



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

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

(11)



1-0036218

(51)⁷ C03C 17/34; G02B 1/115; C03C 21/00 (13) B

(21) 1-2019-02198

(22) 11/05/2015

(62) 1-2016-04361

(86) PCT/US2015/030116 11/05/2015

(87) WO2016/018490 04/02/2016

(30) 61/991,656 12/05/2014 US; 62/010,092 10/06/2014 US; 62/028,014 23/07/2014 US;
62/098,819 31/12/2014 US; 62/098,836 31/12/2014 US; 62/142,114 02/04/2015 US

(45) 25/07/2023 424

(43) 25/07/2019 376A

(73) CORNING INCORPORATED (US)

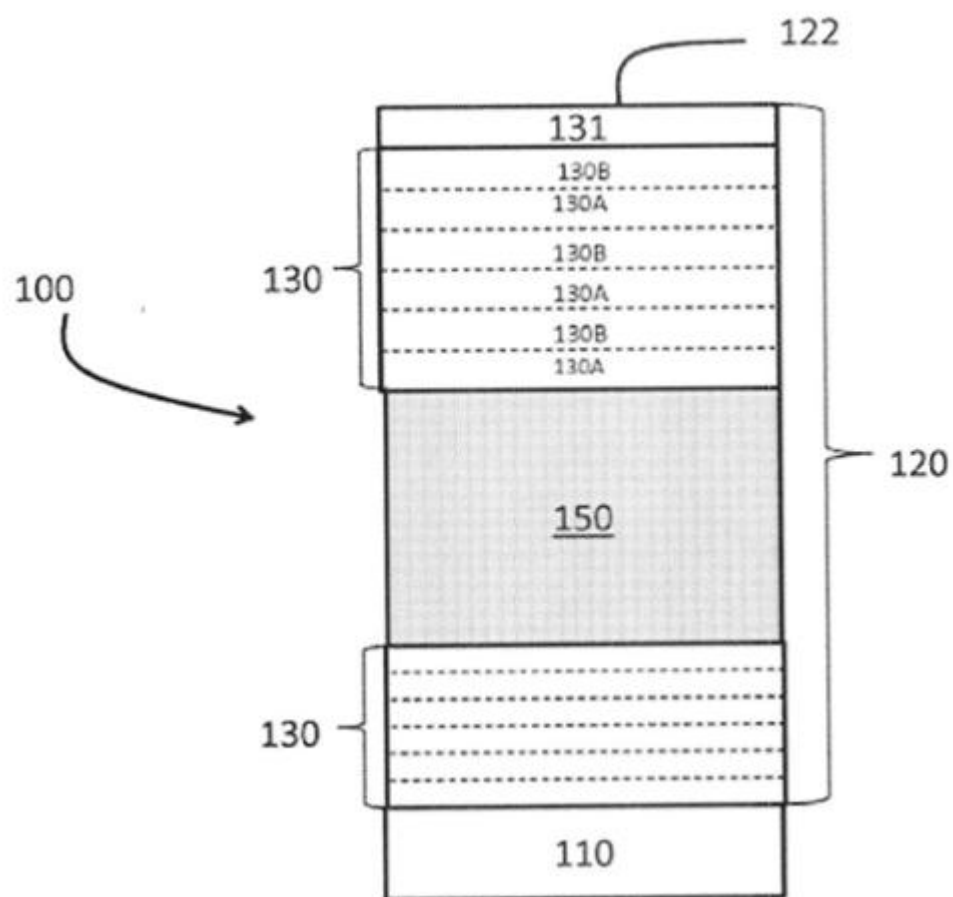
1 Riverfront Plaza, Corning, New York 14831, United States of America

(72) HART, Shandon Dee (US); KOCH, Karl William III (US); PAULSON, Charles
Andrew (US); PRICE, James Joseph (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) VẬT PHẨM CHỐNG XƯỚC, CHỐNG PHẢN CHIẾU VÀ CÓ ĐỘ BỀN

(57) Các phương án về vật phẩm có độ bền, chống xước, chống phản chiếu được mô tả. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm chống xước, chống phản chiếu bao gồm lớp phủ nền và lớp phủ quang học được bố trí ở trên bề mặt chính. Lớp phủ quang học bao gồm lớp phủ chống phản chiếu và lớp phủ chống xước tạo thành bề mặt chống phản chiếu. Vật phẩm thể hiện độ cứng tối đa bằng 12 GPa hoặc lớn hơn, được đo trên bề mặt chống phản chiếu bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich dọc theo độ sâu vết cắt lõm khoảng 100nm hoặc lớn hơn. Vật phẩm theo một số phương án thể hiện độ phản xạ ánh sáng trung bình một mặt đo tại bề mặt chống phản chiếu bằng khoảng 8% hoặc nhỏ hơn theo trạng thái bước sóng quang học nằm trong khoảng từ 400nm đến khoảng 800nm và độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu khi truyền hoặc độ phản xạ nhỏ hơn 2. Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc bằng khoảng 5 hoặc nhỏ hơn tại tất cả các góc tính từ góc tới vuông góc đến góc chiếu sáng tới mà góc này bằng 20 độ hoặc lớn hơn.



Tham chiếu chéo với các đơn liên quan

Đơn này yêu cầu hưởng quyền ưu tiên theo điều 35 U.S.C. § 119 của loạt đơn tạm thời Mỹ số 62/142114 nộp ngày 2/04/2015, loạt đơn tạm thời Mỹ số 62/098,836 nộp ngày 31/12/2014, loạt đơn tạm thời Mỹ số 62/098,819 nộp ngày 31/12/2014, loạt đơn tạm thời Mỹ số 62/028,014 nộp ngày 23/07/2014, loạt đơn tạm thời Mỹ số 62/010,092 nộp ngày 10/06/2014, và loạt đơn tạm thời Mỹ số 61/991,656 nộp ngày 12/05/2014, toàn bộ nội dung của các đơn này được dựa vào và được kết hợp tham khảo trong sáng chế này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật phẩm có độ bền và có khả năng chống xước, chống phản chiếu và phương pháp tạo ra vật phẩm này và cụ thể hơn, đề cập đến vật phẩm có lớp phủ nhiều lớp chống phản chiếu thể hiện độ bền chống mài mòn, độ bền chống xước, độ phản chiếu thấp, và độ trong suốt không màu và/hoặc độ phản xạ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vật phẩm bao phủ thường được sử dụng để bảo vệ các thiết bị quan trọng bên trong các sản phẩm điện tử, để cung cấp giao diện người dùng để đưa vào và/hoặc hiển thị và/hoặc nhiều chức năng khác. Các sản phẩm như vậy bao gồm các thiết bị di động, như điện thoại thông minh, máy nghe nhạc mp3 và máy tính bảng. Vật phẩm bao phủ cũng bao gồm cả vật phẩm kiến trúc, các vật phẩm vận chuyển (ví dụ, vật phẩm sử dụng trong các ứng dụng thuộc về ô tô, tàu hỏa, máy bay, tàu biển, v.v.), vật phẩm ứng dụng, hoặc vật phẩm bất kỳ mà đòi hỏi có độ trong suốt, độ bền chống xước, độ bền chống mài mòn hoặc sự kết hợp của các đặc tính này. Các ứng dụng này thường đòi hỏi các đặc tính độ bền chống xước và hiệu suất quang cao, theo quan điểm về độ truyền ánh sáng tối đa và độ phản xạ tối thiểu. Ngoài ra, một số ứng dụng bao phủ đòi hỏi rằng, màu sắc biểu hiện hoặc cảm nhận được, về sự phản chiếu và/hoặc truyền qua, không làm thay đổi đáng kể khi góc nhìn thay đổi. Trong các ứng dụng hiển thị, điều này là vì, nếu như màu sắc khi phản chiếu hoặc truyền qua thay đổi theo góc nhìn ở

mức độ đáng kể, người sử dụng sản phẩm sẽ cảm nhận được sự thay đổi về màu sắc và độ chói của hình hiển thị, điều này có thể làm giảm chất lượng cảm nhận của hình hiển thị. Trong các ứng dụng khác, những thay đổi về màu sắc có thể ảnh hưởng tiêu cực đến các yêu cầu về thẩm mỹ hoặc các yêu cầu về chức năng khác.

Hiệu suất quang của các vật phẩm bao phủ có thể được cải thiện bằng cách sử dụng các lớp phủ chống phản chiếu khác nhau; tuy nhiên các lớp phủ chống phản chiếu đã biết thường dễ bị sòn hoặc mòn. Sự mài mòn này có thể làm tổn hại đến sự cải thiện về hiệu suất quang bất kỳ đạt được bằng lớp phủ chống phản chiếu. Chẳng hạn, các bộ lọc quang thường được tạo ra từ các lớp phủ đa lớp có chỉ số khúc xạ khác nhau và được tạo ra từ vật liệu điện môi trong suốt quang (ví dụ, oxit, nitrua và florua). Hầu hết các oxit điển hình được sử dụng trong các bộ lọc quang là các vật liệu có khe - dải rộng, vật liệu này không có các đặc tính cơ học cần thiết, như độ cứng, để sử dụng trong các thiết bị di động, vật phẩm kiến trúc, các vật phẩm vận chuyển hoặc vật phẩm hình dạng. Các nitrua và lớp phủ giống kim cương có thể thể hiện giá trị độ cứng cao nhưng những vật liệu này không thể hiện độ truyền cần thiết trong các ứng dụng như vậy.

Hư tổn do mài mòn có thể bao gồm tiếp xúc trượt tĩnh tiến từ các vật có bề mặt đối nhau (ví dụ, các ngón tay). Ngoài ra, hư tổn do mài mòn có thể sinh ra nhiệt, nhiệt này có thể làm phân hủy các liên kết hóa học trong các vật liệu màng và gây ra sự tạo vảy và các kiểu hư tổn khác đối với thủy tinh phủ. Vì hư tổn do mài mòn thường phải chịu trong một thời gian dài hơn so với các sự cố đơn lẻ gây ra các vết xước, nên các vật liệu phủ xu hướng phải chịu hư tổn do mài mòn cũng có thể oxy hóa, điều này làm làm suy giảm thêm độ bền của lớp phủ.

Các lớp phủ chống phản chiếu đã biết cũng dễ bị hư tổn do xước và thậm chí thường dễ bị hư tổn do xước hơn các lớp nền phía dưới mà các lớp phủ này được bố trí trên đó. Trong một tổ trường hợp, một phần đáng kể của sự hư tổn do xước như vậy bao gồm các vết xước vi rãnh, các vết xước này điển hình bao gồm một rãnh đơn trong vật liệu có độ dài kéo dài và độ sâu nằm trong khoảng từ 100nm đến 500nm. Các vết xước vi rãnh có thể được kèm theo bởi các kiểu hư tổn nhìn thấy được khác, như rạn nứt dưới bề mặt, rạn nứt do ma sát, bạt mép và/hoặc mòn. Bằng chứng cho thấy rằng,

phần lớn các vết xước như vậy và hư tổn nhìn thấy được khác được gây ra bởi sự tiếp xúc vật nhọn xuất hiện trong một sự cố tiếp xúc duy nhất. Một khi sự trầy xước đáng kể xuất hiện trên nền phủ, thì hình dáng bên ngoài của vật phẩm bị giảm giá trị vì trầy xước dẫn đến sự gia tăng về tán xạ ánh sáng, điều này có thể dẫn đến suy giảm đáng kể về độ chói, độ rõ và độ tương phản của hình ảnh khi hiển thị. Các vết trầy xước đáng kể cũng có thể tác động lên độ chính xác và độ tin cậy của vật phẩm bao gồm cả sự hiển thị mang tính cảm giác. Sự kiện hư tổn do xước đơn có thể tương phản với hư tổn do mài mòn. Sự kiện hư tổn do xước đơn không bị gây ra bởi nhiều sự kiện tiếp xúc, như tiếp xúc trượt tịnh tiến từ các vật có bề mặt đối nhau cứng (ví dụ, cát, sỏi và giấy ráp), điển hình cũng không phát sinh nhiệt, nhiệt này có thể làm phân hủy các liên kết hóa học trong các vật liệu màng và gây ra sự tạo vảy và các kiểu hư tổn khác. Ngoài ra, sự kiện trầy xước đơn điển hình không gây ra sự oxy hóa hoặc kéo theo các điều kiện tương tự mà chúng gây ra hư tổn do mài mòn và do đó, các giải pháp thường được sử dụng để ngăn chặn hư tổn do mài mòn cũng không thể ngăn chặn được sự trầy xước. Ngoài ra, các giải pháp chống trầy xước và hư tổn do mài mòn đã biết thường làm tổn hại đến các đặc tính quang học.

Do đó, nhu cầu cần phải tạo ra các vật phẩm bao phủ mới và phương pháp sản xuất các sản phẩm này, các sản phẩm này có khả năng chống mài mòn, chống xước và có hiệu suất quang được cải thiện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án về vật phẩm có độ bền và có khả năng chống xước, chống phản chiếu được mô tả. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm bao gồm cả lớp phủ nền và lớp phủ quang học được bố trí ở trên bề mặt chính tạo thành bề mặt chống phản chiếu. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ quang học bao gồm lớp phủ chống phản chiếu.

Vật phẩm thể hiện độ bền chống xước bằng cách thể hiện độ cứng tối đa khoảng 12 GPa hoặc lớn hơn, được xác định bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich (Berkovich Indenter Hardness Test), như được mô tả ở đây, dọc theo độ sâu vết cắt lõm khoảng 50nm hoặc lớn hơn (ví dụ, khoảng 100nm hoặc lớn hơn, từ 50nm đến khoảng 300nm, từ 50nm đến khoảng 400nm, từ 50nm đến khoảng 500nm,

từ 50nm đến khoảng 600nm, từ 50nm đến khoảng 1000nm hoặc từ 50nm đến khoảng 2000nm), trên bề mặt chống phản chiếu.

Vật phẩm thể hiện độ bền chống mài mòn khi được đo trên bề mặt chống phản chiếu sau 500 chu kỳ mài mòn sử dụng thử nghiệm Taber, như được mô tả ở đây. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện độ bền chống mài mòn (được đo trên bề mặt chống phản chiếu) bao gồm độ đục khoảng 1% hoặc nhỏ hơn, được đo sử dụng máy đo độ đục có một lỗ cửa, trong đó lỗ cửa có đường kính khoảng 8mm. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện độ bền chống mài mòn (được đo trên bề mặt chống phản chiếu) bao gồm độ nhám trung bình Ra, được đo bằng kính hiển vi lực nguyên tử, khoảng 12nm hoặc nhỏ hơn. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện độ bền chống mài mòn (được đo trên bề mặt chống phản chiếu) bao gồm cường độ ánh sáng phân tán khoảng 0,05 (tính theo các đơn vị 1/đơn vị góc khối) hoặc nhỏ hơn, ở góc tán xạ phân cực khoảng 40 độ hoặc nhỏ hơn, được đo tại góc tới vuông góc trong khi truyền sử dụng khối cầu ghi hình để đo tán xạ, có lỗ cửa 2mm tại bước sóng 600nm. Trong một số trường hợp, vật phẩm thể hiện độ bền chống mài mòn (được đo trên bề mặt chống phản chiếu) bao gồm cường độ ánh sáng phân tán khoảng 0,1 (tính theo các đơn vị 1/đơn vị góc khối) hoặc nhỏ hơn, ở góc tán xạ phân cực khoảng 20 độ hoặc nhỏ hơn, được đo tại góc tới vuông góc trong khi truyền sử dụng khối cầu ghi hình để đo tán xạ, có lỗ cửa 2mm tại bước sóng 600nm.

Vật phẩm theo một hoặc nhiều phương án thể hiện hiệu suất quang cao theo quan điểm về độ truyền ánh sáng và/hoặc độ phản xạ ánh sáng. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện độ truyền ánh sáng trung bình (được xác định duy nhất trên bề mặt chống phản chiếu) khoảng 92% hoặc lớn hơn (ví dụ, khoảng 98% hoặc lớn hơn) theo trạng thái bước sóng quang học (ví dụ, nằm trong khoảng từ 400nm đến khoảng 800nm hoặc từ 450nm đến khoảng 650nm). Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện độ phản xạ ánh sáng trung bình (được xác định tại duy nhất bề mặt chống phản chiếu) khoảng 2% hoặc nhỏ hơn (ví dụ, khoảng 1% hoặc nhỏ hơn) theo trạng thái bước sóng quang học. Vật phẩm có thể thể hiện độ truyền ánh sáng trung bình hoặc độ phản xạ ánh sáng trung bình có biên độ dao động trung bình khoảng 1 điểm phần trăm hoặc nhỏ hơn theo trạng thái bước sóng quang học. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện độ phản xạ chói trung bình khoảng 1% hoặc nhỏ hơn ở góc tới

vuông góc, được xác định trên duy nhất bề mặt chống phản chiếu. Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện độ phản xạ chói trung bình một phía, được đo tại góc tới vuông góc hoặc gần vuông góc (ví dụ, 0-10 độ) trên duy nhất bề mặt chống phản chiếu nhỏ hơn 10%. Theo một số phương án, độ phản xạ chói trung bình một phía là khoảng 9% hoặc nhỏ hơn, khoảng 8% hoặc nhỏ hơn, khoảng 7% hoặc nhỏ hơn, khoảng 6% hoặc nhỏ hơn, khoảng 5% hoặc nhỏ hơn, khoảng 4% hoặc nhỏ hơn, khoảng 3%, hoặc khoảng 2% hoặc nhỏ hơn.

Trong một số trường hợp, vật phẩm thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc (như được mô tả ở đây) nhỏ hơn 10 (ví dụ, 5 hoặc nhỏ hơn, 4 hoặc nhỏ hơn, 3 hoặc nhỏ hơn, 2 hoặc nhỏ hơn hoặc khoảng 1 hoặc nhỏ hơn) từ góc chiếu sáng tham chiếu đến góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 2 độ đến khoảng 60 độ, khi được quan sát tại bề mặt chống phản chiếu sử dụng một nguồn sáng. Các nguồn sáng minh họa bao gồm nguồn sáng bất kỳ trong số các nguồn sáng CIE F2, CIE F10, CIE F11, CIE F12 và CIE D65. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm có thể thể hiện giá trị a^* nhỏ hơn 2 trong hệ đo màu chuẩn CIE L^* , a^* , b^* tại tất cả các góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 đến khoảng 60 độ. Theo cách khác hoặc theo cách bổ sung, vật phẩm theo một số phương án thể hiện màu truyền qua (hoặc tọa độ màu truyền qua) và/hoặc màu phản xạ (hoặc tọa độ màu phản xạ) được đo tại bề mặt chống phản chiếu ở góc tới vuông góc có độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu nhỏ hơn 2 tính từ điểm tham chiếu, như được xác định ở đây. Theo một hoặc nhiều phương án, điểm tham chiếu có thể là điểm khởi đầu (0, 0) trong không gian màu $L^*a^*b^*$ (hoặc các tọa độ màu $a^*=0$, $b^*=0$ hoặc $a^*=-2$, $b^*=-2$) hoặc các tọa độ màu truyền qua hoặc phản xạ của nền. Độ dịch chuyển màu theo góc, độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu và tọa độ màu (a^* và/hoặc b^*) mô tả ở đây được quan sát dưới nguồn sáng D65 và/hoặc F2. Theo một số phương án, hiệu suất quang mô tả ở đây được quan sát dưới nguồn sáng F2, nguồn này được biết là có tính thử thách hơn nhờ bởi các đặc tính phổ rõ rệt của nguồn sáng F2.

Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ chống phản chiếu có thể bao gồm nhiều lớp. Chẳng hạn, theo một số phương án, lớp phủ chống phản chiếu bao gồm một phân khoảng bao gồm lớp có RI thấp thứ nhất và lớp có RI cao thứ hai. Phân khoảng có thể bao gồm lớp có RI thấp thứ nhất và RI cao thứ hai được bố trí ở trên lớp có RI

thấp thứ nhất hoặc ngược lại. Theo một số phương án, phân khoảng có thể bao gồm lớp thứ ba. Lớp phủ chống phản chiếu có thể bao gồm nhiều phân khoảng sao cho lớp có RI thấp thứ nhất và lớp có RI cao thứ hai luân phiên xen nhau. Lớp phủ chống phản chiếu có thể bao gồm lên đến khoảng 10 hoặc 20 phân khoảng.

Theo một số phương án, lớp phủ quang học bao gồm lớp chống xước. Trường hợp các lớp chống xước được bao gồm, các lớp này có thể được bố trí ở trên lớp phủ chống phản chiếu. Theo các phương án khác, lớp phủ chống xước được bố trí ở giữa lớp phủ chống phản chiếu và nền. Các lớp chống xước minh họa có thể thể hiện độ cứng tối đa nằm trong khoảng từ 8GPa đến khoảng 50GPa khi được đo bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovitch, như được xác định ở đây.

Lớp chống xước có thể được bố trí ở giữa nền và lớp phủ chống phản chiếu. Theo một số phương án, lớp phủ chống phản chiếu có thể bao gồm phần thứ nhất và phần thứ hai sao cho lớp chống xước được bố trí ở giữa phần thứ nhất và phần thứ hai. Độ dày của lớp chống xước có thể nằm trong khoảng từ 200 nanomet đến khoảng 3 micromet.

Theo một số phương án, vật phẩm có thể bao gồm một lớp có chỉ số khúc xạ lớn hơn 1,8. Vật liệu mà có thể được sử dụng trong lớp đó bao gồm SiN_x , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, AlN_x , AlO_xN_y hoặc hỗn hợp của chúng.

Trong một số trường hợp, vật phẩm có thể bao gồm lớp bổ sung, như lớp phủ dễ làm sạch, lớp phủ cacbon giống kim cương (“DLC”), lớp phủ chống xước hoặc hỗn hợp của chúng. Các lớp phủ này có thể được bố trí ở trên lớp phủ chống phản chiếu hoặc ở giữa các lớp của lớp phủ chống phản chiếu.

Nền được sử dụng theo một hoặc nhiều phương án về vật phẩm có thể bao gồm nền vô định hình hoặc nền kết tinh. Nền vô định hình bao gồm thủy tinh mà nó có thể được lựa chọn từ nhóm bao gồm thủy tinh natri-canxi, thủy tinh nhôm silicat kiềm, thủy tinh bo silicat chứa kiềm và thủy tinh nhôm - bo silicat kiềm. Theo một số phương án, thủy tinh có thể được tăng bền và có thể bao gồm lớp ứng suất nén (CS) với ứng suất nén (CS) bề mặt ít nhất là 250 MPa chạy dài bên trong thủy tinh tăng bền từ bề mặt của thủy tinh tăng bền theo phương thức hóa học tới độ sâu của lớp (DOL) ít nhất khoảng 10 μm .

Các chi tiết bổ sung và ưu điểm sẽ được thể hiện trong phần mô tả chi tiết sau đây, và một phần sẽ trở nên rõ ràng với người có kỹ năng trong lĩnh vực từ phần mô tả đó hoặc được thừa nhận bằng cách thực hành các phương án như được mô tả ở đây, bao gồm phần mô tả chi tiết dưới đây, các yêu cầu bảo hộ cũng như các hình vẽ kèm theo.

Cần phải hiểu rằng, cả phần mô tả chung trên đây và mô tả chi tiết dưới đây là chỉ nhằm làm ví dụ, và dự định để cung cấp một cái nhìn tổng thể hoặc khung để hiểu bản chất và đặc điểm của các yêu cầu bảo hộ. Các hình vẽ kèm theo được bao gồm để giúp hiểu rõ hơn về sáng chế và được kết hợp vào và tạo thành một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ minh họa một hoặc nhiều phương án và cùng với phần mô tả dùng để giải thích các nguyên tắc và việc thực hiện các phương án khác nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu cạnh của vật phẩm, theo một hoặc nhiều phương án;

Fig.2 là hình chiếu cạnh của vật phẩm, theo một hoặc nhiều phương án cụ thể;

Fig.3 là hình chiếu cạnh của vật phẩm, theo một hoặc nhiều phương án;

Fig.4 là hình chiếu cạnh của vật phẩm, theo một hoặc nhiều phương án;

Fig.5 là hình chiếu cạnh của vật phẩm, theo một hoặc nhiều phương án;

Fig.6 là hình chiếu cạnh của vật phẩm, theo một hoặc nhiều phương án;

Fig.7 là hình chiếu cạnh của vật phẩm, theo một hoặc nhiều phương án;

Fig.8 là hình chiếu cạnh của vật phẩm theo ví dụ 1;

Fig.9 là phổ phản xạ một mặt của vật phẩm trong ví dụ 2, thể hiện độ phản xạ khi góc chiếu sáng tới thay đổi trong khoảng từ 0° đến khoảng 60° ;

Fig.10 là phổ màu phản xạ của vật phẩm trong ví dụ 2 thể hiện màu phản xạ dưới các nguồn sáng khác nhau tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.11 là phổ phản xạ một mặt của vật phẩm trong ví dụ 3, thể hiện độ phản xạ khi góc chiếu sáng tới thay đổi trong khoảng từ 0° đến khoảng 60° ;

Fig.12 là phổ màu phản xạ của vật phẩm trong ví dụ 3 thể hiện màu phản xạ dưới các nguồn sáng khác nhau tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.13 là phổ phản xạ của ví dụ mô phỏng 8, được tính từ duy nhất bề mặt chống phản chiếu, tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.14 là màu phản xạ của vật phẩm trong ví dụ 8 thể hiện màu phản xạ dưới các nguồn sáng khác nhau tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.15 là phổ phản xạ của ví dụ mô phỏng 9, được tính từ duy nhất bề mặt chống phản chiếu, tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.16 là màu phản xạ của vật phẩm trong ví dụ 9 thể hiện màu phản xạ dưới các nguồn sáng khác nhau tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.17 là phổ phản xạ của ví dụ mô phỏng 10, được tính từ duy nhất bề mặt chống phản chiếu, tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.18 là màu phản xạ của vật phẩm trong ví dụ 10 thể hiện màu phản xạ dưới các nguồn sáng khác nhau tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.19 là phổ phản xạ của ví dụ mô phỏng 11, được tính từ duy nhất bề mặt chống phản chiếu, tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ;

Fig.20 là màu phản xạ của vật phẩm trong ví dụ 11 thể hiện màu phản xạ dưới các nguồn sáng khác nhau tại các góc nhìn khác nhau, sử dụng một dụng cụ quan trắc 10° ; và

Fig.21 là đồ thị minh họa các số đo về độ cứng dưới dạng một hàm giữa độ sâu vết cắt lõm và độ dày lớp phủ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được tham chiếu một cách chi tiết với các phương án khác nhau, ví dụ về các phương án này được minh họa trong các hình vẽ kèm theo.

Tham chiếu hình vẽ trên Fig.1, vật phẩm 100 theo một hoặc nhiều phương án có thể bao gồm nền 110, và lớp phủ quang học 120 được bố trí ở trên nền. Nền 110 bao gồm các bề mặt chính đối nhau 112, 114 và các bề mặt phụ đối nhau 116, 118. Lớp phủ quang học 120 được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.1 như được bố trí ở trên bề mặt chính đối nhau thứ nhất 112; tuy nhiên, lớp phủ quang học 120 có thể được bố trí ở trên bề mặt chính đối nhau thứ hai 114 và/hoặc một hoặc cả hai bề mặt phụ đối nhau, ngoài hoặc thay vì được bố trí ở trên bề mặt chính đối nhau thứ nhất 112. Lớp phủ quang học 120 tạo thành bề mặt chống phản chiếu 122.

Lớp phủ quang học 120 bao gồm ít nhất một lớp của ít nhất một vật liệu. Thuật ngữ "lớp" có thể bao gồm lớp đơn hoặc có thể bao gồm một hoặc nhiều lớp phụ. Các lớp phụ này có thể trực tiếp tiếp xúc với nhau. Lớp phụ có thể được tạo ra từ cùng vật liệu hoặc hai hoặc nhiều vật liệu khác nhau. Theo một hoặc nhiều phương án khác, các lớp phụ như vậy có thể có các lớp xen kẽ bằng các vật liệu khác nhau được bố trí giữa chúng. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp có thể bao gồm một hoặc nhiều lớp tiếp giáp và liên tục và/hoặc một hoặc nhiều lớp không liên tục và gián đoạn (tức là, lớp có các vật liệu khác nhau được tạo ra tiếp giáp với nhau). Lớp hoặc lớp phụ có thể được tạo ra bằng phương pháp đã biết bất kỳ trong lĩnh vực, bao gồm các quy trình lắng tủa riêng biệt hoặc lắng tủa liên tục. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp có thể được tạo ra sử dụng duy nhất các quy trình lắng tủa liên tục hoặc theo cách khác, sử dụng duy nhất các quy trình lắng tủa riêng biệt.

Độ dày của lớp phủ quang học 120 có thể vào khoảng 1µm hoặc lớn hơn trong khi vẫn có thể tạo ra vật phẩm mà nó thể hiện hiệu suất quang như mô tả ở đây. Trong một số ví dụ, độ dày lớp phủ quang học 120 có thể nằm trong khoảng từ 1µm đến khoảng 20µm (ví dụ, từ 1µm đến khoảng 10µm, hoặc từ 1µm đến khoảng 5µm).

Theo sử dụng ở đây, thuật ngữ "bố trí" bao gồm cả phủ, lắng tủa và/hoặc tạo thành vật liệu ở trên bề mặt nhờ sử dụng phương pháp đã biết bất kỳ trong lĩnh vực. Vật liệu bố trí có thể cấu thành một lớp, như được xác định ở đây. Câu "được bố trí ở trên" bao gồm cả tình huống tạo ra vật liệu ở trên bề mặt, sao cho vật liệu tiếp xúc trực tiếp với bề mặt và cũng bao gồm cả tình huống trong đó vật liệu được tạo ra trên một

bề mặt, cùng với một hoặc nhiều (các) vật liệu xen kẽ nằm ở giữa vật liệu bố trí và bề mặt. (Các) vật liệu xen kẽ có thể cấu thành một lớp, như được xác định ở đây.

Như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.2, lớp phủ quang học 120 bao gồm lớp phủ chống phản chiếu 130, lớp này có thể bao gồm nhiều lớp (130A, 130B). Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm một phân khoảng 132 bao gồm hai hoặc nhiều lớp. Theo một hoặc nhiều phương án, hai hoặc nhiều lớp có thể được mô tả đặc tính ở dạng có chỉ số khúc xạ khác nhau so với nhau. Theo một phương án, phân khoảng 132 bao gồm lớp có RI thấp thứ nhất 130A và lớp có RI cao thứ hai 130B. Sự khác nhau về chỉ số khúc xạ của lớp có RI thấp thứ nhất và lớp có RI cao thứ hai có thể vào khoảng 0,01 hoặc lớn hơn, 0,05 hoặc lớn hơn, 0,1 hoặc lớn hơn hoặc thậm chí 0,2 hoặc lớn hơn.

Như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.2, lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm nhiều phân khoảng (132). Phân khoảng đơn bao gồm lớp có RI thấp thứ nhất 130A và lớp có RI cao thứ hai 130B, sao cho khi nhiều phân khoảng được tạo ra, thì lớp có RI thấp thứ nhất 130A (được gọi tên trên hình minh họa là "L") và lớp có RI cao thứ hai 130B (được gọi tên trên hình minh họa là "H") luân phiên theo trình tự các lớp sau đây: L/H/L/H hoặc H/L/H/L, sao cho lớp có RI thấp thứ nhất và lớp có RI cao thứ hai xuất hiện luân phiên dọc theo bề dày không gian của lớp phủ chống phản chiếu 120. Theo ví dụ ở hình vẽ trên Fig.2, lớp phủ chống phản chiếu 130 bao gồm ba phân khoảng. Theo một số phương án, lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm tới 25 phân khoảng. Chẳng hạn, lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm từ 2 đến khoảng 20 phân khoảng, từ 2 đến khoảng 15 phân khoảng, từ 2 đến khoảng 10 phân khoảng, từ 2 đến khoảng 12 phân khoảng, từ 3 đến khoảng 8 phân khoảng, từ 3 đến khoảng 6 phân khoảng.

Theo phương án được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.3, lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm lớp lót mặt bổ sung 131, lớp này có thể bao gồm vật liệu có chỉ số khúc xạ nhỏ hơn so với lớp có RI cao thứ hai 130B. Theo một số phương án, phân khoảng 132 có thể bao gồm một hoặc nhiều lớp thứ ba 130C, như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.3. (Các) lớp thứ ba 130C có thể có RI thấp, RI cao hoặc RI trung bình. Theo một số phương án, (các) lớp thứ ba 130C có thể có RI tương tự như lớp có RI

thấp thứ nhất 130A hoặc lớp có RI cao thứ hai 130B. Theo các phương án khác, (các) lớp thứ ba 130C có thể có RI trung bình mà nó nằm ở giữa RI của lớp có RI thấp thứ nhất 130A và RI của lớp có RI cao thứ hai 130B. Theo cách khác, (các) lớp thứ ba 130C có thể có chỉ số khúc xạ cao hơn lớp có RI cao thứ hai 130B. Lớp thứ ba có thể được cung cấp ở lớp phủ chống phản chiếu 120 theo các cấu hình minh họa sau đây: L_{lớp thứ ba}/H/L/H/L; H_{lớp thứ ba}/L/H/L/H; L/H/L/H/L_{lớp thứ ba}; H/L/H/L/H_{lớp thứ ba}; L_{lớp thứ ba}/H/L/H/L/H_{lớp thứ ba}; H_{lớp thứ ba}/L/H/L/H/L_{lớp thứ ba}; L_{lớp thứ ba}/ L/H/L/H; H_{lớp thứ ba}/H/L/H/L; H/L/H/ L/L_{lớp thứ ba}; L/H/L/ H/H_{lớp thứ ba}; L_{lớp thứ ba}/L/H/L/H/H_{lớp thứ ba}; H_{lớp thứ ba}/H/L/H/L/L_{lớp thứ ba}; L/M_{lớp thứ ba}/H/L/M/H; H/M/L/H/M/L; M/L/H/L/M; và những sự kết hợp khác. Theo các cấu hình này, "L" mà không có bất kỳ ký tự chỉ số dưới nào để chỉ lớp có RI thấp thứ nhất và "H" mà không có bất kỳ ký tự chỉ số dưới nào để chỉ lớp có RI cao thứ hai. Tham chiếu đến "L_{lớp phụ thứ ba}" để chỉ lớp thứ ba có RI thấp, "H_{lớp phụ thứ ba}" để chỉ lớp thứ ba có RI cao và "M" để chỉ lớp thứ ba có RI trung bình, tất cả đều liên quan đến lớp thứ nhất và lớp thứ hai.

Theo sử dụng ở đây, thuật ngữ "RI thấp", "RI cao" và "RI trung bình" để chỉ các giá trị tương đối của RI với RI khác (ví dụ, RI thấp < RI trung bình < RI cao). Theo một hoặc nhiều phương án, thuật ngữ "RI thấp" khi được sử dụng cùng với lớp có RI thấp thứ nhất hoặc với lớp thứ ba, bao gồm phạm vi từ 1,3 đến khoảng 1,7 hoặc 1,75. Theo một hoặc nhiều phương án, thuật ngữ "RI cao" khi được sử dụng cùng với lớp có RI cao thứ hai hoặc với lớp thứ ba, bao gồm phạm vi từ 1,7 đến khoảng 2,5 (ví dụ, khoảng 1,85 hoặc lớn hơn). Theo một số phương án, thuật ngữ "RI trung bình" khi được sử dụng cùng với lớp thứ ba, bao gồm phạm vi từ 1,55 đến khoảng 1,8. Trong một số trường hợp, các phạm vi đối với RI thấp, RI cao và RI trung bình có thể chồng lên nhau; tuy nhiên, trong hầu hết các trường hợp, các lớp của lớp phủ chống phản chiếu 130 có mối quan hệ chung về RI của: RI thấp < RI trung bình < RI cao.

(Các) lớp thứ ba 130C có thể được cung cấp ở dạng lớp riêng biệt từ phân khoảng 132 và có thể được bố trí ở giữa phân khoảng hoặc nhiều phân khoảng và lớp lót mặt 131, như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.4. (Các) lớp thứ ba cũng có thể được cung cấp ở dạng lớp riêng biệt từ phân khoảng 132 và có thể được bố trí ở giữa nền 110 và nhiều phân khoảng 132, như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.5. (Các) lớp thứ

ba 130C có thể được sử dụng ngoài lớp phủ bổ sung 140 thay cho lớp lót mặt 131 hoặc ngoài lớp lót mặt, như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.6.

Vật liệu minh họa thích hợp để sử dụng trong lớp phủ chống phản chiếu 130 bao gồm: SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , AlN , SiN_x , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , TiO_2 , ZrO_2 , TiN , MgO , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , SnO_2 , HfO_2 , Y_2O_3 , MoO_3 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , CeF_3 , polyme, flopolyme, polyme được polyme hóa bằng plasma, siloxan polyme, silsesquioxan, polyimit, polyimit flo hóa, polyeterimit, polyetesulfon, polyphenylsulfon, polycacbonat, polyetylen terephthalat, polyetylen naphtalat, polyme acrylic, polyme uretan, polymethylmetacrylat, các vật liệu khác kể ra dưới đây là thích hợp để sử dụng trong lớp chống xước, và các vật liệu khác đã biết trong lĩnh vực. Một số ví dụ về vật liệu thích hợp để sử dụng trong lớp có RI thấp thứ nhất bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , và CeF_3 . Hàm lượng nitơ của các vật liệu để sử dụng trong lớp có RI thấp thứ nhất có thể được giảm đến mức thấp nhất (ví dụ, trong các vật liệu như Al_2O_3 và MgAl_2O_4). Một số ví dụ về vật liệu thích hợp để sử dụng trong lớp có RI cao thứ hai bao gồm $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , AlN , Si_3N_4 , AlO_xN_y , SiO_xN_y , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , MoO_3 và cacbon giống kim cương. Hàm lượng oxy của các vật liệu của lớp có RI cao thứ hai và/hoặc lớp chống xước có thể được giảm đến mức thấp nhất, nhất là trong các vật liệu SiN_x hoặc AlN_x . Vật liệu AlO_xN_y có thể được coi là AlN_x pha oxy, tức là nguyên liệu này có thể có cấu trúc tinh thể AlN_x (ví dụ, vutzit) và không cần có cấu trúc tinh thể AlON . Các vật liệu AlO_xN_y RI cao ưu tiên minh họa có thể bao gồm từ 0% nguyên tử đến khoảng 20% nguyên tử oxy, hoặc từ 5% nguyên tử đến khoảng 15% nguyên tử oxy, trong khi bao gồm từ 30% nguyên tử đến khoảng 50% nguyên tử nitơ. Các vật liệu $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ RI cao ưu tiên minh họa có thể bao gồm từ 10% nguyên tử đến khoảng 30% nguyên tử hoặc từ 15% nguyên tử đến khoảng 25% nguyên tử silic, từ 20% nguyên tử đến khoảng 40% nguyên tử hoặc từ 25% nguyên tử đến khoảng 35% nguyên tử nhôm, từ 0% nguyên tử đến khoảng 20% nguyên tử hoặc từ 1% nguyên tử đến khoảng 20% nguyên tử oxy, và từ 30% nguyên tử đến khoảng 50% nguyên tử nitơ. Các vật liệu nêu trên có thể được hydro hóa đến khoảng 30% theo khối lượng. Khi cần có một nguyên liệu có chỉ số khúc xạ trung bình, một số phương án có thể sử dụng AlN và/hoặc SiO_xN_y . Độ cứng của lớp có RI

cao thứ hai và/hoặc lớp chống xước có thể được mô tả đặc tính một cách cụ thể. Theo một số phương án, độ cứng tối đa của lớp có RI cao thứ hai và/hoặc lớp chống xước, được xác định bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovitch, có thể vào khoảng 8 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 10 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 12 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 15 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 18 GPa hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 20 GPa hoặc lớn hơn. Trong một số trường hợp, vật liệu của lớp có RI cao thứ hai có thể được lắng tủa làm lớp đơn và có thể được mô tả đặc tính là lớp chống xước, và lớp đơn này có thể có độ dày nằm trong khoảng giữa 500 và 2000nm để xác định độ cứng có thể lặp lại.

Theo một hoặc nhiều phương án, ít nhất một trong số các lớp của lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm một phạm vi độ dày quang học riêng biệt. Theo sử dụng ở đây, thuật ngữ "độ dày quang học" được xác định bằng $(n \cdot d)$, trong đó "n" để chỉ RI của lớp phủ và "d" để chỉ bề dày không gian của lớp. Theo một hoặc nhiều phương án, ít nhất một trong số các lớp của lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm độ dày quang học nằm trong khoảng từ 2nm đến khoảng 200nm, từ 10nm đến khoảng 100nm, từ 15nm đến khoảng 100nm, từ 15 đến khoảng 500nm, hoặc từ 15 đến khoảng 5000nm. Theo một số phương án, tất cả các lớp trong lớp phủ chống phản chiếu 130 mỗi lớp có thể có độ dày quang học nằm trong khoảng từ 2nm đến khoảng 200nm, từ 10nm đến khoảng 100nm, từ 15nm đến khoảng 100nm, từ 15 đến khoảng 500nm, hoặc từ 15 đến khoảng 5000nm. Trong một số trường hợp, ít nhất một lớp của lớp phủ chống phản chiếu 130 có độ dày quang học khoảng 50nm hoặc lớn hơn. Trong một số trường hợp, mỗi một trong số các lớp có RI thấp thứ nhất có độ dày quang học nằm trong khoảng từ 2nm đến khoảng 200nm, từ 10nm đến khoảng 100nm, từ 15nm đến khoảng 100nm, từ 15 đến khoảng 500nm, hoặc từ 15 đến khoảng 5000nm. Trong các trường hợp khác, mỗi một trong số các lớp có RI cao thứ hai có độ dày quang học nằm trong khoảng từ 2nm đến khoảng 200nm, từ 10nm đến khoảng 100nm, từ 15nm đến khoảng 100nm, từ 15 đến khoảng 500nm, hoặc từ 15 đến khoảng 5000nm. Trong các trường hợp khác nữa, mỗi một trong số các lớp thứ ba có độ dày quang học nằm trong khoảng từ 2nm đến khoảng 200nm, từ 10nm đến khoảng 100nm, từ 15nm đến khoảng 100nm, từ 15 đến khoảng 500nm, hoặc từ 15 đến khoảng 5000nm.

Theo một số phương án, độ dày của một hoặc nhiều trong số các lớp của lớp phủ quang học 130 có thể được giảm đến mức thấp nhất. Theo một hoặc nhiều phương án, độ dày của (các) lớp có RI cao và/hoặc (các) lớp có RI trung bình được giảm thiểu đến mức thấp nhất sao cho nhỏ hơn 500nm. Theo một hoặc nhiều phương án, độ dày kết hợp của (các) lớp có RI cao, (các) lớp có RI trung bình và/hoặc sự kết hợp của các lớp có RI cao và RI trung bình là nhỏ hơn 500nm.

Theo một số phương án, lượng vật liệu có RI thấp trong lớp phủ quang học có thể được giảm đến mức thấp nhất. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, vật liệu có RI thấp điển hình cũng là vật liệu có độ cứng thấp, do bản chất của liên kết nguyên tử và mật độ điện tử mà chúng tác động đồng thời lên chỉ số khúc xạ và độ cứng và do đó, việc giảm thiểu đến mức thấp nhất vật liệu như vậy có thể làm tăng tối đa độ cứng, trong khi vẫn duy trì được độ phản xạ và hiệu suất màu mô tả ở đây. Được biểu diễn dưới dạng tỷ lệ của bề dày không gian của lớp phủ quang học, vật liệu có RI thấp có thể bao gồm dưới 60%, dưới 50%, dưới 40%, dưới 30%, dưới 20%, dưới 10%, hoặc dưới 5% của bề dày không gian của lớp phủ quang học. Theo cách khác hoặc theo cách bổ sung, lượng vật liệu có RI thấp có thể được xác định là tổng của các bề dày không gian của toàn bộ lớp của vật liệu có RI thấp mà chúng được bố trí ở trên lớp có RI cao dày nhất trong lớp phủ quang học (tức là, ở phía đối diện nền, phía người sử dụng hoặc phía không khí). Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, lớp có RI cao dày có độ cứng cao bảo vệ một cách hiệu quả cho các lớp bên dưới (hoặc ở giữa lớp có RI dày và nền) tránh khỏi nhiều hoặc hầu hết mọi vết xước. Do đó, các lớp bố trí ở trên lớp có RI cao dày nhất có thể có tác động quá mức lên độ bền chống xước của toàn bộ vật phẩm. Điều này đặc biệt thích hợp khi lớp có RI cao dày nhất có bề dày không gian lớn hơn 400nm và có độ cứng lớn hơn 12 GPa khi được đo bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich. Lượng vật liệu có RI thấp được bố trí ở trên lớp có RI cao dày nhất (tức là, ở phía đối diện nền, phía người sử dụng hoặc phía không khí) có thể có độ dày nhỏ hơn hoặc tương đương 150nm, nhỏ hơn hoặc tương đương 120nm, nhỏ hơn hoặc tương đương 110nm, 100nm, 90nm, 80nm, 70nm, 60nm, 50nm, 40nm, 30nm, 25nm, 20nm, 15nm, hoặc nhỏ hơn hoặc tương đương 12nm.

□ Theo một số phương án, lớp phía không khí trên nhất có thể bao gồm lớp có RI cao mà lớp này cũng thể hiện độ cứng cao, như được thể hiện trong các ví dụ mô

phòng 8-9. Theo một số phương án, lớp phủ bổ sung 140 có thể được bố trí ở trên cùng của lớp phía không khí trên nhất có RI cao này (ví dụ, lớp phủ bổ sung có thể bao gồm lớp phủ ma sát thấp, lớp phủ kỵ dầu hoặc lớp phủ dễ làm sạch). Ngoài ra, như được minh họa bằng ví dụ mô phỏng 10, việc bổ sung lớp có RI thấp có độ dày rất thấp (ví dụ, khoảng 10nm hoặc nhỏ hơn, khoảng 5nm hoặc nhỏ hơn hoặc khoảng 2nm hoặc nhỏ hơn) có tác động tối thiểu lên hiệu suất quang, khi được bổ sung vào lớp phía không khí trên nhất bao gồm lớp có RI cao. Lớp có RI thấp có độ dày rất thấp có thể bao gồm SiO_2 , lớp kỵ dầu hoặc ma sát thấp hoặc hỗn hợp của SiO_2 và vật liệu kỵ dầu. Các lớp ma sát thấp minh họa có thể bao gồm cacbon giống kim cương, vật liệu như vậy (hoặc một hoặc nhiều lớp của lớp phủ quang học) có thể thể hiện hệ số ma sát nhỏ hơn 0,4, nhỏ hơn 0,3, nhỏ hơn 0,2, hoặc thậm chí nhỏ hơn 0,1.

Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ chống phản chiếu 130 có bề dày không gian khoảng 800nm hoặc nhỏ hơn. Lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể có bề dày không gian nằm trong khoảng từ 10nm đến khoảng 800nm, từ 50nm đến khoảng 800nm, từ 100nm đến khoảng 800nm, từ 150nm đến khoảng 800nm, từ 200nm đến khoảng 800nm, từ 10nm đến khoảng 750nm, từ 10nm đến khoảng 700nm, từ 10nm đến khoảng 650nm, từ 10nm đến khoảng 600nm, từ 10nm đến khoảng 550nm, từ 10nm đến khoảng 500nm, từ 10nm đến khoảng 450nm, từ 10nm đến khoảng 400nm, từ 10nm đến khoảng 350nm, từ 10nm đến khoảng 300nm, từ 50 đến khoảng 300, và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên.

Theo một hoặc nhiều phương án, bề dày không gian kết hợp của (các) lớp có RI cao thứ hai có thể được mô tả đặc tính. Chẳng hạn, theo một số phương án, độ dày kết hợp của (các) lớp có RI cao thứ hai có thể vào khoảng 100nm hoặc lớn hơn, khoảng 150nm hoặc lớn hơn, khoảng 200nm hoặc lớn hơn, khoảng 500nm hoặc lớn hơn. Độ dày kết hợp là tổ hợp được tính toán của các độ dày của từng lớp có RI cao riêng biệt trong lớp phủ chống phản chiếu 130, ngay cả khi có (các) lớp xen có RI thấp hoặc (các) lớp khác. Theo một số phương án, bề dày không gian kết hợp của (các) lớp có RI cao thứ hai, các lớp này cũng có thể bao gồm vật liệu có độ cứng cao (ví dụ, vật liệu nitrua hoặc oxynitrua), có thể lớn hơn 30% của tổng bề dày không gian của lớp phủ chống phản chiếu. Chẳng hạn, bề dày không gian kết hợp của (các) lớp có RI cao thứ hai có thể vào khoảng 40% hoặc lớn hơn, khoảng 50% hoặc lớn hơn, khoảng 60%

hoặc lớn hơn, khoảng 70% hoặc lớn hơn, khoảng 75% hoặc lớn hơn, hoặc thậm chí khoảng 80% hoặc lớn hơn, của tổng bề dày không gian của lớp phủ chống phản chiếu. Theo cách bổ sung hoặc theo cách khác, lượng của vật liệu có chỉ số khúc xạ cao, nó có thể cũng là vật liệu có độ cứng cao, được bao gồm trong lớp phủ quang học có thể được mô tả đặc tính ở dạng tỷ lệ % của bề dày không gian của 500nm trên nhất (tức là, phía người sử dụng hoặc phía của lớp phủ quang học đối diện nền) của vật phẩm hoặc lớp phủ quang học 120. Được biểu diễn ở dạng tỷ lệ của 500nm trên nhất của vật phẩm hoặc lớp phủ quang học, bề dày không gian kết hợp của (các) lớp có RI cao thứ hai (hoặc độ dày của vật liệu có chỉ số khúc xạ cao) có thể vào khoảng 50% hoặc lớn hơn, khoảng 60% hoặc lớn hơn, khoảng 70% hoặc lớn hơn, khoảng 80% hoặc lớn hơn, hoặc thậm chí khoảng 90% hoặc lớn hơn. Theo một số phương án, các tỷ lệ cao hơn của vật liệu cứng và vật liệu chỉ số cao bên trong lớp phủ chống phản chiếu cũng có thể được tạo ra đồng thời để cũng biểu hiện độ phản xạ thấp, màu sắc thấp và độ bền chống mài mòn cao như được mô tả thêm ở phần khác ở đây. Theo một hoặc nhiều phương án, các lớp có RI cao thứ hai có thể bao gồm nguyên liệu có chỉ số khúc xạ lớn hơn 1,85 và các lớp có RI thấp thứ nhất có thể bao gồm nguyên liệu có chỉ số khúc xạ nhỏ hơn 1,75. Theo một số phương án, các lớp có RI cao thứ hai có thể bao gồm vật liệu nitrua hoặc oxynitrua. Trong một số trường hợp, độ dày kết hợp của tất cả các lớp có RI thấp thứ nhất trong lớp phủ quang học (hoặc trong các lớp mà được bố trí ở trên lớp có RI cao thứ hai dày nhất của lớp phủ quang học) có thể vào khoảng 200nm hoặc nhỏ hơn (ví dụ, khoảng 150nm hoặc nhỏ hơn, khoảng 100nm hoặc nhỏ hơn, khoảng 75nm hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 50nm hoặc nhỏ hơn).

Theo một số phương án, lớp phủ chống phản chiếu 130 thể hiện độ phản xạ ánh sáng trung bình khoảng 9% hoặc nhỏ hơn, khoảng 8% hoặc nhỏ hơn, khoảng 7% hoặc nhỏ hơn, khoảng 6% hoặc nhỏ hơn, khoảng 5% hoặc nhỏ hơn, khoảng 4% hoặc nhỏ hơn, khoảng 3% hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 2% hoặc nhỏ hơn theo trạng thái bước sóng quang học, khi được đo duy nhất tại bề mặt chống phản chiếu 122 (ví dụ, khi loại bỏ các phản chiếu từ bề mặt phía sau không phủ (ví dụ, 114 ở hình vẽ trên Fig.1) của vật phẩm, như thông qua việc sử dụng dầu tương hợp chỉ số trên bề mặt phía sau liên kết với một chất hấp thụ, hoặc các phương pháp khác). Độ phản xạ trung bình (có thể là độ chói trung bình) có thể nằm trong khoảng từ 0,4% đến khoảng 9%, từ 0,4% đến

khoảng 8%, từ 0,4% đến khoảng 7%, từ 0,4% đến khoảng 6%, hoặc từ 0,4% đến khoảng 5% và tất cả các khoảng nằm giữa các khoảng nêu trên. Trong một số trường hợp, lớp phủ chống phản chiếu 120 có thể thể hiện độ phản xạ ánh sáng trung bình như vậy trên các khoảng bước sóng khác, như từ 450nm đến khoảng 650nm, từ 420nm đến khoảng 680nm, từ 420nm đến khoảng 700nm, từ 420nm đến khoảng 740nm, từ 420nm đến khoảng 850nm, hoặc từ 420nm đến khoảng 950nm. Theo một số phương án, bề mặt chống phản chiếu 122 thể hiện độ truyền ánh sáng trung bình khoảng 90% hoặc lớn hơn, 92% hoặc lớn hơn, 94% hoặc lớn hơn, 96% hoặc lớn hơn, hoặc 98% hoặc lớn hơn, theo trạng thái bước sóng quang học. Trừ khi được xác định theo cách khác, độ phản xạ hoặc độ truyền trung bình được đo ở góc chiếu sáng tới từ 0 độ đến khoảng 10 độ (tuy nhiên, các đại lượng đo như vậy có thể được cung cấp ở góc chiếu sáng tới bằng 45 độ hoặc 60 độ).

Vật phẩm 100 có thể bao gồm một hoặc nhiều lớp phủ bổ sung 140 được bố trí ở trên lớp phủ chống phản chiếu, như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.6. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ bổ sung có thể bao gồm lớp phủ dễ làm sạch. Ví dụ về lớp phủ dễ làm sạch thích hợp được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/690,904, với tiêu đề tài liệu “PROCESS FOR MAKING OF GLASS ARTICLES WITH OPTICAL AND EASY-TO-CLEAN COATINGS,” nộp ngày 30/11/2012, toàn bộ nội dung của nó được kết hợp tham khảo trong sáng chế này. Lớp phủ dễ làm sạch có thể có độ dày nằm trong khoảng từ 5nm đến khoảng 50nm và có thể bao gồm các vật liệu đã biết như silan flo hóa. Theo một số phương án, lớp phủ dễ làm sạch có thể có độ dày nằm trong khoảng từ 1nm đến khoảng 40nm, từ 1nm đến khoảng 30nm, từ 1nm đến khoảng 25nm, từ 1nm đến khoảng 20nm, từ 1nm đến khoảng 15nm, từ 1nm đến khoảng 10nm, từ 5nm đến khoảng 50nm, từ 10nm đến khoảng 50nm, từ 15nm đến khoảng 50nm, từ 7nm đến khoảng 20nm, từ 7nm đến khoảng 15nm, từ 7nm đến khoảng 12nm hoặc từ 7nm đến khoảng 10nm, và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên.

Lớp phủ bổ sung 140 có thể bao gồm lớp hoặc các lớp chống xước. Theo một số phương án, lớp phủ bổ sung 140 bao gồm hỗn hợp của vật liệu dễ làm sạch và vật liệu chống xước. Trong một ví dụ, hỗn hợp bao gồm vật liệu dễ làm sạch và cacbon giống kim cương. Các lớp phủ bổ sung 140 này có thể có độ dày nằm trong khoảng từ

5nm đến khoảng 20nm. Các thành phần cấu tạo của lớp phủ bổ sung 140 có thể được cung cấp trong các lớp riêng biệt. Chẳng hạn, cacbon giống kim cương có thể được bố trí làm lớp thứ nhất và lớp để làm sạch có thể được bố trí làm lớp thứ hai trên lớp thứ nhất cacbon giống kim cương. Độ dày của lớp thứ nhất và lớp thứ hai có thể nằm trong khoảng được nêu ở trên đối với lớp phủ bổ sung. Chẳng hạn, lớp thứ nhất cacbon giống kim cương có thể có độ dày khoảng 1nm đến khoảng 20nm hoặc từ 4nm đến khoảng 15nm (hoặc tốt hơn khoảng 10nm) và lớp thứ hai để làm sạch có thể có độ dày khoảng 1nm đến khoảng 10nm (hoặc tốt hơn khoảng 6nm). Lớp phủ giống kim cương có thể bao gồm cacbon vô định hình tứ diện (Ta-C), Ta-C:H, và/hoặc a-C-H.

Như được nêu ở đây, lớp phủ quang học 120 có thể bao gồm lớp chống xước 150 hoặc lớp phủ (khi nhiều lớp chống xước được sử dụng), các lớp này có thể được bố trí ở giữa lớp phủ chống phản chiếu 130 và nền 110. Theo một số phương án, lớp chống xước 150 hoặc lớp phủ được bố trí ở giữa các lớp của lớp phủ chống phản chiếu 130 (như 150 được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.7 hoặc 345 được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.8). Hai phần của lớp phủ chống phản chiếu (tức là, phần thứ nhất được bố trí ở giữa lớp chống xước 150 và nền 110, và phần thứ hai được bố trí ở trên lớp chống xước) có thể có độ dày khác với phần khác hoặc có thể có độ dày cơ bản tương tự như phần khác. Các lớp của hai phần của lớp phủ chống phản chiếu có thể giống về thành phần, thứ tự, độ dày và/hoặc cách sắp xếp như lớp khác hoặc có thể khác với lớp khác.

Vật liệu minh họa được sử dụng trong lớp chống xước 150 hoặc lớp phủ (hoặc lớp chống xước/lớp phủ được sử dụng làm lớp phủ bổ sung 140) có thể bao gồm vật liệu cacbua, nitrua, oxit hữu cơ, vật liệu giống kim cương, hoặc hỗn hợp của các vật liệu này. Ví dụ về vật liệu thích hợp cho lớp chống xước hoặc lớp phủ bao gồm kim loại oxit, kim loại nitrua, kim loại oxynitrua, kim loại cacbua, kim loại oxycacbua, và/hoặc hỗn hợp của chúng. Các kim loại minh họa bao gồm B, Al, Si, Ti, V, Cr, Y, Zr, Nb, Mo, Sn, Hf, Ta và W. Ví dụ cụ thể về vật liệu mà có thể được sử dụng trong lớp chống xước hoặc lớp phủ có thể bao gồm Al_2O_3 , AlN , AlO_xN_y , Si_3N_4 , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, kim cương, cacbon giống kim cương, Si_xC_y , $\text{Si}_x\text{O}_y\text{C}_z$, ZrO_2 , TiO_xN_y và hỗn hợp của chúng. Lớp chống xước hoặc lớp phủ cũng có thể bao gồm vật liệu nanocomposit hoặc vật liệu với vi cấu trúc có kiểm soát để cải thiện độ cứng, độ bền hoặc độ bền chống mài mòn / sòn mòn. Chẳng hạn, lớp chống xước hoặc lớp phủ có

thể bao gồm các tinh thể nano với kích thước nằm trong khoảng từ 5nm đến khoảng 30nm. Theo các phương án, lớp chống xước hoặc lớp phủ có thể bao gồm zircon tăng bền khi biến đổi, zircon được ổn định một phần, hoặc alumin tăng bền bằng zircon. Theo các phương án, lớp chống xước hoặc lớp phủ thể hiện giá trị độ bền chống gãy lớn hơn 1 MPa√m và đồng thời thể hiện giá trị độ cứng lớn hơn 8 GPa.

Lớp chống xước có thể bao gồm lớp đơn 150 (như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.7), nhiều lớp phủ hoặc các lớp phủ hoặc các lớp đơn mà thể hiện gradient chỉ số khúc xạ 345 (như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.8). Trường hợp nhiều lớp được sử dụng, các lớp này tạo thành lớp phủ chống xước 845. Chẳng hạn, lớp phủ chống xước 845 có thể bao gồm gradient thành phần của $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$, trong đó nồng độ của mỗi một thành phần bất kỳ hoặc nhiều thành phần trong số Si, Al, O và N được thay đổi để gia tăng hoặc làm giảm chỉ số khúc xạ. Gradient chỉ số khúc xạ cũng có thể được tạo ra nhờ sử dụng độ xốp. Gradient như vậy được mô tả đầy đủ hơn trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 14/262224, với tiêu đề tài liệu là “Scratch-Resistant Articles with a Gradient Layer”, nộp ngày 28/04/2014, toàn bộ nội dung của tài liệu này được kết hợp tham khảo ở đây.

Thành phần của lớp chống xước hoặc lớp phủ có thể được thay đổi để có được các đặc tính riêng biệt (ví dụ, độ cứng). Theo một hoặc nhiều phương án, lớp chống xước hoặc lớp phủ thể hiện độ cứng tối đa nằm trong khoảng từ 5GPa đến khoảng 30GPa khi được đo trên bề mặt chính của lớp chống xước hoặc lớp phủ, bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovitch. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp chống xước hoặc lớp phủ thể hiện độ cứng tối đa nằm trong khoảng từ 6 GPa đến khoảng 30 GPa, từ 7 GPa đến khoảng 30 GPa, từ 8 GPa đến khoảng 30 GPa, từ 9 GPa đến khoảng 30 GPa, từ 10 GPa đến khoảng 30 GPa, từ 12 GPa đến khoảng 30 GPa, từ 5 GPa đến khoảng 28 GPa, từ 5 GPa đến khoảng 26 GPa, từ 5 GPa đến khoảng 24 GPa, từ 5 GPa đến khoảng 22 GPa, từ 5 GPa đến khoảng 20 GPa, từ 12 GPa đến khoảng 25 GPa, từ 15 GPa đến khoảng 25 GPa, từ 16 GPa đến khoảng 24 GPa, từ 18 GPa đến khoảng 22 GPa và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ chống xước có thể thể hiện độ cứng tối đa lớn hơn 15 GPa, lớn hơn 20 GPa, hoặc lớn hơn 25 GPa. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp chống xước thể hiện độ cứng tối đa nằm trong khoảng từ 15 GPa đến

khoảng 150 GPa, từ 15 GPa đến khoảng 100 GPa, hoặc từ 18 GPa đến khoảng 100 GPa. Độ cứng tối đa là giá trị độ cứng cao nhất được đo trong phạm vi các độ sâu vết cắt lõm. Các giá trị độ cứng tối đa như vậy được thể hiện dọc theo độ sâu vết cắt lõm khoảng 50nm hoặc lớn hơn hoặc 100nm hoặc lớn hơn (ví dụ, từ 100nm đến khoảng 300nm, từ 100nm đến khoảng 400nm, từ 100nm đến khoảng 500nm, từ 100nm đến khoảng 600nm, từ 200nm đến khoảng 300nm, từ 200nm đến khoảng 400nm, từ 200nm đến khoảng 500nm, hoặc từ 200nm đến khoảng 600nm).

Bề dày không gian của lớp phủ chống xước hoặc lớp có thể nằm trong khoảng từ 1nm đến khoảng 5 μ m. Theo một số phương án, bề dày không gian của lớp phủ chống xước có thể nằm trong khoảng từ 1nm đến khoảng 3 μ m, từ 1nm đến khoảng 2,5 μ m, từ 1nm đến khoảng 2 μ m, từ 1nm đến khoảng 1,5 μ m, từ 1nm đến khoảng 1 μ m, từ 1nm đến khoảng 0,5 μ m, từ 1nm đến khoảng 0,2 μ m, từ 1nm đến khoảng 0,1 μ m, từ 1nm đến khoảng 0,05 μ m, từ 5nm đến khoảng 0,05 μ m, từ 10nm đến khoảng 0,05 μ m, từ 15nm đến khoảng 0,05 μ m, từ 20nm đến khoảng 0,05 μ m, từ 5nm đến khoảng 0,05 μ m, từ 200nm đến khoảng 3 μ m, từ 400nm đến khoảng 3 μ m, từ 800nm đến khoảng 3 μ m, và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên. Theo một số phương án, bề dày không gian của lớp phủ chống xước có thể nằm trong khoảng từ 1nm đến khoảng 25nm. Trong một số trường hợp, lớp chống xước có thể bao gồm vật liệu nitrua hoặc oxy-nitrua và có thể có độ dày khoảng 200nm hoặc lớn hơn, 500nm hoặc lớn hơn hoặc khoảng 1000nm hoặc lớn hơn.

Vật phẩm theo một hoặc nhiều phương án có thể được mô tả ở dạng chống mài mòn khi được đo bằng các phương pháp khác nhau, sau khi được làm trải mòn trên bề mặt chống phản chiếu 122 theo thử nghiệm Taber sau ít nhất khoảng 500 chu trình. Các dạng thử nghiệm mài mòn khác nhau là đã biết trong lĩnh vực, như phương pháp thử nghiệm được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D1044-99, sử dụng môi trường ăn mòn được cung cấp bởi nhà sản xuất Taber Industries. Phương pháp mài mòn cải biến liên quan đến tiêu chuẩn ASTM D1044-99 có thể được tiến hành sử dụng các kiểu môi trường mài mòn, hình dáng và vận động, áp lực gây mài mòn khác nhau, v.v. để tạo ra các vết mài mòn hoặc sòn mòn lặp đi lặp lại và có thể xác định được để phân biệt một cách rõ ràng độ bền chống mài mòn của các mẫu khác nhau. Chẳng hạn, các điều kiện thử nghiệm khác nhau thông thường sẽ là thích hợp đối với các chất dẻo mềm đối với

các mẫu thử nghiệm vô cơ cứng. Các phương án mô tả ở đây được cho tiến hành thử nghiệm Taber, như được xác định ở đây, thử nghiệm này là phiên bản cải biến đặc biệt của tiêu chuẩn ASTM D1044-99 mà nó tạo ra sự phân biệt rõ ràng và lặp đi lặp lại về độ bền giữa các mẫu khác nhau mà bao gồm chủ yếu vật liệu vô cơ cứng, như các lớp phủ thủy tinh oxit và oxit hoặc nitrua. Theo sử dụng ở đây, câu “Thử nghiệm Taber” để chỉ phương pháp thử nghiệm sử dụng máy đo độ mài mòn Taber Linear Abraser 5750 (TLA 5750) và các linh kiện được cung cấp bởi nhà sản xuất Taber Industries, trong môi trường bao gồm nhiệt độ nằm trong khoảng $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối lên đến khoảng 70%. Máy đo độ mài mòn TLA 5750 bao gồm vật liệu mài mòn CS-17 có đường kính đầu mài mòn 6,7mm. Mỗi một mẫu được mài mòn theo thử nghiệm Taber và sự hư tổn mài mòn được đánh giá nhờ sử dụng các số đo của cả hai hàm phân bố độ truyền mù bụi và hai chiều (Haze and Bidirectional Transmittance Distribution Function (CCBTDF), trong số các phương pháp khác. Trong thử nghiệm Taber, phương thức làm mài mòn mỗi một mẫu bao gồm bước đặt máy đo độ mài mòn TLA 5750 và giá đỡ mẫu phẳng lên một bề mặt phẳng cứng và giữ chặt TLA 5750 và giá đỡ mẫu lên bề mặt. Trước khi mỗi một mẫu được mài mòn trong thử nghiệm Taber, máy đo độ mài mòn được ốp lại bề mặt sử dụng dải ốp bề mặt S-14 mới được gắn lên kính. Máy đo độ mài mòn được cho tiến hành 10 chu kỳ ốp mặt sử dụng tốc độ chu kỳ là 25 chu kỳ/phút và độ dài hành trình là 1 in_s, không có khối lượng bổ sung nào được bổ sung (tức là, tổng khối lượng khoảng 350g được sử dụng trong khi ốp mặt, đây là khối lượng kết hợp của thoi và đai giữ máy đo độ mài mòn). Sau đó, phương thức bao gồm bước vận hành máy đo độ mài mòn TLA 5750 để mài mòn mẫu, ở đó mẫu được đặt trên giá đỡ mẫu tiếp xúc với đầu mài mòn và đỡ khối lượng được áp dụng lên đầu mài mòn, sử dụng tốc độ chu kỳ là 25 chu kỳ/phút, và độ dài hành trình là 1 in_s, và khối lượng sao cho tổng khối lượng áp dụng lên mẫu là 850g (tức là, 500g khối lượng hỗ trợ được áp dụng ngoài 350g khối lượng kết hợp của thoi và đai giữ). Phương thức bao gồm bước tạo ra hai vết sòn mòn trên mỗi một mẫu để lặp đi lặp lại, và mài mòn mỗi một mẫu trong 500 chu kỳ ở mỗi một trong hai vết sòn mòn trên mỗi một mẫu.

Theo một hoặc nhiều phương án, bề mặt chống phản chiếu 122 của vật phẩm 100 được mài mòn theo thử nghiệm Taber ở trên và vật phẩm thể hiện độ đục khoảng 10% hoặc ít hơn, được xác định ở mặt được mài mòn sử dụng máy đo độ đục được

cung cấp bởi BYK Gardner dưới tên thương mại Haze-Gard plus ®, sử dụng lỗ cửa qua công nguồn, lỗ cửa có đường kính 8mm.

Vật phẩm 100 theo một hoặc nhiều phương án thể hiện độ bền chống mài mòn nêu trên có và không có lớp phủ bổ sung bất kỳ (bao gồm lớp phủ bổ sung 140, lớp này sẽ được mô tả ở đây). Theo một số phương án, độ đục có thể vào khoảng 9% hoặc nhỏ hơn, khoảng 8% hoặc nhỏ hơn, khoảng 7% hoặc nhỏ hơn, khoảng 6% hoặc nhỏ hơn, khoảng 5% hoặc nhỏ hơn, khoảng 4% hoặc nhỏ hơn, khoảng 3% hoặc nhỏ hơn, khoảng 2% hoặc nhỏ hơn, khoảng 1% hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,5% hoặc nhỏ hơn hoặc khoảng 0,3% hoặc nhỏ hơn. Theo một số phương án cụ thể, vật phẩm 100 thể hiện độ đục nằm trong khoảng từ 0,1% đến khoảng 10%, từ 0,1% đến khoảng 9%, từ 0,1% đến khoảng 8%, từ 0,1% đến khoảng 7%, từ 0,1% đến khoảng 6%, từ 0,1% đến khoảng 5%, từ 0,1% đến khoảng 4%, từ 0,1% đến khoảng 3%, từ 0,1% đến khoảng 2%, từ 0,1% đến khoảng 1%, 0,3% đến khoảng 10%, từ 0,5% đến khoảng 10%, từ 1% đến khoảng 10%, từ 2% đến khoảng 10%, từ 3% đến khoảng 10%, từ 4% đến khoảng 10%, từ 5% đến khoảng 10%, từ 6% đến khoảng 10%, từ 7% đến khoảng 10%, từ 1% đến khoảng 8%, từ 2% đến khoảng 6%, từ 3% đến khoảng 5%, và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên.

Các phương pháp khác để xác định độ bền chống mài mòn cũng được dự định ở đây. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm 100 được mài mòn bằng thử nghiệm Taber trên bề mặt chống phản chiếu 122 có thể thể hiện độ bền chống mài mòn khi được xác định bằng cách mài định hình bề mặt trên kính hiển vi lực nguyên tử (AFM), thao tác này có thể được thực hiện, chẳng hạn trên một diện tích 80x80 micron, hoặc nhiều diện tích 80x80 micron (để lấy mẫu phần diện tích mài mòn lớn hơn) của bề mặt chống phản chiếu 122. Từ các phân quét lấy mẫu bề mặt AFM này, dữ liệu thống kê về độ nhám bề mặt như độ nhám RMS, độ nhám Ra, và độ cao bề mặt đỉnh tới đáy có thể được đánh giá. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm 100 (hoặc cụ thể, bề mặt chống phản chiếu 122) có thể thể hiện giá trị độ nhám bề mặt trung bình (Ra) khoảng 50nm hoặc nhỏ hơn, khoảng 25nm hoặc nhỏ hơn, khoảng 12nm hoặc nhỏ hơn, khoảng 10nm hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 5nm hoặc nhỏ hơn, sau khi được làm trầy mòn trong thử nghiệm Taber mô tả ở trên.

Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm 100 có thể thể hiện độ bền chống mài mòn, sau khi bề mặt chống phản chiếu 122 được mài mòn bằng thử nghiệm Taber khi được đo bằng phép đo tán xạ ánh sáng. Theo một hoặc nhiều phương án, phép đo tán xạ ánh sáng bao gồm phép đo hàm phân bố độ phản xạ hai chiều (BRDF) hoặc hàm phân bố độ truyền hai chiều (BTDF) được thực hiện nhờ sử dụng dụng cụ đo Radiant Zemax IS-SA™. Dụng cụ này có độ linh hoạt để đo tán xạ ánh sáng sử dụng góc nhập bất kỳ nằm trong khoảng từ góc tới bình thường đến khoảng 85 độ khi phản xạ và góc tới nằm trong khoảng từ bình thường đến khoảng 85 độ khi truyền, trong khi cũng bắt giữ tất cả ánh sáng tán xạ đi ra khi phản chiếu hoặc truyền qua theo các đơn vị góc khối 2π (bán cầu đầy đủ khi phản chiếu hoặc truyền qua). Theo một phương án, vật phẩm 100 thể hiện độ bền chống mài mòn, được xác định nhờ sử dụng BTDF ở góc tới vuông góc và phân tích ánh sáng tán xạ truyền với một phạm vi góc được lựa chọn, chẳng hạn từ 10° đến khoảng 80° theo các góc cực và phạm vi góc bất kỳ trong đó. Phạm vi góc phương vị đầy đủ có thể được phân tích và tích hợp hoặc các lát góc phương vị cụ thể có thể được lựa chọn, chẳng hạn từ 0° đến 90° về mặt phương vị. Trong trường hợp mài mòn tuyến tính, tốt hơn có thể chọn hướng phương vị mà hướng này cơ bản vuông góc với hướng mài mòn để gia tăng tín hiệu - nhiễu của số đo tán xạ quang. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm 100 có thể thể hiện cường độ ánh sáng phân tán khi được đo tại lớp phủ chống phản chiếu 120, khoảng nhỏ hơn 0,1, khoảng 0,05 hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,03 hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,02 hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,01 hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,005 hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 0,003 hoặc nhỏ hơn (tính theo các đơn vị 1/đơn vị góc khối), khi sử dụng công cụ Radiant Zemax IS-SA trong phương thức CCBTDF ở góc tới vuông góc khi truyền, có lỗ cửa 2mm và một đơn sắc kế thiết đặt tại bước sóng 600nm và khi được đánh giá ở góc tán xạ phân cực nằm trong khoảng từ 15° đến khoảng 60° (ví dụ, cụ thể là khoảng 20° hoặc khoảng 40°). Góc tới vuông góc trong khi truyền theo cách khác có thể được gọi là độ 0 (zero) khi truyền, độ này có thể được biểu thị ở dạng góc tới 180° bằng phần mềm công cụ. Theo một hoặc nhiều phương án, cường độ ánh sáng phân tán có thể được đo dọc theo hướng phương vị cơ bản vuông góc với hướng mài mòn của mẫu được mài mòn bằng thử nghiệm Taber. Trong một ví dụ, thử nghiệm Taber có thể sử dụng từ 10 chu kỳ đến khoảng 1000 chu kỳ, và tất cả các giá trị nằm trong khoảng này. Các giá trị cường độ

quang học cũng có thể tương ứng với dưới 1%, dưới 0,5%, dưới 0,2%, hoặc dưới 0,1% của cường độ ánh sáng đầu vào mà nó tán xạ theo góc tán xạ phân cực lớn hơn 5 độ, lớn hơn 10 độ, lớn hơn 30 độ, hoặc lớn hơn 45 độ.

Nói chung, thử nghiệm BTDF ở góc tới vuông góc, như được mô tả ở đây, có quan hệ chặt chẽ với số đo độ đục truyền, ở chỗ cả hai đều đo lường ánh sáng bị tán xạ trong khi truyền qua mẫu (hoặc, trong trường hợp này, vật phẩm 100, sau khi mài mòn lớp phủ chống phản chiếu 120). Các số đo BTDF cung cấp độ nhạy cao hơn cũng như thông tin về góc chi tiết hơn, so với số đo độ đục. BTDF cho phép đo sự tán xạ theo các góc cực và phương vị khác nhau, chẳng hạn cho phép chúng ta đánh giá một cách chọn lọc sự tán xạ theo các góc phương vị mà cơ bản vuông góc với hướng mài mòn trong thử nghiệm Taber tuyến tính (đây là các góc, ở đó sự tán xạ ánh sáng từ mài mòn tuyến tính là cao nhất). Độ đục truyền cơ bản là sự tích hợp của tất cả ánh sáng tán xạ được đo bởi BTDF góc tới vuông góc trong toàn bộ bán cầu của các góc cực lớn hơn +/- 2,5 độ.

Lớp phủ quang học 120 và vật phẩm 100 có thể được mô tả theo quan điểm về độ cứng được đo bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich. Theo sử dụng ở đây, “thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich” bao gồm bước đo độ cứng của một nguyên liệu trên bề mặt của nó bằng cách tạo vết cắt lõm bề mặt bằng dụng cụ tạo vết cắt lõm Berkovich bằng kim cương. Thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich bao gồm bước tạo vết cắt lõm bề mặt chống phản chiếu 122 của vật phẩm hoặc bề mặt của lớp phủ quang học 120 (hoặc bề mặt của bất kỳ một hoặc nhiều trong số các lớp trong lớp phủ chống phản chiếu) bằng dụng cụ tạo vết cắt lõm Berkovich bằng kim cương để tạo ra một vết cắt lõm có độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 50nm đến khoảng 1000nm (hoặc toàn bộ độ dày của lớp phủ chống phản chiếu hoặc lớp, bất cứ độ dày lớp nào nhỏ hơn) và đo độ cứng tối đa từ vết cắt lõm này dọc theo toàn bộ khoảng độ sâu vết cắt lõm hoặc một đoạn của độ sâu vết cắt lõm này (ví dụ, nằm trong khoảng từ 100nm đến khoảng 600nm), thông thường sử dụng các phương pháp được nêu trong tài liệu của Oliver, W.C.; Pharr, G. M. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments. *J. Mater. Res.*, Vol. 7, No. 6, 1992, 1564-1583; and Oliver, W.C.; Pharr, G.M. Measurement of Hardness and Elastic Modulus by Instrument

Indentation: Advances in Understanding and Refinements to Methodology. *J. Mater. Res.*, Vol. 19, No. 1, 2004, 3-20. Theo sử dụng ở đây, độ cứng để chỉ độ cứng tối đa, và không phải là độ cứng trung bình.

Một cách điển hình, trong các phương pháp đo các vết cắt lõm rất nhỏ (như bằng cách sử dụng dụng cụ đo vết cắt lõm Berkovich) của một lớp phủ mà nó cứng hơn so với nền bên dưới, độ cứng đo được có thể có vẻ tăng lên lúc đầu do sự phát triển của vùng dẻo tại các độ sâu vết cắt lõm nông và sau đó, tăng lên và đạt tới giá trị cực đại hoặc trạng thái ổn định ở các độ sâu vết cắt lõm sâu hơn. Sau đó, độ cứng bắt đầu giảm xuống thậm chí tại các độ sâu vết cắt lõm sâu hơn do sự tác động của nền bên dưới. Trường hợp nền có độ cứng cao so với lớp phủ được sử dụng, hiệu ứng tương tự có thể được quan sát thấy; tuy nhiên, độ cứng tăng lên tại các độ sâu vết cắt lõm sâu hơn do sự tác động của nền bên dưới.

Khoảng độ sâu vết cắt lõm và các giá trị độ cứng tại (các) khoảng độ sâu vết cắt lõm xác định có thể được lựa chọn để nhận diện đáp ứng độ cứng cụ thể của các cấu trúc màng quang học và các lớp của nó, được mô tả ở đây, không có sự tác động của nền bên dưới. Khi đo độ cứng của cấu trúc màng quang học (khi được bố trí ở trên nền) bằng dụng cụ đo vết cắt lõm Berkovich, vùng biến dạng thường xuyên (vùng dẻo) của một nguyên liệu có liên quan với độ cứng của vật liệu. Trong khi tạo vết cắt lõm, trường ứng suất đàn hồi chạy dài qua vùng biến dạng thường xuyên này. Khi độ sâu vết cắt lõm tăng lên, độ cứng biểu kiến và hệ số độ cứng chịu ảnh hưởng bởi các tương tác trường ứng suất với nền bên dưới. Sự ảnh hưởng của nền lên độ cứng xuất hiện tại các độ sâu vết cắt lõm sâu hơn (tức là, điển hình ở độ sâu lớn hơn 10% của cấu trúc màng quang học hoặc độ dày lớp). Ngoài ra, một ảnh hưởng khác là ở chỗ, đáp ứng độ cứng đòi hỏi tải trọng tối thiểu nhất định để phát triển độ dẻo đầy đủ trong quá trình tạo vết cắt lõm. Trước tải trọng tối thiểu nhất định đó, độ cứng thể hiện xu hướng gia tăng thông thường.

Tại các độ sâu vết cắt lõm nhỏ (các độ sâu này có thể được mô tả đặc tính là các tải trọng nhỏ) (ví dụ, đến khoảng 50nm), độ cứng biểu kiến của nguyên liệu có vẻ tăng lên đột ngột đối lập với độ sâu vết cắt lõm. Khoảng độ sâu vết cắt lõm này không đại diện cho số đo thực về độ cứng nhưng thay vào đó, phản ánh sự phát triển của vùng

dẻo nêu trên, vùng này có liên quan đến bán kính hữu hạn của độ cong của dụng cụ tạo vết cắt lõm. Tại các độ sâu vết cắt lõm trung gian, độ cứng biểu kiến đạt gần tới mức tối đa. Tại các độ sâu vết cắt lõm sâu hơn, sự ảnh hưởng của nền trở nên rõ ràng hơn khi độ sâu vết cắt lõm tăng lên. Độ cứng có thể bắt đầu giảm đột ngột một khi độ sâu vết cắt lõm vượt quá khoảng 30% của độ dày cấu trúc màng quang học hoặc độ dày lớp.

Hình vẽ trên Fig.21 minh họa những thay đổi về giá trị độ cứng đo được ở dạng hàm của độ sâu vết cắt lõm và độ dày của lớp phủ. Như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.21, độ cứng đo tại các độ sâu vết cắt lõm trung gian (tại đó, độ cứng tiến gần và được duy trì ở mức tối đa) và tại các độ sâu vết cắt lõm sâu hơn tùy thuộc vào độ dày của nguyên liệu hoặc lớp. Hình vẽ trên Fig.21 minh họa đáp ứng độ cứng của 4 lớp AlO_xN_y khác nhau có độ dày khác nhau. Độ cứng của mỗi một lớp được đo nhờ sử dụng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich. Lớp dày 500nm biểu hiện độ cứng tối đa của nó tại độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 100nm đến 180nm, tiếp theo bởi sự giảm đột ngột về độ cứng tại độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 180nm đến khoảng 200nm, cho thấy độ cứng của nền ảnh hưởng đến số đo độ cứng. Lớp dày 1000nm biểu hiện độ cứng tối đa tại độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 100nm đến khoảng 300nm, tiếp theo bởi sự giảm đột ngột về độ cứng tại độ sâu vết cắt lõm lớn hơn 300nm. Lớp dày 1500nm biểu hiện độ cứng tối đa tại độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 100nm đến khoảng 550nm và lớp dày 2000nm biểu hiện độ cứng tối đa tại độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 100nm đến khoảng 600nm. Mặc dù hình vẽ trên Fig.21 minh họa lớp đơn dày, cách thức tương tự được quan sát ở các lớp phủ mỏng hơn và các lớp bao gồm nhiều lớp như lớp phủ chống phản chiếu 120 của các phương án mô tả ở đây.

Theo một số phương án, lớp phủ quang học 120 có thể thể hiện độ cứng khoảng 8 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 10 GPa hoặc lớn hơn hoặc khoảng 12 GPa hoặc lớn hơn (ví dụ, 14 GPa hoặc lớn hơn, 16 GPa hoặc lớn hơn, 18 GPa hoặc lớn hơn, 20 GPa hoặc lớn hơn). Độ cứng của lớp phủ quang học 120 có thể lên đến khoảng 20 GPa hoặc 30 GPa. Vật phẩm 100, bao gồm lớp phủ chống phản chiếu 120 và lớp phủ bổ sung bất kỳ, như được mô tả ở đây, thể hiện độ cứng khoảng 5GPa hoặc lớn hơn, khoảng 8 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 10 GPa hoặc lớn hơn hoặc khoảng 12 GPa hoặc lớn hơn (ví dụ,

14 GPa hoặc lớn hơn, 16 GPa hoặc lớn hơn, 18 GPa hoặc lớn hơn, 20 GPa hoặc lớn hơn), được đo trên bề mặt chống phản chiếu 122, bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovitch. Độ cứng của lớp phủ quang học 120 có thể lên đến khoảng 20 GPa hoặc 30 GPa. Các giá trị độ cứng đo được này có thể được thể hiện bởi lớp phủ quang học 120 và/hoặc vật phẩm 100 dọc theo độ sâu vết cắt lõm khoảng 50nm hoặc lớn hơn hoặc khoảng 100nm hoặc lớn hơn (ví dụ, từ 100nm đến khoảng 300nm, từ 100nm đến khoảng 400nm, từ 100nm đến khoảng 500nm, từ 100nm đến khoảng 600nm, từ 200nm đến khoảng 300nm, từ 200nm đến khoảng 400nm, từ 200nm đến khoảng 500nm, hoặc từ 200nm đến khoảng 600nm). Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện độ cứng cao hơn độ cứng của nền (độ cứng này có thể được đo trên bề mặt đối diện từ bề mặt chống phản chiếu).

Lớp phủ quang học 120 có thể có ít nhất một lớp có độ cứng (được đo trên bề mặt của lớp như vậy, ví dụ, bề mặt của lớp có RI cao thứ hai 130B ở hình vẽ trên Fig.2 hoặc bề mặt của lớp chống xước) khoảng 12 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 13 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 14 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 15 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 16 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 17 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 18 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 19 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 20 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 22 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 23 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 24 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 25 GPa hoặc lớn hơn, khoảng 26 GPa hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 27 GPa hoặc lớn hơn (lên đến khoảng 50 GPa), được xác định bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich. Độ cứng của lớp như vậy có thể nằm trong khoảng từ 18 GPa đến khoảng 21 GPa, được xác định bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich. Các giá trị độ cứng đo được như vậy có thể được thể hiện bởi ít nhất một lớp dọc theo độ sâu vết cắt lõm khoảng 50nm hoặc lớn hơn hoặc 100nm hoặc lớn hơn (ví dụ, từ 100nm đến khoảng 300nm, từ 100nm đến khoảng 400nm, từ 100nm đến khoảng 500nm, từ 100nm đến khoảng 600nm, từ 200nm đến khoảng 300nm, từ 200nm đến khoảng 400nm, từ 200nm đến khoảng 500nm, hoặc từ 200nm đến khoảng 600nm).

Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ quang học 120 hoặc các lớp riêng biệt bên trong lớp phủ quang học có thể thể hiện mô đun đàn hồi khoảng 75GPa hoặc lớn hơn, khoảng 80 GPa hoặc lớn hơn hoặc khoảng 85 GPa hoặc lớn hơn, được đo trên bề mặt chống phản chiếu 122, bằng cách tạo vết cắt lõm bề mặt đó bằng dụng cụ tạo vết

cắt lõm Berkovitch. Các giá trị môđun này có thể biểu thị một môđun được đo rất sát với bề mặt chống phản chiếu, ví dụ, tại độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 0nm đến khoảng 50nm, hoặc nó có thể biểu thị một môđun được đo tại độ sâu vết cắt lõm sâu hơn, ví dụ, từ 50nm đến khoảng 1000nm.

Theo các phương án về vật phẩm mà bao gồm lớp chống xước (khi được sử dụng làm một phần của lớp phủ chống phản chiếu, ví dụ, 150 ở hình vẽ trên Fig.7 hoặc 345 ở hình vẽ trên Fig.8) hoặc lớp phủ chống xước (khi được sử dụng làm lớp phủ bổ sung 140), vật phẩm có thể thể hiện độ cứng tối đa nằm trong khoảng từ 12 GPa đến khoảng 25 GPa, được xác định bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich lần lượt trên bề mặt chống phản chiếu 122 hoặc bề mặt của lớp phủ chống xước một cách tương ứng. Các giá trị độ cứng đo được như vậy có thể được thể hiện dọc theo độ sâu vết cắt lõm khoảng 50nm hoặc lớn hơn hoặc 100nm hoặc lớn hơn (ví dụ, từ 100nm đến khoảng 300nm, từ 100nm đến khoảng 400nm, từ 100nm đến khoảng 500nm, từ 100nm đến khoảng 600nm, từ 200nm đến khoảng 300nm, từ 200nm đến khoảng 400nm, từ 200nm đến khoảng 500nm, hoặc từ 200nm đến khoảng 600nm). Độ cứng này có thể được thể hiện thậm chí khi lớp chống xước không được bố trí tại hoặc gần bề mặt chống phản chiếu 122 (ví dụ, như được thể hiện trong các hình vẽ trên Fig. 7 và Fig. 8).

Sự nhiễu quang giữa các sóng phản xạ từ mặt phân cách lớp phủ quang học 120/không khí và mặt phân cách lớp phủ quang học 120/nền 110 có thể dẫn đến các dao động phản xạ phổ và/hoặc dao động truyền tạo ra màu sắc biểu kiến ở vật phẩm 100. Theo sử dụng ở đây, thuật ngữ “độ truyền” được xác định là tỷ lệ phần trăm của công suất quang tới trong một khoảng bước sóng xác định được truyền qua nguyên liệu (ví dụ, vật phẩm, nền hoặc màng quang học hoặc các phần của nó). Tương tự, thuật ngữ “độ phản xạ” được xác định là tỷ lệ phần trăm của công suất quang tới trong một khoảng bước sóng xác định mà nó được phản xạ từ nguyên liệu (ví dụ, vật phẩm, nền, hoặc màng quang học hoặc các phần của nó). Độ truyền và độ phản xạ được đo nhờ sử dụng độ rộng đường cụ thể. Theo một hoặc nhiều phương án, độ phân giải phổ trong mô tả đặc trưng về độ truyền và độ phản xạ là nhỏ hơn 5nm hoặc 0,02 eV. Màu sắc có thể rõ rệt hơn khi phản xạ. Màu sắc theo góc thay đổi khi phản xạ theo góc nhìn do sự thay đổi về dao động phản xạ phổ với góc chiếu sáng tới. Màu sắc theo góc thay đổi

khi truyền theo góc nhìn cũng do sự thay đổi tương tự về sự dao động truyền phổ với góc chiếu sáng tới. Màu sắc quan sát được và độ dịch chuyển màu theo góc với góc chiếu sáng tới thường giảm sinh động hoặc không ưa thích đối với người sử dụng thiết bị, đặc biệt là trong điều kiện chiếu sáng với các đặc tính phổ rõ rệt như chiếu sáng huỳnh quang và chiếu sáng LED. Độ dịch chuyển màu theo góc khi truyền cũng có thể đóng vai trò là một yếu tố trong sự dịch chuyển màu khi phản xạ và ngược lại. Các yếu tố trong độ dịch chuyển màu theo góc khi truyền và/hoặc phản xạ cũng có thể bao gồm độ dịch chuyển màu theo góc do góc nhìn hoặc độ dịch chuyển màu theo góc cách xa một điểm trắng xác định mà nó có thể được gây ra bởi sự hấp thụ vật liệu (một chút độc lập về góc) được xác định bằng một nguồn sáng hoặc hệ thử nghiệm cụ thể.

Sự dao động có thể được mô tả theo quan điểm về biên độ. Theo sử dụng ở đây, thuật ngữ “biên độ” bao gồm sự thay đổi từ đỉnh tới đáy khi phản xạ hoặc khi truyền. Câu “biên độ trung bình” bao gồm sự thay đổi từ đỉnh tới đáy khi phản xạ hoặc khi truyền được lấy trung bình theo một số chu kỳ dao động hoặc các phạm vi phụ về bước sóng trong trạng thái bước sóng quang học. Theo sử dụng ở đây, “trạng thái bước sóng quang học” bao gồm khoảng bước sóng từ 400nm đến khoảng 800nm (và cụ thể hơn, từ 450nm đến khoảng 650nm).

Các phương án của sáng chế này bao gồm lớp phủ chống phản chiếu để tạo ra hiệu suất quang được cải thiện hơn, theo quan điểm về tính không màu và/hoặc độ dịch chuyển màu theo góc nhỏ hơn với việc quan sát theo các góc chiếu sáng tới thay đổi từ góc tới vuông góc dưới các nguồn sáng khác nhau.

Một khía cạnh của sáng chế này đề cập đến vật phẩm mà thể hiện tính không màu khi phản xạ và/hoặc khi truyền thậm chí khi được quan sát tại các góc chiếu sáng tới khác nhau dưới một nguồn sáng. Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền bằng khoảng 5 hoặc nhỏ hơn hoặc khoảng 2 hoặc nhỏ hơn giữa góc chiếu sáng tham chiếu và góc chiếu sáng tới bất kỳ nằm trong các khoảng được cung cấp ở đây. Theo sử dụng ở đây, câu “dịch chuyển màu” (theo góc hoặc điểm tham chiếu) để chỉ sự thay đổi về cả a^* và b^* , trong điều kiện hệ đo màu chuẩn CIE L^* , a^* , b^* khi phản xạ và/hoặc khi truyền. Cần hiểu rằng, trừ khi được lưu ý theo cách khác, tọa độ L^* của các vật phẩm mô tả ở đây

là giống nhau ở góc hoặc điểm tham chiếu bất kỳ và không ảnh hưởng tới sự dịch chuyển màu. Chẳng hạn, độ dịch chuyển màu theo góc có thể được xác định sử dụng phương trình (1) sau:

$$(1) \sqrt{(a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2},$$

với a^*_1 , và b^*_1 biểu diễn các tọa độ a^* và b^* của vật phẩm khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới tham chiếu (góc này có thể bao gồm góc tới vuông góc) và a^*_2 , và b^*_2 biểu diễn các tọa độ a^* và b^* của vật phẩm khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới, với điều kiện là, góc chiếu sáng tới khác với góc chiếu sáng tham chiếu và trong một số trường hợp, khác với góc chiếu sáng tham chiếu bằng ít nhất khoảng 1 độ, 2 độ hoặc khoảng 5 độ. Trong một số trường hợp, độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền khoảng 10 hoặc nhỏ hơn (ví dụ, 5 hoặc nhỏ hơn, 4 hoặc nhỏ hơn, 3 hoặc nhỏ hơn, hoặc 2 hoặc nhỏ hơn) được biểu thị bởi vật phẩm khi được quan sát tại các góc chiếu sáng tới khác nhau từ góc chiếu sáng tham chiếu, dưới một nguồn sáng. Trong một số trường hợp, độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền là khoảng 1,9 hoặc nhỏ hơn, 1,8 hoặc nhỏ hơn, 1,7 hoặc nhỏ hơn, 1,6 hoặc nhỏ hơn, 1,5 hoặc nhỏ hơn, 1,4 hoặc nhỏ hơn, 1,3 hoặc nhỏ hơn, 1,2 hoặc nhỏ hơn, 1,1 hoặc nhỏ hơn, 1 hoặc nhỏ hơn, 0,9 hoặc nhỏ hơn, 0,8 hoặc nhỏ hơn, 0,7 hoặc nhỏ hơn, 0,6 hoặc nhỏ hơn, 0,5 hoặc nhỏ hơn, 0,4 hoặc nhỏ hơn, 0,3 hoặc nhỏ hơn, 0,2 hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,1 hoặc nhỏ hơn. Theo một số phương án, độ dịch chuyển màu theo góc có thể vào khoảng 0. Nguồn sáng có thể bao gồm các nguồn sáng chuẩn như được xác định bởi CIE, bao gồm các nguồn sáng A (tương ứng chiếu sáng bằng sợi vonfram), các nguồn sáng B (nguồn sáng mô phỏng ánh sáng ban ngày), các nguồn sáng C (nguồn sáng mô phỏng ánh sáng ban ngày), loạt nguồn sáng D (tương ứng ánh sáng ban ngày tự nhiên), và loạt nguồn sáng F (tương ứng các kiểu chiếu sáng huỳnh quang khác nhau). Trong các ví dụ cụ thể, vật phẩm thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền bằng khoảng 2 hoặc nhỏ hơn khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới từ góc chiếu sáng tham chiếu dưới nguồn sáng CIE F2, F10, F11, F12 hoặc D65, hoặc cụ thể hơn, dưới nguồn sáng CIE F2.

Góc chiếu sáng tham chiếu có thể bao gồm góc tới vuông góc (tức là, từ 0 độ đến khoảng 10 độ), hoặc 5 độ từ góc tới vuông góc, 10 độ từ góc tới vuông góc, 15 độ

từ góc tới vuông góc, 20 độ từ góc tới vuông góc, 25 độ từ góc tới vuông góc, 30 độ từ góc tới vuông góc, 35 độ từ góc tới vuông góc, 40 độ từ góc tới vuông góc, 50 độ từ góc tới vuông góc, 55 độ từ góc tới vuông góc, hoặc 60 độ từ góc tới vuông góc, tạo ra sự chênh lệch giữa góc chiếu sáng tham chiếu và sự chênh lệch giữa góc chiếu sáng tới và góc chiếu sáng tham chiếu ít nhất khoảng 1 độ, 2 độ hoặc khoảng 5 độ. Góc chiếu sáng tới có thể, đối với góc chiếu sáng tham chiếu, nằm trong khoảng từ 5 độ đến khoảng 80 độ, từ 5 độ đến khoảng 70 độ, từ 5 độ đến khoảng 65 độ, từ 5 độ đến khoảng 60 độ, từ 5 độ đến khoảng 55 độ, từ 5 độ đến khoảng 50 độ, từ 5 độ đến khoảng 45 độ, từ 5 độ đến khoảng 40 độ, từ 5 độ đến khoảng 35 độ, từ 5 độ đến khoảng 30 độ, từ 5 độ đến khoảng 25 độ, từ 5 độ đến khoảng 20 độ, từ 5 độ đến khoảng 15 độ, và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên, tính từ góc chiếu sáng tham chiếu. Vật phẩm có thể thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền mô tả ở đây tại và dọc theo tất cả các góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 2 độ đến khoảng 80 độ (hoặc từ 10 độ đến khoảng 80 độ, hoặc từ 20 độ đến khoảng 80 độ), khi góc chiếu sáng tham chiếu là góc tới vuông góc. Theo một số phương án, vật phẩm có thể thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền mô tả ở đây tại và dọc theo tất cả các góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 2 độ đến khoảng 80 độ (hoặc từ 10 độ đến khoảng 80 độ, hoặc từ 20 độ đến khoảng 80 độ), khi sự chênh lệch giữa góc chiếu sáng tới và góc chiếu sáng tham chiếu là ít nhất khoảng 1 độ, 2 độ hoặc khoảng 5 độ. Trong một ví dụ, vật phẩm có thể thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền bằng 5 hoặc nhỏ hơn (ví dụ, 4 hoặc nhỏ hơn, 3 hoặc nhỏ hơn hoặc khoảng 2 hoặc nhỏ hơn) ở góc chiếu sáng tới bất kỳ nằm trong khoảng từ 2 độ đến khoảng 60 độ, từ 5 độ đến khoảng 60 độ, hoặc từ 10 độ đến khoảng 60 độ tính từ góc chiếu sáng tham chiếu tương đương với góc tới vuông góc. Trong các ví dụ khác, vật phẩm có thể thể hiện độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ và/hoặc khi truyền bằng 5 hoặc nhỏ hơn (ví dụ, 4 hoặc nhỏ hơn, 3 hoặc nhỏ hơn hoặc khoảng 2 hoặc nhỏ hơn) khi góc chiếu sáng tham chiếu bằng 10 độ và góc chiếu sáng tới là góc bất kỳ nằm trong khoảng từ 12 độ đến khoảng 60 độ, từ 15 độ đến khoảng 60 độ, hoặc từ 20 độ đến khoảng 60 độ tính từ góc chiếu sáng tham chiếu.

Theo một số phương án, độ dịch chuyển màu theo góc có thể được đo tại tất cả các góc giữa góc chiếu sáng tham chiếu (ví dụ, góc tới vuông góc) và góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 20 độ đến khoảng 80 độ. Nói cách khác, độ dịch chuyển màu theo góc có thể được đo và có thể nhỏ hơn 5 hoặc nhỏ hơn 2, tại tất cả các góc nằm trong khoảng từ 0 độ đến 20 độ, từ 0 độ đến khoảng 30 độ, từ 0 độ đến khoảng 40 độ, từ 0 độ đến khoảng 50 độ, từ 0 độ đến khoảng 60 độ hoặc từ 0 độ đến khoảng 80 độ.

Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thể hiện màu sắc trong hệ đo màu chuẩn CIE L^* , a^* , b^* khi phản xạ và/hoặc khi truyền sao cho khoảng cách hoặc độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu giữa các tọa độ màu truyền qua hoặc phản xạ từ điểm tham chiếu là nhỏ hơn 5 hoặc nhỏ hơn 2 dưới một nguồn sáng (nguồn sáng này có thể bao gồm các nguồn sáng chuẩn như được xác định bởi CIE, bao gồm các nguồn sáng A (tương ứng chiếu sáng bằng sợi vonfram), các nguồn sáng B (nguồn sáng mô phỏng ánh sáng ban ngày), các nguồn sáng C (nguồn sáng mô phỏng ánh sáng ban ngày), loạt nguồn sáng D (tương ứng ánh sáng ban ngày tự nhiên), và loạt nguồn sáng F (tương ứng các kiểu chiếu sáng huỳnh quang khác nhau)). Trong các ví dụ cụ thể, vật phẩm thể hiện độ dịch chuyển màu khi phản xạ và/hoặc khi truyền bằng 2 hoặc nhỏ hơn khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới từ góc chiếu sáng tham chiếu dưới nguồn sáng CIE F2, F10, F11, F12 hoặc D65 hoặc cụ thể hơn, dưới nguồn sáng CIE F2. Theo cách khác, vật phẩm có thể thể hiện màu truyền qua (hoặc tọa độ màu truyền qua) và/hoặc màu phản xạ (hoặc tọa độ màu phản xạ) được đo tại bề mặt chống phản chiếu 122 có độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu nhỏ hơn 2 tính từ điểm tham chiếu, như được xác định ở đây. Trừ khi được lưu ý theo cách khác, màu truyền qua hoặc tọa độ màu truyền qua được đo trên cả hai bề mặt của vật phẩm bao gồm tại bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt trần đối diện của vật phẩm (tức là, 114). Trừ khi được lưu ý theo cách khác, màu phản xạ hoặc tọa độ màu phản xạ được đo trên duy nhất bề mặt chống phản chiếu 122 của vật phẩm. Tuy nhiên, màu phản xạ hoặc tọa độ màu phản xạ mô tả ở đây có thể được đo trên cả bề mặt chống phản chiếu 122 của vật phẩm và mặt đối diện của vật phẩm (tức là, bề mặt chính 114 ở hình vẽ trên Fig.1) sử dụng phép đo 2 mặt (phản xạ từ hai mặt của vật phẩm cả hai được bao gồm) hoặc phép đo 1 mặt (phản xạ duy nhất từ bề mặt chống phản chiếu 122 của vật phẩm được đo). Trong số này, số đo phản xạ 1 mặt điển hình là số đo thách thức hơn để thu được các

giá trị màu thấp hoặc giá trị dịch chuyển màu thấp của các lớp phủ chống phản chiếu, và phép đo này thích hợp với các ứng dụng (như điện thoại thông minh, v.v.) trong đó bề mặt phía sau của vật phẩm được liên kết với môi trường hấp thụ ánh sáng như lớp mực in phía sau hoặc thiết bị LCD hoặc OLED).

Theo một hoặc nhiều phương án, điểm tham chiếu có thể là điểm khởi đầu (0, 0) trong hệ đo màu chuẩn CIE L^* , a^* , b^* (hoặc các tọa độ màu $a^*=0$, $b^*=0$), các tọa độ ($a^*=-2$, $b^*=-2$), hoặc các tọa độ màu truyền qua hoặc phản xạ của nền. Cần hiểu rằng, trừ khi được lưu ý theo cách khác, tọa độ L^* của vật phẩm mô tả ở đây là giống như điểm tham chiếu và không ảnh hưởng tới sự dịch chuyển màu. Trường hợp độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu của vật phẩm được xác định đối với nền, tọa độ màu truyền qua của vật phẩm được so sánh với tọa độ màu truyền qua của nền và tọa độ màu phản xạ của vật phẩm được so sánh với tọa độ màu phản xạ của nền.

Theo một hoặc nhiều phương án cụ thể, độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu của màu truyền qua và/hoặc màu phản xạ có thể nhỏ hơn 1 hoặc thậm chí nhỏ hơn 0,5. Theo một hoặc nhiều phương án cụ thể, độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu của màu truyền qua và/hoặc màu phản xạ có thể là 1,8, 1,6, 1,4, 1,2, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0 và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên. Trường hợp điểm tham chiếu là các tọa độ màu $a^*=0$, $b^*=0$, độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu được tính toán theo phương trình (2).

$$(2) \text{ độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu} = \sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}})^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}})^2)}$$

Trường hợp điểm tham chiếu là các tọa độ màu $a^*=-2$, $b^*=-2$, độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu được tính toán theo phương trình (3).

$$(3) \text{ độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu} = \sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}}+2)^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}}+2)^2)}$$

Trường hợp điểm tham chiếu là tọa độ màu của nền, độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu được tính toán theo phương trình (4).

$$(4) \text{ độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu} = \sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}} - a^*_{\text{nền}})^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}} - b^*_{\text{nền}})^2)}$$

Theo một số phương án, vật phẩm có thể thể hiện màu truyền qua (hoặc tọa độ màu truyền qua) và màu phản xạ (hoặc tọa độ màu phản xạ) sao cho độ dịch chuyển

màu tại điểm tham chiếu là nhỏ hơn 2 khi điểm tham chiếu là điểm bất kỳ trên tọa độ màu của nền, các tọa độ màu $a^*=0$, $b^*=0$ và các tọa độ $a^*=-2$, $b^*=-2$.

Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm có thể thể hiện giá trị a^* khi phản xạ (được xác định tại duy nhất bề mặt chống phản chiếu) nằm trong khoảng từ -5 đến khoảng 1, từ -5 đến khoảng 0, từ -4 đến khoảng 1, hoặc từ -4 đến khoảng 0, trong hệ đo màu chuẩn CIE L^* , a^* , b^* tại tất cả các góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 đến khoảng 60 độ (hoặc từ 0 độ đến khoảng 40 độ hoặc từ 0 độ đến khoảng 30 độ).

Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm có thể thể hiện giá trị a^* khi truyền (được xác định tại bề mặt chống phản chiếu và bề mặt trần đối diện của vật phẩm) nhỏ hơn 2 (hoặc khoảng 1,8 hoặc nhỏ hơn, khoảng 1,6 hoặc nhỏ hơn, 1,5 hoặc nhỏ hơn, 1,4 hoặc nhỏ hơn, 1,2 hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 1 hoặc nhỏ hơn) trong hệ đo màu chuẩn CIE L^* , a^* , b^* tại tất cả các góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 đến khoảng 60 độ (hoặc từ 0 độ đến khoảng 40 độ hoặc từ 0 độ đến khoảng 30 độ). Giới hạn dưới của giá trị b^* khi truyền có thể vào khoảng -5.

Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện giá trị a^* khi truyền (tại bề mặt chống phản chiếu và bề mặt trần đối diện) nằm trong khoảng từ -1,5 đến khoảng 1,5 (ví dụ, -1,5 đến -1,2, -1,5 đến -1, -1,2 đến 1,2, -1 đến 1, -1 đến 0,5, hoặc -1 đến 0) ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 độ đến khoảng 60 độ dưới các nguồn sáng D65, A, và F2. Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện giá trị a^* khi truyền (tại bề mặt chống phản chiếu và bề mặt trần đối diện) nằm trong khoảng từ -1,5 đến khoảng 1,5 (ví dụ, -1,5 đến -1,2, -1,5 đến -1, -1,2 đến 1,2, -1 đến 1, -1 đến 0,5, hoặc -1 đến 0) ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 độ đến khoảng 60 độ dưới các nguồn sáng D65, A, và F2.

Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện giá trị a^* khi phản xạ (tại duy nhất bề mặt chống phản chiếu) nằm trong khoảng từ -5 đến khoảng 2 (ví dụ, -4,5 đến 1,5, -3 đến 0, -2,5 đến 0,25) ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 độ đến khoảng 60 độ dưới các nguồn sáng D65, A, và F2. Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện giá trị a^* khi phản xạ (tại duy nhất bề mặt chống phản chiếu) nằm trong khoảng từ -7 đến khoảng 0 ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 độ đến khoảng 60 độ dưới các nguồn sáng D65, A, và F2.

Vật phẩm theo một hoặc nhiều phương án, hoặc bề mặt chống phản chiếu 122 của một hoặc nhiều vật phẩm, có thể thể hiện độ truyền ánh sáng trung bình khoảng 95% hoặc lớn hơn (ví dụ, khoảng 9,5% hoặc lớn hơn, khoảng 96% hoặc lớn hơn, khoảng 96,5% hoặc lớn hơn, khoảng 97% hoặc lớn hơn, khoảng 97,5% hoặc lớn hơn, khoảng 98% hoặc lớn hơn, khoảng 98,5% hoặc lớn hơn hoặc khoảng 99% hoặc lớn hơn) theo trạng thái bước sóng quang học nằm trong khoảng từ 400nm đến khoảng 800nm. Theo một số phương án, vật phẩm, hoặc bề mặt chống phản chiếu 122 của một hoặc nhiều vật phẩm, có thể thể hiện độ phản xạ ánh sáng trung bình khoảng 2% hoặc nhỏ hơn (ví dụ, khoảng 1,5% hoặc nhỏ hơn, khoảng 1% hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,75% hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,5% hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 0,25% hoặc nhỏ hơn) theo trạng thái bước sóng quang học nằm trong khoảng từ 400nm đến khoảng 800nm. Các giá trị độ truyền ánh sáng và độ phản xạ ánh sáng này có thể được quan sát trên toàn bộ trạng thái bước sóng quang học hoặc trên các khoảng chọn lọc của trạng thái bước sóng quang học (ví dụ, khoảng bước sóng 100nm, khoảng bước sóng 150nm, khoảng bước sóng 200nm, khoảng bước sóng 250nm, khoảng bước sóng 280nm hoặc khoảng bước sóng 300nm, bên trong trạng thái bước sóng quang học). Theo một số phương án, các giá trị độ phản xạ và độ truyền ánh sáng này có thể là độ phản xạ tổng cộng hoặc độ truyền tổng cộng (có tính đến độ phản xạ hoặc độ truyền trên cả hai bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt chính đối diện 114) hoặc có thể được quan sát trên một mặt duy nhất của vật phẩm, được đo trên bề mặt chống phản chiếu 122 duy nhất (không tính đến bề mặt đối diện). Trừ khi được xác định theo cách khác, độ phản xạ hoặc độ truyền trung bình được đo ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 độ đến khoảng 10 độ (tuy nhiên, các số đo như vậy có thể được cung cấp ở góc chiếu sáng tới bằng 45 độ hoặc 60 độ).

Theo một số phương án, vật phẩm theo một hoặc nhiều phương án, hoặc bề mặt chống phản chiếu 122 của một hoặc nhiều vật phẩm, có thể thể hiện độ phản xạ chói nhìn thấy trung bình khoảng 1% hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,7% hoặc nhỏ hơn, khoảng 0,5% hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 0,45% hoặc nhỏ hơn trên trạng thái bước sóng quang học. Các giá trị độ phản xạ chói có thể được thể hiện ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0° đến khoảng 20°, từ 0° đến khoảng 40° hoặc từ 0° đến khoảng 60°. Theo sử dụng ở đây, độ phản xạ chói bắt chước đáp ứng của mắt người bằng cách bình

chỉnh độ phản xạ đối với phổ bước sóng theo độ nhạy của mắt người. Độ phản xạ chói cũng có thể được xác định là độ sáng hoặc giá trị kích thích màu tiêu chuẩn Y của ánh sáng phản xạ, theo các quy ước đã biết như quy ước về không gian màu CIE. Độ phản xạ chói trung bình được xác định trong phương trình (4) là độ phản xạ phổ, $R(\lambda)$ nhân với phổ nguồn sáng, $I(\lambda)$ và hàm phù hợp màu của CIE $\bar{y}(\lambda)$, liên quan với đáp ứng phổ của mắt:

$$\langle R_p \rangle = \int_{380 \text{ nm}}^{720 \text{ nm}} R(\lambda) \times I(\lambda) \times \bar{y}(\lambda) d\lambda \quad (5)$$

Theo một số phương án, vật phẩm thể hiện độ phản xạ chói trung bình một phía, được đo tại góc tới vuông góc hoặc gần vuông góc (ví dụ, 0-10 độ) trên duy nhất bề mặt chống phản chiếu nhỏ hơn 10%. Theo một số phương án, độ phản xạ chói trung bình một phía là khoảng 9% hoặc nhỏ hơn, khoảng 8% hoặc nhỏ hơn, khoảng 7% hoặc nhỏ hơn, khoảng 6% hoặc nhỏ hơn, khoảng 5% hoặc nhỏ hơn, khoảng 4% hoặc nhỏ hơn, khoảng 3%, hoặc khoảng 2% hoặc nhỏ hơn. Theo một phương án cụ thể, bề mặt chống phản chiếu 122 của một hoặc nhiều vật phẩm (tức là, khi đo duy nhất bề mặt chống phản chiếu thông qua phép đo một mặt), có thể thể hiện các giá trị độ phản xạ chói trung bình ở trên, trong khi đồng thời thể hiện độ dịch chuyển màu phản xạ tối đa, trên toàn bộ phạm vi góc chiếu sáng tới từ 5 độ đến khoảng 60 độ (với góc chiếu sáng tham chiếu là góc tới vuông góc) sử dụng nguồn sáng D65 và/hoặc nguồn sáng F2, là nhỏ hơn 5,0, nhỏ hơn 4,0, nhỏ hơn 3,0, nhỏ hơn 2,0, nhỏ hơn 1,5, hoặc nhỏ hơn 1,25. Các giá trị độ dịch chuyển màu phản xạ tối đa này là hiệu số của giá trị điểm màu cao nhất được đo ở góc bất kỳ từ 5 độ đến khoảng 60 độ từ góc tới vuông góc trừ đi giá trị điểm màu thấp nhất được đo ở góc bất kỳ trong cùng khoảng. Các giá trị này có thể biểu thị sự thay đổi tối đa về giá trị a^* ($a^*_{\text{cao nhất}} - a^*_{\text{thấp nhất}}$), sự thay đổi tối đa về giá trị b^* ($b^*_{\text{cao nhất}} - b^*_{\text{thấp nhất}}$), sự thay đổi tối đa về cả giá trị a^* và giá trị b^* hoặc sự thay đổi tối đa về lượng $\sqrt{((a^*_{\text{cao nhất}} - a^*_{\text{thấp nhất}})^2 + (b^*_{\text{cao nhất}} - b^*_{\text{thấp nhất}})^2)}$.

Nền

Nền 110 có thể bao gồm vật liệu vô cơ và có thể bao gồm nền vô định hình, nền kết tinh hoặc hỗn hợp của chúng. Nền 110 có thể được tạo ra từ vật liệu do con người tạo ra và/hoặc vật liệu xuất hiện tự nhiên (ví dụ, thạch anh và polyme). Chẳng hạn, trong một số trường hợp, nền 110 có thể được mô tả đặc tính ở dạng hữu cơ và đặc biệt có thể là polyme. Ví dụ về polyme thích hợp bao gồm, nhưng không giới hạn bởi: các chất dẻo nhiệt bao gồm polystyren (PS) (bao gồm các copolyme styren và hỗn hợp của chúng), polycarbonat (PC) (bao gồm các copolyme và hỗn hợp của chúng), polyester (bao gồm các copolyme và hỗn hợp của chúng, bao gồm polyetyleneterephthalat và các copolyme polyetyleneterephthalat), polyolefin (PO) và polyolefin vòng (PO vòng), polyvinylclorua (PVC), polyme acrylic bao gồm polymetyl metacrylat (PMMA) (bao gồm các copolyme và hỗn hợp của chúng), các uretan dẻo nhiệt (TPU), polyeterimit (PEI) và hỗn hợp của các polyme này với nhau. Các polyme minh họa khác bao gồm epoxy, các nhựa styren, phenol, melamin và silicon.

Theo một số phương án cụ thể, nền 110 tốt hơn loại trừ các nền polyme, dẻo và/hoặc nền kim loại. Nền có thể được đặc trưng ở dạng nền chứa kiềm (tức là, nền bao gồm một hoặc nhiều kiềm). Theo một hoặc nhiều phương án, nền thể hiện chỉ số khúc xạ nằm trong khoảng từ 1,45 đến khoảng 1,55. Theo các phương án cụ thể, nền 110 có thể thể hiện biến dạng phá hủy trung bình tại một bề mặt trên một hoặc nhiều bề mặt chính đối nhau là 0,5% hoặc lớn hơn, 0,6% hoặc lớn hơn, 0,7% hoặc lớn hơn, 0,8% hoặc lớn hơn, 0,9% hoặc lớn hơn, 1% hoặc lớn hơn, 1,1% hoặc lớn hơn, 1,2% hoặc lớn hơn, 1,3% hoặc lớn hơn, 1,4% hoặc lớn hơn 1,5% hoặc lớn hơn hoặc thậm chí 2% hoặc lớn hơn, được xác định sử dụng thử nghiệm bi - vòng sử dụng ít nhất 5, ít nhất 10, ít nhất 15, hoặc ít nhất 20 mẫu. Theo các phương án cụ thể, nền 110 có thể thể hiện biến dạng phá hủy trung bình tại bề mặt của nó trên một hoặc nhiều bề mặt chính đối nhau khoảng 1,2%, khoảng 1,4%, khoảng 1,6%, khoảng 1,8%, khoảng 2,2%, khoảng 2,4%, khoảng 2,6%, khoảng 2,8%, hoặc khoảng 3% hoặc lớn hơn.

Các nền 110 thích hợp có thể thể hiện môđun đàn hồi (hoặc môđun Young) nằm trong khoảng từ 30 GPa đến khoảng 120 GPa. Trong một số trường hợp, môđun đàn hồi của nền có thể nằm trong khoảng từ 30 GPa đến khoảng 110 GPa, từ 30 GPa đến khoảng 100 GPa, từ 30 GPa đến khoảng 90 GPa, từ 30 GPa đến khoảng 80 GPa, từ 30 GPa đến khoảng 70 GPa, từ 40 GPa đến khoảng 120 GPa, từ 50 GPa đến khoảng

120 GPa, từ 60 GPa đến khoảng 120 GPa, từ 70 GPa đến khoảng 120 GPa, và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên.

Theo một hoặc nhiều phương án, nền vô định hình có thể bao gồm thủy tinh, có thể được tăng bền hoặc không được tăng bền. Ví dụ về thủy tinh thích hợp bao gồm thủy tinh natri-canxi, thủy tinh nhôm silicat kiềm, thủy tinh bo silicat chứa kiềm và thủy tinh nhôm - bo silicat kiềm. Trong một số phương án, thủy tinh có thể không chứa lithi oxit. Theo một hoặc nhiều phương án khác, nền 110 có thể bao gồm nền kết tinh như nền gốm thủy tinh (nền này có thể được tăng bền hoặc không được tăng bền) hoặc có thể bao gồm cấu trúc tinh thể đơn, như saphia. Theo một hoặc nhiều phương án cụ thể, nền 110 bao gồm nền vô định hình (ví dụ, thủy tinh) và lớp tráng phủ kết tinh (ví dụ, lớp saphia, lớp alumin đa tinh thể và/hoặc hoặc lớp spinel ($MgAl_2O_4$)).

Nền 110 theo một hoặc nhiều phương án có thể có độ cứng nhỏ hơn độ cứng của vật phẩm (được xác định bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich mô tả ở đây). Độ cứng của nền có thể được đo sử dụng các phương pháp đã biết trong lĩnh vực, bao gồm nhưng không bị giới hạn bởi, thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich hoặc thử nghiệm độ cứng Vickers.

Nền 110 cơ bản có thể là dạng phẳng hoặc dạng tấm, mặc dù các phương án khác có thể sử dụng nền dạng cong hoặc nền có dạng khác hoặc nền được khắc. Nền 110 cơ bản có thể ở dạng sáng, trong suốt quang và không tán xạ ánh sáng. Theo các phương án như vậy, nền có thể thể hiện độ truyền ánh sáng trung bình theo trạng thái bước sóng quang học khoảng 85% hoặc lớn hơn, khoảng 86% hoặc lớn hơn, khoảng 87% hoặc lớn hơn, khoảng 88% hoặc lớn hơn, khoảng 89% hoặc lớn hơn, khoảng 90% hoặc lớn hơn, khoảng 91% hoặc lớn hơn hoặc khoảng 92% hoặc lớn hơn. Theo một hoặc nhiều phương án khác, nền 110 có thể mờ hoặc thể hiện độ truyền ánh sáng trung bình theo trạng thái bước sóng quang học nhỏ hơn 10%, nhỏ hơn 9%, nhỏ hơn 8%, nhỏ hơn 7%, nhỏ hơn 6%, nhỏ hơn 5%, nhỏ hơn 4%, nhỏ hơn 3%, nhỏ hơn 2%, nhỏ hơn 1%, hoặc nhỏ hơn 0%. Theo một số phương án, các giá trị độ phản xạ và độ truyền ánh sáng này có thể là độ phản xạ tổng cộng hoặc độ truyền tổng cộng (có tính đến độ phản xạ hoặc độ truyền trên cả hai bề mặt chính của nền) hoặc có thể được quan sát trên một mặt đơn của nền (tức là, trên bề mặt chống phản chiếu 122 duy nhất,

không tính đến bề mặt đối diện). Trừ khi được xác định theo cách khác, độ phản xạ hoặc độ truyền trung bình được đo ở góc chiếu sáng tới bằng 0 độ (tuy nhiên, các đại lượng đo như vậy có thể được cung cấp ở góc chiếu sáng tới bằng 45 độ hoặc 60 độ). Nền 110 tùy ý có thể thể hiện màu sắc, như màu trắng, đen, đỏ, xanh lơ, xanh, vàng, da cam v.v.

Theo cách tùy ý hoặc theo cách khác, bề dày không gian của nền 110 có thể thay đổi dọc theo một hoặc nhiều kích thước của nó vì các lý do thẩm mỹ và/hoặc chức năng. Chẳng hạn, các mép của nền 110 có thể dày hơn so với các vùng trung tâm hơn của nền 110. Các kích thước chiều dài, chiều rộng và bề dày không gian của nền 110 cũng có thể thay đổi theo ứng dụng hoặc việc sử dụng của vật phẩm 100.

Nền 110 có thể được tạo ra sử dụng nhiều quá trình khác nhau. Chẳng hạn, trường hợp nền 110 bao gồm nền vô định hình như thủy tinh, các phương pháp tạo ra khác nhau có thể bao gồm các quy trình xử lý thủy tinh nổi và quy trình xử lý kéo xuôi như kéo nóng chảy và kéo qua khe.

Khi được tạo ra, nền 110 có thể được tăng bền để tạo ra nền tăng bền. Theo sử dụng ở đây, thuật ngữ "nền tăng bền" có thể đề chỉ nền mà đã được tăng bền theo phương thức hóa học, chẳng hạn thông qua sự trao đổi ion của các ion lớn hơn với các ion nhỏ hơn ở bề mặt của nền. Tuy nhiên, các phương pháp tăng bền khác đã biết trong lĩnh vực, như phương pháp tôi nhiệt hoặc sử dụng sự không thích ứng về hệ số giãn nở nhiệt giữa các phần của nền để tạo ra các vùng ứng suất nén và vùng lực kéo đúng tâm, có thể được sử dụng để tạo ra nền tăng bền.

Trường hợp nền được tăng bền theo phương thức hóa học bằng một quy trình trao đổi ion, các ion ở lớp bề mặt của nền được thay thế bằng – hoặc được trao đổi với – các ion lớn hơn có cùng hóa trị hoặc trạng thái oxy hóa. Các quy trình trao đổi ion điển hình được thực hiện bằng cách nhúng nền trong bể muối nóng chảy chứa các ion lớn hơn cần được trao đổi với các ion nhỏ hơn ở nền. Người có kỹ năng trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng, các thông số của quy trình trao đổi ion, bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, thành phần và nhiệt độ bể dung dịch, thời gian nhúng, số lần nhúng của nền trong bể muối (hoặc các bể), việc sử dụng nhiều bể muối, các bước bổ sung như tôi, rửa và bước tương tự, thông thường được xác định bởi thành phần của nền và ứng suất

nén (CS), độ sâu của lớp ứng suất nén (hoặc độ sâu của lớp) mong muốn của nền phát sinh từ hoạt động tăng bền. Theo cách ví dụ, việc trao đổi ion của nền thủy tinh chứa kim loại kiềm có thể đạt được bằng cách nhúng trong ít nhất một bể dung dịch nóng chảy chứa muối như nhưng không bị giới hạn bởi, nitrat, sulfat và clorua của ion kim loại kiềm lớn hơn. Nhiệt độ của bể muối nóng chảy điển hình nằm trong khoảng từ 380°C đến khoảng 450°C, trong khi thời gian nhúng nằm trong khoảng từ 15 phút đến khoảng 40 giờ. Tuy nhiên, nhiệt độ và thời gian nhúng khác với khoảng mô tả ở trên cũng có thể được sử dụng.

Ngoài ra, ví dụ không hạn chế về quy trình trao đổi ion, trong đó các nền thủy tinh được nhúng trong nhiều bể trao đổi ion, với các bước rửa và/hoặc tôi giữa các lần nhúng, được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/500,650, nộp ngày 10/07/2009, bởi tác giả Douglas C. Allan et al., entitled “Glass with Compressive Surface for Consumer Applications” và yêu cầu hưởng quyền ưu tiên từ đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 61/079,995, nộp ngày 11/07/2008, trong đó các nền thủy tinh được tăng bền bằng cách xử lý trao đổi ion thông qua việc nhúng liên tục, trong nhiều bể muối có nồng độ khác nhau; và patent Mỹ số 8,312,739, của tác giả Christopher M. Lee et al., cấp ngày 20/11/2012 và có tên sáng chế là “Dual Stage Ion Exchange for Chemical Strengthening of Glass,” và yêu cầu hưởng quyền ưu tiên từ đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 61/084,398, nộp ngày 29/07/2008, trong đó các nền thủy tinh được tăng bền bằng cách trao đổi ion trong bể thứ nhất được pha loãng bằng ion dòng chảy ra, tiếp theo bằng cách nhúng trong bể thứ hai có nồng độ ion dòng chảy ra thấp hơn bể thứ nhất. Toàn bộ nội dung của đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 12/500,650 và patent Mỹ số 8,312,739 được kết hợp tham khảo trong sáng chế này.

Độ tăng bền theo hóa học thu được bằng trao đổi ion có thể được xác định dựa trên các thông số về lực kéo đúng tâm (CT), CS bề mặt và độ sâu của lớp (DOL). CS bề mặt có thể được đo gần bề mặt hoặc bên trong thủy tinh tăng bền ở các độ sâu khác nhau. Giá trị CS cực đại có thể bao gồm CS đo được tại bề mặt (CS_s) của nền tăng bền. CT, giá trị này được tính toán cho vùng bên trong liền kề với lớp ứng suất nén bên trong nền thủy tinh, có thể được tính toán từ CS, bề dày không gian t, và DOL. CS và DOL được đo sử dụng các phương tiện đo đã biết trong lĩnh vực. Các phương tiện như vậy bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, đo ứng suất bề mặt (FSM) sử dụng các

dụng cụ có sẵn trên thị trường như FSM-6000, được sản xuất bởi Luceo Co., Ltd. (Tokyo, Japan), hoặc dụng cụ tương tự và các phương pháp đo CS và DOL được mô tả theo tiêu chuẩn ASTM 1422C-99, với tiêu đề “Standard Specification for Chemically Strengthened Flat Glass,” và tiêu chuẩn ASTM 1279.19779 “Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully-Tempered Flat Glass,” toàn bộ nội dung của các tài liệu nêu trên được kết hợp tham khảo trong sáng chế này. Các số đo ứng suất bề mặt dựa trên phép đo chính xác về hệ số ứng suất quang (SOC), hệ số này có liên quan đến tính lưỡng chiết quang của thủy tinh nền. Sau đó, SOC được đo bằng các phương pháp đã biết trong lĩnh vực, như phương pháp sợi và bốn điểm uốn, cả hai phương pháp này được mô tả theo tiêu chuẩn ASTM C770-98 (2008), với tiêu đề “Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient,” toàn bộ nội dung của tài liệu nêu trên được kết hợp tham khảo trong sáng chế này, và phương pháp xi lanh khối. Mỗi quan hệ ở giữa CS và CT được đưa ra trong biểu thức (1):

$$CT = (CS \cdot DOL) / (t - 2 DOL) \quad (1),$$

trong đó t là bề dày không gian (μm) của vật phẩm thủy tinh. Trong các phần khác nhau của sáng chế này, CT và CS ở đây được biểu thị bằng megaPascals (MPa), bề dày không gian t được biểu thị bằng micromet (μm) hoặc milimet (mm) và DOL được biểu thị bằng micromet (μm).

Theo một phương án, nền tảng bền 110 có thể có CS bề mặt bằng 250 MPa hoặc lớn hơn, 300 MPa hoặc lớn hơn, ví dụ, 400 MPa hoặc lớn hơn, 450 MPa hoặc lớn hơn, 500 MPa hoặc lớn hơn, 550 MPa hoặc lớn hơn, 600 MPa hoặc lớn hơn, 650 MPa hoặc lớn hơn, 700 MPa hoặc lớn hơn, 750 MPa hoặc lớn hơn hoặc 800 MPa hoặc lớn hơn. Nền tảng bền có thể có DOL bằng 10 μm hoặc lớn hơn, 15 μm hoặc lớn hơn, 20 μm hoặc lớn hơn (ví dụ, 25 μm , 30 μm , 35 μm , 40 μm , 45 μm , 50 μm hoặc lớn hơn) và/hoặc có CT bằng 10 MPa hoặc lớn hơn, 20 MPa hoặc lớn hơn, 30 MPa hoặc lớn hơn, 40 MPa hoặc lớn hơn (ví dụ, 42 MPa, 45 MPa, hoặc 50 MPa hoặc lớn hơn) nhưng nhỏ hơn 100 MPa (ví dụ, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55 MPa hoặc nhỏ hơn). Theo một hoặc nhiều phương án cụ thể, nền tảng bền có một hoặc nhiều thông số sau: CS bề mặt lớn hơn 500 MPa, DOL lớn hơn 15 μm và CT lớn hơn 18 MPa.

Các thủy tinh minh họa có thể được sử dụng trong nền có thể bao gồm các hỗn hợp thủy tinh nhôm silicat kiềm hoặc hỗn hợp thủy tinh nhôm - bo silicat kiềm, mặc dù các hỗn hợp thủy tinh khác cũng được dự định. Các hỗn hợp thủy tinh như vậy có khả năng được tăng bền theo phương thức hóa học bằng một quy trình trao đổi ion. Một hỗn hợp thủy tinh ví dụ bao gồm SiO_2 , B_2O_3 và Na_2O , trong đó $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3) \geq 66\text{mol } \%$, và $\text{Na}_2\text{O} \geq 9\text{mol } \%$. Theo một phương án, hỗn hợp thủy tinh bao gồm ít nhất 6% khối lượng nhôm oxit. Theo một phương án khác, nền bao gồm hỗn hợp thủy tinh cùng với một hoặc nhiều oxit kiềm thổ, sao cho hàm lượng của oxit kiềm thổ ít nhất là 5% khối lượng. Các hỗn hợp thủy tinh thích hợp, theo một số phương án, còn bao gồm ít nhất một trong số K_2O , MgO , và CaO . Theo một phương án cụ thể, hỗn hợp thủy tinh được sử dụng trong nền có thể bao gồm 61-75mol % SiO_2 ; 7-15mol % Al_2O_3 ; 0-12mol % B_2O_3 ; 9-21mol % Na_2O ; 0-4mol % K_2O ; 0-7mol % MgO ; và 0-3mol % CaO .

Hỗn hợp thủy tinh minh họa khác thích hợp đối với nền bao gồm: 60-70mol % SiO_2 ; 6-14mol % Al_2O_3 ; 0-15mol % B_2O_3 ; 0-15mol % Li_2O ; 0-20mol % Na_2O ; 0-10mol % K_2O ; 0-8mol % MgO ; 0-10mol % CaO ; 0-5mol % ZrO_2 ; 0-1mol % SnO_2 ; 0-1mol % CeO_2 ; dưới 50ppm As_2O_3 ; và dưới 50ppm Sb_2O_3 ; trong đó $12\text{mol } \% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20\text{mol } \%$ và $0\text{mol } \% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 10\text{mol } \%$.

Hỗn hợp thủy tinh minh họa khác nữa thích hợp đối với nền bao gồm: 63,5-66,5mol % SiO_2 ; 8-12mol % Al_2O_3 ; 0-3mol % B_2O_3 ; 0-5mol % Li_2O ; 8-18mol % Na_2O ; 0-5mol % K_2O ; 1-7mol % MgO ; 0-2,5mol % CaO ; 0-3mol % ZrO_2 ; 0,05-0,25mol % SnO_2 ; 0,05-0,5mol % CeO_2 ; dưới 50ppm As_2O_3 ; và dưới 50ppm Sb_2O_3 ; trong đó $14\text{mol } \% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 18\text{mol } \%$ và $2\text{mol } \% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 7\text{mol } \%$.

Theo một phương án cụ thể, hỗn hợp thủy tinh nhôm silicat kiềm thích hợp đối với nền bao gồm alumin, ít nhất một kim loại kiềm và theo một số phương án, là lớn hơn 50mol % SiO_2 , Theo các phương án khác ít nhất 58mol % SiO_2 , và theo phương án khác nữa, ít nhất 60mol % SiO_2 , trong đó tỷ lệ $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)/\Sigma$ các thành phần thay đổi (tức là, tổng các thành phần thay đổi) là lớn hơn 1, trong đó trong tỷ lệ, các thành phần được biểu thị bằng mol % và các thành phần thay đổi là các oxit kim loại

kiềm. Hỗn hợp thủy tinh này, theo các phương án cụ thể, bao gồm: 58-72mol % SiO_2 ; 9-17 mol % Al_2O_3 ; 2-12 mol % B_2O_3 ; 8-16 mol % Na_2O ; và 0-4mol % K_2O , trong đó tỷ lệ $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)/\Sigma$ các thành phần thay đổi (tức là, tổng các thành phần thay đổi) là lớn hơn 1.

Theo phương án khác nữa, nền có thể bao gồm hỗn hợp thủy tinh nhôm silicat kiềm bao gồm: 64-68 mol % SiO_2 ; 12-16 mol % Na_2O ; 8-12 mol % Al_2O_3 ; 0-3 mol % B_2O_3 ; 2-5mol % K_2O ; 4-6 mol % MgO ; và 0-5mol % CaO , trong đó: $66\text{mol \%} \leq \text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{CaO} \leq 69\text{mol \%}$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} > 10\text{mol \%}$; $5\text{mol \%} \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} \leq 8\text{mol \%}$; $(\text{Na}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3) \text{ Al}_2\text{O}_3 \leq 2\text{mol \%}$; $2\text{mol \%} \leq \text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \leq 6\text{mol \%}$; và $4\text{mol \%} \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \text{ Al}_2\text{O}_3 \leq 10\text{mol \%}$.

Theo một phương án khác, nền có thể bao gồm hỗn hợp thủy tinh nhôm silicat kiềm bao gồm: 2mol% hoặc lớn hơn về Al_2O_3 và/hoặc ZrO_2 , hoặc 4mol% hoặc lớn hơn về Al_2O_3 và/hoặc ZrO_2 .

Trường hợp nền 110 bao gồm nền kết tinh, nền có thể bao gồm tinh thể đơn, tinh thể này có thể bao gồm Al_2O_3 . Các nền tinh thể đơn này được gọi là saphia. Các vật liệu thích hợp khác của nền kết tinh bao gồm lớp alumin đa tinh thể và/hoặc spinel (MgAl_2O_4).

Một cách tùy ý, nền kết tinh 110 có thể bao gồm nền gốm thủy tinh, nền này có thể được tăng bền hoặc không được tăng bền. Ví dụ về gốm thủy tinh thích hợp có thể bao gồm các gốm thủy tinh hệ $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (tức là, hệ LAS), gốm thủy tinh hệ $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (tức là, hệ MAS) và/hoặc các gốm thủy tinh mà bao gồm pha tinh thể chiếm ưu thế bao gồm dung dịch đặc β -thạch anh, β -spodumen ss, cordierit và lithi disilicat. Nền gốm thủy tinh có thể được tăng bền sử dụng các quy trình tăng bền theo phương thức hóa học được bộc lộ ở đây. Theo một hoặc nhiều phương án, nền gốm thủy tinh hệ MAS có thể được tăng bền trong muối Li_2SO_4 nóng chảy, nhờ đó sự trao đổi của 2Li^+ với Mg^{2+} có thể diễn ra.

Nền 110 theo một hoặc nhiều phương án có thể có bề dày không gian nằm trong khoảng từ 100 μm đến khoảng 5mm. Bề dày không gian nền 110 minh họa nằm trong khoảng từ 100 μm đến khoảng 500 μm (ví dụ, 100, 200, 300, 400 hoặc 500 μm). Bề dày không gian nền 110 minh họa khác nằm trong khoảng từ 500 μm đến khoảng 1000 μm .

(ví dụ, 500, 600, 700, 800, 900 hoặc 1000 μ m). Nền 110 có thể có bề dày không gian lớn hơn 1mm (ví dụ, khoảng 2, 3, 4, hoặc 5mm). Theo một hoặc nhiều phương án cụ thể, nền 110 có thể có bề dày không gian bằng 2mm hoặc nhỏ hơn hoặc nhỏ hơn 1mm. Nền 110 có thể được đánh bóng bằng axit hoặc theo cách khác, được xử lý để loại bỏ hoặc làm giảm sự tác động của các khuyết tật bề mặt.

Lớp phủ chống phản chiếu

Như được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.1, lớp phủ chống phản chiếu 130 có thể bao gồm nhiều lớp, sao cho một hoặc nhiều lớp có thể được bố trí ở trên mặt đối diện của nền 110 từ lớp phủ chống phản chiếu 130 (tức là, trên bề mặt chính 114)(được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.1).

Bề dày không gian của lớp phủ chống phản chiếu 130 được bố trí ở trên bề mặt chính 114 có thể nằm trong khoảng từ 0,1 μ m đến khoảng 5 μ m. Trong một số trường hợp, bề dày không gian của lớp phủ chống phản chiếu 140 được bố trí ở trên bề mặt chính 114 có thể nằm trong khoảng từ 0,01 μ m đến khoảng 0,9 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,8 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,7 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,6 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,5 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,4 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,3 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,2 μ m, từ 0,01 μ m đến khoảng 0,1 μ m, từ 0,02 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,03 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,04 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,05 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,06 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,07 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,08 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,09 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,2 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,3 μ m đến khoảng 5 μ m, từ 0,4 μ m đến khoảng 3 μ m, từ 0,5 μ m đến khoảng 3 μ m, từ 0,6 μ m đến khoảng 2 μ m, từ 0,7 μ m đến khoảng 1 μ m, từ 0,8 μ m đến khoảng 1 μ m, hoặc từ 0,9 μ m đến khoảng 1 μ m, và tất cả các khoảng và khoảng phụ nằm giữa các khoảng nêu trên.

Các phương án minh họa về vật phẩm mô tả ở đây được cung cấp trong các bảng 1-2.

Bảng 1: Vật phẩm minh họa bao gồm lớp phủ quang học 12 lớp.

Lớp	Vật liệu	Ví dụ A		Ví dụ B		Ví dụ C	
		Chỉ số khúc xạ	Bề dày không	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không

			gian (nm)		gian (nm)		gian (nm)
Môi trường	Không khí	1		1		1	
12	SiO ₂	1,46929	91,46	1,46929	83,02	1,43105	79,41
11	AlO _x N _y	1,97879	154,26	1,97879	152,94	1,97879	159,84
10	SiO ₂	1,46929	21,74	1,46929	27,14	1,43105	26,53
9	AlO _x N _y	1,97879	51,85	1,97879	49,8	1,97879	51,67
8	SiO ₂	1,46929	14,03	1,46929	17,12	1,43105	15,47
7	AlO _x N _y	1,97879	2000	1,97879	2000	1,97879	2000
6	SiO ₂	1,46929	8,51	1,46929	8,51	1,43105	8,13
5	AlO _x N _y	1,97879	43,16	1,97879	43,16	1,97879	45,34
4	SiO ₂	1,46929	28,82	1,46929	28,82	1,43105	27,69
3	AlO _x N _y	1,97879	25,49	1,97879	25,49	1,97879	28,38
2	SiO ₂	1,46929	49,24	1,46929	49,24	1,43105	45,85
1	AlO _x N _y	1,97879	8,49	1,97879	8,49	1,97879	10,14
Nền	Thủy tinh	1,50542		1,50542		1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ quang học			2497,06		2493,73		2498,44
		Ví dụ D		Ví dụ E		Ví dụ F	
Lớp	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)
Môi trường	Không khí	1		1		1	
12	SiO ₂	1,48114	95,18	1,48114	86,3	1,48114	81,55
11	AlO _x N _y	2,00605	154,99	2,00605	149,05	2,00605	150,12
10	SiO ₂	1,48114	23,23	1,48114	25,06	1,48114	27,61
9	AlO _x N _y	2,00605	50,7	2,00605	48,53	2,00605	47,69
8	SiO ₂	1,48114	14,82	1,48114	16	1,48114	17,43

7	AlO _x N _y	2,00605	2000	2,00605	2000	2,00605	2000
6	SiO ₂	1,48114	8,7	1,48114	8,7	1,48114	8,7
5	AlO _x N _y	2,00605	43,17	2,00605	43,17	2,00605	43,17
4	SiO ₂	1,48114	29,77	1,48114	29,77	1,48114	29,77
3	AlO _x N _y	2,00605	24,96	2,00605	24,96	2,00605	24,96
2	SiO ₂	1,48114	52,22	1,48114	52,22	1,48114	52,22
1	AlO _x N _y	2,00605	8,01	2,00605	8,01	2,00605	8,01
Nền	Thủy tinh	1,50542		1,50542		1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ quang học			2505,75		2491,77		2491,23

		Ví dụ G		Ví dụ H		Ví dụ I	
Lớp	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)
Môi trường	Không khí	1		1		1	
12	SiO ₂	1,48962	82,74	1,46929	85,06	1,49675	84,37
11	AlO _x N _y	2,07891	144,97	1,97879	150,86	2,06723	144,46
10	SiO ₂	1,48962	26,43	1,46929	26,54	1,49675	25,92
9	AlO _x N _y	2,07891	46,45	1,97879	48,63	2,06723	46,59
8	SiO ₂	1,48962	17,08	1,46929	16,86	1,49675	16,56
7	AlO _x N _y	2,07891	2000	1,97879	2000	2,06723	2000
6	SiO ₂	1,48962	8,73	1,46929	8,56	1,49675	8,72
5	AlO _x N _y	2,07891	41,35	1,97879	44,1	2,06723	41,51
4	SiO ₂	1,48962	29,94	1,46929	29,35	1,49675	30,05
3	AlO _x N _y	2,07891	23,5	1,97879	25,95	2,06723	23,42
2	SiO ₂	1,48962	52,68	1,46929	50,28	1,49675	53,7
1	AlO _x N _y	2,07891	7,36	1,97879	8,55	2,06723	7,21
Nền	Thủy	1,511		1,50542		1,50542	

	tinh						
Tổng độ dày lớp phủ quang học			2481,22		2494,75		2482,51

Bảng 2: Vật phẩm bao gồm lớp phủ quang học 16 lớp.

		Ví dụ J		Ví dụ K		Ví dụ L	
Lớp	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)
Môi trường	Không khí	1		1		1	
16	SiO ₂	1,46929	91,07	1,46929	91,28	1,47079	88,31
15	AlO _x N _y	1,97879	163,1	1,97879	163,28	1,95183	157,24
14	SiO ₂	1,46929	9,33	1,46929	9,01	1,47079	7,14
13	AlO _x N _y	1,97879	96,4	1,97879	97,14	1,95183	108,17
12	SiO ₂	1,46929	24,03	1,46929	23,95	1,47079	27,86
11	AlO _x N _y	1,97879	41,3	1,97879	41,26	1,95183	31,47
10	SiO ₂	1,46929	47,23	1,46929	46,9	1,47079	63,22
9	AlO _x N _y	1,97879	38,69	1,97879	38,64	1,95183	30,41
8	SiO ₂	1,46929	20,25	1,46929	20,35	1,47079	27,81
7	AlO _x N _y	1,97879	2000	1,97879	2000	1,95183	2000
6	SiO ₂	1,46929	8,56	1,46929	8,56	1,47079	8,39
5	AlO _x N _y	1,97879	44,1	1,97879	44,1	1,95183	45,24
4	SiO ₂	1,46929	29,35	1,46929	29,35	1,47079	28,73
3	AlO _x N _y	1,97879	25,95	1,97879	25,95	1,95183	27,21
2	SiO ₂	1,46929	50,28	1,46929	50,28	1,47079	48,4
1	AlO _x N _y	1,97879	8,55	1,97879	8,55	1,95183	9,21
Nền	Thủy tinh	1,50542		1,50542		1,50996	
Tổng độ dày lớp phủ quang học			2698,2		2698,6		2708,79

		Ví dụ M		Ví dụ N		Ví dụ O	
Lớp	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)
Môi trường	Không khí	1		1		1	
16	SiO ₂	1,47079	92,73	1,47503	93,15	1,48114	88,58
15	AlO _x N _y	1,95183	156,68	1,98174	162,83	2,00605	158,86
14	SiO ₂	1,47079	7,3	1,47503	15,52	1,48114	10,2
13	AlO _x N _y	1,95183	102,39	1,98174	74,88	2,00605	95,49
12	SiO ₂	1,47079	27,78	1,47503	16,04	1,48114	20,08
11	AlO _x N _y	1,95183	30,01	1,98174	60,83	2,00605	44,79
10	SiO ₂	1,47079	64,5	1,47503	23,28	1,48114	41,36
9	AlO _x N _y	1,95183	27,42	1,98174	49,82	2,00605	40,02
8	SiO ₂	1,47079	29,06	1,47503	12,2	1,48114	19,18
7	AlO _x N _y	1,95183	2000	1,98174	2000	2,00353	2000
6	SiO ₂	1,47079	8,39	1,47503	8,3	1,48114	8,79
5	AlO _x N _y	1,95183	45,24	1,98174	46,8	2,00605	42,85
4	SiO ₂	1,47079	28,73	1,47503	29,1	1,48114	29,89
3	AlO _x N _y	1,95183	27,21	1,98174	27,4	2,00605	24,91
2	SiO ₂	1,47079	48,4	1,47503	51,3	1,48114	52,29
1	AlO _x N _y	1,95183	9,21	1,98174	9,4	2,00605	8
Nền	Thủy tinh	1,50996		1,511		1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ quang học			2705,05		2680,86		2685,29

		Ví dụ P		Ví dụ Q		Ví dụ R	
Lớp	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)
Môi trường	Không khí	1		1		1	
16	SiO ₂	1,46774	89,81	1,47172	92,97	1,4952	89,3
15	AlO _x N _y	2,04423	148,85	2,05892	149,36	2,08734	150,63
14	SiO ₂	1,46774	27,95	1,47172	25,6	1,4952	9,14
13	AlO _x N _y	2,04423	53,42	2,05892	52,83	2,08734	98,24
12	SiO ₂	1,46774	39,06	1,47172	38,26	1,4952	19,24
11	AlO _x N _y	2,04423	40,17	2,05892	39,2	2,08734	40,7
10	SiO ₂	1,46774	54,76	1,47172	51,09	1,4952	39,66
9	AlO _x N _y	2,04423	35,8	2,05892	36,17	2,08734	37,3
8	SiO ₂	1,46774	26,97	1,47172	24,75	1,4952	17,82
7	AlO _x N _y	2,04423	2000	2,05892	2000	2,08734	2000
6	SiO ₂	1,46774	8,51	1,47172	8,51	1,4952	8,72
5	AlO _x N _y	2,04423	42,25	2,05892	42,25	2,08734	41,04
4	SiO ₂	1,46774	29,16	1,47172	29,16	1,4952	29,92
3	AlO _x N _y	2,04423	24,84	2,05892	24,84	2,08734	23,26
2	SiO ₂	1,46774	50,45	1,47172	50,45	1,4952	53,63
1	AlO _x N _y	2,04423	8,19	2,05892	8,19	2,08734	7,22
Nền	Thủy tinh	1,50996		1,50996		1,50996	
Tổng độ dày lớp phủ quang học			2680,2		2673,64		2665,82

		Ví dụ S	
Lớp	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)
Môi trường	Không khí	1	
16	SiO ₂	1,4952	92,38
15	AlO _x N _y	2,08734	150,06
14	SiO ₂	1,4952	10,05
13	AlO _x N _y	2,08734	96,93
12	SiO ₂	1,4952	18,89
11	AlO _x N _y	2,08734	41,87
10	SiO ₂	1,4952	40,14
9	AlO _x N _y	2,08734	37,64
8	SiO ₂	1,4952	17,38
7	AlO _x N _y	2,08734	2000
6	SiO ₂	1,4952	8,72
5	AlO _x N _y	2,08734	41,04
4	SiO ₂	1,4952	29,92
3	AlO _x N _y	2,08734	23,26
2	SiO ₂	1,4952	53,63
1	AlO _x N _y	2,08734	7,22
Nền	Thủy tinh	1,50996	
Tổng độ dày			2669,12

Như được thể hiện trong các bảng 1 và 2, bề dày không gian của các lớp của màng quang học có thể thay đổi, với lớp chống xước (lớp 6) có độ dày lớn nhất. Khoảng bề dày không gian của các lớp có thể được thể hiện như trong các bảng 3-4. Trong cả hai thiết kế 16 lớp và 12 lớp ở trên, lớp 7 có bề dày không gian lớn nhất và truyền độ cứng và độ bền chống xước đáng kể cho lớp phủ quang học và vật phẩm. Cần hiểu rằng, một lớp khác có thể được tạo ra để có bề dày không gian lớn nhất. Tuy nhiên, trong các thiết kế cụ thể này, các lớp tương hợp trở kháng ở trên và dưới lớp dày nhất (trong trường hợp này, lớp 7) có nghĩa là, có một khoảng tự do thiết kế quang học lớn để điều chỉnh độ dày của lớp dày nhất, như được thể hiện trong các bảng 3-4 dưới đây.

Bảng 3: Khoảng độ dày lớp của lớp phủ quang học 12 lớp minh họa.

Lớp	Tối thiểu	Tối đa
12	60	120
11	120	180
10	20	30
9	40	55
8	10	20
7	150	5000
6	5	15
5	35	50
4	25	35
3	20	30
2	40	60
1	5	12

Bảng 4: Khoảng độ dày lớp của lớp phủ quang học 16 lớp minh họa.

Lớp	Tối thiểu	Tối đa
16	60	120
15	120	180

14	5	35
13	40	110
12	10	45
11	25	70
10	20	70
9	20	60
8	5	40
7	150	5000
6	5	15
5	30	50
4	20	40
3	20	40
2	30	60
1	5	15

Khía cạnh thứ hai của sáng chế này đề cập đến phương pháp tạo ra vật phẩm mô tả ở đây. Theo một phương án, phương pháp bao gồm bước tạo ra nền có bề mặt chính trong khoang phủ, tạo ra khoảng chân không trong khoang phủ, tạo ra lớp phủ quang học bên như được mô tả ở đây trên bề mặt chính, tùy ý tạo ra lớp phủ bổ sung bao gồm ít nhất một trong số các lớp phủ để làm sạch và lớp phủ chống xước, trên lớp phủ quang học và di chuyển nền ra khỏi khoang phủ. Theo một hoặc nhiều phương án, lớp phủ quang học và lớp phủ bổ sung được tạo ra trong cùng khoang phủ hoặc không phá vỡ khoảng chân không trong các khoang phủ riêng biệt.

Theo một hoặc nhiều phương án, phương pháp có thể bao gồm bước đặt nền lên các vật mang mà sau đó được sử dụng để di chuyển nền vào và ra khỏi các khoang phủ khác nhau, trong điều kiện chặn tải, sao cho khoảng chân không được bảo toàn khi nền được di chuyển.

Lớp phủ quang học 120 và/hoặc lớp phủ bổ sung 140 có thể được tạo ra sử dụng các phương pháp kết tủa khác nhau như kỹ thuật kết tủa chân không, chẳng hạn, hóa kết tủa từ pha hơi (ví dụ, hóa kết tủa từ pha hơi tăng cường plasma (PECVD)), hóa

kết tủa từ pha hơi tại áp suất thấp, hóa kết tủa từ pha hơi tại áp suất khí quyển và hóa kết tủa từ pha hơi tại áp suất khí quyển tăng cường plasma), kết tủa pha hơi vật lý (ví dụ, phún xạ phản ứng hoặc không phản ứng hoặc ăn mòn laser), sự bay hơi nhiệt hoặc bằng chùm tia điện tử và/hoặc kết tủa lớp nguyên tử. Các phương pháp dựa vào chất lỏng cũng có thể được sử dụng như phủ phun, nhúng, quay hoặc phủ khe (chẳng hạn, sử dụng vật liệu sol-gel). Trường hợp kỹ thuật kết tủa chân không được sử dụng, các quy trình tuyến tính có thể được sử dụng để tạo ra lớp phủ quang học 120 và/hoặc lớp phủ bổ sung 140 trong một thao tác kết tủa. Trong một số trường hợp, kỹ thuật kết tủa chân không có thể được tiến hành nhờ nguồn PECVD tuyến tính.

Theo một số phương án, phương pháp có thể bao gồm bước kiểm soát độ dày của lớp phủ quang học 120 và/hoặc lớp phủ bổ sung 140, sao cho độ dày này không thay đổi nhiều hơn khoảng 4% dọc theo ít nhất khoảng 80% diện tích của bề mặt chống phản chiếu 122 hoặc từ độ dày đích của mỗi một lớp tại điểm bất kỳ dọc theo diện tích nền. Theo một số phương án, độ dày của lớp phủ quang học 120 và/hoặc lớp phủ bổ sung 140 sao cho độ dày này không thay đổi nhiều hơn khoảng 4% dọc theo ít nhất khoảng 95% diện tích của bề mặt chống phản chiếu 122.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các phương án khác nhau sẽ được làm sáng tỏ hơn nữa thông qua các ví dụ sau. Trong các ví dụ, cần lưu ý rằng, AlOxNy và SiuAlvOxNy được phát hiện là cơ bản có thể thay đổi cho nhau được làm vật liệu có chỉ số cao trong các ví dụ mô phỏng, chỉ duy nhất các hiệu chỉnh xử lý rất nhỏ cần thiết để tái tạo các giá trị phân tán chỉ số khúc xạ đích và các thiết kế độ dày lớp được cung cấp, những yếu tố này là rõ ràng đối với người có kỹ năng trung bình trong lĩnh vực.

Ví dụ 1

Ví dụ 1 bao gồm lớp phủ quang học 12 lớp 300, bao gồm các lớp 305, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390 và 400 được bố trí liên tiếp lên trên nhau, và được bố trí ở trên nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền 201 có thành phần danh nghĩa khoảng 58mol% SiO₂, 16,5mol% Al₂O₃, 17mol% Na₂O, 3mol% MgO, và khoảng 6,5mol% P₂O₅. Lớp phủ quang học 300 cũng bao gồm lớp chống xước 345 (bao gồm lớp phụ 345A-345I) được bố trí ở bên trong các lớp của lớp phủ chống phản chiếu.

Cấu trúc của vật phẩm được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.8 (các độ dày thể hiện ở hình vẽ trên Fig.8 là không chính xác và dự định chỉ để minh họa) và độ dày tương đối của các lớp được thể hiện trong bảng 5.

Cả hai lớp SiO_2 và $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ đều được tạo ra bằng kỹ thuật phún xạ phản ứng trong công cụ kết tủa phún xạ của AJA-Industries sản xuất. SiO_2 được kết tủa bằng kỹ thuật phún xạ phản ứng DC từ đích Si với sự trợ giúp của ion; vật liệu $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ được kết tủa bằng kỹ thuật phún xạ phản ứng DC kết hợp với kỹ thuật phún xạ DC xếp chồng RF với sự trợ giúp của ion. Các đích đó là Silic đường kính 3” và Al đường kính 3”. Các khí phản ứng là nitơ và oxy, và khí “hoạt động” (hoặc khí trơ) là Argon. Nguồn được áp dụng lên Silic có tần số vô tuyến (RF) tại 13,56 Mhz. Nguồn được áp dụng lên nhôm là DC.

Các điều kiện xử lý phún xạ mà cấu trúc của lớp phủ chống phản chiếu được tạo ra trong các điều kiện này được thể hiện trong bảng 6.

Các lớp 340 và 345A-I của phân khoảng 3 bao gồm một lớp có thành phần cơ bản đồng nhất (lớp 340) và nhiều lớp, khi so sánh với lớp khác, có gradient chỉ số khúc xạ (các lớp 345A-345I) được tạo ra bằng việc thay đổi thành phần của nhiều lớp từ một lớp này sang một lớp tiếp giáp khác, do đó chỉ số khúc xạ gia tăng theo từng bước hoặc gia tăng đơn điệu từ 2,015 sang 2,079 sang 2,015, như được thể hiện trong bảng 5. Chỉ số khúc xạ của các lớp 345B-D và 345F-H không được đo, nhưng được lượng tính dựa vào các phương pháp đã biết trong lĩnh vực. Vật phẩm được sản xuất theo ví dụ 1 thể hiện độ bền chống mài mòn được cải thiện nhiều so với độ bền chống mài mòn và độ bền chống xước của nền thủy tinh trần không phủ so sánh cùng với độ phản xạ thấp hơn 1% trên một phần của trạng thái bước sóng quang học.

Bảng 5: Cấu trúc theo ví dụ 1.

Lớp	Các phân khoảng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ @ 550nm	Bề dày không gian đích
Môi trường xung quanh		Không khí	1	
Lớp phủ quang	1	SiO_2 (305)	1,483	87,84nm

học		Si _u Al _v O _x N _y (310)	2,015	147,92nm
	2	SiO ₂ (320)	1,483	20,32nm
		Si _u Al _v O _x N _y (330)	2,015	49,63nm
	3	SiO ₂ (340)	1,483	11,86nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345A)	2,015	84,11nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345B)	2,031*	88,54 m
		Si _u Al _v O _x N _y (345C)	2,047*	92,98nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345D)	2,063*	97,41nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345E)	2,079	1219,51nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345F)	2,063*	97,41nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345G)	2,047*	92,98nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345H)	2,031*	88,54nm
		Si _u Al _v O _x N _y (345I)	2,015	84,11nm
	4	SiO ₂ (350)	1,483	8,38nm
		Si _u Al _v O _x N _y (360)	2,015	45,98nm
	5	SiO ₂ (370)	1,483	33,21nm
		Si _u Al _v O _x N _y (380)	2,015	24,96nm
	6	SiO ₂ (390)	1,483	60,1nm
		Si _u Al _v O _x N _y (392)	2,015	8,78nm
Nền		Thủy tinh AS (500)	1,51005	
		Tổng độ dày lớp phủ		2444,64nm

Bảng 6: Các điều kiện xử lý phun xạ phản ứng DC/RF trong ví dụ 1.

(Các) lớp	Dòng Ar (sccm)	Dòng N ₂ (sccm)	Dòng O ₂ (sccm)	Al Wrf	Al Wdc	Si Wrf	P (torr)
305, 320, 340, 350, 370, 390	30	30	3,3	75	50	500	4

310, 330, 360, 780, 392	30	30	0,5	200	300	500	4
345A, 345I	30	30	0,5	200	300	500	4
345B, 345H	30	30	0,5	200	300	500	3,5
345C, 345G	30	30	0,5	200	300	500	3
345D, 345F	30	30	0,5	200	300	500	2,5
345E	30	30	0,5	200	300	500	2

Các ví dụ mô phỏng 2-3 và ví dụ mô phỏng so sánh 4

Các ví dụ mô phỏng 2-3 sử dụng mô phỏng mẫu để chứng minh phổ phản xạ của các vật phẩm mà bao gồm các phương án về lớp phủ quang học, như được mô tả ở đây. Trong các ví dụ mô phỏng 2-5, lớp phủ quang học bao gồm các lớp $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ và SiO_2 , và nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền có thành phần danh nghĩa khoảng 58mol% SiO_2 , 17mol% Al_2O_3 , 17mol% Na_2O , 3mol% MgO , 0,1mol% SnO , và 6,5mol% P_2O_5 .

Để xác định các đường cong phân tán chỉ số khúc xạ của vật liệu phủ, các lớp của mỗi một vật liệu phủ được hình thành ở trên các lát silic bằng kỹ thuật phún xạ DC, RF hoặc RF chồng DC từ đích silic, nhôm, silic và nhôm kết hợp hoặc đồng phún xạ hoặc magie florua (tương ứng) ở nhiệt độ khoảng 50°C sử dụng sự trợ giúp của ion. Lát được gia nhiệt tới 200°C trong khi kết tủa một số lớp và các đích có đường kính 3 inso được sử dụng. Các khí phản ứng được sử dụng bao gồm nitơ, flo và oxy; argon được sử dụng làm khí trơ. Nguồn RF được cung cấp cho đích silic tại 13,56 Mhz và nguồn DC được cung cấp cho đích Si, đích Al và các đích khác.

Các chỉ số khúc xạ (ở dạng hàm của bước sóng) của mỗi một trong số các lớp tạo ra và nền thủy tinh được đo sử dụng phép đo elip quang phổ. Các chỉ số khúc xạ đo theo cách như vậy sau đó được sử dụng để tính toán phổ phản xạ của các ví dụ mô phỏng 2-5. Các ví dụ mô phỏng sử dụng giá trị chỉ số khúc xạ duy nhất trong các bảng mô tả của các ví dụ này cho tiện lợi, chỉ số này tương ứng với điểm được lựa chọn từ các đường cong phân tán tại bước sóng khoảng 550nm.

Ví dụ mô phỏng 2 bao gồm lớp phủ quang học 12 lớp với các lớp được bố trí liên tiếp lên trên nhau, được bố trí ở trên nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền 200, như được thể hiện trong bảng 7.

Bảng 7: Cấu trúc trong ví dụ mô phỏng 2.

Lớp	Các phân khoảng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ @ 550nm	Bề dày không gian tạo mẫu
Môi trường xung quanh		Không khí	1	
lớp phủ phản chiếu quang học	1	SiO ₂ -a	1,4826	87nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	149nm
	2	SiO ₂ -a	1,4826	20nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	50nm
		SiO ₂ -a	1,4826	12nm
	Lớp chống xước	Si _u Al _v O _x N _y	2,015	505nm (nhưng có thể thay đổi nằm trong khoảng từ 100nm đến khoảng 5000nm)
	3	SiO ₂ -a	1,4826	9nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	48nm
	4	SiO ₂ -a	1,4826	33nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	25nm
	5	SiO ₂ -a	1,4826	60nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	8nm
Nền		Thủy tinh AS	1,51005	

Độ phản xạ của một mặt của vật phẩm trong ví dụ mô phỏng 2 được tính toán tại các góc chiếu sáng tới quan sát khác nhau hoặc góc chiếu sáng (“AOI”) và phổ phản xạ tạo ra được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.9. Màu phản xạ, dựa vào dụng cụ quan trắc 10° dưới nguồn sáng D65 và nguồn sáng F2 cũng được đo và các giá trị a^* và b^* được vẽ đồ thị tại góc chiếu sáng tới hoặc AOI thay đổi từ 0 độ đến khoảng 60 độ từ góc tới vuông góc theo các trị số gia tăng đều đặn. Đồ thị biểu thị màu phản xạ được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.10.

Ví dụ mô phỏng 3 bao gồm lớp phủ quang học 10 lớp với các lớp được bố trí liên tiếp lên trên nhau, được bố trí ở trên nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền 200. Độ dày tương đối của các lớp được thể hiện trong bảng 8.

Bảng 18: Cấu trúc trong ví dụ mô phỏng 3.

Lớp	Các phân khoảng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ @ 550nm	Bề dày không gian tạo mẫu
Môi trường xung quanh		Không khí	1	
Lớp phủ quang học	1	SiO ₂ -a	1,4826	79nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	170nm
		SiO ₂ -a	1,4826	12nm
	Lớp chống xước	Si _u Al _v O _x N _y	2,015	350nm (nhưng có thể thay đổi nằm trong khoảng từ 100nm đến khoảng 2000nm)
	2	SiO ₂ -a	1,4826	6nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	69nm
	3	SiO ₂ -a	1,4826	18nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	20nm
	4	SiO ₂ -a	1,4826	23nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2,015	15nm
Nền		Thủy tinh AS	1,51005	

Độ phản xạ của một mặt của vật phẩm trong ví dụ mô phỏng 3 được tính toán tại góc chiếu sáng tới quan sát khác nhau hoặc góc chiếu sáng (“AOI”) và phổ phản xạ tạo ra được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.11. Màu phản xạ, dựa vào dụng cụ quan trắc 10° dưới nguồn sáng D65 và nguồn sáng F2 cũng được đo và các giá trị a^* và b^* được vẽ đồ thị tại góc chiếu sáng tới hoặc AOI thay đổi từ 0 độ đến khoảng 60 độ từ góc tới vuông góc theo các trị số gia tăng đều đặn. Đồ thị thể hiện màu phản xạ được thể hiện ở hình vẽ trên Fig.12.

Hiệu suất quang của các ví dụ mô phỏng 3 được so sánh với ví dụ mô phỏng so sánh 4, ví dụ này bao gồm lớp phủ chống phản chiếu 6 lớp của các lớp Nb_2O_5 và SiO_2 xen kẽ nhau và lớp phủ kỵ nước được bố trí ở trên lớp phủ chống phản chiếu. Để tạo ra ví dụ mô phỏng so sánh 4, kỹ thuật kết tủa bằng chùm tia điện tử có sự hỗ trợ của ion được sử dụng để kết tủa lớp đơn Nb_2O_5 lên lát silic và lớp đơn SiO_2 lên lát silic. Chỉ số khúc xạ ở dạng hàm của bước sóng của các lớp này được đo sử dụng phép đo elip quang phổ. Sau đó, chỉ số khúc xạ đo được được sử dụng trong ví dụ mô phỏng so sánh 4. Hiệu suất quang đánh giá bao gồm độ phản xạ trung bình trên khoảng bước sóng từ 450nm đến khoảng 650nm và độ dịch chuyển màu (với việc tham chiếu đến các tọa độ a^* và b^* (-1, -1), sử dụng phương trình $\sqrt{((a^*_{\text{ví dụ}} - (-1))^2 + (b^*_{\text{ví dụ}} - (-1))^2)}$) khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 độ đến khoảng 60 độ từ góc tới vuông góc dưới các nguồn sáng F02 và D65. Bảng 9 thể hiện độ phản xạ trung bình và độ dịch chuyển màu lớn nhất của ví dụ mô phỏng 3, và ví dụ mô phỏng so sánh 4.

Bảng 9: Độ phản xạ trung bình và độ dịch chuyển màu của ví dụ mô phỏng 3 và ví dụ mô phỏng so sánh 4.

Ví dụ	Độ phản xạ trung bình 450-650nm (%)	Độ dịch chuyển màu quy chiếu theo (a^*, b^*) = (-1, -1)
Ví dụ mô phỏng 3, $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_x\text{N}_y$ 10 lớp hoặc $\text{AlO}_x\text{N}_y / \text{SiO}_2$	1,5	1,5

Ví dụ mô phỏng so sánh lớp phủ kỹ nước Nb ₂ O ₅ / SiO ₂ 4, 6 lớp	0,3	7,9
---	-----	-----

Như được thể hiện trong bảng 12, trong khi ví dụ mô phỏng so sánh 4 thể hiện độ phản xạ trung bình thấp hơn, nó cũng thể hiện độ dịch chuyển màu lớn hơn. Ví dụ mô phỏng 3 thể hiện độ dịch chuyển màu ít đáng kể, mặc dù độ phản xạ được gia tăng một chút. Dựa vào việc tạo ra và thử nghiệm các lớp phủ giống nhau bằng vật liệu giống nhau, có thể thấy rằng, ví dụ mô phỏng 3 có độ bền chống xước và độ bền chống mài mòn cao hơn so với ví dụ mô phỏng so sánh 4.

Ví dụ 5

Ví dụ 5 bao gồm nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền có thành phần danh nghĩa khoảng 58mol% SiO₂, 17mol% Al₂O₃, 17mol% Na₂O, 3mol% MgO, 0,1mol% SnO, và 6,5mol% P₂O₅ và lớp phủ quang học 16 lớp bao gồm lớp chống xước 2 micromet, như được thể hiện trong bảng 10.

Bảng 10: Cấu trúc theo ví dụ 5.

Lớp phủ/Lớp	Các phân khoảng, nếu có thể áp dụng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ (@550nm)	Bề dày không gian (nm)
Môi trường xung quanh		Không khí		
Lớp phủ quang học	1	SiO ₂	1,47503	92,6
		AlO _x N _y	1,98174	163,8
	2	SiO ₂	1,47503	15,7
		AlO _x N _y	1,98174	72,3
	3	SiO ₂	1,47503	16,5
		AlO _x N _y	1,98174	62,9
	4	SiO ₂	1,47503	22,5
		AlO _x N _y	1,98174	53,2

		SiO ₂	1,47503	12,5
	Lớp chống xước	AlO _x N _y	1,98174	2000
	5	SiO ₂	1,47503	8,3
		AlO _x N _y	1,98174	46,8
	6	SiO ₂	1,47503	29,1
		AlO _x N _y	1,98174	27,4
	7	SiO ₂	1,47503	51,3
		AlO _x N _y	1,98174	9,4
		Thủy tinh AS	1,51005	
Tổng độ dày lớp phủ				2684,3

Ví dụ 5 thể hiện độ phản xạ chói trung bình một mặt (tức là, được đo từ bề mặt chống phản chiếu 122) theo trạng thái bước sóng quang học dưới nguồn chiếu sáng D65 ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt tương ứng là 0,71%, 0,76%, 1,43%, và 4,83%. Ví dụ 5 thể hiện độ chói trung bình độ truyền một mặt (tức là, được đo khắp toàn bộ bề mặt chống phản chiếu 122) theo trạng thái bước sóng quang học dưới nguồn chiếu sáng D65 ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt tương ứng là 99,26%, 99,21%, 98,54%, và 95,14%.

Ví dụ 5 thể hiện độ phản xạ chói trung bình tổng cộng (tức là, được đo từ bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt chính đối diện 114) theo trạng thái bước sóng quang học dưới nguồn chiếu sáng D65 ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt tương ứng là 4,80%, 4,99%, 6,36%, và 12,64%. Ví dụ 5 thể hiện độ truyền chói trung bình tổng cộng (tức là, được đo khắp toàn bộ bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt chính đối diện 114) theo trạng thái bước sóng quang học dưới nguồn chiếu sáng D65 ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt tương ứng là 95,18%, 94,99%, 93,61%, và 87,33%.

Tọa độ màu của độ phản xạ và màu truyền của một bề mặt (tức là, bề mặt chống phản chiếu 122) và hai bề mặt (tức là, bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt chính 114, của hình vẽ trên Fig.1) của ví dụ 5, theo các góc chiếu sáng tới hoặc AOI nằm

trong khoảng từ 0 độ đến 60 độ và dưới các nguồn sáng D65 và F2 được thể hiện trong các bảng từ 11A đến 11D. Tọa độ màu một bề mặt được đo bằng cách khử bỏ độ truyền hoặc độ phản xạ ra khỏi bề mặt chính 114, như đã biết trong lĩnh vực. Độ dịch chuyển màu được tính toán sử dụng phương trình sau: $\sqrt{((a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2)}$, với a^*_1 , và b^*_1 biểu diễn các tọa độ a^* và b^* của vật phẩm khi được quan sát ở góc tới vuông góc (tức là, AOI = 0) và a^*_2 , và b^*_2 biểu diễn các tọa độ a^* và b^* của vật phẩm khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới khác hoặc tính từ góc tới vuông góc (tức là, AOI = 1-60).

Bảng 11A: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền qua một mặt (Y , L^* , a^* và b^*) sử dụng nguồn sáng D65 trong ví dụ 5.

Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L^*	a^*	b^*	AOI	Y	L^*	a^*	b^*
0	0,7069	6,3854	-2,2225	-1,0799	0	99,2661	99,7155	0,0176	0,246
1	0,7068	6,3845	-2,2203	-1,0789	1	99,2662	99,7156	0,0175	0,2459
2	0,7065	6,382	-2,2135	-1,0756	2	99,2664	99,7157	0,0172	0,2458
3	0,7061	6,3779	-2,2023	-1,0702	3	99,2669	99,7158	0,0167	0,2456
4	0,7055	6,3723	-2,1865	-1,0628	4	99,2675	99,7161	0,016	0,2453
5	0,7047	6,3652	-2,1662	-1,0533	5	99,2683	99,7164	0,0151	0,245
6	0,7037	6,3569	-2,1415	-1,0419	6	99,2692	99,7167	0,014	0,2446
7	0,7027	6,3475	-2,1123	-1,0286	7	99,2702	99,7171	0,0127	0,2441
8	0,7016	6,3372	-2,0788	-1,0136	8	99,2713	99,7176	0,0113	0,2436
9	0,7004	6,3264	-2,0408	-0,9969	9	99,2725	99,718	0,0096	0,243
10	0,6991	6,3152	-1,9986	-0,9787	10	99,2737	99,7185	0,0077	0,2423
11	0,6979	6,3041	-1,9522	-0,9591	11	99,2749	99,719	0,0057	0,2416
12	0,6967	6,2934	-1,9016	-0,9382	12	99,2761	99,7194	0,0034	0,2409
13	0,6956	6,2835	-1,8471	-0,9162	13	99,2772	99,7198	0,001	0,2401
14	0,6947	6,2749	-1,7887	-0,8932	14	99,2781	99,7202	-0,0016	0,2393
15	0,6939	6,2681	-1,7267	-0,8694	15	99,2788	99,7205	-0,0043	0,2385
16	0,6934	6,2636	-1,6611	-0,8449	16	99,2793	99,7207	-0,0072	0,2377
17	0,6932	6,262	-1,5923	-0,8199	17	99,2794	99,7207	-0,0103	0,2368
18	0,6935	6,2641	-1,5205	-0,7945	18	99,2792	99,7206	-0,0135	0,236
19	0,6942	6,2705	-1,4458	-0,7688	19	99,2784	99,7203	-0,0168	0,2351
20	0,6955	6,2819	-1,3687	-0,7431	20	99,2771	99,7198	-0,0202	0,2343
21	0,6974	6,2993	-1,2894	-0,7174	21	99,2752	99,7191	-0,0237	0,2335
22	0,7001	6,3236	-1,2084	-0,6919	22	99,2724	99,718	-0,0273	0,2326

23	0,7036	6,3557	-1,1258	-0,6665	23	99,2688	99,7166	-0,031	0,2319
24	0,7082	6,3967	-1,0423	-0,6414	24	99,2643	99,7148	-0,0347	0,2311
25	0,7138	6,4477	-0,9582	-0,6164	25	99,2586	99,7126	-0,0385	0,2303
26	0,7207	6,5102	-0,8741	-0,5915	26	99,2516	99,7099	-0,0422	0,2296

Bảng 11A (tiếp tục)									
Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
27	0,729	6,5854	-0,7904	-0,5664	27	99,2432	99,7066	-0,0459	0,2289
28	0,739	6,675	-0,7077	-0,5409	28	99,2333	99,7028	-0,0496	0,2281
29	0,7506	6,7805	-0,6266	-0,5147	29	99,2215	99,6982	-0,0533	0,2274
30	0,7643	6,9039	-0,5476	-0,4874	30	99,2078	99,6929	-0,0568	0,2266
31	0,7802	7,0472	-0,4712	-0,4586	31	99,1919	99,6867	-0,0602	0,2257
32	0,7985	7,2125	-0,398	-0,4279	32	99,1736	99,6796	-0,0635	0,2248
33	0,8195	7,4024	-0,3283	-0,395	33	99,1525	99,6714	-0,0667	0,2238
34	0,8435	7,6196	-0,2625	-0,3596	34	99,1284	99,662	-0,0697	0,2227
35	0,8709	7,8669	-0,2007	-0,3214	35	99,101	99,6513	-0,0725	0,2214
36	0,902	8,1468	-0,1414	-0,2752	36	99,0698	99,6392	-0,0752	0,2201
37	0,9372	8,4567	-0,0861	-0,2264	37	99,0346	99,6255	-0,0776	0,2186
38	0,9769	8,7973	-0,0372	-0,1764	38	98,9948	99,61	-0,0799	0,217
39	1,0216	9,1699	0,0056	-0,1256	39	98,9501	99,5926	-0,0821	0,2153
40	1,0718	9,5758	0,0426	-0,0743	40	98,8998	99,573	-0,0841	0,2134
41	1,1281	10,0162	0,0743	-0,0225	41	98,8434	99,5511	-0,0859	0,2113
42	1,1912	10,4922	0,101	0,0294	42	98,7803	99,5265	-0,0876	0,2091
43	1,2617	11,0049	0,1232	0,0814	43	98,7098	99,4989	-0,0892	0,2066
44	1,3404	11,5553	0,1413	0,1336	44	98,631	99,4682	-0,0907	0,2039
45	1,4283	12,1444	0,1557	0,1858	45	98,5431	99,4339	-0,0921	0,2009
46	1,5261	12,7732	0,1668	0,2381	46	98,4452	99,3957	-0,0934	0,1976
47	1,6351	13,4424	0,1751	0,2904	47	98,3362	99,353	-0,0946	0,194
48	1,7564	14,1531	0,1811	0,3424	48	98,2148	99,3056	-0,0957	0,1899
49	1,8913	14,9062	0,1854	0,3938	49	98,0799	99,2528	-0,0968	0,1855
50	2,0413	15,7024	0,1885	0,4444	50	97,9299	99,194	-0,0979	0,1806
51	2,2079	16,5427	0,1911	0,4936	51	97,7632	99,1286	-0,0991	0,1753
52	2,3931	17,428	0,1938	0,5409	52	97,5781	99,0559	-0,1003	0,1695
53	2,5987	18,3592	0,197	0,5859	53	97,3724	98,975	-0,1017	0,1633
54	2,827	19,3372	0,2012	0,6283	54	97,1441	98,8851	-0,1033	0,1566

55	3,0804	20,363	0,2067	0,6676	55	96,8908	98,7851	-0,1051	0,1495
56	3,3616	21,4375	0,2139	0,7037	56	96,6095	98,6739	-0,1073	0,1419
57	3,6737	22,5619	0,2227	0,7365	57	96,2975	98,5503	-0,1098	0,1338
58	4,0199	23,7372	0,2332	0,7658	58	95,9513	98,4129	-0,1128	0,1252
59	4,404	24,9646	0,2453	0,7917	59	95,5672	98,26	-0,1163	0,1162
60	4,8302	26,2453	0,2587	0,8141	60	95,1411	98,09	-0,1203	0,1066
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0°) đến AOI = 32°			Thấp: 0,0024 Cao: 1,9375		Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0°) đến AOI = 60°			Thấp: 0,0001 Cao: 0,1961	
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0°) đến AOI = 33- 60°			Thấp: 2,0142 Cao: 3,1215						

Bảng 11B: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền qua một mặt (Y, L*, a* và b*) sử dụng nguồn sáng F2 trong ví dụ 5.

Độ phản xạ, F2					Độ truyền, F2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
0	0,6618	5,9781	-0,7261	-2,007	0	99,3206	99,7367	-0,0204	0,3099
1	0,6618	5,9776	-0,7239	-2,006	1	99,3207	99,7367	-0,0205	0,3099
2	0,6616	5,9764	-0,7173	-2,0029	2	99,3208	99,7368	-0,0208	0,3098
3	0,6614	5,9743	-0,7063	-1,9975	3	99,321	99,7369	-0,0213	0,3096
4	0,6611	5,9715	-0,6912	-1,9895	4	99,3213	99,737	-0,022	0,3093
5	0,6607	5,9682	-0,6721	-1,9786	5	99,3217	99,7371	-0,0228	0,3089
6	0,6603	5,9644	-0,6492	-1,9641	6	99,3221	99,7373	-0,0238	0,3084
7	0,6599	5,9604	-0,623	-1,9452	7	99,3225	99,7375	-0,025	0,3077
8	0,6594	5,9564	-0,5939	-1,921	8	99,323	99,7376	-0,0262	0,3067
9	0,659	5,9526	-0,5624	-1,8903	9	99,3234	99,7378	-0,0276	0,3056
10	0,6586	5,9495	-0,5291	-1,8518	10	99,3237	99,7379	-0,0291	0,304
11	0,6584	5,9473	-0,4947	-1,804	11	99,3239	99,738	-0,0306	0,3022
12	0,6583	5,9464	-0,4602	-1,7451	12	99,324	99,738	-0,0321	0,2998

13	0,6584	5,9474	-0,4263	-1,6736	13	99,3239	99,738	-0,0336	0,2969
14	0,6588	5,9507	-0,3939	-1,588	14	99,3235	99,7378	-0,0351	0,2935
15	0,6595	5,9569	-0,3639	-1,4872	15	99,3228	99,7376	-0,0364	0,2893
16	0,6605	5,9667	-0,337	-1,3704	16	99,3217	99,7371	-0,0376	0,2846
17	0,6621	5,9805	-0,3138	-1,2379	17	99,3201	99,7365	-0,0387	0,2791
18	0,6642	5,9993	-0,2945	-1,0907	18	99,3181	99,7357	-0,0396	0,2731
19	0,6669	6,0237	-0,2791	-0,9313	19	99,3153	99,7347	-0,0403	0,2665
20	0,6703	6,0545	-0,2671	-0,7634	20	99,3119	99,7333	-0,0409	0,2596
21	0,6745	6,0925	-0,2576	-0,5919	21	99,3077	99,7317	-0,0414	0,2525
22	0,6796	6,1387	-0,2494	-0,423	22	99,3025	99,7297	-0,0419	0,2456
23	0,6857	6,1939	-0,2409	-0,2638	23	99,2964	99,7273	-0,0423	0,2391
24	0,6929	6,259	-0,2301	-0,1213	24	99,2891	99,7245	-0,0429	0,2334
25	0,7013	6,3349	-0,2156	-0,0024	25	99,2807	99,7212	-0,0436	0,2286
26	0,711	6,4227	-0,1957	0,0877	26	99,271	99,7174	-0,0445	0,2251
27	0,7222	6,5235	-0,1697	0,1461	27	99,2598	99,7131	-0,0457	0,223
28	0,7349	6,6383	-0,1376	0,1729	28	99,247	99,7081	-0,0472	0,2222
29	0,7493	6,7685	-0,1003	0,1718	29	99,2326	99,7025	-0,0489	0,2227
30	0,7656	6,9156	-0,0602	0,1502	30	99,2163	99,6962	-0,0507	0,224
31	0,7839	7,0812	-0,0203	0,1188	31	99,1979	99,689	-0,0525	0,2258
32	0,8046	7,2676	0,0152	0,0906	32	99,1772	99,681	-0,0541	0,2274
33	0,8277	7,4769	0,042	0,0793	33	99,154	99,672	-0,0554	0,2283
34	0,8538	7,712	0,0557	0,0975	34	99,128	99,6618	-0,0561	0,228
35	0,883	7,9761	0,0528	0,1547	35	99,0987	99,6504	-0,0561	0,226
36	0,9158	8,2697	0,0302	0,2513	36	99,0658	99,6377	-0,0552	0,2221
37	0,9527	8,5911	-0,0099	0,3831	37	99,0289	99,6233	-0,0536	0,2164
38	0,9941	8,9422	-0,0645	0,5402	38	98,9875	99,6072	-0,0511	0,2093
39	1,0405	9,3246	-0,129	0,7072	39	98,941	99,5891	-0,0481	0,2012

Bảng 11B (tiếp tục)									
Độ phản xạ, F2					Độ truyền, F2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
40	1,0925	9,7396	-0,1976	0,8659	40	98,889	99,5688	-0,0446	0,193
41	1,1507	10,1883	-0,2644	0,9983	41	98,8308	99,5461	-0,0409	0,1855
42	1,2155	10,6716	-0,3237	1,0895	42	98,7659	99,5208	-0,0374	0,1794
43	1,2878	11,1899	-0,3713	1,1306	43	98,6936	99,4927	-0,0342	0,1755
44	1,3681	11,7436	-0,4048	1,1201	44	98,6133	99,4613	-0,0315	0,1739
45	1,4572	12,3332	-0,4237	1,0639	45	98,5242	99,4265	-0,0295	0,1749
46	1,5559	12,9589	-0,4293	0,9737	46	98,4255	99,388	-0,0281	0,1779
47	1,6651	13,6215	-0,4245	0,8651	47	98,3162	99,3452	-0,0272	0,1824
48	1,786	14,3216	-0,4128	0,7541	48	98,1953	99,2979	-0,0268	0,1876
49	1,9198	15,0605	-0,3977	0,6554	49	98,0615	99,2455	-0,0265	0,1924
50	2,0679	15,8396	-0,3825	0,5796	50	97,9134	99,1875	-0,0263	0,196
51	2,232	16,6606	-0,3695	0,5329	51	97,7492	99,1231	-0,0259	0,1978
52	2,414	17,5253	-0,3598	0,5165	52	97,5672	99,0516	-0,0251	0,1972
53	2,6161	18,4358	-0,3537	0,5274	53	97,3651	98,9721	-0,024	0,1942
54	2,8406	19,3939	-0,3505	0,5593	54	97,1406	98,8837	-0,0226	0,1888
55	3,0901	20,4013	-0,3488	0,6041	55	96,8911	98,7852	-0,0209	0,1816
56	3,3676	21,4598	-0,347	0,6535	56	96,6136	98,6755	-0,019	0,1731
57	3,6762	22,5706	-0,3435	0,6999	57	96,3051	98,5533	-0,0172	0,164
58	4,0192	23,735	-0,3371	0,7375	58	95,962	98,4171	-0,0155	0,1548
59	4,4006	24,9539	-0,3267	0,7627	59	95,5807	98,2654	-0,0143	0,1461
60	4,8243	26,2282	-0,3118	0,7741	60	95,157	98,0963	-0,0136	0,1383
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0°) đến AOI = 24°			Thấp: 0,0024 Cao: 1,9498		Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0°) đến AOI = 60°			Thấp: 0,0001 Cao: 0,1717	
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0°) đến AOI = 25-60°			Thấp: 2,0685 Cao: 3,1576						

Bảng 11C: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền hai bề mặt (Y, L*, a* và b*) sử dụng nguồn sáng D65 trong ví dụ 5.

Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
0	4,7958	26,145	-0,7591	-0,6773	0	95,1759	98,1039	0,0189	0,3086
1	4,7958	26,1448	-0,7584	-0,677	1	95,176	98,1039	0,0188	0,3085
2	4,7955	26,144	-0,7564	-0,6761	2	95,1763	98,104	0,0185	0,3084
3	4,7951	26,1428	-0,7531	-0,6745	3	95,1767	98,1042	0,018	0,3082
4	4,7945	26,1412	-0,7484	-0,6724	4	95,1772	98,1044	0,0174	0,308
5	4,7939	26,1392	-0,7424	-0,6696	5	95,1779	98,1046	0,0165	0,3077
6	4,7931	26,137	-0,7351	-0,6663	6	95,1786	98,1049	0,0155	0,3073
7	4,7923	26,1347	-0,7264	-0,6625	7	95,1794	98,1053	0,0143	0,3068
8	4,7915	26,1323	-0,7164	-0,6581	8	95,1802	98,1056	0,0128	0,3063
9	4,7907	26,1301	-0,705	-0,6532	9	95,1809	98,1059	0,0113	0,3058
10	4,7901	26,1282	-0,6924	-0,6479	10	95,1816	98,1061	0,0095	0,3052
11	4,7896	26,1268	-0,6785	-0,6421	11	95,182	98,1063	0,0075	0,3045
12	4,7894	26,1261	-0,6633	-0,6359	12	95,1822	98,1064	0,0054	0,3038
13	4,7895	26,1265	-0,6468	-0,6294	13	95,1821	98,1063	0,0031	0,3031
14	4,7901	26,1281	-0,6292	-0,6225	14	95,1815	98,1061	0,0006	0,3024
15	4,7912	26,1314	-0,6103	-0,6153	15	95,1803	98,1056	-0,002	0,3016
16	4,7929	26,1365	-0,5904	-0,6079	16	95,1785	98,1049	-0,0048	0,3009
17	4,7955	26,144	-0,5694	-0,6003	17	95,176	98,1039	-0,0077	0,3001
18	4,799	26,1542	-0,5475	-0,5924	18	95,1724	98,1025	-0,0107	0,2993
19	4,8035	26,1675	-0,5246	-0,5844	19	95,1679	98,1006	-0,0139	0,2986
20	4,8093	26,1845	-0,501	-0,5763	20	95,162	98,0983	-0,0172	0,2978
21	4,8166	26,2057	-0,4766	-0,568	21	95,1547	98,0954	-0,0206	0,2971
22	4,8255	26,2316	-0,4516	-0,5597	22	95,1458	98,0918	-0,024	0,2964
23	4,8362	26,2628	-0,4262	-0,5513	23	95,1351	98,0875	-0,0275	0,2957
24	4,849	26,3	-0,4004	-0,5428	24	95,1222	98,0824	-0,0311	0,295
25	4,8641	26,344	-0,3745	-0,5342	25	95,107	98,0763	-0,0347	0,2943
26	4,8819	26,3955	-0,3485	-0,5254	26	95,0892	98,0692	-0,0383	0,2937
27	4,9025	26,4553	-0,3226	-0,5163	27	95,0685	98,0609	-0,0419	0,2931

28	4,9265	26,5243	-0,2971	-0,5069	28	95,0445	98,0513	-0,0454	0,2924
29	4,9541	26,6035	-0,2721	-0,497	29	95,0168	98,0403	-0,0489	0,2918
30	4,9857	26,6939	-0,2478	-0,4866	30	94,9852	98,0276	-0,0523	0,2911
31	5,0217	26,7965	-0,2244	-0,4755	31	94,9491	98,0131	-0,0557	0,2903
32	5,0627	26,9127	-0,202	-0,4635	32	94,908	97,9967	-0,0589	0,2895
33	5,1092	27,0435	-0,1807	-0,4506	33	94,8615	97,9781	-0,0619	0,2887
34	5,1616	27,1904	-0,1607	-0,4368	34	94,8089	97,957	-0,0648	0,2877
35	5,2208	27,3547	-0,142	-0,4219	35	94,7497	97,9333	-0,0676	0,2866
36	5,2872	27,5379	-0,1245	-0,4059	36	94,6832	97,9066	-0,0702	0,2854
37	5,3617	27,7415	-0,1084	-0,3889	37	94,6086	97,8767	-0,0726	0,2841
38	5,4451	27,967	-0,0935	-0,3707	38	94,5252	97,8432	-0,0749	0,2826
39	5,5382	28,2162	-0,0797	-0,3515	39	94,432	97,8058	-0,0771	0,2811
Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
40	5,6421	28,4909	-0,067	-0,3313	40	94,3281	97,764	-0,0792	0,2794
41	5,7577	28,7927	-0,0553	-0,3099	41	94,2124	97,7175	-0,0811	0,2775
42	5,8862	29,1234	-0,0445	-0,2874	42	94,0838	97,6658	-0,083	0,2755
43	6,0288	29,4851	-0,0344	-0,2638	43	93,9411	97,6082	-0,0848	0,2733
44	6,1871	29,8796	-0,025	-0,2391	44	93,7828	97,5444	-0,0866	0,2708
45	6,3624	30,3088	-0,0162	-0,2132	45	93,6074	97,4736	-0,0883	0,2682
46	6,5564	30,7748	-0,0079	-0,1862	46	93,4133	97,3951	-0,09	0,2652
47	6,7709	31,2795	0,0001	-0,1581	47	93,1987	97,3082	-0,0918	0,262
48	7,0079	31,825	0,008	-0,129	48	92,9616	97,212	-0,0936	0,2586
49	7,2697	32,4131	0,0158	-0,0992	49	92,6997	97,1056	-0,0955	0,2548
50	7,5585	33,0459	0,0237	-0,0687	50	92,4109	96,988	-0,0975	0,2507
51	7,8769	33,7253	0,032	-0,038	51	92,0923	96,858	-0,0997	0,2463
52	8,2279	34,4531	0,0408	-0,0072	52	91,7413	96,7144	-0,1022	0,2416
53	8,6144	35,2311	0,0502	0,0233	53	91,3546	96,5559	-0,1049	0,2367
54	9,0399	36,0611	0,0603	0,0532	54	90,929	96,3808	-0,108	0,2315
55	9,5081	36,9447	0,0713	0,0822	55	90,4608	96,1876	-0,1116	0,2262
56	10,0229	37,8834	0,083	0,1101	56	89,946	95,9743	-0,1155	0,2206
57	10,5886	38,8787	0,0955	0,1366	57	89,3801	95,7391	-0,12	0,2149

58	11,21	39,9319	0,1086	0,1615	58	88,7586	95,4795	-0,1251	0,209
59	11,8922	41,0443	0,1221	0,1847	59	88,0763	95,1931	-0,1306	0,2031
60	12,6407	42,2168	0,1358	0,206	60	87,3278	94,8772	-0,1368	0,1971
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) đến AOI = 60 độ			Thấp: 0,0007 Cao: 1,2574		Phạm vi dịch chuyển màu truyền từ góc tới vuông góc (AOI = 0) đến AOI = 60			Thấp: 0,0001 Cao: 0,1915	

Bảng 11D: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền hai bề mặt (Y, L*, a* và b*) sử dụng nguồn sáng F2 trong ví dụ 5.

Độ phản xạ, DF2					Độ truyền, DF2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
0	4,7462	25,999	-0,2777	-1,0087	0	95,2355	98,1277	-0,0182	0,3798
1	4,7461	25,9989	-0,277	-1,0084	1	95,2355	98,1277	-0,0183	0,3797
2	4,746	25,9985	-0,275	-1,0075	2	95,2356	98,1277	-0,0186	0,3796
3	4,7458	25,9979	-0,2717	-1,0059	3	95,2358	98,1278	-0,019	0,3794
4	4,7455	25,9971	-0,2672	-1,0036	4	95,2361	98,1279	-0,0197	0,3792
5	4,7452	25,9963	-0,2615	-1,0004	5	95,2364	98,128	-0,0205	0,3788
6	4,7449	25,9954	-0,2546	-0,9961	6	95,2367	98,1281	-0,0214	0,3783
7	4,7447	25,9947	-0,2467	-0,9906	7	95,2369	98,1282	-0,0225	0,3776
8	4,7445	25,9942	-0,238	-0,9835	8	95,2371	98,1283	-0,0237	0,3768
9	4,7445	25,9941	-0,2285	-0,9745	9	95,2371	98,1283	-0,025	0,3756
10	4,7447	25,9945	-0,2184	-0,9631	10	95,2369	98,1282	-0,0264	0,3742
11	4,7451	25,9958	-0,2081	-0,949	11	95,2365	98,1281	-0,0279	0,3725
12	4,7459	25,9982	-0,1977	-0,9315	12	95,2357	98,1277	-0,0293	0,3702
13	4,7471	26,0018	-0,1875	-0,9104	13	95,2344	98,1272	-0,0307	0,3675
14	4,7489	26,0071	-0,1777	-0,885	14	95,2326	98,1265	-0,0321	0,3643
15	4,7513	26,0142	-0,1686	-0,8551	15	95,2301	98,1255	-0,0334	0,3604
16	4,7545	26,0237	-0,1604	-0,8204	16	95,2269	98,1242	-0,0346	0,3559
17	4,7587	26,0359	-0,1533	-0,781	17	95,2228	98,1226	-0,0356	0,3508
18	4,7639	26,0511	-0,1474	-0,7373	18	95,2176	98,1205	-0,0364	0,3452
19	4,7703	26,0699	-0,1426	-0,6899	19	95,2111	98,1179	-0,0371	0,339

20	4,778	26,0928	-0,1389	-0,6399	20	95,2033	98,1148	-0,0377	0,3325
21	4,7874	26,1202	-0,1358	-0,5888	21	95,1939	98,1111	-0,0382	0,326
22	4,7985	26,1528	-0,1331	-0,5384	22	95,1828	98,1066	-0,0386	0,3195
23	4,8116	26,191	-0,1303	-0,4909	23	95,1697	98,1014	-0,0391	0,3135
24	4,8268	26,2356	-0,1268	-0,4483	24	95,1544	98,0953	-0,0396	0,3081
25	4,8445	26,287	-0,1221	-0,4126	25	95,1367	98,0882	-0,0403	0,3038
26	4,8648	26,3461	-0,1159	-0,3852	26	95,1164	98,0801	-0,0412	0,3006
27	4,8881	26,4135	-0,1079	-0,3671	27	95,0931	98,0707	-0,0424	0,2987
28	4,9146	26,49	-0,0982	-0,3579	28	95,0665	98,0601	-0,0438	0,2981
29	4,9446	26,5764	-0,087	-0,3566	29	95,0364	98,0481	-0,0454	0,2986
30	4,9786	26,6737	-0,0751	-0,3608	30	95,0024	98,0345	-0,0472	0,3
31	5,0169	26,7828	-0,0634	-0,3673	31	94,9641	98,0192	-0,0489	0,3018
32	5,0599	26,9049	-0,0531	-0,3726	32	94,921	98,0019	-0,0504	0,3034
33	5,1083	27,0411	-0,0453	-0,3727	33	94,8726	97,9825	-0,0516	0,3044
34	5,1625	27,1929	-0,0413	-0,3643	34	94,8183	97,9608	-0,0523	0,3042
35	5,2233	27,3616	-0,0417	-0,3452	35	94,7576	97,9364	-0,0523	0,3025
36	5,2912	27,5488	-0,0472	-0,3145	36	94,6896	97,9092	-0,0516	0,2991
37	5,3672	27,7562	-0,0576	-0,2729	37	94,6136	97,8787	-0,0502	0,2941
38	5,4519	27,9854	-0,0722	-0,2232	38	94,5287	97,8446	-0,0481	0,2878
39	5,5465	28,2381	-0,0899	-0,1692	39	94,4342	97,8067	-0,0455	0,2808
Độ phản xạ, DF2					Độ truyền, DF2				
AOI	Y	AOI	Y	AOI	Y	AOI	Y	AOI	Y
40	5,6517	28,5162	-0,1092	-0,1157	40	94,3289	97,7643	-0,0425	0,2737
41	5,7687	28,8214	-0,1283	-0,0678	41	94,2118	97,7173	-0,0395	0,2674
42	5,8986	29,1553	-0,1456	-0,0298	42	94,0818	97,665	-0,0367	0,2625
43	6,0426	29,5197	-0,1596	-0,0044	43	93,9378	97,6069	-0,0343	0,2594
44	6,2019	29,9162	-0,1696	0,0071	44	93,7785	97,5427	-0,0324	0,2585
45	6,378	30,3467	-0,175	0,0059	45	93,6024	97,4715	-0,0311	0,2596
46	6,5723	30,8128	-0,1762	-0,0052	46	93,408	97,3929	-0,0306	0,2625
47	6,7867	31,3163	-0,1736	-0,0222	47	93,1935	97,3061	-0,0305	0,2666
48	7,023	31,8593	-0,1682	-0,0404	48	92,9571	97,2102	-0,031	0,2711
49	7,2835	32,4437	-0,1612	-0,0552	49	92,6967	97,1044	-0,0318	0,2752

50	7,5704	33,0717	-0,1534	-0,0632	50	92,4097	96,9875	-0,0327	0,2782
51	7,8865	33,7454	-0,1456	-0,0622	51	92,0935	96,8585	-0,0336	0,2797
52	8,2348	34,4671	-0,1382	-0,0514	52	91,7452	96,7161	-0,0345	0,2793
53	8,6184	35,2389	-0,1315	-0,0316	53	91,3615	96,5587	-0,0353	0,277
54	9,0409	36,063	-0,1251	-0,0045	54	90,9389	96,3849	-0,0361	0,2731
55	9,5062	36,9412	-0,1189	0,0272	55	90,4736	96,1929	-0,0369	0,2678
56	10,0184	37,8753	-0,1123	0,0609	56	89,9614	95,9807	-0,0378	0,2616
57	10,5818	38,867	-0,105	0,094	57	89,3978	95,7464	-0,0389	0,255
58	11,2014	39,9175	-0,0964	0,1247	58	88,7782	95,4877	-0,0405	0,2484
59	11,8821	41,028	-0,0864	0,1514	59	88,0975	95,202	-0,0425	0,2422
60	12,6294	42,1994	-0,0747	0,1734	60	87,3501	94,8866	-0,0452	0,2367
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) đến AOI = 60 độ			Thấp: 0,0007 Cao: 1,1994		Phạm vi dịch chuyển màu truyền từ góc tới vuông góc (AOI = 0) đến AOI = 60			Thấp: 0,0001 Cao: 0,1456	

Ví dụ 6

Ví dụ 6 bao gồm nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền tương tự như trong ví dụ 5 và lớp phủ quang học 12 lớp bao gồm lớp chống xước 2 micromet, như được thể hiện trong bảng 12.

Bảng 12: Cấu trúc theo ví dụ 6.

Lớp phủ/Lớp	Các phân khoảng, nếu có thể áp dụng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ (tại 550nm)	Bề dày không gian (nm)
Môi trường xung quanh		Không khí		
Lớp phủ quang học	1	SiO ₂	1,46929	91,46
		AlO _x N _y	1,97879	154,26
	2	SiO ₂	1,46929	21,74

		AlO _x N _y	1,97879	51,85
		SiO ₂	1,46929	14,03
	Lớp chống xước	AlO _x N _y	1,97879	2000
	1	SiO ₂	1,46929	8,51
		AlO _x N _y	1,97879	43,16
	2	SiO ₂	1,46929	28,82
		AlO _x N _y	1,97879	25,49
	3	SiO ₂	1,46929	49,24
		AlO _x N _y	1,97879	8,49
		Thủy tinh AS	1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ				2497,06

Ví dụ 6 thể hiện độ phản xạ chói trung bình một mặt (tức là, được đo từ bề mặt chống phản chiếu 122) theo trạng thái bước sóng quang học dưới nguồn chiếu sáng D65 ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt tương ứng là 0,73%, 0,80%, 1,47%, và 4,85%. Ví dụ 6 thể hiện độ chói trung bình độ truyền một mặt (tức là, được đo khắp toàn bộ bề mặt chống phản chiếu 122) theo trạng thái bước sóng quang học dưới nguồn chiếu sáng D65 ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt tương ứng là 99,26%, 99,18%, 98,52%, và 95,13%.

Ví dụ 6 thể hiện độ phản xạ chói trung bình tổng cộng (tức là, được đo từ bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt chính đối diện 114) theo trạng thái bước sóng quang học dưới nguồn chiếu sáng D65 ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt tương ứng là 4,74%, 4,94%, 6,32%, và 12,56%. Ví dụ 6 thể hiện độ truyền chói trung bình tổng cộng (tức là, được đo khắp toàn bộ bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt chính đối diện 114) theo trạng thái bước sóng quang học ở góc chiếu sáng tới tại 0°, 30°, 45° và 60°, lần lượt là 95,24%, 95,04%, 93,67%, và 87,42%.

Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền của một bề mặt (tức là, bề mặt chống phản chiếu 122) và hai bề mặt (tức là, bề mặt chống phản chiếu 122 và bề mặt chính 114, của hình vẽ trên Fig.1) của ví dụ 6, theo các góc chiếu sáng tới hoặc AOI nằm trong khoảng từ 0 độ đến 60 độ và dưới các nguồn sáng D65 và F2 được thể hiện trong các bảng từ 13A đến 13D, theo cách tương tự như trong ví dụ 5. Độ dịch chuyển màu cũng được tính toán theo cách tương tự như trong ví dụ 5.

Bảng 13A: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền qua một mặt (Y, L*, a* và b*) sử dụng nguồn sáng D65 trong ví dụ 6.

Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
0	0,7252	6,5505	-1,1881	-1,8063	0	99,2597	99,7131	-0,0079	0,2173
1	0,7251	6,5499	-1,1857	-1,807	1	99,2598	99,7131	-0,008	0,2174
2	0,7249	6,5482	-1,1786	-1,8091	2	99,26	99,7132	-0,0083	0,2175
3	0,7246	6,5454	-1,1667	-1,8126	3	99,2603	99,7133	-0,0088	0,2177
4	0,7242	6,5415	-1,1503	-1,8175	4	99,2607	99,7134	-0,0095	0,2179
5	0,7237	6,5368	-1,1292	-1,8236	5	99,2612	99,7136	-0,0105	0,2182
6	0,7231	6,5313	-1,1038	-1,831	6	99,2618	99,7139	-0,0116	0,2186
7	0,7224	6,5252	-1,0741	-1,8393	7	99,2625	99,7141	-0,0129	0,219
8	0,7217	6,5187	-1,0403	-1,8487	8	99,2632	99,7144	-0,0144	0,2195
9	0,7209	6,512	-1,0026	-1,8588	9	99,2639	99,7147	-0,016	0,22
10	0,7202	6,5055	-0,9613	-1,8694	10	99,2647	99,715	-0,0179	0,2206
11	0,7195	6,4993	-0,9166	-1,8804	11	99,2653	99,7152	-0,0198	0,2211
12	0,7189	6,494	-0,8689	-1,8915	12	99,2659	99,7155	-0,0219	0,2217
13	0,7185	6,4898	-0,8186	-1,9023	13	99,2664	99,7156	-0,0241	0,2223
14	0,7182	6,4872	-0,766	-1,9126	14	99,2666	99,7157	-0,0264	0,2229
15	0,7181	6,4867	-0,7116	-1,922	15	99,2667	99,7158	-0,0288	0,2234
16	0,7183	6,4887	-0,6558	-1,93	16	99,2664	99,7157	-0,0313	0,2239
17	0,7189	6,4939	-0,5991	-1,9363	17	99,2658	99,7154	-0,0338	0,2243
18	0,7199	6,5028	-0,542	-1,9404	18	99,2648	99,715	-0,0363	0,2247
19	0,7214	6,5162	-0,4851	-1,9418	19	99,2633	99,7145	-0,0389	0,2249
20	0,7234	6,5348	-0,429	-1,94	20	99,2613	99,7136	-0,0413	0,225
Bảng 13A (tiếp tục)									
Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
21	0,7262	6,5593	-0,3741	-1,9346	21	99,2585	99,7126	-0,0438	0,225

22	0,7296	6,5907	-0,321	-1,9251	22	99,255	99,7112	-0,0462	0,2248
23	0,734	6,63	-0,2702	-1,9109	23	99,2506	99,7095	-0,0484	0,2244
24	0,7393	6,6782	-0,2223	-1,8917	24	99,2453	99,7074	-0,0506	0,2238
25	0,7458	6,7363	-0,1777	-1,8669	25	99,2388	99,7049	-0,0526	0,2229
26	0,7534	6,8058	-0,1368	-1,8362	26	99,2311	99,7019	-0,0544	0,2218
27	0,7625	6,8879	-0,1001	-1,7991	27	99,222	99,6984	-0,0561	0,2205
28	0,7732	6,9842	-0,0679	-1,7553	28	99,2113	99,6942	-0,0576	0,2188
29	0,7856	7,0962	-0,0403	-1,7038	29	99,1989	99,6894	-0,0589	0,2169
30	0,7999	7,2258	-0,0178	-1,6435	30	99,1845	99,6838	-0,06	0,2146
31	0,8164	7,3749	-0,0005	-1,5735	31	99,168	99,6774	-0,0608	0,212
32	0,8354	7,5457	0,0115	-1,4926	32	99,149	99,67	-0,0614	0,2091
33	0,8569	7,7406	0,018	-1,3996	33	99,1274	99,6616	-0,0618	0,2058
34	0,8815	7,9621	0,0189	-1,2929	34	99,1029	99,6521	-0,062	0,2021
35	0,9093	8,2114	0,014	-1,1738	35	99,075	99,6412	-0,0619	0,198
36	0,9407	8,4872	0,0038	-1,0477	36	99,0436	99,629	-0,0616	0,1936
37	0,9761	8,791	-0,0111	-0,9156	37	99,0081	99,6152	-0,061	0,1887
38	1,016	9,1241	-0,0303	-0,7785	38	98,9682	99,5997	-0,0602	0,1834
39	1,0608	9,4881	-0,0532	-0,6376	39	98,9234	99,5822	-0,0592	0,1777
40	1,1111	9,8844	-0,079	-0,4943	40	98,8731	99,5626	-0,0579	0,1717
41	1,1673	10,3142	-0,107	-0,3501	41	98,8168	99,5407	-0,0565	0,1652
42	1,2303	10,7788	-0,1365	-0,2065	42	98,7538	99,5161	-0,0548	0,1583
43	1,3006	11,2795	-0,1664	-0,065	43	98,6835	99,4887	-0,053	0,1511
44	1,379	11,8175	-0,1961	0,0727	44	98,605	99,4581	-0,0511	0,1436
45	1,4665	12,3937	-0,2245	0,2053	45	98,5175	99,4239	-0,049	0,1357
46	1,564	13,0093	-0,251	0,3316	46	98,42	99,3858	-0,0468	0,1276
47	1,6725	13,6652	-0,2748	0,4505	47	98,3114	99,3434	-0,0447	0,1192
48	1,7932	14,3625	-0,2952	0,5612	48	98,1907	99,2961	-0,0425	0,1105
49	1,9275	15,1021	-0,3117	0,663	49	98,0564	99,2436	-0,0404	0,1016
50	2,0767	15,8849	-0,324	0,7555	50	97,9072	99,1851	-0,0384	0,0925
51	2,2425	16,7118	-0,3317	0,8384	51	97,7414	99,12	-0,0366	0,0832
52	2,4267	17,5838	-0,3348	0,9118	52	97,5572	99,0476	-0,035	0,0737
53	2,6312	18,5019	-0,3334	0,9756	53	97,3527	98,9672	-0,0336	0,064
54	2,8583	19,4671	-0,3276	1,0302	54	97,1256	98,8777	-0,0325	0,0541
55	3,1103	20,4803	-0,3178	1,0758	55	96,8736	98,7783	-0,0317	0,0441
56	3,39	21,5427	-0,3043	1,1128	56	96,5939	98,6677	-0,0313	0,0339
57	3,7004	22,6553	-0,2875	1,1416	57	96,2835	98,5448	-0,0313	0,0235

Bảng 13A (tiếp tục)									
Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
58	4,0449	23,8193	-0,268	1,1627	58	95,939	98,408	-0,0316	0,0131
59	4,4271	25,0359	-0,2462	1,1766	59	95,5569	98,2559	-0,0324	0,0024
60	4,8511	26,3063	-0,2227	1,1837	60	95,1328	98,0866	-0,0336	-0,0083
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) đến AOI = 42 độ					Thấp: 0,0007 Cao: 1,1994		Phạm vi dịch chuyển màu truyền từ góc tới vuông góc (AOI = 0) đến AOI = 60		Thấp: 0,0001 Cao: 0,2271
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) và AOI = 43- 60 độ					Thấp: 2,0189 Cao: 3,1420				

Bảng 13B: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền qua một mặt (Y, L*, a* và b*) sử dụng nguồn sáng F2 trong ví dụ 6.

Độ phản xạ, F2					Độ truyền, F2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
0	0,7101	6,4142	-0,7229	-1,0759	0	99,2803	99,721	-0,0074	0,2018
1	0,7101	6,4142	-0,7216	-1,0776	1	99,2803	99,721	-0,0075	0,2019
2	0,7101	6,414	-0,7176	-1,0828	2	99,2803	99,721	-0,0077	0,2021
3	0,7101	6,4139	-0,7111	-1,0916	3	99,2803	99,721	-0,008	0,2025
4	0,71	6,4137	-0,702	-1,1041	4	99,2803	99,7211	-0,0084	0,2031
5	0,71	6,4136	-0,6902	-1,1207	5	99,2803	99,7211	-0,0089	0,2039
6	0,71	6,4138	-0,6757	-1,1414	6	99,2803	99,721	-0,0095	0,2048
7	0,7101	6,4144	-0,6587	-1,1666	7	99,2802	99,721	-0,0103	0,206
8	0,7102	6,4154	-0,6389	-1,1967	8	99,2801	99,721	-0,0111	0,2073
9	0,7104	6,4172	-0,6165	-1,2317	9	99,2799	99,7209	-0,0121	0,2089
10	0,7107	6,4199	-0,5914	-1,272	10	99,2796	99,7208	-0,0132	0,2108
11	0,7111	6,4236	-0,5637	-1,3176	11	99,2792	99,7206	-0,0144	0,2128
12	0,7117	6,4287	-0,5335	-1,3683	12	99,2786	99,7204	-0,0158	0,2152

13	0,7124	6,4354	-0,5008	-1,4239	13	99,2779	99,7201	-0,0172	0,2177
14	0,7134	6,4438	-0,466	-1,4836	14	99,2769	99,7197	-0,0187	0,2204
15	0,7145	6,4544	-0,4291	-1,5465	15	99,2757	99,7193	-0,0204	0,2232
16	0,716	6,4673	-0,3908	-1,6112	16	99,2743	99,7187	-0,0221	0,2262
17	0,7177	6,4829	-0,3513	-1,676	17	99,2726	99,718	-0,0238	0,2292
18	0,7198	6,5016	-0,3112	-1,7386	18	99,2705	99,7172	-0,0256	0,232
19	0,7222	6,5238	-0,2713	-1,7967	19	99,268	99,7163	-0,0273	0,2347
20	0,7251	6,5501	-0,2323	-1,8477	20	99,2651	99,7151	-0,029	0,2371
21	0,7286	6,581	-0,1949	-1,889	21	99,2617	99,7138	-0,0307	0,2391
22	0,7326	6,6174	-0,16	-1,918	22	99,2576	99,7122	-0,0323	0,2406
23	0,7373	6,6601	-0,1284	-1,9329	23	99,2529	99,7104	-0,0337	0,2414

Bảng 13B (tiếp tục)									
Độ phản xạ, F2					Độ truyền, F2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
24	0,7429	6,7103	-0,1008	-1,9321	24	99,2473	99,7082	-0,0349	0,2417
25	0,7494	6,7693	-0,0778	-1,9154	25	99,2408	99,7057	-0,036	0,2412
26	0,7571	6,8387	-0,0598	-1,883	26	99,2331	99,7027	-0,0368	0,2401
27	0,7661	6,9201	-0,047	-1,8367	27	99,224	99,6992	-0,0374	0,2383
28	0,7767	7,0156	-0,0397	-1,7786	28	99,2134	99,6951	-0,0378	0,2361
29	0,789	7,1274	-0,0376	-1,7112	29	99,201	99,6902	-0,038	0,2335
30	0,8035	7,2578	-0,0409	-1,6375	30	99,1866	99,6846	-0,0379	0,2307
31	0,8203	7,4094	-0,0493	-1,5601	31	99,1698	99,6781	-0,0376	0,2279
32	0,8397	7,5847	-0,0628	-1,4804	32	99,1504	99,6705	-0,0371	0,2251
33	0,862	7,7865	-0,0814	-1,3984	33	99,128	99,6618	-0,0364	0,2223
34	0,8876	8,0175	-0,1055	-1,3122	34	99,1024	99,6519	-0,0354	0,2197
35	0,9167	8,277	-0,132	-1,2238	35	99,0733	99,6406	-0,0342	0,2172
36	0,9496	8,564	-0,1627	-1,1341	36	99,0404	99,6278	-0,0328	0,2145
37	0,9866	8,8793	-0,1972	-1,0402	37	99,0033	99,6133	-0,0311	0,2116
38	1,0281	9,2231	-0,2346	-0,9392	38	98,9619	99,5972	-0,0291	0,2083
39	1,0743	9,5959	-0,2741	-0,8287	39	98,9156	99,5792	-0,0269	0,2043
40	1,1258	9,998	-0,3141	-0,7076	40	98,8641	99,5591	-0,0246	0,1996

41	1,1828	10,4299	-0,3529	-0,5766	41	98,8071	99,5369	-0,0221	0,1942
42	1,246	10,8925	-0,3887	-0,4377	42	98,7438	99,5122	-0,0196	0,1879
43	1,316	11,3867	-0,4195	-0,2946	43	98,6739	99,4849	-0,0172	0,181
44	1,3934	11,9138	-0,4437	-0,1519	44	98,5964	99,4547	-0,0149	0,1735
45	1,4793	12,4757	-0,4603	-0,014	45	98,5105	99,4212	-0,0129	0,1658
46	1,5745	13,0742	-0,469	0,1151	46	98,4153	99,384	-0,0113	0,158
47	1,6803	13,7114	-0,47	0,2325	47	98,3094	99,3426	-0,01	0,1503
48	1,798	14,3895	-0,4646	0,3374	48	98,1917	99,2965	-0,0089	0,1427
49	1,9291	15,1106	-0,4545	0,4304	49	98,0607	99,2452	-0,0082	0,1352
50	2,0752	15,8768	-0,4419	0,5135	50	97,9146	99,188	-0,0075	0,1277
51	2,238	16,6898	-0,4288	0,5895	51	97,7517	99,1241	-0,0069	0,1199
52	2,4196	17,5511	-0,4171	0,6614	52	97,5701	99,0527	-0,0061	0,1116
53	2,622	18,4618	-0,4078	0,7317	53	97,3677	98,9731	-0,005	0,1026
54	2,8476	19,4228	-0,4015	0,8015	54	97,1421	98,8843	-0,0035	0,0926
55	3,0986	20,4347	-0,398	0,871	55	96,8911	98,7852	-0,0017	0,0816
56	3,3779	21,4979	-0,3962	0,9389	56	96,6118	98,6748	0,0005	0,0694
57	3,6883	22,613	-0,3949	1,0028	57	96,3014	98,5519	0,003	0,0564

Bảng 13B (tiếp tục)									
Độ phản xạ, F2					Độ truyền, F2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
58	4,033	23,7801	-0,3923	1,06	58	95,9568	98,4151	0,0055	0,0427
59	4,4155	25	-0,3869	1,1077	59	95,5743	98,2628	0,0078	0,0286
60	4,8397	26,2731	-0,3773	1,1433	60	95,1501	98,0935	0,0098	0,0147
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) đến AOI = 55 độ				Thấp: 0,0021 Cao: 1,9738	Phạm vi dịch chuyển màu truyền từ góc tới vuông góc (AOI = 0) đến AOI = 60				Thấp: 0,0001 Cao: 0,1879
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) và AOI = 56- 60 độ				Thấp: 2,0412 Cao: 2,2459					

Bảng 13C: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền hai bề mặt (Y, L*, a* và b*) sử dụng nguồn sáng D65 trong ví dụ 6.

Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
0	4,7393	25,9789	-0,4402	-0,9295	0	95,2449	98,1314	-0,0038	0,2771
1	4,7393	25,9787	-0,4395	-0,9297	1	95,245	98,1315	-0,0039	0,2771
2	4,7391	25,9782	-0,4374	-0,9303	2	95,2452	98,1315	-0,0042	0,2772
3	4,7388	25,9774	-0,4338	-0,9314	3	95,2454	98,1316	-0,0047	0,2774
4	4,7385	25,9763	-0,4289	-0,9328	4	95,2458	98,1318	-0,0054	0,2776
5	4,738	25,975	-0,4226	-0,9347	5	95,2462	98,132	-0,0062	0,2779
6	4,7376	25,9736	-0,4149	-0,9368	6	95,2467	98,1321	-0,0073	0,2783
7	4,7371	25,9722	-0,406	-0,9393	7	95,2472	98,1323	-0,0085	0,2787
8	4,7367	25,971	-0,3958	-0,942	8	95,2476	98,1325	-0,0099	0,2791
9	4,7363	25,97	-0,3845	-0,945	9	95,2479	98,1326	-0,0115	0,2796
10	4,7361	25,9694	-0,372	-0,948	10	95,2481	98,1327	-0,0132	0,2801
11	4,7362	25,9695	-0,3585	-0,9512	11	95,248	98,1327	-0,0151	0,2807
12	4,7365	25,9704	-0,3441	-0,9543	12	95,2477	98,1325	-0,0171	0,2812
13	4,7372	25,9725	-0,3289	-0,9572	13	95,247	98,1323	-0,0192	0,2818
14	4,7383	25,9759	-0,313	-0,96	14	95,2458	98,1318	-0,0214	0,2823
15	4,7401	25,981	-0,2965	-0,9623	15	95,2441	98,1311	-0,0237	0,2829
16	4,7425	25,9881	-0,2795	-0,9641	16	95,2417	98,1301	-0,026	0,2833
17	4,7457	25,9975	-0,2623	-0,9653	17	95,2384	98,1288	-0,0284	0,2837
18	4,7498	26,0098	-0,245	-0,9657	18	95,2343	98,1272	-0,0308	0,2841
19	4,755	26,0252	-0,2277	-0,9651	19	95,229	98,1251	-0,0332	0,2843
20	4,7615	26,0443	-0,2106	-0,9634	20	95,2225	98,1225	-0,0355	0,2844
21	4,7694	26,0675	-0,1939	-0,9604	21	95,2146	98,1193	-0,0379	0,2843
22	4,779	26,0956	-0,1778	-0,9559	22	95,205	98,1155	-0,0401	0,2841
23	4,7903	26,1289	-0,1624	-0,9497	23	95,1936	98,1109	-0,0423	0,2837
24	4,8038	26,1683	-0,1478	-0,9418	24	95,1802	98,1056	-0,0443	0,2831

Bảng 13C (tiếp tục)									
Độ phản xạ, D65					Độ truyền, D65				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
25	4,8195	26,2143	-0,1342	-0,9319	25	95,1644	98,0993	-0,0462	0,2823
26	4,8379	26,2679	-0,1218	-0,92	26	95,146	98,0919	-0,048	0,2812
27	4,8592	26,3297	-0,1107	-0,9058	27	95,1247	98,0834	-0,0496	0,2799
28	4,8836	26,4006	-0,1008	-0,8893	28	95,1002	98,0736	-0,051	0,2783
29	4,9117	26,4817	-0,0924	-0,8703	29	95,0721	98,0624	-0,0523	0,2764
30	4,9437	26,5739	-0,0855	-0,8489	30	95,04	98,0495	-0,0533	0,2742
31	4,9802	26,6782	-0,08	-0,8248	31	95,0036	98,0349	-0,0542	0,2717
32	5,0215	26,7959	-0,0761	-0,798	32	94,9622	98,0184	-0,0548	0,2689
33	5,0682	26,9282	-0,0736	-0,7686	33	94,9155	97,9997	-0,0552	0,2657
34	5,1208	27,0763	-0,0726	-0,7364	34	94,8628	97,9786	-0,0554	0,2622
35	5,18	27,2417	-0,0731	-0,7015	35	94,8035	97,9549	-0,0555	0,2583
36	5,2465	27,4257	-0,0749	-0,6641	36	94,7371	97,9282	-0,0553	0,2541
37	5,3208	27,6299	-0,0779	-0,6241	37	94,6627	97,8984	-0,0549	0,2495
38	5,404	27,856	-0,082	-0,5817	38	94,5795	97,865	-0,0544	0,2446
39	5,4967	28,1055	-0,0872	-0,5372	39	94,4867	97,8278	-0,0536	0,2393
40	5,6001	28,3803	-0,0931	-0,4909	40	94,3833	97,7862	-0,0528	0,2338
41	5,7151	28,682	-0,0996	-0,443	41	94,2682	97,74	-0,0518	0,2279
42	5,8429	29,0127	-0,1065	-0,394	42	94,1404	97,6885	-0,0507	0,2217
43	5,9848	29,3741	-0,1134	-0,3441	43	93,9984	97,6314	-0,0495	0,2153
44	6,1421	29,7683	-0,1202	-0,294	44	93,8411	97,5679	-0,0484	0,2087
45	6,3164	30,1971	-0,1264	-0,2439	45	93,6667	97,4975	-0,0472	0,2019
46	6,5093	30,6627	-0,1318	-0,1944	46	93,4738	97,4196	-0,0461	0,195
47	6,7226	31,1669	-0,1361	-0,1458	47	93,2605	97,3332	-0,0451	0,188
48	6,9583	31,7118	-0,139	-0,0987	48	93,0247	97,2376	-0,0443	0,181
49	7,2186	32,2994	-0,1403	-0,0532	49	92,7644	97,1319	-0,0438	0,1739
50	7,5058	32,9316	-0,1398	-0,0099	50	92,4772	97,015	-0,0435	0,1668
51	7,8225	33,6104	-0,1372	0,0311	51	92,1604	96,8858	-0,0435	0,1598
52	8,1715	34,3376	-0,1327	0,0694	52	91,8113	96,7431	-0,044	0,1529
53	8,556	35,115	-0,126	0,1049	53	91,4268	96,5855	-0,0448	0,146

54	8,9793	35,9445	-0,1174	0,1374	54	91,0034	96,4114	-0,0462	0,1393
55	9,4451	36,8276	-0,1069	0,1667	55	90,5376	96,2193	-0,048	0,1328
56	9,9574	37,7659	-0,0948	0,1928	56	90,0252	96,0072	-0,0503	0,1265
57	10,5205	38,7609	-0,0812	0,2157	57	89,4621	95,7732	-0,0532	0,1204
58	11,1392	39,8139	-0,0664	0,2354	58	88,8433	95,5149	-0,0566	0,1145
59	11,8185	40,9263	-0,0508	0,2518	59	88,1639	95,2299	-0,0605	0,1089
60	12,5641	42,099	-0,0347	0,2652	60	87,4183	94,9155	-0,0649	0,1037
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) đến AOI = 60 độ				Thấp: 0,0007 Cao: 1,2616	Phạm vi dịch chuyển màu truyền từ góc tới vuông góc (AOI = 0) đến AOI = 60				Thấp: 0,0001 Cao: 0,1838

Bảng 13D: Tọa độ của độ phản xạ và màu truyền hai bề mặt (Y, L*, a* và b*) sử dụng nguồn sáng F2 trong ví dụ 6.

Độ phản xạ, F2					Độ truyền, F2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
0	4,717	25,9128	-0,2697	-0,7766	0	95,2729	98,1426	-0,005	0,2726
1	4,717	25,9128	-0,2693	-0,7771	1	95,273	98,1426	-0,005	0,2726
2	4,717	25,9128	-0,2682	-0,7786	2	95,273	98,1426	-0,0052	0,2729
3	4,717	25,9128	-0,2662	-0,7812	3	95,273	98,1426	-0,0055	0,2733
4	4,717	25,9128	-0,2634	-0,7849	4	95,273	98,1426	-0,0058	0,2738
5	4,717	25,9129	-0,2599	-0,7897	5	95,2729	98,1426	-0,0063	0,2745
6	4,7172	25,9132	-0,2555	-0,7958	6	95,2728	98,1426	-0,0069	0,2754
7	4,7174	25,9139	-0,2503	-0,8031	7	95,2726	98,1425	-0,0076	0,2765
8	4,7177	25,9149	-0,2444	-0,8119	8	95,2722	98,1423	-0,0085	0,2778
9	4,7182	25,9164	-0,2376	-0,8221	9	95,2717	98,1421	-0,0094	0,2793
10	4,719	25,9186	-0,23	-0,8338	10	95,271	98,1418	-0,0104	0,2811
11	4,72	25,9217	-0,2216	-0,847	11	95,2699	98,1414	-0,0116	0,283
12	4,7214	25,9258	-0,2124	-0,8617	12	95,2685	98,1409	-0,0129	0,2852
13	4,7232	25,9311	-0,2025	-0,8777	13	95,2667	98,1401	-0,0142	0,2876
14	4,7255	25,9379	-0,192	-0,8948	14	95,2644	98,1392	-0,0157	0,2902
15	4,7283	25,9463	-0,1808	-0,9127	15	95,2616	98,1381	-0,0172	0,2929

16	4,7318	25,9567	-0,1691	-0,9311	16	95,258	98,1367	-0,0188	0,2957
17	4,7361	25,9693	-0,1571	-0,9492	17	95,2538	98,135	-0,0204	0,2985
18	4,7412	25,9845	-0,145	-0,9666	18	95,2486	98,1329	-0,0221	0,3012
19	4,7474	26,0025	-0,1329	-0,9825	19	95,2425	98,1305	-0,0238	0,3037
20	4,7546	26,0239	-0,1211	-0,996	20	95,2352	98,1275	-0,0254	0,306
21	4,7632	26,0491	-0,1097	-1,0064	21	95,2266	98,1241	-0,027	0,3079
22	4,7732	26,0786	-0,0992	-1,0129	22	95,2166	98,1201	-0,0285	0,3092
23	4,7849	26,113	-0,0896	-1,015	23	95,2048	98,1154	-0,0298	0,31
24	4,7986	26,153	-0,0813	-1,0123	24	95,1912	98,11	-0,031	0,3102
25	4,8144	26,1993	-0,0743	-1,0045	25	95,1753	98,1036	-0,032	0,3097
26	4,8327	26,2528	-0,0688	-0,9919	26	95,157	98,0963	-0,0328	0,3086
27	4,8539	26,3144	-0,0649	-0,9749	27	95,1358	98,0878	-0,0334	0,307
28	4,8783	26,3852	-0,0625	-0,9542	28	95,1114	98,0781	-0,0338	0,3048
29	4,9063	26,4662	-0,0617	-0,9306	29	95,0833	98,0669	-0,0339	0,3024
30	4,9384	26,5586	-0,0623	-0,9053	30	95,0512	98,054	-0,0339	0,2997
31	4,9751	26,6637	-0,0644	-0,879	31	95,0145	98,0393	-0,0337	0,297
32	5,0169	26,7827	-0,0678	-0,8525	32	94,9727	98,0226	-0,0332	0,2943
33	5,0642	26,917	-0,0725	-0,8262	33	94,9253	98,0036	-0,0326	0,2917
34	5,1178	27,0677	-0,0785	-0,8001	34	94,8718	97,9822	-0,0318	0,2892
35	5,1781	27,2362	-0,0858	-0,7738	35	94,8114	97,958	-0,0307	0,2867
36	5,2458	27,4238	-0,0943	-0,7466	36	94,7437	97,9309	-0,0295	0,2842
37	5,3215	27,6318	-0,104	-0,7174	37	94,668	97,9005	-0,0281	0,2814
38	5,406	27,8614	-0,1147	-0,6852	38	94,5835	97,8666	-0,0264	0,2782
39	5,5	28,1141	-0,1262	-0,6492	39	94,4895	97,8289	-0,0246	0,2745

Bảng 13D (tiếp tục)

Độ phản xạ, F2					Độ truyền, F2				
AOI	Y	L*	a*	b*	AOI	Y	L*	a*	b*
40	5,6043	28,3912	-0,1379	-0,609	40	94,3851	97,787	-0,0227	0,2701
41	5,7198	28,6943	-0,1494	-0,5645	41	94,2695	97,7405	-0,0208	0,265
42	5,8477	29,025	-0,1601	-0,5163	42	94,1416	97,689	-0,0189	0,2593
43	5,9892	29,3852	-0,1692	-0,4654	43	94,0001	97,632	-0,0172	0,2531

44	6,1455	29,7767	-0,1762	-0,4132	44	93,8438	97,569	-0,0157	0,2466
45	6,3183	30,2017	-0,1807	-0,3611	45	93,671	97,4993	-0,0146	0,2399
46	6,5092	30,6624	-0,1825	-0,3104	46	93,48	97,4221	-0,0138	0,2333
47	6,7202	31,1612	-0,1815	-0,2619	47	93,269	97,3367	-0,0135	0,2268
48	6,9533	31,7004	-0,1782	-0,2162	48	93,0359	97,2421	-0,0135	0,2205
49	7,211	32,2825	-0,173	-0,1729	49	92,7781	97,1375	-0,0138	0,2145
50	7,4957	32,9098	-0,1667	-0,1317	50	92,4934	97,0216	-0,0143	0,2085
51	7,8103	33,5846	-0,1598	-0,0917	51	92,1788	96,8934	-0,0149	0,2024
52	8,1575	34,3088	-0,153	-0,0522	52	91,8315	96,7514	-0,0155	0,1961
53	8,5407	35,0845	-0,1466	-0,0127	53	91,4483	96,5943	-0,0161	0,1894
54	8,9632	35,9134	-0,1408	0,0269	54	91,0258	96,4207	-0,0165	0,1821
55	9,4287	36,7969	-0,1354	0,0662	55	90,5603	96,2287	-0,0169	0,1744
56	9,941	37,7364	-0,1301	0,1044	56	90,0479	96,0166	-0,0172	0,1663
57	10,5046	38,7332	-0,1243	0,1404	57	89,4843	95,7825	-0,0177	0,1581
58	11,1238	39,7882	-0,1175	0,1729	58	88,865	95,524	-0,0184	0,1499
59	11,8037	40,9025	-0,1092	0,2009	59	88,1851	95,2388	-0,0197	0,1422
60	12,5498	42,0769	-0,099	0,2235	60	87,439	94,9242	-0,0215	0,1353
Phạm vi dịch chuyển màu phản xạ từ góc tới vuông góc (AOI = 0 độ) đến AOI = 60 độ			Thấp: 0,0006 Cao: 1,0146		Phạm vi dịch chuyển màu truyền từ góc tới vuông góc (AOI = 0) đến AOI = 60			Thấp: 0 Cao: 0,1383	

Ví dụ 7

Ví dụ 7 bao gồm nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền tương tự như trong ví dụ 5 và lớp phủ quang học 12 lớp bao gồm lớp chống xước 2 micromet, như được thể hiện trong bảng 14.

Bảng 14: Cấu trúc theo ví dụ 7.

Lớp phủ/Lớp	Các phân khoảng, nếu có thể áp dụng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ (tại 550nm)	Bề dày không gian (nm)
Môi trường xung quanh		Không khí		
Lớp phủ quang học	1	SiO ₂	1,48623	86,6
		Si _u Al _v O _x N _y	2,03056	145,8
	2	SiO ₂	1,48623	19,2
		Si _u Al _v O _x N _y	2,03056	48,0
		SiO ₂	1,48623	11,7
	Lớp chống xước	Si _u Al _v O _x N _y	2,03056	2000,0
	1	SiO ₂	1,48623	10,2
		Si _u Al _v O _x N _y	2,03056	42,0
	2	SiO ₂	1,48623	32,7
		Si _u Al _v O _x N _y	2,03056	23,6
	3	SiO ₂	1,48623	55,0
		Si _u Al _v O _x N _y	2,03056	7,4
		Thủy tinh AS	1,511	
Tổng độ dày lớp phủ				2482,16

Các ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11

Các ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11 sử dụng mô phỏng để chứng minh phổ phản xạ của các vật phẩm mà bao gồm các phương án về lớp phủ quang học bền và chống xước, như được mô tả ở đây. Trong các ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11, lớp phủ quang học bao gồm các lớp AlO_xN_y và SiO₂, và nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền có thành phần danh nghĩa khoảng 58mol% SiO₂, 17mol% Al₂O₃, 17mol% Na₂O, 3mol% MgO, 0,1mol% SnO, và 6,5mol% P₂O₅, như được thể hiện trong các bảng từ 15 đến 19. Đường cong chỉ số khúc xạ phân tán của các vật liệu phủ và nền sử dụng trong các

ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11 thu được theo cách tương tự như trong các ví dụ mô phỏng từ 2 đến 5.

Bảng 15: Cấu trúc trong ví dụ mô phỏng 8.

Lớp phủ/Lớp	Các phân khoảng, nếu có thể áp dụng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ (tại 550nm)	Bề dày không gian (nm)
Môi trường xung quanh		Không khí	1	
Lớp phủ quang học	1	AlO_xN_y	2,00605	32
		SiO_2	1,48114	12
	Lớp chống xước	AlO_xN_y	2,00605	2000
	1	SiO_2	1,48114	8,78
		AlO_xN_y	2,00605	44,19
	2	SiO_2	1,48114	32,41
		AlO_xN_y	2,00605	24,3
	3	SiO_2	1,48114	58,55
		AlO_xN_y	2,00605	7,47
		Thủy tinh AS	1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ (nm)				2219,7

Bảng 16: Cấu trúc trong ví dụ mô phỏng 9.

Lớp phủ/Lớp	Các phân khoảng, nếu có thể áp dụng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ (tại 550nm)	Bề dày không gian (nm)
Môi trường xung quanh		Không khí	1	
Lớp phủ quang học	1	AlO_xN_y	2,00605	25
		SiO_2	1,48114	25
	Lớp chống xước	AlO_xN_y	2,00605	2000
	1	SiO_2	1,48114	8,78

		AlO _x N _y	2,00605	44,19
	2	SiO ₂	1,48114	32,41
		AlO _x N _y	2,00605	24,3
	3	SiO ₂	1,48114	58,55
		AlO _x N _y	2,00605	7,47
		Thủy tinh AS	1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ (nm)				2225,7

Bảng 17: Cấu trúc trong ví dụ mô phỏng 10.

Lớp phủ/Lớp	Các phân khoảng, nếu có thể áp dụng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ (tại 550nm)	Bề dày không gian (nm)
Môi trường xung quanh		Không khí	1	
Lớp phủ quang học		SiO ₂	1,48114	2
	1	AlO _x N _y	2,00605	25
		SiO ₂	1,48114	25
	Lớp chống xước	AlO _x N _y	2,00605	2000
	1	SiO ₂	1,48114	8,78
		AlO _x N _y	2,00605	44,19
	2	SiO ₂	1,48114	32,41
		AlO _x N _y	2,00605	24,3
	3	SiO ₂	1,48114	58,55
		AlO _x N _y	2,00605	7,47
		Thủy tinh AS	1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ (nm)				2227,7

Bảng 18: Cấu trúc trong ví dụ mô phỏng 11.

Lớp phủ/Lớp	Các phân khoảng, nếu có thể áp dụng	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ (tại 550nm)	Bề dày không gian (nm)
Môi trường xung quanh		Không khí	1	
Lớp phủ quang học		SiO ₂	1,48114	100
	1	AlO _x N _y	2,00605	34
		SiO ₂	1,48114	15
	Lớp chống xước	AlO _x N _y	2,00605	2000
	1	SiO ₂	1,48114	8,78
		AlO _x N _y	2,00605	44,19
	2	SiO ₂	1,48114	32,41
		AlO _x N _y	2,00605	24,3
	3	SiO ₂	1,48114	58,55
		AlO _x N _y	2,00605	7,47
		Thủy tinh AS	1,50542	
Tổng độ dày lớp phủ (nm)				2324,7

Hình vẽ trên các Fig.13 đến Fig.14 lần lượt thể hiện phổ phản xạ theo tính toán và màu phản xạ theo tính toán, của duy nhất bề mặt chống phản chiếu trong ví dụ mô phỏng 8. Hình vẽ trên các Fig.15 đến Fig. 16 lần lượt thể hiện phổ phản xạ theo tính toán và màu phản xạ theo tính toán, của duy nhất bề mặt chống phản chiếu trong ví dụ mô phỏng 9. Hình vẽ trên các Fig.17 đến Fig. 18 lần lượt thể hiện phổ phản xạ theo tính toán và màu phản xạ theo tính toán, của duy nhất bề mặt chống phản chiếu trong ví dụ mô phỏng 10.

Hiệu suất quang của các ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11 được tóm tắt trong bảng 22.

Bảng 22: Hiệu suất quang của các ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11.

Ví dụ mô phỏng	Độ phản xạ bề mặt chống phản chiếu, độ chói trung bình (%) (một mặt)	Độ dịch chuyển màu theo góc tối đa, góc nhìn từ 0 đến 60 độ, D65 hoặc F2, mẫu tham chiếu với chính nó	Lượng vật liệu có chỉ số thấp ở mặt phía không khí của lớp cứng có chỉ số cao dày nhất (nm)	Độ dày của lớp trên cùng nhất (nm) (phía người sử dụng) có chỉ số thấp (ví dụ, SiO ₂)	Lượng vật liệu có chỉ số cao ở lớp trên cùng 500nm của vật phẩm phủ (%)
8	7,85	1,1	12	0	97,6
9	4,9	2,7	25	0	95,0
10	4,9	3,0	27	2	94,6
11	1,3	2,2	115	100	77,0

Như được thể hiện trong hình vẽ trên các Fig.13, 15, 17, và 19, các ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11 thể hiện độ phản xạ thấp (tức là, các giá trị dưới 10% và dưới 8%), đối với các góc nhìn 8°, 20°, và 40°, với độ phản xạ của góc nhìn 60° cao hơn một chút, theo trạng thái bước sóng quang học. Ví dụ minh họa 11 thể hiện độ phản xạ rất thấp đối với các góc nhìn 8°, 20°, 40° và 60° (ví dụ, độ phản xạ trung bình tối đa khoảng 7% hoặc nhỏ hơn). Tại các góc nhìn 8°, 20°, và 40°, độ phản xạ trung bình thậm chí còn thấp hơn (tức là, nhỏ hơn 2%).

Như được thể hiện trong hình vẽ trên Fig.14 và Fig.20, các ví dụ mô phỏng 8 và 11 thể hiện màu phản xạ, tại các góc nhìn từ góc tới vuông góc đến 60°, nhỏ hơn 2 đối với cả hai nguồn sáng D65 và F2. Như được thể hiện trong hình vẽ trên Fig.16 và Fig.18, ví dụ mô phỏng 9 và 10 thể hiện khoảng màu phản xạ, tại các góc nhìn từ góc tới vuông góc đến 60°, nhỏ hơn 3 đối với cả hai nguồn sáng D65 và F2.

Có thể tin rằng, các ví dụ từ 8 đến 11 cũng thể hiện các giá trị độ cứng mô tả ở đây, được xác định bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich (và cụ thể, độ cứng nằm trong khoảng từ 14 GPa đến khoảng 21 GPa).

Hiệu suất quang của các ví dụ mô phỏng từ 8 đến 11 được so sánh với ví dụ mô phỏng so sánh 4. Hiệu suất quang đánh giá bao gồm độ phản xạ trung bình trên khoảng bước sóng từ 450nm đến khoảng 650nm và độ dịch chuyển màu (với việc tham chiếu đến các tọa độ a^* và b^* (-1, -1), sử dụng phương trình $\sqrt{((a^*_{\text{ví dụ}} - (-1))^2 + (b^*_{\text{ví dụ}} - (-1))^2)}$) khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới nằm trong khoảng từ 0 độ đến khoảng 60 độ từ góc tới vuông góc dưới các nguồn sáng F02 và D65. Ví dụ mô phỏng so sánh 4 thể hiện độ phản xạ trung bình thấp hơn, nhưng cũng thể hiện độ dịch chuyển màu lớn hơn đáng kể dọc theo các góc nhìn từ 0 độ đến 60 độ.

Ví dụ 12

Ví dụ 12 bao gồm lớp phủ quang học 16 lớp như được thể hiện trong bảng 23, bao gồm các lớp được bố trí liên tiếp lên trên nhau, và được bố trí ở trên nền thủy tinh nhôm - silicat tăng bền có thành phần danh nghĩa khoảng 65mol% SiO₂, 5mol% B₂O₃, 14mol% Al₂O₃, 14mol% Na₂O, và 2,5mol% MgO.

Bảng 23: Cấu trúc theo ví dụ 12.

Lớp	Vật liệu	Chỉ số khúc xạ	Bề dày không gian (nm)
Môi trường	Không khí	1	
16	SiO ₂	1,4952	92,4
15	Si _u Al _v O _x N _y	2,08734	150,1
14	SiO ₂	1,4952	10,1
13	Si _u Al _v O _x N _y	2,08734	96,9
12	SiO ₂	1,4952	18,9
11	Si _u Al _v O _x N _y	2,08734	41,9
10	SiO ₂	1,4952	40,1
9	Si _u Al _v O _x N _y	2,08734	37,6
8	SiO ₂	1,4952	17,4

7	$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2,08734	2000,0
6	SiO_2	1,4952	8,7
5	$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2,08734	41,0
4	SiO_2	1,4952	29,9
3	$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2,08734	23,3
2	SiO_2	1,4952	53,6
1	$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2,08734	7,2
Nền	Thủy tinh	1,50996	
Tổng độ dày			2661,9

Cả hai lớp SiO_2 và $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ đều được tạo ra bằng kỹ thuật phun xạ phản ứng trong công cụ kết tủa phun xạ của AJA-Industries sản xuất. SiO_2 được kết tủa bằng kỹ thuật phun xạ phản ứng DC từ đích Si với sự trợ giúp của ion; vật liệu $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ được kết tủa bằng kỹ thuật phun xạ phản ứng DC kết hợp với kỹ thuật phun xạ DC xếp chồng RF với sự trợ giúp của ion. Các đích đó là Silic đường kính 3” và Al đường kính 3”. Các khí phản ứng là nitơ và oxy, và khí “hoạt động” (hoặc khí trợ) là Argon. Nguồn được áp dụng lên Silic có tần số vô tuyến (RF) tại 13,56 Mhz. Nguồn được áp dụng lên nhôm là DC.

Điều kiện xử lý phun xạ sử dụng để tạo ra lớp phủ quang học của ví dụ 12 được thể hiện trong bảng 23.

Bảng 24: Điều kiện xử lý phun xạ của ví dụ 12.

Vật liệu	Nguồn Al DC (W)	Nguồn Al RF (W)	Nguồn Si RF (W)	Dòng Ar (sccm)	Dòng N_2 (sccm)	Dòng O_2 (sccm)	nền T (C)
$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	300	200	500	30	30	0,5	200
SiO_2	50 (van đóng)	50 (van đóng)	500	30	30	3	200

Ví dụ 13 thể hiện các đặc tính quang học được đưa ra trong bảng 22 và bảng 23. Bảng 22 thể hiện màu phản xạ và màu truyền được đo từ cả hai bề mặt chống phản chiếu và bề mặt trần đối diện của nền (sử dụng độ phản xạ toàn thể hoặc phép đo 2 mặt). Bảng 23 thể hiện màu phản xạ khi được đo từ duy nhất bề mặt chống phản chiếu (sử dụng phép đo một mặt).

Bảng 25: Hiệu suất quang của ví dụ 12, được đo trên bề mặt chống phản chiếu và bao gồm mặt trần đối diện của nền.

Màu phản xạ			Màu truyền qua		
Nguồn sáng D65					
CIE	x	0,2874	CIE	x	0,3163
	y	0,3227		y	0,3323
	L*	30,00		L*	97,26
	a*	-4,10		a*	0,61
	b*	-3,19		b*	0,96
	X	5,55		X	88,59
	Y	6,23		Y	93,09
	Z	7,53		Z	98,43
Nguồn sáng A					
CIE	x	0,4235	CIE	x	0,4534
	y	0,4082		y	0,4061
	L*	29,27		L*	97,40
	a*	-4,43		a*	0,76
	b*	-4,22		b*	1,12
	X	6,17		X	104,33
	Y	5,95		Y	93,43
	Z	2,45		Z	32,33
Nguồn sáng F2					
CIE	x	0,3567	CIE	x	0,3820

	y	0,3623		y	0,3690
	L*	29,34		L*	97,38
	a*	-3,05		a*	0,45
	b*	-3,29		b*	1,02
	X	5,88		X	96,67
	Y	5,97		Y	93,39
	Z	4,63		Z	63,00

Bảng 26: Hiệu suất quang của ví dụ 12, được xác định trên duy nhất bề mặt chống phản chiếu.

	Độ phản xạ bề mặt thứ nhất	6°	20°	40°	60°
Nguồn sáng		s + p pol avg	s + p pol avg	s + p pol avg	s + p pol avg
D65					
CIE	x	0,2422	0,2383	0,2356	0,2732
	y	0,3095	0,3047	0,2694	0,2944
	L*	17,12	15,88	13,99	25,12
	a*	-8,84	-8,55	-3,43	-1,27
	b*	-6,00	-6,48	-10,16	-7,81
	X	1,82	1,62	1,51	4,13
	Y	2,33	2,08	1,73	4,45
	Z	3,37	3,11	3,18	6,54
A					
CIE	x	0,3640	0,3610	0,3608	0,4067
	y	0,4136	0,4058	0,3765	0,3953

	L*	15,59	14,34	12,65	24,36
	a*	-10,20	-9,35	-5,95	-4,42
	b*	-8,26	-9,27	-12,66	-8,67
	X	1,78	1,59	1,44	4,33
	Y	2,02	1,79	1,51	4,21
	Z	1,09	1,03	1,05	2,11
F2					
CIE	x	0,3111	0,3071	0,3038	0,3390
	y	0,3523	0,3412	0,3045	0,3362
	L*	15,73	14,37	13,00	24,88
	a*	-6,94	-5,85	-1,41	-1,37
	b*	-6,41	-7,63	-11,68	-8,55
	X	1,81	1,61	1,56	4,41
	Y	2,05	1,79	1,56	4,38
	Z	1,96	1,85	2,01	4,23

Ví dụ 12 thể hiện độ cứng và môđun Young, được đo trên bề mặt chống phản chiếu, như được thể hiện trong bảng 28. Cả hai giá trị được đo sử dụng dụng cụ đo vết cắt lõm Berkovich như được mô tả ở đây.

Bảng 27: Độ cứng và môđun Young đo được của ví dụ 12.

	Môđun, GPa	Độ cứng, GPa
Ví dụ 12	169	17,6
Ví dụ 4	65	6,8

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rõ rằng, các biến đổi, thay đổi khác nhau có thể được đưa ra mà không đi trệch khỏi tinh thần hoặc phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm bao gồm:

nền có bề mặt chính; và

lớp phủ quang học được bố trí ở trên bề mặt chính và tạo thành bề mặt chống phản chiếu, lớp phủ quang học bao gồm lớp phủ chống phản chiếu,

vật phẩm này thể hiện độ cứng 8 GPa hoặc lớn hơn khi được đo trên bề mặt chống phản chiếu bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich dọc theo độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 100nm đến 500nm;

trong đó vật phẩm này thể hiện độ phản xạ ánh sáng trung bình thích ứng ánh sáng một mặt được đo tại bề mặt chống phản chiếu là 9% hoặc nhỏ hơn theo trạng thái bước sóng quang học nằm trong khoảng từ 400nm đến 800nm và một hoặc cả hai đặc trưng:

tọa độ màu truyền qua vật phẩm trong hệ đo màu (L^* , a^* , b^*) ở góc tới vuông góc dưới nguồn sáng theo tiêu chuẩn của Ủy ban Quốc tế về Chiếu sáng (International Commission on Illumination) thể hiện độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu nhỏ hơn 2 tính từ điểm tham chiếu, khi được đo tại bề mặt chống phản chiếu, điểm tham chiếu bao gồm ít nhất một trong số các tọa độ màu ($a^*=0$, $b^*=0$) và tọa độ màu truyền qua của nền, và

tọa độ màu phản xạ của vật phẩm trong hệ đo màu (L^* , a^* , b^*) ở góc tới vuông góc dưới nguồn sáng theo tiêu chuẩn của Ủy ban Quốc tế về Chiếu sáng (International Commission on Illumination) thể hiện độ dịch chuyển màu tại điểm tham chiếu nhỏ hơn 5 từ điểm tham chiếu, khi được đo tại bề mặt chống phản chiếu, điểm tham chiếu bao gồm ít nhất một trong số các tọa độ màu ($a^*=0$, $b^*=0$), tọa độ màu ($a^*=-2$, $b^*=-2$), và tọa độ màu phản xạ của nền,

trong đó khi điểm tham chiếu là tọa độ màu ($a^*=0$, $b^*=0$), độ dịch chuyển màu được xác định bằng $\sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}})^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}})^2)}$,

trong đó khi điểm tham chiếu là tọa độ màu ($a^*=-2$, $b^*=-2$), độ dịch chuyển màu được xác định bằng $\sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}}+2)^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}}+2)^2)}$,

trong đó khi điểm tham chiếu là tọa độ màu của nền, độ dịch chuyển màu được xác định bằng $\sqrt{(a^*_{\text{vật phẩm}} - a^*_{\text{nền}})^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}} - b^*_{\text{nền}})^2}$,

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm nhiều lớp, trong đó nhiều lớp bao gồm lớp thứ nhất có hệ số phản chiếu (refractive index – RI) thấp và lớp thứ hai có RI cao,

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm nhiều phân khoảng sao cho lớp thứ nhất có RI thấp và lớp thứ hai có RI cao luân phiên xen nhau,

trong đó nguyên liệu để sử dụng trong lớp thứ nhất có RI thấp bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , CeF_3 hoặc tổ hợp của chúng,

trong đó nguyên liệu để sử dụng trong lớp thứ hai có RI cao bao gồm $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , AlN , Si_3N_4 , AlO_xN_y , SiO_xN_y , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , MoO_3 , cacbon giống kim cương hoặc tổ hợp của chúng, và

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm độ dày vật lý từ 10 nm đến 500 nm.

2. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó lớp phủ chống phản chiếu còn bao gồm lớp thứ ba có RI thấp được bố trí trên nhiều lớp, và ngoài ra trong đó lớp thứ ba có RI thấp bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , CeF_3 hoặc tổ hợp của chúng.

3. Vật phẩm theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó độ dày vật lý của lớp phủ chống phản chiếu là từ 10 nm đến 300 nm.

4. Vật phẩm theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó độ dày vật lý của lớp phủ chống phản chiếu là từ 10 nm đến 450 nm.

5. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó nền có độ cứng nhỏ hơn độ cứng cực đại của vật phẩm.
6. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó vật phẩm thể hiện độ bền chống mài mòn sau 500 chu kỳ mài mòn sử dụng thử nghiệm Taber trên bề mặt chống phản chiếu đáp ứng một hoặc nhiều đặc trưng bất kỳ trong số các đặc trưng (i)-(iv) sau đây:
 - (i) độ đục bằng 1% hoặc nhỏ hơn, được đo bằng cách sử dụng máy đo độ đục có một lỗ cửa, trong đó lỗ cửa có đường kính 8mm,
 - (ii) độ nhám trung bình Ra, được đo bằng kính hiển vi lực nguyên tử, bằng 12nm hoặc nhỏ hơn,
 - (iii) cường độ ánh sáng tán xạ bằng 0,05 (tính theo các đơn vị 1/đơn vị góc khối) hoặc nhỏ hơn, ở góc tán xạ phân cực bằng 40 độ hoặc nhỏ hơn, được đo tại góc tới vuông góc trong khi truyền bằng cách sử dụng khối cầu ghi hình để đo tán xạ, có lỗ cửa 2mm tại bước sóng 600nm, và
 - (iv) cường độ ánh sáng tán xạ bằng 0,1 (tính theo các đơn vị 1/đơn vị góc khối) hoặc nhỏ hơn, ở góc tán xạ phân cực bằng 20 độ hoặc nhỏ hơn, được đo tại góc tới vuông góc trong khi truyền bằng cách sử dụng khối cầu ghi hình để đo tán xạ, có lỗ cửa 2mm tại bước sóng 600nm.
7. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm lên tới 10 phân khoảng.
8. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó nền bao gồm nền vô định hình hoặc nền kết tinh.
9. Vật phẩm theo điểm 8, trong đó nền vô định hình bao gồm thủy tinh được chọn từ nhóm gồm thủy tinh natri-canxi, thủy tinh nhôm silicat kiềm, thủy tinh bo silicat chứa kiềm và thủy tinh nhôm - bo silicat kiềm.

10. Vật phẩm theo điểm 9, trong đó thủy tinh được tăng bền theo phương thức hóa học và bao gồm lớp ứng suất nén (compressive stress - CS) với ứng suất nén bề mặt ít nhất là 250 MPa, trong đó lớp ứng suất nén (CS) chạy dài bên trong thủy tinh được tăng bền theo phương thức hóa học từ bề mặt của thủy tinh được tăng bền theo phương thức hóa học tới độ sâu của lớp (DOL) ít nhất là bằng 10 μm .
11. Vật phẩm theo điểm 1, còn bao gồm lớp phủ dễ làm sạch, lớp phủ giống kim cương hoặc lớp phủ chống xước được bố trí trên lớp phủ quang học.
12. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó lớp phủ quang học bao gồm lớp chống xước có độ dày nằm trong khoảng từ 1 micromet đến 3 micromet.
13. Vật phẩm theo điểm 12, trong đó lớp phủ chống phản chiếu được bố trí giữa lớp chống xước và nền.
14. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số các lớp thứ hai có RI cao chứa $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$ hoặc $\text{SiO}_2/\text{AlO}_x\text{N}_y$.
15. Vật phẩm theo điểm 1, trong đó độ dày vật lý kết hợp của lớp thứ nhất có RI thấp gồm nhiều lớp bao gồm nhỏ hơn 60% độ dày vật lý của lớp phủ chống phản chiếu.
16. Vật phẩm chứa:
 nền có bề mặt chính; và
 lớp phủ quang học được bố trí trên bề mặt chính này và tạo thành bề mặt chống phản chiếu, lớp phủ quang học này bao gồm lớp phủ chống phản chiếu,

vật phẩm có độ cứng bằng 8 GPa hoặc lớn hơn khi được đo trên bề mặt chống phản chiếu bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich dọc theo độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 100nm đến 500nm;

trong đó vật phẩm này thể hiện một hoặc cả hai trong số: (a) độ dịch chuyển màu theo góc khi phản xạ nhỏ hơn 10 khi quan sát ở góc chiếu sáng tới là 20 độ hoặc lớn hơn, có tham chiếu đến góc tới vuông góc dưới nguồn sáng theo tiêu chuẩn của Ủy ban Quốc tế về Chiếu sáng (International Commission on Illumination) được chọn từ nhóm gồm các nguồn sáng loại A, các nguồn sáng loại B, các nguồn sáng loại C, các nguồn sáng loại D và các nguồn sáng loại F, và (b) độ dịch chuyển màu theo góc khi truyền qua nhỏ hơn 10 khi quan sát ở góc chiếu sáng tới bằng 20 độ hoặc lớn hơn có tham chiếu đến góc tới vuông góc theo tiêu chuẩn của Ủy ban Quốc tế về Chiếu sáng được chọn từ nhóm gồm các nguồn sáng loại A, các nguồn sáng loại B, các nguồn sáng loại C, các nguồn sáng loại D và các nguồn sáng loại F, trong đó độ dịch chuyển màu theo góc được tính bằng cách sử dụng phương trình $\sqrt{((a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2)}$, với a^*_1 và b^*_1 là các tọa độ của vật thể khi được quan sát ở góc tới vuông góc và a^*_2 và b^*_2 là các tọa độ của vật thể khi được quan sát ở góc chiếu sáng tới,

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm nhiều lớp, trong đó nhiều lớp bao gồm lớp thứ nhất có RI thấp, lớp thứ hai có RI cao,

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm nhiều phân khoảng sao cho lớp thứ nhất có RI thấp và lớp thứ hai có RI cao luân phiên xen nhau,

trong đó nguyên liệu để sử dụng trong lớp thứ nhất có RI thấp bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , CeF_3 hoặc tổ hợp của chúng,

trong đó nguyên liệu để sử dụng trong lớp thứ hai có RI cao bao gồm $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , AlN , Si_3N_4 , AlO_xN_y , SiO_xN_y , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , MoO_3 , cacbon giống kim cương hoặc tổ hợp của chúng, và

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm độ dày vật lý từ 10 nm đến 500 nm.

17. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó lớp phủ chống phản chiếu còn bao gồm lớp thứ ba có RI thấp được bố trí trên nhiều lớp, và ngoài ra trong đó lớp thứ ba có RI thấp chứa SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , CeF_3 hoặc tổ hợp của chúng.
18. Vật phẩm theo điểm 16 hoặc điểm 17, trong đó độ dày vật lý của lớp phủ chống phản chiếu là từ 10 nm đến 300 nm.
19. Vật phẩm theo điểm 16 hoặc điểm 17, trong đó độ dày vật lý của lớp phủ chống phản chiếu là từ 10 nm đến 450 nm.
20. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó nền có độ cứng nhỏ hơn độ cứng tối đa của vật phẩm.
21. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó vật phẩm này thể hiện độ bền chống mài mòn sau 500 chu kỳ mài mòn sử dụng thử nghiệm Taber trên bề mặt chống phản chiếu đáp ứng một hoặc nhiều đặc trưng bất kỳ trong số các đặc trưng (i)-(iv) sau đây
- (i) độ đục bằng 1% hoặc nhỏ hơn, được đo bằng cách sử dụng máy đo độ đục có một lỗ cửa, trong đó lỗ cửa có đường kính 8mm
 - (ii) độ nhám trung bình R_a , được đo bằng kính hiển vi lực nguyên tử, bằng 12nm hoặc nhỏ hơn,
 - (iii) cường độ ánh sáng tán xạ bằng 0,05 (tính theo đơn vị 1/đơn vị góc khối) hoặc nhỏ hơn, ở góc tán xạ phân cực bằng 40 độ hoặc nhỏ hơn, được đo tại góc tới vuông góc trong khi truyền bằng cách sử dụng khối cầu ghi hình để đo tán xạ, có lỗ cửa 2mm tại bước sóng 600nm và
 - (iv) cường độ ánh sáng tán xạ bằng 0,1 (tính theo đơn vị 1/đơn vị góc khối) hoặc nhỏ hơn, ở góc tán xạ phân cực bằng 20 độ hoặc nhỏ hơn, được đo tại góc tới

vuông góc trong khi truyền bằng cách sử dụng khối cầu ghi hình để đo tán xạ, có lỗ cửa 2mm tại bước sóng 600nm.

22. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm lên tới 10 phân khoảng.
23. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó nền bao gồm nền vô định hình hoặc nền kết tinh.
24. Vật phẩm theo điểm 23, trong đó nền vô định hình bao gồm thủy tinh được chọn từ nhóm gồm thủy tinh natri-canxi, thủy tinh nhôm silicat kiềm, thủy tinh bo silicat chứa kiềm và thủy tinh nhôm-bo silicat kiềm.
25. Vật phẩm theo điểm 24, trong đó thủy tinh được tăng bền theo phương thức hóa học và bao gồm lớp ứng suất nén (CS) với ứng suất nén bề mặt ít nhất là 250 MPa, trong đó lớp ứng suất nén (CS) chạy dài bên trong thủy tinh được tăng bền theo phương thức hóa học từ bề mặt của thủy tinh được tăng bền theo phương thức hóa học tới độ sâu của lớp (DOL) bằng ít nhất là 10 μm .
26. Vật phẩm theo điểm 16, còn bao gồm lớp phủ dễ làm sạch, lớp phủ giống kim cương hoặc lớp phủ chống xước được bố trí trên lớp phủ quang học.
27. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó lớp phủ quang học bao gồm lớp chống xước có độ dày nằm trong khoảng từ 1 micromet đến 3 micromet.
28. Vật phẩm theo điểm 27, trong đó lớp phủ chống phản chiếu được bố trí giữa lớp chống xước và nền.

29. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó ít nhất một trong số các lớp thứ hai có RI cao bao gồm $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ hoặc $\text{SiO}_2/\text{AlO}_x\text{N}_y$.

30. Vật phẩm theo điểm 16, trong đó độ dày vật lý kết hợp của lớp thứ nhất có RI thấp gồm nhiều lớp bao gồm nhỏ hơn 60% độ dày vật lý của lớp phủ chống phản chiếu.

31. Vật phẩm bao gồm:

nền có bề mặt chính; và

lớp phủ quang học được bố trí trên bề mặt chính này và tạo thành bề mặt chống phản chiếu, lớp phủ quang học này bao gồm một lớp phủ chống phản chiếu và một lớp chống xước,

vật phẩm có độ cứng bằng 8 GPa hoặc lớn hơn khi được đo trên bề mặt chống phản chiếu bằng thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich dọc theo độ sâu vết cắt lõm nằm trong khoảng từ 100nm đến 500nm;

trong đó vật phẩm này thể hiện hệ số phản xạ ánh sáng trung bình một mặt phổ được đo ở bề mặt chống phản xạ là 9% hoặc nhỏ hơn theo trạng thái bước sóng quang học nằm trong khoảng từ 400 nm đến 800 nm và một hoặc cả hai trong số các đặc tính:

tọa độ màu truyền qua vật thể trong hệ đo màu (L^* , a^* , b^*) ở góc tới vuông góc theo tiêu chuẩn nguồn sáng của Ủy ban Quốc tế về Chiếu sáng thể hiện sự chuyển dịch điểm màu tham chiếu ít hơn 2 từ điểm tham chiếu như được xác định ở bề mặt chống phản chiếu, điểm tham chiếu bao gồm ít nhất một trong số các tọa độ màu ($a^*=0$, $b^*=0$), và tọa độ màu truyền qua của nền, và

tọa độ màu truyền qua vật thể trong hệ đo màu (L^* , a^* , b^*) ở góc tới vuông góc theo tiêu chuẩn nguồn sáng của Ủy ban Quốc tế về Chiếu sáng thể hiện sự chuyển dịch điểm màu tham chiếu ít hơn 5 từ điểm tham chiếu như được xác định ở bề mặt chống

phản chiếu, điểm tham chiếu bao gồm ít nhất một trong số các tọa độ màu ($a^*=0$, $b^*=0$), tọa độ màu ($a^*=-2$, $b^*=-2$) và tọa độ màu phản xạ của nền

trong đó khi điểm tham chiếu là tọa độ màu ($a^*=0$, $b^*=0$), độ dịch chuyển màu được xác định bằng $\sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}})^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}})^2)}$,

trong đó khi điểm tham chiếu là tọa độ màu ($a^*=-2$, $b^*=-2$), độ dịch chuyển màu được xác định bằng $\sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}}+2)^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}}+2)^2)}$,

trong đó khi điểm tham chiếu là tọa độ màu của nền, độ dịch chuyển màu được xác định bằng $\sqrt{((a^*_{\text{vật phẩm}} - a^*_{\text{nền}})^2 + (b^*_{\text{vật phẩm}} - b^*_{\text{nền}})^2)}$,

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm nhiều lớp, trong đó nhiều lớp bao gồm lớp thứ nhất có hệ số phản chiếu (refractive index – RI) thấp và lớp thứ hai có RI cao,

trong đó lớp phủ chống phản chiếu bao gồm ít nhất một phân khoảng sao cho lớp thứ nhất có RI thấp và lớp thứ hai có RI cao luân phiên xen nhau,

trong đó nguyên liệu để sử dụng trong lớp thứ nhất có RI thấp bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , CeF_3 hoặc tổ hợp của chúng,

trong đó nguyên liệu để sử dụng trong lớp thứ hai có RI cao và lớp chống xước bao gồm $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , AlN , SiN_x , Si_3N_4 , AlO_xN_y , SiO_xN_y , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , MoO_3 , cacbon giống kim cương hoặc tổ hợp của chúng,

lớp phủ chống phản chiếu bao gồm phần thứ nhất và phần thứ hai sao cho lớp chống xước được bố trí giữa phần thứ nhất và phần thứ hai này, trong đó độ dày vật lý của lớp chống xước nằm trong khoảng từ 1 nm đến 3 μm , và

trong đó lớp phủ chống phản chiếu có độ dày vật lý từ 10 nm đến 800 nm.

32. Vật phẩm bao gồm:

nền có bề mặt chính; và

lớp phủ quang học được bố trí trên bề mặt chính và tạo thành bề mặt chống phản chiếu, lớp phủ quang học bao gồm một lớp phủ chống phản chiếu và một lớp chống xước,

vật phẩm này có độ cứng bằng 8 GPa hoặc lớn hơn như được đo ở bề mặt chống phản chiếu bởi thử nghiệm độ cứng theo vết cắt lõm Berkovich (Berkovich Indenter Hardness Test) dọc theo phạm vi độ sâu vết cắt lõm từ 100 nm đến 500 nm;

trong đó:

lớp phủ chống phản chiếu bao gồm nhiều lớp, trong đó nhiều lớp này bao gồm lớp thứ nhất có chỉ số phản chiếu (RI) thấp, và lớp thứ hai có RI cao,

lớp phủ chống phản chiếu bao gồm ít nhất một phân khoảng mà lớp thứ nhất có RI thấp và lớp thứ hai có RI cao luân phiên xen kẽ,

nguyên liệu để dùng trong lớp thứ nhất có RI thấp bao gồm: SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , AlO_xN_y , SiO_xN_y , $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , CeF_3 hoặc tổ hợp của chúng,

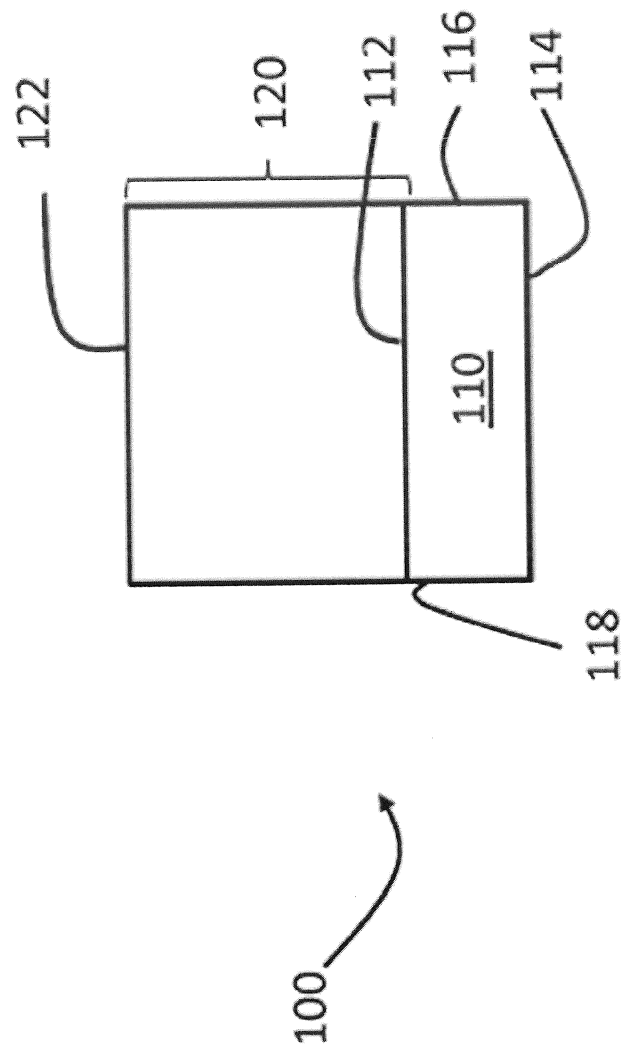
nguyên liệu để dùng trong lớp thứ hai có RI cao và lớp chống xước bao gồm $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , AlN , Si_3N_4 , SiN_x , AlO_xN_y , SiO_xN_y , HfO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , MoO_3 , cacbon giống kim cương hoặc tổ hợp của chúng,

lớp phủ chống phản chiếu bao gồm phần thứ nhất và phần thứ hai sao cho lớp chống xước được bố trí giữa phần thứ nhất và phần thứ hai này, trong đó độ dày vật lý của lớp chống xước nằm trong khoảng từ 1 nm đến 3 μm ; và

lớp chống phản chiếu có độ dày vật lý từ 10 nm đến 800 nm.

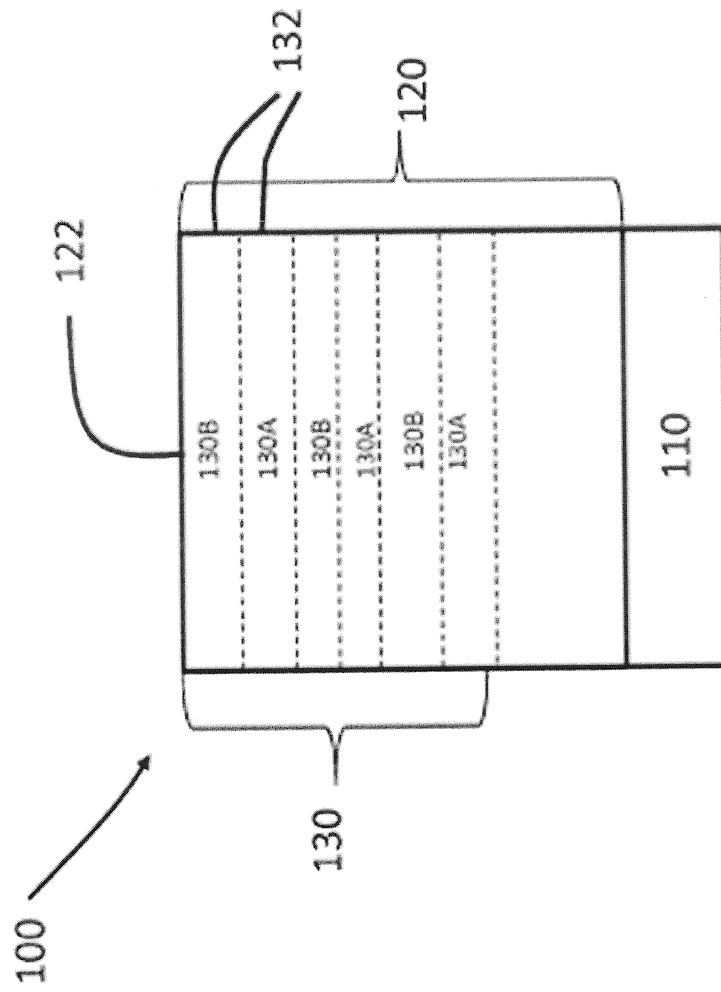
1/21

FIG.1

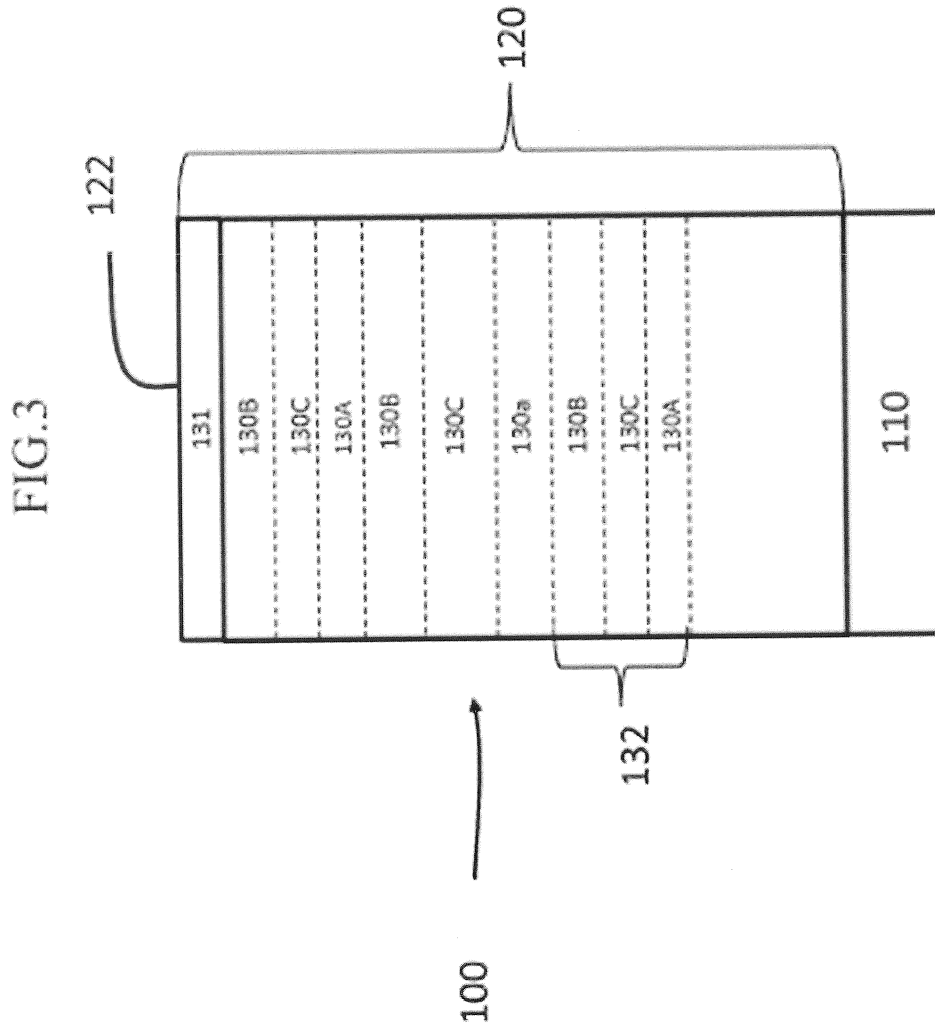


2/21

FIG.2

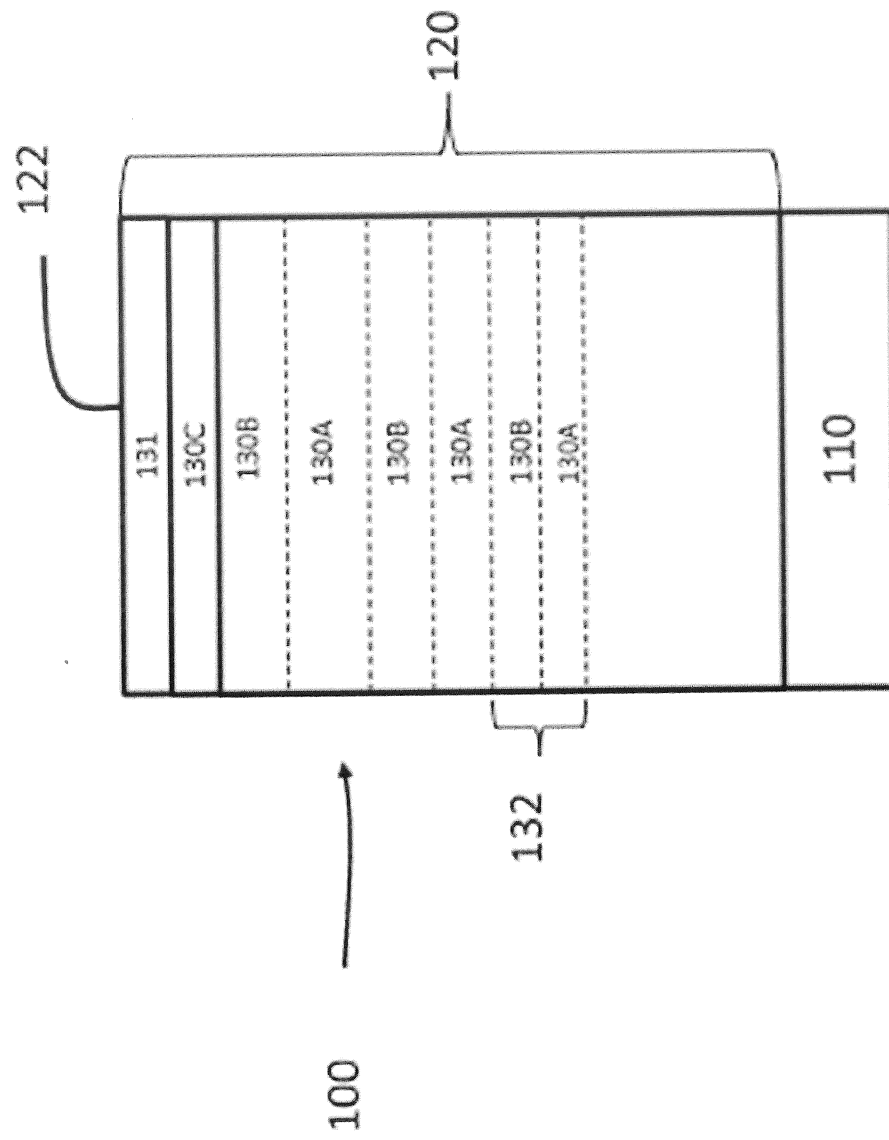


3/21



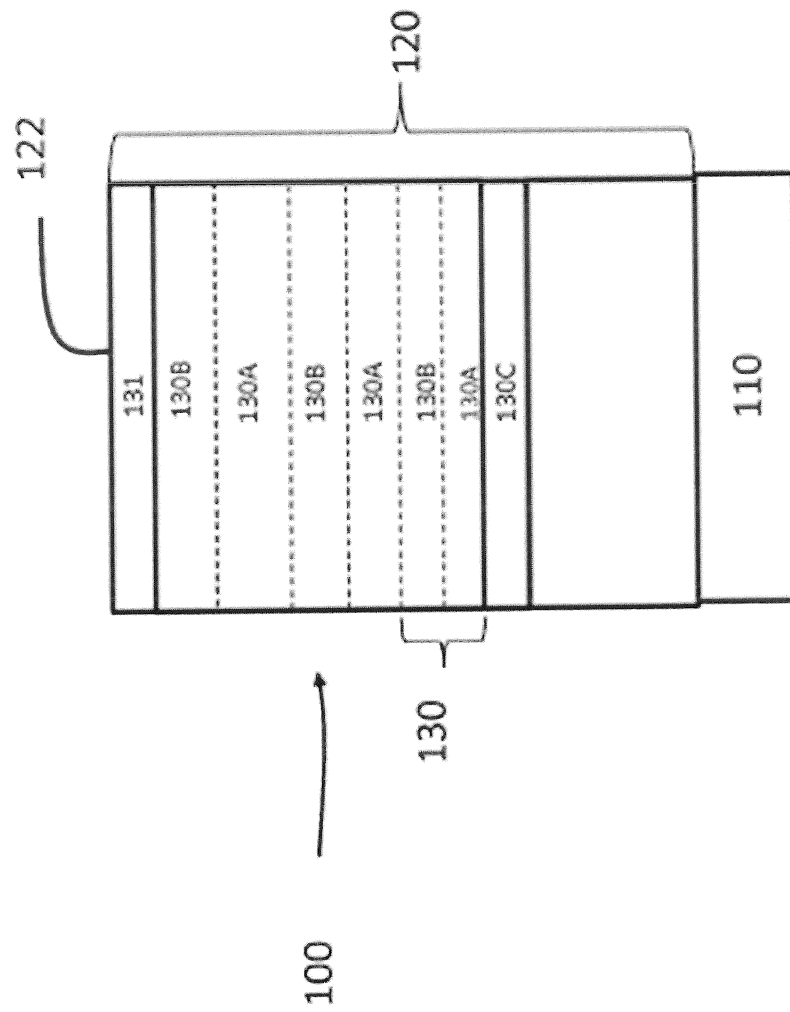
4/21

FIG.4



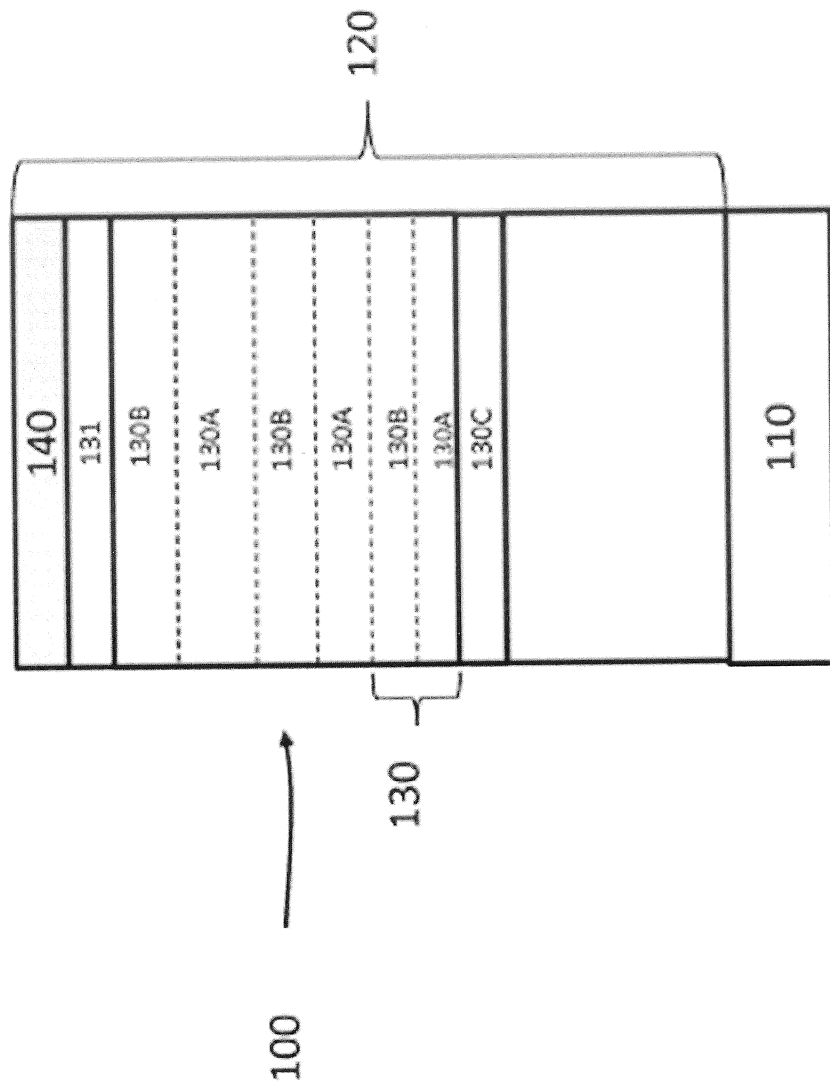
5/21

FIG.5

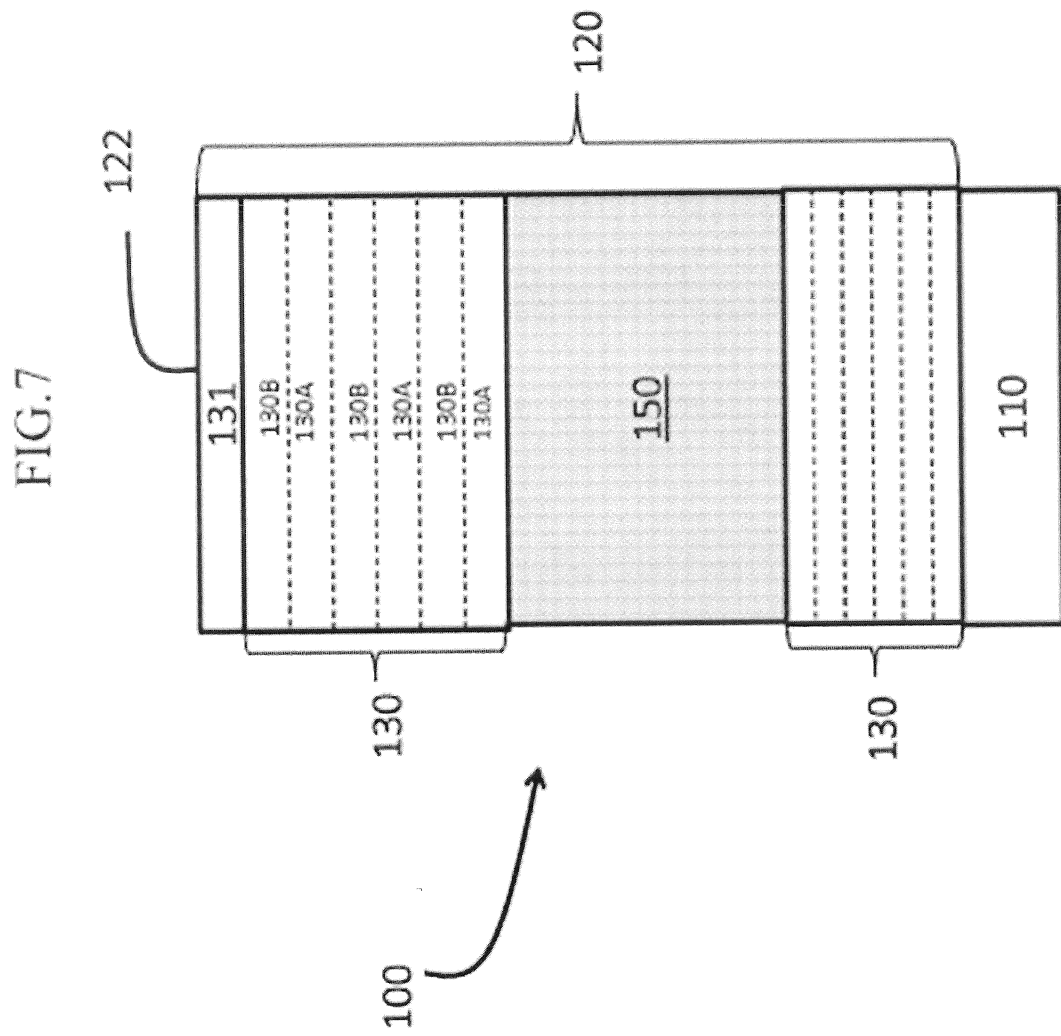


6/21

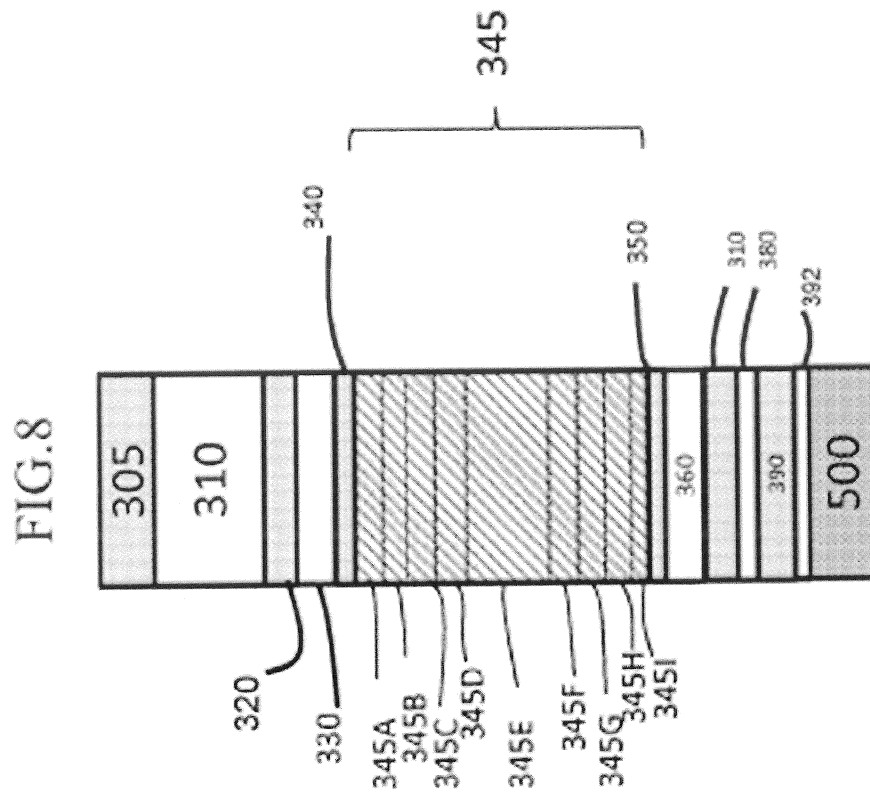
FIG.6



7/21

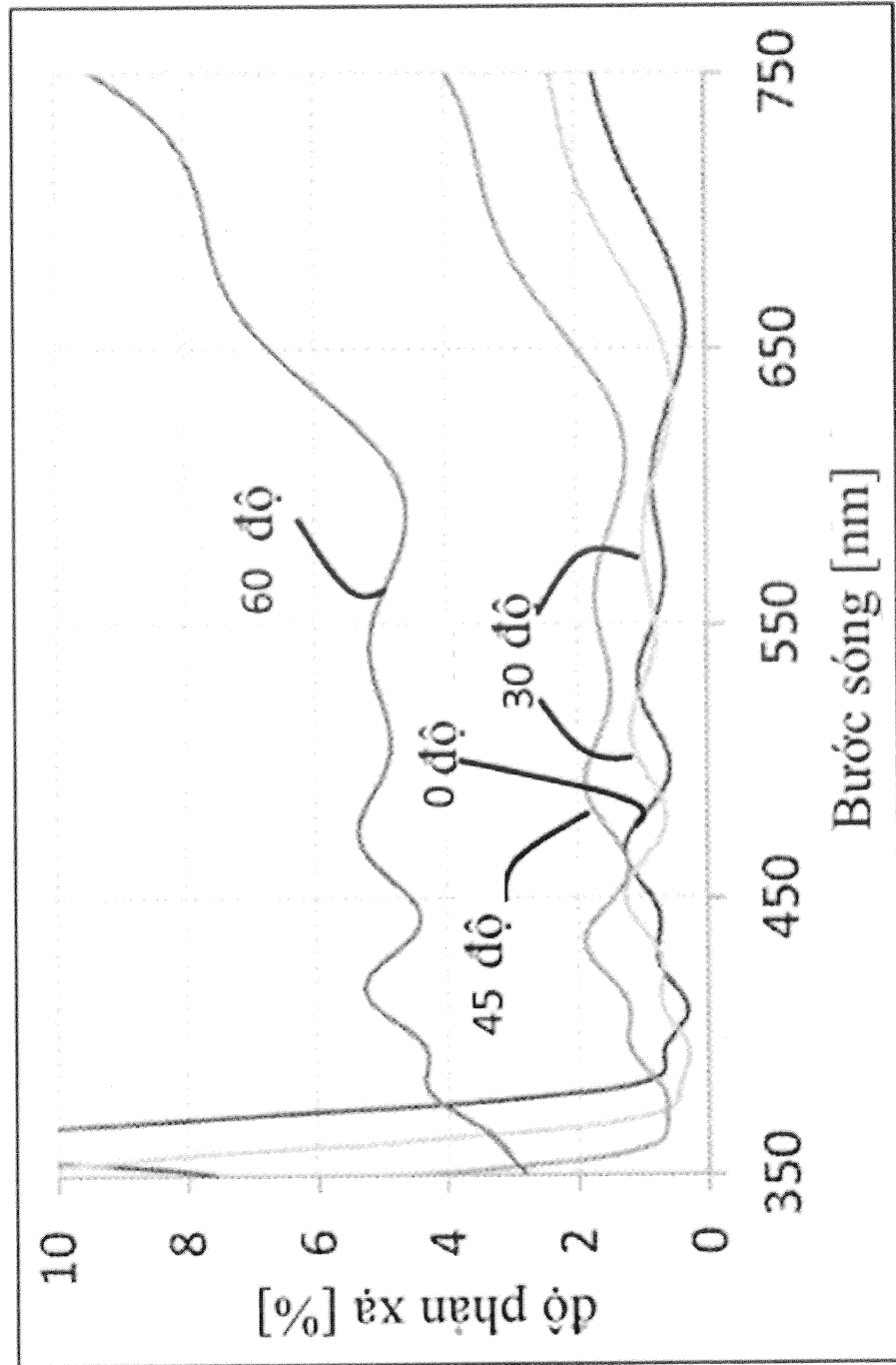


8/21



9/21

FIG.9



10/21

FIG.10

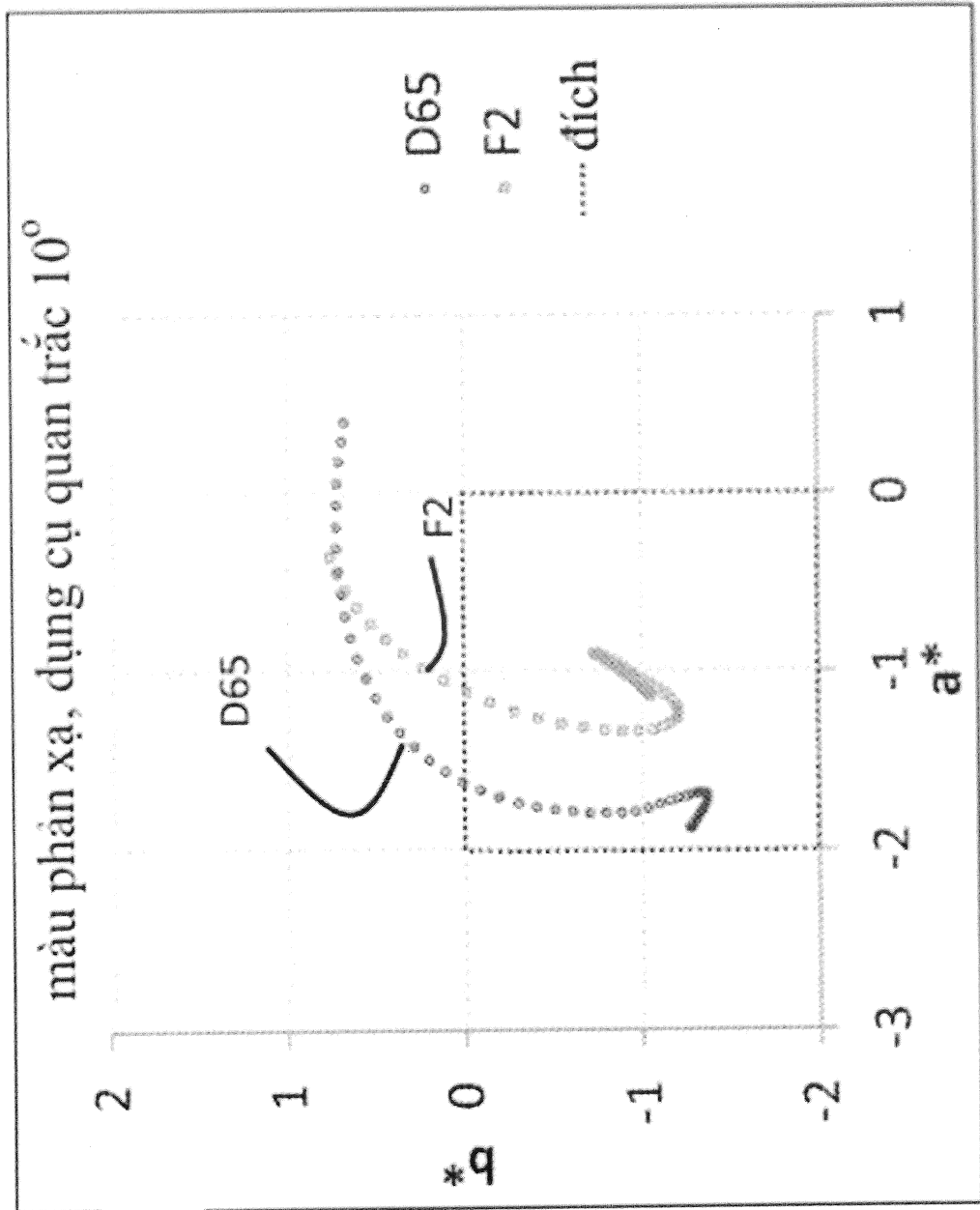
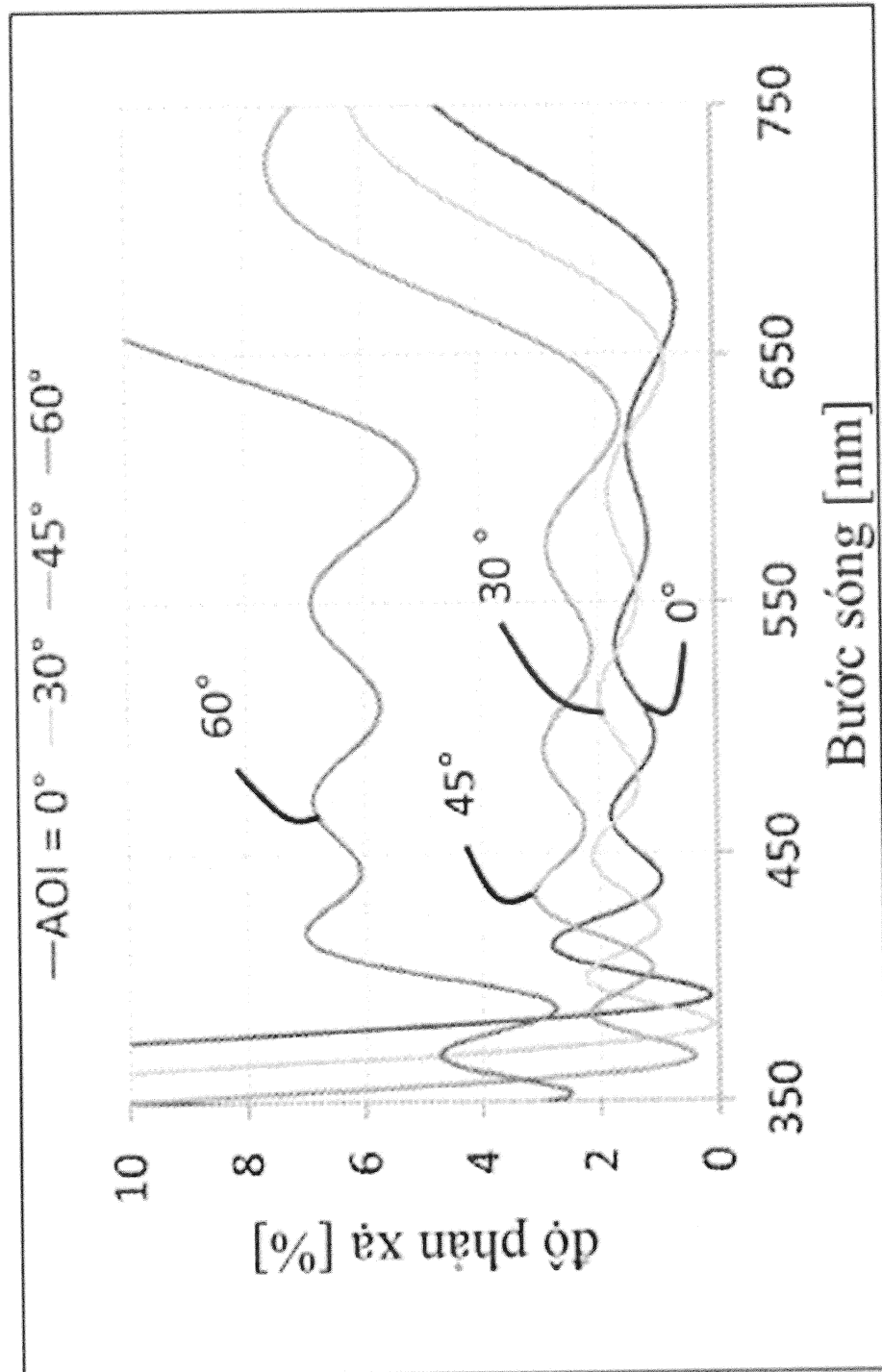
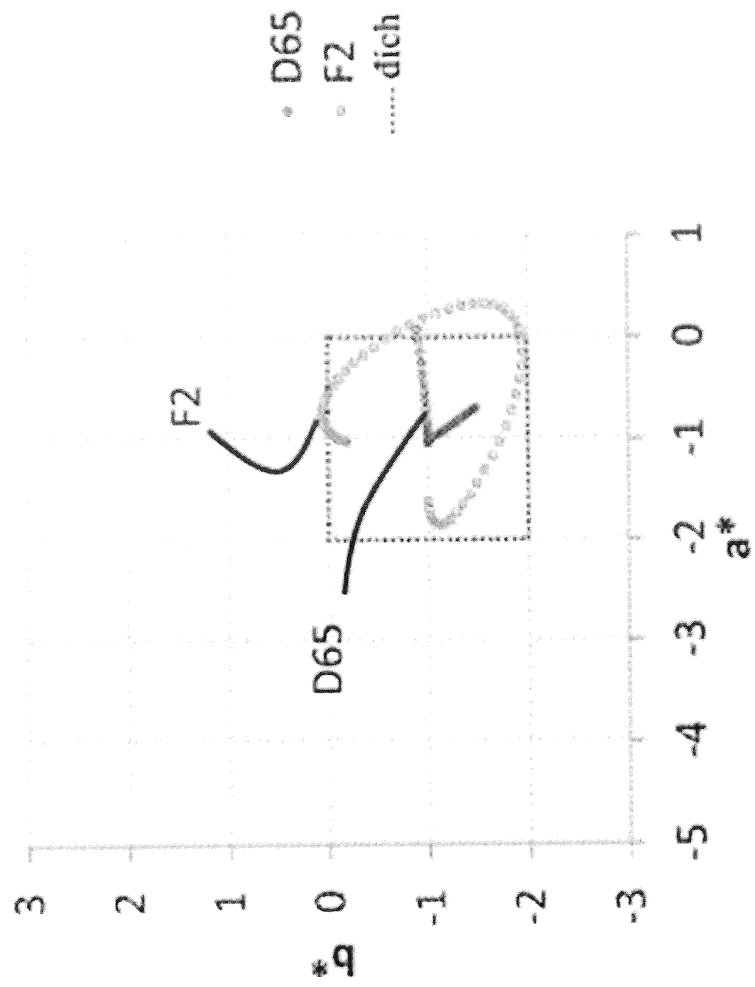


FIG.11



12/21

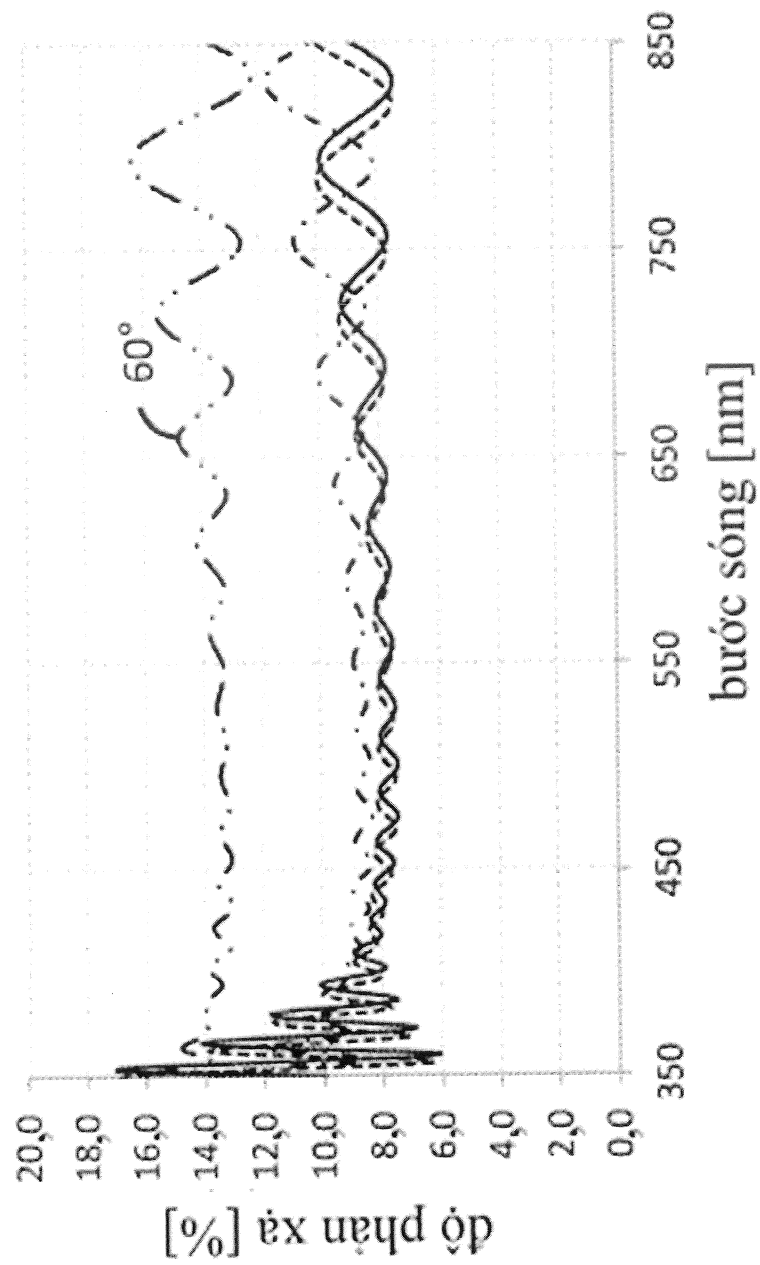
FIG.12
màu phản xạ, dụng cụ quan trắc 10°



13/21

FIG.13

độ phản xạ bề mặt thứ nhất

— $AOI = 8^\circ$ --- 20° - - 40° — 60° 

14/21

FIG.14

màu phản xạ bề mặt thứ nhất

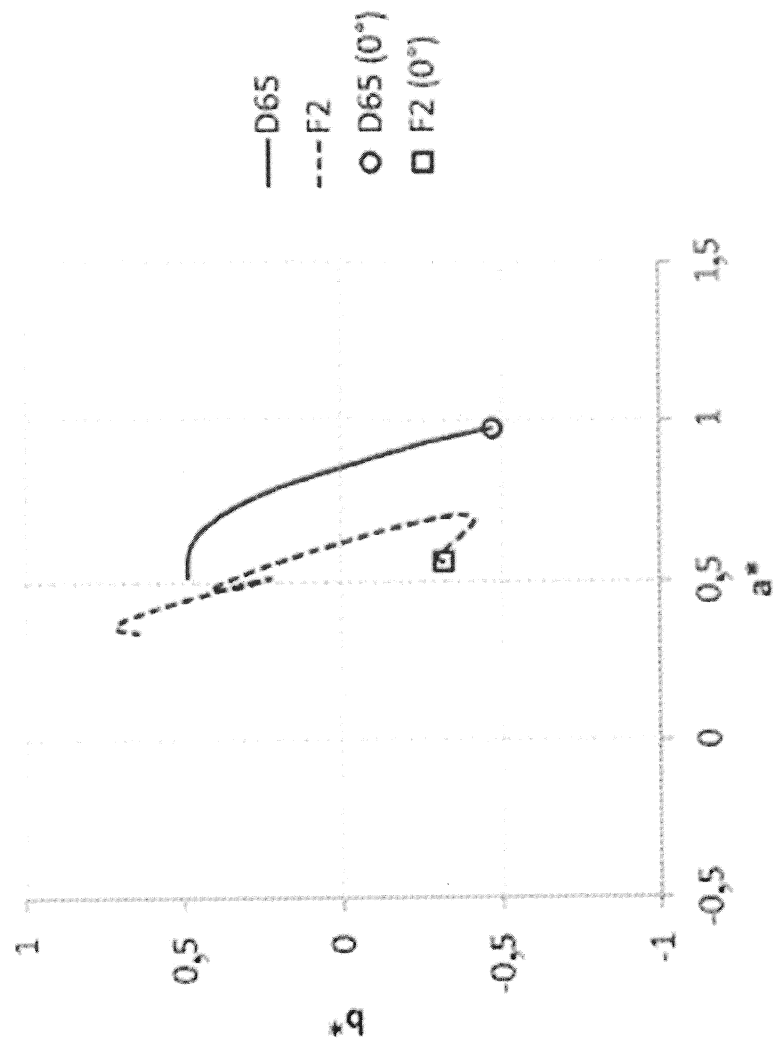
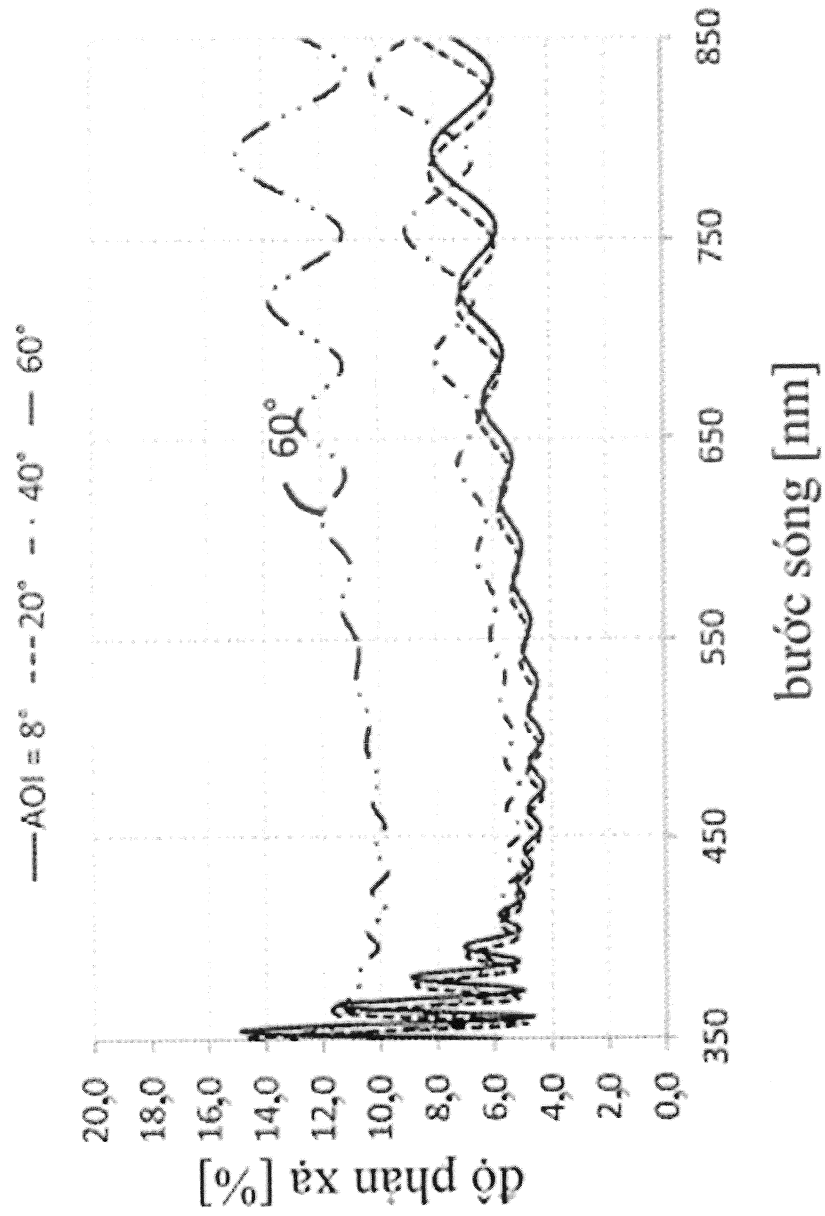


FIG.15
độ phản xạ bề mặt thứ nhất



16/21

FIG.16
màu phản xạ bề mặt thứ nhất

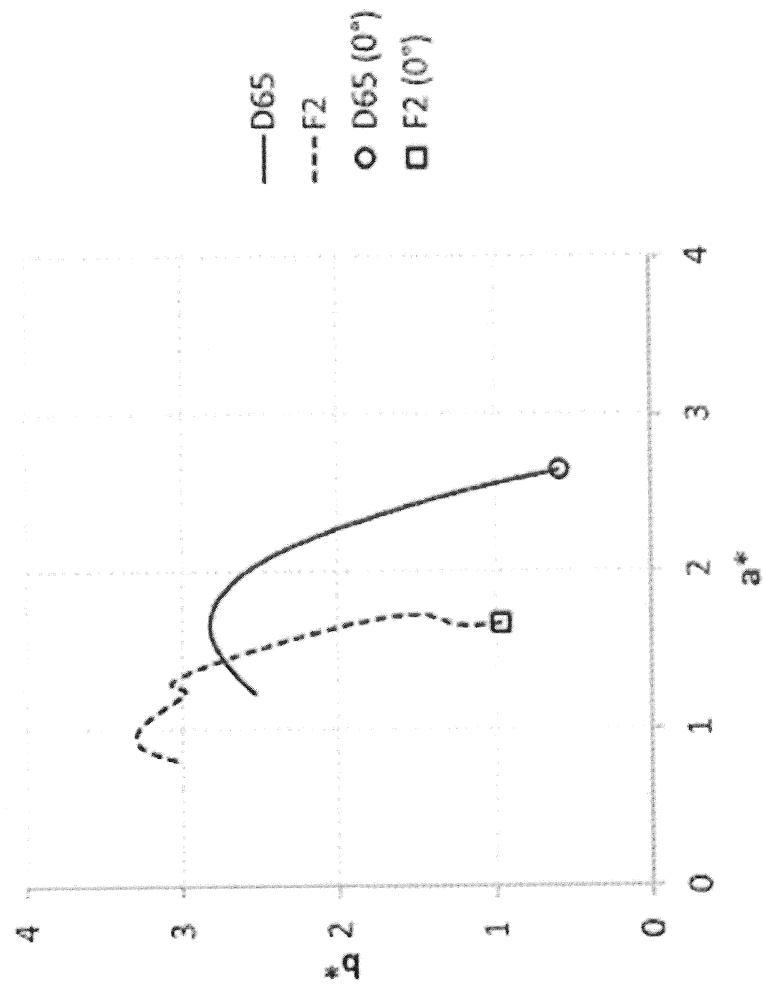
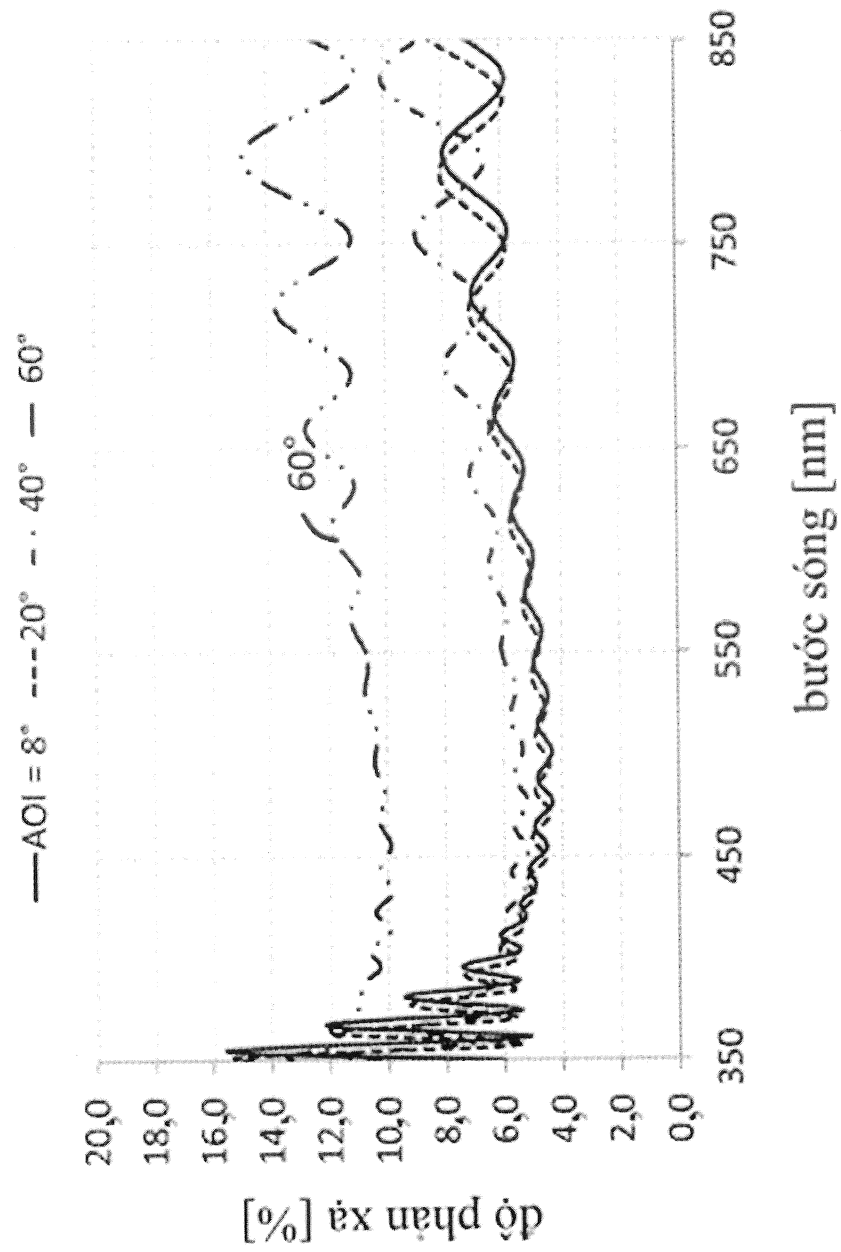


FIG.17
độ phản xạ bề mặt thứ nhất



18/21

FIG.18
màu phản xạ bề mặt thứ nhất

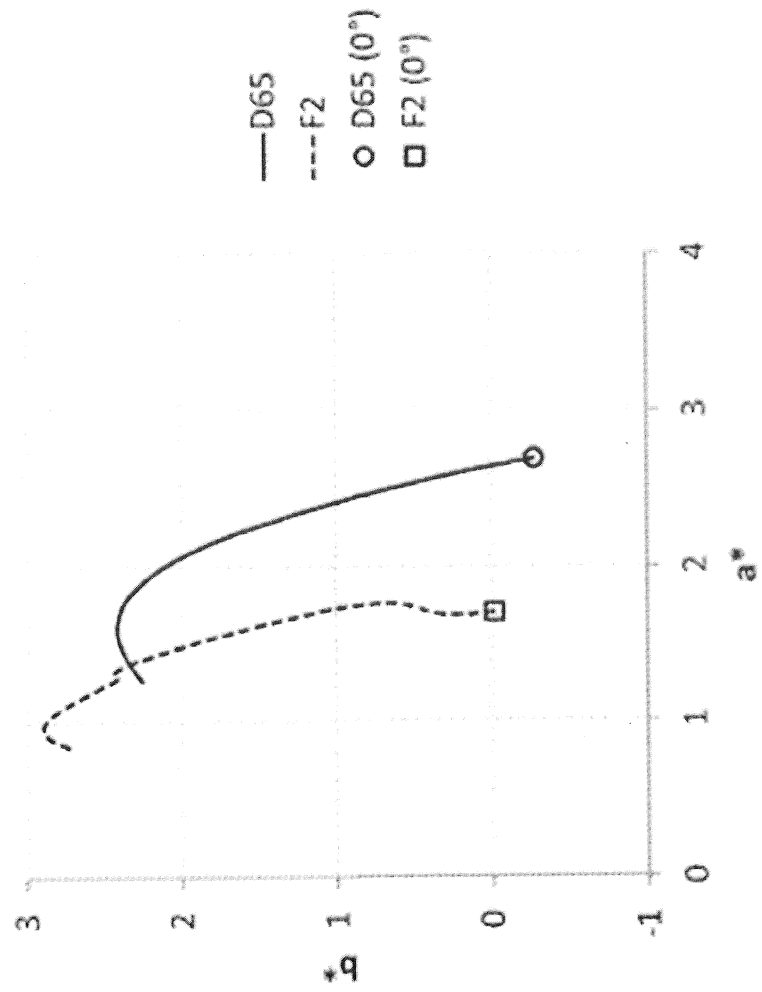
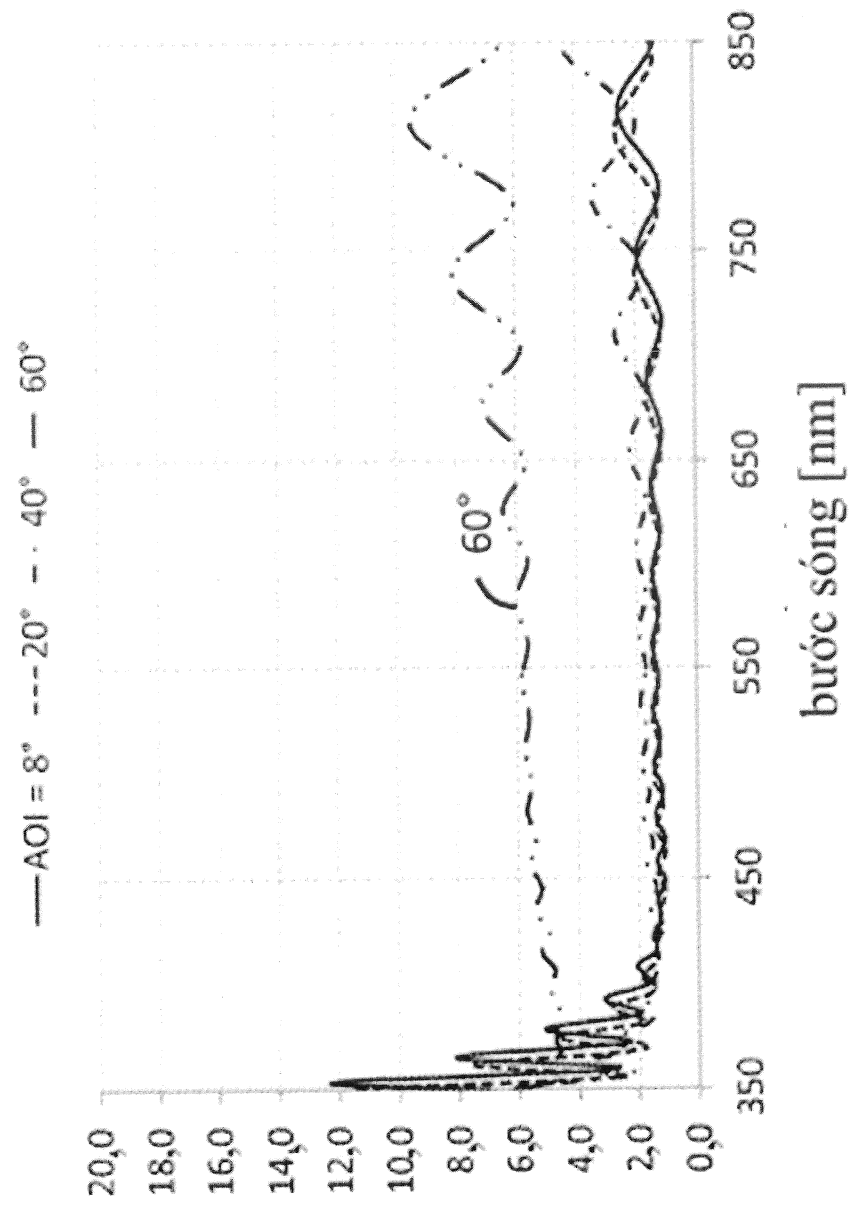


FIG.19
độ phản xạ bề mặt thứ nhất



20/21

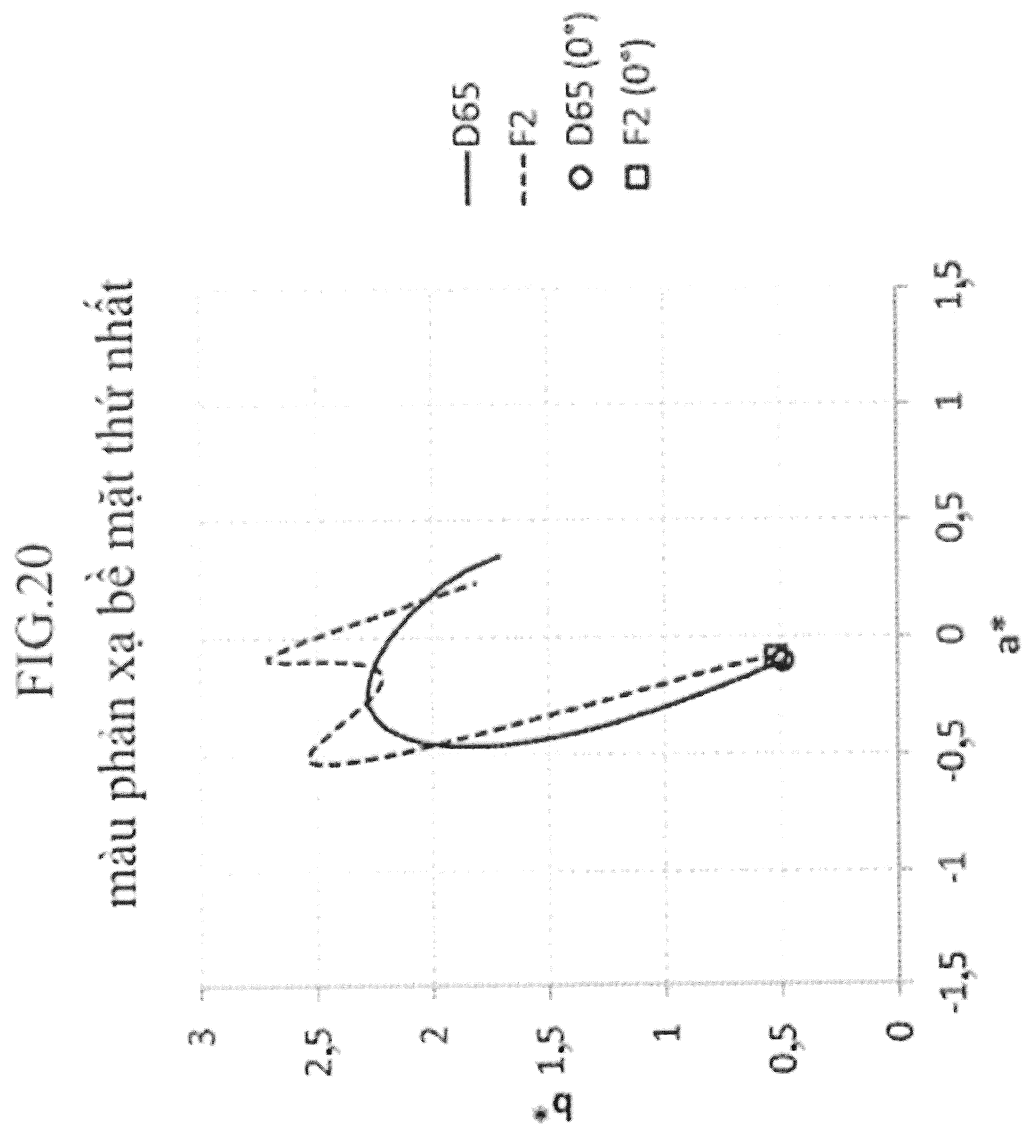


FIG.21

