(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0054228
(43) 공개일자 2025년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 3/085 (2006.01) *C03C 21/00* (2006.01)
C03C 3/083 (2006.01) *C03C 3/087* (2006.01)
C03C 3/089 (2006.01) *C03C 3/091* (2006.01)
C03C 3/093 (2006.01) *C03C 3/097* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03C 3/085 (2013.01)
C03C 21/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7008450
(22) 출원일자(국제) 2023년08월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년03월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/029900
(87) 국제공개번호 WO 2024/043194
국제공개일자 2024년02월29일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-133307 2022년08월24일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고
(72) 발명자
나가노 유타
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
유키 켄
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
하영욱

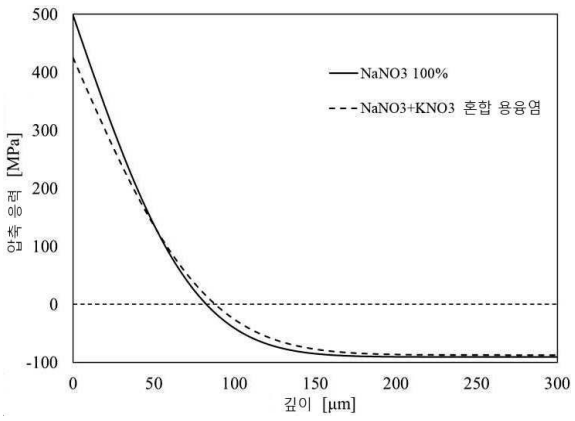
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **강화 유리판, 강화 유리판의 제조 방법 및 강화용 유리판**

(57) 요 약

본 발명의 강화 유리판은, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50～85%, Al_2O_3 1～25%, B_2O_3 0～15%, Li_2O 0～20%, Na_2O 0～25%, K_2O 0～20%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～15%, ZrO_2 0～10%, SnO_2 0～0.30%, $[Li_2O]+[Na_2O]$ 1～30%, $[Li_2O]+[MgO]$ 1～25%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5～30%를 함유하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C03C 3/083 (2013.01)
C03C 3/087 (2013.01)
C03C 3/089 (2013.01)
C03C 3/091 (2013.01)
C03C 3/093 (2013.01)
C03C 3/097 (2013.01)

(72) 발명자
이케다 히카루
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
아라이 사토시
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
시미즈 유스케
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이

(30) 우선권주장
JP-P-2022-152060 2022년09월26일 일본(JP)
JP-P-2022-183100 2022년11월16일 일본(JP)

명 세 서

청구범위

청구항 1

표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판에 있어서, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50～85%, Al_2O_3 1～25%, B_2O_3 0～15%, Li_2O 0～20%, Na_2O 0～25%, K_2O 0～20%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～15%, ZrO_2 0～10%, SnO_2 0～0.30%, $[Li_2O]+[Na_2O]$ 1～30%, $[Li_2O]+[MgO]$ 1～25%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5～30%를 함유하는 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판에 있어서, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 52～80%, Al_2O_3 11.5～25%, B_2O_3 0～15%, Li_2O 7～20%, Na_2O 0.5～25%, K_2O 0～20%, MgO 0～20%, CaO 0～10%, SrO 0～10%, BaO 0～10%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～15%, ZrO_2 0～10%, SnO_2 0～0.30%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 6.5～30%를 함유하는 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

유리 조성으로서, MgO를 함유하고, MgO의 함유량이 6.5～20몰%인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

몰비 $[RO]/[R_2O]$가 0.5～1.5인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

결정을 실질적으로 함유하지 않고, 두께 0.6㎜ 환산으로 파장 400㎚에 있어서의 투과율이 85% 이상인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

파괴 인성 K1c가 $0.78MPa \cdot m^{0.5}$ 이상인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

영률이 76GPa 이상인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

두께 0.01～2.0㎜의 판상으로서,

상기 압축 응력층의 최표면의 압축 응력값 CS가 200～1200㎫이며, 압축 응력층의 응력 깊이 DOC가 3～200㎛인

것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

두께 0.35～2.0㎜의 판상으로서,

상기 압축 응력층의 응력 깊이 DOC가 50～170㎛이며, 최표면으로부터의 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값 CS30이 25～400㎫인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

고온 점도 $10^{2.5}$dPa·s에 있어서의 온도가 1680℃ 이하인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

유리 조성으로서, Cl을 함유하고, Cl의 함유량이 0.02몰% 이상인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

유리 조성으로서, MoO_3를 함유하고, MoO_3의 함유량이 0.0001몰% 이상인 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판에 있어서, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 60～70%, Al_2O_3 3～20%, B_2O_3 0～1%, Li_2O 0～10%, Na_2O 10～25%, K_2O 0～5%, MgO 5～20%, CaO 0～1%, SrO 0～10%, BaO 0～10%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～4.7%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 5～30%를 함유하는 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판에 있어서, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 65～82%, Al_2O_3 5～16%, B_2O_3 0～10%, Li_2O 0～10%, Na_2O 5～25%, K_2O 0～5%, MgO 0～10%, CaO 0～6%, SrO 0～5%, BaO 0～5%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～4.7%, [Li_2O]+[Na_2O] 5～20%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 1～10%를 함유하는 것을 특징으로 하는 강화 유리판.

청구항 15

유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50～85%, Al_2O_3 1～25%, B_2O_3 0～15%, Li_2O 0～20%, Na_2O 0～25%, K_2O 0～20%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～15%, ZrO_2 0～10%, SnO_2 0～0.30%, [Li_2O]+[Na_2O] 1～30%, [Li_2O]+[MgO] 1～25%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5～30%를 함유하는 강화용 유리판을 준비하는 준비 공정과, 당해 강화용 유리판에 대해서 이온 교환 처리를 행하고, 표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판을 얻는 이온 교환 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 강화 유리판의 제조 방법.

청구항 16

유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50～85%, Al_2O_3 1～25%, B_2O_3 0～15%, Li_2O 0～20%, Na_2O 0～25%, K_2O 0～20%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～15%, ZrO_2 0～10%, SnO_2 0～0.30%, [Li_2O]+[Na_2O] 1～30%, [Li_2O]+[MgO] 1～25%,

[MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5~30%를 함유하는 것을 특징으로 하는 강화용 유리판.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 강화 유리판 및 그 제조 방법에 관한 것이며, 특히 휴대 전화, 디지털 카메라, PDA(휴대 단말) 등의 터치패널 디스플레이의 커버 유리에 적합한 강화 유리판, 강화 유리판의 제조 방법 및 강화용 유리판에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 휴대 전화(특히 스마트폰), 디지털 카메라, PDA(휴대 단말) 등의 용도에는, 터치패널 디스플레이의 커버 유리로서, 이온 교환 처리된 강화 유리판이 사용되고 있다(특허문헌 1 참조).

[0003] 커버 유리에 요구되는 특성으로서, 예를 들면 (1) 높은 기계적 강도, (2) 높은 투명성, (3) 제조 비용이 낮은 것을 예로 들 수 있다. 또한, 기계적 강도는 유리의 기계적 특성과, 강화 특성에 의해 정해지는 유리의 강도 특성을 가리킨다. 여기에서, 기계적 특성은, 주로 유리 조성에 기인해서 정해지는 유리의 강도에 관련되는 특성을 가리키고, 예를 들면, 파괴 인성값 등이다. 또한, 강화 특성은 성형 후의 유리에 이온 교환 처리에 의해 후발적으로 부여되는 유리의 강도에 관련되는 특성을 가리키고, 예를 들면, 유리 표면의 압축 응력값 등이다.

[0004] 이온 교환 처리된 강화 유리판은, 표면에 압축 응력층을 갖기 때문에, 표면에 있어서의 크랙의 형성 및 진전을 억제하기 쉽다고 하는 특징이 있다(특허문헌 1 참조).

[0005] 그러나, 상기 특허문헌 1에 개시되는 것 같은 종래의 강화 유리판은 파괴 인성 등의 기계적 특성이 낮은 경향이 있기 때문에, 기계적 강도를 향상시키기 어려웠다.

[0006] 또한, 근년, 커버 유리에 이온 교환 처리된 결정화 유리를 사용하는 것이 검토되고 있다(특허문헌 2 참조). 이 결정화 유리는 결정을 포함하기 때문에 높은 기계적 특성을 갖고 있다. 그 때문에, 강화 결정화 유리는 높은 기계적 강도를 갖고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 2006-83045호 공보

(특허문헌 0002) 국제공개 제2019/230889호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나, 결정화 유리는, 결정을 포함하기 때문에 투과율이 비정질 유리에 비해서 낮아지기 쉽고, 커버 유리로 했을 경우에는 디스플레이의 시인성이나 색채 표현력이 저하될 우려가 있었다.

[0009] 또한, 결정화 유리는, 결정을 석출시키기 위해서 고온에서의 가열 처리가 필요하기 때문에, 제조 비용이 비싸지기 쉽다고 하는 문제가 있었다.

[0010] 본 발명은, 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 그 기술적 과제는 결정화 처리를 행하지 않아도, 즉 결정질을 포함하지 않아도 종래의 비정질 강화 유리판보다 높은 기계적 강도를 갖고, 또한, 결정화된 화학 강화 유리판보다도 높은 투과율을 갖는 강화 유리판, 및 이것을 저비용으로 얻을 수 있는 강화 유리판의 제조 방법 및 강화용 유리판을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 강화 유리판은 표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판이며, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50~80%,

Al_2O_3 1～25%, B_2O_3 0～15%, Li_2O 0～20%, Na_2O 0～25%, K_2O 0～20%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～15%, ZrO_2 0～10%, SnO_2 0～0.30%, $[Li_2O]+[Na_2O]$ 1～30%, $[Li_2O]+[MgO]$ 1～25%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5～30%를 함유하는 것을 특징으로 한다. 여기에서, $[Li_2O]+[Na_2O]$는 Li_2O 및 Na_2O의 합량, $[Li_2O]+[MgO]$는 Li_2O 및 MgO의 합량, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]는 MgO, CaO, SrO 및 BaO의 함유량의 합량을 가리킨다.

[0012] 본 발명의 강화 유리판은 표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판이며, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 52～80%, Al_2O_3 11.5～25%, B_2O_3 0～15%, Li_2O 7～20%, Na_2O 0.5～25%, K_2O 0～20%, MgO 0～20%, CaO 0～10%, SrO 0～10%, BaO 0～10%, ZnO 0～10%, P_2O_5 0～15%, ZrO_2 0～10%, SnO_2 0～0.30%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 6.5～30%를 함유하는 것이 바람직하다.

[0013] 이러한 구성에 의하면, 강화 유리판의 변형점이나 비커스 경도, 영률, 파괴 인성을 상승시키기 쉬워진다.

[0014] 또한, 본 발명의 강화 유리판은, 유리 조성으로서, MgO를 함유하고, MgO의 함유량이 6.5～20몰%인 것이 바람직하다.

[0015] 이러한 구성에 의하면, 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이고, 또한 변형점이나 비커스 경도, 영률, 파괴 인성을 높이기 쉬워진다.

[0016] 또한, 본 발명의 강화 유리판은, 몰비 $[RO]/[R_2O]$가 0.5～1.5인 것이 바람직하다. 여기에서, 「[RO]」는 알칼리 토류 금속 산화물의 합량([MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO])이며, 「$[R_2O]$」는 알칼리 금속 산화물의 합량($[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]$)이다. 따라서, 「$[RO]/[R_2O]$」는 알칼리 토류 금속 산화물의 합량을 알칼리 금속 산화물의 합량으로 나눈 값이다.

[0017] 이러한 구성에 의하면, 성형성, 내실투성 및 기계적 특성을 높이기 쉬워진다.

[0018] 또한, 본 발명의 강화 유리판은 결정을 실질적으로 함유하지 않고, 두께 0.6㎜ 환산으로 파장 400㎚에 있어서의 투과율이 85% 이상인 것이 바람직하다. 여기에서, 「실질적으로 함유하지 않는다」란, 강화 유리판 중의 결정의 함유량이 0.01질량% 이하인 것을 가리킨다.

[0019] 이러한 구성에 의하면, 시인성이나 색채 표현력이 높은 유리가 얻기 쉬워진다.

[0020] 또한, 본 발명의 강화 유리판은 영률이 76GPa 이상인 것이 바람직하다.

[0021] 이러한 구성에 의하면, 강화 유리판의 판 두께가 얇을 경우에, 커버 유리가 휘기 어려워진다.

[0022] 또한, 본 발명의 강화 유리판은 파괴 인성 K1c가 $0.78MPa \cdot m^{0.5}$ 이상인 것이 바람직하다.

[0023] 이러한 구성에 의하면, 자기 파괴를 일으키기 어려운, 혹은 파괴 시에 폭발적으로 분쇄되기 어려운 강화 유리판이 얻어진다.

[0024] 또한, 본 발명의 강화 유리판은, 두께 0.01～2.0㎜의 판상으로서, 압축 응력층의 최표면의 압축 응력값 CS가 200～1200MPa이며, 압축 응력층의 응력 깊이 DOC가 3～200㎛인 것이 바람직하다. 여기에서, 「최표면의 압축 응력값」과 「응력 깊이」는, 예를 들면, 당해 압축 응력이 이온 교환에 의해 도입된 Na 이온에 기인할 경우, 산란광 광탄성 응력계 SLP-2000(가부시키가이샤 오리하라 세이사쿠쇼제)을 사용하여 관찰되는 위상차 분포 곡선으로부터 측정한 값, 혹은 당해 압축 응력이 이온 교환에 의해 도입된 K 이온에 기인할 경우, 표면 응력계 FSM-6000(가부시키가이샤 오리하라 세이사쿠쇼제)을 사용하여 관찰되는 위상차 분포 곡선으로부터 측정한 값을 가리킨다. 그리고, 응력 깊이는 응력값이 제로가 되는 깊이를 가리킨다. 또한, 각 시료의 응력 특성의 산출에는, 굴절률과 광탄성 정수를 사용했다. 굴절률은 V 블록법으로 측정한 값을 사용했다. 광탄성 정수는 광헤테로다인 계측법으로 측정한 값을 사용했다.

[0025] 이러한 구성에 의하면, 강도 높은 강화 유리판을 얻기 쉬워진다.

[0026] 또한, 본 발명의 강화 유리판은 두께 0.35～2.0㎜의 판상으로서, 압축 응력층의 응력 깊이 DOC가 50～170㎛이며, 최표면으로부터의 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값 CS30이 25～400MPa인 것이 바람직하다.

[0027] 이러한 구성에 의하면, 낙하 시에 파손되기 어려운 강화 유리판이 얻어진다.

[0028] 또한, 본 발명의 강화 유리판은, 고온 점도 $10^{2.5}$dPa·s에 있어서의 온도가 1680℃ 이하인 것이 바람직하다. 여기에서, 「고온 점도 $10^{2.5}$dPa·s에 있어서의 온도」는, 예를 들면, 백금구 인상법으로 측정할 수 있다.

[0029] 이러한 구성에 의하면, 용융 유리가 판상으로 형성되기 쉬워진다.

[0030] 또한, 본 발명의 강화 유리판은, 유리 조성으로서, Cl을 함유하고, Cl의 함유량이 0.02몰% 이상인 것이 바람직하다.

[0031] 이러한 구성에 의하면, 용융 유리 중의 거품 지름이 확대되기 쉬워져, 높은 청징 효과를 얻을 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 강화 유리판은, 유리 조성으로서, MoO_3를 함유하고, MoO_3의 함유량이 0.0001몰% 이상인 것이 바람직하다.

[0033] 이러한 구성에 의하면, 강화 유리판이 자외선을 흡수하기 쉬워져, 디바이스 내부의 소자의 자외선에 의한 열화를 억제할 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명의 강화 유리판은 표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판이며, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 60~70%, Al_2O_3 3~20%, B_2O_3 0~1%, Li_2O 0~10%, Na_2O 10~25%, K_2O 0~5%, MgO 5~20%, CaO 0~1%, SrO 0~10%, BaO 0~10%, ZnO 0~10%, P_2O_5 0~4.7%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 5~30%를 함유하는 것이 바람직하다.

[0035] 이러한 구성에 의하면, 강화 유리판의 액상 점도의 저하를 억제하기 쉬워진다.

[0036] 또한, 본 발명의 강화 유리판은 표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판이며, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 65~82%, Al_2O_3 5~16%, B_2O_3 0~10%, Li_2O 0~10%, Na_2O 5~25%, K_2O 0~5%, MgO 0~10%, CaO 0~6%, SrO 0~5%, BaO 0~5%, ZnO 0~10%, P_2O_5 0~4.7%, [Li_2O]+[Na_2O] 5~20%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 1~10%를 함유하는 것이 바람직하다.

[0037] 이러한 구성에 의하면, 내산성, 특히 내불산성이 높은 강화 유리판이 얻기 쉬워진다. 또한, 내산성을 향상시킴으로써, 예를 들면, 강화 유리판을 화학 에칭 처리했을 경우에, 강화 유리판 표면을 미소 요철이 적은 상태로 할 수 있다. 결과로서, 강화 유리판의 강도를 높일 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명의 강화 유리판의 제조 방법은, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50~80%, Al_2O_3 1~25%, B_2O_3 0~15%, Li_2O 0~20%, Na_2O 0~25%, K_2O 0~20%, ZnO 0~10%, P_2O_5 0~15%, ZrO_2 0~10%, SnO_2 0~0.30%, [Li_2O]+[Na_2O] 1~30%, [Li_2O]+[MgO] 1~25%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5~30%를 함유하는 강화용 유리판을 준비하는 준비 공정과, 당해 강화용 유리판에 대해서 이온 교환 처리를 행하고, 표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판을 얻는 이온 교환 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 또한, 본 발명의 강화용 유리판은, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50~80%, Al_2O_3 1~25%, B_2O_3 0~15%, Li_2O 0~20%, Na_2O 0~25%, K_2O 0~20%, ZnO 0~10%, P_2O_5 0~15%, ZrO_2 0~10%, SnO_2 0~0.30%, [Li_2O]+[Na_2O] 1~30%, [Li_2O]+[MgO] 1~25%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5~30%를 함유하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명에 의하면, 커버 유리에 적합한 기계적 강도 및 투과율을 가진 강화 유리판, 강화 유리판의 제조 방법 및 강화용 유리판을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환을 행한 강화 유리판의 응력 프로파일(유리판의 두께 방향의 응력 분포)을 예시하는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 발명의 강화 유리판 및 강화용 유리판은, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50~80%, Al_2O_3 1~25%, B_2O_3 0~15%, Li_2O 0~20%, Na_2O 0~25%, K_2O 0~20%, ZnO 0~10%, P_2O_5 0~15%, ZrO_2 0~10%, SnO_2 0~0.30%, [Li_2O]+[Na_2O] 1

~30%, [Li_2O]+[MgO] 1~25%, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO] 0.5~30%를 함유한다. 각 성분의 함유 범위를 한정한 이유를 하기에 나타낸다. 또한, 각 성분의 함유 범위의 설명에 있어서, % 표시는, 특별히 언급이 없는 한, 몰%를 가리킨다.

[0043] SiO_2는 유리의 네트워크를 형성하는 성분이다. SiO_2의 함유량이 지나치게 적으면, 유리화하기 어려워지고, 또한 열팽창 계수가 지나치게 높아져서, 내열 충격성이 저하되기 쉬워진다. 또한, 내불산성이 저하될 우려가 있다. 따라서, SiO_2의 적합한 하한 범위는 50% 이상, 52% 이상, 55% 이상, 57% 이상, 58% 이상, 58.5% 이상, 59% 이상, 60% 이상, 61% 이상, 62% 이상, 62.5% 이상, 63% 이상, 63.5% 이상, 64.0% 이상, 64.5% 이상, 특히 65% 이상이다. 한편, SiO_2의 함유량이 지나치게 많으면, 용융성이나 성형성이 저하되기 쉬워진다. 또한, 열팽창 계수가 지나치게 낮아져서, 주변 재료의 열팽창 계수에 정합시키기 어려워진다. 따라서, SiO_2의 적합한 상한 범위는 85% 이하, 82% 이하, 80% 이하, 75% 이하, 73% 이하, 72% 이하, 71% 이하, 70.5% 이하, 70% 이하, 69.5% 이하, 69% 이하, 68.5% 이하, 68% 이하, 67.8% 이하, 67.5% 이하, 67.2% 이하, 특히 67% 이하이다.

[0044] Al_2O_3는, 이온 교환 성능을 높이는 성분이며, 또한 변형점, 영률, 파괴 인성, 비커스 경도를 높이는 성분이다. 따라서, Al_2O_3의 적합한 하한 범위는 1% 이상, 3% 이상, 5% 이상, 7% 이상, 7.2% 이상, 7.5% 이상, 7.8% 이상, 8% 이상, 8.2% 이상, 8.5% 이상, 9% 이상, 9.2% 이상, 9.4% 이상, 9.5% 이상, 9.8% 이상, 10.0% 이상, 10.3% 이상, 10.5% 이상, 10.8% 이상, 11% 이상, 11.2% 이상, 11.4% 이상, 11.5% 이상, 11.6% 이상, 11.7% 이상, 11.8% 이상, 특히 12% 이상이다. 한편, Al_2O_3의 함유량이 지나치게 많으면, 고온 점도가 상승해서, 용융성이나 성형성이 저하되기 쉬워진다. 또한 유리에 실투 결정이 석출되기 쉬워져서, 오버플로우 다운드로우법 등으로 판상으로 성형하기 어려워진다. 특히, 성형체 내화물로서 알루미나계 내화물을 사용하여, 오버플로우 다운드로우법으로 판상으로 성형할 경우, 알루미나계 내화물과의 계면에 스피넬의 실투 결정이 석출되기 쉬워진다. 또한, 내산성이 저하되고, 산처리 공정에 적용하기 어려워진다. 따라서, Al_2O_3의 적합한 상한 범위는 25% 이하, 23% 이하, 21% 이하, 20.5% 이하, 20% 이하, 19.8% 이하, 19.5% 이하, 19.0% 이하, 18.5% 이하, 18% 이하, 17.5% 이하, 17% 이하, 16.5% 이하, 16% 이하, 15.5% 이하, 15.2% 이하, 15% 이하, 14.9% 이하, 14.7% 이하, 14.5% 이하, 14.3% 이하, 14% 이하, 13.5% 이하, 특히 13% 이하이다.

[0045] B_2O_3는 고온 점도나 밀도를 저하시킴과 아울러, 유리를 안정화시켜서, 결정을 석출시키기 어렵게 하고, 액상 온도를 저하시키는 성분이다. 또한 양이온에 의한 산소 전자의 구속력을 높이고, 유리의 염기도를 낮추는 성분이다. B_2O_3의 함유량이 지나치게 적으면, 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환에 있어서의 응력 깊이 DOC가 지나치게 깊어져서, 결과로서 최표면으로부터 소정의 깊이(5~50㎛)의 압축 응력값이 작아지기 쉽다. 또한, 유리가 불안정해져, 내실투성이 저하될 우려도 있다. 또한, 유리의 염기도가 지나치게 커져서, 청징제의 반응에 의한 O_2 방출량이 적어져서, 발포성이 저하되고, 판상 성형했을 때 유리 중에 거품이 남을 우려가 있다. 따라서, B_2O_3의 적합한 하한 범위는 0% 이상, 0.10% 이상, 0.15% 이상, 0.20% 이상, 0.30% 이상, 0.4% 이상, 0.5% 이상, 0.6% 이상, 0.7% 이상, 0.8% 이상, 0.9% 이상, 1% 이상, 1.5% 이상, 2% 이상, 2.5% 이상, 3% 이상, 3.5% 이상, 4% 이상, 특히 4.5% 이상이다. 한편, B_2O_3의 함유량이 지나치게 많으면, 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환의 효율이 저하되기 쉬워져, Na 이온의 확산이 작아지기 쉽고, 응력 깊이가 얕아질 우려가 있다. 또한, 영률, 파괴 인성이 저하되고, 자기 파괴나 파괴 시의 폭발적인 유리의 분쇄가 일어나기 쉬워질 우려가 있다. 따라서, B_2O_3의 적합한 상한 범위는 15% 이하, 14.5% 이하, 14% 이하, 13.5% 이하, 13% 이하, 12.5% 이하, 12% 이하, 11.5% 이하, 11% 이하, 10.5%, 10% 이하, 9.5% 이하, 9% 이하, 8.5% 이하, 8% 이하, 7.5% 이하, 7% 이하, 6.5% 이하, 6% 이하, 특히 5.5% 이하이다. 영률 및 파괴 인성을 높이는 것을 중시할 경우, 적합한 함유량은 0~1%, 0~0.8%, 특히 0~0.5%이다.

[0046] Li_2O는, 이온 교환 성분이며, 특히 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온을 이온 교환하고, 깊은 응력 깊이를 얻기 위해서 효과적인 성분이다. 또한, Li_2O는 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이는 성분임과 아울러, 영률을 높이는 성분이다. 따라서, Li_2O의 적합한 하한 범위는 0% 이상, 1% 이상, 1.5% 이상, 2% 이상, 2.5% 이상, 3% 이상, 3.5% 이상, 4% 이상, 4.3% 이상, 4.5% 이상, 4.7% 이상, 5% 이상, 5.2% 이상, 5.5% 이상, 5.8% 이상, 6.2% 이상, 6.5% 이상, 6.8% 이상, 7.0% 이상, 7.5% 이상, 특히 8% 이상이다. 한편, Li_2O의 함유량이 지나치게 많으면, 액상 온도가 상승해서 유리에 실투 결정이 석출되기 쉬워져, 오버플로

우 다운드로우법 등으로 판상으로 성형하기 어려워진다. 따라서, Li_2O의 적합한 상한 범위는 20% 이하, 18% 이하, 17% 이하, 15% 이하, 13% 이하, 12% 이하, 11.5% 이하, 11% 이하, 10.5% 이하, 10% 이하, 9.8% 이하, 9.5% 이하, 9.3% 이하, 9% 이하, 8.8% 이하, 특히 8.5% 이하이다.

[0047] Na_2O는 이온 교환 성분이며, 또한 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이는 성분이다. 또한 Na_2O는 내실투성을 높이는 성분이며, 특히 알루미나계 내화물과의 반응에서 생기는 실투를 억제하는 성분이다. 따라서, Na_2O의 적합한 하한 범위는 0% 이상, 0.1% 이상, 0.2% 이상, 0.3% 이상, 0.5% 이상, 0.7% 이상, 0.8% 이상, 1% 이상, 1.2% 이상, 1.3% 이상, 1.4% 이상, 1.5% 이상, 1.8% 이상, 2% 이상, 2.1% 이상, 2.2% 이상, 2.3% 이상, 2.5% 이상, 2.8% 이상, 특히 3% 이상이다. 한편, Na_2O의 함유량이 지나치게 많으면, 열팽창 계수가 지나치게 높아져서, 내열 충격성이 저하되기 쉬워진다. 또한 유리 조성의 성분 밸런스가 무너져서, 오히려 내실투성이 저하되는 경우가 있다. 따라서, Na_2O의 적합한 상한 범위는 25% 이하, 21% 이하, 20% 이하, 19% 이하, 18% 이하, 15% 이하, 13% 이하, 11% 이하, 10% 이하, 9% 이하, 8% 이하, 7.5% 이하, 7% 이하, 6.5% 이하, 6% 이하, 5.8% 이하, 5.5% 이하, 5.2% 이하, 특히 5% 이하이다. 또한, 유리 중의 Na 이온과 용융염 중의 K 이온의 이온 교환을 중시할 경우, Na_2O의 적합한 하한 범위는 5% 이상, 6% 이상, 7% 이상, 8% 이상, 9% 이상, 특히 10% 이상이다.

[0048] K_2O는 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이는 성분이다. 또한, 응력 깊이를 높이는 성분이다. 따라서, K_2O의 적합한 하한 범위는 0% 이상, 0.01% 이상, 0.02% 이상, 0.03% 이상, 0.05% 이상, 0.08% 이상, 0.1% 이상, 0.2% 이상, 0.3% 이상, 0.4% 이상, 특히 0.5% 이상이다. 한편, K_2O의 함유량이 지나치게 많으면, 열팽창 계수가 높아지고, 내열 충격성이 저하될 우려가 있다. 또한, 최표면의 압축 응력값이 저하되기 쉬워진다. 따라서, K_2O의 적합한 상한 범위는 20% 이하, 18% 이하, 15% 이하, 12% 이하, 10% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 5% 이하, 4% 이하, 3% 이하, 2% 이하, 1.5% 이하, 1% 이하, 특히 1% 미만이다.

[0049] MgO는 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이고, 또한 변형점이나 비커스 경도, 영률, 파괴 인성을 높이는 성분이며, 알칼리 토류 금속 산화물 중에서는, 이온 교환 성능을 높이는 효과가 큰 성분이다. 따라서, MgO의 적합한 하한 범위는 0% 이상, 0.1% 이상, 0.5% 이상, 1% 이상, 1.5% 이상, 2% 이상, 2.5% 이상, 3% 이상, 3.5% 이상, 4% 이상, 4.5% 이상, 5% 이상, 5.2% 이상, 5.5% 이상, 5.8% 이상, 6% 이상, 6.1% 이상, 6.2% 이상, 6.3% 이상, 6.4% 이상, 특히 6.5% 이상이다. 한편, MgO의 함유량이 지나치게 많으면, 내실투성이 저하되기 쉬워지고, 특히 알루미나계 내화물과의 반응에서 생기는 실투를 억제하기 어려워진다. 따라서, MgO의 적합한 상한 범위는 20% 이하, 19% 이하, 18% 이하, 17% 이하, 16% 이하, 15% 이하, 14% 이하, 13% 이하, 12% 이하, 11% 이하, 10.8% 이하, 10.5% 이하, 10.4% 이하, 10.3% 이하, 10.2% 이하, 10.1% 이하, 특히 10% 이하이다.

[0050] CaO는, 다른 성분과 비교해서, 내실투성의 저하를 수반하는 일 없이, 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이고, 또한 변형점이나 비커스 경도를 높이는 성분이다. 그러나, CaO의 함유량이 지나치게 많으면, 이온 교환 성능의 저하나, 이온 교환 처리 시에 이온 교환 용액의 열화가 생길 우려가 있다. 따라서, CaO의 함유량은 0～12%, 0～10%, 0～9%, 0～8%, 0～7%, 0～6%, 0～5.5%, 0～5%, 0～4.5%, 0～4%, 0～3.5%, 0～3%, 0～2%, 특히 0～1%인 것이 바람직하다.

[0051] SrO는 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이거나, 변형점이나 영률을 높이는 성분이지만, 그것들의 함유량이 지나치게 많으면, 이온 교환 반응이 저해되기 쉬워지는 것에 추가해서, 밀도나 열팽창 계수가 부당하게 높아지거나, 유리가 실투되기 쉬워진다. 따라서, SrO 함유량은 0～12%, 0～10%, 0～9%, 0～8%, 0～7%, 0～6%, 0～5%, 0～4%, 0～3%, 0～2%, 0～1.5%, 특히 0～1%인 것이 바람직하다.

[0052] BaO는 고온 점도를 저하시켜서, 용융성이나 성형성을 높이거나, 변형점이나 영률을 높이는 성분이지만, 그것들의 함유량이 지나치게 많으면, 이온 교환 반응이 저해되기 쉬워지는 것에 추가해서, 밀도나 열팽창 계수가 부당하게 높아지거나, 유리가 실투되기 쉬워진다. 따라서, BaO의 함유량은 0～12%, 0～10%, 0～9%, 0～8%, 0～7%, 0～6%, 0～5%, 0～4%, 0～3%, 0～2%, 0～1.5%, 특히 0～1%인 것이 바람직하다.

[0053] ZnO는 이온 교환 성능을 높이는 성분이며, 특히 압축 응력층의 최표면의 압축 응력값을 높이는 효과가 큰 성분이다. 또한 저온 점성을 크게 저하시키지 않고, 고온 점성을 저하시키는 성분이다. 한편, ZnO의 함유량이 지나치게 많으면, 유리가 분상되거나, 내실투성이 저하되거나, 밀도가 높아지거나, 응력 깊이가 얕아지는 경향이 있다. 따라서, ZnO의 적합한 상한 범위는 10% 이하, 8% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 5.5% 이하, 5.2% 이하, 5% 이하, 4.5% 이하, 특히 4% 이하이다. ZnO의 적합한 하한 범위는 0% 이상, 0.1% 이상, 0.2% 이상, 0.3% 이상,

0.4% 이상, 0.5% 이상, 0.7% 이상, 1% 이상, 1.1% 이상, 1.2% 이상, 1.5% 이상, 1.8% 이상, 2.0% 이상, 2.1% 이상, 2.2% 이상, 2.5% 이상, 2.8% 이상, 3.0% 이상, 3.1% 이상, 3.2% 이상, 특히 3.5% 이상이다.

[0054] P_2O_5는 이온 교환 성능을 높이는 성분이며, 특히 응력 깊이를 깊게 하는 성분이다. 또한 내산성도 향상시키는 성분이다. 또한 양이온에 의한 산소 전자의 구속력을 높이고, 유리의 염기도를 낮추는 성분이다. 그러나, P_2O_5의 함유량이 지나치게 많으면, 유리가 분상되고, 내수성이 저하되기 쉬워진다. 또한, 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환에 있어서의 응력 깊이 DOC가 지나치게 깊어져서, 결과로서 최표면으로부터 소정의 깊이(5~50㎛) 압축 응력값이 작아지기 쉽다. 따라서, P_2O_5의 적합한 상한 범위는 15% 이하, 12% 이하, 10% 이하, 8% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 5% 이하, 4.7% 이하, 4.5% 이하, 4% 이하, 특히 3.5% 이하이다. 한편, P_2O_5의 함유량이 지나치게 적으면, 이온 교환 성능을 충분하게 발휘할 수 없을 우려가 생긴다. 또한, 유리가 불안정해져, 내실투성이 저하될 우려도 있다. 또한, 유리의 염기도가 지나치게 커져서, 청징제의 반응에 의한 O_2 방출량이 적어지고, 발포성이 저하되어서, 판상 성형했을 때 유리 중에 거품이 남을 우려가 있다. 따라서, P_2O_5의 적합한 하한 범위는 0% 이상, 0.01% 이상, 0.02% 이상, 0.03% 이상, 0.05% 이상, 특히 0.1% 이상이다.

[0055] SnO_2는 청징제임과 아울러, 이온 교환 성능을 높이는 성분이지만, 그 함유량이 지나치게 많으면, 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, SnO_2는 적합한 하한 범위는 0% 이상, 0.001% 이상, 0.002% 이상, 0.005% 이상, 0.007% 이상, 특히 0.010% 이상이며, 적합한 상한 범위는 0.30% 이하, 0.27% 이하, 0.25% 이하, 0.20% 이하, 0.18% 이하, 0.15% 이하, 0.12% 이하, 0.10% 이하, 0.09% 이하, 0.08% 이하, 0.07% 이하, 0.06% 이하, 0.05% 이하, 0.047% 이하, 0.045% 이하, 0.042% 이하, 0.040% 이하, 0.038% 이하, 0.035% 이하, 0.032% 이하, 0.030% 이하, 0.025% 이하, 0.020% 이하, 특히 0.015% 이하이다.

[0056] Cl은 청징제이다. 특히 SnO_2와의 병용에 의해, 유리 중의 거품 지름이 확대되기 쉬워져, 청징 효과를 발휘하기 쉬워진다. 한편 그 함유량이 지나치게 많으면, 환경이나 설비에 악영향을 주는 성분이다. 따라서, Cl의 적합한 하한 범위는 0.001% 이상, 0.005% 이상, 0.008% 이상, 0.010% 이상, 0.015% 이상, 0.018% 이상, 0.019% 이상, 0.020% 이상, 0.023% 이상, 0.025% 이상, 0.027% 이상, 0.030% 이상, 0.035% 이상, 0.040% 이상, 0.050% 이상, 0.07% 이상, 0.09% 이상, 특히 0.10% 이상이며, 적합한 상한 범위는 0.3% 이하, 0.2% 이하, 0.17% 이하, 0.15% 이하, 특히 0.12% 이하이다. 또한, Cl의 함유량이 지나치게 적으면, 소망의 청징성을 확보하기 위해서 SnO_2를 증량하지 않으면 안되고, 내실투성이 저하될 우려가 있다.

[0057] MoO_3은 자외선(파장 200~300㎚의 광)을 흡수하는 성분이다. 유리 중에 MoO_3를 함유시킴으로써, 본 발명의 강화 유리판을 커버 유리로서 사용한 디바이스의 내부 소자가 자외선에 의해 열화되는 것을 억제할 수 있다. 또한, MoO_3는 원료 배치에 미량 첨가함으로써 도입할 수 있지만, 원료 배치를 전기 용융 가열에 의해 용융할 경우에, Mo 전극으로부터 용출시킴으로써 도입해도 좋다. 전기 용융을 사용함으로써, 유리 중의 수분량을 저감시킬 수 있다. 유리 중의 수분량이 감소하면, 액상 점도 및 연화점이 상승하고, 유리의 내실투성 및 내열성을 높일 수 있다. 또한, 변형점이 상승함으로써, 응력 완화가 생기기 어려워져, 높은 압축 응력값을 유지할 수 있다. MoO_3의 함유량이 지나치게 적으면, MoO_3를 전기 용융으로 도입하기 어려워진다. 따라서, MoO_3의 함유량의 적합한 하한 범위는, 몰%로 0% 이상, 0.0001% 이상, 0.0003% 이상, 0.0005% 이상, 0.0008% 이상, 0.001% 이상, 0.0012% 이상, 0.0015% 이상, 특히 0.002% 이상이다. 한편, MoO_3의 함유량이 지나치게 많으면, 커버 유리의 투과율이 저하되기 쉬워진다. 따라서, MoO_3의 함유량의 적합한 상한 범위는, 몰%로 0.02% 이하, 0.018% 이하, 0.015% 이하, 0.012% 이하, 0.01% 이하, 0.008% 이하, 0.007% 이하, 0.006% 이하, 0.005% 이하, 특히 0.004% 미만이다.

[0058] Li_2O 및 Na_2O의 함유량의 합량인 $[Li_2O]+[Na_2O]$의 적합한 하한 범위는 1% 이상, 3% 이상, 5% 이상, 6% 이상, 7% 이상, 7.5% 이상, 8% 이상, 8.5% 이상, 8.8% 이상, 9% 이상, 9.5% 이상, 9.7% 이상, 특히 10% 이상이다. $[Li_2O]+[Na_2O]$가 지나치게 적으면, 이온 교환하기 어려워진다. 한편, $[Li_2O]+[Na_2O]$가 지나치게 많으면, 내약품성이 저하될 우려가 있다. $[Li_2O]+[Na_2O]$의 적합한 상한 범위는 30% 이하, 28% 이하, 25% 이하, 23% 이하, 특히 20% 이하이다.

[0059] Li_2O 및 MgO의 함유량의 합량인 $[Li_2O]+[MgO]$의 적합한 하한 범위는 1% 이상, 3% 이상, 5% 이상, 6% 이상, 7% 이상, 7.5% 이상, 8% 이상, 8.5% 이상, 8.8% 이상, 9% 이상, 9.5% 이상, 9.7% 이상, 특히 10% 이상이다.

[Li_2O]+[MgO]가 지나치게 적으면, 영률이나 파괴 인성 등의 기계적 특성을 상승시키기 어렵다. 또한, 고온 점도가 상승하고, 용융성이나 성형성이 저하될 우려가 있다. 한편, [Li_2O]+[MgO]가 지나치게 많으면, 내실투성이 저하될 우려가 있다. [Li_2O]+[MgO]의 적합한 상한 범위는 25% 이하, 23% 이하, 20% 이하, 특히 18% 이하이다.

[0060] MgO, CaO, SrO 및 BaO의 함유량의 합량인 [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]의 적합한 하한 범위는 0.5% 이상, 0.6% 이상, 0.7% 이상, 0.8% 이상, 0.9% 이상, 1% 이상, 1.5% 이상, 2% 이상, 3% 이상, 3.5% 이상, 4% 이상, 4.5% 이상, 5% 이상, 6% 이상, 6.5% 이상, 7% 이상, 7.5% 이상, 특히 8% 이상이다. [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]가 지나치게 적으면, 변형점이나 비커스 경도, 영률, 파괴 인성을 상승시키기 어렵다. 또한, 고온 점도가 상승해서, 용융성이나 성형성이 저하될 우려가 있다. 한편, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]가 지나치게 많으면, 내실투성이 저하될 우려가 있다. 따라서, [MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]의 적합한 상한 범위는 30% 이하, 28% 이하, 25% 이하, 24% 이하, 22% 이하, 20% 이하, 18% 이하, 15% 이하, 12% 이하, 특히 10% 이하이다.

[0061] B_2O_3, MgO, 및 CaO의 함유량의 합량인 [B_2O_3]+[MgO]+[CaO]의 적합한 하한 범위는 0.1% 이상, 0.5% 이상, 0.8% 이상, 1% 이상, 2% 이상, 3% 이상, 3.5% 이상, 4% 이상, 5% 이상, 6% 이상, 6.5% 이상, 특히 7% 이상이다. [B_2O_3]+[MgO]+[CaO]가 지나치게 적으면, 연화점을 저하시키기 어렵다. 한편, [B_2O_3]+[MgO]+[CaO]가 지나치게 많으면, 유리가 불안정해져, 내실투성이 저하될 우려가 있다. 따라서, [B_2O_3]+[MgO]+[CaO]의 적합한 상한 범위는 30% 이하, 28% 이하, 25% 이하, 24% 이하, 22% 이하, 20% 이하, 특히 18% 이하이다.

[0062] Li_2O, Na_2O 및 K_2O의 함유량의 합량인 [Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]의 적합한 하한 범위는 7% 이상, 7.5% 이상, 8% 이상, 8.5% 이상, 8.8% 이상, 9% 이상, 9.5% 이상, 9.7% 이상, 특히 10% 이상이다. [Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]가 지나치게 적으면, 이온 교환의 효율이 저하되기 쉽고, 연화점을 저하시키기 어렵다. 한편, [Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]가 지나치게 많으면, 내약품성이 저하될 우려가 있다. [Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]의 적합한 상한 범위는 30% 이하, 28% 이하, 25% 이하, 23% 이하, 20% 이하, 특히 18% 이하이다.

[0063] 몰비 [R_2O]/[Al_2O_3]의 적합한 하한 범위는 0.6 이상, 0.65 이상, 0.7 이상, 0.75 이상, 0.8 이상, 특히 0.85 이상이다. 몰비 [R_2O]/[Al_2O_3]가 지나치게 작으면, 이온 교환의 효율이 저하되기 쉬워진다. 한편, 몰비 [R_2O]/[Al_2O_3]가 지나치게 커도, 이온 교환의 효율이 저하되기 쉬워진다. 따라서, 몰비 [R_2O]/[Al_2O_3]의 적합한 상한 범위는 2 이하, 1.9 이하, 1.8 이하, 1.7 이하, 1.6 이하, 1.5 이하, 1.4 이하, 특히 1.3 이하이다. 또한, 「[R_2O]/[Al_2O_3]」는 Li_2O, Na_2O 및 K_2O의 함유량의 합량을 나타내는 [R_2O]를 Al_2O_3의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.

[0064] 몰비 [RO]/[R_2O]의 적합한 하한 범위는 0.5 이상, 0.52 이상, 0.55 이상, 0.58 이상, 0.6 이상, 0.62 이상, 0.65 이상, 0.68 이상, 0.70 이상, 0.72 이상 0.75 이상, 0.78 이상, 특히 0.8 이상이다. [RO]/[R_2O]가 지나치게 작으면, 변형점이나 비커스 경도, 영률, 파괴 인성이 저하될 우려가 있다. 한편, 몰비 [RO]/[R_2O]가 지나치게 크면, 내실투성 및 이온 교환의 효율이 저하되기 쉽고, 연화점을 저하시키기 어렵다. 따라서, 몰비 [RO]/[R_2O]의 적합한 상한 범위는 1.5 이하, 1.3 이하, 1.2 이하, 1.1 이하, 특히 1 이하이다.

[0065] 몰비 [Al_2O_3]/([R_2O]+[RO])의 적합한 상한 범위는 1.5 이하, 1.4 이하, 1.3 이하, 1.2 이하, 1.1 이하, 1 이하, 특히 0.9 이하이다. [Al_2O_3]/([R_2O]+[RO])가 지나치게 크면, 고온 점도가 상승해서, 용융성이나 성형성이 저하되기 쉬워진다. 한편, [Al_2O_3]/([R_2O]+[RO])가 지나치게 작으면 액상 온도 및 액상 점도가 저하될 우려가 있다. 따라서, [Al_2O_3]/([R_2O]+[RO])의 적합한 하한 범위는 0.2 이상, 0.25 이상, 0.3 이상, 0.35 이상, 특히 0.4 이상이다. 또한, 몰비 [Al_2O_3]/([R_2O]+[RO])는 Al_2O_3의 함유량을 MgO, CaO, SrO 및 BaO의 함유량의 합량을 나타내는 [RO] 및 Li_2O, Na_2O 및 K_2O의 함유량의 합량을 나타내는 [R_2O]의 합계로 나눈 값을 가리킨다.

[0066] 몰비 [Na_2O]/[Li_2O]의 적합한 상한 범위는 1.0 이하, 0.9 이하, 0.8 이하, 0.7 이하, 0.65 이하, 0.6 이하, 0.58 이하, 0.55 이하, 0.52 이하, 0.5 이하, 0.48 이하, 0.45 이하, 0.43 이하, 특히 0.4 이하이다. 몰비 [Na_2O]/[Li_2O]가 지나치게 크면, 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환의 효율이 저하되기 쉬워진다. 한편, 몰비 [Na_2O]/[Li_2O]가 지나치게 작으면, 고온 점도가 상승하고, 용융성이나 성형성이 저하

될 우려가 있다. 또한, 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 바람직하게는 0 이상, 0.03 이상, 0.05 이상, 0.07 이상, 0.10 이상, 0.15 이상, 0.18 이상, 특히 0.2 이상이다. 또한, 몰비 $[Na_2O]/[Li_2O]$는 Na_2O의 함유량을 Li_2O의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.

[0067] 몰비 $([ZnO]+[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O])/[Al_2O_3]$의 적합한 하한 범위는 0.5 이상, 0.55 이상, 0.60 이상, 0.7 이상, 0.75 이상, 0.8 이상, 특히 0.85 이상이다. 몰비 $([ZnO]+[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O])/[Al_2O_3]$가 지나치게 작으면, 이온 교환의 효율이 저하되기 쉽고, 연화점을 저하시키기 어렵다. 한편, 몰비 $([ZnO]+[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O])/[Al_2O_3]$가 지나치게 커도, 이온 교환의 효율이 저하되기 쉬워진다. 따라서, 몰비 $([ZnO]+[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O])/[Al_2O_3]$의 적합한 상한 범위는 2 이하, 1.8 이하, 1.9 이하, 1.8 이하, 1.7 이하, 1.6 이하, 1.5 이하, 1.4 이하, 1.35 이하, 1.3 이하, 특히 1.25 이하이다. 또한, 몰비 $([ZnO]+[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O])/[Al_2O_3]$는 ZnO, Li_2O, Na_2O 및 K_2O의 함유량의 합량을 Al_2O_3로 나눈 값이다.

[0068] 몰비 $[MgO]/[Al_2O_3]$는, 바람직하게는 1.2 이하, 1.1 이하, 1.05 이하, 1.0 이하, 0.95 이하, 0.9 이하, 0.85 이하, 0.8 이하, 0.75 이하, 0.7 이하, 0.6 이하, 특히 0.5 이하이다. $[MgO]/[Al_2O_3]$가 지나치게 크면 성형체(특히 알루미나 성형체)와 고온에서 접촉했을 때 반응물이 생기기 쉬워져, 판상 성형한 유리의 품질이 저하될 우려가 있다. 한편, $[MgO]/[Al_2O_3]$의 하한은 특별하게 한정되지 않지만, 예를 들면, 0 이상, 0.01 이상, 0.03 이상, 0.05 이상이다. 또한, $[MgO]/[Al_2O_3]$는 MgO의 함유량을 Al_2O_3의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.

[0069] 몰비 $([SiO_2]+[B_2O_3]+[P_2O_5])/((100\times[SnO_2])\times([Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]+[MgO]+[CaO]+[BaO]+[SrO]+[ZnO]+[Al_2O_3]))$의 범위를 규제하면, 청징성을 높이면서, 내실투성을 높일 수 있다. 몰비 $([SiO_2]+[B_2O_3]+[P_2O_5])/((100\times[SnO_2])\times([Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]+[MgO]+[CaO]+[BaO]+[SrO]+[ZnO]+[Al_2O_3]))$의 적합한 하한 범위는 0.30 이상, 0.33 이상, 0.35 이상, 0.37 이상, 0.38 이상, 0.39 이상, 0.40 이상, 0.41 이상, 0.42 이상, 0.43 이상, 0.44 이상, 0.45 이상, 0.48 이상, 0.50 이상, 0.51 이상, 0.52 이상, 0.53 이상, 0.54 이상, 특히 0.55 이상이다. 몰비 $([SiO_2]+[B_2O_3]+[P_2O_5])/((100\times[SnO_2])\times([Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]+[MgO]+[CaO]+[BaO]+[SrO]+[ZnO]+[Al_2O_3]))$가 지나치게 작으면, SnO_2 결정이 석출되기 쉬워진다. 몰비 $([SiO_2]+[B_2O_3]+[P_2O_5])/((100\times[SnO_2])\times([Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]+[MgO]+[CaO]+[BaO]+[SrO]+[ZnO]+[Al_2O_3]))$의 상한 범위는 특별하게 한정되지 않지만, 예를 들면, 4.0 이하, 3.0 이하, 2.0 이하, 1.5 이하, 1.0 이하이다. 또한, $([SiO_2]+[B_2O_3]+[P_2O_5])/((100\times[SnO_2])\times([Al_2O_3]+[Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O]+[MgO]+[CaO]+[BaO]+[SrO]+[ZnO]))$는 SiO_2, B_2O_3 및 P_2O_5의 합량을 SnO_2의 함유량의 100배와 Al_2O_3, Li_2O, Na_2O, K_2O, MgO, CaO, BaO, SrO 및 ZnO의 합량을 곱한 값으로 나눈 것이다.

[0070] $([SiO_2]+1.2\times[P_2O_5]-3\times[Al_2O_3]-[B_2O_3]-2\times[Li_2O]-1.5\times[Na_2O]-[K_2O])$의 적합한 하한 범위는 -20 이상, -18 이상, -15 이상, -12 이상, -10 이상, -8 이상, -5 이상, -3 이상, 특히 0 이상이다. $([SiO_2]+1.2\times[P_2O_5]-3\times[Al_2O_3]-[B_2O_3]-2\times[Li_2O]-1.5\times[Na_2O]-[K_2O])$가 지나치게 작으면, 내산성이 저하되기 쉬워진다. 한편, $([SiO_2]+1.2\times[P_2O_5]-3\times[Al_2O_3]-[B_2O_3]-2\times[Li_2O]-1.5\times[Na_2O]-[K_2O])$가 지나치게 크면, 이온 교환 성능을 충분하게 발휘할 수 없을 우려가 생긴다. 따라서, $([SiO_2]+1.2\times[P_2O_5]-3\times[Al_2O_3]-[B_2O_3]-2\times[Li_2O]-1.5\times[Na_2O]-[K_2O])$의 적합한 상한 범위는 50 이하, 45 이하, 40 이하, 35 이하, 30 이하, 25 이하, 특히 20 이하이다. 또한, $([SiO_2]+1.2\times[P_2O_5]-3\times[Al_2O_3]-[B_2O_3]-2\times[Li_2O]-1.5\times[Na_2O]-[K_2O])$는, SiO_2의 함유량과 P_2O_5의 함유량의 1.2배의 합량으로부터, Al_2O_3의 함유량의 3배, B_2O_3의 함유량, Li_2O의 함유량의 2배, Na_2O의 함유량의 1.5배, K_2O의 함유량의 합량을 감한 것이다.

[0071] 하기 식 X값은 Li 이온과 Na 이온의 교환 속도와 상관하는 팩터이다. X값이 지나치게 작으면, Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환의 효율이 저하되고, 압축 응력이 들어가기 어려워진다. 특히, 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환에 있어서의 압축 응력층의 응력 깊이(DOC)가 작아질 우려가 있다. 따라서, X값의 적합한 하한 범위는 300 이상, 320 이상, 330 이상, 340 이상, 350 이상, 400 이상, 450 이상, 460 이상, 480 이상, 500 이상, 520 이상, 특히 550 이상이다. X의 상한 범위는 특별하게 한정되지 않지만, 예를 들면, 850 이하, 800 이하이다.

[0072] $X=-1.49\times[SiO_2]+26.98\times[Al_2O_3]-3.23\times[B_2O_3]+48.56\times[Li_2O]-24.31\times[Na_2O]-0.28\times[MgO]+2.74\times[CaO]$

[0073] 하기 식 W값은 영률과 상관하는 팩터이다. W값이 지나치게 작으면, 영률이 낮아져, 유리가 파손되기 쉬워진다. 따라서, W값의 적합한 하한 범위는 250 이상, 300 이상, 330 이상, 340 이상, 350 이상, 360 이상, 370 이상, 400 이상, 430 이상, 450 이상, 480 이상, 특히 500 이상이다. W값의 상한 범위는 특별하게 한정되지 않지만, 예를 들면, 750 이하, 700 이하이다.

[0074] $W=0.07\times[SiO_2]+18.17\times[Al_2O_3]-4.42\times[B_2O_3]+41.43\times[Li_2O]-29.30\times[Na_2O]+1.43\times[MgO]-10.43\times[CaO]$

[0075] 상기 성분 이외에도, 예를 들면 이하의 성분을 첨가해도 좋다.

[0076] TiO_2는 이온 교환 성능을 높이는 성분이며, 또한 고온 점도를 저하시키는 성분이지만, 그 함유량이 지나치게 많으면, 투명성이나 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, TiO_2의 적합한 함유량은 0～10%, 0～5%, 0～3%, 0～1.5%, 0～1%, 0～0.1%, 특히 0.001～0.1몰%이다.

[0077] ZrO_2는 비커스 경도를 높이는 성분임과 아울러, 액상 점도 부근의 점성이나 변형점을 높이는 성분이지만, 그 함유량이 지나치게 많으면, 내실투성이 현저하게 저하될 우려가 있다. 따라서, ZrO_2의 적합한 함유량은 0～10%, 0～5%, 0～3%, 0～1.5%, 0～1%, 0～0.5%, 0～0.4%, 0～0.3%, 0～0.2%, 특히 0～0.1%이다.

[0078] Fe_2O_3는 원료로부터 혼입되는 불순물이다. Fe_2O_3의 적합한 상한 범위는, 몰%로 0.1% 이하, 0.08% 이하, 0.05% 이하, 0.02% 이하, 0.015% 미만, 0.01% 미만, 0.008% 미만, 특히 0.005% 미만이다. Fe_2O_3의 함유량이 지나치게 많으면, 커버 유리의 투과율이 저하되기 쉬워진다. 한편, 적합한 하한 범위는, 몰%로 0.001% 이상, 0.002% 이상, 0.003% 이상이다. Fe_2O_3의 함유량이 지나치게 적으면, 고순도 원료를 사용하기 때문에, 원료 코스트가 고등해서, 제품을 저렴하게 제조할 수 없어진다.

[0079] 청징제로서, SO_3 및/또는 CeO_2를 0.001～1% 첨가해도 좋다.

[0080] Nd_2O_3, La_2O_3, Y_2O_3, Nb_2O_5, Ta_2O_5, Hf_2O_3 등의 희토류 산화물은 영률을 높이는 성분이다. 그러나, 원료 코스트가 높고, 또한 다량으로 첨가하면, 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, 희토류 산화물의 적합한 함유량은 5% 이하, 4% 이하, 3% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하, 특히 0～0.1%이다.

[0081] 본 발명의 강화 유리판(강화용 유리판)은, 환경적 배려로부터, 유리 조성으로서, 실질적으로 As_2O_3, Sb_2O_3, PbO, 및 F를 함유하지 않는 것이 바람직하다. 또한, 환경적 배려로부터, 실질적으로 Bi_2O_3를 함유하지 않는 것도 바람직하다. 또한, 본 발명의 강화 유리판 및 강화용 유리판의 유리 조성에 있어서, 「실질적으로 ～을 함유하지 않는다」란, 유리 성분으로서 적극적으로 명시된 성분을 첨가하지 않지만, 불순물 레벨의 첨가를 허용하는 취지이며, 구체적으로는, 명시된 성분의 함유량이 0.05몰% 미만인 경우를 가리킨다.

[0082] 본 발명의 강화 유리판(강화용 유리판)은 이하의 특성을 갖는 것이 바람직하다.

[0083] 밀도(ρ)는, 바람직하게는 2.9g/㎤ 이하, 2.85g/㎤ 이하, 2.83g/㎤ 이하, 2.8g/㎤ 이하, 2.75g/㎤ 이하, 2.7g/㎤ 이하, 2.35～2.65g/㎤, 특히 2.25～2.6g/㎤이다. 밀도가 낮을수록, 강화 유리판을 경량화할 수 있다.

[0084] 30～380℃에 있어서의 열팽창 계수는, 바람직하게는 150×10^{-7}/℃ 이하, 100×10^{-7}/℃ 이하, $50\sim95\times10^{-7}$/℃, 특히 $40\sim85\times10^{-7}$/℃이다. 또한, 「30～380℃에 있어서의 열팽창 계수」는, 딜라토미터를 사용하여, 평균 열팽창 계수를 측정한 값을 가리킨다.

[0085] 연화점(Ts)은, 바람직하게는 920℃ 이하, 910℃ 이하, 900℃ 이하, 890℃ 이하, 880℃ 이하, 870℃ 이하, 860℃ 이하, 850℃ 이하, 840℃ 이하, 830℃ 이하, 특히 700～820℃이다. 연화점이 지나치게 높으면, 열가공성이 저하될 우려가 있다.

[0086] 고온 점도 $10^{2.5}$dPa·s에 있어서의 온도는, 바람직하게는 1680℃ 이하, 1670℃ 이하, 1660℃ 이하, 1650℃ 이하, 1640℃ 이하, 1630℃ 이하, 1620℃ 이하, 1600℃ 이하, 1550℃ 이하, 1520℃ 이하, 1500℃ 이하, 특히 1300～1490℃이다. 고온 점도 $10^{2.5}$dPa·s에 있어서의 온도가 지나치게 높으면, 용융성이나 성형성이 저하되어서, 용융

유리를 판상으로 성형하기 어려워진다.

[0087] 액상 점도(η)는, 바람직하게는 $10^{2.8}$dPa·s 이상, $10^{2.9}$dPa·s 이상, $10^{3.0}$dPa·s 이상, $10^{3.1}$dPa·s 이상, $10^{3.2}$dPa·s 이상, $10^{3.3}$dPa·s 이상, $10^{3.4}$dPa·s 이상, $10^{3.5}$dPa·s 이상, $10^{3.55}$dPa·s 이상, 특히 $10^{3.58}$dPa·s 이상이다. 또한, 액상 점도가 높을수록, 내실투성이 향상하고, 성형 시에 실투물이 발생하기 어려워진다. 여기에서, 「액상 점도」란, 액상 온도에 있어서의 점도를 백금구 인상법으로 측정한 값을 가리킨다. 「액상 온도」란, 표준 체 30메쉬(500㎛)를 통과하고, 50메쉬(300㎛)에 남는 유리 분말을 백금 보트에 넣어서, 온도 구배로 안에 24시간 유지한 후, 백금 보트를 꺼내고, 현미경 관찰에 의해, 유리 내부에 실투(실투물)가 인정된 가장 높은 온도로 한다.

[0088] 두께 0.6㎜ 환산, 파장 400㎚에서의 투과율은, 바람직하게는 85% 이상, 88% 이상, 특히 90% 이상이다. 투과율이 낮으면, 커버 유리에 사용했을 때 디스플레이의 시인성이나 색채 표현력이 저하될 우려가 있다. 투과율의 상한 범위는 특별하게 한정되지 않지만, 현실적으로는 100% 이하이다.

[0089] 본 발명에 있어서, 기계적 특성은, 주로 유리 조성에 기인해서 정해지는 유리의 강도에 관련되는 특성을 가리키고, 구체적으로는, 영률 및 파괴 인성값 등의 특성이 포함된다.

[0090] 영률(E)은, 바람직하게는 76GPa 이상, 77GPa 이상, 78GPa 이상, 79GPa 이상, 80GPa 이상, 특히 82GPa 이상이다. 영률이 낮으면, 판 두께가 얇을 경우에, 커버 유리가 휘기 쉬워진다. 또한, 영률의 상한 범위는 특별하게 한정되지 않지만, 실질적으로는 150GPa 이하이다. 또한, 「영률」은 주지의 공진법으로 산출 가능하다.

[0091] 파괴 인성 K1c는, 바람직하게는 0.78MPa·$m^{0.5}$ 이상, 0.79MPa·$m^{0.5}$ 이상, 0.80MPa·$m^{0.5}$ 이상, 0.81MPa·$m^{0.5}$ 이상, 특히 0.82MPa·$m^{0.5}$ 이상이다. 파괴 인성 K1c가 낮으면, 강화 유리판이 파손되기 쉬워진다. 파괴 인성 K1c의 상한은 특별하게 한정되지 않지만, 실질적으로는 3MPa·$m^{0.5}$ 이하이다.

[0092] 본 발명에 있어서, 강화 특성은 성형 후의 유리에 이온 교환 처리에 의해 후발적으로 부여되는 유리의 강도에 관련되는 특성을 가리키고, 구체적으로는, 유리의 최표면의 압축 응력값(CS), 최표면으로부터의 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30), 응력 깊이(DOC) 및 내부의 인장 응력값(CTcv) 등의 특성이 포함된다.

[0093] 본 발명의 강화 유리판은, 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환에 있어서의 최표면의 압축 응력값(CS)은, 바람직하게는 240MPa 이상, 260MPa 이상, 280MPa 이상, 300MPa 이상, 320MPa 이상, 340MPa 이상, 350MPa 이상, 380MPa 이상, 400MPa 이상, 420MPa 이상, 특히 450MPa 이상이다. 최표면의 압축 응력값(CS)이 클수록, 강도가 높아진다. 한편, 표면에 극단적으로 큰 압축 응력이 형성되면, 강화 유리판 내부의 인장 응력(CT_{CV})이 극단적으로 높아짐으로써, 파손 시에 폭발적인 파괴가 생기기 쉬워진다. 또한, 이온 교환 처리 전후의 치수 변화가 커질 우려가 있다. 이 때문에, 최표면의 압축 응력값(CS)은, 바람직하게는 1200MPa 이하, 1000MPa 이하, 900MPa 이하, 850MPa 이하, 800MPa 이하, 780MPa 이하, 750MPa 이하, 특히 740MPa 이하이다.

[0094] 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환에 있어서의 최표면으로부터의 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)은, 바람직하게는 25MPa 이상, 30MPa 이상, 35MPa 이상, 40MPa 이상, 50MPa 이상, 60MPa 이상, 70MPa 이상, 80MPa 이상, 90MPa 이상, 100MPa 이상, 105MPa 이상, 110MPa 이상, 115MPa 이상, 특히 120MPa 이상이다. 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)이 클수록, 강도가 높아진다. 또한, CS30은, 특히 가상 4점 굽힘 강도를 효과적으로 향상시킬 수 있는 특성이다. 한편, 깊이 30㎛에 극단적으로 큰 압축 응력이 형성되면 강화 유리판 내부의 인장 응력(CT_{CV})이 극단적으로 높아지는 것에 의해, 파손 시에 폭발적인 파괴가 생기기 쉬워진다. 또한, 이온 교환 처리 전후의 치수 변화가 커질 우려가 있다. 이 때문에, 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)은, 바람직하게는 400MPa 이하, 350MPa 이하, 330MPa 이하, 300MPa 이하, 280MPa 이하, 270MPa 이하, 260MPa 이하, 특히 250MPa 이하이다.

[0095] 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환에 있어서의 응력 깊이(DOC)는, 바람직하게는 3㎛ 이상, 5㎛ 이상, 10㎛ 이상, 20㎛ 이상, 25㎛ 이상, 30㎛ 이상, 35㎛ 이상, 40㎛ 이상, 45㎛ 이상, 특히 50㎛ 이상이다. 응력 깊이가 깊을수록, 스마트폰을 낙하시켰을 때, 노면의 돌기물이나 사립이 인장 응력층까지 도달하기 어려워져, 커버 유리의 파손 확률을 저하시키는 것이 가능해진다. 한편, 응력 깊이가 지나치게 깊으면, 이온 교환 처리 전후에서 치수 변화가 커질 우려가 있다. 또한 최표면의 압축 응력값이 저하되는 경향이 있다. 따라서, 응력 깊이(DOC)는, 바람직하게는 200㎛ 이하, 180㎛ 이하, 170㎛ 이하, 150㎛ 이하, 140㎛ 이하, 130㎛ 이하, 120㎛ 이하, 110㎛ 이하, 특히 100㎛ 이하이다. 또한, 이온 교환 시간을 길게 하거나, 이온 교환 용액의

온도를 높이거나 하면, 응력 깊이가 깊어지는 경향이 있다.

[0096] 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환에 있어서의 내부의 인장 응력값(CTcv)은, 바람직하게는 88㎫ 이하, 85㎫ 이하, 80㎫ 이하, 75㎫ 이하, 73㎫ 이하, 70㎫ 이하, 68㎫ 이하, 65㎫ 이하, 62㎫ 이하, 특히 60㎫ 이하이다. 내부의 인장 응력값이 지나치게 크면, 점 충돌에 의해 강화 유리판이 자기파괴되거나, 혹은 파괴 시에 폭발적으로 유리가 분쇄될 우려가 있다. 내부의 인장 응력값(CTcv) 하한 범위는 특별하게 한정되지 않지만, 실질적으로 5㎫ 이상이다.

[0097] 본 발명의 강화 유리판에 있어서, 80℃로 가온한 5질량% HCl 수용액에 24시간 침지시켰을 때의 단위 표면적당의 질량 손실은 2.0mg/㎠ 이하, 1.5mg/㎠ 이하, 1.0mg/㎠ 이하, 0.9mg/㎠ 이하, 0.8mg/㎠ 이하, 0.7mg/㎠ 이하, 0.6mg/㎠ 이하, 0.5mg/㎠ 이하, 0.4mg/㎠ 이하, 0.3mg/㎠ 이하, 0.2mg/㎠ 이하, 특히 0.1mg/㎠ 이하인 것이 바람직하다. 강화 유리판은, 디바이스의 사용 환경에 따라서는, 산성의 약액에 닿을 가능성이 있어, 디바이스의 문제를 막는 관점으로부터 내산성이 높은 것이 바람직하다.

[0098] 또한, 80℃로 가온한 5질량% NaOH 수용액에 6시간 침지시켰을 때의 단위 표면적당의 질량 손실은 5.0mg/㎠ 이하, 4.5mg/㎠ 이하, 4.0mg/㎠ 이하, 3.5mg/㎠ 이하, 3.0mg/㎠ 이하, 2.5mg/㎠ 이하, 2.0mg/㎠ 이하, 1.5mg/㎠ 이하, 특히 1.0mg/㎠ 이하인 것이 바람직하다. 강화 유리판은 디바이스의 사용 환경에 따라서는, 알칼리성의 약액이나 세제에 닿을 가능성이 있기 때문에, 내알칼리성이 높은 것이 요구된다.

[0099] 또한, 20℃로 유지한 10질량% HF 수용액에 20분간 침지시켰을 때의 단위 표면적당의 질량 손실은 30mg/㎠ 이하, 25mg/㎠ 이하, 20mg/㎠ 이하, 15mg/㎠ 이하, 14mg/㎠ 이하, 13mg/㎠ 이하, 12mg/㎠ 이하, 11mg/㎠ 이하, 10.5mg/㎠ 이하, 10mg/㎠ 이하, 9.5mg/㎠ 이하, 9.0mg/㎠ 이하, 8.5mg/㎠ 이하, 8.0mg/㎠ 이하, 7.5mg/㎠ 이하, 7.0mg/㎠ 이하, 6.5mg/㎠ 이하, 6.0mg/㎠ 이하, 5.5mg/㎠ 이하, 5.0mg/㎠ 이하, 4.5mg/㎠ 이하, 특히 4.0mg/㎠ 이하인 것이 바람직하다. 강화 유리판은 두께를 조정하거나, 표면 상태를 개질하거나 하는 목적에서, 화학 에칭 처리되는 경우가 있지만, 이러한 경우에 있어서도 강화 유리판의 내불산성은 높은 것이 바람직하다. 강화 유리판의 내불산성이 높으면, 화학 에칭 처리 후의 유리 표면을 미소 요철이 적은 상태로 할 수 있고, 높은 강도를 얻을 수 있다.

[0100] 본 발명에 있어서, 기계적 강도는 유리의 기계적 특성과, 강화 특성에 의해 정해지는 유리의 강도 특성을 가리키고, 구체적으로는, 가상 4점 굽힘 강도를 예로 들 수 있다.

[0101] 본 발명의 강화 유리판은 가상 4점 굽힘 강도가 150㎫ 이상, 160㎫ 이상, 170㎫ 이상, 180㎫ 이상, 190㎫ 이상, 200㎫ 이상, 220㎫ 이상, 240㎫ 이상, 특히 265㎫ 이상인 것이 바람직하다. 가상 4점 굽힘 강도가 지나치게 낮으면, 스마트폰의 커버 유리로서 사용했을 때, 낙하 시에 깨지기 쉬워진다. 또한, 가상 4점 굽힘 강도의 상한은 특별하게 한정되지 않지만, 현실적으로는 1500㎫ 이하이다.

[0102] 본 발명의 강화 유리판에 있어서, 판 두께는, 바람직하게는 2.0㎜ 이하, 1.5㎜ 이하, 1.3㎜ 이하, 1.1㎜ 이하, 1.0㎜ 이하, 0.9㎜ 이하, 특히 0.85㎜ 이하이다. 판 두께가 작을수록, 강화 유리판의 질량을 저하시킬 수 있다. 한편, 판 두께가 지나치게 얇으면, 소망의 기계적 강도를 얻기 어려워진다. 따라서, 판 두께는, 바람직하게는 0.01㎜ 이상, 0.02㎜ 이상, 0.03㎜ 이상, 0.05㎜ 이상, 0.1㎜ 이상, 0.2㎜ 이상, 0.3㎜ 이상, 0.35㎜ 이상, 0.4㎜ 이상, 0.45㎜ 이상, 0.5㎜ 이상, 0.55㎜ 이상, 0.6㎜ 이상, 0.65㎜ 이상, 특히 0.7㎜ 이상이다. 또한, 강화용 유리판의 두께도 마찬가지의 범위로 할 수 있다. 또한, 강화 유리판의 두께는 용도에 따라 선정할 수 있다. 예를 들면, 절곡하지 않는 디스플레이 용도이면, 판 두께는 0.35~0.85㎜로 하는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는, 0.45~0.75㎜, 0.51~0.71㎜이다. 한편, 절곡 가능한 폴더블 디스플레이 용도에서는, 0.01~0.10㎜로 하는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는, 0.02~0.05㎜, 0.025~0.04㎜이다.

[0103] 또한, 본 발명의 강화 유리판에 있어서, 투과율의 높이를 중시하는 경우에는, 결정을 실질적으로 포함하지 않는 것이 바람직하다. 여기에서, 「실질적으로 포함하지 않는다」란, 유리 중의 결정의 함유량이 0.01질량% 이하인 것을 가리킨다. 한편, 보다 높은 기계적 특성을 얻는 것을 중시하는 경우는, 결정을 포함해도 좋다.

[0104] 본 발명의 강화 유리판의 제조 방법은, 유리 조성으로서, 몰%로 SiO_2 50~80%, Al_2O_3 1~25%, B_2O_3 0~15%, Li_2O 1~20%, Na_2O 0~25%, K_2O 0~20%, ZnO 0~10%, P_2O_5 0~15%, ZrO_2 0~10%, SnO_2 0~0.30%, $[Li_2O]+[Na_2O]$ 1~30%, $[Li_2O]+[MgO]$ 1~25%, $[MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]$ 0.1~30%를 함유하는 강화용 유리판을 준비하는 준비 공정과, 당해 강화용 유리판에 대해서, 이온 교환 처리를 행하고, 표면에 압축 응력층을 갖는 강화 유리판을 얻는 이온 교환 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명의 강화 유리판의 제조 방법은, 1회만 이온 교환

처리가 행해져 있을 경우뿐만 아니라, 복수회의 이온 교환 처리가 행해져 있는 경우도 포함하는 것으로 한다.

[0105] 강화용 유리판을 제조하는 방법은, 예를 들면, 이하대로이다. 우선 소망의 유리 조성이 되도록 조합한 유리 원료를 연속 용융로에 투입하고, 1400～1700℃로 가열 용융하고, 청징한 후, 용융 유리를 성형 장치에 공급한 뒤에 판상으로 성형하고, 냉각하는 것이 바람직하다. 판상으로 성형한 후에, 소정 치수로 절단 가공하는 방법은 주지의 방법을 채용할 수 있다.

[0106] 용융 유리를 판상으로 성형하는 방법으로서, 오버플로우 다운드로우법이 바람직하다. 오버플로우 다운드로우법에서는, 판 두께 방향의 중앙부에 오버플로우 합류면을 갖고, 유리판의 표면이 되어야 할 면은 성형체 내화물의 표면에 접촉하지 않고, 자유 표면의 상태에서 판상으로 성형된다. 이 때문에, 미연마이면서, 표면 품위가 양호한 유리판을 저렴하게 제조할 수 있다. 또한, 오버플로우 다운드로우법에서는, 성형체 내화물로서, 알루미나계 내화물이나 지르코니아계 내화물이 사용된다. 그리고, 본 발명의 강화 유리판(강화용 유리판)은, 알루미나계 내화물이나 지르코니아계 내화물(특히 알루미나계 내화물)과의 적합성이 양호하기 때문에, 이것들의 내화물과 반응해서 거품이나 물 등을 발생시키기 어려운 성질을 갖는다.

[0107] 오버플로우 다운드로우법 이외에도, 여러가지의 성형 방법을 채용할 수 있다. 예를 들면, 플로트법, 다운드로우법(슬롯 다운드로우법, 리드로우법 등), 롤 아웃법, 프레스법 등의 성형 방법을 채용할 수 있다.

[0108] 또한, 본 발명의 강화용 유리판 및 강화 유리판에는, 평판상은 물론, 판상으로 성형된 후에 굽힘 가공 등에 의해 3차원적 형상을 부여된 양태도 포함된다.

[0109] 용융 유리의 성형 시에, 용융 유리의 서랭점으로부터 변형점의 사이의 온도역을 3℃/분 이상, 또한 1000℃/분 미만의 냉각 속도로 냉각하는 것이 바람직하고, 그 냉각 속도의 하한 범위는, 바람직하게는 10℃/분 이상, 20℃/분 이상, 30℃/분 이상, 특히 50℃/분 이상이며, 상한 범위는, 바람직하게는 1000℃/분 미만, 500℃/분 미만, 특히 300℃/분 미만이다. 냉각 속도가 지나치게 빠르면, 유리의 구조가 거칠어지고, 이온 교환 처리 후에 비커스 경도를 높이는 것이 곤란해진다. 한편, 냉각 속도가 지나치게 느리면, 유리판의 생산 효율이 저하되어 버린다.

[0110] 또한, 본 발명의 강화 유리를 제조하는 방법에 있어서, 투과율의 높이를 중시하는 경우는, 강화용 유리판을 결정화시키지 않는 것이 바람직하다. 한편, 보다 높은 기계적 특성을 얻는 것을 중시하는 경우는, 강화용 유리판을 열처리함으로써, 결정화시켜도 좋다.

[0111] 본 발명의 강화 유리판의 제조 방법에서는, 폭발적인 파괴를 억제하는 관점으로부터, $NaNO_3$와 KNO_3의 혼합 용융염에 1회 침지시키는 이온 교환 처리를 사용하는 것이 바람직하다. 상기된 이온 교환 처리를 행하면, 최표면의 압축 응력값(CS) 및 최표면으로부터의 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)을 효율적으로 제어할 수 있다. 따라서, 강화 유리판의 내부의 인장 응력값(CT_{CV})이 지나치게 높아지는 것을 방지하고, 낙하 시의 파편수가 적은 안전한 강화 유리판이 얻기 쉬워진다. 도 1은, Li 이온과 용융염 중의 Na 이온의 이온 교환을 행한 강화 유리판의 응력 프로파일(유리판의 두께 방향의 응력 분포)의 모식도이며, 실선은 $NaNO_3$ 100질량%의 강화 용융염에 의해 강화한 강화 유리판, 파선은 $NaNO_3$를 10질량%, KNO_3를 90% 함유한 혼합 용융염에 의해 강화한 강화 유리판의 응력 프로파일을 나타내고 있다. 도 1로부터 알 수 있는 바와 같이, 실선으로 나타내어지는 $NaNO_3$ 100질량%로 강화한 강화 유리판은 CS가 498MPa, CS30이 265MPa이며, CT_{CV}가 91MPa인 것에 비해서, 파선으로 나타내어지는 $NaNO_3$와 KNO_3의 혼합 용융염으로 강화한 강화 유리판은 CS가 425MPa, CS30이 241MPa로 억제되어 있고, 그 결과, CT_{CV}도 87MPa로 작아져 있다.

[0112] 이온 교환 공정에서 사용하는 $NaNO_3$와 KNO_3 혼합 용융염에 있어서, $NaNO_3$의 농도는, 바람직하게는 0.5질량% 이상, 1질량% 이상, 5질량% 이상, 7질량% 이상, 10질량% 이상, 특히 12～20질량%이다. $NaNO_3$의 농도가 지나치게 낮으면, 표면 응력계 SLP-2000에 의한 응력 측정이 곤란해질 우려가 있다. 또한, $NaNO_3$의 농도가 지나치게 높으면, 유리 중에 포함되는 Li 이온과 용융염 중의 Na 이온이 이온 교환할 때 형성되는 압축 응력값이 지나치게 높아질 우려가 있다.

[0113] 또한, 보다 최표면의 압축 응력값(CS) 및 최표면으로부터의 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)을 높이고, 기계적 강도가 높고, 보다 파손되기 어려운 강화 유리판을 얻는 것을 우선할 경우, $NaNO_3$ 100질량%의 용융염에 침지시킴으로써, 이온 교환을 행해도 좋다.

[0114] 또한, 강화용 유리판이 Na_2O를 함유할 경우, KNO_3 100질량%의 용융염에 침지시킴으로써, 유리 중의 Na 이온과 용융염 중의 K 이온의 이온 교환을 행해도 좋다.

[0115] 이온 교환 공정에서는, 용융염의 온도는 360~430℃가 바람직하고, 이온 교환 시간은 30분~6시간이 바람직하다.

[0116] 실시예 1

[0117] 이하, 실시예에 기반해서, 본 발명을 설명한다. 또한, 이하의 실시예는 단순한 예시이다. 본 발명은 이하의 실시예에 전혀 한정되지 않는다.

[0118] (실시예 1)

[0119] 표 1~50은, 본 발명의 실시예(시료 No. 1~23, 26~320) 및 비교예(시료 No. 24, 25)의 유리 조성과 유리 특성을 나타내고 있다. 또한, N.A.는 미측정을 나타내고 있다. 또한, R_2O는 Li_2O, Na_2O 및 K_2O의 합량을 나타내고, RO는 MgO, CaO, SrO 및 BaO의 합량을 나타내고 있다.

표 1

성분 (mol%)	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13
SiO_2	65.869	65.861	65.858	68.261	68.260	65.862	65.862	65.863	65.858	65.866	65.862	65.859	65.863
Al_2O_3	12.0	14.4	14.4	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Li_2O	9.6	9.6	7.2	9.6	7.2	9.6	7.2	9.6	12	9.6	12.0	7.2	7.2
Na_2O	2.4	0.0	2.4	0.0	2.4	0.0	2.4	4.8	2.4	0.0	0.0	4.8	2.4
K_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6	7.6	12.4	10.0	10.0	12.4
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
MoO_3	0.001	0.005	0.008	0.005	0.006	0.004	0.004	0.003	0.008	0.000	0.004	0.007	0.003
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	12.0	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	14.4	14.4	9.6	12.0	12.0	9.6
Li_2O+MgO	19.6	19.6	17.2	19.6	17.2	19.6	17.2	17.2	19.6	22.0	22.0	17.2	19.6
RO	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6	7.6	12.4	10.0	10.0	12.4
$B_2O_3+MgO+CaO$	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	12.4	12.4	7.6	7.6	12.4	10.0	10.0	12.4
R_2O	12.0	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	14.4	14.4	9.6	12.0	12.0	9.6
R_2O/Al_2O_3	1.0	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	1.2	1.2	0.8	1.0	1.0	0.8
RO/R_2O	0.83	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.53	0.53	1.29	0.83	0.83	1.29
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.55	0.73	0.73	0.61	0.61	0.61	0.61	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Na_2O/Li_2O	0.25	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.50	0.20	0.00	0.00	0.67	0.33
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.00	0.67	0.67	0.80	0.80	0.80	0.80	1.20	1.20	0.80	1.00	1.00	0.80
MgO/Al_2O_3	0.83	0.69	0.69	0.83	0.83	0.83	0.83	0.63	0.63	1.03	0.83	0.83	1.03
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.65	0.65	0.65	0.72	0.72	0.72	0.72	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-$ $1.5\times Na_2O-K_2O$	7.07	3.46	4.66	13.06	14.26	8.26	9.46	3.46	2.26	10.67	5.86	8.26	11.86
X	631	754	579	685	511	681	506	573	748	688	806	456	513
W	564	678	509	635	465	624	454	491	660	638	734	395	468

[0120]

표 2

성분 (mol%)	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25
SiO_2	65.861	65.866	65.859	65.860	65.866	65.858	66.768	67.169	66.369	65.868	60.300	66.910
Al_2O_3	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.4	12.5	19.0	3.0
B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Li_2O	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	8.7	8.8	8.7	8.8	7.2	21.3
Na_2O	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.7	8.2	2.4
K_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4
MgO	5.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0	10.0	9.5	10.0	10.0	0.3	0.0
CaO	5.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	5.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
SnO_2	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.00
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.7
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	0.00
MoO_3	0.005	0.000	0.007	0.006	0.000	0.008	0.002	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.110
Li_2O+Na_2O	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	11.1	11.2	11.1	11.5	15.4	23.7
Li_2O+MgO	14.6	12.0	14.6	9.6	14.6	9.6	18.7	18.3	18.7	18.8	7.5	21.3
RO	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	9.5	10.0	10.0	0.3	0.0
$B_2O_3+MgO+CaO$	10.0	10.0	5.0	0.0	5.0	0.0	10.0	9.5	10.0	10.0	0.5	0.0
R_2O	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	11.1	11.2	11.1	11.5	15.8	25.0
R_2O/Al_2O_3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	8.3
RO/R_2O	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.90	0.85	0.90	0.87	0.02	0.00
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.57	0.58	0.59	0.58	1.18	0.12
Na_2O/Li_2O	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.28	0.27	0.28	0.31	1.14	0.11
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.93	0.90	0.92	0.83	8.28
MgO/Al_2O_3	0.42	0.00	0.42	0.00	0.42	0.00	0.83	0.79	0.81	0.80	0.02	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.67	0.68	0.66	0.65	0.10	-
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	7.06	7.07	7.06	7.06	7.07	7.06	9.77	9.97	8.17	6.72	-18.84	11.21
X	646	661	632	633	632	633	586	590	597	598	572	959
W	505	446	557	550	557	550	527	531	534	532	407	873

[0121]

표 3

성분 (mol%)	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37	No.38
SiO_2	66.841	66.843	66.840	66.842	66.842	66.843	66.839	66.843	66.838	66.839	64.841	64.842	64.841
Al_2O_3	18.0	13.0	13.0	8.0	8.0	8.0	3.0	3.0	3.0	3.0	18.0	13.0	13.0
B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0	20.0	25.0	10.0	10.0	15.0
K_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0
MgO	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.005	0.003	0.006	0.004	0.004	0.003	0.007	0.003	0.008	0.007	0.005	0.004	0.005
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0	20.0	25.0	10.0	10.0	15.0
Li_2O+MgO	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0
RO	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0
$B_2O_3+MgO+CaO$	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0
R_2O	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0	20.0	25.0	12.0	12.0	17.0
R_2O/Al_2O_3	0.6	0.8	1.2	1.3	1.9	2.5	3.3	5.0	6.7	8.3	0.7	0.9	1.3
RO/R_2O	0.50	1.00	0.33	1.50	0.67	0.25	2.00	1.00	0.50	0.20	0.42	0.83	0.29
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	1.20	0.65	0.65	0.32	0.32	0.32	0.10	0.10	0.10	0.10	1.06	0.59	0.59
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	0.56	0.77	1.15	1.25	1.88	2.50	3.33	5.00	6.67	8.33	0.67	0.92	1.31
MgO/Al_2O_3	0.28	0.77	0.38	1.88	1.25	0.63	6.67	5.00	3.33	1.67	0.28	0.77	0.38
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	-2.16	12.84	5.34	27.84	20.34	12.84	42.84	35.34	27.84	20.34	-6.16	8.84	1.34
X	142	5	-115	-131	-251	-371	-267	-388	-508	-628	145	8	-112
W	46	-38	-191	-122	-275	-429	-205	-359	-513	-666	46	-38	-192

[0122]

표 4

성분 (mol%)	No.39	No.40	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51
SiO_2	64.843	64.838	64.843	64.842	64.841	64.840	64.843	64.841	64.839	64.842	64.841	64.838	64.842
Al_2O_3	8.0	8.0	8.0	3.0	3.0	3.0	3.0	18.0	13.0	13.0	8.0	8.0	8.0
B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0	20.0	25.0	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0
K_2O	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.003	0.008	0.003	0.004	0.005	0.006	0.003	0.005	0.007	0.004	0.005	0.008	0.004
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0	20.0	25.0	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0
Li_2O+MgO	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0
RO	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0
$B_2O_3+MgO+CaO$	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0
R_2O	12.0	17.0	22.0	12.0	17.0	22.0	27.0	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0
R_2O/Al_2O_3	1.5	2.1	2.8	4.0	5.7	7.3	9.0	0.6	0.8	1.2	1.3	1.9	2.5
RO/R_2O	1.25	0.59	0.23	1.67	0.88	0.45	0.19	0.50	1.00	0.33	1.50	0.67	0.25
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.30	0.30	0.30	0.09	0.09	0.09	0.09	1.20	0.65	0.65	0.32	0.32	0.32
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.50	2.13	2.75	4.00	5.67	7.33	9.00	0.56	0.77	1.15	1.25	1.88	2.50
MgO/Al_2O_3	1.88	1.25	0.63	6.67	5.00	3.33	1.67	0.28	0.77	0.38	1.88	1.25	0.63
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ /((100×SnO_2) ×(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
SiO_2+1.2×P_2O_5-3×Al_2O_3-B_2O_3-2×Li_2O-1.5×Na_2O-K_2O	23.84	16.34	8.84	38.84	31.34	23.84	16.34	-1.76	13.24	5.74	28.24	20.74	13.24
X	-128	-248	-368	-264	-385	-505	-625	145	8	-112	-128	-248	-368
W	-122	-275	-429	-205	-359	-513	-666	46	-38	-192	-122	-275	-429

[0123]

표 5

성분 (mol%)	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58	No.59	No.60	No.61	No.62	No.63	No.64	No.65
SiO_2	64.843	64.841	64.841	64.840	62.838	62.841	62.843	62.842	62.841	62.843	62.841	62.838	62.841	62.843
Al_2O_3	3.0	3.0	3.0	3.0	18.0	13.0	13.0	8.0	8.0	8.0	3.0	3.0	3.0	3.0
B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	10.0	15.0	20.0	25.0	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0	20.0	25.0
K_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
MgO	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.003	0.005	0.005	0.006	0.008	0.005	0.003	0.004	0.005	0.003	0.005	0.008	0.005	0.003
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	10.0	15.0	20.0	25.0	10.0	10.0	15.0	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0	20.0	25.0
Li_2O+MgO	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0
RO	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0
$B_2O_3+MgO+CaO$	20.0	15.0	10.0	5.0	5.0	10.0	5.0	15.0	10.0	5.0	20.0	15.0	10.0	5.0
R_2O	10.0	15.0	20.0	25.0	12.0	12.0	17.0	12.0	17.0	22.0	12.0	17.0	22.0	27.0
R_2O/Al_2O_3	3.3	5.0	6.7	8.3	0.7	0.9	1.3	1.5	2.1	2.8	4.0	5.7	7.3	9.0
RO/R_2O	2.00	1.00	0.50	0.20	0.42	0.83	0.29	1.25	0.59	0.23	1.67	0.88	0.45	0.19
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.10	0.10	0.10	0.10	1.06	0.59	0.59	0.30	0.30	0.30	0.09	0.09	0.09	0.09
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	3.33	5.00	6.67	8.33	0.67	0.92	1.31	1.50	2.13	2.75	4.00	5.67	7.33	9.00
MgO/Al_2O_3	6.67	5.00	3.33	1.67	0.28	0.77	0.38	1.88	1.25	0.63	6.67	5.00	3.33	1.67
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	43.24	35.74	28.24	20.74	-5.76	9.24	1.74	24.24	16.74	9.24	39.24	31.74	24.24	16.74
X	-264	-385	-505	-625	148	11	-109	-125	-245	-365	-261	-382	-502	-622
W	-205	-359	-513	-666	46	-38	-192	-122	-275	-429	-205	-359	-513	-666

[0124]

표 6

성분 (mol%)	No.66	No.67	No.68	No.69	No.70	No.71	No.72	No.73	No.74	No.75
SiO_2	69.321	68.319	67.326	66.323	70.320	68.326	69.322	72.329	72.726	65.921
Al_2O_3	8.9	9.9	10.9	11.9	8.9	8.9	8.9	5.9	8.9	8.9
B_2O_3	3.4	3.4	3.4	3.4	2.4	4.4	3.4	3.4	0.0	6.8
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
K_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9	4.8	4.8	4.8
CaO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.005	0.007	0.000	0.003	0.006	0.000	0.004	0.001	0.000	0.005
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
Li_2O+MgO	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9	4.8	4.8	4.8
RO	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
$B_2O_3+MgO+CaO$	8.3	8.3	8.3	8.3	7.3	9.3	8.3	8.3	4.9	11.7
R_2O	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
R_2O/Al_2O_3	1.5	1.3	1.2	1.1	1.5	1.5	1.5	2.3	1.5	1.5
RO/R_2O	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.49	0.54	0.60	0.65	0.49	0.49	0.49	0.32	0.49	0.49
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.49	1.34	1.22	1.12	1.49	1.49	1.49	2.25	1.49	1.49
MgO/Al_2O_3	0.54	0.48	0.44	0.40	0.54	0.54	0.55	0.81	0.54	0.54
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.22	0.21	0.20	0.19	0.22	0.22	0.22	0.26	0.22	0.22
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	19.27	15.27	11.28	7.27	21.27	17.28	19.27	31.28	26.08	12.47
X	-199	-170	-142	-113	-197	-200	-199	-284	-193	-204
W	-232	-214	-196	-178	-228	-237	-231	-287	-217	-248

[0125]

표 7

성분 (mol%)	No.76	No.77	No.78	No.79	No.80	No.81	No.82	No.83	No.84	No.85	No.86	No.87	No.88
SiO_2	69.322	64.581	67.346	62.503	62.449	75.743	72.813	69.789	71.983	68.976	68.179	73.698	70.738
Al_2O_3	10.4	14.0	12.8	14.4	16.9	6.1	8.8	11.5	6.2	8.8	6.2	6.1	8.8
B_2O_3	4.9	4.7	3.4	1.8	0.1	2.7	2.7	2.8	6.3	6.4	10.0	2.7	2.7
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	10.3	14.1	14.0	17.7	12.2	12.1	12.3	12.6	12.2	12.4	12.3	14.2	14.4
K_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	4.8	2.5	2.4	3.3	4.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2
CaO	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.004	0.005	0.000	0.003	0.007	0.001	0.005	0.003	0.002	0.000	0.000	0.004	0.004
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	10.3	14.1	14.0	17.7	12.2	12.1	12.3	12.6	12.2	12.4	12.3	14.2	14.4
Li_2O+MgO	4.8	2.5	2.4	3.3	4.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2
RO	4.9	2.5	2.4	3.3	4.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2
$B_2O_3+MgO+CaO$	9.8	7.2	5.8	5.1	4.2	5.8	5.9	6.0	9.5	9.6	13.2	5.8	5.9
R_2O	10.3	14.1	14.0	17.7	16.2	12.1	12.3	12.6	12.2	12.4	12.3	14.2	14.4
R_2O/Al_2O_3	1.0	1.0	1.1	1.2	1.0	2.0	1.4	1.1	2.0	1.4	2.0	2.3	1.6
RO/R_2O	0.48	0.18	0.17	0.19	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.22	0.22
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.68	0.85	0.78	0.69	0.83	0.40	0.56	0.73	0.40	0.56	0.40	0.36	0.50
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	0.99	1.00	1.10	1.22	0.96	1.97	1.41	1.10	1.97	1.41	1.97	2.30	1.65
MgO/Al_2O_3	0.46	0.18	0.19	0.23	0.24	0.51	0.36	0.28	0.51	0.36	0.51	0.51	0.36
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.24	0.17	0.24	0.09	0.15	0.29	0.25	0.21	0.29	0.24	0.29	0.26	0.22
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	17.77	-3.25	4.74	-9.13	-10.51	36.42	25.30	13.80	28.81	17.50	21.12	31.31	20.11
X	-90	-76	-108	-140	65	-252	-182	-110	-258	-189	-265	-298	-229
W	-124	-170	-185	-254	-40	-246	-205	-163	-264	-223	-282	-306	-266

[0126]

표 8

성분 (mol%)	No.89	No.90	No.91	No.92	No.93	No.94	No.95	No.96	No.97	No.98	No.99	No.100	No.101
SiO_2	67.674	69.921	66.878	66.106	67.733	69.322	69.326	69.323	69.326	69.321	67.318	65.319	67.321
Al_2O_3	11.5	6.2	8.8	6.2	10.1	10.6	10.9	11.2	11.5	10.4	10.4	10.4	10.4
B_2O_3	2.8	6.3	6.5	10.0	0.0	4.9	4.9	4.9	4.9	4.4	6.4	8.4	4.4
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	14.7	14.2	14.5	14.3	14.1	10.5	10.8	11.1	11.4	10.8	10.8	10.8	12.8
K_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	2.1	2.1
MgO	3.2	3.1	3.2	3.1	7.9	4.5	3.9	3.3	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.003	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.000	0.003	0.000	0.005	0.008	0.007	0.005
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	14.7	14.2	14.5	14.3	14.1	10.5	10.8	11.1	11.4	10.8	10.8	10.8	12.8
Li_2O+MgO	3.2	3.1	3.2	3.1	7.9	4.5	3.9	3.3	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
RO	3.2	3.1	3.2	3.1	8.0	4.5	3.9	3.3	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8
$B_2O_3+MgO+CaO$	6.0	9.5	9.6	13.2	8.0	9.4	8.8	8.2	7.6	7.2	9.2	11.2	7.2
R_2O	14.7	14.2	14.5	14.3	14.2	10.5	10.8	11.1	11.4	12.9	12.9	12.9	14.9
R_2O/Al_2O_3	1.3	2.3	1.6	2.3	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.4
RO/R_2O	0.22	0.22	0.22	0.22	0.56	0.43	0.36	0.30	0.24	0.22	0.22	0.22	0.19
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.64	0.36	0.50	0.36	0.46	0.71	0.74	0.78	0.82	0.66	0.66	0.66	0.59
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.28	2.30	1.65	2.30	1.40	0.99	0.99	0.99	0.99	1.24	1.24	1.24	1.43
MgO/Al_2O_3	0.28	0.51	0.36	0.51	0.79	0.42	0.36	0.29	0.23	0.26	0.26	0.26	0.26
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2))	0.19	0.26	0.22	0.25	#DIV/0!	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.21
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$ ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	8.51	23.67	12.27	15.94	16.29	16.87	15.53	14.17	12.83	15.42	11.42	7.42	10.42
X	-158	-305	-236	-312	-172	-90	-89	-88	-87	-100	-103	-107	-146
W	-224	-324	-284	-342	-213	-125	-130	-134	-138	-139	-148	-157	-198

[0127]

표 9

성분 (mol%)	No.102	No.103	No.104	No.105	No.106	No.107	No.108	No.109	No.110	No.111	No.112	No.113	No.114	No.115
SiO_2	65.322	65.326	71.978	68.972	68.179	70.488	70.085	68.570	70.420	68.421	66.426	68.426	66.421	66.421
Al_2O_3	10.4	10.4	6.2	8.8	6.2	7.5	6.2	7.5	8.4	10.4	12.4	8.4	10.4	8.4
B_2O_3	6.4	4.4	6.3	6.4	10.0	6.4	8.2	8.2	4.9	4.9	4.9	6.9	6.9	8.9
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	12.8	14.8	12.2	12.4	12.3	12.3	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
K_2O	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MgO	2.7	2.7	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
CaO	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.004	0.000	0.003	0.004	0.000	0.003	0.000	0.005	0.006	0.005	0.000	0.000	0.005	0.005
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	12.8	14.8	12.2	12.4	12.3	12.3	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
Li_2O+MgO	2.7	2.7	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
RO	2.8	2.8	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
$B_2O_3+MgO+CaO$	9.2	7.2	9.5	9.6	13.2	9.5	11.3	11.4	7.7	7.7	7.7	9.7	9.7	11.7
R_2O	14.9	16.9	12.2	12.4	12.3	12.3	12.2	12.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
R_2O/Al_2O_3	1.4	1.6	2.0	1.4	2.0	1.6	2.0	1.6	1.6	1.3	1.1	1.6	1.3	1.6
RO/R_2O	0.19	0.17	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.59	0.53	0.40	0.56	0.40	0.48	0.40	0.48	0.52	0.65	0.77	0.52	0.65	0.52
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.43	1.63	1.97	1.41	1.97	1.65	1.97	1.65	1.58	1.28	1.07	1.58	1.28	1.58
MgO/Al_2O_3	0.26	0.26	0.51	0.36	0.51	0.42	0.51	0.42	0.32	0.26	0.22	0.32	0.26	0.32
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))	0.21	0.19	0.29	0.24	0.29	0.26	0.29	0.26	0.26	0.23	0.21	0.26	0.23	0.26
SiO_2+1.2×P_2O_5-3×Al_2O_3-B_2O_3-2×Li_2O-1.5×Na_2O-K_2O	6.42	5.43	28.81	17.50	21.12	23.20	24.97	19.31	20.87	12.87	4.88	16.88	8.87	12.87
X	-149	-191	-258	-189	-265	-224	-262	-227	-194	-137	-80	-197	-140	-201
W	-207	-257	-264	-223	-282	-243	-273	-252	-222	-185	-149	-231	-194	-240

[0128]

표 10

성분 (mol%)	No.116	No.117	No.118	No.119	No.120	No.121	No.122	No.123	No.124	No.125	No.126	No.127	No.128
SiO_2	72.422	70.423	68.426	70.420	68.418	68.420	69.421	68.422	67.426	66.423	69.426	67.423	66.426
Al_2O_3	8.4	10.4	12.4	8.4	10.4	8.4	8.4	9.4	10.4	11.4	9.4	9.4	9.4
B_2O_3	4.9	4.9	4.9	6.9	6.9	8.9	5.9	5.9	5.9	5.9	4.9	6.9	7.9
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
K_2O	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MgO	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
CaO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.004	0.003	0.000	0.006	0.008	0.006	0.005	0.004	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
Li_2O+MgO	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
RO	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
$B_2O_3+MgO+CaO$	7.7	7.7	7.7	9.7	9.7	11.7	8.7	8.7	8.7	8.7	7.7	9.7	10.7
R_2O	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
R_2O/Al_2O_3	1.3	1.1	0.9	1.3	1.1	1.3	1.6	1.4	1.3	1.2	1.4	1.4	1.4
RO/R_2O	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.60	0.74	0.88	0.60	0.74	0.60	0.52	0.58	0.65	0.71	0.58	0.58	0.58
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.35	1.09	0.91	1.35	1.09	1.35	1.58	1.41	1.28	1.17	1.41	1.41	1.41
MgO/Al_2O_3	0.32	0.26	0.22	0.32	0.26	0.32	0.32	0.29	0.26	0.24	0.29	0.29	0.29
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.29	0.26	0.23	0.29	0.26	0.29	0.26	0.24	0.23	0.22	0.24	0.24	0.24
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	25.87	17.87	9.88	21.87	13.87	17.87	18.87	14.87	10.88	6.87	16.88	12.87	10.88
X	-148	-91	-34	-151	-95	-155	-195	-167	-138	-110	-165	-169	-170
W	-163	-127	-91	-172	-136	-181	-226	-208	-190	-172	-204	-213	-217

[0129]

표 11

성분 (mol%)	No.129	No.130	No.131	No.132	No.133	No.134	No.135	No.136	No.137	No.138	No.139	No.140	No.141
SiO_2	71.420	70.419	69.426	68.421	71.422	69.426	68.423	66.426	66.422	64.421	64.420	55.311	69.419
Al_2O_3	8.4	9.4	10.4	11.4	9.4	9.4	9.4	11.4	9.4	11.4	9.4	16.3	10.1
B_2O_3	5.9	5.9	5.9	5.9	4.9	6.9	7.9	7.9	9.9	9.9	11.9	0.0	4.9
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	17.5	11.1
K_2O	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0
MgO	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.6	3.2
CaO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.006	0.007	0.000	0.005	0.004	0.000	0.003	0.000	0.004	0.005	0.006	0.000	0.007
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	17.5	11.1
Li_2O+MgO	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.6	3.2
RO	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.6	3.3
$B_2O_3+MgO+CaO$	8.7	8.7	8.7	8.7	7.7	9.7	10.7	10.7	12.7	12.7	14.7	3.6	8.2
R_2O	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	17.5	17.5	12.1
R_2O/Al_2O_3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	1.0	1.2	1.1	1.2
RO/R_2O	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.21	0.27
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.60	0.67	0.74	0.81	0.67	0.67	0.67	0.81	0.67	0.81	0.67	0.77	0.66
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.35	1.20	1.09	0.99	1.20	1.20	1.20	0.99	1.20	0.99	1.20	1.07	1.20
MgO/Al_2O_3	0.32	0.29	0.26	0.24	0.29	0.29	0.29	0.24	0.29	0.24	0.29	0.22	0.32
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.29	0.27	0.26	0.24	0.27	0.27	0.27	0.24	0.27	0.24	0.27	0.17	0.24
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	23.87	19.87	15.88	11.87	21.87	17.88	15.87	7.88	11.87	3.87	7.87	-11.33	16.57
X	-150	-121	-93	-64	-120	-123	-125	-68	-128	-71	-132	-69	-117
W	-167	-149	-131	-113	-145	-154	-158	-122	-167	-131	-176	-207	-155

[0130]

표 12

성분 (mol%)	No.142	No.143	No.144	No.145	No.146	No.147	No.148	No.149	No.150	No.151	No.152	No.153	No.154
SiO_2	67.422	65.418	65.422	67.421	65.426	69.319	67.320	65.326	67.321	65.322	65.326	64.923	64.422
Al_2O_3	12.1	14.1	12.1	10.1	10.1	11.2	13.2	15.2	11.2	13.2	11.2	12.1	12.1
B_2O_3	4.9	4.9	6.9	6.9	8.9	4.9	4.9	4.9	6.9	6.9	8.9	6.9	6.9
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na_2O	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	11.1	11.1
K_2O	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MgO	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
CaO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6	1.1
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MoO_3	0.004	0.008	0.004	0.005	0.000	0.007	0.006	0.000	0.005	0.004	0.000	0.003	0.004
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	11.1	11.1
Li_2O+MgO	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
RO	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.8	4.3
$B_2O_3+MgO+CaO$	8.2	8.2	10.2	10.2	12.2	8.2	8.2	8.2	10.2	10.2	12.2	10.7	11.2
R_2O	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	12.1	12.1
R_2O/Al_2O_3	1.0	0.9	1.0	1.2	1.2	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0
RO/R_2O	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.36
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.79	0.92	0.79	0.66	0.66	0.78	0.92	1.06	0.78	0.92	0.78	0.76	0.74
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.00	0.86	1.00	1.20	1.20	0.99	0.84	0.73	0.99	0.84	0.99	1.00	1.00
MgO/Al_2O_3	0.26	0.23	0.26	0.32	0.32	0.29	0.24	0.21	0.29	0.24	0.29	0.26	0.26
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.22	0.20	0.22	0.24	0.24	0.24	0.22	0.20	0.24	0.22	0.24	0.21	0.21
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	8.57	0.57	4.57	12.57	8.58	14.67	6.67	-1.32	10.67	2.67	6.68	4.07	3.57
X	-60	-3	-64	-121	-124	-63	-6	51	-67	-10	-70	-62	-60
W	-119	-83	-128	-164	-173	-106	-69	-33	-115	-78	-124	-133	-138

[0131]

표 13

성분 (mol%)	No.155	No.156	No.157	No.158	No.159	No.160	No.161	No.162	No.163	No.164	No.165	No.166	No.167
SiO_2	66.922	66.420	73.000	73.500	62.800	74.600	77.770	77.82	77.82	76.90	80.00	80.00	80.00
Al_2O_3	10.1	10.1	6.8	6.8	13.5	6.8	7.2	7.23	7.23	7.21	5.00	5.00	5.00
B_2O_3	6.9	6.9	1.6	0.6	2.6	0.6	0.1	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10
Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.1	4.10	2.10	3.10	3.50	4.80	3.50
Na_2O	11.1	11.1	12.8	12.2	12.8	12.2	1.8	3.78	5.80	5.74	2.70	1.40	1.40
K_2O	1.0	1.0	0.7	0.7	1.6	0.7	2.7	2.71	2.70	2.69	4.50	4.50	5.80
MgO	3.2	3.2	4.9	4.8	4.8	4.9	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.6	1.1	0.0	1.2	1.2	0.0	3.7	3.65	3.64	3.66	3.6	3.6	3.6
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.52	0.52	0.52	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.004	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	11.1	11.1	12.8	12.2	13.3	12.2	7.9	7.9	7.9	8.8	6.2	6.2	4.9
Li_2O+MgO	3.2	3.2	4.9	4.8	5.3	4.9	6.1	4.1	2.1	3.1	3.5	4.8	3.5
RO	3.8	4.3	4.9	6.0	6.0	4.9	3.7	3.7	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6
$B_2O_3+MgO+CaO$	10.7	11.2	6.5	6.6	8.6	5.5	3.7	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.7
R_2O	12.1	12.1	13.5	12.9	14.9	12.9	10.6	10.6	10.6	11.5	10.7	10.7	10.7
R_2O/Al_2O_3	1.2	1.2	2.0	1.9	1.1	1.9	1.5	1.5	1.5	1.6	2.1	2.1	2.1
RO/R_2O	0.31	0.36	0.36	0.47	0.40	0.38	0.34	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.34
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.64	0.62	0.37	0.36	0.65	0.38	0.51	0.51	0.51	0.47	0.35	0.35	0.35
Na_2O/Li_2O	-	-	-	-	25.60	-	0.29	0.92	2.76	1.85	0.77	0.29	0.40
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.20	1.20	1.99	1.90	1.10	1.90	1.47	1.46	1.47	1.60	2.14	2.14	2.14
MgO/Al_2O_3	0.32	0.32	0.72	0.71	0.36	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.24	0.23	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	12.07	11.57	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	-119	-116	-243	-223	-23	-228	343	196	50	101	130	224	161
W	-169	-174	-246	-237	-122	-224	300	157	16	58	124	216	162

[0132]

표 14

성분 (mol%)	No.168	No.169	No.170	No.171	No.172	No.173	No.174	No.175	No.176	No.177	No.178	No.179	No.180
SiO_2	80.00	80.00	73.80	73.80	73.80	75.80	75.80	77.80	77.80	77.90	76.90	76.80	76.80
Al_2O_3	5.00	5.00	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
B_2O_3	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li_2O	4.80	6.10	8.10	6.10	4.10	6.10	4.10	6.10	4.10	2.10	3.10	4.10	4.60
Na_2O	0.10	0.10	3.80	5.80	7.80	3.80	5.80	1.80	3.80	5.80	5.70	4.80	4.30
K_2O	5.80	4.50	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	4.9	6.2	11.9	11.9	11.9	9.9	9.9	7.9	7.9	7.9	8.8	8.9	8.9
Li_2O+MgO	4.8	6.1	8.1	6.1	4.1	6.1	4.1	6.1	4.1	2.1	3.1	4.1	4.6
RO	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7
$B_2O_3+MgO+CaO$	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.8	3.8	3.8
R_2O	10.7	10.7	14.6	14.6	14.6	12.6	12.6	10.6	10.6	10.6	11.5	11.6	11.6
R_2O/Al_2O_3	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6
RO/R_2O	0.34	0.34	0.25	0.25	0.25	0.29	0.29	0.35	0.35	0.34	0.32	0.32	0.32
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.35	0.35	0.39	0.39	0.39	0.44	0.44	0.50	0.50	0.51	0.47	0.47	0.47
Na_2O/Li_2O	0.02	0.02	0.47	0.95	1.90	0.62	1.41	0.30	0.93	2.76	1.84	1.17	0.93
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	2.14	2.14	2.03	2.03	2.03	1.75	1.75	1.47	1.47	1.47	1.60	1.61	1.61
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2)	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	256	319	395	249	104	295	149	341	195	49	101	172	208
W	254	308	321	180	38	238	97	297	156	15	59	126	162

[0133]

표 15

성분 (mol%)	No.181	No.182	No.183	No.184	No.185	No.186	No.187	No.188	No.189	No.190	No.191	No.192	No.193
SiO_2	76.70	76.70	76.60	75.80	75.60	77.00	77.00	78.51	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Al_2O_3	7.30	7.20	7.30	7.20	7.30	6.00	6.00	5.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
B_2O_3	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li_2O	5.10	6.10	7.10	5.10	7.10	6.10	8.10	7.09	6.10	6.10	4.80	3.50	3.50
Na_2O	3.80	2.90	1.90	4.80	2.90	3.90	1.90	1.91	1.90	1.40	2.70	4.00	2.70
K_2O	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	3.20	3.20	3.20	4.50
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	8.9	9.0	9.0	9.9	10.0	10.0	10.0	9.0	8.0	7.5	7.5	7.5	6.2
Li_2O+MgO	5.1	6.1	7.1	5.1	7.1	6.1	8.1	7.1	6.1	6.1	4.8	3.5	3.5
RO	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
$B_2O_3+MgO+CaO$	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
R_2O	11.6	11.7	11.7	12.6	12.7	12.7	12.7	11.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
R_2O/Al_2O_3	1.6	1.6	1.6	1.8	1.7	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
RO/R_2O	0.32	0.32	0.32	0.29	0.29	0.28	0.28	0.31	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.48	0.47	0.47	0.44	0.45	0.37	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Na_2O/Li_2O	0.75	0.48	0.27	0.94	0.41	0.64	0.23	0.27	0.31	0.23	0.56	1.14	0.77
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.59	1.63	1.60	1.75	1.74	2.12	2.12	2.13	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	248	316	391	222	368	258	404	339	275	287	193	98	130
W	199	265	337	168	308	215	356	305	256	270	178	86	124

[0134]

표 16

성분 (mol%)	No.194	No.195	No.196	No.197	No.198	No.199	No.200	No.201	No.202	No.203	No.204	No.205	No.206
SiO_2	80.00	80.00	80.00	80.00	79.50	79.00	78.40	78.80	78.00	78.00	78.00	78.00	79.00
Al_2O_3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.10	5.30	5.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.30
B_2O_3	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li_2O	4.80	3.50	4.80	6.10	5.00	5.10	5.30	5.10	6.10	5.70	5.50	8.00	4.80
Na_2O	1.40	1.40	0.10	0.10	2.80	2.90	3.00	4.00	3.40	3.20	4.40	2.00	2.70
K_2O	4.50	5.80	5.80	4.50	3.30	3.40	3.50	2.70	3.20	3.80	2.80	2.70	3.90
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	6.2	4.9	4.9	6.2	7.8	8.0	8.3	9.1	9.5	8.9	9.9	10.0	7.5
Li_2O+MgO	4.8	3.5	4.8	6.1	5.0	5.1	5.3	5.1	6.1	5.7	5.5	8.0	4.8
RO	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
$B_2O_3+MgO+CaO$	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
R_2O	10.7	10.7	10.7	10.7	11.1	11.4	11.8	11.8	12.7	12.7	12.7	12.7	11.4
R_2O/Al_2O_3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.1	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.2
RO/R_2O	0.34	0.34	0.34	0.34	0.32	0.32	0.31	0.31	0.28	0.28	0.28	0.28	0.32
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.35
Na_2O/Li_2O	0.29	0.40	0.02	0.02	0.56	0.57	0.57	0.78	0.56	0.56	0.80	0.25	0.56
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	2.14	2.14	2.14	2.14	2.18	2.15	2.15	2.36	2.54	2.54	2.54	2.54	2.15
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	224	161	256	319	203	212	226	178	242	227	188	368	202
W	216	162	254	308	185	190	199	151	211	201	157	331	184

[0135]

표 17

성분 (mol%)	No.207	No.208	No.209	No.210	No.211	No.212	No.213	No.214	No.215	No.216	No.217	No.218	No.219
SiO_2	79.80	77.01	76.01	77.01	77.40	77.45	77.14	77.15	77.75	77.18	77.32	76.17	76.79
Al_2O_3	5.00	6.00	6.00	6.00	5.99	5.97	6.16	6.08	5.97	6.36	5.99	6.6	5.96
B_2O_3	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Li_2O	4.80	6.09	6.09	6.09	6.22	6.11	6.33	6.13	6.13	6.12	6.34	6.47	6.13
Na_2O	2.70	5.91	5.91	5.91	5.82	5.89	5.8	4.93	5.82	5.84	5.83	5.83	5.89
K_2O	3.60	1.90	1.90	1.90	1.52	1.52	1.51	1.89	0.0	0.01	1.88	1.89	0.01
MgO	0.00	0.00	1.50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.09	0.48	1.5
CaO	3.4	2.4	1.9	1.4	2.34	2.34	2.33	3.11	3.62	3.8	1.84	1.85	3.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53	0.52	0.53	0.52	0.52
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	7.5	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.1	11.1	12.0	12.0	12.2	12.3	12.0
Li_2O+MgO	4.8	6.1	7.6	7.1	6.2	6.1	6.3	6.1	6.1	6.1	6.4	7.0	7.6
RO	3.4	2.4	3.4	2.4	2.3	2.3	2.3	3.1	3.6	3.8	1.9	2.3	4.5
$B_2O_3+MgO+CaO$	3.5	2.5	3.5	2.5	2.4	2.4	2.4	3.2	3.7	3.9	2.0	2.4	4.6
R_2O	11.1	13.9	13.9	13.9	13.6	13.5	13.6	13.0	12.0	12.0	14.1	14.2	12.0
R_2O/Al_2O_3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	2.3	2.2	2.0
RO/R_2O	0.31	0.17	0.24	0.17	0.17	0.17	0.17	0.24	0.30	0.32	0.14	0.16	0.37
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.34	0.37	0.35	0.37	0.38	0.38	0.39	0.38	0.38	0.40	0.37	0.40	0.36
Na_2O/Li_2O	0.56	0.97	0.97	0.97	0.94	0.96	0.92	0.80	0.95	0.95	0.92	0.90	0.96
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	2.22	2.32	2.32	2.32	2.26	2.26	2.21	2.13	2.00	1.88	2.35	2.15	2.02
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.25	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.25
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2)	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	192	205	205	202	213	205	224	235	211	222	217	242	208
W	180	168	175	180	177	170	185	193	159	163	187	203	166

[0136]

표 18

성분 (mol%)	No.220	No.221	No.222	No.223	No.224	No.225	No.226	No.227	No.228	No.229	No.230	No.231	No.232
SiO_2	72.71	77.08	73.50	73.10	73.50	73.60	76.13	76.10	73.62	76.16	73.46	73.52	73.45
Al_2O_3	8.46	6.03	9.5	9.4	8.7	8.7	5.99	5.99	8.55	5.99	9.47	9.43	8.72
B_2O_3	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Li_2O	6.11	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.12	6.96	6.11	6.13	6.12	6.11	6.12
Na_2O	5.79	0.0	5.8	5.8	5.8	5.8	1.93	0.05	5.79	3.36	5.84	5.84	5.84
K_2O	1.89	0.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.89	1.82	1.88	1.88	1.87	1.87
MgO	1.5	0.05	0.2	0.0	1.0	0.2	1.52	1.53	0.08	1.5	0.74	0.0	1.5
CaO	2.83	10.19	2.3	3.0	2.3	3.0	5.7	6.77	3.31	4.27	1.79	2.52	1.79
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.53	0.48	0.5	0.5	0.5	0.5	0.52	0.52	0.52	0.52	0.51	0.52	0.52
SnO_2	0.1	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	11.9	6.0	11.9	11.9	11.9	11.9	8.1	7.0	11.9	9.5	12.0	12.0	12.0
Li_2O+MgO	7.6	6.1	6.3	6.1	7.1	6.3	7.6	8.5	6.2	7.6	6.9	6.1	7.6
RO	4.3	10.2	2.5	3.0	3.3	3.2	7.2	8.3	3.4	5.8	2.5	2.5	3.3
$B_2O_3+MgO+CaO$	4.4	10.3	2.6	3.1	3.4	3.3	7.3	8.4	3.5	5.9	2.6	2.6	3.4
R_2O	13.8	6.0	13.8	13.8	13.8	13.8	10.0	8.9	13.7	11.4	13.8	13.8	13.8
R_2O/Al_2O_3	1.6	1.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.5	1.6	1.9	1.5	1.5	1.6
RO/R_2O	0.31	1.71	0.18	0.22	0.24	0.23	0.73	0.93	0.25	0.51	0.18	0.18	0.24
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.47	0.37	0.58	0.56	0.51	0.51	0.35	0.35	0.50	0.35	0.58	0.58	0.51
Na_2O/Li_2O	0.95	0.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.32	0.01	0.95	0.55	0.95	0.96	0.95
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.63	1.00	1.45	1.47	1.59	1.59	1.66	1.49	1.60	1.90	1.46	1.47	1.59
MgO/Al_2O_3	0.18	0.01	0.02	0.00	0.11	0.02	0.25	0.26	0.01	0.25	0.08	0.00	0.17
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	283	367	308	308	286	288	313	403	286	275	306	306	285
W	215	257	236	227	223	215	253	332	209	227	242	232	229

[0137]

표 19

성분 (mol%)	No.233	No.234	No.235	No.236	No.237	No.238	No.239	No.240	No.241	No.242	No.243	No.244	No.245
SiO_2	73.51	69.10	81.00	77.85	76.90	74.90	72.90	78.30	75.40	75.30	78.30	75.40	73.90
Al_2O_3	8.69	10.00	4.00	5.97	6.00	6.00	6.00	5.00	7.00	7.00	4.00	7.00	7.00
B_2O_3	0.09	0.40	0.10	0.00	1.00	3.00	5.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Li_2O	6.12	6.09	5.1	6.13	6.1	6.1	6.1	2.6	0.0	0.1	11.1	2.0	6.1
Na_2O	5.82	5.91	4.9	5.82	5.8	5.8	5.8	2.4	11.0	11.0	2.0	11.0	5.9
K_2O	1.87	1.9	1.3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.90	2.90	0.90	0.90	1.9
MgO	0.74	2.0	1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.0
CaO	2.53	4.0	2.0	3.6	3.6	3.6	3.6	7.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.5
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.52	0.5	0.5	0.53	0.5	0.5	0.5	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	11.9	12.0	10.0	12.0	11.9	11.9	11.9	5.0	11.0	11.1	13.1	13.0	12.0
Li_2O+MgO	6.9	8.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	5.6	1.0	1.1	12.1	3.0	10.1
RO	3.3	6.0	3.0	3.6	3.6	3.6	3.6	10.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.5
$B_2O_3+MgO+CaO$	3.4	6.4	3.1	3.6	4.6	6.6	8.6	10.1	3.1	3.1	3.1	3.1	4.6
R_2O	13.8	13.9	11.3	12.0	11.9	11.9	11.9	6.0	13.9	14.0	14.0	13.9	13.9
R_2O/Al_2O_3	1.6	1.4	2.8	2.0	2.0	2.0	2.0	1.2	2.0	2.0	3.5	2.0	2.0
RO/R_2O	0.24	0.43	0.27	0.30	0.30	0.30	0.30	1.67	0.22	0.21	0.21	0.22	0.32
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.51	0.50	0.28	0.38	0.39	0.39	0.39	0.31	0.41	0.41	0.24	0.41	0.38
Na_2O/Li_2O	0.95	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.92	-	110.00	0.18	5.50	0.97
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.59	1.39	2.83	2.00	1.98	1.98	1.98	1.20	1.99	2.00	3.50	1.99	1.99
MgO/Al_2O_3	0.09	0.20	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.14	0.14	0.25	0.14	0.57
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	287	328	121	211	209	206	202	104	-186	-181	487	-89	231
W	220	225	126	160	155	146	137	65	-210	-206	460	-127	212

[0138]

표 20

성분 (mol%)	No.246	No.247	No.248	No.249	No.250	No.251	No.252	No.253	No.254	No.255	No.256	No.257	No.258
SiO_2	75.90	76.90	72.00	72.10	72.80	72.80	72.40	72.30	72.40	74.90	76.90	77.90	74.40
Al_2O_3	7.00	7.0	9.5	9.4	8.7	8.7	9.0	9.0	9.0	6.0	6.0	6.0	6.0
B_2O_3	0.10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Li_2O	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	0.0	0.1	2.0	6.1	6.1	6.1	6.1
Na_2O	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	11.0	11.0	11.0	5.9	5.9	5.9	5.9
K_2O	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.9	2.9	0.9	1.9	1.9	1.9	1.9
MgO	2.0	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0	2.0	1.0	4.5
CaO	0.5	0.5	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	0.5	0.5	0.5	0.5
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.53	0.53	0.5	0.5	0.5	0.5	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9	11.0	11.1	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Li_2O+MgO	8.1	7.1	7.6	7.1	7.6	7.1	1.0	1.1	3.0	10.1	8.1	7.1	10.6
RO	2.5	1.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	2.5	1.5	5.0
$B_2O_3+MgO+CaO$	2.6	1.6	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.6	2.6	1.6	5.1
R_2O	13.9	13.9	13.8	13.8	13.8	13.8	13.9	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9
R_2O/Al_2O_3	2.0	2.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	2.3	2.3	2.3	2.3
RO/R_2O	0.18	0.11	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.32	0.18	0.11	0.36
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.43	0.45	0.53	0.53	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.33	0.37	0.39	0.32
Na_2O/Li_2O	0.97	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	-	110.00	5.50	0.97	0.97	0.97	0.97
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.99	1.99	1.45	1.47	1.59	1.59	1.54	1.56	1.54	2.32	2.32	2.32	2.32
MgO/Al_2O_3	0.29	0.14	0.16	0.11	0.17	0.11	0.11	0.11	0.11	0.67	0.33	0.17	0.75
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	229	228	310	309	288	289	-125	-120	-28	203	201	199	204
W	210	208	236	228	222	216	-184	-180	-101	194	191	190	195

[0139]

표 21

성분 (mol%)	No.259	No.260	No.261	No.262	No.263	No.264	No.265	No.266	No.267	No.268	No.269	No.270	No.271
SiO_2	75.18	77.13	74.30	74.30	75.30	75.80	77.30	78.80	76.30	74.30	73.30	72.30	73.30
Al_2O_3	6.3	6.0	8.5	9.5	8.6	7.0	5.5	4.0	7.5	9.0	9.0	9.5	8.5
B_2O_3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Li_2O	0.0	0.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
Na_2O	12.5	11.4	5.9	5.9	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
K_2O	0.1	0.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
MgO	5.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.7	3.5	2.6	1.6	1.6	2.6	2.6	2.6	1.6	2.1	3.1	3.6	3.6
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.06	0.09	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	12.5	11.4	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Li_2O+MgO	5.1	1.8	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
RO	5.8	5.3	2.6	1.6	1.6	2.6	2.6	2.6	1.6	2.1	3.1	3.6	3.6
$B_2O_3+MgO+CaO$	5.8	5.3	2.7	1.7	1.7	2.7	2.7	2.7	1.7	2.2	3.2	3.7	3.7
R_2O	12.7	11.5	13.9	13.9	13.8	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9
R_2O/Al_2O_3	2.0	1.9	1.6	1.5	1.6	2.0	2.5	3.5	1.9	1.5	1.5	1.5	1.6
RO/R_2O	0.45	0.46	0.19	0.12	0.12	0.19	0.19	0.19	0.12	0.15	0.22	0.26	0.26
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.34	0.36	0.52	0.61	0.56	0.42	0.33	0.24	0.48	0.56	0.53	0.54	0.49
Na_2O/Li_2O	-	-	0.97	0.97	0.95	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	2.00	1.93	1.64	1.46	1.60	1.99	2.53	3.48	1.85	1.54	1.54	1.46	1.64
MgO/Al_2O_3	0.80	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	-245	-222	278	302	279	236	193	150	246	290	295	311	282
W	-246	-254	212	241	227	185	158	130	204	226	216	220	201

[0140]

표 22

성분 (mol%)	No.272	No.273	No.274	No.275	No.276	No.277	No.278	No.279	No.280	No.281	No.282	No.283	No.284
SiO_2	77.20	71.30	75.30	73.30	75.10	75.10	73.70	73.70	76.80	75.80	75.80	75.80	76.60
Al_2O_3	6.6	8.5	6.5	6.5	8.5	8.5	7.5	7.5	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
B_2O_3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Li_2O	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	7.1	6.1	9.1	4.1	4.1	5.1	3.1	4.3
Na_2O	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	4.9	5.9	2.9	4.9	5.9	4.9	6.9	3.9
K_2O	1.9	1.9	1.9	1.9	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	2.7	2.7	2.7	3.7
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	1.7	5.7	3.7	5.7	1.2	1.2	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	11.9	11.9	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.0	9.0	10.0	10.0	10.0	8.2
Li_2O+MgO	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	7.1	6.1	9.1	4.1	4.1	5.1	3.1	4.3
RO	1.7	5.7	3.7	5.7	1.2	1.2	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
$B_2O_3+MgO+CaO$	1.8	5.8	3.8	5.8	1.3	1.3	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
R_2O	13.8	13.8	13.8	13.8	14.5	14.5	14.5	14.5	11.7	12.7	12.7	12.7	11.9
R_2O/Al_2O_3	2.1	1.6	2.1	2.1	1.7	1.7	1.9	1.9	1.6	1.8	1.8	1.8	1.7
RO/R_2O	0.12	0.41	0.27	0.41	0.08	0.08	0.25	0.25	0.31	0.28	0.28	0.28	0.30
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.43	0.44	0.37	0.33	0.54	0.54	0.41	0.41	0.47	0.44	0.44	0.44	0.46
Na_2O/Li_2O	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.69	0.97	0.32	1.20	1.44	0.96	2.23	0.91
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	2.09	1.62	2.12	2.12	1.71	1.71	1.93	1.93	1.63	1.76	1.76	1.76	1.65
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	223	294	228	237	273	346	255	473	169	147	219	74	204
W	190	182	167	146	227	297	183	395	125	95	166	24	162

[0141]

표 23

성분 (mol%)	No.285	No.286	No.287	No.288	No.289	No.290	No.291	No.292	No.293	No.294	No.295	No.296	No.297
SiO_2	79.80	78.80	78.80	78.00	77.00	77.50	77.50	77.20	77.20	77.70	76.70	75.70	77.20
Al_2O_3	5.0	5.0	4.5	4.5	6.0	6.0	6.0	6.2	6.1	6.0	6.0	7.0	5.5
B_2O_3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Li_2O	4.8	4.8	4.8	4.8	6.1	6.2	6.1	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
Na_2O	3.6	4.6	4.6	4.6	5.9	5.8	5.9	5.8	4.9	5.8	5.9	5.9	5.9
K_2O	2.7	2.7	3.2	4.0	1.9	1.5	1.5	1.5	1.9	0.0	0.0	1.9	1.9
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
CaO	3.4	3.4	3.4	3.4	2.4	2.3	2.3	2.3	3.1	3.6	3.0	2.6	2.6
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	8.4	9.4	9.4	9.4	12.0	12.0	12.0	12.1	11.0	11.9	12.0	12.0	12.0
Li_2O+MgO	4.8	4.8	4.8	4.8	6.1	6.2	6.1	6.3	6.1	6.1	7.6	6.1	6.1
RO	3.4	3.4	3.4	3.4	2.4	2.3	2.3	2.3	3.1	3.6	4.5	2.6	2.6
$B_2O_3+MgO+CaO$	3.5	3.5	3.5	3.5	2.5	2.4	2.4	2.4	3.2	3.7	4.6	2.7	2.7
R_2O	11.1	12.1	12.6	13.4	13.9	13.5	13.5	13.6	12.9	11.9	12.0	13.9	13.9
R_2O/Al_2O_3	2.2	2.4	2.8	3.0	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	2.5
RO/R_2O	0.31	0.28	0.27	0.25	0.17	0.17	0.17	0.17	0.24	0.30	0.38	0.19	0.19
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.34	0.32	0.28	0.27	0.37	0.38	0.38	0.39	0.38	0.39	0.36	0.42	0.33
Na_2O/Li_2O	0.75	0.96	0.96	0.96	0.97	0.94	0.97	0.92	0.80	0.95	0.97	0.97	0.97
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	2.22	2.42	2.80	2.98	2.32	2.25	2.25	2.19	2.11	1.98	2.00	1.99	2.53
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ //((100×SnO_2) ×($R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3$))	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	171	148	134	135	206	212	205	223	235	211	208	236	193
W	154	125	115	115	169	177	170	185	193	159	165	185	158

[0142]

표 24

성분 (mol%)	No.298	No.299	No.300	No.301	No.302	No.303	No.304	No.305	No.306	No.307	No.308	No.309	No.310
SiO_2	78.70	75.20	73.80	73.80	73.80	75.80	75.80	77.80	77.70	77.80	76.80	76.70	76.80
Al_2O_3	4.0	6.5	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
B_2O_3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Li_2O	6.1	6.1	8.1	6.1	4.1	6.1	4.1	6.1	4.1	2.1	3.1	4.1	4.6
Na_2O	5.9	5.8	3.8	5.8	7.8	3.8	5.8	1.8	3.8	5.8	5.7	4.8	4.3
K_2O	1.9	1.9	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	2.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9	9.9	7.9	7.9	7.9	7.9	8.8	8.9	8.9
Li_2O+MgO	6.1	6.1	8.1	6.1	4.1	6.1	4.1	6.1	4.1	2.1	3.1	4.1	4.6
RO	2.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7
$B_2O_3+MgO+CaO$	2.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.8	3.8	3.8
R_2O	13.9	13.8	14.6	14.6	14.6	12.6	12.6	10.6	10.6	10.6	11.5	11.6	11.6
R_2O/Al_2O_3	3.5	2.1	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6
RO/R_2O	0.19	0.27	0.25	0.25	0.25	0.29	0.29	0.35	0.35	0.34	0.32	0.32	0.32
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.24	0.37	0.39	0.39	0.39	0.44	0.44	0.50	0.50	0.51	0.47	0.47	0.47
Na_2O/Li_2O	0.97	0.95	0.47	0.95	1.90	0.62	1.41	0.30	0.93	2.76	1.84	1.17	0.93
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	3.48	2.12	2.03	2.03	2.03	1.75	1.75	1.47	1.47	1.47	1.60	1.61	1.61
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	150	228	395	249	104	295	149	341	195	49	102	172	208
W	130	167	321	180	38	238	97	297	156	15	59	126	162

[0143]

표 25

성분 (mol%)	No.311	No.312	No.313	No.314	No.315	No.316	No.317	No.318	No.319	No.320
SiO_2	76.70	76.70	76.60	75.80	75.60	76.90	78.40	79.90	79.00	79.80
Al_2O_3	7.3	7.2	7.3	7.2	7.3	6.0	5.5	5.0	5.3	5.0
B_2O_3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Li_2O	5.1	6.1	7.1	5.1	7.1	8.1	7.1	6.1	4.8	4.8
Na_2O	3.8	2.9	1.9	4.8	2.9	1.9	1.9	1.9	2.7	2.7
K_2O	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.9	3.6
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ZrO_2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SnO_2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MoO_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sb_2O_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li_2O+Na_2O	8.9	9.0	9.0	9.9	10.0	10.0	9.0	8.0	7.5	7.5
Li_2O+MgO	5.1	6.1	7.1	5.1	7.1	8.1	7.1	6.1	4.8	4.8
RO	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4
$B_2O_3+MgO+CaO$	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5
R_2O	11.6	11.7	11.7	12.6	12.7	12.7	11.7	10.7	11.4	11.1
R_2O/Al_2O_3	1.6	1.6	1.6	1.8	1.7	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2
RO/R_2O	0.32	0.32	0.32	0.29	0.29	0.28	0.31	0.34	0.32	0.31
$Al_2O_3/(R_2O+RO)$	0.48	0.47	0.47	0.44	0.45	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34
Na_2O/Li_2O	0.75	0.48	0.27	0.94	0.41	0.23	0.27	0.31	0.56	0.56
$(ZnO+R_2O)/Al_2O_3$	1.59	1.63	1.60	1.75	1.74	2.12	2.13	2.14	2.15	2.22
MgO/Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(SiO_2+B_2O_3+P_2O_5)$ $/((100\times SnO_2)$ $\times(R_2O+RO+ZnO+Al_2O_3))$	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$SiO_2+1.2\times P_2O_5-3\times Al_2O_3-B_2O_3-2\times Li_2O-$ $1.5\times Na_2O-K_2O$	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
X	248	316	391	222	368	404	340	275	202	192
W	199	265	337	168	308	356	306	256	184	180

[0144]

표 26

특성	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13
ρ (g/cm^3)	2.442	2.446	2.451	2.426	2.432	2.416	2.422	2.436	2.429	2.452	2.436	2.448	2.457
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	60	49	52	50	53	50	53	69	65	51	56	63	54
Ts (℃)	812	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1457	1484	1511	1512	1546	1454	1476	1465	1445	1450	1446	1486	1474
E (GPa)	87	89	88	87	86	85	84	85	86	89	88	85	88
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	0.82	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	91.2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	534	585	386	520	389	535	363	523	683	586	739	394	391
CS30 (MPa)	149	61	103	105	118	70	99	180	181	48	91	133	95
DOC (μm)	55	40	53	48	56	43	54	60	53	38	42	60	51
CT_{CV} (MPa)	47	35	34	39	37	33	33	55	62	33	47	42	32
내산성 (mg/㎠)	0.00	0.05	0.07	0.00	0.00	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
내알칼리성 (mg/㎠)	0.40	0.57	0.55	0.48	0.53	0.62	0.59	0.40	0.39	0.50	0.42	0.47	0.48
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0145]

표 27

특성		No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25
ρ (g/cm^3)		2.469	2.493	2.550	2.657	2.621	2.798	2.438	2.434	2.442	2.444	2.401	2.547
$\alpha_{30-380℃}$ (10^{-7}/℃)		N.A.	N.A.	65	70	66	72	57	57	57	59	74	86
Ts (℃)		N.A.	775	N.A.	753	792	743	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	908	N.A.
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)		1440	1414	1453	1404	1462	1410	1481	1493	1482	1474	1575	1215
E (GPa)		86	86	86	85	84	82	87	86	87	87	74	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.76	N.A.
400nm 투과율		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	91.3	91.4	91.3	91.3	91.3	N.A.
CS (MPa)		569	578	581	630	636	715	449	488	503	469	252	N.A.
CS30 (MPa)		75	N.A.	39	N.A.	29	N.A.	126	124	110	122	157	N.A.
DOC (μm)		45	35	37	30	35	25	54	52	49	53	107	N.A.
CT_{CV} (MPa)		42	20	32	24	31	25	41	42	40	41	38	N.A.
내산성 (mg/㎠)		0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	19.90	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)		0.20	0.20	0.45	0.53	0.48	0.68	0.42	0.43	0.43	0.43	1.50	N.A.
내불산성 (mg/㎠)		N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	27.6	N.A.
결정화 후	E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	100
	K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.8
	400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	72.5

[0146]

표 28

특성	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37	No.38
ρ (g/cm^3)	2.452	2.456	2.441	2.466	2.453	2.459	2.478	2.469	2.471	2.480	2.456	2.464	2.454
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	55	62	81	68	85	99	71	88	105	120	67	75	94
Ts (℃)	1012	962.5	948	895.5	845	758.5	834.5	770.5	703.5	650.5	1007	N.A.	907.5
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1644	1606	1652	1521	1501	1434	1404	1364	1302	1240	1640	1596	1614
E (GPa)	80	78	N.A.	77	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	78	77	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	811	868	1273	845	1115	831	N.A.	947	725	N.A.	828	863	1167
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	6	6	17	6	N.A.	19	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	11	N.A.	23
CT_{CV} (MPa)	10	62	18	72	N.A.	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	70	N.A.	30
내산성 (mg/㎠)	0.23	0.04	0.12	0.01	0.03	0.07	0.04	0.03	0.02	0.09	15.26	0.25	3.70
내알칼리성 (mg/㎠)	0.78	0.63	0.61	0.49	0.54	0.68	0.47	0.52	0.61	0.86	0.80	0.62	0.66
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0147]

표 29

특성	No.39	No.40	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51
ρ (g/cm^3)	2.475	2.464	2.473	2.489	2.481	2.484	2.491	2.434	2.448	2.436	2.463	2.449	2.448
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	79	96	110	82	101	117	131	54	63	85	72	87	101
Ts (℃)	872.5	812.5	725	807	742.5	674.5	625	1008	972.5	983.5	N.A.	858.5	800
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1487	1462	1393	1371	1330	1267	1209	1658	1604	1643	1529	1508	1442
E (GPa)	77	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	76	76	N.A.	75	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	812	1018	728	770	896	640	N.A.	780	833	1169	783	1001	786
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	9	18	26	5	12	24	N.A.	6	10	25	15	15	23
CT$_{CV}$ (MPa)	7	20	22	133	3	9	N.A.	46	22	49	2	2	23
내산성 (mg/㎠)	0.03	0.10	0.15	0.03	0.04	0.04	0.25	1.42	0.09	0.10	0.06	0.09	0.09
내알칼리성 (mg/㎠)	0.61	0.64	0.93	0.51	0.62	0.76	1.17	1.19	0.93	0.82	1.02	0.87	0.86
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0148]

표 30

특성	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58	No.59	No.60	No.61	No.62	No.63	No.64	No.65
ρ (g/cm^3)	2.473	2.463	2.463	2.471	2.441	2.460	2.450	2.475	2.457	2.465	2.486	2.475	2.477	2.485
$\alpha_{30-380℃}$ (10^{-7}/℃)	72	90	106	122	67	78	96	83	98	114	83	102	118	135
Ts (℃)	822.5	756	727	676	999	979	935.5	N.A.	826.5	769.5	790.5	728	702.5	651
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1416	1368	1308	1244	1640	1592	1612	1496	1468	1409	1376	1332	1270	1205
E (GPa)	75	N.A.	N.A.	N.A.	75	75	N.A.	75	N.A.	N.A.	75	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	839	593	N.A.	788	825	1066	744	918	709	659	774	536	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	9	23	N.A.	N.A.	24	29	N.A.	21	31	5	N.A.	30	N.A.
CT$_{CV}$ (MPa)	N.A.	78	2	N.A.	N.A.	6	37	N.A.	6	26	98	N.A.	14	N.A.
내산성 (mg/㎠)	0.03	0.05	0.06	0.17	5.31	0.13	0.21	0.04	0.11	0.15	0.07	0.12	0.16	0.60
내알칼리성 (mg/㎠)	0.66	0.71	0.84	1.14	1.33	1.07	0.98	0.92	0.75	0.94	0.56	0.65	0.82	1.13
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0149]

표 31

특성	No.66	No.67	No.68	No.69	No.70	No.71	No.72	No.73	No.74	No.75
ρ (g/cm^3)	2.411	2.412	2.413	2.414	2.410	2.409	2.410	2.408	2.407	2.404
$\alpha_{30-380℃}$ (10^{-7}/℃)	75	76	75	76	76	75	75	75	76	74
Ts (℃)	837	854	869	883	856	824	838	793	911	790
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1582	1598	1606	1610	1608	1571	1590	1544	1676	1542
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	70	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	91.3	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	899	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	12	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.06	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.53	N.A.	N.A.
내물산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.4	N.A.	N.A.

[0150]

표 32

특성	No.76	No.77	No.78	No.79	No.80	No.81	No.82	No.83	No.84	No.85	No.86	No.87	No.88
ρ (g/cm^3)	2.377	2.401	2.402	2.450	2.466	2.391	2.391	2.394	2.390	2.387	2.380	2.412	2.416
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	64	76	77	90	90	69	71	72	68	70	67	76	78
Ts (℃)	897	901	901	879	883	824	866	916	789	808	762	788	815
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1656	1616	1655	1579	1580	1608	1663	1683	1562	1582	1523	1558	1585
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	70	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{Cu} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0151]

표 33

특성	No.89	No.90	No.91	No.92	No.93	No.94	No.95	No.96	No.97	No.98	No.99	No.100	No.101
ρ (g/cm^3)	2.417	2.413	2.413	2.403	2.441	2.375	2.373	2.372	2.370	2.395	2.389	2.381	2.417
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	79	74	77	72	N.A.	65	66	67	67	77	77	77	84
Ts (℃)	861	770	776	752	N.A.	911	907	909	915	853	818	817	797
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1622	1504	1526	1465	N.A.	1656	1666	1670	1671	1652	1622	1594	1614
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0152]

표 34

특성	No.102	No.103	No.104	No.105	No.106	No.107	No.108	No.109	No.110	No.111	No.112	No.113	No.114	No.115
ρ (g/cm^3)	2.418	2.442	2.396	2.391	2.385	2.395	2.392	2.390	2.399	2.395	2.398	2.403	2.392	2.391
$\alpha_{30-380℃}$ (10^{-7}/℃)	84	91	70	72	67	71	69	71	76	77	77	76	76	74
Ts (℃)	777	771	782	903	760	789	770	775	781	874	833	802	804	766
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1542	1529	1551	1574	1512	1545	1511	1526	1595	1628	1641	1551	1578	1527
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0153]

표 35

특성	No.116	No.117	No.118	No.119	No.120	No.121	No.122	No.123	No.124	No.125	No.126	No.127	No.128
ρ (g/cm^3)	2.374	2.370	2.376	2.371	2.364	2.363	2.402	2.400	2.395	2.394	2.401	2.397	2.393
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	68	69	69	69	69	68	76	76	76	77	77	76	75
Ts (℃)	841	890	926	808	851	790	790	799	815	835	813	788	781
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1668	1693	1682	1623	1641	1592	1577	1579	1591	1610	1607	1562	1548
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.06	0.12	0.34	0.75	0.07	0.20	0.44
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0154]

표 36

특성	No.129	No.130	No.131	No.132	No.133	No.134	No.135	No.136	No.137	No.138	No.139	No.140	No.141
ρ (g/cm^3)	2.374	2.371	2.368	2.367	2.374	2.367	2.364	2.361	2.357	2.353	2.346	2.432	2.385
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	69	70	69	70	68	69	69	69	68	69	68	89	72
Ts (℃)	824	843	869	892	859	830	816	862	796	837	785	908	862
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1648	1663	1681	1678	1687	1645	1636	1632	1598	1614	1590	1586	1647
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	0.04	0.07	0.12	0.28	0.03	0.10	0.17	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0155]

표 37

특성	No.142	No.143	No.144	No.145	No.146	No.147	No.148	No.149	No.150	No.151	No.152	No.153	No.154
ρ (g/cm^3)	2.385	2.395	2.377	2.379	2.371	2.373	2.383	2.396	2.364	2.374	2.356	2.383	2.391
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	71	69	72	72	71	68	66	63	68	66	67	71	72
Ts (℃)	907	931	871	828	807	917	941	950	882	908	856	864	855
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1669	1645	1625	1615	1588	1693	1675	1648	1655	1635	1621	1610	1609
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0156]

표 38

특성	No.155	No.156	No.157	No.158	No.159	No.160	No.161	No.162	No.163	No.164	No.165	No.166	No.167
ρ (g/cm^3)	2.385	2.393	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	71	72	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	831	816	835	855	875	865	833	845	863	828	836	834	850
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	1606	1601	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0157]

표 39

특성	No.168	No.169	No.170	No.171	No.172	No.173	No.174	No.175	No.176	No.177	No.178	No.179	No.180
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	847	837	744	748	757	786	796	833	845	863	828	820	817
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0158]

표 40

특성	No.181	No.182	No.183	No.184	No.185	No.186	No.187	No.188	No.189	No.190	No.191	No.192	No.193
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	814	810	807	790	784	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	824	824	826	836
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0159]

표 41

특성	No.194	No.195	No.196	No.197	No.198	No.199	No.200	No.201	No.202	No.203	No.204	No.205	No.206
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	834	850	847	837	813	806	803	789	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0160]

표 42

특성	No.207	No.208	No.209	No.210	No.211	No.212	No.213	No.214	No.215	No.216	No.217	No.218	No.219
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	758	758	758	767	779	782	753	755	777
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0161]

표 43

특성	No.220	No.221	No.222	No.223	No.224	No.225	No.226	No.227	No.228	No.229	No.230	No.231	No.232
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{50-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	778	861	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	807	823	779	787	806	799	793
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0162]

표 44

특성	No.233	No.234	No.235	No.236	No.237	No.238	No.239	No.240	No.241	No.242	No.243	No.244	No.245
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	785	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0163]

표 45

특성	No.246	No.247	No.248	No.249	No.250	No.251	No.252	No.253	No.254	No.255	No.256	No.257	No.258
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	769
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0164]

표 46

특성	No.259	No.260	No.261	No.262	No.263	No.264	No.265	No.266	No.267	No.268	No.269	No.270	No.271
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	876	847	784	809	793	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0165]

표 47

특성	No.272	No.273	No.274	No.275	No.276	No.277	No.278	No.279	No.280	No.281	No.282	No.283	No.284
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	765	763	753	745	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0166]

표 48

특성	No.285	No.286	No.287	No.288	No.289	No.290	No.291	No.292	No.293	No.294	No.295	No.296	No.297
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	758	758	758	767	779	777	N.A.	N.A.
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0167]

표 49

특성	No.298	No.299	No.300	No.301	No.302	No.303	No.304	No.305	No.306	No.307	No.308	No.309	No.310
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.419	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380C}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	74.7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	N.A.	753	744	748	757	786	796	833	845	863	828	820	817
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1596	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	75.5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	91.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	590	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.01	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물성 (mg/㎡)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.8	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0168]

표 50

[0169]

특성	No.311	No.312	No.313	No.314	No.315	No.316	No.317	No.318	No.319	No.320
ρ (g/cm^3)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
$\alpha_{30-380℃}$ (10^{-7}/℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Ts (℃)	814	810	807	790	784	N.A.	N.A.	N.A.	812	814
$10^{2.5}$ dPa・s (℃)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
E (GPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
K1c (MPa・m$^{0.5}$)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
400nm 투과율	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS30 (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
DOC (μm)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CT_{CV} (MPa)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내알칼리성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
내물산성 (mg/㎠)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

[0170] 다음과 같이 해서 표 1~50의 시료 No. 1~320을 제작했다. 우선 표 1~25에 기재된 시료 No. 1~320의 유리 조성이 되도록, 유리 원료를 조합하고, 백금 포트를 사용해서 1600℃에서 21시간 용융했다. 계속해서, 얻어진 용융 유리를 카본판 위에 흘려보내서, 평판 형상으로 성형한 후, 서랭점으로부터 변형점 사이의 온도역을 3℃/분으로 냉각하고, 유리판(강화용 유리판)을 얻었다. 얻어진 유리판에 대해서, 표 26~50에 기재된 여러가지의 특성을 평가했다.

[0171] 밀도(ρ)는 주지의 아르키메데스법에 의해 측정한 값이다.

[0172] 30~380℃에 있어서의 열팽창 계수($\alpha_{30-380℃}$)는, 딜라토미터를 사용하여, 평균 열팽창 계수를 측정한 값이다.

[0173] 연화점(Ts)은 ASTM C338의 방법에 기반해서 측정한 값이다.

[0174] 고온 점도 $10^{2.5}$dPa・s에 있어서의 온도($10^{2.5}$dPa・s)는, 백금구 인상법으로 측정한 값이다.

[0175] 영률(E)은 JIS R1602-1995「파인 세라믹스의 탄성률 시험 방법」에 준거한 방법으로 산출한 것이다.

[0176] 계속해서, 시료 No. 1~24 및 26~320의 양 표면에 광학 연마를 실시해서, 판 두께 0.6㎜로 한 후, 투과율의 측정을 행했다.

[0177] 파장 400㎚에 있어서의 투과율은, 판 두께 0.6㎜의 강화 유리판에 대해서, 자외 가시 근적외 분광 광도계(히타치 하이테크 사이언스제 UH4150)를 사용해서, 판 두께 방향의 직선 투과율을 측정한 값이다.

[0178] 또한, 얻어진 시료 No. 1~24의 강화용 유리판을 380℃의 $NaNO_3$ 용융염 중에 1시간 침지시킴으로써, 이온 교환 처리를 행했다. 이온 교환 처리 후에 각 시료의 표면을 세정했다. 계속해서, 산란광 광탄성 응력계 SLP-2000(가부시키가이샤 오리하라 세이사쿠쇼제)을 사용하여 관찰되는 위상차 분포 곡선으로부터 최표면의 압축 응력값(CS)과 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)과 응력 깊이(DOC), 및 내부의 인장 응력값(CTcv)을 산출했다. 여기에서, DOC는 응력값이 제로가 되는 깊이이다. 또한, 얻어진 시료 No. 26~320의 강화용 유리판을 380℃의 KNO_3 용융염 중에 4시간 침지시킴으로써, 이온 교환 처리를 행했다. 이온 교환 처리 후에 각 시료의 표면을 세정했다. 계속해서, 표면 응력계 FSM-6000(가부시키가이샤 오리하라 세이사쿠쇼제)을 사용하여 관찰되는 위상차 분포 곡선으로부터 최표면의 압축 응력값(CS)과 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)과 응력 깊이(DOC), 및 내부의 인장 응력값(CTcv)을 산출했다. 여기에서, DOC는 응력값이 제로가 되는 깊이이다. 산출에 있어서, 각 시료의 굴절률을 1.53, 광학 탄성 정수를 29.0[(nm/cm)/MPa]으로 했다. 또한, 이온 교환 처리 전후에서, 유리의 표층에 있어서의 유리 조성이 미시적으로 상이하지만, 유리 전체로서 보았을 경우는, 유리 조성이 실질적으로 상위하지 않다.

[0179] 또한, 시료 No. 25는 양 표면에 광학 연마를 실시하고, 판 두께 0.6㎜로 한 후, 615℃에서 12시간, 850℃에서 3시간 열처리 함으로써, 결정을 석출시켜서 결정화 유리로 했다. 얻어진 결정화 유리에 대해서는, 상술된 조건에서 영률 및 투과율을 측정했다. 그 후, 430℃의 $NaNO_3$ 용융염 중에 6시간 침지시킴으로써, 이온 교환 처리를 행했다. 이온 교환 처리 후에 각 시료의 표면을 세정했다.

[0180] 상기된 바와 같이 해서 얻어진 시료 No. 1~320의 강화 유리판에 대해서, 내산성, 내알칼리성, 내불산성 및 파괴 인성값(K1c)을 평가했다.

[0181] 내산성 시험은 측정 시료로서 50×10×1.0㎜의 치수로 양면 경면 연마 가공한 유리 시료를 사용하고, 중성 세제 및 순수로 충분하게 세정한 후, 80℃로 가온한 5질량% HCl 수용액에 24시간 침지시킴과 아울러, 침지 전후의 단위 표면적당의 질량 손실(mg/㎠)을 산출함으로써 평가한 것이다.

[0182] 내알칼리성 시험은 측정 시료로서 50×10×1.0㎜의 치수로 양면 경면 연마 가공한 유리 시료를 사용하고, 중성 세제 및 순수로 충분하게 세정한 후, 80℃로 가온한 5질량% NaOH 수용액에 6시간 침지시킴과 아울러, 침지 전후의 단위 표면적당의 질량 손실(mg/㎠)을 산출함으로써 평가한 것이다.

[0183] 내불산성 시험은 측정 시료로서 50×10×1.0㎜의 치수로 양면 경면 연마 가공한 유리 시료를 사용하고, 중성 세제 및 순수로 충분하게 세정한 후, 20℃로 유지한 10질량% HF수용액에 20분간 침지시킴과 아울러, 침지 전후의 단위 표면적당의 질량 손실(mg/㎠)을 산출함으로써 평가한 것이다.

[0184] 파괴 인성값(K1c)은, JIS R1607 「파인 세라믹스의 파괴 인성 시험 방법」에 기반해서, SEPB법에 의해 측정한 것이다. 또한, 각 시료의 파괴 인성값은, 3점의 평균값으로부터 구했다.

[0185] 표 1~30으로부터 분명하듯이, 시료 No. 1~23, 26~65는 영률이 높고, 특히 No. 1은 파괴 인성값이 0.82MPa·$m^{0.5}$이며, 기계적 특성이 높은 유리가 얻어졌다. 한편, 비교예인 시료 No. 24는, RO가 적기 때문에, 영률이 74GPa, 파괴 인성값이 0.76MPa·$m^{0.5}$로 낮았다. 또한, 시료 No. 1~23은, 투과율이 91.2% 이상으로 높았다. 한편, 결정화 강화 유리판인 시료 No. 25는, 결정화 후의 투과율이 72.5%로 낮았다.

[0186] (실시예 2)

[0187] 표 51은, 본 발명의 실시예 A 및 비교예 B의 유리 특성을 나타내고 있다. 여기에서, 「SPP-4PB」는 가상 4점 굽힘 강도를 나타내고, 「N.A.」는 미측정을 나타내고 있다.

표 51

[0188]

실시예	A	B
조성	No.1	No.24
E(GPa)	87	74
K1c (MPa · $m^{0.5}$)	0.82	0.76
CS (MPa)	425	830
CS30 (MPa)	244	120
DOC (μm)	89	130
CT_{CV} (MPa)	90	N.A.
SPP-4PB (MPa)	290	172

[0189] 다음과 같이 해서 표 51의 실시예 A 및 비교예 B(강화 유리판)를 제작했다. 우선, 표 1 및 2에 기재된 시료 No. 1 및 24의 유리 조성이 되도록 유리 원료를 조합하고, 백금 포트를 사용하여 1600℃로 21시간 용융했다. 그 후, 얻어진 용융 유리를 카본판 위에 흘려보내서, 평판 형상으로 성형, 서랭했다. 얻어진 유리판에 대해서, 실시예 1과 같은 방법으로 영률을 평가했다. 그 후, 얻어진 평판 형상의 유리로부터, 연삭, 연마를 거쳐서 판 두께 0.6㎜의 강화용 유리판을 얻었다. 다음으로, 얻어진 강화용 유리판을 각각 소정 사이즈로 절단했다. 또한, 실시예 A의 강화용 유리판은 430℃에서 $NaNO_3$를 15질량%, KNO_3를 85질량% 함유한 혼합 용융염 중에 1시간 침지시킴으로써, 이온 교환 처리를 행해서, 강화 유리판으로 했다. 또한, 비교예 B의 강화용 유리판은 380℃의 $NaNO_3$ 용융염 중에 3시간 침지시킴으로써 이온 교환 처리를 행한 후, 380℃의 KNO_3를 95질량%, $NaNO_3$를 5질량% 함유한 혼합 용융염 중에 45분간 침지시킴으로써 이온 교환 처리를 행해서 강화 유리판으로 했다.

[0190] 얻어진 강화 유리판에 대해서, 파괴 인성값 및 가상 4점 굽힘 강도의 측정을 행했다.

[0191] 파괴 인성값(K1c)은 실시예 1과 같은 방법으로 평가했다.

[0192] 가상 4점 굽힘 강도는, 다음과 같은 순서로 행했다. 우선, 다음 순서로 유리의 가상을 행했다. 35㎜×35㎜ 사이즈로 두께 0.6㎜로 가공한 강화 유리판을 수직으로 한 상태에서 1.5㎜ 두께의 SUS판에 고정하고, 이에 대해서 P180번째의 샌드페이퍼 너머로 진자상의 암 선단을 충돌시켜, 가상했다. 암 선단은 φ5㎜의 철제의 실린더이며, 암 중량은 550g이다. 암을 내리치는 높이는 충돌점으로부터 100㎜로 했다. 다음으로 가상한 샘플에 대해서 JIS R1601(1995)에 따르는 4점 굽힘 시험을 행해서, 「가상 4점 굽힘 강도」를 측정했다. 시험은 각 실시예당 6매의 샘플에 대해서 행하고, 그것들의 측정값의 평균값을 평가 결과로 했다.

[0193] 표 51로부터 분명한 바와 같이, 실시예 A는 영률이 87GPa, 파괴 인성값이 0.82MPa · $m^{0.5}$로 높은 기계적 특성을 갖고, 압축 응력층 최표면으로부터의 깊이 30㎛에 있어서의 압축 응력값(CS30)도 244MPa로 높기 때문에, 가상 4점 굽힘 강도가 290MPa로 높았다. 한편, 비교예 B는 영률이 74GPa, 파괴 인성값이 0.76MPa · $m^{0.5}$로 실시예 A보다 낮고, 또한 CS30도 120MPa로 낮기 때문에, 가상 4점 굽힘 강도도 172MPa로 낮았다.

[0194] (실시예 3)

[0195] 표 중에 기재된 시료 No. 73 및 No. 304의 유리 조성이 되도록 유리 원료를 조합하고, 백금 포트를 사용해서 1600℃에서 21시간 용융했다. 그 후, 얻어진 용융 유리를 카본판 위에 흘려보내서, 평판 형상으로 성형, 서랭했다. 얻어진 평판 형상의 유리로부터, 연삭, 연마를 거쳐서 판 두께 0.3㎜의 판상 유리를 얻은 후, 불산에 의한 에칭 공정에 의한 슬리밍을 거쳐서 판 두께 31㎛의 강화용 유리판을 얻었다. 그 다음에, 얻어진 강화용 유리판을 각각 50㎜×50㎜ 사이즈로 절단했다. 또한, 시료 No. 73의 강화용 유리판은 380℃에서 KNO_3 용융염 중에 1시간 10분 침지시킴으로써, 이온 교환 처리를 행해서, 강화 유리판으로 했다. 또한, 시료 No. 304의 강화용 유리판은, 380℃에서 KNO_3 용융염 중에 1시간 45분 침지시킴으로써, 이온 교환 처리를 행해서, 강화 유리판으로 했다. 또한, 얻어진 강화 유리판을 불산에 의한 에칭 공정에 의한 슬리밍을 거쳐서 판 두께 30㎛의 측정 시료로 했다. 측정 시료의 시료 No. 73의 압축 응력값은 698MPa, 압축 응력층 깊이는 5.5㎛이며, 시료 No. 304의 압축

응력값은 418㎫, 압축 응력층 깊이는 4.8㎛였다.

[0196] 측정 시료에 대해서, 표면 거칠기 및 내충격 강도의 측정을 행했다.

[0197] 표면 거칠기는 주사형 백색 간섭계(Zygo사제 New View 7300)를 사용해서 측정하고, ISO 25178에 준거해서 산출한 「산술 평균 높이」이다. 또한, 상세한 측정 조건은 하기대로이다.

[0198] 장치명: Zygo사제 New View 7300

[0199] 시야 범위: 73.55㎛×55.16㎛

[0200] 대물 렌즈: 50배

[0201] 줌 렌즈: 2배

[0202] 해석 소프트: Metro Pro(Zygo사제)

[0203] 형상 보정: Plane(1차)

[0204] Filter Type: Gauss Spline

[0205] Filter Low Wavelength(high pass): 13.8㎛

[0206] Filter High Wavelength(low pass): 0.345㎛

[0207] 내충격 강도는 이하의 내충격 시험에 의해 측정했다. 우선, 얻어진 측정 시료(평면시 치수 50㎜×50㎜)를 석정반 상에 두고, 봉 선단 구상의 충돌체(볼 선단의 구경 0.7㎜, 전체 질량 5.4g의 볼펜: BIC사제, 오렌지 EG 0.7)의 선단을 유리 시료에 낙하시켜서 시험을 행했다. 이때, 충돌체의 선단이 유리 시료에 대해서 수직으로 낙하하도록, 충돌체를 수직으로 유지된 안내통의 내공을 통과해서 유리 시료까지 낙하시켰다. 낙하 전의 충돌체 선단의 높이를 낙하 높이로 하고, 그 초기값을 1.0㎝로 설정해서 낙하시켰다. 낙하에 의해 유리 시료가 파손되지 않았을 경우는 0.5㎝ 높이를 상승시켜서, 다시 낙하시켰다. 이렇게 해서, 유리 시료가 파손될 때까지 낙하 높이의 상승 및 낙하의 시행을 반복하고, 유리 시료가 파손된 때의 낙하 높이를 파괴 높이로서 구했다.

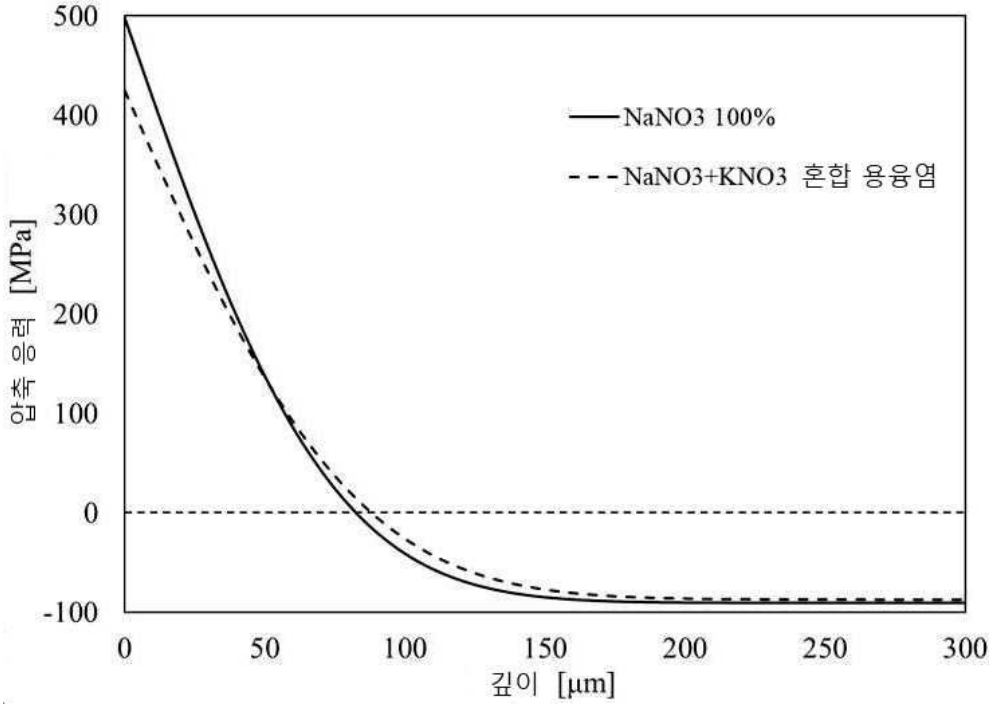
[0208] 시료 No. 73은 표면 거칠기는 0.24㎚이며, 파괴 높이는 10.5㎝였다. 또한, 시료 No. 304는 표면 거칠기는 0.31㎚이며, 파괴 높이는 10.7㎝였다.

[0209] (산업상 이용가능성)

[0210] 본 발명의 강화 유리판은 휴대 전화, 디지털 카메라, PDA(휴대 단말) 등의 터치패널 디스플레이의 커버 유리로서 적합하다. 또한, 본 발명의 강화 유리판은, 이것들의 용도 이외에도, 높은 기계적 강도가 요구되는 용도, 예를 들면 창 유리, 자기 디스크용 기판, 플랫 패널 디스플레이용 기판, 플렉시블 디스플레이용 기판, 태양 전지용 커버 유리, 고체 촬상 소자용 커버 유리, 차재용 커버 유리에의 응용이 기대된다.

도면

도면1


500
400
300
200
100
0
-100
압축 응력 [MPa]
0
50
100
150
200
250
300
깊이 [μm]
NaNO3 100%
NaNO3+KNO3 혼합 용융염