

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7343443号  
(P7343443)

(45)発行日 令和5年9月12日(2023.9.12)

(24)登録日 令和5年9月4日(2023.9.4)

(51)国際特許分類

|         |                |         |       |
|---------|----------------|---------|-------|
| C 0 3 C | 3/068(2006.01) | C 0 3 C | 3/068 |
| C 0 3 C | 3/062(2006.01) | C 0 3 C | 3/062 |
| G 0 2 B | 1/00 (2006.01) | G 0 2 B | 1/00  |

F I

請求項の数 7 (全18頁)

|          |                            |          |                            |
|----------|----------------------------|----------|----------------------------|
| (21)出願番号 | 特願2020-84907(P2020-84907)  | (73)特許権者 | 000113263                  |
| (22)出願日  | 令和2年5月14日(2020.5.14)       |          | H O Y A 株式会社               |
| (65)公開番号 | 特開2021-178755(P2021-178755 |          | 東京都新宿区西新宿六丁目10番1号          |
|          | A)                         | (74)代理人  | 110000109                  |
| (43)公開日  | 令和3年11月18日(2021.11.18)     |          | 弁理士法人特許事務所サイクス             |
| 審査請求日    | 令和5年2月17日(2023.2.17)       | (72)発明者  | 佐々木 創<br>東京都新宿区西新宿六丁目10番1号 |
|          |                            |          | H O Y A 株式会社内              |
|          |                            | (72)発明者  | 桑谷 俊伍<br>東京都新宿区西新宿六丁目10番1号 |
|          |                            |          | H O Y A 株式会社内              |
|          |                            |          | 審査官 永田 史泰                  |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学ガラスおよび光学素子

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

質量基準で、

S i O<sub>2</sub>含有量が3.00%以上20.00%以下、T i O<sub>2</sub>含有量が20.00%以上40.00%以下、N b<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有量が3.00%以上15.00%以下、L a<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量が20.00%以上50.00%以下、Z r O<sub>2</sub>含有量が3.00%以上15.00%以下、L a<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量に対するB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量の質量比(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / L a<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が0.070以下、S i O<sub>2</sub>含有量に対するB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量の質量比(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / S i O<sub>2</sub>)が0.700以下、

、

S i O<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との合計含有量に対するT i O<sub>2</sub>とN b<sub>2</sub>O<sub>5</sub>との合計含有量の質量比((T i O<sub>2</sub> + N b<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) / (S i O<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>))が2.00以上、かつS i O<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との合計含有量に対するZ n O、L a<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、G d<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Z r O<sub>2</sub>、N b<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびT i O<sub>2</sub>の合計含有量の質量比((Z n O + L a<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + G d<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Z r O<sub>2</sub> + N b<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + T i O<sub>2</sub>) / (S i O<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>))が7.00以上、

である光学ガラス。

## 【請求項2】

10

20

TiO<sub>2</sub>含有量に対するSiO<sub>2</sub>含有量の質量比(SiO<sub>2</sub> / TiO<sub>2</sub>)が0.280以上0.430以下である、請求項1に記載の光学ガラス。

【請求項3】

La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の合計含有量(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が40.00質量%以上55.00質量%以下である、請求項1または2に記載の光学ガラス。

【請求項4】

屈折率n<sub>d</sub>が2.000以上である、請求項1～3のいずれか1項に記載の光学ガラス。

【請求項5】

ピッカース硬度H<sub>V</sub>が780kgf·mm<sup>-2</sup>以上である、請求項1～4のいずれか1項に記載の光学ガラス。

10

【請求項6】

アッペ数dが22.00以上である、請求項1～5のいずれか1項に記載の光学ガラス。

【請求項7】

請求項1～6のいずれか1項に記載の光学ガラスからなる光学素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラスおよび光学素子に関する。

【背景技術】

20

【0002】

屈折率が高い光学ガラスが、例えば特許文献1に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2019-116408号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

屈折率が高い光学ガラスは、例えば、このガラスからなるレンズを分散性が異なるガラスからなる他のレンズと組み合わせて接合レンズとすることにより、色収差を補正しつつ光学系のコンパクト化を可能にすることができる。そのため、かかる光学ガラスは、撮像光学系やプロジェクタ等の投射光学系を構成する光学素子用材料として有用である。

30

【0005】

光学ガラスに望まれる物性としては、高硬度であることが挙げられる。高硬度の光学ガラスは、機械的な加工性に優れ、例えば研磨や研削といった機械加工においてクラック、割れ等が発生し難いため、歩留まり向上の観点から好ましい。

【0006】

以上に鑑み、本発明の一態様は、屈折率および硬度が高い光学ガラスを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、質量基準で、SiO<sub>2</sub>含有量が3.00%以上20.00%以下、TiO<sub>2</sub>含有量が20.00%以上40.00%以下、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有量が3.00%以上15.00%以下、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量が20.00%以上50.00%以下、ZrO<sub>2</sub>含有量が3.00%以上15.00%以下、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量に対するB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量の質量比(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が0.070以下、SiO<sub>2</sub>含有量に対するB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量の質量比(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / SiO<sub>2</sub>)が0.700以下、SiO<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との合計含有量に対するTiO<sub>2</sub>とNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>との合計含有量の質量比((TiO<sub>2</sub> + Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) / (SiO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>))が2.00以上、かつSiO<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との合計含有量に対するZnO、

50

$\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{TiO}_2$ の合計含有量の質量比( $(\text{ZnO} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2) / (\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ )が7.00以上である光学ガラスに関する。

【0008】

上記光学ガラスは、上記ガラス組成を有する。これにより、上記光学ガラスは、屈折率および硬度が高い光学ガラスであることができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明の一態様によれば、屈折率および硬度が高い光学ガラスを提供することができる。また、本発明の一態様によれば、かかる光学ガラスからなる光学素子も提供できる。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

【光学ガラス】

<ガラス組成>

本発明および本明細書では、ガラス組成を、酸化物基準のガラス組成で表示する。ここで「酸化物基準のガラス組成」とは、ガラス原料が熔融時にすべて分解されてガラス中で酸化物として存在するものとして換算することにより得られるガラス組成をいうものとする。また、特記しない限り、ガラス組成は質量基準(質量%、質量比)で表示するものとする。

本発明および本明細書におけるガラス組成は、例えばICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)等の方法により求めることができる。定量分析は、ICP-AESを用い、各元素別に行われる。その後、分析値は酸化物表記に換算される。ICP-AESによる分析値は、例えば、分析値の±5%程度の測定誤差を含んでいることがある。したがって、分析値から換算された酸化物表記の値についても、同様に±5%程度の誤差を含んでいることがある。

20

また、本発明および本明細書において、構成成分の含有量が0.00%または含まないもしくは導入しないとは、この構成成分を実質的に含まないことを意味し、この構成成分の含有量が不純物レベル程度以下であることを指す。不純物レベル程度以下とは、例えば、0.01%未満であることを意味する。

30

【0011】

以下、上記光学ガラスのガラス組成について、更に詳細に説明する。

【0012】

$\text{SiO}_2$ は、ガラスのネットワークを形成する成分である。ガラスの安定性向上の観点から、 $\text{SiO}_2$ 含有量は3.00%以上であり、4.00%以上であることが好ましく、5.00%以上、6.00%以上、7.00%以上の順により好ましい。また、ガラスの安定性向上の観点から、 $\text{SiO}_2$ 含有量は20.00%以下であり、19.00%以下であることが好ましく、18.00%以下、17.00%以下、16.00%以下、15.00%以下、14.00%以下、13.00%以下、12.00%以下の順により好ましい。

40

【0013】

$\text{TiO}_2$ および $\text{Nb}_2\text{O}_5$ は、いずれも屈折率を高める働きをする成分(高屈折率化成分)である。

高屈折率化の観点から、 $\text{TiO}_2$ 含有量は20.00%以上であり、21.00%以上であることが好ましく、22.00%以上、23.00%以上、24.00%以上の順により好ましい。また、ガラスの安定性向上の観点から、 $\text{TiO}_2$ 含有量は40.00%以下であり、39.00%以下であることが好ましく、38.00%以下、37.00%以下、36.00%以下、35.00%以下、34.00%以下、33.00%以下、32.00%以下、31.00%以下、30.00%以下、29.00%以下の順により好ましい。

50

高屈折率化の観点から、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有量は3.00%以上であり、4.00%以上であることが好ましく、5.00%以上、6.00%以上、7.00%以上の順により好ましい。また、ガラスの安定性向上の観点から、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有量は15.00%以下であり、14.00%以下であることが好ましく、13.00%以下、12.00%以下、11.00%以下、10.00%以下、9.00%以下の順により好ましい。

#### 【0014】

La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、分散を高めずに（アッベ数を低下させずに）屈折率を高める働きを有する成分である。高屈折率化かつ低分散化の観点から、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量は20.00%以上であり、22.00%以上であることが好ましく、24.00%以上、26.00%以上、28.00%以上、30.00%以上、32.00%以上、34.00%以上、36.00%以上、38.00%以上の順により好ましい。また、ガラスの安定性向上の観点から、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量は50.00%以下であり、48.00%以下であることが好ましく、46.00%以下、44.00%以下の順により好ましい。

#### 【0015】

ZrO<sub>2</sub>含有量は、ガラスの安定性向上の観点から3.00%以上15.00%以下である。ZrO<sub>2</sub>含有量は、4.00%以上であることが好ましく、5.00%以上であることがより好ましい。また、ZrO<sub>2</sub>含有量は、13.00%以下であることが好ましく、11.00%以下であることがより好ましく、9.00%以下であることが更に好ましい。

#### 【0016】

La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量に対するB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量の質量比（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）は、高屈折率化かつ低分散化の観点から0.070以下であり、0.069以下であることが好ましく、0.068以下、0.067以下、0.066以下、0.065以下、0.064以下、0.063以下、0.062以下、0.061以下、0.060以下の順により好ましい。質量比（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）は、0.000以上または0.000超であることができ、ガラスの安定性向上の観点から0.010以上であることが好ましく、0.015以上、0.018以上、0.020以上、0.022以上の順により好ましい。

#### 【0017】

SiO<sub>2</sub>含有量に対するB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量の質量比（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / SiO<sub>2</sub>）は、ガラスの硬度を高める観点から、0.700以下である。また、質量比（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / SiO<sub>2</sub>）が0.700以下であることは、ガラスの安定性向上および高屈折率化の観点からも好ましい。質量比（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / SiO<sub>2</sub>）は、0.600以下であることが好ましく、0.500以下、0.400以下の順により好ましい。質量比（B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / SiO<sub>2</sub>）は、0.000以上または0.000超であることができ、ガラスの安定性向上の観点から、0.050以上であることが好ましく、0.070以上、0.100以上の順により好ましい。

#### 【0018】

SiO<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との合計含有量に対するTiO<sub>2</sub>とNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>との合計含有量の質量比（（TiO<sub>2</sub> + Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>） / （SiO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>））は、高屈折率化の観点から2.00以上であり、2.50以上であることが好ましく、3.00以上であることがより好ましい。また、ガラスの安定性向上の観点からは、質量比（（TiO<sub>2</sub> + Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>） / （SiO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>））は4.50以下であることが好ましく、4.25以下、4.00以下、3.75以下の順により好ましい。

#### 【0019】

SiO<sub>2</sub>とB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>との合計含有量に対するZnO、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびTiO<sub>2</sub>の合計含有量の質量比（（ZnO + La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZrO<sub>2</sub> + Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + TiO<sub>2</sub>） / （SiO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>））は、高屈折率化の観点から7.00以上であり、7.20以上であることが好ましく、7.40以上、7.60以上、7.80以上、8.00以上の順により好ましい。また、ガラスの安定性向上の観点からは、質量比（（ZnO + La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZrO<sub>2</sub> + Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + TiO<sub>2</sub>） / （SiO<sub>2</sub> + B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>））は10.00以下であることが好

10

20

30

40

50

ましく、9.80以下、9.60以下、9.40以下の順により好ましい。

【0020】

上記光学ガラスのガラス組成について、以下に更により詳細に説明する。

【0021】

$B_2O_3$ はガラスの安定性および熔融性を改善する働きをする成分であり、その含有量は0.00%以上、0.00%超、0.50%以上または1.00%以上であることができる。また、ガラスの安定性を維持しつつ屈折率および硬度をより一層高める観点からは、 $B_2O_3$ 含有量は5.00%以下であることが好ましく、4.50%以下であることがより好ましく、4.00%以下、3.50%以下、3.00%以下の順により好ましい。

【0022】

$ZnO$ は分散（アッペ数）の調整に有効な成分であり、ガラスの熔融性を改善する働きのある成分であり、その含有量は0.00%以上、0.00%超、0.50%以上または1.00%以上であることができる。ガラスの安定性を維持しつつ屈折率をより一層高める観点からは、 $ZnO$ 含有量は3.00%以下であることが好ましく、2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下の順により好ましい。

【0023】

$Gd_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ および $Yb_2O_3$ は、いずれも分散を高めずに（アッペ数を低下させずに）屈折率を高める働きを有する成分である。

$Gd_2O_3$ 含有量は、0.00%以上または0.00%超であることができ、0.50%以上であることが好ましく、1.00%以上、2.00%以上、3.00%以上、4.00%以上、5.00%以上、6.00%以上の順により好ましい。また、 $Gd_2O_3$ はガラス成分の中で比重を高める成分であり、また高価な成分でもある。これらの観点から、 $Gd_2O_3$ 含有量は10.00%以下であることが好ましく、9.00%以下、8.00%以下、7.00%以下の順により好ましい。

$Y_2O_3$ 含有量は、0.00%以上、0.00%超、0.10%以上、0.20%以上、0.30%以上または0.40%以上であることができる。ガラスの安定性をより高める観点からは、 $Y_2O_3$ 含有量は3.00%以下であることが好ましく、2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下、1.00%以下、0.50%以下の順により好ましい。

$Yb_2O_3$ 含有量は、0.00%以上、0.00%超、0.10%以上、0.20%以上、0.30%以上または0.40%以上であることができる。また、ガラスの比重の増加を抑制する観点からは、 $Yb_2O_3$ 含有量は3.00%以下であることが好ましく、2.50%以下、2.00%以下、1.50%以下、1.00%以下、0.50%以下の順により好ましい。

【0024】

$La_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ および $Y_2O_3$ および合計含有量（ $La_2O_3 + Gd_2O_3 + Y_2O_3$ ）は、更なる高屈折率化の観点および低分散化の観点からは35.00%以上であることが好ましく、37.50%以上、40.00%以上、42.50%以上、45.00%以上の順により好ましい。合計含有量（ $La_2O_3 + Gd_2O_3 + Y_2O_3$ ）は、ガラスの安定性向上の観点からは60.00%以下であることが好ましく、57.50%以下、55.00%以下、52.5%以下、50.00%以下の順により好ましい。

【0025】

$TiO_2$ 含有量に対する $SiO_2$ 含有量の質量比（ $SiO_2 / TiO_2$ ）は、ガラスの安定性向上の観点からは0.270以上であることが好ましく、0.280以上、0.290以上、0.300以上の順により好ましい。質量比（ $SiO_2 / TiO_2$ ）は、更なる高屈折率化の観点からは、0.460以下であることが好ましく、0.450以下、0.440以下、0.430以下、0.420以下の順により好ましい。

【0026】

$WO_3$ 含有量は0.00%以上または0.00%超であることができる。 $WO_3$ を多く含むガラスは、分光透過率の短波長側の光吸収端が長波長化するため、紫外線の透過率が

10

20

30

40

50

著しく低い。一方、カメラレンズ等の撮像光学系やプロジェクタ等の投射光学系等の光学系では、色収差を補正するために、異なる光学特性を有する光学ガラスからなる光学素子（レンズ）同士を接合することがある。レンズ同士が接合された接合レンズの作製は、一般に、以下のように行われる。まずレンズ同士の接合面に紫外線硬化型接着剤を塗布し、レンズ同士を貼り合せる。その後、レンズを通して接着剤に紫外線を照射し接着剤を硬化させる。ここで、レンズを構成する光学ガラスの紫外線透過率が低いと、接着剤の硬化に時間がかかるか、または、硬化が困難となる。したがって、上記光学系に用いられる光学ガラスとしては、分光透過率の短波長側の光吸収端を短波長化された、接合レンズの作製に好適な吸収特性を有する光学ガラスが望ましい。この点から、 $WO_3$ 含有量は2.00%以下であることが好ましく、1.50%以下、1.00%以下、0.50%以下、0.10%以下の順により好ましく、0.00%であることがより一層好ましい。  
10

#### 【0027】

$Ta_2O_5$ 含有量は0.00%以上または0.00%超であることができる。 $Ta_2O_5$ は、高屈折率化成分の中でも高価な成分であり、ガラスの比重を増加させる成分でもある。したがって、ガラスの生産コストを抑えることによりガラスをより安定に供給するとともに比重の増加を抑える観点から、 $Ta_2O_5$ 含有量は5.00%以下であることが好ましく、4.00%以下、3.00%以下、2.00%以下、1.00%以下、0.50%以下、0.10%以下の順により好ましく、0.00%であることがより一層好ましい。

#### 【0028】

$Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $K_2O$ 、 $Cs_2O$ は、ガラスの熔融性を改善する働きを有するが、多量の導入により屈折率が低下することやガラスの安定性が低下することがある。したがって、 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $K_2O$ および $Cs_2O$ の合計含有量は5.00%以下であることが好ましく、2.00%以下、1.00%以下、0.80%以下の順により好ましく、0.00%であってもよい。  
20

#### 【0029】

$MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 、 $BaO$ は、ガラスの熔融性を改善する働きを有するが、多量の導入により屈折率が低下することやガラスの安定性が低下することがある。したがって、 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ および $BaO$ の合計含有量は0.00%以上5.00%以下であることが好ましく、2.00%以下、1.00%以下、0.80%以下の順により好ましく、0.00%であってもよい。  
30

#### 【0030】

$GeO_2$ は、ネットワークを形成する成分であり、屈折率を高める働きもするため、ガラスの安定性を維持しつつ屈折率を高めることができる成分である。しかし、 $GeO_2$ は非常に高価な成分であるため、その含有量を控えることが望まれる成分でもある。 $GeO_2$ 含有量は0.00%以上2.00%以下であることが好ましく、1.00%以下、0.80%以下の順により好ましく、0.00%であってもよい。

#### 【0031】

$Bi_2O_3$ は、屈折率を高めるとともにガラスの安定性も高める働きをする。分光透過率の短波長側の吸収端をより短波長化する観点からは、 $Bi_2O_3$ 含有量は0.00%以上2.00%以下であることが好ましく、1.00%以下、0.80%以下の順により好ましく、0.00%であってもよい。  
40

#### 【0032】

$Al_2O_3$ 含有量は0.00%以上2.00%以下であることが好ましく、1.00%以下、0.80%以下の順により好ましく、0.00%であってもよい。 $Al_2O_3$ は、少量の導入によりガラスの安定性および化学的耐久性を改善する働きをすることができる成分である。

#### 【0033】

$Sb_2O_3$ は、清澄剤として添加可能な成分である。少量の添加で $Fe$ 等の不純物混入による光線透過率の低下を抑える働きをすることもできるが、 $Sb_2O_3$ の添加量を多くすると、ガラスの着色が増加傾向を示す。したがって、 $Sb_2O_3$ の添加量は、外割りで  
50

0.00%以上0.10%以下であることが好ましく、より好ましくは0.00%以上0.05%以下、更に好ましくは0.00%以上0.03%以下である。外割りによるSb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量とは、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>以外のガラス成分の含有量の合計を100質量%としたときの質量%表示によるSb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量を意味する。

#### 【0034】

SnO<sub>2</sub>も清澄剤として添加可能であるが、外割りで1.00%を超えて添加するとガラスが着色したり、ガラスを加熱、軟化してプレス成形等の再成形をする際に、Snが結晶核生成の起点となって失透傾向が生じる。したがって、SnO<sub>2</sub>の添加量を外割りで0.00%以上1.00%以下とすることが好ましく、0.00%以上0.50%以下とすることがより好ましく、添加しないことが特に好ましい。外割りによるSnO<sub>2</sub>含有量とは、SnO<sub>2</sub>以外のガラス成分の含有量の合計を100質量%としたときの質量%表示によるSnO<sub>2</sub>の含有量を意味する。

10

#### 【0035】

上記光学ガラスは、Lu、Hfといった成分を含有させることなく作製することができる。Lu、Hfは高価な成分であるため、Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、HfO<sub>2</sub>の含有量をそれぞれ0.00%以上2.00%以下に抑えることが好ましく、それぞれ0.00%以上1.00%以下に抑えることがより好ましく、それぞれ0.00%以上0.80%以下に抑えることが更に好ましく、それぞれ0.00%以上0.10%以下に抑えることが一層好ましく、Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を導入しないこと、HfO<sub>2</sub>を導入しないことがそれぞれ特に好ましい。

20

また、環境影響に配慮し、As、Pb、U、Th、Te、Cdも導入しないことが好ましい。

更に、ガラスの優れた光線透過性を活かす観点から、Cu、Cr、V、Fe、Ni、Co等の着色の要因となる物質を導入しないことが好ましい。

#### 【0036】

Fは、熔融時のガラスの揮発性を著しく高め、ガラスの光学特性の安定性および均質性を低下させる原因になる成分である。F含有量は、先に記載したように求められる酸化物基準のガラス組成の合計含有量100質量%に対するF元素の外割での含有量（単位：質量%）で規定することができる。上記光学ガラスにおいて、こうして規定されるF含有量は0.10%未満であることが好ましく、0.08%未満であることがより好ましく、0.05%未満であることが更に好ましい。F含有量は0.00%以上であることができ、0.00%であってもよい。

30

#### 【0037】

<ガラス物性>

(屈折率n<sub>d</sub>)

上記光学ガラスは、屈折率の高いガラスであることができる。上記光学ガラスの屈折率n<sub>d</sub>は、2.000以上であることが好ましく、2.020以上、2.040以上、2.060以上の順により好ましい。上記光学ガラスの屈折率n<sub>d</sub>は、例えば、2.160以下、2.150以下、2.140以下または2.130以下であることができる。本発明および本明細書において、「屈折率」は、「屈折率n<sub>d</sub>」を意味する。

#### 【0038】

40

(アッベ数d)

アッベ数dは分散性に関する性質を表す値であり、d線、F線、C線における各屈折率n<sub>d</sub>、n<sub>F</sub>、n<sub>C</sub>を用いて  $d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$  と表される。光学素子用材料としての有用性の観点から、上記光学ガラスのアッベ数dは、21.00以上であることが好ましく、21.50以上、22.00以上、22.25以上、22.50以上、23.00以上、23.50以上、24.00以上、24.50以上、25.00以上の順により好ましい。

#### 【0039】

(ピッカース硬度H<sub>V</sub>)

上記光学ガラスは、高硬度のガラスであることができる。硬度の指標としては、ピッカ

50

ース硬度  $H_v$  を挙げることができる。本発明および本明細書におけるビックアース硬度  $H_v$  は、日本工業規格 J I S Z 2244 : 2009 に記載の測定方法に準じ、実施例について後述する方法によって求められる値である。

上記光学ガラスのビックアース硬度  $H_v$  は、 $780 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$  以上であることが好ましく、 $790 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$  以上、 $800 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$  以上、 $810 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$  以上の順により好ましい。上記光学ガラスのビックアース硬度  $H_v$  は、例えば $910 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$  以下、 $900 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$  以下または $890 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$  以下であることができるが、ビックアース硬度  $H_v$  の値が大きいことは機械加工におけるクラック、割れ等の発生を抑制する観点から好ましいため、上記光学ガラスのビックアース硬度  $H_v$  について、上限は特に限定されない。

#### 【0040】

##### (比重)

光学系を構成する光学素子では、光学素子を構成するガラスの屈折率と光学素子の光学機能面（制御しようとする光線が入射、出射する面）の曲率によって、屈折力が決まる。光学機能面の曲率を大きくしようとすると、光学素子の厚みも増加する。その結果、光学素子が重くなる。これに対し、屈折率の高いガラスを使用すれば、光学機能面の曲率を大きくしなくても大きな屈折力を得ることができる。

以上より、ガラスの比重の増加を抑えつつ、屈折率を高めることができれば、一定の屈折力を有する光学素子の軽量化が可能となる。

以上の観点から、上記光学ガラスの比重は、 $5.20$  以下であることが好ましく、 $5.15$  以下、 $5.10$  以下の順により好ましい。比重が低いほど光学素子の軽量化の観点から好ましいため、上記光学ガラスの比重について、下限は特に限定されない。一形態では、比重は、 $4.75$  以上、 $4.80$  以上または $4.85$  以上であることができる。

#### 【0041】

##### (着色度 5)

ガラスの光線透過性、詳しくは、短波長側の光吸收端の長波長化が抑制されていることは、着色度 5 および / または着色度 70 によって評価することができる。着色度 5 とは、紫外域から可視域にかけて、厚さ $10 \text{ mm}$  のガラスの分光透過率（表面反射損失を含む）が 5 % となる波長を表す。着色度 70 とは、紫外域から可視域にかけて、厚さ $10 \text{ mm}$  のガラスの分光透過率（表面反射損失を含む）が 70 % となる波長を表す。後述の実施例に示す 5 および 70 は、 $250 \sim 700 \text{ nm}$  の波長域において測定された値である。分光透過率とは、例えばより詳しくは、 $10.0 \pm 0.1 \text{ mm}$  の厚さに研磨された互いに平行な平面を有するガラス試料を用い、上記研磨された面に対して垂直方向から光を入射して得られる分光透過率、すなわち、上記ガラス試料に入射する光の強度を  $I_{in}$  、上記ガラス試料を透過した光の強度を  $I_{out}$  としたときの  $I_{out} / I_{in}$  のことである。

着色度 5 および / または 70 によれば、分光透過率の短波長側の吸收端を定量的に評価することができる。接合レンズ作製のためにレンズ同士を紫外線硬化型接着剤により接合する際等には、光学素子を通して接着剤に紫外線を照射し接着剤を硬化させ行われる。効率よく紫外線硬化型接着剤の硬化を行う観点からは、分光透過率の短波長側の吸收端が短い波長域にあることが好ましい。この短波長側の吸收端を定量的に評価する指標として、着色度 5 および / または 70 を用いることができる。上記光学ガラスは、好ましくは $420 \text{ nm}$  以下の 5 を示すことができる。5 は、 $415 \text{ nm}$  以下、 $410 \text{ nm}$  以下、 $405 \text{ nm}$  以下、 $400 \text{ nm}$  以下、 $395 \text{ nm}$  以下の順により好ましい。また、上記光学ガラスは、好ましくは $600 \text{ nm}$  以下の 70 を示すことができる。70 は、 $595 \text{ nm}$  以下、 $590 \text{ nm}$  以下、 $585 \text{ nm}$  以下、 $580 \text{ nm}$  以下、 $575 \text{ nm}$  以下の順により好ましい。5 および 70 は、低いほど好ましく、下限は特に限定されるものではない。

#### 【0042】

##### (ガラス転移温度 $T_g$ )

10

20

30

40

50

上記光学ガラスのガラス転移温度  $T_g$  は、機械加工性の観点からは、640.0 以上であることが好ましく、650.0 以上であることがより好ましく、660.0 以上であることが更に好ましい。ガラス転移温度が高いガラスは、切断、切削、研削、研磨等のガラスの機械加工を行う際に破損しにくい傾向があり好ましい。一方、アニール炉や成形型への負担軽減の観点からは、ガラス転移温度  $T_g$  は、850.0 以下であることが好ましく、840.0 以下、830.0 以下、820.0 以下、810.0 以下の順により好ましい。

#### 【0043】

##### ( $T_x - T_g$ )

ガラス安定性に関して、結晶化温度  $T_x$  とガラス転移温度  $T_g$  との差 ( $T_x - T_g$ ) は、一度固化したガラスを再加熱するときの耐失透性の指標とすることができる。結晶化温度  $T_x$  とガラス転移温度  $T_g$  の差 ( $T_x - T_g$ ) が大きいガラスほど、上記の耐失透性に優れると考えることができる。

ガラス転移温度  $T_g$  および結晶化温度  $T_x$  は、次のようにして求められる。示差走査熱量分析において、ガラス試料を昇温すると比熱の変化に伴う吸熱拳動、即ち、吸熱ピークが現れ、更に昇温すると発熱ピークが現れる。示差走査熱量分析では横軸を温度、縦軸を試料の発熱吸熱に対応する量とする示差走査熱量曲線 (DSC 曲線) が得られる。この曲線でベースラインから吸熱ピークが現れる際に傾きが最大になる点における接線と前記ベースラインの交点をガラス転移温度  $T_g$  とし、発熱ピークが現れる際に傾きが最大になる点における接線と前記ベースラインの交点を結晶化温度  $T_x$  とする。ガラス転移温度  $T_g$  および結晶化温度  $T_x$  の測定は、ガラスを乳鉢等で十分粉碎したものを試料とし、示差走査熱量計を使用して、昇温速度を 10 / 分として行うことができる。

ガラス素材を加熱、軟化して所要の形状に成形するリヒートプレス成形法では、ガラス素材をガラス転移温度より高温に加熱する。成形時のガラスの温度が、結晶化温度域に達すると失透するので、( $T_x - T_g$ ) が小さいガラスは、失透を防止しつつ成形を行う上で不利な傾向がある。反対に ( $T_x - T_g$ ) が大きいガラスは、失透せずに再加熱、軟化して成形を行う上で有利な傾向がある。

上記理由により、結晶化温度  $T_x$  とガラス転移温度  $T_g$  の差 ( $T_x - T_g$ ) は、80.0 以上であることが好ましく、90.0 以上、100.0 以上、110.0 以上、120.0 以上の順により好ましい。( $T_x - T_g$ ) は、例えば、300.0 以下、280.0 以下、260.0 以下、240.0 以下、220.0 以下または200.0 以下であることができるが、ここに例示した値を上回ることもできる。

また、結晶化温度  $T_x$  は、耐結晶化性の観点からは、850.0 以上であることが好ましく、860.0 以上、870.0 以上、880.0 以上の順により好ましい。

#### 【0044】

##### ( 部分分散特性 )

色収差補正の観点から、上記光学ガラスは、アッベ数  $d$  を固定したとき部分分散比が小さいガラスであることが好ましい。

ここで、部分分散比  $P_g, F$  は、 $g$  線、 $F$  線、 $c$  線における各屈折率  $n_g, n_F, n_c$  を用いて、 $(n_g - n_F) / (n_F - n_c)$  と表される。高次の色収差補正に好適なガラスを提供する観点から、上記光学ガラスの部分分散比  $P_g, F$  は、0.550 以上であることが好ましく、0.575 以上であることがより好ましく、また、0.715 以下であることが好ましく、0.690 以下であることがより好ましい。

#### 【0045】

##### < 光学ガラスの製造方法 >

上記光学ガラスは、目的のガラス組成が得られるように、原料である酸化物、炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、水酸化物等を秤量、調合し、十分に混合して混合バッチとし、熔融容器内で加熱、熔融し、脱泡、攪拌を行い均質かつ泡を含まない熔融ガラスを作り、これを成形することによって得ることができる。具体的には公知の熔融法を用いて作ることができる。

10

20

30

40

50

**【 0 0 4 6 】**

[ プレス成形用ガラス素材、光学素子プランク、およびそれらの製造方法 ]

本発明の他の一態様は、

上記光学ガラスからなるプレス成形用ガラス素材；

上記光学ガラスからなる光学素子プランク、

に関する。

**【 0 0 4 7 】**

本発明の他の一態様によれば、

上記光学ガラスをプレス成形用ガラス素材に成形する工程を備えるプレス成形用ガラス素材の製造方法；

上記光学ガラスプレス成形用ガラス素材を、プレス成形型を用いてプレス成形することにより光学素子プランクを作製する工程を備える光学素子プランクの製造方法；

上記光学ガラスガラスを光学素子プランクに成形する工程を備える光学素子プランクの製造方法、

も提供される。

**【 0 0 4 8 】**

光学素子プランクとは、目的とする光学素子の形状に近似し、光学素子の形状に研磨しろ（研磨により除去することになる表面層）、必要に応じて研削しろ（研削により除去することになる表面層）を加えた光学素子母材である。光学素子プランクの表面を研削、研磨することにより、光学素子が仕上げられる。一態様では、上記ガラスを適量熔融して得た熔融ガラスをプレス成形する方法（ダイレクトプレス法と呼ばれる。）により、光学素子プランクを作製することができる。他の一態様では、上記ガラスを適量熔融して得た熔融ガラスを固化することにより光学素子プランクを作製することもできる。

**【 0 0 4 9 】**

また、他の一態様では、プレス成形用ガラス素材を作製し、作製したプレス成形用ガラス素材をプレス成形することにより、光学素子プランクを作製することができる。

**【 0 0 5 0 】**

プレス成形用ガラス素材のプレス成形は、加熱して軟化した状態にあるプレス成形用ガラス素材をプレス成形型でプレスする公知の方法により行うことができる。加熱、プレス成形は、ともに大気中で行うことができる。プレス成形後にアニールしてガラス内部の歪を低減することにより、均質な光学素子プランクを得ることができる。

**【 0 0 5 1 】**

プレス成形用ガラス素材は、そのままの状態で光学素子プランク作製のためのプレス成形に供されるプレス成形用ガラスゴブと呼ばれるものに加え、切断、研削、研磨等の機械加工を施してプレス成形用ガラスゴブを経てプレス成形に供されるものも含む。切断方法としては、ガラス板の表面の切斷したい部分にスクリーピングと呼ばれる方法で溝を形成し、溝が形成された面の裏面から溝の部分に局所的な圧力を加えて、溝の部分でガラス板を割る方法や、切断刃によってガラス板をカットする方法等がある。また、研削、研磨方法としてはバレル研磨等が挙げられる。

**【 0 0 5 2 】**

プレス成形用ガラス素材は、例えば、熔融ガラスを鋳型に鋳込みガラス板に成形し、このガラス板を複数のガラス片に切断することにより作製することができる。または、適量の熔融ガラスを成形してプレス成形用ガラスゴブを作製することもできる。プレス成形用ガラスゴブを、再加熱、軟化してプレス成形して作製することにより、光学素子プランクを作製することができる。ガラスを再加熱、軟化してプレス成形して光学素子プランクを作製する方法は、ダイレクトプレス法に対してリヒートプレス法と呼ばれる。

**【 0 0 5 3 】**

[ 光学素子およびその製造方法 ]

本発明の他の一態様は、

上記光学ガラスからなる光学素子

10

20

30

40

50

に関する。

上記光学素子は、上記光学ガラスを用いて作製される。上記光学素子において、ガラス表面には、例えば、反射防止膜等の多層膜等、一層以上のコーティングが形成されていてもよい。

【0054】

また、本発明の一態様によれば、

上述の光学素子ブランクを研削および／または研磨することにより光学素子を作製する工程を備える光学素子の製造方法、

も提供される。

【0055】

上記光学素子の製造方法において、研削、研磨等の機械加工は公知の方法を適用して行うことができ、加工後に光学素子表面を十分洗浄、乾燥させることにより、内部品質および表面品質の高い光学素子を得ることができる。このようにして、上記ガラスからなる光学素子を得ることができる。光学素子としては、球面レンズ、非球面レンズ、マイクロレンズ等の各種のレンズ、プリズム等を例示することができる。

【0056】

また、上記光学ガラスからなる光学素子は、接合光学素子を構成するレンズとしても好適である。接合光学素子としては、レンズ同士を接合したもの（接合レンズ）、レンズとプリズムを接合したもの等を例示することができる。例えば、接合光学素子は、接合する2つの光学素子の接合面を形状が反転形状となるように精密に加工（例えば、球面研磨加工）し、接合レンズの接着に使用される紫外線硬化型接着剤を塗布し、貼り合わせてからレンズを通して紫外線を照射し接着剤を硬化させることで作製することができる。このように接合光学素子を作製するために、上記ガラスは好ましい。接合する複数個の光学素子を、アッペ数  $d$  が相違する複数種のガラスを用いてそれぞれ作製し、接合することにより、色収差の補正に好適な素子とすることができます。

【実施例】

【0057】

以下に、本発明を実施例により更に詳細に説明する。ただし、本発明は実施例に示す実施形態に限定されるものではない。

【0058】

（実施例1）

以下の表に示すガラス組成になるように、各成分を導入するための原料としてそれぞれ相当する硝酸塩、硫酸塩、炭酸塩、水酸化物、酸化物、ホウ酸等を用い、原料を秤量し、十分に混合して調合原料とした。

この調合原料を白金製坩堝に入れ、加熱、熔融した。熔融後、熔融ガラスを鋳型に流し込み、ガラス転移温度付近まで放冷してから直ちにアニール炉に入れ、ガラスの転移温度範囲で約1時間アニール処理した後、炉内で室温まで放冷することにより、表1（表1-1～表1-3）に示す各光学ガラスを得た。

このようにして得られた光学ガラスの諸物性を以下の表に示す。

光学ガラスの諸物性は、以下に示す方法により測定した。

【0059】

<光学ガラスの物性評価>

（1）屈折率  $n_d$ 、アッペ数  $d$

降温速度 - 30 / 時間で降温して得られたガラスについて、日本光学硝子工業会規格の屈折率測定法により、屈折率  $n_d$  およびアッペ数  $d$  を測定した。

【0060】

（2）ビッカース硬度  $H_V$

互いに対向する光学研磨された2つの平面を有する厚さ  $1.0 \pm 0.1 \text{ mm}$  のガラス試料について、日本工業規格 JIS Z 2244 : 2009 に記載の測定方法に準拠し、試験力  $0.3 \text{ kgf}$  ( $2.942 \text{ N}$ )、保持時間15秒にて測定を行った。測定は5回行い、

10

20

30

40

50

得られた測定値の算術平均を、測定対象のガラスのビックカース硬度  $V$  とした。

【0061】

(3) ガラス転移温度  $T_g$ 、結晶化温度  $T_x$

ガラスを乳鉢で十分粉碎したものを試料とし、NETZSCH社製の示差走査熱量分析装置 (DSC 3300 SA) を使用し、昇温速度を 10 / 分にしてガラス転移温度  $T_g$  および結晶化温度  $T_x$  を測定した。

【0062】

(4) 比重

アルキメデス法により比重を測定した。

【0063】

(5) 着色度 5、70

互いに対向する 2 つの光学研磨された平面を有する厚さ  $10 \pm 0.1$  mm のガラス試料を用い、分光光度計により、研磨された面に対して垂直方向から強度  $I_{in}$  の光を入射し、ガラス試料を透過した光の強度  $I_{out}$  を測定し、分光透過率  $I_{out} / I_{in}$  を算出し、分光透過率が 5 % になる波長を 5 とし、分光透過率が 70 % になる波長を 70 とした。

【0064】

(6) 部分分散比  $P_g, F$

降温速度 - 30 / 時間で降温して得られたガラスについて、日本光学硝子工業会規格の屈折率測定法により、屈折率  $n_F, n_c, n_g$  を測定し、測定結果から部分分散比  $P_g, F$  を算出した。

【0065】

10

20

30

40

50

【表 1 - 1】

| No. | SiO <sub>2</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZnO  | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | TiO <sub>2</sub> | WO <sub>3</sub> | 合計   |        |
|-----|------------------|-------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|------|--------|
| 1   | 質量%              | 8.23                          | 2.40 | 1.23                           | 41.16                          | 6.65                          | 0.49             | 5.91                           | 8.11             | 25.82           | 0.00 | 100.00 |
| 2   | 質量%              | 8.19                          | 2.39 | 1.22                           | 41.01                          | 6.62                          | 0.49             | 7.05                           | 8.07             | 24.96           | 0.00 | 100.00 |
| 3   | 質量%              | 8.16                          | 2.38 | 1.22                           | 40.84                          | 6.59                          | 0.48             | 8.18                           | 8.04             | 24.11           | 0.00 | 100.00 |
| 4   | 質量%              | 7.64                          | 2.72 | 1.23                           | 41.11                          | 6.63                          | 0.49             | 7.07                           | 8.09             | 25.02           | 0.00 | 100.00 |
| 5   | 質量%              | 8.74                          | 1.73 | 1.22                           | 40.91                          | 6.60                          | 0.48             | 5.87                           | 8.05             | 26.40           | 0.00 | 100.00 |
| 6   | 質量%              | 9.24                          | 1.06 | 1.21                           | 40.64                          | 6.56                          | 0.48             | 5.83                           | 8.00             | 26.98           | 0.00 | 100.00 |
| 7   | 質量%              | 9.31                          | 1.07 | 1.22                           | 39.43                          | 6.61                          | 0.48             | 5.88                           | 8.06             | 27.94           | 0.00 | 100.00 |
| 8   | 質量%              | 9.78                          | 0.74 | 1.21                           | 40.54                          | 6.54                          | 0.48             | 5.82                           | 7.98             | 26.91           | 0.00 | 100.00 |
| 9   | 質量%              | 10.99                         | 0.00 | 1.20                           | 40.32                          | 6.51                          | 0.48             | 5.79                           | 7.94             | 26.77           | 0.00 | 100.00 |
| 10  | 質量%              | 8.60                          | 1.05 | 1.20                           | 41.75                          | 6.50                          | 0.48             | 5.78                           | 7.92             | 26.72           | 0.00 | 100.00 |
| 11  | 質量%              | 10.34                         | 0.00 | 1.19                           | 41.44                          | 6.45                          | 0.47             | 5.73                           | 7.86             | 26.52           | 0.00 | 100.00 |
| 12  | 質量%              | 9.69                          | 0.00 | 1.18                           | 42.53                          | 6.39                          | 0.47             | 5.68                           | 7.79             | 26.27           | 0.00 | 100.00 |
| 13  | 質量%              | 9.77                          | 0.00 | 1.19                           | 41.37                          | 6.43                          | 0.47             | 5.72                           | 7.85             | 27.20           | 0.00 | 100.00 |
| 14  | 質量%              | 9.84                          | 0.00 | 1.20                           | 40.17                          | 6.48                          | 0.48             | 5.77                           | 7.91             | 28.15           | 0.00 | 100.00 |
| 15  | 質量%              | 9.29                          | 1.07 | 1.22                           | 40.03                          | 6.60                          | 0.00             | 5.87                           | 8.04             | 27.88           | 0.00 | 100.00 |
| 16  | 質量%              | 9.55                          | 1.10 | 1.25                           | 40.43                          | 0.00                          | 4.72             | 6.03                           | 8.27             | 28.65           | 0.00 | 100.00 |

【0 0 6 6】

【表 1 - 2】

| No. | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> | (TiO <sub>2</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )/(SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | (Zn+La+Gd+Y+Zr+Nb+Ti)/(Si+B)(*) | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> /TiO <sub>2</sub> |
|-----|---|---|--|---------------------------------|---|------------------------------------|
| 1   | 質量比または質量%   | 0.058   | 0.292  | 3.19                            | 8.41  | 48.3                               |
| 2   | 質量比または質量%   | 0.058   | 0.292  | 3.12                            | 8.45  | 48.12                              |
| 3   | 質量比または質量%   | 0.058   | 0.292  | 3.05                            | 8.49  | 47.91                              |
| 4   | 質量比または質量%   | 0.066   | 0.356  | 3.20                            | 8.65  | 48.23                              |
| 5   | 質量比または質量%   | 0.042   | 0.198  | 3.29                            | 8.55  | 47.99                              |
| 6   | 質量比または質量%   | 0.026   | 0.115  | 3.40                            | 8.71  | 47.68                              |
| 7   | 質量比または質量%   | 0.027   | 0.115  | 3.47                            | 8.63  | 46.52                              |
| 8   | 質量比または質量%   | 0.018   | 0.076  | 3.32                            | 8.51  | 47.56                              |
| 9   | 質量比または質量%   | 0.000   | 0.000  | 3.16                            | 8.10  | 47.31                              |
| 10  | 質量比または質量%   | 0.025   | 0.122  | 3.59                            | 9.36  | 48.73                              |
| 11  | 質量比または質量%   | 0.000   | 0.000  | 3.32                            | 8.67  | 48.36                              |
| 12  | 質量比または質量%   | 0.000   | 0.000  | 3.51                            | 9.32  | 49.39                              |
| 13  | 質量比または質量%   | 0.000   | 0.000  | 3.59                            | 9.24  | 48.27                              |
| 14  | 質量比または質量%   | 0.000   | 0.000  | 3.66                            | 9.16  | 47.13                              |
| 15  | 質量比または質量%   | 0.027   | 0.115  | 3.47                            | 8.65  | 46.63                              |
| 16  | 質量比または質量%   | 0.027   | 0.115  | 3.47                            | 8.39  | 45.15                              |

(\*) (ZnO+La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+ZrO<sub>2</sub>+Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+TiO<sub>2</sub>)/(SiO<sub>2</sub>+B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

【 0 0 6 7 】

【表 1 - 3】

| No. | nd      | $\nu_d$ | Pg.F     | 比重    | T <sub>g</sub> (°C) | T <sub>x</sub> (°C) | T <sub>x-T<sub>g</sub></sub> (°C) | λ 70(nm) | λ 5(nm) | ビックカルク硬度Hv (kgf·mm <sup>-2</sup> ) |
|-----|---------|---------|----------|-------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|----------|---------|------------------------------------|
| 1   | 2.10371 | 22.99   | 0.623125 | 5.015 | 758.5               | 899.1               | 140.6                             | 523      | 391     | 827.8                              |
| 2   | 2.10113 | 23.25   | 0.622124 | 5.030 | 759.5               | 906.1               | 146.6                             | 523      | 391     | 820.8                              |
| 3   | 2.09896 | 23.49   | 0.619923 | 5.050 | 761.9               | 906.7               | 144.8                             | 544      | 390     | 821.8                              |
| 4   | 2.10355 | 23.19   | 0.620849 | 5.042 | 757.9               | 899.2               | 141.3                             | 524      | 391     | 812.4                              |
| 5   | 2.09234 | 22.84   | 0.622543 | 5.011 | 767.3               | 889.8               | 122.5                             | 524      | 393     | 832.1                              |
| 6   | 2.11254 | 22.63   | 0.625178 | 5.009 | 769.3               | 906.4               | 137.1                             | 526      | 393     | 833.3                              |
| 7   | 2.11603 | 22.25   | 0.625598 | 4.976 | 760.3               | 922.4               | 162.1                             | 571      | 398     | 838.1                              |
| 8   | 2.10878 | 22.66   | 0.624157 | 4.997 | 772.3               | 907.9               | 135.6                             | 535      | 394     | 846.5                              |
| 9   | 2.10254 | 22.77   | 0.623503 | 4.974 | 778.0               | 948.1               | 170.1                             | 536      | 390     | 859.0                              |
| 10  | 2.11709 | 22.67   | 0.623580 | 5.057 | 766.9               | 921.9               | 155.0                             | 537      | 392     | 846.9                              |
| 11  | 2.10855 | 22.80   | 0.621761 | 5.020 | 758.5               | 950.8               | 192.3                             | 571      | 406     | 854.6                              |
| 12  | 2.11310 | 23.76   | 0.684098 | 5.068 | 800.6               | 949.8               | 149.2                             | 571      | 407     | 882.4                              |
| 13  | 2.11716 | 22.54   | 0.624092 | 5.045 | 769.2               | 923.2               | 154.0                             | 529      | 392     | 862.7                              |
| 14  | 2.12148 | 21.46   | 0.576813 | 5.020 | 793.3               | 917.4               | 124.1                             | 543      | 394     | 870.7                              |
| 15  | 2.11612 | 22.31   | 0.624775 | 4.981 | 767.9               | 909.3               | 141.4                             | 538      | 395     | 858.6                              |
| 16  | 2.11266 | 22.27   | 0.624775 | 4.856 | 765.7               | 897.5               | 131.8                             | 534      | 394     | 854.3                              |

## 【0068】

## (実施例2)

実施例1で得られた各種ガラスを使用し、プレス成形用ガラス塊（ガラスゴブ）を作製した。このガラス塊を大気中で加熱、軟化し、プレス成形型でプレス成形し、レンズブランク（光学素子ブランク）を作製した。作製したレンズブランクをプレス成形型から取り出し、アニールし、研磨を含む機械加工を行い、実施例1で作製した各種ガラスからなる球面レンズを作製した。

## 【0069】

## (実施例3)

実施例 1において作製した熔融ガラスを所望量、プレス成形型でプレス成形し、レンズプランク（光学素子プランク）を作製した。作製したレンズプランクをプレス成形型から取り出し、アニールし、研磨を含む機械加工を行い、実施例 1で作製した各種ガラスからなる球面レンズを作製した。

【0070】

（実施例 4）

実施例 1において作製した熔融ガラスを固化して作製したガラス塊（光学素子プランク）アニールし、研磨を含む機械加工を行い、実施例 1で作製した各種ガラスからなる球面レンズを作製した。

【0071】

（実施例 5）

実施例 2～4において作製した球面レンズを、他種のガラスからなる球面レンズと貼り合せ、接合レンズを作製した。実施例 2～4において作製した球面レンズの接合面は凸面、他種のガラスからなる球面レンズの接合面は凹面であった。上記 2 つの接合面は、互いに曲率半径の絶対値が等しくなるように作製した。接合面に光学素子接合用の紫外線硬化型接着剤を塗布し、2 つのレンズを接合面同士で貼り合せた。その後、実施例 2～4において作製した球面レンズを通して、接合面に塗布した接着剤に紫外線を照射し、接着剤を固化させた。

上記のようにして接合レンズを作製した。接合レンズの接合強度は十分高く、光学性能も十分なレベルのものであった。

【0072】

最後に、前述の各態様を総括する。

【0073】

一態様によれば、質量基準で、 $\text{SiO}_2$ 含有量が 3.00% 以上 20.00% 以下、 $\text{TiO}_2$ 含有量が 20.00% 以上 40.00% 以下、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 含有量が 3.00% 以上 15.00% 以下、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 含有量が 20.00% 以上 50.00% 以下、 $\text{ZrO}_2$ 含有量が 3.00% 以上 15.00% 以下、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 含有量に対する $\text{B}_2\text{O}_3$ 含有量の質量比（ $\text{B}_2\text{O}_3 / \text{La}_2\text{O}_3$ ）が 0.070 以下、 $\text{SiO}_2$ 含有量に対する $\text{B}_2\text{O}_3$ 含有量の質量比（ $\text{B}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ ）が 0.700 以下、 $\text{SiO}_2$ と $\text{B}_2\text{O}_3$ との合計含有量に対する $\text{TiO}_2$ と $\text{Nb}_2\text{O}_5$ との合計含有量の質量比（ $(\text{TiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5) / (\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ ）が 2.00 以上、かつ $\text{SiO}_2$ と $\text{B}_2\text{O}_3$ との合計含有量に対する $\text{ZnO}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ および $\text{TiO}_2$ の合計含有量の質量比（ $(\text{ZnO} + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2) / (\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3)$ ）が 7.00 以上である光学ガラスが提供される。

【0074】

上記光学ガラスは、屈折率および硬度が高い光学ガラスであることができる。

【0075】

一形態では、上記光学ガラスの $\text{TiO}_2$ 含有量に対する $\text{SiO}_2$ 含有量の質量比（ $\text{SiO}_2 / \text{TiO}_2$ ）は、0.280 以上 0.430 以下であることができる。

【0076】

一形態では、上記光学ガラスの $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ および $\text{Y}_2\text{O}_3$ の合計含有量（ $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$ ）は、40.00% 以上 55.00% 以下であることができる。

【0077】

一形態では、上記光学ガラスの屈折率  $n_d$  は、2.000 以上であることができる。

【0078】

一形態では、上記光学ガラスのビッカース硬度  $H_V$  は、780 kgf · mm<sup>-2</sup> 以上であることができる。

【0079】

一形態では、上記光学ガラスのアッベ数  $d$  は、22.00 以上であることができる。

10

20

30

40

50

## 【0080】

一態様によれば、上記光学ガラスからなる光学素子が提供される。

## 【0081】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

例えば、上記に例示されたガラス組成に対し、明細書に記載の組成調整を行うことにより、本発明の一態様にかかる光学ガラスを得ることができる。

また、明細書に例示または好ましい範囲として記載した事項の2つ以上を任意に組み合わせることは、もちろん可能である。

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献      特開2007-22846 (JP, A)  
                    特開2015-40171 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
                    C03C1/00 - 14/00  
                    I N T E R G L A D