

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-229148

(P2012-229148A)

(43) 公開日 平成24年11月22日(2012.11.22)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
C O 3 C	3/068	(2006.01)	C O 3 C 3/068	4 G O 6 2
G O 2 B	1/00	(2006.01)	G O 2 B 1/00	

審査請求 有 請求項の数 23 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2011-100208 (P2011-100208)	(71) 出願人	000128784
(22) 出願日	平成23年4月27日 (2011. 4. 27)		株式会社オハラ
			神奈川県相模原市中央区小山 1 丁目 1 5 番 3 0 号
		(74) 代理人	100106002
			弁理士 正林 真之
		(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	桃野 浄行
			神奈川県相模原市中央区小山 1 - 1 5 - 3
			O 株式会社オハラ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ガラス及び光学素子

(57) 【要約】

【課題】屈折率 (n_d) 及びアッペ数 (ν_d) が所望の範囲内にありながら、耐失透性が高いガラスをより安価に得ることが可能な、光学ガラス及び光学素子を提供する。

【解決手段】光学ガラスは、酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で B_2O_3 成分を 1.0 ~ 30.0% 及び La_2O_3 成分を 10.0 ~ 55.0% 含有し、 Ta_2O_5 成分の含有量が 13.0% 未満である。この光学ガラスは、1.75 以上の屈折率 (n_d) を有し、30 以上 50 以下のアッペ数 (ν_d) を有することが好ましい。光学素子は、この光学ガラスを母材とする。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で B_2O_3 成分を 1.0 ~ 30.0 % 及び La_2O_3 成分を 10.0 ~ 55.0 % 含有し、 Ta_2O_5 成分の含有量が 13.0 % 未満である光学ガラス。

【請求項 2】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で
 TiO_2 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は
 Nb_2O_5 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は
 WO_3 成分 0 ~ 25.0 %

である請求項 1 記載の光学ガラス。

10

【請求項 3】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する、 TiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分からなる群より選択される 1 種以上の含有量の和が、0.1 % 以上 40.0 % 以下である請求項 2 に記載の光学ガラス。

【請求項 4】

酸化物換算組成で、 TiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分からなる群より選択される 2 種以上の成分を含有する請求項 2 又は 3 に記載の光学ガラス。

【請求項 5】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で
 SiO_2 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は
 ZrO_2 成分 0 ~ 12.0 %

である請求項 1 から 4 のいずれかに記載の光学ガラス。

20

【請求項 6】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する B_2O_3 成分及び SiO_2 成分の含有量の和が 30.0 % 以下である請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 7】

酸化物換算組成の質量比 $(ZrO_2 + Ta_2O_5 + Nb_2O_5) / (B_2O_3 + SiO_2)$ が 2.00 以下である請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 8】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で
 Gd_2O_3 成分 0 ~ 45.0 % 及び / 又は
 Y_2O_3 成分 0 ~ 30.0 % 及び / 又は
 Yb_2O_3 成分 0 ~ 20.0 %

である請求項 1 から 7 のいずれかに記載の光学ガラス。

30

【請求項 9】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する 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) の質量和が 30.0 % 以上 75.0 % 以下である請求項 1 から 8 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 10】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する Ln_2O_3 成分、 ZrO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分の質量和が 50.0 % 以上 90.0 % 以下である請求項 9 に記載の光学ガラス。

40

【請求項 11】

酸化物換算組成の質量比 Y_2O_3 / Ln_2O_3 が 0.100 以下である請求項 9 又は 10 に記載の光学ガラス。

【請求項 12】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で Bi_2O_3 成分の含有量が 20.0 % 以下である請求項 1 から 11 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 13】

50

酸化物換算組成の質量比 $TiO_2 / (TiO_2 + Nb_2O_5 + WO_3 + Bi_2O_3)$ が 0.580 以下である請求項 12 に記載の光学ガラス。

【請求項 14】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で

MgO 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は

CaO 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は

SrO 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は

BaO 成分 0 ~ 25.0 %

である請求項 1 から 13 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 15】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する RO 成分 (式中、R は Mg、Ca、Sr、Ba からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 25.0 % 以下である請求項 14 に記載の光学ガラス。

【請求項 16】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で

Li₂O 成分 0 ~ 10.0 % 及び / 又は

Na₂O 成分 0 ~ 10.0 % 及び / 又は

K₂O 成分 0 ~ 10.0 % 及び / 又は

Cs₂O 成分 0 ~ 10.0 %

である請求項 1 から 15 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 17】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する Rn₂O 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) の質量和が 15.0 % 以下である請求項 16 に記載の光学ガラス。

【請求項 18】

酸化物換算組成の質量比 $(B_2O_3 + SiO_2 + WO_3) / (Ln_2O_3 + ZrO_2 + Li_2O)$ が 0.20 以上 2.00 以下である請求項 1 から 17 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 19】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で

ZnO 成分 0 ~ 25.0 % 及び / 又は

P₂O₅ 成分 0 ~ 10.0 % 及び / 又は

GeO₂ 成分 0 ~ 10.0 % 及び / 又は

Al₂O₃ 成分 0 ~ 10.0 % 及び / 又は

Ga₂O₃ 成分 0 ~ 10.0 % 及び / 又は

TeO₂ 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は

SnO₂ 成分 0 ~ 1.0 % 及び / 又は

Sb₂O₃ 成分 0 ~ 1.0 %

である請求項 1 から 18 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 20】

1.75 以上の屈折率 (n_d) を有し、30 以上 50 以下のアッペ数 (ν_d) を有する請求項 1 から 19 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 21】

1300 以下の液相温度を有する請求項 1 から 20 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 22】

請求項 1 から 21 のいずれかに記載の光学ガラスを母材とする光学素子。

【請求項 23】

請求項 22 に記載の光学素子を備える光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、光学ガラス及び光学素子に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

近年、光学系を使用する機器のデジタル化や高精細化が急速に進んでおり、デジタルカメラやビデオカメラ等の撮影機器や、プロジェクタやプロジェクションテレビ等の画像再生（投影）機器等の各種光学機器の分野では、光学系で用いられるレンズやプリズム等の光学素子の枚数を削減し、光学系全体を軽量化及び小型化する要求が強まっている。

【 0 0 0 3 】

光学素子を作製する光学ガラスの中でも特に、光学系全体の軽量化及び小型化を図ることが可能な、1.75以上の屈折率（ n_d ）を有し、30以上50以下のアッペ数（ ν_d ）を有する高屈折率低分散ガラスの需要が非常に高まっている。このような高屈折率低分散ガラスとしては、特許文献1～3に代表されるようなガラス組成物が知られている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 3 4 8 2 4 4 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 0 1 6 2 9 3 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 9 - 2 0 3 0 8 3 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

光学ガラスから光学素子を作製する方法としては、例えば、光学ガラスから形成されたゴブ又はガラスブロックに対して研削及び研磨を行って光学素子の形状を得る方法、光学ガラスから形成されたゴブ又はガラスブロックを再加熱して成形（リヒートプレス成形）して得られたガラス成形体を研削及び研磨する方法、及び、ゴブ又はガラスブロックから得られたプリフォーム材を超精密加工された金型で成形（精密モールドプレス成形）して光学素子の形状を得る方法が知られている。いずれの方法であっても、熔融したガラス原料からゴブ又はガラスブロックを形成する際には、形成されるガラスの失透を低減することが求められる。ここで、得られるゴブ又はガラスブロックの内部に結晶が発生することで失透が発生した場合、もはや光学素子として好適なガラスを得ることができない。

【 0 0 0 6 】

また、光学ガラスの材料コストを低減するために、光学ガラスを構成する諸成分の原料費は、なるべく安価であることが望まれる。また、光学ガラスの製造コストを低減するために、原料の熔解性が高いこと、すなわちより低い温度で熔解することが望まれる。ところが、特許文献1～3に記載されたガラス組成物は、これらの諸要求に十分応えるものとは言い難い。

【 0 0 0 7 】

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 ）及びアッペ数（ ν_d ）が所望の範囲内にありながら、耐失透性が高いガラスを、より安価に得ることにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

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、 B_2O_3 成分及び La_2O_3 成分を含有するガラスに対して Ta_2O_5 成分の含有量を低減することにより、所望の屈折率及びアッペ数を有しながらもガラスの材料コストが低減され、且つガラスの液相温度が低くなることを見出し、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。

【 0 0 0 9 】

（ 1 ） 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量％で B_2O_3 成分を1.0～3

10

20

30

40

50

0.0%及び La_2O_3 成分を10.0~55.0%含有し、 Ta_2O_5 成分の含有量が13.0%未満である光学ガラス。

【0010】

(2) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で

TiO_2 成分 0~20.0%及び/又は

Nb_2O_5 成分 0~20.0%及び/又は

WO_3 成分 0~25.0%

である(1)記載の光学ガラス。

【0011】

(3) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する、 TiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分からなる群より選択される1種以上の含有量の和が、0.1%以上40.0%以下である(2)に記載の光学ガラス。

10

【0012】

(4) 酸化物換算組成で、 TiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分からなる群より選択される2種以上の成分を含有する(2)又は(3)に記載の光学ガラス。

【0013】

(5) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で

SiO_2 成分 0~20.0%及び/又は

ZrO_2 成分 0~12.0%

である(1)から(4)のいずれかに記載の光学ガラス。

20

【0014】

(6) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する B_2O_3 成分及び SiO_2 成分の含有量の和が30.0%以下である(1)から(5)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0015】

(7) 酸化物換算組成の質量比 $(\text{ZrO}_2 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{Nb}_2\text{O}_5) / (\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2)$ が2.00以下である(1)から(6)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0016】

(8) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で

Gd_2O_3 成分 0~45.0%及び/又は

Y_2O_3 成分 0~30.0%及び/又は

Yb_2O_3 成分 0~20.0%

である(1)から(7)のいずれかに記載の光学ガラス。

30

【0017】

(9) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する 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)の質量和が30.0%以上75.0%以下である(1)から(8)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0018】

(10) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する Ln_2O_3 成分、 ZrO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分の質量和が50.0%以上90.0%以下である(9)に記載の光学ガラス。

40

【0019】

(11) 酸化物換算組成の質量比 $\text{Y}_2\text{O}_3 / \text{Ln}_2\text{O}_3$ が0.100以下である(9)又は(10)に記載の光学ガラス。

【0020】

(12) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で Bi_2O_3 成分の含有量が20.0%以下である(1)から(11)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0021】

(13) 酸化物換算組成の質量比 $\text{TiO}_2 / (\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3)$ が0.580以下である(12)に記載の光学ガラス。

【0022】

50

(14) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で
 MgO成分 0～20.0%及び/又は
 CaO成分 0～20.0%及び/又は
 SrO成分 0～20.0%及び/又は
 BaO成分 0～25.0%

である(1)から(13)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0023】

(15) 酸化物換算組成のガラス全質量に対するRO成分(式中、RはMg、Ca、Sr、Baからなる群より選択される1種以上)の質量和が25.0%以下である(14)に記載の光学ガラス。

10

【0024】

(16) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で
 Li₂O成分 0～10.0%及び/又は
 Na₂O成分 0～10.0%及び/又は
 K₂O成分 0～10.0%及び/又は
 Cs₂O成分 0～10.0%

である(1)から(15)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0025】

(17) 酸化物換算組成のガラス全質量に対するRn₂O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)の質量和が15.0%以下である(16)に記載の光学ガラス。

20

【0026】

(18) 酸化物換算組成の質量比($B_2O_3 + SiO_2 + WO_3$)/($Ln_2O_3 + ZrO_2 + Li_2O$)が0.20以上2.00以下である(1)から(17)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0027】

(19) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で
 ZnO成分 0～25.0%及び/又は
 P₂O₅成分 0～10.0%及び/又は
 GeO₂成分 0～10.0%及び/又は
 Al₂O₃成分 0～10.0%及び/又は
 Ga₂O₃成分 0～10.0%及び/又は
 TeO₂成分 0～20.0%及び/又は
 SnO₂成分 0～1.0%及び/又は
 Sb₂O₃成分 0～1.0%

である(1)から(18)のいずれかに記載の光学ガラス。

30

【0028】

(20) 1.75以上の屈折率(n_d)を有し、30以上50以下のアッペ数(ν_d)を有する(1)から(19)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0029】

(21) 1300以下の液相温度を有する(1)から(20)のいずれかに記載の光学ガラス。

40

【0030】

(22) (1)から(21)のいずれかに記載の光学ガラスを母材とする光学素子。

【0031】

(23) (22)記載の光学素子を備える光学機器。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、屈折率(n_d)及びアッペ数(ν_d)が所望の範囲内にありながら、耐失透性が高いガラスを、より安価に得ることができる。

50

【発明を実施するための形態】

【0033】

本発明の光学ガラスは、酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で B_2O_3 成分を1.0～30.0%及び La_2O_3 成分を10.0～55.0%含有し、 Ta_2O_5 成分の含有量が13.0%未満である。 Ta_2O_5 成分の含有量を低減することによって、高価であり且つ高温での熔解を要する Ta_2O_5 成分の使用量が減少するため、光学ガラスの原料コスト及び製造コストが低減される。それとともに、 B_2O_3 成分及び La_2O_3 成分をベースとすることにより、1.75以上の屈折率(n_d)及び30以上50以下のアッペ数(V_d)を有しながらも、液相温度が低くなり易くなる。このため、屈折率(n_d)及びアッペ数(V_d)が所望の範囲内にありながら、耐失透性が高い光学ガラスと、これを用いた光学素子をより安価に得ることができる。

10

【0034】

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することができる。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。

【0035】

[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。

20

【0036】

<必須成分、任意成分について>

B_2O_3 成分は、希土類酸化物を多く含む本発明の光学ガラスにおいて、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 成分の含有量を1.0%以上にする事で、ガラスの耐失透性を高め、且つガラスの分散を小さくすることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは1.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは8.5%、最も好ましくは9.5%を下限とする。一方、 B_2O_3 成分の含有量を30.0%以下にする事で、より大きな屈折率を得易くし、化学的耐久性の悪化を抑えることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは30.0%以下、より好ましくは20.0%未満とし、最も好ましくは15.5%を上限とする。 B_2O_3 成分は、原料として例えば 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。

30

【0037】

La_2O_3 成分は、ガラスの屈折率を高めるとともに、ガラスの分散を小さくしてガラスのアッペ数を大きくする成分である。特に、 La_2O_3 成分の含有量を10.0%以上にする事で、ガラスの屈折率を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは20.0%、最も好ましくは25.0%を下限とする。一方、 La_2O_3 成分の含有量を55.0%以下にする事で、ガラスの安定性を高めてガラスの失透を低減できる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは55.0%、より好ましくは53.0%、最も好ましくは51.0%を上限とする。 La_2O_3 成分は、原料として例えば 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。

40

【0038】

Ta_2O_5 成分は、ガラスの屈折率を高めつつ、ガラスの液相温度を低くすることで耐

50

失透性を高める成分である。特に、 Ta_2O_5 成分の含有量を 13.0%未満にすることで、高価な Ta_2O_5 成分の含有が低減されるため、所望の光学定数を有する光学ガラスをより低い材料コストで生産できる。また、 Ta_2O_5 成分の含有量を 13.0%未満にすることで、原料を熔解する温度を下げるのが可能になり、原料の溶解に要するエネルギーが低減されるため、光学ガラスの製造コストをも低減できる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Ta_2O_5 成分の含有量は、好ましくは 13.0%未満、より好ましくは 10.0%未満とし、さらに好ましくは 5.0%未満とする。ここで、光学ガラスを特に低いコストで製造できる観点では、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Ta_2O_5 成分の含有量は、好ましくは 3.0%未満、より好ましくは 1.0%未満とし、最も好ましくは Ta_2O_5 成分を含有しない。 Ta_2O_5 成分を含有する場合、原料として例えば Ta_2O_5 等を用いることができる。

10

【0039】

TiO_2 成分は、ガラスの屈折率を高め、耐失透性を改善する成分である。特に、 TiO_2 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て可視光の透過率を高め、ガラスのアップ数の低下を抑えられる。また、 TiO_2 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られる従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する 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%、最も好ましくは 10.2%を上限とする。ここで、 TiO_2 成分の含有量を 5.0%未満にしてもよく、3.0%未満にしてもよい。 TiO_2 成分は、原料として例えば TiO_2 等を用いることができる。

20

【0040】

Nb_2O_5 成分は、ガラスの屈折率を高める成分である。特に、 Nb_2O_5 成分の含有量を 20.0%以下にすることで、 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、ガラスの可視光の透過率の低下を抑えることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは 20.0%、より好ましくは 18.0%、最も好ましくは 15.0%を上限とする。 Nb_2O_5 成分は、原料として例えば Nb_2O_5 等を用いることができる。

【0041】

WO_3 成分は、ガラスの屈折率を高め、ガラスの耐失透性を向上する成分である。特に、 WO_3 成分の含有量を 25.0%以下にすることで、 WO_3 成分によるガラスの着色を低減して可視光の透過率を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する WO_3 成分の含有量は、好ましくは 25.0%、より好ましくは 22.0%、最も好ましくは 20.0%を上限とする。なお、本発明の光学ガラスは WO_3 成分を含有しなくてもよいが、 WO_3 成分を含有することで、ガラスの液相温度がより一層低下するため、ガラスの耐失透性をさらに高められる。また、他の高屈折率成分によるガラスの着色を低減して可視光の透過率を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する WO_3 成分の含有量は、好ましくは 0%より多くし、より好ましくは 0.5%より多くし、最も好ましくは 1.0%より多くする。 WO_3 成分は、原料として例えば WO_3 等を用いることができる。

30

【0042】

本発明の光学ガラスは、 TiO_2 成分、 WO_3 成分及び Nb_2O_5 成分からなる群より選択される 1 種以上を含有することが好ましい。これにより、ガラスの材料コストを低減するために Ta_2O_5 成分の含有量を低減しても、ガラスの屈折率を高めることができ、且つガラスの耐失透性を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する、 TiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分からなる群より選択される 1 種以上の含有量の和は、好ましくは 0.1%、より好ましくは 1.0%、最も好ましくは 4.0%を下限とする。一方、この含有量の和を 40.0%以下にすることで、これらの成分による着色を低減でき、且つ、これら成分の過剰な含有による耐失透性の悪化を抑えることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する、 TiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分からなる群より選択される 1 種以上の含有量の和は、好ましくは 4

40

50

0.0%、より好ましくは35.0%、最も好ましくは30.0%を上限とする。

【0043】

また、本発明の光学ガラスは、 TiO_2 成分、 WO_3 成分及び Nb_2O_5 成分からなる群より選択される2種以上を含有することが好ましい。これにより、ガラスの構成成分が増加するため、ガラスの耐失透性を高めることができる。

【0044】

SiO_2 成分は、熔融ガラスの粘度を高め、光学ガラスとして好ましくない失透（結晶の発生）を低減する成分である。特に、 SiO_2 成分の含有量を20.0%以下にすることで、ガラス転移点の上昇を抑え、且つ屈折率の低下を抑えることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する SiO_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%、最も好ましくは8.0%を上限とする。なお、 SiO_2 成分は含有しなくてもよいが、 SiO_2 成分を含有すること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、酸化物換算組成のガラス全質量に対する SiO_2 成分の含有量は、好ましくは0.1%、より好ましくは1.0%、さらに好ましくは2.0%を下限とする。特に、 TiO_2 成分、 WO_3 成分及び Nb_2O_5 成分を含有してもガラスを着色し難くできる観点では、 SiO_2 成分の含有量は3.0%以上であることが最も好ましい。 SiO_2 成分は、原料として例えば SiO_2 、 K_2SiF_6 、 Na_2SiF_6 等を用いることができる。

10

【0045】

ZrO_2 成分は、ガラスの高屈折率及び低分散に寄与する成分である。特に、 ZrO_2 成分を12.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高められる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、最も好ましくは10.0%を上限とする。なお、 ZrO_2 成分は含有しなくてもよいが、 ZrO_2 成分を含有することで、高屈折率低分散の光学定数を得易くでき、且つ耐失透性を高める効果を得易くできる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは0.1%、より好ましくは0.5%、最も好ましくは1.0%を下限とする。 ZrO_2 成分は、原料として例えば ZrO_2 、 ZrF_4 等を用いることができる。

20

【0046】

本発明の光学ガラスは、 B_2O_3 成分及び SiO_2 成分の質量和が30.0%以下であることが好ましい。これにより、 B_2O_3 成分及び SiO_2 成分の含有による屈折率の低下が抑えられるので、所望の高い屈折率を得易くすることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する B_2O_3 成分及び SiO_2 成分の質量和は、好ましくは30.0%、より好ましくは28.0%、さらに好ましくは25.0%、最も好ましくは22.5%を上限とする。

30

【0047】

また、本発明の光学ガラスは、質量和（ $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ ）に対する質量和（ $\text{ZrO}_2 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ ）の比率が2.00以下であることが好ましい。これにより、材料コストの高い ZrO_2 成分、 Ta_2O_5 成分及び Nb_2O_5 成分の含有量が低減するため、所望の低い液相温度を有する光学ガラスを、より安価に作製できる。従って、酸化物換算組成の質量比（ $\text{ZrO}_2 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{Nb}_2\text{O}_5$ ）/（ $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ ）は、好ましくは2.00、より好ましくは1.50、最も好ましくは1.00を上限とする。

40

【0048】

Gd_2O_3 成分は、ガラスの屈折率を高め、且つアッペ数を高める成分である。特に、 Gd_2O_3 成分の含有量を45.0%以下にすることで、 Gd_2O_3 成分の過剰な含有によるガラス転移点の上昇を抑え、ガラスの耐失透性を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Gd_2O_3 成分の含有量は、それぞれ好ましくは45.0%、より好ましくは42.0%、最も好ましくは38.0%を上限とする。なお、 Gd_2O_3 成分は含有しなくてもよいが、 Gd_2O_3 成分を含有することで、高屈折率低分

50

散の光学定数を実現し易くでき、且つ、ガラスの液相温度を低くできるため耐失透性をより高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Gd_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 0.1%、より好ましくは 1.0%、さらに好ましくは 5.0% を下限とする。また、ガラスの耐失透性をより高められる観点では、 La_2O_3 成分の含有量に対する Gd_2O_3 成分の含有量の比率 (Gd_2O_3 / La_2O_3) は、0.01 以上 2.00 以下が好ましく、0.03 以上 1.70 以下がより好ましく、0.05 以上 1.50 以下が最も好ましい。 Gd_2O_3 成分は、原料として例えば Gd_2O_3 、 GdF_3 等を用いることができる。

【0049】

Y_2O_3 成分は、ガラスのアップ数を高める成分である。特に、 Y_2O_3 成分の含有量を 30.0% 以下にすることで、ガラスの屈折率の低下を抑え、ガラスの耐失透性を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Y_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%、最も好ましくは 10.0% を上限とする。特に、屈折率の高いガラスを得る観点では、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Y_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 5.0% 未満とし、より好ましくは 2.0%、最も好ましくは 0.1% を上限とする。 Y_2O_3 成分は、原料として例えば Y_2O_3 、 YF_3 等を用いることができる。

10

【0050】

Yb_2O_3 成分は、ガラスの屈折率を高め、分散を小さくする成分である。特に、 Yb_2O_3 成分の含有量を 20.0% 以下にすることで、ガラスの耐失透性を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Yb_2O_3 成分の含有量は、それぞれ好ましくは 20.0%、より好ましくは 10.0%、最も好ましくは 5.0% を上限とする。 Yb_2O_3 成分は、原料として例えば Yb_2O_3 等を用いることができる。

20

【0051】

本発明の光学ガラスは、 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）の質量和が 30.0% 以上 75.0% 以下であることが好ましい。特に、 Ln_2O_3 成分の質量和を 30.0% 以上にするすることで、ガラスのアップ数を高められるため、所望の高いアップ数を有するガラスを得易くすることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Ln_2O_3 成分の質量和は、好ましくは 30.0%、より好ましくは 35.0% を下限とし、さらに好ましくは 40.0% より多くし、最も好ましくは 53.0% よりも多くする。一方、 Ln_2O_3 成分の質量和を 75.0% 以下にすることで、ガラスの液相温度が低くなるため、ガラスの失透を低減できる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Ln_2O_3 成分の質量和は、好ましくは 75.0%、より好ましくは 72.0%、最も好ましくは 70.0% を上限とする。

30

【0052】

本発明の光学ガラスは、 Ln_2O_3 成分、 ZrO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び WO_3 成分の含有量の和が 50.0% 以上 90.0% 以下であることが好ましい。特に、この和を 50.0% 以上にするすることで、ガラスの着色を低減して可視光透過率を高めることができ、且つガラスの屈折率を高めることができる。一方、この和を 90.0% 以下にすることで、ガラスの失透を低減できる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する質量和 ($Ln_2O_3 + ZrO_2 + Nb_2O_5 + WO_3$) は、好ましくは 50.0%、より好ましくは 55.0%、最も好ましくは 60.0% を下限とする。特に、屈折率の高い光学ガラスを得易くする観点では、質量和 ($Ln_2O_3 + ZrO_2 + Nb_2O_5 + WO_3$) を 76.0% より多くしてもよく、80.0% 以上にしてもよい。一方で、この質量和 ($Ln_2O_3 + ZrO_2 + Nb_2O_5 + WO_3$) は、好ましくは 90.0%、より好ましくは 85.0%、最も好ましくは 83.0% を上限とする。

40

【0053】

また、本発明の光学ガラスは、 Ln_2O_3 成分の含有量に対する Y_2O_3 成分の含有量の比率が 0.100 以下であることが好ましい。これにより、ガラスのアップ数を高められる Ln_2O_3 成分の中で屈折率を下げる働きを有する Y_2O_3 成分の含有量が低減され

50

るため、高屈折率低分散の光学定数を実現し易くできる。従って、酸化物換算組成の質量比 Y_2O_3 / Ln_2O_3 は、好ましくは 0.100、より好ましくは 0.070、さらに好ましくは 0.050、最も好ましくは 0.035 を上限とする。

【0054】

Bi_2O_3 成分は、屈折率を高め、ガラス転移点を下げる成分である。特に、 Bi_2O_3 成分の含有量を 20.0% 以下にすることで、ガラスの耐失透性を高めることができる。また、 Bi_2O_3 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て可視光透過率を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Bi_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 20.0%、より好ましくは 10.0%、最も好ましくは 5.0% を上限とする。 Bi_2O_3 成分は、原料として例えば Bi_2O_3 等を用いることができる。

10

【0055】

本発明の光学ガラスは、 TiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分、 WO_3 成分及び Bi_2O_3 成分の含有量の和に対する TiO_2 成分の含有量の比率が 0.580 以下であることが好ましい。これにより、高屈折率を確保しながらも、着色を低減して可視光透過率を高めることができる。従って、酸化物換算組成の質量比 $TiO_2 / (TiO_2 + Nb_2O_5 + WO_3 + Bi_2O_3)$ は、好ましくは 0.580、より好ましくは 0.550、最も好ましくは 0.520 を上限とする。

【0056】

MgO 成分、 CaO 成分、 SrO 成分及び BaO 成分は、ガラスの屈折率や熔融性、失透性を調整する成分である。特に、 MgO 成分、 CaO 成分及び SrO 成分各々の含有量を 20.0% 以下にすること、及び / 又は、 BaO 成分の含有量を 25.0% 以下にすることで、これらの成分による屈折率の低下を抑えることで所望の屈折率を得易くし、且つこれらの成分の過剰な含有によるガラスの失透を低減することができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する MgO 成分、 CaO 成分及び SrO 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%、最も好ましくは 5.0% を上限とする。また、酸化物換算組成のガラス全質量に対する BaO 成分の含有量は、好ましくは 25.0%、より好ましくは 15.0%、最も好ましくは 5.0% を上限とする。特に、 BaO 成分は含有しなくてもよい。 MgO 成分、 CaO 成分、 SrO 成分及び BaO 成分は、原料として例えば $MgCO_3$ 、 MgF_2 、 $CaCO_3$ 、 CaF_2 、 $Sr(NO_3)_2$ 、 SrF_2 、 $BaCO_3$ 、 $Ba(NO_3)_2$ 、 BaF_2 等を用いることができる。

20

30

【0057】

本発明の光学ガラスは、 RO 成分（式中、 R は Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba からなる群より選択される 1 種以上）の含有量の合計が 25.0% 以下であることが好ましい。これにより、 RO 成分による屈折率の低下を抑えることで、所望の屈折率を得易くすることができる。また、これらの成分の過剰な含有によるガラスの失透を低減することができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する RO 成分の質量和は、好ましくは 25.0%、より好ましくは 15.0%、最も好ましくは 5.0% を上限とする。

【0058】

Li_2O 成分、 Na_2O 成分、 K_2O 成分及び Cs_2O 成分は、ガラスの熔融性を改善し、ガラス転移点を低くする成分である。このうち Na_2O 成分、 K_2O 成分及び Cs_2O 成分は、ガラスの耐失透性を高める成分でもある。ここで、 Li_2O 成分、 Na_2O 成分、 K_2O 成分及び Cs_2O 成分の各々の含有量を 10.0% 以下にすることで、ガラスの屈折率を低下し難くし、且つ、ガラスの安定性を高めて失透等の発生を低減することができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Li_2O 成分、 Na_2O 成分、 K_2O 成分及び Cs_2O 成分の各々の含有量は、好ましくは 10.0%、より好ましくは 8.0%、さらに好ましくは 5.0% を上限とする。特に、 Li_2O 成分の含有量を 3.0% 以下にすることで、ガラスの粘性が高くなることで脈理を低減できる。従って、脈理を低減しつつ、屈折率や耐失透性を高める観点では、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Li_2O 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

40

50

ましくは1.0%、最も好ましくは0.3%を上限とする。また、 Li_2O 成分は含有しなくてもよい。 Li_2O 成分、 Na_2O 成分、 K_2O 成分及び Cs_2O 成分は、原料として例えば Li_2CO_3 、 LiNO_3 、 Li_2CO_3 、 NaNO_3 、 NaF 、 Na_2SiF_6 、 K_2CO_3 、 KNO_3 、 KF 、 KHF_2 、 K_2SiF_6 、 Cs_2CO_3 、 CsNO_3 等を用いることができる。

【0059】

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)は、ガラスの熔融性を改善するとともに、ガラスの失透を低減する成分である。ここで、 Rn_2O 成分の合計の含有量を15.0%以下にすることで、ガラスの屈折率を低下し難くし、ガラスの失透の発生を低減できる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Rn_2O 成分の質量和は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、最も好ましくは5.0%を上限とする。

10

【0060】

本発明の光学ガラスは、質量和($\text{Ln}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Li}_2\text{O}$)に対する、質量和($\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{WO}_3$)の比率が0.20以上2.00以下であることが好ましい。特に、この比率を0.20以上にすることにより、耐失透性を低下させる成分(Ln_2O_3 成分、 ZrO_2 成分及び Li_2O 成分)の含有量に対して、耐失透性を高める成分(B_2O_3 成分、 SiO_2 成分及び WO_3)の含有量が増加するため、より液相温度が低く失透し難い光学ガラスを得ることができる。一方、この比率を2.00以下にすることにより、屈折率及びアッペ数を高める成分である Ln_2O_3 成分がガラス中に含まれ易くなるため、所望の屈折率及びアッペ数を得易くできる。従って、酸化物換算組成の質量比($\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{WO}_3$) / ($\text{Ln}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Li}_2\text{O}$)は、好ましくは0.20、より好ましくは0.23、最も好ましくは0.27を下限とする。また、この質量比は、好ましくは2.00、より好ましくは1.50、最も好ましくは1.00を上限とする。

20

【0061】

ZnO 成分は、ガラス転移温度を低くし、化学的耐久性を改善する成分である。特に、 ZnO 成分の含有量を25.0%以下にすることで、ガラスの屈折率の低下を抑え、耐失透性の悪化を抑えることができる。また、熔融ガラスの粘性の低下が抑えられることで脈理を発生し難くできる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する ZnO 成分の含有量は、好ましくは25.0%、より好ましくは20.0%、さらに好ましくは15.0%を上限とする。特に、ガラスへの脈理の発生を低減できる観点では、酸化物換算組成のガラス全質量に対する ZnO 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは7.6%、さらに好ましくは5.7%、さらに好ましくは5.4%、最も好ましくは5.0%を上限とする。 ZnO 成分は、原料として例えば ZnO 、 ZnF_2 等を用いることができる。

30

【0062】

P_2O_5 成分は、ガラスの液相温度を下げて耐失透性を向上させる効果を有する成分である。特に、 P_2O_5 成分の含有量を10.0%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、酸化物換算組成のガラス全質量に対する P_2O_5 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%を上限とし、最も好ましくは含有しない。 P_2O_5 成分は、原料として例えば $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、 $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、 BPO_4 、 H_3PO_4 等を用いることができる。

40

【0063】

GeO_2 成分は、ガラスの屈折率を高め、耐失透性を向上させる効果を有する成分である。しかしながら、 GeO_2 は原料価格が高いため、その量が多いと生産コストが高くなることで、 Ta_2O_5 成分を低減することによる効果が減殺される。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する GeO_2 成分の含有量は、好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満とし、最も好ましくは1.0%を上限とする。 GeO_2 成分は、

50

原料として例えば GeO_2 等を用いることができる。

【0064】

Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分は、ガラスの化学的耐久性を向上し、熔融ガラスの耐失透性を向上する成分である。特に、 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分の各々の含有量を 10.0% 以下にすることで、ガラスの失透傾向を弱めて、ガラスの安定性を高めることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する 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 10.0%、より好ましくは 5.0%、最も好ましくは 3.0% を上限とし、最も好ましくは含有しない。 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分は、原料として例えば Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 AlF_3 、 Ga_2O_3 、 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 等を用いることができる。

10

【0065】

TeO_2 成分は、屈折率を高め、ガラス転移点を下げる成分である。しかしながら、 TeO_2 は白金製の坩堝や、熔融ガラスと接する部分が白金で形成されている熔融槽でガラス原料を熔融する際、白金と合金化しうる問題がある。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する TeO_2 成分の含有量は、好ましくは 20.0%、より好ましくは 10.0%、最も好ましくは 5.0% を上限とし、最も好ましくは含有しない。 TeO_2 成分は、原料として例えば TeO_2 等を用いることができる。

【0066】

SnO_2 成分は、熔融ガラスの酸化を低減して熔融ガラスを清澄し、且つガラスの光照射に対する透過率を悪化し難くする成分である。特に、 SnO_2 成分の含有量を 1.0% 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、ガラスの失透を生じ難くすることができる。また、 SnO_2 成分と溶解設備（特に Pt 等の貴金属）との合金化が低減されるため、溶解設備の長寿命化を図ることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する SnO_2 成分の含有量は、好ましくは 1.0%、より好ましくは 0.7%、最も好ましくは 0.5% を上限とする。 SnO_2 成分は、原料として例えば SnO 、 SnO_2 、 SnF_2 、 SnF_4 等を用いることができる。

20

【0067】

Sb_2O_3 成分は、熔融ガラスを脱泡する成分である。 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、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Sb_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 1.0%、より好ましくは 0.7%、最も好ましくは 0.5% を上限とする。 Sb_2O_3 成分は、原料として例えば Sb_2O_3 、 Sb_2O_5 、 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等を用いることができる。

30

【0068】

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。

【0069】

< 含有すべきでない成分について >

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。

40

【0070】

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、添加することができる。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。

【0071】

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

50

が望ましい。

【0072】

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抑える傾向にあり、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。

【0073】

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 2.0～55.0モル%、
 La₂O₃成分 5.0～30.0モル%、及び
 Ta₂O₅成分 0～7.0モル%、
 TiO₂成分 0～30.0モル%及び/又は
 Nb₂O₅成分 0～15.0モル%及び/又は
 WO₃成分 0～30.0モル%及び/又は
 SiO₂成分 0～50.0モル%及び/又は
 ZrO₂成分 0～18.0モル%及び/又は
 Gd₂O₃成分 0～25.0モル%及び/又は
 Y₂O₃成分 0～20.0モル%及び/又は
 Yb₂O₃成分 0～10.0モル%及び/又は
 Bi₂O₃成分 0～10.0モル%及び/又は
 MgO成分 0～50.0モル%及び/又は
 CaO成分 0～40.0モル%及び/又は
 SrO成分 0～30.0モル%及び/又は
 BaO成分 0～35.0モル%及び/又は
 Li₂O成分 0～30.0モル%及び/又は
 Na₂O成分 0～25.0モル%及び/又は
 K₂O成分 0～20.0モル%及び/又は
 Cs₂O成分 0～10.0モル%及び/又は
 ZnO成分 0～50.0モル%及び/又は
 P₂O₅成分 0～15.0モル%及び/又は
 GeO₂成分 0～10.0モル%及び/又は
 Al₂O₃成分 0～15.0モル%及び/又は
 Ga₂O₃成分 0～5.0モル%及び/又は
 TeO₂成分 0～25.0モル%及び/又は
 SnO₂成分 0～0.3モル%及び/又は
 Sb₂O₃成分 0～0.5モル%

【0074】

[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に投入し、ガラス組成の熔融難易度に応じて電気炉で1100～1500の温度範囲で2～5時間熔融し、攪拌均質化した後、適当な温度に下げてから金型に鋳込み、徐冷することにより作製される。

【0075】

[物性]

本発明の光学ガラスは、高い屈折率(n_d)及び低い分散を有する必要がある。特に、本発明の光学ガラスの屈折率(n_d)は、好ましくは1.75、より好ましくは1.80

10

20

30

40

50

、最も好ましくは 1.86 を下限とする。また、本発明の光学ガラスのアッペ数 (ν_d) は、好ましくは 30、より好ましくは 32、最も好ましくは 35 を下限とし、好ましくは 50、より好ましくは 47、最も好ましくは 45 を上限とする。これらにより、光学設計の自由度が広がり、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。なお、本発明の光学ガラスの屈折率 (n_d) の上限は、例えば 2.00 以下、より詳細には 1.98 以下、より詳細には 1.97 以下であることが多い。

【0076】

また、本発明の光学ガラスは、 Ta_2O_5 成分の含有量が少なくても、耐失透性が高い必要がある。特に、本発明の光学ガラスは、1300 以下の低い液相温度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液相温度は、好ましくは 1300、より好ましくは 1290、最も好ましくは 1280 を上限とする。これにより、より低い温度で熔融ガラスを流出しても、作製されたガラスの結晶化が低減されるため、熔融状態からガラスを形成したときの耐失透性を高めることができ、ガラスを用いた光学素子の光学特性への影響を低減することができる。また、ガラスを安定して形成できる温度の範囲が広がるため、ガラスの溶解温度を低くしてもガラスを成形でき、ガラスの成形時に消費するエネルギーを抑えることができる。一方、本発明の光学ガラスの液相温度の下限は特に限定しないが、本発明によって得られるガラスの液相温度は、概ね 500 以上、具体的には 600 以上、さらに具体的には 700 以上であることが多い。なお、本明細書中における「液相温度」とは、50ml の容量の白金製坩堝に 30cc のレット状のガラス試料を白金坩堝に入れて 1350 で完全に熔融状態にし、所定の温度まで降温して 12 時間保持し、炉外に取り出して冷却した後直ちにガラス表面及びガラス中の結晶の有無を観察し、結晶が認められない一番低い温度を表す。ここで所定の温度とは、1300 ~ 1160 まで 10 刻みで設定した温度を表わす。

【0077】

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 10mm のサンプルで分光透過率 70% を示す波長 (λ_0) が 420nm 以下であり、より好ましくは 410nm 以下であり、最も好ましくは 400nm 以下である。また、分光透過率 5% を示す波長 (λ_5) が 400nm 以下であり、より好ましくは 380nm 以下であり、最も好ましくは 360nm 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。

【0078】

また、本発明の光学ガラスは、低い部分分散比 (g, F) を有することが好ましい。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 (ν_d) との間で、 $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6571)$ (g, F) $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6971)$ の関係を満たす。これにより、部分分散比 (g, F) の小さい光学ガラスが得られるため、この光学ガラスを光学素子の色収差の低減等に役立てることができる。本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、好ましくは $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6571)$ 、より好ましくは $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6591)$ 、最も好ましくは $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6611)$ を下限とする。一方で、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、好ましくは $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6971)$ 、より好ましくは $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6921)$ 、最も好ましくは $(-2.50 \times 10^{-3} \times \nu_d + 0.6871)$ を上限とする。

【0079】

[ガラス成形体及び光学素子]

作製された光学ガラスから、例えば研磨加工の手段、又は、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することができる。すなわち、光学ガラスに対して研削及び研磨等の機械加工を行ってガラス成形体を作

製したり、光学ガラスから作製した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、研磨加工を行って作製したプリフォームや、公知の浮上成形等により成形され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することができる。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。

【0080】

このように、本発明の光学ガラスから形成したガラス成形体は、様々な光学素子及び光学設計に有用であるが、その中でも特に、レンズやプリズム等の光学素子に用いることが好ましい。これにより、径の大きなガラス成形体の形成が可能になるため、光学素子の大型化を図りながらも、カメラやプロジェクタ等の光学機器に用いたときに高精細で高精度な結像特性及び投影特性を実現できる。

10

【実施例】

【0081】

本発明の実施例（No. 1～No. 112）及び比較例（No. A～No. B）の組成、並びに、これらのガラスの屈折率（ n_d ）、アッペ数（ ν_d ）、部分分散比（ g, F ）、液相温度、及び分光透過率が5%及び70%を示す波長（ λ_5 及び λ_{70} ）の結果を表1～表15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。

【0082】

本発明の実施例（No. 1～No. 112）及び比較例（No. A～No. B）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原料を選定し、表1～表15に示した各実施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1100～1500の温度範囲で2～5時間熔融した後、攪拌均質化してから金型等に鑄込み、徐冷してガラスを作製した。

20

【0083】

ここで、実施例（No. 1～No. 112）及び比較例（No. A～No. B）のガラスの、屈折率（ n_d ）、アッペ数（ 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。そして、求められたアッペ数（ ν_d ）及び部分分散比（ g, F ）の値について、関係式（ g, F ）＝ $-a \times \nu_d + b$ における、傾き a が0.0025のときの切片 b を求めた。ここで、屈折率（ n_d ）、アッペ数（ ν_d ）、及び部分分散比（ g, F ）は、徐冷降温速度を $-25 / \text{hr}$ にして得られたガラスについて測定を行うことで求めた。

30

【0084】

また、実施例（No. 1～No. 112）及び比較例（No. A～No. B）のガラスの透過率は、日本光学硝子工業会規格JOGIS02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 $1.0 \pm 0.1 \text{ mm}$ の対面平行研磨品をJISZ8722に準じ、200～800nm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。

40

【0085】

また、実施例（No. 1～No. 112）及び比較例（No. A～No. B）のガラスの液相温度は、50mlの容量の白金製坩堝に30ccのカレット状のガラス試料を白金坩堝に入れて1350で完全に熔融状態にし、1300～1160まで10刻みで設定したいずれかの温度まで降温して12時間保持し、炉外に取り出して冷却した後直ちにガラス表面及びガラス中の結晶の有無を観察し、結晶が認められない一番低い温度を求めた。

【0086】

【表 1】

	実施例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
B ₂ O ₃	13.37	11.62	12.62	12.53	13.37	13.37	13.37	13.37
La ₂ O ₃	43.80	44.94	44.94	40.88	33.80	40.80	37.80	30.80
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂				0.17				
Nb ₂ O ₅	7.65	3.95	4.33	1.24	7.65	7.65	7.65	7.65
WO ₃	2.47	8.74	8.74	15.62	2.47	2.47	2.47	2.47
SiO ₂	6.28	6.32	6.32	5.79	6.28	6.28	6.28	6.28
ZrO ₂	7.70	6.26	6.26	6.07	7.70	7.70	7.70	7.70
Gd ₂ O ₃	18.62	14.60	16.60	17.44	28.62	21.62	24.62	31.62
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO		3.38		0.17				
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.11	0.20	0.20	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	10.12	12.69	13.07	17.03	10.12	10.12	10.12	10.12
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	3	2	2	2	2
Si+B	19.66	17.94	18.94	18.31	19.66	19.66	19.66	19.66
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.781	0.570	0.559	0.399	0.781	0.781	0.781	0.781
La+Gd+Y+Yb	62.42	59.54	61.54	58.32	62.42	62.42	62.42	62.42
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	80.24	78.49	80.87	81.25	80.24	80.24	80.24	80.24
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.000	0.000	0.01	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.316	0.405	0.408	0.527	0.316	0.316	0.316	0.316
n _d	1.88256	1.88658	1.88204	1.88165	1.87885	1.88198	1.88094	1.87863
v _d	39.9	39.0	39.4	38.4	40.1	39.9	40.0	
θ _{gF}	0.57033	0.57376	0.57296	0.57603	0.57071	0.57130	0.57033	
切片 b (a=0.00250)	0.67008	0.67126	0.67146	0.67203	0.67096	0.67105	0.67033	
液相温度 [°C]			1240	1240	1260	1260	1280	
λ ₇₀ [nm]	383	409.5	409.5	409.5	388.5	387.5	387.5	386.5
λ ₅ [nm]	337	356	356.5	358	342	341.5	341.5	342.5

【 0 0 8 7 】

【表 2】

	実施例							
	9	10	11	12	13	14	15	16
B ₂ O ₃	12.60	11.62	12.60	13.07	12.10	12.10	12.10	13.32
La ₂ O ₃	44.94	44.93	34.94	37.80	42.50	39.50	36.50	41.62
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂								
Nb ₂ O ₅	3.95	3.95	3.95	7.65	5.10	5.10	5.10	8.92
WO ₃	9.17	8.74	9.17	3.27	5.40	5.40	5.40	1.85
SiO ₂	6.32	6.32	6.32	6.28	6.90	6.90	6.90	6.76
ZrO ₂	6.26	6.26	6.26	6.10	6.10	6.10	6.10	6.17
Gd ₂ O ₃	16.56	14.61	26.56	25.72	21.90	24.90	27.90	21.36
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO		3.38						
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.20	0.20	0.20	0.11				
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	13.12	12.69	13.12	10.92	10.50	10.50	10.50	10.77
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	2	2	2	2	2
Si+B	18.92	17.94	18.92	19.36	19.00	19.00	19.00	20.08
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.540	0.570	0.540	0.710	0.589	0.589	0.589	0.752
La+Gd+Y+Yb	61.50	59.54	61.50	63.52	64.40	64.40	64.40	62.98
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	80.88	78.49	80.88	80.54	81.00	81.00	81.00	79.92
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.415	0.405	0.415	0.325	0.346	0.346	0.346	0.317
n _d	1.88131	1.88656	1.87833	1.88085	1.8799	1.87921	1.87828	1.87902
v _d	39.4	39.0	39.5	40.1	40.3	40.3	40.3	39.9
θ _{gF}	0.57302	0.57432	0.57323	0.56759	0.57136	0.57169	0.57156	0.57007
切片 b (a=0.00250)	0.67152	0.67182	0.67198	0.66784	0.67211	0.67244	0.67231	0.66982
液相温度 [°C]				1290	1280		1290	
λ ₇₀ [nm]				390.5	390	394.5	387.5	385.5
λ ₅ [nm]				344	343	344	343	335.5

【表 3】

	実施例							
	17	18	19	20	21	22	23	24
B ₂ O ₃	13.65	13.07	13.23	13.26	13.39	12.10	12.10	12.10
La ₂ O ₃	44.69	37.10	36.36	38.32	34.88	33.50	30.50	46.00
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂								
Nb ₂ O ₅	7.80	7.65	7.74	7.75	7.83	5.10	5.10	5.10
WO ₃	2.52	3.77	3.31	3.31	3.35	5.40	5.40	5.40
SiO ₂	6.41	6.48	6.36	6.37	6.43	6.90	6.90	6.90
ZrO ₂	5.82	6.10	6.89	6.90	7.69	6.10	6.10	6.10
Gd ₂ O ₃	19.10	25.72	26.02	23.97	26.33	30.90	33.90	18.40
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO								
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃		0.11	0.11	0.11	0.11			
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	10.32	11.42	11.04	11.07	11.17	10.50	10.50	10.50
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	2	2	2	2	2
Si+B	20.06	19.56	19.58	19.63	19.82	19.00	19.00	19.00
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.679	0.703	0.747	0.747	0.783	0.589	0.589	0.589
La+Gd+Y+Yb	63.80	62.82	62.37	62.29	61.21	64.40	64.40	64.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	79.94	80.34	80.31	80.27	80.07	81.00	81.00	81.00
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.324	0.338	0.330	0.332	0.336	0.346	0.346	0.346
n _d	1.87685	1.87919	1.88027	1.88068	1.87968	1.87713	1.87633	1.88085
v _d	40.3	39.8	39.7	39.7	39.6	40.3	40.3	40.1
θ _{gF}	0.56979	0.57311	0.57104	0.57169	0.57226	0.56979	0.57064	0.57039
切片 b (a=0.00250)	0.67054	0.67261	0.67029	0.67094	0.67126	0.67054	0.67139	0.67064
液相温度 [°C]		1280		1280	1280	1270	1270	1290
λ ₇₀ [nm]	391	389.5	390.5	391.5	390	398.5	389	393.5
λ _g [nm]	337	345	344	344	344.5	344	344	342.5

【表 4】

	実施例							
	25	26	27	28	29	30	31	32
B ₂ O ₃	13.57	13.07	12.56	12.54	13.07	12.10	12.10	12.10
La ₂ O ₃	37.80	37.80	36.39	36.32	33.80	27.50	31.50	30.50
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂		0.20						
Nb ₂ O ₅	7.65	7.45	7.35	8.84	7.65	5.10	5.10	5.10
WO ₃	3.27	3.27	3.41	2.09	3.27	5.40	5.40	11.40
SiO ₂	5.78	6.28	6.38	6.37	6.28	6.90	6.50	6.90
ZrO ₂	6.10	6.10	6.08	6.07	6.10	6.10	6.10	6.10
Gd ₂ O ₃	25.72	25.72	27.82	27.77	29.72	36.90	30.90	27.90
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO							2.40	
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.11	0.11			0.11			
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	10.92	10.92	10.76	10.93	10.92	10.50	10.50	16.50
Ti,Nb,W の含有数	2	3	2	2	2	2	2	2
Si+B	19.36	19.36	18.95	18.91	19.36	19.00	18.60	19.00
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.710	0.700	0.709	0.789	0.710	0.589	0.602	0.589
La+Gd+Y+Yb	63.52	63.52	64.21	64.09	63.52	64.40	62.40	58.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	80.54	80.34	81.05	81.09	80.54	81.00	79.00	81.00
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.325	0.325	0.318	0.299	0.325	0.346	0.350	0.471
n _d	1.88107	1.88204	1.88275	1.88594	1.8797	1.87503	1.8781	1.87914
v _d	39.9	39.7	40.0	39.6	39.9	40.3	40.1	38.3
θ _{gF}	0.57240	0.57246	0.57046	0.57079	0.57162	0.57031	0.57117	0.57691
切片 b (a=0.00250)	0.67215	0.67171	0.67046	0.66979	0.67137	0.67106	0.67142	0.67266
液相温度 [°C]			1290			1290	1250	1250
λ ₇₀ [nm]	390	390.5	387	389.5	389	384	386.5	383.5
λ ₅ [nm]	344	344.5	340	337.5	344	343.5	343.5	349.5

10

20

30

40

【 0 0 9 0 】

【表 5】

	実施例							
	33	34	35	36	37	38	39	40
B ₂ O ₃	12.45	12.10	12.09	12.10	11.42	13.24	12.10	12.10
La ₂ O ₃	41.17	36.50	36.46	36.50	31.60	35.26	33.50	40.00
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂								6.00
Nb ₂ O ₅	1.44	6.10	5.85	6.10	4.81	5.37	5.10	5.10
WO ₃	10.89	4.40	4.74	5.40	10.75	5.68	5.40	5.40
SiO ₂	5.86	6.90	6.89	6.90	6.51	6.76	6.90	6.90
ZrO ₂	6.18	6.10	6.09	5.10	5.75	6.42	6.10	6.10
Gd ₂ O ₃	21.93	27.90	27.87	27.90	29.15	27.26	25.90	18.40
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO							5.00	
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃	0.10							
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	12.32	10.50	10.59	11.50	15.57	11.05	10.50	16.50
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	2	2	2	2	3
Si+B	18.30	19.00	18.98	19.00	17.92	20.00	19.00	19.00
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.416	0.642	0.629	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589
La+Gd+Y+Yb	63.10	64.40	64.34	64.40	60.75	62.53	59.40	58.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	81.60	81.00	81.02	81.00	82.08	80.00	76.00	75.00
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.364
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.421	0.332	0.337	0.351	0.431	0.373	0.373	0.378
n _d	1.87883	1.88009	1.87995	1.8781	1.88804	1.87046	1.87267	1.91355
v _d	39.9	40.1	40.1	40.0	38.3	40.4	40.1	34.5
θ _{gF}	0.57266	0.57065	0.57130	0.57221	0.57550	0.57024	0.57189	0.58708
切片 b (a=0.00250)	0.67241	0.67090	0.67155	0.67221	0.67125	0.67124	0.67214	0.67333
液相温度 [°C]		1270	1270	1260		1250		1220
λ ₇₀ [nm]	400	389.5	389	390	386	384	392	408
λ ₅ [nm]	353	342	342.5	343	349.5	343	343	358

【 0 0 9 1 】

【表 6】

	実 施 例							
	41	42	43	44	45	46	47	48
B ₂ O ₃	12.45	12.10	12.54	12.44	14.10	12.10	12.10	12.10
La ₂ O ₃	43.49	46.00	34.73	31.67	30.50	31.50	29.50	31.50
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂	0.94	6.00	1.93					
Nb ₂ O ₅	5.25	5.10	5.29	7.67	9.10	5.10	5.10	5.10
WO ₃	5.56	5.40		6.00	5.40	5.40	5.40	5.40
SiO ₂	7.10	6.90	7.15	6.67	6.90	6.50	6.10	6.10
ZrO ₂	6.28	6.10	6.32	6.78	6.10	6.60	6.10	6.10
Gd ₂ O ₃	18.93	12.40	32.03	28.78	27.90	30.90	30.90	28.90
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO						1.90	4.80	4.80
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃								
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	11.75	16.50	7.22	13.67	14.50	10.50	10.50	10.50
Ti,Nb,W の含有数	3	3	2	2	2	2	2	2
Si+B	19.55	19.00	19.70	19.11	21.00	18.60	18.20	18.20
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.589	0.589	0.589	0.756	0.724	0.629	0.615	0.615
La+Gd+Y+Yb	62.43	58.40	66.76	60.44	58.40	62.40	60.40	60.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	79.51	75.00	78.37	80.89	79.00	79.50	77.00	77.00
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.080	0.364	0.268	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.365	0.378	0.270	0.374	0.409	0.348	0.355	0.355
n _d	1.88214	1.91493	1.87932	1.88391	1.86963	1.87883	1.87756	1.8778
v _d	39.2	34.5	40.3	38.8	38.9	40.1	39.9	39.9
θ gF	0.57308	0.58553	0.57032	0.57412	0.57335	0.57110	0.57130	0.57117
切 片 b (a=0.00250)	0.67108	0.67178	0.67107	0.67112	0.67060	0.67135	0.67105	0.67092
液相温度[°C]								
λ ₇₀ [nm]	387.5	402	414.5	388	379.5	397.5	402.5	391
λ ₅ [nm]	345.5	357	339.5	345	344	344	343.5	343

【 0 0 9 2 】

【表 7】

	実 施 例							
	49	50	51	52	53	54	55	56
B ₂ O ₃	12.27	12.73	12.98	13.18	13.21	12.10	12.10	13.28
La ₂ O ₃	31.95	33.14	43.36	32.12	34.07	33.50	33.50	35.37
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂		0.98	1.47				5.10	2.58
Nb ₂ O ₅	5.17	5.37	5.47	5.18	5.19	5.10		
WO ₃	5.48	2.83	1.52	5.48	5.49	8.40	5.40	2.92
SiO ₂	6.59	6.47	6.60	6.50	6.52	6.90	6.90	6.79
ZrO ₂	6.92	6.42	6.55	6.19	6.20	6.10	6.10	6.44
Gd ₂ O ₃	29.19	28.04	19.74	31.36	29.33	27.90	30.90	32.63
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO	2.43	4.03	2.30					
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃								
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	10.65	9.17	8.47	10.66	10.68	13.50	10.50	5.50
Ti,Nb,W の含有数	2	3	3	2	2	2	2	2
Si+B	18.86	19.20	19.59	19.68	19.72	19.00	19.00	20.06
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.641	0.614	0.614	0.577	0.577	0.589	0.321	0.321
La+Gd+Y+Yb	61.13	61.18	63.10	63.47	63.39	61.40	64.40	68.00
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	78.70	75.79	76.64	80.32	80.28	81.00	75.90	77.36
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.107	0.174	0.000	0.000	0.000	0.486	0.468
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.358	0.326	0.303	0.361	0.362	0.406	0.346	0.309
n _d	1.87745	1.87636	1.88014	1.87133	1.87148	1.87916	1.89161	1.86711
v _d	40.0	39.9	39.9	40.5	40.5	39.2	37.5	41.4
θ gF	0.57104	0.57097	0.57136	0.57063	0.57083	0.57411	0.57895	0.56856
切片 b (a=0.00250)	0.67104	0.67072	0.67111	0.67188	0.67208	0.67211	0.67270	0.67206
液相温度 [°C]			1250	1250	1250	1250		1270
λ ₇₀ [nm]	398	388.5	390	392.5	401.5	385.5	392.5	395.5
λ ₅ [nm]	344	342	340	343.5	343.5	347	353.5	345

【 0 0 9 3 】

【表 8】

	実施例							
	57	58	59	60	61	62	63	64
B ₂ O ₃	15.02	12.98	14.98	13.98	14.21	13.21	13.21	12.10
La ₂ O ₃	49.30	43.36	43.36	43.36	34.07	34.07	34.07	46.00
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂	6.69	1.47	4.47	3.47	2.00	2.00	5.00	5.00
Nb ₂ O ₅	8.21	5.47	5.47	8.47	8.19	5.19	5.19	5.10
WO ₃		4.52		1.52	2.49	3.49	5.49	5.40
SiO ₂	6.88	6.60	6.60	6.60	6.52	6.52	6.52	6.90
ZrO ₂	6.03	1.55	1.55	6.55	1.20	1.20	1.20	1.10
Gd ₂ O ₃	5.83	19.74	19.74	13.74	29.33	29.33	29.33	18.40
Y ₂ O ₃	0.58							
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO	1.46	4.30	3.82	2.30	2.00	5.00		
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃								
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	14.90	11.47	9.95	13.47	12.68	10.68	15.68	15.50
Ti,Nb,W の含有数	2	3	2	3	3	3	3	3
Si+B	21.90	19.59	21.59	20.59	20.72	19.72	19.72	19.00
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.650	0.358	0.325	0.729	0.453	0.324	0.324	0.326
La+Gd+Y+Yb	55.71	63.10	63.10	57.10	63.39	63.39	63.39	64.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	69.95	74.64	70.12	73.64	75.28	73.28	75.28	76.00
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.449	0.128	0.450	0.258	0.158	0.187	0.319	0.323
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.355	0.373	0.334	0.347	0.359	0.359	0.390	0.373
n _d	1.89972	1.87116	1.87052	1.8926	1.86862	1.86704	1.89082	1.90021
v _d	34.8	39.6	38.6	36.7	39.0	39.7	36.1	36.0
θ _{gF}	0.58391	0.57357	0.57617	0.57970	0.57432	0.57365	0.58232	0.58217
切片 b (a=0.00250)	0.67091	0.67257	0.67267	0.67145	0.67182	0.67290	0.67257	0.67217
液相温度 [°C]								
λ ₇₀ [nm]	401.5	384.5	388	390	382.5	390	400	401
λ ₅ [nm]	354.5	344	347	349	345.5	344.5	355.5	354.5

【表 9】

	実施例							
	65	66	57	68	69	70	71	72
B ₂ O ₃	12.10	13.10	13.21	13.98	14.03	14.52	12.10	12.10
La ₂ O ₃	36.00	45.00	44.07	43.36	42.66	44.14	36.50	39.50
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂	5.00	5.00	5.00	3.47	1.45	2.99		
Nb ₂ O ₅	5.10	5.10	5.19	5.47	10.18	5.57	5.10	5.10
WO ₃	5.40	5.40	5.49	1.52	1.50	1.55	8.40	8.40
SiO ₂	6.90	6.90	6.52	6.60	6.50	6.72	6.90	6.90
ZrO ₂	1.10	1.10	1.20	1.55	2.00	2.07	6.10	6.10
Gd ₂ O ₃	28.40	18.40	19.33	19.74	19.43	20.10	24.90	21.90
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO				4.30	2.26	2.34		
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃								
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	15.50	15.50	15.68	10.47	13.12	10.11	13.50	13.50
Ti,Nb,W の含有数	3	3	3	3	3	3	2	2
Si+B	19.00	20.00	19.72	20.59	20.53	21.24	19.00	19.00
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.326	0.310	0.324	0.341	0.593	0.360	0.589	0.589
La+Gd+Y+Yb	64.40	63.40	63.39	63.10	62.09	64.24	61.40	61.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	76.00	75.00	75.28	71.64	75.76	73.43	81.00	81.00
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.323	0.323	0.319	0.332	0.110	0.296	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.373	0.394	0.390	0.342	0.344	0.344	0.406	0.406
n _d	1.89682	1.8917	1.89415	1.87268	1.87727	1.86832	1.8797	1.88069
v _d	36.0	36.3	36.1	38.8	38.5	39.4	39.3	39.2
θ _{gF}	0.58280	0.58137	0.58165	0.57511	0.57287	0.57376	0.57340	0.57283
切片 b (a=0.00250)	0.67280	0.67212	0.67190	0.67211	0.66912	0.67226	0.67165	0.67083
液相温度 [°C]							1240	1240
λ ₇₀ [nm]	396.5	394	395.5	383	381.5	383.5	385.5	386
λ ₅ [nm]	355	354	354.5	345.5	341.5	344.5	346.5	346.5

10

20

30

40

【表 10】

	実施例							
	73	74	75	76	77	78	79	80
B ₂ O ₃	12.10	12.10	12.10	13.10	14.10	12.72	12.10	12.10
La ₂ O ₃	33.50	33.50	30.50	33.50	33.50	32.52	27.50	33.50
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂								5.00
Nb ₂ O ₅	3.10	5.10	5.10	5.10	5.10	4.95	5.10	
WO ₃	12.40	11.40	8.40	8.40	9.40	11.07	8.40	10.00
SiO ₂	6.90	6.90	6.90	5.90	4.90	5.73	6.90	5.40
ZrO ₂	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	5.92	6.10	6.10
Gd ₂ O ₃	25.90	24.90	30.90	27.90	26.90	27.09	33.90	27.90
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO								
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃								
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	15.50	16.50	13.50	13.50	14.50	16.02	13.50	15.00
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	2	2	2	2	2
Si+B	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	18.45	19.00	17.50
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.484	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589	0.349
La+Gd+Y+Yb	59.40	58.40	61.40	61.40	60.40	59.61	61.40	61.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.55	81.00	77.50
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.479	0.471	0.406	0.406	0.427	0.450	0.406	0.407
n _d	1.87472	1.87938	1.87696	1.87755	1.87896	1.88364	1.87563	1.90712
v _d	39.0	38.3	39.3	39.4	39.0	38.4	39.3	35.8
θ _{gF}	0.57487	0.57541	0.57354	0.57290	0.57441	0.57620	0.57252	0.58264
切片 b (a=0.00250)	0.67237	0.67116	0.67179	0.67140	0.67191	0.67220	0.67077	0.67214
液相温度 [°C]	1220	1220	1220	1220	1220	1220	1240	
λ ₇₀ [nm]	384.5							402.5
λ _g [nm]	349.5							357.5

10

20

30

40

【表 1 1】

	実施例							
	81	82	83	84	85	86	87	88
B ₂ O ₃	12.10	12.10	12.10	12.10	13.10	12.04	12.10	12.10
La ₂ O ₃	33.50	39.50	33.50	32.50	36.50	36.32	36.50	31.40
Ta ₂ O ₅								
TiO ₂								
Nb ₂ O ₅	5.10	6.10	6.10	5.10	6.10	6.07	5.80	5.10
WO ₃	6.40	5.40	5.40	6.40	5.40	5.37	5.90	8.40
SiO ₂	6.90	6.90	6.90	6.90	5.90	6.87	6.70	6.90
ZrO ₂	6.10	5.10	5.10	6.10	5.10	5.57	5.10	6.10
Gd ₂ O ₃	29.90	24.90	30.90	30.90	27.90	27.76	27.90	30.00
Y ₂ O ₃								
Yb ₂ O ₃								
Bi ₂ O ₃								
Li ₂ O								
ZnO								
P ₂ O ₅								
GeO ₂								
Al ₂ O ₃								
Sb ₂ O ₃								
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.44	11.70	13.50
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	2	2	2	2	2
Si+B	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	18.91	18.80	19.00
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589	0.616	0.580	0.589
La+Gd+Y+Yb	63.40	64.40	64.40	63.40	64.40	64.08	64.40	61.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.09	81.20	81.00
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.365	0.351	0.351	0.365	0.351	0.349	0.355	0.406
n _d	1.87606	1.87737	1.87528	1.87678	1.87841	1.87865	1.87826	1.87686
v _d	40.0	40.1	40.2	40.0	40.0	39.8	39.9	39.3
θ gF	0.57195	0.57078	0.57228	0.57182	0.57169	0.57162	0.57221	0.57367
切片 b (a=0.00250)	0.67195	0.67103	0.67278	0.67182	0.67169	0.67112	0.67196	0.67192
液相温度[°C]		1260	1280	1260		1260	1260	1240
λ ₇₀ [nm]	382.5	394	390.5	390.5	388	391.5	394	389.5
λ ₅ [nm]	344.5	343	343	345	343	343.5	344	347

10

20

30

40

【表 1 2】

	実 施 例							
	89	90	91	92	93	94	95	96
B_2O_3	12.10	12.10	11.90	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
La_2O_3	31.40	36.50	36.50	31.40	43.40	31.40	33.50	27.50
Ta_2O_5								
TiO_2								
Nb_2O_5	5.10	6.10	6.10	6.60	5.10	5.10	5.10	5.10
WO_3	8.70	5.40	5.40	6.90	8.40	8.40	8.40	8.40
SiO_2	6.60	6.60	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90
ZrO_2	6.10	5.10	5.30	6.10	6.10	7.30	6.10	6.10
Gd_2O_3	30.00	28.20	27.90	30.00	18.00	28.80	27.90	33.90
Y_2O_3								
Yb_2O_3								
Bi_2O_3								
Li_2O								
ZnO								
P_2O_5								
GeO_2								
Al_2O_3								
Sb_2O_3								
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	13.80	11.50	11.50	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50
Ti,Nb,W の 含 有 数	2	2	2	2	2	2	2	2
Si+B	18.70	18.70	18.80	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
$(Zr+Ta+Nb)/$ $(Si+B)$	0.599	0.599	0.606	0.668	0.589	0.653	0.589	0.589
La+Gd+Y+Yb	61.40	64.70	64.40	61.40	61.40	60.20	61.40	61.40
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	81.30	81.30	81.20	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00
$Y/(La+Gd+Y+Yb)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ $(Ti+Nb+W+Bi)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(Si+B+W)/$ $(Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)$	0.406	0.345	0.347	0.384	0.406	0.406	0.406	0.406
n_d	1.88009	1.87989	1.87984	1.87879	1.88171	1.88003	1.87871	1.87604
v_d	39.1	39.9	39.8	39.2	39.2	39.1	39.3	39.4
θ_{gF}	0.57384	0.57214	0.57201	0.57277	0.57384	0.57397	0.57309	0.57348
切 片 b (a=0.00250)	0.67159	0.67189	0.67151	0.67077	0.67184	0.67172	0.67134	0.67198
液 相 温 度 [°C]	1240			1240	1240	1240	1220	1240
$\lambda_{70}[\text{nm}]$	386.5	392.5	391	384	388	385	385	383.5
$\lambda_5[\text{nm}]$	347.5	343.5	343.5	345.5	346	347.5	347	347

10

20

30

40

【表 1 3】

	実施例							
	97	98	99	100	101	102	103	104
B_2O_3	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
La_2O_3	36.50	39.50	42.50	39.50	33.00	33.50	36.00	42.00
Ta_2O_5								
TiO_2								
Nb_2O_5	5.10	6.10	6.10	7.20	5.10	5.60	5.10	5.10
WO_3	8.40	5.40	5.40	4.30	8.90	7.90	8.90	8.90
SiO_2	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90
ZrO_2	6.10	5.10	5.10	5.10	6.10	6.10	6.10	6.10
Gd_2O_3	24.90	24.90	21.90	24.90	27.90	27.90	24.90	18.90
Y_2O_3								
Yb_2O_3								
Bi_2O_3								
Li_2O								
ZnO								
P_2O_5								
GeO_2								
Al_2O_3								
Sb_2O_3								
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	13.50	11.50	11.50	11.50	14.00	13.50	14.00	14.00
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	2	2	2	2	2
Si+B	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
$(Zr+Ta+Nb)/$ $(Si+B)$	0.589	0.589	0.589	0.647	0.589	0.616	0.589	0.589
La+Gd+Y+Yb	61.40	64.40	64.40	64.40	60.90	61.40	60.90	60.90
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00
$Y/(La+Gd+Y+Yb)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti/ $(Ti+Nb+W+Bi)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(Si+B+W)/$ $(Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)$	0.406	0.351	0.351	0.335	0.416	0.399	0.416	0.416
n_d	1.87952	1.87876	1.8801	1.8794	1.87879	1.87975	1.87969	1.88189
v_d	39.3	40.0	39.9	40.0	39.1	39.2	39.1	39.0
θ_{gF}	0.57366	0.57117	0.57143	0.57136	0.57410	0.57327	0.57397	0.57415
切片 b (a=0.00250)	0.67191	0.67117	0.67118	0.67136	0.67185	0.67127	0.67172	0.67165
液相温度 [°C]	1220	1250	1250	1250	1220	1240	1220	1220
$\lambda_{70}[nm]$	384.5	389	393	394	388.5	391	391.5	392
$\lambda_g[nm]$	346.5	343	343	341.5	349	348	348.5	348

【表 1 4】

	実 施 例							
	105	106	107	108	109	110	111	112
B_2O_3	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	11.98	10.43
La_2O_3	45.00	48.00	51.00	33.00	30.00	27.00	44.59	47.50
Ta_2O_5								
TiO_2							5.99	9.51
Nb_2O_5	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	7.07	7.38
WO_3	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90		
SiO_2	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	7.09	5.93
ZrO_2	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	4.88	5.37
Gd_2O_3	15.90	12.90	9.90	27.90	30.90	33.90	12.18	9.80
Y_2O_3							1.37	0.96
Yb_2O_3								
Bi_2O_3								
Li_2O								
ZnO							4.85	3.12
P_2O_5								
GeO_2								
Al_2O_3								
Sb_2O_3								
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ti+Nb+W	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	13.06	16.89
Ti,Nb,W の含有数	2	2	2	2	2	2	2	2
Si+B	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.70	16.36
(Zr+Ta+Nb)/ (Si+B)	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589	0.627	0.779
La+Gd+Y+Yb	60.90	60.90	60.90	60.90	60.90	60.90	58.14	58.26
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	70.09	71.01
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0236	0.0165
Ti/ (Ti+Nb+W+Bi)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.4587	0.5631
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K+Cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Si+B+W)/ (Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416	0.303	0.257
n_d	1.88132	1.8823	1.88347	1.87719	1.87625	1.87468	1.90806	1.95411
v_d	39.1	39.0	39.0	39.2	39.2	39.3	35.3	32.0
θ_{gF}	0.57453	0.57301	0.57402	0.57347	0.57379	0.57432	0.58288	0.59222
切片 b (a=0.00250)	0.67228	0.67051	0.67152	0.67147	0.67179	0.67257	0.67111	0.67222
液相温度 [°C]	1220	1220	1240				1220	1220
λ_{70} [nm]	386.5	387	389.5	385	386.5	384	386.5	418
λ_5 [nm]	347.5	347	347	348	348.5	348.5	347.5	359

【 0 1 0 0 】

【表 1 5】

	比較例	
	A	B
B_2O_3	12.920	15.436
La_2O_3	30.932	27.442
Ta_2O_5	21.807	22.297
TiO_2		
Nb_2O_5		
WO_3	2.404	1.286
SiO_2	2.861	2.573
ZrO_2	3.272	8.576
Gd_2O_3	10.509	9.433
Y_2O_3		
Yb_2O_3		
Bi_2O_3		
Li_2O	0.158	
ZnO	15.031	12.864
P_2O_5		
GeO_2		
Al_2O_3		
Sb_2O_3	0.107	0.093
合 計	100.00	100.00
Ti+Nb+W	2.404	1.286
Ti,Nb,W の含有数	1	1
Si+B	15.781	18.009
$(Zr+Ta+Nb)/$ $(Si+B)$	1.589	1.714
La+Gd+Y+Yb	41.441	36.876
La+Gd+Y+Yb+ Zr+Nb+W	47.117	46.738
$Y/(La+Gd+Y+Yb)$	0.000	0.000
Ti/ $(Ti+Nb+W+Bi)$	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.000	0.000
Li+Na+K+Cs	0.158	0.000
$(Si+B+W)/$ $(Li+La+Gd+Y+Yb+Zr)$	0.405	0.425
n_d	失 透	失 透
ν_d		
θ_{gF}		
切片 b (a=0.00250)		
λ_{70} [nm]		
λ_5 [nm]		
液相温度 [°C]		

10

20

30

40

50

表 1 ~ 表 1 5 に表されるように、本発明の実施例 (N o . 1 ~ N o . 1 1 2) の光学ガラスは、いずれも液相温度が 1 3 0 0 以下、より詳細には 1 2 9 0 以下であり、所望の範囲内であった。一方、比較例 (N o . A ~ N o . B) は、いずれも失透したため、液相温度が高いものと推察される。このため、本発明の実施例の光学ガラスは、比較例のガラスに比べて液相温度が低いことが明らかになった。

【 0 1 0 2 】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、 λ_{70} (透過率 7 0 % 時の波長) がいずれも 4 2 0 n m 以下、より詳細には 4 1 5 n m 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 4 0 0 n m 以下、より詳細には 3 5 6 n m 以下であった。

10

【 0 1 0 3 】

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 . 7 5 以上、より詳細には 1 . 8 6 以上であるとともに、この屈折率 (n_d) は 2 . 0 0 以下、より詳細には 1 . 9 0 以下であり、所望の範囲内であった。

【 0 1 0 4 】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれもアッペ数 (V_d) が 3 0 以上であるとともに、このアッペ数 (V_d) は 5 0 以下、より詳細には 4 2 以下であり、所望の範囲内であった。

【 0 1 0 5 】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも部分分散比 (g, F) が (- 2 . 5 0 $\times 10^{-3} \times V_d + 0 . 6 5 7 1$) 以上、より詳細には (- 2 . 5 0 $\times 10^{-3} \times V_d + 0 . 6 6 7 8$) 以上であった。その反面で、本発明の実施例の光学ガラスの部分分散比 (- 2 . 5 0 $\times 10^{-3} \times V_d + 0 . 6 9 7 1$) 以下、より詳細には (- 2 . 5 0 $\times 10^{-3} \times V_d + 0 . 6 7 3 5$) 以下であった。そのため、これらの部分分散比 (g, F) が所望の範囲内にあることがわかった。

20

【 0 1 0 6 】

従って、本発明の実施例の光学ガラスは、屈折率 (n_d) 及びアッペ数 (V_d) が所望の範囲内にありながら安価に作製でき、耐失透性が高く、且つ、着色が少ないことが明らかになった。

【 0 1 0 7 】

さらに、本発明の実施例の光学ガラスを用いて、ガラスブロックを形成し、このガラスブロックに対して研削及び研磨を行い、レンズ及びプリズムの形状に加工した。その結果、安定に様々なレンズ及びプリズムの形状に加工することができた。

30

【 0 1 0 8 】

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。

フロントページの続き

F ターム(参考) 4G062 AA04 BB01 BB05 BB08 DA01 DA02 DA03 DA04 DB01 DB02
DB03 DC03 DC04 DD01 DD02 DD03 DE01 DE02 DE03 DE04
DF01 EA01 EA02 EA03 EA10 EB01 EB02 EB03 EC01 EC02
EC03 ED01 ED02 ED03 ED04 EE01 EE02 EE03 EE04 EF01
EF02 EF03 EF04 EG01 EG02 EG03 EG04 FA01 FB01 FB02
FB03 FB04 FC01 FC02 FC03 FC04 FD01 FD02 FD03 FE01
FE02 FF01 FG01 FG02 FG03 FG04 FH01 FH02 FH03 FH04
FJ01 FJ02 FJ03 FJ04 FK04 FK05 FK06 FL01 GA01 GA02
GA03 GA04 GA10 GB01 GC01 GD01 GD02 GD03 GD04 GE01
HH01 HH02 HH03 HH05 HH06 HH07 HH08 HH09 HH11 HH13
HH15 HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ04 JJ05 JJ07 JJ10 KK01
KK03 KK04 KK05 KK07 KK08 KK10 MM02 NN02 NN03 NN29