



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월06일
(11) 등록번호 10-2237169
(24) 등록일자 2021년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 3/093 (2006.01) C03C 21/00 (2006.01)
C03C 3/085 (2006.01) C03C 3/091 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03C 3/093 (2013.01)
C03C 21/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7008167
(22) 출원일자(국제) 2014년08월26일
심사청구일자 2019년05월02일
(85) 번역문제출일자 2016년03월28일
(65) 공개번호 10-2016-0048915
(43) 공개일자 2016년05월04일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2014/085178
(87) 국제공개번호 WO 2015/027896
국제공개일자 2015년03월05일
(30) 우선권주장
201310384108.0 2013년08월27일 중국(CN)
(56) 선행기술조사문헌
WO2013073685 A1*
JP2012148955 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
코너스톤 머티리얼스 테크놀로지 컴퍼니 리미티드
중국 350015 푸젠성 푸저우 마웨이구 루지양 웨스
트로드 6번
(72) 발명자
덩 잭 와이
중국 푸주 시티 지양빈 예비뉴 넘버 88 민칭양완
빌딩 58 유닛 105
첸 첸리
중국 푸주 시티 타이저양 디스트릭트 푸주 파이낸
셜 스트리트 완다 플라자 빌딩 씨1# 룸 2616
(뒤틀면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인, 두호특허법인

전체 청구항 수 : 총 21 항

심사관 : 김수미

(54) 발명의 명칭 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리용 유리 조성물 및 그 유리의 제조 방법

(57) 요약

화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 유리 조성물 및 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법. 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리는 터치 디스플레이용 고강도 커버 글라스, 태양 전지용 커버 글라스 및 라미네이트 보호 유리로의 사용에 적합하다.

(52) CPC특허분류

C03C 3/085 (2013.01)

C03C 3/091 (2013.01)

(72) 발명자

리양 피터

중국 푸주 시티 마웨이 디스트릭트 마지양 로드 넘
버 15 후아잉 홈랜드

차이 대니

중국 푸주 시티 마웨이 디스트릭트 마지양 로드 넘
버 15 후아잉 홈랜드

명세서

청구범위

청구항 1

60.0몰% 내지 67.4몰%의 SiO₂,

9.5몰% 내지 12.0몰%의 Al₂O₃,

적어도 10.5몰%의 Na₂O,

0 내지 5.0몰%의 B₂O₃,

0 내지 0.4몰%의 K₂O,

적어도 8.1몰%의 MgO,

2.0 내지 6.0몰%의 ZnO 및

0 내지 2.0몰%의 Li₂O를 포함하고,

상기 Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 합계 함유량은 13.0몰% 이상인, 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 10.5몰% 내지 20.0몰%의 Na₂O를 포함하는 이온 교환성 유리 조성물.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 Na₂O와 MgO의 합계 함유량은 22.4몰% 초과 내지 24.3몰% 미만인 이온 교환성 유리 조성물.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 SiO₂와 Al₂O₃의 합계 함유량에 대한 Na₂O와 MgO의 합계 함유량의 비율이 0.29 초과 내지 0.33 미만인 이온 교환성 유리 조성물.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 2.0몰% 내지 2.5몰%의 ZnO를 포함하는 이온 교환성 유리 조성물.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

청구항 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 900℃ 내지 1100℃의 액체화 온도를 가지는 이온 교환성 유리 조성물.

청구항 13

유리 조성물로부터 제조된 화학 강화 알칼리-알루미노실리케이트 유리로서,

상기 유리 조성물은,

60.0몰% 내지 67.4몰%의 SiO_2 ,

9.5몰% 내지 12.0몰%의 Al_2O_3 ,

적어도 10.5몰%의 Na_2O ,

0 내지 5.0몰%의 B_2O_3 ,

0 내지 0.4몰%의 K_2O ,

적어도 8.1몰%의 MgO ,

2.0 내지 6.0몰%의 ZnO 및

0 내지 2.0몰%의 Li_2O 을 포함하고,

상기 Li_2O , Na_2O 및 K_2O 의 합계 함유량은 13.0몰% 이상이며;

상기 유리 조성물은 이온 교환되고, 표면 압축 응력층을 가지며;

상기 표면 압축 응력층은 압축 응력(MPa) 및 깊이(μm)를 가지고;

상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 적어도 26MPa/ μm 인, 화학 강화 알칼리-알루미노실리케이트 유리.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 상기 유리 조성물은 14.0 내지 20.0몰%의 Na_2O 및 8.1 내지 12.0몰%의 MgO 를 포함하는 화학 강화 알칼리-알루미노실리케이트 유리.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

청구항 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층은 500MPa 내지 1350MPa의 압축 응력을 가지는 화학 강화 알칼리-알루미노실리케이트 유리.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

청구항 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이는 18.5 μ m 내지 35.0 μ m인 화학 강화 알칼리-알루미노실리케이트 유리.

청구항 24

삭제

청구항 25

청구항 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 26 내지 70MPa/ μ m인 화학 강화 알칼리-알루미노실리케이트 유리.

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

청구항 13에 있어서, 상기 유리는 0.3 내지 2.0mm의 두께를 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.

청구항 30

청구항 13에 있어서, 상기 유리는 최대 2.6g/cm³의 밀도를 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.

청구항 31

청구항 13에 있어서, 상기 유리는 25-300 ℃의 온도에서 측정시, 86.0 내지 99.0의 선팅창계수($\alpha_{25-300} 10^{-7}/\text{℃}$)를 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.

청구항 32

유리 원재료 성분을 혼합 및 용융하여

60.0몰% 내지 67.4몰%의 SiO₂,

9.5몰% 내지 12.0몰%의 Al₂O₃,

적어도 10.5몰%의 Na₂O,

0 내지 5.0몰%의 B₂O₃,

0 내지 0.4몰%의 K₂O,

적어도 8.1몰%의 MgO,

2.0 내지 6.0몰%의 ZnO 및

0 내지 2.0몰%의 Li₂O를 포함하고,

상기 Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 합계 함유량이 13.0몰% 이상인 균질의 용융 유리를 형성하는 단계;

다운-드로우 방법 및 플로팅 방법으로부터 선택된 방법을 이용하여 유리를 성형하는 단계;

유리를 서냉시키는 단계; 및

이온 교환에 의해 유리를 화학 강화시키는 단계를 포함하는, 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법.

청구항 33

청구항 32에 있어서, 상기 유리 원재료 성분은 1650℃의 온도에서 최대 12시간 동안 용융되는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법.

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

청구항 32에 있어서, 상기 유리는 0.5℃/min의 속도로 서냉되는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법.

청구항 38

청구항 32에 있어서, 상기 유리는 용융 염욕에서 이온 교환에 의해 화학 강화되는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법.

청구항 39

청구항 38에 있어서, 상기 용융염은 KNO₃인 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법.

청구항 40

청구항 32에 있어서, 상기 유리는 390℃ 내지 450℃의 온도에서 이온 교환에 의해 화학 강화되는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법.

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

청구항 32에 있어서, 상기 유리는 2시간 내지 8시간 동안 이온 교환되는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리용 유리 조성물, 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 제조 방법 및 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리의 응용 및 용도에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 화학 강화 유리(Chemically strengthened glass)는 그 유리의 제조에 사용된 유리 조성물과 화학 강화 공정으로 인해 통상적으로 서냉 유리(annealed glass)보다 상당히 단단하다. 이러한 열적으로 면취될 수 없는 얇고, 작고, 복합-모양 유리 샘플의 제조를 가능하게 하는 화학 강화 공정은 팽 불곡의 생성 없이 모든 크기 및 모양

의 유리를 강화하는데 사용될 수 있다. 이 특성들은 화학 강화 유리, 보다 구체적으로, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리를, 스마트폰, 태블릿 및 노트패드와 같은 소비자 모바일 전자 기기에 대한 대중적이고 널리 사용되는 선택으로 만들어 왔다.

[0003] 화학 강화 공정은 통상적으로 이온 교환 공정을 포함한다. 이러한 이온 교환 공정에서, 유리는 그 유리에 존재하는 이온의 반지름보다 더 큰 이온 반지름을 가진 이온을 포함하는 가열된 용액에 놓이게 되고, 그 유리에 존재하는 이러한 보다 작은 이온들은 용액으로부터 보다 큰 이온으로 대체된다. 통상적으로, 가열된 용액 내의 포타슘 이온이 유리에 존재하는 작은 소듐 이온을 대체한다. 이온 교환 공정 이후에, 유리 표면에 표면 압축 응력 (surface compressive stress, CS)층이 형성된다. 이 표면 압축 응력층의 압축 응력(compressive stress)은 큰 이온 반지름을 가지는 알칼리 금속 이온의 화학 강화 동안의 교환에 의해 유발된다. 표면 압축 응력층의 깊이는 일반적으로 CS 층의 깊이("DOL")로 언급된다. 또한 중앙긴장영역(Central tension zone, "CT")은 유리의 양면의 CS 층 사이에 동시에 형성된다. CS/DOL로 표현되는 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율은 이러한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 강도 및 얇기와 직접적으로 연관된다.

[0004] 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리는 통상적으로 플로팅 방법(floating method) 또는 오버플로우 퓨전 다운-드로우 방법(overflow fusion down-draw method)으로 제조된다. Corning Inc.로부터 상업적으로 이용가능한 Gorilla[®] Glass 2와 Gorilla[®] Glass 3, Asahi Glass Co, Ltd.로부터 상업적으로 이용가능한 Dragontrail[®], Schott Corporation으로부터 상업적으로 이용가능한 Xensation[®]과 같은 종래 제품의 CS/DOL 비는 일반적으로 30 이하의 CS/DOL 비를 갖는다. 이는 이러한 종래 제품들에서 높은 표면 압축 응력을 얻기 위해서는 표면 압축 응력층의 깊이가 증가해야 함을 의미한다. 그러나 표면 압축 응력층의 깊이를 증가시키는 것은 유리 두께의 증가를 야기하기 때문에 실용적인 해결책이 아니다.

[0005] 게다가, 연장된 이온 교환 공정은 표면 압축 응력층의 깊이를 증가시키기 위해 일반적으로 요구된다. 더욱이, 표면 압축 응력층의 깊이가 클수록, 그 유리의 처리는 더 어렵다. 구체적으로, 매끈한 모서리를 가지고 칩이 없는 유리를 절단하기 위해서, 유리 절단 기계의 스크라이빙 휠은 표면 압축 응력층의 깊이보다 더 깊이 유리 내에 침투해야 한다. 즉, 표면 압축 응력층의 깊이가 증가할수록 그 유리의 절단은 어려워진다.

[0006] 전자 모바일 기기 시장이 점점 더 얇은 커버 글라스를 요구하는 것을 계속함에 따라, 표면 압축 응력층의 깊이도 부수적으로 감소되어야 한다. 적합한 특성을 가진 실행 가능한 커버 글라스를 생산하기 위해, DOL의 증가 없이 증가된 CS/DOL 비율을 갖는 화학 강화 유리가 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 높은 압축 응력(CS)을 가진 표면 압축 응력층과 낮은 층 깊이(DOL)를 가짐으로써, 향상된 CS/DOL 비율을 가질 수 있는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 1. 약 60.0몰% 내지 약 70.0몰%의 SiO₂, 약 6.0몰% 내지 약 12.0몰%의 Al₂O₃, 적어도 약 10.5몰%의 Na₂O, 약 0 내지 약 5.0몰%의 B₂O₃, 약 0 내지 약 0.4몰%의 K₂O, 적어도 약 8.0몰%의 MgO, 약 0 내지 약 6.0몰%의 ZnO 및 약 0 내지 약 2.0몰%의 Li₂O를 포함하고, 상기 Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 합계 함유량은 13.0몰%를 초과하는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물.

[0009] 2. 위 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 10.5몰% 내지 약 20.0몰%의 Na₂O를 포함하는 이온 교환성 유리 조성물.

[0010] 3. 위 2에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 14.0몰% 내지 약 20.0몰%의 Na₂O를 포함하는 이온 교환성 유리 조성물.

[0011] 4. 위 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 8.0몰% 내지 약 12.0몰%의 MgO를 포함하는 이온 교환성 유리 조성물.

[0012] 5. 위 1에 있어서, 상기 Na₂O와 MgO의 합계 함유량은 22.4몰% 초과 내지 24.3몰% 미만인 이온 교환성 유리 조성

물.

- [0013] 6. 위 1에 있어서, 상기 SiO₂와 Al₂O₃의 합계 함유량에 대한 Na₂O와 MgO의 합계 함유량의 비율이 0.29 초과 내지 0.33 미만인 이온 교환성 유리 조성물.
- [0014] 7. 위 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 1.0몰% 내지 2.5몰%의 ZnO를 포함하는 이온 교환성 유리 조성물.
- [0015] 8. 위 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 적어도 약 900℃의 액체화 온도를 가지는 이온 교환성 유리 조성물.
- [0016] 9. 위 8에 있어서, 상기 유리 조성물은 적어도 약 950℃의 액체화 온도를 가지는 이온 교환성 유리 조성물.
- [0017] 10. 위 9에 있어서, 상기 유리 조성물은 적어도 약 1000℃의 액체화 온도를 가지는 이온 교환성 유리 조성물.
- [0018] 11. 위 10에 있어서, 상기 유리 조성물은 적어도 약 1100℃의 액체화 온도를 가지는 이온 교환성 유리 조성물.
- [0019] 12. 위 1에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 900℃ 내지 약 1100℃의 액체화 온도를 가지는 이온 교환성 유리 조성물.
- [0020] 13. 약 60.0몰% 내지 약 70.0몰%의 SiO₂, 약 6.0몰% 내지 약 12.0몰%의 Al₂O₃, 적어도 약 10.5몰%의 Na₂O, 약 0 내지 약 5.0몰%의 B₂O₃, 약 0 내지 약 0.4몰%의 K₂O, 적어도 약 8.0몰%의 MgO, 약 0 내지 약 6.0몰%의 ZnO 및 약 0 내지 약 2.0몰%의 Li₂O를 포함하고, 상기 Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 합계 함유량은 13.0몰%를 초과하며; 상기 유리 조성물은 이온 교환되었고, 표면 압축 응력층을 가지며; 상기 표면 압축 응력층은 압축 응력 및 깊이를 가지고; 상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 적어도 약 26인 유리 조성물로부터 제조된 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0021] 14. 위 13에 있어서, 상기 유리 조성물은 약 14.0 내지 약 20.0몰%의 Na₂O 및 약 8.0 내지 약 12.0몰%의 MgO를 포함하는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0022] 15. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층은 적어도 약 500MPa의 압축 응력을 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0023] 16. 위 15에 있어서, 상기 표면 압축 응력층은 적어도 약 800MPa의 압축 응력을 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0024] 17. 위 16에 있어서, 상기 표면 압축 응력층은 적어도 약 1100MPa의 압축 응력을 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0025] 18. 위 17에 있어서, 상기 표면 압축 응력층은 적어도 약 1350MPa의 압축 응력을 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0026] 19. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층은 약 500MPa 내지 약 1350MPa의 압축 응력을 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0027] 20. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이는 적어도 약 18.5μm인 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0028] 21. 위 20에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이는 적어도 약 22.0μm인 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0029] 22. 위 21에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이는 적어도 약 35.0μm인 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0030] 23. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이는 약 18.5μm 내지 약 35.0μm인 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0031] 24. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 적어도 약 30인 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0032] 25. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 약 26 내지 약 70인 화학 강화 알칼리-알루미늄실리케이트 유리.
- [0033] 26. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 약 30 내지

약 70인 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리.

- [0034] 27. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 약 35 내지 약 70인 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리.
- [0035] 28. 위 13에 있어서, 상기 표면 압축 응력층의 깊이에 대한 표면 압축 응력층의 압축 응력의 비율은 약 40 내지 약 70인 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리.
- [0036] 29. 위 13에 있어서, 상기 유리는 약 0.3 내지 약 2.0mm의 두께를 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리.
- [0037] 30. 위 13에 있어서, 상기 유리는 최대 약 $2.6\text{g}/\text{cm}^3$ 의 밀도를 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리.
- [0038] 31. 위 13에 있어서, 상기 유리는 약 86.0 내지 약 99.0의 선팅창계수($\alpha_{25-300} 10^{-7}/^\circ\text{C}$)를 가지는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리.
- [0039] 32. 유리 원재료 성분을 혼합 및 용융하여 약 60.0몰% 내지 약 70.0몰%의 SiO_2 , 약 6.0몰% 내지 약 12.0몰%의 Al_2O_3 , 적어도 약 10.5몰%의 Na_2O , 약 0 내지 약 5.0몰%의 B_2O_3 , 약 0 내지 약 0.4몰%의 K_2O , 적어도 약 8.0몰%의 MgO , 약 0 내지 약 6.0몰%의 ZnO 및 약 0 내지 약 2.0몰%의 Li_2O 을 포함하고, 상기 Li_2O , Na_2O 및 K_2O 의 합계 함유량이 13.0몰%를 초과하는 균질의 용융 유리를 형성하는 단계; 다운-드로우 방법, 플로팅 방법 또는 이들의 조합으로부터 선택된 방법을 이용하여 유리를 성형하는 단계; 유리를 서냉시키는 단계; 및 이온 교환에 의해 유리를 화학 강화시키는 단계를 포함하는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0040] 33. 위 32에 있어서, 상기 유리 원재료 성분은 약 1650°C 의 온도에서 최대 약 12시간 동안 용융되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0041] 34. 위 33에 있어서, 상기 유리 원재료 성분은 약 1650°C 의 온도에서 최대 약 6시간 동안 용융되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0042] 35. 위 34에 있어서, 상기 유리 원재료 성분은 약 1650°C 의 온도에서 최대 약 4시간 동안 용융되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0043] 36. 위 35에 있어서, 상기 유리 원재료 성분은 약 1650°C 의 온도에서 최대 약 2시간 동안 용융되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0044] 37. 위 32에 있어서, 상기 유리는 약 $0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 서냉되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0045] 38. 위 32에 있어서, 상기 유리는 용융 염욕에서 이온 교환에 의해 화학 강화되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0046] 39. 위 38에 있어서, 상기 용융염은 KNO_3 인 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0047] 40. 위 32에 있어서, 상기 유리는 약 390°C 내지 약 450°C 의 온도에서 이온 교환에 의해 화학 강화되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0048] 41. 위 32에 있어서, 상기 유리는 최대 약 8시간 동안 이온 교환되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0049] 42. 위 41에 있어서, 상기 유리는 최대 약 4시간 동안 이온 교환되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0050] 43. 위 42에 있어서, 상기 유리는 최대 약 2시간 동안 이온 교환되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.
- [0051] 44. 위 32에 있어서, 상기 유리는 약 2시간 내지 약 8시간 동안 이온 교환되는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법.

발명의 효과

[0052] 본 발명은 높은 압축 응력(CS)을 가진 표면 압축 응력층과 낮은 층 깊이(DOL)를 가짐으로써, 향상된 CS/DOL 비율을 갖는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물을 제공한다. 낮은 층 깊이(DOL)와 함께 높은 압축 응력(CS)은 유리 표면의 소듐 이온이 보다 큰 포타슘 이온으로 대체되는 화학 강화 공정을 통해 얻어진다. 낮은 DOL은 스크라이빙 공정(scribing process)의 수율을 증가시키기 때문에, 유리 마감에 있어 이롭다. 또한, 높은 압축 응력을 가진 유리 표면은 증가된 외부 충격력에도 견딜 수 있는 더 강한 유리를 낳는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 몇몇의 실시예에서, 본 발명은 높은 압축 응력(CS)을 가진 표면 압축 응력층과 낮은 층 깊이(DOL)를 가짐으로써, 향상된 CS/DOL 비율을 갖는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물을 제공한다. 낮은 층 깊이(DOL)와 함께 높은 압축 응력(CS)은 유리 표면의 소듐 이온이 보다 큰 포타슘 이온으로 대체되는 화학 강화 공정을 통해 얻어진다. 낮은 DOL은 스크라이빙 공정(scribing process)의 수율을 증가시키기 때문에, 유리 마감에 있어 이롭다. 또한, 높은 압축 응력을 가진 유리 표면은 증가된 외부 충격력에도 견딜 수 있는 더 강한 유리를 낳는다.

[0054] 몇몇의 실시예에서, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은

[0055] 약 60.0 내지 약 70.0 몰퍼센트(몰%)의 실리콘 디옥사이드(SiO_2),

[0056] 약 6.0 내지 약 12.0몰%의 알루미늄 옥사이드(Al_2O_3),

[0057] 적어도 약 10.5몰%의 소듐 옥사이드(Na_2O),

[0058] 약 0 내지 약 5.0몰%의 보론 트리옥사이드(B_2O_3),

[0059] 약 0 내지 약 0.4몰%의 포타슘 옥사이드(K_2O),

[0060] 적어도 약 8.0몰%의 마그네슘 옥사이드(MgO),

[0061] 약 0 내지 약 6.0몰%의 징크 옥사이드(ZnO) 및

[0062] 약 0 내지 약 2.0몰%의 리튬 옥사이드(Li_2O)를 포함하고, 상기 리튬 옥사이드(Li_2O), 소듐 옥사이드(Na_2O) 및 포타슘 옥사이드(K_2O)의 합계 함유량은 13.0mol%를 초과한다.

[0063] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 60.0 내지 약 70.0몰%의 실리콘 디옥사이드(SiO_2)를 포함한다. 실리콘 디옥사이드는 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 조성물의 가장 큰 단일 성분이고, 유리의 모체(matrix)를 형성한다. 또한 실리콘 디옥사이드는 유리의 구조적 조정자 (structural coordinator)로서 역할하고 유리의 성형성, 강도 및 화학적 내구성에 기여한다. 70.0 몰% 이상의 농도에서는, 실리콘 디옥사이드가 유리 조성물의 용융 온도를 증가시켜, 용융된 유리를 다루는 것이 매우 어려워져 어려운 형성을 야기할 수 있다. 60.0몰% 이하의 농도에서는 실리콘 디옥사이드가, 특히 고농도의 소듐 옥사이드 또는 마그네슘 옥사이드를 갖는 유리 조성물에서, 유리의 액체화 온도(liquidus temperature)의 상당한 증가를 야기시키는 불리한 경향이 있으며, 또한 유리의 실투(devitrification)를 유발하는 경향이 있다.

[0064] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 6.0 내지 약 12.0몰%의 알루미늄 옥사이드(Al_2O_3)를 포함한다. 약 6.0 내지 약 12.0몰%의 농도에서, 알루미늄 옥사이드는 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 강도를 향상시키고, 유리 표면의 소듐 이온과 이온 교환 용액 내의 포타슘 이온 사이의 이온 교환을 촉진한다. 15.0몰% 이상의 알루미늄 옥사이드 농도에서는 유리의 점도가 지나치게 높아지고, 유리를 실투시키는 경향이 있으며, 연속적인 박막형성공정(sheet forming process)을 수행하기에는 액체화 온도가 지나치게 높아진다.

[0065] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 적어도 약 10.5몰%의 소듐 옥사이드(Na_2O)를 포함한다. 몇몇의 실시예에 있어서, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환 유리 조성물은 약 10.5 내지 약 20.0몰%의 소듐 옥사이드를 포함한다. 몇몇의 실시예에

있어서, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환 유리 조성물은 약 14.0 내지 약 20.0몰%의 소듐 옥사이드를 포함한다. 알칼리 금속 옥사이드는 낮은 액체화 온도 및 낮은 용융 온도를 성취함에 있어서 보조로서 역할한다. 소듐의 경우, Na₂O는 성공적인 이온 교환을 가능케 하는데 이용된다. 상당히 강화된 유리 강도를 생산하기 위한 충분한 이온 교환이 허용되도록 하기 위해, 소듐 옥사이드는 조성물 내에 상기 농도로 포함된다. 또한, 소듐 이온과 포타슘 이온 사이의 이온 교환 가능성을 높이기 위해서, 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 0 내지 약 0.4몰%의 포타슘 옥사이드(K₂O)를 포함한다.

[0066] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 0 내지 약 2.0몰%의 리튬 옥사이드(Li₂O)을 포함한다. 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 13.0몰% 이상의 리튬 옥사이드(Li₂O), 소듐 옥사이드(Na₂O) 및 포타슘 옥사이드(K₂O)의 합계 함유량(combined total content)을 포함한다.

[0067] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 0 내지 약 5.0몰%의 보론 트리옥사이드(B₂O₃)를 포함한다. 보론 트리옥사이드는 유리 조정자(glass coordinator) 뿐만 아니라 용제(flux) 역할을 한다. 또한, 보론 트리옥사이드의 농도 증가와 함께 유리 용융 온도는 감소하는 경향이 있으나, 소듐과 포타슘 이온 간의 이온 교환 방향은 보론 트리옥사이드의 농도 증가에 의해 부정적인 영향을 받는다. 따라서, 보론 트리옥사이드의 농도 증가와 함께 유리의 용융 정도(meltability)와 이온 교환성(ion-exchangeability) 사이에는 균형이 있다.

[0068] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 적어도 8.0몰%의 마그네슘 옥사이드(MgO)를 포함한다. 몇몇의 실시예에 있어서, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 8.0 내지 약 12.0몰%의 마그네슘 옥사이드를 포함한다. 적어도 8.0몰%의 마그네슘 옥사이드(MgO) 농도에서, 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율이 극적으로 증가한다. 마그네슘 옥사이드는 또한 칼슘 옥사이드(calcium oxide, CaO), 스트론튬 옥사이드(strontium oxide, SrO), 바륨 옥사이드(barium oxide, BaO) 등의 다른 알칼리 옥사이드에 비교할 때 유리의 강도를 증가시키고 유리의 비중량(specific weight)를 감소시킨다고 믿어진다.

[0069] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 22.4 내지 약 24.3몰%의 소듐 옥사이드(Na₂O) 및 포타슘 옥사이드(K₂O)의 합계 함유량을 포함한다.

[0070] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 0.29 내지 약 0.33의 실리콘 디옥사이드(SiO₂)와 알루미늄 옥사이드(Al₂O₃)의 합계 함유량에 대한 소듐 옥사이드(Na₂O)와 마그네슘 옥사이드(MgO)의 합계 함유량의 비율을 포함한다.

[0071] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 0 내지 약 6.0몰%의 징크 옥사이드(ZnO)를 포함한다. 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 약 1.0 내지 약 2.5몰%의 징크 옥사이드를 포함한다. 마그네슘 옥사이드(MgO) 뿐만 아니라 징크 옥사이드도 특히 칼슘 옥사이드(CaO), 스트론튬 옥사이드(SrO) 그리고 바륨 옥사이드(BaO)와 같은 다른 2가 이온과 비교할 때 이온 교환 속도를 향상시킨다.

[0072] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 유리 조성물의 몇몇의 실시예에 따르면, 그 유리는 적어도 약 900℃의 액체화 온도(결정이 최초로 관찰되는 온도)를 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 유리 조성물의 몇몇의 실시예에 따르면, 그 유리는 적어도 약 950℃의 액체화 온도를 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 유리 조성물의 몇몇의 실시예에 따르면, 그 유리는 적어도 약 1000℃의 액체화 온도를 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 유리 조성물의 몇몇의 실시예에 따르면, 그 유리는 최대 약 1100℃의 액체화 온도를 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리 제조용 유리 조성물의 몇몇의 실시예에 따르면, 그 유리는 약 900℃ 내지 약 1100℃의 액체화 온도를 가진다.

[0073] 몇몇의 실시예에 따르면, 본 발명은 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 제조 방법을 제공한다. 몇몇의 실시예에 따르면, 그 제조 방법은 구성 성분을 혼합 및 용융하여 균질의 용융 유리를 형성하는 단계;

- [0074] 다운-드로우 방법, 플로팅 방법 및 이의 조합을 이용하여 유리를 성형하는 단계;
- [0075] 유리를 서냉(annealing)하는 단계; 및
- [0076] 이온 교환에 의해 유리를 화학 강화시키는 시키는 단계를 포함한다.
- [0077] 몇몇의 실시예에 따르면, 화학 강화 알루미늄오실리케이트 유리의 제조는 당 분야의 통상의 기술자에게 널리 알려진, 관습적으로 균질화 장치, 정제(정제기)에 의하여 기포 함량을 감소시키는 장치, 냉각 및 열 균질화를 위한 장치, 분배 장치 및 기타 장치로 이루어진 직접 또는 간접적으로 가열된 귀금속 시스템을 포함하는 종래의 다운-드로우 방법을 이용하여 수행될 수 있다. 플로팅 방법은 매우 평평하고, 균일한 굽기를 가진 유리를 야기하는, 통상적으로 주석, 용융 금속판 위에 용융 유리를 플로팅(floating)하는 것을 포함한다.
- [0078] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환성 유리 조성물은 약 1650°C의 온도에서 최대 약 12시간 동안 용융된다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환성 유리 조성물은 약 1650°C의 온도에서 최대 약 6시간 동안 용융된다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환성 유리 조성물은 약 1650°C의 온도에서 최대 약 4시간 동안 용융된다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환성 유리 조성물은 약 1650°C의 온도에서 최대 약 2시간 동안 용융된다.
- [0079] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환성 유리 조성물은 유리가 실온(또는 약 21°C)에 도달할 때까지 약 0.5°C/min의 속도로 서냉된다.
- [0080] 몇몇의 실시예에 따르면, 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리 제조용 이온 교환성 유리 조성물은 종래의 이온 교환 조건에 따라 화학 강화된다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환 처리는 용융 염욕(molten salt bath)에서 일어난다. 몇몇의 실시예에서 용융염은 포타슘 니트레이트(KNO₃)이다.
- [0081] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환 처리는 약 390°C 내지 약 450°C의 온도 범위에서 일어난다.
- [0082] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환 처리는 최대 약 8시간 동안 수행된다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환 처리는 최대 약 4시간 동안 수행된다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환 처리는 최대 약 2시간 동안 수행된다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 제조 방법의 몇몇의 실시예에 따르면, 이온 교환 처리는 약 2시간 내지 약 8시간 동안 수행된다.
- [0083] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 적어도 약 500MPa의 압축 응력을 가지는 표면 압축 응력층을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 적어도 약 800MPa의 압축 응력을 가지는 표면 압축 응력층을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 적어도 약 1100MPa의 압축 응력을 가지는 표면 압축 응력층을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 최대 약 1350MPa의 압축 응력을 가지는 표면 압축 응력층을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 약 500MPa 내지 약 1350MPa의 압축 응력을 가지는 표면 압축 응력층을 가진다.
- [0084] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 적어도 약 18.5 μ m의 깊이를 가지는 압축 응력층을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 적어도 약 22.0 μ m의 깊이를 가지는 압축 응력층을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 최대 약 35.0 μ m의 깊이를 가지는 압축 응력층을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 약 18.5 μ m 내지 약 35.0 μ m의 깊이를 가지는 압축 응력층을 가진다.
- [0085] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 적어도 약 26의 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄오실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 적어도 약 30의 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율을 가진다. 전술한 화학

강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 최대 약 70의 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 약 26 내지 약 70의 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 약 30 내지 약 70의 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 약 35 내지 약 70의 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율을 가진다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 약 40 내지 70의 압축 응력층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율을 가진다.

[0086] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 최대 약 2.6 g/cm³의 밀도를 가지고, 약 86.0 내지 약 99.0 범위의 선팅창계수 $\alpha_{25-300} 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 를 가진다.

[0087] 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 태양전지판, 냉장고 문, 그리고 다른 가정용품과 같은 응용에 보호 유리로 사용될 수 있다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 텔레비전용 보호 유리, 자동창구기(automated teller machine) 및 추가적인 전자 제품용 안전 유리로 사용될 수 있다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 스마트폰, 태블릿 그리고 노트북과 같은 소비자 모바일 전자기기의 커버 글라스로 사용될 수 있다. 전술한 화학 강화 알칼리-알루미늄노실리케이트 유리의 몇몇의 실시예에 따르면, 유리는 그것의 높은 강도 때문에 터치 스크린 또는 터치 패널로 사용될 수 있다.

[0088] 다음 실시예는 상기에서 논의된 조성물 및 방법의 예시이다.

[0089] 실시예:

[0090] 하기 표 1에 나타난 성분들을 포함하는 이온 교환성 유리 조성물은 다음과 같이 준비되었다:

표 1

옥사이드	몰%
SiO ₂	66.0
Al ₂ O ₃	9.2
Na ₂ O	14.3
B ₂ O ₃	0
K ₂ O	0
MgO	8.1
CaO	0
ZnO	2.4

[0092] 표 2에 나타난 배치 물질(batch material)은 계량되고 혼합된 후 2리터 플라스틱 용기에 첨가되었다. 사용된 배치 물질은 화학 시약 등급(chemical reagent grade)의 품질이었다.

표 2

배치 물질(batch raw materials)	배치 무게(Batch weight)(gm)
모래(sand)	352.4
알루미나(alumina)	119.1
소다 회(soda ash)	138.5
붕사(borax)	0
포타슘 카보네이트(Potassium carbonate)	0
마그네시아(magnesia)	28.2
석회석(limestone)	0
징크 옥사이드(Zinc oxide)	17.3

[0094] 모래의 입자크기는 0.045 내지 0.25mm 사이였다. 텀블러는 연성 응집체(soft agglomerate)들을 분쇄시키기 위해 서만이 아니라, 균질화된 배치를 만들기 위한 원료 혼합용으로 사용되었다. 혼합된 배치는 유리 용융을 위해 플라스틱 용기에서 800 ml. 백금-로듐 합금 도가니로 옮겨졌다. 백금-로듐 합금 도가니는 알루미늄 백커(backer) 내에 놓고, MoSi 발열체를 갖추고 900℃의 온도에서 작동하는 고온의 용광로로 옮겨졌다. 용광로의 온도는 1650℃까지 서서히 상승하였으며, 백커와 함께 백금-로듐 도가니는 이 온도에서 4시간 동안 놓여 있었다. 이후 유리 샘플은 백금-로듐 도가니에 있는 용융된 배치 물질을 유리 패티(glass patty)를 형성하기 위한 스테인리스 스틸 판에 부음으로써 형성되었다. 유리 패티가 여전히 뜨거운 동안, 그것은 서냉기로 옮겨졌고 620℃에서 2시간 동안 놓였고, 이후 0.5℃/min의 속도로 실온(21℃)까지 냉각되었다.

[0095] 유리 샘플은 유리의 스트레인점 이하인 420℃의 온도에서 4시간 동안 유리의 구성 성분인 소듐 이온이 외부에서 공급되는 포타슘 이온과 교환되는 용융 염욕 탱크에 놓임으로써 화학 강화되었다. 이 방법으로써, 유리 샘플은 그것이 처리된 표면에 압축 응력층을 제조하는 이온 교환을 통해 강화되었다.

[0096] 유리 표면의 압축 응력 및 (복굴절에 근거한)압축 응력층의 깊이는 유리의 박편 상에 편광 현미경(베렉 간섭계)을 사용함으로써 결정되었다. 유리 표면의 압축 응력은 응력광학계수(stress-optical constant)를 0.26(nm*cm/N)으로 가정하여 측정된 복굴절도(Scholze, H., Nature, Structure and Properties, Springer-Verlag, 1988, p.260)로부터 계산되었다.

[0097] 상기 표 1에 나타난 조성에 대한 결과는 표 3의 "실시예 1"로 지정된 열과 같다. 표 3에 나타난 추가 조성 및 "실시예 2" 내지 "실시예 12"로 지정된 조성은 전술한 실시예 1로 지정된 조성용과 유사한 방식으로 준비되었다.

표 3

[0098]

옥사이드 (물%)	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11	실시예 12
SiO ₂	66	66.2	66.2	67.8	63.8	66	65.6	65.5	68.5	70.5	67.8	66
Al ₂ O ₃	9.2	9.2	10.8	9.2	10.8	9.2	9.2	9.2	7.2	5.2	7.2	7.2
Na ₂ O	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.1	14.1	14.1	14.1	14.3	14.3
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	1.8	0	1	0	0	0	0
K ₂ O	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0
MgO	8.1	9.9	8.3	8.3	8.3	8.3	10.1	10.2	10.2	10.2	8.3	8.3
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	2.4	0	0	0	2.4	0	1	0	0	0	2.4	4.2
d (g/cm ³)	2.477	2.456	2.468	2.438	2.484	2.461	2.473	2.452	2.448	2.435	2.511	2.532
산소 원자 밀 도(mol/cm ³) x 10 ⁻²	7.24	7.27	7.31	7.24	7.21	7.36	7.29	7.32	7.30	7.28	7.35	7.29
n _b (20℃)	1,513	1,504	1,501	1,497	1,507	1,504	1,503	1,506	1,487	1,504	1,503	1,509
α (x10 ⁻⁷ /℃)	87	90.8	87.6	86.3	89.5	90.9	97.3	95.8	88.1	87.2	91.78	98.7
T _{10e2.5}	1539	1528	1604	1592	1558	1526	1468	1481	1533	1532	1522	1464
T _w	1217	1205	1264	1257	1215	1221	1188	1176	1204	1185	1197	1155
T _{liq}	1040	1050	980	1015	1050	960	1071	1086	1035	1050	1032	1026
T _{soft}	853	849	870	886	847	830	815	842	868	849	866	792
T _a	641	636	642	638	629	600	580	627	622	609	625	566
T _s	596	593	599	590	586	560	543	584	575	563	575	526
VH (kgf/mm ²)	553	598	604	562	579	581	588	599	578	553	568	566
VH _{cs} (kgf/mm ²)	667	683	660	661	690	658	668	669	661	624	666	607

CS (MPa)	944	968	947	1148	1064	1164	1304	958	842	721	1001	596
DOL(μm)	21.8	22.6	26.6	34.0	24.6	29.0	19.0	19.5	24.2	26.0	19.4	22.6
CS (MPa)/DOL(μm)	43	43	36	34	43	40	69	49	35	28	52	26

- [0099] 상기 표 3의 기호의 정의는 다음과 같다:
- [0100] d : 아르키메데스 방법(ASTM C693)으로 측정된 밀도(g/ml);
- [0101] η_0 : 굴절계에 의해 측정된 굴절률;
- [0102] α : 팽창계에 의해 측정된, 25 내지 300℃에서의 선형 차원적인 변화량인 열팽창계수(CTE);
- [0103] $T_{10e2.5}$: 고온의 원통형 점도측정계에 의해 측정된 $10^{2.5}$ poise의 점도에서의 온도;
- [0104] T_w : 10^4 poise의 점도에서의 유리의 작업온도(glass working temperature);
- [0105] T_{liq} : 최초 결정이 구배 온도 용광로(gradient temperature furnace) (ASTM C829-81) 내의 보트에서 관찰된 액체화 온도, 일반적으로 테스트는 결정화를 위해 72시간이다.;
- [0106] T_{soft} : 섬유 연신율 측정법(fiber elongation method)에 의해 측정된, 점도가 $10^{7.6}$ poise에서의 유리 연화 온도(glass softening temperature);
- [0107] T_a : 섬유 연신율 측정법에 의해 측정된, 점도가 10^{13} poise인 경우의 유리 서냉 온도(glass annealing temperature);
- [0108] T_s : 섬유 연신율 측정법에 의해 측정된, 점도가 $10^{14.5}$ poise인 경우의 유리 변형 온도(glass strain temperature);
- [0109] VH: 비커스 경도(Vicker's Hardness);
- [0110] VH_{cs} : 화학 강화된 후의 비커스 경도;
- [0111] CS: 압축 응력(표면 위의 원자들을 압축시킬 때에 발생하는 평면상의 응력);
- [0112] DOL: 표면 압축 응력층의 깊이(표면 아래의 압축 응력층부터 0에 가장 가까운 응력을 가지는 평면까지의 층의 깊이);
- [0113] CS/DOL: 층의 깊이에 대한 압축 응력의 비율.
- [0114] 본 발명은 특정한 구현예의 관점에서 설명되었지만, 당 분야의 통상의 기술자는 본 발명이 첨부된 청구범위의 사상 및 범위 내에서 변형되어 실시될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0115] 어떤 공간적 표현들, 예를 들면, "위쪽의", "아래쪽의", "위의", "아래의", "사이에", "맨 아래", "수직의", "수평의", "각진", "위로", "아래로", "옆으로", "왼쪽에서 오른쪽으로", "왼쪽", "오른쪽", "오른쪽에서 왼쪽으로", "위에서 아래로", "아래에서 위로", "맨 위", "맨 아래", "상향식", "하향식" 등은 단지 설명의 목적을 위한 것이고, 기술한 구조의 특정한 방향이나 위치를 제한하지 않는다.
- [0116] 본 개시는 특정한 실시예들에 대하여 기재되어 있다. 본 개시를 읽은 후 당업자에게 명백하게 된 개선이나 변경은 본 발명의 응용의 사상 및 범위 내에 있는 것으로 간주된다. 여러 수정, 변경 및 대체가 상기 개시에서 의도된 것이고, 또한 어떤 경우에는 본 발명의 몇몇 특징은 다른 특징에 대응되는 사용 없이 채용된 것으로 이해된다. 따라서 첨부된 청구범위는 넓게, 그리고 본 발명의 범위와 일치하는 방식으로 해석되는 것이 적절하다.