

(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2012-224496
(P2012-224496A)

(43) 公開日 平成24年11月15日(2012.11.15)

(51) Int.Cl.

C03C 3/155 (2006.01)
C03C 3/068 (2006.01)
C03C 3/19 (2006.01)
G02B 1/02 (2006.01)

F 1

C03C 3/155
C03C 3/068
C03C 3/19
G02B 1/02

テーマコード(参考)

4 G 0 6 2

審査請求 有 請求項の数 23 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号

特願2011-92538 (P2011-92538)

(22) 出願日

平成23年4月18日 (2011.4.18)

(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 巴 広明

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】高屈折率及び高分散の特性を得ながらも、モールドプレス成形時における金型の消耗を低減し、且つ表面の曲面が滑らかで均一な光学素子を得ることが可能な光学ガラスと、これを用いたプリフォーム及び光学素子を提供する。

【解決手段】光学ガラスは、酸化物換算組成の全質量に対する質量%で、 $B_{2}O_3$ 成分を50.0~80.0%及び B_2O_3 成分を5.0~30.0%含有し、屈折率(n d)が1.90以上であり、液相温度における粘性が0.25Pa·s以上である。プリフォーム及び光学素子は、この光学ガラスからなる。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化物換算組成の全質量に対する質量%で、 Bi_2O_3 成分を50.0～80.0%及び B_2O_3 成分を5.0～30.0%含有し、屈折率(n d)が1.90以上であり、液相温度における粘性が0.25Pa·s以上である光学ガラス。

【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0.1%以上である請求項1記載の光学ガラス。

【請求項 3】

酸化物換算組成の全質量に対する質量%で、
 La_2O_3 成分 0～20.0%及び/又は
 Gd_2O_3 成分 0～20.0%及び/又は
 Y_2O_3 成分 0～15.0%及び/又は
 Yb_2O_3 成分 0～6.0%
 をさらに含有する請求項1又は2記載の光学ガラス。

10

【請求項 4】

酸化物換算組成の全質量に対する質量%で、 SiO_2 成分の含有量が20.0%以下である請求項1から3のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 5】

酸化物換算組成における質量比($\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$)が0.80以下である請求項4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質量%で
 TiO_2 成分 0～20.0%及び/又は
 ZrO_2 成分 0～13.0%及び/又は
 Nb_2O_5 成分 0～15.0%及び/又は
 Ta_2O_5 成分 0～15.0%及び/又は
 WO_3 成分 0～15.0%
 である請求項1から5のいずれか記載の光学ガラス。

30

【請求項 7】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する質量和($\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{WO}_3$)が0.1%以上である請求項6記載の光学ガラス。

【請求項 8】

酸化物換算組成における質量比 $\text{Ln}_2\text{O}_3 / (\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{WO}_3)$ が0.30以上4.00以下である請求項6又は7記載の光学ガラス。

【請求項 9】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量%で
 MgO 成分 0～8.0%及び/又は
 CaO 成分 0～15.0%及び/又は
 SrO 成分 0～15.0%及び/又は
 BaO 成分 0～30.0%及び/又は
 ZnO 成分 0～30.0%

40

である請求項1から8のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 10】

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 、 Zn からなる群より選択される1種以上)の質量和が30.0%以下である請求項9記載の光学ガラス。

【請求項 11】

酸化物換算組成における質量比 $\text{RO} / \text{Ln}_2\text{O}_3$ が0.82以下である請求項9又は1

50

0記載の光学ガラス。

【請求項 1 2】

酸化物換算組成における質量比 $\text{R}_2\text{O} / (\text{Ti}_2\text{O}_5 + \text{Zr}_2\text{O}_5 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{WO}_3)$ が 1.90 以下である請求項 9 から 11 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 1 3】

酸化物換算組成の全質量に対する質量 % で、

Li_2O 成分 0 ~ 15.0 % 及び / 又は

Na_2O 成分 0 ~ 15.0 % 及び / 又は

K_2O 成分 0 ~ 15.0 %

である請求項 1 から 12 のいずれか記載の光学ガラス。

10

【請求項 1 4】

酸化物換算組成のガラス全質量に対する Rn_2O 成分 (式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 15.0 % 以下である請求項 13 記載の光学ガラス。

【請求項 1 5】

酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量 % で

P_2O_5 成分 0 ~ 15.0 % 及び / 又は

GeO_2 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は

TeO_2 成分 0 ~ 20.0 % 及び / 又は

Al_2O_3 成分 0 ~ 5.0 % 及び / 又は

Ga_2O_3 成分 0 ~ 5.0 % 及び / 又は

SnO_2 成分 0 ~ 3.0 % 及び / 又は

CeO_2 成分 0 ~ 3.0 % 及び / 又は

Sb_2O_3 成分 0 ~ 3.0 %

である請求項 1 から 14 のいずれか記載の光学ガラス。

20

【請求項 1 6】

アッベ数 (n_d) が 15 以上 30 以下である請求項 1 から 15 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 1 7】

分光透過率が 70 % を示す波長 (λ_{70}) が 490 nm 以下である請求項 1 から 16 のいずれか記載の光学ガラス。

30

【請求項 1 8】

液相温度が 900 以下である請求項 1 から 17 のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 1 9】

請求項 1 から 18 いずれか 1 項の光学ガラスからなる研磨加工用及び / 又は精密プレス成形用のプリフォーム。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 のプリフォームを研磨してなる光学素子。

【請求項 2 1】

請求項 1 9 のプリフォームを精密プレス成形してなる光学素子。

40

【請求項 2 2】

請求項 1 から 2 1 いずれか 1 項の光学ガラスからなる光学素子。

【請求項 2 3】

請求項 2 0 から 2 2 のいずれかに記載の光学素子を有する光学機器。

【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】

50

近年、光学系を用いた機器の高集積化及び高機能化が急速に進められたことで、光学系に対する高精度化、軽量化及び小型化の要求がますます強まっている。この要求を実現するため、高屈折率高分散ガラスを用いて作製した非球面レンズを用いた光学設計が行われている。

【0003】

非球面レンズ等の光学素子を研削や研磨法で作製する場合、光学素子の製造コストが高くなり生産効率も悪くなる。そのため、光学素子の作製は、ゴブ或いはガラスブロックを切断・研磨したプリフォーム材を加熱軟化させ、これを高精度な面を持つ金型で加圧成形させるモールドプレスによることが多い。

【0004】

モールドプレスを行うことにより、研削及び研磨工程が省略されることで、光学素子を低成本で作製でき、且つ大量生産を実現できる。しかし、光学素子の低成本化及び大量生産を実現するためには、モールドプレスに用いられる金型を繰り返し使用できることが重要である。金型を繰り返し使用するには、プリフォーム材を加熱軟化させる際の加熱温度をできるだけ低く設定することで、金型の表面酸化を抑える必要がある。

【0005】

ここで、モールドプレス時の加熱温度と、ガラス転移点やガラスの屈伏点との間には相関性があり、ガラス転移点や屈伏点を低くすることで、モールドプレス時の加熱温度が低くなるため、金型の表面酸化の進行を抑えることができる。

【0006】

さらに、光学素子を低成本で作製するには、モールドプレスを行う前のプリフォームの製造コストも低いことが望まれる。

【0007】

プリフォームの製造方法としては、ガラス融液を滴下して冷却する方法が挙げられる。この方法を用いることで、プリフォームの量産性を高めることができ、プリフォームの製造コストを低くすることができます。さらに、この方法にて得られたプリフォームは、球形又は両凸のレンズ形状に近いため、特に球形や両凸のレンズを形成する場合におけるモールドプレスによる形状変化量を小さくでき、光学素子の量産性を高めることもできる。

【0008】

このようなモールドプレスに用いられるガラスとして、特許文献1及び2には P_2O_5 を主成分としたガラスが開示されている。また、特許文献3には Bi_2O_3 を主成分としたガラスが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平07-097234号公報

【特許文献2】特開2002-173336号公報

【特許文献3】特開2009-040647号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、高屈折率及び高分散のガラスは、ガラス成形酸化物の量が相対的に少ないため、溶解したガラス材料や加熱軟化したガラスの粘性が低くなる傾向にある。特に、ガラス転移点や屈伏点の低いガラスは、その傾向が強い。

【0011】

そのため、溶解したガラス材料からなるガラス融液を滴下してプリフォームを作製する場合、滴下される融液が細長くなり、得られるプリフォームの形状も細長くなることで、球形等の所望の形状を得ることが困難である。

【0012】

また、このようなガラスからなるプリフォームをモールドプレスに用いた場合、成形型

10

20

30

40

50

の内部でガラスが必要以上に軟化されるため、所望の形状の光学素子を得ることが困難になり易い。

【0013】

しかも、ガラスを成形する際、ガラス融液の加熱温度を液相温度（失透温度）よりも高温にしなければならない。例えば、プリフォームを作製する際にはガラス融液の温度を液相温度より高くしなければならない。ガラス融液の加熱温度を液相温度より低くした場合には、得られるプリフォームや光学素子が失透する。一方で、ガラス融液の加熱温度を液相温度より高くした場合には、プリフォームの成形が困難になる。

【0014】

この点、特許文献1及び2のガラスは、プレス成形を行う際に結晶が析出し難いため、プリフォームや光学素子の成形は可能である。しかし、特許文献1及び2のガラスは、ガラス転移点や屈伏点が高いため、ガラスの金型への焼き付きや金型の表面酸化による早期消耗等の問題点があった。

【0015】

また、特許文献3のガラスは、液相温度が高く、液相温度における粘性も低いため、ガラスを失透させずに成形することが困難である問題点があった。

【0016】

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、高屈折率及び高分散の特性を得ながらも、モールドプレス成形時における金型の消耗を低減し、且つ表面の曲面が滑らかで均一な光学素子を得ることが可能な光学ガラスを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

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、 $B_{i_2}O_3$ 成分及び B_2O_3 成分を併用し、他の各成分の含有量を調整することによって、ガラス転移点や屈伏点が低くなり、且つガラスの液相温度における粘性が高め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。

【0018】

(1) 酸化物換算組成の全質量に対する質量%で、 $B_{i_2}O_3$ 成分を50.0～80.0%及び B_2O_3 成分を5.0～30.0%含有し、屈折率(n d)が1.90以上であり、液相温度における粘性が0.25Pa·s以上である光学ガラス。

【0019】

(2) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する $L_{n_2}O_3$ 成分(式中、 L_n 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0.1%以上である(1)記載の光学ガラス。

【0020】

(3) 酸化物換算組成の全質量に対する質量%で、
 $L_{a_2}O_3$ 成分 0～20.0%及び/又は
 $G_{d_2}O_3$ 成分 0～20.0%及び/又は
 $Y_{2}O_3$ 成分 0～15.0%及び/又は
 $Y_{b_2}O_3$ 成分 0～6.0%

をさらに含有する(1)又は(2)記載の光学ガラス。

【0021】

(4) 酸化物換算組成の全質量に対する質量%で、 SiO_2 成分の含有量が20.0%以下である(1)から(3)のいずれか記載の光学ガラス。

【0022】

(5) 酸化物換算組成における質量比($SiO_2 / B_{i_2}O_3$)が0.80以下である(4)記載の光学ガラス。

【0023】

(6) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する質量%で

10

20

30

40

50

T i O₂ 成分 0 ~ 2 0 . 0 % 及び / 又は
 Z r O₂ 成分 0 ~ 1 3 . 0 % 及び / 又は
 N b₂ O₅ 成分 0 ~ 1 5 . 0 % 及び / 又は
 T a₂ O₅ 成分 0 ~ 1 5 . 0 % 及び / 又は
 W O₃ 成分 0 ~ 1 5 . 0 %
 である (1) から (5) のいずれか記載の光学ガラス。

【0024】

(7) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する質量和 (T i O₂ + Z r O₂ + N b₂ O₅ + T a₂ O₅ + W O₃) が 0 . 1 % 以上である (6) 記載の光学ガラス。 10

【0025】

(8) 酸化物換算組成における質量比 L n₂ O₃ / (T i O₂ + Z r O₂ + N b₂ O₅ + T a₂ O₅ + W O₃) が 0 . 3 0 以上 4 . 0 0 以下である (6) 又は (7) 記載の光学ガラス。

【0026】

(9) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量 % で
 M g O 成分 0 ~ 8 . 0 % 及び / 又は
 C a O 成分 0 ~ 1 5 . 0 % 及び / 又は
 S r O 成分 0 ~ 1 5 . 0 % 及び / 又は
 B a O 成分 0 ~ 3 0 . 0 % 及び / 又は
 Z n O 成分 0 ~ 3 0 . 0 % 20

である (1) から (8) のいずれか記載の光学ガラス。

【0027】

(10) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する R O 成分 (式中、R は M g 、 C a 、 S r 、 B a 、 Z n からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 3 0 . 0 % 以下である (9) 記載の光学ガラス。

【0028】

(11) 酸化物換算組成における質量比 R O / L n₂ O₃ が 0 . 8 2 以下である (9) 又は (10) 記載の光学ガラス。

【0029】

(12) 酸化物換算組成における質量比 R O / (T i O₂ + Z r O₂ + N b₂ O₅ + T a₂ O₅ + W O₃) が 1 . 9 0 以下である (9) から (11) のいずれか記載の光学ガラス。 30

【0030】

(13) 酸化物換算組成の全質量に対する質量 % で、
 L i₂ O 成分 0 ~ 1 5 . 0 % 及び / 又は
 N a₂ O 成分 0 ~ 1 5 . 0 % 及び / 又は
 K₂ O 成分 0 ~ 1 5 . 0 %
 である (1) から (12) のいずれか記載の光学ガラス。

【0031】

(14) 酸化物換算組成のガラス全質量に対する R n₂ O 成分 (式中、R n は L i 、 N a 、 K からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 1 5 . 0 % 以下である (13) 記載の光学ガラス。 40

【0032】

(15) 酸化物換算組成のガラス全質量に対して、質量 % で
 P₂ O₅ 成分 0 ~ 1 5 . 0 % 及び / 又は
 G e O₂ 成分 0 ~ 2 0 . 0 % 及び / 又は
 T e O₂ 成分 0 ~ 2 0 . 0 % 及び / 又は
 A l₂ O₃ 成分 0 ~ 5 . 0 % 及び / 又は
 G a₂ O₃ 成分 0 ~ 5 . 0 % 及び / 又は
 S n O₂ 成分 0 ~ 3 . 0 % 及び / 又は 50

CeO₂成分 0 ~ 3 . 0 % 及び / 又は

Sb₂O₃成分 0 ~ 3 . 0 %

である (1) から (14) のいずれか記載の光学ガラス。

【0033】

(16) アッペ数 (d) が 15 以上 30 以下である (1) から (15) のいずれか記載の光学ガラス。

【0034】

(17) 分光透過率が 70 % を示す波長 (λ) が 490 nm 以下である (1) から (16) のいずれか記載の光学ガラス。

【0035】

(18) 液相温度が 900 以下である (1) から (17) のいずれか記載の光学ガラス。

【0036】

(19) (1) から (18) いずれか 1 項の光学ガラスからなる研磨加工用及び / 又は精密プレス成形用のプリフォーム。

【0037】

(20) (19) のプリフォームを研磨してなる光学素子。

【0038】

(21) (19) のプリフォームを精密プレス成形してなる光学素子。

【0039】

(22) (1) から (21) いずれか 1 項の光学ガラスからなる光学素子。

【0040】

(23) (20) から (22) のいずれかに記載の光学素子を有する光学機器。

【発明の効果】

【0041】

本発明によれば、高屈折率及び高分散の特性を得ながらも、モールドプレス成形時における金型の消耗を低減し、且つ表面の曲面が滑らかで均一な光学素子を得ることが可能な光学ガラスを得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0042】

本発明の光学ガラスは、酸化物換算組成の全質量に対する質量 % で、Bi₂O₃成分を 50 . 0 ~ 80 . 0 % 及び B₂O₃成分を 5 . 0 ~ 30 . 0 % 含有し、屈折率 (nd) が 1 . 90 以上であり、液相温度における粘性が 0 . 25 Pa · s 以上である。Bi₂O₃成分及び B₂O₃成分を併用し、他の各成分の含有量を調整することによって、ガラス転移点や屈伏点が低くなり、且つ、ガラスの液相温度が低くなり、且つガラスの粘性が高められることで、ガラスの液相温度における粘性が高められる。このため、高屈折率及び高分散の特性を得ながらも、モールドプレス成形時における金型の消耗を低減し、且つ表面の曲面が滑らかで均一な光学素子を得ることが可能な光学ガラスを得ることができる。

【0043】

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。

【0044】

[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、各成分の含有率は特に断りがない場合は、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」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、金属弗化物等が溶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

10

20

30

40

50

含有される各成分を表記した組成である。

【0045】

<必須成分、任意成分について>

Bi_2O_3 成分は、ガラスの屈折率 (n_d) を高め、アッペ数を低くする効果がある成分である。また、ガラス転移点や屈伏点を低くし、耐水性を向上する成分である。ここで、 Bi_2O_3 成分の含有量を 50.0% 以上にすることで、高屈折率及び高分散を有し、且つガラス転移点及び屈伏点の低いガラスを得ることができる。一方で、 Bi_2O_3 成分の含有量を 80.0% 以下にすることで、ガラスの液相温度を低くでき、且つガラスの着色を低減できる。従って、 Bi_2O_3 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 50.0%、より好ましくは 55.0% を下限とし、最も好ましくは 63.0% より多くする。一方で、 Bi_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 80.0%、より好ましくは 78.0%、最も好ましくは 75.0% を上限とする。 Bi_2O_3 成分は、原料として例えれば Bi_2O_3 を用いることができる。

10

【0046】

B_2O_3 成分は、ガラスの液相温度を下げて失透を低減する成分である。ここで、 B_2O_3 成分の含有量を 5.0% 以上にすることで、耐失透性の高いガラスを得ることができる。しかしながら、 B_2O_3 成分の含有量が多すぎると、かえってガラスの液相温度が高くなる。また、 B_2O_3 成分の含有量が多すぎると、ガラスの屈折率が高くなり、アッペ数が低くなる。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 5.0%、より好ましくは 9.3% を下限とし、最も好ましくは 11.0% より多くする。一方で、 B_2O_3 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 30.0%、より好ましくは 25.0%、最も好ましくは 20.0% を上限とする。 B_2O_3 成分は、原料として例えれば H_3BO_3 、 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、 BPO_4 を用いることができる。

20

【0047】

La_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分は、ガラスの液相温度における粘性を高める成分である。ここで、 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) のうち少なくともいずれかを含有することで、液相温度において高い粘性を得ることができる。一方で、 Ln_2O_3 成分の含有量が多すぎると、ガラスのアッペ数が高くなり、且つガラスの液相温度が上昇する。従って、 Ln_2O_3 成分の質量和は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 0.1%、より好ましくは 0.2%、さらに好ましくは 1.0%、最も好ましくは 3.6% を下限とする。一方で、 Ln_2O_3 成分の質量和は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 25.0%、より好ましくは 20.0% を上限とし、最も好ましくは 12.0% 未満とする。

30

【0048】

このうち、 La_2O_3 成分及び Gd_2O_3 成分の各々の含有量は、酸化物基準の質量 % で、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、 Y_2O_3 成分の各々の含有量は、酸化物基準の質量 % で、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。また、 Yb_2O_3 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 6.0%、より好ましくは 4.0%、最も好ましくは 2.0% を上限とする。なお、 Ln_2O_3 成分のうち Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分は、ガラスの液相温度を高める作用が強いため、液相温度における粘性をより高くする観点では、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分の含有量を低減することがより好ましく、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分を含有しないことがさらに好ましい。 La_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分は、原料として例えれば La_2O_3 、 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot X\text{H}_2\text{O}$ (X は任意の整数)、 Gd_2O_3 、 GdF_3 、 Y_2O_3 、 YF_3 、 Yb_2O_3 を用いることができる。

40

【0049】

SiO_2 成分は、ガラスの液相温度を下げ、且つ液相温度における粘性を高める成分であり、且つ、ガラスの可視光透過率を高める効果のある成分である。しかしながら、 Si

50

O₂成分の含有量が多すぎると、ガラスの屈折率が低下し易い。従って、SiO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%を上限とし、最も好ましくは6.0%未満とする。なお、SiO₂成分は含有しなくてもよいが、液相温度において高い粘性を得易くできる観点では、SiO₂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0.7%を下限とする。SiO₂成分は、原料として例えばSiO₂、K₂SiF₆、Na₂SiF₆を用いることができる。

【0050】

本発明の光学ガラスは、B₂O₃成分の含有量に対するSiO₂成分の含有量の比率が0.80以下であることが好ましい。これにより、より液相温度の低いガラスを得ることができる。従って、酸化物換算組成における質量比(SiO₂/B₂O₃)は、好ましくは0.80、より好ましくは0.50、を上限とし、最も好ましくは0.20未満とする。なお、(SiO₂/B₂O₃)は0であってもよいが、より液相温度が低く可視光透過率の高いガラスを得る観点では、質量比(SiO₂/B₂O₃)は、好ましくは0.01、より好ましくは0.03、最も好ましくは0.05を下限とする。

10

【0051】

TiO₂成分は、ガラスの液相温度を下げ、且つ液相温度における粘性を高める成分である。しかし、その含有量が多すぎると、かえってガラスの液相温度が高くなり、且つガラスが着色する。従って、TiO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは20.0%、より好ましくは10.0%、最も好ましくは3.0%を上限とする。TiO₂成分は、原料として例えばTiO₂等を用いてガラス内に含有することができる。

20

【0052】

ZrO₂成分は、ガラスの液相温度を下げ、液相温度における粘性を高め、且つガラスの化学的耐久性や機械的強度を向上する成分である。しかし、ZrO₂成分の含有量が多すぎると、かえってガラスの液相温度が高くなり、ガラス転移点や屈伏点も高くなる。従って、ZrO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは13.0%、より好ましくは10.0%、最も好ましくは5.0%を上限とする。なお、ZrO₂成分は含有しなくてもよいが、耐失透性を高め、且つ液相温度において高い粘性を得易くできる観点では、ZrO₂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。ZrO₂成分は、原料として例えばZrO₂、ZrF₄を用いることができる。

30

【0053】

Nb₂O₅成分は、ガラスの液相温度における粘性を高め、且つガラスのアッペ数を小さくする成分である。しかし、Nb₂O₅成分の含有量が多すぎると、ガラスの液相温度やガラス転移点が高くなる。従って、Nb₂O₅成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは15.0%、より好ましくは12.0%、最も好ましくは10.0%を上限とする。なお、Nb₂O₅成分は含有しなくてもよいが、アッペ数を小さくし、且つ液相温度において高い粘性を得易くできる観点では、Nb₂O₅成分の含有量は、好ましくは0.1%、より好ましくは1.0%、最も好ましくは2.0%を下限とする。Nb₂O₅成分は、原料として例えばNb₂O₅を用いることができる。

40

【0054】

Ta₂O₅成分は、ガラスの液相温度における粘性を高める成分である。しかし、Ta₂O₅成分の含有量が多すぎると、ガラスの液相温度やガラス転移点が高くなり、且つガラスの原料コストが大幅に上昇する。従って、Ta₂O₅成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、最も好ましくは3.0%を上限とする。Ta₂O₅成分は、原料として例えばTa₂O₅を用いることができる。

【0055】

WO₃成分は、ガラスの液相温度における粘性を高め、且つガラス転移点や屈伏点を下げる成分である。しかし、その含有量が多すぎると、ガラスの液相温度やガラス転移点が高くなり、且つガラスが着色する。従って、WO₃成分の含有量は、酸化物基準の質量%

50

で、好ましくは 15.0%、より好ましくは 5.0%、最も好ましくは 3.0% を上限とする。WO₃ 成分は、原料として例えばWO₃ を用いることができる。

【0056】

本発明の光学ガラスは、TiO₂ 成分、ZrO₂ 成分、Nb₂O₅ 成分、Ta₂O₅ 成分及びWO₃ 成分の質量和が 0.1% 以上であることが好ましい。これにより、ガラスのアッペ数を低くでき、且つガラスの液相温度を下げることができる。特に、Ln₂O₃ 成分とこれらの成分を併用することで、より液相温度における粘性の高いガラスを得ることができる。従って、酸化物換算組成における質量和 (TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ + WO₃) は、好ましくは 0.1%、より好ましくは 1.0%、最も好ましくは 3.0% を下限とする。一方で、これらの成分の過剰な含有による液相温度の上昇や、ガラス転移点や屈伏点の上昇を低減できる観点では、この質量和は、好ましくは 20.0%、より好ましくは 15.0%、最も好ましくは 12.0% を上限とする。10

【0057】

また、本発明の光学ガラスは、質量和 (TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ + WO₃) に対する Ln₂O₃ 成分の含有量の比率が 0.30 以上 4.00 以下であることが好ましい。この比率を 0.30 以上 4.00 以下の範囲内にすることで、液相温度における粘性をより高め、ガラスの着色を抑制することができる。従って、酸化物換算組成での質量比 Ln₂O₃ / (TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ + WO₃) は、好ましくは 0.30、より好ましくは 0.40、最も好ましくは 0.50 を下限とする。一方で、この質量比は、好ましくは 4.00、より好ましくは 3.00、最も好ましくは 2.00 を上限とする。20

【0058】

MgO 成分、CaO 成分、SrO 成分及び BaO 成分は、適度に含有することでガラスの液相温度を下げる成分である。しかし、これらの成分の含有量が多すぎると、かえって液相温度が高くなる。従って、MgO 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 8.0%、より好ましくは 5.0%、最も好ましくは 3.0% を上限とする。また、CaO 成分及び SrO 成分の各々の含有量は、酸化物基準の質量 % で、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。BaO 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 30.0%、より好ましくは 15.0%、最も好ましくは 10.0% を上限とする。MgO 成分、CaO 成分、SrO 成分及び BaO 成分は、原料として例えば MgO、MgCO₃、MgF₂、CaCO₃、CaF₂、Sr(NO₃)₂、SrF₂、BaCO₃、Ba(NO₃)₂ を用いることができる。30

【0059】

ZnO 成分は、ガラスの液相温度を低くし且つ着色を低減する成分であり、本発明の光学ガラスの任意成分である。しかし、ZnO 成分の含有量が多すぎると、アッペ数 (d) が高くなり、液相温度が上昇する。従って、ZnO 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 30.0%、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 7.0% を上限とする。なお、ZnO 成分は含有しなくてもよいが、ZnO 成分を含有することで耐失透性を高め、着色を低減できる。従って、ZnO 成分の含有量は、酸化物基準の質量 % で、好ましくは 0.1%、より好ましくは 1.0%、さらに好ましくは 2.3%、最も好ましくは 3.0% を下限とする。ZnO 成分は、原料として例えば ZnO、ZnF₂ を用いることができる。40

【0060】

本発明の光学ガラスでは、RO 成分 (R は Mg、Ca、Sr、Ba、Zn から選ばれる 1 種以上) の合計含有量が 30.0% 以下であることが好ましい。これにより、これら成分の過剰な含有による液相温度の上昇を抑えることができる。従って、RO 成分の合計含有量は、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。

【0061】

本発明の光学ガラスでは、Ln₂O₃ 成分の質量和に対する RO 成分の質量和の比率

が0.82以下であることが好ましい。これにより、屈折率の低下を抑制しながらもガラスの液相温度の上昇を抑えることができる。従って、酸化物基準での質量比R_O/Ln₂O₃は、好ましくは0.82、より好ましくは0.75、最も好ましくは0.70を上限とする。

【0062】

また、本発明の光学ガラスでは、質量和(TiO₂+ZrO₂+Nb₂O₅+Ta₂O₅+WO₃)に対する、R_O成分の質量和の比率が1.90以下であることが好ましい。これにより、高屈折率を維持しながらもガラスの液相温度における粘性を高めることができる。従って、酸化物基準での質量比R_O/(TiO₂+ZrO₂+Nb₂O₅+Ta₂O₅+WO₃)は、好ましくは1.90、より好ましくは1.50、最も好ましくは1.00を上限とする。10

【0063】

Li₂O成分、Na₂O成分及びK₂O成分は、ガラスの屈折率及びアッベ数を調整し、ガラス転移点や屈伏点を低くする成分である。しかし、これらの成分を含有すると液相温度における粘性が大きく低下する。従って、Li₂O成分、Na₂O成分及びK₂O成分の各々の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、最も好ましくは1.0%を上限とする。また、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)の質量和は、酸化物基準の質量%で、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%を上限とし、さらに好ましくは5.0%未満とする。特に液相温度における粘性の高いガラスを得る観点では、Rn₂O成分の質量和は、酸化物基準の質量%で、好ましくは1.0%未満、より好ましくは0.4%未満、最も好ましくは0.1%未満とする。20 Li₂O成分、Na₂O成分及びK₂O成分は、原料として例えばLi₂CO₃、LiNO₃、LiF、Na₂CO₃、NaNO₃、NaF、Na₂SiF₆、K₂CO₃、KNO₃、KF、KH₂F₂、K₂SiF₆を用いることができる。

【0064】

P₂O₅成分は、ガラスの透過率を向上する成分である。しかしながら、P₂O₅成分の含有量が多すぎると、ガラス材料が溶解し難くなり、液相温度が上昇する。従って、P₂O₅成分の含有量の上限は、酸化物基準の質量%で、好ましくは15.0%、より好ましくは4.0%、さらに好ましくは1.0%を上限とし、最も好ましくは含有しない。30 P₂O₅成分は、原料として例えばAl(Po₃)₃、Ca(Po₃)₂、Ba(Po₃)₂、Na(Po₃)、BPO₄、H₃PO₄を用いることができる。

【0065】

GeO₂成分は、ガラスの耐失透性を向上するために有用な任意成分である。しかしながら、GeO₂成分の含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下し易くなり、且ガラス原料コストが大幅に上がる。従って、GeO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは20.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。また、GeO₂成分は高価な成分であるため、ガラスの材料コストを低減する観点で、GeO₂成分の含有量を、好ましくは3.0%未満、より好ましくは2.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満にしてもよい。GeO₂成分は、原料として例えばGeO₂を用いることができる。40

【0066】

T_eO₂成分はガラスの液相温度を下げ、且つガラス融液の脱泡及び清澄を促す成分である。しかし、その含有量が多すぎると、かえってガラスの液相温度が高くなる。従って、T_eO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%を上限とする。特に耐失透性の高いガラスを得る観点では、T_eO₂成分の含有量を2.9%以下にしてもよい。一方で、T_eO₂成分は含有しなくてもよいが、T_eO₂成分を含有することで、液相温度が低く泡の少ないガラスを得ることができる。従って、T_eO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは0.1%、より好ましくは0.3%、最も好ましくは0.5%を下限とする50

。TeO₂成分は、原料として例えばTeO₂を用いることができる。

【0067】

Al₂O₃成分及びGa₂O₃成分は、ガラスの化学的耐久性や機械的強度を向上するために有用な任意成分である。しかしながら、Al₂O₃成分やGa₂O₃成分の含有量が多すぎると、ガラスの溶融性が低下し易くなる。従って、Al₂O₃成分及びGa₂O₃成分の各々の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは5.0%を上限とし、より好ましくは4.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満とする。特に、Al₂O₃成分はガラスの液相温度における粘性を大きく下げる成分であるため、液相温度における粘性を高める観点では、Al₂O₃成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは1.0%未満、より好ましくは0.8%未満、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。Al₂O₃成分及びGa₂O₃成分は、原料として例えばAl₂O₃、Al(OH)₃、AlF₃、Ga₂O₃、Ga(OH)₃を用いることができる。
10

【0068】

SnO₂成分は、ガラスの化学的耐久性を高める成分である。しかし、その含有量が多すぎると、熔融性が悪化し、ガラスの着色が強くなる。従って、SnO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは3.0%、より好ましくは2.0%、最も好ましくは1.0%を上限とする。SnO₂成分は、原料として例えばSnO₂、SnOを用いることができる。

【0069】

CeO₂成分は、ガラスの清澄を促す成分である。しかし、その含有量が多すぎると、ガラスが着色する。従って、CeO₂成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは3.0%、より好ましくは1.0%を上限とし、最も好ましくは含有しない。CeO₂成分は、原料として例えばCeO₂を用いることができる。
20

【0070】

Sb₂O₃成分は、ガラスの清澄を促す成分である。しかし、その含有量が多すぎると、ガラスの着色が強くなる。従って、Sb₂O₃成分の含有量は、酸化物基準の質量%で、好ましくは3.0%、より好ましくは1.0%、最も好ましくは0.1%を上限とする。Sb₂O₃成分は、原料として例えばSb₂O₃、Sb₂O₅、Na₂H₂Sb₂O₇・5H₂Oを用いることができる。
30

【0071】

なお、ガラスを清澄し脱泡する成分は、上記のSb₂O₃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や脱泡剤、或いはそれらの組み合わせを用いることができる。

【0072】

<含有させるべきでない成分について>

本発明においては、他の成分を本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、Ta、W、La、Gd、Y、Ybを除くV、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Ag、Mo、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm及びLu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においても、ガラスが着色して可視域の特定の波長に吸収を生じる。従って、本発明の光学ガラスは、上記成分を実質的に含まないことが好ましい。ここで、「実質的に含まない」とは、不純物として混入される場合を除いて、人為的に含有させないことを意味する。
40

【0073】

さらに、PbO等の鉛化合物及びAs₂O₃等のヒ素化合物、並びに、Th、Cd、Tl、Os、Be、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、不可避な混入を除き、これらを実質的に含有しないことが好ましい。

【0074】

10

20

30

40

50

本発明の光学ガラスとして好ましく用いられるガラスは、その組成が酸化物基準の質量%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、酸化物基準で概ね以下の値をとる。

Bi_2O_3 成分 20.0 ~ 40.0 モル% 及び

B_2O_3 成分 15.0 ~ 60.0 モル%

並びに

La_2O_3 成分 0 ~ 13.0 モル%、及び / 又は

Gd_2O_3 成分 0 ~ 13.0 モル%、及び / 又は

Y_2O_3 成分 0 ~ 10.0 モル%、及び / 又は

Yb_2O_3 成分 0 ~ 4.0 モル%、及び / 又は

SiO_2 成分 0 ~ 60.0 モル%、及び / 又は

TiO_2 成分 0 ~ 40.0 モル%、及び / 又は

ZrO_2 成分 0 ~ 25.0 モル%、及び / 又は

Nb_2O_5 成分 0 ~ 10.0 モル%、及び / 又は

Ta_2O_5 成分 0 ~ 12.0 モル%、及び / 又は

WO_3 成分 0 ~ 15.0 モル%、及び / 又は

MgO 成分 0 ~ 25.0 モル%、及び / 又は

CaO 成分 0 ~ 40.0 モル%、及び / 又は

SrO 成分 0 ~ 35.0 モル%、及び / 又は

BaO 成分 0 ~ 50.0 モル%、及び / 又は

ZnO 成分 0 ~ 60.0 モル%、及び / 又は

Li_2O 成分 0 ~ 60.0 モル%、及び / 又は

Na_2O 成分 0 ~ 45.0 モル%、及び / 又は

K_2O 成分 0 ~ 35.0 モル%、及び / 又は

P_2O_5 成分 0 ~ 30.0 モル%、及び / 又は

GeO_2 成分 0 ~ 30.0 モル%、及び / 又は

TeO_2 成分 0 ~ 20.0 モル%、及び / 又は

Al_2O_3 成分 0 ~ 10.0 モル%、及び / 又は

Ga_2O_3 成分 0 ~ 5.0 モル%、及び / 又は

SnO_2 成分 0 ~ 4.0 モル%、及び / 又は

CeO_2 成分 0 ~ 2.0 モル%、及び / 又は

Sb_2O_3 成分 0 ~ 2.0 モル%

【0075】

[製造方法]

本発明の光学ガラスは、例えば以下のように作製される。すなわち、上記原料を各成分が所定の含有率の範囲内になるように均一に混合し、作製した混合物を石英坩堝又は金坩堝に入れて 750 ~ 1000 の温度範囲で 2 ~ 3 時間溶融して攪拌均質化を行い、850 ~ 650 程度の温度に下げてから 1 時間程度経過した後、金型に鋳込んで徐冷することにより作製される。

【0076】

< 物性 >

本発明の光学ガラスは、液相温度において高い粘性を有する。より具体的には、本発明の光学ガラスの液相温度における粘性は、好ましくは 0.25 Pa · s、より好ましくは 0.4 Pa · s、最も好ましくは 0.6 Pa · s を下限とする。これにより、ガラスを液相温度に加熱しても粘性の大きなガラス融液が得られるため、プリフォームの失透や脈理を低減しつつ、ガラス融液から所望の形状のプリフォームに成形し易い均一な光学ガラスを得ることができる。また、これによりガラスを加熱軟化してもガラスの粘性が損なわれ難くなるため、プリフォームから光学素子等への成形を行い易く、表面の曲面が滑らかで均一な光学素子を作製し易い光学ガラスを得ることができる。なお、本発明の光学ガラス

10

20

30

40

50

の液相温度における粘性の上限は特に限定されないが、概ね 2 . 0 Pa · s 以下、より具体的には 1 . 8 Pa · s 以下、さらに具体的には 1 . 5 Pa · s 以下であることが多い。

【 0 0 7 7 】

また、本発明の光学ガラスは、液相温度（失透温度）が低いことが好ましい。すなわち、本発明の光学ガラスの液相温度は、好ましくは 900 、より好ましくは 880 、最も好ましくは 860 を上限とする。これにより、より低い温度でガラス融液を流出しても、作製されたガラスの結晶化が低減されるため、ガラス融液からプリフォームを形成したときの耐失透性を高めることができる。また、液相温度が低くなることでガラス融液の粘性の基準となる温度が低くなるため、液相温度における粘性を高めることもできる。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 550 以上、さらに具体的には 600 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 30 cc のカレット状のガラス試料を白金坩堝に入れて 950 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、860 ~ 650 まで 10 刻みで設定した温度を表す。

10

【 0 0 7 8 】

また、本発明の光学ガラスは、高屈折率及び高分散（低アッペ数）を有することが好ましい。より具体的には、本発明の光学ガラスの屈折率（ n_d ）は、好ましくは 1 . 90 、より好ましくは 1 . 95 、最も好ましくは 1 . 97 を下限とする。ここで、本発明の光学ガラスの屈折率（ n_d ）の上限は特に限定されないが、概ね 2 . 30 以下、より具体的には 2 . 20 以下、さらに具体的には 2 . 10 以下であることが多い。一方、本発明の光学ガラスのアッペ数（ n_d ）は、好ましくは 30 、より好ましくは 28 、最も好ましくは 25 を上限とする。一方、本発明の光学ガラスのアッペ数（ n_d ）の下限は特に限定されないが、概ね 15 以上、より具体的には 16 以上、さらに具体的には 17 以上であることが多い。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。また、光学系における素子の点数を削減できるため、光学系全体の小型化を図ることができる。

20

【 0 0 7 9 】

また、本発明の光学ガラスは、低いガラス転移点（ T_g ）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ガラス転移点（ T_g ）は、好ましくは 560 、より好ましくは 520 、最も好ましくは 500 を上限とする。これにより、ガラスがより低い温度で軟化するため、より低い温度でガラスをプレス成形し易くできる。そのため、プレス成形に用いる金型の酸化による消耗を低減して金型の長寿命化を図ることもできる。なお、本発明の光学ガラスのガラス転移点（ T_g ）の下限は特に限定されないが、本発明によって得られるガラスのガラス転移点（ T_g ）は、概ね 100 以上、具体的には 150 以上、さらに具体的には 200 以上であることが多い。

30

【 0 0 8 0 】

また、本発明の光学ガラスは、低い屈伏点（ A_t ）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屈伏点（ A_t ）は、好ましくは 600 、より好ましくは 560 、最も好ましくは 520 を上限とする。屈伏点（ A_t ）は、ガラス転移点（ T_g ）と同様にガラスの軟化性を示す指標の一つであり、プレス成形温度に近い温度を示す指標である。そのため、屈伏点（ A_t ）が 600 以下のガラスを用いることにより、より低い温度でのプレス成形が可能になるため、よりプレス成形を行い易くすることができる。なお、本発明の光学ガラスの屈伏点（ A_t ）の下限は特に限定されないが、本発明によって得られるガラスの屈伏点（ A_t ）は、概ね 150 以上、具体的には 200 以上、さらに具体的には 250 以上であることが多い。

40

【 0 0 8 1 】

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

50

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490nm以下であり、より好ましくは470nm以下であり、最も好ましくは450nm以下である。また、分光透過率5%を示す波長(λ_5)が460nm以下であり、より好ましくは440nm以下であり、最も好ましくは420nm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ることで、可視光線に対するガラスの透明性が高められるため、光学ガラスをレンズ等の可視光を透過する光学素子に好ましく用いることができる。

【0082】

[プリフォーム及び光学素子]

作製された光学ガラスから、例えばリヒートプレス成形や精密プレス成形等の手段を用いて、ガラス成形体を作製することができる。すなわち、光学ガラスからモールドプレス成形用のプリフォームを作製し、このプリフォームに対してリヒートプレス成形を行った後で研磨加工を行ってガラス成形体を作製したり、例えば研磨加工を行って作製したプリフォームに対して精密プレス成形を行ってガラス成形体を作製したりすることができる。本発明の光学ガラスからなるガラス成形体は、例えばレンズ、プリズム、ミラー等の光学素子の用途に用いることができ、典型的にはデジタルカメラやプロジェクタ等に用いることができる。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。

10

【実施例】

【0083】

本発明の実施例(No.1～No.40)及び比較例(No.A～No.C)の組成、並びに、これらのガラスの屈折率(n_d)、アッベ数(v_d)、ガラス転移点(T_g)、屈伏点(A_t)、液相温度、液相温度における粘性、及び分光透過率が5%及び70%を示す波長(λ_5 及び λ_0)の結果を表1～表7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。

20

【0084】

本発明の実施例(No.1～No.40)及び比較例(No.A～No.C)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、水酸化物等の通常の光学ガラスに使用される高純度の原料を選定し、表1～表10に示した各実施例及び比較例の組成で、ガラス重量が400gになるように秤量して均一に混合した後、石英坩堝又は金坩堝に投入し、ガラス組成の熔融難易度に応じて電気炉で750～1000の温度範囲で2～3時間溶融して攪拌均質化を行い、850～650程度の温度に下げてから1時間程度経過した後、金型に鋳込んで徐冷することにより作製した。

30

【0085】

ここで、実施例(No.1～No.40)及び比較例(No.A～No.C)のガラスの屈折率(n_d)及びアッベ数(v_d)は、日本光学硝子工業会規格JOGIS012003に基づいて測定した。なお、本測定に用いたガラスは、徐冷降温速度を-25/hrとして、徐冷炉にて処理を行ったものを用いた。

【0086】

また、実施例(No.1～No.40)及び比較例(No.A～No.C)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950で完全に熔融状態にし、860～650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。

40

【0087】

また、実施例(No.1～No.40)及び比較例(No.A～No.C)のガラスの液相温度における粘性は、球引上げ式粘度計(有限会社オプト企業社製 型番BVM-13LH)を用いて粘度(粘性)(Pa·s)を求めた。

【0088】

また、実施例(No.1～No.40)の光学ガラス及び比較例(No.A～No.C)

50

) のガラスのガラス転移点 (T_g) 及び屈伏点 (A_t) は、横型膨張測定器を用いた測定を行うことで求めた。ここで、測定を行う際のサンプルは 4 . 8 mm 、長さ 50 ~ 55 mm のものを使用し、昇温速度を 4 /min とした。

【 0 0 8 9 】

また、実施例 (No. 1 ~ No. 40) 及び比較例 (No. A ~ No. C) のガラスの透過率は、日本光学硝子工業会規格 J O G I S 0 2 に準じて測定した。なお、本発明においては、ガラスの可視光に対する透過率を測定することで、ガラスの着色の有無と程度を求めた。具体的には、厚さ 10 ± 0 . 1 mm の対面平行研磨品を J I S Z 8 7 2 2 に準じ、200 ~ 800 nm の分光透過率を測定し、₅ 及び ₇₀ (透過率 5 % 時及び 70 % 時の波長) を求めた。

【 0 0 9 0 】

【表1】

	実施例					
	1	2	3	4	5	6
Bi_2O_3	72.563	71.405	73.298	73.604	69.270	71.733
B_2O_3	10.653	10.886	11.175	10.396	14.367	12.739
La_2O_3	3.055	2.864	2.940	2.958	3.200	3.037
Gd_2O_3	3.123	2.927	3.004	3.023	3.271	3.104
Y_2O_3						
SiO_2	1.037	0.972	0.997	1.004	0.543	0.515
TiO_2						
ZrO_2	1.322	1.239	1.272	1.280	1.385	1.314
Nb_2O_5	3.440	3.224	3.309	3.330	3.603	3.419
Ta_2O_5						
WO_3						
MgO						
CaO						
SrO						
BaO						
ZnO	3.475	3.257	3.343	3.364	3.640	3.454
Li_2O	0.644			0.374		
Na_2O						
K_2O						
TeO_2	0.688	3.226	0.662	0.667	0.721	0.684
Al_2O_3						
Sb_2O_3						
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}$	6.178	5.791	5.944	5.981	6.471	6.141
Si/B	0.097	0.089	0.089	0.097	0.038	0.040
$\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W}$	4.762	4.463	4.581	4.610	4.988	4.733
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}/(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	1.297	1.298	1.298	1.297	1.297	1.297
$\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn}$	3.475	3.257	3.343	3.364	3.640	3.454
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/(\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb})$	0.562	0.562	0.562	0.562	0.563	0.562
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730
$\text{Li}+\text{Na}+\text{K}$	0.644	0.000	0.000	0.374	0.000	0.000
屈折率(n_d)	2.05905	2.08167	2.07558	2.07368	2.05055	2.08343
アッベ数(ν_d)	19.6	19.2	19.4	19.3	20.3	19.3
ガラス転移点(T_g)[°C]	438					
屈伏点(A_t)[°C]	473					
$\lambda_{70}[\text{nm}]$	446	447.5	446.5	447	441	448.5
$\lambda_5[\text{nm}]$	406.5	407.5	407	408	403	408
液相温度[°C]						
液相温度での粘性[Pa·s]						

【0091】

10

20

30

40

【表2】

	実施例				
	7	8	9	10	11
Bi_2O_3	67.230	67.385	68.345	69.329	67.230
B_2O_3	13.554	13.364	13.554	13.750	14.554
La_2O_3	3.106	3.113	3.157	3.203	3.106
Gd_2O_3	3.174	3.182	3.227	3.274	3.174
Y_2O_3					
SiO_2	1.000	1.056	1.071	1.087	
TiO_2					
ZrO_2	1.344	1.347	1.366	1.386	1.344
Nb_2O_5	3.497	3.505	3.555	3.606	3.497
Ta_2O_5					
WO_3					
MgO					
CaO					
SrO					
BaO					
ZnO	3.532	3.541	3.591	3.643	3.532
Li_2O					
Na_2O					
K_2O					
TeO_2	3.499	3.507	2.134	0.722	3.499
Al_2O_3					
Sb_2O_3	0.064				0.064
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}$	6.280	6.295	6.384	6.477	6.280
Si/B	0.074	0.079	0.079	0.079	0.000
$\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W}$	4.841	4.852	4.921	4.992	4.841
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}/$ $(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	1.297	1.297	1.297	1.297	1.297
$\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn}$	3.532	3.541	3.591	3.643	3.532
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/$ $(\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb})$	0.562	0.563	0.563	0.562	0.562
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/$ $(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730
$\text{Li}+\text{Na}+\text{K}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
屈折率 (n_d)	2.03536	2.03794	2.03037	2.02852	2.03298
アッペ数 (ν_d)	20.6	20.5	20.8	20.9	20.7
ガラス転移点 (T_g) [°C]		467		475	
屈伏点 (A_t) [°C]		501		507	
$\lambda_{70} [\text{nm}]$	439	438.5	436.5	436	453
$\lambda_5 [\text{nm}]$	401	401	400	400	400.5
液相温度 [°C]		790		800	
液相温度での粘性 [Pa·s]		0.93		0.68	

10

20

30

40

【0092】

【表3】

	実施例					
	12	13	14	15	16	17
Bi ₂ O ₃	69.270	71.733	73.544	69.281	66.937	65.700
B ₂ O ₃	14.367	12.739	10.969	11.093	11.407	13.294
La ₂ O ₃	3.200	3.037	2.956	3.181	3.271	3.285
Gd ₂ O ₃	3.271	3.104	3.021	3.251	3.343	3.357
Y ₂ O ₃						
SiO ₂	0.543	0.515	0.501	1.079	1.110	0.865
TiO ₂						
ZrO ₂	1.385	1.314	1.279	1.376	1.415	1.421
Nb ₂ O ₅	3.603	3.419	3.328	3.582	3.683	3.698
Ta ₂ O ₅						
WO ₃						
MgO						
CaO						
SrO						
BaO						
ZnO	3.640	3.454	3.362	3.618	3.721	3.736
Li ₂ O			0.374	0.671	0.690	0.693
Na ₂ O						
K ₂ O						
TeO ₂	0.721	0.684	0.666	2.867	4.423	3.701
Al ₂ O ₃						
Sb ₂ O ₃						
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.75
La+Gd+Y+Yb	6.471	6.141	5.977	6.432	6.614	6.642
Si/B	0.038	0.040	0.046	0.097	0.097	0.065
Ti+Zr+Nb+Ta+W	4.988	4.733	4.607	4.958	5.098	5.119
La+Gd+Y+Yb / (Ti+Zr+Nb+Ta+W)	1.297	1.297	1.297	1.297	1.297	1.298
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	3.640	3.454	3.362	3.618	3.721	3.736
(Mg+Ca+Sr+Ba+Zn) / (La+Gd+Y+Yb)	0.563	0.562	0.562	0.563	0.563	0.562
(Mg+Ca+Sr+Ba+Zn) / (Ti+Zr+Nb+Ta+W)	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730
Li+Na+K	0.000	0.000	0.374	0.671	0.690	0.693
屈折率 (n _d)	2.04323	2.05937	2.06021	2.03213	2.02511	2.02688
アッペ数 (ν _d)	20.5	20	19.7	20.4	20.6	20.6
ガラス転移点 (T _g) [°C]						
屈伏点 (A _t) [°C]						
λ ₇₀ [nm]	439.5	442.5	443.5	439.5	437.5	439
λ ₅ [nm]	402	404	405.5	402.5	401.5	403
液相温度 [°C]			790			
液相温度での粘性 [Pa·s]			0.87			

【0093】

10

20

30

40

【表4】

	実施例				
	18	19	20	21	22
Bi_2O_3	72.101	71.803	71.507	67.23	69.51
B_2O_3	11.905	11.855	11.806	14.554	15.048
La_2O_3	3.053	3.04	3.028	3.106	3.211
Gd_2O_3	3.12	3.107	3.094	3.174	3.282
Y_2O_3					
SiO_2	0.518	0.516	0.514		
TiO_2					
ZrO_2	1.321	1.315	1.31	1.344	1.389
Nb_2O_5	3.437	3.423	3.408	3.497	3.615
Ta_2O_5					
WO_3					
MgO					
CaO					
SrO					
BaO					
ZnO	3.472	3.458	3.443	3.532	3.652
Li_2O	0.386				
Na_2O		0.798			
K_2O			1.208		0.226
TeO_2	0.688	0.685	0.682	3.499	
Al_2O_3					
Sb_2O_3				0.064	0.066
TOTAL	100	100	100	100	100
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}$	6.173	6.147	6.122	6.280	6.493
Si/B	0.044	0.044	0.044	0.000	0.000
$\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W}$	4.758	4.738	4.718	4.841	5.004
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}/(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	1.297	1.297	1.298	1.297	1.298
$\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn}$	3.472	3.458	3.443	3.532	3.652
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/(\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb})$	0.562	0.563	0.562	0.562	0.562
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730
$\text{Li}+\text{Na}+\text{K}$	0.386	0.798	1.208	0.000	0.226
屈折率(n_d)	2.03240	2.04180	2.01944	2.04250	2.04901
アッペ数(ν_d)	20.5	19.6	20.5	20.5	20.3
ガラス転移点(T_g)[°C]		442		463	
屈伏点(A_t)[°C]		475		496	
$\lambda_{70}[\text{nm}]$	436.5	446.5	438	437.5	458
$\lambda_5[\text{nm}]$	401.5	409	402.5	400	404.5
液相温度[°C]				790	780
液相温度での粘性 [Pa·s]				0.68	0.68

【0094】

10

20

30

40

【表5】

	実施例						
	23	24	25	26	27	28	29
Bi_2O_3	67.230	67.062	67.224	67.283	65.700	63.818	61.703
B_2O_3	14.554	13.351	13.358	13.374	13.294	13.216	13.129
La_2O_3	3.106	3.146	3.130	3.123	3.285	3.477	3.692
Gd_2O_3	3.174	3.215	3.198	3.191	3.357	3.553	3.774
Y_2O_3							
SiO_2	1.000	1.068	1.062	1.060	1.115	1.180	1.253
TiO_2							
ZrO_2	1.344	1.361	1.354	1.351	1.421	1.504	1.597
Nb_2O_5	3.497	3.542	3.523	3.516	3.698	3.914	4.157
Ta_2O_5							
WO_3							
MgO							
CaO							
SrO							
BaO							
ZnO	3.532	3.578	3.559	3.551	3.736	3.954	4.199
Li_2O		0.133	0.066	0.033	0.693	1.467	2.336
Na_2O							
K_2O							
TeO_2	3.499	3.544	3.526	3.518	3.701	3.917	4.160
Al_2O_3							
Sb_2O_3	0.064						
TOTAL	101.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}$	6.280	6.361	6.328	6.314	6.642	7.030	7.466
Si/B	0.069	0.080	0.080	0.079	0.084	0.089	0.095
$\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W}$	4.841	4.903	4.877	4.867	5.119	5.418	5.754
$\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb}/$ $(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	1.297	1.297	1.298	1.297	1.298	1.298	1.298
$\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn}$	3.532	3.578	3.559	3.551	3.736	3.954	4.199
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/$ $(\text{La}+\text{Gd}+\text{Y}+\text{Yb})$	0.562	0.562	0.562	0.562	0.562	0.562	0.562
$(\text{Mg}+\text{Ca}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{Zn})/$ $(\text{Ti}+\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ta}+\text{W})$	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730
$\text{Li}+\text{Na}+\text{K}$	0.000	0.133	0.066	0.033	0.693	1.467	2.336
屈折率 (n_d)	2.05379	2.05299	2.05516	2.0486	2.02736	2.00085	1.99547
アッペ数 (ν_d)	20.2	20.1	20.1	20.2	20.6	21.2	21.1
ガラス転移点 (T_g) [°C]							
屈伏点 (A_t) [°C]							
$\lambda_{70} [\text{nm}]$	442.5	441.5	441.5	440.5	439	437	441
$\lambda_5 [\text{nm}]$	403	403.5	403.5	402.5	402.5	401.5	404.5
液相温度 [°C]					800		
液相温度での粘性 [Pa·s]					0.74		

【0095】

10

20

30

40

【表6】

	実施例						
	30	31	32	33	34	35	36
Bi ₂ O ₃	67.341	67.230	67.230	69.166	69.211	67.230	67.257
B ₂ O ₃	13.356	14.554	14.554	14.974	14.983	14.554	14.255
La ₂ O ₃	3.111	3.106	3.106	3.195	3.198	3.106	3.107
Gd ₂ O ₃	3.180	3.174	3.174	3.266	3.268	3.174	3.176
Y ₂ O ₃							
SiO ₂	1.056		1.000				0.264
TiO ₂							
ZrO ₂	1.346	1.344	1.344	1.382	1.383	1.344	1.344
Nb ₂ O ₅	3.503	3.497	3.497	3.597	3.600	3.497	3.498
Ta ₂ O ₅							
WO ₃							
MgO							
CaO							
SrO							
BaO							
ZnO	3.538	3.532	3.532	3.634	3.637	3.532	3.534
Li ₂ O							
Na ₂ O							
K ₂ O							
TeO ₂	3.505	3.499	3.499	0.720	0.720	3.499	3.501
Al ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃	0.064	0.064	0.064	0.066			0.064
TOTAL	100.00	100.00	101.00	100.00	100.00	99.94	100.00
La+Gd+Y+Yb	6.291	6.280	6.280	6.461	6.466	6.280	6.283
Si/B	0.079	0.000	0.069	0.000	0.000	0.000	0.019
Ti+Zr+Nb+Ta+W	4.849	4.841	4.841	4.979	4.983	4.841	4.842
La+Gd+Y+Yb/ (Ti+Zr+Nb+Ta+W)	1.297	1.297	1.297	1.298	1.298	1.297	1.298
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	3.538	3.532	3.532	3.634	3.637	3.532	3.534
(Mg+Ca+Sr+Ba+Zn)/ (La+Gd+Y+Yb)	0.562	0.562	0.562	0.562	0.562	0.562	0.562
(Mg+Ca+Sr+Ba+Zn)/ (Ti+Zr+Nb+Ta+W)	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730
Li+Na+K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
屈折率(n _d)	2.04137	2.03436	2.02812	2.05215	2.04664	2.04653	2.03420
アッペ数(ν _d)	20.4	20.7	20.9	20.3	20.4	20.5	20.7
ガラス転移点(T _g)[°C]							
屈伏点(A _t)[°C]							
λ ₇₀ [nm]	440	443.5	435	445.5	441	442	442
λ ₅ [nm]	400.5	399.5	398.5	404	403	402.5	401
液相温度[°C]					800		
液相温度での粘性 [Pa·s]					0.66		

【0096】

10

20

30

40

【表7】

	実施例				比較例		
	37	38	39	40	A	B	C
Bi ₂ O ₃	67.774	69.107	65.593	61.765	74.871	72.529	59.976
B ₂ O ₃	14.498	12.631	13.166	13.749	12.561	15.702	13.642
La ₂ O ₃	3.229	3.132	3.264	3.409			
Gd ₂ O ₃	3.301	3.201	3.336	3.484			
Y ₂ O ₃							
SiO ₂	0.548	0.531	0.554	0.578	0.528		5.141
TiO ₂							4.067
ZrO ₂	1.397	1.355	1.412	1.475	1.347	3.881	
Nb ₂ O ₅	4.848	3.526	3.675	3.838	3.506	3.772	
Ta ₂ O ₅							
WO ₃							1.686
MgO							4.69
CaO							
SrO							
BaO					2.812		3.944
ZnO	3.673	3.562	3.713	3.877	3.542	3.811	
Li ₂ O		0.132	0.138	0.144	0.131		1.087
Na ₂ O							3.606
K ₂ O						0.236	2.055
TeO ₂	0.728	2.823	5.149	7.681	0.702		
Al ₂ O ₃							
Sb ₂ O ₃						0.069	0.106
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
La+Gd+Y+Yb	6.530	6.333	6.600	6.893	0.000	0.000	0.000
Si/B	0.038	0.042	0.042	0.042	0.042	0.000	0.377
Ti+Zr+Nb+Ta+W	6.245	4.881	5.087	5.313	4.853	7.653	5.753
La+Gd+Y+Yb / (Ti+Zr+Nb+Ta+W)	1.046	1.297	1.297	1.297	0.000	0.000	0.000
Mg+Ca+Sr+Ba+Zn	3.673	3.562	3.713	3.877	6.354	3.811	8.634
(Mg+Ca+Sr+Ba+Zn) / (La+Gd+Y+Yb)	0.562	0.562	0.563	0.562	-	-	-
(Mg+Ca+Sr+Ba+Zn) / (Ti+Zr+Nb+Ta+W)	0.588	0.730	0.730	0.730	1.309	0.498	1.501
Li+Na+K	0.000	0.132	0.138	0.144	0.131	0.236	6.748
屈折率 (n _d)	2.05125	2.06425	2.05769	2.0445	-	-	1.86525
アッベ数 (ν _d)	20.3	19.8	20	20.4	-	-	21.9
ガラス転移点 (T _g) [°C]							
屈伏点 (A _t) [°C]							452
λ ₇₀ [nm]	440	442.5	442	440	-	-	573
λ ₅ [nm]	402.5	405	404	402	-	-	558
液相温度 [°C]		810			失透	失透	920
液相温度での粘性 [Pa·s]		0.65			-	-	0.23

【0097】

表1～表7に表されるように、本発明の実施例(No.1～No.40)の光学ガラス 50

は、いずれも液相温度における粘性が $0.25\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上、より詳細には $0.6\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上であり、所望の範囲内であった。一方の比較例(No.C)は、液相温度が $0.25\text{ Pa}\cdot\text{s}$ を下回っていた。このため、本発明の実施例の光学ガラスは、液相温度における粘性が高いことが明らかになった。

【0098】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも液相温度が 900 以下、より詳細には 840 以下であり、所望の範囲内であった。一方の比較例(No.C)は、液相温度が 900 を上回っており、比較例(No.A、No.B)は、失透したため液相温度は 900 より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(No.A～No.C)のガラスに比べて低い液相温度を有することが明らかになった。10

【0099】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、 λ_0 (透過率70%時の波長)がいずれも 490 nm 以下、より詳細には 470 nm 以下であった。また、本発明の実施例の光学ガラスは、 λ_5 (透過率5%時の波長)がいずれも 460 nm 以下、より詳細には 410 nm 以下であった。このため、本発明の実施例の光学ガラスは、着色し難いことが明らかになった。

【0100】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれもガラス転移点(T_g)が 560 以下、より詳細には 480 以下であり、所望の範囲内であった。このため、本発明の実施例の光学ガラスは、ガラス転移点(T_g)が低いことが明らかになった。また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも屈伏点(A_t)が 600 以下、より詳細には 510 以下であり、所望の範囲内であった。20

【0101】

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 1.90 以上、より詳細には 1.99 以上であり、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、いずれもアッベ数(v_d)が 30 以下、より詳細には 22 以下であり、所望の範囲内であった。

【0102】

従って、本発明の実施例の光学ガラスは、屈折率(n_d)及びアッベ数(v_d)が所望の範囲内にあり、且つ低いガラス転移点及び屈伏点を有しながらも、液相温度が低く、液相温度における粘性が高く、且つ、着色が少ないことが明らかになった。このことから、本発明の実施例の光学ガラスは、高屈折率及び高分散の特性を有しながらも、モールドプレス成形時における金型の消耗を低減でき、且つ表面の曲面が滑らかで均一な光学素子を得られることが推察される。30

【0103】

さらに、本発明の実施例の光学ガラスを用いて、研磨加工用プリフォームを形成した後で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。また、本発明の実施例の光学ガラスを用いて、精密プレス成形用プリフォームを形成し、精密プレス成形用プリフォームを精密プレス成形加工してレンズ及びプリズムの形状に加工した。いずれの場合も、所望のレンズ及びプリズムの形状に加工することができた。40

【0104】

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 BB08 CC04 DA01 DA02 DA03 DA04 DB01 DB02 DB03
DC03 DC04 DD01 DD02 DD03 DD04 DE01 DE02 DE03 DE04
EA01 EA02 EA03 EA04 EB01 EB02 EB03 EB04 EC01 EC02
EC03 EC04 ED01 ED02 ED03 EE01 EE02 EE03 EE04 EF01
EF02 EF03 EF04 EG01 EG02 EG03 EG04 FA01 FB01 FB02
FB03 FB04 FC01 FC02 FC03 FC04 FD01 FD02 FD03 FD04
FE01 FE02 FE03 FF01 FG01 FG02 FG03 FG04 FH01 FH02
FH03 FH04 FJ01 FJ02 FJ03 FJ04 FK01 FK02 FK03 FK04
FL01 FL02 FL03 GA06 GA07 GB01 GC01 GD01 GD02 GD03
GD04 GE01 HH01 HH03 HH05 HH06 HH07 HH08 HH09 HH11
HH13 HH15 HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ05 JJ10 KK01 KK03
KK04 KK05 KK07 KK08 KK10 MM02 NN01 NN02 NN29