

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7384664号
(P7384664)

(45)発行日 令和5年11月21日(2023.11.21)

(24)登録日 令和5年11月13日(2023.11.13)

(51)国際特許分類		F I	
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
C 0 3 C	3/074(2006.01)	C 0 3 C	3/074
C 0 3 C	3/089(2006.01)	C 0 3 C	3/089
C 0 3 C	3/093(2006.01)	C 0 3 C	3/093

請求項の数 7 (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2019-501091(P2019-501091)	(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15番30号
(86)(22)出願日	平成29年12月26日(2017.12.26)	(74)代理人	100137589 弁理士 右田 俊介
(86)国際出願番号	PCT/JP2017/046515	(72)発明者	桃野 浄行 神奈川県相模原市中央区小山1-15-30
(87)国際公開番号	WO2018/154960	合議体	
(87)国際公開日	平成30年8月30日(2018.8.30)	審判長	粟野 正明
審査請求日	令和2年4月9日(2020.4.9)	審判官	山本 佳
審判番号	不服2022-10909(P2022-10909/J1)	審判官	池淵 立
審判請求日	令和4年7月13日(2022.7.13)		
(31)優先権主張番号	特願2017-29748(P2017-29748)		
(32)優先日	平成29年2月21日(2017.2.21)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学ガラス、プリフォーム材及び光学素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸化物換算組成のガラス全物質量に対する質量%で、

SiO₂成分 30.0～50.0%未満、

B₂O₃成分 1.0～15.0%、

ZnO成分 18.0～45.0%、

Al₂O₃成分 0～5.0%、

La₂O₃成分 0～4.0%

含有し、

RO成分の質量和が0～20.0%、

質量和BaO+PbOが0～20.0%、

SiO₂/B₂O₃の質量比が2.0～6.8、

SiO₂+ZnOの質量和が83.5%以下であり、

(SiO₂+Al₂O₃+ZnO)/(B₂O₃+Rn₂O)の質量比が15.0以下であり(

式中、RはMg、Ca、Sr、Baからなる群より選択される1種以上であり、RnはLi、Na、Kからなる群より選択される1種以上)、

4.5以上6.0以下のアッペ数(n_d)を有する光学ガラス。

【請求項2】

酸化物換算組成のガラス全物質量に対する質量%で、

Y₂O₃成分 0～15.0%、

G d ₂ O ₃ 成分	0 ~ 15 . 0 %、
L u ₂ O ₃ 成分	0 ~ 1 . 0 %、
Y b ₂ O ₃ 成分	0 ~ 1 . 0 %、
N b ₂ O ₅ 成分	0 ~ 5 . 0 %、
T a ₂ O ₅ 成分	0 ~ 5 . 0 %、
W O ₃ 成分	0 ~ 5 . 0 %、
G e O ₂ 成分	0 ~ 5 . 0 %、
G a ₂ O ₃ 成分	0 ~ 5 . 0 %、
P ₂ O ₅ 成分	0 ~ 10 . 0 %、
B i ₂ O ₃ 成分	0 ~ 5 . 0 %、
T e O ₂ 成分	0 ~ 5 . 0 %、
S n O ₂ 成分	0 ~ 3 . 0 %、
S b ₂ O ₃ 成分	0 ~ 1 . 0 %、
P b O成分	0 ~ 1 . 0 %、
C e O ₂ 成分	0 ~ 1 . 0 %、
F e ₂ O ₃ 成分	0 ~ 0 . 5 %、
A g ₂ O成分	0 ~ 3 . 0 %

であり、

上記各金属元素の1種又は2種以上の酸化物の一部又は全部と置換した弗化物のFとしての含有量が0 ~ 15 . 0質量%である請求項1記載の光学ガラス。

【請求項3】

酸化物換算組成のガラス全物質量に対する質量%で、質量和S i O₂ + B₂O₃ + Z n O + R O + R n₂Oの質量和が80 . 0%以上である請求項1又は2記載の光学ガラス(式中、RはM g、C a、S r、B aからなる群より選択される1種以上であり、R nはL i、N a、Kからなる群より選択される1種以上である)。

【請求項4】

1 . 53以上1 . 65以下の屈折率(n_d)を有する請求項1から3のいずれか記載の光学ガラス。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか記載の光学ガラスからなるプリフォーム材。

【請求項6】

請求項1から4のいずれか記載の光学ガラスからなる光学素子。

【請求項7】

請求項6に記載の光学素子を備える光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラス、プリフォーム材及び光学素子に関する。

【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や、プロジェクタやプロジェクションテレビ等の画像再生(投影)機器等の各種光学機器の分野では、光学系で用いられるレンズやプリズム等の光学素子の枚数を削減し、光学系全体を軽量化及び小型化する要求が強まっている。

【0003】

光学素子を作製する光学ガラスの中でも特に、光学系全体の軽量化及び小型化や色収差補正を図ることが可能な、1 . 53以上の屈折率(n_d)を有し、45以上60以下のアッペ数(n_d)を有する中屈折率低分散ガラスの需要が非常に高まっている。

【0004】

このような中屈折率低分散ガラスとして、特許文献1 ~ 3に代表されるようなガラス組

10

20

30

40

50

成物が知られている。しかしながら、人体および環境汚染の問題となるPbO成分を含有するものや、有害な原料からなるBaO成分を多量に含んでいるため、これら成分の含有量が少ないガラスが求められている。

また、PbO成分やBaO成分の含有量が少ないものでも、アルカリ金属成分を必要以上に多く含有するガラスは、大気中などの水分と反応して硝材自体にヤケを引き起こす問題が生じやすい。逆に、アルカリ金属成分の含有量が少なく、かつB₂O₃成分が少ない場合においても、熔融性やガラス化形成が困難になる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開昭57-106538号公報

【文献】特開平11-049530号公報

【文献】特開2001-180970号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、前記所定の範囲の光学恒数を有し、PbO成分やBaO成分の含有量が少なく、熔融性に優れた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】

【0007】

本発明者は、上記課題を解決するために、鋭意試験研究を重ねた結果、特定の組成を有することで、上記課題を解決するガラスが得られることを見出し、本発明を完成するに至った。具体的には、本発明は以下のようなものを提供する。

【0008】

(1) 質量%で、

SiO₂成分 25.0～65.0%未満、

B₂O₃成分 1.0～35.0%、

ZnO成分 10.0超～45.0%、

Al₂O₃成分 0～10.0%、

含有し、

RO成分の質量和が0～20.0%、

質量和BaO+PbOが0～20.0%、

SiO₂/B₂O₃の質量比が1.0～6.8、

SiO₂+ZnOの質量和が83.5%以下であり、

(SiO₂+Al₂O₃+ZnO)/(B₂O₃+Rn₂O)の質量比が15.0以下である光学ガラス(式中、RはMg、Ca、Sr、Baからなる群より選択される1種以上であり、RnはLi、Na、Kからなる群より選択される1種以上)。

【0009】

(2) 質量%で、

Li₂O成分 0～3.0%未満、

Na₂O成分 0～20.0%、

K₂O成分 0～20.0%、

MgO成分 0～20.0%、

CaO成分 0～20.0%、

SrO成分 0～20.0%、

BaO成分 0～20.0%、

TiO₂成分 0～3.0%、

ZrO₂成分 0～3.0%、

質量比B₂O₃/(Al₂O₃+P₂O₅+Li₂O)が1.3以上

10

20

30

40

50

であることを特徴とする(1)記載の光学ガラス。

【0010】

(3) 質量%で、

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0~25.0%、 Ln_2O_3 成分(式中、 Ln は La 、 Gd 、 Y 、 Lu からなる群より選択される1種以上)の質量和が0~20.0%であることを特徴とする(1)又は(2)記載の光学ガラス。

【0011】

(4) 質量比 B_2O_3/Rn_2O が0.05以上であることを特徴とする(1)から(3)いずれか記載の光学ガラス(式中、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される1種以上)。

10

【0012】

(5) 質量%で、

La_2O_3 成分 0~15.0%、

Y_2O_3 成分 0~15.0%、

Gd_2O_3 成分 0~15.0%、

Lu_2O_3 成分 0~1.0%、

Yb_2O_3 成分 0~1.0%、

Nb_2O_5 成分 0~5.0%、

Ta_2O_5 成分 0~5.0%、

20

WO_3 成分 0~5.0%、

GeO_2 成分 0~5.0%、

Ga_2O_3 成分 0~5.0%、

P_2O_5 成分 0~10.0%、

Bi_2O_3 成分 0~5.0%、

TeO_2 成分 0~5.0%、

SnO_2 成分 0~3.0%、

Sb_2O_3 成分 0~1.0%、

PbO 成分 0~1.0%、

CeO_2 成分 0~1.0%、

30

Fe_2O_3 成分 0~0.5%、

Ag_2O 成分 0~3.0%

であり、

上記各金属元素の1種又は2種以上の酸化物の一部又は全部と置換した弗化物の F としての含有量が0~15.0質量%である(1)から(4)いずれか記載の光学ガラス。

【0013】

(6) 質量和 $SiO_2 + B_2O_3 + ZnO + RO + Rn_2O$ の質量和が80.0%以上である(1)から(5)いずれか記載の光学ガラス(式中、 R は Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba からなる群より選択される1種以上であり、 Rn は Li 、 Na 、 K からなる群より選択される1種以上である)。

40

【0014】

(7) 1.53以上1.65以下の屈折率(n_d)を有し、45以上60以下のアッベ数(ν_d)を有する(1)から(6)のいずれか記載の光学ガラス。

【0015】

(8) (1)から(7)のいずれか記載の光学ガラスからなるプリフォーム材。

【0016】

(9) (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。

【0017】

(10) (9)に記載の光学素子を備える光学機器。

【発明の効果】

50

【0018】

本発明によれば、所定の範囲の光学恒数およびPbO成分やBaO成分の含有量が少なく、ガラスの熔融時に原料の熔け残りが発生せず、熔融性に優れた光学ガラスを得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明のガラスの実施形態について詳細に説明するが、本発明は、以下の実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の目的の範囲内において、適宜変更を加えて実施することができる。なお、説明が重複する箇所については、適宜説明を省略する場合があるが、発明の趣旨を限定するものではない。

10

【0020】

[ガラス成分]

本発明の光学ガラスを構成する各成分の組成範囲を以下に述べる。本明細書中において、各成分の含有量は、特に断りがない場合、全て酸化物換算組成のガラス全物質量に対する質量%で表示されるものとする。ここで、「酸化物換算組成」は、本発明のガラス構成成分の原料として使用される酸化物、複合塩、金属弗化物等が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。

【0021】

SiO₂成分は、耐失透性や化学的耐久性を向上させる必須成分である。そのため、SiO₂成分の含有量は、好ましくは25.0%、より好ましくは28.0%、さらに好ましくは30.0%を下限とする。

20

一方で、SiO₂成分の含有量を65.0%未満にすることで、より大きな屈折率を得易くでき、熔融性の悪化や過剰な粘性上昇を抑えられる。従って、SiO₂成分の含有量は、好ましくは65.0%未満、より好ましくは60.0%未満、さらに好ましくは58.0%、さらに好ましくは56.0%、さらに好ましくは54.0%、さらに好ましくは52.0%、最も好ましくは50.0%未満を上限とする。

SiO₂成分は、原料としてSiO₂、K₂SiF₆、Na₂SiF₆等を用いることができる。

【0022】

B₂O₃成分は熔融性を向上させ、耐失透性を向上させる効果を有する必須成分である。そのため、B₂O₃成分の含有量は、好ましくは1.0%、より好ましくは3.0%、さらに好ましくは5.0%超、さらに好ましくは6.0%、さらに好ましくは7.0%、最も好ましくは8.0%を下限とする。

30

一方で、B₂O₃成分の含有量を35.0%にすることで、ガラスの化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、B₂O₃成分の含有量は、好ましくは35.0%、より好ましくは30.0%、さらに好ましくは25.0%、さらに好ましくは20.0%、最も好ましくは15.0%を上限とする。

B₂O₃成分は、原料としてH₃BO₃、Na₂B₄O₇、Na₂B₄O₇・10H₂O、BPO₄等を用いることができる。

40

【0023】

ZnO成分は透過率の劣化や平均線熱膨張係数の上昇を抑えながら所望の光学恒数を得るための必須成分である。そのため、ZnO成分の含有量は、好ましくは10.0%超、より好ましくは15.0%超、さらに好ましくは18.0%、さらに好ましくは21.0%、さらに好ましくは23.0%を下限とする。

一方で、ZnO成分の含有量を45.0%以下にすることで過剰な含有による耐失透性の低下を抑えられる。従って、ZnO成分の含有量は、好ましくは45.0%、より好ましくは42.5%、さらに好ましくは40.0%、さらに好ましくは38.0%、さらに好ましくは36.0%、最も好ましくは35.0%を上限とする。

ZnO成分は、原料としてZnO、ZnF₂等を用いることができる。

50

【 0 0 2 4 】

Al_2O_3 成分の含有量を10.0%以下にすることが好ましい。これにより、過剰な含有による耐失透性の悪化や分相、屈折率の低下を抑えられる。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8.0%、さらに好ましくは6.0%、さらに好ましくは5.0%、さらに好ましくは4.0%、最も好ましくは3.0%を上限とする。

一方で、 Al_2O_3 成分は、0%超とすることで化学的耐久性を向上させることができる任意成分である。従って、 Al_2O_3 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2.0%を下限としても良い。

Al_2O_3 成分は、原料として Al_2O_3 、 $Al(OH)_3$ 、 AlF_3 、 $Al(PO_3)_3$ 等を用いることができる。

10

【 0 0 2 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)の含有量の和(質量和)は、20.0%以下が好ましい。これにより、過剰な含有による化学的耐久性の悪化や耐失透性の低下を抑えられる任意成分である。

従って、RO成分の質量和は、好ましくは20.0%以下、より好ましくは18.0%、さらに好ましくは16.0%、さらに好ましくは14.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%を上限とする。

特に、RO成分の含有量を8.0%以下とすることで、化学的耐久性の悪化を抑える効果をより得られやすくなる。したがって、好ましくは8.0%、より好ましくは6.0%、さらに好ましくは5.0%を上限とする。

20

一方で、RO成分は、0%超とすることで熔融性の向上やガラスの分相を抑えることができる。従って、RO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2.0%、さらに好ましくは3.0%を下限としても良い。

【 0 0 2 6 】

BaO成分及びPbO成分の合計量は、20.0%以下が好ましい。

これにより、化学的耐久性の悪化を抑え、人体や環境に悪影響を及ぼす原料の使用量を抑えることができる。従って、質量和($BaO + PbO$)は、好ましくは20.0%以下、より好ましくは15.0%以下、さらに好ましくは10.0%以下、さらに好ましくは5.0%以下、さらに好ましくは3.0%以下、さらに好ましくは1.0%以下を上限とする。

30

【 0 0 2 7 】

B_2O_3 成分に対する、 SiO_2 成分の含有量の比率は、1.0以上が好ましい。この比率を大きくすることで、化学的耐久性を向上させることができる。従って、質量比 SiO_2 / B_2O_3 は、好ましくは1.0以上、より好ましくは1.5以上、さらに好ましくは2.0以上、さらに好ましくは2.5以上、最も好ましくは3.0以上とする。

他方で、質量比 SiO_2 / B_2O_3 を6.8以下とすることで、熔融性の悪化を抑えることができるため、好ましくは6.8以下、より好ましくは5.8以下、さらに好ましくは5.0未満を上限とする。

【 0 0 2 8 】

SiO_2 成分及びZnO成分の合計量は、83.5%以下が好ましい。これにより、熔融性に優れガラスの分相を抑えることができる。従って、質量和($SiO_2 + ZnO$)は、好ましくは83.5%以下、より好ましくは80.5%以下、さらに好ましくは78.5%以下、さらに好ましくは78.0%以下が好ましい。

40

【 0 0 2 9 】

B_2O_3 成分及び 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)の合計含有量に対する、 SiO_2 成分及び Al_2O_3 成分及びZnO成分含有量の比率は、15.0以下が好ましい。この比率を小さくすることで、熔融性の悪化を抑えることができる。

従って、質量比($SiO_2 + Al_2O_3 + ZnO$) / ($B_2O_3 + Rn_2O$)は、好まし

50

くは15.0以下、より好ましくは12.0以下、さらに好ましくは10.0以下、さらに好ましくは8.0以下、さらに好ましくは6.0以下、さらに好ましくは5.0未満とする。

一方で、質量比 $(SiO_2 + Al_2O_3 + ZnO) / (B_2O_3 + Rn_2O)$ を0超とすることができる。従って、質量比 $(SiO_2 + Al_2O_3 + ZnO) / (B_2O_3 + Rn_2O)$ 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2.0超を下限とする。

【0030】

Li₂O成分は、0%超とすることで熔融性や成形性を向上することができる任意成分である。従って、Li₂O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%を下限とする。

10

一方で、Li₂O成分は、近年の原料高騰化が著しく、アルカリ金属成分の中でも大気中の水分等に反応し、ガラスにヤケを生じさせ易いため、3.0%未満とすることが望ましい。また、Li₂O成分の含有量を3.0%未満にすることで、Li₂O成分の過剰な含有による化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、Li₂O成分の含有量は、好ましくは3.0%未満、より好ましくは1.5%未満、より好ましくは1.0%未満を上限とし、最も好ましくは含有しない。

Li₂O成分は、原料としてLi₂CO₃、LiNO₃、Li₂CO₃等を用いることができる。

【0031】

Na₂O成分は、0%超含有する場合に、低温熔融性、成形性を向上させる任意成分である。従って、Na₂O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2.0%を下限とする。

20

一方で、Na₂O成分の含有量を20.0%以下にすることで、Na₂O成分の過剰な含有による化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、Na₂O成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは9.0%を上限とする。

Na₂O成分は、原料としてNa₂CO₃、NaNO₃、NaF、Na₂SiF₆等を用いることができる。

【0032】

K₂O成分は、0%超含有する場合に、低温熔融性、成形性を向上させる任意成分である。従って、K₂O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2.0%、さらに好ましくは3.0%を下限とする。

30

一方で、K₂O成分の含有量を20.0%以下にすることで、K₂O成分の過剰な含有による化学的耐久性の悪化を抑えられる。

従って、K₂O成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは9.0%を上限とする。

K₂O成分は、原料としてK₂CO₃、KNO₃、KF、KHF₂、K₂SiF₆等を用いることができる。

40

【0033】

MgO成分は、0%超含有する場合に、低温熔融性、成形性を向上させる任意成分である。

一方で、MgO成分の含有量を20.0%以下にすることで、MgO成分の過剰な含有による化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、MgO成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは7.0%未満、最も好ましくは6.0%を上限とする。

MgO成分は、原料としてMgCO₃、MgF₂等を用いることができる。

【0034】

CaO成分は、0%超含有する場合に、低温熔融性、成形性を向上させる任意成分であ

50

る。従って、CaO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2.0%、さらに好ましくは3.0%を下限とする。

一方で、CaO成分の含有量を20.0%以下にすることで、CaO成分の過剰な含有による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20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは8.0%、最も好ましくは6.0%を上限とする。

CaO成分は、原料としてCaCO₃、CaF₂等を用いることができる。

【0035】

SrO成分は、0%超含有する場合に、低温熔融性、成形性を向上させる任意成分である。従って、SrO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2.0%、さらに好ましくは3.0%を下限とする。

10

一方で、SrO成分の含有量を20.0%以下にすることで、SrO成分の過剰な含有による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20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは8.0%、最も好ましくは6.0%を上限とする。

SrO成分は、原料としてSr(NO₃)₂、SrF₂等を用いることができる。

【0036】

BaO成分は、0%超含有する場合に、低温熔融性、成形性を向上させる任意成分である。

一方で、BaO成分の含有量を20.0%以下にすることで、BaO成分の過剰な含有による化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、BaO成分の含有量は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは8.0%、さらに好ましくは6.0%、さらに好ましくは4.0%、最も好ましくは2.0%を上限とする。

20

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

【0037】

TiO₂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。

一方で、TiO₂成分の含有量を3.0%以下にすることで、TiO₂成分の過剰な含有による失透を低減でき、ガラスの可視光(特に波長500nm以下)に対する透過率の低下を抑えられる。従って、TiO₂成分の含有量は、好ましくは3.0%、より好ましくは2.5%、さらに好ましくは2.0%、さらに好ましくは1.5%、さらに好ましくは1.0%、さらに好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。

30

TiO₂成分は、原料として、例えばTiO₂成分等を用いてガラス内に含有することができる。

【0038】

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られ、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

一方で、ZrO₂成分の含有量を3.0%以下にすることで、ZrO₂成分の過剰な含有による失透を低減できる。従って、ZrO₂成分の含有量は、好ましくは3.0%、より好ましくは2.0%、さらに好ましくは1.0%、さらに好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。

40

ZrO₂成分は、原料としてZrO₂、ZrF₄等を用いることができる。

【0039】

Al₂O₃成分及びP₂O₅成分及びLi₂O成分の合計含有量に対する、B₂O₃成分の含有量の比率は、1.3以上が好ましい。この比率を大きくすることで、ガラスの結晶化を抑えることができる。

従って、質量比B₂O₃ / (Al₂O₃ + P₂O₅ + Li₂O)は、好ましくは1.3以上、より好ましくは2.3以上、さらに好ましくは3.3以上、さらに好ましくは3.8以上、元も好ましくは4.5以上とする。

50

【0040】

Rn₂O成分(式中、RnはLi、Na、Kからなる群より選択される1種以上)の含有量の和(質量和)は、25.0%以下が好ましい。これにより、過剰な含有による化学的耐久性の悪化を抑えられる。従って、前記合計の含有量は、好ましくは25.0%、より好ましくは20.0%、さらに好ましくは18.0%、さらに好ましくは16.0%、さらに好ましくは14.0%、さらに好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、最も好ましくは8.0%を上限とする。

一方で、この和を0%超とすることで熔融性や成形性を向上することができる。従って、Rn₂O成分の質量和は、好ましくは0%超、より好ましくは2.0%超、さらに好ましくは3.0%、さらに好ましくは4.0%、さらに好ましくは5.0%を下限とする。

10

【0041】

Ln₂O₃成分(式中、LnはLa、Gd、Y、Lu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、0%超含有することで、ガラスの屈折率及びアッペ数が高められるため、所望の屈折率及びアッペ数を有するガラスを得易くすることができる。

一方で、この和を20.0%以下にすることで、ガラスの液相温度が低くなるため、ガラスの失透を低減できる。従って、Ln₂O₃成分の質量和は、好ましくは20.0%、より好ましくは15.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは8.0%、さらに好ましくは6.0%、さらに好ましくは5.0%、最も好ましくは1.0%未満を上限とする。

【0042】

20

Rn₂O成分に対する、B₂O₃成分の含有量の比率は、0.05以上が好ましい。この比率を大きくすることでガラスのヤケや化学的耐久性の悪化、平均線熱膨張係数の上昇を抑えることができる。

従って、質量比B₂O₃/Rn₂Oは、好ましくは0.05以上、より好ましくは0.1以上、さらに好ましくは0.3以上、さらに好ましくは0.5以上とする。

一方で、質量比B₂O₃/Rn₂Oは3.0以下であることが好ましい。これにより、ガラスの分相を抑え、熔解成形時に適正な粘性を有することができる。従って、質量比B₂O₃/Rn₂Oは、好ましくは3.0以下、より好ましくは2.5以下、さらに好ましくは2.0以下とする。

【0043】

30

La₂O₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つガラスのアッペ数を高める任意成分である。一方で、La₂O₃成分の含有量を15.0%以下にすることで、耐失透性の悪化を低減できる。従ってLa₂O₃成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは8.0%、さらに好ましくは6.0%、さらに好ましくは4.0%、さらに好ましくは2.0%、最も好ましくは1.0%未満を上限とする。

La₂O₃成分は、原料としてLa₂O₃、La(NO₃)₃・XH₂O(Xは任意の整数)等を用いることができる。

【0044】

Y₂O₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高め、且つガラスのアッペ数を高める任意成分である。一方で、Y₂O₃成分の含有量を15.0%以下にすることで、耐失透性の悪化を低減できる。従ってY₂O₃成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは8.0%、さらに好ましくは6.0%、さらに好ましくは4.0%、さらに好ましくは2.0%、最も好ましくは1.0%未満を上限とする。

40

Y₂O₃成分は、原料としてY₂O₃、YF₃等を用いることができる。

【0045】

Gd₂O₃成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められ、且つアッペ数を高められる任意成分である。

一方で、Gd₂O₃成分の含有量を15.0%以下にすることで、耐失透性の悪化を低

50

減できる。従って Gd_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 15.0%、より好ましくは 12.0%、さらに好ましくは 10.0%、さらに好ましくは 8.0%、さらに好ましくは 6.0%、さらに好ましくは 4.0%、さらに好ましくは 2.0%、最も好ましくは 1.0% 未満を上限とする。 Gd_2O_3 成分は、原料として Gd_2O_3 、 GdF_3 等を用いることができる。

【0046】

Lu_2O_3 成分は、0% 超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められ、且つアッベ数を高められる任意成分である。

一方で、 Lu_2O_3 成分の含有量を 1.0% 以下にすることで、ガラスの材料コストが低減されるため、より安価に光学ガラスを作製できる。また、これによりガラスの耐失透性を高められる。従って、 Lu_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 1.0%、より好ましくは 0.5%、さらに好ましくは 0.1% を上限とする。材料コストを低減させる観点で、 Lu_2O_3 成分を含有しなくてもよい。

Lu_2O_3 成分は、原料として Lu_2O_3 等を用いることができる。

【0047】

Yb_2O_3 成分は、0% 超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められ、且つアッベ数を高められる任意成分である。

一方で、 Yb_2O_3 成分の含有量を 1.0% 以下にすることで、ガラスの材料コストが低減されるため、より安価に光学ガラスを作製できる。また、これによりガラスの耐失透性を高められる。従って、 Yb_2O_3 成分の含有量は、好ましくは 1.0%、さらに好ましくは 0.5%、さらに好ましくは 0.1% を上限とする。材料コストを低減させる観点で、 Yb_2O_3 成分を含有しなくてもよい。

Yb_2O_3 成分は、原料として Yb_2O_3 等を用いることができる。

【0048】

Nb_2O_5 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。

一方で、 Nb_2O_5 成分の含有量を 5.0% 以下にすることで、 Nb_2O_5 成分の過剰な含有による失透を低減でき、且つ、ガラスの可視光（特に波長 500 nm 以下）に対する透過率の低下を抑えられる。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 3.0%、さらに好ましくは 1.0%、さらに好ましくは 0.5%、さらに好ましくは 0.1% 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。

【0049】

Ta_2O_5 成分は、0% 超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められ、且つ耐失透性を高められる任意成分である。

一方で、高価な Ta_2O_5 成分を 5.0% 以下にすることで、ガラスの材料コストが低減されるため、より安価に光学ガラスを作製できる。従って、 Ta_2O_5 成分の含有量は、好ましくは 5.0%、より好ましくは 3.0%、さらに好ましくは 1.0%、さらに好ましくは 0.5%、さらに好ましくは 0.1% を上限とする。材料コストを低減させる観点で、 Ta_2O_5 成分を含有しなくてもよい。

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。

【0050】

WO_3 成分は、0% 超含有する場合にガラスの屈折率を高められ、且つ耐失透性を高められる任意成分である。

一方で、 WO_3 成分の含有量を 5.0% 以下にすることで、 WO_3 成分によるガラスの着色を低減して可視光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 5.0%、より好ましくは 3.0%、さらに好ましくは 1.0%、さらに好ましくは 0.5%、さらに好ましくは 0.1% を上限とする。

WO_3 成分は、原料として WO_3 等を用いることができる。

【0051】

10

20

30

40

50

GeO_2 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められ、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

しかしながら、 GeO_2 は原料価格が高いため、その含有量が多いと生産コストが高くなってしまふ。従って、 GeO_2 成分の含有量は、好ましくは5.0%、より好ましくは3.0%、さらに好ましくは1.0%、さらに好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。材料コストを低減させる観点で、 GeO_2 成分を含有しなくてもよい。

GeO_2 成分は、原料として GeO_2 等を用いることができる。

【0052】

Ga_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの屈折率を高められ、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

10

しかしながら、 Ga_2O_3 は原料価格が高いため、その含有量が多いと生産コストが高くなってしまふ。従って、 Ga_2O_3 成分の含有量は、好ましくは5.0%、より好ましくは3.0%、さらに好ましくは1.0%、さらに好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。材料コストを低減させる観点で、 Ga_2O_3 成分を含有しなくてもよい。

Ga_2O_3 成分は、原料として Ga_2O_3 等を用いることができる。

【0053】

P_2O_5 成分は、0%超含有する場合に、ガラスの液相温度を下げて耐失透性を高められる任意成分である。

20

一方で、 P_2O_5 成分の含有量を10.0%以下にすることで、ガラスの化学的耐久性、特に耐水性の低下を抑えられる。従って、 P_2O_5 成分の含有量は、好ましくは10.0%、より好ましくは8.0%、さらに好ましくは6.0%、さらに好ましくは4.0%、さらに好ましくは2.0%、さらに好ましくは1.0%、最も好ましくは0.1%を上限とする。

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。

【0054】

Bi_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高められ、且つガラス転移点を下げられる任意成分である。

30

一方で、 Bi_2O_3 成分の含有量を5.0%以下にすることで、ガラスの着色を抑え耐失透性を高められる。従って、 Bi_2O_3 成分の含有量は、好ましくは5.0%、より好ましくは3.0%、さらに好ましくは1.0%、最も好ましくは0.1%を上限とする。

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。

【0055】

TeO_2 成分は、0%超含有する場合に、屈折率を高められ、且つガラス転移点を下げられる任意成分である。

一方で、 TeO_2 は白金製の坩堝や、熔融ガラスと接する部分が白金で形成されている熔融槽でガラス原料を熔融する際、白金と合金化する問題がある。従って、 TeO_2 成分の含有量は、好ましくは5.0%、より好ましくは3.0%、さらに好ましくは1.0%、最も好ましくは0.1%を上限とする。

40

TeO_2 成分は、原料として TeO_2 等を用いることができる。

【0056】

SnO_2 成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスの酸化を低減して清澄し、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3.0%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、ガラスの失透を低減できる。また、 SnO_2 成分と熔融設備(特にPt等の貴金属)の合金化が低減されるため、熔融設備の長寿命化を図れる。従って、 SnO_2 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%、最も好ましくは0.1%を上限とする。

50

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。

【0057】

Sb_2O_3 成分は、0%超含有する場合に、熔融ガラスを脱泡できる任意成分である。一方で、 Sb_2O_3 量が多すぎると、可視光領域の短波長領域における透過率が悪くなる。従って、 Sb_2O_3 成分の含有量は、好ましくは1.0%、より好ましくは0.7%、さらに好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.2%、最も好ましくは0.1%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。

10

【0058】

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、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。

【0059】

PbO 成分はガラスの熔融性を向上させ屈折率を調整する成分であり、本発明の光学ガラスにおいて任意成分である。一方で PbO は人体や環境に悪影響を及ぼす成分であるため、特に、 PbO 成分は1.0%以下であることがのぞましい。

従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する PbO 成分の含有率は、各々、好ましくは1.0%、より好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。

20

PbO 成分は、原料として、例えば PbO 、 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 等を用いてガラス内に含有することができる。

【0060】

CeO_2 成分は、ガラスを清澄化する成分であり、本発明の光学ガラスにおいて任意成分である。特に、 CeO_2 成分1.0%以下にすると、可視光の着色を抑制することができる。

従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する CeO_2 成分の含有率は、各々、好ましくは1.0%、より好ましくは0.7%、さらに好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。

CeO_2 成分は、原料として、例えば CeO_2 、 $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 等を用いてガラス内に含有することができる。

30

【0061】

Fe_2O_3 成分はガラスを清澄化する成分であり、本発明の光学ガラスにおいて任意成分である。特に、 Fe_2O_3 成分を0.5%以下にすることで、可視光の着色を抑制することができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Fe_2O_3 成分の含有率は、好ましくは0.5%、より好ましくは0.5%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。

Fe_2O_3 成分は、原料として、例えば Fe_2O_3 等を用いてガラス内に含有することができる。

【0062】

40

Ag_2O 成分はガラスの結晶化および透過特性を調整する成分であり、本発明の光学ガラスにおいて任意成分である。特に、 Ag_2O 成分を3.0%以下にすることで、可視光の着色を抑制することができる。従って、酸化物換算組成のガラス全質量に対する Ag_2O 成分の含有率は、好ましくは3.0%、より好ましくは1.0%、さらに好ましくは0.1%を上限とする。

Ag_2O 成分は、原料として、例えば Ag_2O 等を用いてガラス内に含有することができる。

【0063】

F成分は、0%超含有する場合に、ガラスのアップ数を高めつつ、ガラス転移点を低くし、且つ耐失透性を向上できる任意成分である。

50

しかし、F成分の含有量、すなわち上述した各金属元素の1種又は2種以上の酸化物の一部又は全部と置換した弗化物のFとしての合計量が15.0%を超えると、F成分の揮発量が多くなるため、安定した光学恒数が得られ難くなり、均質なガラスが得られ難くなる。

従って、F成分の含有量は、好ましくは15.0%、より好ましくは12.0%、さらに好ましくは10.0%、さらに好ましくは5.0%、さらに好ましくは3.0%、最も好ましくは1.0%を上限とする。

F成分は、原料として例えば ZrF_4 、 AlF_3 、 NaF 、 CaF_2 等を用いることで、ガラス内に含有することができる。

【0064】

SiO_2 成分、 B_2O_3 成分、 ZnO 成分、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)及び Rn_2O 成分の含有量は、80.0%以上が好ましい。これにより、耐失透性の悪化を抑えながら所定の性能を得やすくなる。従って、質量和($SiO_2 + B_2O_3 + ZnO + RO + Rn_2O$)は、好ましくは80.0%以上、より好ましくは85.0%以上、さらに好ましくは90.0%以上、さらに好ましくは95.0%以上を下限とする。

【0065】

<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。

【0066】

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、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。

【0067】

Nd_2O_3 成分はガラスへの着色影響が強いため、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。

【0068】

Er_2O_3 成分はガラスへの着色影響が強いため、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。

【0069】

また、PbO等の鉛化合物は、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。

【0070】

また、 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。

【0071】

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。

【0072】

[物性]

本発明の光学ガラスは、高屈折率及び高アッペ数(低分散)を有することが好ましい。特に、本発明の光学ガラスの屈折率(n_d)は、好ましくは1.53、より好ましくは1.55、より好ましくは1.56、さらに好ましくは1.57を下限とする。この屈折率(n_d)は、好ましくは1.65、より好ましくは1.63、さらに好ましくは1.62

10

20

30

40

50

を上限とする。

また、本発明の光学ガラスのアップベ数 (n_d) は、好ましくは 4.5、より好ましくは 4.8、より好ましくは 4.9、さらに好ましくは 5.0 を下限とする。このアップベ数 (n_d) は、好ましくは 6.0、好ましくは 5.8、より好ましくは 5.7 を上限とする。

このような高屈折率を有することで、光学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、このような低分散を有することで、単レンズとして用いたときに光の波長による焦点のずれ (色収差) を小さくできる。そのため、例えば高分散 (低いアップベ数) を有する光学素子と組み合わせて光学系を構成した場合に、その光学系の全体として収差を低減させて高い結像特性等を図ることができる。

このように、本発明の光学ガラスは、光学設計上有用であり、特に光学系を構成したときに、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、光学設計の自由度を広げることができる。

10

【0073】

本発明の光学ガラスは、比重が小さいことが好ましい。より具体的には、本発明の光学ガラスの比重は 4.00 以下である。これにより、光学素子やそれを用いた光学機器の質量が低減されるため、光学機器の軽量化に寄与することができる。従って、本発明の光学ガラスの比重は、好ましくは 4.00、より好ましくは 3.50、好ましくは 3.20 を上限とする。なお、本発明の光学ガラスの比重は、概ね 2.80 以上、より詳細には 3.00 以上、さらに詳細には 3.20 以上であることが多い。

本発明の光学ガラスの比重は、日本光学硝子工業会規格 J O G I S 0 5 - 1 9 7 5 「光学ガラスの比重の測定方法」に基づいて測定する。

20

【0074】

本発明の光学ガラスは、耐失透性が高いこと、より具体的には、低い液相温度を有することが好ましい。

すなわち、本発明の光学ガラスの液相温度は、好ましくは 1300、より好ましくは 1250、さらに好ましくは 1200、さらに好ましくは 1150、最も好ましくは 1100、を上限とする。

これにより、熔解後のガラスをより低い温度で流出しても、作製されたガラスの結晶化が低減されるため、熔融状態からガラスを形成したときの失透を低減でき、ガラスを用いた光学素子の光学特性への影響を低減できる。また、ガラスの熔解温度を低くしてもガラスを成形できるため、ガラスの成形時に消費するエネルギーを抑えることで、ガラスの製造コストを低減できる。

30

一方、本発明の光学ガラスの液相温度の下限は特に限定しないが、本発明によって得られるガラスの液相温度は、概ね 850 以上、具体的には 900 以上、さらに具体的には 950 以上であることが多い。

なお、本明細書中における「液相温度」とは、850 ~ 1300 の温度勾配のついた温度傾斜炉に 30 分間保持し、炉外に取り出して冷却した後、倍率 100 倍の顕微鏡で結晶の有無を観察したときに結晶が認められない一番低い温度である。

【0075】

本発明の光学ガラスは、100 ~ 300 における平均線熱膨張係数 α が $100 (10^{-7} - 1)$ 以下であることが好ましい。

40

すなわち、本発明の光学ガラスの 100 ~ 300 における平均線熱膨張係数 α は、好ましくは $100 (10^{-7} - 1)$ 以下、より好ましくは 95 以下、より好ましくは 90 以下、さらに好ましくは 80 以下、さらに好ましくは 70 以下を上限とする。

【0076】

[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に投入し、ガラス組成の熔融難易度に応じて電気炉で 1100 ~ 1350 の温度範囲で 2 ~ 6 時間熔融し、攪拌均質化した後、適当な温度に下げた後から金型に鋳込み、徐冷することによ

50

り作製される。

【0077】

[ガラスの成形]

本発明のガラスは、公知の方法によって、熔融成形することが可能である。なお、ガラス熔融体を成形する手段は限定されない。

【0078】

[ガラス成形体及び光学素子]

本発明のガラスは、例えば研削及び研磨加工の手段等を用いて、ガラス成形体を作製することができる。すなわち、ガラスに対して研削及び研磨等の機械加工を行ってガラス成形体を作製することができる。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

【0079】

このように、本発明のガラスから形成したガラス成形体は、耐久性に優れるため加工性が良く、酸性雨等によるガラスの劣化が小さいため車載用途などでの使用が可能である。

【実施例】

【0080】

本発明のガラスの実施例及び比較例の組成、これらのガラスの屈折率(n_d)、アッペ数(d)、比重(d)、液相温度を表1～表2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に限定されるものではない。

【0081】

本発明の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の組成の割合になるように秤量して均一に混合した後、白金坩堝に投入し、ガラス組成の熔融難易度に応じて電気炉で1100～1350の温度範囲で2～5時間熔融した後、攪拌均質化してから金型等に鋳込み、徐冷してガラスを作製した。

20

【0082】

実施例のガラスの屈折率(n_d)及びアッペ数(d)は、ヘリウムランプのd線(587.56nm)に対する測定値で示した。また、アッペ数(d)は、上記d線の屈折率と、水素ランプのF線(486.13nm)に対する屈折率(n_F)、C線(656.27nm)に対する屈折率(n_C)の値を用いて、アッペ数(d)= $[(n_d - 1) / (n_F - n_C)]$ の式から算出した。

30

【0083】

実施例及び比較例のガラスの比重は、日本光学硝子工業会規格JOGIS05-1975「光学ガラスの比重の測定方法」に基づいて測定した。

【0084】

また、実施例及び比較例のガラスの液相温度は850～1300の温度勾配のついた温度傾斜炉に30分間保持し、炉外に取り出して冷却した後、倍率100倍の顕微鏡で結晶の有無を観察したときに結晶が認められない一番低い温度を求めた。

【0085】

また、実施例及び比較例のガラス平均線熱膨張係数(100～300)は、日本光学硝子工業会規格「光学ガラスの熱膨張の測定方法」JOGIS08-2003に準じて測定した。

40

【0086】

50

【表 1】

(単位：質量%)	実施例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	38.20	38.20	38.20	43.00	48.20	51.80	43.00	47.10
B ₂ O ₃	10.00	10.00	10.00	13.50	10.00	10.50	13.50	13.50
ZnO	34.80	34.80	34.80	34.80	24.80	23.00	30.00	26.80
Al ₂ O ₃						2.20		
Li ₂ O								
Na ₂ O	6.00	4.00	2.00	5.00	2.00	3.50	5.00	4.80
K ₂ O	7.00	5.00	3.00	3.70	3.00	3.00	3.00	3.00
MgO								
CaO	2.00	4.00	6.00		6.00	3.00	5.50	4.80
SrO	2.00	4.00	6.00		6.00	3.00		
BaO								
TiO ₂								
ZrO ₂								
WO ₃								
Sb ₂ O ₃								
SnO ₂								
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
RO	4.0	8.0	12.0	0.0	12.0	6.0	5.5	4.8
BaO+PbO	0	0	0	0	0	0	0	0
SiO ₂ /B ₂ O ₃	3.82	3.82	3.82	3.19	4.82	4.93	3.19	3.49
SiO ₂ +ZnO	73.0	73.0	73.0	77.8	73.0	74.8	73.0	73.9
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +ZnO)/ (B ₂ O ₃ +Rn ₂ O)	3.17	3.84	4.87	3.50	4.87	4.53	3.40	3.47
B ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅ +Li ₂ O)						4.77		
Rn ₂ O	13	9	5	8.7	5	6.5	8	7.8
Ln ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃ /Rn ₂ O	0.77	1.11	2.00	1.55	2.00	1.62	1.69	1.73
SiO ₂ +B ₂ O ₃ +ZnO+RO+ Rn ₂ O	100	100	100	100	100	97.8	100	100
屈折率 (n _d)	1.589	1.602	1.610	1.571	1.578	1.553	1.581	1.570
アッベ数 (v _d)	52.02	51.73	52.72	53.81	55.55	56.71	54.54	55.76
比重 (d)	3.07	3.12	3.17	3.00	3.01	2.84	2.93	2.85
平均線熱膨張係数 (α) (100~300℃)	78	68	64	63	64	62	68	67
液相温度				1068	1155	1065	1004	1010

【 0 0 8 7 】

10

20

30

40

50

【表 2】

(単位：質量%)	実施例				比較例
	9	10	11	12	
SiO ₂	45.00	34.80	32.30	36.90	45.74
B ₂ O ₃	13.50	13.50	13.50	13.50	4.71
ZnO	26.20	34.60	34.60	34.60	
Al ₂ O ₃	2.80		2.50		3.71
Li ₂ O					
Na ₂ O	4.50	8.80	8.80	8.00	5.01
K ₂ O	3.00	8.30	8.30	7.00	12.33
MgO					
CaO	5.00				
SrO					
BaO					24.51
TiO ₂					3.89
ZrO ₂					
WO ₃					
Sb ₂ O ₃					0.10
SnO ₂					
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
RO	5.0	0.0	0.0	0.0	24.5
BaO+PbO	0	0	0	0	24.5
SiO ₂ /B ₂ O ₃	3.33	2.58	2.39	2.73	9.71
SiO ₂ +ZnO	71.2	69.4	66.9	71.5	45.7
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +ZnO)/ (B ₂ O ₃ +Rn ₂ O)	3.52	2.27	2.27	2.51	2.24
B ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅ +Li ₂ O)	4.82		5.40		1.27
Rn ₂ O	7.5	17.1	17.1	15	17.3
Ln ₂ O ₃	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃ /Rn ₂ O	1.80	0.79	0.79	0.90	0.27
SiO ₂ +B ₂ O ₃ +ZnO+RO+ Rn ₂ O	97.2	100	97.5	100	92.3
屈折率 (n _d)	1.567	1.574	1.573	1.574	1.571
アッベ数 (v _d)	56.10	51.68	51.59	52.77	52.95
比重 (d)	2.85	3.02	3.03	3.02	2.98
平均線熱膨張係数 (α) (100~300℃)	66	92	92	91	111
液相温度	1044	1071	1085	1066	

【0088】

表に表されるように、本発明の実施例の光学ガラスは、SiO₂成分が5.0~65.0%未満、B₂O₃成分が1.0~35.0%、ZnO成分が10.0~45.0%、Al₂O₃成分が0~10.0%含有し、RO成分の質量和が0~20.0%、質量和がBaO+PbOが0~20.0%以下、SiO₂/B₂O₃の質量比が1.0~6.8、SiO₂+ZnOの質量和が83.5%以下であり、(SiO₂+Al₂O₃+ZnO)/(B₂O₃+Rn₂O)の質量比が15.0以下である。

【0089】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも屈折率(n_d)が1.53以上、より

詳細には 1.55 以上であるとともに、この屈折率 (n_d) は 1.62 以下であり、より詳細には 1.62 以下であり、所望の範囲内であった。

【0090】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれもアッベ数 (v_d) は 60 以下であるとともに、このアッベ数 (v_d) が 45 以上、より詳細には 48 以上であり、所望の範囲内であった。

【0091】

また、本発明の光学ガラスは、安定なガラスを形成しており、ガラス作製時において失透が起こり難いものであった。このことは、本発明の光学ガラスの液相温度が 1150 以下、より詳細には 1100 以下であることから推察される。

10

【0092】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、いずれも比重が 4.00 以下、より詳細には 3.60 以下であった。そのため、本発明の実施例の光学ガラスは、比重が小さいことが明らかになった。

【0093】

また、本発明の実施例の光学ガラスは、100 ~ 300 における平均線熱膨張係数が $100 (10^{-7} \text{ } ^{-1})$ 以下であった。そのため、本発明の実施例の光学ガラスは、平均線熱膨張係数が低いことが明らかになった。

【0094】

従って、本発明の実施例の光学ガラスは、屈折率 (n_d) 及びアッベ数 (v_d) が所望の範囲内にありながらも、液相温度が 1150 以下であり、平均線熱膨張係数が $100 (10^{-7} \text{ } ^{-1})$ 以下であった。このため、本発明の実施例の光学ガラスは、熱膨張係数が低いことが明らかとなった。

20

【0095】

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。

【0096】

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

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

<i>C 0 3 C</i>	<i>3/095(2006.01)</i>	<i>C 0 3 C</i>	<i>3/095</i>
<i>C 0 3 C</i>	<i>3/097(2006.01)</i>	<i>C 0 3 C</i>	<i>3/097</i>
<i>C 0 3 C</i>	<i>3/108(2006.01)</i>	<i>C 0 3 C</i>	<i>3/108</i>
<i>C 0 3 C</i>	<i>3/115(2006.01)</i>	<i>C 0 3 C</i>	<i>3/115</i>
<i>C 0 3 C</i>	<i>3/118(2006.01)</i>	<i>C 0 3 C</i>	<i>3/118</i>
<i>G 0 2 B</i>	<i>1/00 (2006.01)</i>	<i>G 0 2 B</i>	<i>1/00</i>

(56)参考文献

欧州特許出願公開第 3 0 9 8 2 0 6 号明細書 (E P , A 1)

特開昭 5 5 - 3 7 4 3 1 号公報 (J P , A)

特開昭 5 5 - 1 3 6 1 4 5 号公報 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 3 0 8 4 8 号公報 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 1 7 9 5 0 0 号公報 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 1 1 9 0 4 9 号公報 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C03C1/00-14/00

G02B1/00

INTERGLAD