



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0003632  
(43) 공개일자 2022년01월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C03C 13/04 (2006.01) B32B 17/06 (2006.01)  
 C03B 17/02 (2006.01) C03B 17/06 (2006.01)  
 C03C 3/093 (2006.01) G02B 5/20 (2022.01)  
 H01L 29/786 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 C03C 13/046 (2013.01)  
 B32B 17/06 (2021.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7042618(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2014년08월08일  
 심사청구일자 2021년12월27일
- (62) 원출원 특허 10-2016-7006450  
 원출원일자(국제) 2014년08월08일  
 심사청구일자 2019년08월01일
- (85) 번역문제출일자 2021년12월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/050279
- (87) 국제공개번호 WO 2015/023525  
 국제공개일자 2015년02월19일
- (30) 우선권주장  
 61/866,272 2013년08월15일 미국(US)
- (71) 출원인  
 코닝 인코포레이티드  
 미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자  
 엘리슨, 아담 제임스  
 미국, 뉴욕 14830, 코닝, 이스트 5쓰 스트리트 70 프래첸폴, 제이슨 생어  
 미국, 뉴욕 14830, 코닝, 웨스트 피프쓰 스트리트 51  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 청운특허법인

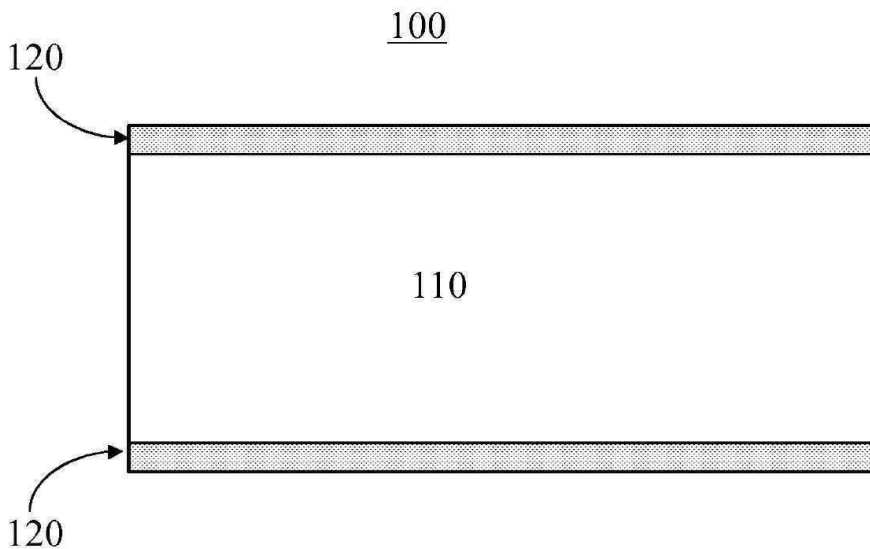
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 알칼리-도핑 및 알칼리가-없는 보로알루미늄오실리케이트 유리

(57) 요약

알칼리-도핑된 보로알루미늄오실리케이트 유리는 제공된다. 상기 유리는 네트워크 형성제인 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함한다. 상기 유리는, 몇몇 구체 예에서, 약 65GPa 미만의 영률 및/또는 약 40 x 10<sup>-7</sup>/°C 미만의 열팽창계수를 갖는다. 상기 유리는 전자 장치용 커버 유리, 컬러 필터 기판, 박막 트랜지스터 기판, 또는 유리 적층체용 외부 클래드층으로 사용될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C03B 17/02* (2013.01)  
*C03B 17/064* (2013.01)  
*C03C 3/093* (2013.01)  
*G02B 5/20* (2022.01)  
*H01L 29/786* (2021.01)  
*B32B 2250/03* (2013.01)  
*B32B 2250/40* (2013.01)  
*B32B 2315/085* (2013.01)

(72) 발명자

**마우로, 존 크리스토퍼**

미국, 뉴욕 14830, 코닝, 스카이라인 드라이브  
10712에이

**노니, 주니어, 더글라스 마일스**

미국, 뉴욕 14845, 호스헤드스, 힙바드 로드 380

**벤카타라만, 네이트산**

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 테라 플레이  
스 3

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

유리로서:

$$58.2 \text{ mol\%} \leq \text{SiO}_2 \leq 70 \text{ mol\%};$$

$$6 \text{ mol\%} \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 10 \text{ mol\%};$$

20.87 mol% ≤ B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≤ 30 mol%를 포함하며,

$$4 \text{ mol\%} \leq (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO}) \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \text{이고,}$$

$$0 \text{ mol\%} \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 0.1 \text{ mol\%인, 유리.}$$

**청구항 2**

청구항 1에 있어서,

상기 유리는 0 mol% 초과 SrO를 포함하는, 유리.

**청구항 3**

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 유리는 0 mol% 초과 MgO를 포함하는, 유리.

**청구항 4**

청구항 1에 있어서,

상기 유리는 유리 적층체에서 클래드층을 형성하고, 상기 유리 적층체는 코어 유리를 포함하며 상기 코어 유리는 상기 클래드층의 열팽창계수를 초과하는 열팽창계수를 가지며, 여기서 상기 클래드층은 적어도 40 MPa의 압축 응력 하에 있는 유리.

**청구항 5**

청구항 1, 2 및 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리는 65GPa 미만의 영률을 갖는 유리.

**청구항 6**

청구항 1, 2 및 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리는  $40 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만의 열팽창계수를 갖는 유리.

**청구항 7**

청구항 1, 2 및 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리는 적어도 15 N의 누프 스크래치 임계값을 갖는 유리.

**청구항 8**

유리의 제조 방법으로서, 상기 방법은:

- a. 유리 용융물의 제공 단계, 상기 유리 용융물은:

$58.2 \text{ mol\%} \leq \text{SiO}_2 \leq 70 \text{ mol\%}$ ;

$6 \text{ mol\%} \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 10 \text{ mol\%}$ ;

$20.87 \text{ mol\%} \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30 \text{ mol\%}$ 를 포함하며,

$4 \text{ mol\%} \leq (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO}) \leq \text{Al}_2\text{O}_3$ 이고,

$0 \text{ mol\%} \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 0.1 \text{ mol\%}$ 이며; 및

b. 상기 유리를 형성하기 위해 상기 유리 용융물을 다운-인발시키는 단계를 포함하며, 여기서 상기 유리는 적어도 15 N의 누프 스크래치 임계값을 갖는 유리의 제조방법.

### 청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 유리 용융물은 클래드 유리 용융물이고, 상기 방법은:

a. 코어 유리 용융물을 제공하는 단계;

b. 상기 코어 유리 용융물을 퓨전-인발시켜 코어 유리를 형성하는 퓨전-인발 단계; 및

c. 상기 클래드 유리 용융물을 퓨전-인발시켜 상기 코어 유리를 감싸는 클래드층 유리를 형성하는 퓨전-인발 단계를 더욱 포함하며, 여기서 상기 코어 유리는 상기 클래드 유리의 열팽창계수를 초과하는 열팽창계수를 가지며, 여기서 상기 클래드층은 적어도 100 MPa의 압축 응력 하에 있는 유리의 제조방법.

### 청구항 10

청구항 8 또는 9에 있어서,

상기 유리는 65GPa 미만의 영률을 갖는 유리의 제조방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2013년 8월 15일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/866,272호의 우선권을 주장하며, 이의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다.

### 배경 기술

[0002] 본 개시는 알칼리 금속 또는 이들의 산화물을 함유하지 않는 유리에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 본 개시는 낮은 수준의 알칼리 금속 및/또는 알칼리 금속 산화물을 함유하거나 또는 알칼리-도핑 및 알칼리가 없으며, 슬롯-인발 (slot-draw) 및 퓨전-인발 (fusion-draw) 기술과 같은 다운-인발 공정에 의해 형성 가능한 유리에 관한 것이다. 훨씬 더 구체적으로는, 본 개시는 저 수준의 알칼리 금속 및/또는 알칼리 금속 산화물을 함유하거나 또는 알칼리-도핑 및 알칼리가 없으며, 유리 적층체 (glass laminate)용 클래드 층 (clad layer)으로 형성될 수 있는 유리에 관한 것이다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 알칼리-도핑된 보로알루미늄노실리케이트 유리는 제공된다. 상기 유리는 네트워크 형성제 (network formers)인  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 및  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 를 포함한다. 상기 유리는, 몇몇 구체 예에서, 약 65GPa 미만의 영률 (Young's modulus) 및/또는 약 20°C 내지 약 300°C의 온도 범위에 걸친 평균이, 약  $40 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$  미만의 열팽창계수를 갖는다. 상기 유리는 전자 장치용 커버 유리, 컬러 필터 기판 (color filter substrate), 박막 트랜지스터 기판, 또는 유리 적층체용 외부 클래드층 (clad layer)으로 사용될 수 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0004] 따라서, 본 개시의 하나의 관점은 약 50 mol% 내지 약 70 mol%의 SiO<sub>2</sub>; 약 5 mol% 내지 약 20 mol%의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 약 12 mol% 내지 약 35 mol%의 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 약 5 mol%까지의 MgO; 약 12 mol%까지의 CaO; 및 약 5 mol%까지의 SrO로 포함하는 유리를 제공하는 데 있고, 여기서 알칼리 금속 산화물 개질제의 합은 약 1 mol% 이하이다.
- [0005] 본 개시의 제2 관점은 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함하는 유리를 제공하는 데 있다. 상기 유리에서 알칼리 금속 산화물 개질제의 합은 약 1 mol% 이하이다. 상기 유리는 실질적으로 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 없고, 및 약 65GPa 미만의 영률, 약 20℃ 내지 약 300℃의 온도 범위에 걸친 평균이, 약 40 x 10<sup>-7</sup>/℃ 미만의 열팽창계수, 및 적어도 약 15 N (Newtons)의 누프 스크래치 임계값 (Knoop scratch threshold) 중 적어도 하나를 갖는다.
- [0006] 본 개시의 제3 관점은 코어 유리 및 상기 코어 유리의 외부 표면에 적층된 클래드 유리를 포함하는 유리 적층체를 제공하는 데 있다. 상기 클래드 유리 층은 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함하고, 상기 클래드 층 유리에서 알칼리 금속 산화물 개질제의 합은 약 1 mol% 이하이다. 상기 클래드 유리는 약 20℃ 내지 약 300℃의 온도 범위에 걸친 평균이, 약 40 x 10<sup>-7</sup>/℃의 제1 열팽창 계수를 가지며, 및 상기 코어 유리는 약 20℃ 내지 약 300℃의 온도 범위에 걸친 평균이, 제1 열팽창계수를 초과하는, 제2 열팽창계수를 갖는다.
- [0007] 본 개시의 제4 관점은 유리 제조 방법을 제공하는 데 있다. 상기 방법은: 유리 용융물을 제공하는 단계로서, 상기 유리 용융물은 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함하고, 여기서 상기 유리에서 알칼리 금속 산화물 개질제의 합은 약 1 mol% 이하인 유리 용융물의 제공 단계; 및 유리를 형성하기 위해 상기 유리 용융물을 다운-인발시키는 단계를 포함한다.
- [0008] 이들 및 다른 관점들, 장점들, 및 현저한 특색들은 하기 상세한 설명, 수반되는 도면들, 및 첨부된 청구항으로부터 명백해질 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0009] 도 1은 유리 적층체의 개략적 단면도이고;
- 도 2a-f는 유리 샘플에 대한 누프 스크래치 시험 결과의 사진이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0010] 하기 상세한 설명에서, 동일한 참조 부호는 도면들에 도시된 몇 가지 도들 도처에서 동일하거나 또는 상응하는 부품을 지명한다. 또한, 별도의 언급이 없는 한, "상부", "하부", "외부", "내부", 및 이와 유사한 것과 같은 용어는 편의의 단어이지 제한 용어로 해석되지 않는 것으로 이해된다. 부가적으로, 군 (group)이 요소의 군 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는 것으로 기재된 경우, 상기 군은 개별적으로 또는 서로 조합하여 인용된 이들 요소의 어떤 수를 포함하거나, 필수적으로 이루어지거나, 또는 이루어질 수 있다. 유사하게, 군이 요소의 군 및 이들의 조합 중 적어도 하나로 이루어진 것으로 기재된 경우, 상기 군은 개별적으로 또는 서로 조합하여 인용된 이들 요소의 어떤 수로 이루어질 수 있다. 별도의 언급이 없는 한, 인용된 경우, 값의 범위는, 상기 범위의 상한 및 하한값들뿐만 아니라 그들 사이의 어떤 값을 모두 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은, "단수" 및 "복수"는 특별히 구분없이 사용되며, 별도의 언급이 없는 한, "단수" 및 "복수" 모두 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미한다. 본 명세서 및 도면들에 개시된 다양한 특색들은 어떤 하나 및 모두 조합하여 사용될 수 있는 것으로 또한 이해된다.
- [0011] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "유리 제품" 및 "유리 제품들"은 유리로 전체적으로 또는 부분적으로 만들어진 어떤 물건을 포함하는 넓은 의미로 사용된다. 별도의 언급이 없다면, 모든 조성물은 몰 퍼센트 (mol%)로 표시된다. 열팽창계수 (CTE)는 10<sup>-7</sup>/℃로 표시되며, 별도의 언급이 없다면, 약 20℃ 내지 약 300℃의 온도 범위에 걸쳐 측정된 값을 나타낸다.
- [0012] 용어 "실질적으로" 및 "약"은 어떤 정량적인 비교, 값, 측정, 또는 다른 표현에 기인할 수 있는 내재하는 불확성의 정도를 나타내는 것으로 여기에서 활용될 수 있는 점에 주목된다. 이들 용어는 또한 문제의 주제의 기본적인 기능의 변화를 결과하지 않고 정량적인 표현이 명시된 기준으로부터 변할 수 있는 정도를 나타내는 것으로 여기에서 활용된다. 따라서, "알칼리 금속 산화물이 실질적으로 없는" 또는 "P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 실질적으로 없는" 유리는 이

러한 산화물이 유리에 능동적으로 첨가되지 않았거나 또는 배치되지는 (batched) 않았지만, 오염물로서 매우 소량으로 존재할 수 있는 유리이다.

- [0013] 일반적으로 도면, 특히, 도 1을 참조하면, 예시는 특정 구체 예를 기재할 목적을 위한 것이며, 본 개시 또는 여기에 첨부된 청구항을 제한하지 않는 것으로 이해될 것이다. 상기 도면들은 반드시 크기를 조정한 것은 아니며, 상기 도면들의 어떤 특색 및 어떤 도들은 명료성 및 간결성을 도모하기 위해 크기를 조정하여 확장되거나 또는 개략적으로 도시될 수 있다.
- [0014] 네트워크 형성제인 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함하고, 몇몇 구체 예에서, 낮은 (즉, 약 40 x 10<sup>-7</sup>/°C 미만) 열팽창계수 (CTE)를 갖는 유리 및 이로부터 제조된 유리 제품은 여기에 기재된다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리들은 유리 용융물의 고유 저항 (resistivity)을 낮추고, 내화물 오염 및 공정 구조 (processing structures)의 "과이어-스루 (fire-through)"를 피하기 위해 약 1 mol% 미만의 알칼리 금속 또는 알칼리 금속 산화물로 의도적으로 적게 도핑된다. 다른 구체 예에서, 상기 유리는 알칼리 금속 및 알칼리 금속 산화물 (여기서 "알칼리 금속 산화물 개질제"라 한다)이 없다. 몇몇 구체 예에서, 이들 유리는 또한 유리의 고유한 또는 본질의 내손상성을 개선시키기 위해 낮은 값의 영률 및 전단 탄성률을 갖는다.
- [0015] 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리는 슬롯-인발 및 퓨전-인발 공정과 같은, 기술분야에서 알려진 다운-인발 공정에 의해 형성 가능하다. 상기 퓨전 인발 공정은 박형 유리 시트의 대규모 제작을 위해 사용된 산업적인 기술이다. 플루오트 (float) 또는 슬롯 인발 공정과 같은, 다른 평면 유리 제작 기술과 비교하면, 상기 퓨전 인발 공정은 우수한 평탄도 및 표면 품질을 갖는 박형 유리 시트를 생산한다. 그 결과, 상기 퓨전 인발 공정은 노트북, 오락 장치, 태블릿, 랩탑, 및 이와 유사한 것과 같은 개인용 전자 장치용 커버 유리뿐만 아니라, 액정 디스플레이용 박형 유리 기관의 제작에서 지배적인 제조 기술이 되었다.
- [0016] 상기 퓨전 인발 공정은, 통상적으로 지르콘 또는 또 다른 내화성 물질로 구성된, "아이소파이프 (isopipe)"로 알려진 홈통 (trough)을 넘치는 용융 유리의 흐름을 포함한다. 상기 용융 유리는 양 측면으로부터 상기 아이소파이프의 상부로 넘쳐서, 최종 시트의 내부만이 상기 아이소파이프와 직접 접촉하는 단일 시트를 형성하도록 상기 아이소파이프의 버텨에서 만난다. 상기 최종 유리 시트의 노출된 표면이 인발 공정 동안 상기 아이소파이프 물질과 접촉하지 않기 때문에, 상기 유리의 모든 외부 표면은 자연 그대로의 품질이고, 나중에 마감공정을 요구하지 않는다.
- [0017] 퓨전 인발을 가능하게 하기 위해, 유리는 충분히 높은 액상선 점도 (liquidus viscosity) (즉, 액상선 온도에서 용융 유리의 점도)를 가져야 한다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리는 적어도 약 100 kilopoise (kpoise), 다른 구체 예에서, 적어도 약 120 kpoise의 액상선 점도를 가지며, 다른 구체 예에서, 이들 유리들은 적어도 약 300 kpoise의 액상선 점도를 갖는다. 상기 알칼리-도핑 및 알칼리 없는 유리가 유리 적층체에서 클래드 층으로서 사용되고, 온도에 대하여 코어 유리의 점도 거동이 클래드 유리의 것과 거의 동일한 경우에서, 상기 클래드 유리의 액상선 점도는 약 70 kPoise 이상일 수 있다.
- [0018] 전통적인 퓨전 인발은 단일 아이소파이프를 사용하여 달성되어, 균일한 유리 생산물을 결과한다. 좀 더 복잡한 적층 퓨전 공정은 두 개의 아이소파이프를 사용하여, 다른 클래드 층에 의해 각 (또는 모든) 측면을 둘러싼 코어 유리 조성물을 포함하는 적층 시트를 형성한다. 적층 퓨전의 주요 장점 중 하나는, 상기 클래드 유리의 열팽창계수가 코어 유리의 것보다 미만일 경우, CTE 차이가 외부 클래드 층에서 압축 응력을 결과한다는 점이다. 이러한 압축 응력은 이온 교환 처리에 대한 필요없이 최종 유리 생산물의 강도를 증가시킨다. 이온 교환과 달리, 이 강화는 유리에서 알칼리 이온의 사용 없이 달성될 수 있다.
- [0019] 따라서, 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 알칼리-도핑 및 알칼리 없는 유리는, 도 1에 개략적으로 나타낸, 유리 적층체를 형성하는데 사용될 수 있다. 유리 적층체 (100)는 여기에 기재된 알칼리-도핑 및 알칼리-없는 유리로부터 형성된 "클래드 층" 또는 클래드 유리 (120)에 의해 둘러싸인 코어 유리 (110)를 포함한다. 상기 코어 유리 (110)는 클래드 층 (120)에서 상기 알칼리-도핑 및 알칼리-없는 유리의 CTE를 초과하는 CTE를 갖는다. 몇몇 구체 예에서, 상기 코어 유리는 알칼리 알루미늄노실리케이트 유리일 수 있다. 하나의 비-제한 실시 예에서, 상기 코어 유리는, 572°C의 변형점, 629°C의 어닐링점, 888°C의 연화점, 및 CTE = 95.5 x 10<sup>-7</sup>/°C인, 66.9 mol% SiO<sub>2</sub>, 10.1 mol% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.58 mol% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7.45 mol% Na<sub>2</sub>O, 8.39 mol% K<sub>2</sub>O, 5.78 mol% MgO, 0.58 mol% CaO, 0.2 mol% SnO<sub>2</sub>, 0.01 mol% ZrO<sub>2</sub>, 및 0.01 mol% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>인 조성물을 갖는, 알칼리 알루미늄노실리케이트 유리이다.
- [0020] 적층 제품에서 클래드 유리로서 사용된 경우, 여기에 기재된 알칼리-도핑 및 알칼리-없는 유리 조성물은 상기

클래드 층에 높은 압축 응력을 제공할 수 있다. 여기에 기재된 저 알칼리 금속 산화물/알칼리-도핑 및 알칼리-없는 퓨전-형성 가능한 (fusion-formable) 유리의 CTE는 일반적으로 약  $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이하의 범위, 몇몇 구체 예에서, 약  $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  이하의 범위이다. 이러한 유리가, 예를 들어,  $90 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 의 CTE를 갖는 알칼리 알루미늄실리케이트 유리 (예를 들어, 코닝사에 의해 제작된, Gorilla® Glass)와 쌍이 되는 경우, 상기 클래드 유리에서 예측된 압축 응력은 하기 탄성 응력 수학적식을 사용하여 계산될 수 있고, 여기서 하기 수학적식 1 및 2는 각각 코어 유리 및 클래드 유리에 관련된다:

[0021] [수학적식 1]

$$\sigma_2 = \frac{E_1(e_2 - e_1)}{\left(\frac{E_1}{E_2}(1 - \nu_2)\right) + \left(\frac{2t_2}{t_1}(1 - \nu_1)\right)}$$

[0022] 및

[0023] [수학적식 2]

$$\sigma_1 = -\frac{2t_2}{t_1}\sigma_2$$

[0024] 여기서 E는 영률이고,  $\nu$ 는 푸아송의 비 (Poisson's ratio)이며, t는 유리 두께이고,  $\sigma$ 는 응력이며,  $e_2 - e_1$ 은 클래드 유리 및 코어 유리 사이의 열팽창에서 차이이다. 상기 클래드 유리 및 코어 유리에 대하여 동일한 탄성률 및 푸아송의 비를 사용하는 것은, 상기 수학적식들을 더욱 단순화시킨다.

[0025] 상기 클래드 유리 및 코어 유리 사이의 열팽창에서 차이를 계산하기 위해, 상기 응력은 상기 클래드 및 코어 중 더 연질의 유리의 변형점 아래에서 설정되는 것으로 추정된다. 상기 클래드 유리에서 응력은 이 추정 및 상기 수학적식들을 사용하여 추산될 수 있다. 상기 클래드 유리로서  $30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 의 CTE 및  $90 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 의 CTE를 갖는 알칼리 알루미늄실리케이트 코어 유리, 0.5-1.0 mm의 범위에서 전체 두께 및 10-100  $\mu\text{m}$ 의 상기 클래드 유리 두께를 갖는 통상적인 디스플레이-형 유리에 대하여, 상기 클래드 유리의 압축 응력은 약 200MPa 내지 약 315MPa인 것으로 추산된다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리는 약  $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  미만, 몇몇 구체 예에서는 약  $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  미만의 열팽창계수를 갖는다. 이들 유리들에 대하여, 상기 클래드 유리 층의 압축 응력은 적어도 약 40MPa, 및 다른 구체 예에서, 적어도 약 80MPa일 것이다.

[0026] 여기에 기재된 알칼리-도핑 및 알칼리-없는 유리는 특히 낮은 열팽창계수를 갖는다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리의 CTE는 약  $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  미만, 다른 구체 예에서는 약  $35 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  미만이다. 더 높은 CTE를 갖는 코어 유리와 쌍을 이룬 경우, 여기에 기재된 유리들은 최종 적층 유리 생산품의 클래드 층에서 높은 수준의 압축 응력을 제공한다. 이것은 유리 적층체 생산품의 강도를 증가시킨다. 적어도 약 40MPa의 실-온 압축 응력, 및 몇몇 구체 예에서, 적어도 약 80MPa는 상기 적층체의 클래드 층에서 여기에 기재된 유리들을 사용하여 달성할 수 있다. 클래드 층으로서 사용된 경우, 여기에 기재된 유리들의 액상선 점도 요구조건은 낮춰질 수 있다. 온도에 대하여 코어 유리의 점도 거동이 대략 클래드 유리와 것과 (즉, 짝을 이룬) 동일한 경우의 구체 예에서, 상기 클래드 유리의 액상선 점도는 약 70 kPoise 이상일 수 있다.

[0027] 상기 알칼리-도핑 및 알칼리-없는 유리는 다른 상업적으로 이용 가능한 퓨전-인발 유리의 것보다 상당히 아래인 영률 및 전단 탄성률의 값을 갖는다. 몇몇 구체 예에서, 상기 영률은 약 65 GPa (gigapascals) 미만, 다른 구체 예에서 약 60GPa 미만이다. 낮은 탄성률은 높은 수준의 고유한 내손상성을 갖는 유리들을 제공한다.

[0028] 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리는: 약 50 mol% 내지 약 70 mol%의  $\text{SiO}_2$  (즉,  $50 \text{ mol}\% \leq \text{SiO}_2 \leq 70 \text{ mol}\%$ ); 약 5 mol% 내지 약 20 mol%의  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (즉,  $5 \text{ mol}\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 20 \text{ mol}\%$ ); 약 12 mol% 내지 약 35 mol%의  $\text{B}_2\text{O}_3$  (즉,  $12 \text{ mol}\% \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 35 \text{ mol}\%$ ); 약 5 mol%까지의 MgO (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{MgO} \leq 5 \text{ mol}\%$ ); 약 12 mol%까지의 CaO (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{CaO} \leq 12 \text{ mol}\%$ ); 및 약 5 mol%까지의 SrO (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{SrO} \leq 5 \text{ mol}\%$ )을 포함하거나 또는 필수적으로

이루어지며, 여기서 알칼리 금속 산화물 개질제의 합은  $0.1 \text{ mol}\%$  이하 (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \leq 0.1 \text{ mol}\%$ )이다. 몇몇 구체 예에서,  $4 \text{ mol}\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} \leq \text{Al}_2\text{O}_3 + 1 \text{ mol}\%$ 이다. 어떤 구체 예에서, 상기 유리는,  $\text{P}_2\text{O}_5$  및/또는 알칼리 금속 산화물 개질제를  $0 \text{ mol}\%$ 로 함유하거나, 또는 실질적으로 없다.

[0031] 상기 유리는 약  $0.5 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 0.5 \text{ mol}\%$ ); 약  $0.2 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{ZrO}_2$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{ZrO}_2 \leq 0.2 \text{ mol}\%$ ); 및, 선택적으로,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ , 또는 이와 유사한 것과 같은 적어도 하나의 청징제 (fining agent)를 더욱 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 청징제는, 몇몇 구체 예에서, 약  $0.7 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{SnO}_2$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{SnO}_2 \leq 0.5 \text{ mol}\%$ ); 약  $0.5 \text{ mol}\%$  내지 약  $0.7 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{CeO}_2$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{CeO}_2 \leq 0.7 \text{ mol}\%$ );  $\text{As}_2\text{O}_3$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{As}_2\text{O}_3 \leq 0.5 \text{ mol}\%$ ); 및 약  $0.5 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{Sb}_2\text{O}_3 \leq 0.5 \text{ mol}\%$ )를 포함한다.

[0032] 특정 구체 예에서, 상기 유리는 약  $55 \text{ mol}\%$  내지 약  $70 \text{ mol}\%$ 의  $\text{SiO}_2$  (즉,  $55 \text{ mol}\% \leq \text{SiO}_2 \leq 70 \text{ mol}\%$ ); 약  $6 \text{ mol}\%$  내지 약  $10 \text{ mol}\%$ 의  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (즉,  $6 \text{ mol}\% < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 10 \text{ mol}\%$ ); 약  $18 \text{ mol}\%$  내지 약  $30 \text{ mol}\%$   $\text{B}_2\text{O}_3$  (즉,  $18 \text{ mol}\% \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 30 \text{ mol}\%$ ); 약  $3 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{MgO}$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{MgO} \leq 3 \text{ mol}\%$ ); 약  $2 \text{ mol}\%$  약  $10 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{CaO}$  (즉,  $2 \text{ mol}\% \leq \text{CaO} \leq 10 \text{ mol}\%$ ); 및 약  $3 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{SrO}$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{SrO} \leq 3 \text{ mol}\%$ )을 포함하거나 또는 필수적으로 이루어지고, 여기서 알칼리 금속 산화물 개질제의 합은  $1 \text{ mol}\%$  이하 (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \leq 1 \text{ mol}\%$ )이다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리에서  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ , 및  $\text{SrO}$ 의 총량은 약  $4 \text{ mol}\%$  이상이고, 유리에 존재하는  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 양 이하 (즉,  $4 \text{ mol}\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} \leq \text{Al}_2\text{O}_3$ )이다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리에서 알칼리 및 알칼리토 산화물의 총량은 약  $4 \text{ mol}\%$  이상 및 유리에 존재하는  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 양 이하 (즉,  $4 \text{ mol}\% \leq \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} \leq \text{Al}_2\text{O}_3$ )이다. 어떤 구체 예에서, 유리는  $\text{P}_2\text{O}_5$ 가 없다.

[0033] 상기 유리는 약  $0.2 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{ZrO}_2$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{ZrO}_2 \leq 0.2 \text{ mol}\%$ ), 약  $0.2 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 0.2 \text{ mol}\%$ ) 및  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ , 또는 이와 유사한 것과 같은, 적어도 하나의 청징제를 더욱 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 청징제는, 몇몇 구체 예에서, 약  $0.2 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{SnO}_2$  (즉,  $0 \text{ mol}\% \leq \text{SnO}_2 \leq 0.2 \text{ mol}\%$ )를 포함할 수 있다.

[0034] 이들 유리의 조성물 및 비-제한 실시 예들은 하기 표 1 내지 7에 열거된다. 이들 유리의 각각의 산화물 성분은 기능을 제공한다. 실리카 ( $\text{SiO}_2$ )는 주된 유리 형성 산화물이고, 용융 유리에 대한 네트워크 백본을 형성한다. 순수  $\text{SiO}_2$ 는 낮은 CTE를 가지며, 알칼리 금속이 없다. 그러나, 매우 높은 용융 온도에 기인하여, 순수  $\text{SiO}_2$ 는 퓨전 인발 공정과 양립할 수 없다. 점도 곡선은 또한 너무 높아서 적층 구조에서 어떤 코어 유리와의 일치할 수 없다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리에서  $\text{SiO}_2$ 의 양은 약  $50 \text{ mol}\%$  내지 약  $70 \text{ mol}\%$ 의 범위이다. 다른 구체 예에서, 상기  $\text{SiO}_2$  농도는 약  $55 \text{ mol}\%$  내지 약  $70 \text{ mol}\%$ 의 범위이다.

[0035] 실리카에 부가하여, 여기서 기재된 유리는 안정한 유리 형성, 낮은 CTE, 낮은 영률, 낮은 전단 탄성률을 달성하고, 및 용융 및 형성을 용이하게 하기 위해 네트워크 형성제인  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{B}_2\text{O}_3$ 를 포함한다. 적절한 농도에서 이들 네 개의 네트워크 형성제 모두를 혼합시켜, CTE 및 계수 (modulus)를 증가시키도록 작용하는, 알칼리 또는 알칼리토 산화물과 같은 네트워크 개질제에 대한 필요를 최소화하면서 안정한 벌크 유리 형성을 달성하는 것이 가능하다.  $\text{SiO}_2$ 과 같이,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 는 유리 네트워크에 대한 강성 (rigidity)에 기여한다. 알루미늄은 4 배위 (fourfold coordination) 또는 5 배위로 유리에 존재할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리는 약  $5 \text{ mol}\%$  내지 약  $12 \text{ mol}\%$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  및, 특정 구체 예에서, 약  $6 \text{ mol}\%$  내지 약  $10 \text{ mol}\%$ 의  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 를 포함한다.

[0036] 산화 붕소 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )는 또한 점도를 감소시키기 위해 사용된 유리-형성 산화물이고, 따라서 유리를 용융 및 형성하는 능력을 개선시킨다.  $\text{B}_2\text{O}_3$ 는 유리 네트워크에서 3 배위 또는 4 배위로 존재할 수 있다. 3 배위  $\text{B}_2\text{O}_3$ 는 영률 및 전단 탄성률을 감소시키는데 가장 효과적인 산화물이고, 따라서 유리의 고유한 내손상성을 개선시킨다. 따라서, 여기에 기재된 유리는, 몇몇 구체 예에서, 약  $12 \text{ mol}\%$  내지 약  $35 \text{ mol}\%$ 까지의  $\text{B}_2\text{O}_3$  및, 다른 구체 예에서, 약  $18 \text{ mol}\%$  내지 약  $30 \text{ mol}\%$ 의  $\text{B}_2\text{O}_3$ 를 포함한다.



[0037] B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 같은, 알칼리토 산화물 (MgO, CaO, 및 SrO)은 또한 유리의 용융 거동을 개선시킨다. 그러나, 이들은 또한 CTE 및 영률 및 전단 탄성률을 증가시키도록 작동한다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 유리는 약 5 mol%까지의 MgO, 약 12 mol%까지의 CaO, 및 약 5 mol%까지의 SrO 및, 다른 구체 예에서, 약 3 mol%까지의 MgO, 약 2 mol% 약 10 mol%까지의 CaO, 및 약 3 mol%까지의 SrO를 포함한다. 상기 유리에서 대다수의 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 3 배위 상태에 있고, 따라서, 높은 본래의 내스크래치성을 보장하기 위하여, 몇몇 구체 예에서, (MgO) + (CaO) + (SrO) ≤ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) + 1 mol%이거나, 또는, 다른 구체 예에서, (MgO) + (CaO) + (SrO) ≤ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)이다.

[0038] 상기 유리는 또한 용융 동안 가스성 함유물의 제거를 도울 수 있도록 작은 농도로 SnO<sub>2</sub>, CeO<sub>2</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, 또는 이와 유사한 것과 같은 적어도 하나의 청징제를 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리는 약 0.7 mol%까지의 SnO<sub>2</sub>, 약 0.7 mol%까지의 CeO<sub>2</sub>, 약 0.5 mol%까지의 As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및/또는 약 0.5 mol%까지의 Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 포함할 수 있다. 다른 구체 예에서, 적어도 하나의 청징제는 약 0.2 mol%까지의 SnO<sub>2</sub>를 포함할 수 있다.

[0039] 소량의 ZrO<sub>2</sub>는 또한 용융 장치에서 지르코니아-계 내화성 물질과 뜨거운 유리의 접촉에 의해 도입될 수 있고, 따라서 유리에서 이의 수준을 모니터링하는 것은 시간에 대한 탱크 마모의 속도를 판단하는데 중요할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리는 약 0.1 mol%까지의 ZrO<sub>2</sub>를 포함할 수 있다. 상기 유리는, 배치 물질에 통상 불순물로서, 저농도의 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 더욱 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리는 약 0.5 mol%까지의 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 다른 구체 예에서, 약 0.2 mol%까지의 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함할 수 있다.

**표 1**

대표적인 유리 조성물

[0040]

mol%	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	67.11	65.75	65.82	65.79	65.81	65.63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.90	9.49	9.46	9.41	9.39	9.36
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.30	15.44	15.43	15.60	15.65	15.94
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K <sub>2</sub> O	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
MgO	0.39	0.39	0.39	0.39	0.21	0.19
CaO	8.92	8.72	8.73	8.66	8.75	8.64
SrO	0.21	0.07	0.02	0.01	0.01	0.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.07	0.05	0.05	0.05	0.08	0.11
ZrO <sub>2</sub>	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

**표 2**

표 1 계속

[0041]

mol%	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	66.14	66.35	66.59	66.45	67.24	67.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.17	8.81	8.38	8.01	7.66	7.45
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.81	16.27	16.90	17.72	17.60	17.87
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K <sub>2</sub> O	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	0.19	0.18	0.17	0.17	0.15	0.00

CaO	8.47	8.17	7.75	7.39	7.07	6.90
SrO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.09	0.12	0.12	0.11
ZrO <sub>2</sub>	0.04	0.05	0.04	0.07	0.08	0.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

표 3

[0042]

표 1 계속

mol%	13	14	15	16	17	18
SiO <sub>2</sub>	67.54	67.48	67.41	66.80	67.49	67.38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.32	7.27	7.27	7.20	7.23	7.22
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.94	18.11	18.17	18.94	18.19	18.29
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
CaO	6.79	6.75	6.76	6.67	6.71	6.73
SrO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
ZrO <sub>2</sub>	0.08	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

표 4

[0043]

표 1 계속

mol%	19	20	21	22	23	24
SiO <sub>2</sub>	66.56	64.20	61.34	59.18	60.52	60.66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.39	7.46	8.17	8.08	8.25	8.24
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.75	20.87	22.04	24.39	22.71	22.60
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	0.16	0.15	0.17	0.17	0.18	0.18
CaO	6.91	7.06	7.92	7.90	8.07	8.04
SrO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.10	0.11	0.17	0.13	0.12	0.12
ZrO <sub>2</sub>	0.06	0.07	0.11	0.07	0.07	0.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

표 5

[0044]

표 1 계속

mol%	25	26	27	28	29	30
SiO <sub>2</sub>	58.20	60.20	60.27	58.75	60.33	60.32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.53	8.12	8.08	7.87	8.09	8.07
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.88	23.24	23.30	25.21	23.19	23.22
Na <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
K <sub>2</sub> O	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	0.26	0.30	1.95	2.55	3.04	3.16
CaO	7.89	7.77	6.14	5.36	5.08	4.96
SrO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.11	0.16	0.11	0.11	0.12	0.12
ZrO <sub>2</sub>	0.07	0.12	0.08	0.08	0.09	0.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

표 6

[0045]

표 1 계속

mol%	31	32	33	34	35	36
SiO <sub>2</sub>	58.80	60.59	60.69	61.01	60.98	59.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.89	8.16	8.24	8.27	8.29	8.12
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.23	23.43	23.85	23.85	23.96	25.52
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05
K <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	3.19	3.44	3.67	3.84	3.89	3.84
CaO	4.64	4.09	3.26	2.72	2.56	2.34
SrO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.11	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12
ZrO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

표 7

[0046]

표 1 계속

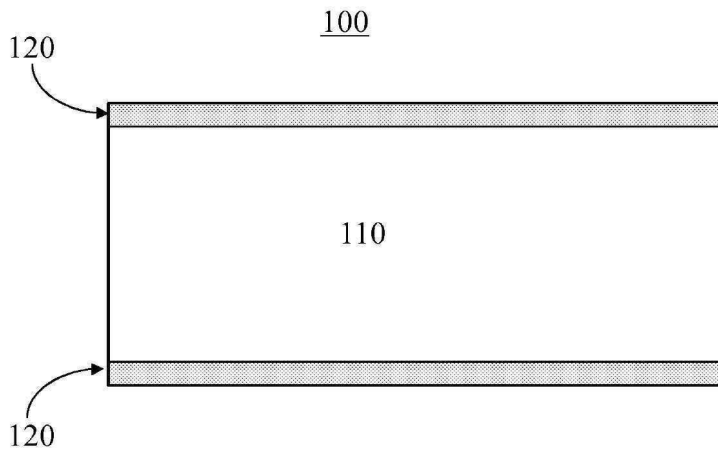
mol%	31	32	33	34	35	36
SiO <sub>2</sub>	58.80	60.59	60.69	61.01	60.98	59.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.89	8.16	8.24	8.27	8.29	8.12
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.23	23.43	23.85	23.85	23.96	25.52
Na <sub>2</sub> O	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05
K <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	3.19	3.44	3.67	3.84	3.89	3.84
CaO	4.64	4.09	3.26	2.72	2.56	2.34
SrO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO <sub>2</sub>	0.11	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12
ZrO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

- [0047] 존재하는 많은 양의 붕소는 이온 교환에 의한 화학적 강화 없이 높은 수준의 고유한 또는 "본래의" 내스크래치성을 갖는 유리를 제공한다. 내스크래치성은 누프 스크래치 임계값 시험에 의해 결정된다. 누프 임계값 시험에서, 기계적인 시험장치는 누프 다이아몬드를 보유하고, 여기서 유리는 측면 균열의 시작을 결정하기 위해 증가하는 하중에서 스크래치된다; 즉, 원래의 스크래치/그루브의 폭을 두 배 초과하는 지속 균열 (sustained cracks). 이 측면 균열의 시작은 "누프 스크래치 임계 값"으로 정의된다. 여기서 기재된 유리는 약 15 N (Newtons)의 최소 누프 스크래치 임계값을 갖는다. 몇몇 구체 예에서, 상기 누프 스크래치 임계값은 적어도 20N이고, 다른 구체 예에서, 적어도 약 25N이다.
- [0048] 표 5에 유리 샘플 25에 대한 누프 스크래치 시험 결과의 사진은 도 2a-f에 나타낸다. 상기 유리는 시험 전에 이온교환되지 않는다. 26 N까지의 하중에서 (도 2a-d), 원래의 스크래치 (200)과 관련하여 관찰된 측면 균열은 없다. 측면 균열 (202)은 28 N의 하중 (도 2e)에서 관찰되지만, 측면 균열 (212)의 정도는 원래의 스크래치 (202)의 폭의 두 배 미만이다. 상기 유리에 대한 누프 스크래치 임계값이 30N의 하중 (도 2f)에 도달됨에 따라, 상기 측면 관찰된 균열 (214)은 원래의 스크래치 (204)의 폭을 두 배 초과한다.
- [0049] 여기에 기재된 유리와 비교하여, 다른 알칼리토 보로실리케이트 유리 (코닝사의 Eagle XG® Glass)는 8-10 N의 누프 스크래치 임계값을 나타내고, 이온 교환된 알칼리 알루미늄오실리케이트 유리 (코닝사의 Gorilla® Glass 및 Gorilla® Glass 3)는 각각 3.9-4.9 N 및 9.8-12 N의 누프 스크래치 임계값을 나타낸다.
- [0050] 여기에서 유리 제조 방법은 또한 제공된다. 상기 방법은 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 중 적어도 하나를 포함하는 유리 용융물을 제공하는 단계로서, 여기서 상기 유리 용융물은 알칼리 금속 산화물 개질제가 실질적으로 없는 유리 용융물의 제공 단계, 및 유리를 형성하기 위해 상기 유리 용융물을 다운-인발시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리의 다운-인발 단계는 유리 용융물을 슬롯-인발하는 단계, 다른 구체 예에서, 상기 유리 용융물을 퓨전-인발시키는 단계를 포함한다.
- [0051] 어떤 구체 예에서, 상기 방법은 코어 유리 용융물을 제공하는 단계 및 클래드 유리의 열팽창계수 미만인 열팽창계수를 갖는 코어 유리를 형성하기 위해 상기 코어 유리 용융물을 퓨전 인발시키는 단계를 더욱 포함한다. 상기 클래드 유리 용융물은 그 다음 상기 클래드 유리 층을 형성하기 위해 퓨전 인발되고, 이에 의해 코어 유리를 감싼다. 상기 클래드 유리 층은 적어도 약 40MPa의 압축 응력, 및 몇몇 구체 예에서, 적어도 약 80MPa의 압축 응력하에 있다.
- [0052] 알칼리 금속이 실질적으로 없어, 여기서 기재된 유리는 박막 트랜지스터 (TFT) 디스플레이 적용에서 사용하는데 적합하다. 이들 적용은 알칼리-도핑 및 알칼리가-없는 인터페이스 (interface)를 요구하는데, 이는 알칼리 이온의 존재가 박막 트랜지스터를 오염시키기 때문이다. 따라서, 이온 교환된 알칼리-함유 유리는 이러한 적용에 대해 부적합하다. 클래드 층으로서 여기에 기재된 알칼리-도핑 및 알칼리가 없는 유리를 사용하는 유리 적층체는 낮은 수준 (< 1 mol%)의 알칼리 금속 또는 알칼리 금속 산화물로 도핑되거나 또는 알칼리-도핑 및 알칼리가 없는 인터페이스와 조합된 강화된 유리 생산물을 제공한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 알칼리-도핑 및 알칼리가 없는 유리는 또한, TFT 디스플레이 기판용으로 바람직한, 열수축 (thermal compaction)을 감소시키기 위한 높은 어닐링 및 변형점을 갖는다. 여기에 기재된 유리는 또한 다양한 전자 장치에서 터치 인터페이스, 컬러 필터 기판, 또는 커버 유리로 사용될 수 있다.
- [0053] 통상적인 구체 예가 예시의 목적을 위해 서술되는 동안에, 전술한 상기 상세한 설명은 본 개시의 범주 또는 첨부된 청구항을 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다. 따라서, 본 개시 또는 첨부된 청구항의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 다양한 변형, 채택, 및 변경은 기술분야의 당업자에게 일어날 수 있다.

도면

도면1



도면2

