



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월29일
(11) 등록번호 10-2549608
(24) 등록일자 2023년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 3/087 (2006.01) C03C 10/00 (2006.01)
C03C 3/091 (2006.01) C03C 3/093 (2006.01)
C03C 4/00 (2006.01) F21V 8/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
C03C 3/087 (2013.01)
C03C 10/0036 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7010865
(22) 출원일자(국제) 2017년09월14일
심사청구일자 2020년08월11일
(85) 번역문제출일자 2019년04월16일
(65) 공개번호 10-2019-0055156
(43) 공개일자 2019년05월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/051483
(87) 국제공개번호 WO 2018/053078
국제공개일자 2018년03월22일
(30) 우선권주장
62/395,406 2016년09월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20150368146 A1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트
플라자
(72) 발명자
론로쓰 나자 테레시아
핀란드 00550 헬싱키 벨라몽카투 3브 아1
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

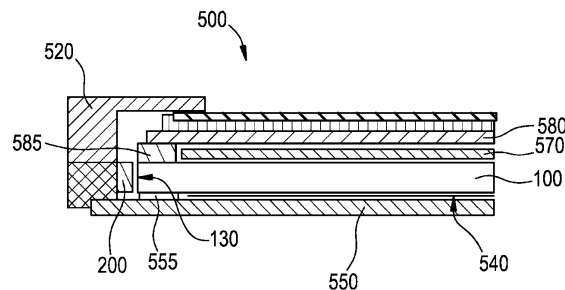
심사관 : 김지은

(54) 발명의 명칭 개질제로서 알칼리 토류 산화물들을 갖는 고투과 유리들

(57) 요약

도광판들을 제조하기 위한 화합물들, 조성들, 물품들, 장치들 및 방법들 및 유리로부터 제조되는 그러한 도광판들을 포함하는 백라이트 유닛들. 일부 실시예들에 있어서, PMMA로 제조된 도광판들과 유사하거나 이보다 우수한 광학적 성질들을 갖고, PMMA 도광판과 비교할 때 강성, CTE 및 고습 조건들에서의 치수 안정성과 같은 특출한 기계적 성질들을 갖는 도광판들(light guide plates, LGPs)이 제공된다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

C03C 10/0045 (2013.01)

C03C 3/091 (2013.01)

C03C 3/093 (2013.01)

C03C 4/0092 (2013.01)

C03C 4/0092 (2013.01)

G02B 6/0001 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2013212943 A

JP2015134720 A

KR1020110066225 A

W02015068741 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

유리 물품으로서,

폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엣지들을 형성하는 유리 시트를 포함하고,

상기 유리 시트는:

74 몰% 내지 77 몰% 사이의 SiO_2 ,

3 몰% 내지 6 몰% 사이의 Al_2O_3 ,

0 몰% 내지 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 ,

4 몰% 내지 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임),

11 몰% 내지 16 몰% 사이의 RO (여기서 R은 Mg, Ca, 또는 Sr 중 임의의 하나 이상임),

0 몰% 내지 4 몰% 사이의 ZnO , 및

0 몰% 내지 1.7 몰% 사이의 ZrO_2 ,

를 포함하고,

SrO , MgO 및 CaO 의 몰%가 서로의 1.0 몰% 이내의 범위에 속하는 유리 물품.

청구항 2

유리 물품으로서,

폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엣지들을 형성하는 유리 시트를 포함하고,

상기 유리 시트는:

74 몰% 내지 77 몰% 사이의 SiO_2 ,

3 몰% 내지 6 몰% 사이의 Al_2O_3 ,

0 몰% 내지 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 ,

4 몰% 내지 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임),

11 몰% 내지 16 몰% 사이의 RO (여기서 R은 Mg, Ca, Sr 또는 Ba 중 임의의 하나 이상임),

0 몰% 내지 4 몰% 사이의 ZnO , 및

0 몰% 내지 1.7 몰% 사이의 ZrO_2 ,

를 포함하고,

상기 유리 시트는 BaO 를 포함하고, SrO , BaO , MgO 및 CaO 의 몰%가 서로의 1.0 몰% 이내의 범위에 속하는 유리 물품.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

R_2O/R_0 가 0.38 내지 0.53 사이인 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 0.005 미만 (< 0.005)의 컬러 시프트를 갖는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 600°C보다 더 큰 변형 온도를 갖는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 650°C보다 더 큰 어닐링 온도를 갖는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 $55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 내지 $64 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 의 CTE를 갖는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 2.51 gm/cc @ 20 °C 내지 2.64 gm/cc @ 20 °C의 밀도를 갖는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리 물품이 도광판인 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 도광판의 두께가 0.2 mm 내지 8 mm인 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 도광판이 퓨전 드로우 공정, 슬롯 드로우 공정, 또는 플로우트 공정에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 각각을 20 ppm 미만으로 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 총합을 20 ppm 미만으로 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유리는 Fe를 20 ppm 미만, Co를 5 ppm 미만, 그리고 Ni을 5 ppm 미만으로 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 15

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

$Al_2O_3/R_2O < 1$ 인 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 16

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

Al_2O_3 는 $R_2O \pm 0.05$ 와 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 유리 물품.

청구항 17

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

적어도 500 mm 길이에 대하여 450 nm에서의 투과도가 85% 이상이거나, 적어도 500 mm 길이에 대하여 550 nm에서의 투과도가 90% 이상이거나, 또는 적어도 500 mm 길이에 대하여 630 nm에서의 투과도가 85% 이상, 및 이들의 조합들인 것을 특징으로 하는 유리 물품.

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

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 개질제로서 알칼리 토류 산화물들을 갖는 고투과 유리들에 관한 것이다.

[0002] <관련 출원의 상호 참조>

[0003] 본 출원은 2016년 9월 16일에 출원된 미국 가출원 제62/395406호의 35 U.S.C. § 119 하의 우선권의 이익을 주장하며, 그 내용은 보증되며 그 전체가 참조에 의해 본 명세서에 결합된다.

배경 기술

[0004] 종래의 측면 발광(side lit) 백라이트 유닛들은 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate, PMMA)와 같은 고투과성의 플라스틱 물질들로 대개 제조되는 도광판(light guide plate, LGP)을 포함한다. 이러한 플라스틱 물질들이 비록 광 투과도와 같은 성질에 있어서 우수한 성질들을 제공하지만, 이러한 물질들은 강성(rigidity), 열팽창계수(coefficient of thermal expansion, CTE), 및 수분 흡수성과 같은 기계적 성질들이 비교적 미흡하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 강성, CTE, 및 수분 흡수성의 관점에서 특출한 기계적 성능을 보일 뿐만 아니라 광 투과성, 반전 현상(solarization), 산란, 및 광 커플링의 관점에서 개선된 광학적 성능을 달성하는 속성들을 갖는 개선된 도광판을 제공한다면 바람직할 것이다.

[0006] 또한, 제조 공정에서 불리성들을 감소시키기 위하여, 그리고 제조 공정에서 유동성을 증가시키기 위하여 덜 비싼 원료 물질들을 사용하여 위의 속성들과 성능을 제공한다면 바람직할 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 일부 실시예들에 있어서, 본 발명 주제의 태양들은 도광판들을 제조하기 위한 화합물들, 조성들, 물품들, 장치들 및 방법들 및 유리로부터 제조되는 그러한 도광판을 포함하는 백라이트 유닛들에 관한 것이다. 일부 실시예들에 있어서, PMMA로 제조된 도광판들과 유사하거나 이보다 우수한 광학적 성질들을 갖고, PMMA 도광판과 비교할 때 강성, CTE 및 고습 조건들에서의 치수 안정성과 같은 특출한 기계적 성질들을 갖는 도광판들(light guide plates, LGPs)이 제공된다.

[0008] 본 발명 주제의 원리들 및 실시예들은 백라이트 유닛에 사용되기 위한 도광판에 관한 일부 실시예들에 관계된다. 일부 실시예들에 있어서, 도광판 또는 유리 물품은, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인

배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엷지들을 형성하는 유리 시트를 포함할 수 있다. 상기 유리 시트는 약 74 몰% 내지 약 77 몰% 사이의 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임), 약 11 몰% 내지 약 16 몰% 사이의 RO(여기서 R은 Mg, Ca, Sr 또는 Ba 중 임의의 하나 이상임), 약 0 몰% 내지 약 4 몰% 사이의 ZnO, 및 약 0 몰% 내지 약 1.7 몰% 사이의 ZrO_2 를 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 0.005 미만 (< 0.005)의 컬러 시프트를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 600°C보다 더 큰 변형 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 650°C보다 더 큰 어닐링 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 $55 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 내지 약 $64 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 의 CTE를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 2.51 gm/cc @ 20 °C 내지 약 2.64 gm/cc @ 20 °C의 밀도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 물품은 도광판이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 도광판의 두께는 약 0.2 mm 내지 약 8 mm이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 도광판이 퓨전 드로우 공정, 슬롯 드로우 공정, 또는 플로우트 드로우 공정에 의해 제조된다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 각각을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 총합을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Fe를 약 20 ppm 미만, Co를 약 5 ppm 미만, 그리고 Ni을 약 5 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O} < 1$ 이다. 일부 실시예들에 있어서, Al_2O_3 는 $\text{R}_2\text{O} \pm 0.05$ 와 실질적으로 동일하다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 BaO를 포함하지 않고, SrO, MgO 및 CaO의 몰%는 서로의 1.0 몰% 이내이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 BaO를 포함하고, SrO, BaO, MgO 및 CaO의 몰%는 서로의 1.0 몰% 이내이다. 일부 실시예들에 있어서, T35kP 온도는 1200 °C 이상이다. 일부 실시예들에 있어서, T200P 온도는 1700°C 이하이다. 일부 실시예들에 있어서, 적어도 500 mm 길이에 대하여 450 nm에서의 투과도가 85% 이상이거나, 적어도 500 mm 길이에 대하여 550 nm에서의 투과도가 90% 이상이거나, 또는 적어도 500 mm 길이에 대하여 630 nm에서의 투과도가 85% 이상, 및 이들의 조합들이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 시트는 화학적으로 강화된 것이다. 일부 실시예들에 있어서, $\text{R}_2\text{O}/\text{RO}$ 가 약 0.3과 약 1.0 사이이고 약 1.0 미만이다. 일부 실시예들에 있어서, $\text{R}_2\text{O}/\text{RO}$ 가 약 0.38 내지 약 0.53 사이이다. 일부 실시예들에 있어서, $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{R}_2\text{O}$ 가 -2 내지 0.5 사이이다.

[0009]

다른 실시예들에 있어서, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엷지들을 형성하는 유리 시트를 포함하는 유리 물품이 제공된다. 여기서 상기 유리 시트는 약 74 몰%보다 더 큰 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임)를 포함하고, $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{R}_2\text{O}$ 가 약 -2 내지 약 0.5 사이이다. 추가적인 실시예들에서, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엷지들을 형성하는 유리 시트를 포함하는 유리 물품이 제공된다. 여기서, 상기 유리 시트는 약 74 몰%보다 더 큰 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임), 약 11 몰% 내지 약 16 몰% 사이의 RO(여기서 R은 Mg, Ca, Sr 또는 Ba 중 임의의 하나 이상임)를 포함하고, $\text{R}_2\text{O}/\text{RO}$ 가 약 0.3과 약 1.0 사이이고 약 1.0 미만이다. 일부 실시예들에 있어서, $\text{R}_2\text{O}/\text{RO}$ 가 약 0.38 내지 약 0.53 사이이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 0.005 미만 (< 0.005)의 컬러 시프트를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 600°C보다 더 큰 변형 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 650°C보다 더 큰 어닐링 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 $55 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 내지 약 $64 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 의 CTE를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 2.51 gm/cc @ 20 °C 내지 약 2.64 gm/cc @ 20 °C의 밀도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 물품은 도광판이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 도광판의 두께는 약 0.2 mm 내지 약 8 mm이다. 상기 도광판은 퓨전 드로우 공정, 슬롯 드로우 공정, 또는 플로우트 드로우 공정에 의해 제조된다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 각각을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 총합을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Fe를 약 20 ppm 미만, Co를 5 ppm 미만, 그리고 Ni을 5 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O} < 1$ 이다. 일부 실시예들에 있어서, Al_2O_3 는 $\text{R}_2\text{O} \pm 0.05$ 와 실질적으로 동일하다. 일부 실

시예들에 있어서, 적어도 500 mm 길이에 대하여 450 nm에서의 투과도가 85% 이상이거나, 적어도 500 mm 길이에 대하여 550 nm에서의 투과도가 90% 이상이거나, 또는 적어도 500 mm 길이에 대하여 630 nm에서의 투과도가 85% 이상, 및 이들의 조합들이다.

[0010] 또 추가적인 실시예들에 있어서, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엣지들을 형성하는 유리 시트를 포함하는 유리 물품이 제공된다. 여기서, 상기 유리 시트는 약 74 몰%보다 더 큰 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임), 약 11 몰% 내지 약 16 몰% 사이의 RO(여기서 R은 Mg, Ca, Sr 또는 Ba 중 임의의 하나 이상임)를 포함하고, $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{R}_2\text{O}$ 가 약 -2 내지 약 0.5 사이이고, $\text{R}_2\text{O}/\text{RO}$ 가 약 0.3과 약 1.0 사이이고 약 1.0 미만이다. 일부 실시예들에 있어서, $\text{R}_2\text{O}/\text{RO}$ 는 약 0.38 내지 약 0.53 사이이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 0.005 미만(< 0.005)의 컬러 시프트를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 물품은 도광판이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 각각을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 총합을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Fe를 약 20 ppm 미만, Co를 5 ppm 미만, 그리고 Ni을 5 ppm 미만으로 포함한다.

[0011] 본 개시의 추가적인 특징들 및 이점들이 다음의 상세한 설명에 제시될 것이며, 부분적으로는 그 설명으로부터 당업계의 통상의 기술자에게 명백할 것이며, 또는 청구항들 및 첨부된 도면들이 뒤따르는 상세한 설명을 포함하는 본 명세서에 설명된 바와 같이 방법들을 수행함으로써 인식될 것이다.

[0012] 이전의 개략적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 본 개시의 다양한 실시예들을 나타내며, 청구항들의 본질 및 특징에 대한 이해를 위한 개요 또는 틀을 제공하도록 의도된다는 것이 이해되어야 할 것이다. 첨부된 도면들은 본 개시에 대한 더 나은 이해를 제공하기 위해 포함되며, 본 명세서에 포함되어 그 일부를 구성한다. 도면들은 본 개시의 다양한 실시예들을 도시하며 설명과 함께 본 개시의 원리들 및 작동들을 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 다음의 상세한 설명은 다음의 도면들과 함께 읽혀질 때 더 잘 이해될 수 있다.

도 1은 도광판의 예시적인 실시예의 그림적 묘사이다.

도 2는 광 커플링 백분율 대 LED와 LGP 엣지 사이 거리를 나타내는 그래프이다.

도 3은 LGP의 RMS 조도에 대한 추정된 광 노출을 dB/m으로 나타낸 그래프이다.

도 4는 2mm 두께의 LGP에 결합된 2mm 두께의 LED의 LGP와 LED 사이의 거리의 함수로서 예상 커플링(프레스넬 손실(Fresnel losses)이 없을 때)을 나타내는 그래프이다.

도 5는 LED로부터 유리 LGP에로의 커플링 메커니즘의 그림적 묘사이다.

도 6은 표면 토폴로지로부터 계산된 예상 각 에너지 분포를 나타내는 그래프이다.

도 7은 유리 LGP의 이웃하는 두 엣지들에서의 광의 내부 전반사를 나타낸 도면이다.

도 8은 하나 이상의 실시예들에 따른 LGP를 갖는 예시적인 LCD 패널의 단면도이다.

도 9는 다른 실시예에 따른 LGP를 갖는 예시적인 LCD 패널의 단면도이다.

도 10은 추가적인 실시예들에 따른 접착 페드들을 갖는 LGP를 나타낸 그림적 묘사이다.

도 11은 Fe_2O_3 , NiO, 및 Cr_2O_3 로 개별적으로 도핑된 예시적인 유리 조성물들의 투과도 값들을 나타낸 그래프이다.

도 12는 다양한 R_2O 유형을 갖는 예시적인 유리 조성물들의 투과도 값들을 나타낸 그래프이다.

도 13은 표 2의 유리들에 대하여 투과도 값들을 나타낸 그래프이다.

도 14는 다양한 알칼리 토류 원소들을 갖는 유리들에 대하여 투과도 값들을 나타낸 그래프이다.

도 15a 및 도 15b는 다양한 Al_2O_3 및 R_2O 함량을 갖는, 그리고 붕소의 있고 없음에 따른 유리들에 대한 투과도

값들을 나타낸 그래프들이다.

도 16a 및 도 16b는 표 5 및 표 6의 유리들에 대하여 투과도 값들을 나타낸 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 도광판들, 도광판들의 제조 방법, 및 본 발명의 실시예들에 따른 도광판들을 이용하는 백라이트 유닛들이 여기에 설명된다.
- [0015] LCD 백라이트 응용들에 사용되는 현재의 도광판들은 통상적으로 PMMA 재료로 만들어지며, 이는 이것이 가시 스펙트럼에서의 광학적 투과도 측면에서 최고의 재료들 중 하나이기 때문이다. 그러나, PMMA는 예컨대 강성(rigidity), 수분 흡수도, 및 열팽창 계수(coefficient of thermal expansion, CTE)와 같은 기계적 설계 측면에서 큰 크기의 (예를 들어, 50 인치 대각 길이 이상의) 디스플레이들을 어렵게 하는 기계적 문제들을 나타낸다.
- [0016] 강성과 관련하여, 통상적인 LCD 패널들은 PMMA 광 가이드 및 복수의 얇은 플라스틱 필름들(디퓨저들(diffusers), 듀얼 밝기 강화 필름들(dual brightness enhancement films, DBEF) 필름들 등)과 함께 두 장의 얇은 유리(컬러 필터 기판 및 TFT 기판)으로 만들어진다. PMMA의 열악한 탄성 계수로 인하여, LCD 패널의 전체적인 구조는 충분한 강성을 가지지 못하며, 상기 LCD 패널에 스티프니스(stiffness)를 제공하기 위해 추가적인 기계적 구조가 필요하다. PMMA는 일반적으로 약 2GPa의 영률(Young's modulus)을 가지는 반면, 특정 예시적인 유리들은 약 60GPa 내지 90GPa 이상의 범위의 영률을 가진다는 것에 주목해야 한다.
- [0017] 수분 흡수도와 관련하여, 습도 테스트는 PMMA는 수분에 민감하며 크기가 약 0.5% 변화할 수 있다는 것을 보여준다. 1 미터의 길이를 가지는 PMMA 패널의 경우, 이러한 0.5% 변화는 길이를 5mm 증가시킬 수 있으며, 이는 유의미하며 대응하는 백라이트 유닛의 기계적 설계를 어렵게 만든다. 이러한 문제를 해결하기 위한 통상적인 방법들은 재료가 팽창할 수 있도록 발광 다이오드들(LEDs)과 상기 PMMA 도광판(LGP) 사이에 에어 갭을 남기는 것이다. 이러한 접근법의 문제는 광 커플링이 상기 LEDs로부터 상기 LGP까지의 거리에 극히 민감하다는 것이며, 이는 습도의 함수로서 상기 디스플레이 밝기가 변화하게 할 수 있다. 도 2는 LED와 LGP 엣지 사이의 거리 대 광 커플링 백분율을 나타내는 그래프이다. 도 2를 참조하면, 관계가 도시되며, 이는 PMMA의 문제점들을 해결하기 위한 통상적인 방법의 단점을 나타낸다. 보다 구체적으로, 도 2는 LED 대 LGP 거리 대 광 커플링의 플롯을 둘 다 2mm의 높이를 가진다고 가정하며 도시한다. LED와 LGP 사이의 거리가 멀어질수록, 상기 LED와 LGP 사이에 만들어지는 광 커플링이 덜 효율적임이 관찰될 수 있다.
- [0018] CTE와 관련하여, PMMA의 CTE는 약 $75 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 이며, 비교적 낮은 열전도도(0.2 W/m/K)를 가지는 반면, 일부 유리들은 약 $8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 의 CTE 및 0.8 W/m/K 의 열 전도도를 갖는다. 물론, 다른 유리들의 CTE는 다를 수 있으며, 이러한 개시는 본 명세서에 결합된 청구 범위를 제한하지 않는다. 또한 PMMA는 약 105°C 의 전이 온도를 가지며, LGP를 사용하였을 때, PMMA LGP 재료는 그 낮은 전도성이 열을 소산시키는 것을 어렵게 하므로 매우 뜨거워질 수 있다. 따라서, 도광판들의 재료로서 PMMA 대신 유리를 사용하는 것은 이러한 점들에서 이익들을 제공하나, 통상적인 유리는 주로 철 및 다른 불순물들로 인하여 PMMA에 비하여 비교적 열악한 투과도를 가진다. 또한 표면 조도, 파상도(waviness), 및 엣지 품질 연마(polishing)와 같은 일부 다른 파라미터들은 유리 도광판이 어떻게 성능을 발휘하는지에 심대한 역할을 할 수 있다. 본 발명의 실시예들에 따르면, 백라이트 유닛들에 사용하기 위한 유리 도광판들은 다음의 하나 이상의 속성들을 가질 수 있다.
- [0019] 유리 도광판 구조 및 조성
- [0020] 도 1은 도광판의 예시적인 실시예의 그림적 도시들이다. 도 1을 참조하면, 도시에는 전면일 수 있는 제1면(110), 및 후면일 수 있고 상기 제1면에 대향하는 제2면을 가지는 유리의 시트를 포함하는 예시적인 도광판의 형상 및 구조를 가지는 예시적인 실시예가 제공된다. 상기 제1면 및 제2면들은 높이(H) 및 폭(W)을 가질 수 있다. 상기 제1면 및/또는 제2면(들)은 0.6 nm 미만, 0.5 nm 미만, 0.4 nm 미만, 0.3 nm 미만, 0.2 nm 미만, 0.1 nm 미만, 또는 약 0.1 nm 내지 약 0.6 nm 사이의 조도(roughness)를 가질 수 있다.
- [0021] 상기 유리 시트는 상기 전면과 상기 후면 사이에 두께(T)를 가질 수 있으며, 상기 두께는 4개의 엣지들을 형성한다. 상기 유리 시트의 두께는 상기 전면 및 후면들의 높이 및 폭보다 작을 수 있다. 다양한 실시예들에서, 상기 판의 두께는 상기 전면 및/또는 후면의 높이의 1.5% 미만일 수 있다. 대안적으로, 상기 두께(T)는 약 3mm 미만, 약 2mm 미만, 약 1mm 미만, 또는 약 0.1mm 내지 약 3mm 사이일 수 있다. 상기 도광판의 상기 높이, 폭, 및

두께는 LCD 백라이트 응용으로의 사용을 위하여 구성되고 치수가 결정될 수 있다.

[0022] 제1 엿지(130)는 예를 들어 발광 다이오드(LED)에 의해 제공된 광을 수신하는 광 주입 엿지일 수 있다. 상기 광 주입 엿지는 투과 시 12.8 도 미만의 반치폭(full width half maximum, FWHM)의 각도 내로 빛을 산란시킬 수 있다. 상기 광 주입 엿지는 상기 광 주입 엿지를 연마(polishing)하지 않고 상기 엿지를 그라인딩(grinding)함으로써 얻어질 수 있다. 상기 유리 시트는 상기 광 주입 엿지에 인접한 제2 엿지(140) 및 상기 제2 엿지와 대향하고 상기 광 주입 엿지와 인접한 제3 엿지를 더 포함할 수 있으며, 상기 제2 엿지 및/또는 상기 제3 엿지는 반사 시 12.8도 미만의 FWHM의 각도 내로 광을 산란시킨다. 상기 제2 엿지(140) 및/또는 상기 제3 엿지는 반사 시 6.4도 미만인 확산 각도를 가질 수 있다. 도 1에 도시된 실시예는 광이 주입되는 단일한 엿지(130)를 나타내나, 예시적인 실시예(100)의 엿지들 중 임의의 하나 또는 여러개가 광이 주입될 수 있으므로 청구된 주제는 이에 제한되지 않아야 한다는 것에 주목해야 한다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 상기 제1 엿지(130) 및 그 대향하는 엿지는 모두 광이 주입될 수 있다. 이러한 예시적 실시예는 대형 및/또는 곡선의 폭 W를 갖는 디스플레이 장치에 사용될 수 있다. 추가적인 실시예들은 상기 제1 엿지(130) 및/또는 그 대향하는 엿지가 아니라 광을 상기 제2 엿지(140) 및 그 대향하는 엿지에 주입할 수 있다. 예시적인 디스플레이 장치들의 두께는 약 10mm 미만, 약 9mm 미만, 약 8mm 미만, 약 7mm 미만, 약 6mm 미만, 약 5mm 미만, 약 4mm 미만, 약 3mm 미만, 또는 약 2mm 미만일 수 있다.

[0023] 다양한 실시예들에서, 상기 유리 시트의 상기 유리 조성은 74-77몰% 사이의 SiO_2 , 3-6몰% 사이의 Al_2O_3 , 및 0-4몰% 사이의 B_2O_3 , 및 50ppm 미만의 철(Fe) 농도를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 25ppm 미만의 Fe이 있을 수 있거나, 또는 일부 실시예들에서 상기 Fe 농도는 약 20ppm 이하일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 상기 도광판(100)의 상기 열전도는 0.5W/m/K보다 더 클 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 상기 유리 시트는 연마된 플로트 유리(float glass), 퓨전 드로우(fusion draw) 공정, 슬롯 드로우(slot draw) 공정, 리드로우(redraw) 공정, 또는 다른 적합한 성형 공정에 의해 형성될 수 있다.

[0024] 하나 이상의 실시예들에 따르면, 상기 LGP는 상기 유리 형성제들 SiO_2 , Al_2O_3 , 및 B_2O_3 로부터 선택된 무색 산화물 구성들을 포함하는 유리로부터 만들어질 수 있다. 상기 예시적인 유리는 또한 바람직한 용융 및 성형 특징들을 얻기 위하여 플럭스들(fluxes)을 포함할 수 있다. 이러한 플럭스들은 알칼리 산화물들(Li_2O , Na_2O , K_2O , Rb_2O , 및 Cs_2O) 및 알칼리 토금속 산화물들(MgO , CaO , SrO , ZnO 및 BaO)를 포함한다. 일 실시예에서, 상기 유리는 74-77몰% 범위의 SiO_2 , 3-6몰% 범위의 Al_2O_3 , 0-4몰% 범위의 B_2O_3 , 및 4% 내지 7% 범위의 알칼리 산화물들, 10% 내지 16%의 알칼리 토금속들, 또는 이들의 조합들의 구성 성분들을 포함한다.

[0025] 본 명세서에 설명된 일부 유리 조성들에서, SiO_2 는 기초적인 유리 형성제로서 역할 할 수 있다. 특정 실시예들에서, 상기 유리에 디스플레이 유리들 또는 도광판 유리들에 적합한 밀도 및 화학적 내구성, 및 상기 유리가 다운드로우 공정(예를 들어, 퓨전 공정)에 의해 성형될 수 있도록 하는 액상선 온도(liquidus temperature)(액화 점도(liquidus viscosity))를 제공하기 위해 SiO_2 의 농도는 60몰% 초과일 수 있다. 상한의 관점에서, 일반적으로, 배치 재료들이 통상의 고부피 용융 기술들, 예를 들어 내화 용융기 내에서의 줄(Joule) 용융을 사용하여 용융되도록 하기 위해 상기 SiO_2 농도는 약 80몰% 이하일 수 있다. SiO_2 의 농도가 증가함에 따라, 200 포이즈(poise) 온도(용융 온도)는 일반적으로 증가한다. 다양한 응용들에서, 상기 SiO_2 농도는 상기 유리 조성이 1750°C 이하의 용융 온도를 가지도록 조절된다. 다양한 실시예들에서, SiO_2 의 몰%는 약 73% 내지 약 77% 범위내, 또는 대안적으로 약 74% 내지 약 76%, 및 그 사이의 모든 서브 범위들일 수 있다.

[0026] Al_2O_3 는 본 명세서에 설명된 상기 유리들을 만들기 위해 사용된 다른 유리 형성제이다. Al_2O_3 의 더 높은 몰%는 상기 유리의 어닐링점 및 모듈러스를 개선할 수 있다. 다양한 실시예들에서, Al_2O_3 의 몰%는 약 3% 내지 약 6%, 또는 대안적으로 약 4% 내지 약 6%의 범위 내, 또는 약 5% 내지 약 6% 범위 내, 및 그 사이의 모든 서브 범위들일 수 있다. 다른 실시예들에서, Al_2O_3 의 몰%는 약 5몰% 내지 6몰%, 또는 0몰% 내지 약 5몰%, 또는 0몰% 내지 약 2몰%, 또는 약 6몰% 미만, 또는 약 5몰% 미만일 수 있다.

[0027] B_2O_3 는 유리 형성제이자 용융을 돕고 용융 온도를 낮추는 플럭스이다. 이는 액상선 온도 및 점도 둘 다에 영향을 미친다. 이들 효과들을 달성하기 위하여, 하나 이상의 실시예들의 상기 유리 조성들은 0.1 몰% 이상의 B_2O_3 농도들을 가질 수 있다; 그러나, 일부 조성들은 무시할만한 양의 B_2O_3 를 가질 수 있다. SiO_2 와 관련하여 상술된 바와

같이, 유리 내구성은 디스플레이 응용들에 매우 중요하다. 내구성은 알칼리 토금속 산화물들의 증가된 농도들에 의해 어느 정도 제어될 수 있으며, 증가된 B_2O_3 함량에 의해 상당히 감소될 수 있다. B_2O_3 가 증가함에 따라 어닐링점은 감소하며, 따라서 B_2O_3 농도를 낮게 유지하는 것이 도움이 될 수 있다. 따라서, 다양한 실시예들에서, B_2O_3 의 몰%는 약 0% 내지 약 4% 범위 내, 또는 대안적으로 약 0% 내지 약 3% 범위 내, 또는 약 0% 내지 약 2% 범위 내, 약 1% 내지 약 4% 범위 내, 또는 약 2% 내지 약 4% 범위 내, 및 그 사이의 모든 하위 범위들일 수 있다. 일부 실시예들에서, B_2O_3 의 몰%는 약 7% 내지 8%일 수 있다.

[0028] 상기 유리 형성제들(SiO_2 , Al_2O_3 , 및 B_2O_3)에 더하여, 본 명세서에 설명된 상기 유리들은 또한 알칼리 토금속 산화물들을 포함한다. 일 실시예에서, 적어도 3개의 알칼리 토금속 산화물들, 예를 들어 MgO , CaO , 및 BaO , 및 선택적으로 SrO 는 유리 조성의 부분이다. 상기 알칼리 토금속 산화물들은 상기 유리에 용융, 청징(fining), 성형, 및 최종 사용에 중요한 다양한 성질들을 제공한다.

[0029] 본 개시의 특정한 실시예들에서, 상기 알칼리 토금속 산화물들은 사실상 단일한 조성 구성인 것으로 다루어질 수 있다. 이는 점탄성 성질들, 액상선 온도들 및 액체 상 관계들에 미치는 그들의 영향이 상기 유리 형성 산화물들 SiO_2 , Al_2O_3 , 및 B_2O_3 에 비하여 서로에 대해 질적으로 더 유사하기 때문이다. 그러나, 상기 알칼리 토금속 산화물들 CaO , SrO , 및 BaO 는 장식 광물, 특히 아노사이트(anorthite)($CaAl_2Si_2O_8$) 및 셀시안(celsian)($BaAl_2Si_2O_8$) 및 스트론튬을 함유하는 고체 용액을 형성할 수 있지만, MgO 는 이러한 결정에 상당한 정도로 참여하지 않는다. 따라서, 장식 결정이 이미 액체상인 경우, MgO 의 과량 첨가는 상기 결정에 비하여 상기 액체를 안정화시키고 따라서 액상선 온도를 낮춘다. 동시에, 점도 곡선은 일반적으로 더 가파르며, 저온 점도에 거의 또는 전혀 영향을 가지지 않으면서 용융 온도들을 감소시킨다.

[0030] 본 발명자들은 소량의 MgO 의 첨가는 높은 어닐링점을 보존하면서 용융 온도들을 감소시키고 액체 점도를 증가시킴으로써 용융을 유익하게 할 수 있다는 것을 발견했다. 다양한 실시예들에서, 상기 유리 조성은 약 0몰% 내지 약 6몰% 범위 내, 또는 약 2몰% 내지 약 4몰% 범위 내, 또는 약 1몰% 내지 약 5몰% 범위 내, 또는 약 2몰% 내지 약 5몰% 범위 내, 또는 약 3몰% 내지 약 5몰%의 범위 내, 및 그 사이의 모든 하위 범위들의 양의 MgO 를 포함한다.

[0031] 임의의 특정한 작동 이론에 의해 구속되지 않고, 유리 조성 내에 존재하는 칼슘 산화물은 낮은 액상선 온도들(높은 액체 점도들), 높은 어닐링점들 및 모듈러스, 및 CTE들을 디스플레이 및 도광판 응용들에 가장 바람직한 범위들로 생산할 수 있다. 이는 또한 화학적 내구성에 우호적으로 기여하며 다른 알칼리 토금속 산화물에 비하여 이는 배치 재료로서 비교적 저렴하다. 그러나, 고농도들에서, CaO 는 밀도 및 CTE를 증가시킨다. 나아가, 충분히 낮은 SiO_2 농도들에서, CaO 는 아노타이트를 안정화시킬 수 있으며, 따라서 액체 점도를 감소시킨다. 따라서, 하나 이상의 실시예에서, 상기 CaO 농도는 2 내지 5몰% 사이일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 상기 유리 조성의 CaO 농도는 약 2몰% 내지 약 4.5몰% 범위 내, 또는 약 2.4몰% 내지 약 4.5 몰% 범위 내, 및 그 사이의 모든 하위 범위들이다.

[0032] SrO 및 BaO 는 둘 모두 낮은 액상선 온도들(높은 액체 점도들)에 기여할 수 있다. 이들 산화물들의 선택 및 농도는 CTE 및 밀도의 상승 및 모듈러스 및 어닐링점의 감소를 회피하도록 선택될 수 있다. SrO 및 BaO 의 상대적인 비율들은 상기 유리가 다운드로우 공정에 의해 형성될 수 있도록 물리적 성질들 및 액체 점도의 적합한 조합을 얻도록 균형을 이룰 수 있다. 다양한 실시예들에서, 상기 유리는 약 2 내지 약 6몰% 범위 내, 또는 약 2몰% 내지 약 5.5몰%, 또는 약 2.5 내지 약 5몰%, 3몰% 내지 약 5몰%, 및 모든 그 사이의 하위 범위들의 SrO 를 포함한다. 하나 이상의 실시예들에서, 상기 유리는 약 0 내지 약 5몰% 범위 내, 또는 1 내지 약 4몰% 사이, 또는 0 내지 약 4몰% 사이, 및 모든 그 사이의 하위 범위들의 BaO 를 포함한다.

[0033] 위의 구성들에 더하여, 본 명세서에 설명된 유리 조성들은 상기 유리들의 다양한 물리적, 용융, 청징, 및 성형 특징들을 조절하기 위해 다양한 다른 산화물들을 포함할 수 있다. 이러한 다른 산화물들의 예들은 TiO_2 , MnO , V_2O_5 , Fe_2O_3 , ZrO_2 , ZnO , Nb_2O_5 , MoO_3 , Ta_2O_5 , WO_3 , Y_2O_3 , La_2O_3 , 및 CeO_2 및 다른 희토류 산화물들 및 인산염들을 포함하나, 이에 제한되지 않는다. 일 실시예에서, 이들 산화물들의 각각의 양은 2.0몰% 이하일 수 있고, 그들의 총 결합된 농도는 5.0몰% 이하일 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 유리 조성은 약 0 내지 약 3.5몰% 범위 내, 또는 약 0 내지 약 3.01몰%, 또는 약 0 내지 약 2.0몰%, 및 그 사이의 모든 하위 범위들의 양으로 ZnO 를 포함한다. 다른 실시예들에서, 상기 유리 조성은 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 티타늄 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약

1.0 몰%의 지르코늄 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 주석 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 몰리브덴 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 세륨 산화물; 상기 범위들 사이의 모든 하위 범위들의 상기 열거된 임의의 전이금속 산화물들을 포함한다. 본 명세서에 설명된 유리 조성들은 또한 배치 재료들과 관련된 및/또는 상기 유리를 생산하기 위해 사용된 용융, 청징, 및/또는 성형 장비에 의해 상기 유리 내로 도입된 다양한 오염물들을 포함할 수 있다. 상기 유리들은 또한 주석 산화물 전극들을 사용한 줄 용융의 결과로서 및/또는 주석 합유 재료들, 예를 들어, SnO_2 , SnO , SnCO_3 , SnC_2O_2 등의 배치(batching)를 통해 SnO_2 를 포함할 수 있다.

[0034] 본 명세서에 설명된 유리 조성들은 일부 알칼리 구성물들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이들 유리들은 무알칼리 유리들이 아니다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "무알칼리 유리"(alkali-free glass)는 0.1몰% 이하의 총 알칼리 농도를 가지는 유리이며, 여기서 상기 총 알칼리 농도는 Na_2O , K_2O , 및 Li_2O 농도들의 합이다. 일부 실시예들에서, 상기 유리는 약 0 내지 약 3.0몰% 범위 내, 약 0 내지 약 2.0몰% 범위 내, 약 0 내지 약 1.0몰% 범위 내, 및 그 사이의 모든 하위 범위들의 Li_2O 를 포함한다. 다른 실시예들에서, 상기 유리는 약 0몰% 내지 약 5몰% 범위 내, 약 0몰% 내지 약 4몰% 범위 내, 약 0 내지 약 3 몰% 범위 내, 약 0.1 내지 약 3몰% 범위 내, 및 그 사이의 모든 하위 범위들의 Na_2O 를 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 유리는 약 2 내지 약 8.0몰% 범위 내, 약 2 내지 약 7.0몰% 범위 내, 약 2.5 내지 약 7.0몰% 범위 내, 및 그 사이의 모든 하위 범위들의 K_2O 를 포함한다. 예시적인 실시예들에서, K_2O 는 Na_2O 보다 더 많다. 일부 실시예들에 있어서, 전체 알칼리 산화물들(R_2O)은 약 7 몰% 미만, 또는 약 6 몰% 미만이며, $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ 이다.

[0035] 일부 실시예들에서, 본 명세서에 설명된 유리 조성들은 다음의 조성적 특징들 중 하나 이상 또는 전부를 가질 수 있다: (i) 최대 0.05몰% 내지 약 1.0 몰%의 As_2O_3 농도; (ii) 최대 0.05몰% 내지 약 1.0 몰%의 Sb_2O_3 농도; (iii) 최대 0.25몰% 내지 3.0 몰%의 SnO_2 농도.

[0036] As_2O_3 는 디스플레이 유리들을 위한 효과적인 고온 청징제이며, 본 명세서에 설명된 일부 실시예들에서, As_2O_3 는 그 뛰어난 청징 성질들 때문에 청징에 사용된다. 그러나, As_2O_3 는 유독하며 유리 제조 공정 동안 특별한 취급이 필요하다. 따라서, 특정 실시예들에서, 청징은 상당량의 As_2O_3 의 사용 없이 수행된다. 즉, 완성된 유리는 최대 0.05 몰% As_2O_3 를 가진다. 일 실시예에서, 유리의 청징에 As_2O_3 가 의도적으로는 사용되지 않는다. 이러한 경우, 완성된 유리는 일반적으로 배치 재료들 및/또는 상기 배치 재료들을 용융시키는데 사용되는 장비 내에 존재하는 오염물들의 결과로서 최대 0.005몰%의 As_2O_3 를 가진다.

[0037] As_2O_3 만큼 독성이 있는 것은 아니나, Sb_2O_3 또한 유독하며 특별한 핸들링이 필요하다. 또한, Sb_2O_3 는 As_2O_3 또는 SnO_2 를 청징제로 사용하는 유리들에 비하여 밀도를 증가시키고, CTE를 증가시키고, 어닐링점을 낮춘다. 따라서, 특정 실시예들에서, 청징은 상당량의 Sb_2O_3 의 사용 없이 수행된다. 즉, 완성된 유리는 최대 0.05몰%의 Sb_2O_3 를 가진다. 다른 실시예에서, Sb_2O_3 는 유리의 청징에 의도적으로는 사용되지 않는다. 이러한 경우, 완성된 유리는 일반적으로 배치 재료들 및/또는 상기 배치 재료들을 용융시키는데 사용되는 장비 내에 존재하는 오염물들의 결과로서 최대 0.005몰%의 Sb_2O_3 를 가진다.

[0038] As_2O_3 및 Sb_2O_3 청징에 비하여, 주석 청징(즉, SnO_2 청징)은 덜 효과적이거나, SnO_2 는 알려진 해로운 성질들을 가지고 있지 않은 흔한 재료이다. 또한, 다년간, SnO_2 는 이러한 유리들을 위한 배치 재료들의 줄 용융에서 주석 산화물 전극의 사용을 통해 디스플레이 유리들의 구성 요소였다. 디스플레이 유리 내 SnO_2 의 존재는 액정 디스플레이들의 제조에 이들 유리들의 사용에 어떠한 알려진 부정적인 효과들을 야기하지 않았다. 그러나, 고농도의 SnO_2 는 이는 디스플레이 유리들에 결정 결함들의 형성을 야기할 수 있으므로 선호되지 않는다. 일 실시예에서, 완성된 유리 내의 SnO_2 의 농도는 0.25몰% 이하, 약 0.07 내지 약 0.11몰% 범위 내, 약 0 내지 약 2몰% 범위 내, 약 0 몰% 내지 약 3 몰%, 및 그 사이의 모든 하위범위들이다.

[0039] 주석 청징은 단독으로 또는 필요한 경우 다른 청징 기술들과 조합으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 주석 청징은 할라이드 청징, 예를 들어, 브롬 청징과 결합될 수 있다. 다른 가능한 조합들은 주석 청징 더하기 황산염, 황화물, 세륨 산화물, 기계적 버블링, 및/또는 진공 청징을 포함하나, 이에 제한되지 않는다. 이들 다른 청징 기술들은 단독으로 사용될 수 있는 것으로 생각된다. 특정 실시예들에서, $(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 비 및 개별적인

알칼리 토금속 농도들을 상술한 범위 내로 유지하는 것은 청정 공정을 수행하기 더 쉽고 더 효과적이게 만든다.

[0040] 다양한 실시예들에서, 상기 유리는 R_xO 를 포함할 수 있으며, 여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs이고 x는 2, 또는 R은 Zn, Mg, Ca, Sr 또는 Ba이고 x는 1이다. 일부 실시예들에서, $R_xO-Al_2O_3 > 0$ 이다. 다른 실시예들에서, $0 < R_xO-Al_2O_3 < 15$ 이고, 일부 예시적인 실시예들에서, $10 < R_xO-Al_2O_3 < 15$ 이다. 일부 실시예들에서, R_xO/Al_2O_3 는 0 내지 10 사이, 0 내지 5 사이, 1 초과, 또는 3.5 내지 4.5 사이, 또는 2 내지 6 사이, 또는 3 내지 5 사이, 및 그 사이의 모든 하위 범위들이다. 추가적인 실시예들에서, $Al_2O_3-R_2O < 5$, < 0 , -3 내지 2 사이, 또는 -2 내지 0.5 사이, 및 그 사이의 모든 하위 범위들이다. 이들 비들은 유리 물품의 제조 가능성을 확립하고 투과 성능을 결정하는데 중요한 역할을 한다.

[0041] 하나 이상의 실시예들에서 및 위에 언급된 바와 같이, 예시적인 유리들은 유리 매트릭스 내에 있을 때 가시 흡수를 생성하는 저농도의 원소들을 가질 수 있다. 이러한 흡수체들은 전이 금속 원소들 예컨대 Ti, B, Cr, Mn, Fe, Co, Ni 및 Cu 및 Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er 및 Tm을 포함하는 부분적으로 찬 f 오비탈을 가지는 희토류 원소들을 포함한다. 이들 중, 유리 용융에 사용되는 가장 풍부한 통상적인 원재료는 Fe, Cr, 및 Ni이다. 철은 SiO_2 의 소스인 모래에 흔한 오염물이며, 또한 알루미늄, 마그네슘, 및 칼슘의 원재료 소스들 내의 일반적인 오염물이다. 크롬과 니켈은 일반적으로 보통 유리 원재료에 낮은 농도로 존재하나, 다양한 모래 광석에 존재할 수 있으며, 저농도로 제어되어야한다. 추가적으로, 크롬 및 니켈은 예를들어 원재료 또는 킬레이트 조우-크러쉬(jaw-crushed)되는 때 스틸-라인드 믹서들 또는 스크류 공급기들의 부식을 통해 또는 용융 유닛 자체 내의 구조용 스틸과의 의도하지 않은 접촉과 같은 스테인리스 스틸과의 접촉을 통해 도입될 수 있다. 일부 실시예들에서 철의 농도는 구체적으로 50ppm 미만, 보다 구체적으로 40ppm 미만, 또는 25ppm 미만일 수 있고, Ni 및 Cr의 농도는 구체적으로 5ppm 미만, 및 보다 구체적으로 2ppm 미만일 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 위에 나열된 모든 다른 흡수체들의 농도는 각각 1ppm 미만일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 상기 유리는 1ppm 이하의 Co, Ni, 및 Cr 또는 대안적으로 1ppm 미만의 Co, Ni, 및 Cr을 포함한다. 다양한 실시예들에서, 상기 전이금속 원소들(V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, 및 Cu)은 상기 유리 내에 0.1 중량%(wt%) 이하로 존재할 수 있다. 일부 실시예들에서, Fe, Cr, 및/또는 Ni의 농도는 약 50ppm 미만(<약 50ppm), <약 40ppm, <약 30ppm, <약 20ppm, 또는 <약 10ppm일 수 있다.

[0042] 다른 실시예들에서, 300 nm 내지 650 nm에서 흡수를 일으키지 않고 약 300 nm 미만의 (< 약 300 nm) 흡수대(absorption bands)를 갖는 특정 전이금속 산화물들의 첨가가 네트워크 결합들을 성형 공정들에서 방지하고, 잉크를 경화시킬 때 포스트 UV 노출에서 컬러 센터들(예를 들면, 300 nm 내지 650 nm의 광의 흡수)을 방지할 것이라는 것이 발견되었으며, 이는 광이 유리 네트워크의 기본적인 결합들을 깨뜨리도록 허용하는 대신 상기 유리 네트워크 내에서의 전이금속 산화물에 의한 결합이 상기 광을 흡수할 것이기 때문이다. 따라서, 예시적인 실시예들은 UV 컬러 센터 형성을 최소화하기 위하여 다음의 전이금속 산화물들의 임의의 하나 또는 조합을 포함할 수 있다: 약 0.1 몰% 내지 약 4.0 몰%의 아연 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 티타늄 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 바나듐 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 니오븀 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 망간 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 2.0 몰%의 지르코늄 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 비소 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 주석 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 몰리브덴 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 안티몬 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 세륨 산화물; 및 이들 사이의 모든 하위 범위들의 임의의 상기 열거된 전이금속 산화물들. 일부 실시예들에 있어서, 예시적인 유리는 아연 산화물, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 니오븀 산화물, 망간 산화물, 지르코늄 산화물, 비소 산화물, 주석 산화물, 몰리브덴 산화물, 안티몬 산화물, 및 세륨 산화물의 임의의 조합을 0.1 몰% 내지 약 4.0 몰% 미만, 또는 0.1 몰% 내지 약 4.0 몰% 이하 함유할 수 있다.

[0043] 유리 매트릭스 내에서 철의 원자가 및 배위 상태는 또한 상기 유리의 벌크 구성에 의해 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 철 산화환원 비는 고온에서 공기 중에서 평형을 이룬 $SiO_2-K_2O-Al_2O_3$ 시스템의 용융 유리에서 시험되었다. Fe^{3+} 철의 비율이 $K_2O/(K_2O+Al_2O_3)$ 비와 함께 증가한다는 것이 밝혀졌으며, 이는 실용적인 관점에서 단파장에서 더 큰 흡수로 변환될 것이다. 이 매트릭스 효과를 탐색하는 중에, $(Li_2O+Na_2O+K_2O+Rb_2O+Cs_2O)/Al_2O_3$ 및 $(MgO+CaO+ZnO+SrO+BaO)/Al_2O_3$ 비율들이 보로실리케이트 유리들에서 투과율을 최대화하는데 또한 중요할 수 있다는 것이 발견되었다. 따라서, 상술된 R_xO 범위들에 대하여, 예시적인 파장들에서 투과율은 주어진 철 함량에 대하여 최대화될 수 있다. 이는 더 높은 비율의 Fe^{2+} 및 철의 배위 환경과 관련된 매트릭스 효과에 각각 부분적으

로 기인한다.

[0044] 유리 조도(粗度)

[0045] 도 3은 LGP의 RMS 조도에 대한 추정된 광 노출을 dB/m으로 나타낸 그래프이다. 도 3을 참조하면, 광이 LGP의 표면들 상에서 다수회 부딪힐 때 LGP들에서 표면 산란이 역할을 수행하는 것을 볼 수 있다. 도 3에 도시된 곡선은 dB/m의 단위의 광의 노출을 상기 LGP의 RMS 조도의 함수로서 나타낸다. 도 3은, 1 dB/m 미만이 되기 위하여 표면 품질이 약 0.6 nm RMS보다 더 좋을 것이 요구됨을 나타낸다. 이러한 수준의 조도는 퓨전 드로우 공정 또는 플롯트 유리에 이은 연마를 이용하여 달성될 수 있다. 이러한 모델은 조도가 램버시안 산란 표면처럼 거동하는 것으로 가정하며, 이는 고공간 주파수 조도(high spatial frequency roughness)만을 고려하는 것을 의미한다. 따라서, 조도는 파워 스펙트럼 밀도(power spectral density)를 고려함으로써 그리고 약 20 microns^{-1} 보다 더 큰 주파수들만을 고려함으로써 계산되어야 한다. 표면 조도는 원자힘 현미경(atomic force microscopy, AFM)에 의하여; Zygo에 의하여 제조된 것들과 같은 상용 시스템을 갖는 백색광 간섭계; 또는 Keyence에 의해 제공되는 것들과 같은 상용 시스템을 갖는 레이저 공초점 현미경에 의하여 측정될 수 있다. 상기 표면으로부터의 산란은 표면 조도를 제외하면 동일한 일정 범위의 샘플들을 준비하고 뒤에서 설명되는 바와 같이 각각의 내부 투과도를 측정함으로써 측정될 수 있다. 샘플들 사이의 내부 투과도의 차이는 조면화된 표면에 의해 유도된 산란 손실에 기인할 수 있다.

[0046] UV 처리

[0047] 예시적인 유리의 처리에 있어서, 자외선(ultraviolet, UV) 광이 사용될 수도 있다. 예를 들면, 광 추출 피쳐들이 백색 프린팅 도트들에 의하여 종종 제조되고, 상기 잉크를 건조시키기 위하여 UV가 사용된다. 또한, 추출 피쳐들은 일부 특유의 구조물을 그 위에 갖는 폴리머 층으로 제조될 수 있으며, 중합을 위하여 UV 노광이 요구된다. 유리의 UV 노광은 투과도에 상당한 영향을 미칠 수 있음이 발견되었다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, 약 400 nm 미만의 파장을 모두 제거하기 위하여 LGP용 유리의 유리를 처리하는 동안 필터가 사용될 수 있다. 가능한 필터의 하나는 현재 노광되고 있는 것과 같은 유리를 사용하는 데 있다.

[0048] 유리 파상도(waviness)

[0049] 유리 파상도는 (mm로 또는 더 큰 범위로) 훨씬 더 낮은 주파수를 갖는다는 점에서 조도와는 다소간 상이하다. 따라서, 각도들이 너무 작기 때문에 파상도는 광 추출에 기여하지 않지만, 추출 피쳐들의 효율이 도광체(light guide) 두께의 함수이기 때문에 추출 피쳐들의 효율을 변경한다. 일반적으로, 광추출 효율은 도파체(waveguide) 두께에 역비례한다. 따라서, (우리의 섬광 인간 인지 분석에서 비롯되는 인간 인지의 스톨드인) 5% 미만의 고주파 이미지 휘도 변동을 유지하기 위하여, 유리의 두께는 5% 미만 이내로 일정할 것이 필요하다. 예시적인 실시예들은 0.3 μm 미만, 0.2 μm 미만, 1 μm 미만, 0.08 μm 미만, 또는 0.06 μm 미만의 A-사이드 파상도를 가질 수 있다.

[0050] 도 4는 2mm 두께의 LGP 내로 결합된 2mm 두께의 LED에 대하여 LGP와 LED 사이의 거리의 함수로서 예상되는 커플링(프레스넬 손실 없음)을 보여주는 그래프이다. 도 4를 참조하면, 예시적인 실시예에서의 광 주입은 주로 상기 LGP를 하나 이상의 발광 다이오드들(LEDs) 바로 근처에 놓는 것을 수반한다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, LED로부터 LGP로의 효율적인 광 커플링은 상기 유리의 두께 이하의 두께 또는 높이를 가지는 LED를 사용하는 것을 수반한다. 따라서, 하나 이상의 실시예들에 따르면, 상기 LED로부터 상기 LGP까지 거리는 LED 광 주입을 향상시키기 위해 제어될 수 있다. 도 4는 2mm 두께의 LGP 내로 결합된 2mm 높이의 LEDs를 고려하여 그 거리의 함수로서 예상되는 커플링(프레스넬 손실 없음)을 나타낸다. 도 4에 따르면, 결합이 >약 80%를 유지하기 위해 상기 거리는 <약 0.5mm 이어야 한다. PMMA와 같은 플라스틱이 통상적인 LGP 재료로 사용되었을 때, LGP를 LED들과 물리적으로 접촉하도록 놓는 것은 다소 문제가 있다. 첫째로, 재료가 팽창하도록 허용하는 최소 거리가 필요하다. 또한, LED들은 상당히 가열되는 경향이 있으며, 물리적 접촉의 경우, PMMA는 그 Tg(PMMA에 대하여 105°C)에 가까워질 수 있다. PMMA를 LED들에 접촉시켜 놓았을 때 측정된 온도 상승은 LED들에 의해 약 50°C에 가까웠다. 따라서 PMMA LGP의 경우, 최소 에어 갭이 필요하며, 이는 도 4에 도시된 바와 같이 커플링을 약화시킨다. 유리 LGP들이 사용되는 주제의 실시예들에 따르면, 유리의 Tg는 훨씬 더 높기 때문에 상기 유리를 가열하는 것은 문제되지 않고 유리는 LGP를 하나의 추가적인 방열 메커니즘으로 만들기에 충분히 큰 열전도 계수를 가지므로 물리적 접촉은 실제로 이로울 수 있다.

[0051] 도 5는 LED로부터 유리 LGP까지 커플링 메커니즘의 그림적 묘사이다. 도 5를 참조하면, 상기 LED가 램버시안(lambertian) 방출기에 가깝다고 가정하고 유리의 굴절률이 약 1.5라고 가정하고, 각 α 는 41.8도 미만으로

((1/1.5)과 같이) 유지될 것이고 β 는 48.2도 초과로($90-\alpha$) 유지될 것이다. 내부 전반사(total internal reflection, TIR) 각이 약 41.8도이므로, 이는 모든 광이 가이드 내에 남아 있고 커플링은 100%에 가깝다는 것을 의미한다. LED 주입의 수준에서, 주입면은 일부 확산을 야기할 수 있으며, 이는 광이 LGP 내로 전파하는 각도를 증가시킬 것이다. 이 각도가 상기 TIR 각도보다 커지는 경우, 광은 상기 LGP로부터 쏠 수 있으며, 결합 손실을 야기한다. 그러나, 상당한 손실을 도입하지 않기 위한 조건은 광이 산란되는 각도가 $48.2-41.8=\pm 6.4$ 도(산란 각 <12.8 도)이다. 따라서, 하나 이상의 실시예들에 따르면, 상기 LGP의 복수의 엣지들은 LED 커플링 및 TIR을 향상시키기 위해 거울 폴리쉬(mirror polish)를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 4개의 엣지들 중 3개는 미리 폴리쉬를 가진다. 물론, 이들 각도들은 오직 예시적인 것이며, 예시적인 산란 각도들은 <20 도, <19 도, <18 도, <17 도, <16 도, <14 도, <13 도, <12 도, <11 도, 또는 <10 도 일 수 있으므로, 본 명세서에 첨부된 청구 범위를 제한하여서는 안된다. 나아가, 반사시 예시적인 확산 각도들은 <15 도, <14 도, <13 도, <12 도, <11 도, <10 도, <9 도, <8 도, <7 도, <6 도, <5 도, <4 도, 또는 <3 도 일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0052] 도 6은 표면 토폴로지로부터 계산된 예상 각 에너지 분포를 보여주는 그래프이다. 도 6을 참조하면, 조도 폭이 비교적 높으나(1mm 오더) 특수 주파수들이 (20 마이크론의 오더로) 비교적 낮은, 그라인딩만된 엣지의 보통의 텍스처가 도시되며, 이는 낮은 산란 각도를 야기한다. 나아가, 이 도면은 표면 토폴로지로부터 계산된 예상되는 각 에너지 분포를 도시한다. 보여지는 바와 같이, 산란 각도는 반치폭(FWHM)으로 12.8도보다 훨씬 작을 수 있다.

[0053] 표면 테피니션(definition)의 관점에서, 표면은 예를 들어 표면 프로파일의 미분을 취함으로써 계산될 수 있는 지역 기울기 분포 $\theta(x,y)$ 에 의해 특징지어질 수 있다. 유리 내의 각도 θ 는 다음과 같이 1차 근사로 계산될 수 있다.

[0054]
$$\theta'(x,y) = \theta(x,y)/n$$

[0055] 따라서, 상기 표면 조도 조건은 인접한 두 엣지들에서 TIR과 함께 $\theta(x,y) < n \cdot 6.4$ 도이다.

[0056] 도 7은 유리 LGP의 이웃하는 두 엣지들에서의 광의 내부 전반사를 나타낸 도면이다. 도 7을 참조하면, 제 1 엣지(130)로 주입된 광은 상기 주입 엣지에 이웃하는 제 2 엣지(140) 위로 및 상기 주입 엣지에 이웃하고 상기 제 2 엣지(140)와 대향하는 제 3 엣지(150) 위로 입사할 수 있다. 또한, 상기 제 2 엣지 및 제 3 엣지는, 상기 입사광이 상기 제 1 엣지에 이웃하는 두 엣지들로부터 내부 전반사(total internal reflectance, TIR)를 겪도록 낮은 조도를 가질 수 있다. 이러한 계면들에서 광이 확산되거나 또는 부분적으로 확산되는 경우, 이러한 엣지들 각각으로부터 광이 누출될 수 있으며, 그에 의하여 이미지의 엣지들이 더 어두워 보이도록 만든다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 제 1 엣지(130)를 따라 위치된 LED들(200)의 어레이로부터 상기 제 1 엣지(130) 내부로 광이 주입될 수 있다. 상기 LED들은 상기 광 주입 엣지로부터 0.5 mm 미만의 거리를 가지며 배치될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, 상기 LED들은, 상기 도광판(100)에 효율적인 광 커플링을 제공하기 위하여 상기 유리 시트의 두께 이하의 높이 또는 두께를 가질 수 있다. 도 1을 참조하여 논의된 바와 같이, 도 7은 광이 주입되는 하나의 엣지(130)가 도시되었지만, 예시적인 실시예(100)의 임의의 하나 또는 여러 엣지들에 광이 주입될 수 있기 때문에 청구된 발명 주제가 여기에 한정되어서는 안된다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 상기 제 1 엣지(130) 및 그에 대향하는 엣지는 모두 광이 주입될 수 있다. 추가적인 실시예들은 상기 제 1 엣지(130) 및/또는 그의 대향하는 엣지보다는 제 2 엣지(140) 및 그에 대향하는 엣지(150)에서 광이 주입될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에 따르면, 조면 형태에 대한 조건이 $\theta(x,y) < 6.4 / 2 = 3.2$ 도에 의하여 대표되도록, 상기 두 엣지들(140, 150)은 반사에 있어서 6.4도 미만인 확산각을 가질 수 있다.

[0057] LCD 패널 강성

[0058] LCD 패널의 하나의 속성은 전체 두께이다. 더 얇은 구조들을 만들기 위한 통상적인 시도들에서, 충분한 스티프니스의 부재는 심각한 문제가 되었다. 그러나, 유리의 탄성 계수는 PMMA의 그것보다 상당히 크므로, 스티프니스는 예시적인 유리 LGP로 증가될 수 있다. 일부 실시예들에서, 스티프니스 관점에서 최대의 이익을 얻기 위하여, 상기 패널의 모든 구성 요소들은 엣지에서 함께 결합될 수 있다.

[0059] 도 8은 하나 이상의 실시예들에 따른 LGP를 갖는 예시적인 LCD 패널의 단면 도해이다. 도 8을 참조하면, 패널 구조물(500)의 예시적인 실시예가 제공된다. 상기 구조물은 백 플레이트(550) 상에 장착된 LGP(100)를 포함하고, 광은 상기 백 플레이트(550)를 통하여 이동할 수 있으며 LCD를 향하여 또는 관찰자를 향하여 방향이 바뀌어 질 수 있다. 구조적 요소(555)는 상기 LGP(100)를 상기 백 플레이트(550)에 부착하고, 상기 LGP의 배면

과 상기 백 플레이트의 일 면 사이에 갭을 형성할 수 있다. 반사 및/또는 확산 필름(540)이 상기 LGP(100)의 배면과 상기 백 플레이트(550) 사이에 위치될 수 있으며, 재순환된 광을 상기 LGP(100)를 통하여 되돌려 보낼 수 있다. 복수의 LED들, 유기 발광 다이오드들(organic light emitting diodes, OLEDs), 또는 냉음극 형광 램프들(cold cathode fluorescent lamps, CCFLs)이 상기 LGP의 광 주입 엣지(130)에 인접하여 위치될 수 있으며, 여기서 상기 LED들은 상기 LGP(100)의 두께와 동일한 폭을 갖고, 상기 LGP(100)와 같은 높이에 있다. 다른 실시예들에 있어서, 상기 LED들은 상기 LGP(100)의 두께만큼 더 큰 폭 및/또는 높이를 갖는다. 통상적인 LCD들은 백색광을 생성하도록 색상 변환 형광체들과 패키징된 LED들 또는 CCFL들을 채용할 수 있다. 하나 이상의 백라이트 필름(들)(570)이 상기 LGP(100)의 전방 표면에 이웃하여 위치될 수 있다. 또한 LCD 패널(580)은 구조적 구성 요소(585)와 함께 상기 LGP(100)의 상기 전방 표면의 위에 위치될 수 있으며, 상기 백라이트 필름(들)(570)은 상기 LGP(100)와 LCD 패널(580) 사이 갭 내에 위치될 수 있다. 그 후 상기 LGP(100)로부터의 광은 상기 필름(570)을 통과할 수 있으며, 이는 높은 각도의 광을 후방산란시킬 수 있고 낮은 각도 광을 재활용을 위해 상기 반사 필름(540)을 향해 뒤로 반사시킬 수 있으며, 전방으로(예를 들어, 사용자를 향해) 광을 모으는 역할을 할 수 있다. 베젤(520) 또는 다른 구조적 멤버는 상기 어셈블리의 층들을 제자리에 고정시킬 수 있다. 액정 레이어(미도시)가 사용될 수 있으며, 전기장의 인가에 의해 그 구조가 회전하여 이를 통과하는 임의의 광의 편광 회전을 야기하는 광전자 재료를 포함할 수 있다. 다른 광학적 구성들은 몇 개만 들면 예를 들어, 프리즘 필름들, 편광기들, 또는 TFT 어레이들을 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 본 명세서에 개시된 상기 각 광 필터들은 투명 디스플레이 장치에서 투명한 복합 도광판과 짝을 이룰 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 LGP는 (광학적으로 투명한 접착제(optically clear adhesive, OCA) 또는 압력 민감성 접착제(pressure sensitive adhesive, PSA)를 사용하여) 구조에 본딩될 수 있으며, 여기서 상기 LGP는 상기 패널의 구조적인 구성 요소들 중 일부와 광학적으로 접촉하게 배치된다. 다시 말하면, 광의 일부는 상기 접착제를 통해 복합 광 가이드로부터 누출될 수 있다. 이러한 누출된 광은 이러한 구조적인 구성요소들에 의해 산란되거나 흡수될 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 상기 LGP로 상기 LEDs가 결합되는 상기 제 1 엣지 및 상기 광이 TIR로 반사되어야 하는 두 인접한 엣지들이 적절히 준비된다면 이 문제를 피할 수 있다.

[0060] 상기 LGP의 예시적인 폭들 및 높이들은 일반적으로 각 LCD 패널의 크기에 의존한다. 본 발명 주제의 실시예들이 작은(대각 방향 < 40") 디스플레이든 또는 큰(대각 방향 > 40") 디스플레이든 임의의 크기의 LCD 패널에 적용 가능하다는 것에 유의하여야 한다. LGP들의 예시적인 치수들은, 대각 방향으로 20", 30", 40", 50", 60" 또는 그 이상을 포함하지만 이들에 한정되지 않는다.

[0061] 도 9는 다른 실시예에 따른 LGP를 갖는 예시적인 LCD 패널의 단면도이다. 도 9를 참조하면, 추가적인 실시예들은 반사층을 사용할 수 있다. 일부 실시예들에서의 손실들은 예컨대 은으로 상기 유리를 금속화하거나(metalizing) 또는 반사성 잉크로 잉크젯 인쇄를 함으로써 상기 LGP와 에폭시 사이에 반사성 표면을 삽입함으로써 최소화될 수 있다. 다른 실시예들에 있어서, ((3M이 제조한) 강화 반사성 반사체(Enhanced Specular Reflector) 필름들과 같은) 고도로 반사성인 필름들이 상기 LGP에 라미네이션될 수 있다.

[0062] 도 10은 추가적인 실시예들에 따른 접착 패드들을 갖는 LGP를 나타낸 그림적 묘사이다. 도 10을 참조하면, 연속적인 접착제 대신 접착 패드들이 사용될 수 있으며, 상기 패드들(600)이 일련의 어두운 정사각형들로 도시된다. 따라서, 상기 구조적 요소들에 광학적으로 연결된 LGP의 표면을 한정하기 위하여, 도시된 실시예는 매 50 mm마다 5 x 5 mm 정사각형 패드들을 채용하여 충분한 접착을 제공할 수 있으며, 추출된 광이 4% 미만이다. 물론 상기 패드들(600)은 형태에 있어서 원형 또는 다른 다각형일 수 있고, 임의의 어레이 또는 간격으로 제공될 수 있으며, 이러한 설명은 여기에 첨부된 청구항들의 범위를 한정하지 않는다.

[0063] 컬러 시프트 보상

[0064] 이전의 유리들에서 철 농도를 감소시키는 것이 흡수 및 황색 시프트를 최소화하였으나, 이를 완전히 제거하기는 어려웠다. 약 700nm의 전파 거리에 대해 PMMA에 대해 측정된 Δx , Δy 는 0.0021 및 0.0063이었다. 본 명세서에 설명된 조성 범위들을 가지는 유리들에서, 컬러 시프트 Δy 는 <0.015이고 예시적인 실시예들에서 0.0021 미만, 및 0.0063 미만이었다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 상기 컬러 시프트는 0.007842로 측정되었고 다른 실시예들에서 0.005827로 측정되었다. 다른 실시예들에서, 예시적인 유리 시트는 약 0.001 내지 약 0.015의 범위(예를 들면, 약 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008, 0.009, 0.010, 0.011, 0.012, 0.013, 0.014, 또는 0.015)와 같이 0.015 미만의 컬러 시프트 Δy 를 가질 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 투명 기판은 0.008 미만, 약 0.005 미만, 또는 약 0.003 미만의 컬러 시프트를 가질 수 있다. 컬러 시프트는 주어진 조명 광원에 대하여 CIE 1931 표준 컬러 측정을 이용하여 길이 L을 따른 x 및/또는 y 색도 좌표축에서 편차를 측정함

으로써 특성화될 수 있다. 예시적인 유리 도광판들에 있어서, 상기 컬러 시프트 Δy 는 $\Delta y = y(L_2) - y(L_1)$ 로서 보고될 수 있으며, 여기서 L_2 및 L_1 은 (예를 들면, LED 또는 다른) 광원 방출(source launch)로부터 멀어지는 패널 또는 기판 방향을 따른 Z 위치이고, $L_2 - L_1 = 0.5$ 미터이다. 여기에 설명된 예시적인 도광판들은 $\Delta y < 0.015$, $\Delta y < 0.005$, $\Delta y < 0.003$, 또는 $\Delta y < 0.001$ 이다. 도광판의 컬러 시프트는 상기 도광판의 광학적 흡수를 측정하고, 상기 광학적 흡수를 사용하여 0.5 m에 걸친 상기 LGP의 내부 투과도를 계산하며, 그런 다음 니치아(Nichia) NFSW157D-E와 같은 LCD 백라이트들에 사용되는 통상적인 LED 광원에 의하여 얻어지는 투과 곡선을 곱함으로써 평가될 수 있다. 그런 다음 CIE 컬러 매칭 함수들을 사용하여 이 스펙트럼의 (X, Y, Z) 삼색 자극값(tristimulus value)들을 계산할 수 있다. 그 후 이 값들은 이들의 합으로 정규화함으로써 (x, y) 색도 좌표들이 제공된다. 상기 LED 스펙트럼의 (x, y) 값들을 0.5 m LGP 투과도와 곱한 값과 원래의 LED 스펙트럼의 (x, y) 값들 사이의 차이는 도광 물질의 컬러 시프트에 대한 기여의 평가이다. 잔류 컬러 시프트를 해결하기 위하여, 몇몇의 예시적인 해결책들이 실시될 수 있다. 일 실시예에서, 광 가이드 청색 페인팅이 사용될 수 있다. 상기 광 가이드를 청색 페인팅 함으로써 인공적으로 적색과 녹색의 흡수를 증가시킬 수 있고 청색의 광 추출을 증가시킬 수 있다. 따라서, 얼마만큼 컬러 흡수 차이가 존재하는지 알면, 컬러 시프트를 보상할 수 있는 청색 페인팅 패턴이 역으로 계산될 수 있으며 적용될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에서, 파장에 의존하는 효율로 광을 추출하기 위해 얇은 표면 산란 피쳐들이 사용될 수 있다. 예로서, 정사각형 격자는 광학적 경로 차이가 파장의 반일 때 최대 효율을 갖는다. 따라서, 예시적인 텍스처들이 우선적으로 청색을 추출하기 위해 사용될 수 있으며 메인 광 추출 텍스처에 추가될 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 이미지 처리 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 광이 주입되는 엣지의 가까이에서 청색을 감쇠시키는 이미지 필터가 적용될 수 있다. 이는 올바른 백색 컬러를 유지하기 위해 LEDs 자체의 컬러의 시프트를 필요로할 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 픽셀 구조는 패널에서 RGB 픽셀들의 표면 비율을 조절하고 상기 광이 주입되는 엣지로부터 먼 청색 픽셀들의 표면을 증가시킴으로써 컬러 시프트를 해결하기 위해 사용될 수 있다.

[0065] 예들 및 유리 조성들

[0066] 지금까지 설명된 예시적인 조성들은 따라서 약 600°C 내지 약 700°C, 약 600°C 내지 약 670°C, 및 그 사이의 모든 하위범위들 범위의 변형점(strain point)을 달성하는 데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 변형점은 약 547°C이고, 다른 실시예에서, 상기 변형점은 약 565°C이다. 예시적인 어닐링점은 약 650°C 내지 약 725°C 범위, 및 그 사이의 모든 하위 범위들일 수 있다. 유리의 예시적인 연화점(softening point)은 약 880°C 내지 약 960°C 범위, 및 그 사이의 모든 하위 범위들이다. 예시적인 유리 조성물들의 밀도는 약 2.5gm/cc @ 20°C 내지 약 2.7gm/cc @ 20°C 범위, 약 2.513gm/cc @ 20°C 내지 약 2.7gm/cc @ 20°C, 또는 약 2.5gm/cc @ 20°C 내지 약 2.613gm/cc @ 20°C, 및 그 사이의 모든 하위 범위들이다. 예시적인 실시예들에 대한 CTE들(0-300°C)은 약 $30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 내지 약 $95 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 범위, 약 $55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 내지 약 $64 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 또는 약 $55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 내지 약 $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 및 그 사이의 모든 하위 범위들일 수 있다. 일 실시예에서 상기 CTE는 약 $55.7 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 이고, 다른 실시예에서 상기 CTE는 약 $69 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 이다.

[0067] 본 명세서에 설명된 특정 실시예들 및 조성물들은 400 nm 내지 700 nm의 내부 투과율(internal transmission)을 90%초과, 91% 초과, 92% 초과, 93% 초과, 94% 초과, 및 심지어 95% 초과로 제공하였다. 내부 투과율은 광원으로부터 방출된 광에 대하여 샘플을 투과한 광을 비교함으로써 측정될 수 있다. 광대역의 비간섭성 광이 테스트 대상 물질의 말단에 원통 형태로 포커싱될 수 있다. 원격측에서 방출된 광은 분광기에 커플링된 통합 스피어 섬유(integrating sphere fiber)에 의하여 수집되어 샘플 데이터를 형성할 수 있다. 대조 데이터는 상기 시스템에서 테스트 대상 물질을 제거하고, 상기 통합 스피어를 포커싱 광학계의 바로 앞으로 이동시키고, 동일한 장치를 통과하는 광을 대조 데이터로서 수집함으로써 얻어진다. 주어진 파장에서의 흡수도는 다음과 같이 주어진다:

$$\text{흡수도}(dB/m) = \frac{-10 \log \frac{T_{\text{샘플데이터}}}{T_{\text{대조데이터}}}}{\text{경로길이}_{\text{샘플데이터}} - \text{경로길이}_{\text{대조데이터}}}$$

[0068]

[0069] 0.5mm를 넘는 내부 투과도는 다음과 같이 주어진다:

[0070]
$$\text{투과도}(\%) = 100 \times 10^{-\text{흡수도} \times 0.5/10}$$

[0071] 따라서, 본 명세서에 설명된 예시적인 실시예들은 500mm 길이에서 450nm에서 85% 초과, 90% 초과, 91% 초과, 92% 초과, 93% 초과, 94% 초과, 및 심지어 95% 초과와 내부 투과율을 가질 수 있다. 본 명세서에 설명된 예시적인 실시예들은 또한 500mm 길이에서 550nm에서 90% 초과, 91% 초과, 92% 초과, 93% 초과, 94% 초과, 및 심지어 96% 초과와 내부 투과율을 가질 수 있다. 본 명세서에 설명된 추가적인 실시예들은 500mm 길이에서 630nm에서 85% 초과, 90% 초과, 91% 초과, 92% 초과, 93% 초과, 94% 초과, 및 심지어 95% 초과와 투과율을 가질 수 있다.

[0072] 하나 이상의 실시예들에서, 상기 LGP는 적어도 약 1270mm의 폭 및 약 0.5mm 내지 약 3.0mm 사이의 두께를 가지며, 상기 LGP의 투과율은 500mm당 적어도 80%이다. 다양한 실시예들에서, 상기 LGP의 두께는 약 1mm 내지 약 8mm 사이이고, 상기 판의 폭은 약 1100mm 내지 약 1300mm이다.

[0073] 하나 이상의 실시예들에서, 상기 LGP는 강화될 수 있다. 예를 들어, 특정 특성들, 예컨대 적당한 압축 응력(CS), 높은 압축 층의 깊이(depth of compressive layer, DOL), 및/또는 적당한 중심 장력(CT)이 LGP에 사용되는 예시적인 유리 시트에 제공될 수 있다. 하나의 예시적인 공정은 이온 교환이 가능한 유리 시트를 준비함으로써 유리를 화학적으로 강화하는 것을 포함한다. 상기 유리 시트는 이후 이온 교환 공정을 거칠 수 있으며, 이후 상기 유리 시트는 필요한 경우 어닐 공정을 거칠 수 있다. 물론, 상기 유리 시트의 상기 CS 및 DOL이 상기 이온 교환 단계로부터 야기되는 수준에서 요구되는 경우, 어닐링 단계는 요구되지 않는다. 다른 실시예들에서, 적합한 유리 표면들 상의 상기 CS를 증가시키기 위해 산 식각 공정이 사용될 수 있다. 상기 이온 교환 공정은 상기 유리 시트가 KNO₃를 포함하는 용융염 욕조를 거치게 하는, 바람직하게는 약 400-500℃ 범위 내의 하나 이상의 제1 온도들로 및/또는 약 1-24 시간의 범위 내, 예컨대, 그러나 이에 제한되지 않는, 약 8시간의 제1 시간 동안 비교적 순수한 KNO₃를 거치게 하는 단계를 수반할 수 있다. 다른 염 욕조 조성들이 가능하며 이러한 대안들을 고려하는 것은 당업자의 기술 수준 내임에 주의해야 한다. 따라서, KNO₃의 개시는 본 명세서에 첨부된 청구 범위를 제한하지 않아야 한다. 이러한 예시적인 이온 교환 공정은 상기 유리 시트의 표면에서 초기 CS, 상기 유리 시트 내로의 초기 DOL, 및 상기 유리 시트 내의 초기 CT를 생성할 수 있다. 어닐링은 이후 원하는 바에 따라 최종 CS, 최종 DOL, 및 최종 CT를 생성할 수 있다.

[0074] 예들

[0075] 다음의 예들은 개시된 주제에 따른 방법들 및 결과들을 예시하기 위해 아래에 제시된다. 이들 예들은 본 명세서에 개시된 주제의 모든 실시예들을 포함하는 것으로 의도되지 않으며, 대표적인 방법들 및 결과들을 예시한다. 이들 예들은 당 업계의 통상의 기술자에게 명백한 본 개시의 균등물들 및 변형들을 제외하는 것으로 의도되지 않는다.

[0076] 숫자들(예를 들어, 양, 온도들 등)과 관련하여 정확도를 담보하기 위해 노력하였으나, 일부 오류들 및 편차들이 고려되어야 한다. 달리 언급되지 않는한, 온도는 ℃단위이거나 상온이며, 압력은 대기압이거나 그 근처이다. 조성들 자체는 산화물을 기초로 몰% 단위로 주어지며 100%로 정규화(normalize)된다. 반응 조건들, 예를 들어 구성 농도들, 온도들, 압력들 및 설명된 공정으로부터 얻어진 제품 순도 및 수율을 최적화하는데 사용될 수 있는 다른 반응 범위들 및 조건들의 수많은 변형들 및 조합들이 존재한다. 이러한 공정 조건들을 최적화하기 위해 오직 합리적이고 통상적인 실험들이 요구될 것이다.

[0077] 본 명세서 및 아래 표들에 제시된 유리 성질들은 유리 업계에서 통상적인 기술들에 따라 결정되었다. 따라서, 25-300℃ 온도 범위에 걸친 선형 열 팽창 계수(CTE)이 $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 로 표현되고, 어닐링점은 ℃로 표현된다. 이들은 섬유 연신(fiber elongation) 기술들(각각 ASTM 참조번호 E228-85 및 C336)로부터 결정될 수 있다. 그램/cm³ 단위의 밀도는 아르키메데스 방법(ASTM C693)을 통해 측정되었다. ℃ 단위의 용융 온도(유리 용융물이 200포이즈의 점도를 나타내는 온도로 정의됨)는 회전 실린더 점도계(ASTM C965-81)을 통해 측정된 고온 점도 데이터에 풀처 등식 피트(Fulcher equation fit)를 사용하여, 그리고 어닐링 포인트로부터 용융 온도에 이르기까지 전체 온도 범위에 대하여 상기 풀처 등식 피트를 개선하기 위하여 빔 벤딩 기술에 의하여 측정된 10^{13.18} P에서의 저온 점도를 포함하여 계산되었다.

[0078] 유리의 ℃ 단위의 액상선 온도는 ASTM C829-81의 표준 그래디언트 보트 액상선 방법을 사용하여 측정되었다. 이

는 분쇄된 유리 입자들을 백금 보트에 놓는 단계, 상기 보트를 그라디언트 온도들의 영역을 가지는 퍼니스 내에 놓는 단계, 상기 보트를 24시간 동안 적절한 온도 영역 내에서 가열하는 단계, 및 상기 유리 내부에서 결정들이 나타내는 가장 높은 온도의 미시적 조사에 의하여 결정하는 단계를 수반한다. 특히, 상기 유리 샘플은 상기 Pt 보트로부터 한 조각으로 제거되고, Pt 및 공기 계면들에 대하여, 및 상기 샘플 내부에 형성된 결정들의 위치 및 성질을 확인하기 위해 편광 현미경을 사용하여 조사된다. 상기 퍼니스의 그라디언트는 잘 알려져 있으므로, 온도 대 위치는 5°C 내지 10°C 내에서 잘 추정될 수 있다. 결정들이 상기 샘플의 내부에서 관찰되는 온도는 상기 유리의 액상선을 대표하는 것으로 (대응하는 시험 시간 동안) 취해진다. 더 느린 성장 상들을 관찰하기 위해 시험은 때때로 더 오랜 시간(예를 들어, 72시간) 수행된다. 포이즈 단위의 액상 점도는 액상선 온도 및 상기 풀처식의 계수들로부터 결정되었다.

[0079] 본 명세서의 표들의 예시적인 유리들은 실리카 소스로서 90 중량%가 표준 U.S.100 메쉬 체를 통과하도록 분쇄된 상업적인 유리를 사용하여 준비되었다. 알루미늄이 알루미늄 소스였고, 페리클레이스(periclase)가 MgO의 소스였고, 석회석이 CaO의 소스였고, 스트론튬 카보네이트, 스트론튬 나이트레이트 또는 이들의 혼합물이 SrO의 소스였고, 바륨 카보네이트가 BaO의 소스였고, 주석(IV) 산화물이 SnO₂의 소스였다. 상기 원재료들은 철저히 혼합되었고, 가스-옥시 퍼니스 내에 매달린 백금 용기 내로 로딩되었으며, 먼저 1550°C에서 4시간 동안 용융되었고, 이후 용융물은 물 속에서 급냉되었다. 회수된 유리 알갱이들(glass grains)이 건조되어 2회재의 용융을 위하여 Pt 도가니 내에 다시 로딩된다. 두 번째의 용융은 1550 내지 1650°C에서 밤새 제조된다. 유리의 이중의 용융은 균일성을 보장한다. 약 1 cm의 두께의 패티들을 형성하기 위하여 스테인리스 스틸 테이블 위로 유리들을 붓는다. 결과적인 유리의 패티들은 어닐링점 또는 그 근처에서 어닐링되었고, 이후 물리적, 점도 및 액상 특징들을 결정하기 위해 다양한 실험 방법들을 거쳤다.

[0080] 이들 방법들은 독특한 것이 아니며, 본 명세서의 표들의 유리들은 당업계의 통상의 기술자들에게 잘 알려진 표준적인 방법들을 사용하여 준비될 수 있다. 이러한 방법들은 연속적 용융 공정을 포함하며, 예컨대 연속적인 용융 공정으로 수행될 수 있으며, 상기 연속적인 용융 공정에 사용되는 용융기는 가스에 의해, 전기 전원, 또는 이들의 조합에 의해 가열된다.

[0081] 예시적인 유리들을 생산하기에 적합한 원재료들은 SiO₂를 위한 소스들로서 상업적으로 입수가 가능한 모래들; Al₂O₃를 위한 소스들로서 알루미늄, 알루미늄 하이드록사이드, 수화된 형태의 알루미늄, 및 다양한 알루미늄실리케이트들, 나이트레이트들 및 할라이드들; B₂O₃를 위한 소스들로서 붕산, 무수 붕산 및 붕소 산화물; MgO를 위한 소스들로서 페리클레이스, 돌로마이트(dolomite)(CaO의 소스이기도 함), 마그네시아, 마그네슘 카보네이트, 마그네슘 하이드록사이드, 및 다양한 형태의 마그네슘 실리케이트들, 알루미늄실리케이트들, 나이트레이트들 및 할라이드들; CaO를 위한 소스들로서 석회석, 아라고나이트(aragonite), 돌로마이트(MgO의 소스이기도 함), 규회석(wollastonite), 및 다양한 형태의 칼슘 실리케이트들, 알루미늄실리케이트들, 나이트레이트들 및 할라이드들; 및 스트론튬 및 바륨의 산화물들, 카보네이트들, 나이트레이트들 및 할라이드들을 포함한다. 화학적 청정제가 요구되는 경우, 주석이 SnO₂로, 다른 주요 유리 구성과 혼합된 산화물로(예를 들어, CaSnO₃), 또는 산화 조건들에서 SnO로, 주석 옥살레이트, 주석 할라이드, 또는 당 업계의 통상의 기술자에게 알려진 주석의 화합물들로 첨가될 수 있다.

[0082] 본 명세서의 표들 내의 유리들은 청정제로서 SnO₂를 포함할 수 있으나, 디스플레이 응용들을 위한 충분한 품질의 유리를 얻기 위해서 다른 화학적 청정제들이 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 예시적인 유리들은 청정을 용이하게 하기 위해 의도적인 첨가물로서 As₂O₃, Sb₂O₃, CeO₂, Fe₂O₃, 및 할라이드들 중 임의의 하나 또는 조합들을 사용할 수 있으며, 이들 중 임의의 것은 예들에 나타난 SnO₂ 화학적 청정제와 함께 사용될 수 있다. 이들 중, As₂O₃ 및 Sb₂O₃는 일반적으로 독성이 있는 재료로서 인식되며, 예컨대 유리 제조 과정 중 또는 TFT 패널들의 가공 중 발생할 수 있는 폐기 흐름들에서 제어된다. 따라서 개별적으로 또는 조합으로 0.005몰% 이하로 As₂O₃ 및 Sb₂O₃의 농도를 제한하는 것이 바람직하다.

[0083] 예시적인 유리들 내로 의도적으로 첨가된 원소들에 더하여, 원재료들 내의 낮은 수준의 오염을 통해, 제조 공정 내의 내화물들 및 귀금속들의 고온 침식을 통해, 또는 최종 유리의 특성들을 미세하게 조절하기 위해 낮은 수준에서 의도적인 도입을 통해, 주기율표 내의 거의 모든 안정한 원소들이 일정 수준으로 유리들에 존재한다. 예를 들어, 지르코늄은 지르코늄이 풍부한 내화물들과의 상호작용을 통해 오염물로서 도입될 수 있다. 추가적인 예로서, 백금 및 로듐은 귀금속들과의 상호작용을 통해 도입될 수 있다. 추가적인 예로서, 철은 원재료들 내의 트랩

프(tramp)로서 도입될 수 있거나, 가스 함유물들의 제어를 향상시키기 위해 의도적으로 첨가될 수 있다. 추가적인 예로서, 망간은 컬러를 제어하기 위해 또는 가스 함유물들의 제어를 향상시키기 위해 도입될 수 있다.

[0084]

수소는 필연적으로 하이드록실 음이온 OH^- 의 형태로 존재하며, 그 존재는 표준 적외선 스펙트로스코피 기술을 통해 확인될 수 있다. 용해된 하이드록실 이온들은 예시적인 유리들의 어닐링점에 중요하게 및 비선형적으로 영향을 미치며, 따라서 원하는 어닐링점을 얻기 위하여 보상하기 위하여 주요 산화물 구성들의 농도들을 조절할 필요가 있을 수 있다. 하이드록실 이온 농도는 원재료들의 선택 또는 용융 시스템의 선택을 통해 어느 정도 제어될 수 있다. 예를 들어, 붕산은 하이드록실들의 주요 소스이며, 붕산을 붕소 산화물로 대체하는 것은 최종 유리 내의 하이드록실 농도를 제어하는 유용한 방법일 수 있다. 동일한 추론이 하이드록실 이온들을, 수화물들, 또는 물리흡착 또는 화학흡착된 물 분자들을 포함하는 화합물들을 포함하는 다른 가능한 원재료들에 적용된다. 용융 공정에 버너들(burners)이 사용되는 경우, 하이드록실 이온들은 천연 가스 및 관련된 탄화수소들의 연소로부터의 연소 생성물들을 통해 도입될 수 있으며, 따라서 보상하기 위해 용융에 사용되는 에너지를 버너들로부터 전극으로 바꾸는 것이 바람직할 수 있다. 대안적으로, 용해된 하이드록실 이온들의 유해한 영향을 보상하기 위해 주요 산화물 구성들을 조절하는 반복적인 공정을 대신 사용할 수 있다.

[0085]

황은 종종 천연 가스 내에 존재하며, 마찬가지로 많은 카보네이트, 나이트레이트, 할라이드, 및 산화물 원재료들 내의 트랩 성분이다. SO_2 의 형태로, 황은 가스 함유물의 문제가 되는 소스일 수 있다. SO_2 가 풍부한 결합들을 형성하려는 경향은 원재료 내의 황 수준을 제어함으로써 및 상기 유리 매트릭스 내로 낮은 수준의 비교적 환원된(reduced) 다원자가의 양이온들을 포함시킴으로써 상당한 정도로 관리될 수 있다. 이론에 구속되려는 의도 없이, SO_2 가 풍부한 가스 함유물들은 주로 유리 내에 용해된 설페이트(SO_4^{2-})의 환원을 통해 발생하는 것 같다. 예시적인 유리의 상승된 바륨 농도는 유리 내에서 용융의 초기 단계들에서 황 리텐션을 증가시키는 것으로 나타나나, 위에 언급된 바와 같이, 바륨은 낮은 액상선 온도 그리고 따라서 높은 $T_{35k-Tliq}$ 및 높은 액상 점도를 얻기 위해 필요하다. 원재료내 황 수준을 의도적으로 낮은 수준으로 제어하는 것은 유리 내에 용해된 황(주로 설페이트)을 감소시키는 유용한 방법이다. 특히, 황은 바람직하게 배치 재료들 내에서 질량으로 200ppm 미만이고, 보다 바람직하게 배치 재료 내에서 질량으로 100ppm 미만이다.

[0086]

또한 환원된 다원자화들이 예시적인 유리들의 SO_2 기포들을 형성하는 경향성을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 이론에 구속되려는 의도 없이, 이들 원소들은 설페이트 환원의 기전력을 억제하는 잠재적인 전자 주개들로서 거동한다. 설페이트 환원은 반쪽 반응의 측면에서 예컨대 $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2e^-$ 로 쓰여질 수 있으며, e^- 는 전자를 나타낸다. 상기 반쪽 반응에 대한 "평형 상수"는 $K_{eq} = [\text{SO}_2][\text{O}_2][e^-]^2/[\text{SO}_4^{2-}]$, 여기서 괄호는 화학적 활동도들(activities)을 나타낸다. 이상적으로 SO_2 , O_2 및 $2e^-$ 로부터 설페이트를 생성하도록 상기 반응을 강제하고 싶을 것이다. 나이트레이트들, 과산화물, 또는 다른 산소가 풍부한 원재료들을 첨가하는 것은 도움이 될 수 있으나, 용융의 초기 단계들에서 설페이트 환원에 대항하여 작용할 수 있으며, 이는 처음부터 이들을 첨가하는 이익을 방해할 수 있다. SO_2 는 대부분의 유리들 내에서 매우 낮은 용해도를 가지며, 따라서 상기 유리 용융 공정에 추가하는 것은 비실용적이다. 전자들은 환원된 다원자들을 통해 "첨가"될 수 있다. 예를 들어, 페로스 이온(Fe^{2+})의 알맞은 전자 주기 반쪽 반응은 $2\text{Fe}^{2+} \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2e^-$ 로 표현된다.

[0087]

전자들의 "활동도"는 설페이트 환원 반응으로 왼쪽으로 강제할 수 있으며, 유리 내의 SO_4^{2-} 를 안정화시킨다. 적합한 환원된 다원자들은 Fe^{2+} , Mn^{2+} , Sn^{2+} , Sb^{3+} , As^{3+} , V^{3+} , Ti^{3+} , 및 당 업계의 통상의 기술자에게 익숙한 다른 것들을 포함하나, 이에 제한되지 않는다. 각각의 경우, 유리의 컬러에 유해한 영향을 피하기 위해서 이러한 성분들의 농도들을 최소화하는 것이, 또는 As 및 Sb의 경우, 최종 사용자의 공정 중 폐기물 관리 문제를 위해 충분히 높은 수준으로 이러한 성분들을 추가하는 것을 피하는 것이 중요할 수 있다.

[0088]

예시적인 유리들의 주요 산화물 성분들, 및 위에 언급된 부수적이거나 트랩 구성들에 더하여, 원재료들의 선택을 통해 도입된 오염물들로서 또는 유리 내 가스 함유물들을 제거하기 위해 사용된 의도적인 성분들로서 할라이드들이 다양한 수준으로 존재할 수 있다. 청정제로서, 할라이드들은 약 0.4몰% 이하의 수준으로 포함될 수 있으나, 오프 가스 핸들링 장비의 부식을 회피하기 위해 일반적으로 가능한 더 낮은 양을 사용하는 것이 바람직하다. 일부 실시예들에서, 각각의 할라이드 원소들의 농도들은 각각의 할라이드에 있어서 질량으로 약 200ppm

미만, 또는 모든 할라이드 원소들의 합에 있어서 질량으로 약 800ppm 미만이다.

[0089] 이들 주요 산화물 성분들, 부수적인 및 트랩프 성분들, 다원자기 및 할라이드 청정제들에 더하여, 원하는 물리적, 반전 현상(solarization), 광학적, 또는 점탄성 성질들을 달성하기 위해 낮은 농도의 다른 무색 산화물 성분을 포함시키는 것이 유용할 수 있다. 이러한 산화물들은 TiO_2 , ZrO_2 , HfO_2 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , MoO_3 , WO_3 , ZnO , In_2O_3 , Ga_2O_3 , Bi_2O_3 , GeO_2 , PbO , SeO_3 , TeO_2 , Y_2O_3 , La_2O_3 , Gd_2O_3 , 및 당업계의 통상의 기술자에게 알려진 다른 것들을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 예시적인 유리들의 주요 산화물 성분들의 상대적인 비율들을 조절함으로써, 이러한 무색 산화물들이 어닐링점, *T35k-Tliq* 또는 액상 점도에 수용불가능한 영향을 주지 않으면서 최대 약 2몰% 내지 약 3몰%까지의 수준으로 첨가될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들은 UV 컬러 센터 형성을 최소화하기 위하여 다음의 전이금속 산화물들 중 임의의 하나 또는 조합을 포함할 수 있다: 약 0.1 몰% 내지 약 4.0 몰%의 아연 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 티타늄 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 바나듐 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 니오븀 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 망간 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 2.0 몰%의 지르코늄 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 비소 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 주석 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 몰리브덴 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 안티몬 산화물; 약 0.1 몰% 내지 약 1.0 몰%의 세륨 산화물; 및 이들 사이의 모든 하위 범위들의 이상 열거된 전이 금속 산화물들. 일부 실시예들에 있어서, 예시적인 유리는 아연 산화물, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 니오븀 산화물, 망간 산화물, 지르코늄 산화물, 비소 산화물, 주석 산화물, 몰리브덴 산화물, 안티몬 산화물, 및 세륨 산화물의 임의의 조합을 0.1 몰% 이상, 약 4.0 몰% 미만 또는 약 4.0 몰% 이하로 포함할 수 있다.

[0090] 일부 예시적인 실시예들은 약 74 몰% 내지 약 77 몰% 범위의 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 범위의 Al_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 범위의 R_2O (그 중 0 내지 2 몰%가 Na_2O), 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 범위의 B_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 1.7 몰% 범위의 ZrO_2 , 약 11 몰% 내지 약 16 몰% 범위의 RO , 및 약 0 몰% 내지 약 4 몰% 범위의 ZnO 를 포함하는 유리 물품 또는 시트를 포함한다.

[0091] 실험을 하는 동안, 일부 유리들은 실험실 규모에서 광학적 투과도를 측정하는 것이 가능하도록 충분한 흡수를 도입하기 위하여 0.025 내지 0.05 몰%의 수준으로 철이 도핑되었다. 흡수의 측정들은 필요한 정확도를 달성하기 위하여 적어도 상이한 두께들을 갖는 샘플들에 대하여 이루어졌으며, 측정되고 뒤에서 더욱 상세하게 논의될 투과도 값들에 대하여, 측정된 흡수도는 14 ppm Fe를 함유하는 유리 내의 50 cm 경로 길이에 대하여 ICP 측정된 철 함량의 도움으로 정규화되었다. 수용 가능한 투과도 값들을 달성하기 위하여 Fe, Cr 및 Ni의 총합이 60 ppm 미만(< 60 ppm)의 오더로 불순물의 수준이 매우 낮아야 한다는 것이 발견되었다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 불순물 수준들은 $\text{Fe} < 20 \text{ ppm}$, $\text{Cr} < 5 \text{ ppm}$, 및 $\text{Ni} < 5 \text{ ppm}$ 이어야 한다.

[0092] 실험을 하는 동안, 흡수도에서의(따라서 투과도에서의) 변화들의 지배적인 부분은 유리 내에서의 산화환원 변화에 관계되는 것이 발견되었다. 산화환원 변화는 상기 유리 내의 다른 다가 이온들의 산화환원 상태를 더 정의하는 $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ 비율을 변화시킬 것이다. 모든 다가 이온들(multivalents) 중 주석의 함량이 가장 높으며, 따라서 이는 지배체(master)로서 작용하며 다른 산화환원 비율들은 주석에 의하여 정의될 것이다. 가시광 파장들에서의 흡수에 가장 큰 영향을 미치는 불순물은 철인 것이 발견되었으며, Fe^{2+} 가 적외선 파장에서 흡수 피크를 갖지만 그의 꼬리가 적색 및 녹색 파장들에까지 닿기 때문이다. Fe^{3+} 는 UV 파장들에서 흡수 피크를 갖고, 가시광 스펙트럼의 청색단에 영향을 미칠 것이다. 그러나 이는 Fe^{2+} 의 영향에 비하면 매우 작다. 따라서, 예시적인 실시예들에서 더 많은 산화된 유리 용융물을 갖는 것이 선호된다.

[0093] 유리 용융물의 산화 상태는 그 안의 모든 산화물들에 의하여 조절되며, 예를 들면, 알칼리 이온들은 SnO 보다 더 안정한 SnO_2 를 만들며 따라서 더욱 산화된 용융물을 생성한다. 따라서, 조성을 변경함으로써 유리 내의 철의 산화환원 상태가 영향을 받을 수 있고, 철에 의해 유발된 가시광 파장들에서의 흡수가 최소화될 수 있다. 물론, 다른 산화물들도 흡수를 유발하고, NiO 와 Cr_2O_3 도 원료 물질 내에 불순물로서 존재하므로 문제가 된다. 예를 들면, NiO 는 430nm 내지 630nm 범위에서 조성에 따라 상당히 변화할 수 있는 흡수 밴드를 갖고, Cr_2O_3 는 450nm 및 650nm에서 흡수 피크들을 갖는다. 도 11은 Fe_2O_3 , NiO , 및 Cr_2O_3 가 각각 도핑된 예시적인 유리 조성물들의 투과도 값들을 나타낸 그래프이다. 도 11을 참조하면, 니켈과 크롬이 함께 450 nm에서 큰 영향을 갖는 한편 철이 청색광 및 적색광의 투과도를 감소시킨 것을 관찰할 수 있다. NiO 의 영향은 R_2O 개질된 유리들과 비교하여 이들 RO 개질된 유리들에서 더욱 두드러져 보이며, 따라서 예시적인 유리들에서 NiO 의 함량을 줄이는 것이 매우 중요

하다.

[0094] SiO_2 가 74 몰%를 넘도록 높고 Al_2O_3 및 B_2O_3 의 몰%는 그에 대응하여 낮은 예시적인 실시예들에서 알칼리 토류 산화물들은 주요한 개질제들이 되고, 액-액 상 분리가 문제된다. 더 작은 R_2O 들은 상 분리 성향을 증가시키는 경향이 있다. 따라서 알칼리 토류 산화물들의 혼합물을 사용함으로써 예시적인 유리들에서의 상 분리가 억제될 수 있다. 예컨대 K_2O , Li_2O , Na_2O 와 같은 알칼리를 사용함으로써 여러 긍정적인 효과들이 관찰될 수 있다(하기 표 1 및 도 12 참조). 도 12는 다양한 R_2O 유형들을 갖는 예시적인 유리 조성물들의 투과도 값들을 나타낸 그래프이고, 표 1은 고정된 베이스 유리에 대하여 알칼리 개질제들의 변화를 제공한다. 표 1 및 도 12를 참조하면, 이러한 효과들은 액상선 온도의 감소, 액상선 점도의 증가, 및 모든 파장들에서의 투과도의 개선을 포함한다. 이는 상기 알칼리의 정체(identity)가 일으키는 상기 유리의 산화환원 상태의 변화에 부분적으로 기인한다.

[0095] [표 1]

유리	Li_2O [몰%]	Na_2O [몰%]	K_2O [몰%]	$T(\text{liq})$ [°C]	$\eta(\text{Liq})$ [P]	$T(\eta=200\text{P})$ [°C]	$T(\eta=35\text{kP})$ [°C]
A1	1.33	1.28	1.26	1250	7500	1625	1147
B1		2.93	0.98	1215	15000	1633	1161
C1		0.99	2.93	1110 *	182200*	1647	1197

* 24시간 구배 보우트 측정이며, 다른 것들은 72시간임.

[0096]

[0097] 추가적인 실시예들에 있어서, 알루미늄의 알칼리에 대한 비율이 갖는 영향이 유리들의 세트(도 13 및 표 2 참조)와 비교되었다. 여기서 오직 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ 의 비율에만 변화가 주어졌고, 나머지 유리 조성은 완전히 동일하게 회분 처리(batched)되었다. 도 13은 표 2의 유리들에 대하여 투과도 값들을 나타낸 그래프이고, 표 2는 베이스 유리(base glass)에서 0.79 내지 1.28로 변화하는 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ 를 제공한다.

[0098] [표 2]

유리	Al_2O_3 [몰%]	Na_2O [몰%]	K_2O [몰%]	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$	$T(\text{liq})$ [°C]	$\eta(\text{Liq})$ [P]	$T(\eta=200\text{P})$ [°C]	$T(\eta=35\text{kP})$ [°C]
C1	3.93	0.99	2.93	1	1110*	182200*	1647	1197
D1	4.45	0.98	2.45	1.3	1155	88600	1647	1207
E1	3.45	0.98	3.42	0.78	1110	119400	1626	1176

* 24시간 구배 보우트 측정이며, 다른 것들은 72시간임.

[0099]

[0100] 도 13 및 표 2를 참조하면, Al_2O_3 및 R_2O 를 총합으로 8 몰%가 사용되었고, 이 중 1 몰%가 Na_2O 로서 유지되었다. 450 nm(청색)에서는 곡선들이 겹치는 반면 녹색 및 적색 파장들(550 nm 및 630 nm)에서 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O} = 1$ 에 대하여 투과도가 가장 높은 것이 관찰될 수 있다(도 13 참조). 액상선 점도는 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O} = 1$ 에서 가장 높았으나, 필요한 바와 같은 1 MP와는 여전히 차이가 있었다. 비록 다른 것들에 대해 72 시간이 사용된 것과 비교하여 24시간에 대하여 측정되었지만, 이는 본 유리에 대하여 인공적으로 더 낮은 액상선 온도를 제공한다. 일반적으로 액상선 온도는 24시간 측정에 비하여 72 시간 측정에 있어서 10 내지 50°C 더 높을 것이다. 이것은 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O} = 1$ 유리를 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O} < 1$ 유리에 가깝도록 할 것이다.

[0101]

다른 실시예들에 있어서, 알칼리 토류 이온의 유형이 유리의 여러 성질들에 영향을 미치는 것이 관찰되었다. 큰 R_2O 들(예를 들면 BaO)이 액상선 온도를 낮추고 등점도(isoviscous) 온도를 낮추는 것은 잘 알려져 있다. 이는 아래 표 3에 제공된 base 유리 조성에 대해서도 관찰되었다. 그러나 알칼리 토류 개질제의 정체도 유리 물품의 측정된 투과도에 두드러진 영향을 미치는 것이 발견되었다. 도 14는 다양한 알칼리 토류들을 갖는 유리들에 대하여 투과도 값들을 나타낸 그래프이다. 도 14를 참조하면, R_2O 크기가 증가함에 따라 적색광 및 녹색광의 투과도가 감소하는 것이 관찰될 수 있으며, 이는 철의 산화환원 변화를 가리킨다. R_2O 들(예컨대, BaO , SrO , MgO , CaO)이 균일하게 분포된 일부 예시적인 유리들이 선호될 수 있다. 일부 실시예들에 있어서, 개질제들의 혼합물을 사용하는 것은 결정화 경향을 낮추는 효과를 갖지만, BaO 는 실제로 액상선(liquidus)을 상당히 억제하기 때문에 사용하는 것이 좋을 것이나, 동시에 미흡한 적색 투과성을 제공한다. 따라서, 결국 모든 것을 혼합하여

사용하는 것은 투과도를 감소시키거나 높은 밀도를 제공하는 BaO가 너무 많지 않도록 하는 것과 그리고 상분리를 촉진할 수 있는 MgO 또는 CaO가 너무 많지 않도록 하는 것을 잘 절충한다. 또한 SrO와 같이 회분처리된 BaO를 갖는 다른 예시적인 유리들도 선호될 수 있다. BaO의 한 가지 장점은 표 3의 마지막 두 실시예들을 비교할 때 관찰될 수 있다. 여기서 (BaO를 갖는) H1을 (SrO를 갖는) I1과 비교하면 액상선 온도가 100℃ 더 낮고 따라서 상당히 더 높은 액상선 점도를 갖는다.

[표 3]

유리	MgO [mol%]	CaO [mol%]	SrO [mol%]	BaO [mol%]	T(liq) [°C]	η (Liq) [P]	T(η = 200P) [°C]	T(η = 35kP) [°C]	T(200P -35 kP) [°C]
F1	3.72	3.83	3.87	3.88	1110 *	182200*	1647	1197	449
G1			5.3	9.7	1095 *	80900*	1580	1140	440
H1	3.72	3.84	7.6	0.08	1160	74000	1658	1200	466
I1	3.66	3.83	0.15	7.67	1075	291800	1634	1185	450

* 24시간 구배 보우트 측정이며, 다른 것들은 72시간임.

위에서 논의된 바와 같이, $Al_2O_3=R_2O$ 로 하는 것은 비교적 높은 액상선 점도뿐만 아니라 낮은 흡수도를 제공하였다. 하기 표 4 및 도 15a 및 도 15b에 보여진 바와 같이, RO를 희생하면서 $Al_2O_3 + R_2O$ 의 전체 함량을 증가시키는 것은 액상선 온도를 감소시키고, 액상선 점도를 증가시키며 200P 및 35kP의 등점도(isoviscosity) 온도를 1700과 약 1200C 사이로 유지시키는 것을 관찰할 수 있다. 또한, 붕소 함유 유리들 내에서 $Al_2O_3 + R_2O$ 를 증가시키는 것은 유리들의 투과도에 거의 변화를 일으키지 않는 것이 관찰된 반면, 붕소가 없는 유리들에서는 모든 파장들에서 개선이 있는 것이 관찰되었다(도 15a 및 도 15b 참조). 이러한 현상은 큰 RO들의 함량에서의 감소뿐만 아니라 Al_2O_3 의 증가의 둘 모두에 관계된다.

[표 4]

유리	Al_2O_3 [mol%]	R_2O [mol%]	RO [mol%]	B_2O_3 [mol%]	T(liq) [°C]	η (Liq) [P]	T(η = 200P) [°C]	T(η = 35kP) [°C]	T(200P -35kP) [°C]
J1	3.93	3.92	15.29	1.5	1110 *	182200*	1647	1197	449
K1	4.92	4.73	13.35	1.49	1050 *	690400*	1688	1206	482
L1	3.46	3.45	17.61	0	1180	42000	1621	1190	431
M1	3.94	3.95	16.7	0	1085	340000	1633	1198	435
N1	4.96	4.91	14.84	0	1070 *	511900*	1677	1209	468

* 24시간 구배 보우트 측정이며, 다른 것들은 72시간임.

일부 실시예들에 있어서, SiO_2 대신 ZrO_2 를 적당량 첨가하면 액상선 점도의 증가에 연관 효과를 갖는 액상선 온도에 영향을 거의 미치지 않으면서 200P 온도가 감소되는 것이 발견되었다(표 5 참조). 그러나 과도하게 많은 ZrO_2 가 첨가되면 액상선 온도가 현저하게 증가하는 것이 발견되었다(표 5의 마지막 실시예). 또한 ZrO_2 가 첨가될 때 35kP 온도는 일정하게 유지되는 반면 200P 온도만이 감소하는 것이 관찰되었고, 따라서 T(200P-35kP)는 감소하였는데 이는 성형되는 동안 더 적은 양의 열이 제거될 필요가 있음을 의미하고, 이는 더 높은 흐름 속도를 허용할 것이다. 또, 하기 표 6은 ZrO_2 가 SiO_2 에 대하여 또는 RO에 대하여 첨가될 때의 차이를 보여준다. 후자의 경우, 개질제들은 유리에서 제거되었으며, 200P 및 35kP 온도들이 모두 증가한 반면 이들의 차이는 여전히 감소하였고, 액상선 온도에는 영향을 미치지 않았고 그에 의하여 매우 높은 액상선 점도를 허용하였다. ZrO_2 가 첨가됨에 따라 투과도에는 영향이 전혀 없거나 거의 없음이 관찰되었다(청색광 파장들에서의 투과도가 감소하는 효과)(도 16a 및 도 16b 참조).

[0108] [표 5]

유리	SiO ₂ [mol%]	ZrO ₂ [mol%]	Al ₂ O ₃ [mol%]	R ₂ O [mol%]	RO [mol%]	T(liq) [°C]	η(Liq) [P]	T(η = 200P) [°C]	T(η = 35kP) [°C]	T(200P - 35kP) [°C]
O1	75.36	0	4.92	4.73	13.35	1050 *	690400*	1688	1206	482
P1	73.71	1.546	4.96	4.9	13.29	1050 *	881500*	1664	1210	455
Q1	75.19	0	3.93	3.92	15.29	1110 *	182200*	1647	1197	449
R1	73.83	1.46	3.95	3.92	15.21	1075	433600	1616	1197	421
S1	72.28	2.93	3.94	3.95	15.22	1250	14400	1607	1199	406

* 24시간 구배 보우트 측정이며, 다른 것들은 72시간임.

[0109]

[0110] [표 6]

Glass	SiO ₂ [mol%]	B ₂ O ₃ [mol%]	ZrO ₂ [mol%]	RO [mol%]	T(liq) [°C]	η(Liq) [P]	T(η = 200P) [°C]	T(η = 35kP) [°C]	T(200P - 35kP) [°C]
T1	75.36	1.49	0	13.35	1050 *	690400*	1688	1206	482
U1	75.13	0	0	14.84	1070 *	511900*	1677	1209	468
V1	73.71	1.51	1.46	13.29	1050 *	881500*	1664	1210	455
W1	75.21	0	1.46	13.29	1075 *	1034700*	1698	1243	455

* 24시간 구배 보우트 측정이며, 다른 것들은 72시간임.

[0111]

[0112] 또한 ZrO₂를 함유하는 유리에 BaO 대신 ZnO를 첨가하면, 액상선 상이 ZrSiO₄로 변화하고 액상선 온도도 200 내지 300℃만큼 증가하는 것이 발견되었다. ZrO₂를 함유하지 않는 유리에서 BaO를 ZnO로 대체할 때, 그 영향은 대체로 부정적인데, 예를 들면, 35kP, 200P의 양자 모두, 그리고 T(200P-35kP)가 증가하고, 뿐만 아니라 액상선 온도, 녹색광 및 적색광 투과도가 개선되는데, 이는 가장 큰 RO의 함량이 감소될 때 기대된다.

[0113] 일반적으로 더 높은 R₂O 함량의 유리들은 더 많은 양의 융합선 블리스터링을 생성하고, 무알칼리 유리들(예를 들면, 불가피 수준(tramp levels)의 R₂O)은 블리스터링이 거의 없는 것이 관찰되어 왔다. 1 이상의 R₂O/RO 값을 갖는 유리들은 성형 부재(예를 들면 아이소파이프) 위로 범람되었을 때 상당한 양의 블리스터링을 제공하는 것이 발견되었다. 그러나, 1 미만의 R₂O/RO 비율을 갖는 예시적인 유리들은 이러한 블리스터링의 생성을 감소시키는 데 긍정적인 효과가 있다. 일부 실시예들에 있어서, R₂O/RO는 0.3 내지 1.0의 범위이고, 1.0 미만이다. 다른 실시예들에서, R₂O/RO는 0.38 내지 0.53의 범위이다.

[0114] 위에서 논의된 지식들을 조합하여, 가시광 파장들에서 고도로 투명하고 퓨전 성형을 위하여 바람직한 점도를 갖는 예시적인 조성들이 개발되었다. 일반적으로, 높은 유동 속도를 허용하기 위하여 1200℃ 내외 또는 그 이상의 35kP 온도, 1700℃ 내외 또는 그 이하의 200P 온도, 및 가능한 한 작은 T(200P)-T(35kP)가 필요하다. 하기 표 7에 제공된 예시적인 유리들은 50cm의 길이에 대하여 측정하였을 때 550 nm에서 94%보다 큰 (>94%) 투과도, 50cm의 길이에 대하여 측정하였을 때 450 nm에서 92%보다 큰 (>92%) 투과도, 및 630 nm에서 가급적 높은 투과도, 바람직하게는 86% 이상을 갖는다. 이러한 속성들은 70몰%보다 더 많은(> 70 몰%), > 73 몰%의, 70 내지 80몰% 범위의, 73 내지 80 몰% 범위의, 및 73 내지 77 몰% 범위의 SiO₂를 갖는 유리 조성들에 대하여 달성될 수 있음이 발견되었다. 상기 유리 조성물들은 더 낮은 Al₂O₃ 몰%를 가질 수 있으며, 예를 들면 8몰%보다 낮은(<8 몰%), < 6 몰%의, 2 내지 6 몰% 사이의, 또는 4 내지 6 몰% 사이일 수 있다. 또한 예시적인 유리 조성물들은 6 몰% 미만의(< 6 몰%), 0 내지 6 몰% 사이의, 0 내지 3.5 몰% 사이의, 또는 0 내지 4 몰% 사이의 B₂O₃ 함량을 포함한다.

[0115] 일부 실시예들에 있어서, 예시적인 유리 조성물들은 < 5 몰%의, < 4 몰%의, 또는 0 내지 3 몰% 사이 범위의 Na₂O, < 9 몰%의, < 8 몰%의, 0 내지 9 몰% 사이의, 0 내지 8 몰% 사이의, 2 내지 7 몰% 사이의, 또는 2.5 내지 7 몰% 사이 범위의 K₂O, 또는 < 2 몰%의, < 1.5 몰%의, 또는 0 내지 1.5 몰% 사이 범위의 Li₂O와 같은 알칼리 산화물 개질제들(modifiers)을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서 전체 R₂O는 약 4 내지 7 몰%의 범위이고, 이중 0 내지 2 몰%가 Na₂O이다. 예시적인 실시예들에서, K₂O > Na₂O이고, Al₂O₃ -(Na₂O+K₂O) = -2 내지 0.5이다.

- [0116] 일부 실시예들에 있어서, 예시적인 유리 조성물들은 < 6 몰%의, < 5 몰%의, 0 내지 6 몰% 사이 범위의, 0 내지 5 몰% 사이 범위의, 또는 2 내지 4 몰% 사이 범위의 MgO, < 6 몰%의, < 5 몰%의, 0 내지 6 몰% 사이 범위의, 0 내지 5 몰% 사이 범위의, 또는 2.4 내지 4.5 몰% 사이 범위의 CaO와 같은 알칼리 토류 개질제들을 포함할 수 있다. 추가적인 알칼리 토류 개질제들은 < 6 몰%의, < 5 몰%의, 0 내지 6 몰% 사이 범위의, 0 내지 5 몰% 사이 범위의, 또는 2.5 내지 5 몰% 사이 범위의 SrO, < 6 몰%의, < 5 몰%의, 0 내지 6 몰% 사이 범위의, 0 내지 5 몰% 사이 범위의, 또는 1 내지 4 몰% 사이 범위의 BaO, 및 < 4 몰%의, < 3 몰%의, 0 내지 4 몰% 사이 범위의, 0 내지 3 몰% 사이 범위의, 또는 0 내지 2 몰% 사이 범위의 ZrO₂를 포함한다. R₀의 총합은 약 10 내지 20 몰%, 11 내지 18 몰% 사이, 11 내지 16 몰% 사이, 또는 11 내지 15 몰% 사이의 범위에 있을 수 있다. 예시적인 하지만 비제한적인 청징제들은 SnO₂ 및 Sb₂O₃를 포함하며, 안티몬이 시스템의 산화 상태에 영향을 미치며 따라서 투과도의 주요 결정자(driver)인 철의 산화 상태를 변화시키기 때문에, 이들은 적색광의 투과도를 개선하고 청색광의 투과도를 약간 감소시킴으로써 각 투과 곡선의 기울기를 변화시킬 수 있다.
- [0117] 예시적인 실시예들에 있어서, 0 내지 4 몰% 사이 범위의 ZnO가 사용될 수 있지만, ZrO₂를 함유하는 유리들에서는 그렇지 않다. ZrO₂는 약 0 내지 2 몰% 또는 0 내지 1.7 몰% 사이의 범위일 수 있다. 다른 실시예들에 있어서, Fe, Cr 및 Ni 불순물 수준들은 Fe, Cr 및 Ni의 총합으로 60 ppm 미만(< 60 ppm)의 오더로 낮게 유지되어야 하며, 다른 실시예들에서 Fe, Cr 및 Ni의 총합으로 < 20 ppm이다. 일부 실시예들에 있어서, 불순물의 수준들은 Fe < 20 ppm, Cr < 5 ppm, 및 Ni < 5 ppm이어야 한다. 추가적인 실시예들에서, 다른 컬러링 원소들(예를 들면, Cu, V, Co, Mn 등)에 대한 다른 불순물 수준들은 총합으로 < 20 ppm이어야 한다.
- [0118] 표 7은 여기에 설명된 바와 같은 높은 투과성(transmissibility)을 갖는 예시적인 유리들(샘플 1 내지 12)을 나타낸다.

[0119] [표 7]

mol%	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	75.64	75.71	75.71	75.47	76.84	75.2	74.51
B ₂ O ₃	0	0	0	1.35	0	0	1.37
Al ₂ O ₃	4.99	4.98	4.97	4.94	4.95	4.96	4.83
Na ₂ O	1.91	0.94	0.9	0.95	0.94	0.96	0.94
K ₂ O	3.01	3.99	5.01	4.89	4.93	4.98	4.81
MgO	3.23	3.23	2.99	2.97	2.97	3.35	3
CaO	2.9	2.88	2.66	3.08	3.05	3.44	3.03
SrO	3.36	3.34	3.09	3.1	3.08	3.47	4.11
BaO	3.33	3.31	3.05	3.1	3.1	3.49	1.94
SnO ₂	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11
ZrO ₂	1.46	1.45	1.45	0	0	0	0
R ₂ O	4.92	4.93	5.91	5.83	5.87	5.94	5.75
RO	12.83	12.76	11.8	12.26	12.2	13.75	12.08
Al ₂ O ₃ -R ₂ O	0.07	0.05	-0.94	-0.89	-0.919	-0.99	-0.92
T(10 ¹² P) [°C]	752	766.5	760.5	711.2	730	725.4	713.9
T(anneal) [°C]	710.9	724.3	718.7	670.1	688.2	684.5	673.3
T(strain) [°C]	658.7	670.7	665.6	617.9	635.1	632.4	621.6
밀도 [g/cm ³]	2.632	2.629	2.612	2.572	2.569	2.606	2.557
CTE [x10 ⁻⁷ 1/K]	55.6	55	59.1	60.9	61.7	63.9	61.2
T liq internal 72h gradient [°C]	1075	1075	1040	1025	1025	1035	1010
결정상	Proto enstatite	Proto enstatite	Proto enstatite	Diopside	Diopside	Diopside	Diopside
점도 풀쳐 파라미터들							
A	-2.3561	-2.5219	-2.5624	-1.9958	-2.1822	-2.1545	-2.1562
B	6588.95	6908.77	7112.8	6157.51	6632.7	6285.9	6447.66
T ₀	293.148	290.846	266.895	271.295	262.257	281.304	252.846
T(200P) [°C]	1708	1723	1729	1704	1742	1692	1699
T(400P) [°C]	1622	1639	1644	1611	1649	1603	1608
T(35kP) [°C]	1248	1269	1268	1213	1248	1220	1215
ΔT (200P-35kP) [°C]	460	455	462	492	493	472	484
Viscosity at T-liq [P]	1178400	1943700	4344400	1492300	3262900	1533100	2288000
투과도 (측정값) %							
450nm	93.1	91.92	93.48	94.42	94.17	93.9	94.41
550nm	93.85	92.82	94.01	94.9	94.49	94.15	94.35
630nm	84.84	83.83	85.38	86.85	85.86	84.86	85.78

[0120]

mol%	8	9	10	11	12
SiO ₂	75.71	75.4	76.54	74.2	75.14
B ₂ O ₃	2.67	2.6	2.46	2.96	2.94
Al ₂ O ₃	4.62	4.72	3.93	4.9	4.51
Na ₂ O	0.95	0.97	0.96	0.06	0.04
K ₂ O	4.76	3.9	4.84	5.89	5.95
MgO	3.02	3.03	3.01	3.18	2.67
CaO	3.04	3.06	3.03	2.74	4
SrO	3.09	4.17	3.08	3.66	3.08
BaO	2	1.99	1.99	2.28	1.53
SnO ₂	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ZrO ₂	0	0	0	0	0
R ₂ O	5.85	4.86	5.8	5.95	5.99
RO	11.23	12.23	11.14	11.85	11.27
Al ₂ O ₃ -R ₂ O	-1.24	-0.14	-1.87	-1.05	-1.48
T(10 ¹² P) [°C]	719.8	703	694.2	714.2	720
T(anneal) [°C]	677.1	662.1	654.2	673.7	678.5
T(strain) [°C]	622.9	610.3	603.4	622.2	625.8
밀도 [g/cm ³]	2.525	2.546	2.526	2.55	2.513
CTE [x10 ⁻⁷ 1/K]	59.4	56.8	59.1	62.4	60.8
T liq internal 72h gradient [°C]	1020	1040	1005	1010	1025
결정상	Diopside	Diopside	Diopside	Diopside	Strontium Silicate
점도 풀처 파라미터들					
A	-1.8184	-2.2585	-2.2888	-1.8606	-1.7872
B	5947.28	6809.29	6802.91	5818.11	5701.58
T ₀	280.52	221.157	214.37	294.52	306.415
T(200P) [°C]	1724	1715	1697	1693	1701
T(400P) [°C]	1626	1622	1605	1598	1605
T(35kP) [°C]	1215	1222	1210	1203	1207
ΔT (200P-35kP) [°C]	509	492	487	490	494
Viscosity at T-liq [P]	1675500	1140800	2068600	1866900	1403500
투과도 (측정값) %					
450nm	93.98	93.65	94.25	93.39	94.06
550nm	94.94	94.46	95.06	94.37	95.16
630nm	87.78	86.66	87.82	86.19	87.92

[0121]

[0122]

위의 표들에서 기재된 바와 같이, 일부 실시예들에 있어서 예시적인 유리 물품은, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엣지들을 형성하는 유리 시트를 포함할 수 있다. 상기 유리 시트는 약 74 몰% 내지 약 77 몰% 사이의 SiO₂, 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al₂O₃, 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B₂O₃, 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R₂O(여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임), 약 11 몰% 내지 약 16 몰% 사이의 RO(여기서 R은 Mg, Ca, Sr 또는 Ba 중 임의의 하나 이상임), 약 0 몰% 내지 약 4 몰% 사이의 ZnO, 및 약 0 몰% 내지 약 1.7 몰% 사이의 ZrO₂를 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 0.005 미만(< 0.005)의 컬러 시프트를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 600°C보다 더 큰 변형 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 650°C보다 더 큰 어닐링 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 55 x 10⁻⁷/°C 내지 약 64 x 10⁻⁷/°C의 CTE를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 2.51 gm/cc @ 20 °C 내

지 약 2.64 gm/cc @ 20 °C의 밀도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 물품은 도광판이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 도광판의 두께는 약 0.2 mm 내지 약 8 mm이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 도광판이 퓨전 드로우 공정, 슬롯 드로우 공정, 또는 플로우트 드로우 공정에 의해 제조된다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 각각을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 총합을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Fe를 약 20 ppm 미만, Co를 약 5 ppm 미만, 그리고 Ni을 약 5 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, $Al_2O_3/R_2O < 1$ 이다. 일부 실시예들에 있어서, Al_2O_3 는 $R_2O \pm 0.05$ 와 실질적으로 동일하다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 BaO를 포함하지 않고, SrO, MgO 및 CaO의 몰%는 서로의 1.0 몰% 이내이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 BaO를 포함하고, SrO, BaO, MgO 및 CaO의 몰%는 서로의 1.0 몰% 이내이다. 일부 실시예들에 있어서, T35kP 온도는 1200 °C 이상이다. 일부 실시예들에 있어서, T200P 온도는 1700°C 이하이다. 일부 실시예들에 있어서, 적어도 500 mm 길이에 대하여 450 nm에서의 투과도가 85% 이상이거나, 적어도 500 mm 길이에 대하여 550 nm에서의 투과도가 90% 이상이거나, 또는 적어도 500 mm 길이에 대하여 630 nm에서의 투과도가 85% 이상, 및 이들의 조합들이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 시트는 화학적으로 강화된 것이다. 일부 실시예들에 있어서, R_2O/RO 가 약 0.3과 약 1.0 사이이고 약 1.0 미만이다. 일부 실시예들에 있어서, R_2O/RO 가 약 0.38 내지 약 0.53 사이이다. 일부 실시예들에 있어서, $Al_2O_3 - R_2O$ 가 -2 내지 0.5 사이이다.

[0123] 다른 실시예들에 있어서, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엣지들을 형성하는 유리 시트를 포함하는 유리 물품이 제공된다. 여기서 상기 유리 시트는 약 74 몰%보다 더 큰 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임)를 포함하고, $Al_2O_3 - R_2O$ 가 약 -2 내지 약 0.5 사이이다. 추가적인 실시예들에서, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엣지들을 형성하는 유리 시트를 포함하는 유리 물품이 제공된다. 여기서, 상기 유리 시트는 약 74 몰%보다 더 큰 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임), 약 11 몰% 내지 약 16 몰% 사이의 RO(여기서 R은 Mg, Ca, Sr 또는 Ba 중 임의의 하나 이상임)를 포함하고, R_2O/RO 가 약 0.3과 약 1.0 사이이고 약 1.0 미만이다. 일부 실시예들에 있어서, R_2O/RO 가 약 0.38 내지 약 0.53 사이이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 0.005 미만 (< 0.005)의 컬러 시프트를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 600°C보다 더 큰 변형 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 650°C보다 더 큰 어닐링 온도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 $55 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ 내지 약 $64 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ 의 CTE를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 약 2.51 gm/cc @ 20 °C 내지 약 2.64 gm/cc @ 20 °C의 밀도를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 물품은 도광판이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 도광판의 두께는 약 0.2 mm 내지 약 8 mm이다. 상기 도광판은 퓨전 드로우 공정, 슬롯 드로우 공정, 또는 플로우트 드로우 공정에 의해 제조된다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 각각을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 총합을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Fe를 약 20 ppm 미만, Co를 5 ppm 미만, 그리고 Ni을 5 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, $Al_2O_3/R_2O < 1$ 이다. 일부 실시예들에 있어서, Al_2O_3 는 $R_2O \pm 0.05$ 와 실질적으로 동일하다. 일부 실시예들에 있어서, 적어도 500 mm 길이에 대하여 450 nm에서의 투과도가 85% 이상이거나, 적어도 500 mm 길이에 대하여 550 nm에서의 투과도가 90% 이상이거나, 또는 적어도 500 mm 길이에 대하여 630 nm에서의 투과도가 85% 이상, 및 이들의 조합들이다.

[0124] 또 추가적인 실시예들에 있어서, 폭과 높이를 갖는 정면, 상기 정면의 반대 쪽인 배면, 및 상기 정면과 상기 배면 사이의 두께를 갖고, 상기 정면 및 상기 배면의 주위로 네 개의 엣지들을 형성하는 유리 시트를 포함하는 유리 물품이 제공된다. 여기서, 상기 유리 시트는 약 74 몰%보다 더 큰 SiO_2 , 약 3 몰% 내지 약 6 몰% 사이의 Al_2O_3 , 약 0 몰% 내지 약 3.5 몰% 사이의 B_2O_3 , 약 4 몰% 내지 약 7 몰% 사이의 R_2O (여기서 R은 Li, Na, K, Rb, Cs 중 임의의 하나 이상임), 약 11 몰% 내지 약 16 몰% 사이의 RO(여기서 R은 Mg, Ca, Sr 또는 Ba 중 임의의 하나 이상임)를 포함하고, $Al_2O_3 - R_2O$ 가 약 -2 내지 약 0.5 사이이고, R_2O/RO 가 약 0.3과 약 1.0 사이이고 약

1.0 미만이다. 일부 실시예들에 있어서, R_2O/RO 는 약 0.38 내지 약 0.53 사이이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 0.005 미만 (< 0.005)의 컬러 시프트를 갖는다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리 물품은 도광판이다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 각각을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Co, Ni, 및 Cr의 총합을 약 20 ppm 미만으로 포함한다. 일부 실시예들에 있어서, 상기 유리는 Fe를 약 20 ppm 미만, Co를 5 ppm 미만, 그리고 Ni를 5 ppm 미만으로 포함한다.

[0125] 다양한 개시된 실시예들은 그 특정 실시예와 관련하여 설명된 특정 특징들, 구성 요소들, 단계들을 수반할 수 있음이 이해될 것이다. 또한 특정한 특징, 구성 요소 또는 단계는, 하나의 특정한 실시예와 관련하여 설명되었으나, 다양한 예시되지 않은 조합들 또는 치환들에서 대안적인 실시예들과 상호교환 또는 결합될 수 있음이 이해될 것이다.

[0126] 또한 본 명세서에 사용된 바와 같이 용어들 "the", "a", 또는 "an"은 "적어도 하나"를 의미하며, 반대로 명시적으로 표시되지 않는한 "오직 하나"로 제한되어서는 안된다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 예를 들어 "고리"에 대한 언급은 문맥이 명백히 달리 표시하지 않는한 둘 이상의 이러한 고리들을 가지는 예들을 포함한다. 마찬가지로, "복수의" 또는 "어레이"는 "하나보다 많은"을 나타내도록 의도된다. 이와 같이, "복수의 물방울들"은 둘 이상의 이러한 물방울들, 예컨대 셋이상의 이러한 물방울 등을 포함하며, "고리들의 어레이"는 둘 이상의 이러한 물방울들, 예컨대 셋 이상의 이러한 고리들 등을 포함한다.

[0127] 범위들은 "약" 하나의 특정 값 및/또는 내지 "약" 다른 하나의 특정 값으로 본 명세서에 표현될 수 있다. 이러한 범위가 표현되었을 때, 예들을 그 하나의 특정 값 및/또는 내지 다른 특정 값을 포함한다. 유사하게, 값들이 근사치로서 표현된 경우, 선행사 "약"의 사용으로써, 그 특정 값이 다른 양상을 형성한다는 것이 이해될 것이다. 범위들의 끝점들은 다른 끝점과 관련하여, 및 다른 끝점과는 독립적으로 의미 있다는 것이 더 이해될 것이다.

[0128] 본 명세서에 사용된 바와 같이 용어들 "실질적인", "실질적으로", 및 이들의 변형들은 설명된 특징이 값 또는 설명과 동일하거나 대략 동일하다는 것을 언급하는 것으로 의도된다. 예를 들어 "실질적으로 평면인" 표면은 평면이거나 대략 평면인 표면을 나타내도록 의도된다. 나아가, 위에 정의된 바와 같이, "실질적으로 유사한"은 두 값들이 동일하거나 대략 동일하다는 것을 나타내도록 의도된다. 일부 실시예들에서, "실질적으로 유사"는 서로의 약 10% 내, 예컨대 서로의 약 5% 내, 또는 서로의 약 2% 내의 값들을 나타낼 수 있다.

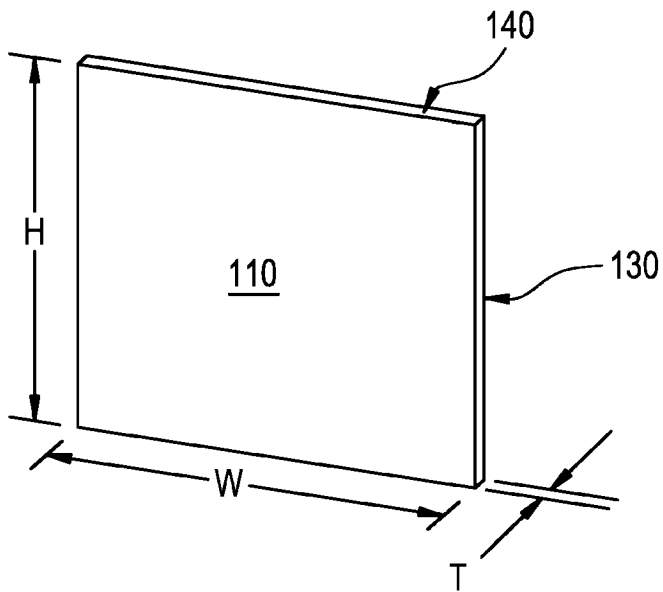
[0129] 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, 본명세서에 제시된 어떠한 방법도 그 단계들이 특정한 순서로 수행되는 것이 요구되는 것으로 해석되도록 의도되지 않는다. 따라서, 방법 청구항이 그 단계들이 따라야할 순서를 실제로 언급하지 않거나 단계들이 특정한 순서로 제한되어야 한다고 청구항들 또는 설명들에 달리 구체적으로 언급되지 않는 경우, 어떠한 특정한 순서도 추론되는 것이 의도되지 않는다.

[0130] 특정 실시예들의 다양한 특징들, 구성 요소들, 또는 단계들이 연결구 "포함하는(comprising)"을 사용하여 개시될 수 있으나, 연결구 "구성된(consisting)" 또는 "필수적으로 구성된(consisting essentially of)"를 사용하여 설명될 수 있는 것들을 포함하는 대안적인 실시예들이 암시된다는 것이 이해되어야 할 것이다. 따라서, 예를 들어, A+B+C를 포함하는 장치에 대해 암시되는 대안적인 실시예들은 장치가 A+B+C로 구성된 실시예들 및 장치가 A+B+C로 필수적으로 구성된 실시예들을 포함한다.

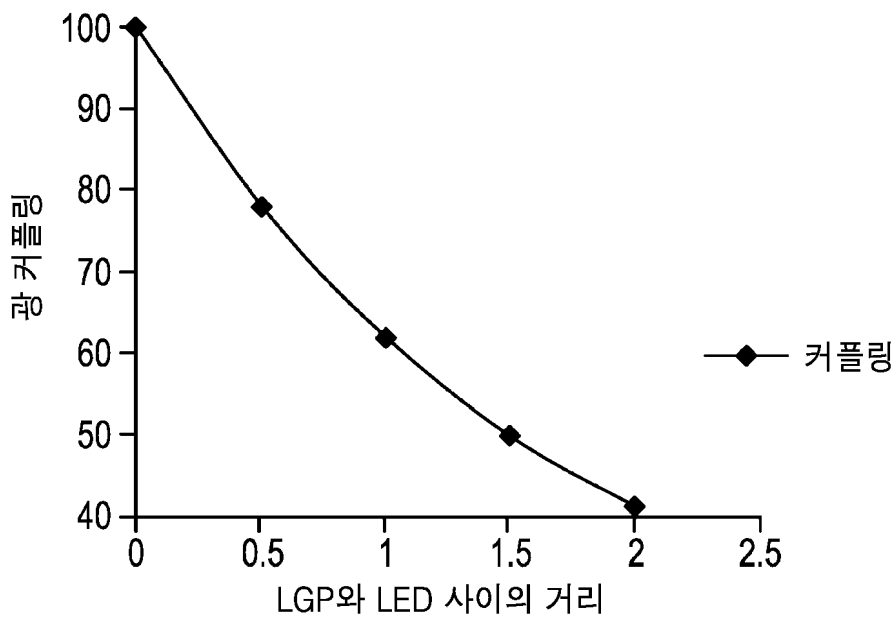
[0131] 본 개시의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않으면서 다양한 수정들 및 변경들이 본 개시에 만들어질 수 있다는 것이 당업계의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 본 개시의 사상 및 내용을 포함하는 개시된 실시예들의 수정들 조합들, 서브-조합들 및 변경들이 당업계의 통상의 기술자에게 일어날 수 있으므로, 본 개시는 첨부된 청구 범위 및 그들의 균등물들 내의 모든 것을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

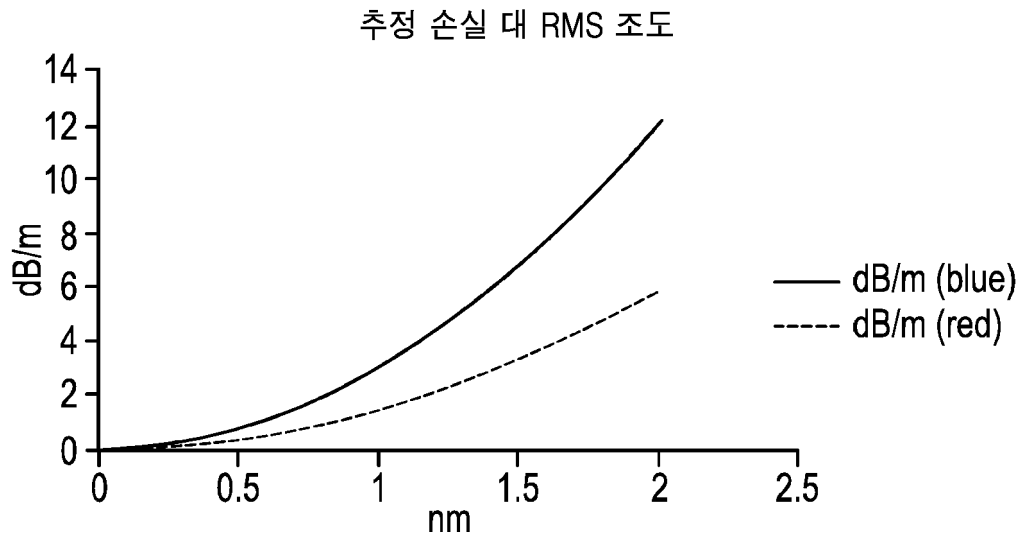
도면1



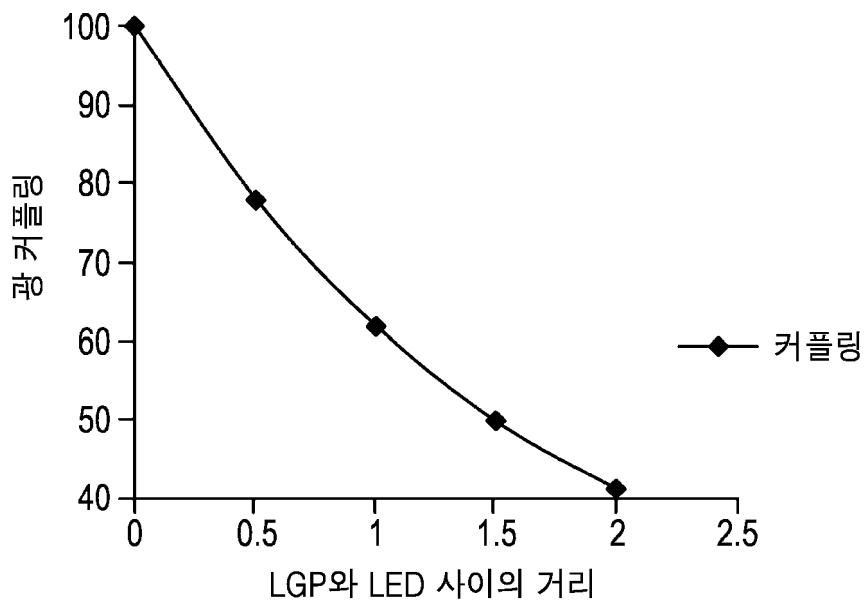
도면2



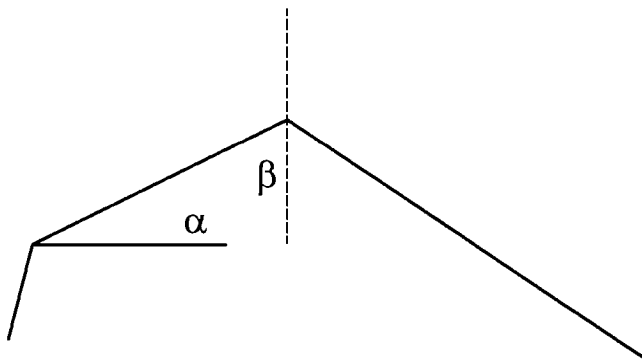
도면3



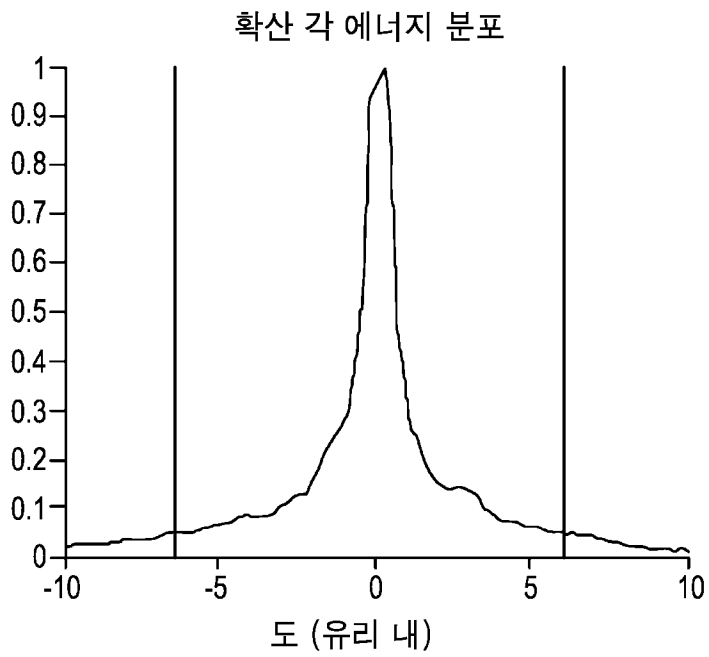
도면4



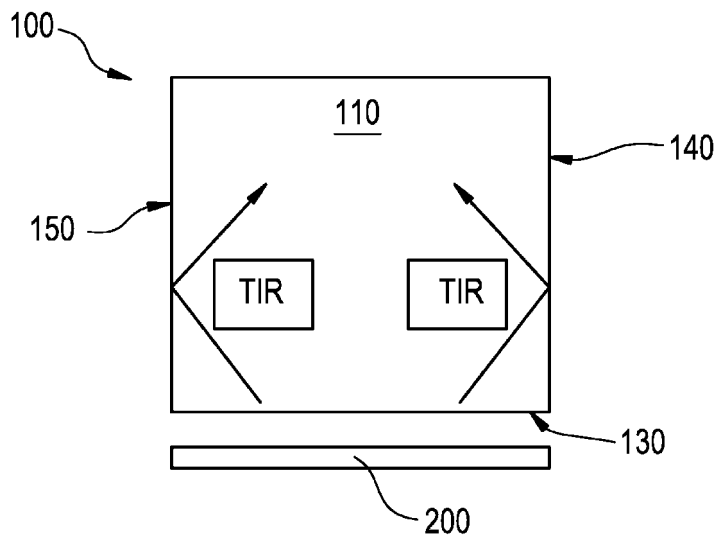
도면5



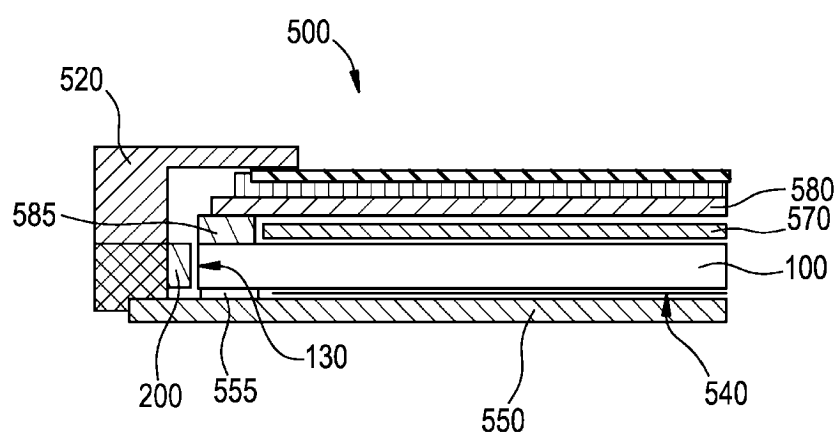
도면6



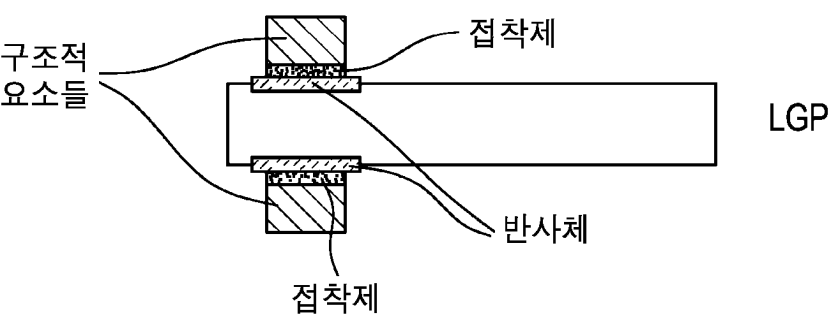
도면7



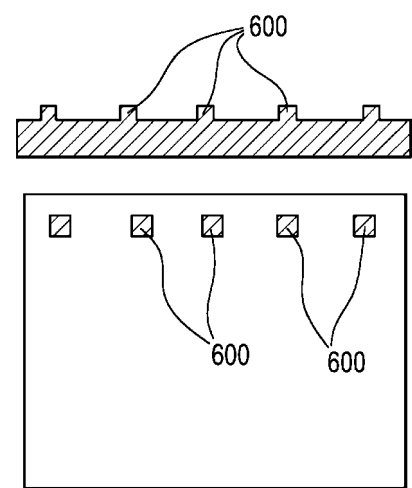
도면8



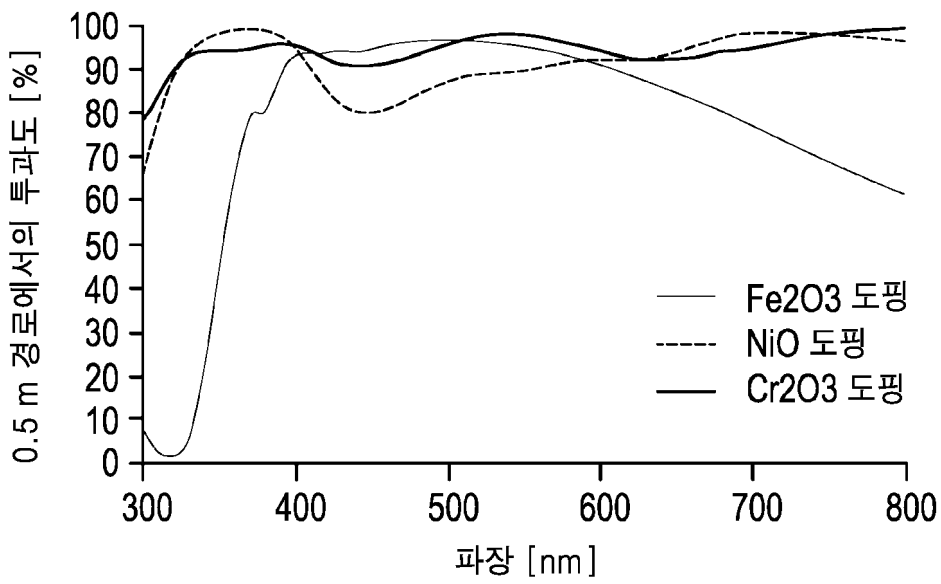
도면9



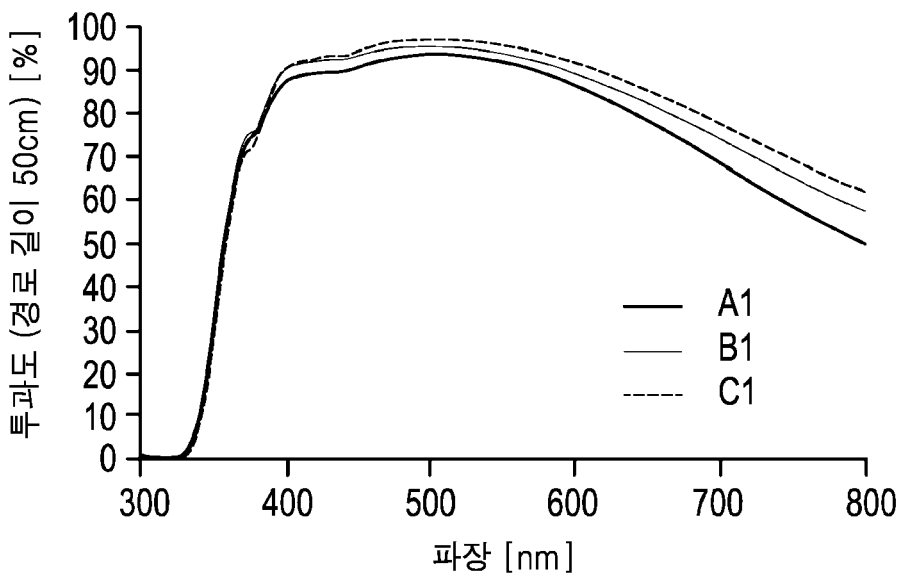
도면10



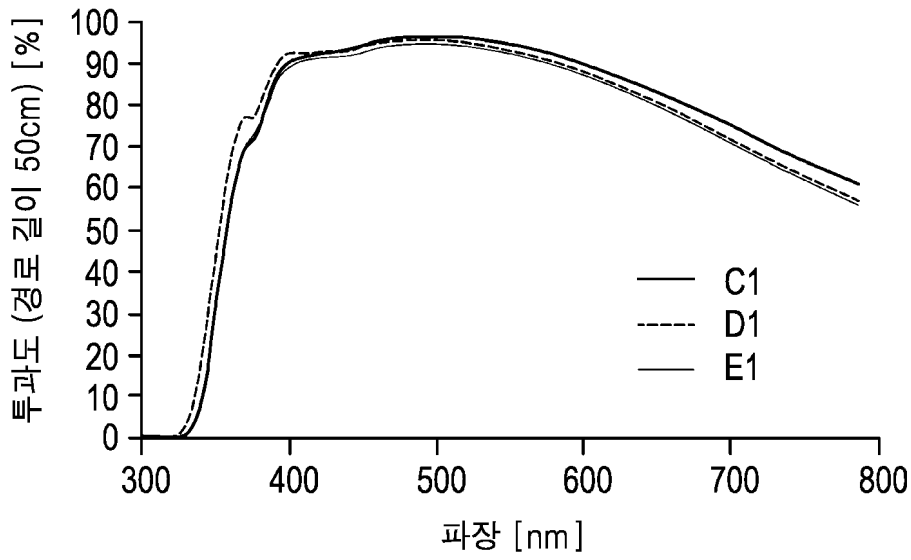
도면11



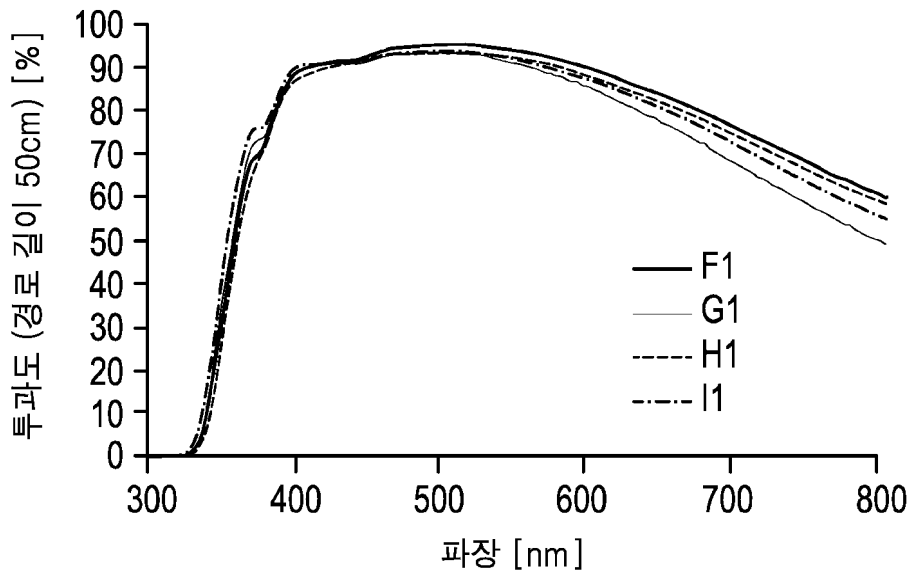
도면12



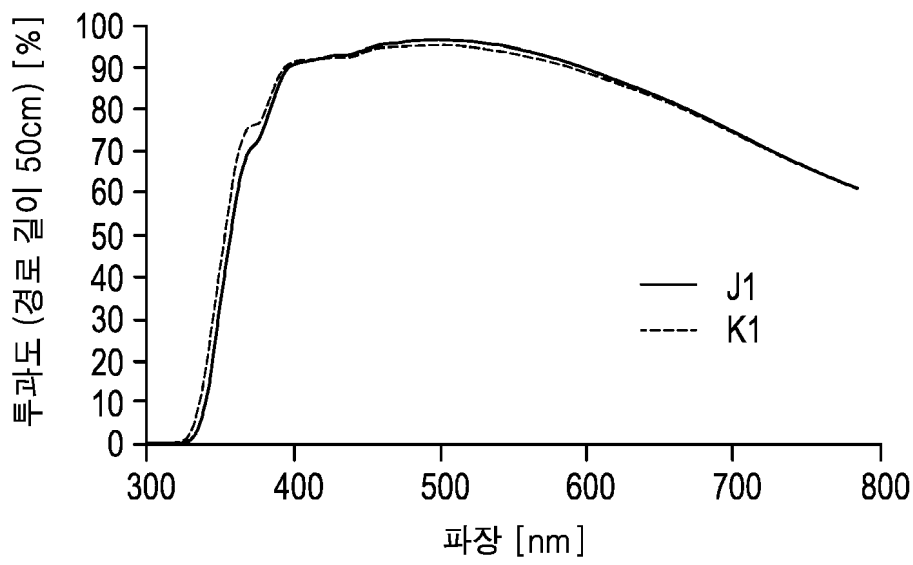
도면13



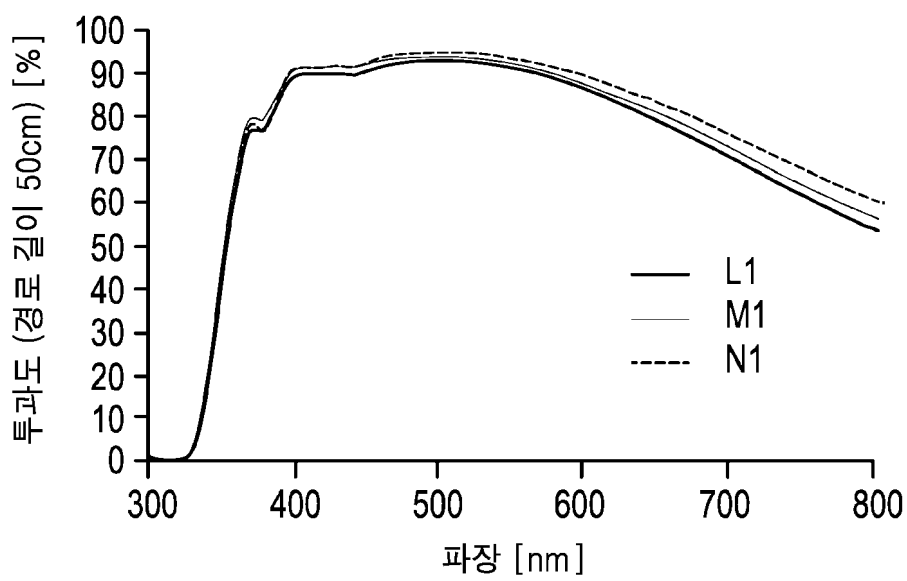
도면14



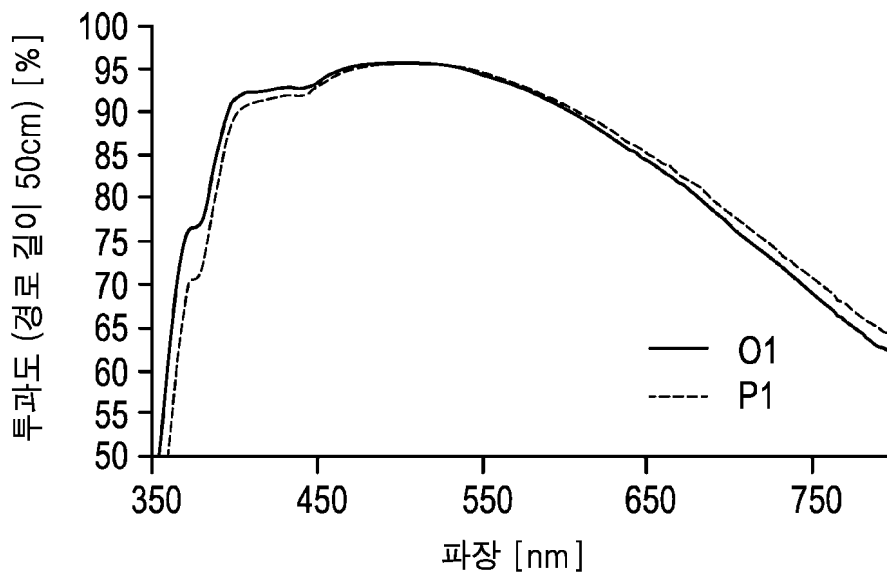
도면15a



도면15b



도면16a



도면16b

