



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월15일
(11) 등록번호 10-2265027
(24) 등록일자 2021년06월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 3/12 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C03C 3/12 (2013.01)
C03C 3/066 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7020808
- (22) 출원일자(국제) 2014년04월25일
심사청구일자 2018년10월19일
- (85) 번역문제출일자 2015년07월30일
- (65) 공개번호 10-2016-0002677
- (43) 공개일자 2016년01월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/061680
- (87) 국제공개번호 WO 2014/175418
국제공개일자 2014년10월30일
- (30) 우선권주장
JP-P-2013-091960 2013년04월25일 일본(JP)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2013063892 A
JP2012254918 A

- (73) 특허권자
니폰 덴키 가라스 가부시키키가이샤
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고
- (72) 발명자
야나세 토모키
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰
덴키 가라스 가부시키키가이샤 나이
무시아케 아츠시
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰
덴키 가라스 가부시키키가이샤 나이
- (74) 대리인
하영욱

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 김준규

(54) 발명의 명칭 **고굴절률 유리**

(57) 요약

본 발명의 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 질량%로 MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO 25~60%, CaO 0~5%, TiO₂+ZrO₂ 3~20%를 함유하고, 또한 굴절률(n_d)이 1.55~1.70인 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

C03C 3/093 (2013.01)

C03C 3/145 (2013.01)

G02B 1/00 (2013.01)

(30) 우선권주장

JP-P-2013-091961 2013년04월25일 일본(JP)

JP-P-2013-091962 2013년04월25일 일본(JP)

JP-P-2013-136033 2013년06월28일 일본(JP)

JP-P-2013-137753 2013년07월01일 일본(JP)

JP-P-2014-024995 2014년02월13일 일본(JP)

명세서

청구범위

청구항 1

유리 조성으로서 질량%로, SiO_2 26~70%, $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$ 25~60%, MgO 0~10%, CaO 0~12%, SrO 0~20%, BaO 1~50%, ZnO 0~15%, $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 3~20%, TiO_2 0.01~15%, ZrO_2 0~10%를 함유하고, 또한 굴절률(n_d)이 1.51~2.0인 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$ 의 함유량이 30~70질량%, Al_2O_3 의 함유량이 0~20질량%, B_2O_3 의 함유량이 0~15질량%인 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

CaO 를 5.0질량% 초과 포함하는 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 5

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

B_2O_3 를 0.1~15질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

ZrO_2 를 0.01~10질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

PbO 의 함유량이 0~0.5질량% 미만이고, 또한 $\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{WO}_3$ 의 함유량이 9질량% 이하인 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 10

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

ZnO 를 0.1~15질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 11

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

알칼리 금속 산화물의 함유량이 0~0.5질량% 미만인 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 12

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

액상 점도가 $10^{3.0}$ dPa·s 이상인 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 13

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

평판형상이며, 또한 적어도 한쪽의 표면의 표면 거칠기(Ra)가 10Å 이하인 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 14

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

오버플로우 다운드로우법으로 형성되어서 이루어지는 것을 특징으로 하는 고굴절률 유리.

청구항 15

제 1 항 또는 제 3 항에 기재된 고굴절률 유리를 구비하는 것을 특징으로 하는 조명 디바이스.

청구항 16

제 1 항 또는 제 3 항에 기재된 고굴절률 유리를 구비하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 조명.

청구항 17

제 1 항 또는 제 3 항에 기재된 고굴절률 유리를 구비하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고굴절률 유리에 관한 것으로서, 예를 들면 유기 EL 디바이스, 특히 유기 EL 조명에 적합한 고굴절률 유리에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 유기 EL 발광 소자를 사용한 디스플레이, 조명이 점점 주목받고 있다. 이들 유기 EL 디바이스는 ITO 등의 투명 도전막이 형성된 유리판에 의해 유기 발광 소자가 끼워진 구조를 갖는다. 이 구조에 있어서, 유기 발광 소자에 전류가 흐르면 유기 발광 소자 중의 정공과 전자가 회합해서 발광한다. 발광한 광은 ITO 등의 투명 도전막을 통해 유리판 중에 진입하고, 유리판 내에서 반사를 반복하면서 외부로 방출된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 2007-186407호 공보

발명의 내용

[0004] 그런데 유기 발광 소자의 굴절률(n_d)은 1.8~1.9이며, ITO의 굴절률(n_d)은 1.9~2.0이다. 이에 대하여 유리판의 굴절률(n_d)은 통상 1.5 정도이다. 이 때문에, 종래의 유기 EL 디바이스는 유리판-ITO 계면의 굴절률 차에 기인해서 반사율이 높기 때문에 유기 발광 소자로부터 발생한 광을 효율 좋게 인출할 수 없다는 문제가 있었다.

- [0005] 또한, 광학 유리의 분야에서는 고굴절률의 유리가 사용되는 경우가 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조). 그러나, 이들 유리는 고가인 중금속을 다량으로 포함하며, 또한 액상 점도가 낮기 때문에 평판형상으로 성형하기 어려워 대량 생산에 적합하지 않다.
- [0006] 그래서 본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것이며, 그 기술적 과제는 고가인 중금속을 다량으로 포함하지 않아도 액상 점도가 높은 고굴절률 유리를 창안하는 것이다.
- [0007] 본 발명자들은 예의 검토를 행한 결과, 유리 조성 범위와 유리 특성을 소정 범위로 규제함으로써 상기 기술적 과제를 해결할 수 있는 것을 발견하여 이하의 제 1~제 4 발명으로서 제안하는 것이다.
- [0008] 즉, 제 1 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 질량%로 MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO 25~60%, CaO 0~5%, TiO₂+ZrO₂ 3~20%를 함유하고, 또한 굴절률(n_d)이 1.51~2.0인 것을 특징으로 한다. 여기에서, 「MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO」는 MgO, CaO, SrO, BaO 및 ZnO의 합량이다. 「TiO₂+ZrO₂」는 TiO₂와 ZrO₂의 합량이다. 「굴절률(n_d)」은 수소 램프의 d선(파장 587.6nm)에서의 측정값이며, 굴절률 측정기로 측정할 수 있다. 예를 들면, 25mm×25mm×약 3mm의 직육면체 시료를 제작한 후, (서랭점+30℃)로부터 (변형점-50℃)까지의 온도 영역을 0.1℃/분이 되는 냉각 속도로 어닐링 처리하고, 계속해서 굴절률이 정합하는 침액을 유리 사이에 침투시키면서 Shimadzu Corporation제의 굴절률 측정기 KPR-2000을 사용함으로써 측정할 수 있다.
- [0009] 또한, 제 2 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 질량%로 SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃ 30~80%, B₂O₃+ZnO 0.1~20%, TiO₂+ZrO₂ 3~20%를 함유하고, 또한 굴절률(n_d)이 1.51~2.0인 것을 특징으로 한다. 여기에서, 「SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃」는 SiO₂, Al₂O₃ 및 B₂O₃의 합량이다. 「B₂O₃+ZnO」는 B₂O₃와 ZnO의 합량이다. 「TiO₂+ZrO₂」는 TiO₂와 ZrO₂의 합량이다. 「굴절률(n_d)」은 상기 제 1 발명에서 설명한 바와 같다.
- [0010] 또한, 제 3 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 TiO₂+ZrO₂를 3~20질량% 함유하고, 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO가 2~10이며, 굴절률(n_d)이 1.51~2.0인 것을 특징으로 한다. 여기에서, 「TiO₂+ZrO₂」는 TiO₂와 ZrO₂의 합량이다. 「MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO」는 MgO, CaO, SrO, BaO 및 ZnO의 합량이다. 「(MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO」는 MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 함유량을 CaO의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다. 「굴절률(n_d)」은 상기 제 1 발명에서 설명한 바와 같다.
- [0011] 제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 질량%로 SiO₂ 26~70%, B₂O₃ 4.5~35%, MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO 10~48%, BaO 10~31%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.29%를 함유하고, 또한 굴절률(n_d)이 1.51~2.0인 것을 특징으로 한다. 여기에서, 「MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO」는 MgO, CaO, SrO, BaO 및 ZnO의 합량이다. 「Li₂O+Na₂O+K₂O」는 Li₂O, Na₂O 및 K₂O의 합량이다. 「굴절률(n_d)」은 상기 제 1 발명에서 설명한 바와 같다.
- [0012] 제 3 발명에 의한 고굴절률 유리는 CaO를 5.0질량% 초과 포함하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 굴절률을 유지한 후에 용융성, 영률을 높이기 쉬워진다.
- [0013] 제 1~제 3 발명에 의한 고굴절률 유리는 B₂O₃를 0.1~15질량% 포함하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 밀도, 액상 온도를 저하시키기 쉬워진다.
- [0014] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 ZrO₂를 0.01~10질량% 포함하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 굴절률을 높이면서 액상 온도 부근의 온도를 고온화해서 액상 점도를 높일 수 있다.
- [0015] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 TiO₂를 0.01~15질량% 포함하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 굴절률을 높일 수 있다.
- [0016] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 실질적으로 PbO를 포함하지 않고, 또한 Bi₂O₃+La₂O₃+Gd₂O₃+Nb₂O₅+Ta₂O₅+WO₃의 함유량이 9질량% 이하인 것이 바람직하다. 이렇게 하면 환경적 요청에 배려하면서 일괄 비용을 저감할 수 있다. 여기에서, 「실질적으로 ~을 포함하지 않는」이란 명시된 성분의 함유를 가급적이라도 삼가하지만, 불순물 레벨의 혼입은 허용하는 취지이며, 구체적으로는 명시된 성분의 함유량이 0.5% 미만(바람직하게는 0.1% 미만)인 경우를 가리킨다.

- [0017] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 ZnO를 0.1~15질량% 포함하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 액상 온도를 저하시키기 쉬워진다.
- [0018] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 실질적으로 알칼리 금속 산화물을 포함하지 않는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 SiO₂막 등의 패시베이션막의 형성이 불필요해져 제조 비용을 저감화할 수 있다. 여기에서, 「알칼리 금속 산화물」은 Li₂O, Na₂O 및 K₂O를 포함한다.
- [0019] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 액상 점도가 10^{3.0}dPa·s 이상인 것이 바람직하다. 이렇게 하면 오버플로우 다운드로우법으로 유리관을 성형하기 쉬워진다. 여기에서, 「액상 점도」는 액상 온도에 있어서의 유리의 점도를 백금구 인상법으로 측정된 값을 가리킨다. 「액상 온도」는 표준체 30메쉬(500 μ m)를 통과하고, 50메쉬(300 μ m)에 남는 유리 분말을 백금 보트에 넣고, 온도 구배로 중에 24시간 유지해서 결정이 석출되는 온도를 측정한 값이다.
- [0020] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 평판형상이며, 또한 적어도 한쪽 표면의 표면 거칠기(Ra)가 10Å 이하인 것이 바람직하다. 여기에서, 「표면 거칠기(Ra)」는 JIS B0601:2001에 준거한 방법으로 측정된 값을 가리킨다.
- [0021] 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 오버플로우 다운드로우법으로 형성되어서 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0022] 이상의 제 1~제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 조명 디바이스, 유기 EL 조명 및 유기 EL 디스플레이에 이용될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] <제 1 발명>
- [0024] 제 1 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO 25~60%, CaO 0~5%, TiO₂+ZrO₂ 3~20%를 함유한다. 이와 같이 각 성분의 함유 범위를 한정된 이유를 이하에 설명한다. 또한, 이하의 함유 범위의 설명에 있어서 %표시는 특별히 언급이 있는 경우를 제외하고, 질량%를 나타낸다.
- [0025] MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 함유량은 25~60%이며, 바람직하게는 30~55%, 32~50%, 34~49%, 36~47%, 특히 38~45%이다. 이렇게 하면 고굴절률, 내실투성, 용융성, 저밀도, 열팽창 계수를 높은 레벨로 동시에 달성할 수 있다. 또한, MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 함유량이 지나치게 많으면 밀도, 열팽창 계수가 부당하게 상승할 우려가 있고, MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 함유량이 지나치게 적으면 굴절률, 내실투성, 용융성이 저하되기 쉬워진다.
- [0026] MgO+CaO의 함유량이 많아지면 유리 조성의 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, MgO+CaO의 함유량은 바람직하게는 12% 이하, 10% 이하, 8% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 4.6% 이하, 4% 이하, 3.5% 이하, 3% 이하, 특히 2.5% 이하이다. 또한, MgO+CaO의 함유량이 적어지면 용융성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, MgO+CaO의 함유량은 바람직하게는 0.1% 이상, 0.5% 이상, 1% 이상, 특히 2% 이상이다. 여기에서, 「MgO+CaO」는 MgO와 CaO의 합량이다.
- [0027] MgO는 영률을 높이는 성분임과 아울러, 고온 점도를 저하시키는 성분이지만, MgO를 다량으로 함유시키면 굴절률이 저하되기 쉬워지고, 액상 온도가 상승해서 내실투성이 저하되기 쉬워지거나, 밀도, 열팽창 계수가 높아지기 쉽다. 따라서, MgO의 함유량은 바람직하게는 10% 이하, 5% 이하, 3% 이하, 2% 이하, 1.5% 이하, 1% 이하, 특히 0.5% 이하이다.
- [0028] CaO의 함유량은 0~5%이다. CaO의 함유량이 많아지면 밀도, 열팽창 계수가 높아지기 쉽고, 그 함유량이 5%를 초과하면 유리 조성의 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, CaO의 함유량은 바람직하게는 4.5% 이하, 4% 이하, 3.5% 이하, 3% 이하, 특히 2.5% 이하이다. 또한, CaO의 함유량이 적어지면 굴절률, 용융성, 영률이 저하되기 쉬워진다. 따라서, CaO의 함유량은 바람직하게는 0.1% 이상, 0.5% 이상, 1% 이상, 특히 2% 이상이다.
- [0029] 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO는 바람직하게는 8.5 이상, 10 이상, 11.4 이상, 12 이상, 13~25, 13.5~21, 14~19, 특히 14.5~17이다. 이렇게 하면 굴절률과 내실투성을 동시에 높이기 쉬워진다. 또한, 「(MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO」는 MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 함유량을 CaO의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.
- [0030] SrO의 함유량이 많아지면 굴절률이 높아지고, 또한 액상 온도 부근의 점도를 높이는 것이 가능해지지만, 밀도,

열팽창 계수도 높아지기 쉽다. 또한, SrO의 함유량이 과잉이 되면 유리 조성의 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, SrO의 함유량은 바람직하게는 20% 이하, 15% 이하, 13% 이하, 12% 이하, 특히 11% 이하이다. 또한, SrO의 함유량이 적어지면 굴절률, 용융성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, SrO의 함유량은 바람직하게는 0.1% 이상, 1% 이상, 3% 이상, 5% 이상, 7% 이상, 8% 이상, 특히 10% 이상이다.

[0031] BaO는 알칼리 토류 금속 산화물 중에서는 유리의 점성을 극단적으로 저하시키지 않고, 굴절률을 높이는 성분이다. 그러나, BaO의 함유량이 많아지면 밀도, 열팽창 계수가 높아지기 쉽고, 액상 점도가 낮아지기 쉽다. 또한, BaO의 함유량이 지나치게 많으면 유리 조성의 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, BaO의 함유량은 바람직하게는 50% 이하, 45% 이하, 40% 이하, 35% 이하, 32% 이하, 30% 이하, 특히 28% 이하이다. 단, BaO의 함유량이 적어지면 원하는 굴절률을 얻기 어려워지고, 또한 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 따라서, BaO의 함유량은 바람직하게는 0.1% 이상, 1% 이상, 5% 이상, 10% 이상, 12% 이상, 15% 이상, 17% 이상, 20% 이상, 23% 이상, 특히 25% 이상이다.

[0032] ZnO의 함유량이 많아지면 밀도, 열팽창 계수가 높아지거나, 유리 조성의 성분 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되거나, 고온 점성이 지나치게 저하되어서 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 따라서, ZnO의 함유량은 바람직하게는 15% 이하, 10% 이하, 6% 이하, 4% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하, 특히 0.1% 이하이다. 단, ZnO의 함유량이 적어지면 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 따라서, ZnO의 함유량은 바람직하게는 0.1% 이상, 0.5% 이상, 1% 이상, 1% 초과, 1.5% 이상, 2% 이상, 2.5% 이상, 특히 3% 이상이다.

[0033] TiO₂+ZrO₂는 일괄 비용을 앙등시키지 않고, 굴절률을 효과적으로 높이는 성분이다. 그러나, TiO₂+ZrO₂의 함유량이 많아지면 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, TiO₂+ZrO₂의 함유량은 3~20%이며, 바람직하게는 4~15%, 5~12%, 5.5~11%, 6~10%, 특히 6.5~9%이다. 또한, Zr 함유 실투물의 발생을 억제하고 싶을 경우, TiO₂+ZrO₂의 함유량은 바람직하게는 7.5% 이하, 7% 이하, 6.5% 이하, 특히 6% 이하이다.

[0034] TiO₂는 일괄 비용을 앙등시키지 않고, 굴절률을 효과적으로 높이는 성분이다. 그러나, TiO₂의 함유량이 많아지면 유리가 착색되거나 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, TiO₂의 함유량은 바람직하게는 0.01~15%, 0.1~15%, 1~12%, 2~11%, 3~10%, 4~9%, 특히 5~8%이다. 또한, TiO₂의 함유량이 많아지면 Zr 함유 실투물의 발생을 조장하기 쉬워진다. 따라서, Zr 함유 실투물의 발생을 억제하고 싶을 경우, TiO₂의 함유량은 바람직하게는 6% 이하, 5.5% 이하, 5% 이하, 4.5% 이하, 특히 4% 이하이다.

[0035] ZrO₂는 일괄 비용을 앙등시키지 않고, 굴절률을 효과적으로 높이는 성분이다. 단, ZrO₂의 함유량이 많아지면 액상 온도가 저하되기 쉬워진다. 따라서, ZrO₂의 함유량은 바람직하게는 0~10%, 0.01~10%, 0.5~8%, 1~7%, 1.5~6.5%, 2.5~6%, 특히 3~5.5%이다. 또한, Zr 함유 실투물의 발생을 억제하고 싶을 경우, ZrO₂의 함유량은 바람직하게는 5% 이하, 4% 이하, 3.5% 이하, 3% 이하, 특히 2.5% 이하이다.

[0036] 상기 성분 이외에도 예를 들면 이하의 성분을 첨가해도 좋다.

[0037] SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃의 함유량은 30~80%가 바람직하다. SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃의 함유량이 적어지면 유리 망눈 구조를 형성하기 어려워져 유리화가 곤란해진다. 또한, 유리의 점성이 지나치게 저하되어서 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 따라서, SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃의 함유량은 바람직하게는 30% 이상, 35% 이상, 38% 이상, 40% 이상, 42% 이상, 45% 이상, 47% 이상, 49% 이상, 특히 50% 이상이다. 한편, SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃의 함유량이 많아지면 용융성, 성형성이 저하되기 쉬워지고, 또한 굴절률이 저하되기 쉬워진다. 따라서, SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃의 함유량은 바람직하게는 80% 이하, 75% 이하, 70% 이하, 65% 이하, 60% 이하, 57% 이하, 특히 55% 이하이다. 또한, 「SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃」는 SiO₂, Al₂O₃ 및 B₂O₃의 합량이다.

[0038] 질량비(SrO+BaO+TiO₂+ZrO₂)/(SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃)는 0.1~3이 바람직하다. 질량비(SrO+BaO+TiO₂+ZrO₂)/(SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃)가 작아지면 굴절률을 높이기 어려워진다. 따라서, 질량비(SrO+BaO+TiO₂+ZrO₂)/(SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃)의 하한값은 바람직하게는 0.1, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 특히 0.9이다. 한편, 질량비(SrO+BaO+TiO₂+ZrO₂)/(SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃)가 커지면 유리화가 곤란해짐과 아울러 유리의 점성이 극단적으로 저하되어 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 따라서, 질량비(SrO+BaO+TiO₂+ZrO₂)/(SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃)의 상한값은 바람

직하계는 3, 2, 1.5, 1.3, 1.1, 특히 1이다. 또한, 「 $SrO+BaO+TiO_2+ZrO_2$ 」는 SrO, BaO, TiO_2 및 ZrO_2 의 합량이다.

[0039] SiO_2 의 함유량은 30~70%가 바람직하다. SiO_2 의 함유량이 적어지면 유리 망눈 구조를 형성하기 어려워져 유리화가 곤란해진다. 또한, 유리의 점성이 지나치게 저하되어 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 따라서, SiO_2 의 함유량은 바람직하게는 30% 이상, 33% 이상, 35% 이상, 37% 이상, 38% 이상, 39% 이상, 특히 40% 이상이다. 한편, SiO_2 의 함유량이 많아지면 굴절률, 용융성, 성형성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, SiO_2 의 함유량은 바람직하게는 70% 이하, 65% 이하, 60% 이하, 55% 이하, 53% 이하, 51% 이하, 50% 미만, 48% 이하, 45% 이하, 43% 이하, 특히 41% 이하이다.

[0040] Al_2O_3 의 함유량은 0~20%가 바람직하다. Al_2O_3 의 함유량이 많아지면 유리에 실투 결정이 석출되기 쉬워지고, 액상 점도가 저하되기 쉬워지며, 또한 굴절률이 저하되기 쉬워진다. 따라서, Al_2O_3 의 함유량은 바람직하게는 20% 이하, 15% 이하, 10% 이하, 8% 이하, 특히 6% 이하이다. 또한, Al_2O_3 의 함유량이 적어지면 유리 조성의 밸런스를 잃어 반대로 유리가 실투되기 쉬워진다. 따라서, Al_2O_3 의 함유량은 바람직하게는 0.1% 이상, 0.5% 이상, 1% 이상, 3% 이상, 4% 이상, 특히 5% 이상이다.

[0041] 질량비 CaO/Al_2O_3 는 바람직하게는 1.15 이하, 1.1 이하, 1 이하, 0.9 이하, 0.1~0.8, 0.2~0.7, 0.3~0.65, 특히 0.4~0.6이다. 이렇게 하면 내실투성이 향상되어 오버플로우 다운드로우법으로 유리판을 성형하기 쉬워진다. 또한, 「 CaO/Al_2O_3 」은 CaO의 함유량을 Al_2O_3 의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.

[0042] B_2O_3 의 함유량은 0~15%가 바람직하다. B_2O_3 의 함유량이 많아지면 굴절률, 영률이 저하되기 쉬워진다. 따라서, B_2O_3 의 함유량은 바람직하게는 15% 이하, 13% 이하, 12% 이하, 10% 이하, 8% 이하, 특히 6% 이하이다. 또한, B_2O_3 의 함유량이 적어지면 액상 온도가 저하되기 쉬워진다. 따라서, B_2O_3 의 함유량은 바람직하게는 0.1% 이상, 1% 이상, 2% 이상, 3% 이상, 4% 이상, 특히 5% 이상이다.

[0043] 질량비 $(B_2O_3+MgO)/CaO$ 는 바람직하게는 1 이상, 1.3 이상, 1.5 이상, 1.6 이상, 1.65~5, 1.7~4.5, 1.8~4, 1.9~3.5, 특히 2~3이다. 이렇게 하면 내실투성과 용융성을 양립하기 쉬워지기 때문에 유리판의 제조 효율을 높이기 쉬워진다. 또한, 「 $(B_2O_3+MgO)/CaO$ 」는 B_2O_3 와 MgO의 합량을 CaO의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.

[0044] 질량비 B_2O_3/TiO_2 는 바람직하게는 0.1~50, 0.3~30, 0.5~20, 0.7~10, 0.8~5, 0.9~4, 특히 1~3이다. 이렇게 하면 내실투성이 향상되어 오버플로우 다운드로우법으로 유리판을 성형하기 쉬워진다. 또한, 「 B_2O_3/TiO_2 」는 B_2O_3 의 함유량을 TiO_2 의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.

[0045] 알칼리 금속 산화물은 유리의 점성을 저하시키는 성분이며, 또한 열팽창 계수를 조정하는 성분이지만, 다량으로 유입하면 유리의 점성이 지나치게 저하되어서 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 또한, 용도에 따라서는 유리의 표면에 SiO_2 막 등의 패시베이션막의 형성이 필요해진다. 따라서, 알칼리 금속 산화물의 함유량은 바람직하게는 15% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 특히 0.5% 이하이며, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다. 또한, Li_2O , Na_2O , K_2O 의 함유량은 각각 10% 이하, 8% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 특히 0.5% 이하가 바람직하고, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.

[0046] 청징제로서 As_2O_3 , Sb_2O_3 , CeO_2 , SnO_2 , F, Cl, SO_3 의 군으로부터 선택된 1종 또는 2종 이상을 0~3% 첨가할 수 있다. 단, As_2O_3 및 F, 특히 As_2O_3 는 환경적 관점으로부터 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다. 특히, 청징제로서 Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 및 Cl이 바람직하다. Sb_2O_3 의 함유량은 바람직하게는 0~1%, 0.01~0.5%, 특히 0.05~0.4%이다. SnO_2 의 함유량은 바람직하게는 0~1%, 0.01~0.5%, 특히 0.05~0.4%이다. SnO_2+SO_3+Cl 의 함유량은 바람직하게는 0~1%, 0.001~1%, 0.01~0.5%, 특히 0.01~0.3%이다. 여기에서, 「 SnO_2+SO_3+Cl 」은 SnO_2 , SO_3 및 Cl의 합량을 가리킨다.

[0047] PbO는 고온 점성을 저하시키는 성분이지만, 환경적 관점으로부터 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.

[0048] $Bi_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3+Nb_2O_5+Ta_2O_5+WO_3$ 는 굴절률을 높이는 성분이지만, 일괄 비용을 높이는 성분이다. 따라서,

$\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{WO}_3$ 의 함유량은 바람직하게는 9% 이하, 6% 이하, 3% 이하, 2% 이하, 1.5%, 1% 이하, 1% 미만, 특히 0.5% 이하이며, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다. 또한, Bi_2O_3 , La_2O_3 , Gd_2O_3 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , WO_3 의 함유량은 각각 9% 이하, 6% 이하, 3% 이하, 2% 이하, 1.5%, 1% 이하, 1% 미만, 특히 0.5% 이하이며, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.

- [0049] 상기 성분 이외에도 다른 성분을 첨가할 수 있다. 그 첨가량은 바람직하게는 10%, 5% 이하, 특히 3% 이하이다.
- [0050] 본 발명의 고굴절률 유리는 이하의 특성을 갖는 것이 바람직하다.
- [0051] 굴절률(n_d)은 1.51 이상이며, 바람직하게는 1.55 이상, 1.57 이상, 1.58 이상, 1.60 이상, 1.62 이상, 1.63 이상이다. 굴절률(n_d)이 1.55 미만이 되면 ITO-유리 계면의 반사에 의해 광을 효율 좋게 인출할 수 없게 된다. 한편, 굴절률(n_d)이 높아지면 유리 조성의 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 또한, 굴절률(n_d)이 극단적으로 높아지면 공기-유리 계면에서의 반사율이 높아지고, 유리 표면에 조면화 처리를 실시해도 광의 인출 효율을 높이는 것이 곤란해진다. 또한, 유리 조성 중에 중금속을 도입하면 내실투성을 확보한 후에 굴절률(n_d)을 높일 수 있지만, 이 경우 일괄 비용이 앙등해버린다. 따라서, 굴절률(n_d)은 2.0 이하이며, 바람직하게는 1.70 이하, 1.68 이하, 1.67 이하, 1.66 이하, 특히 1.65 이하이다.
- [0052] 밀도는 바람직하게는 $5.0\text{g}/\text{cm}^3$ 이하, $4.8\text{g}/\text{cm}^3$ 이하, $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ 이하, $4.3\text{g}/\text{cm}^3$ 이하, $3.7\text{g}/\text{cm}^3$ 이하, 특히 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ 이하이다. 이렇게 하면 디바이스를 경량화할 수 있다. 또한, 「밀도」는 주지의 아르키메데스법으로 측정 가능하다.
- [0053] $30\sim 380^\circ\text{C}$ 에 있어서의 열팽창 계수는 바람직하게는 $30 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, $40 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, $60 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 85 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, $65 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 80 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 이다. 최근, 유기 EL 조명, 유기 EL 디스플레이 등의 유기 EL 디바이스, 색소 증감 태양 전지에 있어서, 디자인적 요소를 향상시키는 관점으로부터 유리판에 가요성이 요구되는 경우가 있다. 가요성을 높이기 위해서는 유리판의 판두께를 작게 할 필요가 있지만, 이 경우 유리판과 ITO, FTO 등의 투명 도전막의 열팽창 계수가 부정합이 되면 유리판이 휘기 쉬워진다. 그래서, $30\sim 380^\circ\text{C}$ 에 있어서의 열팽창 계수를 상기 범위로 하면 이러한 사태를 방지하기 쉬워진다. 또한, 「 $30\sim 380^\circ\text{C}$ 에 있어서의 열팽창 계수」는 디라토미터 등으로 측정 가능하다.
- [0054] 변형점은 바람직하게는 500°C 이상, 540°C 이상, 550°C 이상, 580°C 이상, 590°C 이상, 600°C 이상, 620°C 이상, 특히 640°C 이상이다. 이렇게 하면 디바이스의 제조 공정에 있어서의 고온의 열처리에 의해 유리판이 열수축하기 어려워진다.
- [0055] $10^{2.0}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 에 있어서의 온도는 바람직하게는 1000°C 이상, 1100°C 이상, 1130°C 이상, 1200°C 이상, 1220°C 이상, 1240°C 이상, 1250°C 이상, 특히 1260°C 이상이다. 이렇게 하면 성형 온도를 고온화하기 쉬워지기 때문에 성형 시의 실투를 방지하기 쉬워진다.
- [0056] 액상 온도는 바람직하게는 1200°C 이하, 1150°C 이하, 1130°C 이하, 1100°C 이하, 1050°C 이하, 1030°C 이하, 특히 1000°C 이하이다. 또한, 액상 점도는 바람직하게는 $10^{3.0}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, $10^{3.5}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, $10^{4.0}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, $10^{4.2}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, $10^{4.5}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, $10^{4.8}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, $10^{5.0}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, $10^{5.2}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상, 특히 $10^{5.3}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 이상이다. 이렇게 하면 성형 시에 유리가 실투되기 어려워지고, 플로트법, 오버플로우 다운드로우법으로 유리판을 성형하기 쉬워진다.
- [0057] 본 발명의 고굴절률 유리는 평판형상인 것이 바람직하고, 판두께는 바람직하게는 1.5mm 이하, 1.3mm 이하, 1.1mm 이하, 0.8mm 이하, 0.6mm 이하, 0.5mm 이하, 0.3mm 이하, 0.2mm 이하, 특히 0.1mm 이하이다. 판두께가 작을수록 가요성이 높아지고, 디자인성이 우수한 조명 디바이스를 제작하기 쉬워지지만, 판두께가 극단적으로 작아지면 유리가 파손되기 쉬워진다. 따라서, 판두께는 바람직하게는 $10\mu\text{m}$ 이상, 특히 $30\mu\text{m}$ 이상이다.
- [0058] 본 발명의 고굴절률 유리는 평판형상의 경우 적어도 한쪽 표면이 미연마인 것이 바람직하다. 유리의 이론 강도는 본래 매우 높은 것이지만, 이론 강도보다 훨씬 낮은 응력에 의해서도 파괴에 이르는 경우가 많다. 이것은 표면에 그리피드 플로라라고 불리는 작은 결함이 성형 후의 공정, 예를 들면 연마 공정 등에서 발생하기 때문이다. 따라서, 표면을 미연마로 하면 유리 본래의 기계적 강도를 손상하기 어려워지기 때문에 유리판이 파괴되기 어려워진다. 또한, 표면을 미연마로 하면 연마 공정을 생략할 수 있기 때문에 유리판의 제조 비용을 저감화할 수 있다.

다.

- [0059] 본 발명의 고굴절률 유리에 있어서 적어도 한쪽 표면(단, 유효면)의 표면 거칠기(Ra)는 바람직하게는 10Å 이하, 5Å 이하, 3Å 이하, 특히 2Å 이하이다. 표면 거칠기(Ra)가 10Å보다 크면 그 표면에 형성되는 ITO의 품위가 저하되어 균일한 발광을 얻기 어려워진다.
- [0060] 본 발명의 고굴절률 유리는 HF에칭, 샌드 블라스트 등에 의해 한쪽 표면에 조면화 처리를 행하는 것이 바람직하다. 조면화 처리면의 표면 거칠기(Ra)는 바람직하게는 10Å 이상, 20Å 이상, 30Å 이상, 특히 50Å 이상이다. 조면화 처리면을 유기 EL 조명 등의 공기에 접하는 측으로 하면 조면화 처리면이 무반사 구조가 되기 때문에 유기 발광층에서 발생한 광이 유기 발광층 내에 리턴되기 어려워져 결과적으로 광의 인출 효율을 높일 수 있다. 또한, 리프레스 등의 열가공에 의해 한쪽 표면에 요철 형상을 부여해도 좋다. 이렇게 하면 한쪽 표면에 정확한 무반사 구조를 형성할 수 있다. 요철 형상은 굴절률을 고려하면서 그 간격과 깊이를 조정하면 좋다. 또한, 요철 형상[표면 거칠기(Ra)는 바람직하게는 10Å 이상, 20Å 이상, 30Å 이상, 특히 50Å 이상]을 갖는 수지 필름을 한쪽 표면에 부착해도 좋다.
- [0061] 대기압 플라즈마 프로세스에 의해 조면화 처리하면 한쪽 표면에 대하여 균일한 무반사 구조를 형성할 수 있음과 아울러, 다른쪽 표면의 표면 상태를 평활한 상태로 유지할 수 있다. 또한, 대기압 플라즈마 프로세스의 소스로서 F를 함유하는 가스(예를 들면, SF₆, CF₄)를 사용하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 HF계 가스를 함유한 플라즈마가 발생하기 때문에 조면화 처리의 효율이 향상된다.
- [0062] 또한, 성형 시에 성형 롤 등에 의해 표면에 무반사 구조를 형성할 경우, 조면화 처리하지 않아도 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 요철 형상을 갖는 광산란 필름을 한쪽 표면에 부착해도 좋다.
- [0063] 본 발명의 고굴절률 유리는 분상에 의해 광산란 기능을 갖는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 한쪽 표면에 조면화 처리면을 형성하거나, 광산란 필름을 부착하지 않아도 유리판 중의 광을 공기 중으로 인출하기 쉬워진다. 유리판의 제조 공정에 있어서 분상을 발생시키는 시기는 용융 시, 성형 시, 서랭 시 중 어느 시기이어도 좋고, 분상이 발생하고 있지 않은 유리에 대하여 별도로 열처리를 실시함으로써 분상을 발생시켜도 좋다.
- [0064] 이어서, 본 발명의 고굴절률 유리를 제조하는 방법을 예시한다. 우선 소망의 유리 조성이 되도록 유리 원료를 조합해서 유리 배치를 제작한다. 이어서, 이 유리 배치를 용융, 청정한 후, 소망의 형상으로 성형한다. 그 후에 소망의 형상으로 가공한다.
- [0065] 본 발명의 고굴절률 유리는 오버플로우 다운드로우법으로 성형되어서 이루어지는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 미연마에 의해 표면 품위가 양호한 유리판을 저비용이며, 또한 대량으로 제조할 수 있다. 또한 유리판의 대형화, 박판화를 도모하기 쉬워진다.
- [0066] 오버플로우 다운드로우법 이외에도 유리판의 성형 방법으로서, 예를 들면 플로트법, 슬롯 다운드로우법, 리드루우법, 롤아웃법 등을 채용할 수도 있다.
- [0067] <제 2 발명>
- [0068] 제 2 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 질량%로 SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃ 30~80%, B₂O₃+ZnO 0.1~20%, TiO₂+ZrO₂ 3~20%를 함유한다. 이와 같이 각 성분의 함유 범위를 한정된 이유를 이하에 설명하지만, 제 1 발명에 의한 고굴절률 유리와 공통될 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 또한, 이하의 함유 범위의 설명에 있어서, %표시는 특별히 언급이 있는 경우를 제외하고, 질량%를 나타낸다.
- [0069] SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃의 함유량은 30~80%이며, 그 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0070] SiO₂, Al₂O₃ 및 B₂O₃의 각 성분의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0071] 질량비SiO₂/(Al₂O₃+B₂O₃)는 굴절률과 내실투성을 양립시키기 위해서 바람직하게는 2.5~4.6, 2.8~4.5, 3~4.4, 3.2~4.3, 3.3~4.2, 3.4~4.1, 특히 3.5~4이다.
- [0072] B₂O₃+ZnO의 함유량은 높은 액상 점도를 확보하는 관점으로부터 0.1~20%이며, 바람직하게는 0.5~18%, 1~15%, 2~12%, 3~10%, 3.5~9%, 특히 4~8%이다.
- [0073] ZnO의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.

- [0074] 질량비ZnO/B₂O₃는 굴절률과 내실투성을 양립시키기 위해서 바람직하게는 0.1~1.2, 0.2~1.2, 0.3~1.1, 0.4~1, 0.4~0.9, 특히 0.5~0.8이다.
- [0075] TiO₂+ZrO₂의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0076] TiO₂ 및 ZrO₂의 각 성분의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0077] 질량비B₂O₃/TiO₂는 굴절률과 내실투성을 양립시키기 위해서 바람직하게는 0.01~10, 0.1~5, 0.2~4, 0.3~3, 0.4~2, 특히 0.5~1.5이다.
- [0078] 상기 성분 이외에도 예를 들면 이하의 성분을 첨가해도 좋다.
- [0079] 제 1 발명과 마찬가지로 MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 함유량은 25~60%로 해도 좋다. MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 바람직한 함유량은 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0080] 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO가 작아지면 밀도, 열팽창 계수가 높아지기 쉽고, 그 함유량이 작아지면 유리 조성의 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO는 바람직하게는 2 이상, 3 이상, 4 이상, 5 이상, 6 이상, 특히 7 이상이다. 한편, 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO가 커지면 굴절률, 용융성, 영률이 저하되기 쉬워진다. 따라서, 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO는 바람직하게는 10 이하, 9.5 이하, 9 이하, 8.5 이하, 8 이하, 특히 7.5 이하이다.
- [0081] MgO+CaO의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0082] MgO의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0083] CaO의 함유량은 바람직하게는 12% 이하, 10% 이하, 8% 이하, 6% 이하, 4% 이하, 3.5% 이하, 3% 이하, 특히 2.5% 이하이다. 또한, CaO의 함유량의 하한값은 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0084] SrO의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0085] BaO의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0086] 질량비(SrO+BaO+TiO₂+ZrO₂)/(SiO₂+Al₂O₃+B₂O₃)의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0087] Li₂O+Na₂O+K₂O는 유리의 점성을 저하시키는 성분이며, 또한 열팽창 계수를 조정하는 성분이지만, 다량으로 도입하면 유리의 점성이 지나치게 저하되어서 높은 액상 점도를 확보하기 어려워진다. 또한, 용도에 따라서는 유리의 표면에 SiO₂막 등의 패시베이션막의 형성이 필요해진다. 따라서, Li₂O+Na₂O+K₂O의 함유량은 바람직하게는 15% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 특히 0.5% 이하이며, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다. 또한, Li₂O, Na₂O, K₂O의 함유량은 각각 10% 이하, 8% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 특히 0.5% 이하가 바람직하고, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0088] 청징제로서 제 1 발명과 마찬가지로의 것을 첨가할 수 있다. 또한, 청징제의 함유량 등도 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0089] PbO는 제 1 발명과 마찬가지로 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0090] Bi₂O₃+La₂O₃+Gd₂O₃+Nb₂O₅+Ta₂O₅+WO₃의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다. 또한, Bi₂O₃, La₂O₃, Gd₂O₃, Nb₂O₅, Ta₂O₅, WO₃의 각 성분의 함유량의 바람직한 범위도 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0091] 상기 성분 이외에도 다른 성분을 첨가할 수 있다. 그 첨가량은 바람직하게는 10%, 5% 이하, 특히 3% 이하이다.
- [0092] 본 발명의 고굴절률 유리는 제 1 발명에서 설명한 모든 특성[굴절률(n_d), 밀도, 열팽창 계수, 변형점, 10^{2.0}dPa·s에 있어서의 온도, 액상 온도, 액상 점도, 형상, 판두께, 표면 거칠기]을 마찬가지로 갖는 것이 바람직하다. 또한, 상기 여러 가지 특성을 부여하기 위한 가공 방법 등에 대해서도 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0093] 본 발명의 고굴절률 유리의 제조 방법으로서 제 1 발명에서 설명한 제조 방법을 마찬가지로 적용할 수 있다.
- [0094] <제 3 발명>

- [0095] 제 3 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 TiO_2+ZrO_2 를 3~20질량% 함유하고, 질량비 $(MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO$ 가 2~10이다. 이와 같이 각 성분의 함유 범위를 한정된 이유를 이하에 설명하지만, 제 1 발명 및 제 2 발명에 의한 고굴절률 유리와 공통될 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 또한, 이하의 함유 범위의 설명에 있어서 %표시는 특별히 언급이 있는 경우를 제외하고, 질량%를 나타낸다.
- [0096] TiO_2+ZrO_2 의 함유량은 3~20%이며, 그 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0097] TiO_2 및 ZrO_2 의 각 성분의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0098] 질량비 $(MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/CaO$ 는 2~10이며, 그 질량비의 바람직한 범위는 제 2 발명과 마찬가지로이다.
- [0099] $MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO$ 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0100] CaO를 제외한 MgO, SrO, BaO 및 ZnO의 각 성분의 바람직한 범위도 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0101] CaO의 함유량이 적어지면 굴절률, 용융성, 영률이 저하되기 쉬워진다. 따라서, CaO의 함유량은 바람직하게는 5% 초과, 6% 이상, 7% 이상, 특히 8% 이상이다. 한편, CaO의 함유량이 많아지면 밀도, 열팽창 계수가 높아지기 쉽고, 그 함유량이 과잉이 되면 유리 조성의 밸런스를 잃어 내실투성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, CaO의 함유량은 바람직하게는 15% 이하, 13% 이하, 12% 이하, 11% 이하, 10% 이하, 특히 9% 이하이다.
- [0102] SiO_2 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0103] Al_2O_3 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0104] B_2O_3 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0105] 질량비 B_2O_3/TiO_2 의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0106] 질량비 $(ZnO+B_2O_3)/TiO_2$ 는 바람직하게는 0.7~10, 0.9 초과~7, 1~5, 1.5~4.5, 특히 1.8~3.5이다. 이렇게 하면 내실투성이 향상되어 오버플로우 다운드로우법으로 유리판을 성형하기 쉬워진다. 또한, 「 $ZnO+B_2O_3$ 」은 ZnO와 B_2O_3 의 합량이다. 「 $(ZnO+B_2O_3)/TiO_2$ 」는 ZnO와 B_2O_3 의 합량을 TiO_2 의 함유량으로 나눈 값을 가리킨다.
- [0107] 알칼리 금속 산화물의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0108] 청징제로서 제 1 발명과 마찬가지로의 것을 첨가할 수 있다. 또한, 청징제의 함유량 등도 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0109] PbO는 제 1 발명과 마찬가지로 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0110] $Bi_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3+Nb_2O_5+Ta_2O_5+WO_3$ 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다. 또한, Bi_2O_3 , La_2O_3 , Gd_2O_3 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , WO_3 의 각 성분의 함유량의 바람직한 범위도 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0111] $TiO_2-(Bi_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3+Nb_2O_5+Ta_2O_5+WO_3)$ 는 바람직하게는 0.1 이상, 0.5 이상, 1 이상, 1.5 이상, 2~8, 2.5~7, 특히 3~6이다. 이렇게 하면 일괄 비용을 저감한 후에 굴절률을 높이기 쉬워진다. 또한, 「 $TiO_2-(Bi_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3+Nb_2O_5+Ta_2O_5+WO_3)$ 」는 TiO_2 의 함유량으로부터 $Bi_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3+Nb_2O_5+Ta_2O_5+WO_3$ 의 함유량을 뺀 양이다.
- [0112] 상기 성분 이외에도 다른 성분을 첨가할 수 있다. 그 첨가량은 바람직하게는 10%, 5% 이하, 특히 3% 이하이다.
- [0113] 본 발명의 고굴절률 유리는 제 1 발명에서 설명한 모든 특성[굴절률(n_d), 밀도, 열팽창 계수, 변형점, $10^{2.0}$ dPa·s에 있어서의 온도, 액상 온도, 액상 점도, 형상, 관두께, 표면 거칠기]를 마찬가지로 갖는 것이 바람직하다. 또한, 상기 모든 특성을 부여하기 위한 가공 방법 등에 대해서도 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0114] 본 발명의 고굴절률 유리를 제조 방법으로서 제 1 발명에서 설명한 제조 방법을 마찬가지로 적용할 수 있다.
- [0115] <제 4 발명>
- [0116] 제 4 발명에 의한 고굴절률 유리는 유리 조성으로서 질량%로 SiO_2 26~70%, B_2O_3 4.5~35%, $MgO+CaO+SrO+BaO+$

ZnO 10~48%, BaO 10~31%, Li₂O+Na₂O+K₂O 0~0.29%를 함유한다. 이와 같이 각 성분의 함유 범위를 한정된 이유를 이하에 설명하지만, 제 1 발명, 제 2 발명 및 제 3 발명에 의한 고굴절률 유리와 공통될 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 또한, 이하의 함유 범위의 설명에 있어서 %표시는 특별히 언급이 있는 경우를 제외하고, 질량%를 나타낸다.

- [0117] SiO₂의 함유량은 26~70%이다. SiO₂의 함유량은 바람직하게는 26% 이상, 30% 이상, 32% 이상, 34% 이상, 특히 36% 이상이다. 한편, SiO₂의 함유가 많아지면 굴절률, 용융성, 성형성이 저하되기 쉬워진다. 따라서, SiO₂의 함유량은 바람직하게는 70% 이하, 65% 이하, 60% 이하, 55% 이하, 53% 이하, 51% 이하, 48% 이하, 45% 이하, 특히 43% 이하이다.
- [0118] B₂O₃의 함유량은 4.5~35%이다. B₂O₃의 함유량의 상한값은 바람직하게는 35%, 30%, 25%, 20%, 18%, 특히 16%이다. B₂O₃의 함유량의 하한값은 바람직하게는 4.5%, 6%, 8%, 9%, 특히 10%이다.
- [0119] 질량비SiO₂/B₂O₃는 1.2~20이 바람직하다. 질량비SiO₂/B₂O₃가 작아지면 점도가 저하되어 액상 점도가 저하되기 쉬워진다. 따라서, 질량비SiO₂/B₂O₃의 하한값은 바람직하게는 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 특히 2.5이다. 한편, 질량비SiO₂/B₂O₃가 커지면, 내실투성이 저하되어 액상 점도가 저하되기 쉬워진다. 따라서, 질량비SiO₂/B₂O₃의 상한값은 바람직하게는 20, 15, 10, 5, 4.0, 3.8, 3.6, 3.4, 3.2, 특히 3.0이다.
- [0120] MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO의 함유량은 바람직하게는 10~48%, 20~47%, 25~46%, 30~45%, 32~42%, 특히 34~40%이다.
- [0121] 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/B₂O₃를 소정 범위로 규제하면 고굴절률, 내실투성, 용융성, 저밀도, 저열팽창 계수를 높은 레벨로 동시에 달성할 수 있다. 따라서, 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/B₂O₃의 하한값은 바람직하게는 1, 1.5, 1.8, 특히 2이며, 또한 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/B₂O₃의 상한값은 바람직하게는 6, 5, 4.5, 특히 4이다. 또한, 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/B₂O₃가 지나치게 크면 밀도, 열팽창 계수가 부당하게 상승할 우려가 있고, 질량비 (MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO)/B₂O₃의 함유량이 지나치게 작으면 굴절률, 내실투성, 용융성이 저하되기 쉬워진다.
- [0122] MgO의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0123] CaO의 함유량의 바람직한 범위는 제 2 발명과 마찬가지로이다.
- [0124] 질량비CaO/B₂O₃를 소정 범위로 규제하면 내실투성을 높이기 쉬워진다. 따라서, 질량비CaO/B₂O₃의 하한값은 바람직하게는 1, 2, 2.5, 3, 특히 3.5이며, 또한 질량비CaO/B₂O₃의 상한값은 바람직하게는 10, 8, 7, 6, 특히 5.5이다.
- [0125] SrO의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0126] BaO의 함유량의 상한값은 바람직하게는 31%, 28%, 26%, 24%, 22%, 특히 20%이다. BaO의 함유량의 하한값은 바람직하게는 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 특히 16%이다.
- [0127] 질량비BaO/B₂O₃를 소정 범위로 규제하면 고굴절률과 고액상 점도를 높은 레벨로 양립할 수 있다. 따라서, 질량비BaO/B₂O₃의 하한값은 바람직하게는 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 특히 1이며, 또한 질량비BaO/B₂O₃의 상한값은 바람직하게는 5, 4.5, 4, 3.5, 3, 특히 2.5이다. 또한, 질량비BaO/B₂O₃가 지나치게 크면 액상 점도가 저하되기 쉬워지고, 질량비BaO/B₂O₃의 함유량이 지나치게 작으면 굴절률이 저하되기 쉬워진다.
- [0128] ZnO의 함유량의 상한값은 바람직하게는 15%, 12%, 10%, 8%, 6%, 특히 4%이다. ZnO의 함유량의 하한값의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로이다.
- [0129] Li₂O+Na₂O+K₂O의 함유량은 바람직하게는 0.29% 이하, 0.20% 이하, 0.10% 이하, 특히 0.05% 이하이며, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다. 또한, Li₂O, Na₂O, K₂O의 함유량은 각 성분 모두 0.29% 이하, 0.20% 이하, 0.10% 이하, 특히 0.05% 이하가 바람직하고, 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.

- [0130] 상기 성분 이외에도, 예를 들면 이하의 성분을 첨가해도 좋다.
- [0131] 제 1 발명과 마찬가지로 Al_2O_3 의 함유량은 0~20%로 해도 좋다. Al_2O_3 의 바람직한 함유량은 제 1 발명과 마찬가지로 이다.
- [0132] $SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3$ 의 함유량은 30.5~80%로 해도 좋다. $SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3$ 의 함유량의 하한값은 바람직하게는 30.5%, 35%, 40%, 42%, 46%, 50%, 특히 54%이다. $SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3$ 의 함유량의 상한값은 바람직하게는 80%, 75%, 70%, 65%, 62%, 61%, 특히 60%이다.
- [0133] PbO는 제 1 발명과 마찬가지로 실질적으로 함유하지 않는 것이 바람직하다.
- [0134] $Bi_2O_3 + La_2O_3 + Gd_2O_3 + Nb_2O_5 + Ta_2O_5 + WO_3$ 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다. 또한, Bi_2O_3 , La_2O_3 , Gd_2O_3 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , WO_3 의 각 성분의 함유량의 바람직한 범위도 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0135] TiO_2 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0136] ZrO_2 의 함유량의 바람직한 범위는 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0137] P_2O_5 의 함유량이 많아지면 유리 조성의 성분 밸런스를 잃어 내실투성이 저하된다. 따라서, P_2O_5 의 함유량은 바람직하게는 15% 이하, 10% 이하, 6% 이하, 특히 4% 이하이다.
- [0138] 청징제로서 제 1 발명과 마찬가지로의 것을 첨가할 수 있다. 또한, 청징제의 함유량 등도 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0139] 상기 성분 이외에도 다른 성분을 첨가할 수 있다. 그 첨가량은 바람직하게는 10%, 5% 이하, 특히 3% 이하이다.
- [0140] 본 발명의 고굴절률 유리는 제 1 발명에서 설명한 모든 특성[굴절률(n_d), 밀도, 열팽창 계수, 변형점, $10^{2.0}$ dPa·s에 있어서의 온도, 액상 온도, 액상 점도, 형상, 판두께, 표면 거칠기]을 마찬가지로 갖는 것이 바람직하다. 또한, 상기 모든 특성을 부여하기 위한 가공 방법 등에 대해서도 제 1 발명과 마찬가지로 한다.
- [0141] 실시예 1
- [0142] 이하, 제 1 발명의 실시예를 설명한다. 또한, 이하의 실시예는 단순한 예시이다. 제 1 발명은 이하의 실시예에 조금도 한정되지 않는다.
- [0143] 표 1, 표 2는 제 1 발명의 실시예(시료 No.1~21)를 나타내고 있다.

1

유리 조성 (wt%)	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
SiO ₂	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
MgO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0
CaO	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
SnO	10.9	13.9	7.9	7.9	10.9	4.9	16.9	4.9	13.9	10.9
BaO	26.2	23.2	29.2	26.2	23.2	29.2	20.2	32.2	20.2	26.2
ZnO	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	3.0	3.0
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
ρ (g/cm ³)	3.37	3.36	3.37	3.36	3.36	3.36	3.38	3.35	3.35	3.41
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	72	73	72	69	70	69	71	73	71	71
Ps(°C)	645	-	-	-	-	-	-	-	-	641
Ta(°C)	684	685	684	678	677	677	683	684	677	680
Ts(°C)	830	830	831	825	825	826	832	830	824	828
10 ¹⁰ Pa·s(°C)	1020	1017	1024	1019	1015	1021	1026	1014	1008	1022
10 ³⁰ Pa·s(°C)	1116	1113	1123	1116	1111	1119	1125	1107	1101	1121
10 ²⁵ Pa·s(°C)	1181	1177	1189	1180	1174	1184	1191	1189	1162	1186
10 ²⁰ Pa·s(°C)	1260	1256	1270	1261	1255	1267	1274	1247	1239	1270
TL(°C)	954	930	945	963	951	955	960	957	936	964
log η TL (Pa·s)	5.0	5.3	5.1	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	5.1	4.8
n_g	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

표 2

유리 조성 (wt%)	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21
SiO ₂	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	39.0	38.9	39.3	38.4
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.0
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	6.0
MgO	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	4.9	2.9	2.9
SpO	7.8	10.9	10.9	10.9	7.9	4.9	7.9	10.9	8.9	11.0	10.8
BaO	29.2	26.2	26.2	26.2	26.2	29.2	29.2	26.2	26.2	26.5	25.8
ZnO	0.0	3.0	3.0	3.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TiO ₂	7.0	5.0	3.0	2.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0
ZrO ₂	3.0	2.0	4.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	40.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.4	42.5
T+Zr	10.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0	8.1	8.0
ρ (g/cm ³)	3.37	3.41	3.42	3.43	3.40	3.41	3.4	3.44	3.44	3.46	3.43
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	67	72	71	71	68	68	69	71	71	71	70
Ps (°C)	645	638	645	647	634	633	646	645	644	649	640
Ta (°C)	684	677	684	687	674	673	687	685	684	689	678
Ts (°C)	831	821	833	840	823	822	841	834	830	839	822
10 ⁴⁰ dPa·s (°C)	1029	1012	1034	1041	1019	1022	1046	1034	1028	1038	1016
10 ³⁰ dPa·s (°C)	1131	1110	1133	1142	1119	1123	1149	1133	1125	1136	1112
10 ²⁵ dPa·s (°C)	1199	1175	1201	1208	1186	1191	1217	1198	1189	1200	1175
10 ²⁰ dPa·s (°C)	1285	1260	1286	1292	1273	1278	1301	1280	1271	1281	1255
TL (°C)	971	943	925	935	952	914	980	965	950	964	937
log ₁₀ TL (dPa·s)	4.8	5.0	5.6	5.2	4.9	5.6	4.9	5.0	5.2	5.0	5.2
n _D	1.64	1.64	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.64	1.64	1.64	1.63

[0145]

[0146]

우선, 표 1, 표 2에 기재된 유리 조성이 되도록 유리 원료를 조합한 후, 얻어진 유리 배치를 유리 용융로에 공급해서 1400~1500°C에서 4시간 용융했다. 이어서, 얻어진 용융 유리를 카본판 상에 흘러내려 평판형상으로 성형한 후, 소정의 어닐링 처리를 행했다. 최후에 얻어진 유리관에 대해서 여러 가지 특성을 평가했다.

[0147]

밀도(ρ)는 주지의 아르키메데스법에 의해 측정된 값이다.

[0148]

열팽창 계수(α)는 딜라토미터를 사용해서 30~380°C에 있어서의 평균 열팽창 계수를 측정된 값이다. 측정 시료로서 $\phi 5\text{mm} \times 20\text{mm}$ 의 원기둥형상 시료(단면은 R가공되어 있다)를 사용했다.

[0149]

변형점(Ps)은 ASTM C336-71에 기재된 방법에 의거하여 측정된 값이다. 또한, 변형점(Ps)이 높을수록 내열성이 높아진다.

[0150]

서랭점(Ta), 연화점(Ts)은 ASTM C338-93에 기재된 방법에 의거하여 측정된 값이다.

[0151]

고온 점도 10^{4.0}dPa·s, 10^{3.0}dPa·s, 10^{2.5}dPa·s 및 10^{2.0}dPa·s에 있어서의 온도는 백금구 인상법으로 측정된 값이다. 또한, 이들 온도가 낮을수록 용융성, 성형성이 우수하다.

[0152]

액상 온도(TL)는 표준체 30메쉬(500 μm)를 통과하여 50메쉬(300 μm)에 남는 유리 분말을 백금 보트에 넣고, 온도 구배로 중에 24시간 유지하고, 결정이 석출되는 온도를 측정된 값이다. 또한, 액상 점도(log₁₀TL)는 액상 온도에 있어서의 유리의 점도를 백금구 인상법으로 측정된 값을 가리킨다. 또한, 액상 점도가 높고, 액상 온도가 낮을수록 내실투성, 성형성이 우수하다.

[0153] 굴절률(n_d)은 Shimadzu Corporation제의 굴절률 측정기 KPR-2000을 사용해서 측정된 값이며, 수소 램프의 d선 (파장 587.6nm)에서의 측정값이다. 또한, 측정에 있어서 25mm×25mm×약 3mm의 직육면체 시료를 제작한 후, (Ta +30℃)로부터 (Ps-50℃)까지의 온도 영역을 0.1℃/분이 되는 냉각 속도로 어닐링 처리하고, 계속해서 굴절률이 정합하는 침액을 유리 사이에 침투시켰다.

[0154] 표 1, 표 2로부터 명백한 바와 같이 시료 No. 1~21은 고가인 중금속을 포함하고 있지 않음에도 불구하고 굴절률 (n_d)이 높고, 내실투성이 양호했다.

[0155] 또한, 시료 No. 1~21에 기재된 재질 각각에 대해서 유리 원료를 조합한 후, 얻어진 유리 배치를 연속 가마에 투입하고, 1300~1500℃의 온도에서 용융했다. 계속해서, 얻어진 용융 유리에 대하여 오버플로우 다운드로우법에 의해 판 두께 0.7mm의 유리판을 성형했다. 얻어진 유리판에 대하여 표면 거칠기(Ra)를 측정된 결과, 그 값은 모두 2Å이었다. 또한, 표면 거칠기(Ra)는 JIS B0601:2001에 준거한 방법으로 측정된 값이다.

[0156] 실시예 2

[0157] 이하, 제 2 발명의 실시예를 설명한다. 또한, 이하의 실시예는 단순한 예시이다. 본 발명은 이하의 실시예에 조금도 한정되지 않는다.

[0158] 표 3~표 13은 제 2 발명의 실시예(시료 No. 22~130)를 나타내고 있다.

표 3

유리 조성 (wt%)	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	No.31
SiO ₂	40.0	45.0	45.0	42.5	40.0	40.0	40.0	37.5	40.0	40.0
Al ₂ O ₃	0.0	2.5	0.0	2.5	7.5	5.0	5.0	7.5	5.0	5.0
B ₂ O ₃	10.0	2.5	5.0	5.0	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0
CaO	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	2.9
SiO	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	7.9	7.9
BaO	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+B	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
B+Zn	10.0	2.5	5.0	5.0	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ρ (g/cm ³)	3.393	3.356	3.354	3.370	3.378	3.379	3.383	3.387	3.336	3.318
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	76.6	74.9	75.9	74.8	74.2	75.0	74.8	74.0	73.3	71.4
Ps(°C)	636	662	650	648	669	649	650	651	644	644
Ta(°C)	670	703	687	687	711	687	688	690	683	683
Ts(°C)	-	855	825	829	865	831	832	835	828	829
10 ¹⁰ Pa·s(°C)	958	1057	1018	1017	1066	1021	1017	1022	1013	1014
10 ²⁰ Pa·s(°C)	1037	1159	1110	1111	1166	1116	1109	1116	1104	1106
10 ³⁵ Pa·s(°C)	1091	1227	1173	1174	1232	1179	1171	1178	1165	1168
10 ²⁰ Pa·s(°C)	1159	1313	1252	1254	1316	1259	1251	1257	1242	1245
TL(°C)	1138	1008	-	987	1083	-	989	1056	987	987
log η TL(Pa·s)	2.1	4.6	-	4.4	3.8	-	4.7	3.6	4.4	4.7
n_d	1.641	1.631	1.632	1.635	1.635	1.636	1.636	1.637	1.634	1.630

[0159]

표 4

유리 조성 (wt%)	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37	No.38	No.39	No.40	No.41
SiO ₂	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	37.5
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	5.0
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5
MgO	3.0	3.0	6.0	6.0	9.0	9.0	12.0	0.0	0.0	0.0
CaO	8.8	0.0	5.9	0.0	2.9	0.0	0.0	2.9	5.9	5.9
SnO	4.9	13.8	4.9	10.8	4.9	7.8	4.8	10.9	10.9	10.9
BaO	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	7.0	4.0	4.0
ZnO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+H	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	10.0	7.0	7.0
B+Zn	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5
ρ (g/cm ³)	3.306	3.393	3.293	3.346	3.278	3.302	3.266	3.379	3.383	3.386
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	74.6	71.8	72.4	70.4	70.2	69.6	68.6	71.4	75.3	75.6
Ps (°C)	645	646	644	645	646	647	650	654	640	638
T _a (°C)	683	685	682	684	684	685	688	692	676	674
T _s (°C)	827	832	826	830	827	830	829	834	809	808
10 ¹⁰ qPa·s (°C)	1006	1028	1008	1022	1008	1015	1024	1024	987	987
10 ⁹ qPa·s (°C)	1095	1127	1096	1118	1097	1106	1112	1122	1076	1075
10 ⁸ qPa·s (°C)	1155	1193	1155	1182	1156	1168	1167	1188	1136	1136
10 ⁶ qPa·s (°C)	1229	1277	1230	1261	1230	1245	1229	1271	1211	1211
TL (°C)	1026	983	-	973	-	-	-	1022	979	952
log η TL (dPa·s)	3.7	4.6	-	4.7	-	-	-	4.0	4.1	4.5
n _d	1.637	1.629	1.633	1.628	1.629	1.627	1.626	1.648	1.638	1.639

표 5

유리 조성 (wt%)	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51
SiO ₂	42.5	37.5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.6	40.5
Al ₂ O ₃	0.0	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1
B ₂ O ₃	7.5	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1
MgO	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.1	3.0
CaO	5.9	5.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	4.4
SiO	10.9	10.9	7.9	4.9	4.9	10.9	7.9	4.9	8.4	8.4
BaO	26.2	26.2	23.2	26.2	23.2	20.2	20.2	20.2	26.6	26.5
ZnO	0.0	0.0	6.0	6.0	9.0	6.0	9.0	12.0	0.0	0.0
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0
ZnO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+B	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.8	50.6
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	7.1
B+Zn	7.5	10.0	11.0	11.0	14.0	11.0	14.0	17.0	5.1	5.1
ρ (g/cm ³)	3.378	3.393	3.350	3.355	3.347	3.344	3.340	3.338	3.322	3.330
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	75.2	75.5	67.4	66.6	64.3	68.0	65.0	61.9	71.0	72.2
P _s ($^{\circ}\text{C}$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T _a ($^{\circ}\text{C}$)	678	666	670	670	663	669	663	657	682	682
T _s ($^{\circ}\text{C}$)	807	792	819	819	812	817	812	805	831	829
10 ¹⁰ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	993	956	1010	1014	1006	1004	1001	994	1022	1020
10 ⁵ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1077	1038	1106	1111	1102	1096	1095	1088	1118	1115
10 ³ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1134	1093	1170	1176	1167	1158	1157	1150	1183	1178
10 ²⁰ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1207	1162	1251	1258	1247	1236	1239	1229	1262	1258
TL($^{\circ}\text{C}$)	-	964	983	992	-	979	-	-	-	-
log η / TL (dPa·s)	-	3.9	4.4	4.3	-	4.3	-	-	-	-
n _d	1.634	1.638	1.629	1.628	1.629	1.629	1.629	1.630	1.625	1.627

표 6

유리 조성 (wt%)	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58	No.59	No.60	No.61
SiO ₂	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	37.5
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	7.5	5.0
B ₂ O ₃	2.5	0.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	2.5	7.5
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	5.9	5.9	2.9	2.9	2.9	0.0	0.0	5.9	5.9	5.9
SiO	7.9	7.9	13.9	10.9	10.9	13.8	16.8	10.9	10.9	10.9
BaO	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2
ZnO	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	7.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
La ₂ O ₃	2.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+B	47.5	45.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	10.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
B+Zn	5.5	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	2.5	7.5
ρ (g/cm ³)	3.481	3.560	3.418	3.382	3.364	3.444	3.450	3.389	3.389	3.390
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	73.4	75.3	73.5	71.0	72.1	70.0	73.1	-	73.8	75.0
P _s ($^{\circ}\text{C}$)	658	691	648	652	644	643	650	639	664	635
T _a ($^{\circ}\text{C}$)	699	734	687	691	683	682	689	675	705	671
T _s ($^{\circ}\text{C}$)	855	888	832	834	832	830	834	809	861	807
10 ¹⁰ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1042	1080	1027	1023	1019	1029	1032	984	1058	984
10 ³⁰ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1139	1174	1125	1121	1115	1132	1133	1073	1158	1074
10 ²⁵ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1205	1238	1192	1187	1179	1202	1202	1133	1224	1133
10 ²⁰ dPa·s($^{\circ}\text{C}$)	1286	1316	1275	1270	1260	1291	1288	1208	1308	1207
TL($^{\circ}\text{C}$)	1043	-	1038	-	975	1021	-	993	-	961
log η / TL (dPa·s)	4.0	-	3.9	-	4.6	4.1	-	3.9	-	4.3
n _d	1.644	1.652	1.632	1.646	1.630	1.629	1.629	1.637	1.632	1.638

표 7

유리 조성 (wt%)	No.62	No.63	No.64	No.65	No.66	No.67	No.68	No.69	No.70	No.71
SiO ₂	37.5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Al ₂ O ₃	7.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
CaO	5.9	2.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO	10.9	10.9	7.9	10.8	7.9	4.9	1.9	10.8	10.8	7.8
BaO	26.2	29.2	29.2	29.2	32.1	35.1	38.1	29.2	26.2	26.2
ZnO	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	7.0	7.0	7.0
ZnO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+A+B	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	10.0	10.0	10.0
B+Zn	5.0	5.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	5.0	8.0	8.0
ρ (g/cm ³)	3.389	3.427	3.419	3.454	3.465	3.465	3.465	3.431	3.413	3.354
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	74.6	73.8	70.4	69.0	68.8	67.6	67.4	69.1	67.1	65.6
P _s (°C)	648	646	641	641	643	642	642	653	643	637
T _a (°C)	687	685	680	680	682	681	681	692	682	676
T _s (°C)	833	831	829	830	833	833	833	835	828	824
10 ⁴⁰ dPa·s (°C)	1023	1025	1025	1035	1038	1045	1049	1038	1030	1020
10 ³⁰ dPa·s (°C)	1117	1125	1127	1143	1146	1155	1162	1142	1134	1120
10 ²⁰ dPa·s (°C)	1180	1192	1194	1215	1218	1230	1238	1213	1205	1188
10 ¹⁰ dPa·s (°C)	1259	1276	1279	1307	1311	1325	1334	1302	1293	1273
TL (°C)	-	1007	975	1022	1063	1046	1103	-	1012	1004
log ₇ TL (dPa·s)	-	4.2	4.7	4.2	3.7	4.0	3.5	-	4.2	4.2
n _D	1.636	1.632	1.632	1.630	1.630	1.629	1.628	1.643	1.643	1.641

8

유리 조성 (wt%)	No.72	No.73	No.74	No.75	No.76	No.77	No.78	No.79	No.80	No.81
SiO ₂	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	3.0	3.0	5.9	2.9	5.9	0.0	2.9	0.0	5.9	2.9
SnO	7.8	7.8	10.9	10.9	13.8	10.9	10.9	10.8	10.9	13.9
BaO	29.2	26.2	26.2	29.2	29.2	32.1	26.2	29.2	26.2	26.2
ZnO	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TiO ₂	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	4.0	4.0
ZrO ₂	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+B	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Ti+Zr	10.0	10.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	4.0	4.0
B+Zn	5.0	8.0	5.0	5.0	5.0	5.0	8.0	8.0	8.0	8.0
ρ (g/cm ³)	3.385	3.372	3.368	3.402	3.404	3.440	3.386	3.422	3.386	3.421
α (x 10 ⁻⁷ /°C)	69.7	67.5	76.0	74.6	74.6	73.6	71.7	70.7	-	-
P _s (°C)	649	640	640	641	642	641	634	635	629	630
T _a (°C)	688	678	677	677	679	678	671	672	667	667
T _s (°C)	832	824	813	815	817	817	811	813	806	807
10 ¹⁰ dPa·s(°C)	1030	1019	989	995	996	1004	994	1002	990	994
10 ⁸ dPa·s(°C)	1131	1119	1083	1091	1091	1104	1089	1101	1083	1089
10 ⁶ dPa·s(°C)	1198	1187	1145	1155	1156	1173	1153	1170	1146	1154
10 ⁴ dPa·s(°C)	1283	1274	1227	1240	1239	1262	1236	1258	1223	1237
TL(°C)	1042	1010	1047	1080	-	-	990	1011	994	-
log η /TL(dPa·s)	3.9	4.1	3.3	3.1	-	-	4.1	3.9	4.0	-
n _D	1.646	1.647	1.645	1.642	1.640	1.638	1.641	1.638	1.631	1.629

6 頁

유리 조성 (wt%)	No.82	No.83	No.84	No.85	No.86	No.87	No.88	No.89	No.90	No.91
SiO ₂	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	37.0	37.0	37.0	37.0
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	8.0	5.0	5.0	5.0
MgO	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
CaO	2.9	0.0	5.9	5.9	2.9	0.0	5.9	5.9	8.9	5.9
SiO	10.9	10.9	7.9	7.9	10.9	7.9	7.9	7.9	7.9	10.9
BaO	29.2	29.2	26.2	26.2	26.2	29.1	26.2	26.2	26.2	26.2
ZnO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TiO ₂	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ZnO ₂	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+B	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	47.0	47.0	47.0
Ti+Zr	4.0	4.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
B+Zn	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	11.0	11.0	8.0	8.0	8.0
ρ (g/cm ³)	3.430	3.405	3.382	3.375	3.397	3.465	3.382	3.422	3.439	3.470
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	-	-	-	74	71	72	73	75	77	77
P _s (°C)	628	625	638	636	637	633	627	636	640	639
T _a (°C)	666	663	676	673	675	671	663	674	677	677
T _s (°C)	807	807	818	813	815	816	798	815	817	817
10 ¹⁰ dPa·s (°C)	994	998	1003	999	1005	1003	975	989	989	994
10 ⁸ dPa·s (°C)	1091	1097	1097	1093	1101	1094	1063	1075	1074	1081
10 ² dPa·s (°C)	1157	1163	1161	1155	1167	1154	1121	1131	1130	1139
10 ³⁰ dPa·s (°C)	1240	1248	1241	1235	1248	1230	1194	1203	1202	1213
TL (°C)	987	974	992	994	1012	994	939	1033	1002	974
log η TL (dPa·s)	4.1	4.3	4.2	4.1	3.9	4.1	4.5	3.5	3.8	4.3
n _d	1.628	1.623	1.639	1.642	1.638	1.641	1.638	1.643	1.647	1.645

표 10

유리 조성 (wt%)	No.92	No.93	No.94	No.95	No.96	No.97	No.98	No.99	No.100	No.101
SiO ₂	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	40.0	40.0
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
B ₂ O ₃	5.0	5.0	8.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
MgO	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	5.9	5.9	2.9	2.9	5.9	2.9	2.9	2.9	2.9	5.9
SnO	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	10.9	7.9	7.9	10.9	7.9
BaO	29.2	26.2	29.2	29.2	29.2	29.2	32.2	29.2	26.2	26.2
ZnO	3.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	3.0	3.0
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	0.0
ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	7.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+B	47.0	47.0	50.0	47.0	47.0	47.0	47.0	47.0	50.0	50.0
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
B+Zn	8.0	11.0	11.0	8.0	8.0	8.0	8.0	11.0	8.0	8.0
ρ (g/cm ³)	3.478	3.466	3.421	3.464	3.480	-	-	-	-	-
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	76	75	72	75	76	76	75	72	72	70
Ps ($^{\circ}\text{C}$)	638	631	626	635	638	638	638	631	648	650
Ta ($^{\circ}\text{C}$)	676	669	662	673	676	676	676	669	688	691
Ts ($^{\circ}\text{C}$)	817	810	799	815	817	817	818	812	846	850
$10^{10}D_{Pa}\cdot s(^{\circ}\text{C})$	997	992	983	998	996	1004	1006	1026	1055	1055
$10^{30}D_{Pa}\cdot s(^{\circ}\text{C})$	1086	1081	1075	1088	1084	1098	1100	1123	1157	1154
$10^{25}D_{Pa}\cdot s(^{\circ}\text{C})$	1144	1141	1138	1148	1144	1160	1163	1190	1224	1219
$10^{20}D_{Pa}\cdot s(^{\circ}\text{C})$	1220	1215	1219	1224	1218	1238	1238	1272	1306	1302
TL ($^{\circ}\text{C}$)	963	972	933	1000	1009	1024	1060	980	-	-
$\log \eta$ TL (dPa·s)	4.5	4.3	4.7	4.0	3.8	3.8	3.4	4.6	-	-
n_d	1.645	1.646	1.636	1.641	1.645	1.645	1.645	1.645	1.623	1.623

표 11

유리 조성 (wt%)	No.102	No.103	No.104	No.105	No.106	No.107	No.108	No.109	No.110	No.111
SiO ₂	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.3	39.7	40.1	40.5	40.9
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	2.9	2.9	2.9	3.9	5.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0
SnO	10.9	10.9	11.9	10.9	7.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.5
BaO	26.2	27.2	26.2	26.2	27.2	26.5	26.7	27.0	27.3	27.6
ZnO	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
TiO ₂	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Si+Al+B	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.4	49.9	50.4	50.9	51.4
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.1	5.1	4.1	3.2
B+Zn	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4
ρ (g/cm ³)	3.441	3.445	3.443	3.432	3.413	3.432	3.420	3.409	3.377	3.380
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	72.2	72.2	72.6	72.8	73.4	70.9	71.3	71.6	72.3	-
Ps ($^{\circ}\text{C}$)	639	637	639	639	640	629	630	628	625	638
Ta ($^{\circ}\text{C}$)	678	676	677	678	678	667	667	666	663	676
Ts ($^{\circ}\text{C}$)	822	820	821	821	819	806	807	807	807	818
$10^{10}dPa \cdot s$ ($^{\circ}\text{C}$)	1012	1014	1014	1011	1008	990	994	994	998	1003
$10^{30}dPa \cdot s$ ($^{\circ}\text{C}$)	1107	1110	1108	1105	1100	1083	1089	1091	1097	1097
$10^{35}dPa \cdot s$ ($^{\circ}\text{C}$)	1171	1174	1171	1167	1160	1146	1154	1157	1163	1161
$10^{30}dPa \cdot s$ ($^{\circ}\text{C}$)	1252	1255	1256	1246	1238	1223	1237	1240	1248	1241
TL ($^{\circ}\text{C}$)	971	987	984	966	972	1046	-	953	920	921
$\log \eta$ TL (dPa \cdot s)	4.6	4.4	4.4	4.6	4.5	3.4	-	4.6	5.2	5.3
n_d	1.636	1.636	1.636	1.637	1.638	1.632	1.628	1.626	1.622	1.618

표 12

유리 조성 (wt%)	No.112	No.113	No.114	No.115	No.116	No.117	No.118	No.119	No.120	No.121
SiO ₂	38.9	38.9	38.9	38.9	38.9	39.3	39.7	39.9	40.1	40.3
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0
SnO	13.9	10.9	12.4	13.9	10.9	11.0	11.1	11.2	11.2	11.3
BaO	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.5	26.7	26.9	27.0	27.1
ZnO	3.0	6.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
TiO ₂	3.0	3.0	3.0	4.0	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6
ZnO ₂	2.0	2.0	2.0	0.0	4.5	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Si+Al+B	48.9	48.9	48.9	48.9	48.9	49.4	49.9	50.2	50.4	50.7
Ti+Zr	5.0	5.0	5.0	4.0	8.0	7.0	6.1	5.6	5.1	4.6
B+Zn	8.0	11.0	9.5	9.0	8.0	8.1	8.2	8.2	8.2	8.3
ρ (g/cm ³)	3.451	3.446	3.449	3.446	3.435	3.435	3.412	3.408	3.401	3.392
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	74.8	71.9	72.6	76.3	71.1	72.0	71.6	72.0	72.4	72.7
P _s (°C)	632	625	628	624	641	639	635	633	632	630
T _a (°C)	670	663	666	661	680	678	674	672	670	667
T _s (°C)	812	807	809	799	828	822	816	813	811	809
10 ⁴ ₀ dPa·s (°C)	998	996	996	978	1022	1013	1010	1009	1004	999
10 ³ ₀ dPa·s (°C)	1092	1091	1090	1070	1119	1109	1108	1110	1101	1096
10 ² ₀ dPa·s (°C)	1155	1156	1154	1131	1183	1173	1174	1174	1167	1163
10 ¹ ₀ dPa·s (°C)	1235	1239	1234	1209	1264	1256	1258	1271	1251	1247
TL (°C)	928	916	926	-	-	957	963	947	953	942
log η / TL (dPa·s)	5.1	5.2	5.1	-	-	4.8	4.6	4.9	4.7	5
n _d	1.629	1.629	1.629	1.631	1.636	1.635	1.629	1.628	1.626	1.625

표 13

유리 조성 (wt%)	No.122	No.123	No.124	No.125	No.126	No.127	No.128	No.129	No.130
SiO ₂	39.9	39.5	43.9	39.9	39.9	39.9	39.9	38.9	39.9
Al ₂ O ₃	5.1	5.1	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	4.1
B ₂ O ₃	4.1	5.1	0.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	3.0	2.9	5.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
SiO	12.2	12.2	5.9	11.2	11.2	11.2	11.2	12.2	12.2
BaO	26.9	26.6	26.2	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9
ZnO	3.1	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
TiO ₂	3.6	3.6	4.0	3.6	3.6	4.6	5.6	3.6	3.6
ZrO ₂	2.0	2.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	2.0	2.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	6.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Si+Al+B	49.1	49.7	48.9	50.2	50.2	50.2	50.2	49.1	49.1
Ti+Zr	5.6	5.6	4.0	4.6	3.6	5.6	5.6	5.6	5.6
B+Zn	7.2	8.1	3.0	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
ρ (g/cm ³)	-	-	3.428	3.413	3.421	3.401	3.395	-	-
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	74.0	72.8	74.7	73.2	74.1	73.0	73.2	73.0	73.3
Ps (°C)	637	633	679	631	627	631	630	632	633
Ta (°C)	676	671	721	669	665	668	667	670	670
Ts (°C)	823	814	876	809	804	807	802	812	812
10 ⁴ 0dPa·s (°C)	1013	1002	1084	1000	990	996	987	998	997
10 ³ 0dPa·s (°C)	1109	1098	1188	1098	1086	1091	1081	1093	1091
10 ² 0dPa·s (°C)	1174	1162	1258	1163	1149	1155	1145	1156	1154
10 ¹ 0dPa·s (°C)	1256	1244	1348	1253	1233	1238	1228	1236	1234
TL (°C)	940	976	-	931	939	973	955	955	1015
log η /TL (dPa·s)	5.1	4.4	-	5.0	4.7	4.3	4.4	4.6	3.8
n _d	1.630	1.629	1.633	1.627	1.626	1.631	1.634	1.631	1.631

[0169]

[0170]

우선, 표 3~표 13에 기재된 유리 조성이 되도록 유리 원료를 조합한 후, 얻어진 유리 배치를 유리 용융로에 공급해서 1400~1500°C에서 4시간 용융했다. 이어서, 얻어진 용융 유리를 카본판 위에 흘려내어 평판형상으로 성형한 후, 소정의 어닐링 처리를 행했다. 최후에 얻어진 유리판에 대해서 여러 가지 특성을 평가했다.

[0171]

또한, 밀도(ρ), 열팽창 계수(α), 변형점(Ps), 서랭점(Ta), 연화점(Ts), 고온 점도에 있어서의 온도, 액상 온도(TL), 및 굴절률(n_d)의 측정 방법은 제 1 발명에 의한 실시예 1에서 설명한 방법과 마찬가지로 한다.

[0172]

표 3~표 13으로부터 명백한 바와 같이 시료 No. 22~130은 고가인 중금속을 포함하고 있지 않음에도 불구하고 굴절률(n_d)이 높고, 내실투성이 양호했다.

[0173]

또한, 시료 No. 25, 28, 30, 31, 33, 35, 39~41, 44, 45, 47, 56, 57, 61, 63~65, 70, 71, 73, 78, 82~85, 87, 88, 91~94, 99, 102~106, 116, 119에 기재된 재질 각각에 대해서 유리 원료를 조합한 후, 얻어진 유리 배치를 연속 가마에 투입하고, 1300~1500°C의 온도에서 용융했다. 계속해서, 얻어진 용융 유리에 대하여 오버플로우 다운드로우법에 의해 판두께 0.7mm의 유리판을 성형했다. 얻어진 유리판에 대하여 표면 거칠기(Ra)를 측정할 결과, 그 값은 모두 2Å이었다. 또한, 표면 거칠기(Ra)의 측정 방법은 제 1 발명에 의한 실시예 1에서 설명한 방법과 마찬가지로 한다.

[0174]

실시예 3

[0175]

이하, 제 3 발명의 실시예를 설명한다. 또한, 이하의 실시예는 단순한 예시이다. 제 3 발명은 이하의 실시예에

조금도 한정되지 않는다.

[0176] 표 14는 제 3 발명의 실시예(시료 No.131~141)를 나타내고 있다.

표 14

유리 조성 (wt%)	No.131	No.132	No.133	No.134	No.135	No.136	No.137	No.138	No.139	No.140	No.141
SiO ₂	40.0	40.0	40.0	39.0	37.0	39.0	39.0	39.0	43.9	43.9	45.3
Al ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.2
B ₂ O ₃	5.0	5.0	5.0	5.0	8.0	5.0	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0
CaO	5.9	5.9	5.9	8.9	5.9	5.9	5.9	6.9	5.9	8.9	6.1
SiO	7.9	7.9	7.9	4.9	7.9	7.9	8.9	7.9	8.9	8.9	6.1
BaO	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	27.0
ZnO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0
TiO ₂	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1
ZrO ₂	3.0	4.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	2.2
Ti+Zr	7.0	7.0	7.0	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	4.0	4.0	4.1
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	44.0	44.0	44.0	41.0	41.0	39.2
(Mg+Ca+Sr+Ba+Zn)/Ca	7.3	7.3	7.3	4.8	7.3	7.5	7.5	6.4	6.9	6.9	6.4
ρ (g/cm ³)	3.38	3.39	3.39	3.41	3.38	3.41	3.41	3.40	3.42	3.40	3.38
α (×10 ⁻⁷ /°C)	72	72	71	72	73	73	73	74	76	77	74
Ps (°C)	642	642	646	642	629	637	640	640	687	689	689
Ta (°C)	680	682	686	681	664	675	678	679	730	731	732
Ts (°C)	826	830	837	827	796	818	821	820	882	880	888
10 ¹⁰ dPa.s (°C)	1016	1027	1040	1014	973	1005	1006	1004	1089	1080	1100
10 ³⁰ dPa.s (°C)	1110	1125	1139	1108	1061	1098	1098	1095	1193	1179	1207
10 ²⁵ dPa.s (°C)	1174	1188	1202	1170	1119	1159	1159	1155	1263	1246	1280
10 ²⁰ dPa.s (°C)	1256	1268	1283	1247	1192	1237	1236	1231	1354	1334	1373
TL (°C)	923	948	953	941	922	940	941	946	1090	1043	1015
log ₇ TL (dPa.s)	5.4	5.1	5.2	5.1	4.8	5.0	5.0	4.9	4.0	4.5	5.1
n _d	1.64	1.63	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.63	1.63	1.63

[0177]

[0178] 우선, 표 14에 기재된 유리 조성이 되도록 유리 원료를 조합한 후, 얻어진 유리 배치를 유리 용융로에 공급해서 1400~1500°C에서 4시간 용융했다. 이어서, 얻어진 용융 유리를 카본판 위에 흘려내어 평판형상으로 성형한 후, 소정의 어닐링 처리를 행했다. 최후에 얻어진 유리판에 대해서 여러 가지 특성을 평가했다.

[0179] 또한, 밀도(ρ), 열팽창 계수(α), 변형점(Ps), 서랭점(Ta), 연화점(Ts), 고온 점도에 있어서의 온도, 액상 온도(TL), 및 굴절률(n_d)의 측정 방법은 제 1 발명에 의한 실시예 1에서 설명한 방법과 마찬가지로 한다.

[0180] 표 14로부터 명백한 바와 같이 시료 No. 131~141은 고가인 중금속을 포함하고 있지 않음에도 불구하고 굴절률(n_d)이 높고, 내실투성이 양호했다.

[0181] 또한, 시료 No. 131~138, 140, 141에 기재된 재질 각각에 대해서 유리 원료를 조합한 후, 얻어진 유리 배치를 연속 가마에 투입하고, 1300~1500°C의 온도에서 용융했다. 계속해서, 얻어진 용융 유리에 대하여 오버플로우 다운드로우법에 의해 판두께 0.7mm의 유리판을 성형했다. 얻어진 유리판에 대하여 표면 거칠기(Ra)를 측정할 결과, 그 값은 모두 2Å이었다. 또한, 표면 거칠기(Ra)는 제 1 발명에 의한 실시예 1에서 설명한 방법과 마찬가지로 한다.

[0182] 실시예 4

[0183] 이하, 제 4 발명의 실시예를 설명한다. 또한, 이하의 실시예는 단순한 예시이다. 제 4 발명은 이하의 실시예에 조금도 한정되지 않는다.

[0184] 표 15, 표 16은 제 4 발명의 실시예(시료 No. 142~166)를 나타내고 있다.

표 15

	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
(wt%)													
SiO ₂	400	400	400	400	400	400	400	400	360	380	360	360	380
Al ₂ O ₃	0.1	5.1	5.1	2.6	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
B ₂ O ₃	10.1	10.1	15.1	17.6	11.1	12.1	13.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1
CaO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
SiO	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
BaO	26.9	21.9	16.9	16.9	20.9	19.9	18.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
ZnO	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	5.1	7.1	5.1
ZrO ₂	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
TiO ₂	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	7.6	5.6	5.6	3.6	3.6
P ₂ O 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
Si+Al+B	50.2	55.2	60.2	60.2	56.2	57.2	58.2	59.2	55.2	57.2	55.2	55.2	57.2
Si/B	4.0	4.0	2.6	2.3	3.6	3.3	3.1	2.8	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7
Mg ²⁺ O+S ²⁺ +Ba+Zn	44.2	39.2	34.2	34.2	36.2	37.2	36.2	35.2	35.2	35.2	37.2	39.2	37.2
Li+Na+K	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B+Li+Gd+Nd+Ta+W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ρ (g/cm ³)	3.42	3.24	3.07	3.08	3.21	3.18	3.13	3.11	3.14	3.12	3.17	3.20	3.18
α (30~380°C) ($\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)	74	67	61	미측정	66	65	64	62	미측정	미측정	미측정	미측정	미측정
P _s (°C)	624	619	609	606	619	613	613	611	607	606	601	598	603
T _a (°C)	657	655	642	637	654	649	648	645	640	641	636	631	637
T _s (°C)	780	792	773	757	790	795	782	777	미측정	미측정	769	761	770
10 ¹⁰ ·P _a ·s(°C)	954	983	972	972	978	978	974	982	950	966	936	940	950
10 ¹⁰ ·P _a ·s(°C)	1039	1082	1074	1070	1080	1083	1078	1081	1043	1085	1030	1037	1044
10 ¹² ·P _a ·s(°C)	1094	1151	1144	1139	1151	1156	1149	1156	1107	1133	1094	1102	1107
10 ¹⁶ ·P _a ·s(°C)	1164	1237	1232	1229	1235	1242	1230	1258	1187	1221	1171	1178	1187
TL(°C)	미측정	981<	985<	미측정	985	997	1020	979	923	990	944	926	미측정
log η TL(dPa·s)	미측정	<4.0	<4.1	미측정	3.9	3.9	3.5	4.0	4.5	3.7	3.9	4.2	미측정
η	1.635	1.616	1.602	미측정	1.613	1.611	1.608	1.605	1.643	1.619	1.635	1.627	1.612

[0185]

표 16

(wt%)	No.155	No.156	No.157	No.158	No.159	No.160	No.161	No.162	No.163	No.164	No.165	No.166
SiO ₂	36.0	36.0	38.0	36.0	36.0	38.0	36.0	36.0	38.0	36.0	36.0	38.0
Al ₂ O ₃	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
B ₂ O ₃	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1
CaO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	7.0	5.0
SnO	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	13.2	15.2	13.2	11.2	11.2	11.2
BaO	17.9	17.9	17.9	19.9	21.9	19.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
ZnO	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
ZrO ₂	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
TiO ₂	5.6	3.6	3.6	5.6	3.6	3.6	5.6	3.6	3.6	5.6	3.6	3.6
P ₂ O ₅	2.0	4.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Si+Al+B	55.2	55.2	57.2	55.2	55.2	57.2	55.2	55.2	57.2	55.2	55.2	57.2
Si/B	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	35.2	35.2	35.2	37.2	39.2	37.2	37.2	39.2	37.2	37.2	39.2	37.2
Li+Na+K	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BH ₄ T+GH+NB+T+W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ρ (g/cm ³)	3.13	3.09	3.08	3.19	3.22	3.16	3.19	3.24	3.17	3.20	3.21	3.17
α [30-380°C] ($\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)	미측정	미측정	미측정	66	67	65	66	69	66	68	70	67
Ps (°C)	604	608	608	606	607	609	608	612	611	607.5	611	610
Ta (°C)	637	640	641	640	641	643	642	645	645	641	644	644
Ts (°C)	763	780	769	747	772	769	769	773	764	764	766	771
10 ⁴ dPa.s (°C)	949	956	966	940	942	950	934	936	947	933	932	946
10 ³ dPa.s (°C)	1042	1082	1065	1030	1033	1042	1021	1020	1037	1017	1013	1038
10 ² dPa.s (°C)	1105	1147	1134	1092	1094	1106	1078	1079	1099	1075	1068	1104
10 ⁰ dPa.s (°C)	1185	1214	1221	1173	1175	1189	1152	1152	1176	1148	1139	1184
TL (°C)	미측정	미측정	미측정	929	925	972	958	941	1002	946	937	1007
log η TL (dPa.s)	미측정	미측정	미측정	4.2	4.3	3.7	3.7	3.9	미측정	3.8	3.9	미측정
n_d	1.631	1.624	1.616	1.631	1.625	1.613	1.631	1.628	1.616			

[0186]

[0187]

우선, 표 15, 16에 기재된 유리 조성이 되도록 유리 원료를 조합한 후, 얻어진 유리 배치를 유리 용융로에 공급해서 1300~1400°C에서 7시간 용융했다. 이어서, 얻어진 용융 유리를 카본판 위에 흘러내려 평판형상으로 성형한 후, 소정의 서랭 처리를 행했다. 최후에 얻어진 유리판에 대해서 여러 가지 특성을 평가했다.

[0188]

또한, 밀도(ρ), 열팽창 계수(α), 변형점(Ps), 서랭점(Ta), 연화점(Ts), 고온 점도에 있어서의 온도, 액상 온도(TL), 및 굴절률(n_d)의 측정 방법은 제 1 발명에 의한 실시예 1에서 설명한 방법과 마찬가지로 한다.

[0189]

표 15, 표 16으로부터 명백한 바와 같이 시료 No. 142~166은 고가인 중금속을 포함하고 있지 않음에도 불구하고 굴절률(n_d)이 높고, 내실투성이 양호했다.