

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6353037号
(P6353037)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.

F 1

C03C 3/247 (2006.01)
G02B 1/00 (2006.01)C03C 3/247
G02B 1/00

請求項の数 18 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-518090 (P2016-518090)
 (86) (22) 出願日 平成27年4月21日 (2015.4.21)
 (65) 公表番号 特表2016-538211 (P2016-538211A)
 (43) 公表日 平成28年12月8日 (2016.12.8)
 (86) 國際出願番号 PCT/CN2015/077074
 (87) 國際公開番号 WO2015/161779
 (87) 國際公開日 平成27年10月29日 (2015.10.29)
 審査請求日 平成28年3月28日 (2016.3.28)
 (31) 優先権主張番号 201410163034.2
 (32) 優先日 平成26年4月22日 (2014.4.22)
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(73) 特許権者 512264046
 成都光明光▲電▼股▲分▼有限公司
 中国四川省成都市▲龍▼泉▲駅▼区成▲龍
 ▼大道三段359号
 (74) 代理人 100100158
 弁理士 鮫島 瞳
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100122297
 弁理士 西下 正石
 (72) 発明者 匡 波
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フルオロリン酸塩光学ガラス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽イオン百分率含有量として、 P^{5+} : 30 ~ 40 %、 A^{13+} : 12 ~ 20 %、 B^{2+} : 32 ~ 40 %、 C^{2+} : 1.3 ~ 12 %、 S^{2+} : 2 ~ 10 %、 L^{3+} : 0 ~ 5 %、 Gd^{3+} : 0 ~ 6 %、 Y^{3+} : 0 ~ 10 %を含有し、陰イオン百分率含有量として、 F^- : 25 ~ 40 %、 O^{2-} : 60 ~ 75 %を含有するフルオロリン酸塩光学ガラスであって、

含有量比 ($S^{2+} + C^{2+} + L^{3+} + Gd^{3+} + Y^{3+}$) / B^{2+} が 0.22 ~ 0.65 である、フルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 2】

10

陽イオン百分率含有量として、更に Mg^{2+} : 0 ~ 5 %、 Zn^{2+} : 0 ~ 5 %、 Si^{4+} : 0 ~ 3 %、 B^{3+} : 0 ~ 5 %、 Ge^{4+} : 0 ~ 3 %、 Li^+ : 0 ~ 12 %、 Na^+ : 0 ~ 5 %、 K^+ : 0 ~ 5 %、 Yb^{3+} : 0 ~ 5 %、 Sb^{3+} : 0 ~ 0.5 %、 Sn^{4+} : 0 ~ 1 %、 Ce^{4+} : 0 ~ 1 %を含有し、陰イオン百分率含有量として、更に Cl^- : 0 ~ 1 %、 I^- : 0 ~ 1 %、 Br^- : 0 ~ 1 %を含有する、請求項 1 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 3】

更に Mg^{2+} : 0 ~ 3 %、 Zn^{2+} : 0 ~ 3 %、 Si^{4+} : 0 ~ 1 %、 Ge^{4+} : 0 ~ 1 %、 B^{3+} : 0 ~ 2 %、 Li^+ : 0 ~ 10 %、 Na^+ : 0 ~ 3 %、 K^+ : 0 ~ 3 %を含有し、 $Cl^- + I^- + Br^-$ の合計量が 0 より大きく 1 % 以下である、請求項 2 に記載の

20

フルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 4】

Li^+ を含有する、請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 5】

$\text{Cl}^- + \text{I}^- + \text{Br}^-$ の合計量が 0 より大きく 0.8 % 以下である、請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 6】

Cl^- を含有する、請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 7】

$\text{Sb}^{3+} + \text{Sn}^{4+} + \text{Ce}^{4+}$ の合計量が 0 より大きく 1 % 以下である、請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。 10

【請求項 8】

Sb^{3+} 、 Sn^{4+} 及び Ce^{4+} の少なくとも 1 種、及び Cl^- 、 I^- 及び Br^- の少なくとも 1 種が清澄剤として使用される、請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 9】

P^{5+} はメタリン酸塩により導入され； Al^{3+} は、 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、 AlF_3 及び Al_2O_3 の 1 種以上の形態で導入され； Ba^{2+} は、 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、 BaF_2 、 BaCO_3 、 BaCl_2 及び $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ の 1 種以上の形態で導入され； Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 及び Mg^{2+} は、それぞれそのフッ化物、メタリン酸塩及び炭酸塩の 1 種以上の形態で導入され； La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Y^{3+} 及び Yb^{3+} は、酸化物及びフッ化物の 1 種以上の形態で導入され； Sb^{3+} 、 Sn^{4+} 及び Ce^{4+} は、酸化物及びフッ化物の 1 種以上の形態で導入され； F^- はフッ化物の形態で導入され； O^{2-} はメタリン酸塩、酸化物、炭酸塩及び硝酸塩の 1 種以上の形態で導入され； Cl^- 、 I^- 及び Br^- はそれぞれ BaCl_2 、 KI 及び KBr の形態で導入される、請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。 20

【請求項 10】

含有量比 ($\text{Sr}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}$) / Ba^{2+} が 0.25 ~ 0.50 である、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 11】

$\text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}$ の合計量が 2 ~ 10 % である、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。 30

【請求項 12】

更に P^{5+} : 3.2 ~ 37.5 %、 Al^{3+} : 1.2 ~ 19 %、 Ba^{2+} : 3.2 ~ 38 %、 Ca^{2+} : 1.5 ~ 8 %、 La^{3+} : 0 ~ 4 %、 Gd^{3+} : 1 ~ 5 %、 Y^{3+} : 1 ~ 8 %、 F^- : 2.8 ~ 3.5 %、 O^{2-} : 6.5 ~ 7.2 % を含有する、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 13】

Ba^{2+} : 3.3 ~ 37.8 %、及び Sr^{2+} : 2 ~ 8 % を含有する、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。 40

【請求項 14】

含有量比 $\text{Al}^{3+} / \text{P}^{5+}$ が 0.63 未満である、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 15】

光学ガラスの光弾性係数 B が $0.5 \times 10^{-12} \text{ Pa}$ 未満である、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 16】

光学ガラスの特殊色分散 $P_{g,F}$ が 0.011 を上回る、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 17】

50

光学ガラスの磨耗度 F_A が 450 未満である、請求項 1 又は請求項 2 に記載のフルオロリン酸塩光学ガラス。

【請求項 18】

請求項 1 又は 2 のフルオロリン酸塩光学ガラスにより製造される光学素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フルオロリン酸塩光学ガラスに関する。特に高屈折率、低色分散、低光弾性係数で、良好な化学安定性及び加工性能を有するフルオロリン酸塩光学ガラスに関する。
10

【背景技術】

【0002】

フルオロリン酸塩光学ガラスは低い色分散と特殊色分散を有する。光学設計において上位色差を無くすレンズ材料に適合する。フルオロリン酸塩光学ガラスにおいて、低色分散は通常低い屈折率であるため、大ディオプトリのレンズの制作には適しない。既存の比較の高い屈折率 ($n_d > 1.59$) の低色分散フルオロリン酸塩光学ガラスは、往々して化学安定性、熱安定性及び加工性能不足等問題がある。

【0003】

日本特開平 2 - 124740 は、低色分散で高屈折率のフルオロリン酸塩光学ガラスを公開したが、このガラスは熱安定性が不良で、高い液相温度を有し、生産過程において結晶化と縞が出易い。
20

【0004】

中国特許出願 201110129548.2 は、化学安定性が比較良いフルオロリン酸塩光学ガラスを開示したが、ガラスの屈折率が不足 ($n_d 1.58$ 未満である) している。
。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、屈折率 n_d が 1.59 以上で、アッベ数 d が 67 以上で、光弾性係数が低く、且つ、良好な化学安定性と研磨性能を有する光学ガラスを提供することを目的とする。
30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は、

陽イオン百分率含有量として、 P^{5+} : 30 ~ 40 %、 Al^{3+} : 12 ~ 20 %、 Ba^{2+} : 30 ~ 40 %、 Ca^{2+} : 1.3 ~ 12 %、 Sr^{2+} : 1 ~ 10 %、 La^{3+} : 0 ~ 5 %、 Gd^{3+} : 0 ~ 6 %、 Y^{3+} : 0 ~ 10 % を含有し、陰イオン百分率含有量として、 F^- : 25 ~ 40 %、 O^{2-} : 60 ~ 75 % を含有するフルオロリン酸塩光学ガラスを提供する。

【0007】

追加的に、上記はまた、陽イオン百分率含有量として、更に Mg^{2+} : 0 ~ 5 %、 Zn^{2+} : 0 ~ 5 %、 Si^{4+} : 0 ~ 3 %、 B^{3+} : 0 ~ 5 %、 Ge^{4+} : 0 ~ 3 %、 Li^+ : 0 ~ 12 %、 Na^+ : 0 ~ 5 %、 K^+ : 0 ~ 5 %、 Yb^{3+} : 0 ~ 5 %、 Sb^{3+} : 0 ~ 0.5 %、 Sn^{4+} : 0 ~ 1 %、 Ce^{4+} : 0 ~ 1 % を含有し、陰イオン百分率含有量として、更に Cl^- : 0 ~ 1 %、 I^- : 0 ~ 1 %、 Br^- : 0 ~ 1 % を含有する。
40

【0008】

追加的に、上記は、 Mg^{2+} : 0 ~ 3 %、 Zn^{2+} : 0 ~ 3 %、 Si^{4+} : 0 ~ 1 %、 Ge^{4+} : 0 ~ 1 %、 B^{3+} : 0 ~ 2 %、 Li^+ : 0 ~ 10 %、 Na^+ : 0 ~ 3 %、 K^+ : 0 ~ 3 % を含有し、 $Cl^- + I^- + Br^-$ の合計量が 0 より大きく 1 % 以下である。

【0009】

追加的に、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ を含む三種類のイオンの中でも、 Li^+ が好適に適用される。

【0010】

追加的に、 $\text{Cl}^- + \text{I}^- + \text{Br}^-$ の合計量が 0 より大きく 0.8% 以下、好ましくは 0 より大きいく 0.5% 以下である。

【0011】

追加的に、 Cl^- 、 I^- 、 Br^- を含む三種類のイオンの中でも、 Cl^- が好適に適用される。

【0012】

追加的に、 $\text{Sb}^{3+} + \text{Sn}^{4+} + \text{Ce}^{4+}$ の合計量が 0 より大きく 1% 以下、好ましくは 0 より大きいく 0.5% 以下である。 10

【0013】

追加的に、 Sb^{3+} 、 Sn^{4+} 及び Ce^{4+} の少なくとも 1 種、及び Cl^- 、 I^- 及び Br^- の少なくとも 1 種が清澄剤として使用される。

【0014】

追加的に、 P^{5+} はメタリン酸塩により導入され； Al^{3+} は、 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 、 AlF_3 及び Al_2O_3 の 1 種以上、好ましくは $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ 及び AlF_3 の 1 種以上の形態で導入され； Ba^{2+} は、 $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ 、 BaF_2 、 BaCO_3 、 BaCl_2 及び $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ の 1 種以上、好ましくは BaF_2 及び BaCO_3 の 1 種以上の形態で導入され； Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 及び Mg^{2+} は、それぞれそのフッ化物、メタリン酸塩及び炭酸塩の 1 種以上の形態で導入され； La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Y^{3+} 及び Yb^{3+} は、酸化物及びフッ化物の 1 種以上、好ましくは酸化物の形態で導入され； Sb^{3+} 、 Sn^{4+} 及び Ce^{4+} は、酸化物及びフッ化物の 1 種以上、好ましくは酸化物の形態で導入され； F^- はフッ化物の形態で導入され； O^{2-} はメタリン酸塩、酸化物、炭酸塩及び硝酸塩の 1 種以上の形態で導入され； Cl^- 、 I^- 及び Br^- はそれぞれ BaCl_2 、 KI 及び KBBr の形態で導入される。 20

【0015】

追加的に、含有量比 $(\text{Sr}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}) / \text{Ba}^{2+}$ が 0.22 ~ 0.65、好ましくは 0.25 ~ 0.50 である。

【0016】

追加的に、 $\text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}$ の合計量が 2 ~ 10%、好ましくは 3.3 ~ 8% である。 30

【0017】

追加的に、 $\text{P}^{5+} : 32 \sim 37.5\%$ 、 $\text{Al}^{3+} : 12 \sim 19\%$ 、 $\text{Ba}^{2+} : 32 \sim 38\%$ 、 $\text{Ca}^{2+} : 1.5 \sim 8\%$ 、 $\text{Sr}^{2+} : 1 \sim 8\%$ 、 $\text{La}^{3+} : 0 \sim 4\%$ 、 $\text{Gd}^{3+} : 1 \sim 5\%$ 、 $\text{Y}^{3+} : 1 \sim 8\%$ 、 $\text{F}^- : 28 \sim 35\%$ 、 $\text{O}^{2-} : 65 \sim 72\%$ が存在する。

【0018】

追加的に、 $\text{Ba}^{2+} : 33 \sim 37.8\%$ 、及び $\text{Sr}^{2+} : 2 \sim 8\%$ が存在する。

【0019】

追加的に、含有量比 $\text{Al}^{3+} / \text{P}^{5+}$ が 0.63 未満である。 40

【0020】

追加的に、光学ガラスの光弾性係数 B が $0.5 \times 10^{-12} \text{ Pa}$ 未満である。

【0021】

追加的に、光学ガラスの特殊色分散 $P_{g,F}$ が 0.011 を上回り、好ましくは 0.014 を上回り、より好ましくは 0.015 を上回る。

【0022】

追加的に、光学ガラスの磨耗度 F_A が 450 未満、好ましくは 400 未満、より好ましくは 350 未満である。

【0023】

上記フルオロリン酸塩光学ガラスにより製造される光学素子。 50

【発明の効果】

【0024】

本発明の光学ガラスは、高屈折、低色分散で、優れる特殊分散及び良好な化学安定性、研磨性能を有し、且つ、熱安定性の優れる光学ガラスが得られ、当該光学ガラスは低い光弾性係数を有し、ガラス屈折率、熱安定性を高く要求される分野に適する。本発明の光学ガラスは精密圧縮成形、二次ホットプレス及び冷加工等製造方法に適し、高性能球面、非球面、平面レンズ及びプリズム、光格子等光学素子の製造に用いる。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下のとおり本発明の光学ガラスの各成分の機能及び権利範囲を説明する。 10

本明細書での各陽イオン及び陽イオンの総含有量は「陽イオン百分率含有量」で表示し、各陰イオン及び陰イオンの総含有量は「陰イオン百分率含有量」で表示する。「陽イオン百分率含有量」とは、ある種の陽イオンの全部の陽イオン含有量に対する百分率であり、「陰イオン百分率含有量」とは、ある種の陰イオンの全部の陰イオンに対する百分率である。前記の含有量は全てモル含有量である。

【0026】

P^{5+} はガラスのネットワークを構成する成分であり、その含有量は30%未満の場合、ガラスの安定性が悪く、その含有量が40%を超える場合、本発明に必要な高屈折率が得られにくい。本発明に必要な光学性能と化学安定性から考慮して、 P^{5+} の百分率含有量は32~37.5%であることが好ましい。 20

【0027】

Al^{3+} の本発明においての主な役割は、ガラスの化学安定性及び研磨加工性能向上し、その含有量が12%未満の場合、ガラスの化学安定性が悪い。その含有量が20%を超える場合は、ガラスの結晶化性能が悪化し、液相温度が上昇するので、本発明では Al^{3+} の含有量は12~19%であることが好ましい。

【0028】

本発明者は、 Al^{3+} / P^{5+} の比率を制御することにより、ガラスの研磨性能が著しく向上する事を見出した。本発明の Al^{3+} / P^{5+} は0.63未満で、 Al^{3+} / P^{5+} は0.6未満であることが好ましく、 Al^{3+} / P^{5+} が0.58未満であることがより好ましい。 30

【0029】

Ba^{2+} は本発明の必須成分であり、ガラスの屈折率と熱安定性を向上させることができ、 Ba^{2+} と P^{5+} の共存は低光弾性係数が得られるキーポイントである。その含有量が30%未満の場合、ガラスの屈折率が不足する。その含有量が40%を超える場合は、ガラスの化学安定性が低下してしまい、特に耐酸性が悪くなる。そのため、その含有量を30~40%に限定し、32~38%であることが好ましく、33~37.8%であることがより好ましい。

【0030】

Sr^{2+} は本発明の必要成分であり、 Sr^{2+} より一部の Ba^{2+} を代替するとガラスの化学安定性を改善し、且つ、ガラスの屈折率を著しく低下させない。その含有量が1%未満の場合、効果が不明になる。その含有量10%を超える場合、ガラスの熱安定性が低下されてしまうので、1~8%であることが好ましく、2~8%であることがより好ましい。 40

【0031】

Ca^{2+} はガラスの熱安定性を向上し、ガラスの耐酸性と研磨性能を改善させることはできる。その含有量が1.3%未満の場合は、効果が不明になる。その含有量が12%を超える場合は、ガラス熱安定性と屈折率が共に低下してしまうので、その含有量を1.3~12%に限定し、1.5~8%であることが好ましい。

【0032】

La^{3+} はガラスの屈折率を向上させ、ガラスアッベ数が低下しない状況で、ガラスの 50

屈折率が高ければ高いほど、光学システムにおける光学素子の小型化の実現に有利である。そのため、 La^{3+} の存在は有意義である。ただし、その含有量が 5 % 以上の場合は、ガラスの結晶化が悪化してしまう。そのため、その含有量を 0 ~ 5 % に限定し、0 ~ 4 % であることが好ましい。

【0033】

Gd^{3+} はガラス屈折率を向上させる機能を有する。本発明において Gd^{3+} は La^{3+} よりガラスの熱安定性が最も良い。ただし、その含有量が 6 % を超える場合は、ガラス熱安定性が低下してしまうので、その含有量は 0 ~ 6 % で、1 ~ 5 % であることが好ましい。

【0034】

Y^{3+} もガラス屈折率を向上させる役割を有する。在本発明において、その含有量は La^{3+} と Gd^{3+} より高くすることができる。その含有量が 10 % を超える場合は、ガラスの結晶化が悪化してしまう。そのためその含有量は 0 ~ 10 % であり、1 ~ 8 % であることが好ましい。

【0035】

本発明において La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Y^{3+} は、アッベ数を明らかに低下させない前提において、ガラス屈折率を向上すると同時に、ガラス熱安定性のキーポイントであり、その合計含有量 $\text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}$ が 2 % 未満の場合は、屈折率の向上が明らかでない。その合計含有量が 10 % を超える場合は、ガラスの結晶化が明らかに悪化されてしまう。そのため合計含有量 $\text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}$ を 2 ~ 10 % と限定し、3.3 ~ 8 % であることが好ましい。

【0036】

発明者は鋭意努力により、 Sr^{2+} 、 Ca^{2+} 、 La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Y^{3+} の合計量と Ba^{2+} の比率が、本発明のガラスの化学安定性と光弾性係数に決定的な影響があることを見出した。 $(\text{Sr}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}) / \text{Ba}^{2+}$ が 0.22 未満の場合、ガラスの耐酸性が不足し、加工性能が悪くなる。 $(\text{Sr}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}) / \text{Ba}^{2+}$ が 0.65 を超える場合は、ガラスの光弾性係数が明らかに大きくなる。本発明の要求に達するため、 $(\text{Sr}^{2+} + \text{Ca}^{2+} + \text{La}^{3+} + \text{Gd}^{3+} + \text{Y}^{3+}) / \text{Ba}^{2+}$ の範囲を 0.22 ~ 0.65 に限定し、0.25 ~ 0.50 であることが好ましい。

【0037】

Mg^{2+} は本発明の任意成分であり、ガラスの熱安定性と研磨性能を向上させる役割をする。ただし、その含有量が 5 % を超える場合は、ガラスの屈折率が目標に達しなくなる。そのため、含有量 0 ~ 5 % を限定し、0 ~ 3 % であることが好ましい。

【0038】

Zn^{2+} は本発明の任意成分であり、ガラスの屈折率を高め、且つ、ガラスの転移温度を下げる役割をする。ただし、その色分散は比較的に大きくなり、ガラスアッベ数が低下してしまう。そのため Zn^{2+} の含有量を 0 ~ 5 % に限定し、0 ~ 3 % であることが好ましい。

【0039】

Yb^{3+} はガラスの屈折率を向上する役割をする。その含有量が 5 % を超える場合は、ガラスの熱安定性が低下してしまう。そのため、含有量を 0 ~ 5 % 限定し、 Yb^{3+} が近赤外周波数においては基礎吸収があるので、使用しないほうが好ましい。

【0040】

F^- は、ガラスが低分散及び異常色分散のキーポイント成分であり、その含有量が 25 % 未満の場合は、必要な性能を達し難くなる。ただしその含有量が 40 % 以上の場合は、ガラスは高屈折率を得にくくなる。そのため、 F^- を 25 ~ 40 % に限定し、28 ~ 35 % であることが最も好ましい。

【0041】

O^{2-} は、本発明のガラスのネットワーク構造を構成する必須成分であり、その含有量

10

20

30

40

50

が60%未満の場合は、ガラスの安定性が不足し、且つ、発明に必要な屈折率の達成が難しくなる。その含有量が75%を超える場合は、低色分散と異常色分散が得られにくくなる。そのため、O²⁻の含有量を60~75%に限定し、65~72%であることが最も好ましい。

【0042】

フルオロリン酸塩ガラスにおいて、通常ハロゲン系元素を清澄剤とし、具体的に本発明においては、Cl⁻、I⁻、Br⁻を清澄剤として使用することができる。ただし、その使用量が余りにも高いと、製錬設備が（例えば、白金、白金合金皿等）の損傷を引き起こすことがある。そのため、その使用量をそれぞれ0~1%、好ましくは0~0.5%に限定する。Cl⁻+I⁻+Br⁻の合計含有量は、0より大きく1%以下であり、好ましくは0より大きく0.8%以下であり、更に好ましくは0より大きく0.5%以下である。上記三種類の清澄剤において、Cl⁻が好適であり、その次がI⁻である。

10

【0043】

ガラスの清澄剤として、さらにSb³⁺、Sn⁴⁺とCe⁴⁺を使用することができる。その含有量をそれぞれ0~0.5%、0~1%と0~1%に限定する。本発明において、O²⁻含有量高い場合は、ハロゲン系元素を個別使用して清澄剤とする場合は消泡効果が理想ではない。発明者は、繰り返しの研究によって、Sb³⁺、Sn⁴⁺とCe⁴⁺の少なくとも1種にハロゲン系元素のCl⁻、I⁻、Br⁻の少なとも1種類を追加すれば、非常に理想な消泡効果が得られる。本発明ではSb³⁺+Sn⁴⁺+Ce⁴⁺の合計含有量を0より大きく、1%以下に限定し、その内、0より大きく、0.5%以下にすることが好ましい。

20

【0044】

本発明では更にB³⁺を使うことができる。ただし、その含有量が余りにも高い場合は、製錬製造中に揮発が大きく、ガラスの安定性が低下されてしまう。そのため、含有量を0~5%に限定し、0~2%ですることが好ましく、使用しないのが最も好ましい。

【0045】

Si⁴⁺とGe⁴⁺は本発明ガラスにおいて、少量に使用することができるが、その含有量が3%を超える場合は、ガラス製錬温度が明らかに高くなり、同時にガラスの結晶化性能が悪化してしまう。そのため、Si⁴⁺とGe⁴⁺の含有量をそれぞれ0~3%に限定し、0~1%ですることが好ましく、導入しないことがより好ましい。

30

【0046】

Li⁺、Na⁺、K⁺三種類のアルカリ金属は、ガラスの製錬温度と高温粘度及びガラスの転移温度を下げる事が出来る。ただし、その含有量が余りにも高くなると、ガラスの結晶化が悪化してしまう、そのため、Li⁺含有量を0~12%に限定し、0~10%であることが好ましい。Na⁺、K⁺の含有量をそれぞれ0~5%に限定し、それぞれ0~3%であることが好ましい。Li⁺、Na⁺、K⁺三種類イオンにおいて、Li⁺の使用が好適である。

【0047】

本発明ではPb、As、Cd、Th等環境に有害な成分は使わない。同時に原料のCo、Cu、Fe、Ni、Cr、Mn等ガラスの透過率を害させる成分を使わない又は出来るだけ使用量を低減する。

40

【0048】

本発明の製造方法において、前記ガラス成分は相応な酸化物、炭酸塩、硝酸塩、水素酸化物、リン酸塩、メタリン酸塩及びフッ化物化合物を導入して、混合後の化合物は白金（又は白金合金）坩を介して加熱、溶解、澄清及び均質化して得られる。ガラスの品質を安定性を保証するため、水分を含まない（結晶水自由水を含む）原料の選定が好ましい。本発明が必要な原料において、P⁵⁺はメタリン酸塩の導入が好ましい。Al³⁺はAl(Po₃)₃、AlF₃とAl₂O₃の1種以上の形態で導入し、Al(Po₃)₃とAlF₃の1種以上の形態での導入が好ましい。それは、Al³⁺をAl₂O₃として導入する場合、ガラスの結晶化性能が悪化されてしまう。Ba²⁺はBa(Po₃)₂、BaF

50

Ba_2 、 BaCO_3 、 BaCl_2 と $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ の1種以上の形態で導入し、 BaF_2 と BaCO_3 の1種以上の形態で導入されるのが好ましい。 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ を導入する時、その対応する酸化物重量百分率含有量は3%を超えては好ましくない。それは、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ の含有量余りにも高い場合は、溶解温度が明らかに上がってしまう。 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Mg^{2+} はそれぞれそのフッ化物、メタリン酸塩と炭酸塩の1種以上の形態で導入される。 La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Y^{3+} 、 Yb^{3+} は酸化物とフッ化物の1種以上の形態で導入されることができるが、酸化物の形態で導入されるのが好ましい。 Sb^{3+} 、 Sn^{4+} 、 Ce^{4+} は酸化物とフッ化物の1種以上の形態で導入されることができるが、酸化物の形態で導入されるのが好ましい。陰イオンにおいては、 F^- は前記フッ化物原料を導入することができる。 O^{2-} はメタリン酸塩、酸化物、炭酸塩と硝酸塩の1種以上の形態で導入されることがある。 Cl^- 、 I^- 、 Br^- は主にハロゲン化物の形態により導入され、それぞれ BaCl_2 、 KI と KBr の使用が好適である。

【0049】

発明に必要な効果に達するため、本発明において Ba^{2+} と O^{2-} 含有量が高い。そのため、主に $\text{Ba}(\text{CO}_3)_2$ を使い、 Ba^{2+} と O^{2-} を導入し、その重量百分率は10%以上であり、25%以上であることが好ましい。 $\text{Ba}(\text{CO}_3)_2$ を使用することによって発生する気泡の問題を解決するため、発明者の創造的に同時に Sb^{3+} 、 Sn^{4+} と Ce^{4+} の少なくとも1種にハロゲン元素の Cl^- 、 I^- 、 Br^- の少なくとも1種を清澄剤とし、理想の消泡効果が得られた。

【0050】

本発明のガラスは900以下の液相温度を有し、この温度の付近でガラスブロック材料又は材料ログを成形し、ガラス液は良好な成型粘度を有し、同時にFの揮発を低減することができて、高品質の縞のないガラスが得られる。

【0051】

光学ガラスは精密焼鈍を介して、内部には通常複屈折が起きない。ただし、機械的外力作用又はガラスを加熱、冷却することにより、ガラスに温度差がある場合は、ガラス内部に応力が発生し、光学性能が変化を生じ複屈折が起きる。光弾性係数（応力光学系数とも呼ぶ）Bと複双屈折の光路差（nm）、ガラス内部応力差F（ 10^5 Pa ）、ガラス厚さd（cm）の関係は = B . d . F である。

【0052】

低光弾性係数は、ガラスが冷熱変化と外力衝撃によって発生する複屈折が小さく、安定性要求の高い光学部品の製造に適する。例えば、偏光制御用の光学機器の製造に適する。本発明のガラスは $0.5 \times 10^{-12} \text{ Pa}$ 未満の光弾性係数を有し、偏光発光スペクトルを構成する基板とプリズム、偏光調整を行う光空間変調器デバイス、電子光学用ガラス基板と電子光学用ガラス部品等の製造に適する。

【0053】

本発明のガラスは比較的大きいプラスの特殊色分散 $P_{g,F}$ があり、光学システム系統の高級色差の校正に有利である。相対部分の色分散 $P_{g,F}$ の表示式は以下の通りである。

【0054】

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

【0055】

式において、 n_g 、 n_F 、 n_c それぞれg線（435.84 nm）、F線（486.13 nm）、c線（656.27 nm）の屈折率に対応する。

【0056】

H-K6、F4を基準正常なガラスとした場合、その相対部分の色分散とアッベ数は以下の式に適合する

【0057】

$$P_{g,F}(z) = 0.6457 \cdot 0.001703 \times d$$

【0058】

特殊色分散 $P_{g,F}$ は相対部分色分散 $P_{g,F}$ が正常線を外れた時の差であり、下記

10

20

30

40

50

の式にて表示する。

【0059】

$$P_{g, F} = P_{g, F} \cdot P_{g, F}(z) \\ = P_{g, F} \cdot 0.6457 + 0.001703 \times d$$

【0060】

$P_{g, F}$ が大きいほどガラスは、通常高位色差の校正に最も適する。本発明のガラスの特殊色分散 $P_{g, F}$ は、0.011以上であり、0.014以上であることが好ましく、0.015以上であることが最も好ましい。

【0061】

フルオロリン酸塩ガラスは通常比較的に「柔らかく」、摩耗度値が比較的大きい。ガラスの摩耗度が大きい場合は、研磨バフニングが難しく、ガラス表面の精密加工が難しく、加工効率を影響する。本発明のガラスの摩耗度は450未満で、400未満であることが好ましく、350未満であることが最も好ましい。そのため、本発明のガラスは良好な研磨加工性能を有する。

【0062】

光学ガラス素子は製造、保管輸送過程において、研磨した表面は各種の侵食介在作用を抵抗する能力がガラスの化学安定性となる。本発明のガラスは良好な化学安定性を有する。粉末法測定方法で測定した結果、その耐水作用安定性 D_W は1類で、耐酸作用安定性 D_A は、2類及びその以上で、耐酸作用安定性1類であることが好ましい。

【0063】

本発明の光学ガラスは精密圧縮成形、二次ホットプレス及び冷加工等製造方法により、高性能球面、非球面、平面レンズ及びプリズム、光格子等光学素子の製造に適する。

【実施例】

【0064】

以下、実施例を挙げて本発明の光学ガラスをさらに詳細に説明するが、本発明の権利範囲はこれらの実施例に限られない。

【0065】

表1、2と表3では、本発明の光学ガラスの実施例と比較例の成分構成を上げ、同時に実例のガラスの屈折率 (n_d)、アッベ数 (d)、特殊色分散 ($P_{g, F}$)、転移温度 (T_g)、光弾性係数 (B)、液相温度 ($L.T$)、磨耗度 (F_A)、化学安定性 D_W と D_A 及び外部透過率の80%と5%の波長比 (それぞれ 80、5で表示する) を上げた。

【0066】

実施例と比較例の光学ガラスは全て表1～4に示す組成成分が対応する酸化物、フッ化物、複合リン酸塩、水素酸化物、炭酸塩、硝酸塩原料を比例に基づいて計量して、充分混ぜた後、白金坩に入れて、900～1200で溶解、澄清、均質化の後、適切な温度まで下げ、溶融ガラス液を余熱後の金属の金型に注湯し、ガラスを金属金型と一緒にアニール炉内に入れて、徐々に冷焼なましの後、実験用サンプルを得て、サンプルから試料を採取して、ガラスの関連データーを測定する。

【0067】

上記ガラスの性能は下記の方法によって測定する。

光学定数及び特殊色分散 : GB/T 7962.11-2010 規定の屈折率測定方法により n_d 、 n_g 、 n_F 、 n_c とアッベ数 d を測定し、前記特殊色分散式によって、特殊色分散 $P_{g, F}$ を算出する。

【0068】

転移温度 T_g : GB/T 7962.16-2010 規定の方法により、ガラスの転移温度 T_g を測定する。

【0069】

光弾性係数 B : He - Ne レーザー (波長 632.8 nm) を使って、円形板状のテストサンプルの直径方向に定額の荷重を掛け、円形板中心に発生する光路差を測定し、これ

10

20

30

40

50

によって光弾性係数 B を算出する。

【0070】

液相温度 L.T : 液相温度の測定方法は下記のとおりである。100m¹ぐらいのガラスを白金坩の中に入れて、1050まで加熱して、ガラスを完全に溶融し、それから予定温度まで下げてから、2時間温度保持し、それからガラスを鉄鉢又はグラファイト金型の中に入れて、冷却の後、100倍を拡大する倍率の顕微鏡でガラスを検査した結果、結晶体の最低保持温度が当該ガラスの液相温度であることは観察できなかった。本発明のガラスにはF成分が含まれているため、前記高温実験は、窒素ガス雰囲気にて行う。本発明の実施例表1-4の「液相温度」欄に示す温度を2時間保持後、結晶体の最低実験温度、ガラスの実際液相温度は表に示す温度より低い又は同等であることは観察できなかった。

10

【0071】

磨耗度 F_A : 磨耗度とは、完全に同一条件において、サンプルの摩耗量と基準サンプル(K9光学ガラス)の摩耗量(体積)の比率に100を掛けた後、得られる数値を式で示すと下記の通りになる。

【0072】

$$F_A = V / V_0 \times 100 = (W / \rho) \div (W_0 / \rho_0) \times 100$$

【0073】

式において、VとV₀はそれぞれ被測定サンプルと基準サンプルの体積摩耗量であり、WとW₀はそれぞれ被測定サンプルと基準サンプルの重量磨耗量を示し、ρとρ₀はそれぞれ被測定サンプルと基準サンプルの密度を示す。

20

【0074】

化学安定性 D_w と D_A : GB/T 17129規定の測定方法により、下記の式によってガラスの浸出百分率を算出する。

【0075】

$$D = (B - C) / (B - A) \times 100$$

【0076】

式において、D - ガラスの浸出百分率，%

B - フィルターと試料の重量，g

C - フィルターと侵食後試料の重量，g

A - フィルターの重量，g

30

【0077】

計算によって算出された浸出百分率は、ガラスの耐水作用安定性 D_w を6類に分類し、詳細は下表による。

【0078】

【表1】

種類	1	2	3	4	5	6
浸出百分率 (D _w)	<0.04	0.04-0.10	0.10-0.25	0.25-0.60	0.60-1.10	>1.10

【0079】

40

計算によって算出された浸出百分率は、ガラスの耐酸作用安定性 D_A を6類に分類し、詳細は下表による。

【0080】

【表2】

種類	1	2	3	4	5	6
浸出百分率 (D _A)	<0.20	0.20-0.35	0.35-0.65	0.65-1.20	1.20-2.20	>2.20

【0081】

着色度 $\frac{L_8}{L_0} / \frac{L_5}{L_0}$: 着色度を用いて、ガラスの短波投射スペクトル特性を示す。測定

50

サンプルの厚さは 10 ± 0.1 mm、 λ_0 と λ_5 は、それぞれガラスの透射比（表面反射損失を含む）が 80% と 5% に達した時に対応する波長で、10 nm 単位で表示する。

【0082】

【表3】

表1

組成	実施例						
	1	2	3	4	5	6	7
P ⁵⁺	35.0	34.7	34.5	35.55	34.4	34.75	34.75
Al ³⁺	17.4	15.75	12.4	19.7	15.65	17.3	17.6
Al ³⁺ /P ⁵⁺	0.497	0.454	0.359	0.554	0.455	0.498	0.506
Ba ²⁺	36.6	36.05	35.2	36.55	34.2	36.75	37.0
Sr ²⁺	2.8	4.2	6.35	1.25	4.1	2.75	2.7
Ca ²⁺	3.5	2.7	1.6	5.09	2.7	3.45	3.7
La ³⁺	0.7	1.0	1.5	0.5	1.4	0.65	
Gd ³⁺	1.4	2.15	3.2	0.6	2.1	1.4	3.02
Y ³⁺	2.2	3.43	5.15	0.7	4.3	2.01	1.2
La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺	4.3	6.58	9.85	1.8	7.8	4.06	4.22
(Sr ²⁺ +Ca ²⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺)/Ba ²⁺	0.290	0.374	0.506	0.223	0.427	0.279	0.287
Mg ²⁺	0.36				1.11	0.9	
Zn ²⁺			0.19				
Yb ³⁺							
Li ⁺							
Na ⁺							
K ⁺							
Sb ³⁺	0.04	0.02	0.01		0.04	0.04	0.03
Sn ⁴⁺							
Ce ⁴⁺				0.06			
Sb ³⁺ +Sn ⁴⁺ +Ce ⁴⁺	0.04	0.02	0.01	0.06	0.04	0.04	0.03
B ³⁺							
Si ⁴⁺							
Ge ⁴⁺							
F ⁻	32.4	33.43	35.5	30.86	34.41	32.86	31.8
O ²⁻	67.5	66.35	64.4	68.74	65.38	66.87	68.05
Cl ⁻	0.1	0.22	0.1	0.4	0.21	0.27	0.15
I ⁻							
Br ⁻							
Cl ⁻ +I ⁻ +Br ⁻	0.1	0.22	0.1	0.4	0.21	0.27	0.15
nd	1.5930	1.5973	1.5958	1.5935	1.597	1.596	1.5945
vd	68.30	67.62	67.8	68.6	67.75	68.11	68.2
$\Delta P_{E/F}$	0.0155	0.0150	0.0147	0.153	0.0146	0.0154	0.0151
Tg (°C)	565	558	535	572	560	560	496
B (10^{-12} /Pa)	0.36	0.39	0.47	0.39	0.42	0.35	0.38
L.T (°C)	≤850	≤820	≤880	≤850	≤850	≤850	≤850
F _A	330	338	360	350	341	330	342
D _H	1	1	1	1	1	1	1
D _A	1	1	1	2	1	1	1
$\lambda 80/\lambda 5$	37/31	37/31	35/29	37/31	37/31	37/31	37/31

【0083】

【表4】

表2

組成	実施例						
	8	9	10	11	12	13	14
P ⁵⁺	32.0	34.65	34.95	34.95	34.8	35.05	34.4
Al ³⁺	18.45	15.0	17.2	17.35	17.3	19.2	12.9
Al ³⁺ /P ⁵⁺	0.577	0.433	0.492	0.496	0.497	0.548	0.375
Ba ²⁺	34.1	36.1	35.9	36.2	36.0	36.7	32.2
Sr ²⁺	1.85	4.5	2.75	2.77	2.96	1.85	9.4
Ca ²⁺	2.8	2.6	3.5	3.5	3.5	4.4	1.6
La ³⁺		1	0.65		3.05		1.04
Gd ³⁺	1.1	3.13	1.25	3.05		1.62	3.15
Y ³⁺	1.9	3	2.9	1.28	1.76	0.7	5.0
La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺	3.0	7.13	4.8	4.33	4.81	2.32	9.19
(Sr ²⁺ +Ca ²⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺)/Ba ²⁺	0.224	0.394	0.308	0.293	0.313	0.234	0.627
Mg ²⁺			0.35	0.87	0.6	0.45	
Zn ²⁺			0.5				
Yb ³⁺							
Li ⁺	7.77						
Na ⁺							
K ⁺						0.27	
Sb ³⁺	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04
Sn ⁴⁺							
Ce ⁴⁺							
Sb ³⁺ +Sn ⁴⁺ +Ce ⁴⁺	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04
B ³⁺							
Si ⁴⁺							
Ge ⁴⁺							
F ⁻	28.98	33.7	32.51	33.15	33.03	30.99	39.45
O ²⁻	70.84	66.2	67.28	66.74	66.87	68.87	60.45
Cl ⁻	0.18	0.1	0.21	0.11	0.1	0.14	
I ⁻						0.1	
Br ⁻							
Cl ⁻ +I ⁻ +Br ⁻	0.18	0.1	0.21	0.11	0.1	0.14	0.1
nd	1.5972	1.5952	1.5959	1.5917	1.5949	1.5933	1.5902
ud	68.4	68.05	68.39	68.52	68.53	68.34	68.1
ΔP _{B, F}	0.0132	0.0149	0.0152	0.0151	0.015	0.0152	0.0141
T _g (°C)	450	471	560	565	568	570	525
B (10 ⁻¹² /Pa)	0.36	0.41	0.37	0.38	0.38	0.36	0.5
L.T (°C)	≤850	≤880	≤850	≤850	≤850	≤850	≤890
F _A	350	352	330	320	315	330	386
D _H	1	1	1	1	1	1	1
D _A	2	1	1	1	1	2	1
λ80/λ5	35/28	36/30	37/31	37/31	37/31	37/31	35/30

【0084】

10

20

30

40

【表5】

表3

組成	実施例						
	15	16	17	18	19	20	21
P ⁵⁺	35.3	34.6	34.7	34.7	34.7	37.1	38.4
Al ³⁺	18.70	13.7	17.25	16.3	15.75	14.5	13.1
Al ³⁺ /P ⁵⁺	0.53	0.396	0.497	0.47	0.454	0.391	0.341
Ba ²⁺	36.95	35.6	35.4	36.5	35.9	38.0	39.2
Sr ²⁺	1.75	5.4	2.75	3.6	4.2	3.5	4.2
Ca ²⁺	5.03	2.08	3.41	3.2	2.7	2.8	1.5
La ³⁺		1.2	0.7	0.37		0.2	0.5
Gd ³⁺	0.6	3.5	1.4	3.3	3.15	2.06	1.56
Y ³⁺	1.6	3.9	3.5	2.0	3.43	1.8	1.0
La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺	2.2	8.6	5.6	5.67	6.58	4.06	3.06
(Sr ²⁺ +Ca ²⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺)/Ba ²⁺	0.243	0.452	0.360	0.342	0.375	0.273	0.223
Mg ²⁺			0.85				0.5
Zn ²⁺							
Yb ³⁺							
Li ⁺							
Na ⁺							
K ⁺							
Sb ³⁺		0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
Sn ⁴⁺	0.07						
Ce ⁴⁺							
Sb ³⁺ +Sn ⁴⁺ +Ce ⁴⁺	0.07	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
B ³⁺							
Si ⁴⁺							
Ge ⁴⁺							
F ⁻	27.78	34.6	33.53	32.7	33.38	27.2	26.7
O ²⁻	71.81	65.3	66.2	67.15	66.51	72.7	73.2
Cl ⁻	0.41	0.1	0.27	0.15	0.11	0.1	0.1
I ⁻							
Br ⁻							
Cl ⁻ +I ⁻ +Br ⁻	0.41	0.1	0.27	0.15	0.11	0.1	0.1
nd	1.5945	1.5955	1.5932	1.5948	1.5952	1.5992	1.6014
v d	68.4	68.0	68.25	68.1	67.85	67.18	67.05
ΔP _{E-F}	0.0151	0.0148	0.0148	0.0150	0.145	0.156	0.0158
T _g (°C)	575	587	560	476	559	586	590
B (10 ⁻¹² /Pa)	0.41	0.45	0.36	0.35	0.34	0.41	0.40
L.T (°C)	≤850	≤880	≤850	≤850	≤880	≤850	≤850
F _A	320	356	335	346	345	388	390
D _w	1	1	1	1	1	1	1
D _A	2	1	1	2	1	1	2
λ80/λ5	37/30	36/30	37/31	37/31	37/31	37/32	37/32

【0085】

10

20

30

40

【表6】

表4

組成	比較例		
	1 (括弧内は原料の重量百分率)	2 (括弧内は原料の重量百分率)	3
P ⁵⁺	38.05 (Al(PO ₃) ₃ :30)	50.336 (Al(PO ₃) ₃ :47.6)	47.8
Al ³⁺	12.68	16.779	6.2
Ba ²⁺	22.28 (BaF ₂ :35)	11.674 (BaF ₂ :22)	17.2
Sr ²⁺	17.76 (SrF ₂ :20)	8.145 (SrF ₂ :11)	
Ca ²⁺			15.1
La ³⁺		5.139 (La ₂ O ₃ :9)	
Gd ³⁺	9.23 (Gd ₂ O ₃ :15)		1
Y ³⁺		7.679 (YF ₃ :3; Y ₂ O ₃ :7)	
La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺	9.23	12.818	1
(Sr ²⁺ +Ca ²⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺ +Y ³⁺)/Ba ²⁺	1.211	1.796	0.936
Mg ²⁺			7.7
Zn ²⁺			5
Yb ³⁺			
Li ⁺			
Na ⁺			
K ⁺			
Sb ³⁺			
Sn ⁴⁺		0.247 (SnO ₂ :0.4)	
Ce ⁴⁺			
Sb ³⁺ +Sn ⁴⁺ +Ce ⁴⁺		0.247	
B ³⁺			
Si ⁴⁺			
Ge ⁴⁺			
F ⁻	38.48	21.278	29.6
O ²⁻	61.52	78.722	70.4
Cl ⁻			
I ⁻			
Br ⁻			
Cl ⁻ +I ⁻ +Br ⁻			
nd	1.5959		1.5755
v d	68.5		68.0
ΔP _{E-F}	0.0143		0.0131
T _g (°C)	512		
B (10 ⁻¹² /Pa)			
L.T (°C)	≥920	1300°Cガラス化しない	
F _A	490		
D _H	1		
D _A	1		
λ80/λ5	35/29		

【0086】

上記実施例から、本発明のフルオロリン酸塩光学ガラスの屈折率 (nd) は 1.59 以上で、アッベ数 (vd) は 67 以上で、優れる特殊分散及び良好な化学安定性と研磨性能を有し、且つ、熱安定性も優れる。そのため、本発明のガラスは、光学システムの高位色差を無くす光学設計に適する。また、精密圧縮成形、二次ホットプレス及び冷加工等製造方法により、高性能球面、非球面、平面レンズ及びプリズム、光格子等光学素子の製造に

10

20

30

40

50

適する。当該光学ガラスは 0.5×10^{-12} Pa 未満の光弾性係数を有し、ガラス屈折率の熱安定性要求が最も高い応用分野に適することが分かる。

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-151410(JP,A)
特開2012-1422(JP,A)
特開昭52-125518(JP,A)
特開2009-286670(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03C1/00-14/00
G02B1/00-1/08
G02B3/00-3/14
INTERGLAD