



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월19일
(11) 등록번호 10-1775208
(24) 등록일자 2017년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 3/089 (2006.01) C03C 3/091 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7026635
(22) 출원일자(국제) 2013년02월28일
심사청구일자 2016년02월26일
(85) 번역문제출일자 2014년09월23일
(65) 공개번호 10-2014-0141601
(43) 공개일자 2014년12월10일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/028145
(87) 국제공개번호 WO 2013/130700
국제공개일자 2013년09월06일
(30) 우선권주장
61/604,869 2012년02월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20100300536 A1*
KR1020070087650 A*
US3673049 A
US3597305 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트
플라자
(72) 발명자
마우로, 존 크리스토퍼
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 스카이라인 드라이브
10712에이
(74) 대리인
청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

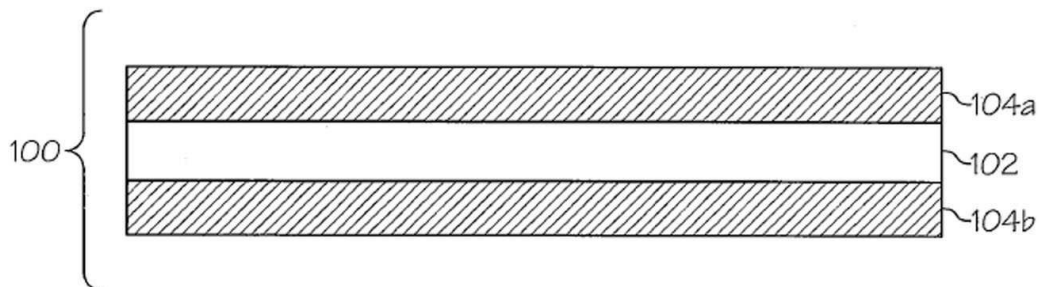
심사관 : 이창남

(54) 발명의 명칭 높은 CTE 칼륨 보로실리케이트 코어 유리 및 이를 포함하는 유리 제품

(57) 요약

높은 CTE 유리 조성물 및 이로부터 형성된 적층 유리 제품은 기재된다. 하나의 구현 예에 있어서, 유리 조성물은 유리 형성체로서 약 70 mol.% 내지 약 80 mol.%의 SiO₂, 약 0 mol.% 내지 약 8 mol.%의 Al₂O₃, 및 약 3 mol.% 내지 약 10 mol.%의 B₂O₃를 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 0 mol.% 내지 약 2 mol.%의 Na₂O 및 약 10 mol.% 내지 약 15 mol.%의 K₂O와 같은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 부가적으로, 상기 유리 조성물은 약 5 mol.% 내지 약 6 mol.%의 알칼리 토 산화물을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 CaO, SrO, 및 BaO 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO가 없을 수 있다. 상기 유리 조성물은 융합 적층 공정에 의해 형성된 적층 유리 제품과 같은, 적층 유리 제품에 사용될 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

유리 조성물로서,
 70 mol.% 내지 80 mol.%의 SiO_2 ;
 0 mol.% 내지 8 mol.%의 Al_2O_3 ;
 3 mol.% 내지 10 mol.%의 B_2O_3 ;
 0 mol.% 내지 2 mol.%의 Na_2O ;
 10 mol.% 내지 15 mol.%의 K_2O ; 및
 5 mol.% 내지 6 mol.%의 알칼리 토 산화물을 포함하고, 여기서:
 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함하나, CaO 는 SrO 또는 BaO 보다는 적게 포함
 하며;
 상기 유리 조성물은 20℃ 내지 300℃ 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상인 열팽창계수를 포함하고;
 상기 유리 조성물은 250 kPoise 이상의 액상 점도를 포함하며; 그리고
 상기 유리 조성물은 1 mol.% 미만의 MgO 를 포함하는 유리 조성물.

청구항 2

제1 유리 클래딩 층 및 제2 유리 클래딩 층 사이에 배치된 유리 코어 층을 포함하고,
 여기서 상기 유리 코어 층은:
 70 mol.% 내지 80 mol.%의 SiO_2 ;
 0 mol.% 내지 8 mol.%의 Al_2O_3 ;
 3 mol.% 내지 10 mol.%의 B_2O_3 ;
 0 mol.% 내지 2 mol.%의 Na_2O ; 및
 5 mol.% 내지 6 mol.%의 알칼리 토 산화물을 포함하고, 여기서:
 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함하나, CaO 는 SrO 또는 BaO 보다는 적게 포함
 하며;
 10 mol.% 내지 15 mol.%의 K_2O 를 포함하는 유리 조성물로부터 형성되며, 여기서, 상기 유리 조성물은 20℃ 내
 지 300℃의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상인 열팽창계수를 포함하는 유리 제품.

청구항 3

청구항 1 에 있어서,
 상기 알칼리 토 산화물은 1.5 mol.%의 SrO ; 및 0 mol.% 내지 2 mol.%의 BaO 를 포함하는 유리 조성물.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 유리 조성물은

73 mol.% 내지 77 mol.%의 SiO_2 ;
 0 mol.% 내지 3 mol.%의 Al_2O_3 ;
 4 mol.% 내지 5 mol.%의 B_2O_3 ;
 0 mol.% 내지 2 mol.%의 Na_2O ; 및
 11.5 mol.% 내지 12.5 mol.%의 K_2O 를 포함하는 유리 조성물.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

유리 조성물 내의 적어도 하나의 Na_2O 농도는 0.1 mol.% 이상이며, 상기 유리 조성물은 1 mol.% 미만의 BaO 를 포함하고, 또는 상기 유리 조성물은 1 mol.% 미만의 Ba, As, Sb, Cd 및 Pb를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 조성물.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 유리 조성물 내의 K_2O (mol.%)의 농도는 상기 유리 조성물 내의 B_2O_3 (mol.%)의 농도 및 상기 유리 조성물 내의 Al_2O_3 (mol.%)의 농도의 합을 초과하는, 유리 조성물.

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 유리 조성물은 1 mol.% 미만의 MgO 를 포함하며, 상기 알칼리 토 산화물은 1.5 mol.%의 SrO ; 및 0 mol.% 내지 2 mol.%의 BaO 를 포함하는 유리 제품.

청구항 8

청구항 2에 있어서, 상기 유리 조성물은

73 mol.% 내지 77 mol.%의 SiO_2 ;
 0 mol.% 내지 3 mol.%의 Al_2O_3 ;
 4 mol.% 내지 5 mol.%의 B_2O_3 ;
 0 mol.% 내지 2 mol.%의 Na_2O ; 및
 11.5 mol.% 내지 12.5 mol.%의 K_2O 를 포함하는 유리 제품.

청구항 9

청구항 2에 있어서,

유리 조성물 내의 적어도 하나의 Na_2O 농도는 0.1 mol.% 이상이며, 상기 유리 조성물은 1 mol.% 미만의 BaO 를 포함하거나, 또는 상기 유리 조성물은 1 mol.% 미만의 Ba, As, Sb, Cd 및 Pb를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 제품.

청구항 10

청구항 2에 있어서,

상기 유리 조성물 내의 K_2O (mol.%)의 농도는 상기 유리 조성물 내의 B_2O_3 (mol.%)의 농도 및 상기 유리 조성물

내의 Al_2O_3 (mol.%)의 농도의 합을 초과하는, 유리 제품.

청구항 11

청구항 2에 있어서,

상기 유리 코어 층은 평균 코어 열팽창계수 $CTE_{코어}$ 를 가지며; 그리고

상기 제1 유리 클래딩 층 및 상기 제2 유리 클래딩 층은 상기 평균 코어 열팽창계수 $CTE_{코어}$ 미만인 평균 클래딩 열팽창계수 $CTE_{클래드}$ 를 갖는, 유리 제품.

청구항 12

청구항 2항에 있어서,

상기 유리 코어 층의 제1 표면은 상기 제1 유리 클래딩 층과 직접 인접하고, 여기서 상기 유리 코어 층의 제2 표면은 상기 제2 유리 클래딩 층과 직접 인접한, 유리 제품.

청구항 13

청구항 2에 있어서,

확산층은 적어도 하나의 제 1 유리 클래딩층 또는 제 2 유리 클래딩 층 내지 상기 유리 코어층 사이에 배치되며, 상기 확산층의 평균 클래딩 열팽창계수는 상기 코어의 평균 클래딩 열팽창계수 내지 적어도 하나의 상기 제1 클래드 층 또는 제 2 클래드 층의 평균 클래딩 열팽창계수 사이의 값을 갖는, 유리 제품.

청구항 14

LCD 및 LED 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 현금 자동 지급기 (ATMs)를 포함하는 소비자 또는 상업적 전자 기기에 서 커버 유리 또는 후면 유리 적용, 터치 스크린 또는 터치 센서 적용, 휴대폰, 개인용 미디어 플레이어, 및 테블릿 컴퓨터를 포함하는 휴대용 전자 기기, 광전지의 적용, 건축 유리 적용, 자동차 또는 차량 유리 적용, 또는 상업적 또는 가정용 가전 제품에 사용되는 청구항 2, 7 내지 13항 중 어느 한 항에 기재된 유리 제품.

청구항 15

삭제

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

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2012년 2월 29일에 출원된, 미국 가 특허출원 제61/604,869호에 우선권을 주장하고, 이의 전체적인 내용은 참조로서 본 명세서에 혼입된다.

[0002] 본 명세서는 유리 조성물, 좀더 구체적으로 높은 CTE 칼륨 보로실리케이트 유리 조성물 및 이를 포함하는 유리

제품에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 커버 유리, 후면 유리 (glass backplane) 및 이와 유사한 것과 같은 유리 제품은 LCD 및 LED 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 현금 자동 지급기 (ATMs) 등과 같은 소비자 및 상업적 전자기기 모두에 사용된다. 이들 유리 제품의 몇몇은 상기 유리 제품이 사용자의 손가락 및/또는 스타일러스 장치 (stylus device)를 포함하는 다양한 대상에 의한 접촉되는 것이 필수적인, "터치" 기능성을 포함할 수 있고, 이로써, 상기 유리는 손상 없이 상시 접촉을 보장하기 위한 충분한 강도가 있어야 한다. 더구나, 이러한 유리 제품은 또한 휴대폰, 개인 미디어 플레이어, 및 태블릿 컴퓨터와 같은, 휴대용 전자기기에 혼입될 수 있다. 이들 기기에 혼입된 유리 제품은 수송 및/또는 연관 기기의 사용 동안 손상되기 쉬울 수 있다. 따라서, 전자기기에 사용된 유리 제품은 실제 사용시 일상의 "터치" 접촉뿐만 아니라, 상기 기기가 수송될 경우 발생할 수 있는 부수적인 접촉 및 충격을 견딜 수 있는 향상된 강도를 요구할 수 있다.
- [0004] 유리 제품은 열적 팽창 및/또는 이온 교환 처리에 의해 일반적으로 강화된다. 각각의 경우에 있어서, 상기 유리 제품은 유리 제품이 형성된 후 부가적인 고정 단계에 적용된다. 이들 부가적인 공정 단계는 상기 유리 제품의 전체 비용을 증가시킬 수 있다. 더욱이, 이들 공정 단계를 수행하기 위해 요구된 부가적인 취급은 제작 수율을 감소시키는 상기 유리 제품에 대한 손상의 위험을 증가시키고, 상기 유리 제품의 생산 비용 및 최종 비용을 더욱 증가시킨다.
- [0005] 따라서, 부가적인 공정 단계에 대한 필요가 없는 강화된 유리 제품을 생산하는데 사용될 수 있는 대안이 되는 유리 조성물 및 이러한 조성물로부터 제작된 유리 제품에 대한 필요가 존재한다.

발명의 내용

- [0006] 하나의 구현 예에 따르면, 유리 조성물은 유리 네트워크 형성체로서 약 70 mol.% 내지 약 80 mol.%의 SiO_2 ; 약 0 mol.% 내지 약 8 mol.%의 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 내지 약 10 mol.%의 B_2O_3 를 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 0 mol.% 내지 약 2 mol.%의 Na_2O 및 약 10 mol.% 내지 약 15 mol.%의 K_2O 와 같은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 부가적으로, 상기 유리 조성물은 약 5 mol.% 내지 약 6 mol.%의 알칼리 토 산화물을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 상기 유리 조성물은 MgO 가 실질적으로 없을 수 있다. 상기 유리 조성물은 20℃ 내지 300℃의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상인 열팽창계수 및 250 kPoise 이상의 액상 점도를 포함한다. 상기 유리 조성물은 융합 적층 공정에 의해 형성된 적층 유리 제품과 같은, 적층 유리 제품에서 코어 유리 층으로서 사용하는데 특히 적합하다.
- [0007] 구현 예들의 하나의 세트에 있어서, 유리 제품은 제1 유리 클래딩 층 및 제2 유리 클래딩 층 사이에 배치된 유리 코어 층을 포함한다. 몇몇의 이들 구현 예에 있어서, 상기 코어 유리는 상기 제1 표면 및 상기 제1 표면에 대립하는 제2 표면을 가질 수 있고, 여기서 상기 제1 유리 클래딩 층은 상기 유리 코어 층의 제1 표면에 융합될 수 있고, 제2 유리 클래딩 층은 상기 유리 코어 층의 제2 표면에 융합될 수 있다. 다른 구현 예에 있어서, 제1 확산 유리 층 (diffusive glass layer)은 상기 유리 코어 층 및 상기 제1 유리 클래딩 층 사이에 배치될 수 있고; 부가적으로 제2 확산 유리 층은 상기 유리 코어 층 및 상기 제2 유리 클래딩 층 사이에 배치될 수 있으며; 이들 확산 층은, 예를 들어, 융합 형성 공정 동안 형성될 수 있다. 상기 유리 코어 층은 유리 네트워크 형성체로서 약 70 mol.% 내지 약 80 mol.%의 SiO_2 ; 약 0 mol.% 내지 약 8 mol.%의 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 내지 약 10 mol.%의 B_2O_3 를 포함하는 유리 조성물로부터 형성된다. 상기 유리 조성물은 약 0 mol.% 내지 약 2 mol.%의 Na_2O 및 약 10 mol.% 내지 약 15 mol.%의 K_2O 와 같은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 20℃ 내지 300℃의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상인 열팽창계수를 포함한다.
- [0008] 본 명세서에 기재된 유리 조성물 및 상기 유리 조성물로부터 형성된 유리 제품의 부가적인 특색 및 장점은 하기 상세한 설명에서 서술될 것이고, 부분적으로 하기 상세한 설명으로부터 기술분야의 당업자에게 명백할 것이며, 첨부된 도면뿐만 아니라, 하기 상세한 설명 및 청구항을 포함하는, 본 명세서에 기재된 구현 예를 실행시켜 용이하게 인지될 것이다.
- [0009] 전술한 배경기술 및 하기 상세한 설명 모두는 다양한 구현 예들을 설명하며, 청구된 주제의 본질 및 특징을 이해하기 위한 개요 또는 틀거리를 제공하도록 의도된 것으로 이해될 것이다. 수반되는 도면은 본 발명의 또 다

른 이해를 제공하기 위해 포함되고, 본 명세서에 혼입되며, 일부를 구성한다. 도면은 본 명세서에 기재된 다양한 구현 예를 예시하고, 상세한 설명과 함께 청구된 주제의 원리 및 작동을 설명하기 위해 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 명세서에 도시되고 기재된 하나 이상의 구현 예에 따른 적층 유리 제품의 단면도를 개략적으로 나타낸 도면이고;
- 도 2는 도 1의 유리 제품을 만들기 위한 융합 인발 공정을 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 기준은 높은 열팽창계수를 갖는 유리 조성물 및 이를 혼입한 유리 제품의 구현 예에 대해 상세하게 만들어질 것이고, 이들의 예는 첨부된 도면에 예시된다. 가능한 한, 동일한 참조 번호는 동일하거나 또는 유사한 부분에 대하여 도면들 전체적으로 사용될 것이다. 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 일반적으로 상대적으로 높은 열팽창계수를 가지며, 이로써, 이온-교환 또는 열 템퍼링 없이 압축 응력된 적층 유리 제품을 생산하기 위하여 상대적으로 낮은 열팽창계수를 갖는 클래딩 유리 조성물과 함께 활용될 수 있다. 하나의 구현 예에 있어서, 유리 조성물은 유리 네트워크 형성체로서 약 70 mol.% 내지 약 80 mol.%의 SiO_2 ; 약 0 mol.% 내지 약 8 mol.%의 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 내지 약 10 mol.%의 B_2O_3 를 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 0 mol.% 내지 약 2 mol.%의 Na_2O 및 약 10 mol.% 내지 약 15 mol.%의 K_2O 와 같은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 부가적으로, 상기 유리 조성물은 약 5 mol.% 내지 약 6 mol.%의 알칼리 토 산화물을 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO 가 없을 수 있다. 상기 유리 조성물 및 상기 유리 조성물로부터 형성된 유리 제품은 첨부된 도면을 참조하여 이하 더욱 상세하게 설명될 것이다.
- [0012] 본 명세서에 사용된 바와 같은, 용어 "액상 점도"는 이의 액상 온도에서 상기 유리 조성물의 전단 점도 (shear viscosity)를 의미한다.
- [0013] 본 명세서에서 사용된 바와 같은 용어 "액상 온도"는 상기 유리 조성물에서 실투가 발생하는 가장 높은 온도를 의미한다.
- [0014] 본 명세서에서 사용된 바와 같은, 용어 "CTE"는 약 20°C 내지 약 300°C의 온도 범위에 걸쳐 평균인 상기 유리 조성물의 열팽창계수를 의미한다.
- [0015] 유리 조성물에서 특정 산화물 구성성분의 부재를 설명하기 위해 사용된 경우, 용어 "실질적으로 없는"은 상기 구성성분이 1 mol.% 미만의 미량의 오염물질로서 상기 유리 조성물에 존재하는 것을 의미한다.
- [0016] 본 명세서에 기재된 상기 유리 조성물의 구현 예에 있어서, 구성 성분 (예를 들어, SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 등)의 농도는, 별도의 언급이 없는 한, 산화물에 기초한 몰 퍼센트 (mol.%)로 제공된다.
- [0017] 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 상기 액상 점도 및 액상 온도와 같은 특성을 가지며, 이러한 특성은 상기 유리 조성물을 융합 다운 인발 공정 및/또는 융합 적층 공정과 같은 융합 형성 공정을 사용하는데 특히 적합하게 만든다. 이러한 특성은 본 명세서에 좀더 상세하게 설명되는 바와 같이, 상기 유리의 특정 조성에 기인한다.
- [0018] 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 구현 예에 있어서, SiO_2 는 상기 조성물의 가장 큰 구성성분이고, SiO_2 는 최종 유리 네트워크의 주된 구성성분이다. SiO_2 는 원하는 액상 점도를 얻기 위하여 본 명세서에 기재된 상기 유리 조성물에 활용되는 반면, 동시에, 본 명세서에 좀더 상세하게 설명되는 바와 같이, 상기 조성물에 첨가되는 Al_2O_3 의 양을 상쇄시킨다. 따라서, 높은 SiO_2 농도는 일반적으로 요구된다. 그러나, 만약 SiO_2 의 농도가 너무 높다면, 상기 유리의 성형성 (formability)은 약화될 수 있는데, 이는 더 높은 농도의 SiO_2 가, 차례로, 상기 유리의 성형성에 악영향을 미치는, 유리의 용융의 어려움을 증가시키기 때문이다. 본 명세서에 기재된 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 일반적으로 약 70 mol.% 이상의 양으로 SiO_2 를 포함한다. 예를 들어, 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 SiO_2 의 양은 약 70 mol.% 이상 및 약 80 mol.% 이하이다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, SiO_2 는 약 73 mol.% 이상 및 약 77 mol.% 이하의 양으로 상기 유리 조성물에 존재한다.

- [0019] 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 Al_2O_3 를 더욱 포함할 수 있다. 존재하는 경우, Al_2O_3 는 또한 SiO_2 과 유사하게, 유리 네트워크 형성체로서 제공된다. SiO_2 와 같이, Al_2O_3 는 상기 유리 조성물로부터 형성된 유리 용융에서 이의 사면체 배위 (tetrahedral coordination)에 기인하여 상기 유리 조성물의 점도를 증가시킨다. 그러나, Al_2O_3 의 농도가 상기 유리 조성물에서 SiO_2 의 농도 및 알칼리 및/또는 알칼리 토 산화물의 농도에 대해 균형을 이룬 경우, 상기 Al_2O_3 는 상기 유리 용융의 액상 온도를 감소시키고, 이에 의해 상기 액상 점도를 향상시키며, 예를 들어, 융합 인발 공정과 같은 어떤 형성 공정과 상기 유리 조성물의 호환성을 향상시킨다. 그러나, 상기 유리 조성물에서 Al_2O_3 의 존재는 또한 전하 보상 (charge compensation)을 위해 알루미늄에 의해 사용된 알칼리 구성성분이 붕소를 보상하는 전하를 위해 사용된 알칼리 구성성분, 또는 상기 유리 네트워크에서 비-가고 산소의 형성에 기여하는, 다른 알칼리 구성성분과 관련하여 상기 유리 네트워크에 매우 느슨하게 결합되기 때문에 상기 유리 성분에서 알칼리 구성성분의 이동성을 증가시킨다. 따라서, 상기 유리 조성물에서 Al_2O_3 의 양은 최소화될 수 있다.
- [0020] 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 Al_2O_3 의 농도는, 존재하는 경우, 원하는 액상 온도를 갖는 유리 조성물을 달성하기 위하여, 일반적으로 약 10 mol.% 이하이다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 Al_2O_3 의 농도는 약 0 mol.% 이상 및 약 8 mol.% 이하이다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 Al_2O_3 의 농도는 약 6 mol.% 이하이다. 몇몇 구현 예에 있어서, 예를 들어, 상기 유리 조성물에서 Al_2O_3 의 농도는 약 0 mol.% 이상 및 약 5 mol.% 이하 또는 약 0 mol.% 이상 및 약 4 mol.% 이하이다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, Al_2O_3 의 농도는 약 0 mol.% 이상 및 약 3 mol.% 이하인 유리 조성물이다.
- [0021] 본 명세서에 기재된 구현 예에서 상기 유리 조성물은 B_2O_3 를 더욱 포함한다. SiO_2 및 Al_2O_3 과 유사하게, B_2O_3 는 상기 유리 네트워크의 형성에 기여한다. 전통적으로, B_2O_3 는 상기 유리 조성물의 점도를 감소시키기 위하여 유리 조성물에 첨가된다. 그러나, 본 명세서에 기재된 구현 예에 있어서, B_2O_3 는 상기 유리 조성물의 어닐링점을 증가시키기 위해, 액상 점도를 증가시키기 위해, 및 알칼리 이동성을 억제하기 위해 K_2O 및 Al_2O_3 (존재하는 경우)의 첨가와 함께 작용한다. K_2O 및, 선택적으로, Al_2O_3 와의 상호작용은 본 명세서에서 좀더 상세하게 설명할 것이다.
- [0022] 본 명세서에 기재된 구현 예에 있어서, B_2O_3 는 약 3 mol.% 이상이 양으로 상기 유리 조성물에서 일반적으로 존재한다. 예를 들어, 몇몇 구현 예에 있어서, B_2O_3 는 약 3 mol.% 이상 및 약 10 mol.% 미만의 농도로 상기 유리 조성물에 존재한다. 본 명세서에 기재된 다른 구현 예에 있어서, B_2O_3 는 약 8 mol.% 미만의 농도로 상기 유리 조성물에 존재한다. 예를 들어, 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 B_2O_3 의 농도는 약 3 mol.% 이상 및 약 8 mol.% 이하, 또는 약 7 mol.% 이하이다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 B_2O_3 의 농도는 약 4 mol.% 이상 및 약 5 mol.% 이하이다.
- [0023] 본 명세서에 기재된 구현 예에서 상기 유리 조성물은 또한 알칼리 산화물을 포함한다. 구체적으로, 본 명세서에 기재된 상기 유리 조성물은 적어도 K_2O 를 포함한다. 상기 유리 조성물에 K_2O 와 같은 알칼리 산화물의 첨가는 상기 최종 유리의 평균 열팽창계수를 증가시키고, 또한 상기 유리의 액상 온도를 감소시킨다. (Na_2O 및 Li_2O 와 같은 다른 알칼리 산화물과 비교하여) K_2O 의 상대적으로 큰 이온 반경이 상기 유리에서 K_2O 의 확산을 감소시킴에 따라 K_2O 는 주된 알칼리 산화물 구성성분으로서 사용된다. 낮은 K_2O 확산도 (diffusivity)는 상기 유리 조성물이 디스플레이용 후면을 형성하는데 사용된 경우 특히 중요하고, 상기 유리로부터 상기 유리 상에 증착된 박막 트랜지스터로 K_2O 의 확산은 상기 트랜지스터를 손상시킨다. 상기 유리 조성물이 적층 유리 제품의 유리 코어 층을 형성하는데 활용된 구현 예에 있어서, 상기 조성물에서 K_2O 의 존재는 상기 유리 코어 층 및 상기 유리 코어 층에 융합된 상기 유리 클래딩 층 사이의 계면에서 상기 클래딩 층의 이온-교환 강화를 촉진할 수 있다.
- [0024] 본 명세서에 기재된 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 K_2O 의 농도는 일반적으로 약 15 mol.% 미만이다. 몇몇 구현 예에 있어서, 예를 들어, 상기 유리 조성물에서 K_2O 의 농도는 약 10 mol.% 이상 및 약 15 mol.% 이하

이다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, 상기 K_2O 의 농도는 약 11.5 mol.% 이상 및 약 12.5 mol.% 이하이다.

[0025] 전술된 바와 같이, 상기 유리 조성물에서 K_2O 는 상기 유리의 점도를 증가시키고 알칼리 확산도를 억제하기 위해 B_2O_3 와 함께 작용한다. 특히, 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 구현 예에 있어서, K_2O 의 농도는 B_2O_3 의 농도 및 Al_2O_3 의 농도의 합을 초과한다 (즉, K_2O (mol.%) > B_2O_3 (mol.%) + Al_2O_3 (mol.%)). 이러한 과잉의 알칼리 산화물은 상기 최종 유리의 몇 가지 특징을 변경시킨다. 구체적으로, Al_2O_3 는 전하 안정화를 위해, K_2O 로부터의 칼륨과 같은, 알칼리 금속을 활용한다. 상기 알루미늄이 전하-안정화된 때, 상기 유리 조성물에서 과잉의 칼륨은 상기 유리 조성물에서 붕소와 상호작용하고, 이의 표준 삼각형의 (삼배위) 형상으로부터 사면체의 (사배위) 형상으로 상기 붕소를 전환시킨다. 삼각형으로부터 사면체로의 붕소 배위에서의 변화는 상기 유리의 어닐링점 및 액상 점도를 증가시키는 반면, 과잉의 알칼리 (즉, 칼륨)가 상기 붕소와 결합함에 따라 알칼리 확산을 억제한다.

[0026] 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은, 예를 들어, Na_2O 와 같은, 부가적인 알칼리 산화물을 포함할 수 있다. Na_2O 가 상기 유리 조성물에 존재하는 구현 예에 있어서, 상기 Na_2O 는 재활용된 유리 부스러기 (glass cullet)와 같은, 나트륨-함유 유리 부스러기가 상기 유리 조성물을 생산하는데 활용된 경우, 상기 조성물에 도입될 수 있다. 본 명세서에 기재된 구현 예에 있어서, Na_2O 의 농도는 약 0 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하일 수 있다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 Na_2O 의 농도는 약 0 mol.% 이상 및 약 1 mol.% 이하일 수 있다. Na_2O 가 상기 유리 조성물에 존재하는 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 Na_2O 는 약 0.1 mol.% 이상의 농도로 존재할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 Na_2O 의 농도는 약 0.1 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하일 수 있다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에서 Na_2O 의 농도는 약 0.1 mol.% 이상 및 약 1 mol.% 이하일 수 있다.

[0027] 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 하나 이상의 알칼리 토 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 상기 유리 조성물의 용융 거동을 개선하고, 상기 유리 조성물의 용융 온도를 낮추며, 및 상기 유리 조성물에서 알칼리 구성성분의 확산을 억제한다. 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 구현 예에 있어서, 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , BaO 또는 이의 조합 중 적어도 하나를 포함한다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물에 존재하는 주된 알칼리 토 산화물은 알칼리 확산을 최소화하는데 활용된 BaO 이다. 그러나, 다른 구현 예에 있어서, 상기 알칼리 토 산화물은 상기 유리 조성물의 밀도를 낮추기 위해 SrO 및/또는 CaO 를 주로 포함한다. 다른 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 상기 유리 조성물이 "수퍼그린 (SuperGreen)" 또는 친환경적 유리 조성물인 경우와 같이, 실질적으로 BaO 가 없다.

[0028] 본 명세서에 기재된 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 일반적으로 약 6 mol.% 미만의 알칼리 토 산화물을 포함한다. 예를 들어, 상기 유리 조성물은 약 5 mol.% 초과 및 약 6 mol.% 이하의 알칼리 토 산화물을 포함할 수 있다. 몇몇 특별한 구현 예에 있어서, 상기 알칼리 토 산화물은 약 1.5 mol.% 이상의 농도로 SrO 및 약 0 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하의 농도로 BaO 를 포함한다. 전술된 바와 같이, 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 실질적으로 BaO 가 없다.

[0029] 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 구현 예는 하나 이상의 알칼리 토 산화물을 포함한다. 그러나, 본 명세서에 기재된 모든 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO 가 없다. 따라서, 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 구현 예에 있어서, MgO 는 1 mol.% 미만의 농도로 유리 조성물에 존재한다. 상기 MgO 는 재활용된 유리 부스러기와 같은, 마그네슘-함유 유리 부스러기가 상기 유리 조성물을 생산하는데 활용된 경우 상기 조성물에 도입될 수 있다.

[0030] 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 선택적으로 하나 이상의 청정제 (fining agents)를 더욱 포함할 수 있다. 상기 청정제는, 예를 들어, SnO_2 , As_2O_3 , Sb_2O_3 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 상기 청정제는 약 0 mol.% 이상 및 약 0.5 mol.% 이하의 양으로 상기 유리 조성물에서 존재할 수 있다. 대표적인 구현 예에 있어서, 상기 청정제는 약 0 mol.% 이상 및 약 0.2 mol.% 이하의 양으로 상기 유리 조성물에 존재하는 SnO_2 이다.

[0031] 본 명세서에 기재된 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 미량의 Fe_2O_3 , ZrO_2 및/또는 TiO_2 를 더욱 포함할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 0 mol.% 이상 및 0.2 mol.% 이하의 농도

에서 Fe_2O_3 를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 부가적으로, 상기 유리 조성물은 0 mol.% 이상 및 약 0.08 mol.% 이하의 농도로 ZrO_2 를 포함할 수 있다. 또한, 상기 유리 조성물은 0 mol.% 이상 및 2 mol.% 이하의 농도로 TiO_2 를 포함할 수 있다.

[0032] 본 명세서에 기재된 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 실질적으로 중금속 및 중금속을 함유하는 화합물이 없다. 중금속 및 중금속을 함유하는 화합물이 실질적으로 없는 유리 조성물은 또한 "수퍼그린" 유리 조성물로 언급된다. 본 명세서에 사용된 바와 같은, 용어 "중금속"은 Ba, As, Sb, Cd, 및 Pb를 의미한다.

[0033] 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 일반적으로 20℃ 내지 300℃의 범위에 걸쳐 평균이 약 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상인 열팽창계수 (CTE)를 갖는다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물의 CTE는 20℃ 내지 300℃ 범위에서 약 $85 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상일 수 있다. 다른 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물의 CTE는 20℃ 내지 300℃ 범위에서 약 $95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상일 수 있다. 상기 조성물의 높은 CTE 값은, 상기 유리 조성물에서 상대적으로 높은 알칼리 농도 (즉, 존재하는 경우, K_2O 및 Na_2O 의 농도)에, 적어도 부분적으로, 원인이 있다. 따라서, 일반적으로, 상기 유리 조성물에서 알칼리 산화물의 양의 증가는 또한 상기 최종 유리의 CTE를 증가시킨다. 이러한 상대적으로 높은 CTE는 융합-형성된 적층 유리 제품에서 유리 코어 층으로서 사용하기에 특히 적합한 유리 조성물을 만든다. 구체적으로, 상기 유리 코어 층의 높은 CTE는 융합 적층 공정 동안 더 낮은 CTE를 갖는 유리 클래딩 층과 쌍을 이루고, 상기 유리 코어 층 및 상기 유리 클래딩 층의 CTE에서 차이는 냉각시 상기 유리 클래딩 층에서 압축 응력의 형성을 결과한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 이온 교환 처리 또는 열 템퍼링에 대한 필요 없이 강화된 적층 유리 제품을 형성하는데 활용될 수 있다.

[0034] 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 융합 인발 공정에 사용, 특히, 융합 적층 공정에서 유리 코어 조성물로서 사용하기에 적합하게 만드는 액상 점도를 갖는다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 액상 점도는 약 250 kPoise 이상이다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, 상기 액상 점도는 350 kPoise 이상 또는 500 kPoise 이상일 수 있다. 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 높은 액상 점도 값은 상기 유리 조성물에서 과량의 알칼리 구성성분 (즉, M_2O - Al_2O_3)에 기인한 사면체 붕소의 높은 농도와 함께 높은 SiO_2 함량의 조합이 원인이 된다.

[0035] 본 명세서에 기재된 유리 조성물은, 액상 점도와 같이, 융합 인발 공정에서 사용, 특히, 융합 적층 공정에서 유리 코어 층으로서 사용하기에 적절한 상기 유리 조성물을 만드는, 낮은 액상 온도를 갖는다. 낮은 액상 온도는 상기 융합 인발 융합 동안 상기 유리의 실패를 방지한다. 이것은 고-품질의 균일한 유리 및 일정한 흐름 거동을 보장한다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 1050℃ 이하의 액상 온도를 갖는다. 몇몇 다른 구현 예에 있어서, 상기 액상 온도는 약 1000℃ 이하 또는 약 950℃ 이하일 수 있다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물의 액상 온도는 900℃ 이하일 수 있다. 상기 유리 조성물의 액상 온도는 B_2O_3 , 알칼리 산화물 및/또는 알칼리 토 산화물의 농도의 증가에 따라 일반적으로 감소한다.

[0036] 진술된 바에 기초하여, 높은 CTE 유리의 다양한 구현 예는 본 명세서에 개시된 것으로 이해될 수 있다. 높은 CTE를 갖는 유리 조성물의 제1 대표적인 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 유리 네트워크 형성체로서, 약 70 mol.% 이상 및 약 80 mol.% 이하의 농도로 SiO_2 ; 약 0 mol.% 이상 및 약 8 mol.% 이하의 농도로 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 이상 및 약 10 mol.% 이하의 농도로 B_2O_3 를 포함한다. 상기 유리 조성물은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 산화물은 약 0 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하의 농도로 Na_2O 및 약 10 mol.% 이상 및 약 15 mol.% 이하인 농도로 K_2O 를 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 5 mol.% 이상 및 약 6 mol.% 이하의 농도로 알칼리 토 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함한다. 더욱이, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO 가 없을 수 있다. 상기 유리 조성물은 20℃ 내지 300℃의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이상인 열팽창계수 및 250 kPoise 이상인 액상 점도를 포함한다.

[0037] 제2 대표적인 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 유리 네트워크 형성체로서, 약 73 mol.% 이상 및 약 77 mol.% 이하의 농도로 SiO_2 ; 약 0 mol.% 이상 및 약 3 mol.% 이하인 농도로 Al_2O_3 ; 및 약 4 mol.% 이상 및 약 5 mol.% 이하인 농도로 B_2O_3 를 포함한다. 상기 유리 조성물은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 산화물은 약 0 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하의 농도로 Na_2O 및 약 11.5 mol.% 이상 및 약 12.5 mol.% 이하

의 농도로 K_2O 를 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 5mol.% 이상 및 약 6 mol.% 이하의 농도로 알칼리 토 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함한다. 더욱이, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO 가 없을 수 있다. 상기 유리 조성물은 $20^{\circ}C$ 내지 $300^{\circ}C$ 의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ 이상인 열팽창계수 및 250 kPoise 이상인 액상 점도를 포함한다.

[0038] 제3 대표적인 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 유리 네트워크 형성체로서, 약 70 mol.% 이상 및 약 80 mol.% 이하의 농도로 SiO_2 ; 약 0 mol.% 이상 및 약 8 mol.% 이하인 농도로 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 이상 및 약 10 mol.% 이하인 농도로 B_2O_3 를 포함한다. 상기 유리 조성물은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 산화물은 약 0 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하의 농도로 Na_2O 및 약 10 mol.% 이상 및 약 15 mol.% 이하의 농도로 K_2O 를 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 5mol.% 이상 및 약 6 mol.% 이하의 농도로 알칼리 토 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 약 1.5 mol.% 이상의 농도로 SrO 및 약 0 mol.% 내지 약 2 mol.%의 농도로 BaO 를 포함한다. 더욱이, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO 가 없을 수 있다. 상기 유리 조성물은 $20^{\circ}C$ 내지 $300^{\circ}C$ 의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ 이상인 열팽창계수 및 250 kPoise 이상인 액상 점도를 포함한다.

[0039] 제4 대표적인 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 유리 네트워크 형성체로서, 약 70 mol.% 이상 및 약 80 mol.% 이하의 농도로 SiO_2 ; 약 0 mol.% 이상 및 약 8 mol.% 이하인 농도로 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 이상 및 약 10 mol.% 이하인 농도로 B_2O_3 를 포함한다. 상기 유리 조성물은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 산화물은 약 0.1 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하의 농도로 Na_2O 및 약 10 mol.% 이상 및 약 15 mol.% 이하의 농도로 K_2O 를 포함할 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 5mol.% 이상 및 약 6 mol.% 이하의 농도로 알칼리 토 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함한다. 더욱이, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO 가 없을 수 있다. 상기 유리 조성물은 $20^{\circ}C$ 내지 $300^{\circ}C$ 의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ 이상인 열팽창계수 및 250 kPoise 이상인 액상 점도를 포함한다.

[0040] 제5 대표적인 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 유리 네트워크 형성체로서, 약 70 mol.% 이상 및 약 80 mol.% 이하의 농도로 SiO_2 ; 약 0 mol.% 이상 및 약 8 mol.% 이하인 농도로 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 이상 및 약 10 mol.% 이하인 농도로 B_2O_3 를 포함한다. 상기 유리 조성물은 알칼리 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 산화물은 약 0 mol.% 이상 및 약 2 mol.% 이하의 농도로 Na_2O 및 약 10 mol.% 이상 및 약 15 mol.% 이하의 농도로 K_2O 를 포함할 수 있다. 이러한 구현 예에 있어서, K_2O 의 농도는 B_2O_3 의 농도 및 Al_2O_3 의 농도의 합보다 크다. 상기 유리 조성물은 약 5mol.% 이상 및 약 6 mol.% 이하의 농도로 알칼리 토 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기 알칼리 토 산화물은 CaO , SrO , 및 BaO 중 적어도 하나를 포함한다. 상기 유리 조성물은 $20^{\circ}C$ 내지 $300^{\circ}C$ 의 온도 범위에 걸쳐 평균이 $75 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ 이상인 열팽창계수 및 250 kPoise 이상인 액상 점도를 포함한다.

[0041] 대표적인 유리 조성물이 각각 유리 조성물의 다양한 구성 성분 (SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , 등등)에 대한 특별한 조성적 범위와 관련하여 상기에서 기재되었지만, 각 구성 성분의 조성적 범위는, 전술된 바와 같이, 그 구성 성분에 대한 하나 이상의 더 좁은 조성적 범위를 포함할 수 있는 것으로 이해될 것이다. 또한, 상기 구성 성분들의 더 좁은 범위 및/또는 다양한 구성 성분 사이의 관계는 원하는 특성을 갖는 유리를 생산하기 위하여 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 어떤 구현 예 중 어느 하나에 혼입될 수 있는 것으로 이해될 수 있다.

[0042] 도 1을 참조하면, 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 도 1에서 단면도로 개략적으로 도시된 적층 유리 제품 (100)과 같은, 유리 제품을 형성하는데 사용될 수 있다. 상기 적층 유리 제품 (100)은 일반적으로 유리 코어 층 (102) 및 유리 클래딩 층의 쌍 (104a, 104b)를 포함한다. 본 명세서에 기재된 유리 조성물은, 본 명세서에서 좀더 상세하게 논의되는 바와 같이, 상대적으로 높은 열팽창계수에 기인하여 상기 유리 코어 층으로서 사용하기에 특히 적합하다.

[0043] 도 1은 제1 표면 (103a) 및 상기 제1 표면 (103a)에 대립하는 제2 표면 (103b)을 포함하여 나타낸 상기 유리 코어 층 (102)을 예시한다. 제1 유리 클래딩 층 (104a)은 상기 유리 코어 층 (102)의 제1 표면 (103a)에 융합되고, 제2 유리 클래딩 층 (104b)은 상기 유리 코어 층 (102)의 제2 표면 (103b)에 융합된다. 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)은 상기 유리 코어 층 (102) 및 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b) 사이에 배치된, 접착제, 코

팅층 또는 이와 유사한 것과 같은 어떤 부가적인 물질 없이 상기 유리 코어 층 (102)에 융합된다. 따라서, 상기 유리 코어 층의 제1 표면은 상기 제1 유리 클래딩 층에 직접 인접하고, 상기 유리 코어 층의 제2 표면은 상기 제2 유리 클래딩 층에 직접 인접한다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 코어 층 (102) 및 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)은 융합 적층 공정을 통해 형성된다. 확산 층 (도시되지 않음)은 상기 유리 코어 층 (102) 및 상기 유리 클래딩 층 (104a) 사이, 또는 상기 유리 코어 층 (102) 및 상기 유리 클래딩 층 (104b) 사이, 또는 모두에 형성될 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 상기 제1 확산 층의 평균 클래딩 열팽창계수는 상기 코어의 평균 클래딩 열팽창계수 및 상기 제1 클래딩 층의 평균 클래딩 열팽창계수의 사이 값을 갖거나, 또는 상기 제2 확산 층의 평균 클래딩 열팽창계수는 상기 코어의 평균 클래딩 열팽창계수 및 상기 제2 클래딩 층의 평균 클래딩 열팽창계수의 사이 값을 갖는다.

[0044] 본 명세서에 기재된 적층 유리 제품 (100)의 구현 예에 있어서, 상기 유리 코어 층 (102)은 평균 코어 열팽창계수 $CTE_{코어}$ 를 갖는 제1 유리 조성물로부터 형성되고, 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)은 평균 클래딩 열팽창계수 $CTE_{클래딩}$ 를 갖는 제2의, 다른 유리 조성물로부터 형성된다. 상기 $CTE_{코어}$ 는 이온 교환 또는 열 템퍼링 없이 압축 응력되는 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)을 결과하는 $CTE_{클래딩}$ 를 초과한다.

[0045] 구체적으로, 본 명세서에 기재된 상기 유리 제품 (100)은, 전체적인 내용이 참조로서 본 명세서에 혼입된, 미국 특허 제4,214,886호에서 기재된 공정과 같은 융합 적층 공정에 의해 형성될 수 있다. 예로서 도 2를 참조하면, 적층 유리 제품을 형성하기 위한 적층 융합 인발 장치 (200)는 하부 아이소파이프 (204)에 걸쳐 위치된 상부 아이소파이프 (202)를 포함한다. 상기 상부 아이소파이프 (202)는 용융된 유리 클래딩 조성물 (206)이 용융기 (도시되지 않음)로부터 주입되는 홈통 (trough) (210)을 포함한다. 유사하게, 하부 아이소파이프 (204)는 용융된 유리 코어 조성물 (208)이 용융기 (도시되지 않음)로부터 주입되는 홈통 (212)을 포함한다. 본 명세서에 기재된 구현 예에 있어서, 상기 용융된 유리 코어 조성물 (208)은 상기 용융된 유리 클래딩 조성물 (206)의 평균 열팽창 계수 $CTE_{클래딩}$ 를 초과하는 평균 열팽창계수 $CTE_{코어}$ 를 갖는다.

[0046] 상기 용융된 유리 코어 조성물 (208)이 상기 홈통 (212)을 채움에 따라, 이것은 상기 홈통 (212)을 넘치고, 상기 하부 아이소파이프 (204)의 외부 형성 표면 (216, 218)을 따라 흐른다. 상기 하부 아이소파이프 (204)의 외부 형성 표면 (216, 218)은 루트 (220)에 만난다. 따라서, 상기 외부 형성 표면 (216, 218)을 따라 흐르는 상기 용융된 유리 코어 조성물 (208)은 하부 아이소파이프 (204)의 루트 (220)에 재합류하고, 이에 의해 적층 유리 제품의 유리 코어 층 (102)을 형성시킨다.

[0047] 동시에, 상기 용융된 유리 클래딩 조성물 (206)은 상부 아이소파이프 (202)에 형성된 홈통 (210)을 넘치고, 상부 아이소파이프 (202)의 외부 형성 표면 (222, 224)를 걸쳐 흐른다. 상기 용융된 유리 클래딩 조성물 (206)이 하부 아이소파이프 (204) 주변을 흐르고, 하부 아이소파이프의 외부 형성 표면 (216, 218)을 걸쳐 흐르는 상기 용융된 유리 코어 조성물 (208)에 접촉하도록, 상기 용융된 유리 클래딩 조성물 (206)은 상부 아이소파이프 (202)에 의해 외부로 방향을 바꾸게 되어, 상기 용융된 유리 코어 조성물에 융합하고, 상기 유리 코어 층 (102) 주변의 유리 클래딩 층 (104a, 104b)을 형성한다.

[0048] 본 명세서에 전술된 바와 같이, 상기 용융된 유리 코어 조성물 (208)은 상기 용융된 유리 클래딩 조성물 (206)의 평균 클래딩 열팽창계수 $CTE_{클래딩}$ 를 초과하는 평균 열팽창계수 $CTE_{코어}$ 를 갖는다. 따라서, 상기 유리 코어 층 (102) 및 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)이 냉각됨에 따라, 상기 유리 코어 층 (102) 및 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)의 열팽창계수에서 차이는 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)에서 발생하는 압축 응력을 유발한다. 상기 압축 응력은 이온-교환 처리 또는 열 템퍼링 처리 없이 최종 적층 유리 제품의 강도를 증가시킨다.

[0049] 도 1에 도시된 적층 유리 제품 (100)을 다시 참조하면, 상기 적층 유리 제품의 유리 코어 층 (102)은 $75 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 이상의 열팽창계수를 갖는 본 명세서에 기재된 유리 조성물과 같이, 상대적으로 높은 평균 열팽창계수를 갖는 유리 조성물로부터 형성된다.

[0050] 예를 들어, 하나의 구현 예에 있어서, 상기 유리 코어 층은 유리 네트워크 형성체로서 약 70 mol.% 내지 약 80 mol.%의 SiO_2 ; 약 0 mol.% 내지 약 8 mol.%의 Al_2O_3 ; 및 약 3 mol.% 내지 약 10 mol.%의 B_2O_3 를 포함하는 본 명세서에 기재된 유리 조성물과 같은, 높은 CTE를 갖는 유리 조성물로부터 형성된다. 상기 유리 조성물은 또한 약 0 mol.% 내지 약 2 mol.%의 Na_2O ; 및 약 10 mol.% 내지 약 15 mol.%의 K_2O 를 포함할 수 있다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 5 mol.% 내지 약 6 mol.%의 알칼리 토 산화물을 더욱 포함할 수 있다. 상기

조성물에서 알칼리 토 산화물은 CaO, SrO, 및 BaO 중 적어도 하나를 포함한다. 그러나, 상기 유리 조성물은 실질적으로 MgO가 없을 수 있다.

[0051] 또 다른 구현 예에 있어서, 상기 유리 코어 층은 유리 네트워크 형성체로서 약 73 mol.% 내지 약 77 mol.%의 SiO₂; 약 0 mol.% 내지 약 3 mol.%의 Al₂O₃; 및 약 4 mol.% 내지 약 5 mol.%의 B₂O₃를 포함하는, 높은 CTE를 갖는 유리 조성물로부터 형성될 수 있다. 상기 유리 조성물은 약 0 mol.% 내지 약 2 mol.%의 Na₂O 및 약 11.5 mol.% 내지 약 12.5 mol.%의 K₂O를 더욱 포함할 수 있다.

[0052] 상기 유리 코어 층 (102)으로서 사용하기 위한 특정한 유리 조성물이 본 명세서에 기재되었지만, 본 명세서에 기재된 유리 조성물 중 어떤 것도 적층 유리 제품 (100)의 유리 코어 층 (102)를 형성하는데 사용될 수 있는 것으로 이해될 것이다.

[0053] 상기 유리 적층 구조의 유리 코어 층 (102)이 상대적으로 높은 평균 열팽창계수를 갖는 유리 조성물로부터 형성된 것으로 본 명세서에 기재되었지만, 상기 유리 제품 (100)의 유리 클래딩 층 (104a, 104b)은 융합 형성 후 상기 적층 유리 제품의 냉각시 상기 클래딩 층에서 압축 응력의 발생을 촉진하기 위해 더 낮은 평균 열팽창계수를 갖는 유리 조성물로부터 형성된다. 예를 들어, 상기 유리 클래딩 층은 코닝사로 양도된 발명의 명칭이 "Low CTE Alkali-Free BoroAluminosilicate Glass Compositions and Glass Articles Comprising the Same"인 함께 출원 중인 미국 특허출원 제61/604,839호에 기재된 조성물과 같은 유리 조성물로부터 형성될 수 있고, 이것은 20℃ 내지 300℃의 온도 범위에서 $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 이하의 열팽창계수를 갖는다. 예를 들어, 상기 유리 클래딩 층은: 약 60 mol.% 내지 약 66 mol.%의 SiO₂; 약 7 mol.% 내지 약 10 mol.%의 Al₂O₃; 약 14 mol.% 내지 약 18 mol.%의 B₂O₃; 및 약 9 mol.% 내지 약 16 mol.% 알칼리 토 산화물을 포함하는 유리 조성물로부터 형성될 수 있고, 여기서 상기 알칼리 토 산화물은 약 3 mol.% 내지 약 12 mol.% 농도로 상기 유리 조성물에 존재하고, 상기 유리 조성물은 알칼리 금속 및 알칼리 금속을 함유하는 화합물이 실질적으로 없다. 그러나, 상기 유리 클래딩 층 (104a, 104b)의 열팽창계수가 상기 유리 코어 층 (102)의 평균 열팽창계수 미만이면, 다른 유리 조성물도 상기 적층 유리 제품 (100)의 유리 클래딩 층 (104a, 104b)을 형성하는데 사용될 수 있다.

[0054] 실시 예

[0055] 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 구현 예는 하기 실시 예에 의해 더욱 명확해질 것이다.

[0056] 다수의 대표적인 유리 조성물은 하기 표 1-3에서 열거된 배치 조성물에 따라 제조된다. 상기 산화물 구성 성분의 배치는 혼합되고, 용융되며, 및 유리 플레이트로 형성된다. 상기 유리 용융 및 상기 최종 유리 제품의 특성 (즉, 액상 온도, 어닐링점 등)은 측정되고, 상기 결과는 표 1-3에 보고된다.

[0057] 표 1-3을 참조하면, 본 발명의 유리 조성물 (즉, 실시 예 A1-A12) 및 비교 유리 조성물 (즉, 실시 예 C1-C13)의 조성 및 특성은 제공된다. 표들에서 나타낸 바와 같이, 실시 예 A1-A12 각각은, 유리 조성물이 융합 형성 공정에 사용, 특히, 융합-형성된 적층 유리 제품에서 유리 코어 층으로서 사용하는데 적합하게 만드는, 상대적으로 높은 액상 점도 (약 250 kPoise 초과), 및 상대적으로 높은 열팽창계수 (약 $75 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 이상)를 나타낸다.

[0058] 비교 예 C1-C13은 본 발명이 아닌 조성물로 형성되고, 오직 비교의 목적을 위해 본 명세서에 제공된다. 비교 예 C1 및 C2는 칼륨-바륨-실리케이트 삼상 공간 (ternary space)에서 낮은 액상 영역을 분석하는데 활용된다. 비교 예 C4-C6, C9, 및 C11은 250 kPoise 미만으로 상기 조성물의 액상 점도를 감소시키는 고농도의 K₂O를 함유한다. 비교 예 C7 및 C8은 250 kPoise 미만으로 상기 조성물의 액상 점도를 감소시키는 효과를 갖는 고 농도의 B₂O₃를 포함한다. 비교 예 C10은 또한 상기 조성물의 액상 점도를 감소시키는 효과를 갖는 고 농도의 Na₂O를 포함한다. 비교 예 12 및 13 각각은, 서로 함께, 상기 유리 조성물의 액상 점도를 상당히 감소시키는, 상대적으로 낮은 농도의 SiO₂ 및 고농도의 K₂O를 갖는다.

표 1

[0059] 대표적인 유리 조성물

배치 (mol%)	C1	C2	A1	A2	A3	C3	C4	C5	C6	A4
SiO ₂	79.38	74.11	76.11	76.11	76.11	75.11	72.11	72.11	72.11	71.11
TiO ₂	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Al ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	7.27	7.27	7.27	9.27
Na ₂ O	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
K ₂ O	15.25	15.25	13.25	13.25	12.25	13.25	15.25	15.25	15.25	14.25
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	2.63	0	0	0	2.63	5.27	2.63
BaO	5.27	5.27	5.27	2.64	5.27	5.27	5.27	2.64	0	2.64
SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
총	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
어닐링점 (℃):	494	563	585	599	572	591	583	593	607	609
변형점 (℃):	449	515	536	551	522	542	538	548	563	566
연화점 (℃):	694.1	749.3	773.7	782.2	762.2	774	756.5	762.2	776	772.5
Log[Eta_inf (Pa-s)]:	-2.3	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.4	-1.5	-1.5	-1.4
Tg (℃):	487.7	575.1	593.1	599.7	581.1	600.4	604.8	608.2	620.0	628.1
취성	29.1	38.2	38.6	37.5	37.3	39.0	41.7	42.5	43.0	45.9
밀도 (g/cm ³):	2.578	2.622	2.615	2.574	2.61	2.626	2.638	2.597	2.553	2.605
CTE (x10 ⁻⁷ /℃):	103	93.6	86.7	83.7	84.8	85.2	91.1	91.1	89.1	85.6
액상 온도 (℃):	835	895	885	890	880	1040	970	980	970	990
주 실투 상:	홍연석	홍연석	홍연석	홍연석	홍연석	루틸	석영	석영	석영	석영
액상 점도 (Poise):	6.34E+05	2.39E+05	5.75E+05	8.78E+05	5.98E+05	1.56E+04	4.91E+04	3.17E+04	5.47E+04	2.35E+04
푸아송 비:	0.224	0.223	0.221	0.223	0.222	0.212				
전단 탄성률 (Mpsi):	3.305	3.674	3.836	3.941	3.948	3.878				
영률 (Mpsi):	8.094	8.986	9.369	9.638	9.649	9.4				
굴절률	1.51006	1.518255	1.519175	1.514445	1.518175	1.52227				

표 2

[0060] 대표적인 유리 조성물

배치 (mol %)	C7	C8	A5	A6	A7	A8	C9	A10
SiO ₂	70.11	71.11	74.11	72.11	70.11	72.11	72.11	72.11
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	0	0	2	4	6	2	2	4
B ₂ O ₃	11.27	11.27	5.27	5.27	5.27	7.27	5.27	5.27
Na ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₂ O	13.25	12.25	13.25	13.25	13.25	13.25	15.25	13.25
CaO	0	0	0	0	0	0	0	1.75
SrO	2.63	5.27	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	1.76
BaO	2.64	0	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	1.76
SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
총	100	100	100	100	100	100	100	100
어닐링점 (℃):	623	633	616	625	631	626	599	633
변형점 (℃):	582	592	569	579	586	581	554	587
연화점 (℃):	781.9	793.1	300	813	826	803	774	823
Log[Eta_inf (Pa-s)]:	-1.4	-1.4	-1.6	-1.6	-1.9	-1.2	-1.6	-1.6
Tg (℃):	638.8	644.7	616.0	608.0	601.0	635.3	594.3	624.0

취성	46.7	46.0	38.5	36.5	33.0	42.1	38.1	36.7
밀도 (g/cm ³):	2.61	2.556	2.569	2.565	2.563	2.577	2.581	2.526
CTE (x10 ⁻⁷ /℃):	79.7	77.4	82.7	82.6	82.4	80.3	89.8	80.9
액상 온도 (℃):	1000	1000	880	920	985	920	920	895
주 실투 상:	석영	석영	석영	석영	석영	석영	석영	석영
액상 점도 (Poise):	2.22E+04	3.14E+04	1.99E+06	7.34E+05	2.75E+05	5.67E+05	2.75E+05	2.81E+06
푸아송 비:								
전단 탄성률 (Mpsi):								
영률 (Mpsi):								
굴절률								

표 3

대표적인 유리 조성물

배치 (mol%)	A11	A12	C10	C11	C12	C13
SiO ₂	74.11	74.11	74.11	70.11	66.11	62.11
Al ₂ O ₃	2	2	2	3	4	5
B ₂ O ₃	5.26	5.26	5.26	6.26	7.26	8.26
Na ₂ O	0	0	13.25	0	0	0
K ₂ O	13.25	13.25	0	15.25	17.25	19.25
CaO	2.64	0	2.64	2.64	2.64	2.64
SrO	2.64	5.28	2.64	2.64	2.64	2.64
SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
총	100	100	100	100	100	100
AMPL 어닐링 (℃):	625	625	625	625	625	625
어닐링점 (℃):	627	625	563	621	608	591
변형점 (℃):	583	580	524	580	567	552
연화점 (℃):	811.5	809.3	727.8	797.7	784	762.5
Log[Eta_inf (Pa-s)]:	-1.6	-1.6	-1.1	-1.1	-0.9	-1.2
Tg (℃):	621.0	617.0	569.5	625.1	620.0	597.1
취성 (fragility)	38.7	38.6	40.9	43.0	44.4	42.3
밀도 (g/cm ³):	2.494	2.532	2.512	2.506	2.515	2.522
CTE (x10 ⁻⁷ /℃):	82.7	82.9	76.7	88.5	93.9	98
액상 온도 (℃):	930	900	990	955	970	1010
주 실투 상:	석영	석영	인규석	석영	석영	석영
액상 점도 (kPoise):	500.42	1053.98	15.65	119.82	56.08	16.03
푸아송 비:	0.21	0.215	0.214	0.224	0.223	0.234
전단 탄성률 (Mpsi):	4.067	4.01	4.563	4.016	3.932	3.845
영률 (Mpsi):	9.845	9.746	11.082	9.835	9.618	9.489
굴절률						

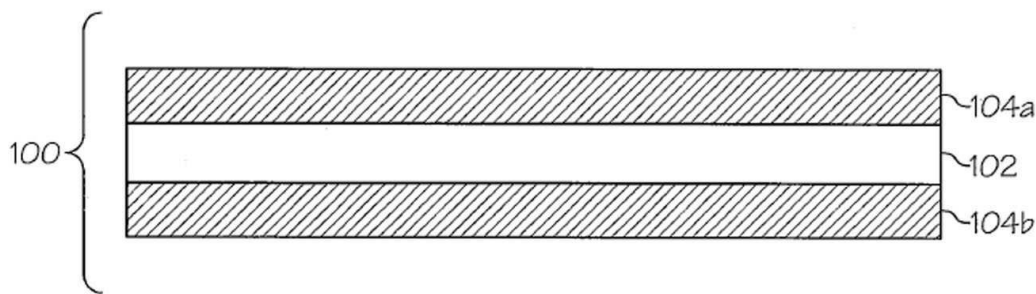
[0062] 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 상대적으로 높은 평균 열팽창계수를 갖는 것으로 이해될 것이다. 이로써, 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 상기 융합 적층 공정에 의해 압축 응력 적층 유리 제품을 형성하기 위해 상대적으로 더 낮은 열팽창계수를 갖는 유리 조성물과 함께 사용하는 것이 특히 적합하다. 이들 유리 제품은 휴대폰, 개인용 음악 플레이어, 테블릿 컴퓨터, LCD 및 LED 디스플레이, 현금 자동 지급기, 등을 포함하지만, 이에 제한되지 않는, 다양한 소비자 전자기기에 사용될 수 있다.

[0063] 본 명세서에 기재된 유리 조성물의 특성 (예를 들어, 액상 점도, 액상 온도, 등)은 융합 다운 인발 공정 또는 융합 적층 공정과 같은, 융합 형성 공정에 사용하기에 적합한 유리 조성물을 만드는 것으로 또한 이해될 것이다.

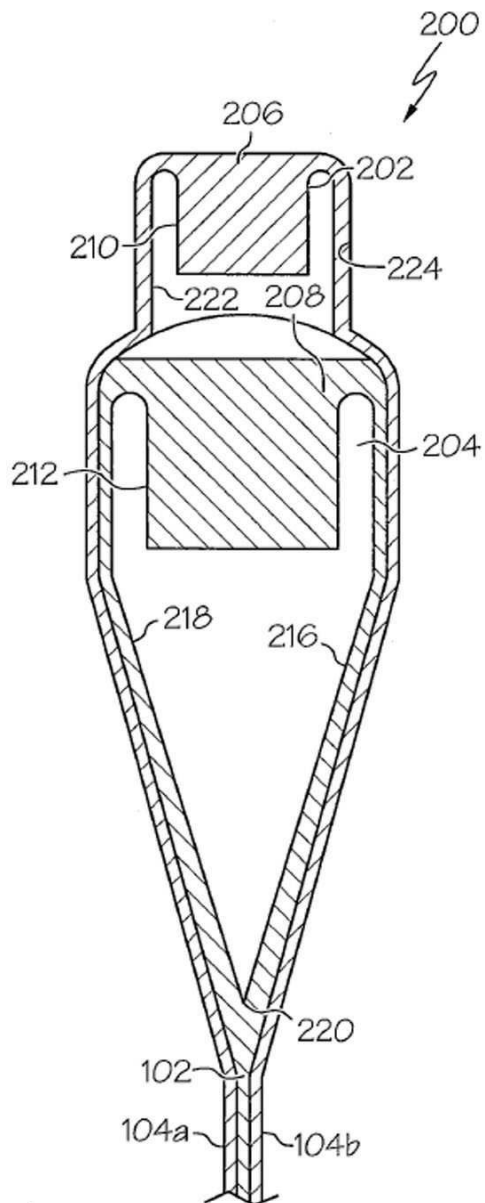
- [0064] 더구나, 상기 유리 조성물에서 알칼리 이온의 이동성은 상기 유리 조성물에서 더 높은 농도의 B_2O_3 뿐만 아니라 낮은 농도의 Al_2O_3 에 기인하여 상당히 감소된다. 따라서, 본 명세서에 기재된 유리 조성물은, 후면 기판 (backplane substrates)에 높은 이동성 알칼리 이온의 존재가 상기 기판상에 박막 트랜지스터를 손상할 수 있는, LCD, LED 및 OLED 디스플레이의 후면 기판으로서 사용하기에 특히 적합할 수 있다. 본 명세서에 기재된 유리 조성물은 전체 후면 기판을 형성하는데 사용될 수 있거나, 또는 선택적으로, 적층 유리 기판에서 알칼리가 없는 유리 클래딩 층에 의해 감싸진 유리 코어 층으로서 사용될 수 있다.
- [0065] 또한, 특별한 기준이 적층 유리 제품에서 유리 코어 층으로서 상기 유리 조성물의 사용을 위해 본 명세서에만 들어지지만, 상기 유리 조성물은 또한 전자 기기에 대한 커버 유리 및 다른, 유사한 유리 제품과 같은 유리 제품을 형성하기 위해 독립적으로 (즉, 적층 구조체의 일부가 아닌 것으로) 사용될 수 있는 것으로 이해될 것이다.
- [0066] 다양한 변형 및 변화가 청구된 주제의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 본 명세서에 기재된 구현 예에 대해 만들어질 수 있음이 기술분야의 당업자에게는 명백해 할 것이다. 따라서, 본 명세서에 기재된 다양한 구현 예의 변형 및 변화를 보호하는 명세서는 첨부된 청구항 및 이들의 균등물의 범주 내에 있는 이러한 변형 및 변화를 제공하는 것으로 의도된다.

도면

도면1



도면2



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제11항

【변경전】

청구한 2

【변경후】

청구항 2