

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012年4月5日(05.04.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/043815 A1

- (51) 国際特許分類:
C03C 3/21 (2006.01) C03C 3/16 (2006.01)
C03C 3/062 (2006.01) C03C 3/19 (2006.01)
C03C 3/064 (2006.01) G02B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/072610
- (22) 国際出願日: 2011年9月30日(30.09.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-222345 2010年9月30日(30.09.2010) JP
特願 2010-285332 2010年12月22日(22.12.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): H
O Y A 株式会社 (HOYA CORPORATION) [JP/JP];
〒1618525 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤原 康裕
(FUJIWARA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1618525 東京都
新宿区中落合2丁目7番5号 H O Y A 株式
会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人特許事務所サイクス (SIKS
& Co.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目8番
7号 京橋日殖ビル8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: OPTICAL GLASS, GLASS MATERIAL FOR PRESS MOLDING, AND OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学ガラス、プレス成形用ガラス素材および光学素子

(57) Abstract: Disclosed is an optical glass that is an oxide glass containing, in cation percent, 16 - 35% P⁵⁺, 14 - 35% Bi³⁺, 10 - 33% Nb⁵⁺, 0 - 18% Ti⁴⁺, and 0 - 20% W⁶⁺ with the total content for Bi³⁺, Nb⁵⁺, Ti⁴⁺, and W⁶⁺ being 55% or greater. The refractive index (nd) exceeds 2.05, and the Abbe number (vd) is 18.5 or less. Also disclosed are a glass material for press molding formed from this optical glass and an optical element. The present invention provides an optical glass with a high refractive index and high dispersing properties, the refractive index (nd) exceeding 2.05 and the Abbe number (vd) being 18.5 or less, that also has viscosity characteristics suitable for manufacturing high quality glass. Also provided are a glass material for press molding and an optical element formed from this glass.

(57) 要約: 酸化物ガラスであって、カチオン%表示にて、P⁵⁺を16~35%、Bi³⁺を14~35%、Nb⁵⁺を10~33%、Ti⁴⁺を0~18%、W⁶⁺を0~20% 含み、Bi³⁺、Nb⁵⁺、Ti⁴⁺およびW⁶⁺の合計含有量が55%以上、屈折率ndが2.05を超え、アッペ数vdが18.5以下である光学ガラス、並びに光学このガラスからなるプレス成形用ガラス素材および光学素子が開示される。本発明は、屈折率ndが2.05を超え、アッペ数vdが18.5以下の高屈折率高分散特性を持ちながら、高品質のガラスの製造に適した粘性特性を有する光学ガラス、このガラスからなるプレス成形用ガラス素材および光学素子を提供するものである。

WO 2012/043815 A1

明 細 書

発明の名称：

光学ガラス、プレス成形用ガラス素材および光学素子

技術分野

[0001] 本発明は、光学ガラス、プレス成形用ガラス素材および光学素子に関する。

背景技術

[0002] 近年、撮像装置のコンパクト化に伴い、高屈折率高分散ガラス製レンズの需要が高まっている。このようなレンズ材料としては、特許文献1（日本特開2006-111499号公報）、及び特許文献2（日本特開2007-15904号公報）に開示されているリン酸塩系の組成をベースとする高屈折率高分散光学ガラスが用いられている。

[0003] ところで、高ズーム比、広角のレンズを提供するためには、屈折率 n_d が2.05を超え、アッベ数が18.5以下となるような超高屈折率の高分散ガラスが有効である。高屈折率の光学ガラスを構成するために必要な元素を、各元素がガラスに与える特性の観点から分類すると、ガラスに目的の光学特性を付与する高屈折率・高分散成分、ガラス形成を促進するが屈折率の低いガラスネットワーク形成成分、およびガラスの溶解性を向上させるが屈折率のやや低い修飾成分が考えられる。超高屈折率高分散ガラスを作るには、ガラス成分としてB_i、T_i、Wなどの高屈折率高分散化成分を多量に導入しなければならないので、ガラス形成を促進する網目形成成分や、ガラスの溶解性を向上させる修飾成分の導入割合が相対的に低下する。

[0004] その結果、上記元素からなる融液の結晶化傾向が強くなってガラスの熱的安定性が低下し、また液相温度が上昇する。このようなガラスを製造する時の失透すなわち結晶析出を防止するためには、溶融ガラスの成形温度をより高温にしなければならず、このため成形時の粘性が著しく低下する。

したがって成形時に脈理などの不具合が発生しやすくなり、高品質のガラ

スを得ることが困難になるという問題がある。

[0005] 本発明は、上記問題を解決し、屈折率 n_d が2.05を超え、アッペ数 ν_d が18.5以下の高屈折率高分散特性を持ちながら、高品質のガラスの製造に適した粘性特性を有する光学ガラスを提供することを目的とする。

発明の概要

[0006] 本発明は以下のとおりである。

[1]

酸化物ガラスであって、

カチオン％表示にて、

P^{5+} を16～35%、

B^{3+} を14～35%、

Nb^{5+} を10～33%、

Ti^{4+} を0～18%、

W^{6+} を0～20%

含み、

B^{3+} 、 Nb^{5+} 、 Ti^{4+} および W^{6+} の合計含有量が55%以上、

屈折率 n_d が2.05を超え、アッペ数 ν_d が18.5以下であることを特徴とする光学ガラス。

[2]

液相温度における粘度が $1.0 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上である[1]に記載の光学ガラス。

[3]

Li^+ 、 Na^+ および K^+ のうち、少なくとも1種以上のアルカリ金属成分を含み、

Li^+ の含有量が7カチオン％以下、

Na^+ の含有量が20カチオン％以下、

K^+ の含有量が10カチオン％以下、

Li^+ 、 Na^+ および K^+ の合計含有量に対する Na^+ の含有量の比 ($Na^+ / (Li^+ + Na^+ + K^+)$) が0.2～1である[1]または[2]に記載の光学ガラス。

[4]

B^{3+} の含有量が0~20カチオン%である[1]~[3]のいずれか1項に記載の光学ガラス。

[5]

P^{5+} 、 Bi^{3+} 、 Nb^{5+} 、 Ti^{4+} 、 W^{6+} 、 Li^{+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 、 Si^{4+} 、 Ba^{2+} および B^{3+} の合計含有量が90カチオン%以上である[1]~[4]のいずれか1項に記載の光学ガラス。

[6]

液相温度が940°C以上である[1]~[5]のいずれか1項に記載の光学ガラス。

[7]

[1]~[6]のいずれか1項に記載の光学ガラスからなるプレス成形用ガラス素材。

[8]

[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。

[0007] 本発明によれば、屈折率 n_d が2.05を超え、アッペ数 ν_d が18.5以下の高屈折率高分散特性を持ちながら、高品質のガラスの製造に適した粘性特性を有する光学ガラスを提供することができる。さらに本発明によれば、前記光学ガラスからなるプレス成形用ガラス素材および光学素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の実施例と特許文献1の実施例の粘性曲線を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の光学ガラスについて詳説する。

本発明の光学ガラスは、酸化物ガラスであって、カチオン%表示にて、

P^{5+} を16~35%、

B i ³⁺を14～35%、

N b ⁵⁺を10～33%、

T i ⁴⁺を0～18%、

W ⁶⁺を0～20%

含み、

B i ³⁺、N b ⁵⁺、T i ⁴⁺およびW ⁶⁺の合計含有量が55%以上、

屈折率 n_d が2.05を超え、アッペ数 ν_d が18.5以下であることを特徴とする

。

[0010] 本発明の光学ガラスは、屈折率 n_d が2.05を超え、アッペ数 ν_d が18.5以下と超高屈折率高分散特性を有しながら、溶融ガラスから高品質のガラスを安定して製造できるという特長を備えている。

[0011] さらに、本発明の光学ガラスは超高屈折率高分散ガラスでありながら、デジタル式撮像装置の撮像光学系に用いられる光学素子の材料として好適な透過率特性をも備えている。

[0012] 従来、感光フィルム式カメラのレンズ材料の開発では、良好な色再現性を得るため、高透過率が得られる波長域をいかにして短波長域まで拡大するかという点に注力がなされてきた。一般に、光学ガラスの分光透過率特性において、どこまで短波長の光を透過するかを示す指標として、外部透過率70%を示す波長である λ_{70} 、外部透過率5%を示す波長である λ_5 といった特定波長による指標が用いられている。

[0013] 一般に波長400nm以下の紫外領域において、光学ガラスの分光透過率は透過波長が短いほど低下するので、 λ_{70} と λ_5 の間には $\lambda_{70} > \lambda_5$ という関係がある。これまで、ほとんどの光学ガラスにおける特定波長は400nm以下、すなわち紫外線領域にあり、透過率の低下を示す λ_{70} や λ_5 は紫外領域の波長であることから可視光の透過率低下は問題にならなかった。しかしガラスを高分散化するほど λ_{70} と λ_5 は長波長化し、また高分散ガラスの中でも屈折率を高めるほど λ_{70} と λ_5 の長波長化が著しかった。高分散レンズ材料の開発、すなわち高分散光学ガラスの開発では、 $\lambda_{70} > \lambda_5$ の関係から λ_{70} が波長400nm以上

の可視領域にあることが多く、その結果ガラスが黄色～褐色に着色する。このため、まず $\lambda 70$ の短波長化、すなわち着色の軽減が重要視されてきた。デジタルカメラ用の高分散レンズ材料もこの流れを汲み、 $\lambda 70$ の短波長化が優先されている。

[0014] ところで、超高屈折率高分散ガラスの場合、中屈折率や中低分散のガラスと比較し、光線透過域の短波長吸収端は長波長化し、 $\lambda 70$ に加えて $\lambda 5$ も可視領域に存在する。そのため、可視光線の透過率を高めるためには $\lambda 70$ の短波長化とともに $\lambda 5$ の短波長化が極めて重要となる。これまで着色の軽減を目的として作られた超高屈折率高分散ガラスでは、主に $\lambda 70$ を短波長化していたため、 $\lambda 5$ の短波長化については十分でなかった。このように、 $\lambda 5$ の短波長化が十分でない撮像素子を使う場合、撮像素子に入射する限界波長が長波長化し、画像情報から紫色の情報や青色の情報が欠落し、色再現性が低下することになる。

[0015] なお、デジタルカメラでは画像信号をデジタル処理することにより、カラーバランスを電子的に補正することができる。したがって、一部の波長の情報が多少欠落しても、たとえば青色、緑色、赤色といった三原色の光の強度比を維持しながら、光を撮像素子に導くことによって、ある程度の色の再現は可能となる。しかし、三原色のうち、一部の光の透過率が著しく低下してこれらの強度比を保てなくなると、電子補正による色再現も困難になる。

[0016] 本発明の光学ガラスは、 $\lambda 5$ の短波長化に注目して作られているため、良好な色再現性を維持しつつ、超高屈折率高分散特性を活かして撮像光学系の高機能化、コンパクト化を可能にする。なお、 $\lambda 5$ の短波長化については後述する。

[0017] [ガラス組成]

本発明の光学ガラスは酸化物ガラスであり、 O^{2-} がアニオンの主成分である。 O^{2-} の含有量は90～100アニオン%を目安として考えればよい。 O^{2-} の含有量が上記範囲内であれば、他のアニオン成分として F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 S^{2-} 、 Se^{2-} 、 N^{3-} 、 NO_3^- 、あるいは SO_4^{2-} などを含有させてもよい。その場合、 F^- 、 C

l⁻、Br⁻、I⁻、S²⁻、Se²⁻、N³⁻、NO₃⁻、あるいはSO₄²⁻の合計含有量は、例えば、0～10アニオン%とすることができる。O²⁻の含有量を100アニオン%としてもよい。

[0018] 次にカチオン成分について説明が、以下、特記しない限り、カチオン成分の含有量、合計含有量は、カチオン%表示とする。

[0019] P⁵⁺は、ガラスネットワーク形成成分であり、本発明の光学ガラスにおいては必須成分である。ガラスの熱的安定性改善に効果があり、液相温度を低下させるとともに液相温度における粘度を上昇させ、高品質な光学ガラスの生産を容易にする働きがある。P⁵⁺の含有量が16%未満であると、前記効果を得ることが困難となり、P⁵⁺の含有量が35%を越えると屈折率が低下し、ガラスの結晶化傾向が増大する傾向を示すため、P⁵⁺の含有量を16～35%とする。P⁵⁺の含有量の好ましい下限は18%、より好ましい下限は20%、さらに好ましい下限は22%、一層好ましい下限は24%、より一層好ましい下限は26%である。一方、P⁵⁺の含有量の好ましい上限は31%、より好ましい上限は30%、さらに好ましい上限は29%、一層好ましい上限は28%である。

[0020] 次に、高屈折率高分散化成分について説明する。光学ガラスの高屈折率高分散化において、ガラス製造時の粘性低下、分光透過率特性における吸収端の長波長化の問題があることは前述したとおりであるが、さらにガラスの密度が増大するという問題がある。

[0021] 近年、撮像レンズ、特に携帯撮像機器搭載のレンズ、車載カメラ用レンズやピックアップレンズのように、レンズが小型化する傾向にあるが、こうしたレンズでは、CCDなどの撮像素子や、読み取り媒体に対する焦点位置のずれを小さくする必要がある。このため、それぞれのモジュールは各種の防振機構を備え、様々な振動の周波数がモジュールの共振周波数から得られる一次共振点F0 (Hz)を超えないよう設計されている。

[0022] ところが一次共振点F0は、モジュールの質量mの平方根 $\sqrt{m}$ に反比例するため、モジュールの重量が大きくなるとF0が減少してしまい、追加の防振機構が必要となり好ましくない。

- [0023] また、カメラレンズはアクチュエータ等により精密な駆動を行うが、その駆動部の質量が増すことは機構部の駆動や位置決めにかかる機構部への負荷を増加させて消費電力を増加させるので、好ましくない。
- [0024] 以上の背景から、光学素子の超高屈折率化に際して、素材となる光学ガラスの密度の増大を抑えることが求められている。なお実質的には密度は重力加速度を一定とみなしたときのガラスの比重に比例するため、ガラスの密度の増大を抑えるためには、同一重力加速度下におけるガラスの比重の増大を抑えればよい。
- [0025] したがって、高屈折率高分散化成分としてどのような元素を用いるか、各成分の成分比の決定は、ガラスの製造安定性、透過率特性、密度あるいは比重を考慮しながら行うことが望まれる。
- [0026] ガラスの屈折率を高めるには、ガラスの分子屈折を高める必要がある。ガラスの分子屈折を決定するのは、イオンの中でも分極率の高い陰イオン、すなわち酸素イオンやフッ素イオンである。（本発明の光学ガラスは、酸化物ガラスであることから、陰イオンは主として酸素イオンである。）分子屈折は陰イオンの充填度に比例して増加するため、これらの充填度を高めることが有効である。なお陰イオンの充填度は、陰イオンの結合の相手となる陽イオンのイオン半径や原子価、配位数、外殻電子の配列等によって決まる。したがって、陽イオンのイオン半径、原子価、配位数、外殻電子の配列等が屈折率に影響する。
- [0027] 例えば、 T_a や N_b は、光学ガラスの代表的な高屈折率成分である L_a よりも原子価が高いため、 L_a を T_a や N_b に置換することにより屈折率を高めることができる。 W は、 T_a よりも高原子価であり、高屈折率化に有効な成分である。 B_i の原子価は L_a と同じであるが、自らの分極性が高いことにより高屈折率化に寄与し、単位陽イオン%あたりの屈折率を高める効果は N_b や W よりも大きい。
- [0028] T_i は、 T_a や N_b と比べると酸素イオンの充填が不十分な元素ではあるが、特定波長に強い吸収（紫外吸収）を持つため、特定波長の屈折率（例え

ばf線やg線の屈折率といった、青色～紫外領域の屈折率)を高めることができる。また、Ti原子自身の質量も小さいことから、ガラスの密度を高めずに屈折率を高める効果が大きい。

[0029] Nbは、Tiほどではないが、Nb自身の質量がWやBiよりも小さいため、ガラスの密度を高めずに屈折率を高められる成分である。またガラスへの導入によって特定波長に紫外吸収が現れるため、特定波長の屈折率を高め高分散化できる成分である。なおNbはTiと比較して、質量が大きいため密度増大を抑制する点においてはやや不利ではあるが、良好な透過率特性を得る上からは有利な成分である。

さらに、Bi、Nb、Ti、Wはガラス成分として共存することにより液相温度を低下させ、ガラスの安定性を増大させることから製造安定性の改善に寄与する。

[0030] こうした点を総合的に考慮し、以下に説明するように高屈折率化成分の含有量を定める。

[0031] Bi³⁺は、高屈折率高分散ガラスを得る上で必須の成分であり、適量を含むさせることによりガラスの熱的安定性を改善する働きをする。また、ガラスの極性を変化させる作用を有する。Bi³⁺の含有量が14%未満であると前記効果を得ることが困難となり、Bi³⁺の含有量が35%を超えると熱的安定性が低下するとともに、液相温度が上昇し、液相温度における粘度が低下する傾向を示し、高品質な光学ガラスを得る上から好ましくない。また、ガラスが褐色に着色し、分光透過率特性における吸収端が長波長化する。したがって、Bi³⁺の含有量は14~35%とする。Bi³⁺の含有量の好ましい下限は16%、より好ましい下限は18%、さらに好ましい下限は20%、一層好ましい下限は22%、より一層好ましい下限は23%、さらに一層好ましい下限は24%である。Bi³⁺の含有量の好ましい上限は32%、より好ましい上限は30%、さらに好ましい上限は28%、一層好ましい上限は27%、より一層好ましい上限は25%、さらに一層好ましい上限は24%、なお一層好ましい上限は23%、特に好ましい範囲は22%である。

[0032] Nb^{5+} は、ガラスを高屈折率高分散化する働きのある成分であり、 Bi^{3+} および Ti^{4+} と共存することにより、ガラスの熱的安定性を維持する働きのある必須成分である。また、ガラスの化学的耐久性を高め、ガラスの機械的強度を高める働きをする。 Nb^{5+} の含有量が10%未満であると熱的安定性を維持しつつ所望の高屈折率高分散特性を得ることが困難になり、 Nb^{5+} の含有量が33%を超えると、ガラスの熱的安定性が低下し、液相温度が著しく上昇し、液相温度における粘度が低下して高品質な光学ガラスの生産が難しくなる。また、 Bi^{3+} 、 Ti^{4+} 、 W^{6+} ほどではないが、分光透過率特性における吸収端がやや長波長化する傾向を示す。したがって、 Nb^{5+} の含有量を10~33%とする。 Nb^{5+} の含有量の好ましい下限は12%、より好ましい下限は14%、さらに好ましい下限は16%、一層好ましい下限は17%、より一層好ましい下限は18%、さらに一層好ましい下限は19%であり、 Nb^{5+} の含有量の好ましい上限は30%、より好ましい上限は27%、さらに好ましい上限は25%、一層好ましい上限は24%、より一層好ましい上限は23%、さらに一層好ましい上限は22%である。なお、 Nb^{5+} は高屈折率高分散化成分である Bi^{3+} 、 Nb^{5+} 、 Ti^{4+} 、 W^{6+} のうち、最も分光透過率特性における吸収端を長波長化させにくい成分である。

[0033] Ti^{4+} は、ガラスを高屈折率高分散化する働きのある成分であり、 Bi^{3+} および Nb^{5+} と共存することにより、ガラスの熱的安定性を維持する働きのある任意成分である。従って、含有量が0%であることもできる。また、ガラスの化学的耐久性を高め、ガラスの機械的強度を高める働きをする。 Ti^{4+} の含有量が18%を超えると熱的安定性が低下、結晶化傾向が増大するとともに、液相温度が著しく上昇、液相温度における粘度が低下して高品質な光学ガラスを生産することが困難になる。また、分光透過率特性における吸収端が長波長化し、ガラスが褐色に着色する傾向を示す。したがって、 Ti^{4+} の含有量を0~18%とする。 Ti^{4+} の含有量の好ましい上限は15%、より好ましい上限は13%、さらに好ましい上限は12%、一層好ましい上限は11%、より一層好ましい上限は10%である。 Ti^{4+} の含有量の好ましい下限は3%、より

好ましい下限は5%、さらに好ましい下限は6%、一層好ましい下限は7%、より一層好ましい下限は8%である。

[0034] W^{6+} は、ガラスを高屈折率高分散化し、ガラスの化学的耐久性、機械的強度を高める働きをする働きのある任意成分である。従って、含有量が0%であることもできる。また、 W^{6+} の含有量が20%を超えるとガラスの熱的安定性が低下し、液相温度が上昇傾向を示すとともに液相温度における粘度が低下して高品質な光学ガラスを得ることが困難になる。また、ガラスが青灰色を呈し、分光透過率特性における吸収端も長波長化する。したがって、 W^{6+} の含有量を0~20%とする。 W^{6+} の含有量の好ましい上限は18%、より好ましい上限は15%、さらに好ましい上限は12%、一層好ましい上限は10%、より一層好ましい上限は8%、さらに一層好ましい上限は6%であり、好ましい下限は2%、より好ましい下限は3%、さらに好ましい下限は4%である。

[0035] なお、所要の高屈折率高分散光学ガラスを得るためには、 $B i^{3+}$ 、 $N b^{5+}$ 、 $T i^{4+}$ および W^{6+} の各含有量を上記範囲にすることに加え、 $B i^{3+}$ 、 $N b^{5+}$ 、 $T i^{4+}$ および W^{6+} の合計含有量を55%以上にする。 $B i^{3+}$ 、 $N b^{5+}$ 、 $T i^{4+}$ および W^{6+} の合計含有量の好ましい下限は57%、より好ましい下限は58%、さらに好ましい下限は60%、一層好ましい下限は62%、より一層好ましい下限は63%、さらに一層好ましい下限は64%、なお一層好ましい下限は65%である。なお、ガラス原料の溶解性を保ちガラスの安定性を維持する上から、 $B i^{3+}$ 、 $N b^{5+}$ 、 $T i^{4+}$ および W^{6+} の合計含有量の好ましい上限を90%、より好ましい上限を80%、さらに好ましい上限を70%とする。

[0036] さらに、ガラスの密度に対する屈折率を高め、かつ同一屈折率におけるガラスのアッベ数を減少させて高分散特性を高めようとする観点、およびガラスの液相温度における粘度の低下を抑制する上から、 $B i^{3+}$ 、 $N b^{5+}$ 、 $T i^{4+}$ および W^{6+} の合計含有量に対する $T i^{4+}$ の含有量の比（ $T i^{4+} / (B i^{3+} + N b^{5+} + T i^{4+} + W^{6+})$ ）を0.03~0.33とすることが好ましい。上記比が0.03未満になると、ガラスの密度あたりの屈折率が低下し、また高分散特性が低下するうえガラスの液相温度上昇ないし粘性低下を招く傾向がある。また

上記比が0.33を超えても、ガラスの溶解性が極めて悪化するとともにガラスの安定性が低下し、液相温度における粘度の低下も招く傾向がある。比 $(Ti^{4+} / (Bi^{3+} + Nb^{5+} + Ti^{4+} + W^{6+}))$ の好ましい下限は0.05、より好ましい下限は0.10、さらに好ましい下限は0.13、一層好ましい下限は0.15、より一層好ましい下限は0.16、特に好ましい下限は0.17であり、好ましい上限は0.33、より好ましい上限は0.30、さらに好ましい上限は0.25、一層好ましい上限は0.22、一層好ましい上限は0.20である。

[0037] 次に、他の任意成分について説明する。なお、本発明における各任意成分は、それら含有量をゼロとしてもよいし、0%超としてもよい。

[0038] Li^{+} は、溶融性を改善し、溶融温度を低下させ、分光透過率特性における吸収端を短波長化するとともに、ガラス溶融中における上記高屈折率化成分の還元を抑制し、着色を抑制する働きをするが、ガラスの熱的安定性を低下させ、液相温度における粘度を低下させる。しかし、 Li^{+} の含有量が7%を超えると屈折率が低下し、熱的安定性、液相温度における粘度も低下する傾向を示すため、 Li^{+} の含有量を0~7%とすることが好ましい。 Li^{+} の含有量のより好ましい範囲は0~5%、さらに好ましい範囲は0~4%、一層好ましい範囲は0~3%、より一層好ましい範囲は0~2%、さらに一層好ましい範囲は0~1%であり、含有させなくてもよい。 Li^{+} は、他のアルカリ成分 Na^{+} 、 K^{+} と比べてイオン半径が小さいため、ガラス構造の引き締め効果により、アルカリ成分の中では比較的、屈折率を低下させる働きは弱い。

[0039] Na^{+} は、ガラスの熱的安定性を大きく損なうことなしに、溶融性を改善し、溶融温度を低下させ、分光透過率特性における吸収端を短波長化するとともに、ガラス溶融中における上記高屈折率化成分の還元を抑制し、着色を抑制する働きをする。また、液相温度における粘度をやや低下させるものの、液相温度を低下させる働きもする。しかし、 Na^{+} の含有量が20%を超えると屈折率が低下し、熱的安定性、液相温度における粘度も低下する傾向を示すため、 Na^{+} の含有量を0~20%とすることが好ましい。 Na^{+} の含有量の上限については、18%、16%、14%、12%、10%、8%、7%、6%、5%の順に好

ましく、最も好ましい上限は4%である。 Na^+ は、イオン半径が Li^+ と K^+ の間にあるため、屈折率を低下させる働きは Li^+ よりも大きく、 K^+ よりは小さい。

[0040] Na^+ の含有量の好ましい下限は0.1%、より好ましい下限は0.5%、さらに好ましい下限は1%、一層好ましい下限は2%、より一層好ましい下限は3%である。

[0041] K^+ も溶融性を改善し、溶融温度を低下させる働きをする。また、分光透過率特性における吸収端を短波長化するとともに、ガラス溶融中における上記高屈折率化成分の還元を抑制し、着色を抑制する働きもする。さらに、 Li^+ 、 Na^+ と比べ熱的安定性を改善し、液相温度を低下させる働きもする。しかし、 K^+ の含有量が10%を超えると屈折率が低下し、熱的安定性、液相温度における粘度が低下する傾向を示すため、 K^+ の含有量を0~10%とすることが好ましい。 K^+ の含有量のより好ましい上限7%、さらに好ましい上限は5%、一層好ましい上限は4%、より一層好ましい上限は3%、さらに一層好ましい上限は2%、特に好ましい上限は1%であり、含有させなくてもよい。

[0042] なお、液相温度における粘度の低下を抑制し、かつ高屈折率化成分の還元によるガラスの着色を抑制する上から、 Li^+ 、 Na^+ および K^+ の合計含有量を0~20%の範囲にすることが好ましい。 Li^+ 、 Na^+ および K^+ の合計含有量の好ましい上限は15%、より好ましい上限は12%、さらに好ましい上限は10%、一層好ましい上限は7%、より一層好ましい上限は5%、さらに一層好ましい上限は4%、特に好ましい上限は3%である。分光透過率特性における吸収端の短波長化と、高屈折率化成分の還元による着色の抑制を優先する場合、上記範囲内でアルカリ成分を導入することが好ましく、その場合、 Li^+ 、 Na^+ および K^+ の合計含有量の好ましい下限は1%、より好ましい下限は2%である。なお、 Li^+ 、 Na^+ および K^+ のいずれも含有させない場合は、吸収端の短波長化と粘性の向上のために、後述する B^{3+} および／またはあるいはアルカリ土類金属成分を含有させることが好ましい。なお、アルカリ成分を含む場合でも、 B^{3+} かつ／あるいはアルカリ土類金属成分を含有させてよい。

。B³⁺の含有量については後述する。

[0043] なお、アルカリ成分あるいはアルカリ土類金属成分は、共有結合性の $\cdots\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{Nb}-\text{O}\cdots$ のような架橋結合を切断し、代わりに $\cdots\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{Na}$ のようにして共有結合を終端させるため、融液の粘性を低下させる働きをする。ガラスの構造を終端させる度合いは、おおむね修飾成分のモル数と原子価の積で表すことができ、この値が小さいほど、融液状態の同一温度におけるガラスの粘性が上昇する。したがってアルカリ成分とアルカリ土類金属成分の合計量 ($\text{R}_2\text{O} + \text{RO}$ ここで、 R_2O は酸化物基準によるアルカリ金属成分の合計量、 RO はアルカリ土類金属成分の合計量) は20モル%以下が望ましく、15モル%以下がより望ましく、13モル%以下がさらに望ましく、11モル%以下が一層望ましく、10モル%以下がより一層望ましく、8モル%以下がさらに一層好ましく、6モル%以下がなお一層好ましく、4モル%以下がさらになお一層好ましく、3モル%以下が特に望ましい。また、酸化物基準によるアルカリ金属成分とアルカリ土類金属成分の合計量を0モル%にすることもできる。ただしアルカリ金属成分あるいはアルカリ土類金属成分の合計量が少なくなりすぎると、Ti、Nb、Bi、Wといった還元されやすいイオンの還元による着色を抑制することが難しくなるので、酸化物基準にてアルカリ金属成分あるいはアルカリ土類金属成分の合計量は0.5モル%以上が好ましく、1モル%以上、2モル%以上がさらに好ましい。

[0044] アルカリ成分を導入して溶融性を改善するとともに、分光透過率特性を改善し、ガラスの着色を抑制する上から、 Li^+ 、 Na^+ および K^+ のうち、少なくとも1種以上のアルカリ金属成分を含有させることが好ましいが、その場合、 Li^+ 、 Na^+ および K^+ がガラスの安定性および液相粘性に与える効果、およびそれらが屈折率に与える効果の大きさを考慮し、ガラスの安定性および液相粘性および光学特性を本発明の目的に合うように調整するために、 Li^+ の含有量を7%以下、 Na^+ の含有量を20%以下、 K^+ の含有量を10%以下としつつ、 Li^+ 、 Na^+ および K^+ の合計含有量に対する Na^+ の含有量の比 ($\text{Na}^+ / (\text{Li}^+ + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$) を0.2～1とすることが好ましい。比

($\text{Na}^+ / (\text{Li}^+ + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$) のより好ましい範囲は0.5～1、さらに好ましい範囲は0.7～1、一層好ましい範囲は0.8～1、より一層好ましい範囲は0.85～1、さらに一層好ましい範囲は0.9～1、なお一層好ましい範囲は0.95～1であり、1とすることもできる。

[0045] B^{3+} は、適量の導入によりガラスの熱的安定性を改善し、液相温度を低下させ、液相温度における粘度を増加させる働きをする。しかし、 B^{3+} の含有量が20%を超えると屈折率が低下し、熱的安定性が低下、液相温度が上昇、ガラスの着色が増加する傾向を示すため、 B^{3+} の含有量を0～20%とすることが好ましい。 B^{3+} の含有量の好ましい下限は1%、より好ましい下限は2%、さらに好ましい下限は3%、一層好ましい下限は4%、より一層好ましい下限は5%である。 B^{3+} の含有量の好ましい上限は18%、より好ましい上限は16%、さらに好ましい上限は14%、より一層好ましい上限は13%、さらに一層好ましい上限は12%、なお一層好ましい上限は10%、さらになお一層好ましい上限は9%、特に好ましい上限は8%、最も好ましい上限は7%である。

[0046] Si^{4+} は屈折率を低下させるもののガラスの液相粘性を良く上昇させる働きをする一方で、過剰な導入はガラスの液相温度の上昇あるいはガラスの分相を招くため、 Si^{4+} の含有量の上限は5%とすることが好ましく、3%とすることがより好ましく、2%とすることがさらに好ましく、1.5%とすることがいっそう好ましい。 Si^{4+} の含有量の下限は0%であり、好ましい下限は0%超、より好ましい下限は0.5%、さらに好ましい下限は0.8%、一層好ましい下限は1%である。 Si^{4+} の導入方法は通常酸化物原料によるものが主であるが、 SiO_2 を主成分とする材質で作られた坩堝から混入させることもできる。

[0047] Ba^{2+} はガラスの熱的安定性を改善し、液相温度における粘度を上昇させるとともに、熔融性を改善し、分光透過率特性における吸収端を短波長化し、高屈折率化成分の還元によるガラスの着色を抑制する働きをする。しかし、 Ba^{2+} の含有量が過剰になると(15%を超えると)屈折率が低下するとともにアッペ数が大幅に増大し、所要の光学特性を実現することが難しくなる

ため、 Ba^{2+} の含有量を0~15%の範囲にすることが好ましい。 Ba^{2+} の含有量の好ましい上限は12%、より好ましくは9%、さらに好ましくは6%一層好ましくは0~4%、より一層好ましくは0~3%である。 Ba^{2+} の含有量の好ましい下限は0%であり、より好ましくは0.2%、さらに好ましくは0.5%、一層好ましくは1.0%、より一層好ましくは2.0%である。光学特性の観点からは Ba^{2+} を含有させなくてもよい。

[0048] 2.05を超える屈折率 n_d を維持しつつ、液相温度における粘度の低下を抑制する上から、 P^{5+} 、 Bi^{3+} 、 Nb^{5+} 、 Ti^{4+} 、 W^{6+} 、 Li^{+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 、 B^{3+} 、 Si^{4+} および Ba^{2+} の合計含有量を90~100%とすることが好ましく、95~100%とすることがより好ましく、98~100%とすることがさらに好ましく、99~100%とすることが一層好ましい。前記合計含有量を100%としてもよい。

[0049] さらに、同様の観点から、 P^{5+} 、 Bi^{3+} 、 Nb^{5+} 、 Ti^{4+} 、 W^{6+} 、 Li^{+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 、 B^{3+} および Si^{4+} の合計含有量を90~100%とすることが好ましく、95~100%とすることがより好ましく、98~100%とすることがさらに好ましく、99~100%とすることが一層好ましい。前記合計含有量を100%としてもよい。

[0050] 上記カチオン成分以外に導入可能な成分としては、 Sr^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 等がある。このうち、 Sr^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Zn^{2+} はいずれもガラスの溶解性を高める働きがあるものの、屈折率を低下させる働きがあるため、 Sr^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Zn^{2+} の含有量はそれぞれ0~5%の範囲とすることが好ましく、0~3%の範囲とすることがより好ましく、0~2%の範囲とすることがさらに好ましく、0~1%の範囲とすることが一層好ましい。なお、 Sr^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Zn^{2+} を含有させなくてもよい。

[0051] Al^{3+} は屈折率を低下させ、かつガラスの液相温度を上昇させる働きをするため、 Al^{3+} の含有量は0~5%の範囲とすることが好ましく、0~3%の範囲とすることがより好ましく、0~2%の範囲とすることがさらに好ましく、0~1%の範囲とすることが一層好ましい。なお、 Al^{3+} を含有させなくてもよ

い。

[0052] その他、添加剤として Sb_2O_3 や SnO_2 などのような清澄剤を添加しても良い。また、 NO_3^- 、 CO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- などのような陰イオンとその対イオンである陽イオンから構成される各種の塩などを添加してもよい。

[0053] 上記清澄剤の中で好ましいものは Sb_2O_3 である。 Sb_2O_3 を用いる場合は、質量比による Sb_2O_3 の外割り添加量を0~10000ppmの範囲とすることが好ましい。尚、質量比による外割り添加量とは、ガラス成分の質量を基準とした割合で示す添加量である。 Sb_2O_3 は清澄効果があることに加え、ガラス溶融中、前述の高屈折率化成分を酸化状態にするとともに、この酸化状態を安定化する働きをする。しかし、外割り添加量が10000ppmを超えると Sb 自体の光吸収により、ガラスが着色する傾向を示す。ガラスの透過率特性を改善するという観点から、 Sb_2O_3 の外割り添加量の好ましい上限は5000ppm、より好ましい上限は2000ppm、さらに好ましい上限は1100ppm、一層好ましい上限は900ppm、より一層好ましい上限は600ppmであり、好ましい下限は100ppm、より好ましい下限は200ppm、さらに好ましい下限は300ppmである。なお、 Sb は添加剤であるため、ガラス成分とは異なり酸化物換算した値で添加量を示した。

[0054] なお、本発明の光学ガラスにおいて、 Pb 、 As 、 Cd 、 Te 、 Tl 、 Se のカチオンはいずれも環境への負荷を配慮し、含有、添加しないことが望ましい。また、 V 、 Cr 、 Mn 、 Fe 、 Co 、 Ni 、 Cu 、 Pr 、 Nd 、 Eu 、 Tb 、 Ho 、 Er のカチオンはいずれもガラスを着色したり、紫外光の照射により蛍光を発生するため、含有、添加しないことが望ましい。ただし、上記の含有、添加しないとは、ガラス原料やガラス溶融工程に由来する不純物としての混入までも排除するものではない。

[0055] さらに Ga^{3+} 、 Lu^{3+} 、 In^{3+} 、 Ge^{4+} 、 Hf^{4+} は、少量であれば含有しても構わないが、これら成分により有意義な効果が得られることはなく、いずれも高価な成分であることから、それぞれの含有量を0~2%の範囲とする

ことが好ましく、0～1%の範囲とすることがより好ましく、0%以上0.5%未満とすることがさらに好ましく、0%以上0.1%未満とすることが一層好ましく、ガラスの製造コストを抑える上から含有させないことが望ましい。

[0056] [屈折率、アッペ数]

本発明の光学ガラスの屈折率 n_d は2.05を超え、アッペ数 ν_d は18.5以下である。このように本発明の光学ガラスは、超高屈折率高分散特性を備えているため、高ズーム比、広角、コンパクトな光学系を構成するための光学素子の材料として好適である。屈折率 n_d の増加、アッペ数 ν_d の減少によって、液相温度における粘度は、減少傾向を示すので、屈折率 n_d の上限、アッペ数 ν_d の下限については、前述のガラス組成範囲内で、液相温度における粘度が1dPa・s以上であれば、特に制限はないが、屈折率 n_d の上限は3.0、アッペ数 ν_d の下限は5をそれぞれ目安とすることができる。

[0057] なお、光学系の高機能化、コンパクト化により有効な光学素子に用いられる光学ガラスを提供するという観点から、屈折率 n_d の好ましい下限は2.06、より好ましい下限は2.07、さらに好ましい下限は2.08、一層好ましい下限は2.09であり、アッペ数 ν_d の好ましい上限は18.1、より好ましい上限は17.7、さらに好ましい上限は17.4、一層好ましい上限は17.2、より好ましい上限は17.1である。

[0058] [液相温度、液相温度における粘度]

本発明の光学ガラスの液相温度における粘度は1dPa・s以上である。液相温度は、ガラスの高屈折率高分散化に伴い上昇傾向を示し、940℃以上の高温になりやすい。液相温度の上昇は、ガラス製造時の失透を防止するために熔融温度、成形温度の上昇をもたらす。その結果、成形時のガラスの粘性が著しく低下し、脈理が生じ、光学的均質性が著しく悪化してしまう。本発明によれば、高屈折率高分散化に伴い液相温度が上昇しても、温度あたりの粘性値を高めることにより、液相温度における粘度を1dPa・s以上に維持して脈理発生を抑制し、優れた光学的均質性を有する高品質な光学ガラスを提供することができる。

[0059] 本発明において、液相温度における粘度の好ましい範囲は1.0 dPa・s以上、より好ましい範囲は1.4 dPa・s以上、さらに好ましい範囲は1.7 dPa・s以上、一層好ましい範囲は2.0 dPa・s以上、より一層好ましい範囲は2.2 dPa・s以上、さらに一層好ましい範囲は2.5 dPa・s以上、なお一層好ましい範囲は2.7 dPa・s以上、特に好ましい範囲は3.0 dPa・s以上、最も好ましい範囲は3.2 dPa・s以上である。液相温度における粘度の上限は特に限定されないが、20 dPa・sを目安として考えることができる。ただし、液相温度における粘度を過剰に高めても、屈折率の低下などの問題が生じるおそれがあるため、液相温度における粘度の上限を10 dPa・sとすることが好ましく、5 dPa・sとすることがより好ましい。

[0060] なお、本発明における液相温度の好ましい範囲は1100℃以下の範囲である。液相温度を前記範囲にすることで、溶融温度、成形温度の過度な上昇を抑制し、ガラス製造時、ルツボ材料がガラスに溶け込んでガラスが着色したり、ルツボ材が異物として混入してガラスの品質を低下することを防止することができる。また、溶融ガラスからの揮発を抑制し、揮発による組成変化、光学特性の変動を抑制することもできる。なお、液相温度の下限は、高融点の高屈折率成分を多く含有する観点から800℃以上、より好ましくは900℃以上を目安として考えることができ、上記のように940℃を目安として考えることもできる。

[0061] 本発明における比重は-30℃/hrの徐冷速度で得られたガラスの比重により定義されるが、冷却速度に対する比重の変化量は、冷却速度を1/10にしたときの比重の増加分が0.005～0.06%、より好ましくは0.01～0.04%であるので、ガラスの冷却速度によっては以下の数値範囲を-30℃/hrの冷却速度に調整して考えることもできる。比重の好ましい上限は6.0、より好ましい上限は5.7、さらに好ましい上限は5.5、一層好ましい上限は5.4、より一層好ましい上限は5.3である。好ましい下限には特に制限はないが、比重を過剰に低くすると、屈折率の低下などの問題が生じるおそれがあるため、比重の好ましい下限は3.0、より好ましい下限は4.0、さらに好ましい下限は4.5、一層好ましい

下限は4.8、より一層好ましい下限は5.0である。

[0062] [光学ガラスの製法]

本発明の光学ガラスは、熔融法により製造することができる。

例えば、所要の組成を有するガラスとなるように各成分に対応する化合物原料を秤量し、十分混合して調合原料とし、調合原料をルツボに入れて1100～1200℃で攪拌しながら0.5～4時間溶解を行った後、ガラス融液を所定の容器に流し出し、冷却、粉碎して、カレットを得る。

[0063] 次にこのカレットを貴金属製坩堝に投入し、液相温度LT～1200℃に加熱し、攪拌して、熔融した。次いで液相温度LT～1200℃で0.5～6時間かけて熔融ガラスを清澄する。清澄後、ガラスの温度を清澄温度から液相温度LT～1100℃、好ましくは液相温度LT～1080℃、より好ましくは液相温度LT～1050℃、さらに好ましくは液相温度LT～1020℃、いっそう好ましくは液相温度LT～1000℃に降温した後、ルツボ底部に接続したパイプから熔融ガラスを流出させ、あるいは鋳型に鋳込んで成形し、光学ガラスを得ることができる。

上記温度条件、ならびに各工程に要する時間は適宜、調整可能である。

[0064] また、光学特性が異なる複数種のカレットを上述の方法で作製し、これらカレットを所要の光学特性が得られるように調合して熔融、清澄、成形し、光学ガラスを作製することもできる。

[0065] [プレス成形用ガラス素材]

本発明のプレス成形用ガラス素材（以下、ガラス素材という）は、上記本発明の光学ガラスからなる。ガラス素材は、まず、本発明の光学ガラスが得られるように調合したガラス原料を加熱、熔融し、成形する。このようにして作製したガラス成形体を加工し、プレス成形品1個分の量に相当するガラス素材を作製する。このような方法以外でも熔融ガラスからプレス成形用ガラス素材を作る公知の方法を適用することができる。

[0066] [光学素子]

本発明の光学素子は、上記本発明の光学ガラスからなる。

具体例としては、非球面レンズ、球面レンズ、あるいは平凹レンズ、平凸

レンズ、両凹レンズ、両凸レンズ、凸メニスカスレンズ、凹メニスカスレンズなどのレンズ、マイクロレンズ、レンズアレイ、回折格子付きレンズなどの各種レンズ、プリズム、レンズ機能付きプリズムなどを例示することができる。表面には必要に応じて反射防止膜や波長選択性のある部分反射膜などを設けてもよい。

[0067] 本発明の光学素子は超高屈折率高分散特性を有するガラスからなるので、他のガラスからなる光学素子と組合せることにより、良好な色収差補正を行うことができる。

また、撮像光学系を高ズーム比化、広角化、コンパクト化する上でも有効である。

さらに、超高屈折率高分散特性を備えながら、比重増大が抑えられたガラスを用いているため、光学素子の軽量化が可能となり、振動に対する焦点位置のズレ防止にも有効である。

さらに、分光透過率特性における吸収端を短波長化されたガラスの使用により、可視短波長域の画像情報の欠落を防止することができ、デジタル式撮像装置の色再現性改善にも有効である。

[0068] 本発明の光学素子は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、監視カメラ、車載カメラなど各種カメラの撮像光学系、DVD、CDなどの光記録媒体へのデータ書き込み、読み出し用の光線を導く光学素子、例えば、光ピックアップレンズやコリメータレンズなどにも好適である。また、光通信の光学素子としても好適である。

[0069] 上記光学素子は、本発明の光学ガラスを加工し、表面を研磨する方法、本発明のプレス成形用ガラス素材を加熱、プレス成形して光学素子ブランクを製造し、この光学素子ブランクを研削、研磨する方法、本発明のプレス成形用ガラス素材を加熱、精密プレス成形して光学素子とする方法など、公知の方法により製造することができる。

実施例

[0070] 以下、実施例により本発明をさらに詳説する。

[0071] (実施例1)

表1に示すNo. 1～44の組成を有するガラスとなるように各成分に対応する化合物原料を秤量し、十分混合して調合原料とした。なお、表1に示すガラス組成は、カチオン%表示の値が基準であり、モル%表示、質量%表示の値はいずれもカチオン%表示を換算した値である。

次に調合原料をルツボに入れて1100℃～1200℃で攪拌しながら2～5時間溶解を行った後、急冷、粉碎して、カレットを得た。

[0072] 次にこのカレットを貴金属製坩堝に投入し、1000℃～1100℃に加熱し、攪拌して、熔融した。次いで、1000℃～1100℃で2～6時間かけて熔融ガラスを清澄した。清澄後、ガラスの温度を清澄温度から液相温度LT～1050℃に降温した後、ルツボ底部に接続したパイプから熔融ガラスを流出させ、あるいは鋳型に鋳込んでガラスブロックに成形した。

[0073] 得られた各ガラスブロックに光線を入射させ、ガラス中の前記光線の光路を横から観察したところ、ガラス中に結晶などの異物は認められず、均質性の高い、高品質の光学ガラスを得ることができた。

[0074] 得られた光学ガラスNo. 1～44について、屈折率 n_d 、アッペ数 ν_d 、液相温度、液相温度における粘度、ガラス転移温度、比重、 λ_{70} 、 λ_5 を、以下のようにして測定した。なお、空欄は未測定であることを示す。

[0075] (1) 屈折率 n_d およびアッペ数 ν_d

日本光学硝子工業会規格JOGIS-01に基づいて測定した。測定結果を表1に示す。

[0076] (2) 液相温度LTおよび液相温度における粘度

ガラス試料を所定温度に加熱された炉内に入れて2時間保持し、冷却後、ガラス内部を100倍の光学顕微鏡で観察し、結晶の有無から液相温度を決定した。粘度JIS規格Z8803、共軸二重円筒形回転粘度計による粘度測定方法により粘度を測定した。

[0077] (3) ガラス転移温度 T_g

ガラス転移温度は示差走査型熱量計DSC3300SAを用いて固体状態

のガラスを昇温したときの吸熱カーブから測定した。この測定を用いた T_g は日本光学硝子工業会規格 J O G I S - 0 8 に基づいて測定した T_g と対応関係を示す。測定結果を表 1 に示す。

[0078] (4) 比重

日本光学硝子工業会規格 J O G I S - 0 5 に基づいて測定した。測定結果を表 1 に示す。

[0079] (5) λ_{70} 、 λ_5

λ_{70} 、 λ_5 は次のようにして測定した。厚さ 1 0 m m の互いに平行かつ光学研磨された平面を有するガラス試料を用い、波長 2 8 0 n m から 7 0 0 n m までの波長域における分光透過率を測定する。分光透過率は、光学研磨された一方の平面に垂直に強度 A の光線を入射し、他方の平面から出射する光線の強度 B を測定し、 B/A によって算出される。したがって、分光透過率には試料表面における光線の反射損失も含まれる。分光透過率が 70 % になる波長が λ_{70} であり、分光透過率が 5 % になる波長が λ_5 である。測定結果を表 1 に示す。

[0080]

[表1]

No.		1			2		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P ⁵⁺ {P ₂ O ₅ }	29.87	26.000	16.070	29.87	26.000	16.510
	Bi ³⁺ {Bi ₂ O ₃ }	22.99	20.000	40.590	22.99	20.000	41.700
	Nb ⁵⁺ {Nb ₂ O ₅ }	22.99	20.000	23.160	22.99	20.000	23.800
	Ti ⁴⁺ {TiO ₂ }	6.90	12.000	4.180	9.20	16.000	5.720
	W ⁶⁺ {WO ₃ }	6.90	12.000	12.120	4.60	8.000	8.300
	Li ⁺ {Li ₂ O}	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na ⁺ {Na ₂ O}	3.45	3.000	0.910	3.45	3.000	0.830
	K ⁺ {K ₂ O}	2.30	2.000	0.820	2.30	2.000	0.840
	B ³⁺ {B ₂ O ₃ }	3.45	3.000	0.910	3.45	3.000	0.930
	Ba ²⁺ {BaO}	1.15	2.000	1.340	1.15	2.000	1.370
	Sr ²⁺ {SrO}	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca ²⁺ {CaO}	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg ²⁺ {MgO}	0.60	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si ⁴⁺ {SiO ₂ }	0.60	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr ⁴⁺ {ZrO ₂ }	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb ₂ O ₃ (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	Bi ³⁺ +Nb ⁵⁺ +Ti ⁴⁺ +W ⁶⁺ {Bi ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +TiO ₂ +WO ₃ }	59.78	64.000	80.050	59.78	64.000	79.520
	Ti ⁴⁺ /{Bi ³⁺ +Nb ⁵⁺ +Ti ⁴⁺ +W ⁶⁺ } {TiO ₂ /{Bi ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +TiO ₂ +WO ₃ }}	0.115	0.188	0.052	0.154	0.250	0.072
	Li ⁺ +Na ⁺ +K ⁺ {Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O}	5.75	5.000	1.630	5.75	5.000	1.670
	Na ⁺ /{Li ⁺ +Na ⁺ +K ⁺ } {Na ₂ O/{Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O}}	0.60	0.600	0.497	0.600	0.600	0.497
	R ₂ O+RO	6.90	7.000	2.970	6.90	7.000	3.040
	P ⁵⁺ +Bi ³⁺ +Nb ⁵⁺ +Ti ⁴⁺ +W ⁶⁺ +Li ⁺ +Na ⁺ +K ⁺ +B ³⁺ +Si ⁴⁺ +Ba ²⁺ {P ₂ O ₅ +Bi ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +TiO ₂ +WO ₃ +Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O+ B ₂ O ₃ +SiO ₂ +BaO}	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	P ⁵⁺ +Bi ³⁺ +Nb ⁵⁺ +Ti ⁴⁺ +W ⁶⁺ +Li ⁺ +Na ⁺ +K ⁺ +Si ⁴⁺ +B ³⁺ {P ₂ O ₅ +Bi ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +TiO ₂ +WO ₃ +Li ₂ O+Na ₂ O+ K ₂ O+SiO ₂ +B ₂ O ₃ }	98.85	98.000	98.660	98.85	98.000	98.630
アニオン成分	O ²⁻	100アニオン%		100アニオン%			
屈折率nd		2.05452		2.05895			
アッベ数νd		17.81		17.69			
液相温度 [°C]		1000		1000			
ガラス転移温度 [°C]		553		558.5			
比重		5.19		5.12			
液相温度における粘度 [dPa・s]		1.6		1.6			
λ 5 [nm]		414		416			
λ 70 [nm]		530		533			

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb₂O₃は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		3			4		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	28.92	25.000	15.530	25.00	21.740	13.440
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	24.10	20.830	42.470	25.00	21.740	44.110
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	24.10	20.830	24.230	25.00	21.740	25.160
	Ti^{4+} (TiO_2)	9.64	16.670	5.830	10.00	17.390	6.050
	W^{6+} (WO_3)	4.82	8.340	8.450	5.00	8.700	8.780
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	1.20	1.040	0.280	6.25	5.430	1.470
	K^+ (K_2O)	2.41	2.080	0.860	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.61	3.130	0.950	3.75	3.260	0.990
	Ba^{2+} (BaO)	1.20	2.080	1.400	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.60	0.000	0.600	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	62.65	66.670	80.980	65.00	69.570	84.100
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.154	0.250	0.072	0.154	0.250	0.072
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	3.61	3.120	1.140	6.25	5.430	1.470
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	0.332	0.333	0.246	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	4.81	5.200	2.540	6.25	5.430	1.470
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	98.80	97.920	98.600	100.00	100.000	100.000
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.08022			2.11798		
アッベ数 ν_d		17.36			16.7		
液相温度 [°C]		1010			1040		
ガラス転移温度 [°C]		586.2			551.1		
比重		5.2			5.34		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.4			1.2		
λ_{50} [nm]		419			426		
λ_{70} [nm]		564			586		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		5			6		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	25.00	21.740	13.420	25.00	22.520	13.240
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	25.00	21.740	44.050	25.00	22.520	43.460
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	25.00	21.740	25.130	29.00	26.130	28.760
	Ti^{4+} (TiO_2)	10.00	17.390	6.040	5.00	10.810	3.580
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.700	8.770	5.00	9.010	8.650
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	1.25	1.090	0.290	10.00	9.010	2.310
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	8.75	7.600	2.300	0.00	0.000	0.000
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	65.00	69.670	83.980	65.00	68.470	84.450
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.154	0.250	0.072	0.092	0.158	0.042
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	1.25	1.090	0.290	10.00	9.010	2.310
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	1.25	1.090	0.290	10.00	9.010	2.310
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.11404			2.1161		
アッベ数 ν_d		16.88			16.76		
液相温度 [°C]		1040			1040		
ガラス転移温度 [°C]		550.6			556.1		
比重		5.30			5.39		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.2			1.2		
λ_{50} [nm]		422			428		
λ_{70} [nm]		559			612		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		7			8		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	25.00	23.690	13.230	25.00	21.740	13.320
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	30.00	28.300	52.140	25.00	21.740	43.730
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	29.00	27.360	28.750	25.00	21.740	24.950
	Ti^{4+} (TiO_2)	6.00	11.320	3.570	10.00	17.380	6.000
	W^{6+} (WO_3)	0.00	0.000	0.000	5.00	8.700	8.700
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	10.00	9.430	2.310	2.00	1.740	0.470
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	8.00	6.960	2.830
	B^{3+} (B_2O_3)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	65.00	66.980	84.460	65.00	69.560	83.380
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.092	0.169	0.042	0.154	0.250	0.072
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	10.00	9.430	2.310	10.00	8.700	3.300
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	0.200	0.200	0.142
	R_2O+RO	10.00	9.430	2.310	10.00	8.700	3.300
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.12996			2.10482		
アッベ数 ν_d		16.83			16.6		
液相温度 [°C]		1040			1040		
ガラス転移温度 [°C]		554.7			567.3		
比重		5.51			5.29		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.2			1.4		
λ_{50} [nm]		420			426		
λ_{70} [nm]		613			546		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		9			10		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	25.00	21.740	13.490	25.00	20.330	12.520
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	25.00	21.740	44.270	25.00	20.330	41.110
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	25.00	21.740	25.250	25.00	20.330	23.450
	Ti^{4+} (TiO_2)	10.00	17.380	6.070	10.00	16.250	5.640
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.700	8.310	5.00	8.120	8.180
	Li^+ (Li_2O)	2.00	1.740	0.230	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	8.00	6.960	1.880	2.00	1.630	0.440
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	8.00	13.010	8.660
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	65.00	69.660	84.400	65.00	65.030	78.380
	$Ti^{4+}/(Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.154	0.250	0.072	0.154	0.250	0.072
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	10.00	8.700	2.110	2.00	1.630	0.440
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	0.800	0.800	0.891	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	10.00	8.700	2.110	10.00	14.640	9.100
	$P^{5+}+Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	92.00	86.990	91.340
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.12476			2.12026		
アッベ数 ν_d		16.53			17.12		
液相温度 [°C]		1040			1040		
ガラス転移温度 [°C]		552			563		
比重		5.37			5.56		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.2			1.4		
λ_{50} [nm]		431			427		
λ_{70} [nm]		568			546		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		11			12		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	25.00	21.740	13.720	27.50	23.900	15.580
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	25.00	21.740	45.030	22.50	19.570	41.830
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	19.580	23.120	22.50	19.570	23.870
	Ti^{4+} (TiO_2)	10.00	17.390	6.180	10.00	17.390	6.380
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.700	8.960	5.00	8.700	9.250
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	12.50	10.870	2.990	12.50	10.870	3.090
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	62.50	67.390	83.280	60.00	65.230	81.330
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.160	0.258	0.074	0.167	0.267	0.078
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	12.50	10.870	2.990	12.50	10.870	3.090
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	12.50	10.870	2.990	12.50	10.870	3.090
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.10414			2.07469		
アッベ数 ν_d		16.74			17.16		
液相温度 [°C]		1010			990		
ガラス転移温度 [°C]		547.6			555.4		
比重		5.36			5.15		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.4			1.9		
λ_{50} [nm]		425			414		
λ_{70} [nm]		543			524		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		13			14		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	25.00	21.280	14.730	27.50	23.404	15.548
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	20.00	17.020	38.680	22.50	19.149	41.759
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	19.150	24.820	22.50	19.149	23.822
	Ti^{4+} (TiO_2)	12.50	21.270	8.280	10.00	17.021	6.364
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.510	9.520	5.00	8.511	9.235
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	15.00	12.770	3.860	10.00	8.511	2.469
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	2.50	4.255	0.803
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	60.00	65.950	81.410	60.00	63.830	81.180
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.208	0.323	0.102	0.167	0.267	0.078
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	15.00	12.770	3.860	10.00	8.511	2.469
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	15.00	12.770	3.860	12.50	12.766	3.272
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	97.50	95.745	99.197
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	97.50	95.745	99.197
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.08294			2.07779		
アッベ数 ν_d		16.79			17.23		
液相温度 [°C]		1040			1030		
ガラス転移温度 [°C]		556.2			556		
比重		5.06			5.18		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.2			1.3		
λ_{50} [nm]		424			428		
λ_{70} [nm]		544			565		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		15			16		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.50	23.404	15.500	27.50	23.404	15.355
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	22.50	19.149	41.628	22.50	19.149	41.239
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	19.149	23.748	22.50	19.149	23.526
	Ti^{4+} (TiO_2)	10.00	17.021	6.344	10.00	17.021	6.284
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.511	9.206	5.00	8.511	9.120
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	10.00	8.511	2.461	10.00	8.511	2.438
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	2.50	4.255	2.038
	Ca^{2+} (CaO)	2.50	4.255	1.113	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	60.00	63.830	80.926	60.00	63.830	80.169
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.167	0.267	0.078	0.167	0.267	0.078
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	10.00	8.511	2.461	10.00	8.511	2.438
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	12.50	12.766	3.574	12.50	12.766	4.476
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	97.50	95.745	98.887	97.50	95.745	97.962
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	97.50	95.745	98.887	97.50	95.745	97.962
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.0766			2.07501		
アッベ数 ν_d		17.3			17.36		
液相温度 [°C]		1030			1020		
ガラス転移温度 [°C]		558			560		
比重		5.17			5.20		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.3			1.4		
λ_{50} [nm]		425			423		
λ_{70} [nm]		549			553		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		17			18		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.50	23.400	15.210	27.50	23.900	15.550
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	22.50	19.150	40.840	22.50	19.570	41.770
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	19.150	23.300	22.50	19.570	23.830
	Ti^{4+} (TiO_2)	10.00	17.020	6.220	10.00	17.390	6.370
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.510	9.030	5.00	8.700	9.240
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	10.00	8.510	2.410	7.50	6.520	1.850
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	0.00	0.000	0.000	5.00	4.350	1.390
	Ba^{2+} (BaO)	2.50	4.260	2.990	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	60.00	63.830	79.380	60.00	65.230	81.210
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.167	0.267	0.078	0.167	0.267	0.078
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	10.00	8.510	2.410	7.50	6.520	1.850
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	12.50	12.770	5.400	7.50	6.520	1.850
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	97.50	95.740	97.010	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.07173			2.0764		
アッベ数 ν_d		17.55			17.59		
液相温度 [°C]		1000			990		
ガラス転移温度 [°C]		581			548.6		
比重		5.26			5.12		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.6			2		
λ_{50} [nm]		422			437		
λ_{70} [nm]		537					

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		19			20		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.50	22.920	14.850	27.50	23.670	16.150
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	22.50	18.750	39.890	20.00	17.200	38.550
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	18.750	22.760	22.50	19.350	24.740
	Ti^{4+} (TiO_2)	10.00	16.670	6.080	11.25	19.350	7.440
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.330	8.320	5.00	8.600	9.590
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	7.50	6.250	1.770	13.75	11.830	3.530
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ba^{2+} (BaO)	5.00	8.330	5.830	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	60.00	62.500	77.550	58.75	64.500	80.320
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.167	0.267	0.078	0.191	0.300	0.093
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	7.50	6.250	1.770	13.75	11.830	3.530
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	12.50	14.580	7.600	13.75	11.830	3.530
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	95.00	91.670	94.170	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.0764			2.05737		
アッベ数 ν_d		17.59			17.24		
液相温度 [°C]		990			1000		
ガラス転移温度 [°C]		589.1			557.4		
比重		5.3			4.98		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.6			2.6		
λ_{50} [nm]		423			414		
λ_{70} [nm]		558			492		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		21			22		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.50	23.670	16.110	27.50	23.670	16.100
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	20.00	17.200	38.460	20.00	17.200	38.430
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	19.350	24.680	22.50	19.350	24.670
	Ti^{4+} (TiO_2)	11.25	19.350	7.420	11.25	19.350	7.410
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.600	9.570	5.00	8.600	9.560
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	6.25	5.380	1.600	3.75	3.230	0.960
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	7.50	6.450	2.160	10.00	8.600	2.870
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	58.75	64.600	80.130	58.75	64.500	80.070
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.191	0.300	0.093	0.191	0.300	0.093
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	6.25	5.380	1.600	3.75	3.230	0.960
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	6.25	5.380	1.600	3.75	3.230	0.960
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.0613			2.0591		
アッベ数 ν_d		17.4			17.57		
液相温度 [°C]		990			1030		
ガラス転移温度 [°C]		550.1			550.4		
比重		4.95			4.93		
液相温度における粘度 [cP@°C]		3.4			2		
λ_{50} [nm]		426			414		
λ_{70} [nm]		668			544		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		23			24		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.49	23.520	16.350	27.49	23.140	15.990
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	20.00	17.110	39.030	20.00	16.820	38.170
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	21.88	18.720	24.350	21.88	18.400	23.820
	Ti^{4+} (TiO_2)	12.50	21.390	8.360	12.50	21.030	8.180
	W^{6+} (WO_3)	4.38	7.490	8.500	4.38	7.360	8.310
	Li^+ (Li_2O)	3.00	2.570	0.380	1.00	0.840	0.120
	Na^+ (Na_2O)	3.25	2.780	0.840	5.25	4.420	1.330
	K^+ (K_2O)	0.60	0.080	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	7.50	6.420	2.190	5.50	4.630	1.570
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	2.00	3.360	2.510
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.60	0.080	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	58.76	64.710	80.240	58.76	63.610	78.480
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.213	0.331	0.104	0.213	0.331	0.104
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	6.25	5.350	1.220	6.25	5.260	1.450
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	0.520	0.520	0.689	0.840	0.840	0.917
	R_2O+RO	6.25	5.350	1.220	8.25	8.620	3.960
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	98.00	96.640	97.490
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.07019			2.06785		
アッベ数 ν_d		17.34			17.43		
液相温度 [°C]		1010			1020		
ガラス転移温度 [°C]		540.2			550.8		
比重		4.99			5.01		
液相温度における粘度 [cP@°C]		2			1.8		
λ_{50} [nm]		416			418		
λ_{70} [nm]		531			531		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		25			26		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	28.50	24.520	15.630	28.64	24.510	15.270
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	24.00	20.650	43.220	25.00	21.380	43.740
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	19.350	23.110	23.44	20.040	23.400
	Ti^{4+} (TiO_2)	11.25	19.350	6.950	11.72	20.040	7.030
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.600	8.960	5.21	8.910	9.070
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	7.75	6.670	1.860	2.86	2.450	0.670
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	1.00	0.860	0.270	3.13	2.670	0.820
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	62.75	67.950	82.240	65.37	70.370	83.240
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.179	0.285	0.085	0.179	0.285	0.084
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	7.75	6.670	1.860	2.86	2.450	0.670
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	7.75	6.670	1.860	2.86	2.450	0.670
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.09018			2.10496		
アッベ数 ν_d		17.03			16.89		
液相温度 [°C]		990			1000		
ガラス転移温度 [°C]		557.6			559.8		
比重		5.22			5.26		
液相温度における粘度 [cP@°C]		2.6			2.2		
λ_{50} [nm]		423			418		
λ_{70} [nm]		550			500		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		27			28		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.13	23.131	14.322	27.60	23.397	14.716
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	25.52	21.757	44.224	25.00	21.192	43.758
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	23.94	20.411	23.667	23.44	19.869	23.404
	Ti^{4+} (TiO_2)	11.97	20.411	7.112	11.72	19.869	7.034
	W^{6+} (WO_3)	5.32	9.072	9.174	5.21	8.633	9.074
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	2.93	2.498	0.675	0.78	0.661	0.182
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.19	2.720	0.826	5.21	4.416	1.363
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.00	0.000	0.000	1.04	1.763	0.459
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.1	-	-	0.1
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	66.75	71.651	84.177	65.37	69.763	83.270
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.179	0.285	0.084	0.179	0.285	0.084
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	2.93	2.498	0.68	0.78	0.661	0.18
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	2.93	2.498	0.675	0.78	0.661	0.182
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.12125			2.10027		
アッベ数 ν_d		16.63			17.01		
液相温度 [°C]		1030			1000		
ガラス転移温度 [°C]		558			561		
比重		5.33			5.24		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.6			2.6		
λ_{50} [nm]		423			422		
λ_{70} [nm]		558			568		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		29			30		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.46	23.192	14.690	28.65	24.073	14.862
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	24.88	20.997	43.656	27.08	22.754	46.115
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	23.32	19.696	23.362	21.35	17.940	20.740
	Ti^{4+} (TiO_2)	11.65	19.696	7.021	11.72	19.696	6.843
	W^{6+} (WO_3)	5.18	8.750	9.952	5.21	8.756	8.829
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	1.81	1.529	0.423	0.26	0.218	0.059
	K^+ (K_2O)	0.60	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	4.15	3.505	1.089	3.65	3.067	0.929
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	1.04	1.748	1.166
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.60	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	1.04	1.757	0.471	1.04	1.748	0.457
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.52	0.878	0.236	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	65.02	69.139	83.091	65.36	69.146	82.527
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.179	0.285	0.084	0.179	0.285	0.083
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	1.81	1.529	0.423	0.26	0.218	0.059
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	1.81	1.529	0.423	1.30	1.966	1.225
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	99.43	99.122	99.764	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	99.48	99.122	99.764	98.96	98.252	98.834
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.10429			2.10124		
アッベ数 ν_d		16.97			17.17		
液相温度 [°C]		1040			970		
ガラス転移温度 [°C]		585			551.4		
比重		5.25			5.36		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.6			3.5		
λ_{50} [nm]		424			418		
λ_{70} [nm]		583					

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		31			32		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.72	22.579	13.989	27.72	22.220	14.094
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	25.74	20.956	42.643	25.74	20.633	42.985
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	20.30	16.535	19.184	18.32	14.685	17.443
	Ti^{4+} (TiO_2)	11.14	18.148	6.328	13.12	21.034	7.508
	W^{6+} (WO_3)	8.91	14.515	14.688	8.91	14.285	14.799
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.47	2.826	0.859	3.47	2.782	0.865
	Ba^{2+} (BaO)	1.73	2.818	1.886	1.73	2.774	1.900
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.99	1.613	0.423	0.99	1.557	0.426
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	66.09	70.164	82.843	66.09	70.637	82.715
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.169	0.259	0.076	0.199	0.298	0.091
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	-	-	-	-	-	-
	R_2O+RO	1.73	2.818	1.886	1.73	2.774	1.900
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	98.27	97.182	98.114	98.27	97.226	98.100
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.10639			2.10791		
アッベ数 ν_d		17.01			16.9		
液相温度 [°C]		970			990		
ガラス転移温度 [°C]		562.5			562.8		
比重		5.46			5.46		
液相温度における粘度 [cP@°C]		3.4			2.6		
λ_{50} [nm]		424			428		
λ_{70} [nm]		579					

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		33			34		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	26.50	22.601	13.724	30.50	26.012	16.580
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	28.00	23.880	47.602	24.00	20.469	42.827
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	22.50	19.190	21.821	22.50	19.190	22.904
	Ti^{4+} (TiO_2)	11.25	19.190	6.558	11.25	19.190	6.863
	W^{6+} (WO_3)	5.00	8.529	8.458	5.00	8.529	8.879
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	2.25	1.919	0.509	2.25	1.919	0.534
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.50	2.985	0.889	3.50	2.985	0.933
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	1.00	1.706	0.438	1.00	1.706	0.460
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	66.75	70.789	84.440	62.75	67.378	81.493
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.169	0.271	0.078	0.179	0.285	0.084
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	2.25	1.919	0.51	2.25	1.919	0.53
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	2.25	1.919	0.509	2.25	1.919	0.534
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.12197			2.0768		
アッベ数 ν_d		16.74			17.36		
液相温度 [°C]		980			1000		
ガラス転移温度 [°C]		551			559		
比重		5.44			5.121		
液相温度における粘度 [cP@°C]		3			2.3		
$\lambda_{.5}$ [nm]		435			430		
$\lambda_{.70}$ [nm]							

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		35			36		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	24.46	20.598	12.790	25.96	20.609	12.723
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	26.08	21.952	44.768	25.00	18.848	40.220
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	24.46	20.598	23.952	19.71	15.648	18.089
	Ti^{4+} (TiO_2)	12.23	20.598	7.198	10.82	17.180	5.969
	W^{6+} (WO_3)	5.43	9.145	9.275	12.50	19.848	20.012
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	2.45	2.063	0.559	0.00	0.000	0.000
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.80	3.200	0.975	3.37	2.675	0.810
	Ba^{2+} (BaO)	0.00	0.000	0.000	1.68	2.668	1.779
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	1.09	1.836	0.483	0.96	1.524	0.398
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	68.20	72.303	85.193	68.03	72.524	84.290
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.179	0.285	0.084	0.159	0.237	0.071
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	2.45	2.063	0.559	0.00	0.000	0.000
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	1.000	1.000	1.000	-	-	-
	R_2O+RO	2.45	2.063	0.559	1.68	2.668	1.779
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	100.00	100.000	100.000	98.32	97.332	98.221
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.13917			2.12126		
アッベ数 ν_d		16.37			16.58		
液相温度 [°C]		1040			990		
ガラス転移温度 [°C]		552			554.6		
比重		5.41			5.56		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.4			2.6		
λ_{50} [nm]		426			427		
λ_{70} [nm]					577		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		37			38		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	22.47	18.517	11.166	28.19	24.255	15.278
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	29.22	24.079	47.666	25.54	21.976	45.437
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	23.03	18.978	21.431	23.94	20.599	24.296
	Ti^{4+} (TiO_2)	12.64	20.832	7.070	11.97	20.599	7.301
	W^{6+} (WO_3)	5.62	9.262	9.123	3.19	5.490	5.647
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	0.00	0.000	0.000	2.39	2.056	0.566
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.93	3.239	0.958	3.72	3.201	0.989
	Ba^{2+} (BaO)	1.97	3.247	2.115	0.00	0.000	0.000
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	1.12	1.846	0.471	1.06	1.824	0.486
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	70.61	73.151	85.290	64.64	68.664	82.681
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.179	0.285	0.083	0.185	0.300	0.088
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	0.00	0.000	0.000	2.39	2.056	0.566
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	-	-	-	1.000	1.000	1.000
	R_2O+RO	1.97	3.247	2.115	2.39	2.056	0.566
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	98.03	98.753	97.885	100.00	100.000	100.000
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.16658			2.10204		
アッベ数 ν_d		16.23			17.05		
液相温度 [°C]		1050			1010		
ガラス転移温度 [°C]		558.4			559		
比重		5.69			5.22		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.2			2		
λ_{50} [nm]		430			421		
λ_{70} [nm]							

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		39			40		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	26.63	21.628	13.941	24.11	18.371	11.329
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	26.12	21.213	44.886	23.22	17.693	35.818
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	20.60	16.730	20.195	18.30	13.944	16.103
	Ti^{4+} (TiO_2)	15.33	24.900	9.033	10.04	15.300	5.310
	W^{6+} (WO_3)	5.03	8.170	8.602	18.75	28.574	28.781
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.52	2.859	0.904	3.13	2.385	0.721
	Ba^{2+} (BaO)	1.76	2.859	1.991	1.56	2.377	1.584
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	1.01	1.641	0.448	0.89	1.356	0.354
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	67.08	71.013	82.716	70.31	75.511	86.012
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.229	0.351	0.109	0.143	0.203	0.062
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	-	-	-	-	-	-
	R_2O+RO	1.76	2.859	1.991	1.56	2.377	1.584
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	98.24	97.141	98.009	98.44	97.623	98.416
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.12012			2.13211		
アッベ数 ν_d		16.5			16.17		
液相温度 [°C]		1040			1020		
ガラス転移温度 [°C]		583			550		
比重		5.21			5.681		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.4			1.8		
λ_{50} [nm]		421			455		
λ_{70} [nm]							

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		41			42		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	27.48	22.592	12.977	24.49	18.815	11.731
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	26.48	21.755	41.016	23.59	18.124	37.094
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	20.87	17.159	18.455	18.59	14.282	16.676
	Ti^{4+} (TiO_2)	3.31	5.443	1.759	10.20	15.673	5.499
	W^{6+} (WO_3)	13.23	21.755	20.408	15.42	23.695	24.129
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	3.56	2.927	0.825	3.17	2.435	0.745
	Ba^{2+} (BaO)	4.07	6.692	4.152	3.63	5.578	3.757
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	1.02	1.677	0.408	0.91	1.398	0.369
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	63.87	66.112	81.638	67.80	71.774	83.398
	$Ti^{4+}/(Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.052	0.082	0.022	0.150	0.218	0.066
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	-	-	-	-	-	-
	R_2O+RO	4.07	6.692	4.152	3.63	5.578	3.757
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{3+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	95.93	93.308	95.848	96.37	94.422	96.243
アニオン成分	O^{2-}	100アニオン%			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.08103			2.12016		
アッベ数 ν_d		17.74			16.62		
液相温度 [°C]		980			990		
ガラス転移温度 [°C]		552			559		
比重		5.7			5.66		
液相温度における粘度 [cP@°C]		2.8			2.6		
λ_{50} [nm]		427			439		
λ_{70} [nm]		615					

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

No.		43			44		
		カチオン%	モル%	質量%	カチオン%	モル%	質量%
カチオン成分 (酸化物表示)	P^{5+} (P_2O_5)	19.46	16.124	10.546	27.48	21.513	13.547
	Bi^{3+} (Bi_2O_3)	25.31	20.974	45.028	26.46	20.714	42.818
	Nb^{5+} (Nb_2O_5)	19.95	16.531	20.246	14.76	11.555	13.625
	Ti^{4+} (TiO_2)	10.95	18.147	6.679	11.45	17.926	6.353
	W^{6+} (WO_3)	4.87	8.071	8.521	11.20	17.536	18.036
	Li^+ (Li_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Na^+ (Na_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	K^+ (K_2O)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	B^{3+} (B_2O_3)	14.60	12.098	3.881	3.56	2.787	0.861
	Ba^{2+} (BaO)	3.89	6.447	4.554	4.07	6.372	4.334
	Sr^{2+} (SrO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Ca^{2+} (CaO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Mg^{2+} (MgO)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Si^{4+} (SiO_2)	0.97	1.608	0.445	1.02	1.597	0.426
	Zr^{4+} (ZrO_2)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	合計	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	Sb_2O_3 (注2)	-	-	0.08	-	-	0.08
	$Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}$ ($Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3$)	61.08	63.723	80.574	63.87	67.731	80.832
	$Ti^{4+}/(Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+})$ ($TiO_2/(Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3)$)	0.179	0.285	0.083	0.179	0.265	0.079
	$Li^++Na^++K^+$ ($Li_2O+Na_2O+K_2O$)	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	$Na^+/(Li^++Na^++K^+)$ ($Na_2O/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$)	-	-	-	-	-	-
	R_2O+RO	3.89	6.447	4.554	4.07	6.372	4.334
	$P^{5+}+Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++B^{3+}+Si^{4+}+Ba^{2+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+SiO_2+BaO$)	100.00	100.000	100.000	100.00	100.000	100.000
	$P^{5+}+Bi^{5+}+Nb^{5+}+Ti^{4+}+W^{6+}+Li^++Na^++K^++Si^{4+}+B^{3+}$ ($P_2O_5+Bi_2O_3+Nb_2O_5+TiO_2+WO_3+Li_2O+Na_2O+K_2O+SiO_2+B_2O_3$)	96.11	93.553	95.446	95.93	93.628	95.666
アニオン成分		O^{2-}			100アニオン%		
屈折率 n_d		2.11198			2.09439		
アッベ数 ν_d		17.21			17.3		
液相温度 [°C]		1040			980		
ガラス転移温度 [°C]		543.8			556		
比重		5.48			5.63		
液相温度における粘度 [cP@°C]		1.2			2.8		
λ_{50} [nm]		421			431		
λ_{70} [nm]		541			548		

(注1) モル%、質量%の各表示による含有量、合計含有量、含有量比は酸化物基準

(注2) Sb_2O_3 は質量%表示による外割り添加量のみを表示

[0081] (比較例)

特許文献1の実施例13の光学ガラスからなる300gのガラスブロックを作製したところ、ガラスブロック表面に結晶が析出した。特許文献1の実施例13

は、屈折率 n_d が2.03であるが、既に表面に結晶の析出が認められたことから、高屈折率化により、屈折率 n_d を2.05超にまで高めることは困難である。

[0082] 図1は、横軸にガラスの温度、縦軸に粘度をとり、上記光学ガラスNo.24、光学ガラスNo.32、特許文献1の実施例13の温度と粘度の関係を示したものである。図1より明らかなように、光学ガラスNo.24、光学ガラスNo.32は、特許文献1の実施例12と比較し、任意の温度において高粘度を示している。特許文献1の実施例12の組成をベースに屈折率を高めると液相温度が上昇し、ガラス製造時の粘度が低下して高品質の光学ガラスの製造が難しくなるのに対し、光学ガラスNo.24、光学ガラスNo.32は、ともに高温においても高品質の光学ガラスの成形を可能にする粘度を維持していることがわかる。

特許文献2の実施例3、実施例7を再現したところ実施例3の屈折率(n_d)は2.017、アッペ数は19.3、液相温度960℃における粘性は2.0dPa・s、1000℃において1.2 dPa・sであった。実施例7の屈折率(n_d)は2.014、アッペ数は18.7であり、液相温度(LT)970℃(LT)における粘性は2.0 dPa・s、1000℃において1.3 dPa・sであった。いずれも明細書に書かれたアッペ数(実施例3, 実施例7ともに16.2)を得ることができなかった。(なお、ガラスを熔融したときの揮発が激しく、 K_2O 濃度の高い揮発物が坩堝壁や蓋に付着するなど、ガラス製造時の揮発が激しいため均質な光学ガラスを得ることが難しかった。)

[0083] (実施例2)

実施例1と同様にして光学ガラスNo. 1～44が得られるようにガラス原料を加熱、熔融、清澄、均質化し、得られた熔融ガラスを鋳型に流し込んで急冷し、ガラスブロックに成形した。次にガラスブロックをアニールした後、切断、研削してプレス成形用ガラス素材を作製した。

[0084] (実施例3)

実施例2において作製したプレス成形用ガラス素材を加熱、軟化し、プレス成形型を用いて公知の方法によりプレス成形し、レンズブランク、プリズムブランクなどの光学素子ブランクを作製した。

得られた光学素子ブランクは精密アニールが施され、所要の屈折率になる

よう屈折率の精密調整を行った後、公知の研削、研磨法によりレンズやプリズムに仕上げられる。

[0085] 次に実施例2において作製したプレス成形用ガラス素材の表面を研磨して精密プレス成形用のプレス成形用ガラス素材とし、このガラス素材を加熱、精密プレス成形して非球面レンズを得た。精密プレス成形は公知の方法で行った。

このように各種レンズ、プリズムなどの光学素子を作製した。

得られたレンズを用いて撮像光学系を構成したところ、色再現性のよい撮像装置を得ることができた。

また、得られたレンズを用いて携帯電話搭載の撮像ユニットや光ピックアップユニットを作製したところ、振動に対して焦点位置ズレの極めて少ないユニットを得ることができた。

[0086] 本実施例の光学素子は、低分散ガラス製光学素子との組合せにより良好な色収差補正を可能にする。また、撮像装置をはじめ各種光学機器の高性能化、コンパクト化に有効である。

請求の範囲

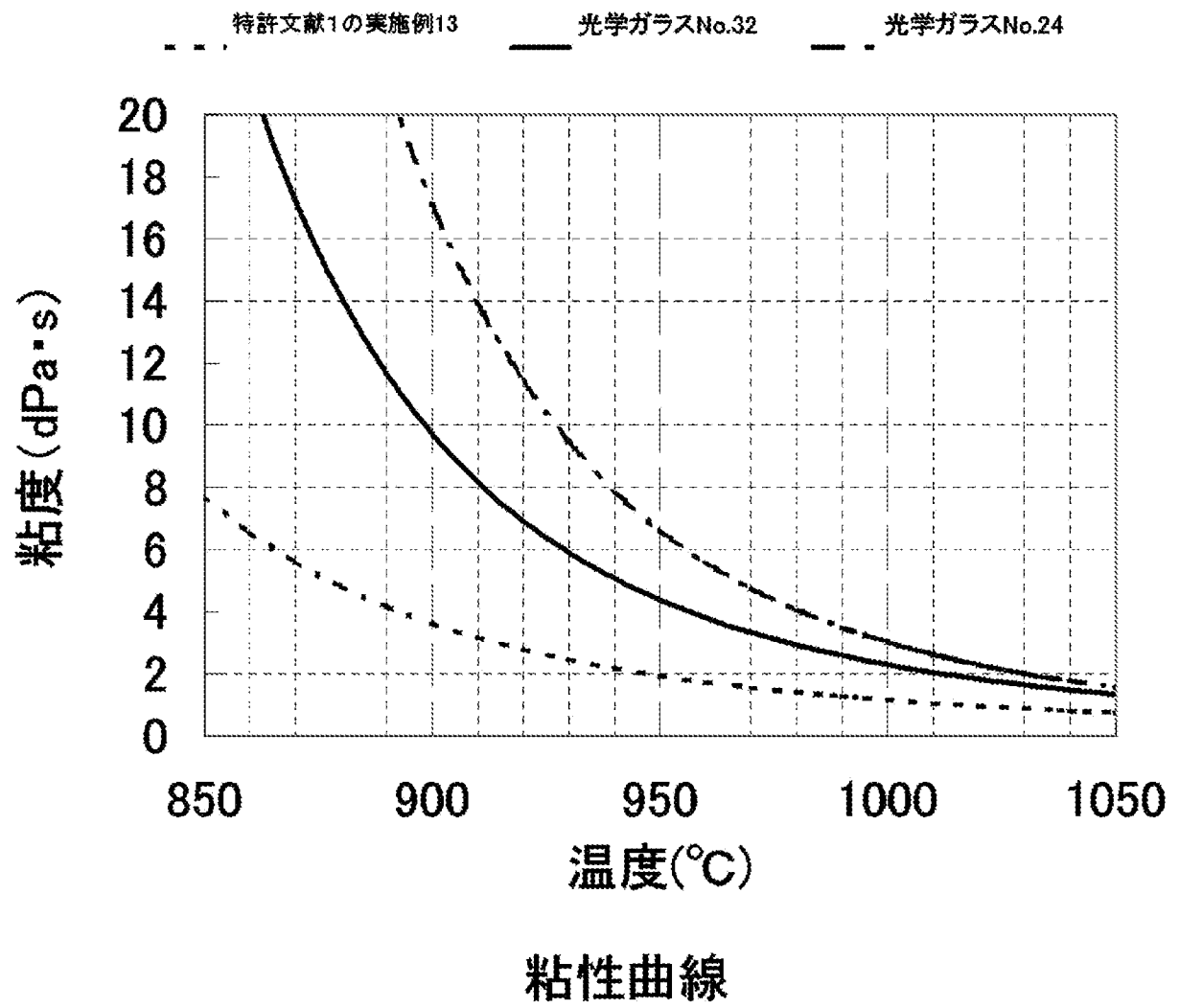
- [請求項1] 酸化物ガラスであって、
カチオン%表示にて、
 P^{5+} を16～35%、
 $B i^{3+}$ を14～35%、
 $N b^{5+}$ を10～33%、
 $T i^{4+}$ を0～18%、
 W^{6+} を0～20%
含み、
 $B i^{3+}$ 、 $N b^{5+}$ 、 $T i^{4+}$ および W^{6+} の合計含有量が55%以上、
屈折率 n_d が2.05を超え、アッペ数 ν_d が18.5以下であることを特徴
とする光学ガラス。
- [請求項2] 液相温度における粘度が $1.0 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上である請求項1に記載の光学
ガラス。
- [請求項3] $L i^{+}$ 、 $N a^{+}$ および K^{+} のうち、少なくとも1種以上のアルカリ金属
成分を含み、
 $L i^{+}$ の含有量が7カチオン%以下、
 $N a^{+}$ の含有量が20カチオン%以下、
 K^{+} の含有量が10カチオン%以下、
 $L i^{+}$ 、 $N a^{+}$ および K^{+} の合計含有量に対する $N a^{+}$ の含有量の比（
 $N a^{+} / (L i^{+} + N a^{+} + K^{+})$ ）が0.2～1である請求項1または2
に記載の光学ガラス。
- [請求項4] B^{3+} の含有量が0～20カチオン%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] P^{5+} 、 $B i^{3+}$ 、 $N b^{5+}$ 、 $T i^{4+}$ 、 W^{6+} 、 $L i^{+}$ 、 $N a^{+}$ 、 K^{+} 、 $B a^{2+}$ 、 $S i^{4+}$ および B^{3+} の合計含有量が90カチオン%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。
- [請求項6] 液相温度が 940°C 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プレス成形用ガラス素材。

[請求項8] 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。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/072610

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C3/21(2006.01)i, C03C3/062(2006.01)i, C03C3/064(2006.01)i, C03C3/16(2006.01)i, C03C3/19(2006.01)i, G02B1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C1/00-14/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INTERGLAD

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2007-015904 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 25 January 2007 (25.01.2007), paragraphs [0017] to [0023], [0026], [0027]; examples 3, 6 to 8 (Family: none)	1, 2, 4-8 3
Y A	JP 2005-239476 A (Sumita Optical Glass, Inc.), 08 September 2005 (08.09.2005), paragraphs [0014] to [0016]; examples 5 to 7 & US 2005/0192174 A1 & EP 1568665 A2	3 1, 2, 4-8
P, A	JP 2010-275182 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), claims & US 2010/0273633 A1	1-8

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 December, 2011 (05.12.11)

Date of mailing of the international search report

13 December, 2011 (13.12.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03C3/21(2006.01)i, C03C3/062(2006.01)i, C03C3/064(2006.01)i, C03C3/16(2006.01)i,
C03C3/19(2006.01)i, G02B1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03C1/00-14/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

INTERGLAD

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2007-015904 A（コニカミノルタオプト株式会社）2007.01.25, [0017]-[0023], [0026], [0027], 実施例 3, 6-8（ファミリーなし）	1, 2, 4-8 3
Y A	JP 2005-239476 A（株式会社住田光学ガラス）2005.09.08, [0014]-[0016], 実施例 5-7 & US 2005/0192174 A1 & EP 1568665 A2	3 1, 2, 4-8
P, A	JP 2010-275182 A（旭硝子株式会社）2010.12.09, 特許請求の範囲 等 & US 2010/0273633 A1	1-8

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

山田 貴之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

4 T

4 4 2 5