

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7645366号
(P7645366)

(45)発行日 令和7年3月13日(2025.3.13)

(24)登録日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(51)国際特許分類		F I	
C 0 3 C	3/062(2006.01)	C 0 3 C	3/062
C 0 3 C	3/097(2006.01)	C 0 3 C	3/097
G 0 2 B	1/00 (2006.01)	G 0 2 B	1/00

請求項の数 19 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-519274(P2023-519274)	(73)特許権者	512264046 成都光明光 電 股 分 有 限 公 司 C D G M G L A S S C O . , L T D 中国四川省成都市 龍 泉 駅 区 成 龍 大 道 三 段 3 5 9 号 No . 3 5 9 , S e c . 3 , C h e n g l o n g A v e n u e , L o n g q u a n y i D i s t r i c t , C h e n g d u , S i c h u a n C h i n a
(86)(22)出願日	令和3年7月28日(2021.7.28)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(65)公表番号	特表2023-543575(P2023-543575 A)	(72)発明者	毛 露 路 中 華 人 民 共 和 国 6 1 0 1 0 0 四 川 省 成 都 市 龍 泉 駅 区 成 龍 大 道 三 段 3 5 9 号
(43)公表日	令和5年10月17日(2023.10.17)		
(86)国際出願番号	PCT/CN2021/108894		
(87)国際公開番号	WO2022/062638		
(87)国際公開日	令和4年3月31日(2022.3.31)		
審査請求日	令和5年3月27日(2023.3.27)		
(31)優先権主張番号	202011039105.X		
(32)優先日	令和2年9月28日(2020.9.28)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)		
前置審査			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学ガラス、光学素子及び光学機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

重量%で以下の成分を含み、以下の条件を満たす、光学ガラス。

SiO₂ : 25 ~ 50%、ZrO₂ : 2 ~ 14%、Rn₂O : 5 ~ 25%、及びNb₂O₅ : 25 ~ 50%。

(Nb₂O₅+Rn₂O)/SiO₂(重量比)が0.8 ~ 1.8、Li₂O/(Na₂O+K₂O)(重量比)が0.2 ~ 0.6、ZnO/ZrO₂(重量比)が0.01 ~ 1.5、K₂O/Na₂O(重量比)が0.1 ~ 0.7、SiO₂、Nb₂O₅、ZrO₂、及びRn₂Oの合計含有量が91%以上である。

ここで、Rn₂OがLi₂O、Na₂O、及びK₂Oからなる群より選ばれる一種又は複数種である。

【請求項2】

重量%で以下の群より選ばれる一種以上の成分をさらに含む、請求項1に記載の光学ガラス。

B₂O₃ : 0 ~ 5%、ZnO : 0 ~ 5%、P₂O₅ : 0 ~ 3%、Al₂O₃ : 0 ~ 5%、MgO : 0 ~ 5%、CaO : 0 ~ 8%、SrO : 0 ~ 8%、BaO : 0 ~ 8%、La₂O₃ : 0 ~ 5%、Gd₂O₃ : 0 ~ 5%、Y₂O₃ : 0 ~ 5%、WO₃ : 0 ~ 5%、Bi₂O₃ : 0 ~ 5%、TiO₂ : 0 ~ 5%、及び清澄剤 : 0 ~ 2%からなる群。

ここで、前記清澄剤がSb₂O₃、SnO₂、SnO、CeO₂、NaCl、及び硫酸塩からなる群より選ばれる一種又は複数種である。

【請求項3】

必要な成分としてSiO₂、Rn₂O及びNb₂O₅を含み、以下の条件を満たす、光学ガラス。

($\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Rn}_2\text{O}$)/ SiO_2 (重量比)が0.8 ~ 1.8、 $\text{Li}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (重量比)が0.2 ~ 0.6、 ZnO/ZrO_2 (重量比)が0.01 ~ 1.5、 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (重量比)が0.1 ~ 0.7、 SiO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、及び Rn_2O の合計含有量が91%以上であり、前記光学ガラスの屈折率 n_d が1.70 ~ 1.77、アッベ数 v_d が28 ~ 36、光学ガラスの $P_{g,F}$ 値が0.5950以下、 $P_{g,F}$ 値が0.0015以下である。

ここで、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O からなる群より選ばれる一種又は複数種である。

【請求項4】

重量%で以下の群より選ばれる一種以上の成分を含む、請求項3に記載の光学ガラス。

SiO_2 : 25 ~ 50%、 ZrO_2 : 2 ~ 14%、 Rn_2O : 5 ~ 25%、 Nb_2O_5 : 25 ~ 50%、 B_2O_3 : 0 ~ 5%、 ZnO : 0 ~ 5%、 P_2O_5 : 0 ~ 3%、 Al_2O_3 : 0 ~ 5%、 MgO : 0 ~ 5%、 CaO : 0 ~ 8%、 SrO : 0 ~ 8%、 BaO : 0 ~ 8%、 La_2O_3 : 0 ~ 5%、 Gd_2O_3 : 0 ~ 5%、 Y_2O_3 : 0 ~ 5%、 WO_3 : 0 ~ 5%、 Bi_2O_3 : 0 ~ 5%、 TiO_2 : 0 ~ 5%、及び清澄剤 : 0 ~ 2%からなる群。ここで、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O からなる群より選ばれる一種又は複数種であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 NaCl 、及び硫酸塩からなる群より選ばれる一種又は複数種である。

10

【請求項5】

以下の3つの条件の1つ以上を満たす、請求項1 ~ 4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

1) ($\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Rn}_2\text{O}$)/ SiO_2 (重量比)は0.9 ~ 1.6 ;

2) $\text{Rn}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ (重量比)は0.2 ~ 0.6 ;

3) ZnO/RO (重量比)が10.0以下。

20

ここで、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O からなる群より選ばれる一種又は複数種であり、 RO が BaO 、 SrO 、 CaO 、及び MgO の合計含有量である。

【請求項6】

重量%で以下の群より選ばれる一種以上の成分を含む、請求項1 ~ 4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

SiO_2 : 28 ~ 47%、 ZrO_2 : 3 ~ 12%、 Rn_2O : 6 ~ 23%、 Nb_2O_5 : 28 ~ 45%、 B_2O_3 : 0 ~ 3%、 ZnO : 0 ~ 4%、 P_2O_5 : 0 ~ 1%、 Al_2O_3 : 0 ~ 3%、 MgO : 0 ~ 3%、 CaO : 0 ~ 6%、 SrO : 0 ~ 5%、 BaO : 0 ~ 6%、 La_2O_3 : 0 ~ 3%、 Gd_2O_3 : 0 ~ 3%、 Y_2O_3 : 0 ~ 3%、 WO_3 : 0 ~ 3%、 Bi_2O_3 : 0 ~ 3%、 TiO_2 : 0 ~ 3%、及び清澄剤 : 0 ~ 1%からなる群。

30

ここで、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O からなる群より選ばれる一種又は複数種であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 NaCl 、及び硫酸塩からなる群より選ばれる一種又は複数種である。

【請求項7】

以下の6つの条件の1つ以上を満たす、請求項1 ~ 4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

1) ($\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Rn}_2\text{O}$)/ SiO_2 (重量比)は1.0 ~ 1.5 ;

2) $\text{Rn}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ (重量比)は0.23 ~ 0.55 ;

3) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (重量比)は0.2 ~ 0.5 ;

4) $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (重量比)は0.15 ~ 0.6 ;

5) ZnO/ZrO_2 (重量比)は0.05 ~ 1.0 ;

6) ZnO/RO (重量比)が5.0以下。

40

ここで、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O からなる群より選ばれる一種又は複数種であり、 RO が BaO 、 SrO 、 CaO 、及び MgO の合計含有量である。

【請求項8】

重量%で以下の群より選ばれる一種以上の成分を含む、請求項1 ~ 4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

SiO_2 : 30 ~ 45%、 ZrO_2 : 5 ~ 10%、 Rn_2O : 8 ~ 20%、 Nb_2O_5 : 32 ~ 40%、 ZnO : 0 ~ 3%、 CaO : 0 ~ 5%、 SrO : 0 ~ 4%、 BaO : 0 ~ 5%、 La_2O_3 : 0 ~ 2%、 Gd_2O_3 : 0 ~ 2%、 Y_2O_3 : 0 ~ 2%、及び清澄剤 : 0 ~ 0.5%からなる群。ここで、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O からなる群より選ばれる一種又は複数種であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 Sn

50

O、CeO₂、NaCl、及び硫酸塩からなる群より選ばれる一種又は複数種である。

【請求項 9】

以下の5つの条件の1つ以上を満たす、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

- 1) Rn₂O/SiO₂(重量比)は0.25～0.5；
- 2) Li₂O/(Na₂O+K₂O)(重量比)は0.25～0.45；
- 3) K₂O/Na₂O(重量比)は0.2～0.5；
- 4) ZnO/ZrO₂(重量比)は0.1～0.5；
- 5) ZnO/RO(重量比)が3.0以下。

ここで、Rn₂OがLi₂O、Na₂O、及びK₂Oからなる群より選ばれる一種又は複数種であり、ROがBaO、SrO、CaO、及びMgOの合計含有量である。

10

【請求項 10】

重量%で以下の群より選ばれる一種以上の成分を含む、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

Li₂O：1～10%、Na₂O：2～20%、及びK₂O：0～8%からなる群。

【請求項 11】

重量%で以下の群より選ばれる一種以上の成分を含む、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

Li₂O：2～6%、Na₂O：5～15%、及びK₂O：0.5～5%からなる群。

【請求項 12】

B₂O₃、P₂O₅、Al₂O₃、MgO、TiO₂、WO₃、及びBi₂O₃からなる群より選ばれる一種以上の成分を含まない、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

20

【請求項 13】

前記光学ガラスの屈折率n_dが1.70～1.77、アッベ数 v_d が28～36である、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

【請求項 14】

前記光学ガラスの屈折率n_dが1.71～1.76、アッベ数 v_d が30～34である、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

【請求項 15】

以下の11の条件の1つ以上を満たす、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

- 1) 前記光学ガラスのP_{g,F}値が0.5950以下である。
- 2) P_{g,F}値が0.0015以下である。
- 3) 耐酸安定性D_Aが2類以上である。
- 4) 耐水安定性D_Wが2類以上である。
- 5) 光透過率 τ_{400nm} が85.0%以上である。
- 6) 密度 ρ が3.80g/cm³以下である。
- 7) 熱膨張係数 $\alpha_{20/300}$ が100×10⁻⁷/K以下である。
- 8) 耐候性CRが2類以上である。
- 9) 気泡度がA級以上である。
- 10) ストライプがD級以上である。
- 11) 抗結晶性がB級以上である。

30

40

【請求項 16】

以下の11の条件の1つ以上を満たす、請求項1～4のいずれか一項に記載の光学ガラス。

- 1) 前記光学ガラスのP_{g,F}値が0.5930以下である。
- 2) P_{g,F}値が0以下である。
- 3) 耐酸安定性D_Aが1類である。
- 4) 耐水安定性D_Wが1類である。
- 5) 光透過率 τ_{400nm} が90.0%以上である。
- 6) 密度 ρ が3.40g/cm³以下である。
- 7) 熱膨張係数 $\alpha_{20/300}$ が93×10⁻⁷/K以下である。
- 8) 耐候性CRが1類である。

50

9)気泡度がA₀級以上である。

10)ストライプがC級以上である。

11)抗結晶性がA級である。

【請求項17】

請求項1~16のいずれ一項に記載の光学ガラスで製造される、ガラスプリフォーム。

【請求項18】

請求項1~16のいずれ一項に記載の光学ガラス、又は、請求項17に記載のガラスプリフォームで製造される、光学素子。

【請求項19】

請求項1~16のいずれ一項に記載の光学ガラス、及び/又は、請求項18に記載の光学素子を含む、光学機器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学ガラスに関し、特に屈折率が1.70~1.77、アッペ数が28~36の光学ガラスに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、マイクロ（コンパクト）高精細度光学系の発展に伴い、屈折率が1.70~1.77、アッペ数が28~36の範囲内であり、 $P_{g,F}$ 値及び $P_{g,F}$ 値が比較的 low、密度が比較的 low、光透過率が比較的高い光学ガラス材料が切実に求められている。従来技術において、屈折率が上記範囲内の光学ガラスとしては、主にランタンフリント系ガラス（LaF）と重フリントガラス（ZF）が挙げられる。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ランタンフリント系ガラスは、 $P_{g,F}$ 値と $P_{g,F}$ 値が比較的 low、二次色差補正に用いることができるが、ランタンフリント系ガラスは、密度が一般的に4.0g/cm³以上であり、耐酸安定性（D_A）が通常3類未満、又は4類以下である。マイクロ光学系に使用されるレンズ、プリズムなどは、駆動モータの動力及び航続の制限を受け、密度が4.0g/cm³を超えると、全体の設計に壊滅的な影響を与えてしまう。また、マイクロ光学系に使用されるレンズやプリズムは、従来の光学部品の加工とは異なり、加工工程で強酸と強アルカリの環境にあり、光学材料が優れた耐酸性を持っていなければ、光学素子の良品率が大幅に低下し、合格品を得られない場合もある。

30

【0004】

上記の屈折率とアッペ数の範囲内にある従来の重フリントガラスは、密度が低いが、化学的安定性に優れ、強酸環境での加工ニーズを満たすことができる。しかし、従来の重フリントガラスは、 $P_{g,F}$ 値が比較的大きく、レンズアセンブリを減少させながら二次色差を除去するマイクロ光学系の要求を満たすことができない。一方、重フリントガラスは、一般的に光透過率が悪く、マイクロ光学系の光透過量に対する高い需要を満たすことができない。

40

【0005】

本発明が解決しようとする技術的課題は、 $P_{g,F}$ 値と $P_{g,F}$ 値が比較的 low、化学的安定性に優れ、光透過率が高く、密度が比較的 lowな光学ガラスを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明が技術的課題を解決するために採用する技術方案は、次の通りである。

(1) 重量%で以下の成分を含む、光学ガラス：SiO₂：25~50%、ZrO₂：2~14%、Rn₂O：5~25%、Nb₂O₅：25~50%であり、(Nb₂O₅+Rn₂O)/SiO₂が0.8~1.8、Rn₂OがLi₂O、Na₂O、K₂Oの一種又は複数種である。

50

【 0 0 0 7 】

(2) 重量%で以下の成分をさらに含む、(1)に記載の光学ガラス： B_2O_3 ：0～5%、及び/又は ZnO ：0～5%、及び/又は P_2O_5 ：0～3%、及び/又は Al_2O_3 ：0～5%、及び/又は MgO ：0～5%、及び/又は CaO ：0～8%、及び/又は SrO ：0～8%、及び/又は BaO ：0～8%、及び/又は La_2O_3 ：0～5%、及び/又は Gd_2O_3 ：0～5%、及び/又は Y_2O_3 ：0～5%、及び/又は WO_3 ：0～5%、及び/又は Bi_2O_3 ：0～5%、及び/又は TiO_2 ：0～5%、及び/又は清澄剤：0～2%であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 $NaCl$ 、硫酸塩の一種又は複数種である。

【 0 0 0 8 】

(3) 重量%で必要な成分として SiO_2 、 Rn_2O 及び Nb_2O_5 を含む、光学ガラス： $(Nb_2O_5+Rn_2O)/SiO_2$ が0.8～1.8であり、前記光学ガラスの屈折率 nd が1.70～1.77、アッベ数 d が28～36、光学ガラスの $P_{g,F}$ 値が0.5950以下、 $P_{g,F}$ 値が0.0015以下、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種である。

10

【 0 0 0 9 】

(4) 重量%で以下を含む、(3)に記載の光学ガラス： SiO_2 ：25～50%、及び/又は ZrO_2 ：2～14%、及び/又は Rn_2O ：5～25%、及び/又は Nb_2O_5 ：25～50%、及び/又は B_2O_3 ：0～5%、及び/又は ZnO ：0～5%、及び/又は P_2O_5 ：0～3%、及び/又は Al_2O_3 ：0～5%、及び/又は MgO ：0～5%、及び/又は CaO ：0～8%、及び/又は SrO ：0～8%、及び/又は BaO ：0～8%、及び/又は La_2O_3 ：0～5%、及び/又は Gd_2O_3 ：0～5%、及び/又は Y_2O_3 ：0～5%、及び/又は WO_3 ：0～5%、及び/又は Bi_2O_3 ：0～5%、及び/又は TiO_2 ：0～5%、及び/又は清澄剤：0～2%であり、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 $NaCl$ 、硫酸塩の一種又は複数種である。

20

【 0 0 1 0 】

(5) 重量%で以下の成分からなる、光学ガラス： SiO_2 ：25～50%、 ZrO_2 ：2～14%、 Rn_2O ：5～25%、 Nb_2O_5 ：25～50%、 B_2O_3 ：0～5%、 ZnO ：0～5%、 P_2O_5 ：0～3%、 Al_2O_3 ：0～5%、 MgO ：0～5%、 CaO ：0～8%、 SrO ：0～8%、 BaO ：0～8%、 La_2O_3 ：0～5%、 Gd_2O_3 ：0～5%、 Y_2O_3 ：0～5%、 WO_3 ：0～5%、 Bi_2O_3 ：0～5%、 TiO_2 ：0～5%、清澄剤：0～2%であり、 $(Nb_2O_5+Rn_2O)/SiO_2$ が0.8～1.8、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 $NaCl$ 、硫酸塩の一種又は複数種である。

30

【 0 0 1 1 】

(6) 重量%で以下の成分を含み、以下の6つの条件の1つ以上を満たす、(1)～(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス：

- 1) $(Nb_2O_5+Rn_2O)/SiO_2$ は0.9～1.6；
- 2) Rn_2O/SiO_2 は0.2～0.6；
- 3) $Li_2O/(Na_2O+K_2O)$ は0.1～0.6；
- 4) K_2O/Na_2O は0.1～0.7；
- 5) ZnO/ZrO_2 は0.01～1.5；
- 6) ZnO/RO が10.0以下。

Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種であり、 RO が BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO の合計含有量である。

40

【 0 0 1 2 】

(7) 重量%で以下の成分を含む、(1)～(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス： SiO_2 ：28～47%、及び/又は ZrO_2 ：3～12%、及び/又は Rn_2O ：6～23%、及び/又は Nb_2O_5 ：28～45%、及び/又は B_2O_3 ：0～3%、及び/又は ZnO ：0～4%、及び/又は P_2O_5 ：0～1%、及び/又は Al_2O_3 ：0～3%、及び/又は MgO ：0～3%、及び/又は CaO ：0～6%、及び/又は SrO ：0～5%、及び/又は BaO ：0～6%、及び/又は La_2O_3 ：0～3%、及び/又は Gd_2O_3 ：0～3%、及び/又は Y_2O_3 ：0～3%、及び/又は WO_3 ：0～3%、及び/又は Bi_2O_3 ：0～3%、及び/又は TiO_2 ：0～3%、及び/又は清澄剤：0～1%であり、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 $NaCl$ 、硫

50

酸塩の一種又は複数種である。

【 0 0 1 3 】

(8) 重量%で以下の成分を含み、以下の6つの条件の1つ以上を満たす、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス：

- 1) $(\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{Rn}_2\text{O}) / \text{SiO}_2$ は 1.0 ~ 1.5 ；
- 2) $\text{Rn}_2\text{O} / \text{SiO}_2$ は 0.23 ~ 0.55 ；
- 3) $\text{Li}_2\text{O} / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ は 0.2 ~ 0.5 ；
- 4) $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ は 0.15 ~ 0.6 ；
- 5) $\text{ZnO} / \text{ZrO}_2$ は 0.05 ~ 1.0 ；
- 6) ZnO / RO が 5.0 以下。

Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種であり、 RO が BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO の合計含有量である。

【 0 0 1 4 】

(9) 重量%で以下の成分を含む、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス： SiO_2 ：30~45%、及び/又は ZrO_2 ：5~10%、及び/又は Rn_2O ：8~20%、及び/又は Nb_2O_5 ：32~40%、及び/又は ZnO ：0~3%、及び/又は CaO ：0~5%、及び/又は SrO ：0~4%、及び/又は BaO ：0~5%、及び/又は La_2O_3 ：0~2%、及び/又は Gd_2O_3 ：0~2%、及び/又は Y_2O_3 ：0~2%、及び/又は清澄剤：0~0.5%であり、 Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種であり、前記清澄剤が Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 NaCl 、硫酸塩の一種又は複数種である。

【 0 0 1 5 】

(10) 重量%で以下の成分を含み、以下の5つの条件の1つ以上を満たす、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス：

- 1) $\text{Rn}_2\text{O} / \text{SiO}_2$ は 0.25 ~ 0.5 ；
- 2) $\text{Li}_2\text{O} / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ は 0.25 ~ 0.45 ；
- 3) $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$ は 0.2 ~ 0.5 ；
- 4) $\text{ZnO} / \text{ZrO}_2$ は 0.1 ~ 0.5 ；
- 5) ZnO / RO が 3.0 以下、好ましくは ZnO / RO が 1.0 以下。

Rn_2O が Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種であり、 RO が BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO の合計含有量である。

【 0 0 1 6 】

(11) 重量%で以下の成分を含む、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス： Li_2O ：1~10%、好ましくは Li_2O ：1.5~8%、より好ましくは Li_2O ：2~6%、及び/又は Na_2O ：2~20%、好ましくは Na_2O ：4~18%、より好ましくは Na_2O ：5~15%、及び/又は K_2O ：0~8%、好ましくは K_2O ：0~6%、より好ましくは K_2O ：0.5~5%である。

【 0 0 1 7 】

(12) 重量%で以下の成分を含む、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス： $\text{SiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{ZrO}_2 + \text{Rn}_2\text{O}$ が 80% 以上、好ましくは $\text{SiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{ZrO}_2 + \text{Rn}_2\text{O}$ が 85% 以上、より好ましくは $\text{SiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{ZrO}_2 + \text{Rn}_2\text{O}$ が 88% 以上、さらに好ましくは $\text{SiO}_2 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{ZrO}_2 + \text{Rn}_2\text{O}$ が 91% 以上である。

【 0 0 1 8 】

(13) (1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス、その成分として、 B_2O_3 を含まない、及び/又は P_2O_5 を含まない、及び/又は Al_2O_3 を含まない、及び/又は MgO を含まない、及び/又は TiO_2 を含まない、及び/又は WO_3 を含まない、及び/又は Bi_2O_3 を含まない。

【 0 0 1 9 】

(14) 前記光学ガラスの屈折率 n_d が1.70~1.77、好ましくは1.705~1.765、より好ましくは1.71~1.76、さらに好ましくは1.72~1.75、アッベ数 v_d が28~36、好ましくは29~35、より好ましくは30~34、さらに好ましくは31~33.5である、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

(15) 前記光学ガラスの $P_{g,F}$ 値が0.5950以下、好ましくは0.5940以下、より好ましくは0.5930以下、及び/又は $P_{g,F}$ 値が0.0015以下、好ましくは0.0010以下、より好ましくは0.0005以下、さらに好ましくは0以下、及び/又は耐酸安定性 D_A が2類以上、好ましくは1類、及び/又は耐水安定性 D_W が2類以上、好ましくは1類、及び/又は光透過率 400nm が85.0%以上、好ましくは88.0%以上、より好ましくは90.0%以上、及び/又は密度が 3.80g/cm^3 以下、好ましくは 3.60g/cm^3 以下、より好ましくは 3.40g/cm^3 以下である、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス。

【0021】

(16) 前記光学ガラスの熱膨張係数 $_{20/300}$ が $100 \times 10^{-7}/\text{K}$ 以下、好ましくは $95 \times 10^{-7}/\text{K}$ 以下、より好ましくは $93 \times 10^{-7}/\text{K}$ 以下、及び/又は耐候性CRが2類以上、好ましくは1類、及び/又は気泡度がA級以上、好ましくはA₀以上、及び/又はストライプがD級以上、好ましくはC級以上、及び/又は抗結晶性がB級以上、好ましくはA級である、(1)~(5)のいずれか一つに記載の光学ガラス。

10

【0022】

(17) (1)~(16)のいずれか一つに記載の光学ガラスで製造される、ガラスプリフォーム。

(18) (1)~(16)のいずれか一つに記載の光学ガラス、又は、(17)に記載のガラスプリフォームで製造される、光学素子。

(19) (1)~(16)のいずれか一つに記載の光学ガラス、及び/又は、(18)に記載の光学素子を含む、光学機器。

20

【発明の効果】

【0023】

本発明の有益な効果は、以下の通りである。本発明により得られる光学ガラスは、所望の屈折率とアッペ数を有すると同時に、 $P_{g,F}$ 値と $P_{g,F}$ 値が比較的low、化学的安定性に優れ、光透過率が高く、密度が比較的low。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明に係る光学ガラスの実施形態について詳細に説明するが、本発明は以下に説明する実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的の範囲内で適宜変形して実施することが可能である。さらに、適宜省略はあるものの、記載を繰り返すことによって本発明の主旨が限定されるものではない。以下では、本発明の光学ガラスを単にガラスと称することもある。

30

【0025】

[光学ガラス]

以下に、本発明の光学ガラスの成分の範囲について説明する。本説明書において、各成分の含有量及び合計含有量は、特に指定のない限り、重量パーセント(wt%)で表すものとする。すなわち、各成分の含有量、合計含有量は、酸化物組成物に換算するガラス物質の総重量に対する重量パーセントで表す。ここでいう「酸化物組成物に換算した」とは、本発明の光学ガラスの組成物の原料として用いた酸化物、錯塩、水酸化物等が熔融時に分解して酸化物に変換された場合の酸化物物質の総重量を100%とした場合のことである。

【0026】

具体的には、本明細書に記載されている数値範囲には、上限値及び下限値が含まれ、「以上」及び「以下」には端点値、並びに範囲に含まれるすべての整数及び分数が含まれ、範囲が限定されている場合に記載されている具体的な値に限定されるものではない。本明細書で「及び/又は」と呼ばれるものは包括的であり、例えば「A及び/又はB」は、Aのみ、Bのみ、又はAとBの両方を意味する。

40

【0027】

<必須成分と任意成分>

SiO_2 は本発明においてネットワーク形成成分であり、その含有量が50%を超えると、ガラスの屈折率が設計要件よりlow、アッペ数が設計要件よりhigh、ガラスの熔融性能が悪くなる。その含有量が25%未満の場合、ガラス内部の切断されたネットワーク結合が急速

50

に増加し、化学的安定性が低下し、抗結晶性が急速に低下する。従って、 SiO_2 の含有量が25～50%、好ましくは28～47%、より好ましくは30～45%に限定される。

【0028】

適量の B_2O_3 はガラスのアップ数を高め、ガラスの熔融温度を下げ、ガラスにおける不溶物質の発生確率を下げるができる。しかし、本発明のガラス系では、 B_2O_3 の含有量が5%を超えると、ガラス中の自由酸素が欠損し、一部の原子価が変化した酸化物が低原子価に遷移し、光透過率の急激な悪化を招く。一方、5%を超える B_2O_3 がガラスの $P_{g,F}$ 値の急速な上昇を引き起こし、設計要件を満たすことができなくなる。従って、 B_2O_3 の含有量が5%以下、好ましくは3%以下に限定され、より好ましくは B_2O_3 を含まない。

【0029】

P_2O_5 はガラスに用いることでガラスのアップ数を調整することができるが、本系ガラスでは3%を超える P_2O_5 がガラス中に大量の結晶核を形成し、ガラスの抗結晶性が急速に悪化する。従って、 P_2O_5 の含有量が3%以下、好ましくは1%以下に限定され、より好ましくは P_2O_5 を含まない。

【0030】

Al_2O_3 はガラスに用いることでガラスの化学的安定性を高めることができるが、その含有量が5%を超えると、ガラスの抗結晶性が急速に悪化し、ガラスの内部に大量の結石が発生する。従って、 Al_2O_3 の含有量が5%以下、好ましくは3%以下である。いくつかの実施形態において、 Al_2O_3 は $P_{g,F}$ 値を高める作用があるため、より好ましくは Al_2O_3 を含まない。

【0031】

Nb_2O_5 は高屈折率高分散成分であり、本発明のガラスの主要成分の1つであり、その含有量が25%未満であれば、本発明のガラスに必要な $P_{g,F}$ 値及び $P_{g,F}$ 値に達することができず、その含有量が50%を超えると、ガラスの屈折率が設計値を超え、ガラスの抗結晶性が急速に悪化する。従って、 Nb_2O_5 の含有量が25～50%、好ましくは28～45%、より好ましくは32～40%である。

【0032】

TiO_2 はガラスの化学的安定性を高め、ガラスの熱膨張係数を下げることができるが、その含有量が5%を超えると、特にガラス中に B_2O_3 、 Al_2O_3 などの成分が存在する場合、ガラスの光透過率が急速に悪化する。従って、その含有量が5%以下、好ましくは3%以下に限定される。いくつかの実施形態において、 TiO_2 がガラスの $P_{g,F}$ 値を急速に高めることができるので、より好ましくは TiO_2 を含まない。

【0033】

ZrO_2 をガラスに用いることでガラスの抗結晶性を顕著に向上することができるが、特に Nb_2O_5 の含有量が25%を超える場合、 ZrO_2 の含有量が2%未満であれば、上記の効果が顕著ではない。 ZrO_2 の含有量が14%を超えると、 ZrO_2 の溶解度が急速に低下し、ガラスの内部で微小な不溶物を形成し、ガラス内部の品質が低下し、さらに深刻なことに、これらの微小不溶物が結晶化担体となり、ガラスの抗結晶性を著しく低下させる。従って、 ZrO_2 の含有量が2～14%、好ましくは3～12%、より好ましくは5～10%である。

【0034】

適量のアルカリ金属酸化物 Rn_2O (Rn_2O は Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の一種又は複数種である)をガラスに用いることで Nb_2O_5 、 ZrO_2 及びその他の溶融しにくい物質の溶解度を高め、屈折率、アップ数及び $P_{g,F}$ 値と $P_{g,F}$ 値が簡単に設計要件を満たすようにすることができるが、 Rn_2O の含有量が5%未満の場合、上記の効果が顕著ではない。 Rn_2O の含有量が25%を超えると、ガラス構造の切断された結合が急速に増加し、ガラスの抗結晶性も急速に低下する。従って、 Rn_2O の含有量が5～25%、好ましくは6～23%、より好ましくは8～20%である。

【0035】

いくつかの実施形態において、所望の優れたガラス性能を実現するため、特に比較的低い密度と比較的高い光透過率を得るため、好ましくは SiO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 Rn_2O の含

10

20

30

40

50

計含有量 $\text{SiO}_2+\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2+\text{Rn}_2\text{O}$ を80%以上、より好ましくは $\text{SiO}_2+\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2+\text{Rn}_2\text{O}$ を85%以上、さらに好ましくは $\text{SiO}_2+\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2+\text{Rn}_2\text{O}$ を88%以上、よりさらに好ましくは $\text{SiO}_2+\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2+\text{Rn}_2\text{O}$ を91%以上に制御する。

【0036】

発明者らが大量の実験研究を重ねた結果、いくつかの実施形態において $(\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{Rn}_2\text{O})/\text{SiO}_2$ の値を0.8～1.8範囲内に制御することにより、ガラスの $P_{g,F}$ 値と $P_{g,F}$ 値が簡単に所望の範囲に達し、ガラスの安定性を向上させることができることを見出した、従って、好ましくは $(\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{Rn}_2\text{O})/\text{SiO}_2$ が0.9～1.6、より好ましくは1.0～1.5である。

【0037】

マイクロ光学機器としては、その結像動作面が他の結像機器よりもはるかに小さいため、ガラス内部の品質に対する要求は他の結像機器よりもはるかに高く、ガラス中に少量の気泡、介在物、又はストライプがあっても、マイクロ結像機器の結像品質に大きな影響を与える。研究から分かるように、マイクロ結像機器に使用される光学ガラスの気泡度がA₀級以上、ストライプがD級以上に達しなければ、マイクロ結像機器の光学級結像要求を満たすことができない。本発明のガラスに用いられるガラス組成系は光学ガラス系において相対的に粘度が大きく、気泡度とストライプの上昇に不利である。発明者らが大量の実験研究を重ねた結果、 $\text{Rn}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ の値が0.2以上であれば、ガラスの高温粘度を改善し、ガラスの高い気泡度とストライプ等級を実現し、ガラス内部の品質を高めることができるが、 $\text{Rn}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ の値が0.6を超えると、ガラスの熱膨張係数が増大し、高温条件下で接合する必要のあるマイクロ結像機器の製造に致命的な損害を与えることを見出した。従って、本発明において、好ましくは $\text{Rn}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ の値が0.2～0.6、より好ましくは0.23～0.55、さらに好ましくは0.25～0.5である。

【0038】

Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の3つのアルカリ金属酸化物の中で、 Li_2O が原材料の溶解度を高める能力が最も強いが電界強度が比較的大きいため、その含有量が10%を超えると、かえってガラスの抗結晶性の悪化を促進する。 Li_2O の含有量が1%未満の場合、溶融しにくい物質の溶解度を維持するため、必ず Na_2O と K_2O の含有量を増加するが、ガラスの化学的安定性の急速な悪化を引き起こす。従って、 Li_2O の含有量が1～10%、好ましくは1.5～8%、より好ましくは2～6%である。

【0039】

Na_2O の含有量が20%を超えると、ガラスの化学的安定性が設計要件を満たさなくなり、その含有量が2%未満の場合、ガラスが溶融しにくくなる。従って、 Na_2O の含有量が2～20%、好ましくは4～18%、より好ましくは5～15%に限定される。

【0040】

K_2O はガラスに用いることでガラスの化学的安定性を急速に低下し、特に強酸と強アルカリ性の環境において、カリウムが最も析出しやすい。従って、 K_2O の含有量が8%以下、好ましくは6%以下に限定される。いくつかの実施形態において、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O の3つのアルカリ金属酸化物が相乗効果を生じ、ガラスの性能を最適化するため、より好ましくは K_2O の含有量が0.5～5%である。

【0041】

発明者らが大量の実験研究を重ねた結果、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O はガラスの中で複雑な相乗効果があり、その含有量の割合はガラスの抗結晶性、光透過率、化学的安定性及び熱膨張係数などの重要な指標に重要な影響を与えることを見出した。

【0042】

Li_2O は溶融しにくい物質の溶解度を高める能力が強く、ガラスの熱膨張係数を下げることができるが、その電界強度が大きいため、単独でガラスに添加するとガラスの結晶析出を促進する傾向がある。いくつかの実施形態において、ガラス中に Na_2O と K_2O が存在すると、 Li_2O の結晶析出促進能力が低下し、特に $\text{Li}_2\text{O}/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ が0.1～0.6、好ましくは0.2～0.5、より好ましくは0.25～0.45である場合、ガラスの抗結晶性が優れ、ガラスの熱膨張係数が設計要件を超えない。

【 0 0 4 3 】

Na₂OとK₂Oが溶融しにくい物質の溶解度を高め、ガラスの安定性を高め、ガラスの光透過率を最適化することができるが、特にNa₂O又はK₂Oを単独で含有する場合は、ガラスの化学的安定性を急速に低下させる。発明者らが大量の実験研究を重ねた結果、いくつかの実施形態において、Na₂OとK₂Oが共にガラスに存在し、K₂OとNa₂Oの含有量がK₂O/Na₂Oが0.1～0.7の範囲内にあることを満たす場合、ガラスは高い溶解度と光透過率を有すると同時に、化学的安定性にも優れることを見出した。好ましくはK₂O/Na₂Oが0.15～0.6、より好ましくはK₂O/Na₂Oが0.2～0.5である。

【 0 0 4 4 】

ZnOはガラスの屈折率と分散性を高め、ガラスの高温粘度を低下し、ガラスの気泡度とストライプを高めることができる。その含有量が5%を超える場合、ガラスの分相傾向が増大し、ストライプが大幅に低下し、ガラスのP_{g,F}値と P_{g,F}値が設計要件を満たさなくなる。したがって、ZnOの含有量は、5%以下、好ましくは4%以下、より好ましくは3%以下に限定される。

10

【 0 0 4 5 】

発明者らが大量の実験研究を重ねた結果、いくつかの実施形態において、少量のZnOはガラス中のZrO₂の溶解度を顕著に向上させることができ、特にZnO/ZrO₂の値が0.01～1.5、好ましくは0.05～1.0、より好ましくは0.1～0.5である場合、ガラス中のZrO₂の溶解度を向上させる効果が最も優れることを見出した。

【 0 0 4 6 】

BaOはガラスの分散を調整することができるが、その含有量が8%を超えると、ガラスの化学的性能が低下し、ガラスの P_{g,F}値が設計要件を満たさなくなる。したがって、BaOの含有量は8%以下、好ましくは6%以下、より好ましくは5%以下である。

20

【 0 0 4 7 】

CaOはガラスの分散を調整することができるが、CaOによるガラスのアッペ数増加効果がBaOよりも優れるが、その含有量が8%を超えると、ガラスの抗結晶性が低下し、ガラスの P_{g,F}値が設計要件を満たさなくなる。したがって、CaOの含有量は、8%以下、好ましくは6%以下、より好ましくは5%以下に限定される。

【 0 0 4 8 】

SrOはガラスの安定性を高め、ガラスの抗結晶性を向上させ、ガラスのアッペ数を高めることができるが、その含有量が8%を超えると、ガラスのアッペ数が設計要件より高く、ガラスの P_{g,F}値が設計要件を満たさなくなる。したがって、SrOの含有量は、8%以下、好ましくは5%以下、より好ましくは4%以下に限定される。

30

【 0 0 4 9 】

MgOはガラスの化学的安定性を高めることができるが、その含有量が5%を超えると、ガラスの抗結晶性が急速に低下する。従って、MgOの含有量が5%以下、好ましくは3%以下に限定され、より好ましくはMgOを含まない。

【 0 0 5 0 】

発明者らが大量の実験研究を重ねた結果、いくつかの実施形態において、ZnOとアルカリ土類金属酸化物RO（ROはBaO、SrO、CaO、MgOの合計含有量）の含有量の比率が光学ガラスの抗結晶性に顕著な影響を与えることを見出した。具体的には、ZnO/ROの値が10.0を超える場合、ガラスの抗結晶性が急速に悪化する。従って、好ましくはZnO/ROの値が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以下、よりさらに好ましくは1.0以下である。

40

【 0 0 5 1 】

La₂O₃はガラスの屈折率を高め、ガラスの高温粘度を低下し、ガラスの内部品質を向上させることができるが、その含有量が5%を超えると、ガラスの抗結晶性が悪化し、アッペ数が急速に上昇し、ガラスの P_{g,F}値が設計要件を満たさなくなる。したがって、La₂O₃の含有量は、5%以下、好ましくは3%以下、より好ましくは2%以下に限定される。

【 0 0 5 2 】

50

Y_2O_3 はガラスの屈折率と分散性を高め、ガラスのネットワーク凝集を強化し、ガラスの化学的安定性を向上させることができる。 Y_2O_3 の含有量が5%を超えると、ガラスネットワークが過度に凝集し、ガラスの抗結晶性が急速に低下し、密度が急速に上昇する。したがって、 Y_2O_3 の含有量は、5%以下、好ましくは3%以下、より好ましくは2%以下に限定される。

【0053】

Gd_2O_3 はガラスの屈折率と分散性を高め、ガラスの安定性を向上させることができるが、その含有量が5%を超えると、ガラス内部に結石が発生しやすく、内部の品質が設計要件を満たさなくなる。したがって、 Gd_2O_3 の含有量は、5%以下、好ましくは3%以下、より好ましくは2%以下に限定される。

10

【0054】

WO_3 はガラスの分散性を高め、ガラスのアッペ数を低下し、 $P_{g,F}$ 値が設計要件を簡単に満たすことができるが、その含有量が5%を超えると、ガラスの抗結晶性と光透過率が急速に低下する。従って、 WO_3 の含有量が5%以下、好ましくは3%以下に限定され、より好ましくは WO_3 を含まない。

【0055】

Bi_2O_3 はガラスの分散性を高め、ガラスのアッペ数を低下し、 $P_{g,F}$ 値が設計要件を簡単に満たすことができるが、その含有量が5%を超えると、ガラスの光透過率が急速に低下し、密度が急速に上昇する。従って、 Bi_2O_3 の含有量が5%以下、好ましくは3%以下に限定される。いくつかの実施形態において、本発明のガラスは白金容器中で製造する必要があるが、 Bi_2O_3 は白金容器に対して強い腐食作用を有するため、より好ましくは Bi_2O_3 を含まない。

20

【0056】

本発明のガラスはガラスの気泡度を改善するために、 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 $NaCl$ 、硫酸塩などの少量の清澄剤を添加することができ、清澄剤の含有量は0~2%、好ましくは0~1%、より好ましくは0~0.5%に限定される。既存の生産技術を考慮して、好ましくは Sb_2O_3 を清澄剤として使う。

【0057】

<含まれるべきでない成分>

本発明のガラスにおいては、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag及びMo等の遷移金属の酸化物は、単独又は複合的に少量に含まれる場合でも、ガラスが着色され、可視光領域における特定の波長が吸収され、本発明の可視光透過効果を弱めるので、特に可視光領域の波長透過率を要求する光学ガラスは、実際には含まないことが好ましい。

30

【0058】

Th、Cd、Tl、Os、Be及びSeの酸化物は、近年、有害な化学物質として使用を制御する傾向にあり、ガラスの製造工程だけでなく、加工工程及び完成品の処置に至るまで、環境保護への取り組みが必要である。そのため、環境への影響を重視する場合は、不可避な混入以外は、それらを含まないことが好ましい。これにより、光学ガラスは実際に環境を汚染する物質を含まなくなる。したがって、本発明の光学ガラスは、特殊な環境措置を講じなくても、製造、加工及び廃棄が可能である。

40

【0059】

環境に配慮するため、本発明の光学ガラスは As_2O_3 と PbO を含まない。 As_2O_3 は気泡を除去し、ガラスの着色を防止する効果があるが、 As_2O_3 を添加すると、ガラスの溶融炉、特に白金溶融炉への白金浸食を増大させ、より多くの白金イオンがガラスに入り、白金溶融炉の耐用年数に悪影響を与える。 PbO は、ガラスの高屈折率と高分散性を顕著に高めることができるが、 PbO と As_2O_3 はいずれも環境汚染を引き起こす物質である。

【0060】

本明細書に記載されている「含まない」、「0%」という用語は、化合物、分子、イオン又は元素などを本発明の光学ガラスの原料として意図的に添加しなかったことを意味する。しかし、光学ガラスを製造するための原料及び/又は設備として、意図的に添加されてい

50

ない不純物や成分が、最終的な光学ガラス中に少量又は微量に存在することがあり、それらも本発明の特許の対象となる。

【0061】

以下では、本発明の光学ガラスの特性について説明する。

<屈折率とアッペ数>

光学ガラスの屈折率(n_d)とアッペ数(ν_d)は、「GB/T 7962.1 - 2010」に規定された方法に従って試験される。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの屈折率(n_d)の上限値が1.77、好ましくは上限値が1.765、より好ましくは上限値が1.76、さらに好ましくは上限値が1.75である。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの屈折率(n_d)の下限値が1.70、好ましくは下限値が1.705、より好ましくは下限値が1.71、さらに好ましくは下限値が1.72である。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスのアッペ数(ν_d)の上限値が36、好ましくは上限値が35、より好ましくは上限値が34、さらに好ましくは上限値が33.5である。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスのアッペ数(ν_d)の下限値が28、好ましくは下限値が29、より好ましくは下限値が30、さらに好ましくは下限値が31である。

【0062】

<P_{g,F}値と P_{g,F}値>

光学ガラスのP_{g,F}値と P_{g,F}値は、「GB/T 7962.1 - 2010」に規定された方法に従ってガラスのn_F、n_C、n_g値を測定し、以下の式で計算される。

$$P_{g,F} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

$$P_{g,F} = P_{g,F} - 0.6457 + 0.001703 \nu_d$$

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスのP_{g,F}値が0.5950以下、好ましくは0.5940以下、より好ましくは0.5930以下である。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの P_{g,F}値が0.0015以下、好ましくは0.0010以下、より好ましくは0.0005以下、さらに好ましくは0以下である。

【0063】

<熱膨張係数>

光学ガラスの熱膨張係数($\alpha_{20/300}$)は、「GB/T 7962.16 - 2010」に規定された方法に従って20 ~ 300 °Cでの光学ガラスのデータを測定する。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの熱膨張係数($\alpha_{20/300}$)が $100 \times 10^{-7}/K$ 以下、好ましくは $95 \times 10^{-7}/K$ 以下、より好ましくは $93 \times 10^{-7}/K$ 以下である。

【0064】

<耐水安定性>

光学ガラスの耐水安定性(D_W)(粉末法)は「GB/T 17129」に規定された方法で試験される。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの耐水安定性(D_W)は2類以上、好ましくは1類である。

【0065】

<耐酸安定性>

光学ガラスの耐酸安定性(D_A)(粉末法)は「GB/T 17129」に規定された方法で試験される。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの耐酸安定性(D_A)は2類以上、好ましくは1類である。

【0066】

<密度>

光学ガラスの密度(ρ)は「GB/T 7962.20 - 2010」に規定された方法に従って試験さ

10

20

30

40

50

れる。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの密度()は3.80g/cm³以下、好ましくは3.60g/cm³以下、より好ましくは3.40g/cm³以下である。

【0067】

<抗結晶性>

本発明のガラスの結晶性は次の方法に従って試験される。

試料を20×20×10mmに加工し、両面研磨し、試料を温度T_g+200 の結晶炉に入れて30分間保温し、取り出して冷却した後、再び2つの大きな表面を研磨し、以下の表1に基づいてガラスの結晶性を判断し、A級が最も良く、E級が最も悪い。

【0068】

【表1】

表1. 結晶の分級と判断基準

番号	等級	基準
1	A	目視できる結晶析出粒子がない
2	B	目視できる結晶析出粒子が数少なく散在している
3	C	目視できる大きい結晶析出粒子が散在しているか、 小さい結晶析出粒子が密集している
4	D	結晶析出粒子が大きく密集している
5	E	ガラスが完全に結晶析出して、失透になっている

【0069】

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの抗結晶性はB級以上、好ましくはA級であり、抗結晶性に優れる。

【0070】

<ストライプ>

本発明のガラスのストライプは、「MLL-G-174B」に規定された方法に従って試験される。点光源とレンズで構成されたストライプメーターを用いて、標準試料を最も縞が見えやすい方向から比較・確認する。グレード(級)はそれぞれA、B、C、Dの4段階に分けられる。A級は所定の検出条件で目視できる縞が見えないもの、B級は所定の検出条件で縞が細かく散在して見えるもの、C級は所定の検出条件でわずかに平行な縞が見えるもの、D級は所定の検出条件で粗い縞が見えるものである。

いくつかの実施形態において、光学ガラスのストライプがD級以上、好ましくはC級以上である。

【0071】

<光透過率>

光学ガラスの光透過率(400nm)は、「GB/T 7962.12-2010」に規定された方法に従って試験される。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの光透過率(400nm)が85.0%以上、好ましくは88.0%以上、より好ましくは90.0%以上である。

【0072】

<気泡度>

光学ガラスの気泡度は、「GB/T7962.8-2010」に規定された方法に従って試験される。

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの気泡度がA級以上、好ましくはA₀級以上である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

< 耐候性 >

光学ガラスの耐候性(CR)は、以下の方法に従って試験される。

試料を相対湿度90%の飽和水蒸気環境の試験箱に入れ、40-50 で1時間おきに交替循環し、15回繰り返す。試料の放置前後の濁度変化量に応じて耐候性分類を行い、表2は耐候性分類条件である。

【 0 0 7 4 】

【表 2】

表 2. 耐候性の分類条件

分類	1 類	2 類	3 類	4 類		
				a	b	c
濁度増加量 (%)	<0.3	0.3~1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0~6.0	≥6.0

10

【 0 0 7 5 】

いくつかの実施形態において、本発明の光学ガラスの耐候性(CR)は2類以上、好ましくは1類である。

【 0 0 7 6 】

[光学ガラスの製造方法]

本発明の光学ガラスの製造方法は、次の通りである。本発明のガラスは、炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、リン酸塩、メタリン酸塩、水酸化物、酸化物などを原料として、従来の原料と工程で製造され、常法により配合した後、調製された炉料を1300~1350 の溶解炉(白金るつぼ、石英るつぼなど)に投入して溶融する。その後、清澄化、攪拌、均一化して、気泡や未溶解物のない均質な溶融ガラスを得、この溶融ガラスを金型に入れて鑄造し、焼きなましする。当業者であれば、実際の必要に応じて、原料、製法及びプロセスパラメータを適宜選択することができる。

20

【 0 0 7 7 】

[ガラスプリフォーム及び光学素子]

研磨加工や熱プレス成形、精密プレス成形などのプレス成形手段を用いて、作製された光学ガラスからガラスプリフォームを作製することができる。すなわち、研削や研磨などの機械加工により光学ガラスから光学プリフォームを作製するか、光学ガラスからプレス成形用のブランクを作製し、このブランクを熱プレス成形した後、研磨して光学プリフォームを作製し、又は研磨して作製したブランクを精密プレス成形して光学プリフォームを作製することができる。なお、光学プリフォームの製造手段は上記手段に限定されないことを説明したい。

30

【 0 0 7 8 】

上記のように、本発明の光学ガラスは、各種光学素子及び光学設計に有用であり、特に本発明の光学ガラスからブランクを形成し、このブランクを用いて熱プレス成形、精密プレス成形等を行い、レンズ、プリズム等の光学素子を作製することが好ましい。本発明のガラスはまた、一次液滴成形法を用いてガラスプリフォームを製造することができる。

40

【 0 0 7 9 】

本発明の光学プリフォーム及び光学素子は、いずれも上記本発明の光学ガラスから形成される。本発明の光学プリフォームは、光学ガラスが備える優れた特性を有し、本発明の光学素子は、光学ガラスが備える優れた特性を有し、光学的価値の高いさまざまなレンズ、プリズム等の光学素子を提供することができる。

レンズの例としては、レンズ表面が球面又は非球面の凹メニスカスレンズ、凸メニスカスレンズ、両凸レンズ、両凹レンズ、平凸レンズ、平凹レンズなどのさまざまなレンズが挙げられる。

【 0 0 8 0 】

50

〔光学機器〕

本発明の光学ガラス又は光学ガラスにより形成された光学素子は、写真撮影装置、撮像装置、表示装置及びモニタ装置などの光学機器の製造に利用することができる。本発明の光学ガラス又は光学素子は車載照明器具、光学機器での使用に適し、車載などの分野に応用される。本発明の光学ガラス又は光学素子は、マイクロ投影、マイクロ結像（撮像／写真）、マイクロ照明等の光学機器での使用に適す。

【実施例】

【0081】

＜光学ガラスの実施例＞

本発明の技術的解決策をさらに明確に説明するために、以下の非限定的な実施例を提供する。

10

本実施例は、上記した光学ガラスの製造方法を用いて、表3～表4に示す組成を有する光学ガラスを得たものである。また、各ガラスの特性を本発明に記載の試験方法により測定し、その結果を表3～表4に表した。

【0082】

20

30

40

50

【表 3】

表 3.

実施例 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
SiO ₂	30.0	35.0	35.0	33.0	33.0	33.0	36.0	39.5
B ₂ O ₃	5.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
Al ₂ O ₃	3.0	2.0	0.0	1.0	3.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂	9.0	9.0	9.0	8.0	8.0	6.0	5.0	4.0
TiO ₂	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	30.5	31.0	36.5	37.0	37.5	36.5	37.5	38.5
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
Gd ₂ O ₃	2.7	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
WO ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bi ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.2	3.0	3.0	2.4	0.4	3.0	3.0	5.0
BaO	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	3.0	1.0	2.9	1.0	3.0	2.9	2.5	0.5
SrO	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	0.0
MgO	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.9	0.0
Li ₂ O	3.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.3
Na ₂ O	5.0	4.9	5.0	7.0	7.0	7.0	6.5	7.0
K ₂ O	2.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0	2.1
清澄剤	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rn ₂ O	10.5	10.4	10.5	12.5	12.5	12.5	13.0	12.4
SiO ₂ +Nb ₂ O ₅ +ZrO ₂ +Rn ₂ O	80.0	85.4	91.0	90.5	91.0	88.0	91.5	94.4
(Nb ₂ O ₅ +Rn ₂ O)/SiO ₂	1.37	1.18	1.34	1.50	1.52	1.48	1.40	1.29
Rn ₂ O/SiO ₂	0.35	0.30	0.30	0.38	0.38	0.38	0.36	0.31
Li ₂ O/(Na ₂ O+K ₂ O)	0.40	0.32	0.31	0.25	0.32	0.32	0.37	0.36
K ₂ O/Na ₂ O	0.50	0.61	0.60	0.43	0.36	0.36	0.46	0.30
ZnO/ZrO ₂	0.02	0.33	0.33	0.30	0.05	0.50	0.60	1.25
ZnO/RO	0.03	1.00	0.51	0.48	0.08	0.51	0.56	10.00
n _d	1.72481	1.71679	1.72911	1.73478	1.73524	1.74657	1.73661	1.72905
v _d	34.45	34.78	32.49	32.44	32.56	32.84	32.64	31.88
τ _{400nm} (%)	88.4	90.1	89.4	89.8	90.1	90.0	90.1	89.8
CR	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類
D _A	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類
D _W	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類
α _{20-300°C} (×10 ⁻⁷ /K)	80.0	81.0	82.0	85.0	87.0	85.0	84.0	86.0
ρ (g/cm ³)	3.36	3.38	3.28	3.25	3.27	3.35	3.27	3.25
P _{g,F}	0.5935	0.5861	0.5918	0.5889	0.5907	0.5914	0.5884	0.5916
ΔP _{g,F}	0.0010	-0.0003	0.0014	-0.0015	0.0005	0.0006	-0.0017	0.0002
抗結晶性等級	A	A	A	A	B	A	A	A
気泡度	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀
ストライプ	C	C	C	C	C	C	C	D

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

50

【表 4】

表 4.

wt%	9#	10#	11#	12#	13#	14#	15#
SiO ₂	40.2	37.0	39.2	35.0	38.0	40.0	42.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Al ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0
ZrO ₂	5.1	8.0	5.0	5.0	6.0	5.5	5.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	39.2	36.6	38.2	42.6	38.0	37.0	36.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
Gd ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
WO ₃	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
Bi ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
ZnO	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	0.5
BaO	1.0	0.0	1.9	0.0	0.0	1.0	1.0
CaO	1.0	2.8	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
SrO	1.0	2.0	1.0	1.0	0.3	1.0	1.0
MgO	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
Li ₂ O	3.6	3.0	3.5	3.2	3.5	3.0	3.0
Na ₂ O	7.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.4	7.5
K ₂ O	0.8	2.5	2.1	2.1	2.1	1.0	2.0
清澄剤	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Rn ₂ O	11.4	11.5	12.6	12.3	12.6	11.4	12.5
SiO ₂ +Nb ₂ O ₅ +ZrO ₂ +Rn ₂ O	95.9	93.1	95.0	94.9	94.6	93.9	95.5
(Nb ₂ O ₅ +Rn ₂ O)/SiO ₂	1.26	1.30	1.30	1.57	1.33	1.21	1.15
Rn ₂ O/SiO ₂	0.28	0.31	0.32	0.35	0.33	0.29	0.30
Li ₂ O/(Na ₂ O+K ₂ O)	0.46	0.35	0.38	0.35	0.38	0.36	0.32
K ₂ O/Na ₂ O	0.11	0.42	0.31	0.31	0.31	0.14	0.27
ZnO/ZrO ₂	0.20	0.13	0.20	0.40	0.16	0.18	0.10
ZnO/R ₀	0.33	0.17	0.25	1.03	3.25	0.25	0.17
n _d	1.73076	1.72445	1.73384	1.76241	1.74042	1.72892	1.71121
v _d	32.08	33.05	32.32	28.93	32.42	31.86	34.65
τ _{400nm} (%)	90.1	89.6	90.1	89.2	89.9	88.8	90.1
CR	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類
D _A	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類
D _w	1類	1類	1類	1類	1類	1類	1類
α _{20-300℃} (×10 ⁻⁷ /K)	84.0	82.0	86.0	82.0	83.0	81.0	78.0
ρ (g/cm ³)	3.26	3.32	3.24	3.36	3.38	3.31	3.18
P _{g,F}	0.5899	0.5884	0.5889	0.5912	0.5882	0.5911	0.5872
ΔP _{g,F}	-0.0011	-0.0010	-0.0010	-0.0012	-0.0007	0.0001	-0.0013
抗結晶性等級	A	B	A	B	A	A	A
気泡度	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀	A ₀
ストライプ	C	C	C	C	C	C	C

10

20

30

40

【0084】

< ガラスプリフォームの実施例 >

光学ガラスの実施例1~15で得られたガラスを、研磨加工や熱プレス成形、精密プレス成形などのプレス成形手段を用いて、凹メニスカスレンズ、凸メニスカスレンズ、両凸レンズ、両凹レンズ、平凸レンズ、平凹レンズなどのさまざまなレンズ、プリズムなどのプリフォームを作製する。

【0085】

< 光学素子の実施例 >

上記ガラスプリフォームの実施例で得られたこれらのプリフォームは、応力を保証する

50

ことを前提として、焼きなましをしなくてもよいし、焼きなましをしてもよい、すなわち、屈折率などの光学特性が所望の値に達するように、ガラス内部の応力を低減しながら屈折率を微調整することができる。

次に、各プリフォームを研削し、研磨し、凹メニスカスレンズ、凸メニスカスレンズ、両凸レンズ、両凹レンズ、平凸レンズ、平凹レンズなどのさまざまなレンズ、プリズムを作製する。得られた光学素子の表面には反射防止膜を塗布することもできる。

【 0 0 8 6 】

< 光学機器の実施例 >

上記光学素子の実施例で製造された光学素子は、光学設計により、1つ又は複数の光学素子を用いて光学部品又は光学コンポーネントを形成することにより、撮像装置、センサ、顕微鏡、医薬技術、デジタル投影、通信、光学通信技術/情報伝送、自動車分野における光学/照明、フトリソグラフィ技術、エキシマレーザ、ウエハ、コンピュータチップ及びこのような回路及びチップを含む集積回路及び電子デバイス、又は車載分野の撮像設備と装置に用いることができる。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 八才 良振
中華人民共和国610100四川省成都市 龍泉駅区成龍 大道三段359号
- (72)発明者 李 賈
中華人民共和国610100四川省成都市 龍泉駅区成龍 大道三段359号
- (72)発明者 馬 赫
中華人民共和国610100四川省成都市 龍泉駅区成龍 大道三段359号
- 審査官 永田 史泰
- (56)参考文献 特開2017-105702(JP,A)
特開2019-210157(JP,A)
特開2007-169157(JP,A)
特開2017-7933(JP,A)
特開2019-64876(JP,A)
国際公開第2001/072650(WO,A1)
特開2017-105703(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C03C1/00-14/00
INTERGLAD