

(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2016-166119

(P2016-166119A)

(43) 公開日 平成28年9月15日(2016.9.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C03C 3/247 (2006.01)	C03C 3/247	4G062
C03C 3/064 (2006.01)	C03C 3/064	
G02B 1/00 (2006.01)	G02B 1/00	
C03C 3/253 (2006.01)	C03C 3/253	
C03C 3/068 (2006.01)	C03C 3/068	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-125686 (P2015-125686)
 (22) 出願日 平成27年6月23日 (2015.6.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-42905 (P2015-42905)
 (32) 優先日 平成27年3月4日 (2015.3.4)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 傅 杰
 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、レンズプリフォーム及び光学素子

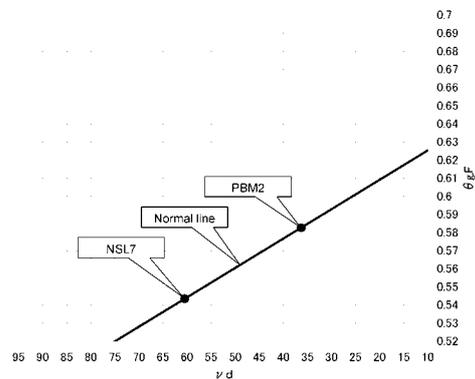
(57) 【要約】

【課題】高い屈折率 (n_d) と低いアッベ数 (v_d) を有しながらも、部分分散比 (g, F) が高く、高い可視光透過率を有する光学ガラスと、これを用いたレンズプリフォーム及び光学素子を提供する。

【解決手段】 酸化物換算組成のガラス全物質量に対して、モル%で P_2O_5 を 10.0 ~ 50.0%、 Nb_2O_5 を 5.0 ~ 45.0%、 TiO_2 を 0 ~ 40.0%、 Nb_2O_5 と TiO_2 の含有量の和が 20.0 ~ 60.0%、外割で F を 1.0 ~ 90.0% 含有することを特徴とする光学ガラス。

酸化物換算組成のガラス全物質量に対して、モル%で R_2O の含有量の和が 30.0% 以下 (R は Li 、 Na 及び K からなる群より選択される 1 種以上) であることを特徴とする前記光学ガラス。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化物基準のガラス全物質量に対し、モル%で、 P_2O_5 成分を10.0～50.0%、 Nb_2O_5 成分を5.0～45.0%、 TiO_2 を0～35%、 Nb_2O_5 と TiO_2 成分との和が20～60%、外割でFを1.0～90.0%が含有する光学ガラス。

【請求項 2】

酸化物基準のガラス全物質量に対し、モル%で、 R_2O の含有量の和が30.0%以下（RはLi、Na及びKからなる群より選択される1種以上）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】

酸化物基準のガラス全物質量に対して、モル%でZnOとMOの含有量の和が0～50.0%であることを特徴とする請求項1又は2に記載の光学ガラス（MはCa、Sr及びBaからなる群より選択される1種以上である）。

【請求項 4】

部分分散比（ g, F ）がアッベ数（ d ）との間で、 $-0.0046 \times d + 0.7250$ $g, F - 0.0046 \times d + 0.7600$ の関係を満たすことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 5】

酸化物基準のガラス全物質量に対して、モル%で、

ZnO成分 0～40.0%

B_2O_3 成分 0～15.0%

Li_2O 成分 0～30.0%

Na_2O 成分 0～30.0%

K_2O 成分 0～30.0%

MgO成分 0～30.0%

CaO成分 0～30.0%

SrO成分 0～30.0%

BaO成分 0～45.0%

Bi_2O_3 成分 0～10.0%

WO_3 成分 0～10.0%

Y_2O_3 成分 0～10.0%

La_2O_3 成分 0～10.0%

Gd_2O_3 成分 0～10.0%

Yb_2O_3 成分 0～10.0%

SiO_2 成分 0～10.0%

GeO_2 成分 0～10.0%

Al_2O_3 成分 0～10.0%

TeO_2 成分 0～15.0%

ZrO_2 成分 0～10.0%

Ta_2O_5 成分 0～10.0%

Ga_2O_3 成分 0～10.0%

SnO成分 0～10.0%

Sb_2O_3 成分 0～3.0%

である請求項1～4のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 6】

屈折率（ nd ）が1.70以上、アッベ数（ d ）が35以下である請求項1～5のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項 7】

分光透過率が70%を示す波長（ λ_0 ）が445nm以下である請求項1～6のいずれか記載の光学ガラス。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか記載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 10】

請求項 9 記載のプリフォームを精密プレスしてなる光学素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラス、レンズプリフォーム及び光学素子に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、光学系を使用する機器のデジタル化や高精細化が急速に進んでおり、デジタルカメラやビデオカメラ等の撮影機器をはじめ、各種光学機器に用いられるレンズ等の光学素子に対する高精度化、軽量、及び小型化の要求は、ますます強まっている。

【0003】

光学素子を作製する光学ガラスの中でも特に、光学素子の軽量化及び小型化を図ることが可能な、高い屈折率 (n_d) を有しながらも、より低いアッペ数 (ν_d) を有するガラス (高屈折高分散ガラス) の需要が非常に高まっている。高い屈折率と低いアッペ数を有するガラスとしては、例えば、特許文献 1 ~ 4 に開示されているようなガラスが知られている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011 - 001259 号公報

【特許文献 2】特開平 08 - 104537 号公報

【特許文献 3】特開平 05 - 270853 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 111499 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

こうしたガラスを用いて光学素子を作製する場合には、ガラスを加熱軟化してプレス成形 (リヒートプレス成形) して得られたガラス成形品を研削研磨する方法や、ゴブ又はガラスブロックを切断し研磨したプリフォーム材、若しくは公知の浮上成形等により成形されたプリフォーム材を加熱軟化して、高精度な成形面を持つ金型でプレス成形する方法 (精密プレス成形) が用いられている。

【0006】

しかしながら、特許文献 1 ~ 4 で開示されたガラスでは、可視光の短波長側の光についての透過率が低いため、ガラスが黄色や橙色に着色している。そのため、特許文献 1 ~ 4 で開示されたガラスは、可視領域の光を透過させる用途には適さない。

40

【0007】

さらに、近年のレンズ等の光学設計において、高屈折高分散ガラスにおける部分分散比 (g , F 値) が大きい又は小さいガラス、いわゆる異常分散性の高い又は低いガラスに対する要求が大きくなっている。こういった光学設計上の需要に応えるため、高屈折高分散領域を維持しつつ、特異な部分分散比を有する光学ガラスを安定的に量産することも求められている。

【0008】

本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、高い屈折率 (n_d) と低いアッペ数 (ν_d) を有しながらも、部分分散比 (g , F) が高く

50

、高い可視光透過率を有する光学ガラスと、これを用いたレンズプリフォーム及び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】

【0009】

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、 P_2O_5 成分及び Nb_2O_5 成分を含有した組成系にF成分を多量に導入することで、ガラスの高屈折高分散領域を維持しつつ、ガラスの安定性や可視光についての透過率を高められ、且つ、高い部分分散比(g, F)を実現できることを見出し、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。

【0010】

(1) 酸化物基準のガラス全物質量に対し、モル%で、 P_2O_5 成分を10.0~50.0%、 Nb_2O_5 成分を5.0~45.0%、 TiO_2 を0~35%、 Nb_2O_5 と TiO_2 成分との和が20~60%、外割でFを1.0~90.0%が含有する光学ガラス。

10

【0011】

(2) 酸化物基準のガラス全物質量に対し、モル%で、 R_2O の含有量の和が30.0%以下(RはLi、Na及びKからなる群より選択される1種以上)であることを特徴とする(1)記載の光学ガラス。

【0012】

(3) 酸化物基準のガラス全物質量に対して、モル%でZnOとMOの含有量の和が0~50.0%であることを特徴とする(1)又は(2)に記載の光学ガラス。(MはCa、Sr及びBaからなる群より選択される1種以上である。)

20

【0013】

(4) 部分分散比(g, F)がアッペ数(d)との間で、 $-0.0046 \times d + 0.7250$ $g, F - 0.0046 \times d + 0.7600$ の関係を満たすことを特徴とする(1)~(3)のいずれかに記載の光学ガラス。

【0014】

(5) 酸化物基準のガラス全物質量に対して、モル%で、

ZnO成分 0~40.0%

B_2O_3 成分 0~15.0%

Li_2O 成分 0~30.0%

Na_2O 成分 0~30.0%

K_2O 成分 0~30.0%

MgO成分 0~30.0%

CaO成分 0~30.0%

SrO成分 0~30.0%

BaO成分 0~45.0%

Bi_2O_3 成分 0~10.0%

WO_3 成分 0~10.0%

Y_2O_3 成分 0~10.0%

La_2O_3 成分 0~10.0%

Gd_2O_3 成分 0~10.0%

Yb_2O_3 成分 0~10.0%

SiO_2 成分 0~10.0%

GeO_2 成分 0~10.0%

Al_2O_3 成分 0~10.0%

TeO_2 成分 0~15.0%

ZrO_2 成分 0~10.0%

Ta_2O_5 成分 0~10.0%

Ga_2O_3 成分 0~10.0%

30

40

50

S n O 成分 0 ~ 10 . 0 %

S b ₂ O ₃ 成分 0 ~ 3 . 0 %

である (1) ~ (4) のいずれか記載の光学ガラス。

【 0 0 1 5 】

(6) 屈折率 (n _d) が 1 . 7 0 以上、アッペ数 (d) が 3 5 以下である (1) ~ (5) のいずれか記載の光学ガラス。

【 0 0 1 6 】

(7) 分光透過率が 7 0 % を示す波長 (λ ₇₀) が 4 4 5 n m 以下である (1) ~ (6) のいずれか記載の光学ガラス。

【 0 0 1 7 】

(8) (1) から (7) のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【 0 0 1 8 】

(9) (1) から (7) のいずれか記載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。

【 0 0 1 9 】

(1 0) (9) 記載のプリフォームを精密プレスしてなる光学素子。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、高い屈折率 (n _d) と低いアッペ数 (d) を有しながらも、部分分散比 (g , F) が高く、可視光についての透過率が高く、且つ耐失透性の高い光学ガラス、これを用いたレンズプリフォーム及び光学素子を提供できる。

また、本発明によれば、

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 部分分散比 (g , F) が縦軸でアッペ数 (d) が横軸の直角座標に表されたノーマルラインを示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

[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。本明細書中で特に断りがない場合、各成分の含有量は、全て酸化物基準のガラス全物質量に対するモル % で表示されるものとする。ここで、「酸化物基準」とは、本発明のガラス構成成分の原料として使用される酸化物、複合塩、金属弗化物等が熔融時に全て分解され酸化物へ変化すると仮定した場合に、当該生成酸化物の総モル数を 1 0 0 モル % として、ガラス中に含有される各成分を表記した組成である。

【 0 0 2 4 】

< 必須成分、任意成分について >

P ₂ O ₅ 成分は、ガラス形成成分であり、且つガラス原料の溶解温度を下げる必須成分である。特に、P ₂ O ₅ 成分の含有量を 1 0 . 0 % 以上にすることで、ガラスの安定性及び可視域における透過率を高めることができる。従って、P ₂ O ₅ 成分の含有量は、好ましくは 1 0 . 0 % 、より好ましくは 1 5 . 0 % 、さらに好ましくは 2 0 . 0 % 、最も好ましくは 2 2 . 0 % を下限とする。

他方で、P ₂ O ₅ 成分の含有量を 5 0 . 0 % 以下にすることで、高屈折率を得ることができる。従って、P ₂ O ₅ 成分の含有量は、好ましくは 5 0 . 0 % 、より好ましくは 4 0 . 0 % 、さらに好ましくは 3 5 . 0 % 、最も好ましくは 3 2 . 0 % を上限とする。

P ₂ O ₅ 成分は、原料として A l (P O ₃) ₃ 、 C a (P O ₃) ₂ 、 B a (P O ₃) ₂

10

20

30

40

50

、 BPO_4 、 H_3PO_4 等を用いることができる。

【0025】

Nb_2O_5 成分は、ガラスの耐失透性及び屈折率を高めてアッペ数を低くする必須成分である。特に、 Nb_2O_5 成分を5.0%以上含有することで、高屈折率を得ることができ、且つ所望の低いアッペ数を得ることができる。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは5.0%、より好ましくは8.0%、さらに好ましくは10.0%を下限とする。

他方で、 Nb_2O_5 成分の含有量を45.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高めることができる。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは45.0%、より好ましくは40.0%、さらに好ましくは35.0%を上限とする。

Nb_2O_5 成分は、原料として Nb_2O_5 等を用いることができる。

【0026】

TiO_2 成分は、0%超含有する場合に、耐失透性、屈折率及び g, F を高められ、アッペ数を低くでき、且つ化学的耐久性を高められる任意成分である。そのため、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは2.0%、さらに好ましくは5.0%、さらに好ましくは10.0%を下限としてもよい。

他方で、 TiO_2 成分の含有量を40.0%以下にすることで、可視光についての透過率の低下を抑えられ、耐失透性の低下を抑えられる。従って、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは36.0%、より好ましくは34.0%、さらに好ましくは32.0%を上限とする。

TiO_2 成分は、原料として TiO_2 等を用いることができる。

【0027】

本発明は、後述のようにF成分を多量に導入することにより、部分分散比(g, F)を上げることの特徴とするものである。しかし、Fの大量導入は、ガラスの粘性を低下させる作用があり、溶解時及び成形時の安定性を損なう場合がある。かかる組成において Nb_2O_5 及び TiO_2 含有量の和を所定の範囲に制限することにより、溶解時及び成形時の不安定化を抑制することができる。よって、 Nb_2O_5 及び TiO_2 含有量の和は、好ましくは60%、より好ましくは58%、最も好ましくは55%を上限とする。他方、高屈折率高分散特性を維持しつつ、前記不安定化の抑制効果を発揮させるためには、好ましくは20%、より好ましくは25%、さらに好ましくは28%、最も好ましくは30%を下限とする。

【0028】

Li_2O 成分は、0%超含有する場合に、ガラス原料の溶解温度及びガラス転移点を下げられる任意成分である。

他方で、 Li_2O 成分の含有量を30.0%以下にすることで、屈折率の低下やアッペ数の上昇を抑えられ、且つ耐失透性を高められる。従って、 Li_2O 成分の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは20.0%、さらに好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは7.0%を上限とする。

Li_2O 成分は、原料として Li_2CO_3 、 $LiPO_3$ 、 $LiNO_3$ 、 LiF 等を用いることができる。

【0029】

Na_2O 成分は、0%超含有する場合に、ガラス原料の溶解温度及びガラス転移点を下げられ、耐失透性を高められる任意成分である。

他方で、 Na_2O 成分の含有量を30.0%以下にすることで、屈折率の低下やアッペ数の上昇を抑えられる。従って、 Na_2O 成分の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは25.0%、さらに好ましくは20.0%を上限とする。

Na_2O 成分は、原料として Na_2CO_3 、 NaH_2PO_4 、 $NaNNO_3$ 、 NaF 、 Na_2SiF_6 等を用いることができる。

【0030】

K_2O 成分は、0%超含有する場合に、ガラス原料の溶解温度及びガラス転移点を下げ

10

20

30

40

50

られる成分であるとともに、上述の Na_2O 成分よりさらに耐失透性を高められる任意成分である。

他方で、 K_2O 成分の含有量を 30.0% 以下にすることで、屈折率の低下やアッペ数の上昇を抑えられる。従って、 K_2O 成分の含有量は、好ましくは 30.0%、より好ましくは 20.0%、さらに好ましくは 15.0% を上限とする。

K_2O 成分は、原料として K_2CO_3 、 KH_2PO_4 、 KNO_3 、 KF 、 KHF_2 、 K_2SiF_6 等を用いることができる。

【0031】

R_2O 成分 (R は Li、Na 及び K からなる群より選択される 1 種以上である) の合計含有量は、40.0% 以下が好ましい。これにより、ガラスの屈折率の低下やアッペ数の上昇を抑えられる。また、ガラスの耐失透性も高められる。従って、 R_2O 成分の合計含有量は、好ましくは 40.0%、より好ましくは 30.0%、さらに好ましくは 25.0% を上限とする。

他方で、この合計量は 0% 超にしてもよい。これにより、ガラス転移点 (T_g) を下げられ、且つ可視域の光についての透過率を高められる。従って、 R_2O 成分の含量は、好ましくは 0% 超、より好ましくは 0.5%、さらに好ましくは 1.0%、さらに好ましくは 5.0%、さらに好ましくは 10.0% を下限としてもよい。

【0032】

ZnO 成分は、0% 超含有する場合に、ガラスの耐失透性を高める任意成分である。また、 ZnO 成分を含有させることにより、ガラスの原料の溶融性を高められ、ガラス転移点を下げられ、ガラスの可視光についての透過率を高められ、比重を低減でき、且つ屈折率を高められる。また、 ZnO 成分は熱膨張係数を低くする成分であるため、精密プレス等の温度変化を伴う加工工程でのガラス割れを防ぐ効果がある。しかし、過剰に含有させると、所望の光学定数を実現することが難しくなり、かつ却って安定性を下げることとなる。

従って、 ZnO 成分は、好ましくは 40.0%、より好ましくは 35.0%、さらに好ましくは 28.0% を上限として含有させることができる。

ZnO 成分は、原料として ZnO 、 $\text{Zn}(\text{PO}_3)_2$ 、 ZnSO_4 、 ZnF_2 等を用いることができる。

【0033】

MO 成分 (M は Mg、Ca、Sr 及び Ba からなる群より選択される 1 種以上である) を含有させることで、ガラス転移点の上昇や、過剰な含有による耐失透性の低下を抑えられる。しかし、本発明の組成系においては、過剰に含有させると却って安定性の低下を招く恐れがある。従って、 MO 成分の含有量の和は、好ましくは 45.0%、より好ましくは 40.0%、さらに好ましくは 38.0% を上限とする。

【0034】

本発明は、後述のように F 成分を多量に導入することにより、部分分散比 (g, F) を上げることの特徴とするものである。しかし、F の大量導入は、ガラスの粘性を低下させる作用があり、溶解時及び成形時の安定性を損なう場合がある。かかる組成において ZnO 及び MO 含有量の和を所定の範囲に制限することにより、溶解時及び成形時の不安定化を抑制することができる。

従って、 ZnO 及び MO 含有量の和は、好ましくは 50%、より好ましくは 45%、最も好ましくは 40% を上限とする。他方、高屈折率高分散特性を維持しつつ、前記不安定化の抑制効果を発揮させるためには、好ましくは 1%、より好ましくは 3%、さらに好ましくは 5%、さらに好ましくは 10%、最も好ましくは 15% を下限とする。

【0035】

MgO 成分、 CaO 成分、 SrO 成分及び BaO 成分は、少なくともいずれかを 0% 超含有する場合に、ガラス原料の溶融性及び耐失透性を高められる任意成分である。特に MgO 成分は、ガラスの熱膨張係数を小さくできる成分である。

他方で、 MgO 成分の含有量を 30.0% 以下にすることで、耐失透性の低下及びガラ

10

20

30

40

50

ス転移点の上昇を抑えられる。従って、MgO成分の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは20.0%、さらに好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

また、CaO成分及びSrO成分の各々の含有量を30.0%以下にすることで、耐失透性の低下及びガラス転移点の上昇を抑えられ、且つガラスの熱的安定性も高められる。従って、CaO成分及びSrO成分の各々の含有量は、好ましくは30.0%、より好ましくは20.0%を上限とし、さらに好ましくは15.0%を上限とする。

MgO成分、CaO成分及びSrO成分は、原料としてMgO、MgCO₃、Mg(P₂O₇)₂、MgF₂、CaCO₃、Ca(P₂O₇)₂、CaF₂、SrCO₃、Sr(N₂O₇)₂、SrF₂等を用いることができる。

10

【0036】

BaO成分は45.0%以下にすることで、ガラス転移点及び比重の上昇を抑えられ、且つ、過剰な含有による耐失透性の低下を抑えられる。従って、BaO成分の含有量は、好ましくは45.0%、より好ましくは40.0%、さらに好ましくは38.0%を上限とする。

他方で、BaO成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは15.0%を下限としてもよい。

BaO成分は、原料としてBaCO₃、Ba(P₂O₇)₂、BaSO₄、Ba(NO₃)₂、BaF₂等を用いることができる。

【0037】

20

Bi₂O₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率とガラス原料の溶融性を高められる任意成分である。

他方で、Bi₂O₃成分の含有量を10.0%以下にすることで、耐失透性の低下を抑えられ、且つ可視光についての透過率の低下を抑えることができる。また、Bi₂O₃成分の還元によってポットが侵される問題を抑えられる。従って、Bi₂O₃成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは7.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

【0038】

WO₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率及び耐失透性を高められ、アッペ数を低くでき、且つガラス原料の溶融性を高められる任意成分である。

30

他方で、WO₃成分の含有量を10.0%以下にすることで、耐失透性を高め、且つ可視光についての透過率の低下を抑えられる。従って、WO₃成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは7.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

WO₃成分は、原料としてWO₃等を用いることができる。

【0039】

Y₂O₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率及び化学的耐久性を高められる任意成分である。

他方で、Y₂O₃成分の含有量を10.0%以下にすることで、耐失透性の低下や、ガラス転移点の上昇を抑えることができる。従って、Y₂O₃成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは7.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

40

Y₂O₃成分は、原料としてY₂O₃、YF₃等を用いることができる。

【0040】

La₂O₃成分、Gd₂O₃成分及びYb₂O₃成分は、少なくともいずれかを0%超含有する場合に、ガラスの屈折率及び化学的耐久性を高められる任意成分である。

他方で、La₂O₃成分、Gd₂O₃成分及びYb₂O₃成分の含有量を各々10.0%以下にすることで、ガラスのアッペ数の上昇を抑えられ、且つ耐失透性の低下を抑えられる。従って、La₂O₃成分、Gd₂O₃成分及びYb₂O₃成分の各々の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

La₂O₃成分、Gd₂O₃成分及びYb₂O₃成分は、原料としてLa₂O₃、La

50

$(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ (Xは任意の整数)、 Gd_2O_3 、 GdF_3 、 Yb_2O_3 等を用いることができる。

【0041】

SiO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの可視光についての透過率を高めて着色を低減できるとともに、安定なガラス形成を促すことでガラスの耐失透性を高められる任意成分である。

他方で、 SiO_2 成分の含有量を10.0%以下にすることで、 SiO_2 成分による耐失透性の低下が抑えられるため、安定性の高いガラスを得易くすることができる。従って、 SiO_2 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

SiO_2 成分は、原料として SiO_2 、 K_2SiF_6 、 Na_2SiF_6 等を用いることができる。

【0042】

B_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラス原料の溶融性を高め、安定なガラスの形成を促すことで耐失透性を高められる成分であり、ガラス中の任意成分である。

他方で、 B_2O_3 成分の含有量を15.0%以下にすることで、耐失透性の低下を抑えられ、且つ可視光についての透過率が高められる。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは10.0%、さらに好ましくは7.0%を上限とする。

B_2O_3 成分は、原料として 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 等を用いることができる。

【0043】

GeO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率及び耐失透性を高められる任意成分である。

他方で、 GeO_2 成分の含有量を10%以下にすることで、ガラスの材料コストを低減できる。従って、 GeO_2 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

GeO_2 成分は、原料として GeO_2 等を用いることができる。

【0044】

Al_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの溶融性、耐失透性及び化学的耐久性を高められ、ガラス溶融時の粘度を高められる任意成分である。

特に、 Al_2O_3 成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラス原料の溶融性を高められ、耐失透性を高められる。従って、 Al_2O_3 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

Al_2O_3 成分は、原料として Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 AlF_3 等を用いることができる。

【0045】

TeO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラス原料の溶解性を高められ、ガラスの屈折率を高められ、アッペ数を低くできる任意成分である。

他方で、 TeO_2 成分の含有量を15.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高められ、且つ、 TeO_2 成分の還元によってポットが侵される問題を抑えられる。従って、 TeO_2 成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは13.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

TeO_2 成分は、原料として TeO_2 等を用いることができる。

【0046】

ZrO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率及び耐失透性を高められ、且つ、可視光についての透過率が高められる任意成分である。

他方で、 ZrO_2 成分の含有量を10.0%以下にすることで、屈折率の低下を抑えられる。従って、 ZrO_2 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

10

20

30

40

50

ZrO₂成分は、原料としてZrO₂、ZrF₄等を用いることができる。

【0047】

Ta₂O₅成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められる任意成分である。

他方で、Ta₂O₅成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高められる。従って、Ta₂O₅成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

Ta₂O₅成分は、原料としてTa₂O₅等を用いることができる。

【0048】

Ga₂O₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められる任意成分である。

他方で、Ga₂O₃成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの耐失透性を高めつつ、ガラスの摩耗度を大きくして研磨加工し易くできる。従って、Ga₂O₃成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

Ga₂O₃成分は、原料としてGa₂O₃、GaF₃等を用いることができる。

【0049】

SnO₂成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスの酸化を低減することで熔融ガラスを清澄でき、且つガラスの可視光についての透過率を悪化し難くできる任意成分である。

他方で、SnO₂成分の含有量を10.0%以下にすることで、熔融ガラスの還元によるガラスの着色や、ガラスの失透を抑えられる。また、SnO₂成分と溶解設備（特にPt等の貴金属）との合金化が低減されるため、溶解設備の長寿命化を図ることができる。従って、SnO₂成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%を上限とする。

SnO₂成分は、原料としてSnO、SnO₂、SnF₂、SnF₄等を用いることができる。

【0050】

Sb₂O₃成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスに対して脱泡効果を奏し、且つ、可視光についてのガラスの透過率を高められる任意成分である。

他方で、Sb₂O₃成分の含有量を3.0%以下にすることで、ガラス熔融時における過度の発泡が生じ難くなり、且つ、Sb₂O₃成分と溶解設備（特にPt等の貴金属）の合金化を抑えられる。また、金型に付着していた不純物の主成分となっていたSb₂O₃成分の含有量を低減することで、金型に付着する不純物が低減されるため、ガラス成形体の表面に形成される凹凸及び曇りを低減できる。従って、Sb₂O₃成分の含有量は、好ましくは3.0%、より好ましくは1.0%、さらに好ましくは0.5%を上限とする。

Sb₂O₃成分は、原料としてSb₂O₃、Sb₂O₅、Na₂H₂Sb₂O₇・5H₂O等を用いることができる。

【0051】

F成分は、ガラスの安定性を高め、熔融ガラスに対して脱泡効果を奏し、特に部分分散比（g, F）を上げる効果が大きい成分である。他の成分と調整することにより、溶解時及び成形時の安定性を損なうことなく異常分散性の高いガラスを安定的に製造することができる。

したがって、酸化物基準のガラス全物質量に対するモル%で表示した場合、外割で好ましくは1%、より好ましくは10%、さらに好ましくは15%、さらに好ましくは17%を下限とし、好ましくは90%、より好ましくは80%、さらに好ましくは75%を上限として含有できる。

ここで「外割」とは、F成分につき、ガラスを構成するカチオン成分全てが電荷の釣り合うだけの酸素と結合した酸化物でできていると仮定し、それら酸化物でできたガラス全体の物質量を100%としたときの、F成分の物質量を、モル%で表したものである。

10

20

30

40

50

【0052】

なお、ガラスを清澄し脱泡する成分は、上記の Sb_2O_3 成分及びF成分以外に、S成分も効果的であるので、1mol%まで添加できる。また、上述の脱泡剤に限定されるものではなく、ガラス製造の分野における公知の清澄剤、脱泡剤或いはそれらの組み合わせを用いることができる。

【0053】

<含有すべきでない成分について>

次に、本発明の光学ガラスに含有すべきでない成分、及び含有することが好ましくない成分について説明する。

【0054】

上述されていない他の成分を、本願発明のガラスの特性を損なわない範囲で必要に応じ、添加することができる。ただし、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag及びMo等の各遷移金属成分は、それぞれを単独又は複合して少量含有した場合でもガラスが着色し、可視域の特定の波長に吸収を生じることで、本願発明の可視光透過率を高める効果を減殺する性質があるため、特に可視領域の波長を透過させる光学ガラスでは、実質的に含まないことが好ましい。

【0055】

また、PbO等の鉛化合物及び As_2O_3 等の砒素化合物は、環境負荷が高い成分であるため、実質的に含有しないこと、すなわち、不可避な混入を除いて一切含有しないことが望ましい。

【0056】

さらに、Th、Cd、Tl、Os、Be、及びSeの各成分は、近年有害な化学物資として使用を控える傾向にあり、使用した場合には、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になる。従って、環境上の影響を重視する場合には、これらを実質的に含有しないことが好ましい。

【0057】

[製造方法]

本発明の光学ガラスは、例えば以下のように作製される。すなわち、上記原料を各成分が所定の含有量の範囲内になるように均一に混合し、作製した混合物を石英坩堝又はアルミナ坩堝に投入して粗熔融した後、白金坩堝、白金合金坩堝又はイリジウム坩堝に入れて1000~1400の温度範囲で2~10時間熔融し、攪拌均質化して泡切れ等を行った後、1300以下の温度に下げた後から仕上げ攪拌を行って脈理を除去し、金型に鑄込んで徐冷することにより作製される。そして、作製されたガラスについて、組成に応じて500~750の範囲で1~100時間アニールすることで、後述するような優れた物性を有するガラスを得ることができる。

【0058】

[物性]

本発明の光学ガラスは、高い屈折率を有しながらも、より高い分散(低いアッペ数)を有する。

本発明の光学ガラスの屈折率(n_d)は、好ましくは1.70、より好ましくは1.75、さらに好ましくは1.78を下限とする。屈折率(n_d)の上限は、好ましくは2.20、より好ましくは2.00、さらに好ましくは1.98であってもよい。このような高い屈折率を有することで、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、本発明の光学ガラスのアッペ数(ν_d)は、好ましくは35、より好ましくは30、さらに好ましくは28を上限とする。アッペ数(ν_d)の下限は、好ましくは10、より好ましくは15、さらに好ましくは17であってもよい。このような低いアッペ数を有することで、例えば高いアッペ数を有する光学素子と組み合わせた場合に、高い結像特性等を図ることができる。

従って、このような高屈折率高分散の光学ガラスを、例えば光学素子の用途に用いるこ

10

20

30

40

50

とで、高い結像特性等を図りながらも、光学設計の自由度を広げることができる。

【0059】

本発明の光学ガラスは、可視光についての透過率、特に可視光のうち短波長側の光についての透過率が高く、それにより着色が少ないことが好ましい。特に、本発明の光学ガラスでは、厚み10mmのサンプルで分光透過率70%を示す最も短い波長(λ_0)は、好ましくは445nm、より好ましくは440nm、さらに好ましくは438nmを上限とする。これにより、ガラスの吸収端が紫外領域やその近傍に位置するようになり、可視域の特に短波長側の光についてのガラスの透明性がより高められることで、ガラスの黄色や橙色への着色が低減されるため、この光学ガラスをレンズ等の可視光を透過させる光学素子の材料に好ましく用いることができる。

10

【0060】

本発明の光学ガラスは、レンズ等における光学設計上のニーズから、高屈折高分散特性を維持しつつ、部分分散比(g, F)が高いガラスが求められる。

ここで部分分散比(g, F)は、下式(1)により示される。

$$g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_C) \cdots \cdots (1)$$

通常、光学ガラスには、短波長域の部分分散性を表す部分分散比(g, F)とアッペ数(d)との間に、およそ直線的な関係がある。この関係を表す直線は、部分分散比(g, F)を縦軸に、アッペ数(d)を横軸に採用した直交座標上で、NSL7とPBM2の部分分散比及びアッペ数をプロットした2点を結ぶ直線で表され、ノーマルラインと呼ばれている(図1参照)。

ノーマルラインの基準となるノーマルガラスは光学ガラスメーカー毎によっても異なるが、各社ともほぼ同等の傾きと切片で定義している。(NSL7とPBM2は株式会社オハラ社製の光学ガラスであり、PBM2のアッペ数(d)は36.3、部分分散比(g, F)は0.5828、NSL7のアッペ数(d)は60.5、部分分散比(g, F)は0.5436である。)

20

【0061】

本発明の光学ガラスは、本発明で求められるアッペ数が35以下の領域において、部分分散比がノーマルラインよりも高く、また、従来公知のガラスよりもアッペ数に相対して高い値であることが好ましい。すなわち、部分分散比(g, F)がアッペ数(d)との間で、 $d \leq 35$ の範囲において $-0.0046 \times d + 0.7250 \leq g, F \leq -0.0046 \times d + 0.7600$ 、より好ましくは $-0.0046 \times d + 0.7300 \leq g, F \leq -0.0046 \times d + 0.7550$ 、最も好ましくは $-0.0046 \times d + 0.7340 \leq g, F \leq -0.0046 \times d + 0.7500$ の関係を満たす。

30

従来公知のガラスの部分分散比(g, F)とアッペ数(d)を、部分分散比を縦軸、アッペ数を横軸にした直交座標にプロットした場合、特にアッペ数が35以下の領域では、プロットを繋いだ線の傾きが急になる傾向がある。そのため、本発明の光学ガラスが従来公知のガラスよりもアッペ数に相対して高い値であることを表すため、上述のノーマルラインよりも傾きの急な直線を用いて、部分分散比(g, F)とアッペ数(d)の関係を表している。

【0062】

また、本発明の光学ガラスの部分分散比(g, F)は、好ましくは0.600、より好ましくは0.610、さらに好ましくは0.620を下限としてもよい。他方で、本発明の光学ガラスの部分分散比(g, F)は、好ましくは0.670、より好ましくは0.660、さらに好ましくは0.655を上限としてもよい。

40

このように、本発明の光学ガラスでは高い部分分散比(g, F)を有するため、ガラスの高屈折率及び低分散化を図りながらも、この光学ガラスから形成される光学素子を、色収差の補正に好ましく用いることができる。

【0063】

本発明の光学ガラスは、ガラス作製時における耐失透性(明細書中では、単に「耐失透性」という場合がある。)が高いことが好ましい。これにより、ガラス作製時におけるガラスの結晶化等による透過率の低下が抑えられるため、この光学ガラスをレンズ等の可視

50

光を透過させる光学素子に好ましく用いることができる。なお、ガラス作製時における耐失透性が高いことを示す尺度としては、例えば液相温度が低いことが挙げられる。

【0064】

[プリフォーム及び光学素子]

作製された光学ガラスから、例えばリヒートプレス成形や精密プレス成形等のモールドプレス成形の手段を用いて、ガラス成形体を作製することができる。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、研磨加工を行って作製したプリフォームや、公知の浮上成形等により成形されたプリフォームに対して精密プレス成形を行ってガラス成形体を作製したりすることができる。なお、ガラス成形体を作製する手段は、これらの手段に限定されない。

10

【0065】

このようにして作製されるガラス成形体は、様々な光学素子及び光学設計に有用である。特に、本発明の光学ガラスから、精密プレス成形等の手段を用いて、レンズやプリズム、ミラー等の光学素子を作製することが好ましい。これにより、カメラやプロジェクタ等のような光学素子に可視光を透過させる光学機器に用いたときに、高精細で高精度な結像特性等を実現しつつ、これら光学機器における光学系の小型化を図ることができる。

【実施例】

【0066】

本発明の実施例(No. 1~No. 62)及び比較例(No. A)のガラスの組成、屈折率(n_d)、アッペ数(ν_d)、分光透過率が70%を示す波長(λ_{70})、並びに、部分分散比(g, F)を表1~表7に示す。このうち、比較例(No. A)のガラスは、特開2005-206433号公報に記載の実施例1のガラスである。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

【0067】

これら実施例及び比較例のガラスは、いずれも各成分の原料として各々相当する酸化物、水酸化物、炭酸塩、硝酸塩、弗化物、水酸化物、メタ燐酸化合物等の通常の光学ガラスに使用される高純度原料を選定し、表に示した各実施例及び比較例の組成の割合になるように秤量して均一に混合した後、作製した混合物を石英坩堝に投入してガラス組成の熔融難易度に応じて電気炉で1200~1300の温度範囲で粗熔融した後、白金坩堝に入れて1200~1300の温度範囲で2~10時間熔融し、攪拌均質化して泡切れ等を行った後、1250以下に温度を下げて攪拌均質化してから金型に鑄込み、徐冷してガラスを作製した。そして、得られたガラスについて、組成に応じて550~680の範囲で2~60時間アニールを行った。

30

【0068】

ここで、実施例のガラスの屈折率、アッペ数及び部分分散比(g, F)は、日本光学硝子工業会規格JOGIS01-2003に基づいて測定した。そして、測定により得られたアッペ数(ν_d)及び部分分散比(g, F)の値から、関係式(g, F) = $a \times \nu_d + b$ における、傾き a が-0.0046のときの切片 b を求めた。

【0069】

また、実施例のガラスの可視光透過率は、日本光学硝子工業会規格JOGIS02に準じて測定した。なお、本発明においては、ガラスの可視光透過率を測定することで、ガラスの着色の有無と程度を求めた。具体的には、厚さ 10 ± 0.1 mmの対面平行研磨品をJISZ8722に準じ、200~800nmの分光透過率を測定し、 λ_{70} (透過率70%時の波長)を求めた。

40

【0070】

【表 1】

	実施例									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P ₂ O ₅	25.8	25.8	26.5	26.5	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	5.2	5.2	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
TiO ₂	12.4	12.4	12.2	12.2	12.4	12.4	12.4	12.4	9.3	12.4
Nb ₂ O ₅	20.6	20.6	20.4	20.4	20.6	20.6	20.6	20.6	23.7	20.6
ZnO	0.0	5.2	20.4	25.5	25.8	10.3	25.8	25.8	0.0	0.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	25.8	20.6	5.1	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	23.7	20.6
Li ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5
K ₂ O	10.3	10.3	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	12.4	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
F	51.5	41.2	10.2	10.2	20.6	30.9	30.9	41.2	47.4	41.2
R ₂ O	10.3	10.3	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	12.4	15.5
MO	25.8	20.6	5.1	0.0	0.0	15.5	0.0	0.0	23.7	20.6
Ti+Nb	33.0	33.0	32.7	32.7	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
Zn+MO	25.8	25.8	25.5	25.5	25.8	25.8	25.8	25.8	23.7	20.6
nd	1.8310	1.8337	1.8353	1.8400	1.8457	1.8384	1.8484	1.8499	1.8299	1.8340
νd	24.5	24.0	22.8	22.3	22.0	23.5	21.7	21.5	24.4	24.1
$\theta_{g,F}$	0.6271	0.6267	0.6298	0.6310	0.6345	0.6300	0.6329	0.6351	0.6283	0.6303
切片 b (a=-0.0046)	0.7398	0.7371	0.7347	0.7336	0.7357	0.7381	0.7327	0.7340	0.7405	0.7412
λ_{70} [nm]	412	414	415	413	412	409	412	410	415	411

10

20

30

【 0 0 7 1 】

【表 2】

	実施例									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P ₂ O ₅	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
TiO ₂	7.2	17.5	7.2	17.5	10.3	12.4	7.2	2.1	22.7	10.3
Nb ₂ O ₅	25.8	15.5	25.8	15.5	22.7	20.6	25.8	30.9	10.3	22.7
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	25.8	25.8	20.6	20.6	25.8	20.6	36.1	25.8	25.8	36.1
Li ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K ₂ O	10.3	10.3	0.0	0.0	10.3	10.3	0.0	10.3	10.3	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
F	51.5	51.5	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	51.5	51.5	51.5
R ₂ O	10.3	10.3	15.5	15.5	10.3	15.5	0.0	10.3	10.3	0.0
MO	25.8	25.8	20.6	20.6	25.8	20.6	36.1	25.8	25.8	36.1
Ti+Nb	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
Zn+MO	25.8	25.8	20.6	20.6	25.8	20.6	36.1	25.8	25.8	36.1
nd	1.8450	1.8122	1.8493	1.8159	1.8373	1.8488	1.8901	1.8567	1.7913	1.8801
νd	24.2	25.0	23.7	24.4	24.4	23.4	23.9	23.9	25.6	24.2
$\theta_{g,F}$	0.6292	0.6265	0.6252	0.6275	0.6254	0.6324	0.6249	0.6253	0.6262	0.6268
切片 b (a=-0.0046)	0.7405	0.7415	0.7342	0.7397	0.7376	0.7400	0.7348	0.7352	0.7440	0.7381
λ_{70} [nm]	403	406	403	424	407	411	421	414	412	412

10

20

30

【 0 0 7 2 】

【表 3】

	実施例									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P ₂ O ₅	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
TiO ₂	10.3	0.0	7.2	10.3	10.3	7.2	10.3	17.5	10.3	15.5
Nb ₂ O ₅	22.7	30.9	30.9	22.7	22.7	25.8	22.7	15.5	22.7	22.7
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	15.5	10.3
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	30.9	27.8	20.6	36.1	36.1	36.1	25.8	36.1	20.6	20.6
Li ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K ₂ O	5.2	10.3	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
F	61.9	41.2	41.2	30.9	72.2	61.9	72.2	72.2	41.2	41.2
R ₂ O	5.2	10.3	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MO	30.9	27.8	20.6	36.1	36.1	36.1	25.8	36.1	20.6	20.6
Ti+Nb	33.0	30.9	38.1	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	38.1
Zn+MO	30.9	27.8	20.6	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	30.9
nd	1.8584	1.8479	1.8882	1.8774	1.8858	1.8909	1.8993	1.8597	1.8983	1.9212
ν d	24.2	24.7	21.8	24.3	23.9	23.9	22.6	24.8	22.5	21.2
θ _{g,F}	0.6261	0.6211	0.6333	0.6268	0.6276	0.6277	0.6328	0.6301	0.6336	0.6389
切片 b (a=-0.0046)	0.7374	0.7347	0.7336	0.7386	0.7375	0.7376	0.7368	0.7442	0.7371	0.7364
λ ₇₀ [nm]	414	398	419	408	415	412	411	411	412	416

10

20

30

【 0 0 7 3 】

【表 4】

	実施例									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
P ₂ O ₅	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.3	25.8
SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
B ₂ O ₃	5.2	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.0	5.0	5.2
TiO ₂	10.3	20.6	25.8	0.0	20.6	20.6	30.9	20.6	20.6	25.8
Nb ₂ O ₅	27.8	22.7	17.5	33.0	17.5	17.5	17.5	22.7	22.7	17.5
ZnO	10.3	10.3	10.3	0.0	20.6	10.3	10.3	10.3	15.5	15.5
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	20.6	15.5	15.5	36.1	10.3	20.6	10.3	10.3	10.3	10.3
Li ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
F	41.2	30.9	30.9	72.2	20.6	41.2	20.6	20.6	20.6	20.6
R ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0
MO	20.6	15.5	15.5	36.1	10.3	20.6	10.3	10.3	10.3	10.3
Ti+Nb	38.1	43.3	43.3	33.0	38.1	38.1	48.5	43.3	43.3	43.3
Zn+MO	30.9	25.8	25.8	36.1	30.9	30.9	20.6	20.6	25.8	25.8
nd	1.9366	1.9436	1.9297	1.9143	1.9037	1.9046	1.9460	1.9439	1.9395	1.9245
νd	20.9	19.9	20.2	23.2	21.2	21.6	19.2	19.6	19.9	20.2
$\theta_{g,F}$	0.6392	0.6442	0.6468	0.6272	0.6394	0.6393	0.6503	0.6458	0.6442	0.6447
切片 b (a=-0.0046)	0.7353	0.7357	0.7397	0.7339	0.7369	0.7387	0.7386	0.7360	0.7357	0.7376
λ_{70} [nm]	432	420	433	423	423	421	432	430	433	429

10

20

30

【 0 0 7 4 】

【表 5】

	実施例									
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
P ₂ O ₅	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	24.0	25.8	25.8	25.8
SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	5.2	5.2	5.0	5.0	5.2	5.20	4.0	5.2	5.0	5.0
TiO ₂	15.5	15.5	25.8	20.6	17.5	27.8	28.0	12.4	25.8	20.6
Nb ₂ O ₅	22.7	25.8	22.7	25.8	25.8	20.6	25.0	25.8	20.6	22.7
ZnO	15.5	12.4	10.3	10.3	10.3	10.3	10.0	12.4	12.4	10.3
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	15.5	10.3	10.3	7.2	15.5	10.3	3.0	12.4	10.3	15.5
Li ₂ O	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K ₂ O	0.0	3.1	0.0	5.2	0.0	0.0	5.0	6.2	0.0	0.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
F	30.9	20.6	20.6	14.4	30.9	20.6	6.0	24.7	20.6	20.6
R ₂ O	0.0	5.2	0.0	5.2	0.0	0.0	5.0	6.2	0.0	0.0
MO	15.5	10.3	10.3	7.2	15.5	10.3	3.0	12.4	10.3	15.5
Ti+Nb	38.1	41.2	48.5	46.4	43.3	48.5	53.0	38.1	46.4	43.3
Zn+MO	30.9	22.7	20.6	17.5	25.8	20.6	13.0	24.7	22.7	25.8
nd	1.9238	1.9359	1.9622	1.9388	1.9528	1.9578	1.9677	1.9015	1.9633	1.9411
νd	21.0	19.9	18.9	19.2	19.8	19.0	18.2	21.0	19.1	20.0
$\theta_{g,F}$	0.6403	0.6431	0.6514	0.6476	0.6447	0.6507	0.6526	0.6386	0.6470	0.6457
切片 b (a=-0.0046)	0.7369	0.7346	0.7383	0.7359	0.7358	0.7381	0.7363	0.7352	0.7349	0.7377
λ_{70} [nm]	428	434	435	427	431	432	435	421	434	435

10

20

30

【 0 0 7 5 】

【表 6】

	実施例									
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
P ₂ O ₅	28.0	28.0	30.0	30.0	27.0	27.0	27.0	24.0	25.0	23.7
SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	3.7
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.5	5.8
TiO ₂	12.0	15.0	15.0	15.0	15.0	12.0	20.0	25.0	12.0	12.4
Nb ₂ O ₅	28.0	28.0	30.0	30.0	30.0	28.0	25.0	25.0	20.0	21.0
ZnO	8.0	5.0	7.0	12.0	5.0	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	17.0	17.0	8.0	3.0	10.0	20.0	10.0	10.0	26.0	14.0
Li ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	12.0	15.0	15.0
K ₂ O	7.0	7.0	10.0	10.0	10.0	5.0	0.0	0.0	0.0	1.2
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
F	24.0	24.0	16.0	6.0	20.0	30.0	20.0	20.0	52.0	28.0
R ₂ O	7.0	7.0	10.0	10.0	10.0	5.0	10.0	12.0	15.0	19.4
MO	17.0	17.0	8.0	3.0	10.0	20.0	10.0	10.0	26.0	14.0
Ti+Nb	40.0	43.0	45.0	45.0	45.0	40.0	45.0	50.0	32.0	33.4
Zn+MO	25.0	22.0	15.0	15.0	15.0	25.0	15.0	10.0	26.0	14.0
nd	1.9020	1.9151	1.9136	1.9169	1.9231	1.9130	1.9268	1.9521	1.8245	1.8498
νd	21.0	20.4	19.6	19.3	19.6	21.0	19.5	18.7	24.9	22.8
$\theta_{g,F}$	0.6390	0.6429	0.6451	0.6457	0.6452	0.6378	0.6469	0.6509	0.6328	0.6360
切片 b (a=-0.0046)	0.7356	0.7367	0.7353	0.7345	0.7354	0.7344	0.7365	0.7368	0.7474	0.7409
λ_{70} [nm]	418	417	425	423	430	426	425	436	405	405

10

20

30

【 0 0 7 6 】

【表 7】

	実施例		比較例
	61	62	A
P ₂ O ₅	25.0	23.5	19.5
SiO ₂	0.5	4.5	0.0
B ₂ O ₃	1.5	7.0	5.1
TiO ₂	12.0	12.5	28.4
Nb ₂ O ₅	20.0	21.0	20.0
ZnO	0.0	0.0	0.0
CaO	11.0	0.0	0.0
BaO	10.0	0.0	19.0
Li ₂ O	5.0	4.5	0.0
Na ₂ O	15.0	15.5	4.6
K ₂ O	0.0	11.5	3.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.4
合計	100.0	100.0	100.0
F	42.0	28.0	0.0
R ₂ O	20.0	31.5	7.6
MO	21.0	0.0	19.0
Ti+Nb	32.0	33.5	48.4
Zn+MO	21.0	0.0	19.0
nd	1.8516	1.8171	1.9516
νd	23.1	22.3	19.5
$\theta_{g,F}$	0.6350	0.6312	
切片 b (a=-0.0046)	0.7411	0.7339	
λ_{70} [nm]	405	406	468

10

20

【0077】

30

表 1 ~ 表 7 に表されるように、いずれも λ_{70} (透過率 70% 時の波長) が 445 nm 以下、より詳細には 436 nm 以下であり、所望の範囲内であった。

他方で、比較例のガラスは λ_{70} が 468 nm であった。

そのため、本発明の実施例の光学ガラスは、比較例のガラスに比べて、可視光について高い透過率を有していることが明らかになった。

【0078】

本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも屈折率 (n_d) が 1.70 以上、より詳細には 1.79 以上であるため、所望の高い屈折率を有している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、いずれもアッペ数 (ν_d) が 30 以下、より詳細には 26 以下であるため、所望の低いアッペ数 (ν_d) を有していることが明らかになった。

40

【0079】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比 ($\theta_{g,F}$) が 0.600 以上、より具体的には 0.620 以上であり、高い値を有していた。

また、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比 ($\theta_{g,F}$) がアッペ数 (ν_d) との間で ($\theta_{g,F}$) ($-0.0046 \times \nu_d + 0.7250$) の関係を満たし、より具体的には ($\theta_{g,F}$) ($-0.0046 \times \nu_d + 0.7320$) の関係を満たしていた。

これらのことから、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比 ($\theta_{g,F}$) が大きく、この光学ガラスによって得られる光学素子は色収差の補正に有用であることが明らかに

50

なった。

【 0 0 8 0 】

加えて、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも失透していない安定なガラスであった。

【 0 0 8 1 】

従って、本発明の実施例の光学ガラスは、高い屈折率 (n d) を有しながらも、より低いアッペ数 (v d) を有しており、耐失透性が高く、可視光に対する高い透過率を有しており、且つ、部分分散比 (g , F) が大きく色収差の補正に好ましく用いられることが明らかになった。

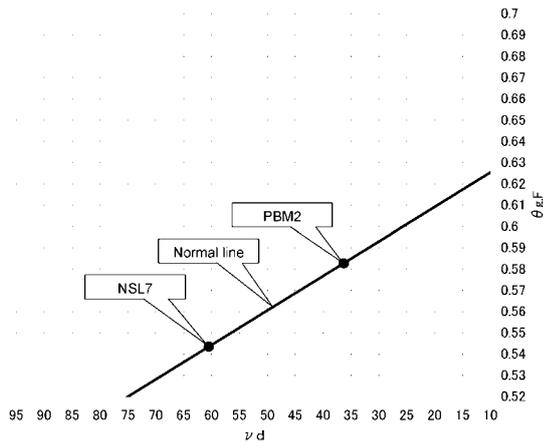
【 0 0 8 2 】

さらに、本発明の実施例の光学ガラスを用いてレンズプリフォームを形成し、このレンズプリフォームに対してモールドプレス成形したところ、安定に様々なレンズ形状に加工することができた。

【 0 0 8 3 】

以上、本発明を例示の目的で詳細に説明したが、本実施例はあくまで例示の目的のみであって、本発明の思想及び範囲を逸脱することなく多くの改変を当業者により成し得ることが理解されよう。

【 図 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
C 0 3 C	3/066	(2006.01)	C 0 3 C	3/066		
C 0 3 C	3/062	(2006.01)	C 0 3 C	3/062		

Fターム(参考) 4G062 AA04 BB07 CC10 DA01 DA02 DA03 DB01 DB02 DB03 DC01
 DC02 DC03 DC04 DD04 DD05 DE01 DE02 DE03 DE04 DE05
 DF01 EA01 EA02 EA03 EA04 EA10 EB01 EB02 EB03 EB04
 EC01 EC02 EC03 EC04 ED01 ED02 ED03 ED04 EE01 EE02
 EE03 EE04 EF01 EF02 EF03 EF04 EG01 EG02 EG03 EG04
 EG05 FA01 FB01 FB02 FB03 FB04 FB05 FC01 FC02 FC03
 FD01 FD02 FD03 FE01 FE02 FE03 FF01 FG01 FG02 FG03
 FG04 FG05 FH01 FH02 FH03 FJ01 FJ02 FJ03 FK01 FK02
 FK03 FL01 GA01 GA02 GA03 GB01 GC01 GD01 GD02 GD03
 GD04 GE03 GE04 GE05 GE06 GE07 HH01 HH03 HH05 HH07
 HH08 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ05
 JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05 KK07 KK10 MM02 NN02 NN03