(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월03일
(11) 등록번호 10-1018622
(24) 등록일자 2011년02월23일

(51) Int. Cl.
C03C 3/064 (2006.01) *C03B 11/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-0005673
(22) 출원일자 2005년01월21일
심사청구일자 2008년05월19일
(65) 공개번호 10-2005-0076748
(43) 공개일자 2005년07월27일
(30) 우선권주장
JP-P-2004-00015542 2004년01월23일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP15176151 A*
US04814299 A1
JP03037130 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
호야 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 신쥬꾸구 나까오찌아이 2쵸메 7-5
(72) 발명자
가스가요시코
일본 도쿄도 고가네이시 가지노쵸 3-17-11
쪄우쉐루
일본 도쿄도 아키시마시 무사시노 3-5-40-513
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 정현진

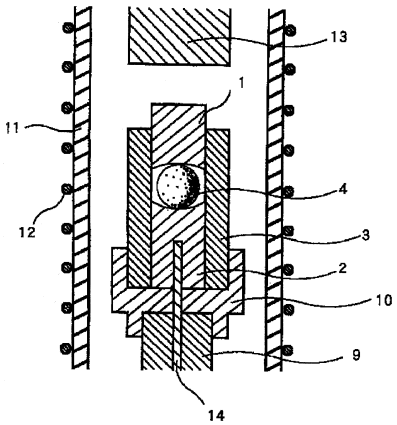
(54) 광학 유리, 정밀 프레스-성형 예비체, 이의 제조 방법,광학 부재 및 이의 제조 방법

(57) 요 약

예비체의 용융성과 성형성을 고려하여, 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 포함하는 광학 상수를 가지고, 저온 연화 특성을 가지며, 또한 정밀 프레스-성형용 유리로서 적합한 광학 유리로서, 이 광학 유리는 필수 성분으로서 B_2O_3, SiO_2, La_2O_3, Gd_2O_3, 알칼리 금속 산화물, 및 알카라인 토류 금속 산화물을 포함하는 광학유리이고, B_2O_3 와 SiO_2 의 전체 함량이 52 중량% 이상이며 SiO_2/B_2O_3 의 함량 비가 0.38 내지 1.2 이며, 굴절률 (nd) 과 아베수 (vd) 의 관계는 다음의 식 (1) 을 만족한다.

$$vd > 260 - 126 \times nd \quad (1)$$

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 갖는 광학 유리에 있어서,

필수 성분으로서 B_2O_3, SiO_2, La_2O_3, Gd_2O_3, 알칼리 금속 산화물, 및 알카라인 토류 금속 산화물을 포함하며,

몰% 표시로,

25 내지 50 몰% 의 B_2O_3,

15 내지 40 몰% 의 SiO_2,

0 몰% 초과 5 몰% 이하의 La_2O_3,

0 몰% 초과 5 몰% 이하의 Gd_2O_3,

5 내지 20 몰% 의 Li_2O,

0 내지 10 몰% 의 Na_2O,

0 내지 5 몰% 의 K_2O, 및

0 몰% 초과 15 몰% 이하의 BaO 를 포함하고,

중량% 표시로 B_2O_3 와 SiO_2 의 전체 함량이 53 중량% 이상이고 SiO_2/B_2O_3 의 함량 비가 0.38 내지 1.2 이며, 몰% 표시로 BaO, SrO, CaO 및 MgO 의 합계 함유량이 13% 이상인 것을 특징으로 하는 광학 유리.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 유리 성분으로서,

0 내지 5 몰% 의 Y_2O_3,

0 내지 5 몰% 의 Al_2O_3,

0 내지 15 몰% 의 SrO,

0 내지 15 몰% 의 CaO,

0 내지 15 몰% 의 MgO,

0 내지 8 몰% 의 ZnO, 및

0 내지 3 몰% 의 ZrO_2 를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 유리.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

몰% 표시로, SrO 의 함유량이 1 ~ 15% 인 것을 특징으로 하는 광학 유리.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

굴절률 (nd) 과 아베수 (vd) 의 관계는 다음의 식 (1),

$vd > 260 - 126 \times nd$ (1)

을 만족하는 것을 특징으로 하는 광학 유리.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 정밀 프레스-성형용 유리재료로서 사용되는 것을 특징으로 하는 광학 유리.

청구항 6

제 5 항에 따른 광학 유리로 형성되는 정밀 프레스-성형 예비체.

청구항 7

제 1 항에 따른 광학 유리로 형성되는 광학 부재.

청구항 8

소정 중량의 용융 유리 덩어리를 유동관 외부로 유출되는 용융 유리로부터 분리하는 단계와 상기 용융 유리 덩어리를 예비체로 성형하는 단계를 포함하는 정밀 프레스-성형 예비체의 제조 방법으로서,

상기 예비체는 제 5 항에 따른 광학 유리로 이루어지고 또한 상기 소정 중량과 같은 중량을 갖는 정밀 프레스-성형 예비체의 제조 방법.

청구항 9

광학 유리로 형성된 정밀 프레스-성형 예비체를 가열하여 연화하는 단계와 상기 예비체를 정밀 프레스-성형하는 단계를 포함하는 광학부재의 제조 방법으로서,

상기 예비체는 제 6 항에 따른 예비체인 광학부재의 제조 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 예비체는 프레스 금형안으로 도입되고, 상기 프레스 금형 및 예비체는 함께 가열되어 정밀 프레스-성형을 수행하는 것을 특징으로 하는 광학 부재의 제조 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 프레스 금형 및 예비체는 개별적으로 예열되고, 상기 예열된 예비체는 상기 프레스 금형안으로 도입되어 정밀 프레스-성형을 수행하는 것을 특징으로 하는 광학 부재의 제조 방법.

청구항 12

광학 유리로 형성된 정밀 프레스-성형 예비체를 가열하여 연화하는 단계와 상기 예비체를 정밀 프레스-성형하는 단계를 포함하는 광학부재의 제조 방법으로서,

상기 예비체는 제 8 항에 따른 방법으로 제조된 예비체인 광학부재의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 예비체는 프레스 금형안으로 도입되고, 상기 프레스 금형 및 예비체는 함께 가열되어 정밀 프레스-성형을 수행하는 것을 특징으로 하는 광학 부재의 제조 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 프레스 금형 및 예비체는 개별적으로 예열되고, 상기 예열된 예비체는 상기 프레스 금형안으로 도입되어 정밀 프레스-성형을 수행하는 것을 특징으로 하는 광학 부재의 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0008] 본 발명은 광학 유리에 관한 것으로, 이 광학 유리는, B_2O_3, SiO_2, 및 La_2O_3 를 포함하고, 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 포함하는 광학 상수를 가지며, 저온 연화 특성 (property of softening) 을 가지고, 정밀 프레스-성형용 유리 재료로서 적합하다. 또한, 본 발명은 상기 광학 유리로 형성된 정밀 프레스-성형 예비체 (정밀 프레스-성형용 예비체) 및 이의 제조 방법, 또한 상기 유리로 형성된 광학 부재 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

[0009] 약 1.6 의 굴절률 (nd) 과 약 60 의 아베수 (vd) 를 가진 광학 유리는 소위 SK 유리로 알려져 있다. 예를 들어, "유리 조성의 1991 데이타 북" (일본 유리 제조 산업회에 의해 발간됨, 91쪽 참조) 에서는 SK16 유리 (nd 1.62, vd 60.3) 를 개시하였다.

[0010] 하지만, 이러한 유리는 660℃ 만큼 높은 전이 온도 (transition temperature) 를 가지기 때문에, 이들 유리는 정밀 프레스-성형용 유리로서는 적합하지 않다. 이러한 단점을 해결하기 위해서 유리의 전이 온도를 낮추려는 시도를 하였지만, 유리의 내후성 (weather resistance) 이 열화되는 문제점이 야기되었다. 내후성이 낮은 유리가 정밀 프레스-성형 예비체를 제조하는데 사용되면, 이 예비체의 표면은 시간이 경과함에 따라 변하게 되고, 결국 이 예비체의 정밀-프레스 성형으로 얻어진 광학 부재의 표면은 이러한 변화된 층으로 덮여지게 된다. 또한, 내후성이 낮은 유리로 형성된 광학 부재의 표면도 시간이 경과함에 따라 변하게 되고, 결국 이 광학 부재의 성능이 크게 열화되게 된다.

[0011] 상기 유리의 내후성을 향상시키는 시도를 하였지만, 유리의 용융성 (meltability) 이 저하되고 또한 용융 유리로부터 정밀 프레스-성형 예비체를 성형할 시 유리의 성형성 (shapeability) 이 저하되는 문제점이 야기되었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0012] 본 발명의 제 1 목적은, 이러한 상황에서, 유리의 용융성 및 예비체로의 성형성을 고려하여 상기 문제점을 해결할 수 있고, 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 포함하는 광학 상수를 가지며, 또한 저온 연화 특성을 가지고, 정밀 프레스-성형용 유리로서 적합한 광학 유리를 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 제 2 목적은, 상기 광학 유리로 형성된 정밀 프레스-성형 예비체, 이의 제조 방법, 광학 부재, 및 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0014] 상기 목적을 달성하기 위해서, 당해 발명자는 끈질지게 연구하여 다음의 결과를 얻었다.

[0015] 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 포함하는 광학 상수를 가진 유리에 있어서, B_2O_3, SiO_2, La_2O_3, Gd_2O_3, 알칼리 금속 산화물, 및 알카라인 토류 금속 산화물이 공존하게 되고, B_2O_3 와 SiO_2 의 전체 함량과 B_2O_3 의 함량에 대한 SiO_2 의 함량 비 (SiO_2/B_2O_3) 는 소정의 범위에 있게 되거나, 또는 nd 및 vd 가 특정 관계식을 만족하게 되며, 이로 인해 우수한 내후성과 용융성을 가진 정밀 프레스-성형용 유리로서 적합한 유리가 얻어질 수 있다. 이를 바탕으로, 본 발명을 완성하였다.

[0016] 즉, 본 발명은,

[0017] (1) 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 가지고, 필수 성분으로서 B_2O_3, SiO_2, La_2O_3, Gd_2O_3, 알칼리 금속 산화물, 및 알카라인 토류 금속 산화물을 포함하며, B_2O_3 와 SiO_2 의 전체 함량이 52 중량% 이상이고 SiO_2/B_2O_3 의 함량 비가 0.38 내지 1.2 인 광학 유리 (이하, "광학 유리 I" 이라고 함),

[0018] (2) 상기 (1) 에 있어서, 유리 성분으로서,

[0019] 25 내지 50 몰% 의 B_2O_3,

[0020] 15 내지 40 몰% 의 SiO_2,

[0021] 0 몰% 초과 5 몰% 이하의 La_2O_3,

[0022] 0 몰% 초과 5 몰% 이하의 Gd_2O_3,

[0023] 2 내지 20 몰% 의 Li_2O,

[0024] 0 내지 10 몰% 의 Na_2O,

[0025] 0 내지 5 몰% 의 K_2O, 및

[0026] 0 몰% 초과 15 몰% 이하의 BaO 를 포함하는 광학 유리,

[0027] (3) 상기 (2) 에 있어서, 유리 성분으로서,

[0028] 0 내지 5 몰% 의 Y_2O_3,

[0029] 0 내지 5 몰% 의 Al_2O_3,

[0030] 0 내지 15 몰% 의 SrO,

[0031] 0 내지 15 몰% 의 CaO,

[0032] 0 내지 15 몰% 의 MgO,

[0033] 0 내지 8 몰% 의 ZnO, 및

[0034] 0 내지 3 몰% 의 ZrO_2 를 포함하는 광학 유리,

[0035] (4) 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 가지고, 굴절률 (nd) 과 아베수 (vd) 의 관계는 다음의 식 (1) 을 만족하는 광학 유리 (이하, "광학 유리 Ⅱ" 라고 함),

[0036] $vd > 260 - 126 \times nd$ (1)

[0037] (5) 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 있어서, 정밀 프레스-성형용 유리재료로서 사용되는 광학 유리,

[0038] (6) 상기 (5) 에 따른 광학 유리로 형성된 정밀 프레스-성형 예비체,

[0039] (7) 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 따른 광학 유리로 형성된 광학 부재,

[0040] (8) 유동관 외부로 유출되는 용융 유리로부터 소정 중량의 용융 유리 덩어리 (gob) 를 분리하는 단계와 이 용융 유리 덩어리를 예비체로 성형하는 단계를 포함하는 정밀 프레스-성형 예비체의 제조 방법으로서,

[0041] 상기 예비체는 상기 (5) 에 따른 광학 유리로 이루어지고 또한 상기 소정 중량과 같은 중량을 갖는 정밀 프레스-성형 예비체의 제조 방법,

[0042] (9) 광학 유리로 형성된 정밀 프레스-성형 예비체를 가열하여 연화하는 단계와 이 예비체를 정밀 프레스-성형하는 단계를 포함하는 광학부재의 제조 방법으로서,

[0043] 상기 예비체는 상기 (6) 에 따른 예비체이거나 또는 상기 (8) 에 따른 방법으로 제조된 예비체인 광학부재의 제조 방법,

[0044] (10) 상기 (9) 에 있어서, 예비체는 프레스 금형안으로 도입되고, 상기 프레스 금형 및 예비체는 함께 가열되어 정밀 프레스-성형을 수행하는 광학 부재의 제조 방법, 및

[0045] (11) 상기 (9) 에 있어서, 프레스 금형 및 예비체는 개별적으로 예열되고, 이 예열된 예비체는 상기 프레스 금형안으로 도입되어 정밀 프레스-성형을 수행하는 광학 부재의 제조 방법을 제공한다.

[0046] 본 발명에 따라서, 유리의 용융성과 예비체로의 성형성을 고려하여 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 포함하는 광학 상수를 가지며, 저온 연화 특성을 가지고, 특히 정밀 프레스-성형용 유리로서 적합한 광학 유리를 제공할 수 있다. 본 발명에 따라서, 상기 광학 유리로 형성된 정밀 프레스-성형 예비체, 상기 예비체의 제조 방법, 상기 유리로 형성된 광학 부재, 및 상기 광학부재의 제조 방법을 더 제공할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

[0047] 본 발명의 광학 유리는 2 개의 실시형태, 즉 광학 유리Ⅰ 및 광학 유리Ⅱ 를 포함한다. 우선, 광학 유리Ⅰ 을 설명한다.

[0048] 본 발명의 광학 유리Ⅰ 는, 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 가지고,

필수 성분으로서 B_2O_3, SiO_2, La_2O_3, Gd_2O_3, 알칼리 금속 산화물, 및 알카라인 토류 금속 산화물을 함유하며, B_2O_3 와 SiO_2 의 전체 함량이 52 중량% 이상이고 SiO_2/B_2O_3 의 함량 비 (중량 비) 가 0.38 내지 1.2 이다.

[0049] B_2O_3 와 SiO_2 는 유리 네트워크 구조 (glass network structure) 를 구성하는 필수 성분이다.

[0050] La_2O_3 는 유리의 내구성과 내후성을 향상시키고 광학 상수를 소정의 범위에 있도록 하는 필수 성분이다. La_2O_3 의 함량이 19 중량% 이상이면, 의도하는 굴절률을 얻기 힘들고 또한 아베수가 감소할 수 있기 때문에, La_2O_3 의 함량을 19 중량% 미만, 바람직하게는 18 중량% 이하로 조절한다.

[0051] Gd_2O_3 는 유리의 내후성을 향상시키고 광학 상수를 소정의 범위에 있도록 하는 필수 성분이다. 유리에 La_2O_3 와 Gd_2O_3 가 공존하면, 이 유리의 실투 저항성 (devitrification resistance) 이 향상될 수 있다.

[0052] 알칼리 금속 산화물은 유리에 저온 연화 특성을 부여하는 필수 성분이다. Li_2O, Na_2O, 및 K_2O 중 적어도 하나가 알칼리 금속 산화물로서 사용될 수 있다. 대량의 알칼리 금속 산화물이 포함되면, 액상 온도가 높아지고, 내후성이 감소하게 된다. 액상 온도의 증가와 내후성의 감소를 최소화하면서 유리의 저온 연화 특성을 향상시키기 위해서, 적어도 Li_2O 를 함유시키는 것이 바람직하다.

[0053] 알카라인 토류 금속 산화물은 유리에 소정의 광학 상수를 부여하기 위해 함유된다. 알카라인 토류 금속 산화물은 MgO, CaO, SrO, 또는 BaO 중에서 선택될 수 있고, 이들중 적어도 하나가 사용된다.

[0054] 또한, 필요하다면, Y_2O_3, Al_2O_3, ZnO 및 ZrO_2 도 첨가될 수 있다. 청정제 (clarifier) 로서 이를 제외한 유리 조성의 전체 함량을 기준으로 0 내지 1 중량% 의 Sb_2O_3 와 As_2O_3 가 첨가될 수 있다.

[0055] 환경에 미치는 영향을 고려하면, As_2O_3 를 포함하지 않는 것이 바람직하다. 유사하게, PbO 와 TeO_2 를 제외시키는 것이 바람직하다. 또한, 값비싼 원료인 GeO_2 를 사용할 필요가 없다.

[0056] 상기 유리 조성에서, B_2O_3 와 SiO_2 는 유리 네트워크 구조를 구성하는 성분이기 때문에 그 전체 함량이 52 중량% 이상일 필요가 있다. 상기 전체 함량이 52 중량% 미만이면, 실투 저항성이 저하되고, 성형된 유리 재료가 용융 유리로부터 형성되면 유리는 실투된다. 그렇지 않으면, 이러한 실투를 방지하기 위해 성형 온도를 증가시켜야 하고, 그러면 유리의 점도가 감소하여, 성형성이 상당히 저하된다. 상기 전체 함량은 바람직하게는 52 내지 66 중량%, 보다 바람직하게는 53 내지 65 중량% 의 범위이다.

[0057] 또한, B_2O_3 와 SiO_2 의 함량 비도 고려할 필요가 있다. SiO_2/B_2O_3 의 중량 비가 0.38 미만이면, 유리의 화학적 내구성이 저하되고 또한 내후성도 저하된다. SiO_2/B_2O_3 의 중량 비가 1.2 를 초과하면, 유리의 용융성이 저하되고 또한 균질한 유리를 얻는 것이 어렵다. 따라서 SiO_2/B_2O_3 의 중량 비는 0.38 내지 1.2 로 조절된다. SiO_2/B_2O_3 의 중량 비는 바람직하게는 0.4 내지 1.2, 보다 바람직하게는 0.5 내지 1.1 범위이다.

[0058] 보다 바람직하게는, 상기 광학 유리는, 유리 성분으로서,

[0059] 25 내지 50 몰% 의 B_2O_3,

[0060] 15 내지 40 몰% 의 SiO_2,

[0061] 0 몰% 초과 5 몰% 이하의 La_2O_3,

[0062] 0 몰% 초과 5 몰% 이하의 Gd_2O_3,

[0063] 2 내지 20 몰% 의 Li_2O,

[0064] 0 내지 10 몰% 의 Na_2O,

[0065] 0 내지 5 몰% 의 K_2O, 및

[0066] 0 몰% 초과 15 몰% 이하의 BaO 를 포함하는 유리 조성을 가진다.

[0067] % 함량은, 별도의 언급이 없으면, 몰% 함량을 나타낸다.

[0068] 상기 성분 이외에, 유리 조성은, 선택 성분으로서,

[0069] 0 내지 5 몰% 의 Y_2O_3,

[0070] 0 내지 5 몰% 의 Al_2O_3,

[0071] 0 내지 15 몰% 의 SrO,

[0072] 0 내지 15 몰% 의 CaO,

[0073] 0 내지 15 몰% 의 MgO,

[0074] 0 내지 8 몰% 의 ZnO, 및

[0075] 0 내지 3 몰% 의 ZrO_2 를 포함할 것이다.

[0076] 상기 조성 범위가 바람직한 이유를 하기에 설명한다.

[0077] B_2O_3 는, 유리 네트워크 구조를 구성하는 성분이지만, 유리에 낮은 분산 특성과 저온 연화 특성을 부여하는 성분이기도 하다. B_2O_3 의 함량이 25% 이상이면, 유리는 소정의 광학 상수를 유지하면서 유리의 저온 연화 특성을 향상시킬 수 있다. 또한, B_2O_3 의 함량이 50% 이하이면, 유리의 화학적 내구성과 내후성이 향상될 수 있다. B_2O_3 의 함량이 25 내지 38% 의 범위인 것이 보다 바람직하다.

[0078] SiO_2 도 유리의 화학적 내구성을 향상시키도록 작용한다. SiO_2 의 함량이 15% 이상이면, 유리의 화학적 내구성이 현저히 향상될 수 있다. SiO_2 의 함량이 40% 이하로 제한되면, 유리에 양호한 저온 연화 특성과 용융성이 부여될 수 있다. SiO_2 의 함량이 18 내지 38% 의 범위인 것이 바람직하다. 하지만, SiO_2 와 B_2O_3 의 전체 함량과 SiO_2/B_2O_3 중량비에 부여된 상기 한계를 만족할 필요가 있다.

[0079] La_2O_3 는 유리의 화학적 내구성과 내후성을 향상시키는데 효과가 있고, 또한 광학 상수를 조절하는데 매우 중요한 성분이다. La_2O_3 의 함량이 0% 초과 5% 이하이면, 소정의 광학 상수가 유지되면서 상기 효과가 발생할 수 있다. 또한, La_2O_3 의 함량은 바람직하게는 0.1 내지 5%, 보다 바람직하게는 1 내지 4% 범위이다. 하지만, 전술한 중량% 함량의 상한치를 초과하지 않아야 할 필요가 있다.

[0080] Gd_2O_3 는 유리의 내후성을 향상시키고 광학 상수를 조절하는데 효과적이다. Gd_2O_3 의 함량은 바람직하게는 0% 초과 5% 이하, 보다 바람직하게는 0.1 내지 5% 의 범위이다. Gd_2O_3 는 La_2O_3 와 함께 함유되면 유리의 내후성을 상당히 향상시키게 된다.

[0081] Y_2O_3 는 유리의 내후성을 향상시키고 광학 상수를 조절하는데 효과적이다. Y_2O_3 의 함량은 0 내지 5% 인 것이 바람직하다.

[0082] 보다 바람직하게는, La_2O_3, Gd_2O_3, 및 Y_2O_3 의 전체 함량은 1% 이상이다.

[0083] Li_2O 는 유리의 저온 연화 특성을 향상시키는데 효과적이다. Li_2O 의 함량이 2% 이상이면, 완전한 저온 연화 특성을 얻을 수 있고, 유리의 정밀 프레스-성형성이 현저하게 향상된다. 액상 온도의 증가와 내후성의 감소를 고려하면, Li_2O 함량의 상한치를 20% 로 제한하는 것이 바람직하다. Li_2O 의 함량이 5 내지 18% 의 범위인 것이 보다 바람직하다.

[0084] Na_2O 는 저온 연화 특성과 유리 안정성을 조절하는데 사용될 수 있다. 내구성과 광학 상수를 유지하는 관점에서, Na_2O 의 함량은 바람직하게는 0 내지 10% 의 범위이고, 보다 바람직하게는 0 내지 8% 의 범위이다.

[0085] 또한, K_2O 는 저온 연화 특성과 유리의 안정성을 조절하는데 사용될 수 있는 성분이다. 내구성과 광학 상수를 유지하기 위한 관점에서, K_2O 의 함량은 바람직하게는 0 내지 5% 의 범위이고, 보다 바람직하게는 0 내

지 4% 의 범위이다.

[0086] BaO 는 광학 상수를 조절하기 위해 포함되는 성분이다. 하지만, BaO 가 과도하게 포함되면, 유리의 내후성을 저하시킨다. 따라서, BaO 의 함량은 바람직하게는 0% 초과 15% 이하, 보다 바람직하게는 1 내지 15% 의 범위, 보다 더 바람직하게는 2 내지 13% 의 범위이다.

[0087] CaO 는, 유리 네트워크 구조를 구성하는 성분인 B_2O_3 와 SiO_2 와 공존하면, 저온 연화 특성과 소정의 광학 상수를 유지하는데 효과적이다. 내구성과 내후성을 유지하는 관점에서, CaO 의 함량은 바람직하게는 0 내지 15%, 보다 바람직하게는 0 내지 13% 의 범위이다.

[0088] BaO 대신에 SrO 가 포함되면, 이 SrO 는 광학 상수를 유지하면서 내구성을 상당히 향상시킬 수 있는 성분이다. 하지만, 이 성분이 과도하게 포함되면, 유리의 내구성이 저하되기 때문에, SrO 의 함량은 바람직하게는 0 내지 15%, 보다 바람직하게는 1 내지 12% 이다.

[0089] Li_2O 대신에 MgO 가 포함되면, 이 MgO 는 아베수 (vd) 를 증가시키고 내구성을 향상시킨다. 하지만, MgO 가 과도하게 포함되면, 안정성이 떨어지기 때문에, MgO 의 함량은 바람직하게는 0 내지 15%, 보다 바람직하게는 0 내지 13% 이다.

[0090] 광학 상수를 소정의 범위로 유지하면서 높은 내구성을 유지하기 위해, BaO, SrO, CaO, 및 MgO 의 전체 함량은 바람직하게는 12% 이상, 보다 바람직하게는 13% 이상이다. 이 성분들의 전체 함량의 상한치는 대략 25% 이다.

[0091] ZnO 는 저온 연화 특성과 내후성을 향상시키는데 효과적이다. 하지만, 이 성분이 과도하게 포함되면, 소정의 광학 상수를 얻는 것이 어렵기 때문에, ZnO 의 함량은 바람직하게는 0 내지 8% 의 범위, 보다 바람직하게는 0 내지 6% 의 범위이다.

[0092] Al_2O_3 는 내구성과 내후성을 향상시키도록 작용한다. 하지만, 이 성분이 과도하게 포함되면, 유리의 저온 연화 특성이 저하되고, 소정의 광학 상수를 얻는 것이 어렵기 때문에, Al_2O_3 의 함량은 바람직하게는 0 내지 5% 의 범위, 보다 바람직하게는 0 내지 4% 의 범위이다.

[0093] ZrO_2 는 선택 성분으로서 0 내지 3% 의 양으로 포함될 수 있다.

[0094] 유리에 전술한 바람직한 특성을 부여하는 관점에서, B_2O_3, SiO_2, La_2O_3, Gd_2O_3, Li_2O, Na_2O, K_2O, BaO, Y_2O_3, Al_2O_3, SrO, CaO, MgO, ZnO, 및 ZrO_2 의 전체 함량은 바람직하게는 95% 초과, 보다 바람직하게는 98% 초과, 보다 더 바람직하게는 99% 초과이다. 특히 바람직하게는, 광학 유리는 실질적으로 전술한 성분들만으로 형성된다. 상기 조성 범위는 상기 청정제의 함량을 포함하지 않는데, 그것은 청정제를 제외한 상기 유리 성분의 전체 함량을 바탕으로 청정제의 함량을 계산해야 하기 때문이다.

[0095] 추가로, 본 발명의 목적을 저해하지 않는한, 소량의 F 또는 P_2O_5 가 포함될 수 있다. 하지만, 유리의 특성을 저하시키지 않도록 상기 성분들을 제외시키는 것이 바람직하다.

[0096] 다음으로, 광학 유리 Ⅱ 가 이하 설명된다.

[0097] 본 발명의 광학 유리 Ⅱ 는, 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 가지고, 굴절률 (nd) 과 아베수 (vd) 의 관계는 다음의 식 (1) 을 만족한다.

[0098] $vd > 260 - 126 \times nd$ (1)

[0099] 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 로 표시된 광학 상수의 범위에 있어서, 내후성, 내구성, 실투 저항성, 저온 연화 특성, 및 용해성을 동시에 만족하는 것이 어렵다. 상기 식 (1) 에 의해 특정된 범위에 있어서, 본 발명의 광학 유리 Ⅱ 는 전술한 바와 같은 유리 조성을 선택함으로써 상기 다양한 특성을 만족시킬 수 있다.

[0100] B_2O_3 - SiO_2 함유 유리에 있어서, TiO_2 는 유리의 굴절률을 증가시키기 위해 종종 함유되고, 또는 ZrO_2 가 아베수를 조절하기 위해 종종 포함된다. 하지만, TiO_2 만 또는 ZrO_2 만이 포함되면, 굴절률을 증가시킬 수 있지만 분산도 증가하게 되고, 또는 아베수를 유지하면서 굴절률을 증가시키는 것이 어렵게 된다. 하지만,

본 발명에 있어서, La_2O_3 와 Gd_2O_3 가 포함되고, 이로 인해 상기 광학 상수의 영역에서 우수한 정밀 프레스-성형용 광학 유리가 얻어질 수 있다. 본 발명의 광학 유리에 있어서, 유리의 다양한 특성을 더 향상시키기 위해서, 굴절률 (nd) 은 1.57 이상 1.66 이하이고, 아베수 (vd) 는 56 이상 65 이하인 것이 바람직하다.

[0101] 광학 상수 이외의 유리 특성이 이하 설명된다.

[0102] (저온 연화 특성)

[0103] 우수한 정밀 프레스-성형성을 얻기 위해, 본 발명의 광학 유리는 낮은 유리 전이 온도 (Tg) 를 가질 수 있고, 이 유리 전이 온도는 바람직하게는 590℃ 이하, 보다 바람직하게는 580℃ 이하, 보다 더 바람직하게는 560℃ 이하이다.

[0104] 정밀 프레스-성형시 프레스 금형의 온도와 유리의 온도를 비교적 저온으로 설정하여, 프레스 금형의 수명을 증가시킬 수 있다. 따라서, 본 발명의 광학 유리는 정밀 프레스-성형용 유리로서 적합하다.

[0105] (내후성)

[0106] 내후성은 연무 (haze) 를 바탕으로 정량적으로 계산될 수 있다. 연무는 일본 광학 유리 산업회의 표준법 JOGIS07-1975 의 "광학 유리의 화학적 내구성 측정 방법 (표면법)" 에 따라서 측정될 수 있다. 이 경우에 있어서, 20 mm ×20 mm 크기와 2 mm 의 두께를 가진 측정 샘플을 사용하고, 이 측정 샘플은 측정광에 노출될 표면상에서 광학적으로 연마된 후, 측정 전에 350 시간동안 60℃ 의 온도와 90% 의 상대습도를 가진 일정한 온도와 일정한 습도를 가진 챔버내에 유지된다. 우수한 내구성과 우수한 내후성을 가진 본 발명의 광학 유리는 매우 적은 연무를 나타내고, 이 연무은 바람직하게는 6% 이하, 보다 바람직하게는 5% 이하이다.

[0107] (내수성)

[0108] 또한, 본 발명의 광학 유리는 우수한 내수성을 가진다. 내수성은 일본 광학 유리 산업회의 표준법 JOGIS06-1975 의 "광학 유리의 화학적 내구성 측정 방법 (분말법)" 에 따라서 측정될 수 있다.

[0109] 상기 표준법에 따라서, 유리의 질량 손실을 퍼센트로 나타낸 Dw 는 내수성을 나타낸다. 본 발명의 광학 유리의 내수성 (Dw) 은 0.24% 이하, 바람직하게는 0.20% 이하이다.

[0110] (색상)

[0111] 본 발명의 광학 유리는, Cu, Fe, V 또는 Cr 과 같은 착색제가 포함되지 않는 한, 무색이고 투명하며, 렌즈 및 프리즘과 같은 광을 투과시키는 광학 부재용 재료로서 적합하다.

[0112] [정밀 프레스-성형 예비체 및 이의 제조 방법]

[0113] 본 발명으로 제조된 정밀 프레스-성형 예비체는 이하에 설명된다.

[0114] 본 발명으로 제조된 정밀 프레스-성형 예비체는 상기 광학 유리로 형성된다. 정밀 프레스-성형 예비체는 프레스-성형된 제품의 중량과 동일한 중량을 가진 광학 유리로 제조된 성형 재료이다. 이 예비체는 프레스-성형 물품 형태에 따라 적절한 형상으로 성형되고, 이 형상은 예를 들어 구, 회전 타원체 등을 포함한다. 예비체는 프레스-성형하기 전에 프레스-성형가능한 점도를 가지도록 가열된다.

[0115] 상기 회전 타원체를 포함하는 예비체의 형상은 하나의 회전 대칭 축선을 가진 형상인 것이 바람직하다. 하나의 회전 대칭 축선을 가진 상기 형상은, 상기 회전 대칭 축선을 포함하는 단면에서 볼 때 모서리가 없거나 흠집이 없는 매끄러운 윤곽선을 가진 형상, 예컨대 상기 단면에서 단축이 회전 대칭 축선에 대응하는 타원 윤곽선을 가진 형상을 포함한다. 단축이 회전 대칭 축선에 대응하면, 상기 형상은 바람직하게는 다음과 같다. 상기 단면에서 예비체의 윤곽선상의 임의의 점과 회전 대칭 축선상에 있는 예비체의 무게 중심점을 연결하는 선과, 윤곽선상의 상기 점과 접촉하는 접선에 의해 형성된 각 중 하나를 Θ라 하고, 또한 상기 점이 회전 대칭 축선에서 시작하여 윤곽선을 따라 이동한다고 할 때, 각 (Θ) 은 90° 로부터 단조롭게 증가하고 이어서 단조롭게 감소하여 윤곽선이 회전 대칭 축선과 교차하는 다른 점에서 90° 로 된다.

[0116] 상기 예비체는 필요하다면 그 표면상에서 이형막 (mold release film) 과 같은 얇은 막을 가질 수 있다. 이 형막의 예로서는 탄소 함유 막과 자체 조립된 막을 포함한다. 상기 예비체는 소정의 광학 상수를 가진 광학 부재를 형성하도록 프레스-성형될 수 있다.

[0117] 또한, 용융 상태의 유리로부터 상기 조성을 가진 유리 덩어리를 성형하여 이 덩어리를 고형화시킴으로써, 고

형화 후 이를 기계 가공하지 않고서도, 본 발명에 의해 제공된 정밀 프레스-성형 예비체가 얻어지게 된다. 즉, 예를 들어 토출하는 용융 유리로부터 소정의 중량을 가진 용융 유리 덩어리를 분리하여 이를 소정의 중량을 가진 상기 광학 유리로 형성된 예비체를 성형하도록 단단하게 냉각시키는 방법에 의해, 본 발명에 의해 제조된 정밀 프레스-성형 예비체가 형성될 수 있다.

[0118] 상기 방법은, 절단, 연삭, 및 연마 등의 기계 가공이 필요하지 않은 장점이 있다. 기계 가공된 예비체와 관련하여, 기계 가공 전에 어닐링을 수행할 필요가 있고, 따라서 기계 가공으로 예비체가 파괴되지 않을 정도로 유리의 변형 (strain) 이 감소하게 된다. 하지만, 예비체를 제조하는 본 방법에 따르면, 상기 파괴를 방지하기 위한 어닐링은 실시할 필요가 없다. 또한, 매끄러운 표면을 가진 예비체가 성형될 수 있다. 게다가, 전체 표면은 용융 상태의 유리를 고형화시켜 형성된 표면이어서, 연마로 인한 미세한 긁힘 또는 손상이 없다. 광학 유리의 우수한 화학적 내구성과 내후성 이외에도, 예비체의 표면은 매끄러우며, 따라서 표면 긁힘이나 손상을 가진 어떠한 예비체와도 비교하여, 상기 예비체의 표면적은 작다. 따라서, 예비체를 대기중에 놓아두면, 그 표면은 쉽게 변하지 않고, 또한 예비체는 성형 바로 이후에 얻어진 깨끗한 표면 상태를 유지할 수 있다.

[0119] 예비체를 제조하는 상기 방법에 있어서, 매끄럽고 깨끗한 표면을 형성하기 위해서는, 예비체에 기체압을 가하는 부유 상태 (floating state) 에서 예비체를 성형하는 것이 바람직하다. 또한, 예비체는, 그 전체 표면이 용융 상태의 유리를 고형화시켜 형성되는 예비체, 또는 그 표면이 자유 표면으로 형성된 예비체, 즉 전체 표면이 자유 표면인 예비체인 것이 바람직하다. 게다가, 예비체는 전단 마크 (shear mark) 라고 하는 어떠한 절단 마크가 없는 것이 바람직하다. 토출하는 용융 유리가 절단날로 절단될 때 전단 마크가 발생하게 된다. 정밀 프레스-성형 제품이 형성되는 단계에서 전단 마크가 남아 있으면, 그러한 부분은 결합이 된다.
따라서, 예비체는 이 예비체가 성형되는 단계에서 어떠한 전단 마크도 없는 것이 바람직하다. 전단 마크가 형성되지 않도록 절단날을 사용하지 않고 용융 유리를 분리하는 방법에는, 유동관으로부터 용융 유리를 하강시키는 방법, 또는 유동관으로부터 유출되는 용융 유리의 전방 단부를 지지하고, 소정의 중량을 가진 용융 유리 덩어리를 분리할 시점에서 지지를 해제하는 방법 ("하강-분리법" 이라고 함) 등이 있다. 하강-분리법에 있어서, 용융 유리 유동의 전방 단부와 유동관측부 사이에 형성된 협소부에서 용융 유리 덩어리를 분리하고, 소정의 중량을 갖는 용융 유리 덩어리를 얻을 수 있다. 그 후, 이렇게 얻어진 용융 유리 덩어리를 연화 상태로 유지하면서, 이 용융 유리 덩어리를 프레스-성형용으로 적합한 형태로 성형하여, 예비체를 형성할 수 있다.

[0120] 예비체를 제조하는 상기 방법에 있어서, 하나의 예비체를 위한 용융 유리 덩어리를 분리하여, 이 유리 덩어리를 연화점 이상의 고온 상태에서 예비체로 성형한다. 하지만, 상기 용융 유리 덩어리를 금형으로 주조하여 상기 광학 유리로 형성된 유리 성형재 (glass shaped material) 를 만들 수 있고, 이 유리 성형재는 기계가공되어 소정의 중량을 가진 예비체를 형성할 수 있다. 기계가공 이전에, 유리가 파괴되지 않도록 변형을 완전히 없애기 위해 유리를 어닐링한다.

[0121] [광학 부재 및 이의 제조 방법]

[0122] 본 발명의 광학 부재는 상기 광학 유리로 형성되고 상기 예비체를 가열하여 이를 정밀 프레스-성형함으로써 제조될 수 있다.

[0123] 본 발명에 따라서, 광학 부재를 구성하는 유리는 본 발명의 광학 유리이므로, 광학 부재는 상기 광학 유리의 특성 (굴절률 (nd) 과 아베수 (vd)) 을 가지며 또한 이에 따라 소정의 광학 상수를 가지게 된다. 또한, 광학 부재는 우수한 내후성을 가진 유리로 형성되고, 이의 광학 기능 표면은 기계가공되지 않아서 미세한 긁힘이나 잠재적인 손상이 없으므로, 용융 유리로부터 직접 성형된 예비체와 같이 광학 기능 표면에서의 유리의 변질이 효과적으로 방지된다.

[0124] 본 발명의 광학 부재의 예로서는, 구면 렌즈, 비구면 렌즈, 마이크로렌즈등의 다양한 렌즈, 회절 격자, 회절 격자를 갖춘 렌즈, 렌즈 배열체, 프리즘 등을 포함한다.

[0125] 상기 광학 부재에는, 반사 방지 막, 전반사 막, 부분 반사 막, 또는 스펙트럼 특성을 가진 막 등의 얇은 광학 막이 선택적으로 제공될 수 있다.

[0126] 광학 부재의 제조 방법은 이하에 설명된다.

[0127] 본 발명에 의해 제공되는 광학 부재의 제조 방법은, 상기 광학 유리로 형성된 프레스-성형 예비체 또는 상기

제조 방법으로 제조된 프레스-성형 예비체를 가열하여, 이를 정밀 프레스-성형하는 것을 포함한다.

[0128] 또한, 정밀 프레스-성형은 소위 "금형 광학 방법 (mold optics process)" 이라고 알려져 있고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려져 있다.

[0129] 광을 투과, 반사, 회절 및 굴절시키는 광학 부재의 표면은 "광학 기능 표면" 이라고 한다. 예를 들어, 구면 렌즈의 구면 또는 비구면 렌즈의 비구면 과 같은 렌즈의 표면은 광학 기능 표면에 해당한다. 정밀 프레스-성형 방법은 프레스 금형의 성형 표면의 형상을 유리에 정밀하게 전달하여 프레스-성형으로 광학 기능 표면을 형성하는 방법을 말한다. 즉, 연삭, 연마 등의 기계가공을 할 필요도 없이 광학 기능 표면을 마무리 처리할 수 있다.

[0130] 따라서, 본 발명의 방법은, 렌즈, 렌즈 배열체, 회절 격자, 프리즘 등의 광학 부재를 제조하는데 적합하고, 비구면 렌즈를 높은 생산성으로 제조하는데 가장 적합하다.

[0131] 본 발명으로 제조된 광학 부재의 제조 방법에 따르면, 상기 광학 특성을 가진 광학 부재를 제조할 수 있고, 또한 예비체를 구성하는 유리는 낮은 전이 온도 (Tg) 를 가지며 비교적 저온에서 프레스-성형될 수 있으므로, 프레스 금형의 성형 표면상에 대한 부하가 감소되고 또한 금형의 수명이 연장될 수 있다. 또한, 예비체를 구성하는 유리는 높은 안정성을 가지므로, 재가열 및 가압 단계에서의 실투를 효과적으로 방지할 수 있다. 게다가, 유리의 용융 단계에서부터 최종 제품을 얻는 단계까지의 일련의 단계를 높은 생산성으로 실시할 수 있다.

[0132] 정밀 프레스-성형용 프레스 금형으로서, 탄화규소, 초경질 재료, 또는 스테인레스강 등의 금형 제료로 제조되고 이형막이 제공된 성형 표면을 가진 프레스 금형을 사용할 수 있지만, 탄화규소로 형성된 프레스 금형이 바람직하다. 이형막은 탄소 함유 막, 또는 귀금속합금 막 등에서 선택되지만, 내구성 및 비용면에서 탄소 함유 막이 바람직하다.

[0133] 정밀 프레스-성형 방법에 있어서, 프레스 금형의 성형 표면을 우수한 조건으로 유지하기 위해서 성형시 비산화성 가스 분위기를 사용한다. 비산화성 가스로서 질소 또는 질소와 수소의 혼합 가스인 것이 바람직하다.

[0134] 본 발명에 의한 광학 부재의 제조 방법으로서, 특히 적합한 정밀 프레스-성형 방법이 이하에 설명된다.

[0135] (정밀 프레스-성형 방법 1)

[0136] 이 방법에 있어서, 프레스-성형 예비체가 프레스 금형안으로 도입되고, 프레스 금형과 예비체는 함께 가열되어 예비체의 정밀 프레스-성형이 수행된다 (이하, "정밀 프레스-성형 방법 1" 이라고 함).

[0137] 정밀 프레스-성형 방법 1 에 있어서, 프레스 금형과 상기 예비체는 이 예비체를 구성하는 유리의 점도가 10^{6} 내지 10^{12} dPa·s 가 되는 온도까지 가열되어, 정밀 프레스-성형을 수행하게 되는 것이 바람직하다.

[0138] 또한, 상기 유리의 점도가 10^{12} dPa·s 이상, 보다 바람직하게는 10^{14} dPa·s 이상, 보다 바람직하게는 10^{16} dPa·s 이상이 되는 온도까지 냉각시킨 후, 정밀 프레스-성형된 제품을 프레스 금형으로부터 꺼내는 것이 바람직하다.

[0139] 이러한 조건하에서, 프레스 금형의 성형 표면의 형상이 유리에 보다 정밀하게 전달될 수 있고, 어떠한 변형도 유발하지 않고서 정밀 프레스-성형된 제품을 꺼낼 수 있다.

[0140] (정밀 프레스-성형 방법 2)

[0141] 이 방법에 있어서, 프레스 금형과 예비체를 개별적으로 예열하고, 이 예열된 예비체를 프레스 금형안으로 도입하여 정밀 프레스-성형을 수행하게 된다 (이하, "정밀 프레스-성형 방법 2" 라고 함).

[0142] 이 방법에 따르면, 상기 예비체는 프레스 금형안으로 도입되기 전에 예열되므로, 사이클 시간을 감소시키면서 표면 결함이 없는 우수한 표면 정확성을 가진 광학 부재를 제조할 수 있다.

[0143] 프레스 금형을 예열하기 위한 온도는 예비체를 예열하기 위한 온도보다 더 낮게 설정하는 것이 바람직하다. 프레스 금형을 예열하기 위한 온도를 전술한 바와 같이 더 낮은 온도로 설정하면, 프레스 금형의 마모를 감소시킬 수 있다.

[0144] 정밀 프레스-성형 방법 2 에 있어서, 예비체는 이 예비체를 구성하는 유리의 점도가 10^{9} dPa·s 이하가 되는

온도, 보다 바람직하게는 유리의 점도가 10^{9} dPa·s 미만이 되는 온도로 예열되는 것이 바람직하다.

[0145] 또한, 바람직하게는, 상기 예비체를 부유시키면서 예열을 수행하고, 보다 바람직하게는, 예비체를 구성하는 유리의 점도가 $10^{5.5}$ 내지 10^{9} dPa·s, 보다 바람직하게는 $10^{5.5}$ 이상 10^{9} dPa·s 미만이 되는 온도로 예비체를 예열하는 것이 바람직하다.

[0146] 게다가, 예비체를 가압하는 것과 동시에 또는 예비체의 가압중에 유리를 냉각시키기 시작한다.

[0147] 프레스 금형의 온도는 예비체를 예열하는 상기 온도보다 낮은 온도로 조절되고 상기 유리의 점도가 10^{9} 내지 10^{12} dPa·s 이 되는 대략적인 온도로 설정될 수 있다.

[0148] 상기 방법에 있어서, 상기 유리의 점도가 10^{12} dPa·s 이상 되는 온도로 냉각된 후 정밀 프레스-성형된 제품을 금형에서 꺼낸다.

[0149] 정밀 프레스-성형으로 얻어진 광학 부재는 프레스 금형의 외부로 꺼내져서 필요하다면 서서히 냉각된다. 프레스-성형된 제품이 렌즈 등의 광학 부재이면, 이 제품은 얇은 광학막으로 표면 코팅될 수 있다.

[0150] 본 발명의 광학 유리는 전술한 바와 같이 화학적 내구성이 우수하기 때문에, 연마로 인해 그 표면에 변질층이 쉽게 형성되지 않는다. 따라서, 본 발명의 유리는 연삭 및 연마에 의해 예비체를 형성하는 것을 가능케 하고, 상기 예비체를 정밀 프레스-성형함으로써 렌즈 등의 광학 부재를 제조할 수 있다. 또한, 구면 렌즈 또는 비구면 렌즈 등의 광학 부재는 정밀 프레스-성형을 사용하지 않고 유리를 연삭 및 연마시킴으로써 제조할 수 있다.

[0151] 실시예

[0152] 본 발명은 이하 실시예를 참조하여 보다 자세히 설명되지만, 본 발명은 이 실시예에만 한정되지 않는다.

[0153] 실시예 1-7

[0154] 표 1 에서는 실시예 1 내지 7 의 각 유리 조성을 도시하였고, 표 2 에서는 각 유리의 굴절률 (nd), 아베수 (vd), 전이 온도 (Tg), 새그 온도 (sag temperature; Ts), Dw, 연무, 및 비중을 도시하였다. SiO_2, Al_2O_3, $Al(OH)_3$, $CaCO_3$, ZnO, La_2O_3, Gd_2O_3, Y_2O_3, ZrO_2, Li_2CO_3 등의 산화물, 수산화물, 탄산염과 질산염이 각 유리의 대응 원료로서 사용되고, 유리가 형성된 후 표 1 에 도시된 조성이 얻어지도록 상기 원료를 칭량하였고, 이 원료를 완전 혼합하였다. 그 후, 이 혼합물은 백금 도가니에 부어져서 2 내지 4 시간 동안 대기에서 1,200 내지 1,250℃ 의 온도 범위의 전기로내에서 교반되면서 용융된다. 균질화 및 청정화된 유리 용융물은 탄소로 제조된 40 ×70 ×15 ㎜ 의 금형으로 주조되고, 주조된 유리는 전이 온도까지 서서히 냉각된다. 그 후 바로, 소둔로 (annealing furnace) 내에 배치되어 1 시간동안 대략 전이 온도에서 어닐링되며, 소둔로내에서 상온까지 서서히 냉각된다. 이러한 방식으로, 실시예 1 내지 7 의 광학 유리가 얻어진다. 이렇게 얻어진 유리를 현미경을 통하여 확대 관찰하였더니, 어떠한 결정 석출물 및 용융되지 않은 잔류물이 보이지 않았다.

[0155] 얻어진 광학 유리 각각에 대한 굴절률 (nd), 아베수 (vd), 전이 온도 (Tg), 새그 온도 (Ts), Dw, 연무, 및 비중이 아래와 같이 측정된다.

[0156] (1) 굴절률 (nd) 과 아베수 (vd)

[0157] -30℃/시 의 속도로 서서히 냉각시켜 얻어진 광학 유리를 측정한다.

[0158] (2) 유리의 전이 온도 (Tg) 와 새그 온도 (Ts)

[0159] 리가쿠사 (Rigaku Corporation) 로부터 공급되는 열기계 분석 장치를 사용해 4℃/분 의 승온 속도에서 유리를 측정한다.

[0160] (3) 내수성

[0161] 일본 광학 유리 산업회의 표준법 JOGIS06-1975 의 "광학 유리의 화학적 내구성 측정 방법 (분말법)" 에 따라서 측정된다.

[0162] Dw 는 내수성 지수로서 퍼센트로 나타낸 유리의 질량 손실을 말한다.

[0163] (4) 연무

[0164] 20 ×20 ×2 mm 크기의 시험 샘플과 이 시험 샘플의 형태와 동일한 형태의 표준 샘플 (dense barium crown glass : BACD5N) 을 미립자가 시각적으로 발견되지 않을 정도의 범위로 연마하여 이 샘플들을 세척한다.

[0165] 그 후, 상기 시험 샘플과 표준 샘플을 소정의 시간동안 65℃ 의 온도와 0% 의 상대습도로 된 분위기 시험기 (environmental tester) 내에 유지한 후, 350 시간동안 95% 의 상대습도에서 65℃에서 유지한다.

[0166] 시험 샘플과 표준 샘플을 적분구 (integrating sphere) 를 갖춘 연무 측정기 (haze meter) 내에 설치하여, 이 연무 측정기로 상기 샘플들의 연무를 측정한다.

[0167] (5) 비중

[0168] 아르키메데스법으로 측정한다. 모든 유리가 3.5 미만의 비중을 가졌다.

[0169] 표 2 에 도시된 결과로부터, 모든 유리는 양호한 저온 연화 특성을 가지고 또한 우수한 용융성과 내후성을 가지며 또한 정밀 프레스-성형용 광학 유리로서 적합함을 명확히 알 수 있다.

[0170] 상기 유리에 해당하는 청정화 및 균질화된 용융 유리 각각은, 안정적인 유동이 얻어지는 온도 영역으로 온도 조절된 백금합금제의 관 외부로 일정한 유량으로 개별적으로 유동되었다. 최종 예비체 중량을 가진 용융 유리 덩어리는, 낙하 또는 하강 분리법으로 분리되고, 가스 배출구가 형성된 바닥부를 갖춘 수용기 금형부 (receiver mold member) 에 수용되며, 가스 배출구로부터 기체를 배출시켜 유리 덩어리를 부유시키면서 프레스-성형 예비체로 성형된다. 용융 유리를 분리하는 시간 간격을 설정하여, 2 내지 30 mm 직경의 구면 예비체를 얻었다. 예비체의 중량은 설정 간격 값과 정확하게 일치하며, 모든 예비체는 매끄러운 표면을 가지게 된다.

[0171] 이렇게 얻어진 예비체 각각은 도 1 에 도시된 가압 장치로 정밀 프레스-성형되어 비구면 렌즈를 형성한다. 특히, 가압 장치를 구성하는 하부 금형부 (2) 와 상부 금형부 (1) 사이에 예비체를 배치한 후, 석영관 (11) 내의 분위기를 질소 분위기로 교체하고, 가열기 (12) 를 통전시켜 석영관 (11) 내부를 가열시킨다. 프레스 금형 내의 온도를 성형될 유리의 점도가 10^{8} 내지 10^{10} dPa·s 가 되는 온도로 설정하고, 상기 온도를 유지하면서, 가압 로드 (13) 를 하방으로 이동시켜 상부 금형부 (1) 를 가압하여, 프레스 금형내에 있는 예비체 (4) 를 가압한다. 가압은 30 초동안 8 MPa 의 압력으로 수행된다. 가압 후, 상기 압력을 해제하여, 프레스-성형으로 얻어진 유리 성형 제품이 하부 금형부 (2) 및 상부 금형부 (1) 와 접촉한 상태에서, 유리 성형 제품을 상기 유리의 점도가 10^{12} dPa·s 이상이 되는 온도까지 점차적으로 냉각시킨다. 그 후, 이를 실온까지 급속 냉각시키고 프레스 금형 외부로 꺼내어 비구면 렌즈를 형성하게 된다. 이러한 방식으로 형성된 비구면 렌즈는 표면 정확성이 상당히 높다. 추가로, 도 1 에서, 도면부호 "3" 은 슬리브 (슬리브 금형부) 를 나타내고, 도면부호 "9" 는 지지 로드를 나타내며, 도면부호 "10" 은 지지 베이스를 나타내고, 도면부호 "14" 는 열전대를 나타낸다.

[0172] 정밀 프레스-성형으로 형성된 비구면 렌즈 각각에는 필요하다면 반사 방지 막이 제공될 수 있다.

[0173] 전술한 바와 동일한 예비체를 이하 다른 방법으로 정밀 프레스-성형하였다. 이 방법에 있어서, 예비체를 부유시키면서 이 예비체를 구성하는 유리의 점도가 10^{8} dPa·s 가 되는 온도까지 예비체를 예열한다. 다른 한편으로는, 상부 금형부, 하부 금형부 및 슬리브를 구비한 프레스 금형을 상기 유리의 점도가 10^{9} 내지 10^{12} dPa·s 가 되는 온도까지 예열하고, 이 예열된 예비체를 프레스 금형의 공동안으로 도입시켜 정밀 프레스-성형을 수행한다. 정밀 프레스-성형을 위한 압력은 10 MPa 로 설정된다. 가압을 시작하는 것과 동시에, 프레스 금형의 냉각을 시작하고, 성형되는 유리의 점도가 10^{12} dPa·s 이상으로 될 때까지 냉각을 계속한다. 그 후, 성형된 제품을 프레스 금형 외부로 꺼내어 비구면 렌즈를 형성한다. 상기 방식으로 형성된 비구면 렌즈는 표면 정확성이 상당히 높다.

[0174] 정밀 프레스-성형으로 형성된 비구면 렌즈 각각에는 필요하다면 반사 방지 막이 제공될 수 있다.

[0175] 상기 방식으로, 우수한 내후성과 높은 내부 품질을 가진 유리로 제조된 고정밀도의 광학 부재를 높은 생산성으로 얻게 된다.

[0176] 비교예 1 - 3

[0177] 표 1 및 표 2 는 비교예 1 내지 3 의 유리 조성과 특성을 나타낸다. 비교예 1 의 유리의 SiO_2/B_2O_3 중량비는 너무 크고, 이 유리를 1,200℃ 에서 용융시킬 수 없다. Gd_2O_3 를 포함하지 않는 비교예 2 의 유리에서는 내수성을 나타내는 Dw 와 연무가 크고 또한 내구성이 불량하다. 비교예 3 의 유리는 너무 작은 SiO_2/B_2O_3 중량비를 가지고, 내수성을 나타내는 Dw 와 연무가 크고 또한 내구성이 불량하다.

표 1

		유리 조성															
		B_2O_3	SiO_2	$SiO_2+B_2O_3$	(SiO_2/B_2O_3)	La_2O_3	Gd_2O_3	Y_2O_3	Al_2O_3	CaO	BaO	ZnO	SrO	Li_2O	Na_2O	MgO	총
실시예 1	mol%	35.5	30.0			2.0	2.0		2.0	6.0	8.0			12.5		2.0	100
	wt.%	31.4	22.9	54.3	(0.73)	8.3	9.2		2.6	4.3	15.6			4.7		1.0	100
실시예 2	mol%	33.5	32.0			2.0	2.0		1.0	4.0	4.0		6.0	11.5		4.0	100
	wt.%	30.3	25.0	55.3	(0.82)	8.5	9.4		1.3	2.9	8.0		8.1	4.5		2.1	100
실시예 3	mol%	30.5	35.5			2.0	2.0		0.5	4.0	4.0		6.0	11.0		4.5	100
	wt.%	27.7	27.9	55.6	(1.00)	8.5	9.5		0.7	2.9	8.0		8.1	4.3		2.4	100
실시예 4	mol%	30.5	35.5			2.0	2.0		0.5	3.0	3.0		8.0	10.5		5.0	100
	wt.%	27.7	27.9	55.6	(1.00)	8.5	9.5		0.7	2.2	6.0		10.8	4.1		2.6	100
실시예 5	mol%	35.5	30.5			2.0	2.0		0.5	4.0	4.0		6.0	10.5		5.0	100
	wt.%	32.1	23.8	55.9	(0.74)	8.5	9.4		0.7	2.9	8.0		8.1	4.1		2.6	100
실시예 6	mol%	35.0	31.0			2.0	2.0		0.5	4.0	4.0		6.0	10.5		5.0	100
	wt.%	31.6	24.2	55.8	(0.76)	8.5	9.4		0.7	2.9	8.0		8.1	4.1		2.6	100
실시예 7	mol%	42.4	22.4			1.2	0.8	2.0		7.0		5.0		19.2			100
	wt.%	43.4	19.7	63.1	(0.45)	5.8	4.3	6.6		5.8		6.0		8.4			100
비교예 1	mol%	26.7	39.0			3.5			0.9	9.2	3.8	3.7		7.6	1.7	4.4	100
	wt.%	25.4	32.0	57.4	(1.26)	15.5			1.2	7.1	7.9	4.1		3.1	1.4	2.4	100
비교예2	mol%	32.5	35.0			4.0					12.0			16.5			100
	wt.%	28.3	26.3	54.6	(0.93)	16.3					23.0			6.2			100
비교예3	mol%	48.6	20.2			3.9				6.0		6.0		15.3			100
	wt.%	47.5	17.0	64.5	(0.36)	17.6				4.7		6.8		6.4			100

(SiO_2/B_2O_3) 중량비를 나타냄

[0178]

표 2

	광학 유리의 물리적 특성						
	nd	νd	Tg (℃)	Ts (℃)	Dw (℃)	연무(%)	비중
실시예 1	1.62059	60.19	542.5	586.6	0.13	5.6	3.185
실시예 2	1.62053	60.36	539.5	589.9	0.11	4.6	3.195
실시예 3	1.62104	60.41	554.4	600.8	0.10	4.6	3.208
실시예 4	1.62079	60.27	550.2	597.1	0.11	4.4	3.227
실시예 5	1.62097	60.52	546.0	592.5	0.13	3.9	3.181
실시예 6	1.62085	60.45	456.8	591.6	0.12	4.4	3.194
실시예 7	1.61597	59.11	505.1	541.6	0.22	9.5	3.754
비교예1	1.61597	59.11	529.8	570.4	0.06	3.2	3.08
비교예2	1.62837	59.84	529.8	570.4	0.36	27.6	3.285
비교예3	1.61100	60.61	514.6	553.9	0.39	19.3	2.889

[0179]

발명의 효과

[0180] 본 발명의 광학 유리는, 1.57 이상 1.67 미만의 굴절률 (nd) 과 55 초과 65 이하의 아베수 (vd) 를 포함하는 광학 상수를 가지고, 내후성, 내구성, 실투 저항성, 저온 연화 특성 및 용융성의 필요조건을 동시에 만족할 수 있으며, 정밀 프레스-성형에 적합하고, 다양한 광학 부재를 제조하는데 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1 은 실시예에서 사용되는 정밀 프레스-성형용 기계의 일예를 개략 도시한 단면도.

[0002] *도면의 주요 부분에 대한 도면부호의 설명*

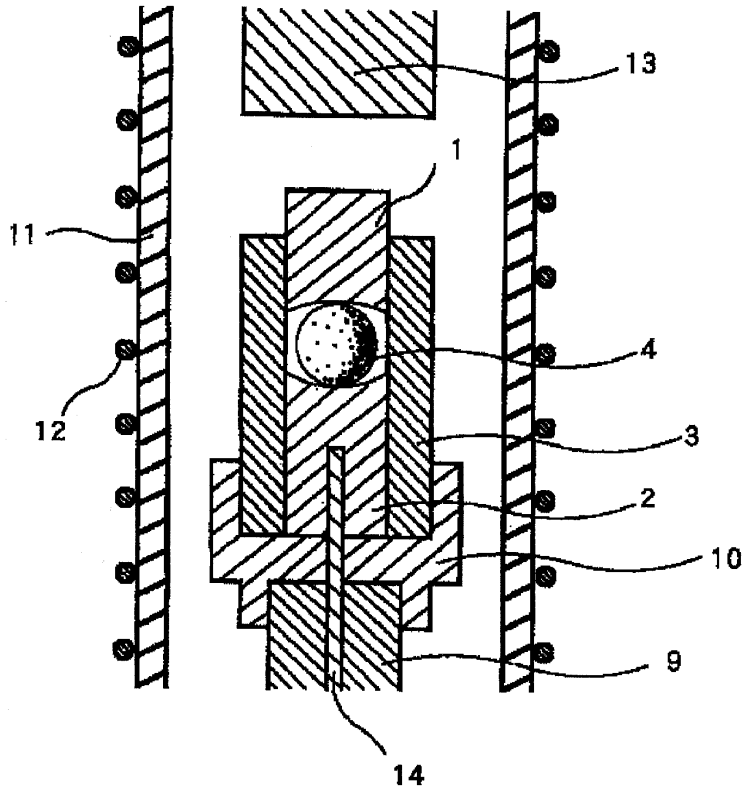
[0003] 1 : 상부 금형부 2 : 하부 금형부

[0004] 3 : 슬리브 4 : 예비체

[0005] 9 : 지지 로드 10 : 지지 베이스

[0006] 11 : 석영관 12 : 가열기

[0007] 13 : 가압 로드 14 : 열전대

도면

도면1