

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 3 月 31 日 (31.03.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/062637 A1

(51) 国际专利分类号:

C03C 3/064 (2006.01) *C03C 3/076* (2006.01)

C03C 3/062 (2006.01) *C03B 19/02* (2006.01)

C03C 3/068 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/108874

(22) 国际申请日: 2021 年 7 月 28 日 (28.07.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

202011040242.5 2020 年 9 月 28 日 (28.09.2020) CN

(71) 申请人: 成都光明光电股份有限公司
(**CDGM GLASS CO., LTD**) [CN/CN]; 中国四川省
成都市龙泉驿区成龙大道三段 359 号,
Sichuan 610100 (CN)。

(72) 发明人: 郝良振(**HAO, Liangzhen**); 中国四川省成
都市龙泉驿区成龙大道三段 359 号, Sichuan 610100
(CN)。 毛露路(**MAO, Lulu**); 中国四川省成都
市龙泉驿区成龙大道三段 359 号, Sichuan 610100
(CN)。 匡波(**KUANG, Bo**); 中国四川省成都市
龙泉驿区成龙大道三段 359 号, Sichuan 610100
(CN)。 李赛(**LI, Sai**); 中国四川省成都市龙泉驿
区成龙大道三段 359 号, Sichuan 610100 (CN)。

(74) 代理人: 成都希盛知识产权代理有限公司
(**SISUN INTELLECTUAL PROPERTY AGENT
CO., LTD.**); 中国四川省成都市高新区创业路 16
号火炬大厦 A 座 905, Sichuan 610041 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: OPTICAL GLASS

(54) 发明名称: 光学玻璃

(57) Abstract: The present invention provides an optical glass. The optical glass contains the following components in weight percentage: SiO₂: 25-45%; ZrO₂: 2-15%; Nb₂O₅: 35-60%; Li₂O: 1-10%; Na₂O: 2-15%; and K₂O: 0-10%. The optical glass contains appropriate amounts of SiO₂ and alkali metal oxides, and thus has excellent crystallization resisting performance; due to the containing of Nb₂O₅, ZrO₂ and other oxide components having high refractive index, the optical glass with high refraction and high dispersion is obtained; and the optical glass has relatively low relative partial dispersion by means of reasonable component design.

(57) 摘要: 本发明提供一种光学玻璃, 其组分以重量百分比表示, 含有: SiO₂: 25~45%; ZrO₂: 2~15%; Nb₂O₅: 35~60%; Li₂O: 1~10%; Na₂O: 2~15%; K₂O: 0~10%。本发明通过含有合适量的 SiO₂ 和碱金属氧化物等组分, 使光学玻璃具有优异的抗析晶性能; 通过含有 Nb₂O₅、ZrO₂ 等具有高折射率氧化物组分, 得到具有高折射高色散的光学玻璃; 通过合理的组分设计使光学玻璃具有较低的相对部分色散。



WO 2022/062637 A1

5

光学玻璃

技术领域

本发明涉及一种光学玻璃，尤其是涉及一种抗析晶性能优异的高折射高色散光学玻璃。

10 背景技术

在长焦距、大视场和高精度光学系统中，二级光谱是影响成像质量的主要因素，校正二级光谱是长焦距光学系统设计中的一个突出问题，也是比较难解决的一个问题。光学系统中二级光谱的校正在很大程度上取决于玻璃材料的选择，高折射、高色散、低相对部分色散 ($P_{g,F}$) 的玻璃在应用
15 于耦合透镜时有利于消除二级光谱，简化和优化光学系统，提升成像质量。

二次压型具有制作成本低、生产难度小、便于大批量生产等优势，被广泛应用于玻璃元件制作中。二次压型是将玻璃材料放置在模具中加热到软化点以上，再通过加压的方式将玻璃材料压制成预定形状的生产方式。这种生产方式往往需要将玻璃加热至转变温度以上 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，此时的玻
20 璃已经具有一定的流动性，如果玻璃的抗析晶性能不好，在二次压型的过程中玻璃就有析晶报废的风险。CN104583142A 公开了一款具有较低相对部分色散的光学玻璃，其组分中以质量%计含有 5.0%以上且 55.0%以下的 B_2O_3 和 15%以上且 60%以下的稀土氧化物，该光学玻璃的抗析晶性能较差，玻璃在二次压型时存在较大的析晶风险。

25 发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种抗析晶性能优异，具有较低相对部分色散的高折射高色散光学玻璃。

本发明解决技术问题所采用的技术方案是：

光学玻璃，其组分以重量百分比表示，含有： SiO_2 ：25~45%； ZrO_2 ：2~
30 15%； Nb_2O_5 ：35~60%； Li_2O ：1~10%； Na_2O ：2~15%； K_2O ：0~10%。

进一步的，所述的光学玻璃，其组分以重量百分比表示，还含有： B_2O_3 ：

5 0~10%; 和/或 Al_2O_3 : 0~5%; 和/或 La_2O_3 : 0~10%; 和/或 Gd_2O_3 : 0~10%;
和/或 Y_2O_3 : 0~10%; 和/或 Yb_2O_3 : 0~10%; 和/或 BaO : 0~10%; 和/或 SrO :
0~10%; 和/或 CaO : 0~10%; 和/或 MgO : 0~5%; 和/或 ZnO : 0~10%; 和
/或 TiO_2 : 0~10%; 和/或 WO_3 : 0~10%; 和/或 Bi_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ta_2O_5 :
0~5%; 和/或 Sb_2O_3 : 0~1%。

10 光学玻璃, 其组分以重量百分比表示, 由 SiO_2 : 25~45%; ZrO_2 : 2~
15%; Nb_2O_5 : 35~60%; Li_2O : 1~10%; Na_2O : 2~15%; K_2O : 0~10%; B_2O_3 :
0~10%; Al_2O_3 : 0~5%; La_2O_3 : 0~10%; Gd_2O_3 : 0~10%; Y_2O_3 : 0~10%; Yb_2O_3 :
0~10%; BaO : 0~10%; SrO : 0~10%; CaO : 0~10%; MgO : 0~5%; ZnO : 0~
10%; TiO_2 : 0~10%; WO_3 : 0~10%; Bi_2O_3 : 0~5%; Ta_2O_5 : 0~5%; Sb_2O_3 : 0~
15 1%组成。

进一步的, 所述的光学玻璃, 其组分以重量百分比表示, 满足以下 9
种情形中的一种以上:

- 1) $\text{B}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 0~12%;
- 2) Re_2O_3 为 0~15%;
- 20 3) R_2O 为 0~10%;
- 4) $\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2$ 为 30~55%;
- 5) $\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2$ 为 40~70%;
- 6) $\text{TiO}_2+\text{WO}_3+\text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~10%;
- 7) Rn_2O 为 6~20%;
- 25 8) $(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Rn}_2\text{O}$ 为 1.5~8.0;
- 9) $\text{ZrO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 为 0.1~2.3,

所述 Re_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 的合计含量, R_2O 为 BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO
的合计含量, Rn_2O 为 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 的合计含量。

进一步的, 所述的光学玻璃, 其组分以重量百分比表示, 其中: SiO_2 :
30 28~42%; 和/或 ZrO_2 : 3~12%; 和/或 Nb_2O_5 : 38~57%; 和/或 Li_2O : 2~8%;
和/或 Na_2O : 4~13%; 和/或 K_2O : 0.5~8%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Al_2O_3 :

- 5 0~2%; 和/或 La_2O_3 : 0~5%; 和/或 Gd_2O_3 : 0~5%; 和/或 Y_2O_3 : 0~5%; 和/或 Yb_2O_3 : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 CaO : 0~8%; 和/或 MgO : 0~3%; 和/或 ZnO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~7%; 和/或 WO_3 : 0~5%; 和/或 Ta_2O_5 : 0~2%; 和/或 Sb_2O_3 : 0~0.5%。

进一步的, 所述的光学玻璃, 其组分以重量百分比表示, 满足以下 9
10 种情形中的一种以上:

- 1) $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 为 0~6%;
- 2) Re_2O_3 为 0~8%;
- 3) R_2O 为 0~8%;
- 4) $\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 为 33~52%;
- 15 5) $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{ZrO}_2$ 为 45~65%;
- 6) $\text{TiO}_2 + \text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~7%;
- 7) Rn_2O 为 10~18%;
- 8) $(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Rn}_2\text{O}$ 为 1.8~6.5;
- 9) $\text{ZrO}_2 / \text{Rn}_2\text{O}$ 为 0.2~1.8,

20 所述 Re_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 的合计含量, R_2O 为 BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO 的合计含量, Rn_2O 为 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 的合计含量。

进一步的, 所述的光学玻璃, 其组分以重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 30~40%; 和/或 ZrO_2 : 4~10%; 和/或 Nb_2O_5 : 41~54%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%; 和/或 Li_2O : 3~6%; 和/或 Na_2O : 5~12%; 和/或 K_2O : 1~6%; 和/或 BaO :
25 0~2%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 ZnO : 0~2%; 和/或 TiO_2 : 0~4%; 和/或 Sb_2O_3 : 0~0.1%。

进一步的, 所述的光学玻璃, 其组分以重量百分比表示, 满足以下 7 种情形中的一种以上:

- 1) R_2O 为 0~5%;
- 30 2) $\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 为 36~49%;
- 3) $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{ZrO}_2$ 为 50~60%;

- 5 4) $\text{TiO}_2 + \text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~4%;
 5) Rn_2O 为 12~16%;
 6) $(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Rn}_2\text{O}$ 为 2.0~5.0;
 7) $\text{ZrO}_2 / \text{Rn}_2\text{O}$ 为 0.3~1.3,

 所述 R_0 为 BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO 的合计含量, Rn_2O 为 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O
10 的合计含量。

 进一步的, 所述的光学玻璃, 其组分中不含有 B_2O_3 ; 和/或不含有 Al_2O_3 ;
 和/或不含有 La_2O_3 ; 和/或不含有 Gd_2O_3 ; 和/或不含有 Y_2O_3 ; 和/或不含有 Yb_2O_3 ;
 和/或不含有 MgO ; 和/或不含有 SrO ; 和/或不含有 WO_3 ; 和/或不含有 Bi_2O_3 ;
 和/或不含有 Ta_2O_5 ; 和/或不含有 Re_2O_3 , 所述 Re_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 的
15 合计含量。

 进一步的, 所述光学玻璃的折射率 n_d 为 1.74~1.82, 优选折射率 n_d
 为 1.76~1.80; 阿贝数 v_d 为 25~32, 优选阿贝数 v_d 为 27~30。

 进一步的, 所述光学玻璃的相对部分色散 $P_{g,F} \leq 0.6497 - 0.001703 \times v_d$,
 优选 $P_{g,F} \leq 0.6477 - 0.001703 \times v_d$; 和/或所述光学玻璃的 λ_5 为 360nm 以下,
20 优选 λ_5 为 350nm 以下。

 玻璃预制件, 采用上述的光学玻璃制成。

 光学元件, 采用上述的光学玻璃或上述的玻璃预制件制成。

 光学仪器, 含有上述的光学玻璃, 和/或含有上述的光学元件。

 本发明的有益效果是: 通过含有合适量的 SiO_2 和碱金属氧化物等组分,
25 使光学玻璃具有优异的抗析晶性能; 通过含有 Nb_2O_5 、 ZrO_2 等具有高折射率
 氧化物组分, 得到具有高折射高色散的光学玻璃; 通过合理的组分设计使
 玻璃具有较低的相对部分色散。

 具体实施方式

 下面, 对本发明的光学玻璃的实施方式进行详细说明, 但本发明不限
30 于下述的实施方式, 在本发明目的的范围内可进行适当的变更来加以实施。
 此外, 关于重复说明部分, 虽然有适当的省略说明的情况, 但不会因此而

5 限制发明的主旨。以下内容中有时候将本发明光学玻璃简称为玻璃。

I、光学玻璃

下面对本发明光学玻璃的各组分（成分）范围进行说明。在本发明中，如果没有特殊说明，各组分的含量、总含量全部采用重量百分比（wt%）表示，即，各组分的含量、总含量相对于换算成氧化物的组成的玻璃物质总量的重量百分比表示。在这里，所述“换算成氧化物的组成”是指，作为
10 本发明的光学玻璃组成成分的原料而使用的氧化物、复合盐及氢氧化物等熔融时分解并转变为氧化物的情况下，将该氧化物的物质总量作为100%。

除非在具体情况下另外指出，本发明所列出的数值范围包括上限和下限值，“以上”和“以下”包括端点值，以及包括在该范围内的所有整数和
15 分数，而不限于所限定范围时所列的具体值。本文所称“和/或”是包含性的，例如“A和/或B”，是指只有A，或者只有B，或者同时有A和B。

<必要组分和任选组分>

SiO₂是玻璃网络生成体，具有提升玻璃的化学稳定性和耐候性、维持玻璃抗析晶性能的作用，若 SiO₂的含量低于 25%，难以达到上述效果。因此 SiO₂含量的下限为 25%，优选 SiO₂含量的下限为 28%，更优选 SiO₂含量的
20 下限为 30%。若 SiO₂的含量高于 45%，则玻璃变得很难熔，且难以获得本发明所期望的折射率。因此，SiO₂的含量上限为 45%，优选上限为 42%，更优选上限为 40%。

B₂O₃可以降低玻璃的化料难度，同时降低玻璃高温粘度和转变温度。但是在本发明中，当 B₂O₃处于[B03]配位状态时，会使玻璃的相对部分色散增大。为保证玻璃具有低的相对部分色散，本发明中 B₂O₃的含量为 10%以下，
25 优选为 5%以下，更优选为 3%以下，进一步优选不含有 B₂O₃。

Al₂O₃能改善玻璃的耐候性，但会提升玻璃的化料温度和高温粘度，增加生产难度。当 Al₂O₃含量超过 5%时，玻璃呈现熔融性变差、耐失透性降低的倾向。因此，本发明 Al₂O₃的含量为 0~5%，优选为 0~2%，更优选不含
30 有 Al₂O₃。

5 在本发明的一些实施方式中，通过控制 B_2O_3 和 Al_2O_3 的合计含量 $B_2O_3+Al_2O_3$ 在 12% 以下，有利于将玻璃的相对部分色散维持在设计范围内，优选 $B_2O_3+Al_2O_3$ 为 0~6%。

La_2O_3 是一种高折射低色散的组分，在玻璃中能极大地降低玻璃的相对部分色散，但其含量过高时导致玻璃色散降低，较难实现本发明所期望的高折射高色散的光学特性。因此，本发明的 La_2O_3 的含量为 10% 以下，优选含量为 5% 以下，更优选为不含有 La_2O_3 。

Gd_2O_3 是一种高折射低色散的组分，在玻璃中能起到降低玻璃的相对部分色散的作用，但是昂贵的原料价格限制了 Gd_2O_3 在玻璃中的使用。因此， Gd_2O_3 的含量为 0~10%，优选 0~5%，更优选不含有 Gd_2O_3 。

15 Y_2O_3 可以改善玻璃的熔融性，同时还可以提升玻璃耐候性，但其含量过高时导致玻璃色散降低，无法实现本发明所期望的高折射高色散的光学特性。因此， Y_2O_3 的含量为 0~10%，优选 0~5%，更优选为不含有 Y_2O_3 。

La_2O_3 、 Gd_2O_3 和 Y_2O_3 在玻璃中可以起到提高折射率、降低相对部分色散的作用，但含量过多时将难以实现本发明所期望的高折射高色散的光学特性。因此本发明中 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 的合计含量 Re_2O_3 优选为 0~15%，更优选 Re_2O_3 为 0~8%，进一步优选不含有 Re_2O_3 。

Yb_2O_3 在玻璃中可以提高玻璃的折射率，但其在近红外区域有明显的吸收峰，作为光学元件使用时会改变透过光线的光谱构成，进而影响到图像的还原效果。因此， Yb_2O_3 的含量范围限定为 0~10%，优选为 0~5%，更优选不含有 Yb_2O_3 。

BaO 的原料成本低廉、易于获取，在玻璃中能够很好地提升玻璃的折射率。但 BaO 对降低玻璃的密度是不利的，另外 BaO 含量过多时，玻璃的耐候性快速下降。因此， BaO 含量限定为 0~10%，优选为 0~5%，更优选为 0~2%。

5 适量的 SrO 可以提升玻璃的耐候性，降低玻璃的密度，但由于 SrO 价格昂贵，含量高导致玻璃成本上升，因此 SrO 的含量限定为 0~10%，优选为 0~5%，更优选不含有 SrO。

CaO 可以提升玻璃的硬度、机械强度和耐候性，更为重要的是，相比于 BaO 和 SrO，CaO 对降低玻璃的密度更有利，此外 CaO 还有利于生产过程中光学常数的控制与调节。但是 CaO 含量过多时，导致玻璃熔化困难，生产过程中容易在熔化池形成一层富钙的硬壳。因此，CaO 的含量限定为 0~10%，优选为 0~8%，更优选为 0~5%。

MgO 有助于提升玻璃的耐候性，但含量高时玻璃的折射率难以达到设计要求，玻璃的抗析晶性能和稳定性下降，同时玻璃的成本快速上升。因此，MgO 含量限定为 0~5%，优选为 0~3%，更优选不含有 MgO。

BaO、SrO、CaO、MgO 都属于碱土金属氧化物，在本发明中，为获得优异的抗析晶性能和机械强度，碱土金属氧化物的合计含量 R0 优选控制在 0~10% 范围内，更优选为 0~8%，进一步优选为 0~5%。

ZnO 可以改善玻璃的耐酸稳定性，提升玻璃耐候性，降低玻璃的转变温度，但当其含量过高时，会增加熔炼过程中对铂金器皿的侵蚀，降低熔炉的使用寿命。因此，本发明玻璃中的 ZnO 的含量为 0~10%，优选为 0~5%，更优选为 0~2%。

ZrO₂ 具有改善玻璃的耐候性，提升玻璃的抗析晶性的作用。同时，ZrO₂ 在玻璃中可以大幅度降低玻璃的相对部分色散。但 ZrO₂ 在本体系玻璃中的溶解度不高，含量过多时反而容易游离于玻璃系统之外，形成析晶核，进而导致玻璃的抗析晶性能变差。因此，本发明中 ZrO₂ 的含量为 2~15%，优选为 3~12%，更优选为 4~10%。

SiO₂ 和 ZrO₂ 都可以提升玻璃的耐候性，同时 SiO₂ 和 ZrO₂ 也是本发明中较难熔化的两种组分。通过发明人大量实验研究发现，在一些实施方式中，当 SiO₂ 和 ZrO₂ 的合计含量 SiO₂+ZrO₂ 在 30~55% 时，玻璃既可以获得优异的

- 5 耐候性，又可以获得较好的生产性能。因此，优选 $\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2$ 为 30~55%，更优选 $\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2$ 为 33~52%，进一步优选 $\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2$ 为 36~49%。

Nb_2O_5 是本发明玻璃的必要组分，是保证玻璃具有高折射高色散和低相对部分色散特性的关键组分。经本发明人潜心研究发现， Nb_2O_5 在阿贝数为 25~32 范围时，对玻璃的相对部分色散与对阿贝数的贡献大致一致，即随
10 着玻璃中 Nb_2O_5 的增长，玻璃的相对部分色散偏离值 ($\Delta P_{g,F}$) 基本没有变化。因此，本发明中 Nb_2O_5 的含量为 35~60%，优选为 38~57%，更优选为 41~54%。

Nb_2O_5 和 ZrO_2 是维持本发明低的相对部分色散性能的关键组分，在本发明的一些实施方式中，当 Nb_2O_5 和 ZrO_2 的合计含量 $\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2$ 控制在 40~70%
15 范围内时，玻璃的折射率、色散和相对部分色散能够较好的达到设计要求。因此，优选 $\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2$ 为 40~70%，更优选为 45~65%，进一步优选为 50~60%。

TiO_2 可以提升玻璃的折射率和色散，改善玻璃的抗析晶性能。但 TiO_2 在玻璃中会导致 $P_{g,F}$ 急剧上升，当玻璃中的 TiO_2 含量高于 10% 时，玻璃的
20 $P_{g,F}$ 特性难以满足设计要求。因此， TiO_2 的含量为 0~10%，优选为 0~7%，更优选为 0~4%。

WO_3 可以提升玻璃的折射率和色散，但会导致玻璃的 $P_{g,F}$ 急剧上升，同时也会导致玻璃的光透过率降低。本发明中 WO_3 含量为 0~10%，优选为 0~5%，更优选不含有 WO_3 。

25 Bi_2O_3 可以提升玻璃的折射率和色散，但会导致玻璃的 $P_{g,F}$ 急剧上升。另外， Bi_2O_3 在熔炼过程中对铂金器皿的腐蚀较为严重，因此其含量限定为 5% 以内，优选不含有 Bi_2O_3 。

TiO_2 、 WO_3 和 Bi_2O_3 都具有提升玻璃的折射率和色散的作用，但都会使玻璃的 $P_{g,F}$ 剧烈上升。因此，本发明中优选 TiO_2 、 WO_3 和 Bi_2O_3 的合计含量
30 $\text{TiO}_2+\text{WO}_3+\text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~10%，更优选 $\text{TiO}_2+\text{WO}_3+\text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~7%，进一步优选 $\text{TiO}_2+\text{WO}_3+\text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~4%。

5 Ta_2O_5 是一种高折射高色散组分，可以降低玻璃的 $P_{g,F}$ 值，同时 Ta_2O_5 可以改善玻璃的抗析晶性能，提升玻璃的稳定性。但是昂贵的原料成本极大地限制了 Ta_2O_5 的使用。本发明中 Ta_2O_5 的含量为 0~5%，优选为 0~2%，更优选不含有 Ta_2O_5 。

Li_2O 属于碱金属氧化物，是本发明中降低玻璃生产难度的关键组分。
10 Li_2O 可以作为助熔剂使用，降低玻璃的化料难度。同时， Li_2O 可以降低玻璃的高温粘度和转变温度，使玻璃生产和加工更为容易。经发明人潜心研究发现，通过使玻璃中含有 Li_2O ，利用 Li_2O 的积聚效应，可以提升玻璃的耐候性。但若 Li_2O 的含量过高，会造成玻璃的耐酸稳定性下降。因此，在本发明玻璃中， Li_2O 的含量为 1~10%，优选为 2~8%，更优选为 3~6%。

15 Na_2O 和 K_2O 也可以降低玻璃的化料温度和高温粘度，降低玻璃生产难度，但是相比于 Li_2O 的积聚效应， Na_2O 和 K_2O 会导致玻璃的硅网络结构断裂，并导致玻璃 $P_{g,F}$ 增大。因此，本发明玻璃中 Na_2O 的含量为 2~15%，优选为 4~13%，更优选为 5~12%； K_2O 的含量为 0~10%，优选为 0.5~8%，更优选为 1~6%。

20 Li_2O 、 Na_2O 和 K_2O 都属于碱金属氧化物，可以降低玻璃的生产难度，但含量过多会导致玻璃的化学稳定性降低。因此，本发明中优选将 Li_2O 、 Na_2O 和 K_2O 的合计含量 Rn_2O 控制在 6~20% 范围内，更优选为 10~18%，进一步优选为 12~16%。

 经发明人大量实验研究发现，碱金属氧化物 Rn_2O 可以促进 SiO_2 和 ZrO_2
25 熔化，降低玻璃的熔炼难度。进一步的，当 SiO_2 和 ZrO_2 的合计含量 $\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2$ 与 Rn_2O 的含量之间的比值 $(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Rn}_2\text{O}$ 在 1.5~8.0 之间时，玻璃能够获得优异的熔化性能和抗析晶性能，优选 $(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Rn}_2\text{O}$ 为 1.8~6.5，更优选 $(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Rn}_2\text{O}$ 为 2.0~5.0。

 硅酸盐玻璃网络结构对 ZrO_2 的承载能力不强，当 ZrO_2 含量过高时，在
30 熔制过程中容易析出形成结石。通过发明人大量实验研究发现，在一些实施方式中，碱金属氧化物 Rn_2O 可以提升硅酸盐玻璃对 ZrO_2 的承载能力，当

- 5 ZrO₂的含量与 Rn₂O 的含量之间的比值 ZrO₂/Rn₂O 在 0.1~2.3 范围内时, 可以提高本发明玻璃系统对 ZrO₂的承载能力, 并提高玻璃的化学稳定性。优选 ZrO₂/Rn₂O 为 0.2~1.8, 更优选 ZrO₂/Rn₂O 为 0.3~1.3。

Sb₂O₃可以在本发明中作为澄清剂使用, 以提高玻璃的澄清效果, 其含量范围为 0~1%, 优选为 0~0.5%, 更优选为 0~0.1%。

10 <不应含有的组分>

本发明玻璃中, V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ag 以及 Mo 等过渡金属的氧化物, 即使单独或复合地少量含有的情况下, 玻璃也会被着色, 在可见光区域的特定的波长产生吸收, 从而减弱本发明的提高可见光透过率效果的性质, 因此, 特别是对于可见光区域波长的透过率有要求的光学玻璃, 15 优选实际上不含有。

Th、Cd、Tl、Os、Be 以及 Se 的氧化物, 近年来作为有害的化学物质而有控制使用的倾向, 不仅在玻璃的制造工序, 直至加工工序以及产品化后的处置上对环境保护的措施是必需的。因此, 在重视对环境的影响的情况下, 除了不可避免地混入以外, 优选实际上不含有它们。由此, 光学玻 20 璃变得实际上不包含污染环境的物质。因此, 即使不采取特殊的环境对策上的措施, 本发明的光学玻璃也能够进行制造、加工以及废弃。

为了实现环境友好, 本发明的光学玻璃不含有 As₂O₃ 和 PbO。虽然 As₂O₃ 具有消除气泡和较好的防止玻璃着色的效果, 但 As₂O₃ 的加入会加大玻璃对熔炉特别是对铂金熔炉的铂金侵蚀, 导致更多的铂金离子进入玻璃, 对铂 25 金熔炉的使用寿命造成不利影响。PbO 可显著提高玻璃的高折射率和高色散性能, 但 PbO 和 As₂O₃ 都造成环境污染的物质。

本文所记载的“不含有”“0%”是指没有故意将该化合物、分子或元素等作为原料添加到本发明光学玻璃中; 但作为生产光学玻璃的原材料和/或设备, 会存在某些不是故意添加的杂质或组分, 会在最终的光学玻璃中 30 少量或痕量含有, 此种情形也在本发明专利的保护范围内。

下面, 对本发明的光学玻璃的性能进行说明。

5 <折射率与阿贝数>

光学玻璃折射率 (n_d) 与阿贝数 (v_d) 按照《GB/T 7962.1—2010》规定的方法测试。

在一些实施方式中, 本发明光学玻璃的折射率 (n_d) 为1.74~1.82, 优选为1.76~1.80。

10 在一些实施方式中, 本发明光学玻璃的阿贝数 (v_d) 为25~32, 优选为27~30。

<相对部分色散>

光学玻璃的相对部分色散 ($P_{g,F}$) 计算方式为: $P_{g,F} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$ 。式中 n_g 、 n_F 与 n_C 按照《GB/T 7962.1—2010》规定的方法测试。

15 在一些实施方式中, 本发明光学玻璃的相对部分色散 ($P_{g,F}$) $\leq$ 0.6497-0.001703 $\times v_d$, 优选为 $P_{g,F} \leq 0.6477-0.001703 \times v_d$ 。

<透射比>

玻璃的透射比 (λ_5) 用于衡量玻璃的短波透过情况, 具体测试方法为: 将10mm厚的双面抛光样品置于分光光度计上测试玻璃透射情况, λ_5 指的是
20 玻璃透射比达到5%时对应的波长。

在一些实施方式中, 本发明所述光学玻璃的 λ_5 为360nm以下, 优选为350nm以下。

<抗析晶性能>

光学玻璃的抗析晶性能测试方法如下: 将试样放入 $T_g+230^\circ\text{C}$ 的马弗炉
25 中保温 15 分钟后取出, 再放置在室温下冷却, 再经双面抛光后观察样品内每立方厘米内的析晶颗粒数量 (A)。

在一些实施方式中, 本发明所述光学玻璃析晶数量 (A) 为 5 颗以下, 优选为 2 颗以下, 更优选为 0 颗。

[制造方法]

30 本发明光学玻璃的制造方法如下: 本发明的玻璃采用常规原料和常规工艺生产, 使用复合盐 (如碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐)、氢氧化物、氧化物

- 5 等为原料，按常规方法配料后，将配好的炉料投入到 1250~1450℃ 的熔炼炉中熔制，并且经澄清、搅拌和均化后，得到没有气泡及不含未溶解物质的均质熔融玻璃，将此熔融玻璃在模具内铸型并退火而成。本领域技术人员能够根据实际需要，适当地选择原料、工艺方法和工艺参数。

II、玻璃预制件和光学元件

- 10 可以使用例如研磨加工的手段、或再热压成型、精密冲压成型等模压成型的手段，由所制成的光学玻璃来制作玻璃预制件。即，可以通过对光学玻璃进行磨削和研磨等机械加工来制作玻璃预制件，或通过对由光学玻璃制作模压成型用的预成型坯，对该预成型坯进行再热压成型后再进行研磨加工来制作玻璃预制件，或通过对进行研磨加工而制成的预成型坯进行
15 精密冲压成型来制作玻璃预制件。需要说明的是，制备玻璃预制件的手段不限于上述手段。

如上所述，本发明的光学玻璃对于各种光学元件和光学设计是有用的，其中特别优选由本发明的光学玻璃形成预成型坯，使用该预成型坯来进行再热压成型、精密冲压成型等，制作透镜、棱镜等光学元件。

- 20 本发明的玻璃预制件与光学元件均由上述本发明的光学玻璃形成。本发明的玻璃预制件具有光学玻璃所具有的优异特性；本发明的光学元件具有光学玻璃所具有的优异特性，能够提供光学价值高的各种透镜、棱镜等光学元件。

- 25 作为透镜的例子，可举出透镜面为球面或非球面的凹弯月形透镜、凸弯月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜。

III、光学仪器

本发明光学玻璃所形成的光学元件可制作如照相设备、车载设备、摄像设备、显示设备和监控设备等光学仪器。

- 30 由于本发明光学玻璃具有高折射高色散和低相对部分色散性能，因此特别适用于长焦镜头和高清交换镜头中。

实施例

5 <光学玻璃实施例>

为了进一步清楚地阐释和说明本发明的技术方案，提供以下的非限制性实施例。

本实施例采用上述光学玻璃的制造方法得到具有表 1～表 4 所示的光学玻璃。另外，通过本发明所述的测试方法测定各玻璃的特性，并将测定结果表示在表 1～表 4 中。

表 1.

组分 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#
SiO ₂	35.24	36.54	26.25	38.01	32.14	25.86	44.24	32.45	29.85	28.32
B ₂ O ₃	0.21	0	0	0	1.27	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	2.35	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	1.24	0	0	0	0	8.21
Y ₂ O ₃	0	0	0	8	1.34	0.69	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	9.25	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0.54	0	0	0	0	0
CaO	0.55	0	0	0	0	0	0	9.75	0	4.52
MgO	0	0	0	0	0.47	0	0	0	0	1
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.25
ZrO ₂	6.35	4.25	4.25	10.24	6.54	7.58	2.24	2.98	3.25	9.35
Nb ₂ O ₅	43.21	37.25	37.42	35.45	36.87	44.25	40.25	46.78	56.25	41.25
TiO ₂	0	8.65	4.61	0	0	5.25	0.78	1.24	0	0
WO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi ₂ O ₃	0	0	0	0	4.25	0	0	0	0	0
Ta ₂ O ₅	0	0	0	2.24	0	0	0	0	0	0
Li ₂ O	5.31	3.25	9.14	1.78	4.54	4.12	3.01	1.24	6.35	3.25
Na ₂ O	7.11	9.62	2.54	3.74	8.45	12.25	5.24	2.25	4.12	2.22
K ₂ O	2.02	0	6.54	0.54	0	0	4.24	3.31	0.18	0.63
Sb ₂ O ₃	0	0.44	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	0.21	0	0	0	1.27	0	0	0	0	0
Re ₂ O ₃	0	0	0	8	4.93	0.69	0	0	0	8.21
RO	0.55	0	9.25	0	1.01	0	0	9.75	0	5.52
SiO ₂ +ZrO ₂	41.59	40.79	30.50	48.25	38.68	33.44	46.48	35.43	33.10	37.67
Rn ₂ O	14.44	12.87	18.22	6.06	12.99	16.37	12.49	6.80	10.65	6.10
Nb ₂ O ₅ +ZrO ₂	49.56	41.50	41.67	45.69	43.41	51.83	42.49	49.76	59.50	50.60
TiO ₂ +WO ₃ +Bi ₂ O ₃	0	8.65	4.61	0	4.25	5.25	0.78	1.24	0	0
(SiO ₂ +ZrO ₂)/Rn ₂ O	2.88	3.17	1.67	7.96	2.98	2.04	3.72	5.21	3.11	6.18
ZrO ₂ /Rn ₂ O	0.44	0.33	0.23	1.69	0.50	0.46	0.18	0.44	0.31	1.53
n _d	1.77234	1.74365	1.74856	1.76352	1.75458	1.78562	1.76541	1.77965	1.81753	1.78214
v _d	29.65	25.24	28.14	28.35	26.54	26.32	30.33	28.86	27.95	28.56
P _{g,F}	0.5961	0.6054	0.6004	0.6002	0.6032	0.6025	0.5974	0.5985	0.6	0.5997
λ ₅ (nm)	349	359	351	338	354	347	344	346	340	342
A (颗)	0	0	5	0	0	3	0	0	1	0

表 2.

组分 (wt%)	11#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#	19#	20#
SiO ₂	31.78	25.21	32.81	27.63	26.48	40.67	40.25	25.34	42.05	32.82
B ₂ O ₃	0	9.58	0	4.25	0	0	0	0	2.25	0
Al ₂ O ₃	0	2.34	0	0	0	0	4.25	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	1.25	4.25	0	9.21	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0.44	0	0	0	0	0	0	0	4.45
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	7.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	2.23	0	0
MgO	4.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	8.86	0	0	0	0
ZrO ₂	3.21	8.52	5.51	14.23	11.24	3.27	2.84	12.35	7.00	4.42
Nb ₂ O ₅	37.04	36.00	47.25	46.25	45.25	41.00	37.24	35.75	39.25	52.24
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	2.42	0	0
WO ₃	0	0	7.86	0	0	0	0	5.57	0	0
Bi ₂ O ₃	2.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ta ₂ O ₅	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Li ₂ O	1.47	8.58	2.32	3.02	6.54	2.50	1.25	1.34	5.00	2.25
Na ₂ O	2.24	3.21	4.25	2.27	6.24	3.25	3.56	14.25	2.14	2.72
K ₂ O	9.14	5.25	0	1.10	0	0.45	1.40	0	2.31	1.10
Sb ₂ O ₃	0	0.12	0	0	0	0	0	0.75	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	0	11.92	0	4.25	0	0	4.25	0	2.25	0
Re ₂ O ₃	0	0.44	0	1.25	4.25	0	9.21	0	0	4.45
RO	5.37	0	0	0	0	0	0	2.23	0	0
SiO ₂ +ZrO ₂	34.99	33.73	38.32	41.86	37.72	43.94	43.09	37.69	49.05	37.24
Rn ₂ O	12.85	17.04	6.57	6.39	12.78	6.20	6.21	15.59	9.45	6.07
Nb ₂ O ₅ +ZrO ₂	40.25	44.52	52.76	60.48	56.49	44.27	40.08	48.1	46.25	56.66
TiO ₂ +WO ₃ +Bi ₂ O ₃	2.23	0	7.86	0	0	0	0	7.99	0	0
(SiO ₂ +ZrO ₂)/Rn ₂ O	2.72	1.98	5.83	6.55	2.95	7.09	6.94	2.42	5.19	6.16
ZrO ₂ /Rn ₂ O	0.25	0.5	0.84	2.23	0.88	0.53	0.46	0.79	0.74	0.73
n _d	1.74562	1.75845	1.79652	1.81879	1.80412	1.75865	1.74124	1.77521	1.76548	1.81457
v _d	28.54	30.11	25.89	28.21	28.95	30.45	30.21	26.21	27.75	27.95
P _{g,F}	0.5998	0.5974	0.6042	0.601	0.5995	0.5965	0.5962	0.6015	0.601	0.6014
λ ₅ (nm)	350	345	358	345	342	341	340	357	342	339
A (颗)	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0

表 3.

组分 (wt%)	21#	22#	23#	24#	25#	26#	27#	28#	29#	30#
SiO ₂	28.56	34.14	40.24	33.10	35.15	34.95	36.21	37.97	34.54	37.24
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	1.25	3.50	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	2.25	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	4.58	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	3.24	0	0	0	2.24	0	0	0	0	0
BaO	0	4.57	0	0	0	0	0	0	2.65	1.53
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	4.44	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	2.25	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	2.25	0
ZrO ₂	6.25	4.42	7.51	3.21	2.33	5.25	2.10	5.98	3.87	5.42

Nb ₂ O ₅	44.25	41.24	39.75	46.12	48.54	42.94	47.35	42.35	42.67	42.24
TiO ₂	0	0	0	0	0	3.12	0	0	0	0
WO ₃	0	3.54	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ta ₂ O ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	4.42	0
Li ₂ O	3.21	5.45	6.21	7.45	2.14	1.25	1.42	3.21	1.25	6.24
Na ₂ O	9.24	3.25	4.51	5.54	2.35	10.24	4.24	9.24	3.65	5.21
K ₂ O	5.25	1.14	1.78	0	7.25	0	4.24	0	1.20	2.12
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	1.25	3.50	0
Re ₂ O ₃	0	2.25	0	4.58	0	0	0	0	0	0
RO	0	4.57	0	0	0	2.25	4.44	0	2.65	1.53
SiO ₂ +ZrO ₂	34.81	38.56	47.75	36.31	37.48	40.2	38.31	43.95	38.41	42.66
Rn ₂ O	17.70	9.84	12.50	12.99	11.74	11.49	9.90	12.45	6.10	13.57
Nb ₂ O ₅ +ZrO ₂	50.50	45.66	47.26	49.33	50.87	48.19	49.45	48.33	46.54	47.66
TiO ₂ +WO ₃ +Bi ₂ O ₃	0	3.54	0	0	0	3.12	0	0	0	0
(SiO ₂ +ZrO ₂)/Rn ₂ O	1.97	3.92	3.82	2.80	3.19	3.450	3.87	3.53	6.297	3.14
ZrO ₂ /Rn ₂ O	0.35	0.45	0.60	0.25	0.20	0.46	0.21	0.48	0.63	0.40
n _d	1.78521	1.76251	1.77201	1.77856	1.78354	1.77254	1.77965	1.77451	1.76325	1.77214
v _d	30.55	27.24	30.24	30.86	29.32	27.54	30.85	29.64	29.21	29.78
P _{g,F}	0.5962	0.6021	0.5971	0.5961	0.5978	0.6014	0.5962	0.5984	0.5988	0.5977
λ ₅ (nm)	347	353	339	345	341	352	348	347	344	344
A (颗)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5

表 4.

组分 (wt%)	31#	32#	33#	34#	35#	36#	37#	38#	39#	40#
SiO ₂	39.21	33.24	33.25	30.21	29.85	31.24	32.02	32.54	38.24	35.74
B ₂ O ₃	0	0	0	3.25	0	0	0	2.35	0	0
Al ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	2.37	0	0	0	0.24	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	3.32	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	2.80	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	1.24	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	5.39	0	0	9.58	0	0	0	2.32	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	3.66	5.12	0	0	0	0	0	0	0.94
ZrO ₂	4.21	8.01	3.88	5.35	3.32	9.21	8.65	5.35	3.24	6.87
Nb ₂ O ₅	36.25	37.25	41.98	37.45	54.34	39.98	45.54	41.11	50.14	40.25
TiO ₂	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0
WO ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bi ₂ O ₃	0	0	0	1.12	0	0	0	0	0	0
Ta ₂ O ₅	0	0	0	0	0	0	0	2.16	0	0
Li ₂ O	7.24	4.05	4.45	6.25	4.45	3.01	8.01	2.35	1.74	5.12
Na ₂ O	6.25	9.54	8.52	4.42	7.24	11.24	4.54	5.01	3.32	7.54
K ₂ O	1.45	4.25	0	0	0	5.32	0	3.25	3.32	3.54
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	0	0	0	3.25	0	0	0	2.35	0	0
Re ₂ O ₃	0	0	2.80	2.37	0	0	0	3.56	0	0
RO	5.39	0	0	9.58	0	0	0	2.32	0	0
SiO ₂ +ZrO ₂	43.42	41.25	37.13	35.56	33.17	40.45	40.67	37.89	41.48	42.61

Rn ₂ O	14.94	17.84	12.97	10.67	11.69	19.57	12.55	10.61	8.38	16.20
Nb ₂ O ₅ +ZrO ₂	40.46	45.26	45.86	42.80	57.66	49.19	54.19	46.46	53.38	47.12
TiO ₂ +WO ₃ +Bi ₂ O ₃	0	0	0	1.12	0.80	0	0	0	0	0
(SiO ₂ +ZrO ₂)/Rn ₂ O	2.91	2.31	2.86	3.33	2.84	2.07	3.24	3.57	4.95	2.63
ZrO ₂ /Rn ₂ O	0.28	0.45	0.30	0.50	0.28	0.47	0.69	0.50	0.39	0.42
n _d	1.74321	1.76021	1.76874	1.75024	1.81021	1.77765	1.80241	1.76584	1.79321	1.77024
v _d	29.77	31.47	29.96	29.21	29.55	31.54	31.01	31.25	31.24	31.75
P _{g,F}	0.5976	0.5954	0.5967	0.5985	0.5984	0.5945	0.5954	0.5955	0.5955	0.5941
λ _s (nm)	347	341	350	348	340	350	341	346	349	345
A (颗)	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4

5 <玻璃预制件实施例>

将光学玻璃实施例 1~40 所得到的玻璃使用例如研磨加工的手段、或再热压成型、精密冲压成型等模压成型的手段，来制作凹弯月形透镜、凸弯月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜、棱镜等的预制件。

10 <光学元件实施例>

将上述玻璃预制件实施例所得到的这些预制件退火，在降低玻璃内部的变形的同时进行微调，使得折射率等光学特性达到所需值。

接着，对各预制件进行磨削、研磨，制作凹弯月形透镜、凸弯月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜、棱镜。所得到的光学元件的表面上还可涂布防反射膜。

15 <光学仪器实施例>

将上述光学元件实施例制得的光学元件通过光学设计，通过使用一个或多个光学元件形成光学部件或光学组件，可用于例如成像设备、传感器、显微镜、医药技术、数字投影、通信、光学通信技术/信息传输、汽车领域中的光学/照明、光刻技术、准分子激光器、晶片、计算机芯片以及包括这样的电路及芯片的集成电路和电子器件。

5

权利要求书

1、光学玻璃，其特征在于，其组分以重量百分比表示，含有： SiO_2 ：25~45%； ZrO_2 ：2~15%； Nb_2O_5 ：35~60%； Li_2O ：1~10%； Na_2O ：2~15%； K_2O ：0~10%。

10

2、根据权利要求1所述的光学玻璃，其特征在于，其组分以重量百分比表示，还含有： B_2O_3 ：0~10%；和/或 Al_2O_3 ：0~5%；和/或 La_2O_3 ：0~10%；和/或 Gd_2O_3 ：0~10%；和/或 Y_2O_3 ：0~10%；和/或 Yb_2O_3 ：0~10%；和/或 BaO ：0~10%；和/或 SrO ：0~10%；和/或 CaO ：0~10%；和/或 MgO ：0~5%；和/或 ZnO ：0~10%；和/或 TiO_2 ：0~10%；和/或 WO_3 ：0~10%；和/或 Bi_2O_3 ：0~5%；和/或 Ta_2O_5 ：0~5%；和/或 Sb_2O_3 ：0~1%。

15

3、光学玻璃，其特征在于，其组分以重量百分比表示，由 SiO_2 ：25~45%； ZrO_2 ：2~15%； Nb_2O_5 ：35~60%； Li_2O ：1~10%； Na_2O ：2~15%； K_2O ：0~10%； B_2O_3 ：0~10%； Al_2O_3 ：0~5%； La_2O_3 ：0~10%； Gd_2O_3 ：0~10%； Y_2O_3 ：0~10%； Yb_2O_3 ：0~10%； BaO ：0~10%； SrO ：0~10%； CaO ：0~10%； MgO ：0~5%； ZnO ：0~10%； TiO_2 ：0~10%； WO_3 ：0~10%； Bi_2O_3 ：0~5%； Ta_2O_5 ：0~5%； Sb_2O_3 ：0~1%组成。

20

4、根据权利要求1~3任一权利要求所述的光学玻璃，其特征在于，其组分以重量百分比表示，满足以下9种情形中的一种以上：

1) $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 为 0~12%；

25

2) Re_2O_3 为 0~15%；

3) R_2O 为 0~10%；

4) $\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 为 30~55%；

5) $\text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{ZrO}_2$ 为 40~70%；

6) $\text{TiO}_2 + \text{WO}_3 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~10%；

30

7) Rn_2O 为 6~20%；

8) $(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Rn}_2\text{O}$ 为 1.5~8.0；

9) $\text{ZrO}_2 / \text{Rn}_2\text{O}$ 为 0.1~2.3，

5 所述 Re_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 的合计含量， R_0 为 BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO 的合计含量， Rn_2O 为 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 的合计含量。

5、根据权利要求 1~3 任一权利要求所述的光学玻璃，其特征在于，其组分以重量百分比表示，其中： SiO_2 ：28~42%；和/或 ZrO_2 ：3~12%；和/或 Nb_2O_5 ：38~57%；和/或 Li_2O ：2~8%；和/或 Na_2O ：4~13%；和/或 K_2O ：0.5~8%；和/或 B_2O_3 ：0~5%；和/或 Al_2O_3 ：0~2%；和/或 La_2O_3 ：0~5%；和/或 Gd_2O_3 ：0~5%；和/或 Y_2O_3 ：0~5%；和/或 Yb_2O_3 ：0~5%；和/或 BaO ：0~5%；和/或 SrO ：0~5%；和/或 CaO ：0~8%；和/或 MgO ：0~3%；和/或 ZnO ：0~5%；和/或 TiO_2 ：0~7%；和/或 WO_3 ：0~5%；和/或 Ta_2O_5 ：0~2%；和/或 Sb_2O_3 ：0~0.5%。

15 6、根据权利要求 1~3 任一权利要求所述的光学玻璃，其特征在于，其组分以重量百分比表示，满足以下 9 种情形中的一种以上：

- 1) $\text{B}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 0~6%；
- 2) Re_2O_3 为 0~8%；
- 3) R_0 为 0~8%；
- 20 4) $\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2$ 为 33~52%；
- 5) $\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{ZrO}_2$ 为 45~65%；
- 6) $\text{TiO}_2+\text{WO}_3+\text{Bi}_2\text{O}_3$ 为 0~7%；
- 7) Rn_2O 为 10~18%；
- 8) $(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Rn}_2\text{O}$ 为 1.8~6.5；
- 25 9) $\text{ZrO}_2/\text{Rn}_2\text{O}$ 为 0.2~1.8，

所述 Re_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 的合计含量， R_0 为 BaO 、 SrO 、 CaO 、 MgO 的合计含量， Rn_2O 为 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 的合计含量。

7、根据权利要求 1~3 任一权利要求所述的光学玻璃，其特征在于，其组分以重量百分比表示，其中： SiO_2 ：30~40%；和/或 ZrO_2 ：4~10%；和/或 Nb_2O_5 ：41~54%；和/或 B_2O_3 ：0~3%；和/或 Li_2O ：3~6%；和/或 Na_2O ：5~12%；和/或 K_2O ：1~6%；和/或 BaO ：0~2%；和/或 CaO ：0~5%；和/

5 或 ZnO: 0~2%; 和/或 TiO₂: 0~4%; 和/或 Sb₂O₃: 0~0.1%。

8、根据权利要求 1~3 任一权利要求所述的光学玻璃, 其特征在于, 其组分以重量百分比表示, 满足以下 7 种情形中的一种以上:

1) R₀ 为 0~5%;

2) SiO₂+ZrO₂ 为 36~49%;

10 3) Nb₂O₅+ZrO₂ 为 50~60%;

4) TiO₂+W₂O₃+Bi₂O₃ 为 0~4%;

5) R_nO 为 12~16%;

6) (SiO₂+ZrO₂)/R_nO 为 2.0~5.0;

7) ZrO₂/R_nO 为 0.3~1.3,

15 所述 R₀ 为 BaO、SrO、CaO、MgO 的合计含量, R_nO 为 Li₂O、Na₂O、K₂O 的合计含量。

9、根据权利要求 1~3 任一权利要求所述的光学玻璃, 其特征在于, 其组分中不含有 B₂O₃; 和/或不含有 Al₂O₃; 和/或不含有 La₂O₃; 和/或不含有 Gd₂O₃; 和/或不含有 Y₂O₃; 和/或不含有 Yb₂O₃; 和/或不含有 MgO; 和/或不含有 SrO; 和/或不含有 W₂O₃; 和/或不含有 Bi₂O₃; 和/或不含有 Ta₂O₅; 和/或不含有 Re₂O₃, 所述 Re₂O₃ 为 La₂O₃、Gd₂O₃、Y₂O₃ 的合计含量。

10、根据权利要求 1~3 任一权利要求所述的光学玻璃, 其特征在于, 所述光学玻璃的折射率 n_d 为 1.74~1.82, 优选折射率 n_d 为 1.76~1.80; 阿贝数 v_d 为 25~32, 优选阿贝数 v_d 为 27~30。

25 11、根据权利要求 1~3 任一权利要求所述的光学玻璃, 其特征在于, 所述光学玻璃的相对部分色散 $P_{g,F} \leq 0.6497 - 0.001703 \times v_d$, 优选 $P_{g,F} \leq 0.6477 - 0.001703 \times v_d$; 和/或所述光学玻璃的 λ_5 为 360nm 以下, 优选 λ_5 为 350nm 以下。

12、玻璃预制件, 其特征在于, 采用权利要求 1~11 任一所述的光学玻璃制成。

13、光学元件, 其特征在于, 采用权利要求 1~11 任一所述的光学玻

5 玻璃或权利要求 12 所述的玻璃预制件制成。

14、光学仪器，其特征在于，含有权利要求 1~11 任一所述的光学玻璃，和/或含有权利要求 13 所述的光学元件。

10

15

20

25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/108874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C 3/064(2006.01)i; C03C 3/062(2006.01)i; C03C 3/068(2006.01)i; C03C 3/076(2006.01)i; C03B 19/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C 3/-; C03B 19/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI, WEB OF SCIENCE: 玻璃, SiO₂, ZrO₂, Nb₂O₅, Li₂O, Na₂O, K₂O, glass, silica, silicon oxide, zirconia, zirconium oxide, niobium oxide, lithia, lithium oxide, sodium oxide, potassium oxide**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112125511 A (CDGM GLASS CO., LTD.) 25 December 2020 (2020-12-25) claims 1-14	1-14
X	JP 4806157 B2 (OHARA K. K.) 02 November 2011 (2011-11-02) embodiment 3 in table 1, page 5, paragraph 3 from the bottom and page 9, last paragraph	1-14
X	JP 4729750 B2 (OHARA K. K.) 20 July 2011 (2011-07-20) embodiment 23 in table 7	1-14
X	CN 111183122 A (OHARA CORPORATION) 19 May 2020 (2020-05-19) tables 1 and 2	1-14
A	CN 101497494 A (OHARA CORPORATION) 05 August 2009 (2009-08-05) entire document	1-14
A	US 2011269617 A1 (OHARA INC.) 03 November 2011 (2011-11-03) entire document	1-14
A	CN 1448353 A (OHARA CORPORATION) 15 October 2003 (2003-10-15) entire document	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 October 2021

Date of mailing of the international search report

02 November 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/108874

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112125511	A	25 December 2020	None			
JP	4806157	B2	02 November 2011	WO	0214235	A1	21 February 2002
				AU	7772901	A	25 February 2002
JP	4729750	B2	20 July 2011	WO	0172650	A1	04 October 2001
				AU	4458101	A	08 October 2001
CN	111183122	A	19 May 2020	JP	2019064876	A	25 April 2019
				WO	2019069553	A1	11 April 2019
CN	101497494	A	05 August 2009	JP	5545917	B2	09 July 2014
				TW	I396671	B	21 May 2013
				TW	200938503	A	16 September 2009
				US	2011269617	A1	03 November 2011
				CN	102320738	A	18 January 2012
				KR	20090084742	A	05 August 2009
				CN	101497494	B	24 April 2013
				CN	102320738	B	08 October 2014
				EP	2105417	A1	30 September 2009
				US	8664133	B2	04 March 2014
				US	2009197755	A1	06 August 2009
				JP	2009179538	A	13 August 2009
				US	8030233	B2	04 October 2011
US	2011269617	A1	03 November 2011	JP	5545917	B2	09 July 2014
				TW	I396671	B	21 May 2013
				TW	200938503	A	16 September 2009
				CN	102320738	A	18 January 2012
				KR	20090084742	A	05 August 2009
				CN	101497494	B	24 April 2013
				CN	102320738	B	08 October 2014
				CN	101497494	A	05 August 2009
				EP	2105417	A1	30 September 2009
				US	8664133	B2	04 March 2014
				US	2009197755	A1	06 August 2009
				JP	2009179538	A	13 August 2009
				US	8030233	B2	04 October 2011
CN	1448353	A	15 October 2003	EP	1350770	A1	08 October 2003
				US	2003191008	A1	09 October 2003
				US	6828265	B2	07 December 2004
				CN	1204073	C	01 June 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/108874

A. 主题的分类 C03C 3/064(2006.01)i; C03C 3/062(2006.01)i; C03C 3/068(2006.01)i; C03C 3/076(2006.01)i; C03B 19/02(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) C03C 3/-; C03B 19/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS、CNTXT、VEN、CNKI、WEB OF SCIENCE: 玻璃、SiO ₂ 、ZrO ₂ 、Nb ₂ O ₅ 、Li ₂ O、Na ₂ O、K ₂ O、glass、silica、silicon oxide、zirconia、zirconium oxide、niobium oxide、lithia、lithium oxide、sodium oxide、potassium oxide		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 112125511 A (成都光明光电股份有限公司) 2020年 12月 25日 (2020 - 12 - 25) 权利要求1-14	1-14
X	JP 4806157 B2 (OHARA KK) 2011年 11月 2日 (2011 - 11 - 02) 表1的实施例3、第5页倒数第3段和第9页最后一段	1-14
X	JP 4729750 B2 (OHARA KK) 2011年 7月 20日 (2011 - 07 - 20) 表7的实施例23	1-14
X	CN 111183122 A (株式会社小原) 2020年 5月 19日 (2020 - 05 - 19) 表1和2	1-14
A	CN 101497494 A (株式会社小原) 2009年 8月 5日 (2009 - 08 - 05) 全文	1-14
A	US 2011269617 A1 (OHARA INC) 2011年 11月 3日 (2011 - 11 - 03) 全文	1-14
A	CN 1448353 A (株式会社小原) 2003年 10月 15日 (2003 - 10 - 15) 全文	1-14
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2021年 10月 15日		国际检索报告邮寄日期 2021年 11月 2日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 徐东勇 电话号码 62084852

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/108874

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112125511	A	2020年 12月 25日	无			
JP	4806157	B2	2011年 11月 2日	WO	0214235	A1	2002年 2月 21日
				AU	7772901	A	2002年 2月 25日
JP	4729750	B2	2011年 7月 20日	WO	0172650	A1	2001年 10月 4日
				AU	4458101	A	2001年 10月 8日
CN	111183122	A	2020年 5月 19日	JP	2019064876	A	2019年 4月 25日
				WO	2019069553	A1	2019年 4月 11日
CN	101497494	A	2009年 8月 5日	JP	5545917	B2	2014年 7月 9日
				TW	1396671	B	2013年 5月 21日
				TW	200938503	A	2009年 9月 16日
				US	2011269617	A1	2011年 11月 3日
				CN	102320738	A	2012年 1月 18日
				KR	20090084742	A	2009年 8月 5日
				CN	101497494	B	2013年 4月 24日
				CN	102320738	B	2014年 10月 8日
				EP	2105417	A1	2009年 9月 30日
				US	8664133	B2	2014年 3月 4日
				US	2009197755	A1	2009年 8月 6日
				JP	2009179538	A	2009年 8月 13日
				US	8030233	B2	2011年 10月 4日
US	2011269617	A1	2011年 11月 3日	JP	5545917	B2	2014年 7月 9日
				TW	1396671	B	2013年 5月 21日
				TW	200938503	A	2009年 9月 16日
				CN	102320738	A	2012年 1月 18日
				KR	20090084742	A	2009年 8月 5日
				CN	101497494	B	2013年 4月 24日
				CN	102320738	B	2014年 10月 8日
				CN	101497494	A	2009年 8月 5日
				EP	2105417	A1	2009年 9月 30日
				US	8664133	B2	2014年 3月 4日
				US	2009197755	A1	2009年 8月 6日
				JP	2009179538	A	2009年 8月 13日
				US	8030233	B2	2011年 10月 4日
CN	1448353	A	2003年 10月 15日	EP	1350770	A1	2003年 10月 8日
				US	2003191008	A1	2003年 10月 9日
				US	6828265	B2	2004年 12月 7日
				CN	1204073	C	2005年 6月 1日