



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년01월02일

(11) 등록번호 10-1478831

(24) 등록일자 2014년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C03B 11/00 (2006.01) C03B 11/06 (2006.01)

C03B 11/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0028428

(22) 출원일자 2007년03월23일

심사청구일자 2012년02월13일

(65) 공개번호 10-2007-0096877

(43) 공개일자 2007년10월02일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00082667 2006년03월24일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2001130924 A\*

JP2002249337 A\*

JP2004035318 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

호야 가부시키키가이사

일본국 도쿄도 신주꾸구 나카오찌아이 2쵸메 7-5

(72) 발명자

가스가, 요시코

일본 184-0002 도쿄도 고가네이시 가지노쵸 3-17-11

후지와라, 야스히로

일본 196-0011 도쿄도 아카시마시 조가와라 2-1-13-202

조우, 슈엘루

일본 196-0021 도쿄도 아카시마시 무사시노 3-5-40-513

(74) 대리인

주성민, 위혜숙

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김용일

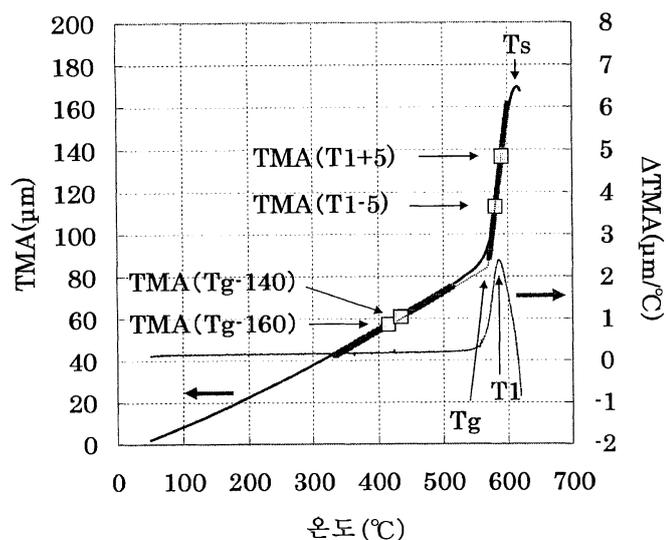
(54) 발명의 명칭 광학 유리, 정밀 프레스 성형용 프리폼 및 그의 제조 방법, 광학 소자 및 그의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 정밀 프레스 성형에 의해서 고굴절률 저분산 유리를 포함하는 광학 소자를 높은 생산성하에 제조하기 위한 수단을 제공한다.

본 발명의 광학 유리는 굴절률( $n_d$ )이 1.65 이상이고 아베수( $v_d$ )가 50 이상인 정밀 프레스 성형에 사용되는 광학 유리이다. 유리 전이 온도( $T_g$ )로부터 굴복점( $T_s$ )까지의 온도 영역에서, 온도차 $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1 °C 이하의 일정 값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를  $T_1$ 이라 하고,  $T_1-5$  °C 내지  $T_1+5$  °C의 범위에서의 평균 선평창 계수를  $\alpha_1$ , 유리 전이 온도( $T_g$ )-160 °C 내지 유리 전이 온도( $T_g$ )-140 °C에 이르는 범위에서의 평균 선평창 계수를  $\alpha_2$ 라 했을 때, 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )이 17 미만이다.

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

굴절률( $n_d$ )이 1.65 이상 1.70 이하, 아베수(Abbe Number,  $v_d$ )가 50 이상인 정밀 프레스 성형에 사용되는 광학 유리이며,

유리 전이 온도( $T_g$ )부터 굴복점( $T_s$ )까지의 온도 영역에서, 온도차  $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1 °C 이하의 일정값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를  $T_1$ 이라 하고,  $T_1-5^\circ\text{C}$  내지  $T_1+5^\circ\text{C}$ 의 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $\alpha_1$ , 유리 전이 온도( $T_g$ )-160°C 내지 유리 전이 온도( $T_g$ )-140°C에 이르는 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $\alpha_2$ 라 했을 때, 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )이 17 미만이고,

$\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  및  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 를 필수 성분으로 포함하며,  $\text{SiO}_2$ 와  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량이 50 내지 72 몰%의 범위이고,  $\text{B}_2\text{O}_3$  함유량에 대한  $\text{SiO}_2$  함유량의 비율( $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ )이 몰비 표시로 0.5 초과 0.90 이하이며,  $\text{La}_2\text{O}_3$  함유량이 4.87 내지 10 몰%의 범위이고,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  함유량이 3.30 내지 8 몰%의 범위인 광학 유리.

**청구항 2**

제1항에 기재된 광학 유리로 이루어지는 정밀 프레스 성형용 프리폼.

**청구항 3**

1.70 초과와 굴절률( $n_d$ ) 및 50 이상의 아베수( $v_d$ )를 가지며, 유리 전이 온도( $T_g$ )부터 굴복점( $T_s$ )까지의 온도 영역에서, 온도차  $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1°C 이하의 일정값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를  $T_1$ 이라 하고,  $T_1-5^\circ\text{C}$  내지  $T_1+5^\circ\text{C}$ 의 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $\alpha_1$ , 유리 전이 온도( $T_g$ )-160°C 내지 유리 전이 온도( $T_g$ )-140°C에 이르는 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $\alpha_2$ 라 했을 때, 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )이 17 미만 되도록 유리 조성을 결정하고,

상기 조성은  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  및  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 를 필수 성분으로 포함하며,  $\text{SiO}_2$  함유량은 11 내지 18 몰%의 범위이고,  $\text{La}_2\text{O}_3$  함유량은 5 내지 15 몰%의 범위이며,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  함유량은 2.5 내지 12 몰%의 범위이고,  $\text{SiO}_2$ 와  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량은 50 내지 72 몰%의 범위이며,  $\text{B}_2\text{O}_3$  함유량에 대한  $\text{SiO}_2$  함유량의 비율( $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ )은 몰비 표시로 0.1 내지 0.90의 범위이고,

결정된 조성을 갖는 유리를 이용하여 정밀 프레스 성형용 프리폼을 제작하는 정밀 프레스 성형용 프리폼의 제조 방법.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항에 기재된 광학 유리로 이루어지는 광학 소자.

**청구항 6**

제2항에 기재된 프리폼, 또는 제3항에 기재된 방법에 의해 제조된 프리폼을 가열하고, 프레스 성형틀(型)을 이용하여 정밀 프레스 성형하여 광학 소자를 얻는 광학 소자의 제조 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

[0003] 본 발명은 굴절률( $n_d$ )이 1.65 이상, 아베수( $v_d$ )가 50 이상인 광학 상수를 갖는 광학 유리, 상기 유리를 포함하는 정밀 프레스 성형용 프리폼 및 그의 제조 방법, 및 상기 유리를 포함하는 광학 소자와 그의 제조 방법에 관한 것이다.

[0004] 디지털 카메라 및 카메라가 장착된 휴대 전화의 등장에 의해, 광학계를 사용하는 기기의 고집적화, 고기능화가 급속히 진행되고 있다. 이에 따라, 광학계에 대한 고정밀도화, 경량·소형화의 요구도 점점더 강해지고 있다.

[0005] 최근 상기 요구를 실현하기 위해서, 비구면 렌즈를 사용한 광학 설계가 주류를 이루고 있다. 이 때문에, 고기능성 유리를 사용한 비구면 렌즈를 저비용이고 안정적으로 대량 공급하기 위해서, 연삭·연마 공정을 거치지 않고 프레스 성형으로 직접 광학 기능면을 형성하는 정밀 프레스 성형 기술(몰드 성형 기술이라고도 함)이 주목을 받아, 정밀 프레스 성형에 바람직한 저온 연화성을 갖는 광학 유리에 대한 요구가 해마다 증가하고 있다. 이러한 광학 유리 중에, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 이상, 아베수( $v_d$ )가 50 이상인 고굴절률 저분산 유리가 있다. 저온 연화성을 갖는 고굴절률 저분산 유리의 일례가 일본 특허 제2616958호 공보에 기재되어 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

[0006] 그런데 정밀 프레스 성형에 의해 렌즈 등의 광학 소자를 제조할 때에는, 유리를 정밀 프레스 성형하고, 프레스 성형틀 내에서 냉각하는 과정에서 파손되는 경우가 있다. 이러한 파손은 칸, 균열이라 불리고, 상기한 고굴절률 저분산 유리에서 특히 현저히 발생하여 생산성 저하의 원인이 된다.

[0007] 이러한 상황에서 본 발명은 정밀 프레스 성형에 의해서 고굴절률 저분산 유리를 포함하는 광학 소자를 높은 생산성하에 제조하기 위한 수단을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**발명의 구성 및 작용**

[0008] 본 발명자들은 상술한 칸, 균열의 원인에 대하여 검토를 거듭한 결과, 이하의 지견을 얻었다.

[0009] 정밀 프레스 성형에서는, 프레스 성형틀로 유리를 프레스하여 원하는 형상으로 한 후, 유리를 변형하기 어려운 온도 영역까지 냉각하는 사이, 유리 표면 형상이 형성형면의 전사 형상으로 유지되도록 프레스 성형틀을 폐쇄한 상태에서 유리를 유지한다. 이 때 유리의 표면 근방 부분은 빠르게 냉각되지만, 유리 중심부의 냉각 속도는 느리다. 이 때문에, 표면 근방이 유리 전이 온도보다도 낮은 온도가 되었을 때에도, 중심부의 온도는 유리 전이 온도보다도 높은 온도가 되어 있다. 본 발명자들이 종래의 칸, 균열되기 쉬운 유리에 대해서 팽창 특성을 분석한 바, 유리 전이 온도보다 고온측과 저온측의 선열 팽창 계수비가 칸, 균열을 일으키기 어려운 유리에 비해 현저히 크다는 것을 알 수 있었다. 즉, 이들 유리에서는 표면 근방의 온도가 유리 전이 온도보다도 낮고, 중심부의 온도가 유리 전이 온도보다도 높은 상황에서, 표면 근방에 비해 중심부의 수축이 현저히 커진다. 이러한 현상은 프레스 성형틀 내에 형 폐색된 상태에서 발생하기 때문에, 소성 변형성을 잃은 유리에는 큰 응력이 발생한다. 유리의 구조가 강고한 경우에는 응력이 발생하여도 파괴에는 이르지 않지만, 상기 광학 상수 범위의 고굴절률 저분산 유리의 구조는 비교적 약하기 때문에, 칸, 균열이 발생한다고 생각된다.

[0010] 따라서, 본 발명자들은 상기 지견에 기초하여 추가로 검토를 거듭한 결과, 종래의 고굴절률 저분산 유리로부터 유리 전이 온도보다 고온측의 팽창 계수와 저온측의 팽창 계수와 차를 감소시킴으로써, 냉각 과정에서의 유리 표면과 내부의 수축 정도의 차를 감소시킬 수 있고, 칸, 균열의 억제에 가능해지는 것을 발견하여 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0011] 즉, 상기 목적을 달성하는 수단은 이하와 같다.

[0012] [1] 굴절률( $n_d$ )이 1.65 이상 1.70 이하, 아베수(Abbe Number,  $v_d$ )가 50 이상인 정밀 프레스 성형에 사용되는 광학 유리이며,

[0013] 유리 전이 온도( $T_g$ )부터 굴복점( $T_s$ )까지의 온도 영역에서, 온도차  $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1 °C 이하의 일정값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를  $T1$ 이라 하고,  $T1-5^\circ\text{C}$  내지  $T1+5^\circ\text{C}$ 의 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $a1$ , 유리 전이 온도( $T_g$ )-160°C 내지 유리 전이 온도( $T_g$ )-140°C에 이르는 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $a2$ 라 했을 때, 비율( $a1/a2$ )이 17 미만이고,

$\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$  및  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 를 필수 성분으로 포함하며,  $\text{SiO}_2$ 와  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량이 50 내지 72 몰%의 범위이고,  $\text{B}_2\text{O}_3$  함유량에 대한  $\text{SiO}_2$  함유량의 비율( $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ )이 몰비 표시로 0.5 초과 0.90 이하이며,  $\text{La}_2\text{O}_3$  함유량이 4.87

내지 10 몰%의 범위이고, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함유량이 3.30 내지 8 몰%의 범위인 광학 유리.

- [0014] [2] 상기 [1]에 기재된 광학 유리를 포함하는 정밀 프레스 성형용 프리폼.
- [0015] [3] 1.70 초과와 굴절률( $n_d$ ) 및 50 이상의 아베수( $v_d$ )를 가지며, 유리 전이 온도(Tg)부터 굴복점(Ts)까지의 온도 영역에서, 온도차  $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1°C 이하의 일정값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를 T1이라 하고, T1-5°C 내지 T1+5°C의 범위에서의 평균 선팅창 계수를  $\alpha_1$ , 유리 전이 온도(Tg)-160°C 내지 유리 전이 온도(Tg)-140°C에 이르는 범위에서의 평균 선팅창 계수를  $\alpha_2$ 라 했을 때, 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )이 17 미만인 유리 조성을 결정하고,
- [0016] 상기 조성은 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 필수 성분으로 포함하며, SiO<sub>2</sub> 함유량은 11 내지 18 몰%의 범위이고, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함유량은 5 내지 15 몰%의 범위이며, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함유량은 1 내지 12 몰%의 범위이고, SiO<sub>2</sub>와 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 합계 함유량은 50 내지 72 몰%의 범위이며, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 함유량에 대한 SiO<sub>2</sub> 함유량의 비율(SiO<sub>2</sub>/B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 몰비 표시로 0.1 내지 0.90의 범위이고,  
결정된 조성을 갖는 유리를 이용하여 정밀 프레스 성형용 프리폼을 제작하는 정밀 프레스 성형용 프리폼의 제조 방법.
- [0017] [4] 상기 [1]에 기재된 광학 유리를 포함하는 광학 소자.
- [0018] [5] 상기 [2]에 기재된 프리폼 또는 상기 [3]에 기재된 방법에 의해 제조된 프리폼을 가열하고, 프레스 성형틀을 이용하여 정밀 프레스 성형하여 광학 소자를 얻는 광학 소자의 제조 방법.
- [0019] <발명을 실시하기 위한 최선의 형태>
- [0020] 이하, 본 발명에 대하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0021] [광학 유리]
- [0022] 본 발명의 광학 유리는 굴절률( $n_d$ )이 1.65 이상이고 아베수( $v_d$ )가 50 이상인 정밀 프레스 성형에 사용되는 광학 유리이며, 유리 전이 온도(Tg)로부터 굴복점(Ts)까지의 온도 영역에서, 온도차 $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1 °C 이하의 일정값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를 T1이라 하고, T1-5 °C 내지 T1+5 °C의 범위에서의 평균 선팅창 계수를  $\alpha_1$ , 유리 전이 온도(Tg)-160 °C 내지 유리 전이 온도(Tg)-140 °C에 이르는 범위에서의 평균 선팅창 계수를  $\alpha_2$ 라 했을 때, 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )이 17 미만인 유리이다.
- [0023] 상기 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )은, 유리 전이 온도로부터 고온측의 팽창 계수와 저온측의 팽창 계수와의 차를 나타내는 지표이다. 상술한 바와 같이, 본 발명에서는 고굴절률 저분산 유리에서, 유리 전이 온도로부터 고온측의 팽창 계수와 저온측의 팽창 계수와의 차를 감소시킴으로써, 냉각 과정에서의 유리 표면과 내부의 수축 정도의 차를 감소하고, 칸, 균열의 발생을 억제할 수 있다.
- [0024] 이하에 상기 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )에 대해서 설명한다.
- [0025] 선팅창 계수( $\alpha_1$ )는 유리 전이 온도(Tg)로부터 굴복점(Ts)까지의 온도 영역에서, 온도차 $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1 °C 이하의 일정값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를 T1이라 했을 때에, T1-5 °C 내지 T1+5 °C의 범위에서의 평균 선팅창 계수이고, 유리 전이 온도(Tg)로부터 굴복점(Ts)까지의 온도 영역(유리 전이 온도보다보다도 고온측)에서의 선팅창 계수를 대표하는 값이다.
- [0026] 평균 선팅창 계수( $\alpha_2$ )는, 유리 전이 온도(Tg)보다 160 °C 낮은 온도(Tg-160 °C)로부터 유리 전이 온도(Tg)보다 140 °C 낮은 온도(Tg-140 °C)에 이르는 온도 영역에서의 평균 선팅창 계수이고, 유리 전이 온도로부터 저온측을 대표하는 선팅창 계수이다.
- [0027] 또한, 유리 전이 온도(Tg) 및 굴복점(Ts)은, 예를 들면 이가꾸 텐키 가부시끼가이샤제의 열기계 분석 장치에 의해, 가중 10 g, 승온 속도를 4 °C/분으로 하여 측정할 값이다. 또한 각각의 열 팽창 계수( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ )는 상기 장치를 이용한 열기계 분석의 결과로부터 산출할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 광학 유리에서, 상기 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )은 17 미만이다. 이 비율이 17을 초과하면, 냉각 과정에서의 유리 표면과 내부의 수축 정도의 차가 크기 때문에 칸, 균열이 발생할 우려가 있다. 상기 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )은, 바람직하게는 16.5 이하이고, 보다 바람직하게는 16 이하이며, 더욱 바람직하게는 15 이하이다. 유리 전이 온도보

다 고온측과 저온측의 팽창 계수의 차가 작을수록 칸, 균열의 억제에는 바람직하지만, 유리의 성질상  $\alpha_1$ 은  $\alpha_2$ 보다 커진다. 실용상, 상기 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )의 하한값은 예를 들면 1.01로 할 수 있지만, 상기 여러 가지 특성을 만족하는 유리를 실현하기 위해서는, 상기 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )은 2.5 이상인 것이 바람직하다.

[0029] 상기  $\alpha_1$ 을 크게 하는 성분의 대표적인 것은  $B_2O_3$ , CaO이고,  $\alpha_1$ 을 작게 하는 성분의 대표적인 것은  $SiO_2$ ,  $Li_2O$ 이다.  $\alpha_1$ 에의 영향을 미친다는 관점에서,  $La_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ 은  $B_2O_3$ , CaO와  $SiO_2$ ,  $Li_2O$ 의 중간적인 기능을 한다. 예를 들면,  $B_2O_3$  또는 CaO를  $SiO_2$  또는  $Li_2O$ 로 치환함으로써  $\alpha_1$ 은 감소하고, 반대로 치환을 하면  $\alpha_1$ 을 증가시킬 수 있다.  $\alpha_1$ 의 변화량은 상기 치환의 치환량에 따라서 제어할 수 있다.  $La_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ 과  $B_2O_3$ , CaO 사이의 치환,  $La_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ 과  $SiO_2$ ,  $Li_2O$  사이의 치환도 마찬가지로 생각할 수 있다. 이와 같이 하여 유리의 조성을 조정함으로써  $\alpha_1$ 의 값을 제어할 수 있다.

[0030] 한편, 상기  $\alpha_2$ 는 유리 중에서의 이온 반경이 큰 양이온 성분을 많이 함으로써 증가시킬 수 있고, 이온 반경이 작은 양이온 성분을 많이 함으로써 감소시킬 수 있다. 예를 들면, 2가 양이온 성분으로는, Ba의 이온 반경>Sr의 이온 반경>Ca의 이온 반경>Mg의 이온 반경>Zn의 이온 반경이 되고, La, Li의 이온 반경은 Ca의 이온 반경보다 크며, Ca의 이온 반경은 B, Si의 이온 반경보다도 크다. 따라서, 이들 성분 사이에서 치환을 행하면  $\alpha_2$ 를 제어할 수 있다.

[0031] 본 발명에서는, 상기 제어 방법을 적절하게 조합하여 상기 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )을 17 미만으로 제어할 수 있다. 단, 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )을 제어한다는 관점에서는,  $\alpha_1$ 이  $\alpha_2$ 보다도 크고, 상기 치환에 의한 변화량도  $\alpha_1$ 이 크기 때문에  $\alpha_1$ 에 주목하고,  $\alpha_1$ 을 제어함으로써 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )을 제어하는 것이 바람직하다. 상기  $\alpha_1$ 은, 예를 들면  $50 \times 10^{-6}$  내지  $200 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ 의 범위이고, 상기  $\alpha_2$ 는  $50 \times 10^{-7}$  내지  $200 \times 10^{-7}/^{\circ}C$ 의 범위로 하는 것이 바람직하다.

[0032] 본 발명의 광학 유리는 정밀 프레스 성형에 이용되는 것이기 때문에, 유리 전이 온도는  $630^{\circ}C$  이하인 것이 바람직하다. 단, 유리 전이 온도를  $400^{\circ}C$  미만으로 하면  $\alpha_2$ 의 평가에 지장이 발생하는 경우가 있으며, 프레스 성형시에 유리를 늘리기 쉽기 때문에 프리폼 표면에 탄소 함유 코팅을 형성할 때에 지장이 발생할 우려도 있으므로, 유리 전이 온도를 450 내지  $630^{\circ}C$ 로 하는 것이 바람직하고, 450 내지  $620^{\circ}C$ 로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0033] 또한, 본 발명의 광학 유리는, 굴곡점은  $670^{\circ}C$  이하인 것이 바람직하고, 490 내지  $660^{\circ}C$ 인 것이 보다 바람직하며, 500 내지  $640^{\circ}C$ 인 것이 더욱 바람직하고, 530 내지  $630^{\circ}C$ 인 것이 특히 바람직하다. 또한, 광학 유리에서 유리 전이 온도 및 굴곡점이 낮으면 프레스 성형시 유리 가열 온도를 낮출 수 있다. 그 결과, 유리의 승온, 강온에 요하는 시간을 짧게 할 수 있고, 프레스 성형품 제조의 작업 처리량을 향상시킬 수 있다. 또한 프레스 성형틀의 가열 온도를 저하시킬 수도 있기 때문에, 프레스 성형틀의 수명을 연장시킬 수도 있다.

[0034] 본 발명의 광학 유리는 1.65 이상의 굴절률( $n_d$ ) 및 50 이상의 아베수( $v_d$ )를 갖는다. 본 발명의 유리의 굴절률, 아베수의 상한에 대해서 특별히 한정은 되지 않지만, 정밀 프레스 성형에 적합한 저온 연화성, 고품질의 프리폼 성형에 있어서 중요한 유리의 안정성 등을 고려하면, 굴절률( $n_d$ )을 1.8 이하로 하고, 및/또는 아베수( $v_d$ )를 60 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0035] 이어서 본 발명에서의 바람직한 유리 조성에 대하여 설명한다.

[0036] 본 발명의 광학 유리는  $B_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $La_2O_3$ , 알칼리 금속 산화물, 2가 금속 산화물을 유리 성분으로서 포함할 수 있다.

[0037] 이하에 각 유리 성분에 대해서 설명한다. 특기하지 않는 한, 함유량 및 함유량의 합계량에 대해서는 몰%로 표시하고, 함유량 및 합계 함유량의 비율에 대해서는 몰비로 표시한다.

[0038]  $B_2O_3$  및  $SiO_2$ 는 유리 네트워크 형성 성분이다. 여기서 유리의 구조를 견고하게 하여 칸, 균열을 보다 감소시킨 후,  $B_2O_3$  함유량에 대한  $SiO_2$  함유량의 비율( $SiO_2/B_2O_3$ )을 0.1 내지 0.90으로 하는 것이 바람직하다. 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는,  $B_2O_3$ 의 함유량에 대한  $SiO_2$ 의 함유량을 높여서 유리의 구조를 보다 강고하게 할 수 있기 때문에,  $SiO_2/B_2O_3$ 을 0.5 초과 0.90 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.5 초과 0.85 이하로 하는 것이 보다 바람직하며, 0.5 초과 0.8 미만으로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.55 내지 0.75로 하는 것이 특히 바람직하며, 0.55 내지 0.7로 하는 것이 한층더 바람직하다. 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는 필요의 특성을

유지하기 때문에,  $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ 을 0.1 내지 0.5로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.1 내지 0.4로 하는 것이 보다 바람직하다.

- [0039]  $\text{La}_2\text{O}_3$ 은 고굴절률 부여 성분이고, 유리의 화학적 내구성을 높이는 기능을 한다.
- [0040]  $\text{La}_2\text{O}_3$ 과 마찬가지로 기능을 갖는  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 을 임의 성분으로서 도입할 수 있고,  $\text{La}_2\text{O}_3$ 과,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  및  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  중 1종 이상 이상의 산화물을 공존시키는 것이 유리의 고온 안정성을 높이는 데에 바람직하다.
- [0041] 알칼리 금속 산화물은 저온 연화성을 부여하는 기능이 있다. 그 중에서도  $\text{Li}_2\text{O}$ 를 도입함으로써, 유리의 굴절률을 높이면서 저온 연화성을 부여할 수 있다.  $\text{Li}_2\text{O}$ 는 다른 알칼리 금속 산화물보다도 상기 효과가 높기 때문에, 내실투성(耐失透性)이나 화학적 내구성을 손상시키는 과잉량을 도입하지 않고, 필요의 굴절률이나 저온 연화성을 얻을 수 있다.
- [0042] 2가 금속 산화물로는 유리의 굴절률을 높이면서, 저온 연화성을 부여하는 기능을 하는  $\text{ZnO}$ , 광학 상수의 조정 기능을 갖는 알칼리 토금속 산화물인  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{BaO}$ 가 도입 가능하다.
- [0043] 본 발명에서는, 이러한 조성에 청정제(清澄劑)로서 임의로 첨가할 수 있는  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 을 첨가하고, 상기 특성을 동시에 충족시키는 조성으로 할 수 있다. 또한, 각 성분의 함유량에 대해서는 다음 범위로 하는 것이 바람직하다.
- [0044]  $\text{B}_2\text{O}_3$  및  $\text{SiO}_2$ 는 모두 네트워크 형성 성분이고, 유리의 안정성을 향상시키기 위해서, 양 성분의 합계 함유량 ( $\text{SiO}_2+\text{B}_2\text{O}_3$ )을 50 내지 72 %, 바람직하게는 50 내지 70 %, 보다 바람직하게는 50 내지 68 %, 더욱 바람직하게는 50 내지 65 %로 하는 것이다. 또한, 유리의 구조를 강고한 것으로 하여, 온도에 대한 점성의 변화를 완만하게 하고, 유리가 깨지는 문제를 해소하고, 저온 연화성을 유지하면서 용융 유리의 유출 점성을 프리폼 성형에 적합하도록 높이고, 화학적 내구성을 양호하게 하기 위해서  $\text{B}_2\text{O}_3$  함유량에 대한  $\text{SiO}_2$  함유량의 비율( $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ )을 상술한 바와 같이 하는 것이 바람직하다.
- [0045]  $\text{SiO}_2$ 의 함유량은,  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 함유량과의 합계량 및  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 함유량과의 비율에 의해서 정해지지만, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는 15 내지 30 %로 하는 것이 바람직하고, 18 내지 30 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 18 내지 27 %로 하는 것이 더욱 바람직하고, 19 내지 25 %로 하는 것이 특히 바람직하며, 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는 4 내지 18 %로 하는 것이 바람직하고, 5 내지 16 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 6 내지 15 %로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0046]  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 함유량도,  $\text{SiO}_2$ 의 함유량과의 합계량과  $\text{SiO}_2$ 의 함유량과의 비율에 의해서 정해지지만, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는 25 내지 45 %로 하는 것이 바람직하고, 30 내지 40 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 32 내지 37 %로 하는 것이 특히 바람직하고, 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는 38 내지 68 %로 하는 것이 바람직하고, 42 내지 65 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 44 내지 62 %로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0047]  $\text{Li}_2\text{O}$ 는 다른 알칼리 금속 산화물 성분에 비해, 굴절률을 높임과 동시에, 화학적 내구성의 저하를 수반하지 않고, 유리 전이 온도를 대폭 저하시키는 기능을 하는 성분이고, 유리의 용융성을 양호화하는 기능을 하기도 한다. 단, 과소 도입으로는 상기 효과를 얻는 것이 곤란해진다. 한편, 지나치게 도입하면, 유리의 내실투(失透)성이 저하되고, 유출하는 용융 유리로부터 직접 고품질의 프리폼을 성형하는 것이 어려워질 뿐만 아니라, 내후성도 저하된다. 따라서, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는,  $\text{Li}_2\text{O}$ 의 함유량을 5 내지 20 %로 하는 것이 바람직하고, 6 내지 18 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 9 내지 18 %로 하는 것이 더욱 바람직하다. 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는,  $\text{Li}_2\text{O}$ 의 함유량을 1 내지 14 %로 하는 것이 바람직하고, 2 내지 12 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 3 내지 11 %로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0048] 알칼리 금속 산화물로서,  $\text{Li}_2\text{O}$  이외에  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ 를 도입할 수도 있지만,  $\text{Li}_2\text{O}$ 에 의한 상기 효과를 고려하면, 굴절률의 고저에 관계없이  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  및  $\text{K}_2\text{O}$ 의 합계 함유량  $R'_2\text{O}$ 에 대한  $\text{Li}_2\text{O}$ 의 함유량이 차지하는 비율 ( $\text{Li}_2\text{O}/R'_2\text{O}$ )을 0.8 내지 1로 하는 것이 바람직하고, 1로 하는 것이 특히 바람직하다.

- [0049] 또한, 유리의 안정성 유지와 화학적 내구성의 유지라는 이유로부터, 굴절률의 고저에 관계없이,  $\text{SiO}_2$ 와  $\text{B}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량에 대한  $\text{R}'_2\text{O}$ 의 비율( $\text{R}'_2\text{O}/(\text{SiO}_2+\text{B}_2\text{O}_3)$ )을 0.3 미만으로 하는 것이 바람직하고, 0.29 미만으로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0050]  $\text{La}_2\text{O}_3$ 은 유리의 안정성을 저하시키지 않으며, 분산을 높이지 않고, 굴절률을 높여 화학적 내구성이나 내후성을 향상시키는 효과를 갖기 때문에, 본 발명의 유리의 필수 성분으로 하는 것이 바람직하다. 과소 도입으로는 상기 효과가 얻어지지 않고, 지나치게 도입하면, 유리의 안정성이 저하되며, 유리 전이 온도가 상승하여 고품질의 프리폼의 성형, 정밀 프레스 성형이 곤란해질 뿐만 아니라, 분산이 증대된다. 따라서,  $\text{La}_2\text{O}_3$ 의 함유량은 0.5 내지 22 %로 하는 것이 바람직하고, 1 내지 15 %로 하는 것이 보다 바람직하다. 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는 2 내지 10 %로 하는 것이 보다 바람직하고, 3 내지 10 %로 하는 것이 더욱 바람직하며, 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는 5 내지 15로 하는 것이 보다 바람직하고, 6 내지 14 %로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0051]  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 은 임의 성분으로 할 수 있지만,  $\text{La}_2\text{O}_3$ 과 마찬가지로 유리의 안정성이나 저분산 특성을 손상시키지 않고 굴절률을 높여 화학 내구성, 내후성도 향상시키는 기능을 한다. 특히  $\text{La}_2\text{O}_3$ 과 공존시킴으로써, 유리의 실투에 대한 안정성을 한층 높이는 기능을 한다. 그러나 지나치게 도입하면, 유리의 안정성이 저하되고, 유리 전이 온도가 상승하여 프리폼의 성형 및 정밀 프레스 성형이 어려워진다.
- [0052]  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 도 임의 성분으로 할 수 있지만,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 과 마찬가지로, 유리의 안정성이나 저분산 특성을 손상시키지 않고 굴절률을 높여 화학 내구성, 내후성도 향상시키는 기능을 한다. 특히  $\text{La}_2\text{O}_3$ 과 공존시킴으로써, 유리의 실투에 대한 안정성을 한층 높이는 기능을 한다. 그러나 지나치게 도입하면, 유리의 안정성이 저하되고, 유리 전이 온도가 상승하여 프리폼의 성형 및 정밀 프레스 성형이 어려워진다.
- [0053]  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 도 임의 성분으로 할 수 있지만,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 과 마찬가지로 유리의 안정성이나 저분산 특성을 손상시키지 않고 굴절률을 높여 화학 내구성, 내후성도 향상시키는 기능을 한다. 특히  $\text{La}_2\text{O}_3$ 과 공존시킴으로써, 유리의 실투에 대한 안정성을 한층 높이는 기능을 한다. 그러나 지나치게 도입하면, 유리의 안정성이 저하되고, 유리 전이 온도가 상승하여 프리폼의 성형 및 정밀 프레스 성형이 어려워진다.
- [0054] 이와 같이,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 은  $\text{La}_2\text{O}_3$ 과의 공존에 의해서 유리의 실투에 대한 안정성을 높이고, 용융 유리로부터 직접, 고품질의 프리폼을 성형하는 데에 유효한 성분이기 때문에,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  및  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량을 1 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 단, 상기 합계량을 지나치게 하면 유리의 안정성이 저하되고, 유리 전이 온도가 상승하기 때문에,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  및  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량의 상한값을 15 %로 하는 것이 바람직하다. 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  및  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량의 보다 바람직한 범위는 1 내지 10 %, 더욱 바람직한 범위는 1 내지 6 %, 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는, 보다 바람직한 범위는 3 내지 14 %, 더욱 바람직한 범위는 4 내지 12 %이다. 또한,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  중, 상기 효과를 얻는 데에 유리한 성분은  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 과  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 이기 때문에, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 과  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량을 1 내지 10 %로 하는 것이 바람직하고, 1 내지 6 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는 3 내지 14 %로 하는 것이 보다 바람직하고, 4 내지 12 %로 하는 것이 보다 바람직하다. 또한,  $\text{La}_2\text{O}_3$ 의 함유량에 대한  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  및  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 의 합계 함유량의 비율( $(\text{Gd}_2\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3+\text{Yb}_2\text{O}_3)/\text{La}_2\text{O}_3$ )을 0.3 내지 1.5의 범위로 하는 것이 굴절률의 고저에 관계없이 유리의 안정성을 높이는 데에 바람직하다.
- [0055] 또한, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 의 함유량의 바람직한 범위는 0 내지 8 %, 보다 바람직한 범위는 0 내지 6 %, 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 의 함유량의 바람직한 범위는 0 내지 12 %, 보다 바람직한 범위는 1 내지 12 %, 보다 바람직한 범위는 1 내지 10 %이다.
- [0056] 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우에는,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 의 함유량의 바람직한 범위는 0 내지 5 %, 보다 바람직한 범위는 0.1 내지 3 %, 더욱 바람직한 범위는 0.1 내지 2.5 %이다. 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우에는,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 의 함유량의 바람직한 범위는 0.1 내지 6 %, 보다 바람직한 범위는 0.5 내지 6 %, 보다 바람직한 범위는 0.5 내

지 5 %이다.

- [0057] 

굴절률의 고저에 관계없이,  $Yb_2O_3$ 의 함유량의 바람직한 범위는 0 내지 5 %, 보다 바람직한 범위는 0 내지 3 % 이고, 도입하지 않는 것이 특히 바람직하다.
- [0058] 

ZnO는 용융 온도나 액상 온도 및 유리 전이 온도를 저하시키고, 유리의 화학적 내구성, 내후성을 향상시킴과 동시에, 굴절률을 높이는 기능을 하는 성분이고, 본 발명의 유리의 필수 성분으로 하는 것이 바람직하다. 특히 ZnO는 다른 2가 성분에 비해, 유리의 내후성을 대폭 높이는 기능을 한다. 이에 대해서, BaO는 굴절률을 높이는 기능을 하지만 유리의 내후성을 악화시키는 성분이기 때문에, BaO 대신에 ZnO를 필요량 도입해야 한다. 상기한 ZnO 도입에 의한 효과를 충분히 얻기 위해서는, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우, ZnO의 함유량을 5 내지 20 %로 하는 것이 바람직하고, 6 내지 20 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 7 내지 20 %로 하는 것이 더욱 바람직하다. 굴절률( $n_d$ )이 1.70을 초과하는 경우, ZnO의 함유량을 1 내지 18 %로 하는 것이 바람직하고, 2 내지 16 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 3 내지 14 %로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0059] 

MgO, CaO, SrO 및 BaO는 광학 상수의 조정 등의 역할을 한다. CaO의 함유량은, 굴절률의 고저에 관계없이 소기의 목적을 충족시키는 데에 0 내지 14 %로 하는 것이 바람직하다. CaO는  $SiO_2$  및  $B_2O_3$ 과 공존시킴으로써, 유리 전이 온도를 저하시키는 기능을 한다. 따라서, CaO를 1 % 이상 도입하는 것이 바람직하고, CaO 함유량을 1 내지 14 %로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 굴절률( $n_d$ )이 1.65 내지 1.70인 경우, 상기 알칼리 토금속 산화물에 ZnO를 포함시킨 2가 성분의 배분을 적정하지 않으면 양호한 내후성을 갖는 유리를 실현하는 것이 곤란해지기 때문에, MgO, CaO, SrO 및 BaO의 합계 함유량 RO에 대한 ZnO의 함유량의 비율( $ZnO/RO$ )을 0.5 이상으로 하는 것이 바람직하다.  $ZnO/RO$ 의 보다 바람직한 범위는 0.5 내지 4, 더욱 바람직한 범위는 0.6 내지 3이다.
- [0060] 

또한, MgO, CaO, SrO, BaO의 합계 함유량 RO는 굴절률의 고저에 관계없이 광학 상수를 조정하고, 저유리 전이 온도를 실현하는 데에 1 내지 14 %로 하는 것이 바람직하며, 2 내지 14 %로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0061] 

굴절률의 고저에 관계없이 유리 전이 온도를 저하시킴과 동시에 우수한 내후성을 실현하기 위해서 MgO, CaO, SrO, BaO의 배분에 유의하는 것이 바람직하다. 상술한 바와 같이, CaO는 적정량의 도입에 의해서 유리 전이 온도를 저하시키는 기능을 하고, BaO의 도입은 내후성에 악영향을 미치기 때문에, RO에 대한 CaO의 함유량의 비율( $CaO/RO$ )을 0.5 내지 1로 하는 것이 바람직하고, 0.8 내지 1로 하는 것이 보다 바람직하다. 또한, RO에 대한 BaO의 함유량의 비율( $BaO/RO$ )을 0 내지 0.2로 하는 것이 바람직하고, 0으로 하는 것이 특히 바람직하다.
- [0062] 

상술한 바와 같이, BaO는 굴절률을 높이는 기능을 하지만, 유리의 내후성, 즉 화학적 내구성을 저하시키는 성분이기도 한다. 본 발명에서는, 굴절률의 고저에 관계없이 굴절률을 높이는 다른 성분인  $La_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ ,  $Yb_2O_3$ 의 합계 함유량에 대한 BaO의 함유량의 비율을 제어함으로써, BaO를 도입하지 않아도 원하는 굴절률을 얻을 수 있다. 즉, BaO를 포함하거나, 포함하지 않아도 BaO 함유량에 대한  $La_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ ,  $Y_2O_3$  및  $Yb_2O_3$ 의 합계 함유량의 비율( $(La_2O_3+Gd_2O_3+Y_2O_3+Yb_2O_3)/BaO$ )이 10 이상이 되도록 BaO의 함유량을 감소시키는 것이 바람직하다. 이에 따라, 원하는 광학 특성과 우수한 화학적 내구성을 겸비한 광학 유리를 실현할 수 있다. BaO를 포함하는 경우,  $(La_2O_3+Gd_2O_3+Y_2O_3+Yb_2O_3)/BaO$ 를 11 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 12 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하며, 15 이상으로 하는 것이 특히 바람직하고, 18 이상으로 하는 것이 한층더 바람직하다.
- [0063] 

$Sb_2O_3$ 은 청징제로서 이용되는 임의 첨가제이지만, 1 % 이하로 충분한 효과가 얻어지기 때문에, 그 함유량이 0 내지 1 %로 하는 것이 바람직하고, 0 내지 0.06 %로 하는 것이 보다 바람직하다.  $Sb_2O_3$ 을 지나치게 첨가하면 정밀 프레스 성형시에 프레스 성형틀의 성형면을 산화하여 프레스 성형틀의 수명에 악영향을 미치는 등, 정밀 프레스 성형의 측면에서 바람직하지 않다.
- [0064] 

$Al_2O_3$ 은 유리의 내구성 및 내후성을 향상시키는 작용을 갖고, 임의 성분으로서 도입할 수 있다. 단, 그 함유량이 5 %를 초과하면, 유리 전이 온도가 급상승하고, 광학 상수도 원하는 범위에서 벗어날 우려가 있기 때문에,  $Al_2O_3$  함유량은 0 내지 5 %로 하는 것이 바람직하고, 0 내지 3 %로 하는 것이 보다 바람직하며, 0 내지 2 %로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0065] 

$ZrO_2$ 는 유리의 내후성의 향상이나 광학 상수의 조정을 위해 임의 성분으로서 도입할 수 있다. 단, 그 함유량이 5 %보다 많아지면, 광학 상수가 원하는 범위보다 벗어나기 쉬워지고, 저온 연화성도 악화된다. 따라서, 본 발

명의 광학 유리에서는 굴절률의 고저에 관계없이  $ZrO_2$  함유량을 0 내지 5 %로 하는 것이 바람직하고, 0.1 내지 4 %로 하는 것이 특히 바람직하다.

[0066] 또한,  $Ta_2O_5$ ,  $WO_3$ ,  $Nb_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ , F는 본 발명의 목적을 손상시키지 않는 범위에서 도입할 수도 있지만, 원료 비용, 유리의 여러 가지 특성에 미치는 영향, 생산성의 측면을 고려하면, 도입을 보류해야 되는 것이다.  $Ta_2O_5$ ,  $WO_3$ ,  $Nb_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$  및 F의 합계 함유량은 5 % 미만으로 하는 것이 바람직하고, 2 % 미만으로 하는 것이 보다 바람직하며, 1 % 미만으로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.5 % 미만으로 하는 것이 특히 바람직하며, 도입하지 않는 것이 한층더 바람직하다. 그 중에서도, F는 용융 유리로부터 직접 프리폼을 성형하는 경우, 고품질의 프리폼을 얻기 어렵게 하는 성분이기 때문에, 도입하지 않는 것이 바람직하다.

[0067] 환경에 악영향을 미치지 않는다는 점을 배려하면, Pb, Cr, Cd, As, Th, Te의 도입도 피해야 한다. Pb는 종래, 굴절률을 높이기 위해서 광학 유리의 주요 성분으로서 사용되어 왔지만, 상기 문제에 추가로 비산화성 가스 분위기 중에서의 정밀 프레스 성형에 의해서 용이하게 환원되고, 석출된 금속납이 프레스 성형틀의 성형면에 부착하고, 프레스 성형품의 면 정밀도를 저하시키는 등의 문제를 야기한다.  $As_2O_3$ 도 종래 청정제로서 첨가되어 왔지만, 상기 문제에 추가로 프레스 성형틀의 성형면을 산화하여 형의 수명을 짧게 한다는 문제도 야기되기 때문에, 도입할 필요는 없다.

[0068] 본 발명의 광학 유리는 유리 원료를 가열, 용융함으로써 제조할 수 있다. 유리 원료로는 탄산염, 질산염, 산화물 등을 적절하게 이용하는 것이 가능하다. 이들 원료를 소정의 비율로 칭량하고, 혼합하여 조합 원료로 하고, 이것을 예를 들면 1200 내지 1300 °C로 가열한 용해로에 투입하여 용해·청징·교반하고, 균질화함으로써, 기포나 미용해물을 포함하지 않고 균질한 용융 유리를 얻을 수 있다. 이 용융 유리를 성형, 서냉함으로써, 본 발명의 광학 유리를 얻을 수 있다.

[0069]

[0070] **[정밀 프레스 성형용 프리폼 및 정밀 프레스 성형용 프리폼의 제조 방법]**

[0071] 이어서, 본 발명의 정밀 프레스 성형용 프리폼(이하, 간단히 "프리폼"이라고도 함) 및 프리폼의 제조 방법에 대해서 설명한다. 프리폼은 정밀 프레스 성형품과 동등한 질량의 유리제 성형체이다. 프리폼은 정밀 프레스 성형품의 형상에 따라서 적당한 형상으로 성형되어 있지만, 그 형상으로서 구상, 회전 타원체상 등을 예시할 수 있다. 프리폼은 정밀 프레스 성형 가능한 점도가 되도록 가열하여 정밀 프레스 성형에 제공된다.

[0072] 본 발명의 정밀 프레스 성형용 프리폼은 상술한 본 발명의 광학 유리를 포함하는 것이다. 본 발명의 프리폼은 필요에 따라서 이형막 등의 박막을 표면에 구비할 수도 있다. 상기 프리폼을 정밀 프레스 성형함으로써, 원하는 광학 상수를 갖는 광학 소자를 높은 생산성으로 제조할 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이 유리 조성을 조정함으로써, 유리의 고온 영역에서의 안정성을 높이고, 용융 유리의 유출시의 점도를 높일 수 있기 때문에, 파이프 유출한 용융 유리를 분리하여 얻어진 유리 괴(塊)를 냉각 과정에서 프리폼으로 성형하는 방법으로, 고품질의 프리폼을 높은 생산성하에 제조할 수 있다는 이점이 있다.

[0073] 또한, 본 발명은 1.65 이상의 굴절률( $n_d$ ) 및 50 이상의 아베수( $v_d$ )를 갖고, 유리 전이 온도( $T_g$ )로부터 굴복점( $T_s$ )까지의 온도 영역에서, 온도차  $\Delta T$ (단,  $\Delta T$ 는 1 °C 이하의 일정값으로 함)에 대한 유리의 신장량의 차분이 극대값을 나타내는 온도를  $T1$ 이라 하고,  $T1-5$  °C 내지  $T1+5$  °C의 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $\alpha 1$ , 유리 전이 온도( $T_g$ )-160 °C 내지 유리 전이 온도( $T_g$ )-140 °C에 이르는 범위에서의 평균 선팽창 계수를  $\alpha 2$ 라 했을 때, 비율( $\alpha 1/\alpha 2$ )이 17 미만이 되도록 유리 조성을 결정하고, 결정된 조성을 갖는 유리를 이용하여 정밀 프레스 성형용 프리폼을 제조하는 정밀 프레스 성형용 프리폼의 제조 방법에 관한 것이다.

[0074] 상술한 바와 같이, 상기 비율( $\alpha 1/\alpha 2$ )을 17 미만으로 함으로써, 고굴절률 저분산 유리에서, 정밀 프레스 성형시의 칸, 균열의 발생을 감소 내지는 방지할 수 있다. 본 발명의 정밀 프레스 성형용 프리폼의 제조 방법에서는, 상기 비율( $\alpha 1/\alpha 2$ )이 17 미만이고, 정밀 프레스 성형시에 칸, 균열을 일으키지 않고 높은 생산성으로 정밀 프레스 성형할 수 있도록 조성이 결정된 유리를 이용하여 정밀 프레스 성형용 프리폼을 제조한다. 이렇게 해서 제조된 정밀 프레스 성형용 프리폼을 사용함으로써, 원하는 광학 상수를 갖는 고굴절률 저분산 유리를 포함하는 광학 소자를 높은 생산성으로 제공할 수 있다. 또한, 상기 비율( $\alpha 1/\alpha 2$ )의 제어 방법은 상술한 바와 같고, 본 발명의 정밀 프레스 성형용 프리폼의 제조 방법에서는, 이들 제어 방법을 적절하게 조합하여 비율( $\alpha 1/\alpha 2$ )이 17 미만이 되도록 유리 조성을 결정할 수 있다.

- [0075] 프리폼의 제조 방법으로는, 용융 유리를 파이프로부터 유출하여 용융 유리 피를 분리하고, 상기 용융 유리 피가 냉각하는 과정에서 정밀 프레스 성형용 프리폼으로 성형하는 방법(이하, "제1 방법"이라 함)이나, 용융 유리로부터 유리 성형체를 만들고, 이 성형체를 절단 또는 할단하고, 연삭, 연마하여 만드는 방법(이하, "제2 방법"이라 함)이 있다.
- [0076] 제1 방법의 구체예로는, 유출하는 용융 유리류로부터 소정 중량의 용융 유리 피를 분리하여 유리 피를 냉각하는 과정에서, 소정 중량의 프리폼을 성형함으로써 제조하는 방법을 들 수 있다. 이 방법은 절단, 연삭, 연마 등의 기계 가공이 불필요하다는 이점이 있다. 기계 가공이 실시된 프리폼에서는, 기계 가공전에 어닐링을 행함으로써 파손되지 않을 정도까지 유리의 왜곡을 감소시켜야 한다. 그러나 상기 방법에 의하면, 파손 방지용 어닐링은 불필요하다. 또한 표면이 매끄러운 프리폼을 성형할 수도 있다. 이 방법에서는, 매끄럽고 청정한 표면을 부여한다는 관점에서, 풍압이 가해진 부상 상태에서 프리폼을 성형하는 것이 바람직하다. 또한, 표면이 자유표면으로 이루어지는 프리폼이 바람직하다. 또한, 시아마크(shear mark)라 불리는 절단 흔적이 없는 것이 바람직하다. 시아마크는, 유출하는 용융 유리를 절단칼에 의해서 절단할 때에 발생한다. 시아마크가 정밀 프레스 성형품에 성형된 단계에서도 잔류하면, 그 부분은 결함이 되어 버린다. 이 때문에, 프리폼의 단계에서 시아마크를 배제하는 것이 바람직하다. 절단칼을 이용하지 않고, 시아마크가 발생하지 않는 용융 유리의 분리 방법으로는, 유출 파이프로부터 용융 유리를 적하하는 방법, 또는 유출 파이프로부터 유출하는 용융 유리류의 선단부를 지지하고, 소정 중량의 용융 유리 피를 분리할 수 있는 시점에서 상기 지지를 제거하는 방법(강하 절단법이라 함) 등이 있다. 강하 절단법에서는, 용융 유리류의 선단부측과 유출 파이프측 사이에 생긴 움푹 들어간 부분에서 유리를 분리하고, 소정 중량의 용융 유리 피를 얻을 수 있다. 계속해서, 얻어진 용융 유리 피가 연화상태에 있는 사이에 프레스 성형에 제공하기 위해서 알맞은 형상으로 성형한다.
- [0077] 제2 방법에서는, 용융 유리를 주형에 유입시켜 상기 광학 유리를 포함하는 유리 성형체를 성형하고, 이 유리 성형체에 기계 가공을 가하여 소망 중량의 프리폼을 만들 수 있다. 기계 가공하기 전에 유리가 파손되지 않도록 유리를 어닐링함으로써 충분히 왜곡 제거 처리를 행하는 것이 바람직하다.
- [0078] [광학 소자 및 광학 소자의 제조 방법]
- [0079] 본 발명의 광학 소자는 상술한 본 발명의 광학 유리를 포함하는 것이다. 본 발명의 광학 소자는 광학 소자를 구성하는 본 발명의 광학 유리와 마찬가지로 고굴절률 저분산이라는 특징을 갖는다.
- [0080] 본 발명의 광학 소자로는, 구면 렌즈, 비구면 렌즈, 마이크로 렌즈 등의 각종 렌즈, 회절 격자, 회절 격자가 부착된 렌즈, 렌즈 어레이, 프리즘 등을 예시할 수 있다. 상기 광학 소자로는 본 발명의 프리폼을 가열, 연화하여 정밀 프레스 성형하여 얻어진 것이 바람직하다.
- [0081] 또한, 이 광학 소자에는 필요에 따라서 반사 방지막, 전체 반사막, 부분 반사막, 분광 특성을 갖는 막 등의 광학 박막을 설치할 수도 있다.
- [0082] 이어서 광학 소자의 제조 방법에 대해서 설명한다.
- [0083] 본 발명의 광학 소자의 제조 방법은, 본 발명의 프리폼 또는 본 발명의 프리폼의 제조 방법에 의해 제조한 정밀 프레스 성형용 프리폼을 가열하고, 프레스 성형틀을 이용하여 정밀 프레스 성형하여 광학 소자를 제조하는 것이다.
- [0084] 정밀 프레스 성형법은 몰드 오프셋 성형법이라고도 불리고, 이미 해당 발명이 속하는 기술 분야에서는 잘 알려진 것이다.
- [0085] 광학 소자의 광선을 투과하거나, 굴절시키거나, 회절시키거나, 반사시키는 면을 광학 기능면이라 부른다. 예를 들면 렌즈를 예로 들면 비구면 렌즈의 비구면이나 구면 렌즈의 구면 등의 렌즈면이 광학 기능면에 상당한다. 정밀 프레스 성형법은 프레스 성형틀의 성형면을 정밀히 유리에 전사함으로써, 프레스 성형으로 광학 기능면을 형성하는 방법이다. 즉 광학 기능면을 마무리하기 위해서 연삭이나 연마 등의 기계 가공을 가할 필요가 없다.
- [0086] 따라서, 본 발명의 광학 소자의 방법은 렌즈, 렌즈 어레이, 회절 격자, 프리즘 등의 광학 소자의 제조에 바람직하고, 특히 비구면 렌즈를 고생산성하에 제조할 때에 최적이다.
- [0087] 본 발명의 광학 소자의 제조 방법에 따르면, 상기 광학 특성을 갖는 광학 소자를 제조할 수 있을 뿐만 아니라, 상술한 바와 같이 유리 조성을 조정하여 프리폼에 저온 연화성을 부여함으로써, 유리의 프레스 성형으로는 비교적 낮은 온도에서의 프레스가 가능해지기 때문에, 프레스 성형틀의 성형면의 부담이 경감되고, 성형틀(성형면

에 이형막이 설치되어 있는 경우에는 이형막)의 수명을 연장시킬 수 있다. 또한 유리 조성을 조정함으로써 프리폼을 구성하는 유리의 안정성을 높이고, 재가열, 프레스 공정에서도 유리의 실투를 효과적으로 방지할 수 있다. 또한, 유리 용해로부터 최종 제품을 얻는 일련의 공정을 고생산성하에 행할 수 있다.

- [0088] 정밀 프레스 성형법에 사용하는 프레스 성형틀로는 공지된 것, 예를 들면 탄화규소, 초경질 재료, 스테인레스강 등의 형재의 성형면에 이형막을 설치한 것을 사용할 수 있다. 이형막으로는 탄소 함유막, 귀금속 합금막 등을 사용할 수 있다. 프레스 성형틀은 상형 및 하형을 구비하고, 필요에 따라서 동형(胴型)도 구비한다. 그 중에서도, 프레스 성형시 유리 성형품의 파손을 효과적으로 감소 내지는 방지하기 위해서는, 탄화규소를 포함하는 프레스 성형틀 및 초경 합금제 프레스 성형틀(특히 바인더를 포함하지 않는 초경 합금제, 예를 들면 WC계 프레스 성형틀)을 사용하는 것이 보다 바람직하고, 상기 형의 성형면에 탄소 함유막을 이형막으로서 구비하는 것이 보다 바람직하다.
- [0089] 정밀 프레스 성형법에서는 프레스 성형틀의 성형면을 양호한 상태로 유지하기 위해서 성형시의 분위기를 비산화성 가스로 하는 것이 바람직하다. 비산화성 가스로는 질소, 질소와 수소의 혼합 가스 등이 바람직하다. 특히, 탄소 함유막을 이형막으로서 성형면에 구비한 프레스 성형틀을 사용하는 경우나, 탄화규소를 포함하는 프레스 성형틀을 사용하는 경우에는 상기 비산화성 분위기 중에서 정밀 프레스 성형해야 한다.
- [0090] 이어서 본 발명의 광학 소자의 제조 방법에 특히 바람직한 정밀 프레스 성형법에 대하여 설명한다.
- [0091] (정밀 프레스 성형법 1)
- [0092] 이 방법은 프레스 성형틀에 프리폼을 도입하고, 프레스 성형틀과 프리폼을 함께 가열하여 정밀 프레스 성형하는 것을 말한다(이하, "정밀 프레스 성형법 1"이라 함).
- [0093] 정밀 프레스 성형법 1에서, 프레스 성형틀과 상기 프리폼의 온도를 모두 프리폼을 구성하는 유리가  $10^6$  내지  $10^{12}$  dPa·s의 점도를 나타내는 온도로 가열하여 정밀 프레스 성형을 행하는 것이 바람직하다.
- [0094] 또한 상기 유리가  $10^{12}$  dPa·s 이상, 보다 바람직하게는  $10^{14}$  dPa·s 이상, 더욱 바람직하게는  $10^{16}$  dPa.s 이상의 점도를 나타내는 온도까지 냉각한 후 정밀 프레스 성형품을 프레스 성형틀로부터 취출하는 것이 바람직하다.
- [0095] 상기한 조건에 의해, 프레스 성형틀 성형면의 형상을 유리에 의해 정밀하게 전사할 수 있을 뿐만 아니라, 정밀 프레스 성형품을 변형하지 않고 취출할 수도 있다.
- [0096] (정밀 프레스 성형법 2)
- [0097] 이 방법은 예열한 프레스 성형틀에 상기 프레스 성형틀과 별도로 예열된 프리폼을 도입하고, 정밀 프레스 성형하는 것을 특징으로 한다(이하, "정밀 프레스 성형법 2"라 함). 이 방법에 따르면, 프리폼을 프레스 성형틀에 도입하기 전에 미리 가열하기 때문에, 사이클 타임을 단축화하면서 표면 결함이 없는 양호한 면 정밀도의 광학 소자를 제조할 수 있다.
- [0098] 프레스 성형틀의 예열 온도는 상기 프리폼의 예열 온도보다도 낮게 하는 것이 바람직하다. 이러한 예열에 의해 프레스 성형틀의 가열 온도를 낮게 억제할 수 있기 때문에, 프레스 성형틀의 소모를 저감시킬 수 있다.
- [0099] 정밀 프레스 성형법 2에서, 상기 프리폼을 구성하는 유리가  $10^9$  dPa·s 이하, 보다 바람직하게는  $10^9$  dPa·s의 점도를 나타내는 온도로 프리폼을 예열하는 것이 바람직하다.
- [0100] 또한, 상기 프리폼을 부상하면서 예열하는 것이 바람직하고, 상기 프리폼을 구성하는 유리가  $10^{5.5}$  내지  $10^9$  dpa·s, 보다 바람직하게는  $10^{5.5}$  dpa·s 이상  $10^9$  dpa·s 미만의 점도를 나타내는 온도로 예열하는 것이 보다 바람직하다.
- [0101] 또한 프레스 개시와 동시에 또는 프레스의 도중에 유리의 냉각을 개시하는 것이 바람직하다.
- [0102] 또한 프레스 성형틀의 온도는, 상기 프리폼의 예열 온도보다도 낮은 온도로 조온하는 것이 바람직하고, 상기 유리가  $10^9$  내지  $10^{12}$  dPa·s의 점도를 나타내는 온도를 표준으로 할 수도 있다.
- [0103] 이 방법에서, 프레스 성형 후, 상기 유리의 점도를  $10^{12}$  dPa·s 이상까지 냉각한 후 이형하는 것이 바람직하다.

- [0104] 정밀 프레스 성형된 광학 소자는 프레스 성형틀로부터 추출되고, 필요에 따라서 서냉된다. 성형품이 렌즈 등의 광학 소자인 경우에는, 필요에 따라서 표면에 광학 박막을 코팅할 수도 있다.
- [0105] <실시예>
- [0106] 이하에 본 발명을 실시예에 의해 추가로 설명한다. 단, 본 발명은 실시예에 나타내는 양태로 한정되는 것은 아니다.
- [0107] 광학 유리의 제조
- [0108] 하기 표 1에 실시예 1 내지 18 및 비교예 1, 2의 유리의 조성을 나타낸다. 유리는 모두 각 성분의 원료로서 각각 상당하는 산화물, 수산화물, 탄산염, 및 질산염을 사용하고, 유리화한 후에 하기 표 1에 나타내는 조성이 되도록 상기 원료를 칭량하고, 충분히 혼합한 후, 백금 도가니에 투입하여 전기로에서 1200 내지 1300 °C의 온도 범위에서 용융하고, 교반하여 균질화를 도모하고, 청정한 후 적당한 온도로 예열한 금형에 주입하였다. 주입한 유리를 전이 온도까지 냉각한 후 바로 어닐링로에 넣고, 실온까지 서냉하여 각 광학 유리를 얻었다.
- [0109] 실시예 14의 광학 유리에 대해서, 이하의 순서대로 유리 전이 온도(Tg), 굴곡점(Ts) 및 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )을 구하였다. 다른 광학 유리에 대해서도 마찬가지로 유리 전이 온도(Tg), 굴곡점(Ts) 및 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )을 구하였다. 얻어진 값을 하기 표 2에 나타낸다.
- [0110] 1. 열기계 분석 장치를 이용하고, 충분히 어닐링된 길이 20 mm, 직경 5 mm의 원주형 유리 시료에 대하여, 원주의 상하면 방향으로 10 g의 일정 가중을 가하면서 매분 4 °C의 일정 속도로 가열하였다. 시료의 신장량은 15 초 간격으로 반복하여 측정하였다. 따라서, 측정은 1 °C 간격으로 반복하여 행해졌다( $\Delta T=1$  °C). 이 때에 얻어진 시료의 신장량 TMA를 종축, 온도를 횡축(도 1의 좌측의 종축)에 취하고, 측정 결과를 그래프화한 것이 도 1에 도시한 TMA 곡선이다. 또한, 도 1에 도시한  $\Delta TMA$  곡선은 온도차 1 °C에 대한 시료의 신장량의 변화  $\Delta TMA$ 를 종축(도 1의 우측의 종축), 온도를 횡축에 취한 것이다. 즉,  $\Delta TMA$ 는 온도차 1 °C에 대한 TMA의 차분에 상당한다. 여기서 시료의 신장량은 원주상 유리의 높이 방향의 신장량이다. 또한, 온도차  $\Delta T$ 는 상기한 바와 같이 1 °C 이하의 양의 일정값으로 한다.  $\Delta T$ 를 1 °C 이하로 하면, 충분히 고정밀도의 측정을 행할 수 있다.
- [0111] 2. 1에서 얻은  $\Delta TMA$  곡선으로부터,  $\Delta TMA$ (시료의 신장량의 차분)가 극대가 되는 온도 T1을 구하였다.
- [0112] 3. TMA 곡선을 바탕으로 광학 유리 공업회 규격에 정해진 전이 온도 Tg를 구하고, TMA가 극대가 되는 온도 Ts를 구하였다.
- [0113] 4. 2에서 구한 T1과 TMA 곡선으로부터, 각각 T1-5 °C 및 T1+5 °C에서의 시료의 신장: TMA(T1-5), TMA(T1+5)를 구하였다.
- [0114] 5. 3에서 구한 Tg와 TMA 곡선으로부터, 각각 Tg-160 °C 및 Tg-140 °C에서의 시료의 신장: TMA(Tg-160), TMA(Tg-140)을 구하였다.
- [0115] 6. 유리 전이 온도(Tg)로부터 굴곡점(Ts)까지의 온도 영역에서의 평균 선 팽창률의 대표값  $\alpha_1$ 을,  $\alpha_1(/^{\circ}C)=\{TMA(T1+5)-TMA(T1-5)\}/\text{시료 길이}/\{5^{\circ}C-(-5^{\circ}C)\}$ 로서 구하였다.
- [0116] 7. Tg보다 저온측의 평균 선 팽창률의 대표값  $\alpha_2$ 를,  $\alpha_2(/^{\circ}C)=\{TMA(Tg-140^{\circ}C)-TMA(Tg-160^{\circ}C)\}/\text{시료 길이}/\{140^{\circ}C-(-160^{\circ}C)\}$ 로서 구하였다. 또한, 상기 시료 길이란 25 °C에서의 시료의 길이, 즉 20 mm이다.
- [0117] 8. 얻어진  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ 로부터 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )을 구하였다.
- [0118] 실시예 1 내지 18 및 비교예 1, 2의 각 광학 유리에 대하여, 이하의 방법으로 굴절률( $n_d$ ), 아베수( $v_d$ ), 비중을 측정하였다. 결과를 표 2에 나타낸다.
- [0119] (1) 굴절률( $n_d$ ) 및 아베수( $v_d$ )
- [0120] 서냉 강은 속도를 -30 °C/시간으로 얻어진 광학 유리에 대해서 측정하였다.
- [0121] (2) 비중
- [0122] 아르키메데스법을 이용하여 산출하였다.

표 1

종 %	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	BaO	ZnO	Li <sub>2</sub> O	합계
실시예 1	34.64	23.45	1.27	4.87	3.46	0.63	1.98	0.75	6.25	0.00	10.84	11.86	100.00
실시예 2	35.50	21.00	1.00	6.00	4.00	1.50	2.50	0.00	5.00	0.00	13.00	10.50	100.00
실시예 3	34.00	21.00	1.00	6.00	4.00	1.50	2.50	0.00	5.00	0.00	13.00	12.00	100.00
실시예 4	35.50	21.00	1.00	6.00	3.00	1.50	2.50	0.00	5.00	0.00	13.00	11.50	100.00
실시예 5	35.50	21.00	1.00	6.50	3.00	1.50	2.00	0.00	3.50	0.00	13.00	13.00	100.00
실시예 6	35.50	21.00	1.00	8.00	1.50	1.50	2.00	0.00	3.50	0.00	12.00	14.00	100.00
실시예 7	35.50	21.00	1.00	5.20	4.00	1.50	2.50	0.00	5.00	0.00	13.00	11.30	100.00
실시예 8	34.00	21.00	1.00	6.00	3.50	1.50	1.50	0.00	5.00	0.00	13.00	13.50	100.00
실시예 9	34.00	21.00	1.00	5.50	3.50	1.50	2.00	0.00	5.00	0.00	13.00	13.50	100.00
실시예 10	31.00	24.00	1.00	6.00	4.50	0.00	1.50	0.00	5.00	3.00	9.50	14.50	100.00
실시예 11	36.00	21.00	1.00	4.00	3.30	1.00	1.00	0.00	11.00	0.00	8.00	13.70	100.00
실시예 12	50.50	11.00	0.00	10.0	2.50	3.50	1.20	0.00	5.00	0.00	8.80	7.50	100.00
실시예 13	50.00	11.00	0.00	9.50	3.50	3.00	1.20	0.00	4.00	0.00	8.80	9.00	100.00
실시예 14	46.00	14.50	0.00	8.50	5.50	2.00	0.00	0.00	4.50	0.00	11.00	8.00	100.00
실시예 15	46.50	14.00	0.00	8.50	5.50	2.00	0.00	0.00	5.50	0.00	11.00	8.00	100.00
실시예 16	51.70	8.40	0.00	11.30	7.80	1.30	2.80	0.00	0.70	0.00	11.70	4.20	100.00
실시예 17	52.60	8.10	0.00	11.20	7.80	1.20	1.40	0.00	2.00	0.00	11.70	4.00	100.00
실시예 18	59.90	7.50	0.00	11.00	8.80	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	6.80	100.00
비교예 1	40.00	12.00	0.00	6.50	0.00	3.00	2.50	0.00	14.00	0.00	11.00	11.00	100.00
비교예 2	50.00	13.00	0.00	9.00	2.00	4.00	0.00	0.00	10.00	0.00	4.00	8.00	100.00

표 2

	비중	nd	$\rho_d$	T <sub>g</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)	d1	d2	d1/d2
실시예 1	3.66	1.66462	53.56	524	575	1214	92.3	13.2
실시예 2	3.81	1.69984	53.02	533	581	1386	94.5	14.7
실시예 3	3.81	1.70151	52.71	520	567	1207	97.6	12.4
실시예 4	3.70	1.69261	53.20	523	571	1083	92.6	11.7
실시예 5	3.73	1.69344	53.18	519	566	1333	92.9	14.3
실시예 6	3.69	1.69574	53.07	513	559	1253	113	11.1
실시예 7	3.75	1.69377	53.33	527	573	993	92.0	10.8
실시예 8	3.75	1.69395	53.22	512	558	1299	94.6	13.7
실시예 9	3.72	1.69207	53.20	512	558	1229	91.6	13.4
실시예 10	3.82	1.69259	53.24	506	574	1167	101	11.6
실시예 11	3.47	1.66935	55.46	526	574	1223	95.8	12.8
실시예 12	3.88	1.71335	54.00	580	625	1475	90.4	16.3
실시예 13	3.90	1.71359	53.82	572	615	1124	93.5	12.0
실시예 14	4.00	1.71314	53.90	571	615	1186	88.5	13.4
실시예 15	4.01	1.71390	53.84	571	613	1454	93.3	15.6
실시예 16	4.38	1.74997	51.53	609	649	1198	88.6	13.5
실시예 17	4.34	1.74370	52.15	608	648	1117	88.6	12.6
실시예 18	4.19	1.72346	54.48	615	655	1258	89.4	14.1
비교예 1	3.52	1.6935	53.20	525	569	1792	104	17.2
비교예 2	3.70	1.69822	55.50	588	629	1655	94.4	17.5

[0124]

[0125]

프레스 성형용 프리폼의 제조

[0126]

이어서 실시예 1 내지 18 및 비교예 1 내지 2에 상당하는 청정, 균질화한 용융 유리를 유리가 투명성을 상실하지 않고, 안정적인 유출이 가능한 온도 영역에 온도 조정된 백금 합금제의 파이프로부터 일정 유량으로 유출하고, 적하 또는 강하 절단법으로 목적으로 하는 프리폼의 질량의 용융 유리 괴를 분리하고, 용융 유리 괴를 가스 분출구를 바닥부에 갖는 수용형(型)에 수용하고, 가스 분출구로부터 가스를 분출하여 유리 괴를 부상하면서 정밀 프레스 성형용 프리폼을 성형하였다. 용융 유리의 분리 간격을 조정, 설정함으로써 직경 2 내지 10 mm의 구상 프리폼과, 길이 직경이 5 내지 25 mm인 편평 구상 프리폼을 얻었다.

[0127]

광학 소자(비구면 렌즈)의 제조

[0128]

상기 방법으로 얻어진 프리폼을 도 2에 도시한 프레스 장치를 이용하여 정밀 프레스 성형하여 비구면 렌즈를 얻었다. 구체적으로는 프리폼 (4)를 프레스 성형틀을 구성하는 하형 (2) 및 상형 (1) 사이에 설치한 후, 석영관 (11) 내를 질소 분위기로서 히터 (12)에 통전하여 석영관 (11) 내를 가열하였다. 프레스 성형틀 내부의 온도를 성형되는 유리가 10<sup>8</sup> 내지 10<sup>10</sup> dPa·s의 점도를 나타내는 온도로 설정하고, 동일한 온도를 유지하면서 가압 막대 (13)을 강하시켜 상형 (1)을 가압하여 성형틀 내에 셋팅된 프리폼을 프레스하였다. 프레스의 압력은 8 MPa, 프레스 시간은 30 초로 하였다. 또한, 도 2 중, 슬라이브형 (3)은 동형(胴型)이라고도 불리고, 상형 (1)과 하형 (2)의 상대적인 위치를 규정함과 동시에, 유리의 확산을 규제하는 기능을 한다. 지지 막대 (9)는 가압 막대 (13)에 의한 가압을 받는 기능을 한다. 성형틀 홀더 (10)은 성형틀을 유지하는 기능을 한다. 열전쌍 (14)은 하형 (2)의 온도를 모니터링하는 기능을 한다. 프레스 후, 프레스의 압력을 해제하고, 프레스 성형된 유리 성형품을 하형 (2) 및 상형 (1)과 접촉시킨 상태에서 상기 유리의 점도가 10<sup>12</sup> dPa·s 이상이 되는 온도까지 서냉하

고, 이어서 실온까지 급냉하여 유리 성형품을 성형틀로부터 취출하여 비구면 렌즈를 얻었다.

[0129] 실시예 1 내지 18의 유리를 이용한 경우에는, 정밀 프레스 성형시에 유리의 파손은 거의 나타나지 않았다. 특히, 비율( $\alpha_1/\alpha_2$ )이 15 이하인 실시예 1 내지 11, 13, 14, 16 내지 18의 유리에서는 파손이 나타나지 않았다. 이에 대하여, 비교예 1 및 2의 유리에서는 정밀 프레스 성형시에 유리의 파손이 자주 나타났다.

[0130] 이상의 결과로부터 명백한 바와 같이, 실시예 1 내지 18의 유리는 모두 필요의 광학 특성을 가질 뿐만 아니라, 프레스 성형틀을 이용하여 정밀 프레스 성형할 때에도 유리의 파손을 일으키지 않고 성형이 가능한 우수한 성형성을 갖는 것이었다.

[0131] <산업상의 이용 가능성>

[0132] 본 발명에 따르면, 정밀 프레스 성형에 바람직한 필요의 광학 상수를 갖는 광학 유리를 제공할 수 있다. 본 발명의 광학 유리로부터, 정밀 프레스 성형용 프리폼을 높은 생산성하에 제조할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 상기 유리를 포함하는 광학 소자를 높은 생산성하에 제공할 수 있다.

**발명의 효과**

[0133] 본 발명에 따르면, 정밀 프레스 성형시에 파손되기 어려운 광학 유리, 상기 유리를 포함하는 정밀 프레스 성형용 프리폼, 상기 유리를 포함하는 광학 소자를 제공할 수 있다.

[0134] 또한, 본 발명에 따르면, 유리를 파손시키지 않고 높은 생산성하에 광학 소자를 생산할 수 있다.

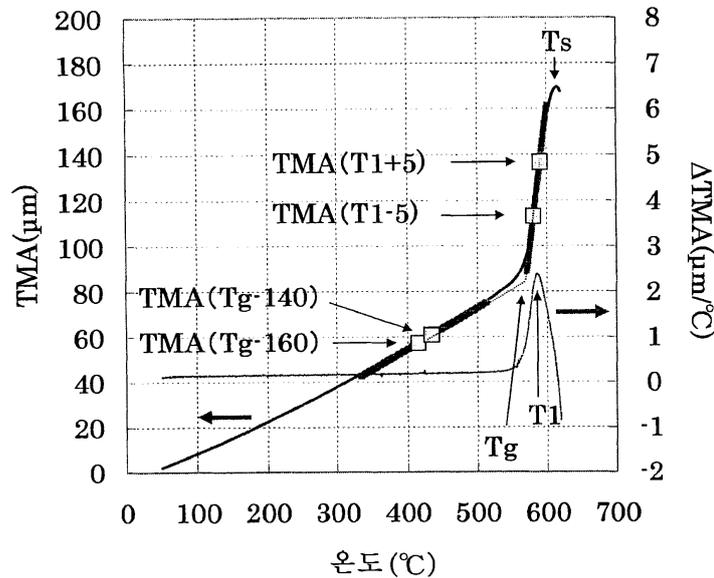
**도면의 간단한 설명**

[0001] 도 1은 실시예 1의 유리의 TMA 곡선 및  $\Delta$ TMA 곡선을 나타낸다.

[0002] 도 2는 정밀 프레스 성형 장치의 개략 설명도이다.

**도면**

**도면1**



도면2

