



등록특허 10-2423776



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월22일
(11) 등록번호 10-2423776
(24) 등록일자 2022년07월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 1/115 (2014.01) *C03C 17/22* (2006.01)
C03C 21/00 (2006.01) *G02B 1/14* (2014.01)
- (52) CPC특허분류
G02B 1/115 (2013.01)
C03C 17/225 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7000841
- (22) 출원일자(국제) 2017년06월13일
심사청구일자 2020년01월13일
- (85) 번역문제출일자 2019년01월09일
- (65) 공개번호 10-2019-0015565
- (43) 공개일자 2019년02월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/037120
- (87) 국제공개번호 WO 2017/218452
국제공개일자 2017년12월21일

(30) 우선권주장
62/349,506 2016년06월13일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현
KR1020160060075 A*
US20150322270 A1*
US20150323705 A1*
WO2015175390 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 12 항

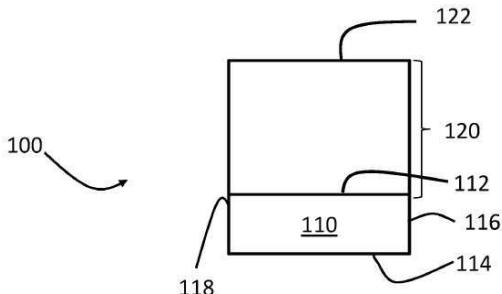
심사관 : 이정호

(54) 발명의 명칭 내-스크래치성 및 광학적으로 투명한 물질 및 제품

(57) 요 약

실리콘, 알루미늄, 질소 및 선택적으로 산소를 포함하는 내-스크래치성 및 광학적으로 투명한 물질의 구현예가 개시된다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 물질은 약 0.4 마이크로미터의 두께를 갖는 물질을 통해 측정된 바에 따라, 약 380 nm 내지 약 780 nm 범위의 광파장 체제에 걸쳐 약 80% 이상의 평균 투과율 및 약 1×10^{-3} 미만의 400 nm의 광장에서의 흡광 계수 (k)를 나타낸다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 물질은 약 100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 약 400의 두께를 갖는 물질의 주표면 상에서 측정된 바에 따라 약 12 GPa 이상의 고유 최대 경도, 낮은 압축 응력 및 낮은 거칠기(R_a)를 포함한다. 상기 물질을 포함하는 제품 및 소자가 또한 개시된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

C03C 21/002 (2013.01)

G02B 1/14 (2020.05)

C03C 2217/281 (2013.01)

C03C 2217/29 (2013.01)

C03C 2217/732 (2013.01)

C03C 2217/734 (2013.01)

C03C 2217/78 (2013.01)

C03C 2218/155 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

0.8 원자% 내지 25 원자%의 양의 실리콘, 25 원자% 내지 44 원자%의 양의 알루미늄, 2 원자% 내지 15 원자%의 양의 산소 및 35 원자% 내지 50 원자%의 양의 질소를 포함하는 조성물;

2 마이크로미터의 두께를 갖는 물질을 통해서 측정된 바에 따라, 380 nm 내지 780 nm 범위에서의 광파장 체제에 걸쳐, 80% 이상의 평균 투과율 및 1×10^{-3} 미만의 400 nm 파장에서의 흡광 계수 (k); 및

100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 400nm의 두께를 갖는 물질의 주표면 상에서 측정된 바에 따른 12 GPa 이상의 고유 최대 경도(intrinsic maximum hardness)를 포함하는 광학적으로 투명한 물질.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

다음 중 적어도 하나인, 광학적으로 투명한 물질:

상기 물질은 550 nm의 파장에서 측정된 바에 따라, 2.0 이상의 굴절률을 포함하며; 그리고

상기 물질은 2 마이크로미터 × 2 마이크로미터의 치수를 갖는 이미징 영역을 따라 주표면 상에서 원자력현미경에 의해 측정된 바에 따라 1.5 nm 미만의 거칠기 (Ra)를 포함함.

청구항 4

0.8 원자% 내지 25 원자%의 양의 실리콘, 25 원자% 내지 44 원자%의 양의 알루미늄, 2 원자% 내지 15 원자%의 양의 산소 및 35 원자% 내지 50 원자%의 양의 질소를 포함하는 조성물;

2 마이크로미터의 두께를 갖는 물질을 통해서 측정된 바에 따라, 380 nm 내지 780 nm 범위에서의 광파장 체제에 걸쳐 80% 이상의 평균 투과율; 및

100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 400 nm의 두께를 갖는 물질의 주표면 상에서 측정된 바에 따른 12 GPa 이상의 고유 최대 경도를 포함하는 광학적으로 투명한 물질.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 조성물은 7 원자% 내지 17 원자% 범위의 양의 실리콘, 33 원자% 내지 43 원자% 범위의 양의 알루미늄, 2 원자% 내지 10 원자% 범위의 양의 산소, 및 40 원자% 내지 50 원자% 범위의 양의 질소를 포함하는 광학적으로 투명한 물질.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 4 또는 5에 있어서,

다음 중 적어도 하나인, 광학적으로 투명한 물질:

상기 물질은 400 nm의 두께를 갖는 물질을 통해서 측정된 바에 따라, 1×10^{-3} 미만의 400 nm의 파장에서 흡광 계수 (k)를 포함하며;

상기 물질은 550 nm의 파장에서 측정된 바에 따라, 2.0 이상의 굴절률을 포함하며; 그리고

상기 물질은 2 마이크로미터 \times 2 마이크로미터의 치수를 갖는 이미징 영역을 따라 주표면 상에서 원자력현미경에 의해 측정된 바에 따라 1.5 nm 미만의 거칠기 (R_a)를 포함함.

청구항 8

제품으로서,

주표면, 기판 투과율 색채 좌표(a^* 기판, b^* 기판) 및 기판 반사율 색채 좌표 (a^* 기판, b^* 기판)를 포함하는 기판, 여기서 상기 기판 투과율 색채 좌표 및 기판 반사율 색채 좌표는 (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템이고 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사로부터 5도의 입사 조명각에서 측정됨; 및

코팅된 표면을 형성하는 주표면 상에 배치되는 200 nm 내지 3 마이크로미터 범위의 두께를 갖는 광학 필름을 포함하며, 상기 광학 필름은 0.8 원자% 내지 25 원자%의 양의 실리콘, 25 원자% 내지 44 원자%의 양의 알루미늄, 2 원자% 내지 15 원자%의 양의 산소 및 35 원자% 내지 50 원자%의 양의 질소를 포함하는 광학적으로 투명한 물질을 포함하며,

여기서, 상기 제품은 100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 코팅된 표면 상에서 측정된 바에 따라 12 GPa 이상의 최대 경도를 나타내며;

여기서, 상기 제품은 380 nm 내지 780 nm 범위의 광파장 체제에 걸쳐 8% 이하의 코팅된 표면에서 측정된 단일 면 평균 명소시 반사율을 나타내며, 다음 중 어느 하나 또는 둘 모두를 포함하는 제품:

기준점에서 2 미만의 기준점 색채 변화를 포함하는, 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사의 입사 조명각에서 측정되는 경우 (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템에서의 제품 투과율 색채 좌표, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$) 및 상기 기판 투과율 색채 좌표 중 하나를 포함함, 및

상기 코팅된 표면에서 측정된 바에 따라 기준점에서 5 미만의 기준점 색채 변화를 나타내는, 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사로부터 5도의 입사 조명각에서 코팅된 표면에서 측정된 경우 (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템에서의 제품 반사율 색채 좌표, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$), 색채 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$), 및 상기 기판 반사율 색채 좌표 중 적어도 하나를 포함함,

여기서, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$)이고, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{\text{제품}})^2 + (b^*_{\text{제품}})^2)}$ 에 의해 정의되며,

여기서, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$)이고, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{\text{제품}}+2)^2 + (b^*_{\text{제품}}+2)^2)}$ 에 의해 정의되며, 그리고

여기서, 상기 기준점은 상기 기판의 색채 좌표이고, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{\text{제품}} - a^*_{\text{기판}})^2 + (b^*_{\text{제품}} - b^*_{\text{기판}})^2)}$ 에 의해 정의됨.

청구항 9

삭제

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 광학적으로 투명한 물질은 -1000 MPa 내지 100 MPa 범위의 압축 응력을 포함하는 제품.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 광학적으로 투명한 물질은 제1의 층을 포함하며, 상기 광학 필름은 제2의 층을 더욱 포함하는 제품.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

다음 중 하나인, 제품:

상기 제1의 층은 상기 기판의 주표면 상에 배치되며, 상기 제2의 층은 상기 제1의 층 상에 배치되며; 그리고
상기 제2의 층은 상기 기판의 주표면 상에 배치되며, 상기 제1의 층은 상기 제2의 층 상에 배치됨.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 투명한 물질은 상기 제2의 층의 굴절률보다 큰 굴절률을 포함하며, 여기서, 상기 광학 필름은 교호로 복수의 제1의 층 및 제2의 층을 포함하는 제품.

청구항 14

청구항 11 내지 13 중 어느 한 항에 있어서,

다음 중 적어도 하나인 제품:

상기 제품의 단일 면의 평균 명소시 반사율은 6도 내지 40도 범위의 시야각에서 광파장 체계에 걸쳐 2% 이하이며;

상기 기판은 60 GPa 이상의 영률을 포함하며;

상기 기판은 유리를 포함하며, 상기 유리는 강화되며 상기 강화된 유리의 표면에서부터 10 μm 이상의 압축의 깊이까지 연장하는 적어도 200 MPa의 표면 압축 응력 (CS)을 갖는 압축 응력 층을 포함하며; 그리고

상기 제1의 층은 0.4 마이크로미터 내지 3 마이크로미터의 범위의 두께를 포함함.

청구항 15

전면, 후면 및 측면을 갖는 하우징;

상기 하우징의 내부에 적어도 부분적으로 있는 전기 부품;

상기 하우징의 전면 또는 이에 인접한 디스플레이; 및

상기 디스플레이 위에 배치된 커버 제품을 포함하며,

여기서 상기 커버 제품은 청구항 8 및 10 내지 13 중 어느 하나의 제품을 포함하는 소자.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2016년 6월 13일에 출원된 미국 가출원번호 제62/349506호의 우선권이 이익을 향유하며, 그 내용은 전체가 참고로서 본원에 포함된다.

배경 기술

[0002] 본 기재는 낮은 광 흡수, 높은 경도 및 낮은 압축 응력을 나타내는 물질에 관한 것으로서, 좀 더 상세하게는 낮은 광 흡수, 높은 경도 및 낮은 압축 응력 및 조율가능한(tunable) 압축 응력을 나타내는, 실리콘, 알루미늄, 질소 및 선택적으로 산소를 포함하는 물질 및 이러한 물질을 포함하는 제품에 관한 것이다.

[0003] 커버 제품은 종종 입력 및/또는 디스플레이용 사용자 인터페이스 및/또는 많은 다른 기능을 제공하기 위하여, 전자 제품 내에 중요 소자를 보호하는데 사용된다. 이러한 제품은 스마트폰, mp3 플레이어, 탭톱 및 컴퓨터 테블릿과 같은 이동 소자를 포함한다. 커버 제품은 또한 건축 제품, 수송 제품(예를 들어, 자동차 적용, 기차, 우주선, 원양 항해선 등에 사용되는 제품), 가전 제품, 또는 어느 정도의 투명성, 내-스크래치성, 낮은 응력 또는 이들의 조합을 요구하는 모든 제품을 포함한다. 이러한 적용들은 종종 최대 광 투과율 및 최소 반사율의 항목으로, 강한 광학 성능 특성 및 내-스크래치성을 요구한다. 또한, 일부 커버 적용은 반사 및/또는 투과에서 나타나거나 또는 인지되는 색채가 시야각에 따라 눈에 띄게 변화하지 않는 것을 요구한다. 디스플레이 적용에서, 이는 만약 반사 또는 투과에서의 색채가 눈에 띄는 정도로 시야각에서 변화한다면 제품의 사용자가 디스플레이의 색채 또는 휙도에서의 변화를 인지할 것이고, 이는 디스플레이의 지각 품질(perceived quality)을 저하시킬 수 있기 때문이다. 다른 적용에서, 색채에서의 변화는 심미적인 요구 또는 다른 기능적인 요구에 악 영향을 미칠 수 있다.

[0004] 커버 제품의 광 성능은 다양한 반사-방지 코팅을 사용함으로써 향상될 수 있으나; 공지된 반사-방지 코팅은 높거나 마모되기 쉽다. 이러한 마모는 상기 반사-방지 코팅에 의해 달성되는 모든 광 성능 향상을 상쇄할 수 있

다. 예를 들어, 광 필터는 종종 상이한 굴절률을 갖는 다층 코팅으로 제작되고 광학적으로 투명한 유전체 물질(예를 들어, 산화물, 질화물 및 불화물)로 제작된다. 이러한 광 필터에 사용되는 대부분의 통상적인 산화물은 광대역-천이(wide band-gap) 물질이며, 이는 이동 소자, 건축 제품, 수송 제품 또는 가전 제품에서의 이용을 위한 경도와 같은, 필수적인 기계적 성질을 갖지 않는다. 질화물 및 다이아몬드-형 코팅은 높은 경도 값을 나타낼 수 있으나, 이러한 물질은 이러한 적용에 요구되는 투과율을 나타내지 않는다.

[0005] 연마 손상은 반대편 대상(예를 들어, 손가락)으로부터의 반복적인 슬라이딩 접촉을 포함할 수 있다. 나아가, 연마 손상은 열을 발생시킬 수 있으며, 이는 필름 물질에서 화학적 결합을 손상시킬 수 있고, 커버 유리에 대한 플레이킹 및 다른 형태의 손상을 야기한다. 연마 손상은 종종 스크래치를 야기하는 단일 이벤트보다 장 기간에 걸쳐 경험되므로, 이러한 연마 손상을 경험한 배치된 코팅 물질은 또한 산화될 수 있고 이는 코팅의 내구성을 더욱 손상시킨다.

[0006] 공지된 반사-방지 코팅은 또한 스크래치 손상을 입기 쉽고, 종종 이러한 코팅이 배치되지 않은 하부 기판보다 더욱 스크래치 손상을 입기 쉽다. 일부 경우에서, 이러한 스크래치 손상의 상당 부분은 미세연성(microductile) 스크래치를 포함하며, 이는 통상적으로 약 100 nm 내지 약 500 nm의 범위에서 깊이를 가지며 연장된 길이를 갖는 단일 그루부를 포함한다. 미세연성 스크래치는 보조-표면 균열, 마찰 균열, 치핑 및/또는 닳음과 같은 다른 형태의 가시적인 손상이 수반될 수 있다. 증거는 이러한 스크래치 및 다른 가시적인 손상의 대부분은 단일 접촉 이벤트에서 발생하는 예리한 접촉에 의해 야기됨을 나타낸다. 커버 기판에 심한 스크래치가 나타나면, 스크래치가 광 산란을 증가시키고 이는 디스플레이 상의 휙도, 명료성 및 대비(contrast)에서의 상당한 감소를 야기할 수 있으므로 제품의 외관이 저하된다. 심각한 스크래치는 또한 터치 감응 디스플레이를 포함하는 제품의 정확성 및 신뢰성에 영향을 미칠 수 있다. 단일 이벤트는 연마 손상과 대비될 수 있다. 단일 이벤트 스크래치 손상은 단단한 반대편 대상(예를 들어, 모래, 자갈 및 사포)으로부터의 반복적인 슬라이딩 접촉과 같은 다중의 접촉 이벤트에 의해 야기되지 않으며, 또한 필름 물질에서 화학적 결합을 약화시키고 플레이킹 및 다른 타입의 손상을 야기할 수 있는 열을 통상적으로 발생시키지 않는다. 나아가, 단일 이벤트 스크래칭은 통상적으로 연마 손상을 야기하는 동일한 조건을 포함하거나 산화를 야기하지 않으므로, 연마 손상을 방지하기 위해 종종 사용되는 해결방안은 또한 스크래치를 방지하지 않을 수 있다. 또한, 공지된 스크래치 및 연마 손상 해결방안은 종종 광학 성질을 저해한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 내 스크래치성을 가지며, 낮은 압축 응력 값, 낮은 표면 거칠기를 나타내며 개선된 광학 성능을 갖는, 새로운 커버 제품 및 그 제품의 제조방법에 대한 요구가 존재한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 기재의 제1관점은 실리콘, 알루미늄 및 질소를 포함하는 조성물을 포함하는 광학적으로 투명한 재료에 관한 것이다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 약 25 원자% 이하의 양의 실리콘, 알루미늄, 약 0 원자% 내지 약 15 원자% 범위의 양의 산소, 및 질소를 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 산소를 포함한다. 예를 들어, 상기 조성물은 적어도 약 0.1 원자% 산소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 약 5 원자% 내지 약 25 원자% 범위의 양의 실리콘, 약 25 원자% 내지 약 45 원자% 범위의 양의 알루미늄, 약 0 원자% 내지 약 15 원자% 범위의 양의 산소, 및 약 35 원자% 내지 약 50 원자% 범위의 양의 질소를 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 약 7 원자% 내지 약 17 원자% 범위의 양의 실리콘, 약 33 원자% 내지 약 43 원자% 범위의 양의 알루미늄, 약 0 원자% 내지 약 10 원자% 범위의 양의 산소, 및 약 40 원자% 내지 약 50 원자% 범위의 양의 질소를 포함한다.

[0009] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 2 마이크로미터의 두께를 갖는 물질을 통해서 측정된 바에 따라, 약 380 nm 내지 약 780 nm 범위에서의 광파장 체제에 걸쳐, 약 80% 이상 평균 투과율 및 약 1×10^{-3} 미만의 400 nm의 파장에서의 흡광 계수(k)를 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 약 400nm의 두께를 갖는 물질의 주표면 상에서 측정된 바에 따라 약 12 GPa 이상의 고유 최대 경도(intrinsic maximum hardness)를 나타낸다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 기판 상에 배치되는 경우 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa(또는 약 -300 MPa 내지 약 100 MPa) 범위의 압축 응력 범위일 수 있는 조율가능한 압축 응력을 나타낸다.

다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 550 nm의 파장에서 측정된 바에 따라, 약 2.0 이상의 굴절률을 포함한다.

[0010] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 2 마이크로미터 × 2 마이크로미터의 치수를 갖는 이 미징 영역을 따라 주표면 상에서 원자력현미경에 의해 측정된 바에 따라 1.5 nm 미만의 거칠기 (Ra)를 포함한다.

[0011] 본 기재의 제2의 관점은 주표면, 및 상기 주표면 상에 배치되어 코팅된 표면을 형성하는 광학 필름을 포함하는 제품에 관한 것이다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학 필름은 본원에 개시된 광학적으로 투명한 물질을 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 기판은 기판 투과율 색채 좌표(a^* 기판, b^* 기판) 및 기판 반사율 색채 좌표(a^* 기판, b^* 기판)를 포함하며, 이들 모두는 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사로부터 5도의 입사 조명각에서 측정(L^* , a^* , b^*)되는 색채분석시스템이다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 기준점에서 약 2 미만의 기준점 색채 변화를 포함하는, 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사의 입사 조명각에서 측정되는 경우, (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템에서의 제품 투과율 색채 좌표를 나타내며, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$) 및 상기 기판 투과율 색채 좌표 중 하나를 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 반사-방지 표면에서 측정된 바에 따라 기준점에서 약 5 미만의 기준점 색채 변화를 나타내는, 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사로부터 5 도의 입사 조명각에서 코팅된 표면에서 측정된 경우, (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템에서의 제품 반사율 색채 좌표를 나타내며, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$), 색채 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$), 및 상기 기판 반사율 색채 좌표 중 적어도 하나를 포함한다. 상기 기준점이 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$)인 경우, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*\text{제품})^2 + (b^*\text{제품})^2)}$ 에 의해 정의된다. 상기 기준점이 색채 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$)인 경우, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*\text{제품} + 2)^2 + (b^*\text{제품} + 2)^2)}$ 에 의해서 정의된다. 상기 기준점이 상기 기판의 색채 좌표인 경우, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*\text{제품} - a^*\text{기판})^2 + (b^*\text{제품} - b^*\text{기판})^2)}$ 에 의해 정의된다.

[0012] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학 필름은 약 200 nm 내지 약 3 마이크로미터의 범위에서 두께를 가질 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 약 100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 코팅된 표면 상에서 측정된 바에 따라 약 12 GPa 이상의 최대 경도를 나타낸다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 약 380 nm 내지 약 780 nm 범위의 광파장 체제에 걸쳐 약 8% 이하의 코팅된 표면에서 측정된 단일면 평균 명소시 반사율을 나타낸다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품의 단일 면의 평균 명소시 반사율은 약 6도 내지 약 40도 범위의 시야각에서 광파장 체제에 걸쳐 약 2% 이하이다.

[0013] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 제1의 층을 포함하며, 상기 광학 필름은 제2의 층을 더욱 포함한다. 일 구현예에서, 상기 제1의 층은 상기 기판의 주표면 상에 배치되고, 상기 제2의 층은 상기 제1의 층 상에 배치된다. 또 다른 구현예에서, 상기 제2의 층은 상기 기판의 주표면 상에 배치되고, 상기 제1의 층은 상기 제2의 층 상에 배치된다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제1의 층 또는 제2의 층은 약 0.4 마이크로미터 내지 약 3 마이크로미터 범위에서 두께를 포함한다.

[0014] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 상기 제2의 층의 굴절률보다 큰 굴절률을 포함하며, 여기서 상기 광학 필름은 교호의 복수의 제1의 층 및 제2의 층을 포함한다.

[0015] 일부 구현예에서, 상기 기판은 약 60 GPa 이상의 영률을 포함한다. 하나 이상의 구현예에 따른 기판은 비정질 기판 또는 결정성 기판을 포함할 수 있다. 예시적인 비정질 기판은 소다 라임 유리, 알칼리 알루미노실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리 및 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리와 같은 유리를 포함한다. 일부 구현예에서, 상기 기판은 상기 강화된 유리의 표면에서부터 약 10 μm 이상의 압축의 깊이까지 연장하는 적어도 200 MPa의 표면 압축 응력 (CS)을 갖는 압축 응력 층을 포함하는 강화된 유리이다.

[0016] 본 기재의 제3의 관점은 전면, 후면 및 측면을 갖는 하우징, 상기 하우징의 내부에 적어도 부분적으로 있는 전기 부품, 상기 하우징의 전면 또는 이에 인접한 디스플레이 및 상기 디스플레이 위에 배치된 커버 제품을 포함하는 소자에 관한 것이다. 상기 커버 제품은 본원에 개시된 제품을 포함할 수 있다.

[0017] 추가적인 특징 및 이점은 후술되는 상세한 설명에서 설명될 것이며, 부분적으로는 상기 설명으로부터 통상의 기술자에게 용이하게 명백해지거나, 또는 후술되는 상세한 설명, 청구항 및 첨부된 도면을 포함하여, 여기에 설명된 바와 같은 구현예를 실시함으로써 인식될 것이다.

[0018] 전술한 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 단지 예시적인 것이며, 청구항의 성질 및 특성을 이해하기 위한 개관 또는 틀을 제공하기 위한 것으로 의도된다는 점이 이해되어야 한다. 첨부된 도면은 더 나은 이해를 제공하기 위하여 포함되며, 본 명세서의 부분을 구성하며 포함된다. 상기 도면은 다양한 구현예의 원리 및 작동을 설명하기 위하여 제공되는 설명과 함께 하나 이상의 구현예를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 하나 이상의 구현예에 따른 제품의 단면이며;

도 2는 하나 이상의 구체적인 구현예에 따른 제품의 단면도이고;

도 3은 하나 이상의 구현예에 따른 소자의 전면도이며;

도 4는 하나 이상의 구현예에 따른 광학적으로 투명한 물질의 경도 및 영률을 나타내는 그래프이며;

도 5는 광학적으로 투명한 물질의 다양한 구현예의 거칠기(Ra)를 나타내는 그래프이며; 그리고

도 6은 압입 깊이의 함수로서 경도 측정을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 다양한 구현예에 대한 참조가 상세하게 이루어질 것이다.

[0021] 본 기재의 제1의 관점은 약 380 nm 내지 약 780 nm의 범위에서의 광파장 체제에 걸쳐 높은 투과율, 높은 경도, 및 약 400 nm의 파장에서 낮은 광 흡수를 나타내는 광학적으로 투명한 물질에 관한 것이다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 또한 낮은 표면 거칠기 및 낮은 압축 응력을 나타낸다(표면 상에 형성되는 경우).

[0022] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 실리콘, 알루미늄 및 질소를 포함하는 조성물을 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 산소를 포함한다.

[0023] 하나 이상의 구현예에 따른 광학적으로 투명한 물질의 조성물은 약 25 원자% 이하의 양으로 실리콘을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 조성물 중 실리콘의 양은 약 5 원자% 내지 약 25 원자%, 약 6 원자% 내지 약 25 원자%, 약 8 원자% 내지 약 25 원자%, 약 10 원자% 내지 약 25 원자%, 약 12 원자% 내지 약 25 원자%, 약 14 원자% 내지 약 25 원자%, 약 5 원자% 내지 약 24 원자%, 약 5 원자% 내지 약 22 원자%, 약 5 원자% 내지 약 20 원자%, 약 5 원자% 내지 약 18 원자%, 약 5 원자% 내지 약 16 원자%, 약 5 원자% 내지 약 14 원자%, 약 5 원자% 내지 약 25 원자%, 또는 약 7 원자% 내지 약 17 원자% 범위일 수 있다.

[0024] 하나 이상의 구현예에 따른 광학적으로 투명한 물질의 조성물은 소정량의 알루미늄을 포함할 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 약 25 원자% 내지 약 45 원자%, 약 26 원자% 내지 약 45 원자%, 약 28 원자% 내지 약 45 원자%, 약 30 원자% 내지 약 45 원자%, 약 32 원자% 내지 약 45 원자%, 약 34 원자% 내지 약 45 원자%, 약 36 원자% 내지 약 45 원자%, 약 38 원자% 내지 약 45 원자%, 약 40 원자% 내지 약 45 원자%, 약 25 원자% 내지 약 44 원자%, 약 25 원자% 내지 약 42 원자%, 약 25 원자% 내지 약 40 원자%, 약 25 원자% 내지 약 38 원자%, 약 25 원자% 내지 약 36 원자%, 약 25 원자% 내지 약 34 원자%, 약 32 원자% 내지 약 44 원자%, 또는 약 33 원자% 내지 약 43 원자% 범위의 알루미늄을 포함한다.

[0025] 하나 이상의 구현예에 따른 광학적으로 투명한 물질의 조성물은 소정량의 질소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 약 35 원자% 내지 약 50 원자%, 약 36 원자% 내지 약 50 원자%, 약 38 원자% 내지 약 50 원자%, 약 40 원자% 내지 약 50 원자%, 약 42 원자% 내지 약 50 원자%, 약 44 원자% 내지 약 50 원자%, 약 46 원자% 내지 약 50 원자%, 약 35 원자% 내지 약 48 원자%, 약 35 원자% 내지 약 46 원자%, 약 35 원자% 내지 약 44 원자%, 약 35 원자% 내지 약 50 원자%, 약 35 원자% 내지 약 50 원자%, 약 35 원자% 내지 약 50 원자%, 또는 약 35 원자% 내지 약 50 원자% 범위의 질소를 포함한다.

[0026] 하나 이상의 구현예에 따르면, 상기 광학적으로 투명한 물질의 조성물은 산소를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 산소의 양은 약 0.1 원자% 초과이다. 일부 구현예에서, 산소의 양은 약 15 원자% 이하일 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 조성물은 약 0 원자% 내지 약 15 원자%, 약 0 원자% 내지 약 14 원자%, 약 0 원자% 내지 약 12 원자%, 약 0 원자% 내지 약 10 원자%, 약 0 원자% 내지 약 8 원자%, 약 0.1 원자% 내지 약 15 원자%, 약 0.5 원자% 내지 약 15 원자%, 약 1 원자% 내지 약 15 원자%, 약 2 원자% 내지 약 15 원자%, 약 4 원자% 내지 약 15 원자%, 약 5 원자% 내지 약 15 원자%, 약 6 원자% 내지 약 15 원자%, 또는 약 7 원자% 내지 약 15 원

자%의 범위의 양으로 산소를 포함한다.

[0027] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 낮은 흡수를 나타낸다. 예를 들어, 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 1 마이크로미터 또는 2 마이크로미터의 광학적으로 투명한 물질의 두께에 대해서 측정될 때 약 1×10^{-3} 미만 또는 약 1×10^{-4} 미만의 400 nm의 파장에서의 흡광 계수 (k)를 포함한다. 일부 구현예에서, 상기 두께에서 300 nm 또는 400 nm의 파장에서의 흡광 계수 (k)는 약 9×10^{-4} 이하, 약 8×10^{-4} 이하, 약 7×10^{-4} 이하, 약 6×10^{-4} 이하, 약 5×10^{-4} 이하, 약 4×10^{-4} 이하, 약 3×10^{-4} 이하, 약 2×10^{-4} 이하, 약 1×10^{-4} 이하, 약 9×10^{-5} 이하, 약 8×10^{-5} 이하, 약 7×10^{-5} 이하, 약 6×10^{-5} 이하, 또는 약 5×10^{-5} 이하이다.

[0028] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 1 마이크로미터 또는 2 마이크로미터의 광학적으로 투명한 물질의 두께에 대해서 측정되는 경우 높은 투과율을 나타낸다. 예를 들어, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 380 nm 내지 약 780 nm (상기 "광파장 체제")에 걸쳐 약 80% 이상의 평균 투과율을 나타낸다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 1 마이크로미터의 두께에 대해서 측정되는 상기 광파장 체제 전체에 걸쳐 약 82% 이상, 약 84% 이상, 약 86% 이상, 약 88% 이상, 약 90% 이상, 약 92% 이상, 약 94% 이상, 약 95% 이상, 또는 약 96% 이상의 평균 투과율을 나타낸다.

[0029] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 물질의 표면 상에서 측정되는 경우 낮은 반사율을 나타낸다. 예를 들어, 상기 광학적으로 투명한 물질은 상기 광파장 체제에 걸쳐 약 15% 이하의 평균 반사율을 나타낸다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 상기 광파장 체제 전체에 걸쳐 약 20% 이하, 약 18% 이하, 약 16% 이하, 약 15% 이하, 약 14% 이하, 약 12% 이하, 약 10% 이하, 약 8% 이하, 약 6% 이하, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3% 이하, 약 2% 이하, 약 1% 이하, 또는 약 0.5% 이하의 평균 반사율을 나타낸다.

[0030] 본원에서 사용되는 바에 따라, 상기 용어 "투과율"은 물질(예를 들어, 광학적으로 투명한 물질, 제품, 기관 또는 이들의 부분)을 통해서 투과되는 주어진 파장 범위 내에서 입사 광 파워의 백분율로서 정의된다. 상기 용어 "반사율"은 표면(예를 들어, 광학적으로 투명한 물질, 제품, 기관 또는 이들의 부분의 표면)에서부터 반사되는 주어진 파장 범위 내의 입사 광 파워의 백분율로서 유사하게 정의된다. 투과율 및 반사율은 특정 선폭을 사용하여 측정된다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 투과율 및 반사율의 특성적인 분광 해상도는 0.02 eV 또는 5 nm 미만이다.

[0031] 상기 광학적으로 투명한 물질(및 이러한 물질을 포함하는 제품)은 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 측정된 경도의 항목으로 기술될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 100 나노미터 이상의 압입 깊이를 따른, 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 400 나노미터, 500 나노미터, 1 마이크로미터, 또는 2 마이크로미터의 두께를 갖는 물질의 주표면 상에서 측정되는 바에 따라, 약 12 GPa 이상의 고유 최대 경도를 나타낸다. 고유 최대 경도는 물질이 배치될 수 있는 모든 하부 기관 또는 표면에 대한 고려 없이, 물질 그 자체의 경도를 의미한다.

[0032] 본원에서 사용되는 바에 따라, 상기 "베르코비치 압자 경도 시험"은 다이아몬드 베르코비치 압자로 표면을 압입함으로써 그 표면 상의 물질의 경도를 측정하는 단계를 포함한다. 상기 베르코비치 압자 경도 시험은 Oliver, W.C.; Pharr, G. M. 하중 및 이동 센싱 압입 시험을 사용하여 경도 및 탄성 계수를 결정하기 위한 개선된 기술. *J. Mater. Res.*, Vol. 7, No. 6, 1992, 1564-1583; 및 Oliver, W.C.; Pharr, G.M. 기구 압입에 의한 경도 및 탄성 계수의 측정: 방법론에 대한 이해 및 세분법에서의 발전. *J. Mater. Res.*, Vol. 19, No. 1, 2004, 3-20에 설명된 방법을 사용함으로써, 제품의 코팅된 표면(122) 또는 물질의 주표면(또는 본원에 개시된 하나 이상의 층의 표면)을 특정화된 바에 따라(또는 시험될 물질의 전체 두께, 더 작은 것) 압입 깊이에 대한 인덴트(indent)를 형성하기 위하여 다이아몬드 베르코비치 압자로 압입하는 단계 및 상기 전체 확인된 압입 깊이 범위 또는 압입 깊이의 확인된 세그먼트를 따라서(예를 들어, 약 100 nm 내지 약 600 nm 범위에서) 상기 압입으로부터 최대 경도를 측정하는 단계를 포함한다. 본원에서 사용되는 바에 따라, 경도는 평균 경도가 아닌 최대 경도를 나타낸다. 따라서, 압입 깊이의 함수로서 고유 최대 경도 또는 최대 경도를 도 6에 나타낸다. 도 6에서, 각 곡선은 50 nm 초과 또는 100 nm 초과의 압입 깊이를 따른 12 GPa의 최대 경도를 나타낸다. 상기 경도는 압입 범위를 따라서 좀 더 깊은 압입 깊이에서 감소하나, 상기 측정된 최대 경도는 12 GPa 이상, 15 GPa 이상, 또는 16 GPa 이상이었다.

[0033] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 x-선 회절 및 투과 전자 현미경(TEM)에 의해 측정된 바에 따라 실질적으로 비정질 구조를 갖는다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 1 마이

크로미터의 두께를 따라 TEM 이미지에 의해 측정된 바와 같이, 비원주형(noncolumnar) 모폴로지를 갖는다.

[0034] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa의 범위에서 압축 응력을 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -900 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -800 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -700 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -600 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -500 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -400 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -300 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -200 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -100 MPa 내지 약 100 MPa, 또는 약 -50 MPa 내지 약 50 MPa의 범위에서 압축 응력을 포함한다. 광학적으로 투명한 물질의 압축 응력을 결정하기 위하여, 1-마이크로미터 두께 층의 물질이 기판 상에 배치되고 층이 형성되기 전 및 이후에, 조면계를 사용하여 하부 기판의 곡률이 측정된다. 상기 층은 진공 증착 기술을 사용하여 형성된다. 광학적으로 투명한 물질이 배치되는 기판은 5 cm × 5 cm의 길이 및 폭, 및 약 1 mm의 두께를 갖는다.

[0035] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 550 nm의 파장에서 측정된 바에 따라, 약 2.0 이상의 굴절률을 포함한다. 일부 구현예에서, 상기 굴절률은 550 nm의 파장에서 측정된 바에 따라, 약 2.05 이상, 2.1 이상, 2.15 이상 또는 2.2 이상일 수 있다.

[0036] 하나 이상의 구현예의 광학적으로 투명한 물질은 1.5 nm 미만의 고유 거칠기(Ra)를 포함한다. 상기 고유 거칠기는 진공 증착 기술을 사용하여, 0.4 마이크로미터 이상의 두께를 갖는 광학적으로 투명한 물질의 층을 형성하는 단계 및 다음으로 2 마이크로미터 x 2 마이크로미터의 치수를 갖는 이미징 영역을 따라 원자력 현미경(AFM)을 사용하여 층의 주표면 상의 거칠기를 측정하는 단계에 의해 측정된다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 1.2 nm 이하, 1 nm 이하, 또는 0.8 nm 이하의 고유 거칠기(Ra)를 포함한다.

[0037] 도 1을 참조하면, 본 기재의 제2의 관점은 기판(110), 상기 기판 상에 배치된 광학 필름(120)을 포함하는 제품에 관한 것이다. 상기 기판(110)은 주표면(112, 114) 및 마주보는 보조 표면(116, 118)을 포함한다. 상기 광학 필름(120)은 제1의 마주보는 주표면(112) 상에 배치된 바에 따라 도 1에 도시된다; 그러나, 상기 광학 필름(120)은 상기 제1의 마주보는 주표면(112) 상에 배치되는 대신 또는 이에 덧붙여, 마주보는 보조 표면 중 하나 또는 둘 모두 및/또는 제2의 마주보는 주표면(114) 상에 배치될 수 있다. 상기 광학 필름(120)은 코팅된 표면(122)을 형성한다.

[0038] 상기 광학 필름(120)의 두께는 약 400 nm 이상일 수 있는 한편, 여전히 본원에 개시된 광학 성능을 나타내는 제품을 제공한다. 일부 예에서, 상기 광학 필름(120) 두께는 약 400 nm 내지 약 5 μm (예를 들어, 약 400 nm 내지 약 5 μm, 약 500 nm 내지 약 5 μm, 약 600 nm 내지 약 5 μm, 약 800 nm 내지 약 5 μm, 약 1 μm 내지 약 5 μm, 약 1.2 μm 내지 약 5 μm, 약 1.4 μm 내지 약 5 μm, 약 1.5 μm 내지 약 5 μm, 약 1.6 μm 내지 약 5 μm, 약 1.8 μm 내지 약 5 μm, 약 2 μm 내지 약 5 μm) 범위일 수 있다.

[0039] 상기 광학 필름(120)은 본원에 개시된 하나 이상의 구현예의 광학적으로 투명한 물질을 포함한다. 상기 광학적으로 투명한 물질은 개별층으로서 광학 필름(120)에 존재할 수 있다. 상기 용어 "층"은 단일 층을 포함할 수 있거나 또는 하나 이상의 서브-층을 포함할 수 있다. 이러한 서브-층들은 서로 직접 접촉될 수 있다. 상기 서브-층들은 동일 물질 또는 두 개 이상의 다른 물질로부터 형성될 수 있다. 하나 이상의 대안적인 구현예에서, 이러한 서브-층들은 그 사이에 배치된 다른 물질의 개별층을 가질 수 있다. 하나 이상의 구현예에서 층이 하나 이상의 연속적이고 중단되지 않은 층들 및/또는 하나 이상의 불연속적이며 중단된 층들(즉, 서로 인접하여 형성된 다른 물질을 갖는 층)을 포함할 수 있다. 층 또는 서브-층들은 개별적인 증착 또는 연속적인 증착 공정을 포함하는, 당해 기술 분야에 공지된 모든 방법에 의해 형성될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 층은 단지 연속적인 증착 공정만으로 또는 대안적으로, 단지 개별적인 증착 공정만으로 형성될 수 있다.

[0040] 본원에 사용되는 바에 따라, 상기 용어 "배치되는"은 당해 분야에 공지된 방법을 사용하여 표면 상에 물질을 코팅, 증착 및/또는 형성하는 단계를 포함한다. 상기 배치된 물질은 본원에서 정의된 바에 따른 층을 구성할 수 있다. 어구 "상에 배치되는"은 상기 물질이 표면과 직접 접촉하도록 표면 상에 물질을 형성하는 경우를 포함하고, 또한 배치된 물질 및 표면 사이에 하나 이상의 개재 물질을 가지며, 표면 상에 물질이 형성되는 경우를 포함한다. 상기 개재 물질은 본원에 정의된 바에 따른 층을 구성할 수 있다.

[0041] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학 필름(120)은 제2의 층(132)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제2의 층은 상기 제1의 층과 다른 물질을 포함할 수 있다. 상기 제1의 층(130)은 상기 기판(어떠한 개재 층 없이)의 주표면(112) 상에 직접 배치될 수 있으며, 상기 제2의 층(132)은 상기 제1의 층(130) 상에 배치될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제2의 층(132)은 상기 기판(어떠한 개재 층 없이)의 주표면(112) 상에

직접 배치될 수 있으며, 상기 제1의 층(130)은 상기 제2의 층(132) 상에 배치될 수 있다.

[0042] 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 광학 필름(120)은 제1의 층(130) 및 제2의 층(132)의 교호 층들을 포함할 수 있다. 하나 초과의 구현예에서, 상기 제2의 층은 상기 제1의 층과 다른 물질로부터 형성될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제2의 층은 상기 제1의 층을 형성하는 광학적으로 투명한 물질 미만인 굴절률을 가질 수 있다. 상기 제2의 층에서 사용하기 위하여 적합한 물질의 예는 SiO_2 , Al_2O_3 , GeO_2 , SiO , $\text{Al}_{1-x}\text{N}_y$, $\text{Si}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}_y$, $\text{Si}_{1-x}\text{Al}_x\text{O}_y$, MgO , MgAl_2O_4 , MgF_2 , BaF_2 , CaF_2 , DyF_3 , YbF_3 , YF_3 , 및 CeF_3 를 포함한다. 상기 제2의 층에 사용하기 위한 물질 중 질소의 함량은 최소화될 수 있다(예를 들어, Al_2O_3 및 MgAl_2O_4 와 같은 물질에서).

[0043] 하나 이상의 구현예에서 제1의 층 및 제2의 층 중 적어도 하나는 특정의 광학 두께 범위를 포함할 수 있다. 본원에 개시된 바에 따라, 상기 용어 "광학 두께"는 $(n*d)$ 에 의해 결정되며, 여기서 " n "은 층의 굴절률을 나타내고, " d "는 층의 물리적 두께를 나타낸다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제1의 층 및 제2의 층 중 적어도 하나는 약 2 nm 내지 약 200 nm, 약 10 nm 내지 약 100 nm, 약 15 nm 내지 약 100 nm, 약 15 내지 약 500 nm, 또는 약 15 내지 약 5000 nm의 범위의 광학 두께를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 광학 필름(120)의 층들 모두는 각각 약 2 nm 내지 약 200 nm, 약 10 nm 내지 약 100 nm, 약 15 nm 내지 약 100 nm, 약 15 내지 약 500 nm, 또는 약 15 내지 약 5000 nm 범위의 광학 두께를 가질 수 있다. 일부 경우, 상기 광학 필름(120) 중 적어도 하나의 층은 약 50 nm 이상의 광학 두께를 갖는다. 일부 경우에서, 상기 각각의 제1의 층은 약 2 nm 내지 약 200 nm, 약 10 nm 내지 약 100 nm, 약 15 nm 내지 약 100 nm, 약 15 내지 약 500 nm, 또는 약 15 내지 약 5000 nm의 범위에서 광학 두께를 갖는다. 다른 경우, 상기 각각의 제2의 층은 약 2 nm 내지 약 200 nm, 약 10 nm 내지 약 100 nm, 약 15 nm 내지 약 100 nm, 약 15 내지 약 500 nm, 또는 약 15 내지 약 5000 nm의 범위의 광학 두께를 갖는다.

[0044] 일부 구현예에서, 상기 광학 필름(120) 중 하나 이상의 층의 두께는 최소화될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제1의 층의 두께는 이들이 약 500 nm 미만이도록 최소화된다.

[0045] 일부 구현예에서, 부피에 의한 상기 제2층의 양 또는 두께는 최소화될 수 있다. 이론에 한정되는 것은 아니나, 상기 제2의 층이 상기 제1의 층보다 낮은 굴절률을 갖는 경우, 상기 제2의 층은 또한 굴절률 및 경도에 동시에 영향을 미치는 원자 결합 및 전자 밀도의 성질에 기인하여 좀 더 낮은-경도 물질로부터 통상적으로 형성되며, 따라서 이러한 물질이 광학 필름 및 제품의 경도를 최소화하는 한편, 본원에 개시된 반사율 및 색채 성능을 유지하도록 최소화된다. 광학 코팅의 물리적 두께의 함수로서 표현하면, 상기 제2의 층은 약 60% 미만, 약 50% 미만, 약 40% 미만, 약 30% 미만, 약 20% 미만, 약 10% 미만, 또는 약 5% 미만의 광학 필름의 물리적 두께를 포함할 수 있다.

[0046] 상기 광학 필름(120) 및 제품(100)은 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 측정된 경도의 항목으로 기술될 수 있다. 통상적으로, 상기 하부 기판보다 더욱 단단한 필름의 나노압입 측정 방법(베르코비치 압자를 사용함으로써 와 같은)에서, 상기 측정된 경도는 좁은 압입 깊이에서 소성 대역(plastic zone)의 전개에 기인하여 초기에 증가하고 다음으로 증가하여 좀 더 깊은 압입 깊이에서 최대 값 또는 안정기에 다다르는 것으로 보인다. 따라서, 경도는 하부 기판의 효과에 기인하여 좀 더 깊은 압입 깊이에서 조차 감소하기 시작한다. 상기 필름 대비 증가된 경도를 갖는 기판이 사용되는 경우, 동일한 효과가 나타나나; 상기 경도는 하부 기판의 효과에 기인하여 좀 더 깊은 압입 깊이에서 증가한다.

[0047] 압입 깊이 범위 및 특정 압입 깊이 범위에서 경도 값은 하부 기판에 영향을 미치지 않고, 본원에 개시된, 광학 필름 구조 및 이들의 층의 특정 경도 반응을 확인하기 위하여 선택될 수 있다. 베르코비치 압자로 광학 필름 구조(기판 상에 배치되는 경우)의 경도를 측정하는 경우, 물질의 영구 변형의 영역(소성 대역)은 물질의 경도와 관련된다. 압입 시, 탄성 응력 장(elastic stress field)은 영구 변형의 영역을 훨씬 넘어 확장한다. 압입 깊이가 증가함에 따라, 상기 겉보기 경도 및 모듈러스는 하부 기판과 응력 장 상호작용에 의해 영향을 받는다. 경도 상의 기판의 영향은 좀 더 깊은 압입 깊이에서 발생한다(즉, 통상적으로 광학 필름 구조 또는 층 두께의 약 10% 초과의 깊이에서). 또한, 추가적인 고려는 압입 공정 동안 완전한 가소성을 전개하기 위하여 상기 경도 반응은 특정의 최소한의 하중을 요구한다는 점이다. 특정의 최소 하중 이전에, 상기 경도는 일반적으로 증가하는 경향을 나타낸다.

[0048] 작은 압입 깊이에서(또한 작은 하중으로 특성화될 수 있는)(예를 들어, 최대 약 50 nm 까지), 물질의 겉보기 경도는 압입 깊이에 대해서 급격으로 증가하는 것으로 나타난다. 상기 작은 압입 깊이 체제는 경도의 정확한 계량(true metric)을 나타내지는 않으나, 대신 상기 압자의 곡률의 유한 반경에 관련된, 전술한 소성 대역의 전개

를 반영한다. 중간 압입 깊이에서, 상기 겉보기 경도는 최대 수준에 다다른다. 좀 더 깊은 압입 깊이에서, 상기 기판의 영향은 상기 압입 깊이가 증가함에 따라 좀 더 확연해진다. 압입 깊이가 상기 광학 필름 구조 두께 또는 층 두께의 약 30%를 초과하면 경도는 극적으로 떨어지기 시작한다.

[0049] 일부 구현예에서, 상기 광학 필름(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 고유 최대 경도를 나타낼 수 있다. 상기 광학 필름(120)의 고유 최대 경도는 최대 약 20 GPa 또는 30 GPa 까지일 수 있다. 본원에 개시된 바와 같은 광학 필름(120) 및 모든 추가적인 코팅을 포함하는 제품(100)은 베르코비치 압자 경도 시험에 의해, 상기 코팅된 표면(122) 상에서 측정된 바에 따라, 약 5GPa 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. 이러한 측정된 경도 값이 약 50 nm 이상 또는 약 100 nm 이상(예를 들어, 약 100 nm 내지 약 300 nm, 약 100 nm 내지 약 400 nm, 약 100 nm 내지 약 500 nm, 약 100 nm 내지 약 600 nm, 약 200 nm 내지 약 300 nm, 약 200 nm 내지 약 400 nm, 약 200 nm 내지 약 500 nm, 또는 약 200 nm 내지 약 600 nm)의 압입 깊이를 따라 광학 필름(120) 및/또는 제품(100)에 의해 나타날 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 기판의 경도(상기 코팅된 표면에서 반대편 상에서 측정될 수 있는)를 초과하는 경도를 나타낸다. 전술한 광학 필름 고유 최대 경도와 관련된 광학 필름의 두께는 약 200 나노미터 내지 약 2 마이크로미터 범위일 수 있다.

[0050] 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학 필름(120)은 x-선 회절 및 투과 전자 현미경(TEM)에 의해 측정된 바와 같이 실질적으로 비정질 구조를 갖는다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학 필름(120)은 1 마이크로미터의 두께를 따라 TEM 이미지에 의해 측정된 바와 같이, 비켤럼형 모폴로지를 갖는다.

[0051] 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품의 광학 필름(120)은 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa 범위의 압축 응력을 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 광학 필름은 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -900 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -800 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -700 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -600 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -500 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -400 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -300 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -200 MPa 내지 약 100 MPa, 약 -100 MPa 내지 약 100 MPa, 또는 약 -50 MPa 내지 약 50 MPa 범위의 압축 응력을 포함한다. 상기 광학 필름의 압축 응력은 상기 광학적으로 투명한 물질에서 참조로 설명한 바와 같은 방식으로 측정되나, 광학 필름이 형성되기 이전 및 이후에 제품의 기판(110)의 곡률의 반경을 측정한다.

[0052] 본 기재의 하나의 관점은 광원 하에 다른 입사 조명각에서 볼 때 반사율 및/또는 투과율에서 무색을 나타내는 제품에 관한 것이다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 본원에 제공된 범위의 모든 입사 조명각 및 기준 조명각 사이에서 약 5 이하 또는 약 2 이하의 반사율 및/또는 투과율에서의 각 색채 변화를 나타낸다. 본원에 개시된 바에 따라, 어구 "색채 변화"(각 또는 기준점)는 반사율 및/또는 투과율에서 CIE L*, a*, b* 색채분석시스템 하에서 a* 및 b* 모두에서의 변화를 나타낸다. 다르게 나타내지 않는 한, 본원에 기술된 제품의 L* 좌표는 모든 각 또는 기준점에서 동일하고 색채 변화에 영향을 미치지 않는다는 점이 이해되어야 한다. 예를 들어, 각 색채 변화는 다음의 수학식을 사용하여 결정될 수 있다: $\sqrt{((a*_{\text{2}}-a*_{\text{1}})^2+(b*_{\text{2}}-b*_{\text{1}})^2)}$, 여기서 a*₁ 및 b*₁은 입사 기준 조명각(수직 입사를 포함할 수 있음)에서 볼 때 제품의 a* 및 b* 좌표를 나타내며 a*₂ 및 b*₂는 입사 조명각에서 볼 때 제품의 a* 및 b* 좌표를 나타내며, 입사 조명 각은 기준 조명 각과 다르며, 일부 경우에 적어도 약 1 도, 2 도 또는 약 5도에 의해 기준 조명각과 다르다. 일부 경우에서, 약 10 이하(예를 들어, 5 이하, 4 이하, 3 이하, 또는 2 이하)의 반사율 및/또는 투과율에서의 각 색채 변화가 광원 하에서 기준 조명각으로부터 다양한 입사 조명각에서 볼 때 제품에 의해 나타난다. 일부 경우에서 반사율 및/또는 투과율에서의 상기 각 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. 일부 구현예에서, 상기 각 색채 변화는 약 0일 수 있다. 상기 광원은 A 광원(텅스텐-필라멘트 조명을 나타냄), B 광원(햇빛 모사 광원), C 광원(햇빛 모사 광원), D 시리즈 광원(자연 햇빛을 나타냄), 및 F 시리즈 광원(다양한 형광 조명 타입을 나타냄)을 포함하는, CIE에 의해 결정된 바에 따른 표준 광원을 포함할 수 있다. 특정 실시예에서, 상기 제품은 CIE F2, F10, F11, F12 또는 D65 광원 하에, 또는 좀 더 구체적으로 CIE F2 광원 하에 기준 조명각으로부터 입사 조명각에서 볼 때 약 2 이하의 반사율 및/또는 투과율에서의 각 색채 변화를 나타낸다.

[0053] 기준 조명각 사이의 차이 및 입사 조명각 사이의 차이가 적어도 약 1도, 2도 또는 약 5도인 경우, 상기 기준 조명각은 수직 입사(즉, 약 0 도 내지 약 10 도), 또는 수직 입사로부터 5 도, 수직 입사로부터 10 도, 수직 입사로부터 15 도, 수직 입사로부터 20 도, 수직 입사로부터 25 도, 수직 입사로부터 30 도, 수직 입사로부터 35

도, 수직 입사로부터 40 도, 수직 입사로부터 50 도, 수직 입사로부터 55 도, 또는 수직 입사로부터 60 도를 포함할 수 있다. 상기 입사 조명각은 상기 기준 조명각에 대해서 상기 기준 조명각으로부터 이격되어 약 5 도 내지 약 80 도, 약 5 도 내지 약 70 도, 약 5 도 내지 약 65 도, 약 5 도 내지 약 60 도, 약 5 도 내지 약 55 도, 약 5 도 내지 약 50 도, 약 5 도 내지 약 45 도, 약 5 도 내지 약 40 도, 약 5 도 내지 약 35 도, 약 5 도 내지 약 30 도, 약 5 도 내지 약 25 도, 약 5 도 내지 약 20 도, 약 5 도 내지 약 15 도의 범위, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브 범위들일 수 있다. 상기 제품은 상기 기준 조명각이 수직 입사인 경우, 약 2 도 내지 약 80 도 (또는 약 10 도 내지 약 80 도, 또는 약 20 도 내지 약 80 도) 범위의 모든 입사 조명각을 따라 본원에 기술된 반사율 및/또는 투과율에서의 각 색채 변화를 나타낼 수 있다. 일부 구현예에서, 입사 조명각 및 기준 조명각 사이의 차이가 적어도 약 1 도, 2 도 또는 약 5 도인 경우, 상기 제품은 약 2 도 내지 약 80 도 (또는 약 10 도 내지 약 80 도, 또는 약 20 도 내지 약 80 도) 범위의 모든 입사 조명각을 따라 본원에 개시된 반사율 및/또는 투과율에서의 각 색채 변화를 나타낼 수 있다. 일 실시예에서, 상기 제품은 수직 입사와 동일한 기준 조명각에서 이격된 약 2 도 내지 약 60 도, 약 5 도 내지 약 60 도, 또는 약 10 도 내지 약 60 도의 범위의 모든 입사 조명각에서 5 이하 (예를 들어, 4 이하, 3 이하 또는 약 2 이하)의 반사율 및/또는 투과율에서의 각 색채 변화를 나타낼 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 제품은 기준 조명각이 10 도이고, 입사 조명각이 상기 기준 조명각으로부터 이격된 약 12 도 내지 약 60 도, 약 15 도 내지 약 60 도, 또는 약 20 도 내지 약 60 도 범위의 모든 각인 경우, 5 이하 (예를 들어, 4 이하, 3 이하 또는 약 2 이하)의 반사율 및/또는 투과율에서의 각 색채 변화를 나타낼 수 있다.

[0054] 일부 구현예에서, 상기 각 색채 변화는 약 20 도 내지 약 80 도 범위의 기준 조명각(예를 들어, 수직 입사) 및 입사 조명각 사이의 모든 각에서 측정될 수 있다. 다시 말해서, 상기 각 색채 변화가 측정될 수 있으며, 약 0 도 및 20 도, 약 0 도 내지 약 30 도, 약 0 도 내지 약 40 도, 약 0 도 내지 약 50 도, 약 0 도 내지 약 60 도 또는 약 0 도 내지 약 80 도 범위의 모든 각도에서 약 5 미만 또는 약 2 미만일 수 있다.

[0055] 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 투과율 색채 또는 기준점으로부터의 반사율 좌표 사이의 기준점 색채 변화 또는 거리가 (A 광원(텅스텐-필라멘트 조명을 나타냄), B 광원(햇빛 모사 광원), C 광원(햇빛 모사 광원), D 시리즈 광원 (자연 햇빛을 나타냄), 및 F 시리즈 광원(다양한 형태의 형광 조명을 나타냄))을 포함하는, CIE에 의해 결정된 바와 같은 표준 광원을 포함할 수 있는) 광원 하에서 약 5 미만 또는 약 2 미만이도록 반사율 및/또는 투과율에서 CIE L*, a*, b* 색채분석시스템의 색채를 나타낸다. 특정 실시예에서, 상기 제품은 CIE F2, F10, F11, F12 또는 D65 광원 하에서, 또는 좀 더 구체적으로 CIE F2 광원 하에서 기준 조명각으로부터 입사 조명각에서 볼 때 약 2 이하의 반사율 및/또는 투과율에서의 색채 변화를 나타낸다. 다른 방식으로 말하면, 상기 제품은 본원에 기술된 바와 같은, 기준점에서부터 약 2 미만의 기준점 색채 변화를 갖는 코팅된 표면(122)에서 측정된 투과율 색채(또는 투과율 색채 좌표) 및/또는 반사율 색채(또는 반사율 색채 좌표)를 나타낼 수 있다. 다르게 개시되지 않는 한, 상기 투과율 색채 또는 투과율 색채 좌표는 제품(즉, 114)의 코팅된 표면(122) 및 마주보는 베어 표면을 포함하는 제품의 2개의 표면 상에서 측정된다. 다르게 개시되지 않는 한, 상기 반사율 색채 또는 반사율 색채 좌표는 상기 제품의 코팅된 표면(122) 상에서만 측정된다. 그러나, 본원에 개시된 반사율 색채 또는 반사율 색채 좌표는 2-표면 측정(상기 제품의 양면으로부터의 반사가 모두 포함됨) 또는 1-표면 측정(상기 제품의 코팅된 표면(122)으로부터의 반사만 측정됨) 중 어느 하나를 사용하여 상기 제품의 코팅된 표면(122) 및 상기 제품의 마주보는 면(즉, 도 1의 주표면(114)) 모두 상에서 측정될 수 있다.

[0056] 하나 이상의 구현예에서, 상기 기준점은 상기 CIE L*, a*, b* 색채분석시스템 (또는 색채 좌표 a*=0, b*=0), 상기 좌표 (a**=-2, b**=-2), 또는 상기 기판의 투과율 또는 반사율 색채 좌표에서 시작(0, 0)일 수 있다. 다르게 개시되지 않는 한, 본원에 개시된 제품의 L* 좌표는 기준점과 동일하며, 색채 변화에 영향을 미치지 않는다는 점이 이해되어야 한다. 상기 제품의 기준점 색채 변화가 상기 기판에 대해 정의되는 경우, 상기 제품의 투과율 색채 좌표는 상기 기판의 투과율 색채 좌표에 대해 대비되며, 상기 제품의 반사율 색채 좌표는 상기 기판의 반사율 색채 좌표에 대비된다.

[0057] 하나 이상의 구체적인 구현예에서, 상기 투과율 색채 및/또는 반사율 색채에서의 기준점 색채 변화는 1 미만 또는 0.5 미만일 수 있다. 하나 이상의 구체적인 구현예에서, 상기 투과율 색채 및/또는 반사율 색채에 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-범위들일 수 있다. 상기 기준점이 색채 좌표 a*=0, b*=0인 경우, 상기 기준점 색채 변화는 다음의 식에 의해 계산된다: 기준점 색채 변화 = $\sqrt{((a*_{\text{제품}})^2 + (b*_{\text{제품}})^2)}$.

[0058] 상기 기준점이 색채 좌표 a**=-2, b**=-2인 경우, 상기 기준점 색채 변화는 다음의 식에 의해 계산된다: 기준점

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

[0059] 상기 기준점이 기판의 색채 좌표인 경우, 상기 기준점 색채 변화는 다음의 식에 의해 계산된다: 기준점 색채 변화 = $\sqrt{((a^*_{\text{제품}} - a^*_{\text{기판}})^2 + (b^*_{\text{제품}} - b^*_{\text{기판}})^2)}.$

[0060] 일부 구현예에서, 상기 제품은 상기 기준점이 기판의 색채 좌표, 색채 좌표 $a^*=0$, $b^*=0$ 및 좌표 $a^*=-2$, $b^*=-2$ 중 어느 하나인 경우, 상기 기준점 색채 변화가 2 미만이도록 투과율 색채 (또는 투과율 색채 좌표) 및 반사율 색채 (또는 반사율 색채 좌표)를 나타낼 수 있다.

[0061] 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 약 0 내지 약 60 도 (또는 약 0 도 내지 약 40 도 또는 약 0 도 내지 약 30 도)의 범위에서 모든 입사 조명각에서 CIE L*, a*, b* 색채분석시스템에서 약 -5 내지 약 1, 약 -5 내지 약 0, 약 -4 내지 약 1, 또는 약 -4 내지 약 0 범위의 반사율(코팅된 표면에서만 단지 측정되는 바에 따라)에서의 b* 값을 나타낼 수 있다.

[0062] 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 약 0 내지 약 60 도 (또는 약 0 도 내지 약 40 도 또는 약 0 도 내지 약 30 도) 범위의 모든 입사 조명각에서 CIE L*, a*, b* 색채분석시스템에서 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 투과율(상기 제품의 코팅된 표면 및 마주보는 베어 표면에서 측정된 바에 따라)에서의 a* b* 값을 나타낼 수 있다. 투과율에서 b* 값의 하한은 약 -5일 수 있다.

[0063] 일부 구현예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하에서 약 0 도 내지 약 60 도 범위의 입사 조명각에서 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) 범위의 투과율(코팅된 표면 및 마주보는 베어 표면에서)에서의 a* 값을 나타낸다. 일부 구현예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하의 약 0 도 내지 약 60 도 범위의 입사 조명각에서 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) 범위의 투과율(코팅된 표면 및 마주보는 베어 표면에서)에서 a b* 값을 나타낸다.

[0064] 일부 구현예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하의 약 5 도 내지 약 60 도 범위의 입사 조명각에서 약 -5 내지 약 2 (예를 들어, -4.5 내지 1.5, -3 내지 0, -2.5 내지 0.25) 범위의 반사율(단지 코팅된 표면에서만)에서 a* 값을 나타낸다. 일부 구현예에서, 상기 제품은 광원 D65, A, 및 F2 하에 약 5 도 내지 약 60 도 범위의 입사 조명각에서 약 -7 내지 약 0의 범위의 반사율(코팅된 표면에서만)에서 b* 값을 나타낸다.

[0065] 하나 이상의 구현예의 제품은 상기 광파장 체제에 걸쳐 약 80% 이상 이상의 평균 투과율을 나타낼 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 상기 모든 광파장 체제에 걸쳐 약 82% 이상, 약 84% 이상, 약 86% 이상, 약 88% 이상, 약 90% 이상, 약 92% 이상, 약 94% 이상, 약 95% 이상, 또는 약 96% 이상의 평균 투과율을 나타낸다.

[0066] 하나 이상의 구현예에서, 상기 제품은 낮은 평균 반사율을 나타낸다. 예를 들어, 상기 제품은 상기 광파장 체제에 걸쳐 약 15% 이하(예를 들어, 약 20% 이하, 약 18% 이하, 약 16% 이하, 약 15% 이하, 약 14% 이하, 약 12% 이하, 약 10% 이하, 약 8% 이하, 약 6% 이하, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3% 이하, 약 2% 이하, 약 1% 이하, 또는 약 0.5% 이하)의 평균 반사율을 나타낼 수 있다.

[0067] 일부 구현예에서, 이들 평균 반사율 및 평균 투과율 값은 총 반사율 또는 총 투과율(상기 코팅된 표면(122) 및 마주보는 주표면(114) 상에서의 반사율 또는 투과율을 고려하여)일 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제품의 보고된 평균 반사율은 코팅된 표면(122) 상에서만 측정된 바에 따라(마주보는 표면에 대한 고려없이) 제품의 평균 단일-면 반사율일 수 있다. 다르게 특정되지 않는 한 평균 반사율은 수직으로부터 5도의 입사 조명각에서 측정되며, 평균 투과율은 수직 입사에서 측정된다.

[0068] 기판

[0069] 상기 기판(110)은 무기질 물질을 포함할 수 있으며, 비정질 기판, 결정성 기판 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 기판(110)은 인공 물질 및/또는 자연 발생 물질(예를 들어, 석영 및 폴리머)로부터 형성될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에서, 상기 기판(110)은 유기질로서 특성화될 수 있으며, 특히 폴리머일 수 있다. 적합한 폴리머의 예는 이에 한정되는 것은 아니나 다음을 포함한다: 폴리스티렌 (PS) (스티렌 코폴리머 및 블렌드를 포함하는), 폴리카보네이트 (PC) (코폴리머 및 블렌드를 포함하는), 폴리에스테르 (코폴리머 및 블렌드를 포함하는, 폴리에틸렌테레프탈레이트 및 폴리에틸렌테레프탈레이트 코폴리머를 포함하는), 폴리올레핀 (PO) 및 사이클릭폴리올레핀 (사이클릭-PO), 폴리비닐클로라이드 (PVC)를 포함하는 열가소성 수지, 폴리메틸 메타크릴레

이트(PMMA) (코폴리머 및 블렌드를 포함하는)를 포함하는 아크릴성 폴리머, 열가소성 우레탄 (TPU), 폴리에테르 이미드 (PEI) 및 이들 각각의 폴리머들의 블렌드. 다른 예시적인 폴리머는 에폭시, 스티렌성, 폐놀성, 멜라민, 및 실로콘 수지를 포함한다.

[0070] 일부 구체적인 구현예에서, 상기 기판(110)은 특별히 고분자, 플라스틱 및/또는 금속 기판을 배제할 수 있다. 상기 기판은 알칼리-포함 기판(즉, 기판이 하나 이상의 알칼리를 포함한다)으로서 특성화될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 상기 기판은 약 1.45 내지 약 1.55 범위의 굴절률을 나타낸다. 구체적인 구현예에서, 상기 기판(110)은 적어도 5, 적어도 10, 적어도 15, 또는 적어도 20 샘플을 사용한 볼-온-링 시험을 이용하여 측정된 바에 따라, 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 마주보는 주표면 상에서의 표면에서 평균 왜곡에 대한 실패(strain-to-failure)를 나타낼 수 있다. 구체적인 구현예에서, 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 마주보는 주표면 상의 표면에서 평균 왜곡에 대한 실패를 나타낼 수 있다.

[0071] 적합한 기판(110)은 약 30 GPa 내지 약 120 GPa의 범위에서 탄성 계수(또는 영률)를 나타낼 수 있다. 일부 경우에서, 기판의 탄성 계수는 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 GPa의 범위, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다.

[0072] 하나 이상의 구현예에서, 상기 비정질 기판은 강화되거나 또는 비-강화될 수 있는 유리를 포함할 수 있다. 적합한 유리의 예는 소다 라임 유리, 알칼리 알루미노실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리 및 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리를 포함한다. 일부 변형에서, 상기 유리는 산화리튬을 함유하지 않을 수 있다. 하나 이상의 대안적인 구현예에서, 상기 기판(110)은 유리 세라믹 기판(강화되거나 강화되지 않을 수 있는)과 같은 결정성 기판을 포함할 수 있거나, 또는 사파이어와 같은 단 결정성 구조를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구체적인 구현예에서, 상기 기판(110)은 비정질 베이스(예를 들어, 유리) 및 결정성 클래딩(예를 들어, 사파이어 층, 다결정성 알루미나 층 및/또는 스피넬(MgAl₂O₄) 층)을 포함한다.

[0073] 하나 이상의 구현예의 기판(110)은 상기 제품(본원에 기술된 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 측정된 바와 같은)의 경도 미만인 경도를 가질 수 있다. 상기 기판의 경도는 이에 한정되는 것은 아니나 베르코비치 압자 경도 시험 또는 비커스 경도 시험을 포함하는, 당해 분야에 공지된 방법을 사용하여 측정될 수 있다.

[0074] 상기 기판(110)은 실질적으로 평평하거나 또는 시트-형일 수 있으나, 다른 구현예가 곡선형 또는 다른 형상 또는 조각된 기판을 사용할 수 있다. 상기 기판(110)은 실질적으로 광학적으로 클리어하고, 투명하며 광 산란을 갖지 않을 수 있다. 이러한 구현예에서, 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 광파장 체제에 걸쳐 평균 광 투과를 나타낼 수 있다. 하나 이상의 대안적인 구현예에서, 상기 기판(110)은 불투명하거나 또는 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 광파장 체제에 걸쳐 평균 광 투과를 나타낼 수 있다. 일부 구현예에서, 이들 광 반사율 및 투과율 값은 총 반사율 또는 총 투과율(기판의 양 주표면 상의 반사율 또는 투과율을 고려한)일 수 있거나 또는 상기 기판의 단일 면 상에서 관찰될 수 있다(즉 마주보는 표면을 고려하지 않고, 단지 반사-방지 표면(122) 상에서만). 다르게 명시되지 않는 한, 상기 평균 반사율 또는 투과율은 0 도(그러나, 이러한 측정은 45 도 또는 60 도의 입사 조명각에서 제공될 수 있다)의 입사 조명각에서 측정된다. 상기 기판(110)은 흰색, 검정, 붉은색, 푸른색, 초록, 노랑, 오렌지 등과 같은 색채를 선택적으로 나타낼 수 있다.

[0075] 대안적으로 또는 선택적으로, 상기 기판(110)의 물리적 두께는 심미적이거나 및/또는 기능적인 이유로 하나 이상의 치수를 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 상기 기판(110)의 가장자리는 기판(110)의 좀 더 중심 영역에 비해 두꺼울 수 있다. 상기 기판(110)의 길이, 폭 및 물리적 두께 치수는 또한 제품(100)의 적용 또는 사용에 따라 달라질 수 있다.

[0076] 상기 기판(110)은 여러 가지 다른 공정을 사용하여 제공될 수 있다. 예를 들어, 상기 기판(110)이 유리와 같은 비정질 기판을 포함하는 경우, 다양한 형성 방법은 플로우트 유리 공정 및 용융 인발 및 슬롯 인발과 같은 하향-인발 공정을 포함할 수 있다.

[0077] 일단 형성되면, 기판(110)은 강화된 기판을 형성하기 위하여 강화될 수 있다. 본원에서 사용되는 바에 따라,

용어 "강화된 기판"은 예를 들어 기판의 표면에서 좀 더 작은 이온에 대해서 좀 더 큰 이온의 이온-교환을 통해 화학적으로 강화된 기판을 나타낼 수 있다. 그러나, 열 템퍼링과 같은 당해 분야에 공지된 다른 강화 방법, 또는 압축 응력 및 중심 인장 영역을 생성하기 위하여 기판의 부분들 사이에 열 팽창 계수의 불일치를 사용하는 것이 사용되어 강화된 기판을 형성할 수 있다.

[0078] 강화의 정도는 중심 인장(CT), 표면 압축 응력(CS) 및 압축의 깊이(DOC)의 파라미터에 기초하여 정량화될 수 있다. 상기 강화된 기판은 구체적으로 제1의 주표면(112) 및 제2의 주표면(114) 중 하나 또는 이들 모두에서부터 DOC까지 연장하는 CS 층(표면 CS 값을 가짐)을 포함한다. CT 층 또는 영역은 DOC로부터 기판의 중심 부분까지 연장한다. 본원에서 사용되는 바에 따라, DOC는 기판 내의 응력이 압축에서 인장으로 변화하는 깊이를 나타낸다. 상기 DOC에서, 응력은 양의 (압축) 응력에서부터 음의 (인장) 응력까지 가로지르며, 따라서 제로의 응력 값을 나타낸다.

[0079] 그러나, 본 설명을 통해서, 기판용 CS는 양의 또는 절대 값, 즉 본원에서 개시되는 바와 같이, $CS = |CS|$ 로서 표현된다.

[0080] 압축 응력(표면 CS를 포함하는)은 Orihara Industrial Co., Ltd. (Japan)에 의해 제조된, FSM-6000과 같은 상업적으로 입수 가능한 기구를 사용하여 표면 응력 미터(FSM)에 의해 측정된다. 표면 응력 측정은 응력 광학 계수(SOC)의 정확한 측정에 좌우되며, 이는 유리의 복굴절에 관련된다. 차례로 SOC는 "유리 응력-광학 계수를 측정하기 위한 표준 시험 방법"의 명칭으로 ASTM 표준 C770-16에 기술된 과정 C(유리 디스크 방법)에 따라 측정되며, 그 내용은 전체가 참고로서 포함된다.

[0081] DOC 및 CT 값은 당해 분야에 공지된 산란 광 편광기(SCALP)를 사용하여 측정된다.

[0082] 일 구현예에서, 강화된 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 강화된 기판은 10 μm 이상, 15 μm 이상, 20 μm 이상(예를 들어, 25 μm , 30 μm , 35 μm , 40 μm , 45 μm , 50 μm 이상)의 DOC 및/또는 10 MPa 이상, 20 MPa 이상, 30 MPa 이상, 40 MPa 이상(예를 들어, 42 MPa, 45 MPa, 또는 50 MPa 이상) 그러나 100 MPa 미만(예를 들어, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55 MPa 이하)의 CT를 가질 수 있다. 하나 이상의 구체적인 구현예에서, 상기 강화된 기판은 다음 중 하나 이상을 갖는다: 500 MPa 초과의 표면 CS, 15 μm 초과의 DOC, 및 18 MPa 초과의 CT.

[0083] 기판에 사용될 수 있는 예시적인 유리는 알칼리 알루미노실리케이트 유리 조성물 또는 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리 조성물을 포함할 수 있으나, 다른 유리 조성물이 고려된다. 이러한 유리 조성물은 이온 교환 공정에 의해 화학적으로 강화될 수 있다. 하나의 예시적인 유리 조성물은 SiO_2 , B_2O_3 및 Na_2O 를 포함하며, 여기서 $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3) \geq 66 \text{ mol. \%}$ 이고 $\text{Na}_2\text{O} \geq 9 \text{ mol. \%}$ 이다. 구현예에서, 상기 유리 조성물은 적어도 6 wt%의 알루미늄 산화물을 포함한다. 추가적인 구현예에서, 상기 기판은 알칼리 토 산화물의 함량이 적어도 5 wt%이도록 하나 이상의 알칼리토 산화물을 갖는 유리 조성물을 포함한다. 일부 구현예에서, 적합한 유리 조성물은 K_2O , MgO , 및 CaO 중 적어도 하나를 더욱 포함한다. 특정 구현예에서, 상기 기판에 사용되는 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.

[0084] 추가적인 기판에 적합한 예시적인 유리 조성물은 다음을 포함한다: 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 미만의 As_2O_3 ; 및 50 ppm 미만의 Sb_2O_3 ; 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.

[0085] 기판에 적합한 또 다른 예시적인 유리 조성물은 다음을 포함한다: 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 미만의 As_2O_3 ; 및 50 ppm 미만의 Sb_2O_3 ; 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.

[0086] 특정 구현예에서, 기판에 적합한 알칼리 알루미노실리케이트 유리 조성물은 알루미나, 적어도 하나의 알칼리 금

속, 및 일부 구현예에서 50 mol.% 초과의 SiO_2 , 다른 구현예에서 적어도 58 mol.% SiO_2 , 및 다른 구현예에서 적어도 60 mol.% SiO_2 를 포함하며, 여기서 비 $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)$ /개질제 (즉 개질제의 합)은 1을 초과하며, 상기 비에서 상기 성분들은 몰%로 표시되고 개질제는 알칼리 금속 산화물이다. 상기 유리 조성물은 특정 구현예에서 다음을 포함한다: 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 , 여기서 비 $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)$ /개질제(즉 개질제의 합)은 1을 초과한다.

[0087] 또 다른 구현예에서, 상기 기판은 다음을 포함하는 알칼리 알루미노실리케이트 유리 조성물을 포함할 수 있다: 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 , 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 $4 \text{ mol.\%} \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 10 \text{ mol.\%}$.

[0088] 대안적인 구현예에서, 상기 기판은 다음을 포함하는 알칼리 알루미노실리케이트 유리 조성물을 포함할 수 있다: 2 mol% 이상의 Al_2O_3 및/또는 ZrO_2 , 또는 4 mol% 이상의 Al_2O_3 및/또는 ZrO_2 .

[0089] 상기 기판(110)이 결정성 기판을 포함하는 경우, 상기 기판은 Al_2O_3 를 포함할 수 있는, 단 결정을 포함할 수 있다. 이러한 단 결정 기판은 사파이어로서 언급된다. 결정성 기판용으로 다른 적합한 물질은 다결정성 알루미나 층 및/또는 스피넬(MgAl_2O_4)을 포함한다.

[0090] 선택적으로, 상기 결정성 기판(110)은 유리 세라믹 기판을 포함할 수 있으며, 이는 강화되거나 비-강화될 수 있다. 적합한 유리 세라믹의 예는 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 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 -스포듀민 ss, 코디아라이트, 및 리튬 디실리케이트를 포함하는 지배적인 결정상을 포함하는 유리 세라믹을 포함할 수 있다. 상기 유리 세라믹 기판은 본원에 개시된 화학적 강화 공정을 사용하여 강화될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, MAS-시스템 유리 세라믹 기판은 Li_2SO_4 용융염에서 강화될 수 있으며, 이에 따라 Mg^{2+} 에 대한 2Li^+ 의 교환이 발생할 수 있다.

[0091] 하나 이상의 구현예에 따른 기판(110)은 약 100 μm 내지 약 5 mm의 범위의 물리적 두께를 가질 수 있다. 예시적인 기판(110)의 물리적 두께는 약 100 μm 내지 약 500 μm (예를 들어, 100, 200, 300, 400 또는 500 μm)의 범위이다. 추가적인 예시적인 기판(110)의 물리적 두께는 약 500 μm 내지 약 1000 μm 의 범위이다(예를 들어, 500, 600, 700, 800, 900 또는 1000 μm). 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 구체적인 구현예에서, 상기 기판(110)은 2 mm 이하 또는 1 mm 미만의 물리적 두께를 가질 수 있다. 상기 기판(110)은 표면 결점의 효과를 제거하거나 또는 감소시키기 위하여 산 연마되거나 또는 다르게 처리될 수 있다.

[0092] 하나 이상의 구현예에서, 상기 기판은 기판 투과율 색채 좌표 ($a^*\text{기판}, b^*\text{기판}$) 및 기판 반사율 색채 좌표 ($a^*\text{기판}, b^*\text{기판}$)를 가질 수 있으며, 여기서 상기 기판 투과율 색채 좌표 및 기판 반사율 색채 좌표는 (L^*, a^*, b^*) 색채 분석시스템에 있고, 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사로부터 5도의 입사 조명각에서 측정된다. 이러한 값들은 상술한 바와 같이, 제품의 기준점 색채 변화를 계산하기 위하여 사용될 수 있다.

[0093] 본 기재의 제3의 관점은 본원에 개시된 제품을 포함하는 소자에 관한 것이다. 예를 들어, 상기 소자는 디스플레이를 포함하거나 또는 강화된 박형 유리를 요구하는 모든 소자를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구현예에서 상기 소자는 휴대폰, 태블릿, mp3 플레이어, 네비게이션 소자 및 그 유사물과 같은 이동 소자, 또는 차량 정보/엔터테인먼트 시스템 내의 컴퓨터, 전자 디스플레이, 게시판, 판매시점관리시스템, 네비게이션 시스템 및 그 유사물과 같은 고정 소자를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 본원에 개시된 제품(100)은 건축 제품(벽, 고정물, 패널, 원도우, 등), 수송 제품(예를 들어, 글레이징 또는 자동차 적용에서의 인테리어 표면, 기차, 우주선, 원양 항해선, 등), 가전제품(예를 들어, 세탁기, 드라이어, 식기세척기, 냉장고 및 그 유사제품) 또는 소정의 과정 저항성을 요구하는 모든 제품에 포함될 수 있다.

[0094] 도 3에 도시된 바와 같이, 전자 소자(1000)는 본원에 기술된 하나 이상의 구현예에 따른 제품(100)을 포함할 수 있다. 상기 소자(1000)는 전면(1040), 후면(1060) 및 측면(1080)을 갖는 하우징(1020); 상기 하우징 내에 적어도 부분적으로 또는 전체적으로 있으며, 적어도 컨트롤러, 메모리를 포함하는 전기 부품(도시되지 않음), 및

상기 하우징의 전면에 또는 그에 인접한 디스플레이(1120)를 포함한다. 상기 제품(100)은 상기 디스플레이(1120) 위에 있도록 하우징의 전면에 또는 그 위에 배치되는 커버로서 도시된다. 일부 구현예에서, 상기 제품은 백 커버로서 사용될 수 있다.

[0095] 실시예

[0096] 다양한 구현예가 다음의 실시예에 의해 좀 더 명확해질 것이다.

[0097] 실시예 1-22

[0098] 실시예 1-22는 실리콘, 알루미늄, 산소 및 질소의 양이 변화된 조성물을 포함하는 광학적으로 투명한 물질의 단일 층을 포함하였다. 상기 층은 AJA-Industries에 의해 공급된 진공 챔버에서 물리 기상 증착 공정을 사용하여, 1 mm의 두께를 갖는 화학적으로 강화된 알칼리 알루미노실리케이트 유리 기판 상에 형성되었다. 실시예 1-22 각각에 대한 증착 조건, 결과적인 두께(nm) 및 성장속도(GR) (nm/초)를 표 1에 나타낸다. 상기 층들을 실리콘 소스(타겟)용 RF 스퍼터링과 결합된 알루미늄 소스(타겟)용 DC 반응성 스퍼터링을 사용하여 형성하였다. 상기 타겟은 3" 직경의 실리콘 및 3" 직경의 알루미늄이었다. 두 개의 알루미늄 타겟이 존재하고(이들 모두는 DC 여기(DC excitation)를 사용하고), 하나의 실리콘 타겟은 RF 여기를 사용하였다. 반응 가스는 질소 및 산소이며, "작업(working)"(또는 불활성) 가스는 아르곤이었다. 상기 실리콘에 공급된 파워(와트로)는 13.56 Mhz에서의 고주파(RF)였다. 상기 알루미늄에 공급된 파워는 DC(와트로)였다.

[0099] 표 2는 측정된 굴절률 n (550 nm의 파장에서), 흡광 계수 k (400 nm의 파장 및 또한 300 nm의 파장에서), 2 마이크로미터 x 2 마이크로미터의 이미징 영역으로부터의 Ra 거칠기 (AFM에 의해 측정된 바와 같은), 압축 응력 (본원에 개시된 바와 같이 측정됨), 및 최대 경도 (100 nm 깊이 이상에 대해 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 측정된 바와 같은)를 나타낸다. 표 3는 원자%로 실리콘, 알루미늄, 산소 및 질소의 조성물을 나타낸다.

표 1

실시 예	물질	Ar (sccm)	N2 (sccm)	O2 (sccm)	파워 Al (W)	파워 Si (W)	압력 (mtorr)	두께 (nm)	GR (nm/s)
1	SiAlN	30	40	0	300	100	1.5	440.6	0.113
2	SiAlON	30	40	0.4	300	100	1.5	449.3	0.109
3	SiAlON	30	40	1	300	100	1.5	433.7	0.098
4	SiAlN	30	40	0	300	200	1.5	426.0	0.123
5	SiAlON	30	40	0.4	300	200	1.5	458.1	0.117
6	SiAlON	30	40	1	300	200	1.5	439.9	0.110
7	SiAlN	30	40	0	300	300	1.5	420.0	0.133
8	SiAlON	30	40	0.4	300	300	1.5	462.8	0.130
9	SiAlON	30	40	1	300	300	1.5	462.2	0.126
10	SiAlN	30	40	0	300	400	1.5	527.8	0.152
11	SiAlON	30	40	0.4	300	400	1.5	526.1	0.149
12	SiAlON	30	40	1	300	400	1.5	521.6	0.142
13	SiAlN	30	40	0	200	400	1.5	465.9	0.105
14	SiAlON	30	40	0.4	200	400	1.5	352.1	0.076
15	SiAlON	30	40	1	200	400	1.5	478.5	0.101
16	SiAlN	30	40	0	100	400	1.5	496.4	0.072
17	SiAlON	30	40	0.4	100	400	1.5	480.6	0.067
18	SiAlON	30	40	1	100	400	1.5	482.5	0.067
19	SiN	30	40	0	0	400	1.5	540.3	0.046
20	SiON	30	40	0.4	0	400	1.5	534.5	0.047
21	SiON	30	40	1	0	400	1.5	512.4	0.050
22	SiAlN	30	30	0	300	400	1.5	482.6	0.200

[0100] [표 1] 실시예 1-22에 대한 증착 조건

표 2

실시예	필름의 n @ 2.255 eV	필름의 k @ 3.1 eV	필름의 k @ 4.133 eV	AFM RA 2um	필름 응력 (MPa)	경도 (GPa)
1	2.04729	<1e-4	0.000626	3.81	534.6	13.9
2	1.99214	<1e-4	0.002	1.44	897.1	17.2
3	1.96256	<1e-4	0.00221	1.83	-270.2	16.3
4	2.09175	<1e-4	0.00743	2.63	767.9	19.6
5	2.04141	<1e-4	0.0039	0.80	386.0	20
6	1.99751	<1e-4	0.00206	1.27	-588.1	17
7	2.10067	<1e-4	0.00819	0.61	601.3	21.1
8	2.0683	<1e-4	0.00389	1.07	-126.0	19.5
9	2.03326	<1e-4	0.00299	0.79	-897.3	16.9
10	2.11042	<1e-4	0.0081	1.57	-217.4	17
11	2.08029	<1e-4	0.00433	0.97	-379.6	19.9
12	2.03366	<1e-4	0.00251	0.54	-775.5	16.6
13	2.11348	<1e-4	0.00434	1.60	-994.4	20.9
14	2.03651	<1e-4	0	0.41	-1162.9	17
15	1.98214	<1e-4	3.22E-05	0.59	-1044.6	15.5
16	2.09316	<1e-4	0.00238	0.67	-1433.3	18.7
17	1.97308	<1e-4	3.39E-05	0.55	-1437.3	16.8
18	1.87359	<1e-4	0	0.34	-1044.8	15.2
19	2.05752	<1e-4	0.00429	0.19	-1909.1	20.8
20	1.89874	<1e-4	0	0.32	-1442.5	17.6
21	1.73335	<1e-4	0	0.29	-957.0	13.8
22	2.11591	<1e-4	0.01125	0.87	46.55691	20.8

[0102]

[표 2] 실시예 1-22의 성질

표 3

실시예	Si (at%)	Al (at%)	O (at%)	N (at%)
1	1.1	49.4	1.4	48.1
2	0.8	50.1	7.9	41.2
3	1.6	48.0	14.1	36.3
4	4.1	45.6	0.0	50.3
5	4.3	45.5	4.8	45.4
6	5.1	43.9	11.1	39.9
7	7.9	41.4	0.2	50.5
8	8.6	41.0	3.4	47.0
9	8.5	40.3	8.7	42.5
10	11.6	37.6	0.4	50.4
11	11.5	37.5	2.9	48.2
12	11.7	36.8	7.2	44.3
13	16.6	32.1	0.0	51.4
14	24.9	23.5	4.7	46.9
15	17.0	31.4	9.5	42.2
16	26.7	21.2	0.0	52.0
17	30.3	17.4	7.0	45.2
18	28.8	18.3	15.8	37.1
19	47.0	0.0	0.0	53.0
20	47.9	0.0	10.1	41.9
21	47.2	0.0	27.8	24.9
22	11.1	38.8	0.0	50.2

[0104]

[표 3] 실시예 1-22의 조성물

[0105]

상기에 나타낸 바와 같이, 실시예 8 및 22는 낮은 압축 응력 및 낮은 Ra 거칠기를 나타내었다.

[0107]

실시예 23-27

[0108]

실시예 23-27은 실리콘, 알루미늄, 산소 및 질소를 갖는 조성물을 포함하는 광학적으로 투명한 물질의 단일 층이었으며, 여기서 실리콘의 양은 실시예 23에서 실시예 27까지 증가된다. 상기 층들은 실시예 1-22와 같이 진공 챔버 및 물리적 기상 증착 공정을 사용하여 동일한 기판 상에 형성되었다. 상기 층들은 알루미늄 소스 또는 타겟(단일 알루미늄 타겟)용 RF와 결합된 DC 반응성 스퍼터링("RF 중첩 DC라 부름), 및 실리콘 소스 또는 타겟용 RF 여리를 사용하여 형성되었다. 타겟은 3" 직경 실리콘 및 3" 직경 알루미늄이었다. 상기 반응성 가스는 질소 및 산소였고, "작업"(또는 불활성) 가스는 아르곤이었다. 상기 실리콘에 공급된 파워(와트로)는 13.56 Mhz에서의 고주파였다. 상기 알루미늄에 공급된 파워는 DC(와트로)였다.

[0109]

표 4는 실시예 23-27 각각에 대한 증착 조건을 나타낸다. 도 4는 좌축 상에 경도(GPa) 및 우축 상에 비율 E/H(GPa로 GPa/경도로서의 영률)을 나타내며, 이들 모두는 실리콘 타겟에 공급된 파워(와트로)의 함수로서 나타낸다. 표 5는 실시예 23-27 각각에 대해서 측정된 경도, 영률, E/H, 두께 (nm), 굴절률 (550 nm의 파장에서), 400 nm의 파장 및 300 nm의 파장에서의 흡광 계수, 및 압축 응력(Pa)을 나타낸다.

표 4

실시예	증착 시간 (초)	Ar (sccm)	N2 (sccm)	O2 (sccm)	Al 파워 (RF) (W)	Al 파워 (DC) (W)	Si 파워 (RF) (W)	압력 (mtoorr)
23	9000	30	30	0.5	200	300	500	4
24	9000	30	30	0.5	200	300	400	4
25	9000	30	30	0.5	200	300	300	4
26	9000	30	30	0.5	200	300	200	4
27	9000	30	30	0.5	200	300	100	4

[0110]

[표 4] 실시예 23-27에 대한 증착 조건

표 5

실시예	H	E	H/E	두께	n	k @ 400 nm	k @ 300 nm	필름 응력
23	17	220	0.0766	201.2	2.105	0.045	0.068	-54
24	15.4	200	0.0772	869.3	2.051	0.013	0.023	-94
25	15.5	200	0.0775	752.8	2.025	0.012	0.019	-11
26	15.4	200	0.0767	606.9	2.036	0	0.009	72
27	13.8	180	0.0873	528.4	1.925	0	0.002	29

[0112]

[표 5] 실시예 23-27에 대한 경도 (H) (GPa), 영률 (E) (GPa), H/E, 두께 (nm), 굴절률 (n)(550 nm의 파장에서) 및 400 nm의 파장 및 300 nm의 파장에서의 흡광 계수 (k), 필름 응력 (MPa)

[0113]

실시예 28-43

[0114]

실시예 28-43은 다양한 조성물을 포함하는 물질의 단일 층이었다. 상기 층들은 실시예 23-27에서와 동일한 물리 기상 증착 공정 및 진공 챔버를 사용하여 형성되었다. 상기 층들은 알루미늄 소스용(단일 Al 타겟이었음) RF 결합된 DC 반응성 스퍼터링("RF 중첩 DC"라 부름) 및 실리콘 소스 또는 타겟용 FR 여리를 사용하여 형성되었다. 상기 타겟은 3" 직경의 실리콘 및 3" 직경의 알루미늄이었다. 상기 반응성 가스는 질소 및 산소였고, "작업"(또는 불활성) 가스는 아르곤이었다. 상기 실리콘에 공급된 파워(와트로)는 13.56 Mhz에서의 고주파(RF)였다. 상기 알루미늄에 공급된 파워는 DC(와트로)였다.

[0115]

표 6은 실시예 28-43 각각에 대한 증착 조건을 나타낸다. 도 5는 샘플 각각의 거칠기(Ra)를 나타낸다.

표 6

실 시 예	증 착 시간 (초)	Ar (sccm)	N2 (sccm)	O2 (sccm)	Al 과 워 (RF) (W)	Al 과 워 (DC) (W)	Si 과 워 (RF) (W)	압 력 (mtorr)	바 이 어 스
28	9000	30	15	0.25	200	300	0	4	0
29	9000	30	30	0.25	220	330	0	4	0
30	9000	30	30	0.25	200	300	0	4	0
31	9000	30	30	0.5	200	300	300	4	0
32	4128	30	30	0.5	200	300	500	2	0
33	4128	30	30	0.5	240	300	500	2	40
34	4128	30	30	0.25	240	300	550	1.5	40
35	9000	20	15	0.5	220	330	0	5	40
36	9000	30	15	0.5	160	240	0	5	40
37	9000	20	40	0.25	160	240	550	5	0
38	9000	30	30	0.5	300	200	500	3	0
39	9000	15	30	0.25	300	200	550	2.5	0
40	9000	30	30	0.5	200	300	500	2	0
41	9000	30	30	0.25	200	300	500	5	0
42	9000	30	30	0	300	200	0	4	40

[0117]

[표 6] 실시예 28-43에 대한 증착 조건

[0119]

본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다양한 변형 및 변화가 이루어질 수 있음이 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 예를 들어, 상기 변화는 다음의 구현예를 포함할 수 있다.

[0120]

구현예 1. 광학적으로 투명한 물질로서, 다음을 포함함:

[0121]

실리콘, 알루미늄, 및 질소를 포함하는 조성물;

[0122]

약 2 마이크로미터의 두께를 갖는 물질을 통해서 측정된 바에 따른, 약 380 nm 내지 약 780 nm 범위에서의 광파장 체제에 걸쳐, 약 80% 이상 평균 투과율 및 약 1×10^{-3} 미만의 400 nm의 파장에서의 흡광 계수 (k);

[0123]

약 100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 약 400nm의 두께를 갖는 물질의 주표면 상에서 측정된 바에 따른 약 12 GPa 이상의 고유 최대 경도.

[0124]

구현예 2. 구현예의 1의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 조성물은 산소를 더욱 포함한다.

[0125]

구현예 3. 구현예의 1 또는 구현예 2의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 물질은 기판 상에 배치되는 경우 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa 범위의 압축 응력을 포함한다.

[0126]

구현예 4. 구현예 3의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 압축 응력은 약 -300 MPa 내지 약 100 MPa 범위이다.

[0127]

구현예 5. 전술한 구현예 중 어느 하나의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 물질은 550 nm의 파장에서 측정된 바에 따라, 약 2.0 이상의 굴절률을 포함한다.

[0128]

구현예 6. 전술한 구현예 중 어느 하나의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 물질은 2 마이크로미터 × 2 마이크로미터의 치수를 갖는 이미징 영역을 따라 주표면 상에서 원자력현미경에 의해 측정된 바에 따라 1.5 nm 미만의 거칠기 (Ra)를 포함한다.

[0129]

구현예 7. 광학적으로 투명한 물질로서, 다음을 포함함:

[0130]

실리콘, 알루미늄, 산소, 및 질소를 포함하는 조성물, 여기서 실리콘은 약 25 원자% 이하의 양으로 존재하며, 산소는 약 0 원자% 내지 약 15 원자%의 양으로 존재함;

[0131]

2 마이크로미터의 두께를 갖는 물질을 통해서 측정된 바에 따라, 약 380 nm 내지 약 780 nm 범위에서의 광파장 체제에 걸쳐 약 80% 이상의 평균 투과율;

[0132]

약 100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 약 400 nm의 두께를 갖는 물질의 주표면

상에서 측정된 바에 따라 약 12 GPa 이상의 고유 최대 경도.

[0133] 구현예 8. 구현예 7의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 조성물은 약 5 원자% 내지 약 25 원자% 범위의 양의 실리콘, 약 25 원자% 내지 약 45 원자% 범위의 양의 알루미늄, 약 0 원자% 내지 약 15 원자% 범위의 양의 산소, 및 약 35 원자% 내지 약 50 원자% 범위의 양의 질소를 포함한다.

[0134] 구현예 9. 구현예 7의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 조성물은 약 7 원자% 내지 약 17 원자% 범위의 양의 실리콘, 약 33 원자% 내지 약 43 원자% 범위의 양의 알루미늄, 약 0 원자% 내지 약 10 원자% 범위의 양의 산소, 및 약 40 원자% 내지 약 50 원자% 범위의 양의 질소를 포함한다.

[0135] 구현예 10. 구현예 7-9 중 어느 하나의 물질로서, 상기 조성물은 적어도 약 0.1 원자% 산소를 포함한다.

[0136] 구현예 11. 구현예 7-10 중 어느 하나의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 물질은 기판 상에 배치되는 경우 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa 범위의 압축 응력을 포함한다.

[0137] 구현예 12. 구현예 7-11 중 어느 하나의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 물질은 약 400 nm의 두께를 갖는 물질을 통해서 측정된 바에 따라, 약 1×10^{-3} 미만의 400 nm의 파장에서 흡광 계수 (k)를 포함한다.

[0138] 구현예 13. 구현예 7-12 중 어느 하나의 광학적으로 투명한 물질로서, 상기 물질은 550 nm의 파장에서 측정된 바에 따라, 약 2.0 이상의 굴절률을 포함한다.

[0139] 구현예 14. 구현예 7-13 중 어느 하나의 광학적으로 투명한 물질로서, 2 마이크로미터 \times 2 마이크로미터의 치수를 갖는 이미징 영역을 따른 주표면 상에서 원자력현미경에 의해 측정된 바에 따라 1.5 nm 미만의 거칠기 (R_a)를 포함한다.

[0140] 구현예 15. 제품으로서,

[0141] 주표면, 기판 투과율 색채 좌표(a^* 기판, b^* 기판) 및 기판 반사율 색채 좌표 (a^* 기판, b^* 기판)를 포함하는 기판, 여기서 상기 기판 투과율 색채 좌표 및 기판 반사율 색채 좌표는 (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템이고 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사로부터 5도의 입사 조명각에서 측정됨; 및

[0142] 코팅된 표면을 형성하는 주표면 상에 배치되는 약 200 nm 내지 약 3 마이크로미터 범위의 두께를 갖는 광학 필름을 포함하며, 상기 광학 필름은 실리콘, 알루미늄 및 질소를 포함하는 광학적으로 투명한 물질을 포함하며,

[0143] 여기서, 상기 제품은 약 100 nm 이상의 압입 깊이를 따른 베르코비치 압자 경도 시험에 의해 코팅된 표면 상에서 측정된 바에 따라 약 12 GPa 이상의 최대 경도를 나타내며;

[0144] 여기서, 상기 제품은 약 380 nm 내지 약 780 nm 범위의 광파장 체계에 걸쳐 약 8% 이하의 코팅된 표면에서 측정된 단일 면 평균 명소시 반사율을 나타내며, 다음 중 어느 하나 또는 둘 모두를 포함한다:

[0145] 기준점에서 약 2 미만의 기준점 색채 변화를 포함하는, 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사의 입사 조명각에서 측정되는 경우 (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템에서의 제품 투과율 색채 좌표, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$) 및 상기 기판 투과율 색채 좌표 중 하나를 포함함, 및

[0146] 반사-방지 표면에서 측정된 바에 따라 기준점에서 약 5 미만의 기준점 색채 변화를 나타내는, 국제삼색기법 광원 하에서 수직 입사로부터 5도의 입사 조명각에서 코팅된 표면에서 측정된 경우 (L^* , a^* , b^*) 색채분석시스템에서의 제품 반사율 색채 좌표, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$), 색채 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$), 및 상기 기판 반사율 색채 좌표 중 적어도 하나를 포함함,

[0147] 여기서, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=0$, $b^*=0$)이고, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{\text{제품}})^2 + (b^*_{\text{제품}})^2)}$ 에 의해 정의되며,

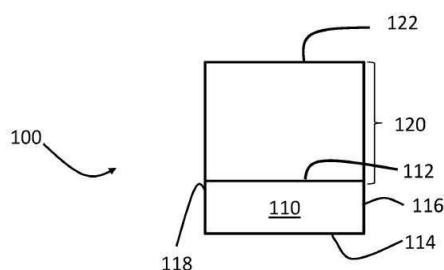
[0148] 여기서, 상기 기준점은 색채 좌표 ($a^*=-2$, $b^*=-2$)이고, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{\text{제품}}+2)^2 + (b^*_{\text{제품}}+2)^2)}$ 에 의해 정의되며, 그리고

[0149] 여기서, 상기 기준점은 상기 기판의 색채 좌표이고, 상기 색채 변화는 $\sqrt{((a^*_{\text{제품}} - a^*_{\text{기판}})^2 + (b^*_{\text{제품}} - b^*_{\text{기판}})^2)}$ 에 의해 정의된다.

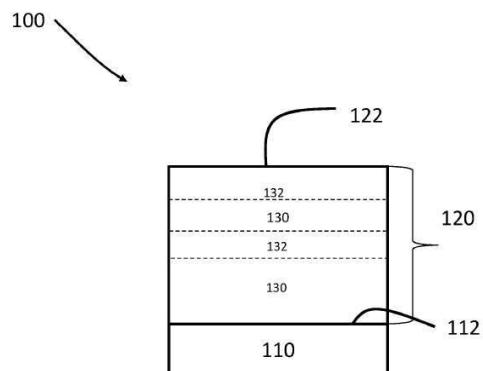
- [0150] 구현예 16. 구현예 15의 제품으로서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 산소를 더욱 포함한다.
- [0151] 구현예 17. 구현예 15 또는 구현예 16의 제품으로서, 상기 광학적으로 투명한 물질은 약 -1000 MPa 내지 약 100 MPa 범위의 압축 응력을 포함한다.
- [0152] 구현예 18. 구현예 15-17 중 어느 하나의 제품으로서, 상기 광학적으로 투명한 제품은 제1의 층을 포함하며, 상기 광학 필름은 제2의 층을 더욱 포함한다.
- [0153] 구현예 19. 구현예 18의 제품으로서, 상기 제1의 층은 상기 기판의 주표면 상에 배치되며, 상기 제2의 층은 상기 제1의 층 상에 배치된다.
- [0154] 구현예 20. 구현예 18의 제품으로서, 상기 제2의 층은 상기 기판의 주표면 상에 배치되며, 상기 제1의 층은 상기 제2의 층 상에 배치된다.
- [0155] 구현예 21. 구현예 18의 제품으로서, 상기 투명한 물질은 상기 제2의 층의 굴절률보다 큰 굴절률을 포함하며, 여기서, 상기 광학 필름은 교호로 복수의 제1의 층 및 제2의 층을 포함한다.
- [0156] 구현예 22. 구현예 15-21 중 어느 하나의 제품으로서, 상기 제품의 단일 면의 평균 명소시 반사율은 약 6도 내지 약 40도 범위의 시야각에서 광파장 체제에 걸쳐 약 2% 이하이다.
- [0157] 구현예 23. 구현예 15-22 중 어느 하나의 제품으로서, 상기 기판은 비정질 기판 또는 결정성 기판을 포함한다.
- [0158] 구현예 24. 구현예 15-23 중 어느 하나의 제품으로서, 상기 기판은 약 60 GPa 이상의 영률을 포함한다.
- [0159] 구현예 25. 구현예 15-24 중 어느 하나의 제품으로서, 상기 비정질 기판은 소다 라임 유리, 알칼리 알루미노실리케이트 유리, 알칼리 힘유 보로실리케이트 유리 및 알칼리 알루미노보로실리케이트 유리로 이루어진 군으로부터 선택된 유리를 포함한다.
- [0160] 구현예 26. 구현예 25의 제품으로서, 상기 유리는 강화되며, 상기 강화된 유리의 표면에서부터 약 10 μm 이상의 압축의 깊이까지 연장하는 적어도 200 MPa의 표면 압축 응력 (CS)을 갖는 압축 응력 층을 포함한다.
- [0161] 구현예 27. 구현예 15-26 중 어느 하나의 제품으로서, 상기 제1의 층은 약 0.4 마이크로미터 내지 약 3 마이크로미터의 범위의 두께를 포함한다.
- [0162] 구현예 28. 소자로서,
- [0163] 전면, 후면 및 측면을 갖는 하우징;
- [0164] 상기 하우징의 내부에 적어도 부분적으로 있는 전기 부품;
- [0165] 상기 하우징의 전면 또는 이에 인접한 디스플레이; 및
- [0166] 상기 디스플레이 위에 배치된 커버 제품을 포함하며,
- [0167] 여기서 상기 커버 제품은 구현예 15 내지 27 중 어느 하나의 제품을 포함한다.

도면

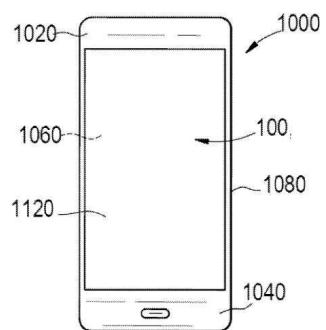
도면1



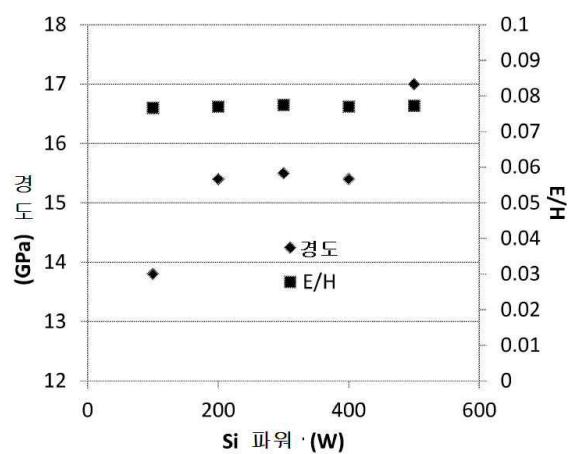
도면2



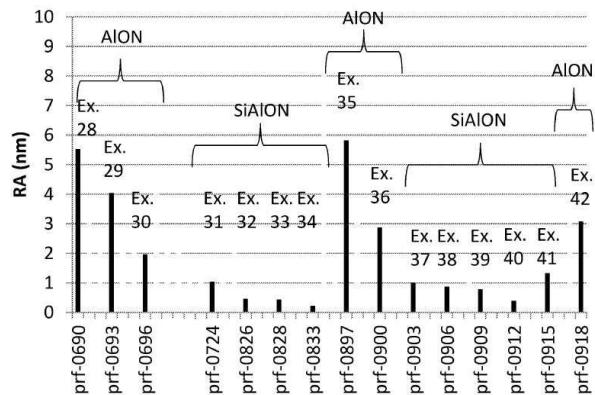
도면3



도면4



도면5



도면6

