

(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2019-147724
(P2019-147724A)

(43) 公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO3C 3/068 (2006.01)	CO3C 3/068	4G062
GO2B 1/00 (2006.01)	GO2B 1/00	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2018-34348 (P2018-34348)
(22) 出願日 平成30年2月28日 (2018.2.28)

(71) 出願人 000128784
株式会社オハラ
神奈川県相模原市中央区小山1丁目15番30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1-15-3
O 株式会社オハラ内

最終頁に続く

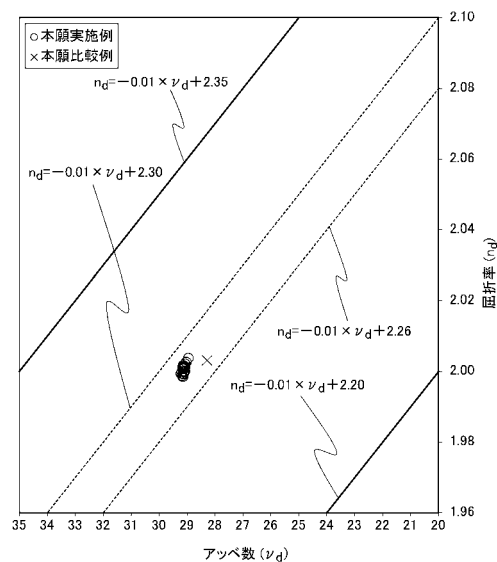
(54) 【発明の名称】 光学ガラス、プリフォーム及び光学素子

(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、光線透過率が高く、且つ温度変化による結像のずれ等の補正に寄与することができる光学ガラスを提供する。

【解決手段】 光学ガラスは、質量%で、 SiO_2 成分を0%超15.0%以下、 B_2O_3 成分を0%超18.0%以下、 La_2O_3 成分を40.0~65.0%、 TiO_2 成分を1.0~23.0%含有し、1.90以上2.10以下の屈折率 (n_d) を有し、23以上35以下のアッペ数 (ν_d) を有し、厚み10mmのサンプルで分光透過率5%を示す最も短い波長 (λ_5) が400nm以下であり、相対屈折率 (589.29nm) の温度係数 ($40 \sim 60$) が、 $+8.0 \times 10^{-6}$ ($^{-1}$) 又はそれよりも低い値である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で、

SiO₂成分を0%超15.0%以下、B₂O₃成分を0%超18.0%以下、La₂O₃成分を40.0~65.0%、TiO₂成分を1.0~23.0%

含有し、

1.90以上2.10以下の屈折率(n_d)を有し、23以上35以下のアッベ数(ν_d)を有し、厚み10mmのサンプルで分光透過率5%を示す最も短い波長(λ_5)が400nm以下であり、相対屈折率(589.29nm)の温度係数(40~60℃)が、 $+8.0 \times 10^{-6}$ (°C⁻¹)又はそれよりも低い値である光学ガラス。

10

【請求項 2】

質量%で、

Nb₂O₅成分 0~22.0%、Y₂O₃成分 0~17.0%、ZrO₂成分 0~15.0%、

である請求項1に記載の光学ガラス。

20

【請求項 3】

質量%で、

Gd₂O₃成分 0~10.0%、Yb₂O₃成分 0~10.0%Ta₂O₅成分 0~10.0%、WO₃成分 0~10.0%、

ZnO成分 0~10.0%、

MgO成分 0~10.0%、

CaO成分 0~10.0%、

SrO成分 0~10.0%、

BaO成分 0~10.0%、

Li₂O成分 0~10.0%、Na₂O成分 0~10.0%、K₂O成分 0~10.0%、P₂O₅成分 0~10.0%、GeO₂成分 0~10.0%、Al₂O₃成分 0~10.0%、Ga₂O₃成分 0~10.0%、Bi₂O₃成分 0~10.0%、TeO₂成分 0~10.0%、SnO₂成分 0~3.0%、Sb₂O₃成分 0~1.0%

であり、

上記各元素の1種又は2種以上の酸化物の一部又は全部と置換した弗化物のFとしての含有量が0~10.0質量%である請求項1又は2に記載の光学ガラス。

30

40

【請求項 4】

質量%で、

Ln₂O₃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)の含有量の和が45.0%以上68.0%以下であり、

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

50

上)の含有量の和が0～10.0%であり、

Rn₂O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)の含有量の和が0～10.0%である請求項1から3のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項5】

質量比La₂O₃/B₂O₃が2.00超12.00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Y₂O₃/(La₂O₃+Gd₂O₃+Y₂O₃+Yb₂O₃)が0.030以上0.300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】

質量和TiO₂+WO₃+Nb₂O₅が12.0%以上35.0%以下であり、
質量和SiO₂+B₂O₃が5.0%以上23.0%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】

請求項1から7のいずれか記載の光学ガラスからなるプリフォーム。

【請求項9】

請求項1から7のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【請求項10】

請求項9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】

【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】

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。

【0003】

光学素子を作製する光学ガラスの中でも特に、光学系全体の小型化を図ることが可能な、1.90以上2.10以下の屈折率(n_d)を有し、23以上35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、特許文献1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】

【0004】

【特許文献1】特開2012-162448号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、1.90以上2.10以下の屈折率(n_d)を有し、23以上35以下のアッペ数(ν_d)を有する光学ガラスとしては、光線透過率が高くないものや、光学素子に用いたときに温度変化によって結像特性が変化するものが知られるのみであった。そのような中で、このような屈折率(n_d)及びアッペ数(ν_d)において、光線透過率が高く、且つ温度変動による結像性能への影響の小さいガラスが求められていた。

【0006】

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、光線透過率が高く、且つ温度変化による結像のずれ等の補正に寄与することができる光学ガラスを得ることにある

10

20

30

40

50

。

【課題を解決するための手段】

【0007】

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、 SiO_2 成分、 B_2O_3 成分、 La_2O_3 成分及び TiO_2 成分を含有するガラスにおいて、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も、光線透過率が高く、相対屈折率の温度係数が所望の範囲内にあるガラスが得られることを見出し、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。

【0008】

(1) 質量%で、
 SiO_2 成分を0%超15.0%以下、
 B_2O_3 成分を0%超18.0%以下、
 La_2O_3 成分を40.0~65.0%、
 TiO_2 成分を1.0~23.0%
 含有し、
 1.90以上2.10以下の屈折率(n_d)を有し、23以上35以下のアッペ数(ν_d)を有し、
 厚み10mmのサンプルで分光透過率5%を示す最も短い波長(λ_5)が400nm以下であり、
 相対屈折率(589.29nm)の温度係数(40~60)が、 $+8.0 \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)又はそれよりも低い値である光学ガラス。

【0009】

(2) 質量%で、
 Nb_2O_5 成分 0~22.0%、
 Y_2O_3 成分 0~17.0%、
 ZrO_2 成分 0~15.0%、
 である(1)に記載の光学ガラス。

【0010】

(3) 質量%で、
 Gd_2O_3 成分 0~10.0%、
 Yb_2O_3 成分 0~10.0%
 Ta_2O_5 成分 0~10.0%、
 WO_3 成分 0~10.0%、
 ZnO 成分 0~10.0%、
 MgO 成分 0~10.0%、
 CaO 成分 0~10.0%、
 SrO 成分 0~10.0%、
 BaO 成分 0~10.0%、
 Li_2O 成分 0~10.0%、
 Na_2O 成分 0~10.0%、
 K_2O 成分 0~10.0%、
 P_2O_5 成分 0~10.0%、
 GeO_2 成分 0~10.0%、
 Al_2O_3 成分 0~10.0%、
 Ga_2O_3 成分 0~10.0%、
 Bi_2O_3 成分 0~10.0%、
 TeO_2 成分 0~10.0%、
 SnO_2 成分 0~3.0%、
 Sb_2O_3 成分 0~1.0%

10

20

30

40

50

であり、

上記各元素の1種又は2種以上の酸化物の一部又は全部と置換した弗化物のFとしての含有量が0～10.0質量%である(1)又は(2)記載の光学ガラス。

【0011】

(4) 質量%で、

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)の含有量の和が45.0%以上68.0%以下であり、

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)の含有量の和が0～10.0%であり、

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)の含有量の和が0～10.0%である(1)から(3)のいずれか記載の光学ガラス。 10

【0012】

(5) 質量比 La_2O_3 / B_2O_3 が2.00超12.00以下である(1)から(4)のいずれか記載の光学ガラス。

【0013】

(6) 質量比 $Y_2O_3 / (La_2O_3 + Gd_2O_3 + Y_2O_3 + Yb_2O_3)$ が0.030以上0.300以下である(1)から(5)のいずれか記載の光学ガラス。

【0014】

(7) 質量和 $TiO_2 + WO_3 + Nb_2O_5$ が12.0%以上35.0%以下であり、質量和 $SiO_2 + B_2O_3$ が5.0%以上23.0%以下である、(1)から(6)のいずれか記載の光学ガラス。 20

【0015】

(8) (1)から(7)のいずれか記載の光学ガラスからなるプリフォーム。

【0016】

(9) (1)から(7)のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【0017】

(10) (9)に記載の光学素子を備える光学機器。

【発明の効果】

【0018】

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、光線透過率が高く、且つ温度変化による結像のずれ等の補正に寄与することができる光学ガラスを得ることができる。 30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本願の実施例のガラスについての屈折率(n_d)とアッペ数(ν_d)の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の光学ガラスは、質量%で、質量%で、 SiO_2 成分を0%超15.0%以下、 B_2O_3 成分を0%超18.0%以下、 La_2O_3 成分を40.0～65.0%、 TiO_2 成分を1.0～23.0%含有し、1.90以上2.10以下の屈折率(n_d)を有し、23以上35以下のアッペ数(ν_d)を有し、厚み10mmのサンプルで分光透過率5%を示す最も短い波長(λ_5)が400nm以下であり、相対屈折率(589.29nm)の温度係数(40～60)が、 $+8.0 \times 10^{-6}$ ($^{-1}$)又はそれよりも低い値である。本発明者は、 SiO_2 成分、 B_2O_3 成分及び La_2O_3 成分をベースとし、これに TiO_2 成分を含有させた場合に、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も、光線透過率が高く、相対屈折率の温度係数が所望の範囲内にあるガラスが得られることを見出した。従って、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、光線透過率が高く、且つ温度変化による結像のずれ等の補正に寄与することができる。 40

【0021】

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。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、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。

【0022】

[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。本明細書中において、各成分の含有量は、特に断りがない場合、全て酸化物換算組成の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」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。

10

【0023】

<必須成分、任意成分について>

SiO_2 成分は、ガラス形成酸化物として必須の成分である。特に、 SiO_2 成分を0%超含有することで、ガラスの安定性を高めて量産に耐えるガラスを得易くする成分でもある。また、熔融ガラスの粘度を高め、ガラスの着色を低減することができる。従って、 SiO_2 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3.0%超、さらに好ましくは4.0%超とする。

20

他方で、 SiO_2 成分の含有量を15.0%以下にすることで、ガラス転移点の上昇を抑えられ、且つ屈折率の低下を抑えられる。従って、 SiO_2 成分の含有量は、好ましくは15.0%以下、より好ましくは12.0%未満、さらに好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは8.0%未満、さらに好ましくは6.0%未満、さらに好ましくは5.0%未満とする。

【0024】

B_2O_3 成分は、ガラス形成酸化物として必須の成分である。特に、 B_2O_3 成分を0%超含有することで、ガラスの安定性を高めて耐失透性を高め、且つガラスのアップ数を高めることができる。従って、 B_2O_3 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3.0%超、さらに好ましくは5.0%超、さらに好ましくは7.0%超、さらに好ましくは8.0%超とする。

30

一方、 B_2O_3 成分の含有量を18.0%以下にすることで、より大きな屈折率を得易くでき、且つ化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは18.0%以下、より好ましくは15.0%未満、さらに好ましくは13.0%未満、さらに好ましくは9.5%以下、さらに好ましくは9.0%未満とする。

【0025】

La_2O_3 成分は、ガラスの屈折率及びアップ数を高める必須成分である。また、希土類の中では比較的安価なため、ガラスの材料コストを低減することができる。また、屈折率を高める成分の中では、相対屈折率の温度係数の上昇を抑え難い成分である。従って、 La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは40.0%以上、より好ましくは43.0%超、さらに好ましくは45.0%超、さらに好ましくは48.0%超、さらに好ましくは50.0%以上、さらに好ましくは50.5%以上とする。

40

一方、 La_2O_3 成分の含有量を65.0%以下にすることで、ガラスの安定性を高めることで失透を低減できる。また、ガラス原料の溶解性を高められる。従って、 La_2O_3 成分の含有量は、好ましくは65.0%以下、より好ましくは60.0%未満、さらに好ましくは58.0%未満、さらに好ましくは55.0%未満とする。

【0026】

TiO_2 成分は、ガラスの屈折率を高め、且つガラスの液相温度を低くすることで安定性を高められ、また、ガラスの比重を小さくでき、ガラスの材料コストを低減できる必須成分である。また、屈折率を高める成分の中では、相対屈折率の温度係数の上昇を抑え難

50

い成分である。従って、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは1.0%以上、より好ましくは3.0%超、さらに好ましくは5.0%超、さらに好ましくは7.0%超、さらに好ましくは9.0%超とする。

他方で、 TiO_2 成分の含有量を23.0%以下にすることで、 TiO_2 成分の過剰な含有による失透を低減でき、ガラスの可視光（特に波長500nm以下）に対する透過率の低下を抑えられる。また、これによりアッペ数の低下を抑えられる。従って、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは23.0%以下、より好ましくは20.0%未満、さらに好ましくは17.0%未満、さらに好ましくは14.0%未満とする。

【0027】

Nb_2O_5 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つガラスの液相温度を低くすることで耐失透性を高められる任意成分である。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3.0%超、さらに好ましくは5.0%超、さらに好ましくは7.0%超としてもよい。

他方で、 Nb_2O_5 成分の含有量を22.0%以下にすることで、ガラスの材料コストを抑えられ、アッペ数の低下を抑えられる。また、 Nb_2O_5 成分の過剰な含有による失透を低減でき、且つ、ガラスの可視光（特に波長500nm以下）に対する透過率の低下を抑えられる。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは22.0%以下、より好ましくは20.0%未満、さらに好ましくは15.0%未満、さらに好ましくは12.0%未満とする。

【0028】

Y_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、高屈折率及び高アッペ数を維持しながらも、ガラスの材料コストを抑えられ、且つ、ガラスの比重を低減できる任意成分である。従って、 Y_2O_3 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3.0%超としてもよい。

他方で、 Y_2O_3 成分の含有量を17.0%以下にすることで、ガラスの屈折率の低下を抑えられ、且つガラスの安定性を高められる。また、ガラス原料の熔解性の悪化を抑えられる。従って、 Y_2O_3 成分の含有量は、好ましくは17.0%以下、より好ましくは15.0%未満、さらに好ましくは12.0%未満、さらに好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは8.0%未満とする。

【0029】

ZrO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率及びアッペ数を高められ、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。従って、 ZrO_2 成分の含有量を、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3.5%超、さらに好ましくは5.0%超としてもよい。

他方で、 ZrO_2 成分の含有量を15.0%以下にすることで、 ZrO_2 成分の過剰な含有による失透を低減できる。従って、 ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは15.0%以下、より好ましくは12.0%未満、さらに好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは7.0%未満とする。

【0030】

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、ガラスの屈折率及びアッペ数を高められる任意成分である。

しかしながら、 Gd_2O_3 成分、 Yb_2O_3 成分及び Lu_2O_3 成分は原料価格が高く、その含有量が多いと生産コストが上昇し、且つ、ガラスの比重が増大する。従って、 Gd_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分の含有量は、それぞれ好ましくは10.0%以下、より好ましくは7.0%未満、さらに好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは4.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。特に材料コストを低減させる観点では、これらの成分の少なくともいずれかを含有しないことが最も好ましい。

【0031】

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られ、且つ耐失透性を高められる任意成分である。

10

20

30

40

50

しかしながら、 Ta_2O_5 成分は原料価格が高く、その含有量が多いと生産コストが上昇する。また、 Ta_2O_5 成分の含有量を10.0%以下にすることで、原料の熔解温度が低くなり、原料の熔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も低減できる。従って、 Ta_2O_5 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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。特に材料コストを低減させる観点では、 Ta_2O_5 成分を含有しないことが最も好ましい。

【0032】

WO_3 成分は、0%超含有する場合に、他の高屈折率成分によるガラスの着色を低減しながら、屈折率を高め、ガラス転移点を低くでき、且つ耐失透性を高められる任意成分である。従って、 WO_3 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.3%超、さらに好ましくは0.5%超としてもよい。

10

他方で、 WO_3 成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの材料コストを抑えられ、アップ数の低下を抑えられる。また、 WO_3 成分によるガラスの着色を低減して可視光透過率を高められる。従って、 WO_3 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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満、さらに好ましくは0.9%以下とする。

【0033】

ZnO 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの安定性を高められ、着色を低減できる任意成分である。また、ガラス転移点を低くでき、化学的耐久性を改善できる成分でもある。

20

他方で、 ZnO 成分の含有量を10.0%以下にすることで、相対屈折率の温度係数を小さくでき、ガラスの屈折率の低下を抑えられ、且つ、過剰な粘性の低下による失透を低減できる。従って、 ZnO 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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とし、さらに好ましくは含有しない。

【0034】

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、耐失透性を調整できる任意成分である。特に、 BaO 成分は、相対屈折率の温度係数を小さくできる成分でもある。

30

他方で、 MgO 成分、 CaO 成分、 SrO 成分及び BaO 成分の含有量をそれぞれ10.0%以下にすることで、屈折率の低下を抑えることができ、且つこれらの成分の過剰な含有による失透を低減できる。従って、 MgO 成分、 CaO 成分、 SrO 成分及び BaO 成分の含有量は、それぞれ好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。特に屈折率の高いガラスを得る観点では、これらの成分を含有しないことが最も好ましい。

【0035】

Li_2O 成分、 Na_2O 成分及び K_2O 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの熔融性を改善でき、ガラス転移点を低くでき、且つ相対屈折率の温度係数を小さくできる任意成分である。そのため、これらのうち Li_2O 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.1%以上としてもよい。

40

他方で、 Li_2O 成分、 Na_2O 成分及び K_2O 成分のそれぞれ10.0%以下にすることで、ガラスの屈折率を低下し難くし、且つガラスの失透を低減できる。従って、 Li_2O 成分、 Na_2O 成分及び K_2O 成分の含有量は、それぞれ好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満、さらに好ましくは0.5%未満とする。

【0036】

P_2O_5 成分は、ガラス形成成分として作用することができ、0%超含有する場合に、ガラスの液相温度を下げて耐失透性を高められる任意成分である。

他方で、 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

50

、特に耐水性の低下を抑えられる。従って、 P_2O_5 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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。

【0037】

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

しかしながら、 GeO_2 は原料価格が高く、その含有量が多いと生産コストが上昇する。従って、 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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。特に、材料コストを低減させる観点では、 GeO_2 成分を含有しなくてもよい。

10

【0038】

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を向上でき、且つガラスの耐失透性を向上できる任意成分である。

他方で、 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、ガラスの液相温度を下げて耐失透性を高められる。従って、 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分の含有量は、それぞれ好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。ここで、 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分のうち少なくともいずれかを含有しなくてもよい。

【0039】

Bi_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高められ、且つガラス転移点を下げられる任意成分である。

他方で、 Bi_2O_3 成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの液相温度を下げて耐失透性を高められる。従って、 Bi_2O_3 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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。

20

【0040】

TeO_2 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高められ、且つガラス転移点を下げられる任意成分である。

他方で、 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、白金と合金化する問題がある。従って、 TeO_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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。

30

【0041】

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。

他方で、 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%以下、より好ましくは1.0%未満、さらに好ましくは0.5%未満、さらに好ましくは0.1%未満とする。

40

【0042】

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。

他方で、 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1.0%以下、より好ましくは0.5%未満、さらに好ましくは0.3%未満とする。

【0043】

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。

【0044】

50

F成分は、0%超含有する場合に、ガラスのアップ数を高め、ガラス転移点を低くし、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

しかし、F成分の含有量、すなわち上述した各金属元素の1種又は2種以上の酸化物の一部又は全部と置換した弗化物のFとしての合計量が10.0%を超えると、F成分の揮発量が多くなるため、安定した光学恒数が得られ難くなり、均質なガラスが得られ難くなる。

従って、F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、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。

【0045】

Ln_2O_3 成分(式中、LnはLa、Gd、Y、Yb、Lu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、45.0%以上68.0%以下が好ましい。 10

特に、この和を45.0%以上にすることで、ガラスの屈折率及びアップ数が高められるため、所望の屈折率及び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、 Ln_2O_3 成分の質量和は、好ましくは45.0%以上、より好ましくは50.0%超、さらに好ましくは53.0%超、さらに好ましくは55.0%超とする。

他方で、この和を68.0%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、 Ln_2O_3 成分の質量和は、好ましくは68.0%以下、より好ましくは65.0%未満、さらに好ましくは62.0%未満、さらに好ましくは60.0%未満とする。

【0046】

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)の含有量の和(質量和)は、10.0%以下が好ましい。これにより、屈折率の低下を抑えられ、また、ガラスの安定性を高められる。従って、RO成分の質量和は、好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。 20

【0047】

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)の含有量の和(質量和)は、10.0%以下が好ましい。これにより、熔融ガラスの粘性の低下を抑えられ、ガラスの屈折率を低下し難くでき、ガラスの失透を低減でき、且つ相対屈折率の温度係数を小さくできる。従って、 Rn_2O 成分の質量和は、好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満、さらに好ましくは0.5%未満、さらに好ましくは0.45%未満とする。 30

他方で、 Rn_2O 成分の質量和の下限値は、相対屈折率の温度係数をより小さくする観点から、0%超としてもよく、0.1%以上としてもよい。

【0048】

B_2O_3 成分の含有量に対する La_2O_3 成分の含有量の和の比率(質量比)は、2.00超12.00以下が好ましい。

特に、この質量比を2.00超にすることで、ガラスの屈折率を高められる。従って、質量比 La_2O_3/B_2O_3 は、好ましくは2.00超、より好ましくは3.00超、さらに好ましくは4.00超、さらに好ましくは5.00超、さらに好ましくは5.30以上、さらに好ましくは5.50以上とする。 40

他方で、この質量比 La_2O_3/B_2O_3 は、好ましくは12.00以下、より好ましくは10.00未満、さらに好ましくは8.00未満、さらに好ましくは7.00未満としてもよい。

【0049】

Y_2O_3 成分の含有量に対する、 La_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分の含有量の比率(質量比)は、0.030以上0.300以下が好ましい。

特に、この質量比を0.030以上にすることで、ガラスの比重を小さくすることがで 50

きる。従って、質量比 $Y_2O_3 / (La_2O_3 + Gd_2O_3 + Y_2O_3 + Yb_2O_3)$ は、好ましくは 0.030 以上、より好ましくは 0.050 超、さらに好ましくは 0.065 以上とする。

他方で、この質量比は、所望の屈折率及びアッペ数を得易くする観点から、好ましくは 0.300、より好ましくは 0.200、さらに好ましくは 0.150 を上限としてもよい。

【0050】

TiO₂ 成分、Nb₂O₅ 成分及びWO₃ 成分の含有量の和（質量和）は、12.0% 以上 35.0% 以下が好ましい。

特に、この和を 12.0% 以上にする事で、屈折率が高まり、且つガラスの安定性が高まるため、高屈折率低分散の光学ガラスを得易くできる。従って、質量和（TiO₂ + Nb₂O₅ + WO₃）は、好ましくは 12.0% 以上、より好ましくは 15.0% 超、さらに好ましくは 18.0% 超、さらに好ましくは 20.0% 超とする。

一方で、この和を 35.0% 以下にする事で、これら成分の過剰な含有によるガラスのアッペ数の低下や、ガラスの着色や失透を低減できる。従って、質量和（TiO₂ + Nb₂O₅ + WO₃）は、好ましくは 35.0% 以下、より好ましくは 30.0% 未満、さらに好ましくは 27.0% 未満、さらに好ましくは 24.0% 未満とする。

【0051】

B₂O₃ 成分及びSiO₂ 成分の含有量の和（質量和）は、5.0% 以上 23.0% 以下が好ましい。

特に、この和を 5.0% 以上にする事で、ガラスのネットワーク構造が形成されるため、安定なガラスを形成することができる。従って、質量和（B₂O₃ + SiO₂）は、好ましくは 5.0% 以上、より好ましくは 8.0% 超、さらに好ましくは 10.0% 超、さらに好ましくは 13.0% 超とする。

他方で、この和を 23.0% 以下にする事で、これらの成分の過剰な含有による屈折率の低下を抑えられる。従って、質量和（B₂O₃ + SiO₂）は、好ましくは 23.0% 以下、より好ましくは 20.0% 未満、さらに好ましくは 18.0% 未満、さらに好ましくは 15.0% 未満とする。

【0052】

TiO₂ 成分の含有量に対する、Y₂O₃ 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、所望の屈折率及びアッペ数を有しながら、耐失透性に優れた光学ガラスを得ることができる。従って、質量比 Y_2O_3 / TiO_2 は、好ましくは 1.00 以下、より好ましくは 0.80 以下、さらに好ましくは 0.60 以下、さらに好ましくは 0.54 以下、さらに好ましくは 0.50 未満とする。

【0053】

<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。

【0054】

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。

【0055】

また、PbO等の鉛化合物及びAs₂O₃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。

【0056】

10

20

30

40

50

さらに、Th、Cd、Tl、Os、Be、及びSeの各成分は、近年有害な化学物質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。

【0057】

[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、ガラス原料の熔解難易度に応じて電気炉で1100～1500の温度範囲で2～5時間熔解させて攪拌均質化した後、適当な温度に下げてから金型に鑄込み、徐冷することにより作製される。

10

【0058】

[物性]

本発明の光学ガラスは、高屈折率及び高アッペ数（低分散）を有することが好ましい。特に、本発明の光学ガラスの屈折率（ n_d ）は、好ましくは1.90、より好ましくは1.93、さらに好ましくは1.95、さらに好ましくは1.98を下限とする。この屈折率（ n_d ）は、好ましくは2.10、より好ましくは2.05、さらに好ましくは2.03を上限としてもよい。また、本発明の光学ガラスのアッペ数（ ν_d ）は、好ましくは23、より好ましくは25、さらに好ましくは28を下限とする。このアッペ数（ ν_d ）は、好ましくは35、より好ましくは33、さらに好ましくは30を上限とする。

20

このような高屈折率を有することで、光学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。また、このような低分散を有することで、単レンズとして用いたときに光の波長による焦点のずれ（色収差）を小さくできる。そのため、例えば高分散（低いアッペ数）を有する光学素子と組み合わせて光学系を構成した場合に、その光学系の全体として収差を低減させて高い結像特性等を図ることができる。

このように、本発明の光学ガラスは、光学設計上有用であり、特に光学系を構成したときに、高い結像特性等を図りながらも、光学系の小型化を図ることができ、光学設計の自由度を広げることができる。

【0059】

また、本発明の光学ガラスは、屈折率（ n_d ）及びアッペ数（ ν_d ）が、 $(-0.01 < n_d + 2.20 < 2.35)$ の関係を満たすことが好ましい。本発明で特定される組成のガラスでは、屈折率（ n_d ）及びアッペ数（ ν_d ）がこの関係を満たすことで、より安定なガラスを得られる。

30

従って、本発明の光学ガラスでは、屈折率（ n_d ）及びアッペ数（ ν_d ）が、 n_d （ $-0.01 < n_d + 2.20$ ）の関係を満たすことが好ましく、 n_d （ $-0.01 < n_d + 2.24$ ）の関係を満たすことがより好ましく、 n_d （ $-0.01 < n_d + 2.28$ ）の関係を満たすことがさらに好ましく、 n_d （ $-0.01 < n_d + 2.29$ ）の関係を満たすことがさらに好ましい。

一方で、本発明の光学ガラスでは、屈折率（ n_d ）及びアッペ数（ ν_d ）が、 n_d （ $-0.01 < n_d + 2.35$ ）の関係を満たすことが好ましく、 n_d （ $-0.01 < n_d + 2.32$ ）の関係を満たすことがより好ましく、 n_d （ $-0.01 < n_d + 2.30$ ）の関係を満たすことがさらに好ましい。

40

【0060】

本発明の光学ガラスは、相対屈折率の温度係数（ dn/dT ）が所望の範囲内にある。

より具体的には、本発明の光学ガラスの相対屈折率の温度係数は、好ましくは $+8.0 \times 10^{-6} \text{ } ^{-1}$ 、より好ましくは $+7.0 \times 10^{-6} \text{ } ^{-1}$ 、さらに好ましくは $+6.0 \times 10^{-6} \text{ } ^{-1}$ 、さらに好ましくは $+5.0 \times 10^{-6} \text{ } ^{-1}$ を上限値とし、この上限値又はそれよりも低い（マイナス側）の値をとりうる。

他方で、本発明の光学ガラスの相対屈折率の温度係数としては、例えば $0.0 \times 10^{-6} \text{ } ^{-1}$ 、より詳細には $+0.5 \times 10^{-6} \text{ } ^{-1}$ 、さらに詳細には $+1.0 \times 10^{-6} \text{ } ^{-1}$

50

n_d^{-1} を下限値としてもよく、この下限値又はそれよりも高い（プラス側）の値を取るようにすることができる。

従来、 1.90 以上 2.10 以下の屈折率 (n_d) を有し、 23 以上 35 以下のアッペ数 (ν_d) を有するガラスとして、相対屈折率の温度係数が上記範囲内にあるガラスは知られておらず、このようなガラスを得られることで、温度変化による結像のずれ等の補正の選択肢を広げられ、その補正をより容易にできる。したがって、このような範囲の相対屈折率の温度係数にすることで、温度変化による結像のずれ等の補正に寄与することができる。

本発明の光学ガラスの相対屈折率の温度係数は、光学ガラスと同一温度の空気中における、波長 589.29 nm の光についての屈折率の温度係数のことであり、 40 から 60 に温度を変化させた際の、 1 当たりの変化量 (α^{-1}) で表される。

10

【0061】

本発明の光学ガラスは、耐失透性が高いこと、より具体的には、低い液相温度を有することが好ましい。すなわち、本発明の光学ガラスの液相温度は、好ましくは 1350 、より好ましくは 1320 、さらに好ましくは 1300 、さらに好ましくは 1250 を上限とする。これにより、熔解後のガラスをより低い温度で流出しても、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失透を低減でき、ガラスを用いた光学素子の光学特性への影響を低減できる。また、ガラスの熔解温度を低くしてもガラスを成形できるため、ガラスの成形時に消費するエネルギーを抑えることで、ガラスの製造コストを低減できる。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 800 以上、具体的には 850 以上、さらに具体的には 900 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、 50 ml の容量の白金製坩堝に 5 cc のカレット状のガラス試料を白金坩堝に入れて 1400 で完全に熔融状態にし、所定の温度まで降温して 1 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たときに、結晶が認められない一番低い温度を表す。ここで降温する際の所定の温度は、 $1350 \sim 800$ の間の 10 刻みの温度である。

20

【0062】

本発明の光学ガラスは、可視光透過率、特に可視光のうち短波長側の光の透過率が高く、それにより着色が少ないことが好ましい。

30

特に、本発明の光学ガラスにおける、厚み 10 mm のサンプルで分光透過率 70% を示す最も短い波長 (λ_{70}) は、好ましくは 500 nm 、より好ましくは 480 nm 、さらに好ましくは 460 nm を上限とする。

また、本発明の光学ガラスにおける、厚み 10 mm のサンプルで分光透過率 5% を示す最も短い波長 (λ_5) は、好ましくは 400 nm 、より好ましくは 380 nm 、さらに好ましくは 370 nm を上限とする。

これらにより、ガラスの吸収端が紫外領域又はその近傍になり、可視光に対するガラスの透明性が高められるため、この光学ガラスを、レンズ等の光を透過させる光学素子に好ましく用いることができる。

40

【0063】

本発明の光学ガラスの比重は、光学素子や光学機器の軽量化に寄与する観点から、好ましくは 5.50 、より好ましくは 5.30 、好ましくは 5.10 を上限とする。他方で、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。

本発明の光学ガラスの比重は、日本光学硝子工業会規格 J O G I S 0 5 - 1 9 7 5 「光学ガラスの比重の測定方法」に基づいて測定する。

【0064】

[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

50

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、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。

【0065】

このように、本発明の光学ガラスは、様々な光学素子及び光学設計に有用である。その中でも特に、本発明の光学ガラスからプリフォームを形成し、このプリフォームを用いてリヒートプレス成形や精密プレス成形等を行い、レンズやプリズム等の光学素子を作製することが好ましい。これにより、径の大きなプリフォーム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。

【実施例】

【0066】

本発明の実施例（No. 1～No. 31）及び比較例（No. A）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 ）、相対屈折率の温度係数（ dn/dT ）、液相温度、分光透過率が70%及び5%を示す波長（ λ_{70} 、 λ_5 ）及び比重の結果を表1～表4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。

【0067】

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、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、ガラス原料の溶解難易度に応じて電気炉で1100～1500の温度範囲で2～5時間溶解させた後、攪拌均質化してから金型等に鑄込み、徐冷して作製した。

【0068】

実施例及び比較例のガラスの屈折率（ n_d ）及びアッペ数（ ν_d ）は、ヘリウムランプのd線（587.56nm）に対する測定値で示した。また、アッペ数（ ν_d ）は、上記d線の屈折率と、水素ランプのF線（486.13nm）に対する屈折率（ n_F ）、C線（656.27nm）に対する屈折率（ n_C ）の値を用いて、アッペ数（ ν_d ） $= [(n_d - 1) / (n_F - n_C)]$ の式から算出した。

【0069】

実施例及び比較例のガラスの相対屈折率の温度係数（ dn/dT ）は、日本光学硝子工業会規格JOGIS18-2008「光学ガラスの屈折率の温度係数の測定方法」に記載された方法のうち干渉法により、波長589.29nmの光についての、40から60に温度を変化させた際における、相対屈折率の温度係数の値を測定した。

【0070】

実施例及び比較例のガラスの液相温度は、50mlの容量の白金製坩堝に5ccのカレット状のガラス試料を白金坩堝に入れて1400で完全に熔融状態にし、1350～800まで10刻みで設定したいずれかの温度まで降温して1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たときに、結晶が認められない一番低い温度を求めた。

【0071】

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JOGIS02-2003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）を求めた。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

実施例及び比較例のガラスの比重は、日本光学硝子工業会規格 J O G I S 0 5 - 1 9 7 5 「光学ガラスの比重の測定方法」に基づいて測定した。

【 0 0 7 3 】

【表 1】

(単位:質量%)	実施例					
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85
B ₂ O ₃	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88
La ₂ O ₃	51.83	53.00	52.00	52.00	52.33	52.33
TiO ₂	13.58	11.80	12.30	11.80	13.58	13.58
Nb ₂ O ₅	7.78	11.00	9.98	11.00	7.78	7.78
ZrO ₂	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83
Y ₂ O ₃	6.30	3.69	5.21	4.69	5.80	5.80
WO ₃	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
ZnO						
Li ₂ O	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	
Na ₂ O						
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8
La/B	5.837	5.968	5.856	5.856	5.893	5.893
Y/Ti	0.464	0.313	0.424	0.397	0.427	0.427
La+Gd+Y+Yb	58.13	56.69	57.21	56.69	58.13	58.13
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.108	0.065	0.091	0.083	0.100	0.100
Ti+Nb+W	22.11	23.55	23.03	23.55	22.11	22.11
Si+B	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73	13.73
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00
屈折率(n _d)	2.000	2.002	2.001	2.001	2.001	2.003
アッペ数(v _d)	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.0
切片 b(a=0.01)	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
相対屈折率の温度係数 [×10 ⁻⁶ °C ⁻¹]	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3
液相温度[°C]	1180	1230	1210	1230	1180	1180
λ ₇₀ [nm]	426	451	431	433	434	437
λ ₅ [nm]	362	365	363	363	363	365
比重	4.99	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02

10

20

30

40

【 0 0 7 4 】

【表 2】

(単位:質量%)	実施例						
	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	4.80	4.80	4.75	4.70	4.80	4.80	4.80
B ₂ O ₃	8.88	8.88	8.88	8.80	8.88	8.98	8.98
La ₂ O ₃	52.41	53.41	52.31	52.41	52.33	53.91	54.41
TiO ₂	13.33	13.33	13.28	13.30	13.28	13.23	13.23
Nb ₂ O ₅	8.00	8.00	8.00	8.00	8.13	8.00	8.00
ZrO ₂	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83
Y ₂ O ₃	5.80	4.80	5.80	5.80	5.80	4.30	3.80
WO ₃	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
ZnO							
Li ₂ O	0.20	0.20	0.40		0.20	0.20	0.20
Na ₂ O				0.41			
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
La/B	5.902	6.015	5.891	5.956	5.893	6.003	6.059
Y/Ti	0.435	0.360	0.437	0.436	0.437	0.325	0.287
La+Gd+Y+Yb	58.21	58.21	58.11	58.21	58.13	58.21	58.21
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.100	0.082	0.100	0.100	0.100	0.074	0.065
Ti+Nb+W	22.08	22.08	22.03	22.05	22.16	21.98	21.98
Si+B	13.68	13.68	13.63	13.50	13.68	13.78	13.78
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	0.20	0.20	0.40	0.41	0.20	0.20	0.20
屈折率(n _d)	2.001	2.001	1.999	2.000	2.002	2.001	2.001
アッペ数(v _d)	29.1	29.1	29.2	29.1	29.1	29.1	29.1
切片 b(a=0.01)	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
相対屈折率の温度係数 [×10 ⁻⁶ °C ⁻¹]	4.1	4.1	4.0	4.0	4.1	4.2	4.2
液相温度[°C]	1180	1180	1180	1180	1180	1190	1190
λ ₇₀ [nm]	428	428	438	447	428	427	432
λ ₅ [nm]	362	362	362	365	363	362	363
比重	5.03	5.02	5.00	5.02	5.02	5.02	5.02

10

20

30

【 0 0 7 5 】

【表 3】

(単位:質量%)	実施例							
	14	15	16	17	18	19	20	21
SiO ₂	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
B ₂ O ₃	9.00	8.98	8.96	9.05	9.15	9.13	9.20	9.00
La ₂ O ₃	53.31	52.83	53.41	52.83	53.14	53.29	53.19	53.10
TiO ₂	13.33	13.33	13.25	13.33	13.33	13.33	13.33	13.32
Nb ₂ O ₅	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ZrO ₂	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83	5.70	5.83	5.83
Y ₂ O ₃	4.78	5.28	4.80	5.31	4.80	4.80	4.80	4.80
WO ₃	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
ZnO								
Li ₂ O	0.20	0.20	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10	0.40
Na ₂ O								
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
La/B	5.923	5.883	5.961	5.838	5.808	5.837	5.782	5.900
Y/Ti	0.359	0.396	0.362	0.398	0.360	0.360	0.360	0.360
La+Gd+Y+Yb	58.09	58.11	58.21	58.14	57.94	58.09	57.99	57.90
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.082	0.091	0.082	0.091	0.083	0.083	0.083	0.083
Ti+Nb+W	22.08	22.08	22.00	22.08	22.08	22.08	22.08	22.07
Si+B	13.80	13.78	13.76	13.85	13.95	13.93	14.00	13.80
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	0.20	0.20	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10	0.40
屈折率(n _d)	2.001	2.001	2.001	2.001	1.999	1.999	2.000	2.000
アッベ数(v _d)	29.1	29.1	29.2	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1
切片 b(a=0.01)	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
相対屈折率の温度係数 [×10 ⁻⁶ °C ⁻¹]	4.1	4.0	4.0	4.2	4.1	4.1	4.2	4.1
液相温度[°C]	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1180
λ ₇₀ [nm]	430	436	435	452	422	423	425	434
λ ₅ [nm]	363	363	363	366	362	362	363	363
比重	5.02	5.03	5.03	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02

10

20

30

【 0 0 7 6 】

【表 4】

(単位:質量%)	実施例							比較例
	22	23	24	25	26	27	28	A
SiO ₂	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	1.53
B ₂ O ₃	9.15	9.20	9.00	9.20	9.20	9.15	9.20	7.08
GeO ₂								13.31
La ₂ O ₃	53.14	53.19	53.10	53.14	53.09	53.12	53.17	36.23
TiO ₂	13.33	13.33	13.32	13.38	13.43	13.35	13.35	2.03
Nb ₂ O ₅	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	23.65
ZrO ₂	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83	5.83	6.25
Y ₂ O ₃	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	
Ta ₂ O ₅								9.83
WO ₃	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	
ZnO								
Li ₂ O	0.20	0.10	0.40	0.10	0.10	0.20	0.10	
Na ₂ O								
Sb ₂ O ₃								0.10
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
La/B	5.808	5.782	5.900	5.776	5.771	5.805	5.779	5.117
Y/Ti	0.360	0.360	0.360	0.359	0.357	0.360	0.360	0.000
La+Gd+Y+Yb	57.94	57.99	57.90	57.94	57.89	57.92	57.97	36.23
Y/(La+Gd+Y+Yb)	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.000
Ti+Nb+W	22.08	22.08	22.07	22.13	22.18	22.10	22.10	25.68
Si+B	13.95	14.00	13.80	14.00	14.00	13.95	14.00	8.61
Mg+Ca+Sr+Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li+Na+K	0.20	0.10	0.40	0.10	0.10	0.20	0.10	0.00
屈折率 (n _d)	2.000	2.000	1.999	2.000	2.000	2.001	2.001	2.003
アッペ数 (v _d)	29.1	29.1	29.2	29.1	29.1	29.1	29.1	28.3
切片 b(a=0.01)			2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
相対屈折率の温度係数 [×10 ⁻⁶ °C ⁻¹]	4.1	4.2	4.0	4.2	4.2	4.3	4.2	9.7
液相温度[°C]	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1200
λ ₇₀ [nm]	432	419	450	430	427	440	445	460
λ ₅ [nm]	363	363	364	364	363	362	365	370
比重	5.02	5.02	5.01	5.02	5.01	5.02	5.02	5.23

【0077】

表に表されるように、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも屈折率 (n_d) が 1.90 以上、より詳細には 1.99 以上であるとともに、この屈折率 (n_d) は 2.10 以下、より詳細には 2.01 以下であり、所望の範囲内であった。

【0078】

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 23 以上、より詳細には 28 以上であるとともに、このアッペ数 (v_d) は 35 以下、より詳細には 30 以下であり、所望の範囲内であった。

【0079】

また、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、(-0.01 v_d + 2.20) n_d (-0.01 v_d + 2.35) の関係を満たしており、より詳細には (-0.02 v_d + 2.28) n_d (-0.02 v_d + 2.30) の

10

20

30

40

50

関係を満たしていた。なお、本願の実施例のガラスについての屈折率 (n_d) 及びアッペ数 (ν_d) の関係は、図 1 に示されるようになった。

【0080】

また、本発明の光学ガラスは、いずれも相対屈折率の温度係数が、 $+8.0 \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) 又はそれよりも低い値であり、より詳細には $+4.5 \times 10^{-6} \sim 0.0 \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) の範囲内にあり、所望の範囲内であった。他方で、比較例 (No. A) のガラスは、相対屈折率の温度係数が $+9.7 \times 10^{-6}$ ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) であるため、相対屈折率の温度係数が高いものである。

【0081】

また、本発明の光学ガラスは、安定なガラスを形成しており、ガラス作製時において失透が起こり難いものであった。このことは、本発明の光学ガラスの液相温度が 1350 以下、より詳細には 1230 以下であることから推察される。

10

【0082】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、 τ_{70} (透過率 70% 時の波長) がいずれも 500 nm 、より詳細には 460 nm 以下であり、所望の範囲内であった。

また、本発明の実施例の光学ガラスは、 τ_5 (透過率 5% 時の波長) がいずれも 420 nm 、より詳細には 370 nm 以下であり、所望の範囲内であった。

【0083】

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 (ν_d) が所望の範囲内にありながら、相対屈折率の温度係数が所望の範囲内の値をとり、且つ光線透過率が高いことが明らかになった。そのため、本発明の実施例の光学ガラスは、温度変化による結像特性のずれ等の補正に寄与することが推察される。

20

【0084】

加えて、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも比重が 5.50 以下、より詳細には 5.10 以下であった。そのため、本発明の実施例の光学ガラスは、光学素子や光学機器の軽量化に寄与することができることが推察される。

【0085】

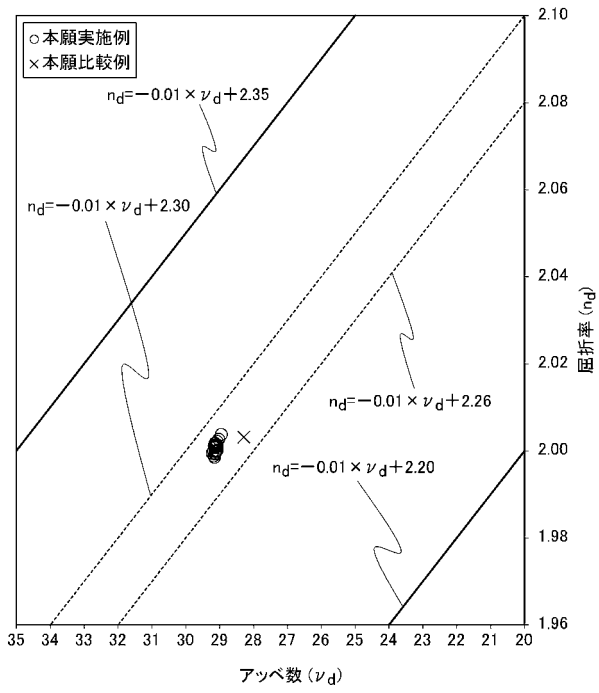
さらに、本発明の実施例の光学ガラスを用いて、ガラスブロックを形成し、このガラスブロックに対して研削及び研磨を行い、レンズ及びプリズムの形状に加工した。その結果、安定に様々なレンズ及びプリズムの形状に加工することができた。

30

【0086】

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。

【 図 1 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G062 AA04 BB01 DA02 DA03 DA04 DB01 DB02 DB03 DC02 DC03
DC04 DD01 DD02 DD03 DE01 DE02 DE03 DF01 EA01 EA02
EA03 EA10 EB01 EB02 EB03 EC01 EC02 EC03 ED01 ED02
ED03 EE01 EE02 EE03 EF01 EF02 EF03 EG01 EG02 EG03
FA01 FB03 FB04 FC01 FC02 FC03 FC04 FD01 FD02 FD03
FE01 FE02 FE03 FF01 FG01 FG02 FG03 FG04 FH01 FH02
FH03 FJ01 FJ02 FJ03 FJ04 FK05 FK06 FL01 GA01 GA02
GA03 GA10 GB01 GC01 GD01 GD02 GD03 GE01 HH01 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 NN01 NN02 NN10 NN29 NN33