



등록특허 10-2047915



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월22일
(11) 등록번호 10-2047915
(24) 등록일자 2019년11월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 1/14 (2014.01) *C03C 17/34* (2006.01)
C03C 21/00 (2006.01) *G02B 1/11* (2015.01)
G02B 5/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02B 1/14 (2015.01)
C03C 17/3435 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7004304(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2015년05월11일
심사청구일자 2019년02월13일
- (85) 번역문제출일자 2019년02월13일
- (65) 공개번호 10-2019-0018054
- (43) 공개일자 2019년02월20일
- (62) 원출원 특허 10-2016-7033789
원출원일자(국제) 2015년05월11일
심사청구일자 2017년10월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/030116
- (87) 국제공개번호 WO 2016/018490
국제공개일자 2016년02월04일

(30) 우선권주장
61/991,656 2014년05월12일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문현

JP2009109850 A*

JP2014056215 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

전체 청구항 수 : 총 30 항

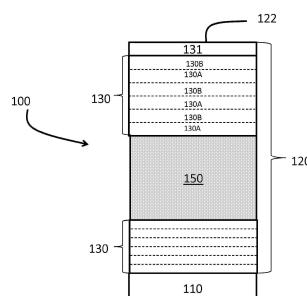
심사관 : 정형수

(54) 발명의 명칭 내구성 및 내-스크래치성 반사-방지 제품

(57) 요약

내구성이 있는, 반사-방지 제품의 구체 예는 개시된다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 기판 및 주 표면 상에 침착된 광학 코팅을 포함한다. 상기 광학 코팅은 반사-방지 코팅 및 반사-방지 표면을 형성하는 내-스크래치성 코팅을 포함한다. 상기 제품은 약 100nm 이상의 압입 깊이를 따라 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 반

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도7

사-방지 표면에 대해 측정된 것으로, 12 GPa 이상의 최대 경도를 나타낸다. 몇몇 구체 예의 제품들은 약 400nm 내지 약 800nm의 범위에서 광학 파장 레짐에 걸쳐 약 8% 이하의 반사-방지 표면에서 측정된 단면 평균 광 반사율 및 약 2 미만의 반사율 또는 투과율에서 기준점 색채 변화를 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 수직 입사로부터 20도 이상인 입사 조명 각까지의 모든 각에서 약 5 이하의 각도 색채 변화를 나타낸다.

(52) CPC특허분류

C03C 21/002 (2013.01)
G02B 1/11 (2013.01)
G02B 5/0221 (2013.01)
G02B 5/0278 (2013.01)
C03C 2217/734 (2013.01)
C03C 2217/78 (2013.01)

(72) 발명자

파울슨, 찰스 앤드류

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 톨 미도우 코트 5

프라이스, 제임스 조셉

미국, 뉴욕 14830, 코닝, 고톤 로드 3625

(30) 우선권주장

62/010,092	2014년06월10일	미국(US)
62/028,014	2014년07월23일	미국(US)
62/098,819	2014년12월31일	미국(US)
62/098,836	2014년12월31일	미국(US)
62/142,114	2015년04월02일	미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

주 표면을 갖는 기판; 및

상기 주 표면상에 배치되고 반사-방지 표면을 형성하는 광학 코팅을 포함하는 제품으로, 상기 광학 코팅은 반사-방지 코팅을 포함하며,

상기 제품은 100nm 내지 500 nm의 범위의 압입 깊이를 따라 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 반사-방지 표면 상에 측정된 것으로 8 GPa 이상의 경도를 나타내고;

여기서, 상기 제품은 400nm 내지 800nm 범위에서 광학 파장 영역에 걸쳐 9% 이하의 반사-방지 표면에서 측정된 단면 평균 광 반사율 및 하기 중 하나 이상을 나타내며:

반사-방지 표면에서 측정된 것으로 기준점으로부터 2 미만의 기준점 색채 변화를 나타내고, 상기 기준점은 기판의 투과율 색 좌표 및 색 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$) 중 적어도 하나를 포함하는, 국제 조명 위원회 광원하의 수직 입사에서 (L^* , a^* , b^*) 색 측정 시스템 내의 제품 투과율 색 좌표, 및

반사-방지 표면에서 측정된 것으로 기준점으로부터 5 미만의 기준점 색채 변화를 나타내고, 상기 기준점은 색 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$), 색 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$) 및 기판의 반사율 색 좌표 중 적어도 하나를 포함하는, 국제 조명 위원회 광원하의 수직 입사에서 (L^* , a^* , b^*) 색 측정 시스템 내의 제품 반사율 색 좌표,

여기서, 상기 기준점이 색 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$)인 경우, 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{제품})^2 + (b^*_{제품})^2)}$ 으로 정의되며,

여기서, 상기 기준점이 색 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$)인 경우, 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{제품}+2)^2 + (b^*_{제품}+2)^2)}$ 으로 정의되고, 및

여기서, 상기 기준점이 기판의 색 좌표인 경우, 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{제품} - a^*_{기판})^2 + (b^*_{제품} - b^*_{기판})^2)}$ 으로 정의되며,

상기 반사-방지 코팅은 다수의 층을 포함하고, 여기서 상기 다수의 층은 제1 저 RI 층, 및 제2 고 RI 층을 포함하고,

상기 반사-방지 코팅은 제1 저 RI 층 및 제2 고 RI 층이 교호하는 다수의 주기를 포함하며,

상기 제1 저 RI 층에 사용하는 물질은 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 또는 이들의 조합을 포함하고,

상기 제2 고 RI 층에 사용하는 물질은 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, 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 , 다이아몬드-형 탄소, 또는 이들의 조합을 포함하고, 및

상기 반사-방지 코팅은 10 nm 내지 500 nm의 물리적 두께를 포함하는 제품.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 반사-방지 코팅은 상기 다수의 층 상에 배치된 제3 저 RI 층을 더욱 포함하고, 여기서 제3 저 RI는 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 또는 이들의 조합을 포함하는 제품.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 반사-방지 코팅의 물리적 두께는 10 nm 내지 300 nm인 제품.

청구항 4

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 반사-방지 코팅의 물리적 두께는 10 nm 내지 450 nm인 제품.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 기판은 상기 제품의 최대 경도보다 작은 경도를 갖는 제품.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제품은 반사-방지 표면상에 테이퍼 시험을 사용하여 500-사이클 마모 후에 하기 (i) 내지 (iv) 중 어느 하나 이상을 만족하는 내마모성을 나타내는 제품:

(i) 8 mm의 직경을 갖는 구경(aperture)을 구비한 헤이즈미터를 사용하여 측정된 것으로, 1% 헤이즈 이하,

(ii) 원자력 현미경에 의해 측정된 것으로, 12nm 이하의 평균 거칠기 Ra,

(iii) 600nm 파장에서 2mm 구경으로, 산란 측정용 이미지 구를 사용하여 투파에서 수직 입사로 측정된 것으로, 40도 이하의 극 산란 각에서, (1/steradian의 단위로) 0.05 이하의 산란 광 강도, 및

(iv) 600nm 파장에서 2mm 구경으로, 산란 측정용 이미지 구를 사용하여 투파에서 수직 입사로 측정된 것으로, 20도 이하의 극 산란 각에서, (1/steradian의 단위로) 0.1 이하의 산란 광 강도.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 반사-방지 코팅은 10주기까지 포함하는 제품.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 기판은 비결정질 기판 또는 결정질 기판을 포함하는 제품.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 비결정질 기판은, 소다 라임 유리, 알칼리 알루미노실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리 및 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리로 이루어진 군으로부터 선택된 유리를 포함하는 제품.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 유리는 화학적으로 강화되고, 상기 유리는 적어도 250 MPa의 표면 압축 응력 (CS)을 갖는 압축 응력 (CS) 층을 포함하며, 여기서 상기 압축 응력 (CS) 층은, 화학적으로 강화된 유리 내에서, 화학적으로 강화된 유리의 표면으로부터 적어도 10 μ m의 층의 깊이 (DOL)로 확장하는 제품.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제품은, 광학 코팅 상에 배치된 세정-용이성 코팅, 다이아몬드-형 코팅 또는 내-스크래치성 코팅을 더욱

포함하는 제품.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 광학 코팅은 $1 \mu\text{m}$ 내지 $3 \mu\text{m}$ 의 범위의 두께를 갖는 내스크래치성 층을 포함하는 제품.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 반사-방지 코팅은 내스크래치성 층과 기판 사이에 배치된 제품.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 제2 고 RI 층의 적어도 하나는 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 또는 $\text{SiO}_2/\text{AlO}_x\text{N}_y$ 를 포함하는 제품.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 다수의 층의 제1 저 RI 층의 조합된 물리적 두께는 상기 반사-방지 코팅의 물리적 두께의 60% 미만을 포함하는 제품.

청구항 16

주 표면을 갖는 기판; 및

상기 주 표면 상에 배치되고 반사-방지 표면을 형성하는 광학 코팅을 포함하는 제품으로, 상기 광학 코팅은 반사-방지 코팅을 포함하며,

상기 제품은 100nm 내지 500nm 의 범위의 암입 깊이를 따라 베르코비치 암입자 경도 시험에 의해 반사-방지 표면 상에 측정된 것으로 8 GPa 이상의 경도를 나타내고;

여기서 상기 제품은: (a) A 시리즈 광원, B 시리즈 광원, C 시리즈 광원, D 시리즈 광원, 및 F 시리즈 광원으로 이루어진 군으로부터 선택된 국제 조명 위원회 광원 하에서 수직 입사에 대하여 20도 이상인 입사 조명 각에서 보았을 때 반사율 (reflectance)에서 10 미만의 각도 색채 변화, 및 (b) A 시리즈 광원, B 시리즈 광원, C 시리즈 광원, D 시리즈 광원, 및 F 시리즈 광원으로 이루어진 군으로부터 선택된 국제 조명 위원회 광원 하에서 수직 입사에 대하여 20도 이상인 입사 조명 각에서 보았을 때 투과율 (reflectance)에서 10 미만의 각도 색채 변화 중 어느 하나 이상을 나타내며, 여기서 각도 색채 변화는 수학식 $\sqrt{((a*_{21}-a*_{11})^2 + (b*_{21}-b*_{11})^2)}$ 을 사용하여 계산되고, $a*_{11}$, 및 $b*_{11}$ 은 수직 입사에서 본 경우 제품의 좌표를 나타내며, $a*_{21}$, 및 $b*_{21}$ 은 입사 조명 각에서 본 경우 제품의 좌표를 나타내며,

여기서 상기 반사-방지 코팅은 다수의 층을 포함하고, 상기 다수의 층은 제1 저 RI 층, 및 제2 고 RI 층을 포함하며,

여기서 상기 반사-방지 코팅은 제1 저 RI 층 및 제2 고 RI 층이 교호하는 다수의 주기를 포함하며,

여기서 상기 제1 저 RI 층에 사용하는 물질은 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 또는 이들의 조합을 포함하고,

여기서 상기 제2 고 RI 층에 사용하는 물질은 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$, 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 , 다이아몬드-형 탄소, 또는 이들의 조합을 포함하고, 및

여기서 상기 반사-방지 코팅은 10 nm 내지 500 nm 의 물리적 두께를 포함하는 제품.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 반사-방지 코팅은 상기 다수의 층 상에 배치된 제3 저 RI 층을 더욱 포함하고, 여기서 제3 저 RI는 SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , Al_0xN_y , Si_0xN_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 또는 이들의 조합을 포함하는 제품.

청구항 18

청구항 16 또는 17에 있어서,

상기 반사-방지 코팅의 물리적 두께는 10 nm 내지 300 nm인 제품.

청구항 19

청구항 16 또는 17에 있어서,

상기 반사-방지 코팅의 물리적 두께는 10 nm 내지 450 nm인 제품.

청구항 20

청구항 16에 있어서,

상기 기판은 상기 제품의 최대 경도보다 작은 경도를 갖는 제품.

청구항 21

청구항 16에 있어서,

상기 제품은 반사-방지 표면 상에 테이퍼 시험을 사용하여 500-사이클 마모 후에 하기 (i) 내지 (iv) 중 어느 하나 이상을 만족하는 내마모성을 나타내는 제품:

- (i) 8 mm의 직경을 갖는 구경(aperture)을 구비한 헤이즈미터를 사용하여 측정된 것으로, 1% 헤이즈 이하,
- (ii) 원자력 현미경에 의해 측정된 것으로, 12nm 이하의 평균 거칠기 R_a ,
- (iii) 600nm 파장에서 2mm 구경으로, 산란 측정용 이미지 구를 사용하여 투과에서 수직 입사로 측정된 것으로, 40도 이하의 극 산란 각에서, (1/steradian의 단위로) 0.05 이하의 산란 광 강도, 및
- (iv) 600nm 파장에서 2mm 구경으로, 산란 측정용 이미지 구를 사용하여 투과에서 수직 입사로 측정된 것으로, 20도 이하의 극 산란 각에서, (1/steradian의 단위로) 0.1 이하의 산란 광 강도.

청구항 22

청구항 16에 있어서,

상기 반사-방지 코팅은 10주기까지 포함하는 제품.

청구항 23

청구항 16에 있어서,

상기 기판은 비결정질 기판 또는 결정질 기판을 포함하는 제품.

청구항 24

청구항 23에 있어서,

상기 비결정질 기판은, 소다 라임 유리, 알칼리 알루미노실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리 및 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리로 이루어진 군으로부터 선택된 유리를 포함하는 제품.

청구항 25

청구항 24에 있어서,

상기 유리는 화학적으로 강화되고, 상기 유리는 적어도 250 MPa의 표면 압축 응력 (CS)을 갖는 압축 응력 (CS)

층을 포함하며, 여기서 상기 압축 응력 (CS) 층은, 화학적으로 강화된 유리 내에서, 화학적으로 강화된 유리의 표면으로부터 적어도 $10\mu\text{m}$ 의 층의 깊이 (DOL)로 확장하는 제품.

청구항 26

청구항 16에 있어서,

상기 제품은, 광학 코팅 상에 배치된 세정-용이성 코팅, 다이아몬드-형 코팅 또는 내-스크래치성 코팅을 더욱 포함하는 제품.

청구항 27

청구항 16에 있어서,

상기 광학 코팅은 $1\mu\text{m}$ 내지 $3\mu\text{m}$ 의 범위의 두께를 갖는 내스크래치성 층을 포함하는 제품.

청구항 28

청구항 27에 있어서,

상기 반사-방지 코팅은 내스크래치성 층과 기판 사이에 배치된 제품.

청구항 29

청구항 16에 있어서,

상기 제2 고 RI 층의 적어도 하나는 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 또는 $\text{SiO}_2/\text{AlO}_x\text{N}_y$ 를 포함하는 제품.

청구항 30

청구항 16에 있어서,

상기 다수의 층의 제1 저 RI 층의 조합된 물리적 두께는 상기 반사-방지 코팅의 물리적 두께의 60% 미만을 포함하는 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 출원은 2014년 5월 12일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/991,656호, 2014년 6월 10일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/010,092호, 2014년 7월 23일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/028,014호, 2014년 12월 31일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/098,819호, 2014년 12월 31일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/098,836호, 및 2015년 4월 2일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/142114호의 우선권을 주장하고, 이들의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다.

[0002]

본 개시는 내구성 및 내스크래치성 반사-방지 제품 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는, 내마모성 (abrasion resistance), 내스크래치성, 낮은 반사도, 및 무색 투과율 및/또는 반사율을 나타내는 다-층 반사-방지 코팅을 갖는 제품에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

커버 제품은 종종 입력 및/또는 디스플레이, 및/또는 많은 기타 기능을 위한 사용자 인터페이스 (interface)를 제공하기 위해, 전자 제품 내에 중요 장치를 보호하는데 사용된다. 이러한 제품은, 스마트폰, mp3 플레이어, 및 컴퓨터 테블릿과 같은, 휴대용 장치를 포함한다. 커버 제품은 또한, 건축용 제품, 수송 제품 (예를 들어, 자동차 적용, 철도, 항공기, 해양선 등에 사용된 제품), 가전제품, 또는 약간의 투명도, 내-스크래치성, 내마모성 또는 이의 조합을 요구하는 어떤 제품을 포함한다. 이들 적용은 종종, 최대 광 투과율 및 최대 반사율 면에서, 강한 광학 성능 특징 및 내-스트래치성을 요구한다. 더군다나, 몇몇 커버 적용은, 반사 및/또는 투과에서, 나타낸 또는 인지된 색상이, 시야각에 따라 지각할 수 있게 변화되지 않는 것을 요구한다. 디스플레이 적용에서, 이는, 만약 반사 또는 투과에서 색상이 감지할 수 있을 정도로 시야각에 따라 변화된다면, 제품의 사용자가, 디스플레이의 지각 품질을 손상시킬 수 있는, 디스플레이의 색상 또는 휘도에서 변화를 지각할 것이기 때

문이다. 다른 적용에서, 색상에서 변화는 미관상 요구조건 또는 다른 기능적 요구조건에 역효과를 미칠 수 있다.

[0004] 커버 제품의 광학 성능은 다양한 반사-방지 코팅을 사용하여 개선할 수 있다; 그러나, 공지의 반사-방지 코팅은 마손 (wear) 또는 마모에 민감할 수 있다. 이러한 마모는 반사-방지 코팅에 의해 달성된 어떤 광학 성능 개선을 손상시킬 수 있다. 예를 들어, 광학 필터는 종종 다른 물질을 갖는 다층 코팅으로 만들어지고, 및 광학적으로 투명한 유전체 (dielectric material) (예를 들어, 산화물, 질화물, 및 불화물)로 만들어진다. 이러한 광학 필터용으로 사용된 통상적인 산화물의 대부분은, 휴대용 장치, 건축용 제품, 수송 제품 또는 가전제품에 사용할 수 있는, 경도와 같은, 필요한 기계적인 특성을 갖지 않는, 넓은 밴드-갭 물질 (wide band-gap materials)이다. 질화물 및 다이아몬드-형 코팅 (diamond-like coatings)은 높은 경도 값을 나타낼 수 있지만, 이러한 물질은 이러한 적용을 위해 필요한 투과율을 나타내지 못한다.

[0005] 마모 손상은 반대 면 물체 (예를 들어, 손가락)로 반복적인 슬라이딩 접촉을 포함할 수 있다. 부가적으로, 마모 손상은, 필름 물질에 화학적 결합을 분해시킬 수 있고, 커버 유리에 플레이킹 (flaking) 및 다른 타입의 손상이 유발시킬 수 있는, 열을 발생할 수 있다. 마모 손상이 종종 스크래치를 유발하는 단일 사건보다 더 긴 기간에 걸쳐 경험되기 때문에, 마모 손상을 경험하는 배치된 코팅 물질은 또한 산화될 수 있어, 코팅의 내구성을 더욱 저하시킨다.

[0006] 공지의 반사-방지 코팅은 또한 스크래치 손상에 민감하고, 종종 이러한 코팅이 배치된 기초가 되는 기판 (underlying substrates)보다 스크래치 손상에 좀 더 민감하다. 몇몇 경우에서, 이러한 스크래치 손상의 상당한 부분은, 통상적으로 약 100nm 내지 약 500nm의 범위에서 깊이 및 연장된 길이를 갖는 물질 내에 단일 홈 (single groove)을 포함하는, 미세연성 (microductile) 스크래치를 포함한다. 미세연성 스크래치는, 서브-표면 균열, 마찰 균열, 침평 및/또는 마손과 같은, 기타 타입의 가시적인 손상에 의해 동반될 수 있다. 증거는 대다수의 이러한 스크래치 및 기타 가시적인 손상이 단일 접촉 사건에서 발생하는 예리한 접촉에 의해 유발된되는 것을 시사한다. 현저한 스크래치가 커버 기판상에 나타난 때, 제품의 외형은 저하되는데, 이는 스크래치가, 디스플레이상에 이미지의 휙도, 투명도, 및 명암에서 상당한 감소를 유발할 수 있는, 광 산란에 증가를 유발하기 때문이다. 현저한 스크래치는 또한 터치 감응 디스플레이를 포함하는 제품의 정확도 및 신뢰도에 영향을 미칠 수 있다. 단일 사건 스크래치 손상은 마모 손상과 대조를 이룰 수 있다. 단일 사건 스크래치 손상은, 단단한 반대 면 물체 (예를 들어, 모래, 자갈, 및 사포)로 반복적 슬라이딩 접촉과 같은, 다중 접촉 사건에 의해 유발되지 않거나, 또는 통상적으로 필름 물질에서 화학적 결합을 분해할 수 있고, 플레이킹 및 다른 타입의 손상을 유발할 수 있는, 열을 발생하지 않는다. 부가적으로, 단일 사건 스크래칭은 통상적으로 산화를 유발하지 않거나 또는 마모 손상을 유발하는 동일한 조건을 포함하지 않으며, 따라서, 마모 손상을 방지하는데 종종 활용된 해법은 또한 스크래치를 방지할 수 없다. 게다가, 알려진 스크래치 및 마모 손상 해법은 종종 광학 특성을 손상시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 내마모성, 내스크래치성이 있고 개선된 광학 성능을 갖는, 새로운 커버 제품, 및 이의 제조 방법에 대한 필요가 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 내구성 및 내스크래치성, 반사-방지 제품의 구체 예는 개시된다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 기판 및 반사-방지 표면을 형성하는 주 표면상에 침착된 광학 코팅을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 광학 코팅은 반사-방지 코팅을 포함한다.

[0009] 상기 제품은, 반사-방지 표면에 대해, 약 50nm 이상 (예를 들어, 약 100nm 이상, 약 50nm 내지 약 300nm, 약 50nm 내지 약 400nm, 약 50nm 내지 약 500nm, 약 50nm 내지 약 600nm, 약 50nm 내지 약 1000nm 또는 약 50nm 내지 약 2000nm)의 압입 깊이 (indentation depth)를 따라, 여기에 개시된 바와 같은, 베르코비치 압입자 (Berkovitch Indenter) 경도 시험에 의해 측정된 것으로, 12 GPa 이상을 나타내는 내스크래치성을 나타낸다.

[0010] 상기 제품은, 여기에 기재된 바와 같은, 테이버 시험 (Taber Test)를 사용하여 500-사이클 마모 후에 반사-방지 표면 상에 측정된 바와 같은 내마모성을 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 구경 (aperture)을 갖는 헤이즈미터 (hazemeter)를 사용하여 측정된 것으로, 약 1% haze 이하를 포함하는 (반사-방지 표면상에 측

정된 바와 같은) 내마모성을 나타내고, 여기서 상기 구경은 약 8 mm의 직경을 갖는다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 약 12nm 이하의, 원자력 현미경에 의해 측정된 것으로, 평균 거칠기 Ra를 포함하는 (반사-방지 표면상에 측정된 바와 같은) 내마모성을 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은, 600nm 파장에서 2mm 구경으로, 산란 측정용 이미지 구 (imaging sphere)를 사용하여 투과에서 수직 입사로 측정된 것으로, 약 40도 이하의 극 산란 각 (polar scattering angle)에서, (1/steradian의 단위로) 약 0.05 이하의 산란 광강도 (scattered light intensity)를 포함하는, (반사-방지 표면상에 측정된 바와 같은) 내마모성을 나타낸다. 몇몇 경우에서, 상기 제품은, 600nm 파장에서 2mm 구경으로, 산란 측정용 이미지 구를 사용하여 투과에서 수직 입사로 측정된 것으로, 약 20도 이하의 극 산란 각에서, (1/steradian의 단위로) 약 0.1 이하의 산란 광강도를 포함하는 (반사-방지 표면상에 측정된 바와 같은) 내마모성을 나타낸다.

[0011] 하나 이상의 구체 예의 제품은 광 투과율 및/또는 광 반사율의 관점에서 우수한 광학 성능을 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 광학 파장 영역 (regime) (예를 들어, 약 400nm 내지 약 800nm 또는 약 450nm 내지 약 650nm의 범위)에 걸쳐 약 92% 이상 (예를 들어, 약 98% 이상)의 (오직 반사-방지 표면에서만 측정된) 평균 광 투과율을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 광학 파장 영역에 걸쳐 약 2% 이하 (예를 들어, 약 1% 이하)의 (오직 반사-방지 표면에서만 측정된) 평균 광 반사율을 나타낸다. 상기 제품은 상기 광학 파장 영역에 걸쳐 약 1 퍼센트 포인트 이하의 평균 진동 폭 (oscillation amplitude)을 갖는 평균 광 투과율 또는 평균 광 반사율을 나타낼 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 오직 반사-방지 표면에서만 측정된 것으로, 수직 입사에서 약 1% 이하의 평균 포토픽 반사율 (photopic reflectance)을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 약 10% 미만의 오직 반사-방지 표면상에 수직 또는 근-수직 입사 (예를 들어, 0-10도)에서 측정된, 단-면 평균 포토픽 반사율을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 단-면 평균 포토픽 반사율은 약 9% 이하, 약 8% 이하, 약 7% 이하, 약 6% 이하, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3%, 또는 약 2% 이하이다.

[0012] 몇몇 경우에서, 제품은, 광원 (illuminant)을 사용하여 반사-방지 표면에서 본 경우, 기준 조명 각 (reference illumination angle)으로부터 약 2도 내지 약 60도의 범위에서 입사 조명 각 (incident illumination angle)으로 약 10 미만 (예를 들어, 5 이하, 4 이하, 3 이하, 2 이하 또는 약 1 이하)의 (여기에 기재된 바와 같은) 각도 색채 변화 (color shift)를 나타낸다. 대표적인 광원은 CIE F2, CIE F10, CIE F11, CIE F12 및 CIE D65 중 어느 하나를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 제품은 약 0 내지 약 60도 범위 내에 모든 입사 조명 각에서 CIE L*, a*, b* 색 측정 시스템 (colorimetry system)에서 2 미만의 b* 값을 나타낼 수 있다. 선택적으로 또는 부가적으로, 몇몇 구체 예의 제품은, 여기에 정의된 바와 같은, 기준점 (reference point)으로부터 약 2 미만의 기준점 색채 변화를 갖는 수직 입사에서 반사-방지 표면에 측정된 투과율 색상 (또는 투과율 색 좌표 (color coordinates)) 및/또는 반사율 색상 (또는 반사율 색 좌표)을 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 기준점은 L*a*b* 색상 공간 (또는 색 좌표 a*=0, b*=0 또는 a*=-2, b*=-2) 또는 기관의 투과율 또는 반사율 색 좌표에서 원점 (0, 0)일 수 있다. 여기에 기재된 각도 색채 변화, 기준점 색채 변화 및 색 좌표 (a* 및/또는 b*)는 D65 및/또는 F2 광원 하에서 관찰된다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 광학 성능은, F2 광원 소스의 예리한 스펙트럼 특색에 기인하여 좀 더 도전적인 것으로 알려진, F2 광원 하에서 관찰된다.

[0013] 하나 이상의 구체 예에서, 반사-방지 코팅은 다수의 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 상기 반사-방지 코팅은 제1 저 RI 층 및 제2 고 RI 층을 포함하는 주기 (period)를 포함한다. 상기 주기는 제1 저 RI 층 및 상기 제1 저 RI 층상에 배치된 제2 고 RI, 또는 그 반대를 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 주기는 제3층을 포함할 수 있다. 상기 반사-방지 코팅은 제1 저 RI 층 및 제2 고 RI 층이 번갈아 나오도록 다수의 주기를 포함할 수 있다. 상기 반사-방지 코팅은 약 10 또는 20 주기까지 포함할 수 있다.

[0014] 몇몇 구체 예에서, 상기 광학 코팅은 내스크래치성 층을 포함한다. 내스크래치성 층이 포함된 경우, 이러한 층들은 반사-방지 코팅 상에 배치될 수 있다. 다른 구체 예에서, 상기 내스크래치성 코팅은 반사-방지 코팅과 기관 사이에 배치된다. 대표적인 내스크래치성 층은, 여기에 정의된 바와 같은, 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로 약 8GPa 내지 약 50GPa의 범위에서 최대 경도를 나타낼 수 있다.

[0015] 상기 내스크래치성 층은 기관과 반사-방지 코팅 사이에 배치될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 반사-방지 코팅은 상기 내스크래치성 층이 제1부분과 제2부분 사이에 배치되도록 제1부분 및 제2부분을 포함할 수 있다. 상기 내-스크래치성 층의 두께는 약 200 nanometers 내지 약 3 micrometers의 범위일 수 있다.

[0016] 몇몇 구체 예에서, 제품은 약 1.8 초과의 굴절률을 갖는 층을 포함할 수 있다. 상기 층에 활용될 수 있는 물질은 SiN_x , SiO_xN_y , $\text{Si}_x\text{Al}_y\text{O}_z\text{N}_w$, AlN_x , AlO_xN_y 또는 이의 조합을 포함한다.

[0017] 몇몇 경우에서, 상기 제품은, 세정-용이성 코팅, 다이아몬드-형 탄소 ("DLC") 코팅, 내-스크래치성 코팅 또는

이의 조합과 같은, 부가적인 층을 포함할 수 있다. 이러한 코팅은 반사-반지 코팅 상에 또는 반사-방지 코팅의 층들 사이에 배치될 수 있다.

[0018] 상기 제품의 하나 이상의 구체 예에 활용된 기판은 비결정질 기판 또는 결정질 기판을 포함할 수 있다. 비결정질 기판은 소다 라임 유리, 알칼리 알루미노실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리 및 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있는 유리를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리는 강화될 수 있고, 상기 유리는 적어도 250 MPa의 표면 CS를 갖는 압축 응력 (CS) 층을 포함할 수 있으며, 상기 압축 응력 (CS) 층은 강화된 유리 내에서 화학적으로 강화된 유리의 표면으로부터 적어도 약 10 μm 의 층의 깊이 (DOL)로 확장할 수 있다.

[0019] 부가적인 특색 및 장점은 하기 상세한 설명에서 서술될 것이고, 부분적으로 하기 상세한 설명으로부터 기술분야의 당업자에게 명백하거나, 또는 하기 상세한 설명, 청구항뿐만 아니라 첨부된 도면을 포함하는, 여기에 기재된 구체 예를 실행시켜 용이하게 인지될 것이다.

[0020] 전술한 배경기술 및 하기 상세한 설명 모두는 단순히 예시적인 것이고, 청구항의 본질 및 특징을 이해하기 위한 개요 또는 틀거리를 제공하도록 의도된 것으로 이해될 것이다. 수반되는 도면은 또 다른 이해를 제공하기 위해 포함되고, 본 명세서에 혼입되며, 본 명세서의 일부를 구성한다. 도면은 하나 이상의 구체 예를 예시하고, 상세한 설명과 함께 다양한 구체 예의 원리 및 작동을 설명하기 위해 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 하나 이상의 구체 예에 따른 제품의 측면도이다.

도 2는 하나 이상의 구체 예에 따른 제품의 측면도이다.

도 3은 하나 이상의 구체 예에 따른 제품의 측면도이다.

도 4는 하나 이상의 구체 예에 따른 제품의 측면도이다.

도 5는 하나 이상의 구체 예에 따른 제품의 측면도이다.

도 6은 하나 이상의 구체 예에 따른 제품의 측면도이다.

도 7은 하나 이상의 구체 예에 따른 제품의 측면도이다.

도 8은 실시 예 1에 따른 제품의 측면도이다.

도 9는, 입사 조명 각이 0°로부터 약 60°로 변화함에 따른 반사율을 나타내는, 실시 예 2의 제품의 단-면 반사율 스펙트럼이다.

도 10은, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서 다른 광원하에 반사 색상을 나타내는 실시 예 2의 제품의 반사 색상 스펙트럼이다.

도 11은, 입사 조명 각이 0°로부터 약 60°로 변화함에 따른 반사율을 나타내는, 실시 예 3의 제품의 단-면 반사율 스펙트럼이다.

도 12는, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서 다른 광원하에 반사 색상을 나타내는 실시 예 3의 제품의 반사 색상 스펙트럼이다.

도 13은, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서, 오직 반사-방지 표면으로 계산된, 모범 실시 예 8의 반사율 스펙트럼이다.

도 14는, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서 다른 광원하에 반사 색상을 나타내는 실시 예 8의 제품의 반사 색상이다.

도 15는, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서, 오직 반사-방지 표면으로 계산된, 모범 실시 예 9의 반사율 스펙트럼이다.

도 16은, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서 다른 광원하에 반사 색상을 나타내는 실시 예 9의 제품의 반사 색상이다.

도 17은, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서, 오직 반사-방지 표면으로 계산된, 모범 실시 예 10의 반사

율 스펙트럼이다.

도 18은, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서 다른 광원하에 반사 색상을 나타내는 실시 예 10의 제품의 반사 색상이다.

도 19는, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서, 오직 반사-방지 표면으로 계산된, 모범 실시 예 11의 반사율 스펙트럼이다.

도 20은, 10° 관찰자를 사용하여, 다른 시야각에서 다른 광원하에 반사 색상을 나타내는 실시 예 11의 제품의 반사 색상이다.

도 21은 압입 깊이 및 코팅 두께의 함수에 따른 경도 측정을 예시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022]

이하 참조는 다양한 구체 예에 대해 매우 상세하게 만들어질 것이고, 이의 실시 예들은 수반되는 도면에 예시된다.

[0023]

도 1을 참조하면, 하나 이상의 구체 예에 따른 제품 (100)은 기판 (110), 및 상기 기판상에 배치된 광학 코팅 (120)을 포함할 수 있다. 상기 기판 (110)은 대립 주 표면 (112, 114) 및 대립 부 표면 (116, 118)을 포함한다. 상기 광학 코팅 (120)은 제1 대립 주 표면 (112) 상에 배치된 것으로 도 1에 나타내었지만; 그러나, 상기 광학 코팅 (120)은, 제1 대립 주 표면 (112) 상에 배치되는 대신에 또는 부가적으로, 제2 대립 주 표면 (114) 및/또는 대립 부 표면 중 하나 또는 둘 상에 배치될 수 있다. 상기 광학 코팅 (120)은 반사-방지 표면 (122)를 형성한다.

[0024]

상기 광학 코팅 (120)은 적어도 하나의 물질의 적어도 하나의 층을 포함한다. 용어 "층"은 단일 층을 포함할 수 있거나, 또는 하나 이상의 서브-층을 포함할 수 있다. 이러한 서브-층은 서로 직접 접촉될 수 있다. 상기 서브-층은 동일한 물질 또는 둘 이상의 다른 물질로 형성될 수 있다. 하나 이상의 선택적인 구체 예에서, 이러한 서브-층은 이들 사이에 배치된 다른 물질의 중간층 (intervening layers)을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 층은 하나 이상의 인접 및 연속 층 및/또는 하나 이상의 불연속 및 중단 층 (interrupted layers) (즉, 서로 근접하게 형성된 다른 물질을 갖는 층)을 포함할 수 있다. 층 또는 서브-층은, 불연속 침착 (discrete deposition) 또는 연속 침착 공정을 포함하는, 기술분야에서 알려진 어떤 방법에 의해 형성될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 층은 유일하게 연속 침착 공정, 또는 선택적으로, 오직 불연속 침착 공정을 사용하여 형성될 수 있다.

[0025]

광학 코팅 (120)의 두께는 약 $1\mu\text{m}$ 이상일 수 있지만, 여전히 여기에 기재된 광학 성능을 나타내는 제품을 제공한다. 몇몇 실시 예에서, 상기 광학 코팅 (120) 두께는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $20\mu\text{m}$ (예를 들어, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $10\mu\text{m}$, 또는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $5\mu\text{m}$)의 범위일 수 있다.

[0026]

여기에 사용된 바와 같은, 용어 "배치"는 기술분야에서 알려진 어떤 방법을 사용하여 표면상으로 물질을 코팅, 침착 및/또는 형성하는 것을 포함한다. 배치된 물질은, 여기에 정의된 바와 같은, 층을 구성할 수 있다. 문구 "배치된"은, 물질이 표면과 직접 접촉되도록 표면상으로 물질을 형성하는 경우를 포함하고, 및 또한 배치된 물질과 표면 사이에 하나 이상의 중간 물질로, 물질이 표면상에 형성된 경우를 포함한다. 중간 물질은, 여기에 정의된 바와 같이, 층을 구성할 수 있다.

[0027]

도 2에서 나타낸 바와 같이, 상기 광학 코팅 (120)은 다수의 층 (130A, 130B)을 포함할 수 있는, 반사-방지 코팅 (130)을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 반사-방지 코팅 (130)은 둘 이상의 층을 포함하는 주기 (132)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 둘 이상의 층은 서로 다른 굴절률을 갖는 것을 특징으로 할 수 있다. 하나의 구체 예에서, 주기 (132)는 제1 저 RI 층 (130A) 및 제2 고 RI 층 (130B)을 포함한다. 제1 저 RI 층 및 제2 고 RI 층의 굴절률에서 차이는 약 0.01 이상, 0.05 이상, 0.1 이상 또는 0.2 이상일 수 있다.

[0028]

도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 반사-방지 코팅 (130)은 다수의 주기 (132)를 포함할 수 있다. 단일 주기는 제1 저 RI 층 (130A) 및 제2 고 RI 층 (130B)을 포함하고, 다수의 주기가 제공된 경우, (예시를 위해 "L"로 지명된) 제1 저 RI 층 (130A) 및 (예시를 위해 "H"로 지명된) 제2 고 RI 층 (130B)은, 제1 저 RI 층 및 제2 고 RI 층이 반사-방지 코팅 (120)의 물리적 두께에 따라 교대되도록 나타내게, 다음의 층의 순서: L/H/L/H 또는 H/L/H/L로 교대된다. 도 2의 실시 예에서, 반사-방지 코팅 (130)은 3주기를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 반사-방지 코팅 (130)은 25주기까지 포함할 수 있다. 예를 들어, 반사-방지 코팅 (130)은 약 2 내지 약 20 주기, 약 2 내지 약

15 주기, 약 2 내지 약 10 주기, 약 2 내지 약 12 주기, 약 3 내지 약 8 주기, 약 3 내지 약 6 주기를 포함할 수 있다.

[0029] 도 3에 나타낸 구체 예에서, 반사-방지 코팅 (130)은, 제2 고 RI 층 (130B)보다 더 낮은 굴절률 물질을 포함할 수 있는, 부가적인 캡핑 층 (capping layer) (131)을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 주기 (132)는, 도 3에 나타낸 바와 같이, 하나 이상의 제3층 (130C)을 포함할 수 있다. 상기 제3층 (130C)은 저 RI, 고 RI 또는 중간 RI를 가질 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제3층(들) (130C)은 제1 저 RI 층 (130A) 또는 제2 고 RI 층 (130B)과 동일한 RI를 가질 수 있다. 다른 구체 예에서, 상기 제3층 (130C)은 제1 저 RI 층 (130A)의 RI과 제2 고 RI 층 (130B)의 RI 사이에 있는 중간 RI를 가질 수 있다. 선택적으로, 상기 제3층 (130C)은 2nd 고 RI 층 (130B)을 초과하는 굴절률을 가질 수 있다. 상기 제3층은 다음의 대표적인 배열에서 반사-방지 코팅 (120)에 제공될 수 있다: L_{제3층}/H/L/H/L; H_{제3층}/L/H/L/H; L/H/L/H/L_{제3층}; H/L/H/L/H_{제3층}; L_{제3층}/H/L/H/L/H_{제3층}; H_{제3층}/L/H/L/H/L_{제3층}; L_{제3층}/L/H/L/H; H_{제3층}/H/L/H/L; H/L/H/L/L_{제3층}; L/H/L/H/H_{제3층}; L_{제3층}/L/H/L/H/H_{제3층}; H_{제3층}/H/L/H/L/L_{제3층}; L/M_{제3층}/H/L/M/H; H/M/L/H/M/L; M/L/H/L/M; 및 다른 조합. 이들 배열에서, 아래 첨자가 없는 "L"은 제1 저 RI 층을 의미하고, 아래 첨자가 없는 "H"는 제2 고 RI 층을 의미한다. "L_{제3 층} 서브-층"에 대한 기준은 저 RI를 갖는 제3층을 의미하고, "H_{제3 층} 서브-층"은 고 RI를 갖는 제3층을 의미하며, "M"은, 모든 1st 층 및 2nd 층에 대하여, 중간 RI를 갖는 제3층을 의미한다.

[0030] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "저 RI", "고 RI" 및 "중간 RI"은 다른 RI에 대한 상대 값을 의미한다 (예를 들어, 저 RI < 중간 RI < 고 RI). 하나 이상의 구체 예에서, 용어 "저 RI"는, 제1 저 RI 층 또는 제3층과 함께 사용된 경우, 약 1.3 내지 약 1.7 또는 1.75의 범위를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 용어 "고 RI"는, 제2 고 RI 층 또는 제3층과 함께 사용된 경우, 약 1.7 내지 약 2.5 (예를 들어, 약 1.85 이상)의 범위를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 용어 "중간 RI"는, 상기 제3층과 함께 사용된 경우, 약 1.55 내지 약 1.8의 범위를 포함한다. 몇몇 경우에서, 저 RI, 고 RI 및 중간 RI에 대한 범위는 중첩될 수 있다; 그러나, 대부분의 경우에서, 반사-방지 코팅 (130)의 층은, 저 RI < 중간 RI < 고 RI의 RI를 고려하는 일반적인 관계를 갖는다.

[0031] 제3층 (들) (130C)은 주기 (132)로부터 개별층 (separate layer)으로 제공될 수 있고, 도 4에 나타낸 바와 같이, 주기 또는 다수의 주기와 캡핑 층 (131) 사이에 배치될 수 있다. 상기 제3층(들)은 또한 주기 (132)로부터 개별층으로 제공될 수 있고, 도 5에 나타낸 바와 같이, 기판 (110)과 다수의 주기 (132) 사이에 배치될 수 있다. 제3층(들) (130C)은, 도 6에 나타낸 바와 같이, 캡핑층 (131) 대신에 또는 캡핑 층에 부가하여 부가적인 코팅 (140)에 부가적으로 사용될 수 있다.

[0032] 반사-방지 코팅 (130)에 사용하는데 적절한 대표적인 물질은: SiO₂, Al₂O₃, GeO₂, SiO, Al₁₀xNy, AlN, SiNx, SiO_xN_y, Si_uAl_vO_xN_y, Ta₂O₅, Nb₂O₅, TiO₂, ZrO₂, TiN, MgO, MgF₂, BaF₂, CaF₂, SnO₂, HfO₂, Y₂O₃, MoO₃, DyF₃, YbF₃, YF₃, CeF₃, 고분자, 불소 중합체 (fluoropolymers), 플라즈마-중합 고분자 (plasma-polymerized polymers), 실록산 중합체 (siloxane polymers), 실세스퀴녹산, 폴리이미드, 불소화 폴리이미드 (fluorinated polyimides), 폴리에테르이미드 (polyetherimide), 폴리에테르설휘 (polyethersulfone), 폴리페닐설휘 (polyphenylsulfone), 폴리카보네이트 (polycarbonate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (polyethylene terephthalate), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (polyethylene naphthalate), 아크릴 고분자 (acrylic polymers), 우레탄 고분자 (urethane polymers), 폴리메틸메타아크릴레이트 (polymethylmethacrylate), 내-스크래치성 층에 사용하기에 적절한 하기에 인용된 다른 물질 및 기술분야에 알려진 다른 물질을 포함한다. 제1 저 RI 층에 사용하는데 적합한 물질의 몇몇 예로는 SiO₂, Al₂O₃, GeO₂, SiO, Al₁₀xNy, SiO_xN_y, Si_uAl_vO_xN_y, MgO, MgAl₂O₄, MgF₂, BaF₂, CaF₂, DyF₃, YbF₃, YF₃, 및 CeF₃를 포함한다. 제1 저 RI 층에 사용하기 위한 물질의 질소 함량은 (예를 들어, Al₂O₃ 및 MgAl₂O₄과 같은 물질에서) 최소화될 수 있다. 제2 고 RI 층에 사용하기 위해 적합한 물질의 몇몇 예로는 Si_uAl_vO_xN_y, Ta₂O₅, Nb₂O₅, AlN, Si₃N₄, Al₁₀xNy, SiO_xN_y, HfO₂, TiO₂, ZrO₂, Y₂O₃, Al₂O₃, MoO₃ 및 다이아몬드-형 탄소를 포함한다. 제2 고 RI 층 및/또는 내-스크래치성 층에 대한 물질의 산소 함량은, 특히 SiNx 또는 AlNx 물질에서 최소화될 수 있다. Al₁₀xNy 물질은 산소-도핑된 AlNx인 것으로 고려될 수 있다, 즉, 이들은 AlNx 결정 구조 (예를 들어, 센유아연석 (wurtzite))를 가질 수 있고, AlON 결정 구조를 가질 필요가 없다. 대표적인 바람직한 Al₁₀xNy 고 RI 물질은, 30 atom% 내지 약 50 atom% 질소를 포함하면서, 약 0 atom% 내지 약 20 atom% 산소, 또는 약 5 atom% 내지

약 15 atom% 산소를 포함할 수 있다. 대표적인 바람직한 $Si_xAl_yO_zN_x$ 고 RI 물질은, 약 10 atom% 내지 약 30 atom% 또는 약 15 atom% 내지 약 25 atom% 실리콘, 약 20 atom% 내지 약 40 atom% 또는 약 25 atom% 내지 약 35 atom% 알루미늄, 약 0 atom% 내지 약 20 atom% 또는 약 1 atom% 내지 약 20 atom% 산소, 및 약 30 atom% 내지 약 50 atom% 질소를 포함할 수 있다. 전술된 물질은 약 30중량%까지 수소가 첨가될 수 있다. 중간 굴절률을 갖는 물질을 원하는 경우, 몇몇 구체 예는 AlN 및/또는 SiO_xN_y 를 활용할 수 있다. 제2 고 RI 층 및/또는 내-스크래치성 층의 경도는 특별한 특징일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로, 제2 고 RI 층 및/또는 내-스크래치성 층의 최대 경도는, 약 8 GPa 이상, 약 10 GPa 이상, 약 12 GPa 이상, 약 15 GPa 이상, 약 18 GPa 이상, 또는 약 20 GPa 이상일 수 있다. 몇몇 경우에서, 제2 고 RI 층 물질은 단일 층으로 침착될 수 있고, 내스크래치성 층을 특징으로 할 수 있으며, 이 단일 층은 반복적 경도 측정 (repeatable hardness determination)을 위해 약 500 내지 2000nm의 두께를 가질 수 있다.

[0033] 하나 이상의 구체 예에서, 반사-방지 코팅 (130)의 층 (들)의 적어도 하나는 특정 광학 두께 범위를 포함할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "광학 두께"는 ($n*d$)에 의해 결정되고, 여기서 "n"은 서브-층의 RI를 의미하며, "d"는 층의 물리적 두께를 의미한다. 하나 이상의 구체 예에서, 반사-방지 코팅 (130)의 층들의 적어도 하나는 약 2nm 내지 약 200nm, 약 10nm 내지 약 100nm, 약 15nm 내지 약 100nm, 약 15 내지 약 500nm, 또는 약 15 내지 약 5000nm의 범위에서 광학 두께를 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 반사-방지 코팅 (130)에서 모든 층은 약 2nm 내지 약 200nm, 약 10nm 내지 약 100nm, 약 15nm 내지 약 100nm, 약 15 내지 약 500nm, 또는 약 15 내지 약 5000nm의 범위에서 광학 두께를 갖는다. 몇몇 경우에서, 상기 반사-방지 코팅 (130)의 층들의 적어도 하나는 약 50nm 이상의 광학 두께를 갖는다. 몇몇 경우에서, 각각의 제1 저 RI 층은 약 2nm 내지 약 200nm, 약 10nm 내지 약 100nm, 약 15nm 내지 약 100nm, 약 15 내지 약 500nm, 또는 약 15 내지 약 5000nm의 범위에서 광학 두께를 갖는다. 다른 경우에서, 각각의 제2 고 RI 층은 약 2nm 내지 약 200nm, 약 10nm 내지 약 100nm, 약 15nm 내지 약 100nm, 약 15 내지 약 500nm, 또는 약 15 내지 약 5000nm의 범위에서 광학 두께를 갖는다. 또 다른 경우에서, 각각의 제3층은 약 2nm 내지 약 200nm, 약 10nm 내지 약 100nm, 약 15nm 내지 약 100nm, 약 15 내지 약 500nm, 또는 약 15 내지 약 5000nm의 범위에서 광학 두께를 갖는다.

[0034] 몇몇 구체 예에서, 광학 코팅 (130)의 하나 이상의 층의 두께는 최소화될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 고 RI 층(들) 및/또는 중간 RI 층(들)의 두께는 이들이 약 500nm 미만이도록 최소화된다. 하나 이상의 구체 예에서, 고 RI 층 (들), 중간 RI (층) 및/또는 고 RI 및 중간 RI 층의 조합의 조합된 두께는 약 500nm 미만이다.

[0035] 몇몇 구체 예에서, 광학 코팅에서 저 RI 물질의 양은 최소화될 수 있다. 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 저 RI 물질은 통상적으로 또한, 동시에 굴절률 및 경도에 영향을 미치는 원자 결합 및 전자 밀도의 성질 때문에, 더 낮은 경도 물질이고, 따라서 이러한 물질을 최소화하는 것은, 여기에 기재된 반사율 및 색상 성능을 유지시키면서, 경도를 최대화할 수 있다. 상기 광학 코팅의 물리적 두께의 부분으로서 표시하면, 저 RI 물질은 광학 코팅의 물리적 두께의 약 60% 미만, 약 50% 미만, 약 40% 미만, 약 30% 미만, 약 20% 미만, 약 10% 미만, 또는 약 5% 미만을 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 부가적으로, 저 RI 물질의 양은 광학 코팅 (즉, 기판에 대립하는 측, 사용자 측 또는 공기 측 상)에서 두꺼운 고 RI 층 위에 배치되는 저 RI 물질의 모든 층의 물리적 두께의 합으로 정량화될 수 있다. 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 고 경도를 갖는 두꺼운 고 RI 층은 많은 또는 대부분의 스크래치로부터 하부 층 (또는 두꺼운 RI 층과 기판 사이)을 효과적으로 보호한다. 따라서, 두꺼운 고 RI 층 위에 배치된 층은 전체 제품의 내스크래치성에 대해 넓은 효과를 가질 수 있다. 이것은 두꺼운 고 RI 층이 약 400nm를 초과하는 물리적 두께를 갖고, 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로 약 12 GPa를 초과하는 경도를 갖는 경우 특히 관련성이 있다. 두꺼운 고 RI 층 (즉, 기판에 대립하는 측, 사용자 측 또는 공기 측)상에 배치된 저 RI 물질의 양은 약 150nm 이하, 약 120nm 이하, 약 110nm 이하, 100nm, 90nm, 80nm, 70nm, 60nm, 50nm, 40nm, 30nm, 25nm, 20nm, 15nm, 또는 약 12nm 이하의 두께를 가질 수 있다.

[0036] 몇몇 구체 예에서, 맨-위의 공기-측 층은, 모범 실시 예 8-9에 나타낸 바와 같이, 고 경도를 또한 나타내는 고 RI 층을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 부가적인 코팅 (140)은 이 맨-위의 공기-측 고 RI 층의 상부 상에 배치될 수 있다 (예를 들어, 부가적인 코팅은 저-마찰 코팅, 친유성 코팅, 또는 세정-용이성 코팅을 포함할 수 있다). 게다가, 모범 실시 예 10에 의해 예시된 바와 같이, 매우 낮은 두께를 갖는 (예를 들어, 약 10nm 이하, 약 5nm 이하 또는 약 2nm 이하) 저 RI 층의 부가는, 고 RI 층을 포함하는 맨-위의 공기-측 층에 부가된 경우, 광학 성능에 대해 최소 영향을 갖는다. 매우 낮은 두께를 갖는 저 RI 층은 SiO_2 , 친유성 또는 저-마찰 층, 또는 SiO_2 및 친유성 물질의 조합을 포함할 수 있다. 대표적인 저-마찰 층은, 이러한 물질 (또는 광학 코팅의 하나 이상의 층)이 0.4 미만, 0.3 미만, 0.2 미만, 또는 0.1 미만의 마찰 계수를 나타낼 수 있는, 다이아몬드-형 탄

소를 포함할 수 있다.

[0037] 하나 이상의 구체 예에서, 반사-방지 코팅 (130)은 약 800nm 이하의 물리적 두께를 갖는다. 상기 반사-방지 코팅 (130)은 약 10nm 내지 약 800nm, 약 50nm 내지 약 800nm, 약 100nm 내지 약 800nm, 약 150nm 내지 약 800nm, 약 200nm 내지 약 800nm, 약 10nm 내지 약 750nm, 약 10nm 내지 약 700nm, 약 10nm 내지 약 650nm, 약 10nm 내지 약 600nm, 약 10nm 내지 약 550nm, 약 10nm 내지 약 500nm, 약 10nm 내지 약 450nm, 약 10nm 내지 약 400nm, 약 10nm 내지 약 350nm, 약 10nm 내지 약 300nm, 약 50 내지 약 300, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위에서 물리적 두께를 가질 수 있다.

[0038] 하나 이상의 구체 예에서, 제2 고 RI 층 (들)의 조합된 물리적 두께는 특징화될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 제2 고 RI 층 (들)의 조합된 두께는 약 100nm 이상, 약 150nm 이상, 약 200nm 이상, 약 500nm 이상일 수 있다. 조합된 두께는, 중간 저 RI 층(들) 또는 다른 층 (들)이 있는 경우조차도, 반사-방지 코팅 (130) 내에 개별의 고 RI 층 (들)의 두께의 계산된 조합이다. 몇몇 구체 예에서, 고-경도 물질 (예를 들어, 질화물 또는 산질화물 물질)을 또한 포함할 수 있는, 제2 고 RI 층(들)의 조합된 물리적 두께는, 반사-방지 코팅의 총 물리적 두께의 30%를 초과할 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 고 RI 층 (들)의 조합된 물리적 두께는, 반사-방지 코팅의 총 물리적 두께의 약 40% 이상, 약 50% 이상, 약 60% 이상, 약 70% 이상, 약 75% 이상, 또는 약 80% 이상일 수 있다. 부가적으로 또는 선택적으로, 광학 코팅에 포함된, 또한 고-경도 물질일 수 있는, 고 굴절률 물질의 양은, 제품 또는 광학 코팅 (120)의 최상부 (즉, 사용자 측 또는 기판에 대립하는 광학 코팅의 측) 500nm의 물리적 두께의 퍼센트로서 특징화될 수 있다. 제품 또는 광학 코팅의 최상부 500nm의 퍼센트로 표시하면, 제2 고 RI 층(들)의 조합된 물리적 두께 (또는 고 굴절률 물질의 두께)는 약 50% 이상, 약 60% 이상, 약 70% 이상, 약 80% 이상, 또는 약 90% 이상일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 반사-방지 코팅 내에 단단하고, 고-지수 물질의 더 높은 비율은 또한, 여기에 더욱 기재된 바와 같은, 낮은 반사율, 낮은 색상, 및 높은 내마모성을 또한 나타낼 수 있도록 동시에 만들어질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제2 고 RI 층은 약 1.85를 초과하는 굴절률을 갖는 물질을 포함할 수 있고, 제1 저 RI 층은 약 1.75 미만의 굴절률을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제2 고 RI 층은 질화물 또는 산질화물 물질을 포함할 수 있다. 몇몇 경우에서, 광학 코팅에서 (또는 광학 코팅의 두꺼운 제2 고 RI 층 상에 배치된 층에서) 모든 제1 저 RI 층의 조합된 두께는 약 200nm 이하 (예를 들어, 약 150nm 이하, 약 100nm 이하, 약 75nm 이하, 또는 약 50nm 이하)일 수 있다.

[0039] 몇몇 구체 예에서, 반사-방지 코팅 (130)은, 오직 반사-방지 표면 (122)에서 측정된 경우 (흡수제에 결합된 배면 (back surface)상에 지수-일치 오일 (index-matching oils)을 사용, 또는 다른 알려진 방법을 통하는 것과 같은, 제품의 미코팅된 배면 (예를 들어, 도 1에서 114)으로부터 반사를 제거하는 경우), 광학 파장 영역에 걸쳐 약 9% 이하, 약 8% 이하, 약 7% 이하, 약 6% 이하, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3% 이하, 또는 약 2% 이하의 평균 광 반사율을 나타낸다. (포토픽 평균 (photopic average)일 수 있는) 평균 반사율은 약 0.4% 내지 약 9%, 약 0.4% 내지 약 8%, 약 0.4% 내지 약 7%, 약 0.4% 내지 약 6%, 또는 약 0.4% 내지 약 5% 및 이들 사이 모든 범위일 수 있다. 몇몇 경우에서, 반사-방지 코팅 (120)은 약 450nm 내지 약 650nm, 약 420nm 내지 약 680nm, 약 420nm 내지 약 700nm, 약 420nm 내지 약 740nm, 약 420nm 내지 약 850nm, 또는 약 420nm 내지 약 950nm와 같은 다른 파장 범위에 걸쳐 이러한 평균 광 반사율을 나타낼 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 반사-방지 표면 (122)은, 광학 파장 영역에 걸쳐, 약 90% 이상, 92% 이상, 94% 이상, 96% 이상, 또는 98% 이상의 평균 광 투과율을 나타낸다. 별도의 언급이 없는 한, 평균 반사율 또는 투과율은 약 0도 내지 약 10도의 입사 조명 각에서 측정된다 (그러나, 이러한 측정은 45도 또는 60도의 입사 조명 각에 제공될 수 있다).

[0040] 제품 (100)은, 도 6에 나타낸 바와 같이, 반사-방지 코팅 상에 배치된 하나 이상의 부가적인 코팅 (140)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 부가적인 코팅은 세정-용이성 코팅을 포함할 수 있다. 적절한 세정-용이성 코팅의 예로는, 2012년 11월 30일자에 출원된, 발명의 명칭이 "PROCESS FOR MAKING OF GLASS ARTICLES WITH OPTICAL AND EASY-TO-CLEAN COATINGS"인 미국 특허출원 제13/690,904호에 기재되어 있고, 이의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다. 상기 세정-용이성 코팅은 약 5nm 내지 약 50nm의 범위에서 두께를 가질 수 있고, 불소화 실란과 같은 공자의 물질을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 세정-용이성 코팅은 약 1nm 내지 약 40nm, 약 1nm 내지 약 30nm, 약 1nm 내지 약 25nm, 약 1nm 내지 약 20nm, 약 1nm 내지 약 15nm, 약 1nm 내지 약 10nm, 약 5nm 내지 약 50nm, 약 10nm 내지 약 50nm, 약 15nm 내지 약 50nm, 약 7nm 내지 약 20nm, 약 7nm 내지 약 15nm, 약 7nm 내지 약 12nm 또는 약 7nm 내지 약 10nm, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위에서 두께를 가질 수 있다.

[0041] 부가적인 코팅 (140)은 내스크래치성 층 또는 층들을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 부가적인 코팅 (140)은 세정-용이한 물질 및 내스크래치성 물질의 조합을 포함한다. 일 실시 예에서, 상기 조합은 세정-용이한 물질

및 다이아몬드-형 탄소를 포함한다. 이러한 부가적인 코팅 (140)은 약 5nm 내지 약 20nm의 범위에서 두께를 가질 수 있다. 부가적인 코팅 (140)의 구성분은 개별 층들에서 제공될 수 있다. 예를 들어, 다이아몬드-형 탄소는 제1층으로 배치될 수 있고, 세정-용이한 물질은 다이아몬드-형 탄소의 제1층 상에 제2층으로 배치될 수 있다. 상기 제1층 및 제2층의 두께는 부가적인 코팅에 대해 제공된 범위일 수 있다. 예를 들어, 다이아몬드-형 탄소의 제1층은 약 1nm 내지 약 20nm 또는 약 4nm 내지 약 15nm (또는 좀 더 구체적으로 약 10nm)의 두께를 가질 수 있고, 세정-용이한 제2층은 약 1nm 내지 약 10nm (또는 좀 더 구체적으로 약 6nm)의 두께를 가질 수 있다. 다이아몬드-형 코팅은 사면체의 무정형 탄소 (Ta-C), Ta-C:H, 및/또는 a-C:H를 포함할 수 있다.

[0042] 여기에 언급된 바와 같이, 광학 코팅 (120)은, 반사-방지 코팅 (130)과 기판 (110) 사이에 배치될 수 있는, 내스크래치성 층 (150) 또는 코팅 (다수의 내스크래치성 층이 활용된 경우)을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 내스크래치성 층 (150) 또는 코팅은 (도 7에 나타낸 바와 같은 150 또는 도 8에 나타낸 바와 같은 345와 같이) 반사-방지 코팅 (130)의 층들 사이에 배치된다. 반사-방지 코팅의 두 섹션 (즉, 내스크래치성 층 (150)과 기판 (110) 사이에 배치된 제1 섹션, 및 내스크래치성 층 상에 배치된 제2 섹션)은 서로 다른 두께를 가질 수 있거나 또는 서로 동일한 두께를 필수적으로 가질 수 있다. 상기 반사-방지 코팅의 두 섹션의 층은 서로 조성물, 순서, 두께 및/또는 배열에서 동일할 수 있거나, 또는 서로 다를 수 있다.

[0043] 내스크래치성 층 (150) 또는 코팅 (또는 부가적인 코팅 (140)으로 사용된 내-스크래치성 층/코팅)에 사용된 대표적인 물질은 무기 탄화물, 질화물, 산화물, 다이아몬드-형 물질, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 내스크래치성 층 또는 코팅에 대한 적절한 물질의 예로는 산화금속, 질화금속, 산질화금속, 탄화금속, 산탄화금속, 및/또는 이의 조합을 포함한다. 대표적인 금속은 B, Al, Si, Ti, V, Cr, Y, Zr, Nb, Mo, Sn, Hf, Ta 및 W를 포함한다. 내스크래치성 층 또는 코팅에 활용될 수 있는 물질의 특정 실시 예는 Al₂O₃, AlN, Al₁₀N_y, Si₃N₄, SiO_xN_y, Si_xAl_yO_xN_y, 다이아몬드-형 탄소, Si_xC_y, Si_xO_yC_z, ZrO₂, TiO_xN_y 및 이의 조합을 포함할 수 있다. 상기 내스크래치성 층 또는 코팅은 또한 나노복합 물질, 또는 조절된 미세구조를 갖는 물질을 포함할 수 있어, 경도, 인성 (toughness), 또는 내마모성 / 내마손성을 개선한다. 예를 들어, 내스크래치성 층 또는 코팅은 약 5nm 내지 약 30nm의 크기 범위에서 나노결정을 포함할 수 있다. 구체 예에서, 상기 내스크래치성 층 또는 코팅은 상전이-강화 지르코니아 (transformation-toughened zirconia), 부분 안정화 지르코니아, 또는 지르코니아-강화 알루미나를 포함할 수 있다. 구체 예에서, 내스크래치성 층 또는 코팅은 약 1 MPavm을 초과하는 파괴 인성 (fracture toughness) 값을 나타내고, 동시에 약 8 GPa를 초과하는 경도 값을 나타낸다.

[0044] 상기 내스크래치성 층은 (도 7에 나타낸 바와 같은) 단일 층 (150), 다중 서브-층 또는 (도 8에 나타낸 바와 같은) 굴절률 구배 (345)를 나타내는 서브-층들 또는 단일 층을 포함할 수 있다. 다중 층이 사용된 경우, 이러한 층들은 내스크래치성 코팅 (345)을 형성한다. 예를 들어, 내스크래치성 코팅 (345)은 Si_xAl_yO_xN_y의 조성 구배를 포함할 수 있고, 여기서 하나 이상의 Si, Al, O 및 N의 농도는 굴절률을 증가 또는 감소시키기 위해 변화된다. 굴절률 구배는 또한 다공성을 사용하여 형성될 수 있다. 이러한 구배는 2014년 4월 28일자에 출원된, 발명의 명칭이 "Scratch-Resistant Articles with a Gradient Layer"인, 미국 특허출원 제14/262,224호에 좀 더 상세히 기재되어 있다.

[0045] 내스크래치성 층 또는 코팅의 조성은 특정 특성 (예를 들어, 경도)을 제공하기 위해 변형될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 내스크래치성 층 또는 코팅은 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해, 내스크래치성 층 또는 코팅의 주 표면상에서 측정된 것으로 약 5GPa 내지 약 30GPa 범위에서 최대 경도를 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 내스크래치성 층 또는 코팅은 약 6 GPa 내지 약 30 GPa, 약 7 GPa 내지 약 30 GPa, 약 8 GPa 내지 약 30 GPa, 약 9 GPa 내지 약 30 GPa, 약 10 GPa 내지 약 30 GPa, 약 12 GPa 내지 약 30 GPa, 약 5 GPa 내지 약 28 GPa, 약 5 GPa 내지 약 26 GPa, 약 5 GPa 내지 약 24 GPa, 약 5 GPa 내지 약 22 GPa, 약 5 GPa 내지 약 20 GPa, 약 12 GPa 내지 약 25 GPa, 약 15 GPa 내지 약 25 GPa, 약 16 GPa 내지 약 24 GPa, 약 18 GPa 내지 약 22 GPa 및 이를 사이의 모든 범위 및 서브-범위에서 최대 경도를 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 내스크래치성 코팅은 15 GPa 초과, 20 GPa 초과, 또는 25 GPa 초과인 최대 경도를 나타낼 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 내스크래치성 층은 약 15 GPa 내지 약 150 GPa, 약 15 GPa 내지 약 100 GPa, 또는 약 18 GPa 내지 약 100 GPa 범위에서 최대 경도를 나타낸다. 최대 경도는 압입 깊이의 범위에 걸쳐 측정된 가장 높은 경도 값을이다. 이러한 최대 경도 값은 약 50nm 이상 또는 100nm 이상 (예를 들어, 약 100nm 내지 약 300nm, 약 100nm 내지 약 400nm, 약 100nm 내지 약 500nm, 약 100nm 내지 약 600nm, 약 200nm 내지 약 300nm, 약 200nm 내지 약 400nm, 약 200nm 내지 약 500nm, 또는 약 200nm 내지 약 600nm)의 압입 깊이를 따라 나타낸다.

[0046] 상기 내스크래치성 코팅 또는 층의 물리적 두께는 약 1nm 내지 약 5μm의 범위일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 내

스크래치성 코팅의 물리적 두께는 약 1nm 내지 약 3μm, 약 1nm 내지 약 2.5μm, 약 1nm 내지 약 2μm, 약 1nm 내지 약 1.5μm, 약 1nm 내지 약 1μm, 약 1nm 내지 약 0.5μm, 약 1nm 내지 약 0.2μm, 약 1nm 내지 약 0.1μm, 약 1nm 내지 약 0.05μm, 약 5nm 내지 약 0.05μm, 약 10nm 내지 약 0.05μm, 약 15nm 내지 약 0.05μm, 약 20nm 내지 약 0.05μm, 약 5nm 내지 약 0.05μm, 약 200nm 내지 약 3μm, 약 400nm 내지 약 3μm, 약 800nm 내지 약 3μm, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 내스크래치성 코팅의 물리적 두께는 약 1nm 내지 약 25nm의 범위일 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 내-스크래치성 층은 질화물 또는 산-질화물 물질을 포함할 수 있고, 약 200nm 이상, 500nm 이상 또는 약 1000nm 이상의 두께를 가질 수 있다.

[0047]

하나 이상의 구체 예의 제품은 적어도 약 500 사이클 후에 테이버 시험에 따라 반사-방지 표면 (122) 상에 마모된 후에, 다양한 방법에 의해 측정된 바와 같은 내마모성으로 기재될 수 있다. 다양한 형태의 마모 시험은, Taber Industries에 의해 공급된 마모성 매체 (abrasive media)를 사용하는, ASTM D1044-99에 명시된 시험 방법과 같이, 기술분야에서 알려져 있다. ASTM D1044-99와 연관된 변형 마모 방법은 다른 샘플의 내마모성을 의미 있게 구별하도록 반복가능하고 측정 가능한 마모 또는 마손 트랙을 제공하기 위하여, 다른 타입의 마모 매체, 연마제의 기하학 및 작동 (motion), 압력, 등을 사용하여 생성될 수 있다. 예를 들어, 다른 시험 조건은 보통 연질 플라스틱 대 경질 무기 시험 샘플에 대해 적절할 수 있을 것이다. 여기에 기재된 구체 예는, 산화물 유리 및 산화물 또는 질화물 코팅과 같은, 주로 경질 무기 물질을 포함하는 다른 샘플들 사이에 내구성의 명확하고 반복 가능한 구별을 제공하는, ASTM D1044-99의 특별한 변경 버전인, 여기에 정의된 바와 같은, 테이버 시험에 적용된다. 여기에 사용된 바와 같은, 문구 "테이버 시험"은 약 22°C±3°C의 온도 및 약 70%까지 상대 습도를 포함하는 환경에서, Taber Industries에서 공급된 Taber Linear Abraser 5750 (TLA 5750) 및 보조장치를 사용한 시험 방법을 의미한다. TLA 5750는 6.7 mm 직경의 마모 헤드 (abraser head)를 갖는 CS-17 마모 물질을 포함한다. 각 샘플은 테이버 시험에 따라 마모되고, 마모 손상은, 기타 방법들 가운데, 헤이즈 (Haze) 및 양방향 투과율 분포 함수 (CCBTDF) 측정 모두를 사용하여 평가된다. 테이버 시험에서, 각 샘플을 마모하기 위한 절차는, 단단하고, 평평한 표면상에 평평한 샘플 지지체 및 TLA 5750에 놓는 단계, 및 상기 표면에 상기 샘플 지지체 및 TLA 5750을 고정시키는 단계를 포함한다. 각 샘플이 테이버 시험하에 마모되기 전에, 연마기 (abraser)는 유리에 부착된 새로운 S-14 개면 스트라이프 (refacing strip)를 사용하여 개면된다. 연마기는, 첨가된 부가적인 중량 없이, 25 cycles/minute의 사이클 속도 및 1 인치의 스트로크 길이 (stroke length)를 사용하여 10 개면 사이클에 적용된다 (즉, 연마기를 유지하는 축 (spindle) 및 콜릿 (collet)의 조합된 중량인, 약 350 g의 총 중량은 개면 동안 사용된다). 상기 절차는 그 다음 샘플을 마모하기 위해 TLA 5750을 작동하는 단계를 포함하고, 여기서 상기 샘플은 25 cycles/minute의 사이클 속도, 및 1 인치의 스트로크 길이, 및 샘플에 적용된 총 중량이 850 g (즉, 500 g 보조 중량이 축 및 콜릿의 350 g 조합된 중량에 부가하여 적용된다)이 되도록 중량을 사용하여, 연마기 헤드에 적용된 중량을 지지하고 및 상기 연마기 헤드와 접촉하는 샘플 지지체에 놓인다. 상기 절차는 반복성을 위해 각 샘플 상에 두 개의 마손 트랙을 형성하는 단계, 각 샘플 상에 각각의 두 개의 마손 트랙에서 500 사이클 카운트에 대해 각 샘플을 마모하는 단계를 포함한다.

[0048]

하나 이상의 구체 예에서, 제품 (100)의 반사-방지 표면 (122)은 테이버 시험에 따라 마모되고, 상기 제품은 소스 포트 (source port)에 걸치고, 8 mm의 직경을 갖는 구경을 사용하여, 상표 Haze-Gard plus®로 BYK Gardner에 의해 공급된 헤이즈미터를 사용하여 마모면 상에서 측정된 것으로, 약 10% 미만의 헤이즈를 나타낸다.

[0049]

하나 이상의 구체 예의 제품 (100)은 (여기에 기재되는, 부가적인 코팅 (140)을 포함하는) 어떤 부가적인 코팅으로, 및 코팅 없이 이러한 내마모성을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 헤이즈는 약 9% 이하, 약 8% 이하, 약 7% 이하, 약 6% 이하, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3% 이하, 약 2% 이하, 약 1% 이하, 약 0.5% 이하 또는 약 0.3% 이하일 수 있다. 몇몇 특정 구체 예에서, 상기 제품 (100)은 약 0.1% 내지 약 10%, 약 0.1% 내지 약 9%, 약 0.1% 내지 약 8%, 약 0.1% 내지 약 7%, 약 0.1% 내지 약 6%, 약 0.1% 내지 약 5%, 약 0.1% 내지 약 4%, 약 0.1% 내지 약 3%, 약 0.1% 내지 약 2%, 약 0.1% 내지 약 1%, 0.3% 내지 약 10%, 약 0.5% 내지 약 10%, 약 1% 내지 약 10%, 약 2% 내지 약 10%, 약 3% 내지 약 10%, 약 4% 내지 약 10%, 약 5% 내지 약 10%, 약 6% 내지 약 10%, 약 7% 내지 약 10%, 약 1% 내지 약 8%, 약 2% 내지 약 6%, 약 3% 내지 약 5%, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위에서 헤이즈를 나타낸다.

[0050]

상기 내마모성을 정량화하기 위한 선택적인 방법은 또한 여기에 고려된다. 하나 이상의 구체 예에서, 반사-방지 표면 (122) 상에 테이버 시험에 의해 마모된 제품 (100)은, 예를 들어, 반사-방지 표면 (122)의 (마모된 표면의 더 큰 부분을 표본 조사하기 위해) 80x80 micron 구역 또는 다중 80x80 micron 구역에 걸쳐 예로 수행될 수 있는, 원자력 현미경 (AFM) 표면 프로파일링에 의해 측정된 것으로 내마모성을 나타낼 수 있다. 이들 AFM 표면 스캔으로부터, RMS 거칠기, Ra 거칠기, 및 고-저-간 (peak-to-valley) 표면 높이와 같은 표면 거칠기 통계는 평가

될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제품 (100) (또는 구체적으로, 반사-방지 표면 (122))은 전술된 테이버 시험하에 마모 후에, 약 50nm 이하, 약 25nm 이하, 약 12nm 이하, 약 10nm 이하, 또는 약 5nm 이하의 평균 표면 거칠기 (Ra) 값을 나타낼 수 있다.

[0051] 하나 이상의 구체 예에서, 제품 (100)은 반사-방지 표면 (122)이 테이버 시험에 의해 마모된 후에 광 산란 측정에 의해 측정된 것으로, 내마모성을 나타낼 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 광 산란 측정은 Radiant Zemax IS-SA™ 기구를 사용하여 수행된 양-방향 반사율 분포 함수 (BRDF) 또는 양-방향 투과율 분포 함수 (BTDF) 측정을 포함한다. 이 기구는 반사에서 수직으로부터 약 85도 입사, 및 투과에서 수직으로부터 약 85 입사까지의 어떤 입력 각을 사용하여 광 산란을 측정하는 유연성을 가지면서, 또한 $2*Pi$ 스테라디안 (steradians) (반사 또는 투과에 전체 반구)으로 반사 또는 투과에서 모든 산란 광 출력을 포획한다. 하나의 구체 예에서, 제품 (100)은 선택된 각도 범위에서, 예를 들어, 편각 (polar angles) 및 그 안에 어떤 각도 범위에서 약 10°로부터 약 80° 도로 투과된 산란 광을 분석하고 및 수직 입사에서 BTDF를 사용하여 측정된 것으로, 내마모성을 나타낸다. 각의 전체 방위각 범위 (azimuthal range)는 분석되고 통합될 수 있거나, 또는 특히 방위각 슬라이스 (azimuthal angular slices)는, 예를 들어, 방위각으로 약 0° 및 90°으로부터 선택될 수 있다. 선형 마모의 경우에서, 광 산란 측정의 신호-대-잡음을 증가시키기 위해 마모 방향에 실질적으로 직각인 방위각 방향을 선택하는 것이 바람직할 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제품 (100)은, 2mm 구경 및 600nm 파장으로 설정된 단색광기 (monochrometer)로, 투과에서 수직 입사로 CCBTDF 모드에서 Radiant Zemax IS-SA 도구를 사용하는 경우, 및 약 15° 내지 약 60°의 범위 (예를 들어, 구체적으로 약 20° 또는 약 40°) 내에 극 산란 각에서 평가된 경우, (1/steradian의 단위로) 약 0.1 미만, 약 0.05 이하, 약 0.03 이하, 약 0.02 이하, 약 0.01 이하, 약 0.005 이하, 또는 약 0.003 이하의 반사-방지 코팅 (120)에서 측정된 것으로 산란 광 강도를 나타낼 수 있다. 투과에서 수직 입사는, 기구 소프트웨어 (instrument software)에 의해 180° 입사로서 표시될 수 있는, 투과에서 0도로 알려질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 산란 광 강도는 테이버 시험에 의해 마모된 샘플의 마모된 방향에 실질적으로 직각인 방위각 방향을 따라 측정될 수 있다. 일 실시 예에서, 테이버 시험은 약 10 cycles 내지 약 1000 cycles 및 이들 사이의 모든 값을 사용할 수 있다. 이들 광학 강도 값은 약 5도 초과, 약 10도 초과, 약 30도 초과 또는 약 45도를 초과하는 극 산란 각으로 산란된 출력 광 강도의 약 1% 미만, 약 0.5% 미만, 약 0.2% 미만, 또는 약 0.1% 미만에 또한 상응할 수 있다.

[0052] 일반적으로, 여기에 기재된 바와 같이, 수직 입사에서 BTDF 시험은 투과 헤이즈 측정과 밀접하게 연관되는데, 이들 모두는 샘플을 통한 투과에서 산란된 광의 양을 측정한다는 점에서 (또는 반사-방지 코팅 (120)을 마모한 후, 제품 (100)의 경우에서) 연관된다. BTDF 측정은, 헤이즈 측정과 비교하여, 좀 더 상세한 각 정보뿐만 아니라 더 큰 민감도를 제공한다. BTDF는 다른 극 및 방위각으로 산란의 측정을 가능하게 하여, 예를 들어, 선형 테이버 시험에서 마모 방향에 실질적으로 수직인 방위각 각으로 산란을 선택적으로 평가하는 것을 가능하게 한다 (이들은 선형 마모로부터 광 산란이 가장 큰 각이다). 투과 헤이즈는 필수적으로 약 +/- 2.5도를 초과하는 편각의 전체 반구로 수직 입사 BTDF에 의해 측정된 모든 산란된 광의 통합이다.

[0053] 광학 코팅 (120) 및 제품 (100)은 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 경도의 면에서 기재될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, "베르코비치 압입자 경도 시험"은 다이아몬드 베르코비치 압입자로 표면을 압입하여 물질의 표면에 대한 이의 경도를 측정하는 단계를 포함한다. 베르코비치 압입자 경도 시험은 약 50nm 내지 약 1000nm (또는 반사-방지 코팅 또는 충의 전체 두께 중, 더 얇은 것)의 범위에서 압입 깊이로 압입을 형성하도록 다이아몬드 베르코비치 압입자로 제품의 반사-방지 표면 (122) 또는 광학 코팅 (120)의 표면 (또는 반사-방지 코팅에서 어떤 하나 이상의 충의 표면)을 압입하는 단계 및 이 압입 깊이 (예를 들어, 약 100nm 내지 약 600nm의 범위)의 세그먼트 또는 전체 압입 깊이를 따라 이 압입으로부터 최대 경도를 측정하는 단계를 포함하고, 일반적으로 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; 및 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, 3-20에 서술된 방법을 사용한다. 여기에 사용된 바와 같은, 경도는 최대 경도를 의미하는 것이지, 평균 경도를 의미하는 것은 아니다.

[0054] 통상적으로, 기초가 되는 기판보다 더 단단한 코팅의 (베르코비치 압입자를 사용하는 것과 같은) 나노압입 측정 방법에서, 측정된 경도는 얇은 압입 깊이에서 소성 영역 (plastic zone)의 발생에 기인하여 초기에 증가하는 것으로 나타날 수 있고, 그 다음 증가하며, 더 깊은 압입 깊이에서 최대값 또는 안정기 (plateau)에 도달한다. 그 이후, 경도는 기초가 되는 기판의 영향에 기인하여 더 깊은 압입 깊이에서도 감소하기 시작한다. 코팅에 비교하

여 증가된 경도를 갖는 기판이 활용되는 경우, 동일한 영향은 볼 수 있지만; 그러나, 경도는 기초가 되는 기판의 영향에 기인하여 더 깊은 압입 깊이에서 증가한다.

[0055] 압입 깊이 범위 및 어떤 압입 깊이 범위에서 경도 값은 기초가 되는 기판의 영향 없이, 여기에 기재된, 광학 필름 구조 및 이의 층의 특정 경도 반응을 확인하기 위해 선택될 수 있다. 베르코비치 압입자로 (기판상에 배치된 경우) 광학 필름 구조의 경도를 측정하는 경우, 물질의 영구적 변형의 영역 (소성 영역)은 물질의 경도와 연관된다. 압입 동안, 탄성 응력장 (elastic stress field)은 이 영구 변형의 영역을 훨씬 넘어 확장한다. 압입 깊이가 증가함에 따라, 겉보기 경도 및 모듈러스는 기초가 되는 기판과 응력장 상호작용에 의해 영향을 받는다. 경도에 대한 기판 영향은 더 깊은 압입 깊이에서 (즉, 통상적으로 광학 필름 구조 또는 층 두께의 약 10%를 초과하는 깊이에서) 발생한다. 게다가, 또 다른 문제는 경도 반응이 압입 공정 동안 최대 가소성 (plasticity)을 발생시키기 위해 어떤 최소 하중을 요구한다는 점이다. 그 어떤 최소 하중 전, 경도는 일반적으로 증가 추세를 나타낸다.

[0056] (작은 하중을 또한 특징으로 할 수 있는) 작은 압입 깊이 (예를 들어, 약 50nm까지)에서, 물질의 겉보기 경도는 압입 깊이에 대해 극적으로 증가하는 것으로 나타난다. 이 작은 압입 깊이 영역은, 압입자의 곡률의 유한 반경에 연관된, 전술된 소성 영역의 발생을 반영하는 대신에, 경도의 참 측정법 (true metric)으로 나타내지 않는다. 중간 압입 깊이에서, 겉보기 경도는 최대 수준에 근접한다. 더 깊은 압입 깊이에서, 기판의 영향은 압입 깊이가 증가하면서 더욱 확연하게 된다. 경도는 압입 깊이가 광학 필름 구조 두께 또는 층 두께의 약 30% 초과시 극적으로 하락하기 시작할 수 있다.

[0057] 도 21은 코팅의 두께 및 압입 깊이의 함수에 따라 측정된 경도 값에서 변화를 예시한다. 도 21에 나타낸 바와 같이, (경도가 최대 수준에서 근접하고 유지되는) 중간 압입 깊이 및 더 깊은 압입 깊이에서 측정된 경도는 물질 또는 층의 두께에 의존한다. 도 21은 다른 두께를 갖는 $\text{AlO}_{x,y}$ 의 네 개의 다른 층의 경도 반응을 예시한다. 각 층의 경도는 베르코비치 압입자 경도 시험을 사용하여 측정된다. 500nm-두께 층은 약 100nm 내지 180nm의 압입 깊이에서 이의 최대 경도를 나타내고, 그 다음 경도 측정에 영향을 주는 기판의 경도를 나타내는, 약 180nm 내지 약 200nm의 압입 깊이에서 극적인 경도의 감소를 나타낸다. 1000nm-두께 층은 약 100nm 내지 약 300nm의 압입 깊이에서 최대 경도를 나타내고, 그 다음 약 300nm를 초과하는 압입 깊이에서 극적인 경도의 감소를 나타낸다. 1500nm-두께 층은 약 100nm 내지 약 550nm의 압입 깊이에서 최대 경도를 나타내고, 2000-nm 두께 층은 약 100nm 내지 약 600nm의 압입 깊이에서 최대 경도를 나타낸다. 비록 도 21이 두꺼운 단일 층을 예시할지라도, 동일한 거동은 여기에 기재된 구체 예의 반사-방지 코팅 (120)과 같은 다중 층을 포함하는 것 및 더 얇은 코팅에서 관찰된다.

[0058] 몇몇 구체 예에서, 광학 코팅 (120)은 약 8 GPa 이상, 약 10 GPa 이상 또는 약 12 GPa 이상 (예를 들어, 14 GPa 이상, 16 GPa 이상, 18 GPa 이상, 20 GPa 이상)의 경도를 나타낼 수 있다. 상기 광학 코팅 (120)의 경도는 약 20 GPa 또는 30 GPa까지 일 수 있다. 여기에 기재된 바와 같은, 반사-방지 코팅 (120) 및 어떤 부가적인 코팅을 포함하는, 제품 (100)은, 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해, 반사-방지 표면 (122) 상에 측정된 것으로, 약 5 GPa 이상, 약 8 GPa 이상, 약 10 GPa 이상 또는 약 12 GPa 이상 (예를 들어, 14 GPa 이상, 16 GPa 이상, 18 GPa 이상, 20 GPa 이상)의 경도를 나타낸다. 상기 광학 코팅 (120)의 경도는 약 20 GPa 또는 30 GPa까지 일 수 있다. 이러한 측정된 경도 값은 약 50nm 이상 또는 약 100nm 이상 (예를 들어, 약 100nm 내지 약 300nm, 약 100nm 내지 약 400nm, 약 100nm 내지 약 500nm, 약 100nm 내지 약 600nm, 약 200nm 내지 약 300nm, 약 200nm 내지 약 400nm, 약 200nm 내지 약 500nm, 또는 약 200nm 내지 약 600nm)의 압입 깊이를 따라 광학 코팅 (120) 및/또는 제품 (100)에 의해 나타낼 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 (반사-방지 표면으로부터 반대 표면상에 측정될 수 있는) 기판의 경도를 초과하는 경도를 나타낸다.

[0059] 상기 광학 코팅 (120)은, 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로, 약 12 GPa 이상, 약 13 GPa 이상, 약 14 GPa 이상, 약 15 GPa 이상, 약 16 GPa 이상, 약 17 GPa 이상, 약 18 GPa 이상, 약 19 GPa 이상, 약 20 GPa 이상, 약 22 GPa 이상, 약 23 GPa 이상, 약 24 GPa 이상, 약 25 GPa 이상, 약 26 GPa 이상, 또는 약 27 GPa 이상 (약 50 GPa까지)의 (층의 표면, 예를 들어, 도 2의 제2 고 RI 층 (130B)의 표면 또는 내스크래치성 층의 표면상에서 측정된 것으로) 경도를 갖는 적어도 하나의 층을 가질 수 있다. 이러한 층의 경도는, 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로, 약 18 GPa 내지 약 21 GPa의 범위일 수 있다. 이러한 측정된 경도 값은 약 50nm 이상 또는 100nm 이상 (예를 들어, 약 100nm 내지 약 300nm, 약 100nm 내지 약 400nm, 약 100nm 내지 약 500nm, 약 100nm 내지 약 600nm, 약 200nm 내지 약 300nm, 약 200nm 내지 약 400nm, 약 200nm 내지 약 500nm, 또는 약 200nm 내지 약 600nm)의 압입 깊이에 따라 적어도 하나의 층에 의해 나타낼 수 있다.

[0060] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 광학 코팅 (120) 또는 상기 광학 코팅 내에 개별 층은, 베르코비치 압입자로 표면에 압입시켜, 반사-방지 표면 (122)상에 측정된 것으로, 약 75GPa 이상, 약 80 GPa 이상 또는 약 85 GPa 이상의 탄성 모듈러스를 나타낼 수 있다. 이들 모듈러스 값은 반사-방지 표면에 매우 근접하게, 예를 들어, 0nm 내지 약 50nm의 압입 깊이에서 측정된 모듈러스를 나타낼 수 있거나, 또는 더 깊은 압입 깊이, 예를 들어, 약 50nm 내지 약 1000nm에서 측정된 모듈러스를 나타낼 수 있다.

[0061] 내-스크래치성 층 (반사-방지 코팅의 일부, 예를 들어, 도 7의 150 또는 도 8의 345로 사용된 경우) 또는 내스크래치성 코팅 (부가적인 코팅 (140)으로 사용된 경우)을 포함하는 제품의 구체 예에서, 상기 제품은 반사-방지 표면 (122), 또는 내스크래치성 코팅의 표면 각각에서, 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로, 약 12 GPa 내지 약 25 GPa의 범위에서 최대 경도를 나타낼 수 있다. 이러한 측정된 경도 값은 약 50nm 이상 또는 100nm 이상 (예를 들어, 약 100nm 내지 약 300nm, 약 100nm 내지 약 400nm, 약 100nm 내지 약 500nm, 약 100nm 내지 약 600nm, 약 200nm 내지 약 300nm, 약 200nm 내지 약 400nm, 약 200nm 내지 약 500nm, 또는 약 200nm 내지 약 600nm)의 압입 깊이에 따라 나타낼 수 있다. 이 경도는 내스크래치성 층이 (예를 들어, 도 7 및 도 8에서 나타낸 바와 같은) 반사-방지 표면 (122)에 또는 근처에 배치되지 않는 경우 나타낼 수 있다.

[0062] 광학 코팅 (120)/공기 계면 및 광학 코팅 (120)/기판 (110) 계면으로부터 반사파들 사이에 광학 간섭은 제품 (100)에서 겉보기 색상을 생성하는 스펙트럼 반사율 및/또는 투과율 진동 (oscillations)을 유도할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "투과율"은 물질 (예를 들어, 제품, 기판 또는 광학 필름 또는 이의 일부)을 통해 투과된 제공된 광장 범위 내에서 입사 광학 파워 (incident optical power)의 퍼센트로서 정의된다. 용어 "반사율"은 물질 (예를 들어, 제품, 기판, 또는 광학 필름 또는 이의 일부)로부터 반사된 제공된 광장 범위 내에서 입사 광학 파워의 퍼센트로서 유사하게 정의된다. 투과율 및 반사율은 특정 선폭 (specific linewidth)을 사용하여 측정된다. 하나 이상의 구체 예에서, 투과율 및 반사율의 특징의 스펙트럼 해상도 (spectral resolution)은 5nm 미만 또는 0.02 eV이다. 상기 색상은 반사에서 더욱 확연할 수 있다. 입사 조명 각으로 스펙트럼 반사율 진동에서 시프트 (shift)에 기인하여 각도 색채는 시야각으로 반사에서 변화한다. 입사 조명 각으로 스펙트럼 투과율 진동에서 동일한 시프트에 기인하여, 시야각으로 투과율에서 각도의 색채 변화는 또한 있다. 입사 조명 각으로 관찰된 색상 및 각도 색채 변화는, 특히 형광 조명 및 몇몇 LED 조명과 같은 예리한 스펙트럼 특색을 갖는 광원하에서, 장치 사용자에게 종종 산란하게 하거나 또는 불쾌하게 한다. 투과율에서 각의 색채 변화는 또한 반사에서 색채 변화에서 인자 (factors)일 수 있으며, 및 그 반대일 수 있다. 투과 및/또는 반사에서 각도 색채 변화에서 인자는 또한 특정 광원 또는 시험 시스템에 의해 한정된 (각도와 다소 관계없이) 물질 흡수에 의해 유발될 수 있는 어떤 백색점 (white point)에서 떨어져 시야각 또는 각도 색채 변화에 기인한 각도 색채 변화를 포함할 수 있다.

[0063] 진동은 진폭에 관하여 기재될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "진폭"은 반사율 또는 투과율에서 고-저-간 변화를 포함한다. 문구 "평균 진폭"은 광학 광장 영역 내에 몇 가지 진동 사이클 또는 광장 서브-범위에 걸쳐 평균인 반사율 또는 투과율에서 고-저-간 변화를 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은, "광학 광장 영역"은 약 400nm 내지 약 800nm (및 좀 더 구체적으로 약 450nm 내지 약 650nm)의 광장 범위를 포함한다.

[0064] 본 개시의 구체 예는, 다른 광원하에 수직 입사로부터 변하는 입사 조명 각에서 바라 본 더 작은 각도 색채 변화 및/또는 무색의 관점에서, 개선된 광학 성능을 제공하는 반사-방지 코팅을 포함한다.

[0065] 본 개시의 하나의 관점은 광원 하에서 다른 입사 조명 각에서 본 경우 반사율 및/또는 투과율에 무색을 나타내는 제품과 연관된다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 여기에 제공된 범위에서 기준 조명 각 (reference illumination angle)과 어떤 입사 조명 각 사이에 약 5 이하 또는 약 2 이하의 반사율 및/또는 투과율에서 각도 색채 변화를 나타낸다. 여기에 사용된 바와 같은, 문구 "색채 변화" (각도 또는 기준점)는 반사율 및/또는 투과율에서 CIE L*, a*, b* 색 측정 시스템하에서, a* 및 b* 모두에서 변화를 의미한다. 별도의 언급이 없는 한, 여기에 기재된 제품의 L* 좌표는 어떤 각 또는 기준점에 동일하고, 색채 변화에 영향을 미치지 않는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 각도 색채 변화는 하기 수학식 1에 따라 결정될 수 있고:

[0066] [수학식 1]

$$\sqrt{((a*_{\text{2}} - a*_{\text{1}})^2 + (b*_{\text{2}} - b*_{\text{1}})^2)}$$

[0067] 여기서, 입사 조명 각이 기준 조명 각과 다르고, 몇몇 경우에서, 적어도 약 1도, 2도, 또는 약 5도 만큼 기준 조명 각과 다르다면, a*₁, 및 b*₁는 (수직 입사를 포함할 수 있는) 입사 기준 조명 각에서 본 경우, 제품의 a*

및 b^* 좌표를 나타내고, 및 $a^*_{2,1}$, 및 $b^*_{2,1}$ 는 입사 조명 각에서 본 경우, 제품의 a^* 및 b^* 좌표를 나타낸다. 몇몇 경우에서, 약 10 이하 (예를 들어, 5 이하, 4 이하, 3 이하, 또는 2 이하)의 반사율 및/또는 투과율에서 각도 색채 변화는, 광원하에서, 기준 조명 각으로부터 다양한 입사 조명 각에서 본 경우 제품에 의해 나타낸다. 몇몇 경우에서, 반사율 및/또는 투과율에 각도 색채 변화는 약 1.9 이하, 1.8 이하, 1.7 이하, 1.6 이하, 1.5 이하, 1.4 이하, 1.3 이하, 1.2 이하, 1.1 이하, 1 이하, 0.9 이하, 0.8 이하, 0.7 이하, 0.6 이하, 0.5 이하, 0.4 이하, 0.3 이하, 0.2 이하, 또는 0.1 이하이다. 몇몇 구체 예에서, 각도 색채 변화는 약 0일 수 있다. 광원은 (텅스텐-필라멘트 조명을 나타내는) A 광원, B 광원 (일광 모사 (daylight simulating) 광원), C 광원 (일광 모사 광원), (천연광을 나타내는) D 시리즈 광원, 및 (다양한 타입의 형광 조명을 나타내는) F 시리즈 광원을 포함하는, CIE에 의해 결정된 바와 같이 표준 광원을 포함할 수 있다. 특정 실시 예에서, 제품은, CIE F2, F10, F11, F12 또는 D65 광원하에, 또는 좀 더 구체적으로, CIE F2 광원 하에서 기준 조명 각으로부터 입사 조명 각에서 본 경우 약 2 이하의 반사율 및/또는 투과율에서 각도 색채 변화를 나타낸다.

[0069] 기준 조명 각은, 입사 조명 각과 기준 조명 각 사이의 차이가 적어도 약 1도, 2도 또는 약 5도라는 전제하에서, 수직 입사 (즉, 약 0도 내지 약 10도), 또는 수직 입사로부터 5도, 수직 입사로부터 10도, 수직 입사로부터 15도, 수직 입사로부터 20도, 수직 입사로부터 25도, 수직 입사로부터 30도, 수직 입사로부터 35도, 수직 입사로부터 40도, 수직 입사로부터 50도, 수직 입사로부터 55도, 또는 수직 입사로부터 60도를 포함할 수 있다. 상기 입사 조명 각은, 기준 조명 각에 대하여, 기준 조명 각에서 떨어져, 약 5도 내지 약 80도, 약 5도 내지 약 70도, 약 5도 내지 약 65도, 약 5도 내지 약 60도, 약 5도 내지 약 55도, 약 5도 내지 약 50도, 약 5도 내지 약 45도, 약 5도 내지 약 40도, 약 5도 내지 약 35도, 약 5도 내지 약 30도, 약 5도 내지 약 25도, 약 5도 내지 약 20도, 약 5도 내지 약 15도, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다. 상기 제품은, 기준 조명 각이 수직 입사인 경우, 약 2도 내지 약 80도 (또는 약 10도 내지 약 80도, 또는 약 20도 내지 약 80도)의 범위에서 모든 입사 조명 각에서 및 모든 입사 조명 각을 따라 여기에 기재된 반사율 및/또는 투과율에서 각도 색채 변화를 나타낼 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 입사 조명 각과 기준 조명 각 사이의 차이가 적어도 약 1도, 2도, 또는 약 5도인 경우, 약 2도 내지 약 80도 (또는 약 10도 내지 약 80도, 또는 약 20도 내지 약 80도)의 범위에서 모든 입사 조명 각에 및 모든 입사 조명 각에 따라 여기에 기재된 반사율 및/또는 투과율에서 각도 색채 변화를 나타낼 수 있다. 일 실시 예에서, 상기 제품은 수직 입사와 동일한 기준 조명 각에서 떨어져 약 2도 내지 약 60도, 약 5도 내지 약 60도, 또는 약 10도 내지 약 60도의 범위 내에 어떤 입사 조명 각에서 5 이하 (예를 들어, 4 이하, 3 이하 또는 약 2 이하)의 반사율 및 투과율에서 각도 색채 변화를 나타낼 수 있다. 다른 실시 예에서, 상기 제품은, 기준 조명 각이 10도이고, 입사 조명 각이 기준 조명 각에서 떨어져 약 12도 내지 약 60도, 약 15도 내지 약 60도, 또는 약 20도 내지 약 60도의 범위에서 어떤 각인 경우, 약 5 이하 (예를 들어, 4 이하, 3 이하 또는 약 2 이하)의 반사율 및/또는 투과율에서 각도 색채 변화를 나타낼 수 있다.

[0070] 몇몇 구체 예에서, 상기 각도 색채 변화는 약 20도 내지 약 80도의 범위에서 기준 조명 각 (예를 들어, 수직 입사)과 입사 조명 각 사이에 모든 각에서 측정될 수 있다. 다시 말해서, 상기 각도 색채 변화는 측정될 수 있고, 약 0도 내지 20도, 약 0도 내지 약 30도, 약 0도 내지 약 40도, 약 0도 내지 약 50도, 약 0도 내지 약 60도 또는 약 0도 내지 약 80도 범위의 모든 각에서 약 5 미만 또는 약 2 미만일 수 있다.

[0071] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은, 기준점으로부터 투과율 색상 또는 반사율 좌표들 사이에 기준점 색채 변화 또는 거리가 ((텅스텐-필라멘트 조명을 나타내는) A 광원, B 광원 (일광 모사 광원), C 광원 (일광 모사 광원), (천연광을 나타내는) D 시리즈 광원, 및 (다양한 타입의 형광 조명을 나타내는) F 시리즈 광원을 포함하는, CIE에 의해 결정된 것으로 표준 광원을 포함할 수 있는) 광원하에서 약 5 미만 또는 약 2 미만이 되도록 반사율 및/또는 투과율에서 CIE L^* , a^* , b^* 색 측정 시스템 내에 색상을 나타낸다. 특정 실시 예에서, 상기 제품은 CIE F2, F10, F11, F12 또는 D65 광원 하 또는 좀 더 구체적으로 CIE F2 광원 하에서 기준 조명 각으로부터 본 경우 약 2 이하의 반사율 및/또는 투과율에서 색채 변화를 나타낸다. 환연하면, 상기 제품은, 여기에 정의된 바와 같이, 기준점으로부터 약 2 미만의 기준점 색채 변화를 갖는 반사-방지 표면 (122)에서 측정된 투과율 색상 (또는 투과율 색 좌표) 및/또는 반사율 색상 (또는 반사율 색 좌표)을 나타낼 수 있다. 별도의 언급이 없는 한, 상기 투과율 색상 또는 투과율 색 좌표는 반사-방지 표면 (122) 및 제품의 대립의 면 표면 (즉, 114)을 포함하는 제품의 두 표면상에서 측정된다. 별도의 언급이 없는 한, 상기 반사율 색상 또는 반사율 색 좌표는 제품의 반사-방지 표면 (122)에서만 측정된다. 그러나, 여기에 기재된 반사율 색상 또는 반사율 색 좌표는, 2-표면 측정 (제품의 두 면으로부터 반사는 모두 포함됨) 또는 1-표면 측정 (제품의 반사-방지 표면 (122)에서 반사만 측정됨)을 사용하여 제품의 반사-방지 표면 (122) 및 제품의 대립 면 (즉, 도 1에서 주 표면 (114)) 모두에 대해 측정될 수 있다. 이들 중, 1-표면 반사율 측정은 통상적으로 반사-방지 코팅에 대한 낮은 색상 또는 낮은 색

채 변화 값을 달성하는 좀 더 도전적인 측정법이고, 이는 제품의 배면이 검정 잉크 또는 LCD 또는 OLED 장치와 같은 광 흡수 매체에 결합되는 (스마트폰, 등과 같은) 적용과 관련된다.

[0072] 하나 이상의 구체 예에서, 기준점은 CIE L*, a*, b* 색 측정 시스템 (또는 색 좌표 $a^*=0$, $b^*=0$), 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$), 또는 기판의 투과율 또는 반사율 색 좌표에서 원점 (0.0)일 수 있다. 별도의 언급이 없는 한, 여기에 기재된 제품의 L* 좌표는 기준점과 동일하고, 색채 변화에 영향을 미치지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제품의 기준점 색채 변화가 기판에 대하여 한정된 경우, 상기 제품의 투과율 색 좌표는 기판의 투과율 색 좌표와 비교되고, 상기 제품의 반사율 색 좌표는 기판의 반사율 색 좌표와 비교된다.

[0073] 하나 이상의 특정 구체 예에서, 투과율 색상 및 반사율 색상의 기준점 색채 변화는 1 미만 또는 0.5 미만일 수 있다. 하나 이상의 특정 구체 예에서, 상기 투과율 색상 및/또는 상기 반사율 색상에 대한 기준점 색채 변화는 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다. 기준점이 색 좌표 $a^*=0$, $b^*=0$ 인 경우, 상기 기준점 색채 변화는 하기 수학식 2에 의해 계산된다.

[0074] [수학식 2]

$$\text{기준점 색채 변화} = \sqrt{((a^*_{\text{제품}})^2 + (b^*_{\text{제품}})^2)}$$

[0076] 상기 기준점이 색 좌표 $a^*=-2$, $b^*=-2$ 인 경우, 상기 기준점 색채 변화는 수학식 3에 의해 계산된다.

[0077] [수학식 3]

$$\text{기준점 색채 변화} = \sqrt{((a^*_{\text{제품}} + 2)^2 + (b^*_{\text{제품}} + 2)^2)}$$

[0079] 상기 기준점이 기판의 색 좌표인 경우, 상기 기준점 색채 변화는 수학식 4에 의해 계산된다.

[0080] [수학식 4]

$$\text{기준점 색채 변화} = \sqrt{((a^*_{\text{제품}} - a^*_{\text{기판}})^2 + (b^*_{\text{제품}} - b^*_{\text{기판}})^2)}$$

[0082] 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은, 기준점이 기판의 색 좌표, 색 좌표 $a^*=0$, $b^*=0$ 및 좌표 $a^*=-2$, $b^*=-2$ 중 어느 하나인 경우 기준점 색채 변화가 2 미만이 되도록, 투과율 색상 (또는 투과율 색 좌표) 및 반사율 색상 (또는 반사율 색 좌표)을 나타낼 수 있다.

[0083] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 약 0 내지 약 60도 (또는 약 0도 내지 약 40도 또는 약 0도 내지 약 30도)의 범위 내에 모든 입사 조명 각에서 CIE L*, a*, b* 색 측정 시스템으로, 약 -5 내지 약 1, 약 -5 내지 약 0, 약 -4 내지 약 1, 또는 약 -4 내지 약 0 범위에서 (오직 반사-방지 표면에서 측정된 것으로) 반사율에서 b^* 값을 나타낼 수 있다.

[0084] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 약 0 내지 약 60도 (또는 약 0도 내지 약 40도 또는 약 0도 내지 약 30도)의 범위 내에 모든 입사 조명 각에서 CIE L*, a*, b* 색 측정 시스템으로, 약 2 미만 (또는 약 1.8 이하, 약 1.6 이하, 1.5 이하, 1.4 이하, 1.2 이하, 또는 약 1 이하)의 (제품의 반사-방지 표면 및 대립 맨 표면에서 측정된 것으로) 투과율에서 b^* 값을 나타낼 수 있다. 투과율에서 상기 b^* 값의 하한은 약 -5일 수 있다.

[0085] 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하에 약 0도 내지 약 60도의 범위 내에 입사 조명 각에서 약 -1.5 내지 약 1.5 (예를 들어, -1.5 내지 -1.2, -1.5 내지 -1, -1.2 내지 1.2, -1 내지 1, -1 내지 0.5, 또는 -1 내지 0) 범위 내에 (반사-방지 표면 및 대립 맨 표면에서) 투과율에서 a^* 값을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하에 약 0도 내지 약 60도의 범위 내에 입사 조명 각에서 약 -1.5 내지 약 1.5 (예를 들어, -1.5 내지 -1.2, -1.5 내지 -1, -1.2 내지 1.2, -1 내지 1, -1 내지 0.5, 또는 -1 내지 0) 범위 내에 (반사-방지 표면 및 대립 맨 표면에서) 투과율에서 b^* 값을 나타낸다.

[0086] 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하에 약 0도 내지 약 60도의 범위 내에 입사 조명 각에서 약 -5 내지 약 2 (예를 들어, -4.5 내지 1.5, -3 내지 0, -2.5 내지 0.25) 범위 내에 (오직 반사-방지 표면에서) 반사율에서 a^* 값을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하에 약 0도 내지 약 60도의 범위 내에 입사 조명 각에서 약 -7 내지 약 0 범위 내에 (오직 반사-방지 표면에서) 반사율에서 b^* 값을 나타낸다.

[0087] 하나 이상의 구체 예의 제품, 또는 하나 이상의 제품의 반사-방지 표면 (122)은 약 400nm 내지 약 800nm 범위에

서 광학 파장 영역에 걸쳐 약 95% 이상 (예를 들어, 약 9.5% 이상, 약 96% 이상, 약 96.5% 이상, 약 97% 이상, 약 97.5% 이상, 약 98% 이상, 약 98.5% 이상 또는 약 99% 이상)의 평균 광 투과율을 나타낼 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제품, 또는 하나 이상의 제품의 반사-방지 표면 (122)은 약 400nm 내지 약 800nm의 범위에서 광학 파장 영역에 걸쳐 약 2% 이하 (예를 들어, 약 1.5% 이하, 약 1% 이하, 약 0.75% 이하, 약 0.5% 이하, 또는 약 0.25% 이하)의 평균 광 반사율을 나타낼 수 있다. 이들 광 투과율 및 광 반사율 값은 광학 파장 영역의 선택된 범위 (예를 들어, 광학 파장 영역 내에, 100nm 광장 범위, 150nm 광장 범위, 200nm 광장 범위, 250nm 광장 범위, 280nm 광장 범위, 또는 300nm 광장 범위)에 걸쳐 또는 전체 광학 파장 영역에 걸쳐 관찰될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 이들 광 반사율 및 투과율 값은 (반사-방지 표면 (122) 및 대립 주 표면 (114) 모두에 대해 반사율 또는 투과율을 고려한) 총 반사율 또는 총 투과율일 수 있다. 별도의 언급이 없는 한, 평균 반사율 또는 투과율은 약 0도 내지 약 10도의 범위 내에 입사 조명 각에서 측정된다 (그러나, 이러한 측정은 45도 또는 60도의 입사 조명 각에서 제공될 수 있다).

[0088] 몇몇 구체 예에서, 하나 이상의 구체 예의 제품, 또는 하나 이상의 제품의 반사-방지 표면 (122)은 광학 파장 영역에 걸쳐 약 1% 이하, 약 0.7% 이하, 약 0.5% 이하, 또는 약 0.45% 이하의 평균 가시광 포토픽 반사율 (visible photopic reflectance)을 나타낼 수 있다. 이들 포토픽 반사율 값은 약 0° 내지 약 20°, 약 0° 내지 약 40° 또는 약 0° 내지 약 60°의 범위 내에 입사 조명 각에서 나타낼 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 포토픽 반사율은 사람 눈의 감도에 따라 광장 스펙트럼에 대해 반사율을 가중시켜 사람 눈의 반응을 모방 한다. 포토픽 반사율은 또한 CIE 색상 공간 조약 (CIE color space convention)과 같은 알려진 조약에 따라, 반사된 광의 휘도 (luminance), 또는 3자극 (tristimulus) Y 값으로 정의될 수 있다. 평균 포토픽 반사율은, 스펙트럼 반사율, $R(\lambda)$ 이 눈의 스펙트럼 반응에 관련된, CIE의 색상 일치 함수 $\bar{y}(\lambda)$ 및 광원 스펙트럼, $I(\lambda)$ 에 의해 곱해진 것으로서 수학식 5에서 정의된다:

[0089] [수학식 5]

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

[0090]

[0091] 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은 약 10% 미만의 오직 반사-방지 표면에서 수직 또는 근-수직 입사 (예를 들어, 0-10도)에 측정된, 단-면 평균 포토픽 반사율을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 단-면 평균 포토픽 반사율은 약 9% 이하, 약 8% 이하, 약 7% 이하, 약 6% 이하, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3%, 또는 약 2% 이하이다. 특정 구체 예에서, (즉, 단-면 측정을 통해서만 반사-방지 표면을 측정한 경우) 하나 이상의 제품의 반사-방지 표면 (122)은, 상기 평균 포토픽 반사율 값 이상을 나타낼 수 있으면서, 동시에 약 5.0 미만, 약 4.0 미만, 약 3.0 미만, 약 2.0 미만, 약 1.5 미만, 또는 약 1.25 미만의 D65 조명 및/또는 F2 광원을 사용하여 (수직 입사인 기준 조명 각으로) 약 5도 내지 약 60도의 전체 입사 조명 각 범위에 걸쳐, 최대 반사율 색채 변화를 나타낸다. 상기 값은 a^* 값 ($a^*_{\text{highest}} - a^*_{\text{lowest}}$)에서 최대 변화, b^* 값 ($b^*_{\text{highest}} - b^*_{\text{lowest}}$)에서 최대 변화, a^* 및 b^* 값 모두에서 최대 변화, 또는 양 $\sqrt{((a^*_{\text{highest}} - a^*_{\text{lowest}})^2 + (b^*_{\text{highest}} - b^*_{\text{lowest}})^2)}$ 에서 최대 변화를 나타낼 수 있다.

[0092] 기판

[0093] 기판 (110)은 무기 물질을 포함할 수 있고, 비결정질 기판, 결정질 기판 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 상기 기판 (110)은 인공 물질 및/또는 자연적으로 발생하는 물질 (예를 들어, 석영 및 고분자)로 형성될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 경우에서, 상기 기판 (110)은 유기물을 특징으로 할 수 있고, 구체적으로 고분자일 수 있다. 적절한 고분자의 예로는, (스티렌 공중합체 및 블랜드를 포함하는) 폴리스티렌 (PS), (공중합체 및 블랜드를 포함하는) 폴리카보네이트 (PC), (폴리에틸렌테레프탈레이트 및 폴리에틸렌테레프탈레이트 공중합체를 포함하는, 공중합체 및 블랜드를 포함하는) 폴리에스테르, 폴리올레핀 (PO) 및 사이클릭폴리올레핀 (사이클릭-PO)을 포함하는 열가소성 수지, 폴리비닐클로라이드 (PVC), (공중합체 및 블랜드를 포함하는) 폴리메틸메타아크릴레이트 (PMMA)를 포함하는 아크릴 고분자, 열가소성 우레탄 (TPU), 폴리에테르아미드 (PEI) 및 서로 이들 고분자의 블렌드를 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 다른 대표적인 고분자는 에폭시, 스티렌, 폐놀, 멜라민, 및 실리콘 수지들을 포함한다.

[0094] 몇몇 특정 구체 예에서, 기판 (110)은 구체적으로 고분자, 플라스틱 및/또는 금속 기판을 배제할 수 있다. 상기 기판은 알칼리-포함하는 기판 (즉, 기판은 하나 이상의 알칼리를 포함함)을 특징으로 할 수 있다. 하나 이상의

구체 예에서, 상기 기판은 약 1.45 내지 약 1.55의 범위에서 굴절률을 나타낸다. 특정 구체 예에서, 상기 기판 (110)은 적어도 5, 적어도 10, 적어도 15 또는 적어도 20 샘플을 사용한, 볼-온-링 시험 (ball-on-ring testing)을 사용하여 측정된 것으로, 0.5% 이상, 0.6% 이상, 0.7% 이상, 0.8% 이상, 0.9% 이상, 1% 이상, 1.1% 이상, 1.2% 이상, 1.3% 이상, 1.4% 이상 1.5% 이상 또는 2% 이상인 하나 이상의 대립 주 표면상에 표면에서 평균 파괴변형율 (strain-to-failure)을 나타낼 수 있다. 특정 구체 예에서, 상기 기판 (110)은 약 1.2%, 약 1.4%, 약 1.6%, 약 1.8%, 약 2.2%, 약 2.4%, 약 2.6%, 약 2.8%, 또는 약 3% 이상의 하나 이상의 대립 주 표면상에 이의 표면에서 평균 파괴변형율을 나타낼 수 있다.

[0095] 적절한 기판 (110)은 약 30 GPa 내지 약 120 GPa의 범위에서 탄성 모듈러스 (elastic modulus) (또는 영률)를 나타낼 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 기판의 탄성 모듈러스는 약 30 GPa 내지 약 110 GPa, 약 30 GPa 내지 약 100 GPa, 약 30 GPa 내지 약 90 GPa, 약 30 GPa 내지 약 80 GPa, 약 30 GPa 내지 약 70 GPa, 약 40 GPa 내지 약 120 GPa, 약 50 GPa 내지 약 120 GPa, 약 60 GPa 내지 약 120 GPa, 약 70 GPa 내지 약 120 GPa, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다.

[0096] 하나 이상의 구체 예에서, 비결정질 기판은 강화되거나 또는 비-강화될 수 있는, 유리를 포함할 수 있다. 적절한 유리의 예로는 소다 라임 유리, 알칼리 알루미노실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리 및 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리를 포함한다. 몇몇 변형에서, 상기 유리는 산화리튬 (lithia)이 없을 수 있다. 하나 이상의 선택적인 구체 예에서, 상기 기판 (110)은 (강화되거나 또는 비-강화될 수 있는) 유리 세라믹 기판과 같은 결정질 기판을 포함할 수 있거나 또는 사파이어와 같은, 단결정 구조를 포함할 수 있다. 하나 이상의 특정 구체 예에서, 상기 기판 (110)은 무정형 베이스 (예를 들어, 유리) 및 결정질 클래딩 (예를 들어, 사파이어층, 다결정질 알루미나층 및/또는 스피넬 ($MgAl_2O_4$) 층)을 포함한다.

[0097] 하나 이상의 구체 예의 기판 (110)은 (여기에 기재된 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로) 제품의 경도 미만인 경도를 가질 수 있다. 상기 기판의 경도는 베르코비치 압입자 경도 시험 또는 비커스 경도 시험을 포함하지만, 이에 제한되지 않는, 기술분야에서 알려진 방법을 사용하여 측정될 수 있다.

[0098] 상기 기판 (110)은, 비록 다른 구체 예가 곡면 또는 그렇지 않으면 형상화된 또는 형태화된 기판을 활용할 수 있을지라도, 실질적으로 평면 또는 시트-형일 수 있다. 상기 기판 (110)은 실질적으로 광학적으로 맑고, 투명하며 및 광 산란이 없을 수 있다. 이러한 구체 예에서, 상기 기판은 약 85% 이상, 약 86% 이상, 약 87% 이상, 약 88% 이상, 약 89% 이상, 약 90% 이상, 약 91% 이상 또는 약 92% 이상의 광학 파장 영역에 걸쳐 평균 광 투과율을 나타낼 수 있다. 하나 이상의 선택적인 구체 예에서, 상기 기판 (110)은 약 10% 미만, 약 9% 미만, 약 8% 미만, 약 7% 미만, 약 6% 미만, 약 5% 미만, 약 4% 미만, 약 3% 미만, 약 2% 미만, 약 1% 미만, 또는 약 0% 미만의 광학 파장 영역에 걸쳐 평균 광 투과율을 나타내거나 또는 불투명할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 이들 광 반사율 및 투과율 값은 (기판의 주 표면 모두에 대한 반사율 또는 투과율을 고려한) 총 반사율 또는 총 투과율일 수 있거나, 또는 기판의 단면 (즉, 대립 표면을 고려하지 않은, 오직 반사-방지 표면 (122)) 상에서 관찰될 수 있다. 별도의 언급이 없는 한, 총 반사율 또는 투과율은 0도의 입사 조명 각에서 측정된다 (그러나, 이러한 측정은 45도 또는 60도의 입사 조명 각에서 제공될 수 있다). 상기 기판 (110)은 흰색, 검정, 적색, 청색, 녹색, 황색, 오렌지, 등과 같은 색상을 선택적으로 나타낼 수 있다.

[0099] 부가적으로 또는 선택적으로, 상기 기판 (110)의 물리적 두께는 미관상 및/또는 기능상 이유 때문에 하나 이상의 이의 치수에 따라 변화될 수 있다. 예를 들어, 상기 기판 (110)의 예지는 기판 (110)의 좀 더 중심 영역과 비교하여 더 두꺼울 수 있다. 상기 기판 (110)의 길이, 폭, 및 물리적 두께 치수들은 또한 제품 (100)의 적용 또는 용도에 따라 변화될 수 있다.

[0100] 상기 기판 (110)은 다양한 다른 공정을 사용하여 제공될 수 있다. 예를 들어, 상기 기판 (110)은 유리와 같은 비결정질 기판을 포함하는 경우, 다양한 형성 방법은 퓨전 인발 및 슬롯 인발과 같은 다운-인발 공정 및 플로우트 유리 공정을 포함할 수 있다.

[0101] 형성시, 기판 (110)은 강화 기판을 형성하기 위해 강화될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "강화 기판"은, 예를 들어, 기판의 표면에서 더 작은 이온에 대해 더 큰 이온의 이온-교환을 통해, 화학적으로 강화 기판을 의미할 수 있다. 그러나, 압축 응력 및 중심 인장 영역을 생성하기 위해 기판의 부분들 사이에 열팽창계수의 불일치를 활용하거나 또는 열 템퍼링과 같은, 기술분야에서 알려진 다른 강화 방법은, 강화 기판을 형성하는데 활용될 수 있다.

[0102] 상기 기판은 이온 교환 공정에 의해 화학적으로 강화된 경우, 기판의 표면층에서 이온은 동일한 원자가 또는 산

화 상태를 갖는 더 큰 이온에 의해 대체되거나 - 또는 교환된다. 이온 교환 공정은 통상적으로 기판에서 더 작은 이온과 교환될 더 큰 이온을 함유하는 용융염 욕조에 기판을 함침시켜 수행된다. 욕조 조성물 및 온도, 침지 시간, 염 욕조 (또는 욕조들)의 침지의 수, 다중 염 욕조의 사용, 어닐링, 세척 및 이와 유사한 것과 같은 부가적인 단계들을 포함하지만, 이에 제한되지 않는, 이온 교환 공정에 대한 파라미터가 기판의 조성물 및 강화 작용으로부터 결과하는 기판의 원하는 압축 응력 (CS), 압축 응력 층의 깊이 (또는 층의 깊이)에 의해 일반적으로 결정되는 것은 기술분야의 당업자가 인식할 것이다. 예로서, 알칼리 금속-함유 유리 기판의 이온 교환은 더 큰 알칼리 금속 이온의 질산염, 황산염 및 염산염과 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 염을 함유하는 적어도 하나의 용융염에 침지시켜 달성될 수 있다. 상기 용융염 욕조의 온도는 통상적으로 약 380°C 내지 약 450°C의 범위이며, 반면에 침지 시간은 약 15 분 내지 약 40시간의 범위이다. 그러나, 전술된 것과 다른 온도 및 침지 시간은 또한 사용될 수 있다.

[0103] 부가적으로, 유리 기판이 침지 사이에 세척 및/또는 어닐링 단계를 갖는, 다중 이온교환 욕조에 침지되는 이온 교환 공정의 비-제한 예로는, 2008년 7월 11일자에 출원된 미국 특허출원 제61/079,995호의 우선권을 주장하며, 2009년 7월 10일자에 발명의 명칭이 "Glass with Compressive Surface for Consumer Applications"로 출원된 미국 특허출원 제12/500,650호, 여기서 유기 기판은 다른 농도의 염 욕조에서 다중, 연속적, 이온 교환 처리에 침지시켜 강화되며; 및 2008년 7월 29일자에 출원한 미국 특허출원 제61/084,398호의 우선권을 주장하며, 2012년 11월 20일자에 Christopher M. Lee 등에 의해 발명의 명칭이 "Dual Stage Ion Exchange for Chemical Strengthening of Glass"로 등록된 미국 특허 8,312,739호에 기재되며, 여기서 유리 기판은 용출 이온으로 희석된 제1 욕조에서 이온 교환시키고, 그 다음 제1 욕조보다 더 적은 농도의 용출 이온을 갖는 제2 욕조에 침지시켜 강화된다. 미국 특허출원 제12/500,650호 및 미국 특허 제8,312,739호의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다.

[0104] 이온 교환에 의해 달성된 화학적 강화의 정도는 중심 인장 (CT), 표면 (CS), 및 층의 깊이 (DOL)의 파라미터에 기초하여 정량화될 수 있다. 표면 (CS)은 다양한 깊이에서 강화 유리 내 또는 표면 근처에서 측정될 수 있다. 최대 CS 값은 강화 기판의 표면에서 측정된 CS (CS_s)를 포함할 수 있다. 유리 기판 내에 압축 응력 층에 인접한 내부 영역을 위해 계산된, CT는 CS, 물리적 두께 t , 및 DOL로부터 계산될 수 있다. CS 및 DOL은 기술분야에서 알려진 방법을 사용하여 측정된다. 이러한 수단은 Luceo Co., Ltd. (Tokyo, Japan) 의해 제작된, FSM-6000, 또는 이와 유사한 것과 같은 상업적으로 이용 가능한 기구를 사용한 표면 응력의 측정 (FSM)을 포함하지만, 이에 제한되지 않고, 및 CS 및 DOL을 측정하는 방법은 명칭이 "Standard Specification for Chemically Strengthened Flat Glass"인, ASTM 1422C-99, 및 명칭이 "Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully-Tempered Flat Glass"인, ASTM 1279.19779에 기재되며, 이의 전체적인 내용은 참조로 여기에 혼입된다. 표면 응력 측정은, 유리 기판의 복굴절과 연관된, 응력 광학 계수 (SOC)의 정확한 측정에 의존한다. SOC는 결과적으로 섬유 및 4점 굽힘 방법, 이를 모두는 명칭이 "Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient"으로 ASTM 표준 C770-98 (2008)에 기재되고 이의 전체적인 내용은 참조로 여기에 혼입됨, 및 벌크 실린더 방법과 같은, 기술분야에서 알려진 이를 방법에 의해 측정된다. CS와 CT의 관계는 수학식 6에 의해 제공된다:

[수학식 6]

$$CT = (CS + DOL) / (t - 2 DOL)$$

[0107] 여기서, t 는 유리 제품의 물리적 두께 (μm)이다. 본 개시의 다양한 섹션에서, CT 및 CS는 메가파스칼 (MPa)로 여기에서 표시되고, 물리적 두께 t 는 micrometers (μm) 또는 millimeters (mm)로 표시되며, DOL은 micrometers (μm)로 표시된다.

[0108] 하나님의 구체 예에서, 강화 기판 (110)은 250 MPa 이상, 300 MPa 이상, 예를 들어, 400 MPa 이상, 450 MPa 이상, 500 MPa 이상, 550 MPa 이상, 600 MPa 이상, 650 MPa 이상, 700 MPa 이상, 750 MPa 이상 또는 800 MPa 이상의 표면 CS를 가질 수 있다. 상기 강화 기판은 $10\mu\text{m}$ 이상, $15\mu\text{m}$ 이상, $20\mu\text{m}$ 이상 (예를 들어, $25\mu\text{m}$, $30\mu\text{m}$, $35\mu\text{m}$, $40\mu\text{m}$, $45\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$ 이상)의 DOL 및/또는 10 MPa 이상, 20 MPa 이상, 30 MPa 이상, 40 MPa 이상 (예를 들어, 42 MPa, 45 MPa, 또는 50 MPa 이상)이지만, 100 MPa 미만 (예를 들어, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55 MPa 이하)의 CT를 가질 수 있다. 하나 이상의 특정 구체 예에서, 강화 기판은: 500 MPa를 초과하는 표면 CS, $15\mu\text{m}$ 를 초과하는 DOL, 및 18 MPa를 초과하는 CT 중 하나 이상을 갖는다.

[0109] 기판에 사용될 수 있는 대표 유리는, 비록 다른 유리 조성물이 고려될지라도, 알칼리 알루미노실리케이트 유리

조성물 또는 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리 조성물을 포함할 수 있다. 이러한 유리 조성물은 이온 교환 공정에 의해 화학적으로 강화될 수 있다. 하나의 대표 유리 조성물은 SiO_2 , B_2O_3 및 Na_2O 를 포함하고, 여기서 $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3) \geq 66 \text{ mol.}\%$, 및 $\text{Na}_2\text{O} \geq 9 \text{ mol.}\%$ 이다. 구체 예에서, 상기 유리 조성물은 적어도 6 wt.%의 산화알루미늄을 포함한다. 또 다른 구체 예에서, 상기 기판은 알칼리토 산화물의 함량이 적어도 5 wt.%가 되도록, 하나 이상의 알칼리토 산화물을 갖는 유리 조성물을 포함한다. 적절한 유리 조성물은, 몇몇 구체 예에서, K_2O , MgO , 및 CaO 중 적어도 하나를 더욱 포함한다. 특정 구체 예에서, 상기 기판에 사용된 유리 조성물은 61-75 mol.% SiO_2 ; 7-15 mol.% Al_2O_3 ; 0-12 mol.% B_2O_3 ; 9-21 mol.% Na_2O ; 0-4 mol.% K_2O ; 0-7 mol.% MgO ; 및 0-3 mol.% CaO 를 포함할 수 있다.

[0110] 상기 기판에 적절한 또 다른 대표 유리 조성물은 60-70 mol.% SiO_2 ; 6-14 mol.% Al_2O_3 ; 0-15 mol.% B_2O_3 ; 0-15 mol.% Li_2O ; 0-20 mol.% Na_2O ; 0-10 mol.% K_2O ; 0-8 mol.% MgO ; 0-10 mol.% CaO ; 0-5 mol.% ZrO_2 ; 0-1 mol.% SnO_2 ; 0-1 mol.% CeO_2 ; 50 ppm 미만 As_2O_3 ; 및 50 ppm 미만 Sb_2O_3 를 포함하고; 여기서 $12 \text{ mol.}\% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20 \text{ mol.}\%$ 및 $0 \text{ mol.}\% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 10 \text{ mol.}\%$ 이다.

[0111] 상기 기판에 적절한 또 다른 대표 유리 조성물은: 63.5-66.5 mol.% SiO_2 ; 8-12 mol.% Al_2O_3 ; 0-3 mol.% B_2O_3 ; 0-5 mol.% Li_2O ; 8-18 mol.% Na_2O ; 0-5 mol.% K_2O ; 1-7 mol.% MgO ; 0-2.5 mol.% CaO ; 0-3 mol.% ZrO_2 ; 0.05-0.25 mol.% SnO_2 ; 0.05-0.5 mol.% CeO_2 ; 50 ppm 미만 As_2O_3 ; 및 50 ppm 미만 Sb_2O_3 를 포함하고; 여기서 $14 \text{ mol.}\% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 18 \text{ mol.}\%$ 및 $2 \text{ mol.}\% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 7 \text{ mol.}\%$ 이다.

[0112] 특정 구체 예에서, 기판으로 적절한 알칼리 알루미노실리케이트 유리 조성물은 알루미나, 적어도 하나의 알칼리 금속 및, 몇몇 구체 예에서, 50 mol.%를 초과하는 SiO_2 , 다른 구체 예에서 적어도 58 mol.% SiO_2 , 및 또 다른 구체 예에서 적어도 60 mol.% SiO_2 를 포함하고, 여기서 비 $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)/\text{개질제}$ (즉, 개질제의 합)는 1을 초과 하며, 여기서 상기 성분의 비는 mol.%로 표시되고, 상기 개질제는 알칼리 금속 산화물이다. 이 유리 조성물은, 특정 구체 예에서, 58-72 mol.% SiO_2 ; 9-17 mol.% Al_2O_3 ; 2-12 mol.% B_2O_3 ; 8-16 mol.% Na_2O ; 및 0-4 mol.% K_2O 를 포함하고, 여기서 상기 비 $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)/\text{개질제}$ (즉, 개질제의 합)은 1을 초과한다.

[0113] 또 다른 구체 예에서, 상기 기판은: 64-68 mol.% SiO_2 ; 12-16 mol.% Na_2O ; 8-12 mol.% Al_2O_3 ; 0-3 mol.% B_2O_3 ; 2-5 mol.% K_2O ; 4-6 mol.% MgO ; 및 0-5 mol.% CaO 를 포함하는 알칼리 알루미노실리케이트 유리 조성물을 포함할 수 있고, 여기서: $66 \text{ mol.}\% \leq \text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{CaO} \leq 69 \text{ mol.}\%$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} > 10 \text{ mol.}\%$; $5 \text{ mol.}\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} \leq 8 \text{ mol.}\%$; $(\text{Na}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3) - \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 2 \text{ mol.}\%$; $2 \text{ mol.}\% \leq \text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 6 \text{ mol.}\%$; 및 $4 \text{ mol.}\% \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 10 \text{ mol.}\%$ 이다.

[0114] 선택적인 구체 예에서, 상기 기판은: 2 mol% 이상의 Al_2O_3 및/또는 ZrO_2 , 또는 4 mol% 이상의 Al_2O_3 및/또는 ZrO_2 를 포함하는 알칼리 알루미노실리케이트 유리 조성물을 포함할 수 있다.

[0115] 상기 기판 (110)이 결정질 기판을 포함하는 경우, 상기 기판은, Al_2O_3 를 포함할 수 있는, 단결정을 포함할 수 있다. 이러한 단결정 기판은 사파이어라 한다. 결정질 기판에 대한 다른 적절한 물질은 다결정질 알루미나충 및/또는 스피넬 (MgAl_2O_4)을 포함한다.

[0116] 선택적으로, 상기 결정질 기판 (110)은, 강화 또는 비-강화될 수 있는, 유리 세라믹 기판을 포함할 수 있다. 적절한 유리 세라믹의 예로는 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 시스템 (즉, LAS-시스템) 유리 세라믹, $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 시스템 (즉, MAS-시스템) 유리 세라믹, 및/또는 β -석영 고용체, β -스포두멘 ss, 균청석 (cordierite), 및 리튬 디실리케이트 (lithium disilicate)을 포함하는 주 결정상을 포함하는 유리 세라믹을 포함할 수 있다. 유리 세라믹 기판은 여기에 기재된 화학적 강화 공정을 사용하여 강화될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, MAS-시스템 유리 세라믹 기판은 Li_2SO_4 용융염에서 강화될 수 있고, 이에 의해 Mg^{2+} 에 대한 2Li^+ 의 교환은 발생할 수 있다.

[0117] 하나 이상의 구체 예에 따른 기판 (110)은 약 $100\mu\text{m}$ 내지 약 5 mm 범위의 물리적 두께를 가질 수 있다. 대표 기판 (110)의 물리적 두께는 약 $100\mu\text{m}$ 내지 약 $500\mu\text{m}$ 의 범위 (예를 들어, 100, 200, 300, 400 또는 $500\mu\text{m}$)이다.

또 다른 대표 기판 (110)의 물리적 두께는 약 $500\mu\text{m}$ 내지 약 $1000\mu\text{m}$ 의 범위 (예를 들어, 500, 600, 700, 800, 900 또는 $1000\mu\text{m}$)이다. 상기 기판 (110)은 약 1 mm 초과 (예를 들어, 약 2, 3, 4, 또는 5 mm)의 물리적 두께를 가질 수 있다. 하나 이상의 특정 구체 예에서, 상기 기판 (110)은 2 mm 이하 또는 1 mm 미만의 물리적 두께를 가질 수 있다. 상기 기판 (110)은 표면 흠의 영향을 제거 또는 감소시키기 위해 산 연마될 수 있거나 또는 처리될 수 있다.

[0118] 반사-방지 코팅

도 2에 나타낸 바와 같이, 반사-방지 코팅 (130)은 다수의 층을 포함할 수 있어, 하나 이상의 층이 반사-방지 코팅 (130)으로부터 기판 (110)의 반대면 상에 (즉, 주 표면 (114) 상에) (도 1에 도시됨) 침착될 수 있다.

상기 주 표면 (114) 상에 침착된 반사-방지 코팅 (130)의 물리적 두께는 약 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $5\mu\text{m}$ 의 범위일 수 있다. 몇몇 경우에서, 주 표면 (114) 상에 침착된 반사-방지 코팅 (130)의 물리적 두께는 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.9\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.8\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.7\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.6\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.5\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.4\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.3\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.2\mu\text{m}$, 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $0.1\mu\text{m}$, 약 $0.02\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.03\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.04\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.05\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.06\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.07\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.08\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.09\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.2\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.3\mu\text{m}$ 내지 약 $5\mu\text{m}$, 약 $0.4\mu\text{m}$ 내지 약 $3\mu\text{m}$, 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $3\mu\text{m}$, 약 $0.6\mu\text{m}$ 내지 약 $2\mu\text{m}$, 약 $0.7\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 약 $0.8\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 또는 약 $0.9\mu\text{m}$ 내지 약 $1\mu\text{m}$, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 범위일 수 있다.

[0121] 여기에 기재된 제품의 대표적인 구체 예는 하기 표 1-2에 제공된다.

표 1

12-층 광학 코팅을 포함하는 대표적인 제품

층	물질	실시 예 A		실시 예 B		실시 예 C	
		굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	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
기판	유리	1.50542		1.50542		1.50542	
총 광학 코팅 두께		2497.06		2493.73		2498.44	

층	물질	실시 예 D		실시 예 E		실시 예 F	
		굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	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
기판	유리	1.50542		1.50542		1.50542	
총 광학 코팅 두께		2505.75		2491.77		2491.23	

층	물질	실시 예 G		실시 예 H		실시 예 I	
		굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	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
기판	유리	1.511		1.50542		1.50542	
총 광학 코팅 두께		2481.22		2494.75		2482.51	

[0123]

표 2

16-층 광학 코팅을 포함하는 제품

층	물질	실시 예 J		실시 예 K		실시 예 L	
		굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _x N _y	1.97879	8.55	1.97879	8.55	1.95183	9.21
기판	유리	1.50542		1.50542		1.50996	
총 광학 코팅 두께		2698.2		2698.6		2708.79	

층	물질	실시 예 M		실시 예 N		실시 예 O	
		굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	1		1		1	
16	SiO ₂	1.47079	92.73	1.47503	93.15	1.48114	88.58
15	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _x N _y	1.95183	9.21	1.98174	9.4	2.00605	8
기판	유리	1.50996		1.511		1.50542	
총 광학 코팅 두께		2705.05		2680.86		2685.29	
층	물질	실시 예 P		실시 예 Q		실시 예 R	
		굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)	굴절률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	1		1		1	
16	SiO ₂	1.46774	89.81	1.47172	92.97	1.4952	89.3
15	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _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	Al _x N _y	2.04423	8.19	2.05892	8.19	2.08734	7.22
기판	유리	1.50996		1.50996		1.50542	
총 광학 코팅 두께		2680.2		2673.64		2665.82	

		설시 예 S	
층	물질	굴절률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	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
기판	유리	1.50996	
총 두께			2669.12

[0126]

표 1 및 2에서 나타낸 바와 같이, 광학 필름의 층의 물리적 두께는, 가장 큰 두께를 갖는 내스크래치성 층 (층 7)과 함께, 변화될 수 있다. 층들에 대한 물리적 두께 범위는 표 3-4에 나타낸 바와 같을 수 있다. 상기에서 설계된 16-층 및 12-층 모두에서, 층 7은 가장 큰 물리적 두께를 갖고, 광학 코팅 및 제품에 대하여 상당한 경도 및 내스크래치성을 부여한다. 다른 층은 가장 큰 물리적 두께를 갖도록 만들어질 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 그러나, 이들 특정 설계에서, 두꺼운 층 (이 경우에서, 층 (7)) 위 및 아래의 임피던스 정합 층 (impedance matching layer)은, 하기 표 3-4에 나타낸 바와 같이, 두꺼운 층의 두께를 조정하기 위한 큰 광학 설계 자유 (optical design freedom)이 있다는 것을 의미한다.

표 3

대표적인 12-층 광학 코팅에 대한 층 두께 범위

층	최소	최대
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

표 4

대표적인 16-층 광학 코팅에 대한 층 두께 범위

층	최소	최대
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

[0130] 본 개시의 제2 관점은 여기에 기재된 제품을 형성하기 위한 방법과 연관된다. 일 구체 예에서, 상기 방법은, 코팅 챔버에 주 표면을 갖는 기판을 제공하는 단계, 상기 코팅 챔버에 진공을 형성하는 단계, 주 표면상에 여기에 기재된 바와 같은 내구성 광학 코팅을 형성하는 단계, 상기 광학 코팅 상에, 세정-용이성 코팅 및 내스크래치성 코팅 중 적어도 하나를 포함하는 부가적인 코팅을 선택적으로 형성하는 단계, 및 상기 코팅 챔버로부터 상기 기판을 제거하는 단계를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 광학 코팅 및 상기 부가적인 코팅은 동일한 코팅 챔버에서 또는 개별 코팅 챔버에서 파괴 진공 (breaking vacuum) 없이 형성된다.

[0131] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 캐리어 상에 기판을 로딩하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 캐리어는, 그 다음 기판이 이동되어도 진공이 보존되는, 로드 락 (load lock) 조건하에, 다른 코팅 챔버의 안 및 밖으로 기판을 이동하는데 사용된다.

[0132] 상기 광학 코팅 (120) 및/또는 부가적인 코팅 (140)은 진공 증착 기술, 예를 들어, 화학적 기상 증착 (예를 들어, 플라즈마 강화 화학적 기상 증착 (PECVD), 저-압 화학적 기상 증착, 대기압 화학적 기상 증착, 및 플라즈마-강화 대기압 화학적 기상 증착), 물리적 기상 증착 (예를 들어, 반응성 또는 비반응성 스퍼터링 또는 레이저 삽마), 열적 또는 e-빔 증발 및/또는 원자 충 증착과 같은 다양한 증착 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 액체-계 방법은 또한 분무, 딥핑, 스팬 코팅, 또는 슬롯 코팅 (예를 들어, 졸-겔 물질을 사용)과 같이 것이 사용될 수 있다. 진공 증착이 활용되는 경우, 인라인 공정은 하나의 증착 운행에서 광학 코팅 (120) 및/또는 부가적인 코팅 (140)을 형성하는데 사용될 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 진공 증착은 선형 PECVD 소스에 의해 만들어질 수 있다.

[0133] 몇몇 구체 예에서, 상기 방법은, 기판 면적에 따른 어떤 지점에서 각 충에 대한 타겟 두께로부터 또는 반사-방지 표면 (122)의 면적의 적어도 약 80%에 따른 약 4%를 초과하는 만큼 변화하지 않도록, 광학 코팅 (120) 및 부가적인 코팅 (140)의 두께를 조절하는 단계를 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 방법은, 반사-방지 표면 (122)의 면적의 적어도 약 95%에 따른 약 4%를 초과하는 만큼 변화하지 않도록, 상기 광학 코팅 (120) 및/또는 부가적인 코팅 (140)의 두께를 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

[0134] 실시 예

[0135] 다양한 구체 예는 하기 실시 예에 의해 더욱 명확해질 것이다. 실시 예에서, $Al_{10}O_{Ny}$ 및 $Si_{u}Al_{v}O_{x}N_{y}$ 은, 기술분야의 당업자에게 명백한, 제공된 충 두께 설계 및 타겟 굴절률 분산 값을 재-생성하는데 필요한 부 공정 조정으로, 모범 실시 예에서 고-지수 물질로서 실질적으로 교환 가능한 것으로 확인된 점에 주목되어야 한다.

[0136] 실시 예 1

[0137] 실시 예 1은 서로의 상부 상에 순차적으로 배치되고, 및 약 58 mol% SiO_2 , 16.5 mol% Al_2O_3 , 17mol% Na_2O , 3 mol% MgO , 및 약 6.5 mol% P_2O_5 의 명목상 조성물을 갖는 강화된 알루미노실리케이트 유리 기판 (201) 상에 배치된, 충들 (305, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390 및 400)을 포함하는, 12-충 광학 코팅 (300)을 포함한다. 상기 광학 코팅 (300)은 또한 반사-방지 코팅의 충 내에 배치된 (서브-충 (345A-345I)을 포함하는) 내스크래치성 충 (345)을 또한 포함한다. 제품의 구조는 도 8에 나타내고 (도 8에 나타낸 두께는 예시하는 것으로 의도된 것이지 정확하지 않음) 및 충의 상대적 두께는 표 5에 나타낸다.

[0138] SiO_2 및 $Si_{u}Al_{v}O_{x}N_{y}$ 충 모두는 AJA-Industries Sputter Deposition Tool에서 반응성 스퍼터링에 의해 만들어진다. SiO_2 는 이온 보조 (ion assist)와 함께 Si 타겟으로부터 DC 반응성 스퍼터링에 의해 침착되고: $Si_{u}Al_{v}O_{x}N_{y}$ 물질은 이온 보조와 함께 RF 중첩된 DC 스퍼터링과 조합된 DC 반응성 스퍼터링에 의해 침착된다. 타

겟은 3" 직경 실리콘 및 3" 직경 Al이다. 반응성 가스는 질소 및 산소이고, "작동" (또는 불활성) 가스는 아르곤이다. 실리콘에 공급된 파워는 13.56 Mhz에서 무선 주파수 (RF)이다. 알루미늄에 공급된 파워는 DC이다.

[0139] 반사-방지 코팅의 구조가 만들어지는 스퍼터링 공정 조건은 표 6에 나타낸다.

[0140] 주기 3의 층 (340 및 345A-I)은, 실질적으로 균일한 조성물을 갖는 층 (층 (340)) 및 서로 비교한 경우, 하나의 층으로부터 다음 인접 층으로 다수의 층의 조성물을 변형시켜 형성된 굴절률 구배 (층 (345A-345I))를 갖는, 다수의 층을 포함하고, 그래서, 표 5에 나타낸 바와 같이, 2.015로부터 2.079로 계단식 또는 단조적으로 굴절률이 증가한다. 층들 (345B-D 및 345F-H)의 굴절률은 측정되지 않지만, 기술분야의 알려진 방법에 기초하여 평가된다. 실시 예 1에 따라 제작된 제품은 광학 과장 영역의 일부에 걸쳐 1% 아래의 반사율과 함께 비교의 미 코팅된 맨 유리 기판의 내스크래치성 및 내마모성과 비교하여 상당히 개선된 내마모성을 나타낸다.

표 5

실시 예 1의 구조

층	주기	물질	550nm에서 굴절률	타겟 물리적 두께
주변 매체	-	공기	1	
광학 코팅	1	SiO ₂ (305)	1.483	87.84nm
		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*	88.54nm
		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	60.17nm	
	Si _u Al _v O _x N _y (392)	2.015	8.78nm	
기판	-	AS 유리 (500)	1. 51005	
	-	총 코팅 두께		2444.64nm

표 6

실시 예 1에 대한 DC/RF 반응성 스퍼터링 공정 조건

층(들)	Ar 흐름 (sccm)	N ₂ 흐름 (sccm)	O ₂ 흐름 (sccm)	Al W _{rf}	Al W _{dc}	Si W _{rf}	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

[0143] 모범 실시 예 2-3 및 모범 비교 예 4

[0144] 모범 실시 예 2-3은, 여기에 기재된 바와 같은, 광학 코팅의 구체 예를 포함하는 제품의 반사율 스펙트럼을 입증하기 위한 모델링을 사용한다. 모범 실시 예 2-5에서, 광학 코팅은 $\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 및 SiO_2 층들, 및 약 58 mol% SiO_2 , 17 mol% Al_2O_3 , 17 mol% Na_2O , 3 mol% MgO , 0.1 mol% SnO , 및 6.5 mol% P_2O_5 의 명목상 조성물을 갖는 강화된 알루미노실리케이트 유리 기판을 포함한다.

[0145] 코팅 물질에 대한 굴절률 분산 곡선을 결정하기 위해, 각 코팅 물질의 층은 이온 보조를 사용하여 약 50°C의 온도에서 실리콘, 알루미늄, 실리콘 및 알루미늄 조합된 또는 공-스퍼터링된, 또는 불화 마그네슘 타겟 (각각)으로부터 DC, RF 또는 RF 중첩된 DC 반응성 스퍼터링에 의해 실리콘 웨이퍼 상에 형성된다. 상기 웨이퍼는 몇몇 층의 침착 동안 200°C까지 가열되고, 3인치 직경을 갖는 타겟은 사용된다. 사용된 반응성 가스는 질소, 불소 및 산소를 포함하고; 아르곤은 불활성 가스로서 사용된다. RF 파워는 13.56 Mhz에서 실리콘 타겟으로 공급되고, DC 파워는 Si 타겟, Al 타겟 및 기타 타겟으로 공급된다.

[0146] 각각의 형성된 층 및 유리 기판의 (과장의 함수로서) 굴절률은 타원 편광 분석기 (spectroscopic ellipsometry)을 사용하여 측정된다. 측정된 굴절률은 그 다음 모범 실시 예 2-5에 대한 반사율 스펙트럼을 계산하는데 사용된다. 모범 실시 예는, 약 550nm 과장에 분산 곡선으로부터 선택된 점에 상응하는, 편리를 위해 이들의 서술 표에서 단일 굴절률 값을 사용한다.

[0147] 모범 실시 예 2는, 표 7에 나타낸 바와 같이, 강화된 알루미노실리케이트 유리 기판 (200) 상에 배치된, 서로의 상부 상에 순차적으로 배치된 층으로 12-층 광학 코팅을 포함한다.

표 7

모범 실시 예 2의 구조

층	주기	물질	550nm에서 굴절률	모범 물리적 두께
주변 매체	-	공기	1	
광학 반사 코팅	1	$\text{SiO}_2\text{-a}$	1.4826	87nm
		$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2.015	149nm
	2	$\text{SiO}_2\text{-a}$	1.4826	20nm
		$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2.015	50nm
	3	$\text{SiO}_2\text{-a}$	1.4826	12nm
		$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2.015	505nm (그러나, 약 100nm 내지 약 5000nm의 범위에서 가변적)
	4	$\text{SiO}_2\text{-a}$	1.4826	9nm
		$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2.015	48nm
	5	$\text{SiO}_2\text{-a}$	1.4826	33nm
		$\text{Si}_u\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$	2.015	25nm
기판	-	AS 유리	1.51005	

[0149] 모범 실시 예 2의 제품의 단면의 반사율은 다른 시야의 입사 조명 각 또는 조명 각 ("AOI")에서 계산되고, 최종 반사율 스펙트럼은 도 9에 나타낸다. D65 광원 및 F2 광원 하에 10° 관찰자에 기초한, 반사 색상을 또한 측정되고, a^* 및 b^* 값은 주기적 증분 (regular increments)에서 수직 입사로부터 0도에서 약 60도까지 변화된 AOI 또는 입사 조명 각으로 플롯된다. 반사 색상을 나타내는 플롯은 도 10에 나타낸다.

[0150] 모범 실시 예 3은, 강화된 알루미노실리케이트 유리 기판 (200) 상에 배치된, 서로의 상부 상에 순차적으로 배치된 층을 갖는 10-층 광학 코팅을 포함한다. 상기 층들의 상대적인 두께는 표 8에 나타낸다.

표 8

[0151] 모범 실시 예 3의 구조

층	주기	물질	550nm에서 굴절률	모범 물리적 두께
주변 매체	-	공기	1	
광학 코팅	1	SiO ₂ -a	1.4826	79nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2.015	170nm
		SiO ₂ -a	1.4826	12nm
내스크래치성 층	2	Si _u Al _v O _x N _y	2.015	350nm (그러나, 약 100nm 내지 약 2000nm의 범위에서 가변적)
		SiO ₂ -a	1.4826	6nm
	3	Si _u Al _v O _x N _y	2.015	69nm
		SiO ₂ -a	1.4826	18nm
기판	4	Si _u Al _v O _x N _y	2.015	20nm
		SiO ₂ -a	1.4826	23nm
		Si _u Al _v O _x N _y	2.015	15nm
		AS 유리	1.51005	

[0152] 모범 실시 예 3의 제품의 단면의 반사율은 다른 시야의 입사 조명 각 또는 조명의 각 ("AOI")에서 계산되고, 최종 반사율 스펙트럼은 도 11에서 나타낸다. D65 광원 및 F2 광원 하에 10° 관찰자에 기초한, 반사 색상은 또한 측정되고, a* 및 b* 값은 주기적 중분에서 수직 입사로부터 0도에서 약 60도까지 변화된 AOI 또는 입사 조명 각으로 플롯된다. 상기 반사 색상을 나타내는 플롯은 도 12에서 나타낸다.

[0153] 모범 실시 예 3의 광학 성능은, 교차의 Nb₂O₅ 및 SiO₂ 층의 6-층 반사-방지 코팅 및 반사-방지 코팅 상에 배치된 소수성 코팅을 포함하는, 모범 비교 예 4와 비교된다. 모범 비교 예 4를 발생하기 위해, 이온-보조 e-빔 증착은 실리콘 웨이퍼 상으로 단일 층의 Nb₂O₅ 및 실리콘 웨이퍼 상으로 단일 층의 SiO₂를 침착하는데 사용된다. 이들 층에 대하여 광장의 함수에 따른 굴절률은 타원 편광 분석기를 사용하여 측정된다. 측정된 굴절률은 그 다음 모범 비교 예 4에 사용된다. 평가된 광학 성능은 F02 및 D65 광원 하에 수직 입사로부터 약 0도 내지 약 60도의 범위 내에 입사 조명 각에서 본 경우, (수학식 $\sqrt{((a^*_{\text{실시예}} - (-1))^2 + (b^*_{\text{실시예}} - (-1))^2)}$)를 사용하여, a* 및 b* 좌표 (-1, -1)에 대하여 색체 변화 및 약 450nm 내지 약 650nm의 광장 범위에 걸친 평균 반사율을 포함한다. 표 9는 모범 실시 예 3 및 모범 비교 예 4의 평균 반사율 및 가장 큰 색체 변화를 나타낸다.

표 9

모범 실시 예 3 및 모범 비교 예 4에 대한 평균 반사율 및 색체 변화

실시 예	평균 반사율 450-650nm (%)	(a*, b*) = (-1, -1)에 대한 색체 변화
모범 실시 예 3, 10-층 Si _u Al _v O _x N _y 또는 Al _x N _y / SiO ₂	1.5	1.5
모범 비교 예 4, 6-층 Nb ₂ O ₅ / SiO ₂ / 소수성 코팅	0.3	7.9

[0155] 표 9에서 나타낸 바와 같이, 모범 비교 예 4는 더 낮은 평균 반사율을 나타내면서, 또한 가장 큰 색체 변화를 나타낸다. 모범 실시 예 3은, 비록 반사율이 다소 증가할지라도, 상당히 적은 색체 변화를 갖는다. 유사한 물질로 유사한 코팅의 제작 및 시험에 기초하여, 모범 실시 예 3은 모범 비교 예 4보다 우수한 내스크래치성 및 내

마모성을 나타내는 것으로 믿어진다.

[0156] 실시 예 5

[0157] 실시 예 5는, 표 10에 나타낸 바와 같이, 2 micrometer 내스크래치성 층을 포함하는 16-층 광학 코팅 및 약 58 mol% SiO₂, 17 mol% Al₂O₃, 17 mol% Na₂O, 3 mol% MgO, 0.1 mol% SnO, and 6.5 mol% P₂O₅의 명목상 조성물을 갖는 강화된 알루미노실리케이트 유리 기판을 포함한다.

표 10

실시 예 5의 구조

코팅/층	주기, 적용될 경우	물질	굴절률 (550nm에서)	물리적 두께 (nm)
주변 매체	-	공기		
광학 코팅	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
	내-스크래치성 층	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
-	-	AS 유리	1.51005	
총 코팅 두께				2684.3

[0159] 실시 예 5는, 0.71%, 0.76%, 1.43%, 및 4.83%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 D65 조명하에 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 반사-방지 표면 (122)로부터 측정된) 단면 포토픽 평균 반사율을 각각 나타낸다. 실시 예 5는, 99.26%, 99.21%, 98.54%, 및 95.14%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 D65 조명하에 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 반사-방지 표면 (122)을 통과하여 측정된) 단면 포토픽 평균 투과율을 각각 나타낸다.

[0160] 실시 예 5는, 4.80%, 4.99%, 6.36%, 및 12.64%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 D65 조명하에 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 대립 주 표면 (114) 및 반사-방지 표면 (122)로부터 측정된) 총 포토픽 평균 반사율을 각각 나타낸다. 실시 예 5는, 95.18%, 94.99%, 93.61%, 및 87.33%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 D65 조명하에 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 대립 주 표면 (114) 및 반사-방지 표면 (122)을 통과하여 측정된) 총 포토픽 평균 투과율을 각각 나타낸다.

[0161] 입사 조명 각 또는 0도에서 60도의 AOI 및 광원 D65 및 F2하에서, 실시 예 5의 단일 표면 (즉, 반사-방지 표면 (122)) 및 두 표면 (즉, 도 1의 반사-방지 표면 (122) 및 주 표면 (114))에 대한 반사율 및 투과된 색 좌표는 표 11 (표 11A-11D)에서 나타낸다. 단일 표면 색 좌표는, 기술분야에서 알려진 바와 같이, 주 표면 (114)으로부터 투과율 및 반사율을 제거하여 측정된다. 색채 변화는 다음의 수학식: $\sqrt{((a*_{22}-a*_{11})^2+(b*_{22}-b*_{11})^2)}$ 을 사용하여

계산되고, 여기서 $a*_{11}$, 및 $b*_{11}$ 은 수직 입사 (즉, $AOI = 0$)에서 본 경우 제품의 $a*$ 및 $b*$ 좌표를 나타내며, $a*_{22}$, 및 $b*_{22}$ 은 수직 입사 (즉, $AOI = 1-60$)에서 떨어진 또는 다른 입사 조명 각에서 본 경우 제품의 $a*$ 및 $b*$ 좌표를 나타낸다.

표 11

[표 11A] 실시 예 5에 대해 광원 D65를 사용한 일 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, D65					투과율, 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

표 11A (계속)					투과율, D65					
반사율, D65	AOI	Y	L*	a*	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
반사율 색채 변화 범위는 수직 입사 (AOI = 0 °) 및 AOI = 32 ° 사이					저: 0.0024 고: 1.9375	투과율 색채 변화는 수직 입사 (AOI=0 °)로부터 AOI = 60 ° 까지의 범위			저: 0.0001 고: 0.1961	
반사율 색채 변화 범위는 수직 입사 (AOI = 0 °) 및 AOI = 33- 60 ° 사이					저: 2.0142 고: 3.1215					

[0164]

[표 11B] 실시 예 5에 대해 광원 F2를 사용한 일 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, F2					투과율, 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

[0165]

표 11B (계속)									
반사율, F2					투과율, 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
반사율 색채 변화 범위 위는 수직 입사 (AOI=0 °) 와 AOI = 24 ° 사이					투과율 색채 변화는 수직 입사 (AOI=0 °) 로부터 AOI = 60 ° 까지의 범위				
반사율 색채 변화 범위 는 수직 입사 (AOI = 0 °) 및 AOI = 25-60 ° 사이					저: 0.0024 고: 1.9498				
반사율 색채 변화 범위 는 수직 입사 (AOI = 0 °) 및 AOI = 25-60 ° 사이					저: 0.0001 고: 0.1717				

[0166]

[0167]

[표 11C] 실시 예 5에 대해 광원 D65을 사용한 두 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, D65					투과율, 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

[0168]

표 11C (계속)									
반사율, D65					투과율, 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	94.0888	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
반사율 색채 변화 범위 는 주직 입사 (AOI=0 도)와 AOI = 60도 사이					투과율 색채 변화는 주직 입사 (AOI=0°)로부터 AOI = 60° 까지의 범위				
거: 0.0007 고: 1.2574					거: 0.0001 고: 0.1915				

[0169]

[0170]

[표 11D] 실시 예 5에 대해 광원 F2를 사용한 두 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, DF2					투과율, 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

[0171]

표 11D (계속)				
반사율, DF2			투과율, DF2	
AOI	Y	AOI	Y	AOI
40	5.6517	28.5162	-0.1092	-0.1157
41	5.7687	28.8214	-0.1283	-0.0678
42	5.8986	29.1553	-0.1456	-0.0298
43	6.0426	29.5197	-0.1596	-0.0044
44	6.2019	29.9162	-0.1696	0.0071
45	6.378	30.3467	-0.175	0.0059
46	6.5723	30.8128	-0.1762	-0.0052
47	6.7867	31.3163	-0.1736	-0.0222
48	7.023	31.8593	-0.1682	-0.0404
49	7.2835	32.4437	-0.1612	-0.0552
50	7.5704	33.0717	-0.1534	-0.0632
51	7.8865	33.7454	-0.1456	-0.0622
52	8.2348	34.4671	-0.1382	-0.0514
53	8.6184	35.2389	-0.1315	-0.0316
54	9.0409	36.063	-0.1251	-0.0045
55	9.5062	36.9412	-0.1189	0.0272
56	10.0184	37.8753	-0.1123	0.0609
57	10.5818	38.867	-0.105	0.094
58	11.2014	39.9175	-0.0964	0.1247
59	11.8821	41.028	-0.0864	0.1514
60	12.6294	42.1994	-0.0747	0.1734
반사율 색채 변화 범위는 수직 입사 (AOI=0도)와 AOI = 60도 사이			저: 0.0007 고: 1.1994	투과율 색채 변화는 수 직 입사 (AOI=0°)로부터 AOI = 60° 까지의 범 위
				저: 0.0001 고: 0.1456

[0172]

[0173] 실시 예 6은, 표 12에 나타낸 바와 같이, 2 micrometer 내스크래치성 층을 포함하는 12-층 광학 코팅 및 실시 예 5와 동일한 강화 알루미노실리케이트 유리 기판을 포함한다.

표 12

[0174] 실시 예 6의 구조

코팅/층	주기, 적용될 경우	물질	(550nm에서) 굴절률	물리적 두께 (nm)
주변 매체	-	공기		
광학 코팅	1	SiO ₂	1.46929	91.46
		Al _x N _y	1.97879	154.26
	2	SiO ₂	1.46929	21.74
		Al _x N _y	1.97879	51.85
		SiO ₂	1.46929	14.03
	내-스크래치성 층	Al _x N _y	1.97879	2000
	1	SiO ₂	1.46929	8.51
		Al _x N _y	1.97879	43.16
	2	SiO ₂	1.46929	28.82
		Al _x N _y	1.97879	25.49
	3	SiO ₂	1.46929	49.24
		Al _x N _y	1.97879	8.49
-	-	AS 유리	1.50542	
총 코팅 두께				2497.06

[0175] 실시 예 6은 0.73%, 0.80%, 1.47%, 및 4.85%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 D65 조명하에 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 반사-방지 표면 (122)으로부터 측정된) 단면 포토픽 평균 반사율을 각각 나타낸다. 실시 예 6은 99.26%, 99.18%, 98.52%, 및 95.13%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 D65 조명하에 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 반사-방지 표면 (122)을 통하여 측정된) 단면 포토픽 평균 투과율을 각각 나타낸다.

[0176] 실시 예 6은 4.74%, 4.94%, 6.32%, 및 12.56%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 D65 조명하에 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 반사-방지 표면 (122) 및 대립 주 표면 (114)으로부터 측정된) 총 포토픽 평균 반사율을 각각 나타낸다. 실시 예 6은 95.24%, 95.04%, 93.67%, 및 87.42%의 0°, 30°, 45° 및 60°의 입사 조명 각에서 광학 파장 영역에 걸쳐 (즉, 반사-방지 표면 (122) 및 대립 주 표면 (114)을 통하여 측정된) 총 포토픽 평균 투과율을 각각 나타낸다.

[0177] 입사 조명 각 또는 0도 내지 60도의 AOI 및 광원 D65 및 F2 하에, 실시 예 6의 단일 표면 (즉, 반사-방지 표면 (122)) 및 두 표면 (즉, 도 1의 반사-방지 표면 (122) 및 주 표면 (114))에 대한 반사율 및 투과된 색 좌표는 실시 예 5와 동일한 방식으로, 표 13 (표 13A-13D)에 나타낸다. 색채 변화는 또한 실시 예 5와 동일한 방식으로 계산된다.

표 13

[표 13A] 실시 예 6에 대해 광원 D65를 사용한 일 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, D65					투과율, 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

표 13A (계속)					투과율, D65				
반사율, D65					투과율, 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

표 13A (계속)					표 13A (계속)				
반사율, D65					투과율, 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
반사율 색채 변화 범위는 수직 입사 (AOI=0도)와 AOI=42도 사이					저: 0.0007 고: 1.1994	투과율 색채 변화는 수직 입사 (AOI=0°) 로부터 AOI = 60° 까 지의 범위			저: 0.0001 고: 0.2271
반사율 색채 변화 범위는 수직 입사 (AOI=0도) 및 AOI=43-60도 사이					저: 2.0189 고: 3.1420				

[0180]

[표 13B] 실시 예 6에 대해 광원 F2를 사용한 일 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, F2					투과율, 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

[0182]

표 13B (계속)

반사율, F2					투과율, 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

[0183]

표 13B (계속)

반사율, F2					투과율, 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
반사율 색채 변화 범위 는 수직 입사 (AOI=0 도)와 AOI=55도 사이	저: 0.0021 고: 1.9738	투과율 색채 변화는 수직 입사 (AOI=0 °)로부터 AOI = 60 ° 까지의 범위	저: 0.0001 고: 0.1879						
반사율 색채 변화 범위 는 수직 입사 (AOI=0 도) 및 AOI=56-60도 사 이	저: 2.0412 고: 2.2459								

[0184]

[0185]

[표 13C] 실시 예 6에 대해 광원 D65를 사용한 두 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, D65					투과율, 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

[0186]

반사율, D65					투과율, 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
반사율 색채 변화 범위 는 수직 입사 (AOI=0도) 와 AOI=60도 사이					투과율 색채 변화는 수직 입사 (AOI=0 °)로부터 AOI = 60 ° 까지의 범위				
저: 0.0007 고: 1.2616					저: 0.0001 고: 0.1838				

[0187]

[0188]

[표 13D] 실시 예 6에 대해 광원 F2를 사용한 두 표면 반사율 및 투과된 색 좌표 (Y, L*, a* 및 b*)

반사율, F2					투과율, 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

[0189]

표 13D (계속)									
반사율, F2				투과율, 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
반사율 색채 변화 범위 는 수직 입사 (AOI=0도) 와 AOI=60도 사이				저: 0.0006 고: 1.0146	투과율 색채 변화는 수직 입사 (AOI=0°)로부터 AOI = 60° 까지의 범위			저: 0 고: 0.1383	

[0190]

[0191] 실시 예 7

[0192]

실시 예 7은, 표 14에 나타낸 바와 같이, 2 micrometer 내스크래치성 층을 포함하는 12-층 광학 코팅 및 실시 예 5와 동일한 강화 알루미노실리케이트 유리 기판을 포함한다.

표 14

실시 예 7의 구조

코팅/층	주기, 적용될 경우	물질	굴절률 (550nm에서)	물리적 두께 (nm)
주변 매체	-	공기		
광학 코팅	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
	내-스크래치성 층	SiO ₂	1.48623	11.7
		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
-	-	AS 유리	1.511	
총 코팅 두께				2482.16

[0194]

모범 실시 예 8-11

[0195]

모범 실시 예 8-11은, 여기에 기재된 바와 같이, 내구성 및 내스크래치성 광학 코팅의 구체 예를 포함하는 제품의 반사율 스펙트럼을 입증하기 위한 모델링을 사용한다. 모범 실시 예 8-11에서, 광학 코팅은, 표 15-18에 나타낸 바와 같이, $Al_{10-x}N_y$ 및 SiO_2 층, 및 약 58 mol% SiO_2 , 17 mol% Al_2O_3 , 17 mol% Na_2O , 3 mol% MgO , 0.1 mol% SnO , 및 6.5 mol% P_2O_5 의 명목상 조성물을 갖는 강화 알루미노실리케이트 유리 기판을 포함한다. 모범 실시 예 8-11에 대해 사용된 코팅 물질 및 기판에 대한 굴절률 분산 곡선은 모범 실시 예 2-5와 유사한 방식으로 얻어진다.

표 15

모범 실시 예 8의 구조

코팅/층	주기, 적용될 경 우	물질	굴절률 (550nm에서)	물리적 두께 (nm)
주변 매체	-	공기	1	
광학 코팅	1	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	32
		SiO_2	1.48114	12
	내-스크래치성 층	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	2000
		SiO_2	1.48114	8.78
	2	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	44.19
		SiO_2	1.48114	32.41
	3	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	24.3
		SiO_2	1.48114	58.55
		$Al_{10-x}N_y$	2.00605	7.47
-	-	AS 유리	1.50542	
총 코팅 두께 (nm)				2219.7

표 16

모범 실시 예 9의 구조

코팅/층	주기, 적용될 경 우	물질	굴절률 (550nm에서)	물리적 두께 (nm)
주변 매체	-	공기	1	
광학 코팅	1	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	25
		SiO_2	1.48114	25
	내-스크래치성 층	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	2000
		SiO_2	1.48114	8.78
	2	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	44.19
		SiO_2	1.48114	32.41
	3	$Al_{10-x}N_y$	2.00605	24.3
		SiO_2	1.48114	58.55
		$Al_{10-x}N_y$	2.00605	7.47
-	-	AS 유리	1.50542	
총 코팅 두께 (nm)				2225.7

표 17

모범 실시 예 10의 구조

코팅/층	주기, 적용될 경 우	물질	굴절률 (550nm에서)	물리적 두께 (nm)
주변 매체	-	공기	1	
광학 코팅	1	SiO ₂	1.48114	2
		Al _x N _y	2.00605	25
		SiO ₂	1.48114	25
	내-스크래치성 층	Al _x N _y	2.00605	2000
		SiO ₂	1.48114	8.78
	2	Al _x N _y	2.00605	44.19
		SiO ₂	1.48114	32.41
	3	Al _x N _y	2.00605	24.3
		SiO ₂	1.48114	58.55
		Al _x N _y	2.00605	7.47
-	-	AS 유리	1.50542	
총 코팅 두께 (nm)				2227.7

표 18

모범 실시 예 11의 구조

코팅/층	주기, 적용될 경 우	물질	굴절률 (550nm에서)	물리적 두께 (nm)
주변 매체	-	공기	1	
광학 코팅	1	SiO ₂	1.48114	100
		Al _x N _y	2.00605	34
		SiO ₂	1.48114	15
	내-스크래치성 층	Al _x N _y	2.00605	2000
		SiO ₂	1.48114	8.78
	2	Al _x N _y	2.00605	44.19
		SiO ₂	1.48114	32.41
	3	Al _x N _y	2.00605	24.3
		SiO ₂	1.48114	58.55
		Al _x N _y	2.00605	7.47
-	-	AS 유리	1.50542	
총 코팅 두께 (nm)				2324.7

[0200] 도 13-14는, 오직 모범 실시 예 8의 반사-방지 표면에 대해, 계산된 반사율 스펙트럼 및 계산된 반사 색상을 각각 나타낸다. 도 15-16은, 오직 모범 실시 예 9의 반사-방지 표면에 대해, 계산된 반사율 스펙트럼 및 계산된 반사 색상을 각각 나타낸다. 도 17-18은, 오직 모범 실시 예 10의 반사-방지 표면에 대해, 계산된 반사율 스펙트럼 및 계산된 반사 색상을 각각 나타낸다.

[0201] 모범 실시 예 8-11의 광학 성능은 표 19에 요약된다.

표 19

모범 실시 예 8-11의 광학 성능

모범 실시 예	반사-방지 표면 반사율, 평균 (%) (단면)	최대 각의 색채 변화, 시야각 0-60도, D65 또는 F2, 자체 기준 샘플	두꺼운 고-지수 경질층의 공기-층 상에 저-지수 물질의 양 (nm)	최-상 (사용자 저-지수 (예를 들어, SiO ₂) 층의 두께 (nm))	코팅 제품의 상부 500nm에 고-지수 물질의 양 (%)
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

[0203] 도 13, 15, 17, 및 19에 나타낸 바와 같이, 모범 실시 예 8-11은, 광학 파장 영역에 걸쳐, 다소 더 높은 60°의 시야각에 대한 반사율로, 8°, 20°, 및 40°에 대한 시야각에 대해, 낮은 반사율 (즉, 약 10% 미만 및 약 8% 미만의 값)을 나타낸다. 모범 실시 예 11은 8°, 20°, 40° 및 60°의 시야각에 대해 매우 낮은 반사율 (예를 들어, 약 7% 이하의 최대 평균 반사율)을 나타낸다. 8°, 20°, 및 40°의 시야각에서, 평균 반사율은 더 낮다 (즉, 약 2% 미만).

[0204] 도 14 및 20에 나타낸 바와 같이, 모범 실시 예 8 및 11은 D65 및 F2 광원 모두에 대해 약 2 미만의, 수직 입사에서 60°까지의 시야각에서, 반사 색상을 나타낸다. 도 16 및 18에서 나타낸 바와 같이, 모범 실시 예 9 및 10은 D65 및 F2 광원 모두에 대해 약 3 미만의, 수직 입사에서 60°까지의 시야각에서, 반사 색상의 범위를 나타낸다.

[0205] 실시 예 8-11은 또한 베르코비치 압입자 경도 시험에 의해 측정된 것으로, 여기에 기재된 경도 값 (및, 특히, 약 14 GPa 내지 약 21 GPa 범위에서 경도)을 나타낸다.

[0206] 모범 실시 예 8-11의 광학 성능은 모범 비교 예 4와 비교된다. 평가된 광학 성능은 F02 및 D65 광원 하에 수직 입사로부터 약 0도에서 약 60도의 범위 내에 입사 조명 각에서 본 경우 ($\sqrt{((a*_{\text{실시 예}} - (-1))^2 + (b*_{\text{실시 예}} - (-1))^2)}$)을 사용하여, a* 및 b* 좌표 (-1, -1)에 대하여) 색채 변화 및 약 450nm 내지 약 650nm의 광학 범위에 걸친 평균 반사율을 포함한다. 모범 비교 예 4는 더 낮은 평균 반사율을 나타내지만, 0도 내지 60도의 시야각에 따라 상당히 더 큰 색채 변화를 또한 나타낸다.

[0207] 실시 예 12

[0208] 실시 예 12는 서로의 상부에 순차적으로 배치되고, 및 약 65 mol% SiO₂, 5 mol% B₂O₃, 14 mol% Al₂O₃, 14 mol% Na₂O, 및 2.5 mol% MgO의 명목상 조성물을 갖는 강화된 알루미노실리케이트 유리 기판상에 배치된 층을 포함하는, 표 20에서 나타낸 바와 같은, 16-층 광학 코팅을 포함한다.

표 20

실시 예 12의 구조

층	물질	글꼴률	물리적 두께 (nm)
매체	공기	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	Si _u Al _v O _x N _y	2.08734	2000.0
6	SiO ₂	1.4952	8.7
5	Si _u Al _v O _x N _y	2.08734	41.0
4	SiO ₂	1.4952	29.9
3	Si _u Al _v O _x N _y	2.08734	23.3
2	SiO ₂	1.4952	53.6
1	Si _u Al _v O _x N _y	2.08734	7.2
기판	유리	1.50996	
총 두께			2661.9

[0210] SiO₂ 및 Si_uAl_vO_xN_y 층 모두는 AJA-Industries Sputter Deposition Tool에서 반응성 스퍼터링에 의해 만들어진다. SiO₂는 이온 보조와 함께 Si 타겟으로부터 DC 반응성 스퍼터링에 의해 침착되고; Si_uAl_vO_xN_y 물질은 이온 보조와 함께 FR 중첩된 DC 스퍼터링과 조합된 DC 반응성 스퍼터링에 의해 침착된다. 타겟은 3" 직경의 실리콘 및 3" 직경의 Al이다. 반응 가스는 질소 및 산소이고, "작업" (또는 불활성) 가스는 아르곤이다. 실리콘에 공급된 파워는 13.56 Mhz에서 무선 주파수 (RF)이다. 알루미늄에 공급된 파워는 DC이다.

[0211] 실시 예 12의 광학 코팅을 형성하기 위해 사용된 스퍼터링 공정 조건은 표 21에서 나타낸다.

표 21

[0212]

실시 예 12에 대한 스퍼터링 공정 조건

물질	Al DC 파워 (W)	Al RF 파워 (W)	Si RF 파워 (W)	Ar 흐름 (sccm)	N ₂ 흐름 (sccm)	O ₂ 흐름 (sccm)	기판 T (C)
Si _u Al _v O _x N _y	300	200	500	30	30	0.5	200
SiO ₂	50 (닫힌 셔터)	50 (닫힌 셔터)	500	30	30	3	200

[0213] 실시 예 12는 표 22 및 표 23에서 나타낸 광학 특성을 나타낸다. 표 22는 반사 및 투과된 색상이 (총 반사율 또는 2-면 측정을 사용하여) 기판의 대립, 맨 표면 및 반사-방지 표면 모두로부터 측정된 것을 나타낸다. 표 23은 (단-면 측정을 사용하여) 오직 반사-방지 표면으로부터 측정된 것으로 반사 색상을 나타낸다.

표 22

[0214]

기판의 반대, 맨 표면을 포함하고, 반사-방지 표면상에서 측정된 것으로, 실시 예 12의 광학 성능

반사 색상			투과 색상		
광원 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
광원 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
광원 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

표 23

오직 반사-방지 표면상에서 측정된 것으로, 실시 예 12의 광학 성능

	1차 표면 반사율	6 °	20 °	40 °	60 °
광원		s+p pol 평균	s+p pol 평균	s+p pol 평균	s+p pol 평균
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

[0216] 실시 예 12는, 반사-방지 표면상에 측정된 것으로, 하기 표 24에 나타낸 바와 같은, 경도 및 영률을 나타낸다. 두 개의 값은 여기에 개시된 바와 같은 베르코비치 암입자를 사용하여 측정된다.

표 24

[0217]

실시 예 12에 대해 측정된 경도 및 영률

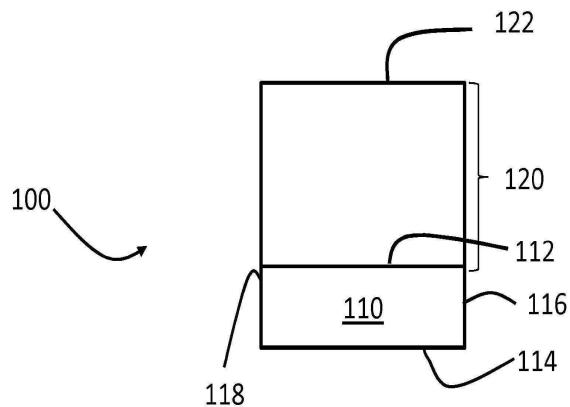
	영률, GPa	경도, GPa
실시 예 12	169	17.6
실시 예 4	65	6.8

[0218]

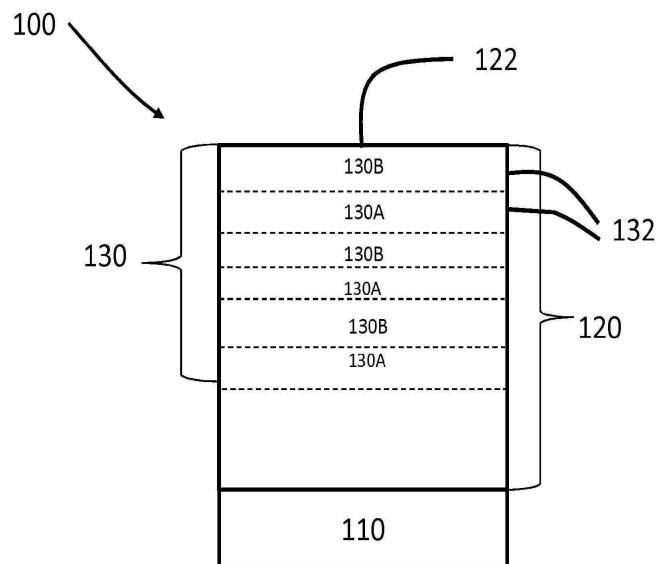
다양한 변형 및 변화가 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 만들어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다.

도면

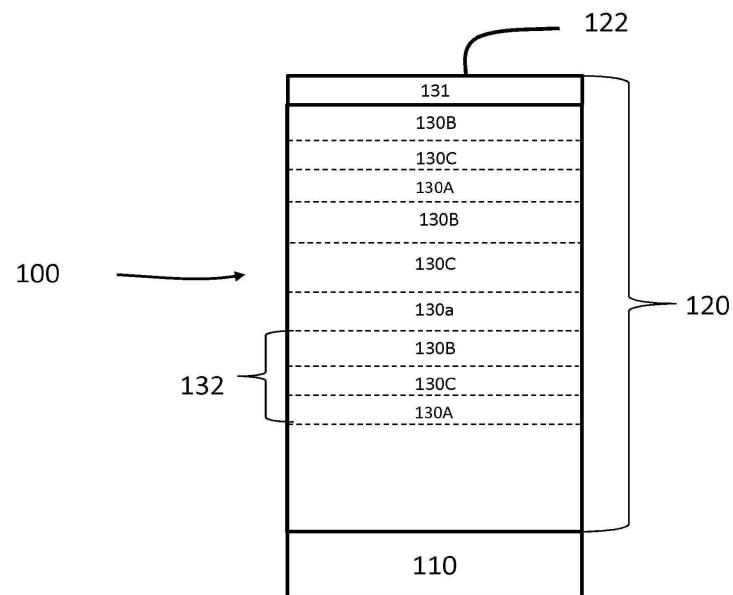
도면1



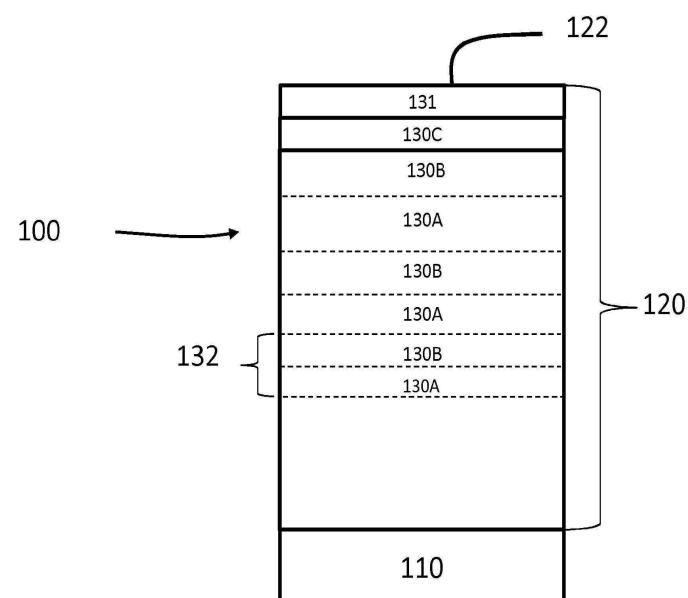
도면2



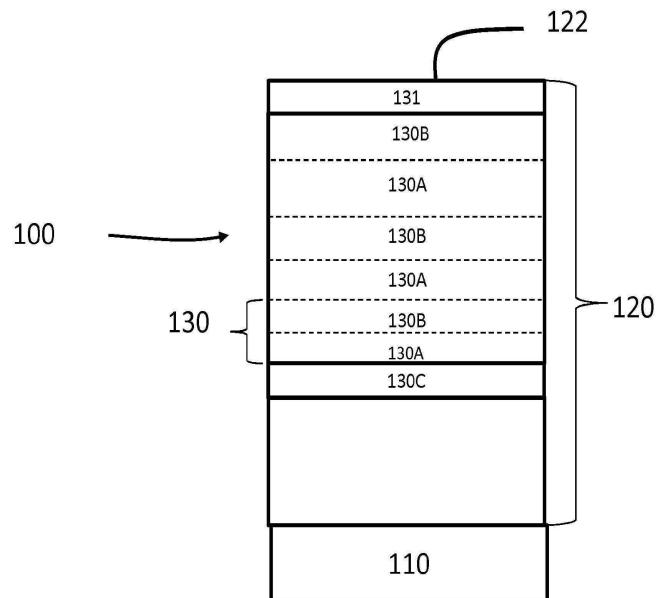
도면3



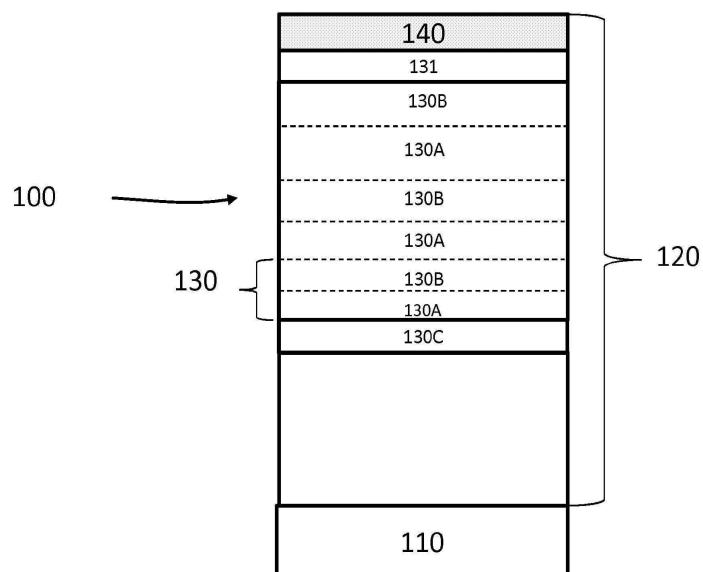
도면4



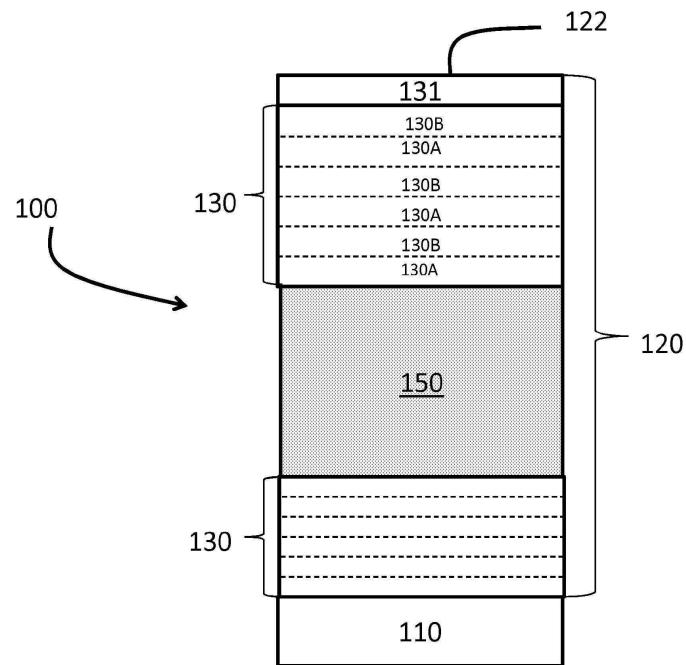
도면5



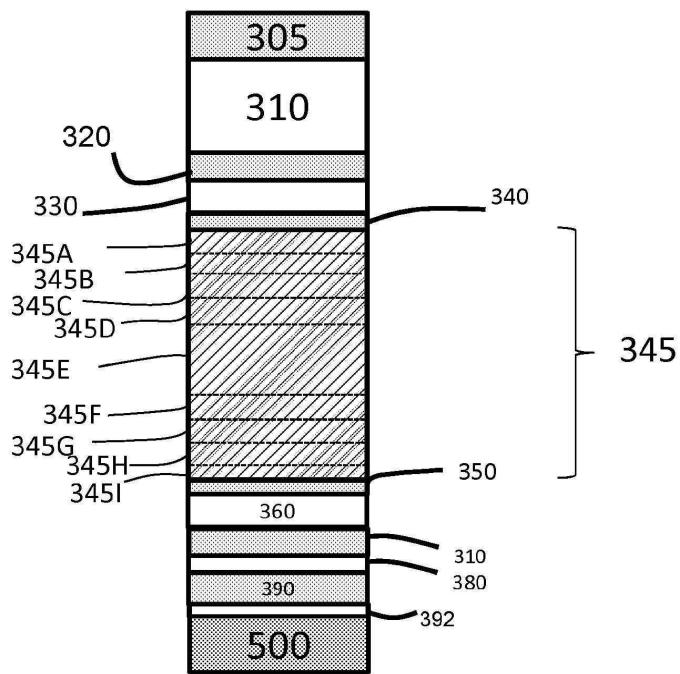
도면6



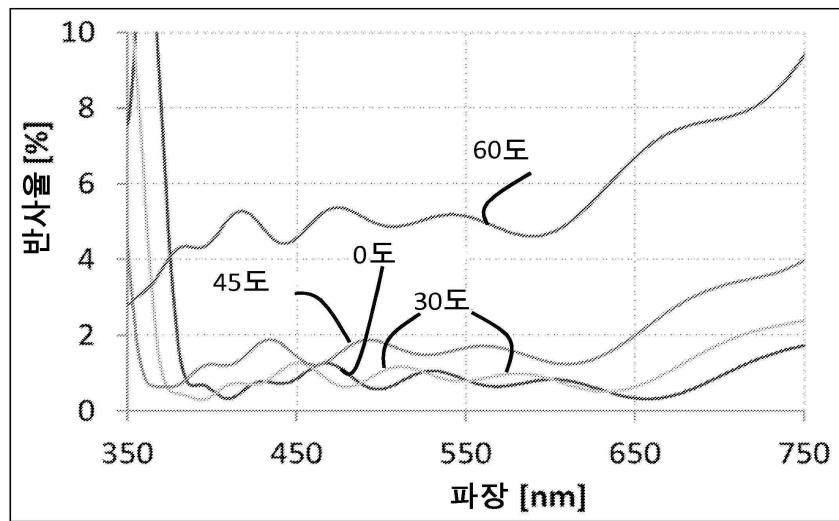
도면7



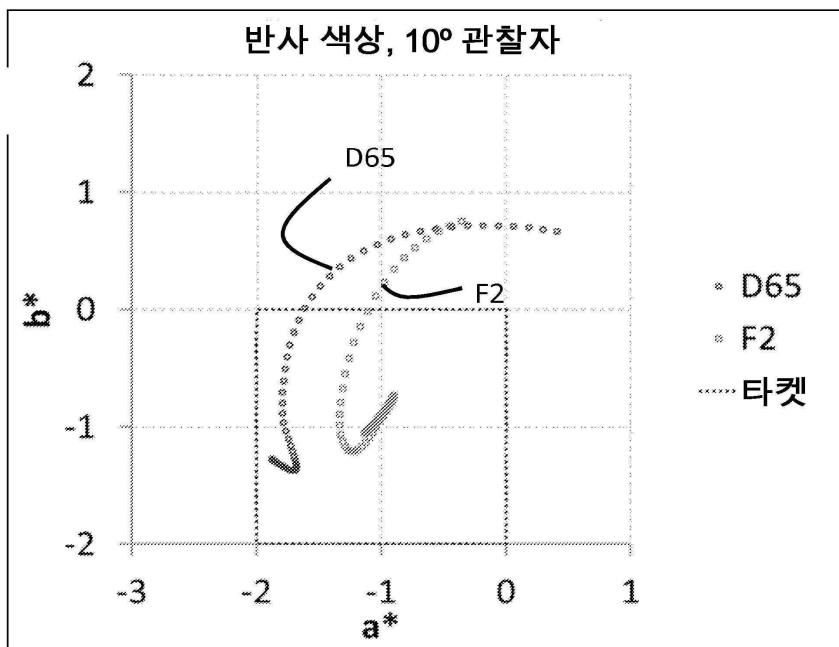
도면8



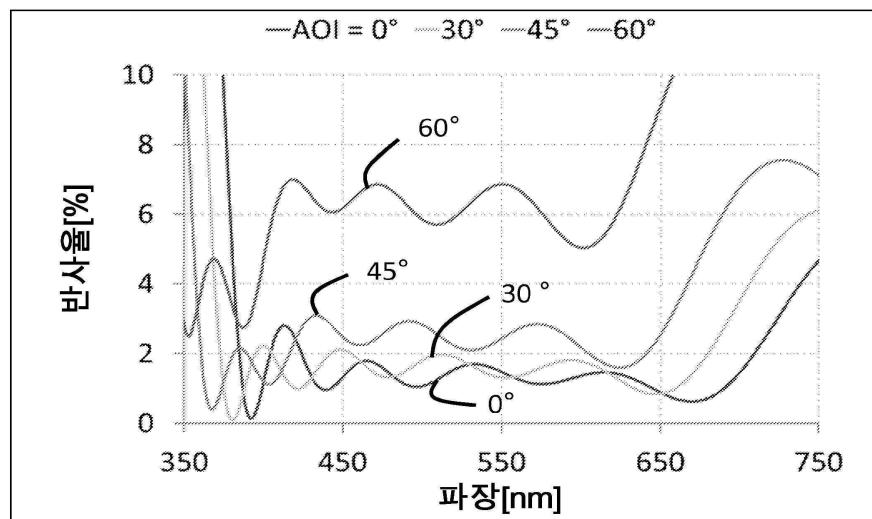
도면9



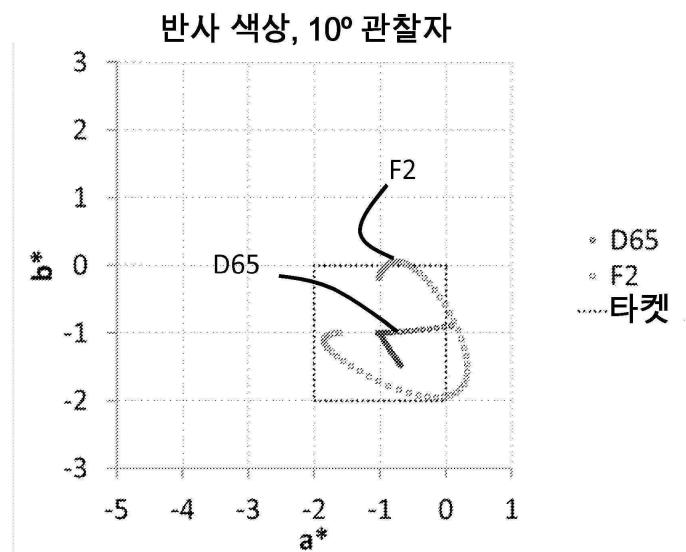
도면10



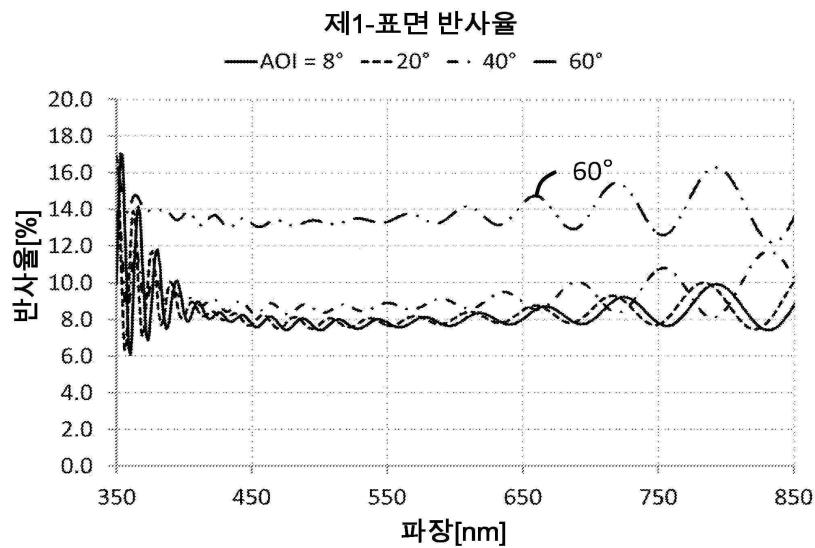
도면11



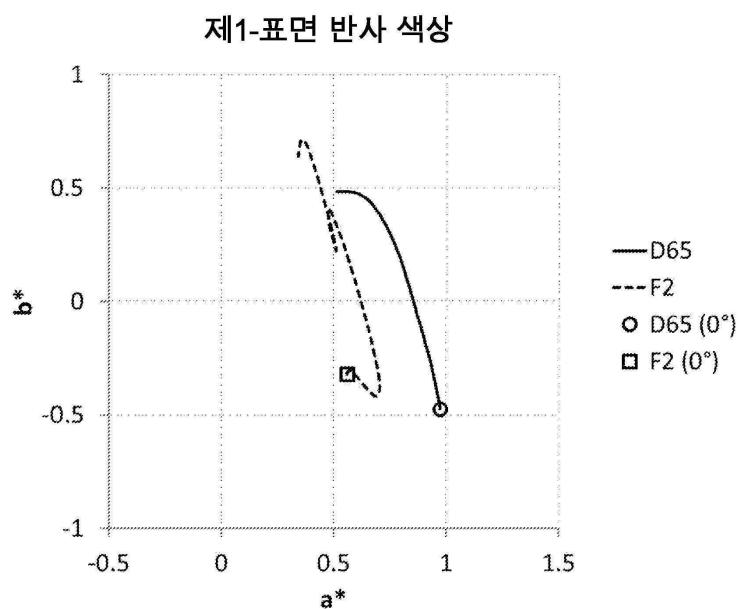
도면12



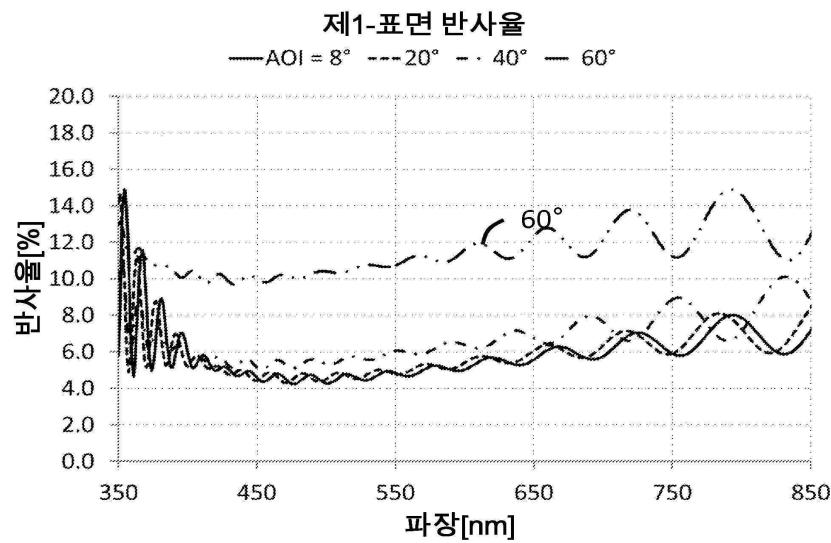
도면13



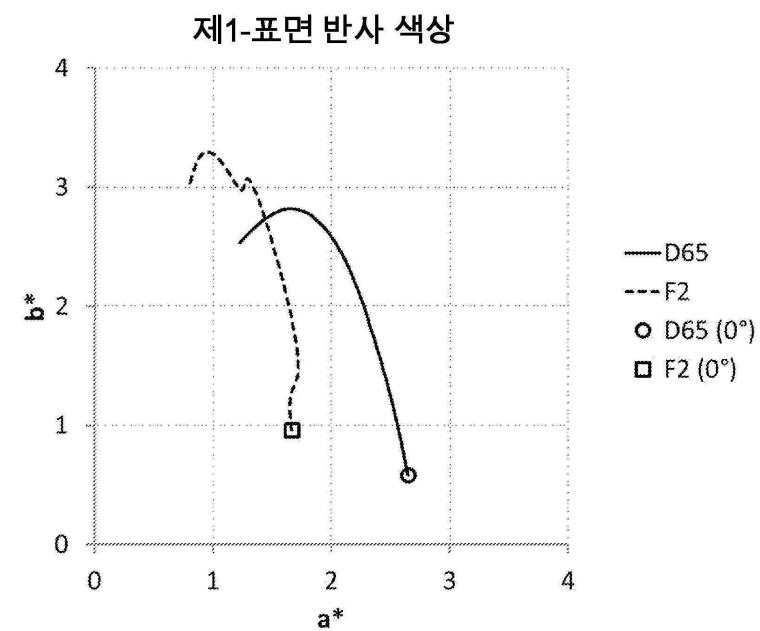
도면14



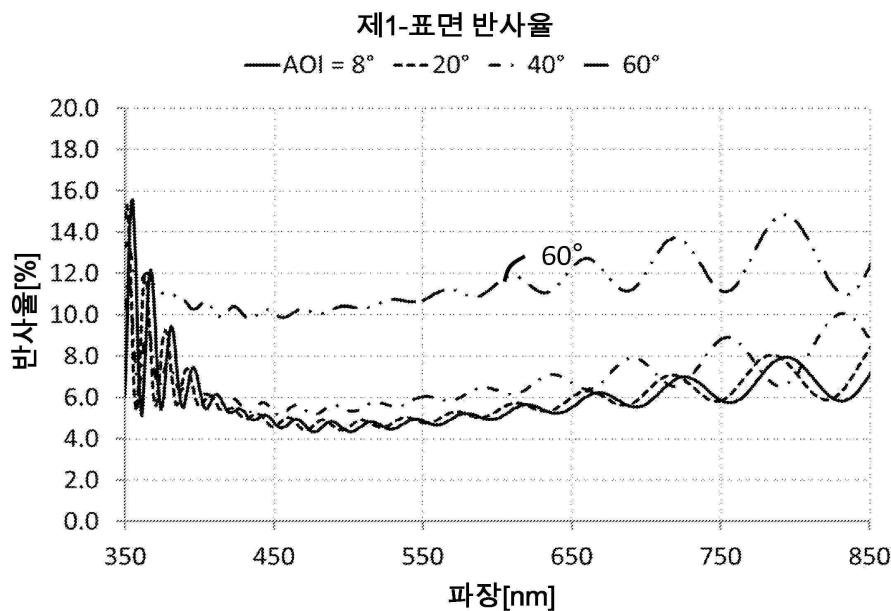
도면15



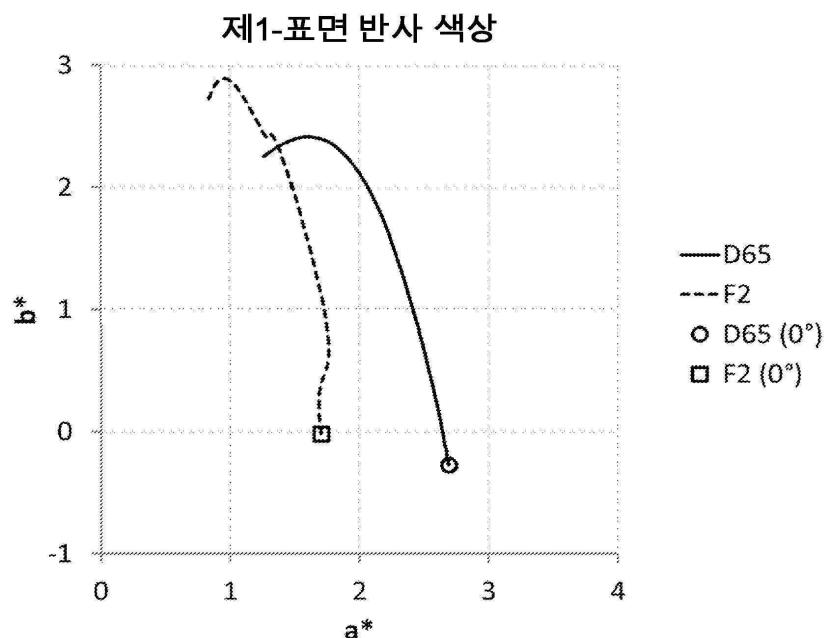
도면16



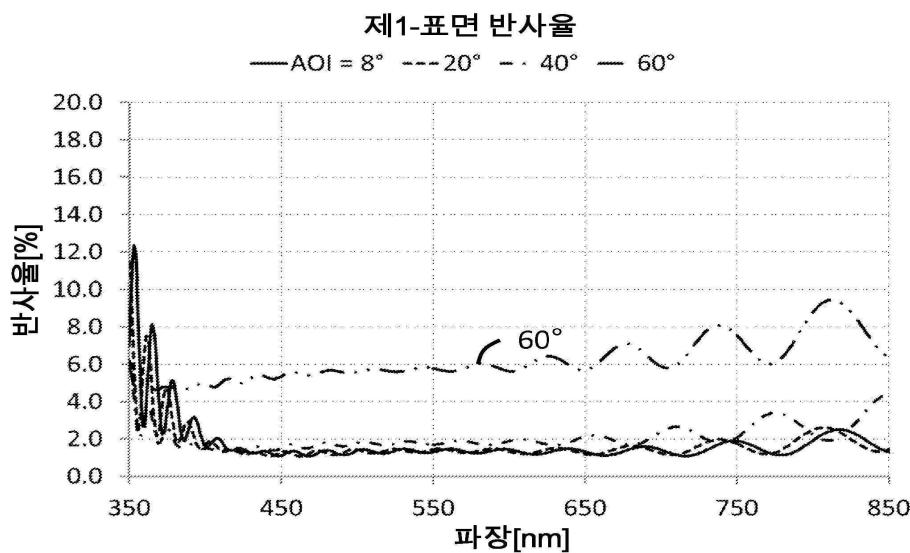
도면17



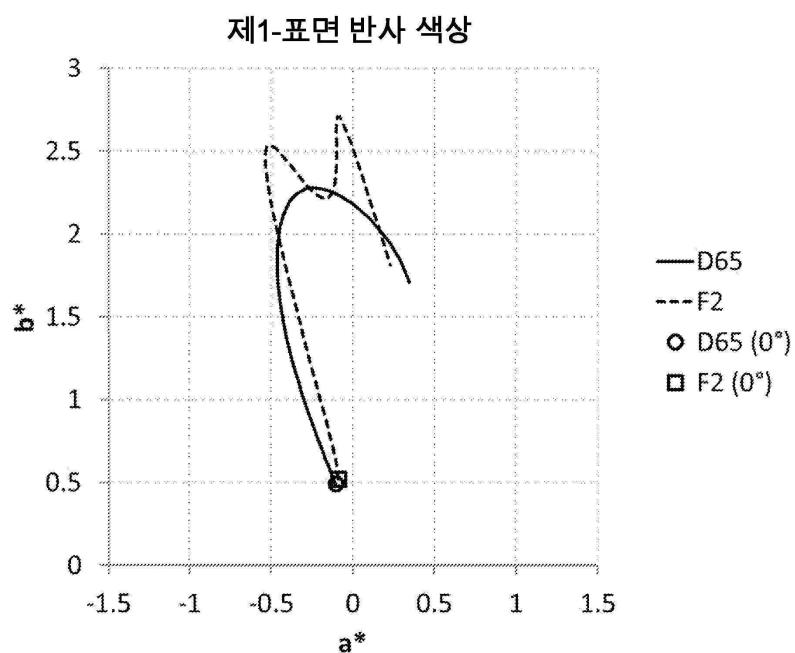
도면18



도면19



도면20



도면21

