở đây.

Như đã được sử dụng ở đây, thuật ngữ “lớp phủ và màng chống mài mòn” dùng để chỉ vật liệu polyme bảo vệ mà thể hiện sự bền chống mài mòn tốt hơn các vật liệu bền tiêu chuẩn, ví dụ, polyme được làm từ monome CR-39® có sẵn của PPG Industries, Inc., như được thử nghiệm trong phương pháp so sánh với Phương pháp Thử nghiệm Tiêu chuẩn ASTM F-735 đối với Độ bền chống mài mòn của chất dẻo và lớp phủ trong suốt có sử dụng phương pháp cát rung lắc. Các ví dụ không mang tính giới hạn của các lớp phủ chống mài mòn có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các lớp phủ chống mài mòn có các organosilan, organosiloxan, các lớp phủ chống mài mòn dựa trên các vật liệu vô cơ như silica, titan và/hoặc ziriconi, các lớp phủ chống mài mòn hữu cơ thuộc loại có khả năng lưu hóa bởi tia cực tím, các lớp phủ ngăn oxy, lớp phủ ngăn tia cực tím, và sự kết hợp của chúng. Các ví dụ không mang tính giới hạn của sản phẩm lớp phủ cứng trong thương mại bao gồm các lớp phủ CRYSTALCOAT® và HI-GARD®, có sẵn của SDC Coatings, Inc. và PPG Industries, Inc.

Lớp phủ hoặc màng chống mài mòn (thường được gọi là lớp phủ cứng) trong một vài khía cạnh có thể được lựa chọn từ các vật liệu phủ cứng đã được thừa nhận trong lĩnh vực, như các lớp phủ chống mài mòn silan hữu cơ. Các lớp phủ silan hữu

cơ chống mài mòn, thường được gọi là lớp phủ cứng hoặc lớp phủ cứng trên cơ sở silicon, được biết đến rộng rãi trong lĩnh vực và sẵn có trong thương mại từ các nhà sản xuất khác nhau như SDC Coatings, Inc. và PPG Industries, Inc. với patent Mỹ số 4,756,973 cột 5, dòng 1-45; và patent Mỹ số 5,462,806 cột 1, các dòng từ 58 đến cột 2, dòng 8, và cột 3, dòng 52 đến cột 5, dòng 50, mà mô tả lớp phủ cứng silan hữu cơ và các thông tin được bộc lộ này được kết hợp tại đây để tham khảo. Các patent Mỹ số 4,731,264, 5,134,191, 5,231,156 và Công bố sáng chế quốc tế số WO 94/20581 cũng được tham khảo với các bộc lộ về lớp phủ cứng silan hữu cơ, những thông tin đã bộc lộ này cũng được kết hợp vào tài liệu này để tham khảo. Lớp phủ cứng có thể được gắn bằng các phương pháp phủ đã được công nhận trong lĩnh vực chẳng hạn như, nhưng không bị giới hạn bởi, phương pháp phủ lăn, phủ phun, phủ màng che và phủ quay.

Các ví dụ không mang tính giới hạn của các lớp phủ và màng chống phản xạ thích hợp bao gồm đơn lớp, nhiều lớp hoặc oxit kim loại, florua kim loại hoặc các vật liệu khác như vậy, mà có thể được làm kết bám trên các mẫu sản phẩm được bộc lộ ở đây (hoặc trên các màng được gắn lên các mẫu vật), ví dụ, thông qua việc làm kết bám chân không, phun, v.v. Các ví dụ không mang tính giới hạn của các lớp phủ và màng đổi màu theo ánh sáng thích hợp thông thường bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các lớp phủ và màng bao có các vật liệu đổi màu theo ánh sáng thông thường.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả với sự tham khảo các chi tiết cụ thể của một số phương án xác định của nó, không có dụng ý rằng các chi tiết như vậy sẽ cần được coi là giới hạn về phạm vi của sáng chế, ngoại trừ khi chúng nằm trong yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất chi tiết quang học được nhuộm màu theo dạng tuyến tính không đồng nhất khi phơi lộ dưới tia tử ngoại, phương pháp bao gồm:

(i) tạo ra chi tiết quang học mà trước đó đã được xử lý trên ít nhất một bề mặt với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng có chứa ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng này có quang phổ hấp thụ ở vùng bước sóng của sự hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng;

(ii) chuẩn bị ít nhất một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm ít nhất một chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím, ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai giống hoặc khác với vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ nhất, hoặc hỗn hợp của chúng, hỗn hợp hấp thụ ánh sáng này có quang phổ hấp thụ mà về cơ bản phủ lên với quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng trong khu vực của sự hoạt hóa đổi màu theo ánh sáng;

(iii) làm kết bám ít nhất một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng trên bề mặt của chi tiết quang học đã được xử lý với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng theo dạng định trước được kiểm soát bằng việc sử dụng thiết bị in phun để tạo ra dạng màu gradient tuyến tính trên chi tiết quang học khi phơi lộ dưới tia tử ngoại; và

(iv) sấy khô hỗn hợp hấp thụ ánh sáng,

trong đó phương pháp này bao gồm việc làm phẳng hỗn hợp hấp thụ ánh sáng trong suốt bước làm kết bám (iii) hoặc ngay tức thì sau khi, nhưng trước bước sấy khô (iv).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được làm kết bám trên bề mặt của chi tiết quang học đã được xử lý với hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng, và trong đó mỗi một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có cùng hoặc khác quang phổ hấp thụ tương ứng với nhau, trong đó tốt hơn là ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai mà có mặt trong mỗi hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng là vật liệu đổi màu theo ánh sáng giống hoặc khác nhau, và vật liệu đổi màu

theo ánh sáng thứ hai này có trong hỗn hợp hấp thụ ánh sáng tương ứng ở nồng độ khác nhau.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó mỗi hỗn hợp hấp thụ ánh sáng đều có quang phổ hấp thụ khác nhau tương ứng với nhau, và trong đó mỗi hỗn hợp hấp thụ ánh sáng phủ lên với quang phổ hấp thụ của hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng ở các vùng quang phổ khác nhau.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó ít nhất một chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím có mặt trong mỗi hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng là chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím giống nhau hoặc khác nhau, và trong đó chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím có mặt trong mỗi hỗn hợp hấp thụ ánh sáng tương ứng ở nồng độ khác nhau, trong đó tốt hơn là ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai mà có mặt trong mỗi hai hoặc nhiều hỗn hợp hấp thụ ánh sáng là vật liệu đổi màu theo ánh sáng giống hoặc khác nhau, và trong đó vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai này có mặt trong hỗn hợp hấp thụ ánh sáng tương ứng ở nồng độ khác nhau.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm hỗn hợp các chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím và/hoặc ít nhất một vật liệu đổi màu theo ánh sáng thứ hai.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị in phun bao gồm nhiều đầu in, trong đó mỗi đầu in có thể được cung cấp với một hỗn hợp hấp thụ ánh sáng khác nhau, trong đó mỗi hỗn hợp hấp thụ ánh sáng được làm kết bám trên bề mặt của chi tiết quang học theo dạng định trước đã kiểm soát để tạo ra dạng màu gradient tuyến tính mà thay đổi về sắc độ và/hoặc mật độ màu từ khu vực này của chi tiết quang học đến khu vực khác của chi tiết quang học khi phơi lộ chi tiết quang học dưới tia tử ngoại.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng bao gồm hợp chất đổi màu theo ánh sáng được lựa chọn từ nhóm bao gồm các pyran, spiropyran, oxazin, spiroxazin, fulgua, fulgimua, dithizonat kim loại, diaryleten, và các hỗn hợp của chúng.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chi tiết quang học được lựa chọn từ nhóm bao gồm các thấu kính, cửa sổ, chi tiết hiển thị, kính bảo hộ, lưới trai bảo vệ mắt khỏi tia không mong muốn, tấm che bảo vệ mặt, các tấm kính ô tô, tấm cửa trong suốt cho hàng không vũ trụ, và màn hiển thị của đồ đeo trên người, tốt hơn là các mắt kính.
9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó chi tiết quang học là mắt kính và khi phơi lộ dưới tia tử ngoại, dạng màu gradien có tỷ lệ ánh sáng truyền qua ở đáy thấu kính cao hơn so với đỉnh thấu kính, trong đó tốt hơn là chi tiết quang học là mắt kính đổi màu theo ánh sáng và khi phơi lộ mắt kính dưới tia tử ngoại, dạng màu gradien biểu hiện tỷ lệ ánh sáng truyền qua ở đáy thấu kính cao hơn so với đỉnh thấu kính.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hỗn hợp hấp thụ ánh sáng bao gồm chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím được lựa chọn từ nhóm bao gồm các hydroxyphenylbenzotriazol, hydroxybenzophenon, hydroxyphenyl-s-triazin, oxanalua, và các hỗn hợp của chúng.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hỗn hợp đổi màu theo ánh sáng với chi tiết quang học đã được xử lý có quang phổ hấp thụ không hoạt động ở vùng bước sóng từ 300 nm đến 450 nm, và hỗn hợp hấp thụ ánh sáng có quang phổ hấp thụ ở vùng bước sóng từ 300 nm đến 440 nm.
12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sự làm phẳng bao gồm việc làm rung lắc chi tiết quang học như việc làm rung lắc chi tiết quang học theo tuyến tính.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó sự làm phẳng bao gồm việc làm rung lắc chi tiết quang học theo tuyến tính dọc theo một trục, hoặc theo tuyến tính dọc theo hai trục, hoặc theo tuyến tính trong mặt phẳng.
14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị in phun là một thiết bị in phun áp điện hoặc thiết bị in phun nhiệt.