

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7133901号

(P7133901)

(45)発行日 令和4年9月9日(2022.9.9)

(24)登録日 令和4年9月1日(2022.9.1)

(51)国際特許分類

F I

C 0 3 C	3/097(2006.01)	C 0 3 C	3/097
C 0 3 C	3/062(2006.01)	C 0 3 C	3/062
C 0 3 C	3/064(2006.01)	C 0 3 C	3/064
C 0 3 C	3/066(2006.01)	C 0 3 C	3/066
C 0 3 C	3/068(2006.01)	C 0 3 C	3/068

請求項の数 7 (全25頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2016-242559(P2016-242559)
 (22)出願日 平成28年12月14日(2016.12.14)
 (65)公開番号 特開2017-154963(P2017-154963
 A)
 (43)公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)
 審査請求日 令和1年8月7日(2019.8.7)
 (31)優先権主張番号 特願2016-37048(P2016-37048)
 (32)優先日 平成28年2月29日(2016.2.29)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73)特許権者 000128784
 株式会社オハラ
 神奈川県相模原市中央区小山 1 丁目 1 5
 番 3 0 号
 (74)代理人 100137589
 弁理士 右田 俊介
 (74)代理人 100160864
 弁理士 高橋 政治
 (74)代理人 100158698
 弁理士 水野 基樹
 (72)発明者 荻野 道子
 神奈川県相模原市中央区小山 1 - 1 5 -
 3 0 株式会社オハラ内
 審査官 大塚 晴彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学ガラス、プリフォーム及び光学素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化物換算組成の質量%で、

S i O₂成分を20.0～48.0%、B₂O₃成分を0～9.26%、N b₂O₅成分を32.45～50.0%、K₂O成分を0.1超～15.0%、L i₂O成分を0～8.0%未満、Z r O₂成分を1.0%超10.0%以下

C a O成分を0～3%、

T a₂O₅成分を1.0%未満、W O₃成分を5.0%未満、

含有し、

R n₂O成分(式中、R nはL i、N a、Kからなる群より選択される1種以上)の質量和が12.0%以上20.0%以下、L n₂O₃成分(式中、L nはY、L a、G d、Y bからなる群より選択される1種以上)の質量和が5.0%未満であり、1.60以上1.78以下の屈折率(n_d)と28以上47以下のアッペ数(d)を有し、

部分分散比(g, F)がアッペ数(d)との間で、(-0.00256×d+0

10

20

$(.637)(g, F)(-0.00256 \times d + 0.684)$ の関係を満たし、
表面法耐候性が級 1 又は 2 である光学ガラス。

【請求項 2】

酸化物換算組成の質量%で、

TiO₂ 成分 0 ~ 10.0 %

Na₂O 成分 0 ~ 15.0 %

であり、

である請求項 1 に記載の光学ガラス。

【請求項 3】

酸化物換算組成の質量%で、

MgO 成分 0 ~ 10.0 %

SrO 成分 0 ~ 10.0 %

BaO 成分 0 ~ 10.0 %

ZnO 成分 0 ~ 25.0 %

La₂O₃ 成分 0 ~ 3.0 %

Gd₂O₃ 成分 0 ~ 3.0 %

Y₂O₃ 成分 0 ~ 3.0 %

Yb₂O₃ 成分 0 ~ 3.0 %

P₂O₅ 成分 0 ~ 10.0 %

GeO₂ 成分 0 ~ 10.0 %

Al₂O₃ 成分 0 ~ 10.0 %

Ga₂O₃ 成分 0 ~ 10.0 %

Bi₂O₃ 成分 0 ~ 10.0 %

TeO₂ 成分 0 ~ 5.0 %

SnO₂ 成分 0 ~ 5.0 %

Sb₂O₃ 成分 0 ~ 1.0 %

である請求項 1 又は 2 に記載の光学ガラス。

【請求項 4】

SiO₂ 成分及び Nb₂O₅ 成分の含有量の和が 50.0 % 超である請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 5】

RO 成分 (式中、R は Mg、Ca、Sr、Ba からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 30.0 % 以下である請求項 1 から 4 のいずれかに記載の光学ガラス。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに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 7】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光学ガラスからなる光学素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラス、プリフォーム及び光学素子に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラやビデオカメラ等の光学系は、その大小はあるが、収差と呼ばれるにじみを含んでいる。この収差は単色収差と色収差に分類されるが、特に色収差は、光学系に使用されるレンズの材料特性に強く依存している。

【0003】

一般に色収差は、低分散の凸レンズと高分散の凹レンズとを組み合わせで補正されるが、この組み合わせでは赤色領域と緑色領域の収差の補正しかできず、青色領域の収差が残

10

20

30

40

50

る。この除去しきれない青色領域の収差を二次スペクトルと呼ぶ。二次スペクトルを補正するには、青色領域の g 線 (435.835 nm) の動向を加味した光学設計を行う必要がある。このとき、光学設計で着目される光学特性の指標として、部分分散比 (g, F) が用いられている。上述の低分散のレンズと高分散のレンズとを組み合わせた光学系では、低分散側のレンズに部分分散比 (g, F) の大きい光学材料を用い、高分散側のレンズに部分分散比 (g, F) の小さい光学材料を用いることで、二次スペクトルが良好に補正される。

【0004】

部分分散比 (g, F) は、下式 (1) により示される。

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

10

【0005】

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

【0006】

近年、光学設計におけるニーズにより、部分分散比 (g, F) の小さい光学材料として30以上47以下のアッペ数 (d) を有するガラスが用いられることが多い。ここで30以上47以下のアッペ数 (d) を有する従来のガラスとしては、例えば特許文献1、2に示されるような光学ガラスが知られている。

【0007】

一方で、部分分散比 (g, F) の小さい光学材料において、優れた光学的性質を得るために含有される成分 (Nb_2O_5 成分、 B_2O_3 成分、 Li_2O 成分) により、化学的耐久性が悪化する傾向がある。それらの光学ガラスでは、加工過程や保存の間に研磨液や大気中の水蒸気、炭酸ガス等によってガラス表面にクモリや干渉膜が生じることがあり、これらの現象は一般的に“白ヤケ”“青ヤケ”と呼ばれ、レンズとしての使用される場合に重大な欠陥として問題になる。

30

さらに、近年使用される車載用レンズや交換レンズ等、様々な環境下で使用されることが多いため、ヤケの生じない光学ガラスが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】特開2002-029777号公報

特開2003-054983号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、特許文献1で開示されたガラスは、部分分散比が小さくなく、前記二次スペクトルを補正するレンズとして使用するには十分でなく、透過率が悪化するため、十分な光学特性を得ているものとはいえない。また、特許文献2で開示されたガラスは、ガラス転移点 (T_g) が低いものの、ガラスの安定性が悪く、化学的耐久性、特に表面法耐候性も十分とはいえない。

【0010】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、屈折率 (n_d) 及びアッペ数 (d) が所望の範囲内にありながら、部分分散比 (g, F)

50

の小さく、且つ化学的耐久性、特に表面法耐候性が良好な光学ガラスを得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

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、 SiO_2 成分及び Nb_2O_5 成分を含有するガラスにおいて、 K_2O 成分を必須成分として含有することにより、所望の範囲内の高い屈折率や低いアッペ数（高い分散）と、低い部分分散比を有するガラスであり、化学的耐久性、特に表面法耐候性が良好なガラスを得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0012】

(1) 酸化物換算組成の質量％で、
 SiO_2 成分を20.0～60.0％、
 Nb_2O_5 成分を10.0～50.0％、
 K_2O 成分を0.1超～15.0％
 含有し、

10

部分分散比（ g, F ）がアッペ数（ d ）との間で、 $(-0.00256 \times d + 0.637)$ （ g, F ） $(-0.00256 \times d + 0.684)$ の関係を満たし、
 表面法耐候性が級1又は2である光学ガラス。

【0013】

(2) 酸化物換算組成の質量％で、
 TiO_2 成分 0～10.0％
 B_2O_3 成分 0～20.0％
 Li_2O 成分 0～15.0％
 Na_2O 成分 0～15.0％
 であり、

20

Rn_2O 成分（式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される1種以上）の質量和が5.0％以上30.0％以下である（1）に記載の光学ガラス。

【0014】

(3) 酸化物換算組成の質量％で、
 ZrO_2 成分 0～20.0％
 MgO 成分 0～10.0％
 CaO 成分 0～10.0％
 SrO 成分 0～10.0％
 BaO 成分 0～10.0％
 ZnO 成分 0～25.0％
 La_2O_3 成分 0～10.0％
 Gd_2O_3 成分 0～10.0％
 Y_2O_3 成分 0～10.0％
 Yb_2O_3 成分 0～10.0％
 Ta_2O_5 成分 0～10.0％
 WO_3 成分 0～10.0％
 P_2O_5 成分 0～10.0％
 GeO_2 成分 0～10.0％
 Al_2O_3 成分 0～10.0％
 Ga_2O_3 成分 0～10.0％
 Bi_2O_3 成分 0～10.0％
 TeO_2 成分 0～5.0％
 SnO_2 成分 0～5.0％
 Sb_2O_3 成分 0～1.0％
 である（1）又は（2）記載の光学ガラス。

30

40

【0015】

50

(4) SiO_2 成分及び Nb_2O_5 成分の含有量の和が 50.0% 超である (1) から (3) のいずれか記載の光学ガラス。

【0016】

(5) RO 成分 (式中、R は Mg、Ca、Sr、Ba からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 30.0% 以下であり、

Ln_2O_3 成分 (式中、Ln は Y、La、Gd、Yb からなる群より選択される 1 種以上) の質量和が 15.0% 以下である (1) から (4) のいずれか記載の光学ガラス。

【0017】

(6) 1.60 以上 1.78 以下の屈折率 (n_d) と 28 以上 47 以下のアッペ数 (d) を有する (1) から (4) のいずれか記載の光学ガラス。

10

【0018】

(7) (1) から (5) 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。

【0019】

(8) (1) から (5) のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、屈折率 (n_d) 及びアッペ数 (d) が所望の範囲内にありながら、所望の範囲内の高い屈折率や低いアッペ数 (高い分散) と、低い部分分散比を有するガラスを得ることができ、部分分散比 (g, F) を小さく保ったまま、化学的耐久性の良好な光学ガラスを得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0021】

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

【図2】本願の実施例についての部分分散比 (g, F) とアッペ数 (d) の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明の光学ガラスは、酸化物換算組成の質量%で、 SiO_2 成分を 20.0 ~ 60.0%、 Nb_2O_5 成分を 10.0 ~ 50.0%、 K_2O 成分を 0.1 超 ~ 15.0% 含有し、部分分散比 (g, F) がアッペ数 (d) との間で、 $(-0.00256 \times d + 0.637)$ (g, F) $(-0.00256 \times d + 0.684)$ の関係を満たし、表面法耐候性が級 1 又は 2 である。

30

SiO_2 成分、 Nb_2O_5 成分及び K_2O 成分を含有するガラスにおいて、所望の範囲内の高い屈折率や低いアッペ数 (高い分散) と、低い部分分散比を有するガラスを得ことができ、特に K_2O 成分を含有することにより、所望の光学定数の調整が容易になり、部分分散比 (g, F) を小さく保ったまま、ヤケの発生を低減させることができる。

そのため、所望の高い屈折率 (n_d) 及び低いアッペ数 (d) を有しながら、部分分散比 (g, F) が小さく光学系の色収差の低減に有用であり、化学的耐久性、特に表面法耐候性の良好な光学ガラスを得ることができる。

40

【0023】

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できる。なお、説明が重複する箇所については、適宜説明を省略する場合があるが、発明の趣旨を限定するものではない。

【0024】

[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、全て酸化物換算組成のガラス全質量に対する質量%で

50

表示されるものとする。ここで、「酸化物換算組成」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質量を100質量%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。

【0025】

< 必須成分、任意成分について >

SiO_2 成分は、安定なガラス形成を促し、液相温度を下げるができるため、光学ガラスとして好ましくない失透（結晶物の発生）を低減する必須成分である。

特に、 SiO_2 成分の含有量を20.0%以上にすることで、部分分散比を大幅に高めることなく、耐失透性に優れたガラスを得られる。また、化学的耐久性を高められ、失透や着色を低減できる。従って、 SiO_2 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは23.0%、さらに好ましくは25.0%、さらに好ましくは27.0%を下限とする。

10

他方で、 SiO_2 成分の含有量を60.0%以下にすることで、屈折率が低下し難くなることで所望の高屈折率を得易くでき、且つ、部分分散比の上昇を抑えられる。また、これによりガラス原料の熔解性の低下を抑えられる。従って、 SiO_2 成分の含有量は、好ましくは60.0%、より好ましくは55.0%、さらに好ましくは50.0%、さらに好ましくは48.0%、さらに好ましくは45.0%、最も好ましくは43.0%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。

20

【0026】

Nb_2O_5 成分は、屈折率を高め、且つアッペ数及び部分分散比を低くでき、且つ耐失透性を高められる必須成分である。

特に、 Nb_2O_5 成分の含有量を10.0%以上にすることで、目的の光学恒数まで屈折率を高くして本発明の範囲の成分内で調整することで異常分散性を小さくすることができる。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは20.0%、さらに好ましくは23.0%を下限とする。

他方で、 Nb_2O_5 成分の含有量を50.0%以下にすることで、ガラスの材料コストを低減できる。また、ガラス製造時における熔解温度の上昇を抑制し、且つ Nb_2O_5 成分の過剰な含有による失透を低減できる。さらに、ガラスの化学的耐久性の悪化も改善させることができる。従って、 Nb_2O_5 成分の含有量は、好ましくは50.0%、より好ましくは45.0%、さらに好ましくは43.0%、さらに好ましくは41.5%を上限とする。

30

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。

【0027】

K_2O 成分は、化学的耐久性を改善させることができる必須成分である。

特に、 K_2O 成分の含有量を0.1%超含有することで、ガラス中のヤケを効果的に改善させることができる。従って、 K_2O 成分の含有量は、好ましくは0.1%超、より好ましくは0.3%超、元も好ましくは0.5%超とする。

40

他方で、 K_2O 成分の含有量を15.0%以下にすることで、部分分散比の上昇を抑えられ、失透を低減でき、且つ化学的耐久性を悪化し難くできる。従って、 K_2O 成分の含有量は、好ましくは15.0%以下、より好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは8.0%未満とする。

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

【0028】

TiO_2 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高め、アッペ数を低くし、且つ耐失透性を高める任意成分である。

他方で、 TiO_2 成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの着色を低減で

50

き、内部透過率を高められる。また、これにより部分分散比が上昇し難くなるため、ノーマルラインに近い所望の低い部分分散比を得易くできる。また、これにより化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、 TiO_2 成分の含有量は、好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%以下、さらに好ましくは3.0%未満、最も好ましくは1.0%未満とする。特に、ガラスの異常分散性を小さくする観点では、実質的に含まないことが望ましい。

TiO_2 成分は、原料として TiO_2 等を用いることができる。

【0029】

B_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、安定なガラス形成を促し、また液相温度を下げるため、耐失透性を高められ、且つガラス原料の溶解性を高められる任意成分である。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは0.1%超、さらに好ましくは1.0%超、さらに好ましくは3.0%超、さらに好ましくは5.0%超としてもよい。

10

他方で、 B_2O_3 成分の含有量を20.0%以下にすることで、屈折率の低下を抑えられ、且つ部分分散比の上昇を抑えられる。さらにガラスの化学的耐久性も悪化を改善させることができる。従って、 B_2O_3 成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは18.0%、さらに好ましくは15.0%、さらに好ましくは12.0%を上限とする。

B_2O_3 成分は、原料として H_3BO_3 、 $Na_2B_4O_7$ 、 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 、 BPO_4 等を用いることができる。

20

【0030】

Li_2O 成分は、0%超含有する場合に、部分分散比を低くでき、透過率を改善し、液相温度を下げることで、且つガラス原料の溶解性を高められる任意成分である。従って、 Li_2O 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは1.0%超、さらに好ましくは3.0%超としてもよい。

他方で、 Li_2O 成分の含有量を15.0%以下にすることで、屈折率の低下を抑えられ、化学的耐久性を悪化し難くでき、且つ過剰な含有による失透を低減できる。

従って、 Li_2O 成分の含有量は、好ましくは15.0%以下、より好ましくは13.0%以下、さらに好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは8.0%未満とする。

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

30

【0031】

Na_2O 成分は、0%超含有する場合に、部分分散比を低くでき、液相温度を下げることで、且つガラス原料の溶解性を高められる任意成分である。従って、 Na_2O 成分の含有量は、好ましくは0%超、より好ましくは1.0%超、さらに好ましくは3.0%超としてもよい。

他方で、 Na_2O 成分の含有量を15.0%以下にすることで、屈折率の低下を抑えられ、化学的耐久性を悪化し難くでき、且つ過剰な含有による失透を低減できる。

従って、 Na_2O 成分の含有量は、好ましくは15.0%以下、より好ましくは13.0%以下、さらに好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは8.0%未満とする。

40

Na_2O 成分は、原料として Na_2CO_3 、 $NaNO_3$ 、 NaF 、 Na_2SiF_6 等を用いることができる。

【0032】

Rn_2O 成分(式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される1種以上)の含有量の和(質量和)は、5.0%以上含有する場合に、ガラス原料の溶解性を高め、且つガラス転移点を低くすることができる。従って、 Rn_2O 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%、さらに好ましくは12.0%を下限としてもよい。

他方で、 Rn_2O 成分を30.0%以下とすることで、ガラス中の粘性を固くして、成形性を改善することができる。従って、好ましくは30.0%、より好ましくは25.0

50

％、さらに好ましくは 20.0％、さらに好ましくは 17.0％を上限とする。

【0033】

ZrO₂成分は、0％超含有する場合に、ガラスの屈折率及びアッペ数を高め、部分分散比を低くし、且つ耐失透性を高めることができる任意成分である。また、失透や着色を低減できる。従って、ZrO₂成分の含有量は、好ましくは 1.0％超、より好ましくは 3.0％超、より好ましくは 5.0％超としてもよい。

他方で、ZrO₂成分の含有量を 20.0％以下にすることで、失透を低減でき、且つ、より均質なガラスを得易くできる。従って、ZrO₂成分の含有量は、好ましくは 20.0％、より好ましくは 18.0％、さらに好ましくは 15.0％、さらに好ましくは 13.0％、さらに好ましくは 10.0％を上限とする。

10

ZrO₂成分は、原料として ZrO₂、ZrF₄等を用いることができる。

【0034】

MgO成分は、0％超含有する場合に、ガラスの熔解温度を低くできる任意成分である。

他方で、MgO成分の含有量を 10.0％以下にすることで、屈折率の低下を抑制しつつ、失透を低減できる。従って、MgO成分の含有量は、好ましくは 10.0％以下、より好ましくは 5.0％未満、さらに好ましくは 3.0％未満とする。

MgO成分は、原料として MgO、MgCO₃、MgF₂等を用いることができる。

【0035】

CaO成分は、0％超含有する場合に、ガラスの材料コストを低減しつつ、アッペ数を低くでき、失透を低減でき、且つ、ガラス原料の熔解性を高められる任意成分である。

20

他方で、CaO成分の含有量を 10.0％以下にすることで、屈折率の低下やアッペ数の上昇、部分分散比の上昇を抑えられ、且つ失透を低減できる。また、これにより化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、CaO成分の含有量は、好ましくは 10.0％以下、より好ましくは 5.0％未満、さらに好ましくは 3.0％未満とする。

CaO成分は、原料として CaCO₃、CaF₂等を用いることができる。

【0036】

SrO成分は、0％超含有する場合に、屈折率を高められ、且つ耐失透性を高められる任意成分である。

特に、SrO成分の含有量を 10.0％以下にすることで、化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、SrO成分の含有量は、好ましくは 10.0％以下、より好ましくは 5.0％未満、さらに好ましくは 3.0％未満、さらに好ましくは 1.0％未満とする。

30

SrO成分は、原料として Sr(NO₃)₂、SrF₂等を用いることができる。

【0037】

BaO成分は、0％超含有する場合に、屈折率を高められ、部分分散比を低くでき、耐失透性を高められ、ガラス原料の熔解性を高められ、且つ、他のアルカリ土類成分に比べてガラスの材料コストを低減できる任意成分である。

特に、BaO成分の含有量を 10.0％以下にすることで、屈折率の低下やアッペ数の上昇、部分分散比の上昇を抑えられ、且つ失透を低減できる。従って、BaO成分の含有量は、好ましくは 10.0％以下、より好ましくは 5.0％未満、さらに好ましくは 3.0％未満、さらに好ましくは 1.0％未満とする。

40

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

【0038】

ZnO成分は、0％超含有する場合に、安価であり且つ耐失透性を向上させることができ、且つガラス転移点を下げられる任意成分である。従って、ZnO成分の含有量は、好ましくは 0％超、より好ましくは 0.5％超、さらに好ましくは 1.0％超としてもよい。

他方で、ZnO成分の含有量を 25.0％以下にすることで、失透や着色を低減しつつ、化学的耐久性を高められる。従って、ZnO成分の含有量は、好ましくは 25.0％以下、より好ましくは 20.0％以下、より好ましくは 13.0％未満、さらに好ましくは 10.0％未満とする。

【0039】

50

La_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分は、少なくともいずれかを 0 % 超含有することで、屈折率を高め、且つ部分分散比を小さくできる任意成分である。

特に、 La_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分のそれぞれの含有量を 10 . 0 % 以下にすることで、アップ数の上昇を抑えられ、失透を低減でき、且つ材料コストを低減できる。従って、 La_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分のそれぞれの含有量は、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 % を上限とし、さらに好ましくは 1 . 0 % 未満とする。

La_2O_3 成分、 Gd_2O_3 成分、 Y_2O_3 成分及び Yb_2O_3 成分は、原料として La_2O_3 、 $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ (X は任意の整数)、 Y_2O_3 、 YF_3 、 Gd_2O_3 、 GdF_3 、 Yb_2O_3 等を用いることができる。

10

【0040】

Ta_2O_5 成分は、0 % 超含有する場合に、屈折率を高め、アップ数及び部分分散比を下げ、且つ耐失透性を高められる任意成分である。

他方で、 Ta_2O_5 成分の含有量を 10 . 0 % 以下にすることで、希少鉱物資源である Ta_2O_5 成分の使用量が減り、且つガラスがより低温で熔解し易くなるため、ガラスの生産コストを低減できる。また、これにより Ta_2O_5 成分の過剰な含有によるガラスの失透を低減できる。従って、 Ta_2O_5 成分の含有量は、好ましくは 10 . 0 % 以下、より好ましくは 5 . 0 % 未満、さらに好ましくは 3 . 0 % 未満、さらに好ましくは 1 . 0 % 未満とする。特にガラスの材料コストを低減させる観点では、 Ta_2O_5 成分を含有しなくてもよい。

20

Ta_2O_5 成分は、原料として Ta_2O_5 等を用いることができる。

【0041】

WO_3 成分は、0 % 超含有する場合に、屈折率を高めてアップ数を低くし、耐失透性を高め、且つガラス原料の熔解性を高められる任意成分である。

他方で、 WO_3 成分の含有量を 10 . 0 % 以下にすることで、ガラスの部分分散比を上昇し難くでき、且つ、ガラスの着色を低減して内部透過率を高められる。従って、 WO_3 成分の含有量は、好ましくは 10 . 0 % 以下、より好ましくは 5 . 0 % 未満、さらに好ましくは 3 . 0 % 未満、さらに好ましくは 1 . 0 % 未満とする。

WO_3 成分は、原料として WO_3 等を用いることができる。

30

【0042】

P_2O_5 成分は、0 % 超含有する場合に、ガラスの安定性を高められる任意成分である。

一方で、 P_2O_5 成分の含有量を 10 . 0 % 以下にすることで、 P_2O_5 成分の過剰な含有による失透を低減できる。従って、 P_2O_5 成分の含有量は、好ましくは 10 . 0 % 以下、より好ましくは 5 . 0 % 未満、さらに好ましくは 3 . 0 % 未満、さらに好ましくは 1 . 0 % 未満とする。

P_2O_5 成分は、原料として $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、 $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、 BPO_4 、 H_3PO_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、屈折率を高め、且つ失透を低減できる任意成分である。

40

他方で、 GeO_2 成分の含有量を 10 . 0 % 以下にすることで、高価な GeO_2 成分の使用量が低減されるため、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 % 以下、より好ましくは 5 . 0 % 未満、さらに好ましくは 3 . 0 % 未満、さらに好ましくは 1 . 0 % 未満とする。

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 成分及び Ga_2O_3 成分は、少なくともいずれかを 0 % 超含有する場合に、化学的耐久性を高め、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

他方で、 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分のそれぞれの含有量を 10 . 0 % 以下にする

50

ことで、 Al_2O_3 成分や Ga_2O_3 成分の過剰な含有による失透を低減できる。従って、 Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分のそれぞれの含有量は、好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。

Al_2O_3 成分及び Ga_2O_3 成分は、原料として Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 AlF_3 、 Ga_2O_3 、 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 等を用いることができる。

【0045】

Bi_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高めてアップ数を低くでき、且つガラス転移点を低くできる任意成分である。

他方で、 Bi_2O_3 成分の含有量を10.0%以下にすることで、部分分散比を上昇し難くでき、且つ、ガラスの着色を低減して内部透過率を高めることができる。従って、 Bi_2O_3 成分の含有量は、好ましくは10.0%以下、より好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。

Bi_2O_3 成分は、原料として Bi_2O_3 等を用いることができる。

【0046】

TeO_2 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高め、部分分散比を低くでき、且つガラス転移点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5.0%以下にすることで、ガラスの着色を低減して内部透過率を高めることができる。また、高価な TeO_2 成分の使用を低減することで、より材料コストの安いガラスを得られる。従って、 TeO_2 成分の含有量は、好ましくは5.0%以下、さらに好ましくは3.0%未満、さらに好ましくは1.0%未満とする。

TeO_2 成分は、原料として TeO_2 等を用いることができる。

【0047】

SnO_2 成分は、0%超含有する場合に、熔解したガラスを清澄（脱泡）でき、且つガラスの可視光透過率を高められる任意成分である。

一方で、 SnO_2 成分の含有量を1.0%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、ガラスの失透を生じ難くすることができる。また、 SnO_2 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、 SnO_2 成分の含有量は、好ましくは1.0%以下、より好ましくは0.5%未満、さらに好ましくは0.1%未満とする。

SnO_2 成分は、原料として SnO 、 SnO_2 、 SnF_2 、 SnF_4 等を用いることができる。

【0048】

Sb_2O_3 成分は、0%超含有する場合にガラスの脱泡を促進し、ガラスを清澄する成分であり、本発明の光学ガラス中の任意成分である。 Sb_2O_3 成分は、ガラス全質量に対する含有量を1.0%以下にすることで、ガラス熔融時における過度の発泡を生じ難くすることができる。 Sb_2O_3 成分が溶解設備（特にPt等の貴金属）と合金化し難くすることができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Sb_2O_3 成分の含有率は、好ましくは1.0%、より好ましくは0.8%、さらに好ましくは0.6%を上限とする。

Sb_2O_3 成分は、原料として Sb_2O_3 、 Sb_2O_5 、 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等を用いることができる。

【0049】

なお、ガラスを清澄し脱泡する成分は、上記の Sb_2O_3 成分に限定されるものではなく、ガラス製造の分野における公知の清澄剤や脱泡剤、或いはそれらの組み合わせを用いることができる。

【0050】

SiO_2 成分及び Nb_2O_5 成分の合計量（質量和）は、50.0%超とすることが好ましい。これにより、化学的耐久性に優れ且つ異常分散が小さく、ある一定の粘性を保った成形性の良いガラスを得ることができる。

従って、この質量和は、好ましくは50.0%超、より好ましくは53.0%以上、さらに好ましくは54.0%以上、さらに好ましくは58.0%以上としてもよい。

他方で、この質量和は、好ましくは90.0%以下、より好ましくは85.0%未満、さらに好ましくは81.0%未満、さらに好ましくは76.0%未満としてもよい。

【0051】

Ln_2O_3 成分（式中、 Ln はLa、Gd、Y、Ybからなる群より選択される1種以上）の含有量の和（質量和）は、15.0%以下が好ましい。これにより、ガラスの失透を低減でき、アッペ数の上昇を抑えられ、且つガラスの材料コストを低減できる。従って、 Ln_2O_3 成分の質量和は、好ましくは15.0%以下、より好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは5.0%未満、さらに好ましくは3.5%未満とする。

10

【0052】

RO成分（式中、RはMg、Ca、Sr、Baからなる群より選択される1種以上）の含有量の和（質量和）は、30.0%以下が好ましい。これにより、これら成分の過剰な含有によるガラスの失透を低減できる。従って、RO成分の質量和は、好ましくは30.0%以下、より好ましくは25.0%以下、さらに好ましくは20.0%以下、さらに好ましくは15.0%以下、さらに好ましくは10.0%未満、さらに好ましくは5.0%未満とする。

他方で、RO成分の質量和は、ガラス原料の溶解性を高め、且つ失透を低減する観点から、好ましくは0%超、より好ましくは1.0%以上、さらに好ましくは2.0%以上を下限としてもよい。

20

【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】

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、添加できる。ただし、Ti、Zr、Nb、W、La、Gd、Y、Yb、Luを除く、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性質があるため、特に可視領域の波長を使用する光学ガラスにおいては、実質的に含まないことが好ましい。

30

【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、近年有害な化学物質として使用を控える傾向にあり、ガラスの製造工程のみならず、加工工程、及び製品化後の処分に至るまで環境対策上の措置が必要とされる。従って、環境上の影響を重視する場合には、これらを実質的に含有しないことが好ましい。

40

【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、作製した混合物を白金坩堝、石英坩堝又はアルミナ坩堝に投入して粗熔融した後、金坩堝、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3~5時間熔融し、攪拌均質化して泡切れ等を行った後、900~1100の温度に下げってから仕上げ攪拌を行って脈理を除去し、金型に鋳込んで徐冷することにより作製される。

【0058】

<物性>

50

本発明の光学ガラスは、高い屈折率と所定の範囲のアッペ数を有する。

本発明の光学ガラスの屈折率 (n_d) は、好ましくは 1.60、より好ましくは 1.63、さらに好ましくは 1.65 を下限とする。この屈折率の上限は、好ましくは 1.78、より好ましくは 1.77、さらに好ましくは 1.76 とする。

本発明の光学ガラスのアッペ数 (ν_d) は、好ましくは 28、より好ましくは 29、さらに好ましくは 30 を下限とする。他方で、本発明の光学ガラスのアッペ数 (ν_d) は、好ましくは 47、より好ましくは 45、さらに好ましくは 43、さらに好ましくは 42、さらに好ましくは 41 を上限とする。

このような屈折率及びアッペ数を有する本発明の光学ガラスは光学設計上有用であり、特に高い結像特性等を図りながらも、光学系の小型化を図ることができるため、光学設計の自由度を広げることができる。

10

【0059】

本発明の光学ガラスは、低い部分分散比 (g, F) を有する。

より具体的には、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、また、本発明の光学ガラスの部分分散比 (g, F) は、アッペ数 (ν_d) との間で、 $(-0.00256 \times \nu_d + 0.637)$ (g, F) $(-0.00256 \times \nu_d + 0.684)$ の関係を満たすことが好ましい。

従って、本発明の光学ガラスでは、部分分散比 (g, F) 及びアッペ数 (ν_d) が、 g, F $(-0.00256 \times \nu_d + 0.637)$ の関係を満たすことが好ましく、 g, F $(-0.00256 \times \nu_d + 0.647)$ の関係を満たすことがより好ましく、 g, F $(-0.00256 \times \nu_d + 0.657)$ の関係を満たすことがさらに好ましい。

20

他方で、本発明の光学ガラスでは、部分分散比 (g, F) 及びアッペ数 (ν_d) が、 g, F $(-0.00256 \times \nu_d + 0.684)$ の関係を満たすことが好ましく、 g, F $(-0.00256 \times \nu_d + 0.681)$ の関係を満たすことがより好ましく、 g, F $(-0.00256 \times \nu_d + 0.677)$ の関係を満たすことがさらに好ましい。

これにより、低い部分分散比 (g, F) を有する光学ガラスが得られるため、この光学ガラスから形成される光学素子を、光学系の色収差の低減に役立てられる。

【0060】

30

なお、特にアッペ数 (ν_d) が小さい領域では、一般的なガラスの部分分散比 (g, F) はノーマルラインよりも高い値にあり、横軸にアッペ数 (ν_d)、縦軸に部分分散比 (g, F) を取ったときの、一般的なガラスの部分分散比 (g, F) とアッペ数 (ν_d) の関係は、ノーマルラインよりも傾きの大きな曲線で表される。上述の部分分散比 (g, F) 及びアッペ数 (ν_d) の関係式では、ノーマルラインよりも傾きの大きな直線を使ってこれらの関係を規定することで、一般的なガラスよりも部分分散比 (g, F) の小さなガラスを得られることを表している。

【0061】

本願発明では、表面法耐候性が、好ましくは級 1 又は級 2、より好ましくは級 1 を有することが好ましい。

40

ここで、表面法耐候性とは、以下の試験方法を用いて行う。

試験片として 30 mm × 30 mm × 3 mm の研磨面を有する試料を使用して、60 相対湿度 95% の恒温恒湿槽の中で 96 時間曝した後、50 倍の顕微鏡で研磨面を観察しヤケの状態を観察する。判定基準は、96 時間試験した試料を照度 1500 ルックスで観察したときに全くヤケが認められないものを級 1、100 ルックスで観察したときにヤケが認められず 1500 ルックスで認められるものを級 2、100 ルックスで観察したときにヤケが認められるものを級 3 とした。なお、級 3 については新たに 50 相対湿度 85% の恒温恒湿槽の中で 6 時間曝した後、50 倍の顕微鏡で研磨面を観察し、1500 ルックスでヤケが認められるものを級 4 とした。ヤケが認められない場合は級 3 のままとした。

【0062】

50

なお、本明細書中において「表面法耐候性」とは、例えば、レンズプリフォーム材として長期間の使用される場合や、光学ガラスの保管環境によって一定期間曝される場合のヤケの状態の優劣のことを示す。

【0063】

本発明の光学ガラスは、着色が少ないことが好ましい。

特に、本発明の光学ガラスは、ガラスの透過率で表すと、厚み10mmのサンプルで分光透過率80%を示す波長(80)が、好ましくは420nm以下、より好ましくは400nm以下、さらに好ましくは380nm以下である。

また、本発明の光学ガラスは、厚み10mmのサンプルで分光透過率5%を示す波長(5)が、好ましくは365nm以下、より好ましくは345nm以下、さらに好ましくは330nm以下である。

10

これにより、ガラスの吸収端が紫外領域の近傍に位置するようになり、可視域におけるガラスの透明性が高められるため、この光学ガラスをレンズ等の光学素子の材料として好ましく用いることができる。

【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できる。すなわち、光学ガラスからモールドプレス成形用のプリフォームを作製し、このプリフォームに対してリヒートプレス成形を行った後で研磨加工を行ってガラス成形体を作製したり、例えば研磨加工を行って作製したプリフォームに対して精密プレス成形を行ってガラス成形体を作製したりできる。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。

20

【0065】

このようにして作製されるガラス成形体は、様々な光学素子に有用であるが、その中でも特に、レンズやプリズム等の光学素子の用途に用いることが好ましい。これにより、光学素子が設けられる光学系の透過光における、色収差による色のにじみが低減される。そのため、この光学素子をカメラに用いた場合は撮影対象物をより正確に表現でき、この光学素子をプロジェクタに用いた場合は所望の映像をより高精彩に投影できる。

【実施例】

【0066】

30

本発明の実施例(No. 1~No. 55)及び比較例の組成、並びに、屈折率(n_d)、アッペ数(d)、部分分散比(g, F)、分光透過率が5%及び80%を示す波長(5、80)、並びに液相温度の結果を表1~表8に示す。なお、以下の実施例はあくまで例示の目的であり、これらの実施例のみ限定されるものではない。

【0067】

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の原料を選定し、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、石製坩堝(ガラスの熔融性によっては白金坩堝、アルミナ坩堝を用いても構わない)に投入し、ガラス組成の熔融難易度に応じて電気炉で1100~1400の温度範囲で0.5~5時間熔解した後、白金坩堝に移して攪拌均質化して泡切れ等を行った後、1000~1400に温度を下げて攪拌均質化してから金型に鋳込み、徐冷してガラスを作製した。

40

【0068】

実施例及び比較例のガラスの屈折率(n_d)、アッペ数(d)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。

なお、本測定に用いたガラスは、徐冷降温速度を-25 / hrとして、徐冷炉にて処理を行ったものを用いた。

【0069】

実施例及び比較例の表面法耐候性は、次の方法により評価した。

50

試験片として30mm×30mm×3mmの研磨面を有する試料を使用して、60 相对湿度95%の恒温恒湿槽の中で96時間曝した後、50倍の顕微鏡で研磨面を観察しヤケの状態を観察する。判定基準は、96時間試験した試料を照度1500ルクスで観察したときに全くヤケが認められないものを級1、100ルクスで観察したときにヤケが認められず1500ルクスで認められるものを級2、100ルクスで観察したときにヤケが認められるものを級3とした。なお、級3については新たに50 相对湿度85%の恒温恒湿槽の中で6時間曝した後、50倍の顕微鏡で研磨面を観察し、1500ルクスでヤケが認められるものを級4とした。ヤケが認められない場合は級3のままとした。

【0070】

実施例及び比較例のガラスの透過率は、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_5 （透過率5%時の波長）及び λ_{80} （透過率80%時の波長）を求めた。

【0071】

10

20

30

40

50

【表 1】

(単位: 質量%)	実施例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	28.46	31.11	29.14	31.46	35.42	35.14	33.95	32.98
B ₂ O ₃	8.62	7.43	7.43	7.51	3.12	3.61	4.92	5.26
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	8.57	8.71	8.71	8.81	4.24	4.17	5.73	5.62
Nb ₂ O ₅	31.04	31.36	33.34	31.71	40.03	39.07	36.65	36.46
WO ₃								
ZnO	9.56	2.39	2.39	5.37	4.47	5.75	5.63	7
MgO								
CaO		2.97	2.97					
SrO								
BaO		1.15	1.15					
Li ₂ O	4.65	5.02	5.02	5.08	5.88	10.89	6.61	5.37
Na ₂ O	6.1	6.6	6.6	6.67	5.38		5.68	5.48
K ₂ O	3.01	3.25	3.25	3.29	1.37	1.26	0.84	1.84
Sb ₂ O ₃				0.1	0.1	0.1		
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Si+Nb	59.5	62.48	62.48	63.17	75.45	74.22	70.6	69.44
La+Gd+Y+Yb	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg+Ca+Sr+Ba	0	4.11	4.11	0	0	0	0	0
Li+Na+K	13.76	14.87	14.87	15.04	12.62	12.15	13.13	12.69
屈折率(n_d)	1.728	1.72	1.733	1.727	1.744	1.749	1.739	1.74
アッペ数(ν_d)	33.7	34.8	33.7	33.5	31.6	33	32.9	32.3
λ_{80} [nm]	387	386	389	387	391	390	390	394
λ_5 [nm]	324	321	322	333	338	329	329	333
部分分散比($\theta_{g,F}$)	0.5862	0.5827	0.5838	0.5859	0.5899	0.5866	0.5858	0.5883
表面法耐候性	1	1	1	1	1	1	1	1

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

【表 2】

(単位: 質量%)	実施例							
	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	31.49	29.97	30.97	31.4	29.97	35.18	33.07	30.49
B ₂ O ₃	7.52	5.26	5.26	5.01	4.78	3.62	4.44	7.52
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								1
ZrO ₂	8.82	8.63	5.62	5.35	5.1	4.18	4.9	8.82
Nb ₂ O ₅	31.74	36.46	36.46	34.72	33.14	39.11	37.79	31.74
WO ₃								
ZnO	1.21	7	7	6.67	15.48		6.38	5.38
MgO								
CaO	3					5.75		
SrO								
BaO	1.16							
Li ₂ O	5.09	5.37	7.38	9.89	4.88	5.73	6.55	5.09
Na ₂ O	6.68	5.48	5.48	5.22	4.98	5.18	5.33	6.68
K ₂ O	3.29	1.84	1.84	1.75	1.67	1.26	1.55	3.29
Sb ₂ O ₃								
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Si+Nb	63.23	66.43	67.43	66.12	63.11	74.29	70.86	62.23
La+Gd+Y+Yb	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg+Ca+Sr+Ba	4.16	0	0	0	0	5.75	0	0
Li+Na+K	15.06	12.69	14.69	16.86	11.53	12.16	13.43	15.06
屈折率(n _d)	1.72	1.757	1.742	1.731	1.747	1.742	1.744	1.727
アツベ数(ν _d)	34.7	31.6	32.8	34.1	32.6	33.1	32.2	33.2
λ ₈₀ [nm]	388	398.5	393	388	396	391	386	391
λ ₅ [nm]	331	332.5	328	323	331	324	326	331
部分分散比(θ _{g,F})	0.5828	0.5892	0.5865	0.582	0.5884	0.5862	0.5892	0.5875
表面法耐候性	1	1	1	1	1	1	1	1

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

【表 3】

(単位: 質量%)	実施例							
	17	18	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	29.57	27.92	28.6	39.17	39.09	38.79	39.24	38.94
B ₂ O ₃	6.05	6.08	6.23	1.92	1.91	1.9	1.92	1.91
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	6.84	6.87	9.48	3.63	3.63	3.6	3.64	3.61
Nb ₂ O ₅	33.24	32.45	33.24	40.97	40.88	40.57	41.04	40.72
WO ₃								
ZnO	9.2	10.66	6.03	1.37	1.37	1.36	1.37	1.36
MgO								
CaO	1.42							
SrO								
BaO	0.55							
Li ₂ O	4.95	4.97	5.1	7.12	6.74	6.34	7.13	7.08
Na ₂ O	5.76	8.62	8.83	5.15	5.14	5.1	4.41	2.9
K ₂ O	2.43	2.44	2.5	0.57	1.13	2.24	1.13	3.38
Sb ₂ O ₃				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Si+Nb	62.81	60.36	61.84	80.14	79.98	79.36	80.28	79.67
La+Gd+Y+Yb	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg+Ca+Sr+Ba	1.97	0	0	0	0	0	0	0
Li+Na+K	13.13	16.03	16.43	12.83	13.01	13.68	12.68	13.35
屈折率(n_d)	1.74	1.732	1.735	1.736	1.735	1.731	1.736	1.732
アッベ数(ν_d)	33.1	33.2	32.9	32.1	32.1	32.2	32.1	32.3
λ_{80} [nm]	400	398	398	378	377	376	378	375
λ_5 [nm]	329	327	327	335	335	334	334	334
部分分散比($\theta_{g,F}$)	0.5854	0.5852	0.585	0.5881	0.5877	0.5885	0.588	0.5888
表面法耐候性	1	1	1	1	1	1	1	1

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

【表 4】

(単位: 質量%)	実施例							
	25	26	27	28	29	30	31	32
SiO ₂	29.14	32.94	29.57	34.67	34.67	34.67	32.66	34.67
B ₂ O ₃	7.43	5.25	6.05	11.27	11.27	9.26	11.27	11.27
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	8.71	5.61	6.84	8.09	8.09	8.09	8.09	9.1
Nb ₂ O ₅	33.34	36.43	33.24	24.71	24.71	26.72	24.71	23.71
WO ₃								
ZnO	2.39	6.99	9.2	3.81	7.67	7.67	9.68	7.67
MgO			1.42					
CaO	2.97			2.34				
SrO								
BaO	1.15		0.55	1.52				
Li ₂ O	5.02	6.28	4.95	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77
Na ₂ O	6.6	5.47	5.76	7.11	7.11	7.11	7.11	7.11
K ₂ O	3.25	0.92	2.43	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71
Sb ₂ O ₃		0.1						
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Si+Nb	62.48	69.37	62.81	59.37	59.38	61.38	57.37	58.37
La+Gd+Y+Yb	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg+Ca+Sr+Ba	4.11	0	1.97	0.6	0.6	0.6	0.6	0.55
Li+Na+K	14.87	12.67	13.13	13.59	13.59	13.59	13.59	13.59
屈折率(n_d)	1.733	1.74	1.74	1.676	1.674	1.696	1.681	1.672
アッベ数(ν_d)	33.7	32.6	33.2	37.9	37.2	35.2	37	37.8
λ_{80} [nm]	389	396	400	344	370	366	369	353
λ_5 [nm]	322	336	329	322	324	330	324	323
部分分散比($\theta_{g,F}$)	0.5838	0.5879	0.5854	0.574	0.574	0.58	0.578	0.576
表面法耐候性	1	1	1	1	1	1	1	1

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

【表 5】

(単位: 質量%)	実施例							
	33	34	35	36	37	38	39	40
SiO ₂	34.67	34.67	34.67	34.67	34.37	29.65	36.74	34.57
B ₂ O ₃	11.27	11.27	11.27	11.27	11.17	16.28	8.69	11.24
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	8.09	8.09	8.09	9.1	8.03	8.09	6.47	8.07
Nb ₂ O ₅	23.71	24.71	24.71	24.71	24.5	24.71	27.26	24.64
WO ₃								
ZnO	8.68	3.81	3.81	2.81	3.78	3.81	2.94	3.8
MgO								
CaO		2.34	2.34					1.56
SrO								
BaO		1.52	1.52					1.02
Li ₂ O	2.77	6.78	2.77	6.63	6.57	6.63	7.23	4.04
Na ₂ O	7.11	3.1	7.11	7.11	5.43	7.11	5.89	6.55
K ₂ O	3.71	3.71	3.71	3.71	6.14	3.71	4.78	4.52
Sb ₂ O ₃								
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Si+Nb	58.38	59.37	59.37	59.38	58.87	54.36	64.01	59.21
La+Gd+Y+Yb	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg+Ca+Sr+Ba	0.6	0.71	0.6	0.66	0.87	0.7	0.88	0.71
Li+Na+K	13.59	13.59	13.59	17.45	18.14	17.45	17.89	15.11
屈折率(n_d)	1.672	1.684	1.665	1.674	1.67	1.674	1.675	1.675
アッペ数(ν_d)	37.7	38.9	39.3	38.6	38.9	38.8	38.2	38.2
λ_{80} [nm]	354	356	354	365	361	360	365	364
λ_5 [nm]	323	319	320	320	320	320	320	320
部分分散比($\theta_{g,F}$)	0.576	0.57	0.571	0.573	0.572	0.572	0.574	0.573
表面法耐候性	1	1	1	1	1	1	1	1

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

【表 6】

(単位: 質量%)	実施例							
	41	42	43	44	45	46	47	48
SiO ₂	34.67	36.34	35.57	37.23	35.57	35.57	40.13	37.23
B ₂ O ₃	11.27	11.07	11.07	9.18	11.07	11.07	6.24	9.18
Al ₂ O ₃								
Y ₂ O ₃								
La ₂ O ₃								
Gd ₂ O ₃								
TiO ₂								
ZrO ₂	9.1	8.94	8.61	8.57	9.11	8.61	8.26	8.57
Nb ₂ O ₅	23.7	25.64	25.18	25.08	25.18	25.18	25.64	25.08
WO ₃	0							
ZnO	3.81	2.24	2.74	3.19	2.24	2.74	3.33	1.19
MgO								2
CaO	2.34	2.27		0.58			0.48	0.58
SrO								
BaO	1.52			0.38				0.38
Li ₂ O	2.77	4.13	4.86	4.8	4.86	5.36	5.74	4.8
Na ₂ O	7.11	7.2	7.52	7.84	7.52	7.02	8.51	7.84
K ₂ O	3.71	2.18	4.45	3.15	4.45	4.45	1.58	3.15
Sb ₂ O ₃							0.1	
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Si+Nb	58.37	61.98	60.75	62.31	60.75	60.75	65.76	62.31
La+Gd+Y+Yb	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg+Ca+Sr+Ba	0.55	0.48	0.69	0.59	0.67	0.7	0.52	0.59
Li+Na+K	13.59	13.5	16.84	15.79	16.84	16.84	15.83	15.79
屈折率(n_d)	1.675	1.679	1.67	1.674	1.671	1.671	1.675	1.658
アッペ数(ν_d)	38.1	37.9	38.3	38.2	38.1	38.3	38.2	40.5
λ_{80} [nm]	364	364	347	368.5	361	366.5	362	365
λ_5 [nm]	320	321	319	320	320	320	320	320
部分分散比($\theta_{g,F}$)	0.573	0.575	0.571	0.575	0.572	0.571	0.573	0.568
表面法耐候性	1	1	1	1	1	1	1	1

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

【表 7】

(単位: 質量%)	実施例				比較例
	49	50	51	52	
SiO ₂	35.07	40.12	36.22	43.68	8
B ₂ O ₃	11.07	6.24	13.14	1.23	26.5
Al ₂ O ₃	0.5			1.6	
Y ₂ O ₃					
La ₂ O ₃		3.33			26
Gd ₂ O ₃					
TiO ₂	2				10
ZrO ₂	8.61	8.26	7.72	7.14	2
Nb ₂ O ₅	23.18	24.64	21.16	11.48	5
WO ₃		1			
ZnO	2.74		5.11	5.12	
MgO				2.01	
CaO		0.48	2.01	6.7	14
SrO			0	4.43	
BaO			1.7	9.81	
Li ₂ O	4.86	5.74	1.6	1.06	6
Na ₂ O	7.52	8.51	7.32	3.68	2
K ₂ O	4.45	1.57	3.91	1.96	
Sb ₂ O ₃		0.1	0.1	0.1	0.5
TOTAL	100	100	100	100	100
Si+Nb	58.25	64.76	57.38	55.16	13
La+Gd+Y+Yb	0	3.33	0	0	26
Mg+Ca+Sr+Ba	0.69	0.52	3.71	22.95	22.95
Li+Na+K	16.84	15.83	12.84	6.7	18.14
屈折率(n_d)	1.68	1.675	1.654	1.656	1.747
アッペ数(ν_d)	37	38.9	39.7	45.3	39.1
λ_{80} [nm]	365	363	365	368	415
λ_5 [nm]	320	320	325	325	360
部分分散比($\theta_{g,F}$)	0.579	0.573	0.571	0.56	0.591
表面法耐候性	1	1	1	1	3

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

【表 8】

(単位: 質量%)	実施例		
	53	54	55
SiO ₂	33.57	48.00	36.42
B ₂ O ₃	11.07	1.10	1.91
Al ₂ O ₃			
Y ₂ O ₃			
La ₂ O ₃			
Gd ₂ O ₃			
TiO ₂			
ZrO ₂	8.61	8.14	3.01
Nb ₂ O ₅	27.92	28.56	41.04
WO ₃			
ZnO			1.37
MgO			
CaO			
SrO			1.52
BaO			
Li ₂ O	2.00	13.71	3.00
Na ₂ O	14.84		2.00
K ₂ O	2.00	0.50	9.62
Sb ₂ O ₃			0.10
TOTAL	100	100	100
Si+Nb	61.49	76.56	77.46
La+Gd+Y+Yb	0	0	0
Mg+Ca+Sr+Ba	0	0	1.52
Li+Na+K	18.84	14.21	14.62
屈折率(n_d)	1.674	1.686	1.729
アッベ数(ν_d)	36.5	38.7	30.9
λ_{80} [nm]	375	361	390
λ_5 [nm]	321	317	334
部分分散比($\theta_{g,F}$)	0.579	0.571	0.595
表面法耐候性	990	1000	1040
液相温度[°C]	1	1	1

10

20

30

【0079】

これらの表のとおり、本発明の実施例の光学ガラスは、部分分散比($\theta_{g,F}$)及びアッベ数(ν_d)が、 $(-0.00256 \times \nu_d + 0.637) - (\theta_{g,F} - 0.00256 \times \nu_d + 0.684)$ の関係を満たしており、より詳細には $(-0.00256 \times \nu_d + 0.657) - (\theta_{g,F} - 0.00256 \times \nu_d + 0.677)$ の関係を満たしていた。ここで、本願の実施例のガラスについての部分分散比($\theta_{g,F}$)とアッベ数(ν_d)の関係は、図2に示されるようになった。

40

【0080】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、表面法耐候性が級1であった。

そのため、本発明の光学ガラスは、表面法耐候性に優れており、いわゆるヤケの生じ難い光学ガラスであることが明らかになった。

【0081】

50

加えて、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも屈折率 (n_d) が 1.60 以上、より詳細には 1.65 以上であるとともに、この屈折率 (n_d) は 1.78 以下、より詳細には 1.76 以下であり、所望の範囲内であった。

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれもアッペ数 (V_d) が 28 以上、より詳細には 30 以上であった。また、本発明の実施例の光学ガラスは、アッペ数 (V_d) が 47 以下、より詳細には 46 以下であり、所望の範囲内であった。

【0082】

加えて、本発明の実施例の光学ガラスは、 λ_{80} (透過率 80% 時の波長) がいずれも 420 nm 以下、より詳細には 400 nm 以下であった。

また、本発明の実施例の光学ガラスは、 λ_5 (透過率 5% 時の波長) がいずれも 365 nm 以下、より詳細には 345 nm 以下、さらに詳細には 340 nm 以下であった。

10

よって、本発明の実施例の光学ガラスは、可視光に対する透過率が高く着色し難いことが明らかになった。

【0083】

一方で、比較例に記載の光学ガラスは、所望の光学恒数 (n_d 、 V_d) は満たすものの、部分分散比が大きいことで異常分散性が小さく、且つ透過率も悪く化学的耐久性も悪いため、本願発明で目的とする、屈折率 (n_d) 及びアッペ数 (V_d) が所望の範囲内にありながら、部分分散比 (σ_g, F) が小さく、且つ表面法耐候性が良好な光学ガラスを得ることができなかった。

【0084】

20

さらに、本発明の実施例の光学ガラスを用いて、ガラスブロックを形成し、このガラスブロックに対して研削及び研磨を行い、レンズ及びプリズムの形状に加工した。その結果、安定に様々なレンズ及びプリズムの形状に加工することができた。

【0085】

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。

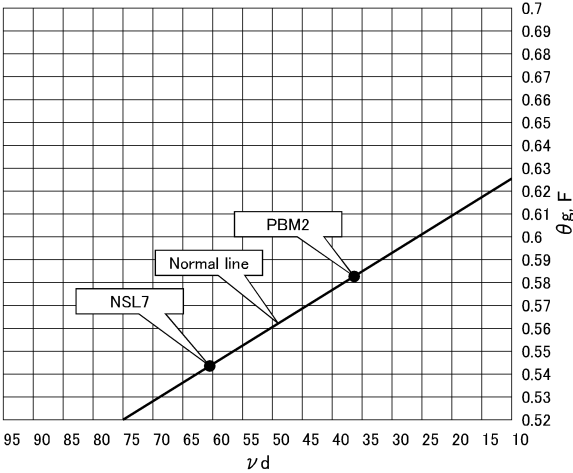
30

40

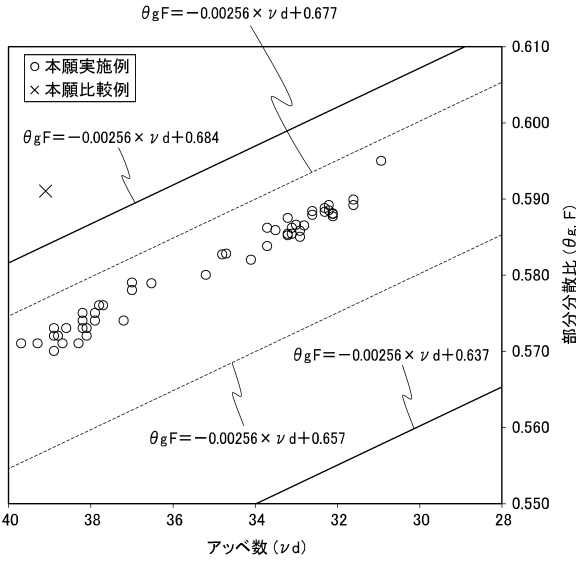
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 1/00 (2006.01)

G 0 2 B

1/00

(56)参考文献

特開平 1 0 - 2 6 5 2 3 8 (J P , A)
国際公開第 0 1 / 0 7 2 6 5 0 (W O , A 1)
特開平 1 0 - 1 3 0 0 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 6 9 1 5 7 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 0 4 9 2 6 1 1 0 (C N , A)
特開 2 0 0 3 - 0 5 4 9 8 3 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 0 7 4 2 5 (J P , A)
国際公開第 0 2 / 0 1 4 2 3 5 (W O , A 1)
特開 2 0 1 1 - 2 1 3 5 5 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 0 1 6 5 6 6 (W O , A 1)
特開 2 0 0 5 - 2 0 6 4 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 1 0 4 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 9 7 1 9 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 0 4 7 5 2 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 2 7 1 8 7 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 0 3 1 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 9 7 7 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C 0 3 C 1 / 0 0 - 1 4 / 0 0

I N T E R G L A D