



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0089604
(43) 공개일자 2024년06월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C03C 3/087 (2006.01) C03C 3/091 (2006.01)
 G11B 5/73 (2006.01) G11B 5/82 (2017.01)
 H05B 33/02 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)
 H10K 50/00 (2023.01)
- (52) CPC특허분류
 C03C 3/087 (2013.01)
 C03C 3/091 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7015659
- (22) 출원일자(국제) 2022년10월11일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년05월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/037878
- (87) 국제공개번호 WO 2023/084979
 국제공개일자 2023년05월19일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2021-183619 2021년11월10일 일본(JP)
 JP-P-2022-051028 2022년03월28일 일본(JP)
- (71) 출원인
 니폰 덴키 가라스 가부시키키가이샤
 일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1코
- (72) 발명자
 니시미야 마유
 일본 5208639 시가 오츠-시 세이란 2-쵸메 7-1 니
 폰 덴키 가라스 가부시키키가이샤 (내)
- (74) 대리인
 특허법인(유)남아이피그룹

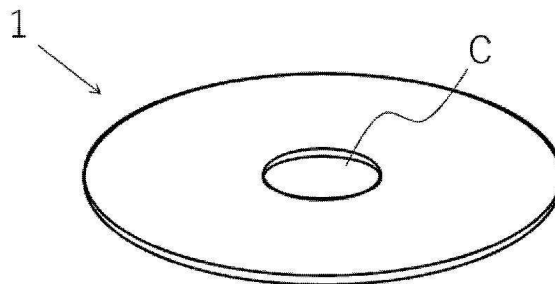
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 무알칼리 유리판

(57) 요약

본 발명의 무알칼리 유리판은, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 69~76%, Al₂O₃ 12~15%, B₂O₃ 0~2%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.3~1.6인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G11B 5/73921 (2019.05)

G11B 5/82 (2013.01)

H05B 33/02 (2013.01)

H05B 33/04 (2013.01)

H10K 50/00 (2023.02)

명세서

청구범위

청구항 1

유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 69~76%, Al₂O₃ 12~15%, B₂O₃ 0~2%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.3~1.6인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 2

제1항에 있어서,

유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 70~75%, Al₂O₃ 13~14%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.1%, MgO 2~9%, CaO 2~11%, SrO 0 초과~4%, BaO 0 초과~4%, MgO+CaO+SrO+BaO 13~17%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.8~1.2, mol%비 SrO/BaO가 0.6~1.5인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 3

제1항에 있어서,

유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 69~76%, Al₂O₃ 12.6~15%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, ZnO 0~0.2%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.6~1.6, MgO+CaO+SrO+BaO-Al₂O₃가 -1.5~4%인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 4

제3항에 있어서,

유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 70~76%, Al₂O₃ 13~15%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, ZnO 0~0.2%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.6~1.6, MgO+CaO+SrO+BaO-Al₂O₃가 -1.5~4%인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

BaO의 함유량이 1.5~2.5mol%인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

유리 조성 중에 실질적으로 As₂O₃, Sb₂O₃를 함유하지 않고, 추가로 SnO₂를 0.001~1mol% 포함하는 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

영률이 82GPa 이상이며, 왜곡점(歪點)이 740℃ 이상이며, 또한 액상(液相) 온도가 1370℃ 이하인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
왜곡점이 750℃ 이상인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
영률이 83GPa보다 높은 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 10

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
30~380℃의 온도 범위에 있어서의 평균 열팽창 계수가 $30 \times 10^{-7} \sim 50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 11

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
액상 점도가 $10^{4.2} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이상인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 12

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
서랭점이 810℃ 이상인 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 13

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
유기 EL 디바이스에 이용하는 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

청구항 14

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
자기 기록 매체에 이용하는 것을 특징으로 하는 무알칼리 유리판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] [0001] 본 발명은, 무알칼리 유리판에 관한 것이며, 특히 유기 EL 디스플레이에 적합한 무알칼리 유리판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] [0002] 유기 EL 디스플레이 등의 전자 디바이스는, 박형(薄型)이며 동영상 표시가 우수한 동시에, 소비 전력도 낮기 때문에, 플렉시블 디바이스나 휴대 전화의 디스플레이 등의 용도로 사용되고 있다.

[0003] [0003] 유기 EL 디스플레이의 기관으로서, 유리판이 널리 사용되고 있다. 이 용도의 유리판에는, 주로 이하의 특성이 요구된다.

[0004] (1) 열처리 공정에서 성막(成膜)된 반도체 물질 중에 알칼리 이온이 확산되는 사태를 방지하기 위해, 알칼리 금속 산화물을 거의 포함하지 않을 것, 즉 무알칼리 유리(유리 조성 중의 알칼리 산화물의 함유량이 0.5mol% 이하가 되는 유리)일 것,

[0005] (2) 유리판을 저렴화하기 위해, 표면 품질을 높이기 쉬운 오버플로우 다운드로우법으로 성형되고, 또한 생산성

이 우수할 것, 특히 용융성이나 내실투성(耐失透性)이 우수할 것,

[0006] (3) LTPS(low temperature poly silicon) 프로세스, 산화물 TFT 프로세스에 있어서, 유리판의 열수축을 저감하기 위해, 왜곡점(歪點)이 높을 것.

[0007] [0004] 또한, 각종 정보 기기에 있어서, 자기 디스크, 광디스크 등의 정보 기록 매체가 사용되고 있다.

[0008] [0005] 정보 기록 매체용의 기관으로서, 종래의 알루미늄 합금 기관 대신에, 유리판이 널리 사용되고 있다. 최근에는, 한층 더 높은 고(高)기록밀도화의 요구에 부응하기 위해, 에너지 어시스트 자기 기록 방식을 이용한 자기 기록 매체, 즉 에너지 어시스트 자기 기록 매체가 검토되고 있다. 에너지 어시스트 자기 기록 매체에 대해서도, 유리판이 사용되는 동시에, 유리판의 표면 상에 자성층 등이 성막된다. 에너지 어시스트 자기 기록 매체에서는, 자성층의 자성 재료로서 큰 자기 이방성 계수 Ku(이하, 「고(高)Ku」라고 칭함)를 가지는 규칙 합금이 이용된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) [0006] 1. 일본 특허공개공보 제2012-106919호

(특허문헌 0002) 2. 일본 특허공개공보 제2021-086643호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] [0007] 그런데, 유기 EL 디바이스는, 유기 EL 텔레비전에도 널리 전개되고 있다. 유기 EL 텔레비전에는 대형화, 박형화의 요구가 강하고, 또한 8K 등의 고해상도의 디스플레이의 수요가 높아지고 있다. 따라서, 이들 용도의 유리판에는, 대형화, 박형화와 함께, 고해상도의 요구에 견딜 수 있는 열적 치수 안정성이 요구된다. 또한, 유기 EL 텔레비전에는, 액정 디스플레이와의 가격차를 저감하기 위해, 저비용이 요구되고 있으며, 유리판도 마찬가지로 저비용일 것이 요구되고 있다. 그러나, 유리판이 대형화, 박형화되면, 유리판이 휘기 쉬워지고, 제조 비용이 상승해 버린다.

[0011] [0008] 유리 제조사에서 성형된 유리판은, 절단, 서랭, 검사, 세정 등의 공정을 경유하는데, 이들 공정 중, 유리판은, 복수 단(段)의 선반이 형성된 카세트에 투입, 반출된다. 이 카세트는, 통상적으로, 좌우의 내측면에 형성된 선반에, 유리판의 서로 마주 보는 양변(兩邊)을 올려놓고 수평 방향으로 유지할 수 있도록 되어 있는데, 대형이며 얇은 유리판은 휨량이 크기 때문에, 유리판을 카세트에 투입할 때, 유리판의 일부가 카세트에 접촉하여 파손되거나, 반출할 때, 크게 요동하여 불안정해지기 쉽다. 이러한 형태의 카세트는, 전자 디바이스 제조사에서도 사용되기 때문에, 동일한 문제가 발생하게 된다. 이 문제를 해결하기 위해, 유리판의 영률을 높여, 휨량을 저감하는 방법이 유효하다.

[0012] [0009] 또한, 상기와 같이, 고해상도의 디스플레이를 얻기 위한 LTPS나 산화물 TFT 프로세스에 있어서, 대형 유리판의 열수축을 저감하기 위해, 유리판의 왜곡점을 높일 필요가 있다.

[0013] [0010] 그러나, 유리판의 영률과 왜곡점을 높이고자 하면, 유리 조성의 밸런스가 무너져, 생산성이 저하되고, 특히 내실투성이 현저하게 저하되고, 액상(液相) 점도가 증가하기 때문에 오버플로우 다운드로우법으로 성형할 수 없게 된다. 또한, 용융성이 저하되거나, 유리의 성형 온도가 높아져, 성형체의 수명이 짧아지기 쉽다. 결과적으로, 유리판의 원판(原板) 비용이 상승해 버린다.

[0014] [0011] 또한, 자기 기록 매체용 유리판에는, 고속 회전 시에 큰 변형을 일으키지 않기 위해, 높은 강성(영률)을 가질 것이 요구된다. 상세하게 설명하자면, 디스크 형상의 자기 기록 매체에서는, 매체를 중심축의 둘레로 고속 회전시키면서, 자기 헤드를 반경(半徑) 방향으로 이동시키면서, 회전 방향을 따라 정보의 쓰기, 읽기를 행한다. 최근, 이 쓰기 속도나 읽기 속도를 올리기 위한 회전수(數)는 5400rpm에서 7200rpm, 나아가서는 10000rpm으로 고속화의 방향으로 진행되고 있는데, 디스크 형상의 자기 기록 매체에서는, 미리 중심축으로부터의 거리에 따라 정보를 기록하는 포지션이 할당된다. 이 때문에, 유리판이 회전 중에 변형을 일으키면, 자기 헤드의 위치 어긋남이 일어나, 정확한 판독이 곤란해진다.

[0015] [0012] 또한, 최근, 자기 헤드에 DFH(Dynamic Flying Height) 기구(機構)를 탑재시킴으로써, 자기 헤드의 기록 재생 소자부와 자기 기록 매체 표면의 간극의 대폭적인 협소화(저부상량화(低浮上量化))를 달성하여, 한층 더 높은 고기록밀도화를 도모하는 것이 행해지고 있다. DFH 기구란, 자기 헤드의 기록 재생 소자부의 근방에 극소(極小)한 히터 등의 가열부를 설치하여, 소자부 주변만을 매체 표면 방향을 향해 열팽창시키는 기구이다. 이러한 기구를 구비함으로써, 자기 헤드와 매체의 자성층의 거리가 가까워지기 때문에, 보다 작은 자성 입자의 신호를 얻을 수 있게 되어, 고기록밀도화를 달성하는 것이 가능해진다. 한편, 자기 헤드의 기록 재생 소자부와 자기 기록 매체의 표면의 간극이, 예컨대 2nm 이하로 매우 작아지기 때문에, 근소한 충격에 의해서도 자기 헤드와 자기 기록 매체의 표면에 충돌할 우려가 있다. 이러한 경향은, 고속 회전이 될수록, 현저해진다. 따라서, 고속 회전 시에는, 이 충돌의 원인이 되는 유리판의 휨이나 진동(플러터링)의 발생을 방지하는 것이 중요해진다.

[0016] [0013] 또한, 자성층의 규칙화의 정도(규칙도)를 높여 고Ku화를 도모하기 위해, 자성층의 성막 시, 혹은 성막 전후에, 유리판을 포함하는 기재를 800℃ 정도의 고온으로 열처리하는 경우가 있다. 이 열처리 온도는 기록 밀도가 높아질수록, 고온이 필요해지기 때문에, 종래의 자기 기록 매체용 유리판보다 더욱 높은 내열성, 즉 왜곡점이 높을 것이 요구된다. 또한, 자성층의 성막 후에, 유리판을 포함하는 기재에 대해, 레이저 조사(照射)를 실행하는 경우도 있다. 이러한 열처리나 레이저 조사는, FePt계 합금 등을 포함하는 자성층의 어닐링 온도나 보자력(保磁力)을 높인다는 목적도 있다.

[0017] [0014] 그러나, 상기와 같이, 유리판의 영률과 왜곡점을 높이고자 하면, 유리 조성의 밸런스가 무너져, 생산성이 저하되고, 특히 내실투성이 현저하게 저하되고, 액상 점도가 증가하기 때문에 오버플로우 다운드로우법으로 성형할 수 없게 된다. 또한, 용융성이 저하되거나, 유리의 성형 온도가 높아져, 성형체의 수명이 짧아지기 쉽다. 결과적으로, 유리판의 원판 비용이 상승해 버린다.

[0018] [0015] 따라서, 본 발명은, 상기 사정을 감안하여 창안된 것이며, 그 기술적 과제는, 생산성이 우수한 동시에, 왜곡점과 영률이 충분히 높은 무알칼리 유리판을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] [0016] 본 발명자는, 다양한 실험을 반복한 결과, 무알칼리 유리판의 유리 조성을 엄밀하게 규제함으로써, 상기 기술적 과제를 해결할 수 있음을 발견하여, 본 발명으로서, 제안하는 것이다. 즉, (1) 본 발명의 무알칼리 유리판은, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 69~76%, Al₂O₃ 12~15%, B₂O₃ 0~2%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.3~1.6인 것을 특징으로 한다. 여기서, 「Li₂O+Na₂O+K₂O」는, Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 합계량(合量)을 가리킨다. 「MgO+CaO+SrO+BaO」는, MgO, CaO, SrO 및 BaO의 합계량을 가리킨다. 「Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)」는, Al₂O₃의 mol% 함유량을 MgO, CaO, SrO 및 BaO의 합계량으로 나눈 값이다. 「SrO/BaO」는, SrO의 mol% 함유량을 BaO의 mol% 함유량으로 나눈 값이다.

[0020] [0017] 또한, (2) 상기 (1)의 무알칼리 유리판에 있어서, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 70~75%, Al₂O₃ 13~14%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.1%, MgO 2~9%, CaO 2~11%, SrO 0 초과~4%, BaO 0 초과~4%, MgO+CaO+SrO+BaO 13~17%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.8~1.2, mol%비 SrO/BaO가 0.6~1.5인 것이 바람직하다.

[0021] [0018] 또한, (3) 상기 (1)의 무알칼리 유리판에 있어서, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 69~76%, Al₂O₃ 12.6~15%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, ZnO 0~0.2%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.6~1.6, MgO+CaO+SrO+BaO-Al₂O₃가 -1.5~4%인 것이 바람직하다. 여기서, 「MgO+CaO+SrO+BaO-Al₂O₃」는 MgO, CaO, SrO 및 BaO의 합계량으로부터 Al₂O₃의 mol% 함유량을 뺀 값이다.

[0022] [0019] 또한, (4) 상기 (3)의 무알칼리 유리판에 있어서, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 70~76%, Al₂O₃ 13~15%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, ZnO 0~0.2%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비

SrO/BaO가 0.6~1.6, MgO+CaO+SrO+BaO-Al₂O₃가 -1.5~4%인 것이 바람직하다.

- [0023] [0020] 또한, (5) 상기 (1)~(4)의 무알칼리 유리판에 있어서, BaO의 함유량이 1.5~2.5mol%인 것이 바람직하다.
- [0024] [0021] 또한, (6) 상기 (1)~(5)의 무알칼리 유리판에 있어서, 유리 조성 중에 실질적으로 As₂O₃, Sb₂O₃를 함유하지 않고, 추가로 SnO₂를 0.001~1mol% 포함하는 것이 바람직하다. 여기서, 「실질적으로 As₂O₃를 포함하지 않는다」란, As₂O₃의 함유량이 0.05mol% 이하인 경우를 가리킨다. 「실질적으로 Sb₂O₃를 포함하지 않는다」란, Sb₂O₃의 함유량이 0.05mol% 이하인 경우를 가리킨다.
- [0025] [0022] 또한, (7) 상기 (1)~(6)의 무알칼리 유리판에 있어서, 영률이 82GPa 이상이며, 왜곡점이 740℃ 이상이며, 또한 액상 온도가 1370℃ 이하인 것이 바람직하다. 여기서, 「영률」은, 굽힘 공진법에 의해 측정된 값을 가리킨다. 또한, 1GPa는, 약 101.9Kgf/mm²에 상당한다. 「왜곡점」은, ASTM C336의 방법에 근거하여 측정된 값을 가리킨다. 「액상 온도」는, 표준 체(篩, sieve) 30메시(500μm)를 통과하고, 50메시(300μm)에 남는 유리 분말을 백금 보트(boat)에 넣고, 온도 구배로(勾配爐) 내에 24시간 유지시킨 후, 결정이 석출되는 온도를 가리킨다.
- [0026] [0023] 또한, (8) 상기 (1)~(7)의 무알칼리 유리판에 있어서, 왜곡점이 750℃ 이상인 것이 바람직하다.
- [0027] [0024] 또한, (9) 상기 (1)~(8)의 무알칼리 유리판에 있어서, 영률이 83GPa보다 높은 것이 바람직하다.
- [0028] [0025] 또한, (10) 상기 (1)~(9)의 무알칼리 유리판에 있어서, 30~380℃의 온도 범위에 있어서의 평균 열팽창 계수가 $30 \times 10^{-7} \sim 50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 인 것이 바람직하다. 여기서, 「30~380℃의 온도 범위에 있어서의 평균 열팽창 계수」는, 팽창계(dilatometer)로 측정 가능하다.
- [0029] [0026] 또한, (11) 상기 (1)~(10)의 무알칼리 유리판에 있어서, 액상 점도가 10^{4.2}dPa·s 이상인 것이 바람직하다. 여기서, 「액상 점도」는, 액상 온도에 있어서의 유리의 점도를 가리키며, 백금구(白金球) 인상법(引上法)으로 측정 가능하다.
- [0030] [0027] 또한, (12) 상기 (1)~(11)의 무알칼리 유리판에 있어서, 서랭점이 810℃ 이상인 것이 바람직하다. 여기서, 「서랭점」은, ASTM C336의 방법에 근거하여 측정된 값을 가리킨다.
- [0031] [0028] 또한, (13) 상기 (1)~(12)의 무알칼리 유리판에 있어서, 유기 EL 디바이스에 이용하는 것이 바람직하다.
- [0032] [0029] 또한, (14) 상기 (1)~(12)의 무알칼리 유리판에 있어서, 자기 기록 매체에 이용하는 것이 바람직하다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은, 자기 기록 매체용 유리 기판의 형상의 일례를 나타내기 위한 상방 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] [0031] 본 발명의 무알칼리 유리판은, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 69~76%, Al₂O₃ 12~15%, B₂O₃ 0~2%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.3~1.6인 것을 특징으로 한다. 상기와 같이 각 성분의 함유량을 한정된 이유를 이하에 나타낸다. 또한, 각 성분의 함유량의 설명에 있어서, % 표시는, 특별히 언급이 있는 경우를 제외하고, mol%를 나타낸다.
- [0035] [0032] SiO₂는, 유리의 골격을 형성하는 성분이다. SiO₂의 함유량이 너무 적으면, 열팽창 계수가 높아지고, 밀도가 증가한다. 따라서, SiO₂의 하한량은, 바람직하게는 69%, 보다 바람직하게는 69.2%, 더욱 바람직하게는 69.4%, 더욱 바람직하게는 69.6%, 더욱 바람직하게는 69.8%, 더욱 바람직하게는 70%, 더욱 바람직하게는 70.2%, 더욱 바람직하게는 70.4%, 더욱 바람직하게는 70.6%, 더욱 바람직하게는 70.8%, 특히 바람직하게는 71%이다. 한편, SiO₂의 함유량이 너무 많으면, 영률이 저하되며, 더욱이 고온 점도가 높아지고, 용융 시에 필요한 열량이 많아져, 용융 비용이 상승하는 동시에, SiO₂의 도입 원료의 용해 잔여물이 발생하여, 수율 저하의 원인이 될 우려가 있다. 또한, 크리스토팔라이트 등의 실투 결정이 석출되기 쉬워지고, 액상 점도가 저하되기 쉬워진다.

따라서, SiO₂의 상한량은, 바람직하게는 76%, 보다 바람직하게는 75.8%, 더욱 바람직하게는 75.6%, 더욱 바람직하게는 75.4%, 더욱 바람직하게는 75.2%, 더욱 바람직하게는 75%, 더욱 바람직하게는 74.8%, 더욱 바람직하게는 74.6%, 특히 바람직하게는 74.4%이다.

[0036] [0033] Al₂O₃는, 유리의 골격을 형성하는 성분이며, 또한 영률을 높이는 성분이고, 더욱이 왜곡점을 상승시키는 성분이다. Al₂O₃의 함유량이 너무 적으면, 영률이 저하되기 쉬워지고, 또한 왜곡점이 저하되기 쉬워진다. 따라서, Al₂O₃의 하한량은, 바람직하게는 12%, 보다 바람직하게는 12.2%, 더욱 바람직하게는 12.4%, 더욱 바람직하게는 12.4% 초과, 더욱 바람직하게는 12.5%, 더욱 바람직하게는 12.6%, 더욱 바람직하게는 12.8%, 더욱 바람직하게는 12.8 초과%, 더욱 바람직하게는 12.9%, 더욱 바람직하게는 13%, 더욱 바람직하게는 13% 초과, 더욱 바람직하게는 13.1%, 더욱 바람직하게는 13.2%, 특히 바람직하게는 13.3%이다. 한편, Al₂O₃의 함유량이 너무 많으면, 멀라이트 등의 실투 결정이 석출되기 쉬워지고, 액상 점도가 저하되기 쉬워진다. 따라서, Al₂O₃의 상한량은, 바람직하게는 15%, 보다 바람직하게는 14.8%, 더욱 바람직하게는 14.6%, 더욱 바람직하게는 14.4%, 더욱 바람직하게는 14.2%, 더욱 바람직하게는 14%, 더욱 바람직하게는 13.9%, 더욱 바람직하게는 13.8%, 더욱 바람직하게는 13.7%, 특히 바람직하게는 13.6%이다.

[0037] [0034] mol%비 SiO₂/Al₂O₃는, 왜곡점을 높이고, 고온 점도를 낮추기 위해 중요한 성분 비율이다. mol%비 SiO₂/Al₂O₃가 너무 작으면, 왜곡점이 낮아지기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 SiO₂/Al₂O₃의 하한은, 바람직하게는 4.5, 보다 바람직하게는 4.7, 더욱 바람직하게는 4.9, 더욱 바람직하게는 5, 더욱 바람직하게는 5.1, 더욱 바람직하게는 5.1 초과, 더욱 바람직하게는 5.2, 더욱 바람직하게는 5.2 초과, 특히 바람직하게는 5.3이다. 한편, mol%비 SiO₂/Al₂O₃가 너무 크면, 고온 점도가 증가하여, 유리관의 제조 비용이 상승하기 쉬워진다. 따라서, mol%비 SiO₂/Al₂O₃의 상한은, 바람직하게는 6.5, 보다 바람직하게는 6.3, 더욱 바람직하게는 6.1, 더욱 바람직하게는 6, 더욱 바람직하게는 5.9, 더욱 바람직하게는 5.8, 특히 바람직하게는 5.7이다.

[0038] [0035] B₂O₃는 함유시키면 용융성이나 내실투성을 높이는 효과를 누릴 수 있다. 따라서, B₂O₃의 하한량은, 바람직하게는 0%, 보다 바람직하게는 0% 초과, 보다 바람직하게는 0.1%, 더욱 바람직하게는 0.2%, 더욱 바람직하게는 0.3%, 더욱 바람직하게는 0.4%, 더욱 바람직하게는 0.5%, 특히 바람직하게는 0.6%이다. 한편, B₂O₃의 함유량이 너무 많으면, 영률이나 왜곡점이 저하되기 쉬워진다. 따라서, B₂O₃의 상한량은, 바람직하게는 2%, 보다 바람직하게는 1.9%, 더욱 바람직하게는 1.8%, 더욱 바람직하게는 1.7%, 더욱 바람직하게는 1.6%, 더욱 바람직하게는 1.5%, 더욱 바람직하게는 1.4%, 더욱 바람직하게는 1.3%, 더욱 바람직하게는 1.2%, 특히 바람직하게는 1%이다.

[0039] [0036] mol%비 SiO₂/(Al₂O₃-B₂O₃)는, 밀도와 고온 점도에 관계되는 성분 비율이다. mol%비 SiO₂/(Al₂O₃-B₂O₃)가 너무 작으면, 밀도가 커지기 쉽고, 결과적으로 유리가 휘기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 SiO₂/(Al₂O₃-B₂O₃)의 하한량은, 바람직하게는 3, 보다 바람직하게는 3.5, 더욱 바람직하게는 3.8, 더욱 바람직하게는 4, 더욱 바람직하게는 4.3, 더욱 바람직하게는 4.5, 더욱 바람직하게는 4.8, 더욱 바람직하게는 5, 특히 바람직하게는 5 초과이다. 한편, mol%비 SiO₂/(Al₂O₃-B₂O₃)가 너무 크면, 고온 점도가 증가하여, 유리관의 제조 비용이 상승하기 쉬워진다. 따라서, mol%비 SiO₂/Al₂O₃의 상한량은, 바람직하게는 8, 보다 바람직하게는 7.8, 더욱 바람직하게는 7.5, 더욱 바람직하게는 7.3, 더욱 바람직하게는 7, 더욱 바람직하게는 6.8, 특히 바람직하게는 6.5이다.

[0040] [0037] Li₂O, Na₂O 및 K₂O는, 유리 원료로부터 불가피적으로 혼입되는 성분이며, 그 함계량은 0~0.5%이며, 바람직하게는 0~0.1%, 보다 바람직하게는 0~0.09%, 더욱 바람직하게는 0.005~0.08%, 더욱 바람직하게는 0.008~0.06%, 특히 바람직하게는 0.01~0.05%이다. Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 함계량이 너무 많으면, 열처리 공정에서 성막된 반도체 물질 중에 알칼리 이온이 확산되는 사태를 초래할 우려가 있다. 또한, Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 개별 함유량은, 각각 바람직하게는 0~0.3%, 보다 바람직하게는 0~0.1%, 더욱 바람직하게는 0~0.08%, 더욱 바람직하게는 0~0.07%, 더욱 바람직하게는 0~0.05%, 특히 바람직하게는 0.001~0.04%이다.

[0041] [0038] MgO는, 알칼리 토류 금속 산화물 중에서는, 영률을 현저하게 높이는 성분이다. MgO의 함유량이 너무 적으면, 용융성이나 영률이 저하되기 쉬워진다. 따라서, MgO의 하한량은, 바람직하게는 2%, 보다 바람직하게는 2.1%, 더욱 바람직하게는 2.3%, 더욱 바람직하게는 2.5%, 더욱 바람직하게는 2.8%, 더욱 바람직하게는 3%, 더욱

바람직하게는 3.2%, 더욱 바람직하게는 3.5%, 더욱 바람직하게는 3.8%, 특히 바람직하게는 4%이다. 한편, MgO의 함유량이 너무 많으면, 밀라이트 등의 실투 결정이 석출되기 쉬워지고, 액상 점도가 저하되기 쉬워진다. 따라서, MgO의 상한량은, 바람직하게는 10%, 보다 바람직하게는 9.8%, 더욱 바람직하게는 9.5%, 더욱 바람직하게는 9.3%, 더욱 바람직하게는 9%, 더욱 바람직하게는 9% 미만, 더욱 바람직하게는 8.8%, 더욱 바람직하게는 8.6%, 더욱 바람직하게는 8.4%, 더욱 바람직하게는 8.2%, 더욱 바람직하게는 8%, 특히 바람직하게는 7.8%이다.

[0042] [0039] CaO는, 왜곡점을 저하시키지 않고, 고온 점성을 낮추어, 용융성을 현저하게 높이는 성분이다. 또한 영률을 높이는 성분이다. CaO의 함유량이 너무 적으면, 용융성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, CaO의 하한량은, 바람직하게는 2%, 보다 바람직하게는 2.5%, 더욱 바람직하게는 2.8%, 더욱 바람직하게는 3%, 더욱 바람직하게는 3.3%, 더욱 바람직하게는 3.5%, 더욱 바람직하게는 3.8%, 더욱 바람직하게는 4%, 특히 바람직하게는 4.5%이다. 한편, CaO의 함유량이 너무 많으면, 액상 온도가 높아진다. 따라서, CaO의 상한량은, 바람직하게는 12%, 보다 바람직하게는 11.9%, 더욱 바람직하게는 11.8%, 더욱 바람직하게는 11.6%, 더욱 바람직하게는 11.5%, 더욱 바람직하게는 11.4%, 더욱 바람직하게는 11.3%, 특히 바람직하게는 11%이다.

[0043] [0040] mol%비 MgO/CaO는, 밀도와 액상 점도에 관계되는 성분 비율이다. mol%비 MgO/CaO가 너무 작으면, 밀도가 커지기 쉽고, 결과적으로 유리가 휘기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 MgO/CaO의 하한량은, 바람직하게는 0.1, 보다 바람직하게는 0.2, 더욱 바람직하게는 0.3, 더욱 바람직하게는 0.4, 더욱 바람직하게는 0.5, 더욱 바람직하게는 0.6, 더욱 바람직하게는 0.7, 특히 바람직하게는 0.8이다. 한편, mol%비 MgO/CaO가 너무 크면, 액상 점도가 저하되어, 유리관의 제조 비용이 상승하기 쉬워진다. 따라서, mol%비 MgO/CaO의 상한량은, 바람직하게는 4, 보다 바람직하게는 3.5, 더욱 바람직하게는 3.2, 더욱 바람직하게는 3, 더욱 바람직하게는 2.8, 더욱 바람직하게는 2.6, 더욱 바람직하게는 2.5, 더욱 바람직하게는 2.2, 특히 바람직하게는 2이다.

[0044] [0041] SrO는 내실투성을 높이며, 더욱이 왜곡점을 저하시키지 않고, 고온 점성을 낮추어, 용융성을 높이는 성분이다. 또한 액상 점도의 저하를 억제하는 성분이다. 따라서, SrO의 하한량은, 바람직하게는 0% 초과, 보다 바람직하게는 0.2%, 더욱 바람직하게는 0.4%, 더욱 바람직하게는 0.6%, 더욱 바람직하게는 0.8%, 더욱 바람직하게는 1%, 더욱 바람직하게는 1.2%, 더욱 바람직하게는 1.2% 초과, 특히 바람직하게는 1.5%이다. 한편, SrO의 함유량이 너무 많으면, 열팽창 계수와 밀도가 증가하기 쉬워진다. 따라서, SrO의 상한량은, 바람직하게는 5%, 보다 바람직하게는 5% 미만, 더욱 바람직하게는 4.8%, 더욱 바람직하게는 4.6%, 더욱 바람직하게는 4.4%, 더욱 바람직하게는 4.2%, 더욱 바람직하게는 4%, 더욱 바람직하게는 3.8%, 더욱 바람직하게는 3.6%, 더욱 바람직하게는 3.4%, 특히 바람직하게는 3.2%이다.

[0045] [0042] BaO는 내실투성을 높이는 성분이다. 따라서, BaO의 하한량은, 바람직하게는 0% 초과, 보다 바람직하게는 0.2%, 더욱 바람직하게는 0.4%, 더욱 바람직하게는 0.6%, 더욱 바람직하게는 0.8%, 더욱 바람직하게는 1%, 더욱 바람직하게는 1.2%, 더욱 바람직하게는 1.2% 초과, 특히 바람직하게는 1.5%이다. 한편, BaO의 함유량이 너무 많으면, 영률이 저하되기 쉬워지고, 또한 밀도가 증가하기 쉬워진다. 결과적으로, 비(比)영률이 상승하여, 유리관이 휘기 쉬워진다. 따라서, BaO의 상한량은, 바람직하게는 5%, 보다 바람직하게는 5% 미만, 더욱 바람직하게는 4.8%, 더욱 바람직하게는 4.6%, 더욱 바람직하게는 4.4%, 더욱 바람직하게는 4.2%, 더욱 바람직하게는 4%, 더욱 바람직하게는 3.8%, 더욱 바람직하게는 3.6%, 더욱 바람직하게는 3.4%, 더욱 바람직하게는 3.2%, 더욱 바람직하게는 3.0%, 더욱 바람직하게는 2.8%, 더욱 바람직하게는 2.6%, 특히 바람직하게는 2.5%이다.

[0046] [0043] mol%비 SrO/BaO는, 영률과 왜곡점을 높이기 위해 중요한 성분 비율이다. mol%비 SrO/BaO가 너무 작으면, 영률이 낮아지기 쉽다. 그 때문에, mol%비 SrO/BaO의 하한량은, 바람직하게는 0.3, 보다 바람직하게는 0.4, 더욱 바람직하게는 0.45, 더욱 바람직하게는 0.5, 더욱 바람직하게는 0.55, 더욱 바람직하게는 0.6, 더욱 바람직하게는 0.62, 더욱 바람직하게는 0.64, 더욱 바람직하게는 0.66, 더욱 바람직하게는 0.68, 더욱 바람직하게는 0.7, 더욱 바람직하게는 0.72, 특히 바람직하게는 0.75이다. 한편, mol%비 SrO/BaO가 너무 크면, 왜곡점이 낮아지기 쉽다. 따라서, mol%비 SrO/BaO의 상한량은, 바람직하게는 1.6, 보다 바람직하게는 1.6 미만, 더욱 바람직하게는 1.55, 더욱 바람직하게는 1.5, 특히 바람직하게는 1.5 미만이다.

[0047] [0044] MgO, CaO, SrO 및 BaO는, 밀도와 열팽창 계수를 높이는 성분이다. MgO+CaO+SrO+BaO의 함유량이 너무 적으면, 열팽창 계수가 저하되기 쉬워진다. 따라서, MgO+CaO+SrO+BaO의 하한량은, 바람직하게는 12%, 보다 바람직하게는 12% 초과, 더욱 바람직하게는 12.1%, 더욱 바람직하게는 12.1% 초과, 더욱 바람직하게는 12.2%, 더욱 바람직하게는 12.4%, 더욱 바람직하게는 12.6%, 더욱 바람직하게는 12.8%, 특히 바람직하게는 13%이다. 한편, MgO+CaO+SrO+BaO의 함유량이 너무 많으면, 밀도가 증가하기 쉬워진다. 따라서, MgO+CaO+SrO

+BaO의 상한량은, 바람직하게는 18%, 보다 바람직하게는 18% 미만, 더욱 바람직하게는 17.9%, 더욱 바람직하게는 17.7%, 더욱 바람직하게는 17.5%, 더욱 바람직하게는 17.3%, 특히 바람직하게는 17%이다.

[0048] [0045] mol%비 $(MgO+CaO)/(SrO+BaO)$ 는, 밀도에 관계되는 성분 비율이다. mol%비 $(MgO+CaO)/(SrO+BaO)$ 가 너무 작으면, 밀도가 커지기 쉽고, 결과적으로 유리가 휘기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 $(MgO+CaO)/(SrO+BaO)$ 의 하한량은, 바람직하게는 0.1, 보다 바람직하게는 0.5, 더욱 바람직하게는 0.8, 더욱 바람직하게는 1, 더욱 바람직하게는 1.2, 더욱 바람직하게는 1.5, 더욱 바람직하게는 1.8, 더욱 바람직하게는 2, 특히 바람직하게는 2.2이다. 한편, mol%비 $(MgO+CaO)/(SrO+BaO)$ 가 너무 크면, 액상 온도가 높아지기 쉽고, 제조 비용이 증가하기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 $(MgO+CaO)/(SrO+BaO)$ 의 상한량은, 바람직하게는 1600, 보다 바람직하게는 1500, 더욱 바람직하게는 1000, 더욱 바람직하게는 900, 더욱 바람직하게는 800, 더욱 바람직하게는 750, 더욱 바람직하게는 700, 더욱 바람직하게는 600, 특히 바람직하게는 500이다.

[0049] [0046] mol%비 $Al_2O_3/(MgO+CaO+SrO+BaO)$ 는, 왜곡점을 높이고, 고온 점도를 낮추기 위해 중요한 성분 비율이다. mol%비 $Al_2O_3/(MgO+CaO+SrO+BaO)$ 가 너무 작으면, 왜곡점이 낮아지기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 $Al_2O_3/(MgO+CaO+SrO+BaO)$ 의 하한량은, 바람직하게는 0.5, 보다 바람직하게는 0.52, 더욱 바람직하게는 0.54, 더욱 바람직하게는 0.56, 더욱 바람직하게는 0.58, 더욱 바람직하게는 0.6, 더욱 바람직하게는 0.62, 더욱 바람직하게는 0.64, 더욱 바람직하게는 0.66, 더욱 바람직하게는 0.68, 더욱 바람직하게는 0.7, 더욱 바람직하게는 0.72, 더욱 바람직하게는 0.74, 더욱 바람직하게는 0.76, 더욱 바람직하게는 0.78, 특히 바람직하게는 0.8이다. 한편, mol%비 $Al_2O_3/(MgO+CaO+SrO+BaO)$ 가 너무 크면, 고온 점도가 증가하여, 유리판의 제조 비용이 상승하기 쉬워진다. 따라서, mol%비 $Al_2O_3/(MgO+CaO+SrO+BaO)$ 의 상한량은, 바람직하게는 1.5, 보다 바람직하게는 1.45, 더욱 바람직하게는 1.4, 더욱 바람직하게는 1.35, 더욱 바람직하게는 1.3, 더욱 바람직하게는 1.25, 특히 바람직하게는 1.2이다.

[0050] [0047] $(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al_2O_3$ 는, 왜곡점을 높이고, 고온 점도를 낮추기 위해 중요한 성분 비율이다. $(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al_2O_3$ 가 너무 작으면, 고온 점도가 증가하여, 유리판의 제조 비용이 상승하기 쉬워진다. 그 때문에, $(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al_2O_3$ 의 하한량은, 바람직하게는 -2, 보다 바람직하게는 -1.5, 더욱 바람직하게는 -1.3, 더욱 바람직하게는 -1, 더욱 바람직하게는 -0.5, 더욱 바람직하게는 -0.3, 더욱 바람직하게는 -0.2, 더욱 바람직하게는 -0.1, 더욱 바람직하게는 0, 더욱 바람직하게는 0.1, 더욱 바람직하게는 0.2, 더욱 바람직하게는 0.3, 더욱 바람직하게는 0.4, 더욱 바람직하게는 0.5, 더욱 바람직하게는 0.6, 더욱 바람직하게는 0.7, 더욱 바람직하게는 0.8, 더욱 바람직하게는 0.9, 특히 바람직하게는 1이다. 한편, $(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al_2O_3$ 가 너무 크면, 왜곡점이 낮아지기 쉬워진다. 따라서, $(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al_2O_3$ 의 상한량은, 바람직하게는 4, 보다 바람직하게는 3.5, 더욱 바람직하게는 3.3, 더욱 바람직하게는 3.1, 더욱 바람직하게는 3, 더욱 바람직하게는 2.9, 더욱 바람직하게는 2.8, 더욱 바람직하게는 2.7, 더욱 바람직하게는 2.6, 더욱 바람직하게는 2.5, 특히 바람직하게는 2.4이다.

[0051] [0048] mol%비 $(Al_2O_3+MgO)/(B_2O_3+SrO+BaO)$ 는, 밀도와 영률에 관계되는 성분 비율이다. mol%비 $(Al_2O_3+MgO)/(B_2O_3+SrO+BaO)$ 가 너무 작으면, 밀도가 커지기 쉽고, 영률이 낮아지기 쉬워, 결과적으로 유리가 휘기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 $(Al_2O_3+MgO)/(B_2O_3+SrO+BaO)$ 의 하한량은, 바람직하게는 0.1, 보다 바람직하게는 0.5, 더욱 바람직하게는 0.8, 더욱 바람직하게는 1, 더욱 바람직하게는 1.2, 더욱 바람직하게는 1.5, 더욱 바람직하게는 1.8, 더욱 바람직하게는 2, 더욱 바람직하게는 2.2, 더욱 바람직하게는 2.5, 더욱 바람직하게는 2.9, 더욱 바람직하게는 3, 더욱 바람직하게는 3.3, 더욱 바람직하게는 3.5, 더욱 바람직하게는 3.8, 더욱 바람직하게는 4, 특히 바람직하게는 4.2이다. 한편, mol%비 $(Al_2O_3+MgO)/(B_2O_3+SrO+BaO)$ 가 너무 크면, 액상 온도가 높아지기 쉬워, 제조 비용이 증가하기 쉬워진다. 그 때문에, mol%비 $(Al_2O_3+MgO)/(B_2O_3+SrO+BaO)$ 의 상한량은, 바람직하게는 1200, 보다 바람직하게는 1100, 더욱 바람직하게는 1000, 더욱 바람직하게는 900, 더욱 바람직하게는 800, 더욱 바람직하게는 750, 더욱 바람직하게는 700, 더욱 바람직하게는 600, 특히 바람직하게는 500이다.

[0052] [0049] ZnO는, 필수 성분은 아니지만, 영률을 높이는 성분이다. 따라서, ZnO의 하한량은, 바람직하게는 0%, 보다 바람직하게는 0% 초과, 더욱 바람직하게는 0.001% 초과, 특히 바람직하게는 0.001% 이상이다. 한편, ZnO가 너무 많으면 유리가 실투명되기 쉬워진다. 그 때문에 ZnO의 상한량은 바람직하게는 2%, 보다 바람직하게는 1%,

더욱 바람직하게는 0.5%, 더욱 바람직하게는 0.5% 미만, 더욱 바람직하게는 0.4%, 더욱 바람직하게는 0.4% 미만, 더욱 바람직하게는 0.3%, 더욱 바람직하게는 0.3% 미만, 더욱 바람직하게는 0.2%, 특히 바람직하게는 0.2% 미만이다.

[0053] [0050] 각 성분의 적합한 함유 범위를 적절히 조합(組合)하여, 적합한 유리 조성 범위로 할 수 있는데, 그 중에서도, 본원 발명의 효과를 최적화하기 위해, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 70~75%, Al₂O₃ 13~14%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.1%, MgO 2~9%, CaO 2~11%, SrO 0 초과~4%, BaO 0 초과~4%, MgO+CaO+SrO+BaO 13~17%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)를 0.8~1.2, mol%비 SrO/BaO를 0.6~1.5로 하는 것이 특히 바람직하다.

[0054] [0051] 그 밖에도, 유리 조성으로서, mol%로, SiO₂ 69~76%, Al₂O₃ 12.6~15%, B₂O₃ 0~1%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.5%, MgO 2~10%, CaO 2~12%, SrO 0 초과~5%, BaO 0 초과~5%, ZnO 0~0.2%, MgO+CaO+SrO+BaO 12~18%를 함유하고, mol%비 Al₂O₃/(MgO+CaO+SrO+BaO)가 0.5~1.5, mol%비 SrO/BaO가 0.6~1.6, MgO+CaO+SrO+BaO-Al₂O₃가 -1.5~4%인 것도 특히 바람직하다.

[0055] [0052] 상기 성분 이외에도, 예컨대, 임의 성분으로서, 이하의 성분을 첨가해도 된다. 또한, 상기 성분 이외의 다른 성분의 함유량은, 본 발명의 효과를 정확하게 누리는 관점에서 보면, 합계량으로 5% 이하, 특히 1% 이하가 바람직하다.

[0056] [0053] P₂O₅는, 왜곡점을 높이는 성분인 동시에, 아놀사이트(anorthite) 등의 알칼리 토류 알루미늄실리케이트계의 실투 결정의 석출을 현저하게 억제할 수 있는 성분이다. 단, P₂O₅를 다량으로 함유시키면, 유리가 분상(分相)되기 쉬워진다. P₂O₅의 함유량은, 바람직하게는 0~2.5%, 보다 바람직하게는 0~1.5%, 더욱 바람직하게는 0~0.5%, 더욱 바람직하게는 0~0.3%, 특히 바람직하게는 0~0.1% 미만이다.

[0057] [0054] TiO₂는, 고온 점성을 낮추어, 용융성을 높이는 성분인 동시에, 솔라리제이션을 억제하는 성분이지만, TiO₂를 다량으로 함유시키면, 유리가 착색되어, 투과율이 저하되기 쉬워진다. TiO₂의 함유량은, 바람직하게는 0~2.5%, 보다 바람직하게는 0.0005~1%, 더욱 바람직하게는 0.001~0.5%, 특히 바람직하게는 0.005~0.1%이다.

[0058] [0055] Fe₂O₃는, 유리 원료로부터 불가피적으로 혼입되는 성분이며, 또한 전기 저항률을 저하시키는 성분이다. Fe₂O₃의 함유량은, 바람직하게는 0~300질량ppm, 보다 바람직하게는 50~250질량ppm, 특히 바람직하게는 80~200질량ppm이다. Fe₂O₃의 함유량이 너무 적으면, 원료 비용이 상승하기 쉬워진다. 한편, Fe₂O₃의 함유량이 너무 많으면, 용융 유리의 전기 저항률이 상승되어, 전기 용융을 행하기 어려워진다.

[0059] [0056] ZrO₂는, 영률을 높이는 성분이다. 그러나, ZrO₂를 다량으로 함유시키면, 유리가 실투되기 쉬워진다. ZrO₂의 함유량은 바람직하게는 0~2.5%, 보다 바람직하게는 0.0005~1%, 더욱 바람직하게는 0.001~0.5%, 특히 바람직하게는 0.005~0.1%이다.

[0060] [0057] Y₂O₃, Nb₂O₅, La₂O₃에는, 왜곡점, 영률 등을 높이는 작용이 있다. 이들 성분의 합계량 및 개별 함유량은, 바람직하게는 0~5%, 보다 바람직하게는 0~1%, 더욱 바람직하게는 0~0.5%, 특히 바람직하게는 0 초과~0.5% 미만이다. Y₂O₃, Nb₂O₅, La₂O₃의 합계량 및 개별 함유량이 너무 많으면, 밀도나 원료 비용이 증가하기 쉬워진다.

[0061] [0058] SnO₂는, 고온역(域)에서 양호한 청징 작용을 가지는 성분인 동시에, 왜곡점을 높이는 성분이며, 또한 고온 점성을 저하시키는 성분이다. SnO₂의 함유량은 바람직하게는 0~1%, 보다 바람직하게는 0.001~1%, 더욱 바람직하게는 0.01~0.5%, 특히 바람직하게는 0.05~0.3%가 바람직하다. SnO₂의 함유량이 너무 많으면, SnO₂의 실투 결정이 석출되기 쉬워진다. 또한, SnO₂의 함유량이 0.001%보다 적으면, 상기 효과를 누리기 어려워진다.

[0062] [0059] 상기와 같이, SnO₂는, 청징제로서 적합하지만, 유리 특성이 손상되지 않는 한, 청징제로서, SnO₂ 대신에, 혹은 SnO₂와 함께, F, SO₃, C, 혹은 Al, Si 등의 금속 분말을 각각 5%까지(바람직하게는 1%까지, 특히 0.5%까지) 첨가할 수 있다. 또한, 청징제로서, CeO₂, F 등도 각각 5%까지(바람직하게는 1%까지, 특히 0.5%까지) 첨가할 수 있다.

- [0063] [0060] 청징제로서, As_2O_3 , Sb_2O_3 도 유효하다. 그러나, As_2O_3 , Sb_2O_3 는, 환경 부하를 증대시키는 성분이다. 또한 As_2O_3 는, 내(耐)솔라리제이션성을 저하시키는 성분이다. 따라서, 본 발명의 무알칼리 유리판은, 이들 성분을 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0064] [0061] Cl은, 유리 배치(batch)의 초기 용융을 촉진시키는 성분이다. 또한, Cl을 첨가하면, 청징제의 작용을 촉진할 수 있다. 이들의 결과로서, 용융 비용을 저렴화하면서, 유리 제조 가마의 장수명화(長壽命化)를 도모할 수 있다. 그러나, Cl의 함유량이 너무 많으면, 왜곡점이 저하되기 쉬워진다. 따라서, Cl의 함유량은, 바람직하게는 0~3%, 보다 바람직하게는 0.0005~1%, 특히 바람직하게는 0.001~0.5%이다. 또한, Cl의 도입 원료로서, 염화스트론튬 등의 알칼리 토류 금속 산화물의 염화물, 혹은 염화알루미늄 등의 원료를 사용할 수 있다.
- [0065] [0062] 본 발명의 무알칼리 유리판은, 이하의 특성을 가지는 것이 바람직하다.
- [0066] [0063] 30~380℃의 온도 범위에 있어서의 평균 열팽창 계수는, 바람직하게는 $30 \times 10^{-7} \sim 50 \times 10^{-7} / ^\circ C$, 보다 바람직하게는 $30 \times 10^{-7} \sim 48 \times 10^{-7} / ^\circ C$, 더욱 바람직하게는 $30 \times 10^{-7} \sim 45 \times 10^{-7} / ^\circ C$, 더욱 바람직하게는 $31 \times 10^{-7} \sim 42 \times 10^{-7} / ^\circ C$, 특히 바람직하게는 $32 \times 10^{-7} \sim 40 \times 10^{-7} / ^\circ C$ 이다. 이와 같이 하면, TFT에 사용되는 Si의 열팽창 계수에 정합하기 쉬워진다.
- [0067] [0064] 영률은, 바람직하게는 82GPa 이상, 보다 바람직하게는 82GPa 초과, 더욱 바람직하게는 82.3GPa 이상, 더욱 바람직하게는 82.5GPa 이상, 더욱 바람직하게는 82.8GPa 이상, 더욱 바람직하게는 83GPa 이상, 더욱 바람직하게는 83.3GPa 이상, 더욱 바람직하게는 83.5GPa 이상, 더욱 바람직하게는 83.8GPa 이상, 특히 바람직하게는 84GPa 이상이며, 바람직한 상한치는 120GPa이다. 영률이 너무 낮으면, 유리판의 휨에 기인한 문제가 발생하기 쉬워진다.
- [0068] [0065] 왜곡점은, 바람직하게는 740℃ 이상, 보다 바람직하게는 745℃ 이상, 더욱 바람직하게는 750℃ 이상, 더욱 바람직하게는 752℃ 이상, 더욱 바람직하게는 755℃ 이상, 더욱 바람직하게는 758℃ 이상, 특히 바람직하게는 760℃ 이상이며, 바람직한 상한치는 820℃이다. 이와 같이 하면, LTPS 프로세스에 있어서, 유리판의 열수축을 억제할 수 있다.
- [0069] [0066] 서랭점은, 바람직하게는 800℃ 이상, 보다 바람직하게는 805℃ 이상, 더욱 바람직하게는 810℃ 이상, 더욱 바람직하게는 815℃ 이상, 더욱 바람직하게는 818℃ 이상, 더욱 바람직하게는 900℃이다. 이와 같이 하면, LTPS 프로세스에 있어서, 유리판의 열수축을 억제할 수 있다.
- [0070] [0067] 액상 온도는, 바람직하게는 1370℃ 이하, 보다 바람직하게는 1370℃ 미만, 더욱 바람직하게는 1360℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1350℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1340℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1330℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1320℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1310℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1300℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1290℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1280℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1270℃ 이하, 특히 바람직하게는 1260℃ 이하이다. 또한, 액상 온도는, 바람직하게는 1160℃ 이상, 보다 바람직하게는 1170℃ 이상, 특히 바람직하게는 1180℃ 이상이다. 이와 같이 하면, 유리 제조 시에 실투 결점이 발생하여, 생산성이 저하되는 사태를 방지하기 쉬워진다. 추가로 오버플로우 다운드로우법으로 성형하기 쉬워지기 때문에, 유리판의 표면 품질을 높이기 쉬워지는 동시에, 유리판의 제조 비용을 저렴화할 수 있다. 또한, 액상 온도는, 내실투성의 지표이며, 액상 온도가 낮을수록, 내실투성이 우수하다.
- [0071] [0068] 액상 점도는, 바람직하게는 $10^{4.2} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이상, 보다 바람직하게는 $10^{4.3} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이상, 더욱 바람직하게는 $10^{4.4} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이상, 특히 바람직하게는 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이상이다. 또한, 액상 점도는, 바람직하게는 $10^{7.4} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이하, 보다 바람직하게는 $10^{7.2} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이하, 특히 바람직하게는 $10^{7.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 이하이다. 이와 같이 하면, 성형 시에 실투가 발생하기 어려워지기 때문에, 오버플로우 다운드로우법으로 성형하기 쉬워지며, 결과적으로, 유리판의 표면 품질을 높이는 것이 가능해지고, 또한 유리판의 제조 비용을 저렴화할 수 있다. 또한, 액상 점도는, 내실투성과 성형성의 지표이며, 액상 점도가 높을수록, 내실투성과 성형성이 향상된다.
- [0072] [0069] 고온 점도 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 에 있어서의 온도는, 바람직하게는 1730℃ 이하, 보다 바람직하게는 1720℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1710℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1700℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1690℃ 이하, 더욱 바람직하게는 1680℃ 이하, 특히 바람직하게는 1670℃ 이하이다. 또한, 고온 점도 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 에 있어서의 온도는, 바

람직하게는 1580℃ 이상, 보다 바람직하게는 1590℃ 이상, 특히 바람직하게는 1600℃ 이상이다. 고온 점도 $10^{2.5}$ dPa·s에 있어서의 온도가 너무 높으면, 유리 배치를 용해하기 어려워져, 유리판의 제조 비용이 상승한다. 또한, 고온 점도 $10^{2.5}$ dPa·s에 있어서의 온도는, 용융 온도에 상당하며, 이 온도가 낮을수록, 용융성이 향상된다.

[0073] [0070] β-OH값은, 유리 중의 수분량을 나타내는 지표이며, β-OH값을 저하시키면, 왜곡점을 높일 수 있다. 또한, 유리 조성이 동일한 경우에도, β-OH값이 작은 쪽이, 왜곡점 이하 온도에서의 열수축률이 작아진다. β-OH값은, 바람직하게는 0.35/mm 이하, 보다 바람직하게는 0.30/mm 이하, 더욱 바람직하게는 0.28/mm 이하, 더욱 바람직하게는 0.25/mm 이하, 특히 바람직하게는 0.20/mm 이하이다. 또한, β-OH값이 너무 작으면, 용융성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, β-OH값은, 바람직하게는 0.01/mm 이상, 특히 바람직하게는 0.03/mm 이상이다.

[0074] [0071] β-OH값을 저하시키는 방법으로서, 이하의 방법을 들 수 있다. (1) 함수량(含水量)이 낮은 원료를 선택한다. (2) 유리 중에 β-OH값을 저하시키는 성분(C1, SO₃ 등)을 첨가한다. (3) 노내(爐內) 분위기 중의 수분량을 저하시킨다. (4) 용융 유리 중에서 N₂ 버블링을 행한다. (5) 소형 용융로를 채용한다. (6) 용융 유리의 유량을 많게 한다. (7) 전기 용융법을 채용한다.

[0075] [0072] 여기서, 「β-OH값」은, FT-IR을 이용하여 유리의 투과율을 측정하고, 하기의 수학적 식 1을 이용하여 구한 값을 가리킨다.

[0076] [수학적 식 1]

$$\beta\text{-OH값} = (1/X) \log(T_1/T_2)$$

[0078] X: 판 두께(mm)

[0079] T₁: 참조 파장 3846cm⁻¹에 있어서의 투과율(%)

[0080] T₂: 수산기 흡수 파장 3600cm⁻¹ 부근에 있어서의 최소 투과율(%)

[0081] [0074] 본 발명의 무알칼리 유리판은, 오버플로우 다운드로우법으로 성형되어 이루어지는 것이 바람직하다. 오버플로우 다운드로우법은, 내열성의 홈통 형상 구조물의 양측(兩側)으로부터 용융 유리를 흘러넘치게 하고, 흘러넘친 용융 유리를 홈통 형상 구조물의 하단(下端)에서 합류시키면서, 하방으로 연신 성형하여 유리판을 제조하는 방법이다. 오버플로우 다운드로우법에서는, 유리판의 표면이 되어야 하는 면은 홈통 형상 내화물에 접촉하지 않고, 자유 표면의 상태로 성형된다. 이 때문에, 미(未)연마로 표면 품질이 양호한 유리판을 얻가로 제조할 수 있고, 박형화도 용이하다.

[0082] [0075] 본 발명의 무알칼리 유리판은, 플롯법으로 성형되어 이루어지는 것도 바람직하다. 대형의 유리판을 얻가로 제조할 수 있다.

[0083] [0076] 본 발명의 무알칼리 유리판은, 표면이 연마면인 것이 바람직하다. 유리 표면을 연마하면, 전체 판 두께 편차 TTV를 저감할 수 있다. 그 결과, 자성막이 적정하게 형성될 수 있기 때문에, 자기 기록 매체의 기판에 적합해진다.

[0084] [0077] 본 발명의 무알칼리 유리판에 있어서, 판 두께는, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 유기 EL 디바이스에 이용하는 경우, 바람직하게는 0.7mm 이하, 보다 바람직하게는 0.7mm 미만, 더욱 바람직하게는 0.6mm 이하, 더욱 바람직하게는 0.6mm 미만, 특히 바람직하게는 0.5mm 이하이다. 판 두께가 얇아질수록, 유기 EL 디바이스의 경량화가 가능해진다. 판 두께는, 유리 제조 시의 유량이나 판 드로잉 속도(sheet drawing rate) 등으로 조정 가능하다. 또한, 유기 EL 디바이스에 이용하는 경우, 판 두께는 바람직하게는 0.05mm 이상이다. 한편, 자기 기록 매체에 이용하는 경우, 판 두께는, 바람직하게는 1.5mm 이하, 보다 바람직하게는 1.2mm 이하, 더욱 바람직하게는 1.0mm 이하, 특히 바람직하게는 0.9mm 이하이다. 또한, 자기 기록 매체에 이용하는 경우, 판 두께는, 바람직하게는 0.2mm 이상, 특히 바람직하게는 0.3mm 이상이다. 판 두께가 너무 두꺼우면, 원하는 판 두께까지 도달해야 하므로, 가공 비용이 상승할 우려가 있다.

[0085] [0078] 본 발명의 무알칼리 유리판은, 유기 EL 디바이스, 특히 유기 EL 텔레비전용 디스플레이 패널의 기판, 유기 EL 디스플레이 패널의 제조용 캐리어에 이용하는 것이 바람직하다. 특히, 유기 EL 텔레비전의 용도의 경우에는, 유리판 상에 복수 개 분량(分)의 디바이스를 제작한 후, 디바이스별로 분할 절단하여, 비용 다운이 도모

되고 있다(소위, 다면취(多面取)). 본 발명의 무알칼리 유리판은, 대형 유리판을 성형하기 쉽기 때문에, 이러한 요구를 정확하게 만족시킬 수 있다.

[0086] [0079] 본 발명의 무알칼리 유리판에 있어서, 유기 EL 디바이스에 이용하는 경우, 표면의 평균 표면 거칠기 Ra는, 바람직하게는 1.0nm 이하, 보다 바람직하게는 0.5nm 이하, 특히 바람직하게는 0.2nm 이하이다. 표면의 평균 표면 거칠기 Ra가 크면, 디스플레이의 제조 공정에 있어서, 전극 등의 정확한 패터닝을 행하는 것이 곤란해지고, 그 결과, 회로 전극이 단선(斷線), 쇼트될 확률이 상승하여, 디스플레이 등의 신뢰성을 담보하기 어려워진다. 여기서, 「표면의 평균 표면 거칠기 Ra」는, 단면(端面)을 제외한 주(主)표면(양(兩)표면)의 평균 표면 거칠기 Ra를 가리키며, 예컨대, 원자간력 현미경(AFM)으로 측정할 수 있다.

[0087] [0080] 또한, 본 발명의 무알칼리 유리판을 유기 EL 텔레비전용 디스플레이 패널의 기판, 유기 EL 디스플레이 패널의 제조용 캐리어로서 이용하는 경우는, 형상은 직사각형상인 것이 바람직하다. 또한, 본 발명의 무알칼리 유리판을, 정보 기록 매체, 특히 에너지 어시스트 자기 기록 매체용의 기판에 이용하는 것이 바람직하다. 자성층의 규칙화의 정도(규칙도)를 높여 고Ku화를 도모하기 위해, 기판에 대한 자성층의 성막 시, 혹은 성막 전 후에, 유리 기판을 포함하는 기재를 800℃ 정도의 고온으로 열처리할 뿐만 아니라, 자기 기록 매체의 고회전에 따른 기판에 대한 충격에도 견딜 수 있다. 본 발명의 무알칼리 유리판은, 절단 등의 가공을 행함으로써, 도 1에 나타낸 바와 같은, 디스크 기판(1)으로 가공된다. 이와 같이 자기 기록 매체용 유리 기판에 이용하는 경우, 디스크 기판(1)은, 디스크 형상을 가지는 것이 바람직하고, 중심부에 원형의 개구부(C)가 형성되어 있는 것이 더욱 바람직하다.

[0088] 실시예

[0089] [0081] 이하, 본 발명을 실시예에 근거하여 설명한다. 또한, 이하의 실시예는 단순한 예시이다. 본 발명은, 이하의 실시예에 전혀 한정되지 않는다.

[0090] [0082] 표 1~5는, 본 발명의 실시예(시료 No.1~48)를 나타내고 있다.

[0091] [0083] [표 1]

		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
유리 조성 (mol%)	SiO ₂	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	70.9	71.9	71.9
	Al ₂ O ₃	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
	B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Li ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	K ₂ O	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002
	MgO	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	7.5	7.5
	CaO	8.0	6.0	4.0	10.0	8.0	6.0	4.0	8.0	7.5	5.5
	SrO	0.01	1.0	2.0	0.01	1.0	2.0	3.0	2.0	0.01	1.0
	BaO	0.01	1.0	2.0	0.01	1.0	2.0	3.0	2.0	0.01	1.0
	ZnO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	Fe ₂ O ₃	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.008	0.007
	TiO ₂	0.010	0.008	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.001	0.006	0.007
ZrO ₂	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O		0.012	0.012	0.012	0.012	0.023	0.012	0.012	0.013	0.012	0.013
MgO+CaO+SrO+BaO		16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	15.0	15.0
Al ₂ O ₃ /(MgO+CaO+SrO+BaO)		0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.87	0.87
SrO/BaO		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.53	5.53
(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al ₂ O ₃		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0
(MgO+CaO)/(SrO+BaO)		800.0	7.0	3.0	800.0	7.0	3.0	1.7	3.0	750.0	6.5
MgO/CaO		1.0	1.3	2.0	0.6	0.8	1.0	1.5	0.5	1.0	1.4
(Al ₂ O ₃ +MgO)/(B ₂ O ₃ +SrO+BaO)		1050.0	10.5	5.3	950.0	9.5	4.8	3.2	4.3	1025.0	10.3
SiO ₂ /(Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)		5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.53	5.53
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]		34.2	34.6	36	36	36.6	37.4	38.0	38.7	33.2	34.0
ρ[g/cm ³]		2.49	2.53	2.58	2.50	2.54	2.58	2.63	2.59	2.48	2.52
E[GPa]		88	87	86	87	86	85	84	84	88	87
P _s [°C]		761	763	761	766	763	760	762	764	768	766
T _a [°C]		818	820	820	822	820	820	822	823	825	824
T _s [°C]		1045	1043	1050	1050	1048	1051	1057	1055	1053	1056
10 ⁴ dPa·s[°C]		1348	1362	1364	1355	1363	1371	1381	1374	1369	1379
10 ³ dPa·s[°C]		1508	1521	1524	1514	1523	1533	1544	1537	1531	1540
10 ² ⁵ dPa·s[°C]		1607	1622	1625	1615	1626	1636	1649	1643	1633	1644
TL[°C]		1291	1289	1298	1292	1259	1250	1251	1298	1329	1307
Log ₁₀ η TL		4.5	4.6	4.6	4.5	4.9	5.1	5.1	4.6	4.3	4.6

[0092]

[0093] [0084] [표 2]

	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	
유리 조성 (mol%)	SiO ₂	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	71.9	72.9	72.9	72.9	
	Al ₂ O ₃	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	
	B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Li ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	K ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.006	0.004	0.003	0.003
	MgO	7.5	5.5	5.5	5.5	5.5	3.5	7.0	7.0	5.0	5.0
	CaO	3.5	9.5	7.5	5.5	3.5	7.5	5.0	3.0	7.0	5.0
	SrO	2.0	0.01	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
	BaO	2.0	0.01	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
	ZnO	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
	SrO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	Fe ₂ O ₃	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007
	TiO ₂	0.007	0.006	0.007	0.008	0.008	0.007	0.012	0.013	0.007	0.008
ZrO ₂	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.012	0.012	0.012	0.013	0.013	0.013	0.016	0.014	0.013	0.014	
MgO+CaO+SrO+BaO	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.0	14.0	14.0	14.0	
Al ₂ O ₃ /(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.93	0.93	0.93	0.93	
SrO/BaO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.61	5.61	5.61	5.61	
(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al ₂ O ₃	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
(MgO+CaO)/(SrO+BaO)	2.8	750.0	6.5	2.8	1.5	2.8	6.0	2.5	6.0	2.5	
MgO/CaO	2.1	0.6	0.7	1.0	1.6	0.5	1.4	2.3	0.7	1.0	
(Al ₂ O ₃ +MgO)/(B ₂ O ₃ +SrO+BaO)	5.1	925.0	9.3	4.6	3.1	4.1	10.0	5.0	9.0	4.5	
SiO ₂ /(Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.61	5.61	5.61	5.61	
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]	34.6	34.7	35	35.7	37.5	37.8	32.4	33.1	33.9	34.6	
ρ[g/cm ³]	2.57	2.49	2.53	2.57	2.62	2.58	2.51	2.55	2.52	2.56	
E[GPa]	86	87	86	85	84	84	86	85	86	85	
P _s [°C]	765	771	768	767	765	770	768	770	773	771	
T _a [°C]	825	828	827	826	826	830	829	830	833	832	
T _s [°C]	1060	1055	1058	1063	1065	1067	1066	1071	1070	1074	
10 ⁴ dPa·s[°C]	1386	1374	1381	1392	1398	1394	1391	1399	1396	1405	
10 ³ dPa·s[°C]	1549	1534	1545	1556	1564	1557	1555	1564	1560	1570	
10 ² ⁵ dPa·s[°C]	1652	1637	1646	1663	1670	1659	1661	1671	1668	1676	
TL[°C]	1315	1318	1276	1251	1254	1290	1322	1312	1296	1257	
Log ₁₀ ⁷ TL	4.6	4.5	4.9	5.2	5.2	4.9	4.6	4.7	4.8	5.3	

[0094]

[0095] [0085] [표 3]

	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	
유리 조성 (mol%)	SiO ₂	72.9	73.9	73.9	73.9	73.9	73.9	70.9	70.9	70.9	71.9
	Al ₂ O ₃	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.5
	B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Li ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na ₂ O	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	K ₂ O	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003
	MgO	5.0	6.5	6.5	4.5	4.5	4.5	5.5	6.0	6.0	5.0
	CaO	3.0	4.5	2.5	6.5	4.5	2.5	6.0	6.0	6.0	5.5
	SrO	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.5	2.0	2.0
	BaO	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.5	2.0
	ZnO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	Fe ₂ O ₃	0.006	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.007	0.007	0.071	0.007
	TiO ₂	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.008	0.008
ZrO ₂	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.024	0.023	0.013	0.013	0.012	0.013	0.012	0.013	0.013	0.014	
MgO+CaO+SrO+BaO	14.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	15.5	15.5	15.5	14.5	
Al ₂ O ₃ /(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.87	0.87	0.93	
SrO/BaO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	1.33	1.00	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.61	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.25	5.25	5.25	5.33	
(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al ₂ O ₃	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	1.0	
(MgO+CaO)/(SrO+BaO)	1.3	5.5	2.3	5.5	2.3	1.2	2.9	3.4	3.4	2.6	
MgO/CaO	1.7	1.4	2.6	0.7	1.0	1.8	0.9	1.0	1.0	0.9	
(Al ₂ O ₃ +MgO)/(B ₂ O ₃ +SrO+BaO)	3.0	9.8	4.9	8.8	4.4	2.9	4.8	5.6	5.6	4.6	
SiO ₂ /(Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	5.61	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.25	5.25	5.25	5.33	
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]	35.6	31	31.8	32.7	33.4	34.3	36.6	36.0	36.0	35.4	
ρ[g/cm ³]	2.60	2.50	2.54	2.50	2.55	2.59	2.58	2.57	2.57	2.57	
E[GPa]	84	86	85	85	84	83	86	86	86	85	
P _s [°C]	773	775	775	777	777	779	766	766	766	771	
T _a [°C]	835	835	837	839	840	842	826	824	824	831	
T _s [°C]	1081	1076	1082	1081	1085	1092	1057	1055	1056	1068	
10 ⁴ dPa·s[°C]	1416	1403	1411	1412	1426	1435	1377	1372	1372	1392	
10 ³ dPa·s[°C]	1584	1568	1578	1578	1594	1604	1538	1532	1533	1556	
10 ²⁻⁵ dPa·s[°C]	1695	1675	1688	1686	1702	1711	1640	1634	1636	1661	
TL[°C]	1274	1365	1359	1323	1311	1300	1245	1270	1266	1275	
Log ₁₀ η TL	5.2	4.3	4.4	4.7	4.9	5.1	5.2	4.9	4.9	5.0	

[0096]

[0097] [0086] [표 4]

		No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37	No.38	No.39	No.40
유리 조성 (mol%)	SiO ₂	71.9	71.9	72.9	73.9	71.9	71.9	71.9	72.9	72.9	73.9
	Al ₂ O ₃	13.5	13.5	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
	B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Li ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
	K ₂ O	0.001	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002
	MgO	5.5	5.5	3.0	2.5	4.5	4.5	5.0	4.0	4.5	3.5
	CaO	5.5	5.5	7.0	6.5	6.5	5.5	5.0	5.0	4.5	4.5
	SrO	1.5	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	BaO	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	ZnO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
	SnO ₂	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	Fe ₂ O ₃	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006
	TiO ₂	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
ZrO ₂	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O		0.012	0.014	0.014	0.014	0.013	0.013	0.024	0.014	0.012	0.013
MgO+CaO+SrO+BaO		14.5	14.5	14.0	13.0	15.0	14.0	14.0	13.0	13.0	12.0
Al ₂ O ₃ /(MgO+CaO+SrO+BaO)		0.93	0.93	0.93	1.00	0.87	0.93	0.93	1.00	1.00	1.08
SrO/BaO		0.75	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		5.33	5.33	5.61	5.69	5.53	5.53	5.53	5.61	5.61	5.69
(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al ₂ O ₃		1.0	1.0	1.0	0.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	-1.0
(MgO+CaO)/(SrO+BaO)		3.1	3.1	2.5	2.3	2.8	2.5	2.5	2.3	2.3	2.0
MgO/CaO		1.0	1.0	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8
(Al ₂ O ₃ +MgO)/(B ₂ O ₃ +SrO+BaO)		5.4	5.4	4.0	3.9	4.4	3.5	3.6	3.4	3.5	3.3
SiO ₂ /(Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)		5.33	5.33	5.61	5.69	5.53	5.99	5.99	6.08	6.08	6.16
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]		34.7	34.7	36.4	35	36.9	35.1	34.7	33.9	33.5	32.8
ρ[g/cm ³]		2.56	2.57	2.56	2.55	2.57	2.55	2.55	2.54	2.54	2.53
E[GPa]		86	85	84	83	84	83	84	83	83	82
P _s [°C]		771	770	778	784	769	760	760	764	764	768
T _a [°C]		831	831	839	847	829	819	819	825	825	830
T _s [°C]		1066	1066	1079	1091	1065	1059	1059	1069	1069	1078
10 ⁴ dP _a -s[°C]		1389	1382	1405	1425	1385	1393	1392	1409	1408	1425
10 ³ dP _a -s[°C]		1552	1555	1572	1593	1550	1559	1558	1577	1576	1596
10 ²⁻⁵ dP _a -s[°C]		1657	1659	1678	1700	1658	1667	1665	1687	1685	1707
TL[°C]		1270	1277	1281	1286	1261	1234	1250	1277	1291	1340
Log ₁₀ η TL		5.0	5.0	5.1	5.2	5.1	5.4	5.2	5.1	5.0	4.7

[0098]

[0099] [0087] [표 5]

	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48	
유리 조성 (mol%)	SiO ₂	71.2	71.2	70.8	71.3	71.8	72.8	72.8	71.3
	Al ₂ O ₃	13.0	13.5	13.5	13.2	13.0	13.0	13.0	13.5
	B ₂ O ₃	0.6	1.1	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
	Li ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na ₂ O	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
	K ₂ O	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002
	MgO	5.3	4.6	4.6	5.6	5.1	3.1	4.1	5.3
	CaO	5.7	5.5	6.0	5.8	6.0	6.0	6.0	5.8
	SrO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	BaO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	ZnO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
	SnO ₂	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09
	Fe ₂ O ₃	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005
	TiO ₂	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.008
ZrO ₂	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	0.037	0.025	0.013	0.014	0.013	0.013	0.025	0.013	
MgO+CaO+SrO+BaO	15.0	14.1	14.6	15.4	15.1	13.1	14.1	15.1	
Al ₂ O ₃ /(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.87	0.96	0.93	0.86	0.86	0.99	0.92	0.89	
SrO/BaO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	0.98	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5.47	5.27	5.24	5.39	5.51	5.59	5.59	5.30	
(MgO+CaO+SrO+BaO)-Al ₂ O ₃	2.0	0.6	1.0	2.1	2.0	0.1	1.1	1.6	
(MgO+CaO)/(SrO+BaO)	2.8	2.5	2.6	2.8	2.8	2.3	2.5	2.8	
MgO/CaO	0.9	0.8	0.8	1.0	0.8	0.5	0.7	0.9	
(Al ₂ O ₃ +MgO)/(B ₂ O ₃ +SrO+BaO)	4.0	3.6	3.6	4.7	4.5	3.2	4.2	4.8	
SiO ₂ /(Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	5.72	5.73	5.65	5.39	5.51	6.04	5.59	5.30	
CTE[×10 ⁻⁷ /°C]	35.9	34.8	35.8	36.3	36.2	34.6	35.4	36.0	
ρ[g/cm ³]	2.57	2.56	2.57	2.58	2.57	2.55	2.56	2.58	
E[GPa]	85	84	84	85	85	82	84	85	
Ps[°C]	761	761	759	768	769	766	776	770	
Ta[°C]	819	820	818	826	827	827	836	829	
Ts[°C]	1056	1058	1054	1059	1064	1073	1076	1062	
10 ⁴ dPa·s[°C]	1380	1382	1376	1380	1389	1409	1409	1382	
10 ³ dPa·s[°C]	1546	1545	1538	1542	1552	1576	1574	1544	
10 ^{2.5} dPa·s[°C]	1656	1649	1642	1644	1656	1684	1683	1648	
TL[°C]	1243	1267	1240	1249	1240	1254	1250	1242	
Log ₁₀ η TL	5.2	5.0	5.2	5.1	5.3	5.3	5.4	5.2	

[0100]

[0101]

[0088] 우선 표 중의 유리 조성이 되도록, 유리 원료를 조합(調合)한 유리 배치를 백금 도가니에 넣어, 1600~1680°C에서 24시간 용융하였다. 유리 배치의 용해에 있어서는, 백금 스테러를 이용해서 교반하여, 균질화를 행하였다. 이어서, 용융 유리를 카본판 상에 흘려보내어, 판 형상으로 성형한 후, 서랭점 부근의 온도에서 30분간 서랭하였다. 얻어진 각 시료에 대해, 30~380°C의 온도 범위에 있어서의 평균 열팽창 계수 CTE, 밀도 ρ, 영률 E, 왜곡점 Ps, 서랭점 Ta, 연화점 Ts, 고온 점도 10⁴dPa·s에 있어서의 온도, 고온 점도 10³dPa·s에 있어서의 온도, 고온 점도 10^{2.5}dPa·s에 있어서의 온도, 액상 온도 TL, 및 액상 온도 TL에 있어서의 점도 log₁₀η TL을 평가하였다.

[0102]

[0089] 30~380°C의 온도 범위에 있어서의 평균 열팽창 계수 CTE는, 팽창계로 측정된 값이다.

[0103]

[0090] 밀도 ρ는, 주지(周知)의 아르키메데스법에 의해 측정된 값이다.

[0104]

[0091] 영률 E는, 주지의 공진법으로 측정된 값을 가리킨다.

[0105]

[0092] 왜곡점 Ps, 서랭점 Ta, 연화점 Ts는, ASTM C336 및 C338의 방법에 근거하여 측정된 값이다.

[0106]

[0093] 고온 점도 10⁴dPa·s, 10³dPa·s, 10^{2.5}dPa·s에 있어서의 온도는, 백금구 인상법으로 측정된 값이다.

- [0107] [0094] 액상 온도 TL은, 표준 체 30메시(500 μ m)를 통과하고, 50메시(300 μ m)에 남는 유리 분말을 백금 보트에 넣고, 온도 구배로 내에 24시간 유지시킨 후, 결정이 석출되는 온도이다.
- [0108] [0095] 액상 점도 $\log_{10} \eta_{TL}$ 은, 액상 온도 TL에 있어서의 유리의 점도를 백금구 인상법으로 측정한 값이다.
- [0109] [0096] 표 1~5로부터 명백한 바와 같이, 시료 No.1~48은, 유리 조성이 소정 범위 내로 규제되어 있기 때문에, 영률이 82GPa 이상, 왜곡점이 759 $^{\circ}$ C 이상, 액상 온도가 1365 $^{\circ}$ C 이하, 액상 점도가 $10^{4.3}$ dPa \cdot s 이상이다. 따라서, 시료 No.1~48은, 생산성이 우수한 동시에, 왜곡점과 영률이 충분히 높기 때문에, 유기 EL 디바이스의 기관에 적합하다.

산업상 이용가능성

- [0110] [0097] 본 발명의 무알칼리 유리판은, 유기 EL 디바이스, 특히 유기 EL 텔레비전용 디스플레이 패널의 기관, 유기 EL 디스플레이 패널의 제조용 캐리어로서 적합하며, 그 이외에도, 액정 디스플레이 등의 플랫 패널 디스플레이 기관 전하 결합소자(CCD), 등배(等倍) 근접형 고체 촬상 소자(CIS) 등의 이미지 센서용의 커버 유리, 태양 전지용의 기관 및 커버 유리, 유기 EL 조명용 기관 등에도 적합하다.
- [0111] [0098] 또한, 본 발명의 무알칼리 유리판은, 자기 기록 매체용 유리 기관으로서도 적합하다.

부호의 설명

- [0112] [0099] 1: 디스크 기관

도면

도면1

