

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5454585号
(P5454585)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月17日(2014.1.17)

(51) Int.Cl. F I
C O 3 C 3/068 (2006.01) C O 3 C 3/068
G O 2 B 1/00 (2006.01) G O 2 B 1/00

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-543150 (P2011-543150)	(73) 特許権者	000001270
(86) (22) 出願日	平成22年9月15日(2010.9.15)		コニカミノルタ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/065961		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(87) 国際公開番号	W02011/065097	(74) 代理人	100085501
(87) 国際公開日	平成23年6月3日(2011.6.3)		弁理士 佐野 静夫
審査請求日	平成24年5月1日(2012.5.1)	(74) 代理人	100128842
(31) 優先権主張番号	特願2009-268462 (P2009-268462)		弁理士 井上 温
(32) 優先日	平成21年11月26日(2009.11.26)	(72) 発明者	田口 禄人
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ ルタテクノロジーセンター株式会社内
		審査官	相田 悟

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ガラス及び光学素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

重量%で、

 B_2O_3 : 8 ~ 19 . 5 %、 SiO_2 : 4 . 5 ~ 9 %、 GeO_2 : 0 ~ 10 %、 BaO : 7 ~ 12 . 5 %、 MgO : 0 ~ 14 %、 Li_2O : 0 ~ 0 . 4 %、 La_2O_3 : 15 ~ 34 %、 Y_2O_3 : 3 . 5 ~ 10 %、 TiO_2 : 8 ~ 13 . 5 %、 ZrO_2 : 0 ~ 7 %、 Nb_2O_5 : 0 ~ 11 %、 WO_3 : 1 ~ 9 %、 B_2O_3 / SiO_2 : 1 . 0 以上、 $La_2O_3 + Y_2O_3 + ZrO_2 + Nb_2O_5 + WO_3$: 54 % 以下、 $B_2O_3 + SiO_2 + GeO_2 + BaO + MgO + Li_2O + La_2O_3 + Y_2O_3 + TiO_2 + ZrO_2 + Nb_2O_5 + WO_3$: 98 % 以上、

の各ガラス成分を有することを特徴とする光学ガラス。

【請求項 2】

屈折率 (n_d) が 1 . 8 3 ~ 1 . 9 4 の範囲、アッペ数 (d) が 2 6 ~ 3 5 の範囲、液相温度 (T_L) が 1 0 0 0 以下、ピッカース硬度 (H_v) が 7 7 0 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の光学ガラス。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の光学ガラスから成ることを特徴とする光学素子。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 記載の光学ガラスをモールドプレス成形して作製されたものであることを特徴とする光学素子。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は光学ガラス及び光学素子に関するものである。更に詳しくは、屈折率が高くモールドプレス成形に適した光学ガラス及びその光学ガラスから成る光学素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラや携帯電話等の光学機器の小型化が急速に進んでいる。光学機器の小型化を図るためには、使用するレンズを薄くする必要がある。そして、レンズを薄くするには、屈折率の高い光学ガラスを用いる必要がある。

20

【0003】

一方、非球面形状等の加工困難な形状のガラスを比較的容易に成形できる技術として、軟化点温度以上に加熱したガラスを、加熱した一対の上型・下型からなる成形金型を用いてプレスすることにより直接レンズ成形を行ういわゆるモールドプレス成形法 (精密プレス成形法) が注目されている。

【0004】

このモールドプレス成形法は、再加熱方式とダイレクトプレス方式とに大別できる。再加熱方式は、ほぼ最終製品形状を有するゴブプリフォーム又は研磨プリフォームを作成した後、これらのプリフォームを軟化点以上に再び加熱し、加熱した上下一対の金型によりプレス成形して最終製品形状とする方式である。一方、ダイレクトプレス方式は、加熱した金型上にガラス熔融炉から熔融ガラス滴を直接滴下し、プレス成形することにより最終製品形状とする方式である。

30

【0005】

上記ダイレクトプレス方式にて熔融ガラス滴を滴下する際には、通常、白金等から成るノズルが用いられる。滴下するガラスの重量は、このノズルの温度で制御される。液相温度 (T_L) が低いガラスの場合には、高温から低温まで幅広い温度範囲でノズル温度を設定することができるので、大きなものから小さなものまで様々な大きさの光学素子を作製することが可能になる。逆に、液相温度 (T_L) が高いガラスの場合には、ノズル温度を液相温度 (T_L) 以上の温度に保持しておかないとガラスが失透するため、安定した滴下を行うことができない、という問題がある。

40

【0006】

また、液相温度 (T_L) が高いガラスの場合には、滴下するガラス自体の温度も高くなるため、プレス金型の表面酸化や金属組成の変化が生じやすく、金型寿命が短くなる。これが生産コストの上昇を招いてしまう。窒素等の不活性ガス雰囲気下で成形を行うことにより金型劣化を抑制することもできるが、雰囲気制御をするためには成形装置が複雑化し、また不活性ガスのランニングコストも必要となるため、生産コストが上昇する。したがって、モールドプレス成形法に用いるガラスとしては、液相温度 (T_L) ができるだけ低いものが望ましい。

【0007】

モールドプレス成形法を用いて前述の高屈折率の光学ガラスを成形する場合には、P b

50

OやTeO₂を含有させたガラス組成物が使用される。しかし、このPbOやTeO₂についての人体への悪影響が近年懸念され始めたため、PbOやTeO₂を用いずに、高屈折率のガラスを得る技術が検討され提案されている（例えば、特許文献1～4参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平9-278480号公報

【特許文献2】特開2005-247613号公報

【特許文献3】特開2006-248897号公報

【特許文献4】特開2007-153734号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、従来より提案されている光学ガラスは、高屈折率ではあるものの、液相温度（TL）が満足できるほどに低くない。液相温度（TL）がさほど低くないために、ノズル内でガラスが失透して、動脈硬化のようなノズル詰まりを引き起こしてしまう。その結果、安定したガラスの滴下やプレス成形を行うことができなくなる、という問題がある。

【0010】

また、従来より提案されている光学ガラスは、ビッカース硬度（Hv）の値も小さい。ビッカース硬度（Hv）の値が小さいと、モールドプレス成形法で成形されたガラスに芯取り等の加工をする際、研削面にクラックや割れが入ることがある。ガラスの硬さを示すビッカース硬度（Hv）の値が大きければクラックや割れが入りにくく、ガラス加工時における良品の割合が増すので、生産性の向上を図ることができる。

20

【0011】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、PbO及びTeO₂を実質的に含有することなく、屈折率が高く生産性に優れた光学ガラス及びその光学ガラスから成る光学素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者は、前記目的を達成すべく鋭意検討を重ねた結果、B₂O₃、SiO₂、BaO、La₂O₃、Y₂O₃、TiO₂、及びWO₃を必須成分として、そのガラス組成が所定の範囲内にある場合に、所定の光学恒数を維持しながら、良好な熔融ガラス滴の滴下性を提供する低い液相温度（TL）と、後工程で割れにくい大きなビッカース硬度（Hv）と、を有する光学ガラスが得られることを見出し、本発明を成すに至った。

30

【0013】

つまり、第1の発明の光学ガラスは、重量％で、B₂O₃：8～19.5％、SiO₂：4.5～9％、GeO₂：0～10％、BaO：7～12.5％、MgO：0～14％、Li₂O：0～0.4％、La₂O₃：15～34％、Y₂O₃：3.5～10％、TiO₂：8～13.5％、ZrO₂：0～7％、Nb₂O₅：0～11％、WO₃：1～9％、B₂O₃/SiO₂：1.0以上、La₂O₃+Y₂O₃+ZrO₂+Nb₂O₅+WO₃：54％以下、B₂O₃+SiO₂+GeO₂+BaO+MgO+Li₂O+La₂O₃+Y₂O₃+TiO₂+ZrO₂+Nb₂O₅+WO₃：98％以上の各ガラス成分を有することを特徴とする。以下、特に断りのない限り「％」は「重量％」を意味するものとする。

40

【0014】

第2の発明の光学ガラスは、上記第1の発明において、屈折率（nd）が1.83～1.94の範囲、アッペ数（d）が26～35の範囲、液相温度（TL）が1000以下、ビッカース硬度（Hv）が770以上であることを特徴とする。

【0015】

第3の発明の光学素子は、上記第1又は第2の発明に係る光学ガラスから成ることを特

50

徴とする。このような光学素子の例としては、レンズ、プリズム、ミラーが挙げられる。

【 0 0 1 6 】

第 4 の発明の光学素子は、上記第 1 又は第 2 の発明に係る光学ガラスをモールドプレス成形して作製されたものであることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明の光学ガラスでは、所定のガラス成分を特定量含有させることにより、人体への悪影響が懸念される PbO や TeO_2 等の化合物を用いることなく、高屈折率・低分散の光学恒数を得ることが可能である。しかも、液相温度 (TL) が低いため熔融ガラス滴の滴下性に優れ、ビッカース硬度 (Hv) が大きい後工程で割れにくい、という効果がある。また、本発明の光学素子は、前記光学ガラスをプレス成形することにより作製されるので、前記光学ガラスの特性を有しながら、高い生産効率と低コスト化を図ることができる。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の光学ガラスにおける各成分の組成範囲について、前記のように限定した理由等を説明する。

【 0 0 1 9 】

B_2O_3 は、本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、ガラス骨格を構成する成分 (ガラスフォーマー) である。その含有量が 8 % より少ないと、ガラスが不安定になり、失透傾向が強くなる。他方、 B_2O_3 の含有量が 19 . 5 % よりも多くなると、屈折率が低下してしまい、所望の光学恒数が得られない。そこで、 B_2O_3 の含有量を 8 ~ 19 . 5 % と定めた。より好ましい B_2O_3 の含有量は、9 ~ 19 . 4 % の範囲である。最も好ましい含有量は、11 ~ 19 . 4 % の範囲である。

20

【 0 0 2 0 】

SiO_2 は、 B_2O_3 と同様に本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、ガラス骨格を構成する成分 (ガラスフォーマー) である。その含有量が 4 . 5 % 未満では、ガラスが不安定になり、失透傾向が強くなる。また、ビッカース硬度を大きくする効果が十分に得られなくなる。他方、 SiO_2 の含有量が 9 % より多くなると、屈折率が低下してしまい、所望の光学恒数が得られない。そこで、 SiO_2 の含有量を 4 . 5 ~ 9 % と定めた。より好ましい SiO_2 の含有量は、4 . 5 ~ 8 % の範囲である。最も好ましい含有量は、4 . 5 ~ 7 % の範囲である。

30

【 0 0 2 1 】

B_2O_3 と SiO_2 の含有比率である B_2O_3 / SiO_2 は、熔融性と耐失透性の観点から、1 . 0 以上と定めた。

【 0 0 2 2 】

GeO_2 は、屈折率を向上させる効果を奏するが、その含有量が 10 % よりも多くなると、耐失透性が悪化し、液相温度 (TL) が上昇する。そこで、 GeO_2 の含有量を 0 ~ 10 % と定めた。より好ましい GeO_2 の含有量は、0 ~ 8 % の範囲である。最も好ましい含有量は、0 ~ 6 % の範囲である。

40

【 0 0 2 3 】

BaO は、本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、 BaO には耐失透性を向上させるとともに屈折率を上昇させる効果がある。また、液相温度 (TL) を下げ、ビッカース硬度の値も大きくする。 BaO の含有量が 7 % 未満では、前記効果が十分に得られない。他方、 BaO の含有量が 12 . 5 % よりも多くなると、分散が低くなり、所望の光学恒数が得られなくなる。そこで、 BaO の含有量を 7 ~ 12 . 5 % と定めた。より好ましい含有量は、8 ~ 12 . 4 % の範囲である。最も好ましい含有量は、9 ~ 12 . 4 % の範囲である。

【 0 0 2 4 】

MgO は、光学恒数の調整と液相温度 (TL) を下げる効果を奏する。 MgO の含有量

50

が14%を超えると、耐失透性が悪化する。そこで、MgOの含有量を0～14%とした。より好ましい含有量は、0～12%の範囲である。最も好ましい含有量は、0～10%の範囲である。

【0025】

Li₂Oは、本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、液相温度(TL)を下げる効果を奏する。含有量が0.4%よりも多くなると、耐失透性が悪化する。そこで、Li₂Oの含有量を0～0.4%と定めた。

【0026】

La₂O₃は、本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、低分散を維持したまま屈折率を上昇させる成分である。また、ピッカース硬度を大きくし、ガラスを安定させる効果を奏する。La₂O₃の含有量が15%より少ないと、前記効果が得られない。他方、La₂O₃の含有量が34%よりも多くなると、耐失透性が悪化する。そこでLa₂O₃の含有量を15～34%と定めた。より好ましい含有量は、18～33.5%の範囲である。最も好ましい含有量は、20～33.5%の範囲である。

【0027】

Y₂O₃は、La₂O₃と同様に本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、低分散を維持したまま屈折率を上昇させる成分である。またY₂O₃は、La₂O₃と同時に含有することにより、液相温度(TL)を下げる効果を奏する。Y₂O₃の含有量が3.5%未満では、前記効果が得られない。他方、Y₂O₃の含有量が10%よりも多くなると、耐失透性が悪化する。そこで、Y₂O₃の含有量を3.5～10%と定めた。より好ましい含有量は、3.5～9%である。また、La₂O₃とY₂O₃の含有比率であるY₂O₃/(La₂O₃+Y₂O₃)は、0.05～0.32が好ましい。

【0028】

TiO₂は、本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、屈折率を高め、耐失透性を向上させるとともに液相温度(TL)を下げる効果を奏する。TiO₂の含有量が8%未満では、前記効果を十分に得ることができない。他方、TiO₂の含有量が13.5%よりも多くなると、着色度が強くなる。そこで、TiO₂の含有量を8～13.5%と定めた。より好ましい含有量は、9～13.4%である。最も好ましい含有量は、10～13.4%の範囲である。

【0029】

ZrO₂は、TiO₂と同様に屈折率を高め、耐失透性を向上させる効果を奏する。ZrO₂の含有量が7%よりも多くなると、耐失透性が悪化する。そこで、ZrO₂の含有量を0～7%と定めた。より好ましい含有量は、0～6.5%である。

【0030】

Nb₂O₅は、屈折率と化学的耐久性を向上させる効果を奏する。Nb₂O₅の含有量が11%よりも多くなると、耐失透性が悪化し、さらにガラスの着色が強まる。そこで、Nb₂O₅の含有量を0～11%と定めた。より好ましい含有量は、0～10%である。最も好ましい含有量は、0～9%の範囲である。

【0031】

WO₃は、本発明に係わる光学ガラスの必須成分であり、屈折率を高め、耐失透性を向上させる効果を奏する。また、ピッカース硬度を大きくし、液相温度(TL)を下げる効果もある。WO₃の含有量が1%より少ないと、前記効果が得られない。他方、含有量が9%よりも多くなると、ガラスの着色が強くなり、化学的耐久性が悪化する。そこで、WO₃の含有量を1～9%と定めた。より好ましい含有量は、1～8%である。最も好ましい含有量は、1.5～8%の範囲である。

【0032】

ガラスの着色度と耐失透性の観点から、La₂O₃、Y₂O₃、ZrO₂、Nb₂O₅、及びWO₃の合計含有量は、54%以下と定めた。

【0033】

本発明の光学ガラスにおいては、一般的に光学ガラスに使用される成分のうち、上記以

10

20

30

40

50

外の成分（例えば P_2O_5 、 CaO 、 ZnO 、 Gd_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Bi_2O_3 等）は実質的に含有しない。ただし、本発明の光学ガラスの特性に影響を与えない程度に含有することは許容される。この場合、 B_2O_3 、 SiO_2 、 GeO_2 、 BaO 、 MgO 、 Li_2O 、 La_2O_3 、 Y_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、及び WO_3 の合計含有量は98.0%以上にすることが好ましい。より好ましくは99.0%以上であり、さらに好ましくは99.9%以上である。

【0034】

CaO 、 ZnO 、及び Ta_2O_5 は液相温度（TL）を上昇させるため、実質的に含有しない。 P_2O_5 、 Gd_2O_3 、及び Bi_2O_3 は耐失透性の観点から、実質的に含有しない。

【0035】

PbO 、 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 TeO_2 、及びフッ化物については、製造時の作業環境に配慮し、作業者の安全性を確保するという観点から、どの成分も含有しないことが望ましい。

【0036】

各成分の組成範囲を前述したように限定することにより、人体への悪影響が懸念される PbO 、 TeO_2 等の化合物を用いずに、高屈折率・低分散の光学恒数を得ることができ、しかも、液相温度（TL）が低くて熔融ガラス滴の滴下性に優れ、ビッカース硬度（HV）が大きくて後工程で割れにくい、モールドプレス成形に適した光学ガラスを実現することができる。その光学ガラスは、屈折率（nd）が1.83～1.94の範囲、アッペ数（d）が26～35の範囲、液相温度（TL）が1000以下、ビッカース硬度（HV）が770以上であることが好ましい。

【0037】

本発明に係る光学ガラスを、デジタルカメラ、カメラ付き携帯電話等の光学機器に搭載される光学素子（レンズ、プリズム、ミラー等）の材料として用いれば、高屈折率化による光学素子の薄型化が可能になるため、光学機器の小型化に寄与することができる。液相温度（TL）を1000以下にまで低くすることにより、失透が発生しにくくなり、安定した滴下を行うことが可能になる。また、プレス金型の温度を低くすることができるので、金型寿命が長くなり、生産コストを下げるができる。ビッカース硬度（HV）を770以上にまで大きくすることにより、研削面に割れやクラックが入りにくくなる。したがって、ガラス加工時における良品の割合が増して、生産性の向上を図ることができる。

【0038】

本発明の光学素子は、前記光学ガラスをモールドプレス成形することによって作製される。このモールドプレス成形法としては、前述したように、熔融したガラスをノズルから、所定温度に加熱された金型へ滴下しプレス成形するダイレクトプレス成形法、及びプリフォーム材を金型に載置してガラス軟化点以上に加熱してプレス成形する再加熱成形法が挙げられる。このような方法によれば研削・研磨工程が不要となり、生産性が向上し、また自由曲面や非球面といった加工困難な形状の光学素子を得ることができる。したがって、低コスト化を図ることができる。

【実施例】

【0039】

以下、本発明を実施した光学ガラスの構成等を、実施例1～22、比較例1～4等を挙げて更に具体的に説明する。なお、比較例1は前記特許文献1の実施例14、比較例2は前記特許文献2の実施例10、比較例3は前記特許文献3の実施例10、比較例4は前記特許文献4の実施例6、をそれぞれ追試したものである。

【0040】

酸化物原料、炭酸塩原料、硝酸塩原料等の一般的なガラス原料を用いて、表1～4に示す目標組成（重量%）となるように、ガラスの原料を調合し、粉末で十分に混合して調合原料とした。これを1000～1400に加熱された熔融炉に投入し、熔融・清澄後、攪拌均質化をして予め加熱された鉄製の鋳型に鋳込み、徐冷して各サンプルを製造した。これらの各サンプルについて、d線に対する屈折率（nd）、アッペ数（d）、ビッカ

10

20

30

40

50

ース硬度（HV）及び液相温度（TL）を測定した。測定結果を表１～４に含わせて示す。

【００４１】

（１）屈折率（nd）とアッペ数（d）

上記説明のように、熔融し鑄型に流し込んだガラスを - 2 . 3 / 時間で徐冷した。そのサンプルの測定を、カルニュー光学工業社製「KPR - 2000」を用いて行った。

【００４２】

（２）ビッカース硬度

アカシ社製のマイクロビッカース硬度計「HM - 112」を用いて測定時間 15 秒、測定荷重 100 g の条件で測定した。

【００４３】

（３）液相温度（TL）

液相温度（TL）の測定では、800 ~ 1400 の温度勾配を有する失透試験炉内に熔融ガラスを鑄型に流し込んだものを 12 時間保持した後、ガラスを室温まで冷却し、オリンパス社製の光学顕微鏡（BX50）の倍率 40 倍を用いてガラス内部を観察した。そして、そのガラス内部に失透（結晶）が確認されない温度を液相温度（TL）とした。

【００４４】

【表 1】
実施例 1~8

実施例	001	002	003	004	005	006	007	008
B2O3	18.20	16.00	18.20	17.80	19.40	17.80	17.20	19.30
SiO2	4.50	5.00	4.50	4.50	4.50	5.00	5.50	4.70
GeO2								
BaO	12.40	11.00	12.40	12.40	12.40	12.40	12.20	12.10
MgO		3.50				2.40	1.30	
Li2O	0.40	0.20	0.40	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40
La2O3	29.95	28.80	31.00	32.60	31.39	33.48	32.20	32.18
Y2O3	6.55	5.40	5.50	8.80	5.11	5.32	5.00	5.22
TiO2	13.40	10.50	13.40	13.40	13.40	13.40	13.20	13.20
ZrO2	4.40	6.40	5.80	5.40	4.80		5.00	5.10
Nb2O5	6.40	7.70	7.00		6.00	6.00	6.50	4.85
WO3	3.80	5.50	1.80	4.70	2.60	3.80	1.60	2.95
合計 (wt%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
B2O3/SiO2	4.0	3.2	4.0	4.0	4.3	3.6	3.1	4.1
La2O3+Y2O3+ZrO2+Nb2O5+WO3	51.10	53.80	51.10	51.50	49.90	48.60	50.30	50.30
nd	1.89765	1.88892	1.89851	1.89040	1.88880	1.88719	1.88976	1.89112
ν d	30.48	31.67	30.57	30.41	30.94	30.92	30.31	30.67
液相温度 (TL) °C	980	990	990	960	950	970	980	970
ビッカース硬度 (Hv)	799	797	803	785	781	792	791	801

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

【表 2】
実施例 9～15

実施例	009	010	011	012	013	014	015
B ₂ O ₃	18.80	19.00	18.50	16.70	18.20	12.00	16.70
SiO ₂	5.20	4.60	4.50	4.50	4.50	6.50	6.80
GeO ₂						4.00	
BaO	12.40	10.50	12.20	12.20	12.40	9.00	12.00
MgO					1.30	6.00	1.70
Li ₂ O	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
La ₂ O ₃	31.22	31.99	26.20	31.39	28.77	23.40	32.80
Y ₂ O ₃	5.08	5.31	8.90	5.11	7.73	8.10	3.70
TiO ₂	13.00	13.40	13.40	13.40	13.40	12.50	13.40
ZrO ₂	5.50	5.00	6.20	6.30	4.80	6.00	3.50
Nb ₂ O ₅	4.50	6.00	7.40	8.00	6.00	10.00	6.20
WO ₃	3.90	2.80	2.30	2.00	2.50	2.10	2.80
合計 (wt%)	100.00	99.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
B ₂ O ₃ /SiO ₂	3.6	4.1	4.1	3.7	4.0	1.8	2.5
La ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃ +ZrO ₂ +Nb ₂ O ₅ +WO ₃	50.20	51.10	51.00	52.80	49.80	49.60	49.00
nd	1.89762	1.90768	1.89134	1.91752	1.88922	1.90910	1.88305
γ d	30.81	30.78	30.88	30.31	31.06	30.06	31.21
液相温度 (TL) °C	980	970	990	960	970	1000	990
ビッカース硬度 (Hv)	799	796	791	792	786	802	804

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

【表 3】
実施例 16～22

実施例	016	017	018	019	020	021	022
B2O3	13.00	16.70	19.40	19.30	16.90	19.40	19.20
SiO2	4.50	6.60	4.50	4.80	4.50	4.50	4.70
GeO2	2.60	1.20					
BaO	12.30	12.00	12.00	12.30	9.50	12.10	12.20
MgO	0.40	1.70	0.70	0.20	7.10	0.20	
Li2O		0.40	0.40	0.10	0.40	0.30	0.40
La2O3	24.24	28.90	33.15	29.80	31.39	33.40	31.52
Y2O3	6.46	6.70	5.05	8.70	5.11	3.60	5.68
TiO2	13.30	13.40	10.50	13.30	13.40	13.40	13.40
ZrO2	6.50	4.60	5.30	4.30	3.00	4.90	4.80
Nb2O5	8.80	6.00	5.80	5.60	6.00	5.90	5.50
WO3	7.90	1.80	3.20	1.60	2.70	2.30	2.60
合計 (wt%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
B2O3/SiO2	2.9	2.5	4.3	4.0	3.8	4.3	4.1
La2O3+Y2O3+ZrO2+Nb2O5+WO3	53.90	48.00	52.50	50.00	48.20	50.10	50.10
nd	1.91087	1.87277	1.87981	1.89021	1.87982	1.89564	1.88721
γ/d	29.90	31.29	31.89	31.08	31.82	30.73	31.04
液相温度 (TL) °C	990	1000	970	970	950	970	960
ビッカース硬度 (Hv)	812	798	793	793	789	788	780

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

【表 4】
比較例 1～4

比較例	001	002	003	004
B2O3	13.50	17.59	13.20	14.00
SiO2		1.35	6.60	5.00
Al2O3				
GeO2	13.50			
BaO			16.80	16.00
MgO				
CaO				2.00
SrO				2.00
ZnO	20.00	13.70	2.70	1.00
Li2O				
Na2O				
K2O				
La2O3	26.00	25.60	36.20	35.00
Y2O3				
Gd2O3		12.21		
TiO2	7.00	8.97	13.40	13.00
ZrO2	4.50		5.70	7.00
Nb2O5	15.50		5.40	5.00
Ta2O5		4.96		
WO3		15.62		
Bi2O3				
合計(wt%)	100.00	100.00	100.00	100.00
nd	1.92383	1.89406	1.90574	1.89747
νd	29.52	31.06	30.75	31.44
液相温度(TL)°C	1050	1040	1080	1080
ビッカース硬度(Hv)	728.2	736.8	739.5	730.0

【 0 0 4 8 】

上記測定結果から分かるように、実施例 1～22 (表 1～3) では、屈折率 (nd) が 1.83～1.94 の範囲、アッペ数 (d) が 26～35 の範囲、液相温度 (TL) が 1000 以下、ビッカース硬度 (Hv) が 770 以上である。それに対し、比較例 1～4 (表 4) では、液相温度 (TL) が 1000 以上、ビッカース硬度 (Hv) が 770 以下となっている。

10

20

30

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭57-38342(JP,A)
特開平8-217484(JP,A)
特開昭60-33229(JP,A)
特開2004-175632(JP,A)
特開2005-179142(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C03C 1/00~14/00
INTERGLAD