

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5767179号
(P5767179)

(45) 発行日 平成27年8月19日 (2015. 8. 19)

(24) 登録日 平成27年6月26日 (2015. 6. 26)

(51) Int. Cl.		F I
C03C	3/15	(2006.01)
C03C	3/155	(2006.01)
C03C	3/19	(2006.01)
C03C	3/21	(2006.01)
C03C	3/253	(2006.01)

請求項の数 21 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-190637 (P2012-190637)	(73) 特許権者	000128784
(22) 出願日	平成24年8月30日 (2012. 8. 30)		株式会社オハラ
(65) 公開番号	特開2014-47099 (P2014-47099A)		神奈川県相模原市中央区小山1丁目15番30号
(43) 公開日	平成26年3月17日 (2014. 3. 17)	(74) 代理人	100106002
審査請求日	平成25年10月18日 (2013. 10. 18)		弁理士 正林 真之
前置審査		(74) 代理人	100120891
			弁理士 林 一好
		(74) 代理人	100131705
			弁理士 新山 雄一
		(72) 発明者	津田 哲也
			神奈川県相模原市中央区小山1-15-3
			○ 株式会社オハラ内
		審査官	岡田 隆介
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ガラス、プリフォーム及び光学素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、

B_2O_3 成分を 5.0% 以上 40.0% 以下、

Ln_2O_3 成分 (式中、Ln は La、Gd、Y、Yb からなる群より選択される 1 種以上) を質量和で 15.0% 以上 60.0% 以下、

Nb_2O_5 成分を 8.0% 超 50.0% 以下、及び

ZrO_2 成分を 0% 超 15.0% 以下含有し、

1.80 以上 2.00 以下の屈折率 (nd) を有し、20 以上 40 以下のアッペ数 (d) を有し、

部分分散比 (g, F) がアッペ数 (d) との間で、 $d < 31$ の範囲において $(-0.00162 \times d + 0.63822) < (g, F) < (-0.00275 \times d + 0.68125)$ の関係を満たし、 $d > 31$ の範囲において $(-0.00162 \times d + 0.63822) < (g, F) < (-0.00162 \times d + 0.64622)$ の関係を満たし、

分光透過率が 70% を示す波長 (λ_0) が 500 nm 以下である光学ガラス。

【請求項2】

質量%で

La₂O₃ 成分 10.0 ~ 60.0%

Gd₂O₃ 成分 0 ~ 30.0%

Y₂O₃成分 0～20.0%
 Yb₂O₃成分 0～10.0%
 Lu₂O₃成分 0～10.0%
 である請求項1記載の光学ガラス。

【請求項3】

質量比(La₂O₃/Ln₂O₃)が0.5以上である請求項1又は2記載の光学ガラス。

【請求項4】

質量和(Nb₂O₅+ZrO₂+La₂O₃)が30.0%以上である請求項1から3のいずれか記載の光学ガラス。

10

【請求項5】

質量%で、TiO₂成分の含有量が20.0%以下である請求項1から4のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項6】

質量比(TiO₂/Nb₂O₅)が1.00以下である請求項1から5のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項7】

質量%で、WO₃成分の含有量が20.0%以下である請求項1から6のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項8】

質量和(TiO₂+WO₃)が20.0%以下である請求項1から7のいずれか記載の光学ガラス。

20

【請求項9】

質量比(TiO₂+WO₃)/(ZrO₂+B₂O₃)が1.00以下である請求項1から8のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項10】

質量比(WO₃/Nb₂O₅)が0.50以下である請求項1から9のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項11】

質量%で
 MgO成分 0～10.0%
 CaO成分 0～10.0%
 SrO成分 0～20.0%
 BaO成分 0～20.0%
 ZnO成分 0～30.0%

である請求項1から10のいずれか記載の光学ガラス。

30

【請求項12】

質量比(ZnO/B₂O₃)が0.01以上である請求項1から11のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項13】

RO成分(式中、RはMg、Ca、Sr、Ba、Znからなる群より選択される1種以上)の質量和が30.0%以下である請求項1から12のいずれか記載の光学ガラス。

40

【請求項14】

質量%で、SiO₂成分の含有量が20.0%以下である請求項1から13のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項15】

質量%で
 Li₂O成分 0～20.0%
 Na₂O成分 0～15.0%
 K₂O成分 0～10.0%

50

である請求項 1 から 1 4 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 1 6】

Rn_2O 成分 (式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 20.0% 以下である請求項 1 から 1 5 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 1 7】

質量%で

P_2O_5 成分 0 ~ 20.0%

GeO_2 成分 0 ~ 10.0%

Ta_2O_5 成分 0 ~ 15.0%

Bi_2O_3 成分 0 ~ 15.0%

TeO_2 成分 0 ~ 20.0%

Al_2O_3 成分 0 ~ 20.0%

Ga_2O_3 成分 0 ~ 20.0%

SnO 成分 0 ~ 3.0%

Sb_2O_3 成分 0 ~ 3.0%

である請求項 1 から 1 6 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 1 8】

3 4 以上のアッペ数 (d) を有する請求項 1 から 1 7 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 1 9】

請求項 1 から 1 8 のいずれか記載の光学ガラスからなる研磨加工用及び / 又は精密プレス成形用のプリフォーム。

【請求項 2 0】

請求項 1 から 1 8 のいずれか記載の光学ガラスを研削及び / 又は研磨してなる光学素子。

【請求項 2 1】

請求項 1 から 1 8 のいずれか記載の光学ガラスを精密プレス成形してなる光学素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラス、プリフォーム及び光学素子に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラやビデオカメラ等の光学系は、その大小はあるが、収差と呼ばれるにじみを含んでいる。この収差は単色収差と色収差に分類されるが、特に色収差は、光学系に使用されるレンズの材料特性に強く依存している。

【0003】

一般に色収差は、低分散の凸レンズと高分散の凹レンズとを組み合わせで補正されるが、この組み合わせでは赤色領域と緑色領域の収差の補正しかできず、青色領域の収差が残る。この除去しきれない青色領域の収差を二次スペクトルと呼ぶ。二次スペクトルを補正するには、青色領域の g 線 (435.835 nm) の動向を加味した光学設計を行う必要がある。このとき、光学設計で着目される光学特性の指標として、部分分散比 (g, F) が用いられている。上述の低分散のレンズと高分散のレンズとを組み合わせた光学系では、低分散側のレンズに部分分散比 (g, F) の大きい光学材料を用い、高分散側のレンズに部分分散比 (g, F) の小さい光学材料を用いることで、二次スペクトルが良好に補正される。

【0004】

部分分散比 (g, F) は、下式 (1) により示される。

$$g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C) \cdots \cdots (1)$$

【0005】

光学ガラスには、短波長域の部分分散性を表す部分分散比 (g, F) とアッペ数 (d)

10

20

30

40

50

d)との間に、およそ直線的な関係がある。この関係を表す直線は、部分分散比(g, F)を縦軸に、アッベ数(d)を横軸に採用した直交座標上で、NSL7とPBM2の部分分散比及びアッベ数をプロットした2点を結ぶ直線で表され、ノーマルラインと呼ばれている(図1参照)。ノーマルラインの基準となるノーマルガラスは光学ガラスメーカー毎によっても異なるが、各社ともほぼ同等の傾きと切片で定義している。(NSL7とPBM2は株式会社オハラ社製の光学ガラスであり、PBM2のアッベ数(d)は36.3、部分分散比(g, F)は0.5828、NSL7のアッベ数(d)は60.5、部分分散比(g, F)は0.5436である。)

【0006】

ここで、高分散を有するガラスとしては、例えば特許文献1~3に示されるような光学ガラスが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-179142号公報

【特許文献2】特開2005-247613号公報

【特許文献3】特開2007-254197号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、特許文献1~3で開示されたガラスは、部分分散比が小さくなく、前記二次スペクトルを補正するレンズとして使用するには十分でなかった。また、特許文献1~3で開示されたガラスは、可視光に対する透明性が高くなく、特に可視光を透過する用途に用いるには十分でなかった。すなわち、アッベ数(d)が小さく高分散であり、部分分散比(g, F)が小さく、且つ可視光に対する透明性が高い光学ガラスが求められている。

【0009】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、屈折率(n_d)が所望の範囲内にありながら、アッベ数(d)が小さく、部分分散比(g, F)がより小さく、且つ可視光に対する透明性が高められた光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者らは、上記課題を解決するために、鋭意試験研究を重ねた結果、希土類成分(Ln_2O_3 成分)及び Nb_2O_5 成分に加え、必要に応じて ZrO_2 成分を併用し、これらの含有量を所定の範囲内にすることによって、ガラスの高屈折率化が図られながらも、ガラスの部分分散比(g, F)がアッベ数(d)との間で所望の関係を有することを見出した。また、 B_2O_3 成分、希土類成分及び ZrO_2 成分の含有量を所定の範囲内にすることで、ガラスの安定性が高められながらも、ガラスの着色が低減されることを見出し、本発明を完成するに至った。

具体的には、本発明は以下のようなものを提供する。

【0011】

(1) 質量%で、 B_2O_3 成分を5.0%以上40.0%以下、 Ln_2O_3 成分(式中、 Ln はLa、Gd、Y、Ybからなる群より選択される1種以上)を質量和で15.0%以上60.0%以下、及び Nb_2O_5 成分を0%超50.0%以下含有し、部分分散比(g, F)がアッベ数(d)との間で、 $d > 31$ の範囲において($-0.00162 \times d + 0.63822$) (g, F) ($-0.00275 \times d + 0.68125$)の関係を満たし、 $d > 31$ の範囲において($-0.00162 \times d + 0.63822$) (g, F) ($-0.00162 \times d + 0.64622$)の関係を満たす光学ガラス。

10

20

30

40

50

【0012】

(2) 質量%で、 ZrO_2 成分を0%超15.0%以下含有する(1)記載の光学ガラス。

【0013】

(3) 質量%で

La_2O_3 成分 10.0~60.0%

Gd_2O_3 成分 0~30.0%

Y_2O_3 成分 0~20.0%

Yb_2O_3 成分 0~10.0%

Lu_2O_3 成分 0~10.0%

である(1)又は(2)記載の光学ガラス。

10

【0014】

(4) 質量比(La_2O_3 / Ln_2O_3)が0.5以上である(1)から(3)のいずれか記載の光学ガラス。

【0015】

(5) 質量和($Nb_2O_5 + ZrO_2 + La_2O_3$)が30.0%以上である(1)から(4)のいずれか記載の光学ガラス。

【0016】

(6) 質量%で、 TiO_2 成分の含有量が20.0%以下である(1)から(5)のいずれか記載の光学ガラス。

20

【0017】

(7) 質量比(TiO_2 / Nb_2O_5)が1.00以下である(1)から(6)のいずれか記載の光学ガラス。

【0018】

(8) 質量%で、 WO_3 成分の含有量が20.0%以下である(1)から(7)のいずれか記載の光学ガラス。

【0019】

(9) 質量和($TiO_2 + WO_3$)が20.0%以下である(1)から(8)のいずれか記載の光学ガラス。

【0020】

(10) 質量比($TiO_2 + WO_3$) / ($ZrO_2 + B_2O_3$)が1.00以下である(1)から(9)のいずれか記載の光学ガラス。

30

【0021】

(11) 質量比(WO_3 / Nb_2O_5)が0.50以下である(1)から(10)のいずれか記載の光学ガラス。

【0022】

(12) 質量%で

MgO成分 0~10.0%

CaO成分 0~10.0%

SrO成分 0~20.0%

BaO成分 0~20.0%

ZnO成分 0~30.0%

である(1)から(11)のいずれか記載の光学ガラス。

40

【0023】

(13) 質量比(ZnO / B_2O_3)が0.01以上である(1)から(12)のいずれか記載の光学ガラス。

【0024】

(14) RO成分(式中、RはMg、Ca、Sr、Ba、Znからなる群より選択される1種以上)の質量和が30.0%以下である(1)から(13)のいずれか記載の光学ガラス。

50

【0025】

(15) 質量%で、 SiO_2 成分の含有量が20.0%以下である(1)から(14)のいずれか記載の光学ガラス。

【0026】

(16) 質量%で
 Li_2O 成分 0~20.0%
 Na_2O 成分 0~15.0%
 K_2O 成分 0~10.0%
 である(1)から(15)のいずれか記載の光学ガラス。

【0027】

(17) Rn_2O 成分(式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される1種以上)の質量和が20.0%以下である(1)から(16)のいずれか記載の光学ガラス。

10

【0028】

(18) 質量%で
 P_2O_5 成分 0~20.0%
 GeO_2 成分 0~10.0%
 Ta_2O_5 成分 0~15.0%
 Bi_2O_3 成分 0~15.0%
 TeO_2 成分 0~20.0%
 Al_2O_3 成分 0~20.0%
 Ga_2O_3 成分 0~20.0%
 SnO 成分 0~3.0%
 Sb_2O_3 成分 0~3.0%
 である(1)から(17)のいずれか記載の光学ガラス。

20

【0029】

(19) 1.80以上2.00以下の屈折率(n_d)を有し、20以上40以下のアッペ数(d)を有する(1)から(18)のいずれか記載の光学ガラス。

【0030】

(20) 分光透過率が70%を示す波長(λ_0)が500nm以下である(1)から(19)のいずれか記載の光学ガラス。

30

【0031】

(21) (1)から(20)のいずれか記載の光学ガラスからなる研磨加工用及び/又は精密プレス成形用のプリフォーム。

【0032】

(22) (1)から(20)のいずれか記載の光学ガラスを研削及び/又は研磨してなる光学素子。

【0033】

(23) (1)から(20)のいずれか記載の光学ガラスを精密プレス成形してなる光学素子。

40

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、屈折率(n_d)が所望の範囲内にありながら、アッペ数(d)が小さく、部分分散比(g, F)が小さく、且つ可視光に対する透明性が高められた光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】部分分散比(g, F)が縦軸でアッペ数(d)が横軸の直交座標に表されるノーマルラインを示す図である。

【図2】本願の実施例のガラスについての部分分散比(g, F)とアッペ数(d)の

50

関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

本発明の光学ガラスは、質量%で、 B_2O_3 成分を5.0%以上40.0%以下、 Ln_2O_3 成分(式中、 Ln はLa、Gd、Y、Ybからなる群より選択される1種以上)を質量和で15.0%以上60.0%以下、及び Nb_2O_5 成分を0%超50.0%以下含有し、部分分散比(g, F)がアッペ数(d)との間で、 $d > 31$ の範囲において

$$(-0.00162 \times d + 0.63822) < (g, F) < (-0.00275 \times d + 0.68125)$$

の関係を満たし、 $d > 31$ の範囲において

$$(-0.00162 \times d + 0.63822) < (g, F) < (-0.00162 \times d + 0.64622)$$

10
の関係を満たす。 La_2O_3 成分等の希土類成分及び Nb_2O_5 成分に、必要に応じて ZrO_2 成分を併用し、これらの含有量を所定の範囲内にすることによって、ガラスの高屈折率化が図られる。それとともに、 Nb_2O_5 成分を用い、その含有量を所定の範囲内にすることによって、ガラスの高分散化(低アッペ数化)が図られる。それとともに、 La_2O_3 成分等の希土類成分及び Nb_2O_5 成分に、必要に応じて ZrO_2 成分を併用し、これらの含有量を所定の範囲内にすることによって、ガラスの部分分散比(g, F)がアッペ数(d)との間で所望の関係を有する。それとともに、 B_2O_3 成分及び La_2O_3 成分を併用し、これらの含有量を所定の範囲内にすることによって、ガラスの安定性が高められながらも、ガラスの着色が低減される。このため、屈折率(n_d)が所望の範囲内にありながら、アッペ数(d)が小さく、部分分散比(g, F)が小さく、且つ

20
可視光に対する透明性が高い光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を得ることができる。

【0037】

以下、本発明の光学ガラスの実施形態について詳細に説明するが、本発明は、以下の実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の目的の範囲内において、適宜変更を加えて実施できる。なお、説明が重複する箇所については、適宜説明を省略する場合があるが、発明の趣旨を限定するものではない。

【0038】

[ガラス成分]

本発明の光学ガラスを構成する各成分の組成範囲を以下に述べる。本明細書中で特に断りがない場合、各成分の含有量は、全て酸化物換算組成のガラス全質量に対する質量%で表示されるものとする。ここで、「酸化物換算組成」とは、本発明のガラス構成成分の原料として使用される酸化物、複合塩、金属弗化物等が熔融時に全て分解され酸化物へ変化すると仮定した場合に、当該生成酸化物の総質量を100質量%として、ガラス中に含有される各成分を表記した組成である。

30

【0039】

<必須成分、任意成分について>

B_2O_3 成分は、ガラス形成酸化物として欠かすことの出来ない必須成分である。

特に、 B_2O_3 成分を5.0%以上含有することで、ガラスの耐失透性を高め、且つ分散を小さくできる。また、これによりガラスの比重を小さくでき、且つ再加熱による失透及び着色を低減できる。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは5.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは13.0%、さらに好ましくは14.0%、さらに好ましくは17.0%を下限とする。

40

一方、 B_2O_3 成分の含有量を55.0%以下にすることで、より大きな屈折率を得易くし、且つ部分分散比を低くできる。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは40.0%、より好ましくは35.0%、さらに好ましくは30.0%、さらに好ましくは25.0%を上限とする。

B_2O_3 成分は、原料として H_3BO_3 、 $Na_2B_4O_7$ 、 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 、 BPO_4 等を用いることができる。

【0040】

Ln_2O_3 成分(式中、 Ln は La 、 Gd 、 Y 、 Yb からなる群より選択される1種以上)の含有量の和(質量和)は、15.0%以上60.0%以下にする。

特に、この和を15.0%以上にする事で、ガラスの屈折率が高められながらも、アッペ数や部分分散比が低くなる。そのため、所望の高い屈折率を有し、且つ、部分分散比とアッペ数との間で所望の関係を有するガラスを得易くできる。従って、 Ln_2O_3 成分の質量和は、好ましくは15.0%、より好ましくは18.0%、さらに好ましくは21.0%、さらに好ましくは26.0%、さらに好ましくは29.0%を下限とする。

一方で、この和を60.0%以下にする事で、ガラスの液相温度が低くなるため、ガラスの耐失透性を高められる。従って、 Ln_2O_3 成分の質量和は、好ましくは60.0%を上限とし、より好ましくは52.0%未満、さらに好ましくは45.0%未満、さらに好ましくは40.0%未満とする。

10

【0041】

Nb_2O_5 成分は、0%超含有することで、ガラスの屈折率を高め、アッペ数を低くし、ガラスの比重を小さくし、且つ部分分散比を低くできる必須成分である。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは1.0%超、さらに好ましくは5.0%超、さらに好ましくは8.0%超、さらに好ましくは11.0%超、さらに好ましくは15.0%超、さらに好ましくは17.0%超とする。

一方で、 Nb_2O_5 成分の含有量を50.0%以下にする事で、 Nb_2O_5 成分の過剰な含有によるガラスの耐失透性の悪化を抑え、且つ、ガラスの可視光に対する透過率の低下を抑えることができる。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは50.0%、より好ましくは45.0%、さらに好ましくは40.0%、さらに好ましくは37.0%を上限とする。

20

Nb_2O_5 成分は、原料として Nb_2O_5 等を用いることができる。

【0042】

ZrO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの耐失透性を高めつつ、屈折率を高め、且つ部分分散比を低くできる任意成分である。また、これによりガラスの再加熱による失透や着色を低減できる。従って、 ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.5%超、さらに好ましくは2.1%、さらに好ましくは3.7%を下限としてもよい。

一方で、 ZrO_2 成分の含有量を15.0%以下にする事で、逆に耐失透性が悪化する。従って、 ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは12.0%、さらに好ましくは9.0%を上限とする。

30

ZrO_2 成分は、原料として ZrO_2 、 ZrF_4 等を用いることができる。

【0043】

La_2O_3 成分は、10.0%以上含有することで、ガラスの高屈折率及び高分散を図りながらも、比重を小さくし、且つ部分分散比を小さくできる成分である。従って、 La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは13.0%、さらに好ましくは16.0%、さらに好ましくは18.0%、さらに好ましくは20.0%、さらに好ましくは23.0%、さらに好ましくは26.0%、さらに好ましくは29.0%を下限とする。

40

特に、 La_2O_3 成分の含有量を60.0%以下にする事で、ガラスの安定性を高めて失透を低減し、且つアッペ数の上昇を抑えることができる。また、これにより再加熱による失透及び着色を低減できる。従って、 La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは60.0%、より好ましくは50.0%、さらに好ましくは40.0%を上限とする。

La_2O_3 成分は、原料として La_2O_3 、 $La(NO_3)_3 \cdot XH_2O$ (X は任意の整数)等を用いることができる。

【0044】

Y_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Yb_2O_3 成分及び Lu_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められる任意成分である。

一方で、 Y_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Yb_2O_3 成分及び Lu_2O_3 成分の各々の

50

含有量を低減することで、ガラスの耐失透性を高めることができ、且つガラスのアップ数を高まり難くできる。特に、 Gd_2O_3 成分、 Yb_2O_3 成分及び Lu_2O_3 成分の各々の含有量を低減することで、ガラスの材料コストを低減できる。

このうち、 Y_2O_3 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

また、 Gd_2O_3 成分の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは20.0%を上限とし、さらに好ましくは14.0%未満、さらに好ましくは10.0%未満とする。

また、 Yb_2O_3 成分及び Lu_2O_3 成分の含有量は、それぞれ好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは1.0%を上限とし、さらに好ましくは0.5%未満とする。

Y_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Yb_2O_3 成分及び Lu_2O_3 成分は、原料として Gd_2O_3 、 GdF_3 、 Y_2O_3 、 YF_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 等を用いることができる。

【0045】

Ln_2O_3 成分の合計含有量に対する La_2O_3 成分の含有量の比率(質量比)は、0.5以上が好ましい。これにより、希土類元素の中でも部分分散比を小さくする作用の強い La_2O_3 成分の含有量が相対的に増加するため、所望の高い耐失透性を得ながらも、部分分散比を小さくできる。従って、質量比 La_2O_3 / Ln_2O_3 は、好ましくは0.5、より好ましくは0.8、さらに好ましくは0.93を下限とする。なお、この比率の上限は特に限定されず、1.0であってもよい。

【0046】

Nb_2O_5 成分、 ZrO_2 成分及び La_2O_3 成分の含有量の和(質量和)は、30.0%以上が好ましい。これにより、ガラスの部分分散比を下げる成分が増加するため、より部分分散比の低い光学ガラスを得ることができる。従って、質量和($Nb_2O_5 + ZrO_2 + La_2O_3$)は、好ましくは30.0%、より好ましくは40.0%、さらに好ましくは47.0%、さらに好ましくは53.0%、さらに好ましくは57.0%を下限とする。

一方で、これら成分の質量和は、安定なガラスが得られる限り限定されないが、例えば85.0%以下にすることで、ガラスの溶解性や耐失透性を高めることができる。従って、質量和($Nb_2O_5 + ZrO_2 + La_2O_3$)は、好ましくは85.0%、より好ましくは80.0%、さらに好ましくは75.0%を上限とする。

【0047】

TiO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高めつつ、アップ数を低くし、耐失透性を改善できる任意成分である。

一方で、 TiO_2 成分の含有量を20.0%以下にすることで、ガラスの着色を低減でき、可視短波長(500nm以下)の光に対するガラスの内部透過率を高めることができる。また、これにより部分分散比の上昇を抑えることができる。従って、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%、さらに好ましくは4.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

TiO_2 成分は、原料として TiO_2 等を用いることができる。

【0048】

Nb_2O_5 成分の含有量に対する TiO_2 成分の含有量の比率(質量比)は、1.00以下が好ましい。これにより、屈折率を高めてアップ数を低くする作用の強い成分の中でも、部分分散比を高める TiO_2 成分の含有量が、部分分散比を下げる Nb_2O_5 成分の含有量に相対して減少するため、所望の高い屈折率を実現しながらも、より低い部分分散比を有する光学ガラスを得易くできる。また、これによりガラスを着色する TiO_2 成分の含有量が減少するため、可視光を透過させる用途に好ましく用いられる光学ガラスを得ることができる。従って、質量比(TiO_2 / Nb_2O_5)は、好ましくは1.00、よ

10

20

30

40

50

り好ましくは0.50、さらに好ましくは0.30、さらに好ましくは0.15を上限とする。一方で、この質量比の下限は特に限定されず、0であってもよい。

【0049】

WO₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高めてアッペ数を低くでき、且つガラスの耐失透性を高められる任意成分である。従って、WO₃成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.3%、さらに好ましくは0.5%を下限としてもよい。

一方で、WO₃成分の含有量を20.0%以下にすることで、ガラスの部分分散比の上昇を抑え、且つガラスの可視光に対する透過率を低下し難くできる。また、これにより再加熱による失透及び着色を低減できる。従って、WO₃成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%を上限とする。

WO₃成分は、原料としてWO₃等を用いることができる。

【0050】

TiO₂成分及びWO₃成分の質量和は、20.0%以下が好ましい。これにより、ガラスの部分分散比の上昇を抑え、且つガラスの可視光に対する透過率を低下し難くできる。従って、質量和(TiO₂+WO₃)は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは9.8%を上限とする。

【0051】

ZrO₂成分及びB₂O₃成分の含有量の和に対する、TiO₂成分及びWO₃成分の含有量の和の比率は、1.00以下が好ましい。これにより、より可視光に対する透過率の高い光学ガラスを得易くできる。従って、質量比(TiO₂+WO₃)/(ZrO₂+B₂O₃)は、好ましくは1.00、より好ましくは0.65、さらに好ましくは0.40を上限とする。

【0052】

Nb₂O₅の含有量に対するWO₃の含有量の比率(質量比)は、0.50以下が好ましい。これにより、Nb₂O₅の含有量が増加することで安定なガラスを得られながらも、部分分散比を高め且つガラスを着色するWO₃の含有量が低減されるため、より部分分散比が小さく着色の少ない光学ガラスを得られる。従って、質量比(WO₃/Nb₂O₅)は、好ましくは0.50、より好ましくは0.45、さらに好ましくは0.40を上限とする。

【0053】

MgO成分、CaO成分、SrO成分及びBaO成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率や熔融性、失透性を調整できる任意成分である。

特に、MgO成分やCaO成分の含有量を各々10.0%以下にすること、若しくは、SrO成分やBaO成分の含有量を各々20.0%以下にすることで、これらの成分による屈折率の低下や失透を低減でき、且つ、部分分散比の上昇を抑えることができる。

従って、MgO成分及びCaO成分の各々の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

また、SrO成分及びBaO成分の各々の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは6.0%を上限とする。

これらの成分は、原料としてMgCO₃、MgF₂、CaCO₃、CaF₂、Sr(NO₃)₂、SrF₂、BaCO₃、Ba(NO₃)₂、BaF₂等を用いることができる。

【0054】

ZnO成分は、0%超含有する場合に、ガラス転移点を下げ、ガラス原料の熔解温度を下げられる任意成分である。従って、ZnO成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは1.0%、さらに好ましくは3.0%、さらに好ましくは3.5%、さらに好ましくは4.5%、さらに好ましくは5.6%を下限としてもよい。

一方で、ZnO成分の含有量を30.0%以下にすることで、ガラスの失透を低減でき、ガラスの比重を小さくし、且つ、部分分散比の上昇を抑えることができる。従って、Z

10

20

30

40

50

nO成分の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは20.0%、さらに好ましくは15.0%、さらに好ましくは14.0%を上限とする。

ZnO成分は、原料としてZnO、ZnF₂等を用いることができる。

【0055】

ZnO成分の含有量に対するB₂O₃成分の含有量の比率(質量比)は、0.01以上が好ましい。これにより、ガラスの部分分散比をより低くできる。従って、質量比(ZnO/B₂O₃)は、好ましくは0.01、より好ましくは0.10、さらに好ましくは0.18を下限とする。

一方で、質量比(ZnO/B₂O₃)の上限は、ZnO成分及びB₂O₃成分の含有量の範囲から求められる値であってもよいが、例えば1.00、具体的には0.80、より具体的には0.70を上限としてもよい。

10

【0056】

RO成分(式中、RはMg、Ca、Sr、Ba、Znからなる群より選択される1種以上)の含有量の合計(質量和)は、30.0%以下が好ましい。これにより、RO成分の過剰な含有による、ガラスの屈折率の低下や耐失透性の低下、部分分散比の上昇を抑えられる。従って、RO成分の質量和は、好ましくは30.0%、より好ましくは20.0%、さらに好ましくは14.0%を上限とする。

【0057】

SiO₂成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスの粘度を高め、安定なガラス形成を促し、失透(結晶物の発生)を低減できる任意成分である。

20

一方で、SiO₂成分の含有量を20.0%以下にすることで、ガラスの部分分散比を低くし、ガラス転移点の上昇を抑え、ガラスの比重を小さくし、且つ本発明が目的とする高屈折率を得易くできる。従って、SiO₂成分の含有量は、好ましくは20.0%とし、より好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは6.0%未満、さらに好ましくは4.0%未満、さらに好ましくは2.0%未満、さらに好ましくは0.5%未満とする。

SiO₂成分は、原料としてSiO₂、K₂SiF₆、Na₂SiF₆等を用いることができる。

【0058】

B₂O₃成分の含有量に対するSiO₂成分の含有量の比率は、1.00未満が好ましい。これにより、ガラスの比重を大きくするSiO₂成分の含有量に相対して、比重を小さくするB₂O₃成分の含有量が増加するため、高い耐失透性を有しながらも、より比重の小さい光学ガラスを得られる。従って、質量比(SiO₂/B₂O₃)は、好ましくは1.00未満、より好ましくは0.50未満、さらに好ましくは0.30未満とする。

30

【0059】

Li₂O成分、Na₂O成分及びK₂O成分は、0%超含有する場合に、ガラスの熔融性を改善し、且つガラス転移点を低くできる任意成分である。このうち、Li₂O成分は、ガラスの部分分散比を低くする成分でもある。また、Na₂O成分及びK₂O成分は、ガラスの耐失透性を高められる成分でもある。

一方で、Li₂O成分、Na₂O成分及びK₂O成分の各々の含有量を低減することで、ガラスの屈折率を低下し難くし、且つ、耐失透性を高められる。

40

従って、Li₂O成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

また、Na₂O成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

また、K₂O成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

Li₂O成分、Na₂O成分及びK₂O成分は、原料としてLi₂CO₃、LiNO₃、LiF、Na₂CO₃、NaNO₃、NaF、Na₂SiF₆、K₂CO₃、KNO₃、KF、KHF₂、K₂SiF₆等を用いることができる。

【0060】

50

Rn_2O 成分(式中、 Rn は Li 、 Na 、 K 、 Cs からなる群より選択される1種以上)の合計量は、20.0%以下が好ましい。これにより、ガラスの屈折率を低下し難くし、ガラス形成時の失透を低減できる。また、これにより再加熱による失透及び着色を低減できる。従って、 Rn_2O 成分の含有量の質量和は、好ましくは20.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

【0061】

P_2O_5 成分は、0%超含有する場合に、耐失透性を高められる任意成分である。

一方で、 P_2O_5 成分の含有量を20.0%以下にすることで、ガラスの化学的耐久性、特に耐水性の低下を抑えることができる。従って、 P_2O_5 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

10

P_2O_5 成分は、原料として $Al(PO_3)_3$ 、 $Ca(PO_3)_2$ 、 $Ba(PO_3)_2$ 、 BPO_4 、 H_3PO_4 等を用いることができる。

【0062】

GeO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つ耐失透性を高められる任意成分である。

特に、 GeO_2 成分の含有量を10.0%以下にすることで、高価な GeO_2 成分の使用量が低減されるため、ガラスの材料コストを低減できる。従って、 GeO_2 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%を上限とし、さらに好ましくは3.0%未満とし、さらに好ましくは1.5%を上限とする。

GeO_2 成分は、原料として GeO_2 等を用いることができる。

20

【0063】

Ta_2O_5 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高めつつ部分分散比を下げ、且つガラスの耐失透性を高められる任意成分である。

一方で、 Ta_2O_5 成分の含有量を15.0%以下にすることで、希少鉱物資源である Ta_2O_5 成分の使用量が減るとともに、ガラスがより低温で溶解し易くなるため、ガラスの材料コストや生産コストを低減できる。また、比重のより小さい光学ガラスを得易くできる。従って、 Ta_2O_5 成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%、さらに好ましくは1.0%を上限とする。特に、ガラスの材料コストをより低減できる観点では、 Ta_2O_5 成分を含有しないことが最も好ましい。

30

Ta_2O_5 成分は、原料として Ta_2O_5 等を用いることができる。

【0064】

Bi_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高めてアッペ数を低くし、且つガラス転移点を低くできる任意成分である。

一方で、 Bi_2O_3 成分の含有量を15.0%以下にすることで、ガラスの着色や部分分散比の上昇を抑え、且つ耐失透性の低下を抑えることができる。従って、 Bi_2O_3 成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

Bi_2O_3 成分は、原料として Bi_2O_3 等を用いることができる。

【0065】

TeO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を上げて部分分散比を低くし、且つガラス転移点を低くする任意成分である。

一方で、 TeO_2 成分の含有量を20.0%以下にすることで、ガラスの着色を低減し、ガラスの可視光に対する透過率を高めることができる。また、これによりガラスの材料コストを低減できる。従って、 TeO_2 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

40

TeO_2 成分は、原料として TeO_2 等を用いることができる。

【0066】

Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの化学的耐久性

50

を高め、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

一方で、 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分の各々の含有量を20.0%以下にすることで、これらの過剰な含有によるガラスの耐失透性の低下を抑えられる。従って、 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分の各々の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分は、原料として Al_2O_3 、 $Al(OH)_3$ 、 AlF_3 、 Ga_2O_3 、 $Ga(OH)_3$ 等を用いることができる。

【0067】

SnO_2 成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスの酸化を低減して清澄し、且つガラスの可視光透過率を高められる任意成分である。

10

一方で、 SnO_2 成分の含有量を3.0%以下にすることで、熔融ガラスの還元によるガラスの着色や、ガラスの失透を低減できる。また、 SnO_2 成分と熔解設備（特にPt等の貴金属）の合金化が低減されるため、熔解設備の長寿命化を図れる。従って、 SnO_2 成分の含有量は、好ましくは3.0%、より好ましくは2.0%、さらに好ましくは1.0%を上限とする。

SnO_2 成分は、原料として SnO 、 SnO_2 、 SnF_2 、 SnF_4 等を用いることができる。

【0068】

Sb_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスを脱泡できる任意成分である。

一方で、 Sb_2O_3 量が多すぎると、可視光領域の短波長領域における透過率が悪くなる。従って、 Sb_2O_3 成分の含有量は、好ましくは3.0%、より好ましくは2.0%、さらに好ましくは1.0%を上限とする。

20

Sb_2O_3 成分は、原料として Sb_2O_3 、 Sb_2O_5 、 $Na_2H_2Sb_2O_7 \cdot 5H_2O$ 等を用いることができる。

【0069】

なお、ガラスを清澄し脱泡する成分は、上記の Sb_2O_3 成分に限定されるものではなく、ガラス製造の分野における公知の清澄剤、脱泡剤或いはそれらの組み合わせを用いることができる。

【0070】

<含有すべきでない成分について>

30

次に、本発明の光学ガラスに含有すべきでない成分、及び含有することが好ましくない成分について説明する。

【0071】

他の成分を本願発明のガラスの特性を損なわない範囲で必要に応じ、添加できる。ただし、Ti、Zr、Nb、W、La、Gd、Y、Yb、Luを除く、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag及びMo等の各遷移金属成分は、それぞれを単独又は複合して少量含有した場合でもガラスが着色し、可視域の特定の波長に吸収を生じる性質があるため、特に可視領域の波長を使用する光学ガラスにおいては、実質的に含まないことが好ましい。

【0072】

40

また、PbO等の鉛化合物及び As_2O_3 等の砒素化合物は、環境負荷が高い成分であるため、実質的に含有しないこと、すなわち、不可避な混入を除いて一切含有しないことが望ましい。

【0073】

さらに、Th、Cd、Tl、Os、Be、及びSeの各成分は、近年有害な化学物資として使用を控える傾向にあり、ガラスの製造工程のみならず、加工工程、及び製品化後の処分に至るまで環境対策上の措置が必要とされる。従って、環境上の影響を重視する場合には、これらを実質的に含有しないことが好ましい。

【0074】

本発明のガラス組成物は、その組成が酸化物換算組成のガラス全質量に対する質量%で

50

表されているため直接的にモル%の記載に表せるものではないが、本発明において要求される諸特性を満たすガラス組成物中に存在する各成分のモル%表示による組成は、酸化物換算組成で概ね以下の値をとる。

B₂O₃成分 10.0～70.0モル%及び
Nb₂O₅成分 0モル%超～40.0モル%
La₂O₃成分 5.0～30.0モル%

並びに

ZrO₂成分 0～20.0モル%
Gd₂O₃成分 0～15.0モル%
Y₂O₃成分 0～15.0モル%
Yb₂O₃成分 0～5.0モル%
Lu₂O₃成分 0～5.0モル%
TiO₂成分 0～35.0モル%
WO₃成分 0～15.0モル%
MgO成分 0～30.0モル%
CaO成分 0～20.0モル%
SrO成分 0～30.0モル%
BaO成分 0～30.0モル%
ZnO成分 0～60.0モル%
SiO₂成分 0～50.0モル%
Li₂O成分 0～50.0モル%
Na₂O成分 0～35.0モル%
K₂O成分 0～20.0モル%
P₂O₅成分 0～30.0モル%
GeO₂成分 0～20.0モル%
Ta₂O₅成分 0～5.0モル%
Bi₂O₃成分 0～5.0モル%
TeO₂成分 0～20.0モル%
Al₂O₃成分 0～40.0モル%
Ga₂O₃成分 0～10.0モル%
SnO₂成分 0～1.0モル%
Sb₂O₃成分 0～2.0モル%

【0075】

[製造方法]

本発明の光学ガラスは、例えば以下のように作製される。すなわち、上記原料を各成分が所定の含有量の範囲内になるように均一に混合し、作製した混合物を白金坩堝、石英坩堝又はアルミナ坩堝に投入して粗溶融した後、金坩堝、白金坩堝、白金合金坩堝又はイリジウム坩堝に入れて1100～1500の温度範囲で2～5時間熔融し、攪拌均質化して泡切れ等を行った後、1000～1300の温度に下げた後から仕上げ攪拌を行って脈理を除去し、金型に鋳込んで徐冷することにより作製される。

【0076】

<物性>

本発明の光学ガラスは、所定の屈折率及び分散(アッペ数)を有することが好ましい。より具体的には、本発明の光学ガラスの屈折率(n_d)は、好ましくは1.80、より好ましくは1.83、さらに好ましくは1.85、さらに好ましくは1.88を下限とする。一方、本発明の光学ガラスの屈折率(n_d)の上限は、好ましくは2.00、より好ましくは1.98、さらに好ましくは1.96であってもよい。また、本発明の光学ガラスのアッペ数(ν_d)は、好ましくは40、より好ましくは38、さらに好ましくは34を上限とする。一方、本発明の光学ガラスのアッペ数(ν_d)の下限は、好ましくは20、より好ましくは23、さらに好ましくは26であってもよい。これらにより、光学設計の

10

20

30

40

50

自由度が広がり、さらに素子の薄型化を図っても大きな光の屈折量を得ることができる。

【0077】

また、本発明の光学ガラスは、低い部分分散比 (g, F) を有する。より具体的には、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、アッペ数 (d) との間で、 d 31 の範囲において ($-0.00162 \times d + 0.63822$) (g, F) ($-0.00275 \times d + 0.68125$) の関係を満たし、且つ、 $d > 31$ の範囲において ($-0.00162 \times d + 0.63822$) (g, F) ($-0.00162 \times d + 0.64622$) の関係を満たす。これにより、ノーマルラインに近付けられた部分分散比 (g, F) を有する光学ガラスが得られるため、この光学ガラスから形成される光学素子の色収差を低減できる。ここで、 d 31 における光学ガラスの部分分散比 (g, F) の下限は、好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.63822$)、より好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.63922$)、さらに好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.64022$) である。一方で、 d 31 における光学ガラスの部分分散比 (g, F) の上限は、好ましくは ($-0.00275 \times d + 0.68125$)、より好ましくは ($-0.00275 \times d + 0.68025$)、さらに好ましくは ($-0.00275 \times d + 0.67925$) である。また、 $d > 31$ における光学ガラスの部分分散比 (g, F) の下限は、好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.63822$)、より好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.63922$)、さらに好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.64022$) である。一方で、 $d > 31$ における光学ガラスの部分分散比 (g, F) の上限は、好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.64622$)、より好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.64522$)、さらに好ましくは ($-0.00162 \times d + 0.64422$) である。なお、特にアッペ数 (d) が小さい領域では、一般的なガラスの部分分散比 (g, F) はノーマルラインよりも高い値にあり、一般的なガラスの部分分散比 (g, F) とアッペ数 (d) の関係は曲線で表される。しかしながら、この曲線の近似が困難であるため、本発明では、一般的なガラスよりも部分分散比 (g, F) が低いことを、 $d = 31$ を境に異なった傾きを有する直線を用いて表した。

【0078】

また、本発明の光学ガラスは、着色が少ないことが好ましい。特に、本発明の光学ガラスは、ガラスの透過率で表すと、厚み 10 mm のサンプルで分光透過率 70% を示す波長 (λ_0) が 500 nm 以下であり、より好ましくは 470 nm 以下であり、さらに好ましくは 450 nm 以下であり、さらに好ましくは 430 nm 以下である。また、本発明の光学ガラスは、厚み 10 mm のサンプルで分光透過率 5% を示す波長 (λ_5) が 420 nm 以下であり、より好ましくは 400 nm 以下であり、さらに好ましくは 380 nm 以下である。これにより、ガラスの吸収端が紫外領域の近傍に位置するようになり、可視域におけるガラスの透明性が高められるため、この光学ガラスをレンズ等の光学素子の材料として好ましく用いることができる。

【0079】

また、本発明の光学ガラスは、比重が小さいことが好ましい。より具体的には、本発明の光学ガラスの比重は 5.00 [g/cm^3] 以下であることが好ましい。これにより、光学素子やそれを用いた光学機器の質量が低減されるため、光学機器の軽量化に寄与できる。従って、本発明の光学ガラスの比重は、好ましくは 5.00 、より好ましくは 4.90 、好ましくは 4.80 を上限とする。なお、本発明の光学ガラスの比重は、概ね 3.00 以上、より詳細には 3.50 以上、さらに詳細には 4.00 以上であることが多い。なお、本発明の光学ガラスの比重は、日本光学硝子工業会規格 JOGIS05-1975「光学ガラスの比重の測定方法」に基づいて測定することができる。

【0080】

また、本発明の光学ガラスは、プレス成形性が良好であることが好ましい。すなわち、本発明の光学ガラスは、再加熱試験 (イ) 後の試験片の波長 587.56 nm の光線 (d 線) の透過率を、再加熱試験前の試験片の d 線の透過率で除した値が、 0.95 以上であ

10

20

30

40

50

ることが好ましい。また、再加熱試験（イ）前の試験片の透過率が70%となる波長である λ_0 と、再加熱試験後の試験片の λ_0 との差が20nm以下であることが好ましい。これにより、リヒートプレス加工を想定した再加熱試験によっても失透及び着色が起こり難くなることで、ガラスの光線透過率が失われ難くなるため、ガラスに対してリヒートプレス加工に代表される再加熱処理を行い易くできる。すなわち、複雑な形状の光学素子をプレス成形で作製できるため、製造コストが安く、且つ生産性の良い光学素子製造を実現できる。

【0081】

ここで、再加熱試験（イ）後の試験片の波長587.56nmの光線（d線）の透過率を、再加熱試験（イ）前の試験片のd線の透過率で除した値は、好ましくは0.95、より好ましくは0.96、さらに好ましくは0.97を下限とする。また、再加熱試験（イ）前の試験片の λ_0 と再加熱試験（イ）後の試験片の λ_0 との差は、好ましくは20nm、より好ましくは18nm、さらに好ましくは16nmを上限とする。

10

【0082】

なお、再加熱試験（イ）は、試験片15mm×15mm×30mmを再加熱し、室温から150分で各試料の転移温度（Tg）より80℃高い温度まで昇温し、前記光学ガラスのガラス転移温度（Tg）よりも80℃高い温度で30分間保温し、その後常温まで自然冷却し、試験片の対向する2面を厚み10mmに研磨した後に目視観察することにより行うことができる。

20

【0083】

[プリフォーム及び光学素子]

作製された光学ガラスから、例えばリヒートプレス成形や精密プレス成形等のモールドプレス成形の手段を用いて、ガラス成形体を作製できる。すなわち、光学ガラスからモールドプレス成形用のプリフォームを作製し、このプリフォームに対してリヒートプレス成形を行った後で研磨加工を行ってガラス成形体を作製したり、例えば研磨加工を行って作製したプリフォームに対して精密プレス成形を行ってガラス成形体を作製したりできる。なお、ガラス成形体を作製する手段は、これらの手段に限定されない。

【0084】

このようにして作製されるガラス成形体は、様々な光学素子に有用であるが、その中でも特に、レンズやプリズム等の光学素子の用途に用いることが好ましい。これにより、光学素子が設けられる光学系の透過光における、色収差による色のにじみが低減される。そのため、この光学素子をカメラに用いた場合は撮影対象物をより正確に表現でき、この光学素子をプロジェクタに用いた場合は所望の映像をより高精彩に投影できる。

30

【実施例】

【0085】

本発明の実施例（No. 1～No. 62）及び比較例（No. A～No. E）の組成、並びに、屈折率（ n_d ）、アッベ数（ ν_d ）、部分分散比（ g, F ）、分光透過率が5%及び70%を示す波長（ λ_5 、 λ_{70} ）を表1～表9に示す。なお、以下の実施例はあくまで例示の目的であり、これらの実施例のみ限定されるものではない。

【0086】

本発明の実施例及び比較例のガラスは、いずれも各成分の原料として各々相当する酸化物、水酸化物、炭酸塩、硝酸塩、弗化物、水酸化物、メタ燐酸化合物等の通常の光学ガラスに使用される高純度の原料を選定し、表に示した各実施例及び比較例の組成の割合になるように秤量して均一に混合した後、白金坩堝に投入し、ガラス組成の熔融難易度に応じて電気炉で1100～1400℃の温度範囲で3～5時間溶解し、攪拌均質化して泡切れ等を行った後、1000～1300℃に温度を下げて攪拌均質化してから金型に鋳込み、徐冷してガラスを作製した。

40

【0087】

実施例及び比較例のガラスの屈折率（ n_d ）、アッベ数（ ν_d ）及び部分分散比（ g, F ）は、日本光学硝子工業会規格JOGIS01-2003に基づいて測定した。そし

50

て、求められたアッペ数 (n_d) 及び部分分散比 ($\theta_{g,F}$) の値について、関係式 ($\theta_{g,F} = -a \times n_d + b$) における、傾き a が 0.00162 及び 0.00275 のときの切片 b を求めた。なお、本測定に用いたガラスは、徐冷降温速度を -25 / hr とし、徐冷炉にて処理を行ったものを用いた。

【0088】

実施例及び比較例のガラスの透過率は、日本光学硝子工業会規格 J O G I S 0 2 に準じて測定した。なお、本発明においては、ガラスの透過率を測定することで、ガラスの着色の有無と程度を求めた。具体的には、厚さ 10 ± 0.1 mm の対面平行研磨品を J I S Z 8 7 2 2 に準じ、 $200 \sim 800$ nm の分光透過率を測定し、 λ_5 (透過率 5% 時の波長) 及び λ_{70} (透過率 70% 時の波長) を求めた。

【0089】

【表 1】

	実施例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
B ₂ O ₃	20.441	20.115	19.921	19.825	19.712	20.559	19.726	19.942
Nb ₂ O ₅	25.412	23.207	22.997	26.392	22.756	27.397	29.790	30.066
ZrO ₂	7.578	5.792	6.556	6.530	5.681	6.775	5.679	7.394
La ₂ O ₃	35.351	36.133	34.673	34.530	35.387	33.580	35.438	33.659
Y ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂	1.095	1.071	1.063				0.527	
WO ₃	1.762	5.449	7.722	4.613	8.393	1.599	0.766	0.788
CaO								
SrO								
BaO								
ZnO	8.333	8.203	7.040	8.079	8.041	10.062	8.046	8.122
SiO ₂								
Li ₂ O								
Ta ₂ O ₅								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.028	0.031	0.027	0.031	0.029	0.028	0.029	0.029
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	35.351	36.133	34.673	34.530	35.387	33.580	35.438	33.659
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	68.341	65.132	64.226	67.452	63.825	67.751	70.907	71.119
Ti/Nb	0.043	0.046	0.046	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000
Ti+W	2.857	6.520	8.785	4.613	8.393	1.599	1.293	0.788
(Ti+W)/(Zr+B)	0.102	0.252	0.332	0.175	0.331	0.059	0.051	0.029
W/Nb	0.069	0.235	0.336	0.175	0.369	0.058	0.026	0.026
Zn/B	0.408	0.408	0.353	0.408	0.408	0.489	0.408	0.407
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	8.333	8.203	7.040	8.079	8.041	10.062	8.046	8.122
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n_d	1.9258	1.9197	1.9229	1.9263	1.9165	1.9200	1.9371	1.9336
ν_d	31.2	31.3	30.8	30.9	31.5	31.3	30.3	30.4
$\theta_{g,F}$	0.59179	0.59210	0.59375	0.59243	0.59104	0.59093	0.59431	0.59360
切片 $b(a=-0.00162)$	0.64229	0.64280	0.64361	0.64251	0.64212	0.64160	0.64335	0.64278
切片 $b(a=-0.00275)$	0.67751	0.67817	0.67840	0.67743	0.67775	0.67695	0.67755	0.67709
λ_{70} [nm]	408	411	417	413	404	407	414	417
λ_5 [nm]	357	360	363	358	358	353	356	355

【0090】

10

20

30

40

【表 2】

	実施例							
	9	10	11	12	13	14	15	16
B ₂ O ₃	20.683	20.189	20.030	20.450	20.992	22.511	20.813	21.061
Nb ₂ O ₅	28.690	28.653	26.635	23.607	24.243	24.298	23.476	23.845
ZrO ₂	7.494	7.491	7.431	5.891	6.050	6.064	5.866	6.075
La ₂ O ₃	34.087	34.076	33.819	34.473	35.386	35.485	36.496	35.515
Y ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂					1.398	1.407	1.087	1.542
WO ₃	0.789	0.788	3.894	5.542	1.623	1.624	3.942	1.623
CaO								
SrO								
BaO								
ZnO	8.229	8.771	8.162	10.010	10.278	8.586	8.293	10.310
SiO ₂								
Li ₂ O								
Ta ₂ O ₅								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.028	0.031	0.029	0.028	0.031	0.027	0.028	0.029
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	34.087	34.076	33.819	34.473	35.386	35.485	36.496	35.515
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	70.271	70.220	67.884	63.971	65.679	65.846	65.837	65.435
Ti/Nb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.058	0.046	0.065
Ti+W	0.789	0.788	3.894	5.542	3.021	3.030	5.029	3.165
(Ti+W)/(Zr+B)	0.028	0.028	0.142	0.210	0.112	0.106	0.188	0.117
W/Nb	0.027	0.028	0.146	0.235	0.067	0.067	0.168	0.068
Zn/B	0.398	0.434	0.407	0.489	0.490	0.381	0.398	0.490
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	8.229	8.771	8.162	10.010	10.278	8.586	8.293	10.310
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n _d	1.9243	1.9273	1.9248	1.9094	1.9142	1.9046	1.9147	1.9136
ν _d	30.9	30.9	30.9	31.9	31.6	31.8	31.7	31.7
θ _{g,F}	0.59207	0.59215	0.59232	0.58997	0.59109	0.59090	0.59114	0.59108
切片 b(a=-0.00162)	0.64217	0.64222	0.64241	0.64170	0.64232	0.64245	0.64241	0.64238
切片 b(a=-0.00275)	0.67713	0.67715	0.67735	0.67778	0.67805	0.67841	0.67817	0.67817
λ _{γo} [nm]	411	411	412	404	406	404	405	406
λ _g [nm]	353	353	357	355	356	356	357	356

10

20

30

【 0 0 9 1 】

【表 3】

	実施例							
	17	18	19	20	21	22	23	24
B ₂ O ₃	19.782	19.306	19.551	19.573	19.616	19.572	20.422	18.282
Nb ₂ O ₅	22.835	22.833	22.756	22.838	22.891	22.836	27.200	25.536
ZrO ₂	6.113	6.099	5.681	5.706	5.731	5.731	6.725	6.313
La ₂ O ₃	35.515	35.480	35.550	35.420	35.421	35.416	32.227	37.559
Y ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								
WO ₃	7.651	7.651	8.393	8.394	8.394	8.393	4.745	4.455
CaO							1.148	
SrO								
BaO								
ZnO	8.073	8.601	8.040	8.041	7.919	8.024	7.494	7.817
SiO ₂								
Li ₂ O								
Ta ₂ O ₅								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.031	0.031	0.029	0.029	0.029	0.029	0.040	0.037
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	35.515	35.480	35.550	35.420	35.421	35.416	32.227	37.559
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	64.463	64.412	63.987	63.963	64.043	63.983	66.152	69.409
Ti/Nb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti+W	7.651	7.651	8.393	8.394	8.394	8.393	4.745	4.455
(Ti+W)/(Zr+B)	0.295	0.301	0.333	0.332	0.331	0.332	0.175	0.181
W/Nb	0.335	0.335	0.369	0.368	0.367	0.368	0.174	0.174
Zn/B	0.408	0.445	0.411	0.411	0.404	0.410	0.367	0.428
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	8.073	8.601	8.040	8.041	7.919	8.024	8.641	7.817
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n _d	1.9156	1.9192	1.9149	1.9154	1.9156	1.9157	1.9172	1.9359
v _d	31.7	31.6	31.5	31.5	31.5	31.5	30.9	31.2
θ _{g,F}	0.59071	0.59081	0.59049	0.58996	0.59044	0.59092	0.59183	0.59024
切片 b(a=-0.00162)	0.64203	0.64200	0.64158	0.64097	0.64145	0.64192	0.64188	0.64079
切片 b(a=-0.00275)	0.67783	0.67771	0.67722	0.67655	0.67703	0.67749	0.67680	0.67604
λ _{γ0} [nm]	407	407	407	411	407	408	414	411
λ _g [nm]	357	357	358	359	358	358	359	357

10

20

30

【 0 0 9 2 】

【表4】

	実施例							
	25	26	27	28	29	30	31	32
B ₂ O ₃	19.745	20.320	20.227	18.872	20.356	18.764	19.197	19.955
Nb ₂ O ₅	24.545	23.455	26.940	26.362	27.112	22.715	22.159	23.033
ZrO ₂	6.502	6.691	6.660	6.518	6.703	5.670	3.951	4.107
La ₂ O ₃	36.531	35.383	35.221	34.465	33.230	35.338	38.651	35.833
Y ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								
WO ₃	4.587	4.721	1.566	4.599	3.153	8.382	8.177	8.500
CaO								
SrO								
BaO								
ZnO	8.050	9.389	9.346	9.146	9.406	9.093	7.827	8.136
SiO ₂								
Li ₂ O								0.398
Ta ₂ O ₅								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.038	0.040	0.039	0.039	0.040	0.038	0.037	0.039
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	36.531	35.383	35.221	34.465	33.230	35.338	38.651	35.833
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	67.578	65.530	68.821	67.345	67.045	63.723	64.761	62.973
Ti/Nb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti+W	4.587	4.721	1.566	4.599	3.153	8.382	8.177	8.500
(Ti+W)/(Zr+B)	0.175	0.175	0.058	0.181	0.117	0.343	0.353	0.353
W/Nb	0.187	0.201	0.058	0.174	0.116	0.369	0.369	0.369
Zn/B	0.408	0.462	0.462	0.485	0.462	0.485	0.408	0.408
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	8.050	9.389	9.346	9.146	9.406	9.093	7.827	8.136
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.398
n _d	1.9204	1.9102	1.9199	1.9302	1.9182	1.9212	1.9154	1.9072
ν _d	31.7	32.2	31.5	30.8	31.1	31.4	32.0	31.9
θ _{g,F}	0.58935	0.58983	0.58990	0.59208	0.59073	0.59028	0.58950	0.58943
切片 b(a=-0.00162)	0.64070	0.64199	0.64093	0.64197	0.64111	0.64115	0.64134	0.64111
切片 b(a=-0.00275)	0.67653	0.67838	0.67652	0.67678	0.67626	0.67663	0.67750	0.67716
λ ₇₀ [nm]	409	404	404	410	406	406	408	413
λ _s [nm]	357	356	353	358	356	359	358	359

10

20

30

【0093】

【表 5】

	実施例							
	33	34	35	36	37	38	39	40
B_2O_3	19.940	19.691	19.785	20.798	19.535	20.283	19.934	19.530
Nb_2O_5	30.098	31.471	25.472	22.441	29.487	31.681	26.550	29.480
ZrO_2	7.386	6.484	6.515	5.602	5.628	5.711	4.923	4.823
La_2O_3	33.635	34.288	35.527	37.027	35.078	33.437	34.711	36.133
Y_2O_3								
Gd_2O_3								
TiO_2								0.521
WO_3	0.772		4.597	8.281	2.269	0.768	4.631	1.512
CaO								
SrO								
BaO								
ZnO	8.130	8.028	8.066	5.813	7.965	8.082	9.211	7.963
SiO_2								
Li_2O								
Ta_2O_5								
Al_2O_3								
Sb_2O_3	0.039	0.038	0.039	0.038	0.038	0.039	0.039	0.038
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	33.635	34.288	35.527	37.027	35.078	33.437	34.711	36.133
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	71.120	72.242	67.514	65.070	70.193	70.829	66.184	70.436
Ti/Nb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018
Ti+W	0.772	0.000	4.597	8.281	2.269	0.768	4.631	2.033
(Ti+W)/(Zr+B)	0.028	0.000	0.175	0.314	0.090	0.030	0.186	0.083
W/Nb	0.026	0.000	0.180	0.369	0.077	0.024	0.174	0.051
Zn/B	0.408	0.408	0.408	0.279	0.408	0.398	0.462	0.408
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	8.130	8.028	8.066	5.813	7.965	8.082	9.211	7.963
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n_d	1.9328	1.9374	1.9209	1.9067	1.9332	1.9317	1.9197	1.9347
ν_d	30.4	30.1	31.3	32.0	30.4	30.0	31.0	30.3
$\theta_{g,F}$	0.59345	0.59396	0.58980	0.58930	0.59300	0.59391	0.59069	0.59355
切片 b(a=-0.00162)	0.64270	0.64272	0.64050	0.64114	0.64224	0.64251	0.64091	0.64263
切片 b(a=-0.00275)	0.67705	0.67673	0.67587	0.67730	0.67660	0.67641	0.67594	0.67687
λ_{γ_0} [nm]	414	415	412	409	418	417	417	416
λ_{δ} [nm]	356	356	358	360	359	358	359	359

10

20

30

【 0 0 9 4 】

【表 6】

	実施例							
	41	42	43	44	45	46	47	48
B ₂ O ₃	19.869	20.416	21.339	20.306	18.127	19.391	19.483	19.105
Nb ₂ O ₅	29.646	26.573	27.158	23.437	20.924	34.409	24.213	23.743
ZrO ₂	5.659	4.927	6.714	5.018	5.223	4.792	7.221	5.901
La ₂ O ₃	35.268	34.742	33.287	37.586	32.551	32.727	30.532	33.060
Y ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂	0.524	0.533	0.544	1.084			0.260	0.255
WO ₃	1.521	4.635	3.158	3.137	7.721	0.764	1.678	1.646
CaO								
SrO								
BaO								
ZnO	7.474	8.135	7.759	9.382	7.391	7.898	7.939	7.785
SiO ₂								
Li ₂ O								
Ta ₂ O ₅					8.027		8.644	8.477
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.038	0.039	0.040	0.049	0.035	0.019	0.028	0.028
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	35.268	34.742	33.287	37.586	32.551	32.727	30.532	33.060
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	70.574	66.243	67.159	66.041	58.698	71.928	61.967	62.704
Ti/Nb	0.018	0.020	0.020	0.046	0.000	0.000	0.011	0.011
Ti+W	2.045	5.168	3.703	4.221	7.721	0.764	1.938	1.901
(Ti+W)/(Zr+B)	0.080	0.204	0.132	0.167	0.331	0.032	0.073	0.076
W/Nb	0.051	0.174	0.116	0.134	0.369	0.022	0.069	0.069
Zn/B	0.376	0.398	0.364	0.462	0.408	0.407	0.407	0.407
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	7.474	8.135	7.759	9.382	7.391	7.898	7.939	7.785
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n _d	1.9340	1.9192	1.9161	1.9152	1.9282	1.9455	1.9284	1.9288
ν _d	30.2	30.7	30.8	31.9	30.7	29.0	30.5	30.9
θ _{g,F}	0.59324	0.59234	0.59261	0.58983	0.59178	0.59743	0.59280	0.59149
切片 b(a=-0.00162)	0.64217	0.64208	0.64251	0.64151	0.64151	0.64441	0.64221	0.64155
切片 b(a=-0.00275)	0.67629	0.67677	0.67731	0.67756	0.67620	0.67718	0.67667	0.67647
λ ₇₀ [nm]	419	411	418	412	413	418	406	405
λ ₅ [nm]	360	361	361	358	361	358	355	354

10

20

30

【 0 0 9 5 】

【表 7】

	実施例							
	49	50	51	52	53	54	55	56
B ₂ O ₃	20.111	20.022	18.700	17.969	18.990	19.234	18.808	18.257
Nb ₂ O ₅	30.331	30.196	30.318	29.133	30.036	34.132	32.236	33.283
ZrO ₂	4.970	4.948	7.450	7.159	7.381	7.128	7.240	7.166
La ₂ O ₃	33.943	33.792	33.929	32.603	33.614	32.463	32.970	32.636
Y ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂					1.063			
WO ₃	0.793	0.789	0.792	5.249	0.785	0.758	0.770	0.762
CaO								
SrO		2.079						
BaO								
ZnO	9.832	8.155	8.188	7.868	8.112	6.266	7.957	7.876
SiO ₂								
Li ₂ O			0.602					
Ta ₂ O ₅								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.020	0.019	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	33.943	33.792	33.929	32.603	33.614	32.463	32.970	32.636
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	69.245	68.936	71.698	68.894	71.031	73.723	72.446	73.086
Ti/Nb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	0.000	0.000
Ti+W	0.793	0.789	0.792	5.249	1.848	0.758	0.770	0.762
(Ti+W)/(Zr+B)	0.032	0.032	0.030	0.209	0.070	0.029	0.030	0.030
W/Nb	0.026	0.026	0.026	0.180	0.026	0.022	0.024	0.023
Zn/B	0.489	0.407	0.438	0.438	0.427	0.326	0.423	0.431
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	9.832	10.234	8.188	7.868	8.112	6.266	7.957	7.876
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.000	0.000	0.602	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n _d	1.9259	1.9285	1.9388	1.9482	1.9468	1.9515	1.9481	1.9556
ν _d	30.6	30.6	30.4	29.5	29.6	28.9	29.5	29.1
θ _{g,F}	0.59284	0.59300	0.59358	0.59533	0.59528	0.59794	0.59621	0.59796
切片 b(a=-0.00162)	0.64241	0.64257	0.64283	0.64312	0.64323	0.64475	0.64400	0.64510
切片 b(a=-0.00275)	0.67699	0.67715	0.67718	0.67646	0.67668	0.67741	0.67733	0.67799
λ ₇₀ [nm]	409	409	405	413	413	416	410	415
λ _g [nm]	353	353	350	360	358	358	355	356

10

20

30

【 0 0 9 6 】

【表 8】

	実施例					
	57	58	59	60	61	62
B ₂ O ₃	18.787	20.798	18.508	18.965	18.365	19.567
Nb ₂ O ₅	27.603	23.200	25.852	22.959	22.232	22.759
ZrO ₂	6.826	5.792	6.392	6.549	6.342	5.682
La ₂ O ₃	33.831	34.983	33.799	34.634	37.731	35.554
Y ₂ O ₃						
Gd ₂ O ₃						
TiO ₂	0.553		1.036	2.123	1.028	
WO ₃	1.611	7.000	7.516	7.702	7.458	8.396
CaO						
SrO						
BaO						
ZnO	10.138	8.197	6.859	7.028	6.806	8.042
SiO ₂						
Li ₂ O	0.621					
Ta ₂ O ₅						
Al ₂ O ₃						
Sb ₂ O ₃	0.030	0.029	0.038	0.039	0.038	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb+Lu	33.831	34.983	33.799	34.634	37.731	35.554
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nb+Zr+La	68.260	63.975	66.043	64.143	66.305	63.995
Ti/Nb	0.020	0.000	0.040	0.092	0.046	0.000
Ti+W	2.164	7.000	8.552	9.825	8.486	8.396
(Ti+W)/(Zr+B)	0.085	0.263	0.343	0.385	0.343	0.333
W/Nb	0.058	0.302	0.291	0.335	0.335	0.369
Zn/B	0.540	0.394	0.371	0.371	0.371	0.411
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	10.138	8.197	6.859	7.028	6.806	8.042
Si/B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Li+Na+K	0.621	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n _d	1.9298	1.9056	1.9394	1.9337	1.9329	1.9146
ν _d	30.9	31.8	29.6	29.9	31.0	31.5
θ _{g,F}	0.59249	0.58984	0.59689	0.59472	0.59105	0.59042
切片 b(a=-0.00162)	0.64255	0.64135	0.64484	0.64316	0.64127	0.64145
切片 b(a=-0.00275)	0.67747	0.67729	0.67829	0.67695	0.67630	0.67704
λ ₇₀ [nm]	406	404	420	422	414	399
λ ₅ [nm]	352	357	365	367	362	356

10

20

30

【 0 0 9 7 】

【表 9】

	比較例				
	A	B	C	D	E
B ₂ O ₃	17.570	20.974	4.100	27.000	25.000
Nb ₂ O ₅			16.000		
ZrO ₂		4.994	6.800	6.000	4.000
La ₂ O ₃	25.593	28.964	6.100	15.000	9.500
Y ₂ O ₃					2.500
Gd ₂ O ₃	12.196				
TiO ₂	8.965	18.877	11.000	19.000	20.000
WO ₃	15.600				
CaO		11.685	20.400	21.000	20.000
SrO					4.000
BaO				2.000	3.000
ZnO	13.694	11.586	8.000	6.000	
SiO ₂	1.349	2.797	20.600	4.000	7.000
Li ₂ O					
Ta ₂ O ₅	4.945				
Al ₂ O ₃			7.000		5.000
Sb ₂ O ₃	0.087	0.124	0.040	0.040	0.040
Total	100.00	100.00	100.04	100.04	100.04
La+Gd+Y+Yb+Lu	37.789	28.964	6.100	15.000	12.000
La/(La+Gd+Y+Yb+Lu)	0.677	1.000	1.000	1.000	0.792
Nb+Zr+La	25.593	33.958	28.900	21.000	13.500
Ti/Nb	-	-	0.688	-	-
Ti+W	24.565	18.877	11.000	19.000	20.000
(Ti+W)/(Zr+B)	1.398	0.727	1.009	0.576	0.690
W/Nb	-	-	0.000	-	-
Zn/B	0.779	0.552	1.951	0.222	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	13.694	23.271	28.400	29.000	27.000
Si/B	0.077	0.133	5.024	0.148	0.280
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n _d	1.8928	1.8764	1.8171	1.8173	1.7884
ν _d	31.2	30.7	32.1	32.6	33.2
θ _{g,F}	0.59811	0.60007	0.59435	0.59497	0.59546
切片 b(a=-0.00162)	0.64866	0.64980	0.64635	0.64778	0.64924
切片 b(a=-0.00275)	0.68391	0.68449	0.68263	0.68462	0.68676
λ _{γo} [nm]	440	439	408	423	419
λ _ε [nm]	376	371	359	364	364

10

20

30

【0098】

本発明の実施例の光学ガラスは、 $n_d > 31$ のものは部分分散比($\theta_{g,F}$)が $(-0.00275 \times n_d + 0.68125)$ 以下、より詳細には $(-0.00275 \times n_d + 0.67840)$ 以下であった。また、 $n_d > 31$ のものは、部分分散比($\theta_{g,F}$)が $(-0.00162 \times n_d + 0.64622)$ 以下、より詳細には $(-0.00162 \times n_d + 0.64280)$ 以下であった。その反面で、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比($\theta_{g,F}$)が $(-0.00162 \times n_d + 0.63822)$ 以上、より詳細には $(-0.00162 \times n_d + 0.64050)$ 以上であった。すなわち、本願の実施例のガラスについての部分分散比($\theta_{g,F}$)とアッペ数(n_d)の関係は、図2に示されるようになった。そのため、実施例の光学ガラスは、部分分散比($\theta_{g,F}$)が所望の範囲内にあることがわかった。

40

一方、本発明の比較例(No. A、No. C~No. E)のガラスは、 $n_d > 31$ であり、且つ部分分散比($\theta_{g,F}$)が $(-0.00162 \times n_d + 0.64622)$ を超えていた。また、本発明の比較例(No. B)のガラスは、 $n_d > 31$ であり、且つ部分分散比($\theta_{g,F}$)が $(-0.00275 \times n_d + 0.68125)$ を超えていた。

50

従って、本発明の実施例の光学ガラスは、比較例のガラスに比べ、アッベ数 (ν_d) との関係式において部分分散比 (g, F) が小さいことが明らかになった。

【0099】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも屈折率 (n_d) が 1.80 以上、より詳細には 1.90 以上であるとともに、この屈折率 (n_d) は 2.00 以下、より詳細には 1.96 以下であり、所望の範囲内であった。

【0100】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれもアッベ数 (ν_d) が 20 以上、より詳細には 28 以上であるとともに、このアッベ数 (ν_d) は 40 以下、より詳細には 33 以下であり、所望の範囲内であった。

【0101】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、 λ_{70} (透過率 70% 時の波長) がいずれも 500 nm 以下、より詳細には 422 nm 以下であった。また、本発明の実施例の光学ガラスは、 λ_5 (透過率 5% 時の波長) がいずれも 420 nm 以下、より詳細には 370 nm 以下であった。このため、本発明の実施例の光学ガラスは、可視光に対する透過率が高く着色し難いことが明らかになった。

【0102】

従って、本発明の実施例の光学ガラスは、屈折率 (n_d) 及びアッベ数 (ν_d) が所望の範囲内にありながら、可視光に対する透過率が高く、且つ色収差が小さいことが明らかになった。

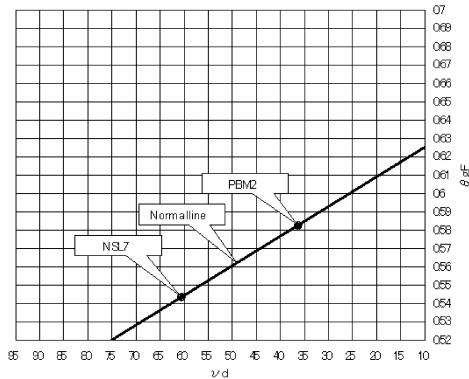
【0103】

以上、本発明を例示の目的で詳細に説明したが、本実施例はあくまで例示の目的のみであって、本発明の思想及び範囲を逸脱することなく多くの改変を当業者により成し得ることが理解されよう。

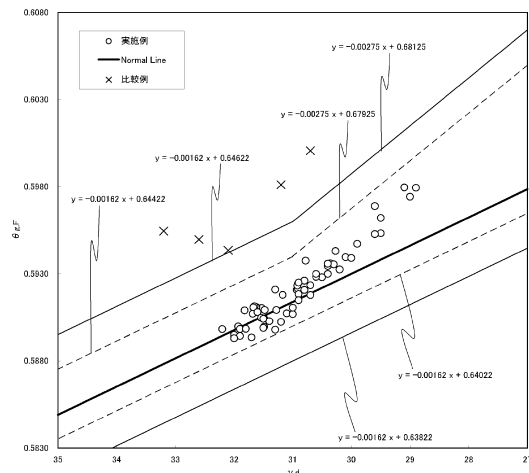
10

20

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
C 0 3 C 3/068 (2006.01) C 0 3 C 3/068
G 0 2 B 1/00 (2006.01) G 0 2 B 1/00

(56) 参考文献 特開 2 0 1 0 - 0 8 3 7 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 2 8 5 6 8 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)
C 0 3 C 1 / 0 0 - 1 4 / 0 0
I N T E R G L A D