



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114450256 A

(43) 申请公布日 2022.05.06

(21) 申请号 201980100735.2

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2019.08.06

C03C 3/247 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.03.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/030811 2019.08.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/024366 JA 2021.02.11

(71) 申请人 株式会社 尼康

地址 日本东京都

(72) 发明人 吉本幸平

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理人 于洁 庞东成

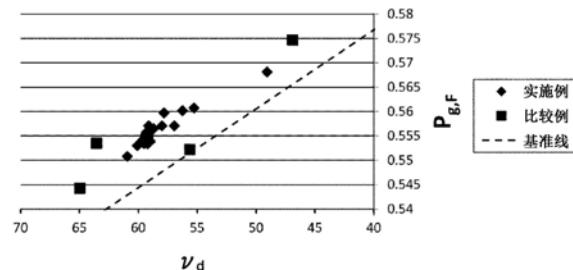
权利要求书2页 说明书21页 附图3页

(54) 发明名称

光学玻璃、光学元件、光学系统、更换镜头和光学装置

(57) 摘要

本发明提供一种光学玻璃，其中，以阳离子%计， P^{5+} 成分为30~45%， $A1^{3+}$ 成分为10~20%， Ba^{2+} 成分为20~40%，以阴离子%计， O^{2-} 成分为75~95%， F^- 成分为5~25%。



1. 一种光学玻璃,其中,
以阳离子%计,
 P^{5+} 成分为30%~45%,
 Al^{3+} 成分为10%~20%,
 Ba^{2+} 成分为20%~40%,
以阴离子%计,
 O^{2-} 成分为75%~95%,
 F^- 成分为5%~25%。
2. 如权利要求1所述的光学玻璃,其中,以阳离子%计,
 Li^+ 成分为0~6%,
 Mg^{2+} 成分为0~15%,
 Ca^{2+} 成分为0~20%,
 Sr^{2+} 成分为0~20%,
 Zn^{2+} 成分为0~15%,
 Y^{3+} 成分为0~6%,
 La^{3+} 成分为0~6%,
 Gd^{3+} 成分为0~6%,
 Ti^{4+} 成分为0~6%,
 Zr^{4+} 成分为0~3%,
 Nb^{5+} 成分为0~8%,
 Ta^{5+} 成分为0~4%,
 W^{6+} 成分为0~6%。
3. 如权利要求1或2所述的光学玻璃,其中,以阳离子%计,
 P^{5+} 成分+ Al^{3+} 成分为40%~65%。
4. 如权利要求1~3中任一项所述的光学玻璃,其中,以阳离子%计,
 Mg^{2+} 成分+ Ca^{2+} 成分+ Sr^{2+} 成分+ Ba^{2+} 成分+ Zn^{2+} 成分即 ΣAE^{2+} 为35%~50%。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的光学玻璃,其中,以阳离子%计,
 Y^{3+} 成分+ La^{3+} 成分+ Gd^{3+} 成分即 ΣRE^{3+} 为0~6%。
6. 如权利要求1~5中任一项所述的光学玻璃,其中,以阳离子%计,
 Ti^{4+} 成分+ Zr^{4+} 成分+ Nb^{5+} 成分+ Ta^{5+} 成分+ W^{6+} 成分即 ΣTM^{n+} 超过0且为10%以下。
7. 如权利要求1~6中任一项所述的光学玻璃,其中,以阳离子%基准计,
 P^{5+} 成分相对于 Al^{3+} 成分的比例即 P^{5+}/Al^{3+} 为1.5~4.5。
8. 如权利要求1~7中任一项所述的光学玻璃,其中,以阳离子%基准计,
 Ba^{2+} 成分+ Zn^{2+} 成分相对于 Mg^{2+} 成分+ Ca^{2+} 成分+ Sr^{2+} 成分的比例即 $(Ba^{2+}+Zn^{2+}) / (Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+})$ 为0.5~10。
9. 如权利要求1~8中任一项所述的光学玻璃,其中,以阳离子%基准计,
 Li^+ 成分+ Mg^{2+} 成分+ Ca^{2+} 成分+ Sr^{2+} 成分+ Ba^{2+} 成分+ Zn^{2+} 成分+ Y^{3+} 成分+ La^{3+} 成分+ Gd^{3+} 成分+ Ti^{4+} 成分+ Zr^{4+} 成分+ Nb^{5+} 成分+ Ta^{5+} 成分+ W^{6+} 成分相对于 P^{5+} 成分+ Al^{3+} 成分的比例即 $(Li^++\Sigma AE^{2+}+\Sigma RE^{3+}+\Sigma TM^{n+}) / (P^{5+}+Al^{3+})$ 为0.7~1.3。

10. 如权利要求1~9中任一项所述的光学玻璃,其中,以原子%即at%表示,
 Ti^{4+} 成分+ Zr^{4+} 成分+ Nb^{5+} 成分+ Ta^{5+} 成分+ W^{6+} 成分即 ΣTM^{n+} 相对于 F^- 成分的比例即 $(\Sigma TM^n^+)/F^-$ 为0.05~0.35。
11. 如权利要求1~10中任一项所述的光学玻璃,其中,折射率 n_d 为1.60~1.70的范围。
12. 如权利要求1~11中任一项所述的光学玻璃,其中,阿贝数 v_d 为40~65的范围。
13. 如权利要求1~12中任一项所述的光学玻璃,其中,部分色散比 $P_{g,F}$ 为0.550~0.570。
14. 如权利要求1~13中任一项所述的光学玻璃,其中, $\Delta P_{g,F}$ 为0.005~0.015。
15. 如权利要求1~14中任一项所述的光学玻璃,其中,比重 S_g 为3.90~4.20。
16. 如权利要求1~15中任一项所述的光学玻璃,其中,玻璃化转变温度 T_g 为650℃以下。
17. 一种光学元件,其使用了权利要求1~16中任一项所述的光学玻璃。
18. 一种光学系统,其包含权利要求17所述的光学元件。
19. 一种更换镜头,其具备权利要求18所述的光学系统。
20. 一种光学装置,其具备权利要求18所述的光学系统。

光学玻璃、光学元件、光学系统、更换镜头和光学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学玻璃、光学元件、光学系统、更换镜头和光学装置。

背景技术

[0002] 在进行数码相机的开发的过程中，数码相机所使用的光学系统例如使用专利文献1中公开的高折射率低色散的光学玻璃。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2009-286670号公报

发明内容

[0006] 本发明的第一方式为一种光学玻璃，其中，以阳离子%计， P^{5+} 成分为30～45%， Al^{3+} 成分为10～20%， Ba^{2+} 成分为20～40%，以阴离子%计， O^{2-} 成分为75～95%， F^- 成分为5～25%。

[0007] 本发明的第二方式为一种光学元件，其使用了上述光学玻璃。

[0008] 本发明的第三方式为一种光学系统，其包含上述光学元件。

[0009] 本发明的第四方式为一种更换镜头，其具备上述光学系统。

[0010] 本发明的第五方式为一种光学装置，其具备上述光学系统。

附图说明

[0011] 图1是具备使用了本实施方式的光学玻璃的光学元件的摄像装置的立体图。

[0012] 图2是具备使用了本实施方式的光学玻璃的光学元件的摄像装置的另一例的主视图。

[0013] 图3是图2的摄像装置的后视图。

[0014] 图4是示出具备使用了本实施方式的光学玻璃的光学元件的多光子显微镜的构成的示例的框图。

[0015] 图5是对各实施例和各比较例的阿贝数(v_d)和部分色散比($P_{g,F}$)作图而成的图。

具体实施方式

[0016] 以下，对本发明的实施方式(以下称为“本实施方式”)进行说明。以下的本实施方式是用于对本发明进行说明的例示，并不意味着将本发明限定于以下的内容。

[0017] 本实施方式的光学玻璃中，以阳离子%计， P^{5+} 成分为30～45%， Al^{3+} 成分为10～20%， Ba^{2+} 成分为20～40%，以阴离子%计， O^{2-} 成分为75～95%， F^- 成分为5～25%。

[0018] 本说明书中，只要不特别声明，则各成分的含有比例是以摩尔比为基准的阳离子%或阴离子%。

[0019] 本实施方式的光学玻璃具有高折射率、低色散和高反常色散性。并且，本实施方式

的光学玻璃即使不含昂贵的成分也能赋予优异的性质,因此能够以低成本进行生产。另外,本实施方式的光学玻璃不仅具有优异的光学常数,而且能够抑制玻璃内部的波筋的产生,还具有高耐失透性。

[0020] 此外,作为本实施方式的一个优选方式,能够制成为在维持高折射率的同时、具有高的正反常色散性的光学玻璃。例如,具有正反常色散性的现有的光学玻璃无法提高折射率,存在难以兼顾用于凸透镜等时的折光度(折射力)与色差校正能力的问题。本实施方式的光学玻璃能够解决这种问题,还能够应用于广泛的用途,能够充分应对实用水平的需求。

[0021] 通常,若光学玻璃的阿贝数大(色散低)则折射率变小,鉴于上述情况,本实施方式中的“高折射率(高的折射率)”也包括与具有同等阿贝数的一般光学玻璃相比折射率相对较高的情况,并不仅意味着折射率的绝对值大。

[0022] (阳离子成分)

[0023] P^{5+} 是形成玻璃骨架、提高耐失透性的成分。若 P^{5+} 的含量过少,则具有耐失透性降低的倾向;若 P^{5+} 的含量过多,则具有折射率降低的倾向。从这方面出发, P^{5+} 的含量为30~45%。并且,该上限优选为41%、更优选为40%。该下限优选为37%、更优选为39%。

[0024] 需要说明的是, B^{3+} 通常也用作形成玻璃骨架的成分,但在本实施方式的光学玻璃中, B^{3+} 与 F^- 反应而生成 BF_3 等挥发性物质,因此有时会引起光学玻璃的品质降低。从这方面出发,本实施方式的光学玻璃中,优选降低 B^{3+} 的含量,更优选实质上不含有 B^{3+} 。

[0025] 本说明书中,“实质上不含有”是指,该成分不作为超过作为杂质不可避免地含有的浓度且对玻璃组合物的特性产生影响的构成成分而含有。例如,若含量为100ppm左右,则视为实质上不含有。

[0026] Al^{3+} 是提高耐失透性、实现低色散的成分。若 Al^{3+} 的含量过少,则具有低色散性受损的倾向;若 Al^{3+} 的含量过多,则具有后述 $\Delta P_{g,F}$ 值降低的倾向。从这方面出发, Al^{3+} 的含量为10~20%。并且,该上限优选为18%、更优选为16%。该下限优选为12%、更优选为14%。

[0027] Ba^{2+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。若 Ba^{2+} 的含量过少,则具有折射率降低的倾向;若 Ba^{2+} 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, Ba^{2+} 的含量为20~40%。并且,该上限优选为36%、更优选为32%。该下限优选为24%、更优选为28%。

[0028] 本实施方式中的光学玻璃可以根据需要进一步含有下述各成分。

[0029] Li^+ 是提高 $\Delta P_{g,F}$ 值和折射率、还提高玻璃的熔融性的成分。但是,若 Li^+ 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, Li^+ 的含量优选为0~6%。并且,该上限更优选为4%、进一步优选为3%。该下限更优选为1%、进一步优选为2%。

[0030] Na^+ 和 K^+ 可以用作能够提高玻璃的熔融性的成分,但有时会大幅降低折射率。从这方面出发,本实施方式的光学玻璃中,优选实质上不含有 Na^+ 、 K^+ 。当然,在特别希望提高玻璃的熔融性的情况下,也可以含有这些成分。

[0031] Mg^{2+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 Mg^{2+} 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, Mg^{2+} 的含量优选为0~15%。并且,该上限更优选为12%、进一步优选为8%。该下限更优选为3%、进一步优选为4%。

[0032] Ca^{2+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 Ca^{2+} 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, Ca^{2+} 的含量优选为0~20%。并且,该上限更优选为10%、进一步优选为6%。该下限更优选为2%、进一步优选为3%。

[0033] Sr^{2+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 Sr^{2+} 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, Sr^{2+} 的含量优选为0~20%。并且,该上限更优选为10%、进一步优选为6%。该下限更优选为2%、进一步优选为3%。

[0034] Zn^{2+} 是在提高折射率的同时还提高玻璃的熔融性的成分。但是,若 Zn^{2+} 的含量过多,则具有低色散性受损的倾向。从这方面出发, Zn^{2+} 的含量优选为0~15%。并且,该上限更优选为8%、进一步优选为4%。该下限更优选为1%、进一步优选为2%。

[0035] Y^{3+} 是提高折射率的成分。但是,若 Y^{3+} 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, Y^{3+} 的含量优选为0~6%。并且,该上限更优选为4%、进一步优选为2%。该下限更优选为0.5%、进一步优选为1%。

[0036] La^{3+} 是提高折射率的成分。但是,若 La^{3+} 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, La^{3+} 的含量优选为0~6%。并且,该上限更优选为4%、进一步优选为2%。该下限更优选为0.5%、进一步优选为1%。

[0037] Gd^{3+} 是提高折射率的成分。但是,若 Gd^{3+} 的含量过多,则具有耐失透性降低的倾向。从这方面出发, Gd^{3+} 的含量优选为0~6%。并且,该上限更优选为4%、进一步优选为2%。该下限更优选为0.5%、进一步优选为1%。

[0038] Ti^{4+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 Ti^{4+} 的含量过多,则具有低色散性受损的倾向。从这方面出发, Ti^{4+} 的含量优选为0~6%。并且,该上限更优选为4.5%、进一步优选为3%。该下限更优选为0.5%、进一步优选为1%。

[0039] Zr^{4+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 Zr^{4+} 的含量过多,则具有低色散性受损的倾向。从这方面出发, Zr^{4+} 的含量优选为0~3%。并且,该上限更优选为2%、进一步优选为1%。该下限更优选为0.5%。

[0040] Nb^{5+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 Nb^{5+} 的含量过多,则具有低色散性受损的倾向。从这方面出发, Nb^{5+} 的含量优选为0~8%。并且,该上限更优选为6%、进一步优选为4%。该下限更优选为1%、进一步优选为2%。

[0041] Ta^{5+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 Ta^{5+} 的含量过多,则具有低色散性受损的倾向。从这方面出发, Ta^{5+} 的含量优选为0~4%。并且,该上限更优选为3%、进一步优选为2%。该下限更优选为0.5%、进一步优选为1%。

[0042] 但是, Ta^{5+} 是昂贵的原料,因此希望降低其含量。因此,在优先降低成本的情况下,本实施方式的光学玻璃优选实质上不含有 Ta^{5+} 。这样,本实施方式的光学玻璃即使不含有作为昂贵原料的 Ta^{5+} 也能表现出优异的物性,因此在成本方面也是优异的。

[0043] 除此以外,从成本的方面出发,本实施方式的光学玻璃优选实质上不含有 Ge^{4+} 、 Te^{4+} 。

[0044] W^{6+} 是在维持 $\Delta P_{g,F}$ 值的同时提高折射率的成分。但是,若 W^{6+} 的含量过多,则具有低色散性受损的倾向。从这方面出发, W^{6+} 的含量优选为0~6%。并且,该上限更优选为4%、进一步优选为2%。该下限更优选为0.5%、进一步优选为1%。

[0045] Sb^{3+} 是赋予脱泡效果的成分。 Sb^{3+} 的含量优选为0~1%。该上限更优选为0.5%、进一步优选为0.2%。该下限更优选为0.1%。

[0046] 从进一步提高本实施方式的光学玻璃的物性的方面出发,优选包含选自由 Li^+ 成分、 Mg^{2+} 成分、 Ca^{2+} 成分、 Sr^{2+} 成分、 Zn^{2+} 成分、 Y^{3+} 成分、 La^{3+} 成分、 Gd^{3+} 成分、 Ti^{4+} 成分、 Zr^{4+} 成分、

Nb^{5+} 成分、 Ta^{5+} 成分以及 W^{6+} 成分组成的组中的1种以上。

[0047] 并且,作为上述任选成分的优选组合,为 Li^+ 成分:0~6%、 Mg^{2+} 成分:0~15%、 Ca^{2+} 成分:0~20%、 Sr^{2+} 成分:0~20%、 Zn^{2+} 成分:0~15%、 Y^{3+} 成分:0~6%、 La^{3+} 成分:0~6%、 Gd^{3+} 成分:0~6%、 Ti^{4+} 成分:0~6%、 Zr^{4+} 成分:0~3%、 Nb^{5+} 成分:0~8%、 Ta^{5+} 成分:0~4%、 W^{6+} 成分:0~6%。通过合用这样的成分,能够进一步提高光学玻璃的物性。

[0048] 此外,本实施方式的光学玻璃优选进一步满足下述条件。

[0049] 从提高耐失透性、实现高折射率的方面出发, P^{5+} 成分+ Al^{3+} 成分优选为40~65%。并且,该上限更优选为58%、进一步优选为55%。该下限更优选为45%、进一步优选为53%。

[0050] 从提高耐失透性、实现高折射率的方面出发, Mg^{2+} 成分+ Ca^{2+} 成分+ Sr^{2+} 成分+ Ba^{2+} 成分+ Zn^{2+} 成分(ΣAE^{2+})优选为35~50%。并且,该上限更优选为44%、进一步优选为41%。该下限更优选为36%、进一步优选为39%。

[0051] 从提高耐失透性、实现高折射率的方面出发, Y^{3+} 成分+ La^{3+} 成分+ Gd^{3+} 成分(ΣRE^{3+})优选为0~6%。并且,该上限更优选为5%、进一步优选为3%。该下限更优选为0.5%、进一步优选为1%。

[0052] 从提高耐失透性、实现高折射率和高 $\Delta P_{g,F}$ 值的方面出发, Ti^{4+} 成分+ Zr^{4+} 成分+ Nb^{5+} 成分+ Ta^{5+} 成分+ W^{6+} 成分(ΣTM^{n+})优选超过0且为10%以下。并且,该上限更优选为5%以下、进一步优选为4%以下。该下限更优选为0.5%以上、进一步优选为1%以上。

[0053] 从提高耐失透性、实现高阿贝数和高 $\Delta P_{g,F}$ 值的方面出发, P^{5+} 成分相对于 Al^{3+} 成分的比例($\text{P}^{5+}/\text{Al}^{3+}$)优选为1.5~4.5。并且,该上限更优选为4、进一步优选为3。该下限更优选为2、进一步优选为2.5。

[0054] 从提高耐失透性、实现高折射率和高 $\Delta P_{g,F}$ 值的方面出发, Ba^{2+} 成分+ Zn^{2+} 成分相对于 Mg^{2+} 成分+ Ca^{2+} 成分+ Sr^{2+} 成分的比例($(\text{Ba}^{2+}+\text{Zn}^{2+}) / (\text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}+\text{Sr}^{2+})$)优选为0.5~10。并且,该上限更优选为5、进一步优选为3。该下限更优选为1、进一步优选为2。

[0055] 从维持耐失透性的同时得到高折射率和高 $\Delta P_{g,F}$ 值的方面出发, Li^+ 成分+ Mg^{2+} 成分+ Ca^{2+} 成分+ Sr^{2+} 成分+ Ba^{2+} 成分+ Zn^{2+} 成分+ Y^{3+} 成分+ La^{3+} 成分+ Gd^{3+} 成分+ Ti^{4+} 成分+ Zr^{4+} 成分+ Nb^{5+} 成分+ Ta^{5+} 成分+ W^{6+} 成分相对于 P^{5+} 成分+ Al^{3+} 成分的比例($(\text{Li}^++\Sigma \text{AE}^{2+}+\Sigma \text{RE}^{3+}+\Sigma \text{TM}^{n+}) / (\text{P}^{5+}+\text{Al}^{3+})$)优选为0.7~1.3。并且,该上限更优选为1.1、进一步优选为0.9。该下限更优选为0.75、进一步优选为0.8。

[0056] 从实现高折射率和高 $\Delta P_{g,F}$ 值的方面出发,以原子%(at%)表示, Ti^{4+} 成分+ Zr^{4+} 成分+ Nb^{5+} 成分+ Ta^{5+} 成分+ W^{6+} 成分(ΣTM^{n+})相对于 F^- 成分的比例($(\Sigma \text{TM}^{n+})/\text{F}^-$)优选为0.05~0.35。并且,该上限更优选为0.2、进一步优选为0.12。该下限更优选为0.06、进一步优选为0.08。

[0057] (阴离子成分)

[0058] O^- 的含量为75~95%。并且,该上限优选为90%、更优选为86%。该下限优选为82%、更优选为84%。

[0059] F^- 是提高 $\Delta P_{g,F}$ 值、阿贝数的成分。若 F^- 的含量过少,则 $\Delta P_{g,F}$ 值降低,具有低色散性受损的倾向;若 F^- 的含量过多,则具有折射率降低的倾向。从这方面出发, F^- 的含量为5~25%。并且,该上限优选为18%、更优选为16%。该下限优选为10%、更优选为14%。

[0060] 需要说明的是,本实施方式的光学玻璃也可以含有上述成分以外的阴离子成分,

在作为氟化系玻璃使用的情况下,可以仅含有 O^- 和 F^- 。

[0061] 其中,此处所说的仅含有 O^- 和 F^- 的情况是指: O^- 和 F^- 以外的阴离子成分不作为超过作为杂质不可避免地含有的浓度且对玻璃组合物的特性产生影响的构成成分而含有。例如,若 O^- 和 F^- 以外的阴离子成分以100ppm左右的含量混入,则视为实质上不含有该阴离子成分。

[0062] 进而,除此以外,可以根据需要出于澄清、着色、消色、光学常数值微调等目的在玻璃组成中适量添加公知的澄清剂、着色剂、脱泡剂、氧化物等成分。另外,不限于上述成分,也可以在获得本实施方式的光学玻璃的效果的范围内添加其他成分。

[0063] 接着,对本实施方式的光学玻璃的物性值进行说明。

[0064] 从透镜的薄型化的方面出发,本实施方式的光学玻璃优选具有高折射率(折射率(n_d)大)。但是,通常具有折射率越高则阿贝数越低的倾向,因此本实施方式的光学玻璃的折射率(n_d)优选为1.60~1.70的范围。并且,折射率、阿贝数和 $\Delta P_{g,F}$ 值具有容易陷入此消彼长的关系的倾向,因此折射率的上限更优选为1.67、进一步优选为1.64。该下限更优选为1.61、进一步优选为1.62。

[0065] 从透镜的像差校正的方面出发,本实施方式的光学玻璃优选为低色散(阿贝数(v_d)大)。但是,通常具有阿贝数越大则折射率越低的倾向,因此本实施方式的光学玻璃的阿贝数(v_d)优选为40~65的范围。并且,折射率、阿贝数和 $\Delta P_{g,F}$ 值具有容易陷入此消彼长的关系的倾向,因此该上限更优选为63、进一步优选为61。该下限更优选为50、进一步优选为58。

[0066] 本实施方式的光学玻璃的部分色散比($P_{g,P}$)优选为0.550~0.570。并且,该上限更优选为0.562、进一步优选为0.558。该下限更优选为0.552、进一步优选为0.554。

[0067] 本实施方式的光学玻璃的 $\Delta P_{g,F}$ 值优选为0.005~0.015。并且,折射率、阿贝数和 $\Delta P_{g,F}$ 值具有容易陷入此消彼长的关系的倾向,因此该上限更优选为0.013、进一步优选为0.011。该下限更优选为0.007、进一步优选为0.009。该 $\Delta P_{g,F}$ 值成为反常色散性的指标。

[0068] 本实施方式的光学玻璃的比重(S_g)优选为3.90~4.20。该上限更优选为4.15、进一步优选为4.10。该下限更优选为3.95、进一步优选为4.00。

[0069] 本实施方式的光学玻璃的玻璃化转变温度(T_g)优选为650°C以下。该上限更优选为620°C、进一步优选为600°C。通过为该玻璃化转变温度,能够改善模塑成型性。

[0070] 本实施方式的光学玻璃的制造方法没有特别限定,可以采用公知的方法。另外,制造条件可以适当选择合适的条件。作为一个优选例,可以举出包括下述工序的方法:选择选自与上述各原料对应的氧化物、氢氧化物、磷酸化合物(磷酸盐、正磷酸等)、碳酸盐、硫酸盐、氟化物以及硝酸盐等中的1种作为玻璃原料,将其混合,进行在1100~1400°C的温度下使其熔融并搅拌均匀化的工序,之后进行冷却、成型。

[0071] 更具体而言,可以采用下述制造方法:按照达到目标组成的方式调配氧化物、氢氧化物、磷酸化合物(磷酸盐、正磷酸等)、碳酸盐、硫酸盐、氟化物以及硝酸盐等原料,优选在1100~1400°C、更优选在1100~1300°C、进一步优选在1100~1250°C进行熔融、搅拌,由此使其均匀化,进行消泡后,浇注到模具中而成型。如此得到的光学玻璃可以根据需要进行再热压等而加工成所期望的形状,并实施研磨等,由此得到所期望的光学玻璃或光学元件。

[0072] 如以上所说明,本实施方式的光学玻璃具有高折射率、低色散以及高反常色散性

等,因此适合作为相机、显微镜等光学装置所具备的透镜等光学元件。这样的光学元件包括反射镜、透镜、棱镜、滤光器等。作为包含这些光学元件的光学系统,可以举出例如物镜、聚光透镜、成像透镜、更换镜头等,可以更适合用作相机用更换镜头等。并且,这些光学系统能够用于镜头更换式相机、镜头非更换式相机等摄像装置、多光子显微镜等显微镜。需要说明的是,作为光学装置,不限于上述摄像装置、显微镜,还包括摄像机、增距镜、望远镜、双筒望远镜、单筒望远镜、激光测距仪、投影仪等。在将本实施方式的光学玻璃用于这样的用途时,能够降低色差并获取作为凸透镜的折光度。以下对其中一例进行说明。

[0073] <摄像装置>

[0074] 图1是具备使用了本实施方式的光学玻璃的光学元件的摄像装置的立体图。

[0075] 摄像装置1是所谓的数码单镜反光相机(镜头更换式相机),摄影镜头103(光学系统)具备以本实施方式的光学玻璃为母材的光学元件。透镜镜筒102可自由装卸地安装在相机机身101的透镜安装座(未图示)上。并且,通过了该透镜镜筒102的透镜103的光在配置于相机机身101的背面侧的多芯片模块106的传感器芯片(固态摄像元件)104上成像。该传感器芯片104是所谓的CMOS图像传感器等的裸芯片,多芯片模块106例如是传感器芯片104在玻璃基板105上进行裸芯片安装而成的COG(Chip On Glass,晶玻接装)型的模块。

[0076] 图2是具备使用了本实施方式的光学玻璃的光学元件的摄像装置的另一例的主视图,图3是图2的摄像装置的后视图。

[0077] 该摄像装置CAM是所谓的数码静态相机(镜头非更换式相机),摄影镜头WL(光学系统)具备以本实施方式的光学玻璃为母材的光学元件。

[0078] 在摄像装置CAM中,若按下未图示的电源按钮,则摄影镜头WL的快门(未图示)被打开,来自被摄物(物体)的光被摄影镜头WL会聚,在配置于像面的摄像元件中成像。在摄像元件中成像的被摄物像被显示于配置在摄像装置CAM的背后的液晶监视器LM上。拍摄者一边观察液晶监视器LM一边确定被摄物像的构图,之后按下释放按钮B1,利用摄像元件拍摄被摄物像,并记录保存于存储器(未图示)中。

[0079] 摄像装置CAM中配置有在被摄物较暗时发出辅助光的辅助光发光部EF、用于摄像装置CAM的各种条件设定等的功能按钮B2等。

[0080] 对于这样的数码相机等中使用的光学系统,要求更高的分辨率、轻量化、小型化等。为了实现这些性能,在光学系统中使用高折射率的玻璃是有效的。特别是对高折射率且具有更低的比重(S_g)、具有高压制成型性的玻璃的需求高。从上述方面出发,本实施方式的光学玻璃适合作为上述光学设备的构件。需要说明的是,作为本实施方式中可适用的光学设备,不限于上述摄像装置,还可以举出例如投影仪等。光学元件也不限于透镜,例如还可以举出棱镜等。

[0081] <多光子显微镜>

[0082] 图4是示出具备使用了本实施方式的光学玻璃的光学元件的多光子显微镜2的构成的示例的框图。

[0083] 多光子显微镜2具备物镜206、聚光透镜208、成像透镜210。物镜206、聚光透镜208、成像透镜210中的至少一者具备以本实施方式的光学玻璃为母材的光学元件。下面,以多光子显微镜2的光学系统为中心进行说明。

[0084] 脉冲激光装置201例如射出近红外波长(约1000nm)的、脉冲宽度为飞秒单位(例如

100飞秒)的超短脉冲光。刚从脉冲激光装置201射出后的超短脉冲光通常成为沿规定方向偏振的直线偏振光。

[0085] 脉冲分割装置202对超短脉冲光进行分割,提高超短脉冲光的重复频率后射出。

[0086] 光束调整部203具有下述功能:根据物镜206的瞳径来调整从脉冲分割装置202入射的超短脉冲光的光束直径的功能;为了校正从试样S发出的多光子激发光的波长与超短脉冲光的波长的轴向色差(焦距差),对超短脉冲光的会聚和发散角度进行调整的功能;为了校正超短脉冲光的脉冲宽度在通过光学系统的期间因群速度色散而变宽的情况,对超短脉冲光赋予相反的群速度色散的预啁啾(pre-chirp)功能(群速度色散补偿功能);等等。

[0087] 从脉冲激光装置201射出的超短脉冲光通过脉冲分割装置202增大其重复频率,上述调整通过光束调整部203来进行。然后,从光束调整部203射出的超短脉冲光被分色镜204向分色镜205的方向反射,通过分色镜205,由物镜206会聚而照射至试样S。此时,也可以通过使用扫描单元(未图示)使超短脉冲光在试样S的观察面上进行扫描。

[0088] 例如,在对试样S进行荧光观察的情况下,在试样S的被超短脉冲光照射的区域及其附近,将试样S染色的荧光色素被多光子激发,发出波长比属于红外波长的超短脉冲光短的荧光(以下称为“观察光”)。

[0089] 从试样S向物镜206的方向发出的观察光被物镜206进行准直,根据其波长,被分色镜205反射或者透过分色镜205。

[0090] 被分色镜205反射的观察光入射到荧光检测部207。荧光检测部207例如由抑止滤光片、PMT(photo multiplier tube:光电倍增管)等构成,接收被分色镜205反射的观察光,输出与其光量相应的电信号。另外,荧光检测部207配合超短脉冲光在试样S的观察面上的扫描,对试样S的观察面上的观察光进行检测。

[0091] 另一方面,透过了分色镜205的观察光被扫描单元(未图示)退扫描(descan),透过分色镜204,被聚光透镜208会聚,通过设置在与物镜206的焦点位置大致共轭的位置的针孔209,透过成像透镜210,入射到荧光检测部211。

[0092] 荧光检测部211例如由抑止滤光片、PMT等构成,接收由成像透镜210在荧光检测部211的光接收面上成像的观察光,输出与其光量相应的电信号。另外,荧光检测部211配合超短脉冲光在试样S的观察面上的扫描,对试样S的观察面上的观察光进行检测。

[0093] 需要说明的是,也可以通过从光路中取下分色镜205,利用荧光检测部211检测从试样S向物镜206的方向发出的全部观察光。

[0094] 另外,从试样S向与物镜206相反的方向发出的观察光被分色镜212反射,入射到荧光检测部213。荧光检测部213例如由抑止滤光片、PMT等构成,接收由分色镜212反射的观察光,输出与其光量相应的电信号。另外,荧光检测部213配合超短脉冲光在试样S的观察面上的扫描,对试样S的观察面上的观察光进行检测。

[0095] 从荧光检测部207、211、213分别输出的电信号例如被输入到计算机(未图示)中,该计算机基于所输入的电信号生成观察图像,可以显示出所生成的观察图像或存储观察图像的数据。

[0096] 实施例

[0097] 接着,对本发明的实施例和比较例进行说明。本发明并不限于这些实施例。如下制作光学玻璃,对其物性进行评价。

[0098] <光学玻璃的制作>

[0099] 各实施例和各比较例的光学玻璃按照下述程序制作。首先,按照成为各表中记载的方式称量选自氧化物、氢氧化物、磷酸化合物(磷酸盐、正磷酸等)、碳酸盐、硫酸盐、氟化物以及硝酸盐等中的玻璃原料。接着,将所称量的原料混合并投入铂坩埚中,在1100~1300℃的温度下熔融70分钟左右,搅拌均匀化。进行消泡后,降低至适当的温度后浇注到模具中,缓慢冷却,进行成型,由此得到各样品。

[0100] <折射率(n_d)和阿贝数(v_d)>

[0101] 各样品的折射率依据日本工业标准JIS B 7071-1:2015“光学玻璃的折射率测定方法”进行测定。使用进行测定和计算。折射率(n_d)表示玻璃对d射线(波长587.562nm)的光的折射率。阿贝数(v_d)通过下述式(1)求出。 n_c 、 n_F 分别表示玻璃对C射线(波长656.273nm)、F射线(波长486.133nm)的折射率。

$$[0102] v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C) \cdots \cdots (1)$$

[0103] <部分色散比($P_{g,F}$)>

[0104] 各样品的部分色散比($P_{g,F}$)表示部分色散($n_g - n_F$)相对于主色散($n_F - n_C$)之比,通过下述式(2)求出。 n_g 表示玻璃对g射线(波长435.835nm)的折射率。

$$[0105] P_{g,F} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C) \cdots \cdots (2)$$

[0106] <表示反常色散性的值($\Delta P_{g,F}$)>

[0107] 依照以下所示的方法求出表示各样品的反常色散性的值($\Delta P_{g,F}$)。

[0108] (1) 基准线的制成

[0109] 首先,作为正常部分色散玻璃,使用具有以下所示的阿贝数(v_d)和部分色散比($P_{g,F}$)的2种玻璃“F2”和“K7”作为基准材料。然后,对于各玻璃,横轴取阿贝数(v_d)、纵轴取部分色散比($P_{g,F}$),将连结2种基准材料所对应的2点的直线作为基准线。

[0110] 玻璃“F2”的特性: $v_d = 36.33$ 、 $P_{g,F} = 0.5834$

[0111] 玻璃“K7”的特性: $v_d = 60.47$ 、 $P_{g,F} = 0.5429$

[0112] 基准线: $P_{g,F} + 0.00161783 \times v_d - 0.64146248$

[0113] (2) $\Delta P_{g,F}$ 的计算

[0114] 接着,在横轴为阿贝数(v_d)、纵轴为部分色散比($P_{g,F}$)的图上将各玻璃所对应的值作图,算出上述玻璃种类的阿贝数(v_d)所对应的基准线上的点与其纵轴的值($P_{g,F}$)之差作为表示反常色散性的值($\Delta P_{g,F}$)。图5示出将各实施例和各比较例的阿贝数(v_d)和部分色散比($P_{g,F}$)作图而成的图。需要说明的是,在部分色散比($P_{g,F}$)位于基准线的上侧的情况下, $\Delta P_{g,F}$ 具有正值,在部分色散比($P_{g,F}$)位于基准线的下侧的情况下, $\Delta P_{g,F}$ 具有负值。

[0115] <比重(S_g)>

[0116] 各样品的比重(S_g)依照日本工程玻璃工业会标准JOGIS J05-1975“光学玻璃的比重的测定方法”求出。

[0117] <玻璃化转变温度(T_g)>

[0118] 由通过差热分析(将玻璃粉末放入Pt皿中,大气中的升温速度10℃/分钟)测定得到的DTA曲线计算出各样品的玻璃化转变温度(T_g)。

[0119] <耐失透性试验>

[0120] 将各样品在1050~1100℃下熔融30分钟(无盖),直接以100℃/小时降温至玻璃化

转变温度(T_g)以下。基于下述基准通过目视评价此时有无失透。

[0121] A: 表面仅为极薄的结晶层,完全未观察到向内部的结晶析出的状态。

[0122] B: 在表面或内部的一部分确认到结晶析出的状态。

[0123] C: 样品整体失透的状态,或者由于表面失透而难以进行内部观察的状态。

[0124] 将各实施例和各比较例的组成与评价结果示于表1~11中。需要说明的是,关于表中的“ $\Sigma TM^{n+}/F^-$ ”,如上所述,表示以原子% (at%) 基准计 Ti^{4+} 成分+ Zr^{4+} 成分+ Nb^{5+} 成分+ Ta^{5+} 成分+ W^{6+} 成分(ΣTM^{n+})相对于 F^- 成分的比例。

[0125] [表1]

[0126]

		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.56	39.56	39.34	39.58
	Al ³⁺	14.32	14.32	15.83	15.32
	Li ⁺	2.21	2.21	2.23	2.24
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	6.62	6.39	3.40	3.42
	Ca ²⁺	3.54	5.82	3.97	3.99
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.24	28.18	30.38	30.56
	Zn ²⁺	0.00	0.00	1.33	1.34
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	La ³⁺	1.16	1.16	1.15	1.16
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.30	2.30	2.30	2.32
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.06	0.06	0.07	0.06
	ca% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	85.06	85.06	83.75	83.67
	F ⁻	14.94	14.94	16.25	16.33
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
	P ⁵⁺ +Al ³⁺	53.88	53.88	55.17	54.90
	Σ AE ²⁺ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)	40.39	40.39	39.08	39.31
	Σ RE ³⁺ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)	1.16	1.16	1.15	1.16
	Σ TM ⁿ⁺ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)	2.30	2.30	2.30	2.32
	P ⁵⁺ /Al ³⁺	2.76	2.76	2.49	2.58
	(Ba ²⁺ +Zn ^{2+})/(Mg²⁺+Ca²⁺+Sr²⁺)}	2.98	2.31	4.30	4.30
	(Li ⁺ +Σ AE ²⁺ +Σ RE ³⁺ +Σ TM ⁿ⁺)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)	0.85	0.85	0.81	0.82
	Σ TM ⁿ⁺ /F ⁻	0.085	0.085	0.077	0.077
	n _d	1.627496	1.626256	1.627068	1.626093
	v _d	59.24	59.26	59.31	59.09
	P _{g,F}	0.5557	0.5552	0.5554	0.5559
	Δ P _{g,F}	0.0101	0.0096	0.0099	0.0100
	比重	4.06	4.00	4.07	4.08
	T _g (°C)	580	575	565	567
	耐失透性	A	A	A	A

[0127] [表2]

[0128]

		实施例 5	实施例 6	实施例 7	实施例 8
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.29	39.30	39.20	39.19
	Al ³⁺	15.20	15.20	14.63	14.64
	Li ⁺	2.23	2.23	2.21	2.21
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	4.13	4.13	4.88	4.57
	Ca ²⁺	3.96	3.97	3.96	5.18
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.33	30.33	31.03	30.11
	Zn ²⁺	1.33	1.33	0.57	0.57
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	La ³⁺	1.15	1.15	1.15	1.16
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.30	2.30	2.30	2.30
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.07	0.07	0.07	0.07
ca% 合计		100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	83.74	83.75	83.75	83.74
	F ⁻	16.26	16.25	16.25	16.26
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
P ⁵⁺ +Al ³⁺		54.49	54.50	53.84	53.83
$\sum AE^{2+}$ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)		39.76	39.76	40.43	40.44
$\sum RE^{3+}$ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)		1.15	1.15	1.15	1.16
$\sum TM^{n+}$ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)		2.30	2.30	2.30	2.30
P ⁵⁺ /Al ³⁺		2.58	2.58	2.68	2.68
(Ba ²⁺ +Zn ^{2+})/(Mg²⁺+Ca²⁺+Sr^{2+})}}		3.91	3.91	3.58	3.15
(Li ⁺ + $\sum AE^{2+}$ + $\sum RE^{3+}$ + $\sum TM^{n+}$)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)		0.83	0.83	0.86	0.86
$\sum TM^{n+}/F^-$		0.077	0.077	0.077	0.077
n _d		1.626737	1.626966	1.627173	1.626447
v _d		59.25	59.23	59.30	59.34
P _{g,F}		0.5558	0.5552	0.5554	0.5552
ΔP _{g,F}		0.0102	0.0096	0.0099	0.0097
比重		4.08	4.09	4.08	4.06
T _g (°C)		570	570	570	572
耐失透性		A	A	A	A

[0129] [表3]

[0130]

		实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.32	38.31	38.02	39.03
	Al ³⁺	14.38	17.28	17.15	15.71
	Li ⁺	2.22	0.00	0.00	0.00
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	4.35	3.44	3.41	5.58
	Ca ²⁺	5.84	1.76	1.74	1.72
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.36	30.76	30.53	30.15
	Zn ²⁺	0.00	4.73	4.70	4.64
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.75	0.00
	La ³⁺	1.16	1.16	1.16	0.95
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.31	2.19	2.17	2.14
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.30	0.30	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.07	0.08	0.07	0.07
ca% 合计		100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	83.71	83.25	82.98	83.89
	F ⁻	16.29	16.75	17.02	16.11
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
P ⁵⁺ +Al ³⁺		53.70	55.58	55.17	54.73
$\sum AE^{2+}$ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)		40.55	40.69	40.39	42.10
$\sum RE^{3+}$ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)		1.16	1.16	1.90	0.95
$\sum TM^{n+}$ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)		2.31	2.49	2.47	2.14
P ⁵⁺ /Al ³⁺		2.74	2.22	2.22	2.48
(Ba ²⁺ +Zn ^{2+})/(Mg²⁺+Ca²⁺+Sr^{2+})}}		2.98	6.83	6.83	4.76
(Li ⁺ + $\sum AE^{2+}$ + $\sum RE^{3+}$ + $\sum TM^{n+}$)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)		0.86	0.80	0.81	0.83
$\sum TM^{n+}/F^-$		0.077	0.080	0.078	0.072
n _d		1.626351	1.628929	1.629683	1.627129
v _d		59.31	59.09	59.10	59.60
P _{g,F}		0.5555	0.5540	0.5539	0.5536
ΔP _{g,F}		0.0100	0.0081	0.0080	0.0085
比重		4.05	4.15	4.15	4.11
T _g (°C)		572	598	597	596
耐失透性		A	A	A	A

[0131] [表4]

[0132]

		实施例 13	实施例 14	实施例 15	实施例 16
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	37.53	39.83	39.83	39.83
	Al ³⁺	16.93	16.04	16.03	16.04
	Li ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	5.58	3.44	3.44	3.44
	Ca ²⁺	1.73	1.76	1.76	1.76
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.14	30.77	30.03	30.77
	Zn ²⁺	4.64	4.74	4.73	4.74
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.75	0.00
	La ³⁺	0.95	1.17	1.16	1.17
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.14	2.19	2.19	2.19
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.29	0.00	0.00	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.07	0.07	0.07	0.07
ca% 合计		100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	83.43	83.72	83.38	83.72
	F ⁻	16.57	16.28	16.62	16.28
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
P ⁵⁺ +Al ³⁺		54.46	55.87	55.87	55.87
$\sum AE^{2+}$ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)		42.08	40.71	39.96	40.71
$\sum RE^{3+}$ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)		0.95	1.17	1.92	1.17
$\sum TM^{n+}$ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)		2.43	2.19	2.19	2.19
P ⁵⁺ /Al ³⁺		2.22	2.48	2.48	2.48
(Ba ²⁺ +Zn ²⁺)/(Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺)		4.76	6.83	6.68	6.83
(Li ⁺ + $\sum AE^{2+}$ + $\sum RE^{3+}$ + $\sum TM^{n+}$)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)		0.83	0.79	0.79	0.79
$\sum TM^{n+}/F^-$		0.080	0.072	0.071	0.072
n _d		1.629105	1.627971	1.627798	1.627304
v _d		59.02	59.17	59.20	59.20
P _{gF}		0.5538	0.5547	0.5545	0.5541
ΔP _{gF}		0.0078	0.0090	0.0088	0.0084
比重		4.11	4.13	4.12	4.12
T _g (°C)		596	590	590	594
耐失透性		A	A	A	A

[0133] [表5]

[0134]

		实施例 17	实施例 18	实施例 19	实施例 20
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.34	39.77	41.73	38.96
	Al ³⁺	15.83	16.01	12.06	15.68
	Li ⁺	2.23	0.00	0.00	0.00
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	3.40	3.44	3.60	5.57
	Ca ²⁺	3.97	4.01	1.84	1.72
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	29.27	30.73	32.22	30.10
	Zn ²⁺	2.45	2.48	4.96	4.63
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	La ³⁺	1.15	1.16	1.22	1.14
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.30	2.33	2.29	2.14
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.06	0.07	0.07	0.06
	ca% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	83.75	83.75	83.11	83.92
	F ⁻	16.25	16.25	16.89	16.08
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
	P ⁵⁺ +Al ³⁺	55.17	55.78	53.80	54.64
	Σ AE ²⁺ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)	39.08	40.65	42.62	42.02
	Σ RE ³⁺ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)	1.15	1.16	1.22	1.14
	Σ TM ⁿ⁺ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)	2.30	2.33	2.29	2.14
	P ⁵⁺ /Al ³⁺	2.49	2.48	3.46	2.48
	(Ba ²⁺ +Zn ²⁺)/(Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺)	4.30	4.46	6.83	4.76
	(Li ⁺ +Σ AE ²⁺ +Σ RE ³⁺ +Σ TM ⁿ⁺)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)	0.81	0.79	0.86	0.83
	Σ TM ⁿ⁺ /F ⁻	0.077	0.077	0.072	0.072
	n _d	1.627058	1.626211	1.626673	1.627786
	v _d	59.14	59.15	57.81	59.56
	P _{g,F}	0.5555	0.5554	0.5597	0.5535
	Δ P _{g,F}	0.0097	0.0096	0.0118	0.0084
	比重	4.06	4.08	4.12	4.11
	T _g (°C)	568	596	569	595
	耐失透性	A	A	B	A

[0135] [表6]

[0136]

		实施例 21	实施例 22	实施例 23	实施例 24
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	38.96	38.96	38.96	38.39
	Al ³⁺	15.68	15.68	15.68	15.45
	Li ⁺	0.00	0.00	0.00	3.62
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	3.37	3.37	3.37	3.32
	Ca ²⁺	3.93	1.72	1.72	1.70
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.10	32.30	30.10	29.66
	Zn ²⁺	4.63	4.63	6.84	4.56
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	La ³⁺	1.14	1.14	1.14	1.12
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.14	2.14	2.14	2.11
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.06	0.06	0.06	0.06
	ca% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	83.92	83.92	83.92	82.06
	F ⁻	16.08	16.08	16.08	17.94
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
	P ⁵⁺ +Al ³⁺	54.64	54.64	54.64	53.84
	Σ AE ²⁺ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)	42.02	42.02	42.02	39.24
	Σ RE ³⁺ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)	1.14	1.14	1.14	1.12
	Σ TM ⁿ⁺ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)	2.14	2.14	2.14	2.11
	P ⁵⁺ /Al ³⁺	2.48	2.48	2.48	2.48
	(Ba ²⁺ +Zn ^{2+})/(Mg²⁺+Ca²⁺+Sr^{2+})}}	4.76	7.26	7.26	6.83
	(Li ⁺ +Σ AE ²⁺ +Σ RE ³⁺ +Σ TM ⁿ⁺)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)	0.83	0.83	0.83	0.86
	Σ TM ⁿ⁺ /F ⁻	0.072	0.072	0.072	0.072
	n _d	1.629277	1.630009	1.630122	1.626354
	v _d	59.47	59.36	59.22	59.61
	P _{g,F}	0.5535	0.5538	0.5534	0.5542
	Δ P _{g,F}	0.0083	0.0084	0.0077	0.0092
	比重	4.11	4.17	4.15	4.12
	T _g (°C)	595	596	594	558
	耐失透性	B	B	B	B

[0137] [表7]

		实施例 25	实施例 26	实施例 27	实施例 28
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.69	39.84	39.64	39.83
	Al ³⁺	15.97	16.03	13.41	16.03
	Li ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	3.43	3.44	2.85	0.00
	Ca ²⁺	1.75	1.76	3.46	5.20
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.66	30.78	29.49	31.53
	Zn ²⁺	4.72	4.74	6.96	4.74
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	La ³⁺	1.54	1.16	1.16	0.41
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.18	2.19	1.41	2.19
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.00	1.54	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.07	0.07	0.07	0.07
ca% 合计		100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	83.77	85.60	86.03	84.06
	F ⁻	16.23	14.40	13.97	15.94
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
P ⁵⁺ +Al ³⁺		55.66	55.87	53.06	55.87
$\sum AE^{2+} (=Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+}+Zn^{2+})$		40.56	40.71	42.76	41.47
$\sum RE^{3+} (=Y^{3+}+La^{3+}+Gd^{3+})$		1.54	1.16	1.16	0.41
$\sum TM^{n+} (=Ti^{4+}+Zr^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$		2.18	2.19	2.95	2.19
P ⁵⁺ /Al ³⁺		2.48	2.48	2.96	2.48
(Ba ²⁺ +Zn ^{2+})/(Mg²⁺+Ca²⁺+Sr²⁺)}		6.83	6.83	5.78	6.97
$(Li^++\sum AE^{2+}+\sum RE^{3+}+\sum TM^{n+})/(P^{5+}+Al^{3+})$		0.80	0.79	0.88	0.79
$\sum TM^{n+}/F^-$		0.078	0.083	0.115	0.074
n _d		1.628725	1.630814	1.639290	1.627957
v _d		59.20	59.01	56.93	59.12
P _{g,F}		0.5544	0.5540	0.5570	0.5571
Δ P _{g,F}		0.0087	0.0080	0.0077	0.0112
比重		4.13	4.11	4.15	4.11
T _g (°C)		593	600	588	586
耐失透性		A	B	A	B

[0139] [表8]

[0140]

		实施例 29	实施例 30	实施例 31	实施例 32
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.65	40.11	36.85	36.07
	Al ³⁺	13.42	12.03	11.32	11.08
	Li ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	3.43	2.88	11.15	10.91
	Ca ²⁺	1.75	3.50	9.07	8.88
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.64	29.84	25.04	24.51
	Zn ²⁺	6.95	7.04	0.00	0.00
	Y ³⁺	0.00	0.00	2.26	2.21
	La ³⁺	1.17	1.18	0.00	0.00
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	2.18	1.43	0.00	2.11
	Zr ⁴⁺	0.76	0.38	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	1.55	4.31	4.22
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.07	0.07	0.00	0.00
ca% 合计		100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	84.04	86.31	91.86	86.47
	F ⁻	15.96	13.69	8.14	13.53
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
P ⁵⁺ +Al ³⁺		53.07	52.14	48.17	47.15
$\sum AE^{2+} (=Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+}+Zn^{2+})$		42.76	43.26	45.26	44.30
$\sum RE^{3+} (=Y^{3+}+La^{3+}+Gd^{3+})$		1.17	1.18	2.26	2.21
$\sum TM^{n+} (=Ti^{4+}+Zr^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$		2.94	3.36	4.31	6.33
P ⁵⁺ /Al ³⁺		2.95	3.33	3.25	3.25
(Ba ²⁺ +Zn ^{2+})/(Mg²⁺+Ca²⁺+Sr^{2+})}}		7.26	5.78	1.24	1.24
(Li ⁺ + $\sum AE^{2+}$ + $\sum RE^{3+}$ + $\sum TM^{n+}$)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)		0.88	0.92	1.08	1.12
$\sum TM^{n+}/F^-$		0.100	0.134	0.302	0.258
n _d		1.633534	1.641421	1.652399	1.669331
v _d		57.98	56.23	55.27	49.05
P _{g,F}		0.5571	0.5602	0.5607	0.5681
Δ P _{g,F}		0.0094	0.0097	0.0087	0.0060
比重		4.17	4.16	3.98	4.03
T _g (°C)		584	582	629	618
耐失透性		B	B	B	B

[0141] [表9]

[0142]

		实施例 33	实施例 34	实施例 35
ca%	B ³⁺	0.00	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.56	39.56	39.56
	Al ³⁺	14.32	14.32	14.32
	Li ⁺	2.20	2.20	2.20
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	6.62	6.62	6.62
	Ca ²⁺	0.50	3.54	3.54
	Sr ²⁺	3.03	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.24	30.24	30.24
	Zn ²⁺	0.00	0.00	0.00
	Y ³⁺	0.00	0.00	0.00
	La ³⁺	1.15	0.00	1.15
	Gd ³⁺	0.00	1.15	0.00
	Ti ⁴⁺	2.30	2.30	0.78
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.00	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00	1.52
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.07	0.07	0.07
ca% 合计		100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	85.06	84.47	83.47
	F ⁻	14.94	15.53	16.53
	an% 合计	100.00	100.00	100.00
P ⁵⁺ +Al ³⁺		53.89	53.89	53.89
$\sum AE^{2+} (=Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+}+Zn^{2+})$		40.40	40.40	40.40
$\sum RE^{3+} (=Y^{3+}+La^{3+}+Gd^{3+})$		1.15	1.15	1.15
$\sum TM^{n+} (=Ti^{4+}+Zr^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$		2.30	2.30	2.30
P ⁵⁺ /Al ³⁺		2.76	2.76	2.76
$(Ba^{2+}+Zn^{2+})/(Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+})$		2.98	2.98	2.98
$(Li^++\sum AE^{2+}+\sum RE^{3+}+\sum TM^{n+})/(P^{5+}+Al^{3+})$		0.85	0.85	0.85
$\sum TM^{n+}/F^-$		0.085	0.085	0.085
n _d		1.627485	1.627027	1.617870
v _d		59.26	59.18	60.92
P _{g,F}		0.5553	0.5555	0.5508
Δ P _{g,F}		0.0097	0.0098	0.0079
比重		4.10	4.07	4.12
T _g (°C)		583	583	582
耐失透性		B	A	A

[0143] [表10]

[0144]

		实施例 36	实施例 37
ca%	B ³⁺	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.56	39.56
	Al ³⁺	14.32	14.32
	Li ⁺	2.20	2.20
	Na ⁺	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00
	Mg ²⁺	6.62	7.12
	Ca ²⁺	3.54	0.00
	Sr ²⁺	0.00	0.00
	Ba ²⁺	30.24	30.24
	Zn ²⁺	0.00	3.03
	Y ³⁺	0.00	0.00
	La ³⁺	1.15	1.15
	Gd ³⁺	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	0.78	2.30
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	0.00	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	0.00
	W ⁶⁺	1.52	0.00
	Sb ³⁺	0.07	0.07
	ca% 合计	100.00	100.00
an%	O ²⁻	82.47	85.06
	F ⁻	17.53	14.94
	an% 合计	100.00	100.00
	P ⁵⁺ +Al ³⁺	53.89	53.89
	Σ AE ²⁺ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)	40.40	40.40
	Σ RE ³⁺ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)	1.15	1.15
	Σ TM ⁿ⁺ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)	2.30	2.30
	P ⁵⁺ /Al ³⁺	2.76	2.76
	(Ba ²⁺ +Zn ²⁺)/(Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺)	2.98	4.67
	(Li ⁺ +Σ AE ²⁺ +Σ RE ³⁺ +Σ TM ⁿ⁺)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)	0.85	0.85
	Σ TM ⁿ⁺ /F ⁻	0.085	0.085
	n _d	1.627437	1.628623
	v _d	60.08	58.69
	P _{g,F}	0.5530	0.5565
	Δ P _{g,F}	0.0087	0.0100
	比重	4.12	4.09
	T _g (°C)	586	573
	耐失透性	A	B

[0145] [表11]

[0146]

		比较例 1	比较例 2	比较例 3	比较例 4
ca%	B ³⁺	0.00	18.98	0.00	0.00
	P ⁵⁺	39.01	42.28	38.16	37.94
	Al ³⁺	11.37	2.81	2.76	11.66
	Li ⁺	1.00	1.26	0.00	0.00
	Na ⁺	18.34	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	1.00	0.00	0.00	0.00
	Mg ²⁺	12.70	3.46	15.06	11.48
	Ca ²⁺	8.40	8.87	8.87	9.34
	Sr ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ba ²⁺	6.19	13.40	24.49	25.78
	Zn ²⁺	0.00	5.12	0.00	0.00
	Y ³⁺	0.00	0.00	2.21	2.32
	La ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Gd ³⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ti ⁴⁺	0.00	0.00	2.98	1.48
	Zr ⁴⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Nb ⁵⁺	2.00	1.89	5.46	0.00
	Ta ⁵⁺	0.00	1.89	0.00	0.00
	W ⁶⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sb ³⁺	0.00	0.05	0.00	0.00
ca% 合计		100.00	100.00	100.00	100.00
an%	O ²⁻	70.78	98.26	86.61	70.59
	F ⁻	29.22	1.74	13.39	29.41
	an% 合计	100.00	100.00	100.00	100.00
	P ⁵⁺ +Al ³⁺	50.38	45.09	40.92	49.60
	Σ AE ²⁺ (=Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺ +Zn ²⁺)	27.29	30.85	48.43	46.60
	Σ RE ³⁺ (=Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺)	0.00	0.00	2.21	2.32
	Σ TM ⁿ⁺ (=Ti ⁴⁺ +Zr ⁴⁺ +Nb ⁵⁺ +Ta ⁵⁺ +W ⁶⁺)	2.00	3.78	8.44	1.48
	P ⁵⁺ /Al ³⁺	3.43	15.07	13.81	3.25
	(Ba ²⁺ +Zn ²⁺)/(Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺)	0.29	1.50	1.02	1.24
	(Li ⁺ +Σ AE ²⁺ +Σ RE ³⁺ +Σ TM ⁿ⁺)/(P ⁵⁺ +Al ³⁺)	0.60	0.80	1.44	1.02
	Σ TM ⁿ⁺ /F ⁻	0.037	1.200	0.344	0.026
	n _d	1.528720	1.628546	1.664794	1.583235
	v _d	64.95	55.61	46.90	63.52
	P _{g,F}	0.5442	0.5522	0.5747	0.5535
	Δ P _{g,F}	0.0078	0.0007	0.0091	0.0148
	比重	3.15	3.54	3.96	3.07
	T _g (°C)	424	569	584	526
	耐失透性	C	A	C	A

[0147] 确认到本实施例的光学玻璃具有高折射率、低色散和高反常色散性。另外，还确认到耐失透性优异，对于玻璃制造时、特别是熔融成型时的波筋抑制极其有用。

[0148] 另外，在玻璃化转变温度(T_g)高的情况下，具有玻璃的固化快的倾向，玻璃化转变温度(T_g)高有助于抑制波筋。另一方面，玻璃化转变温度(T_g)低具有也能够适合用作由热引起的模具的损伤少的模塑用玻璃材料的优点，因此，在本实施例的光学玻璃中具有这种需

求的情况下,也可以期待通过导入Li⁺来进行调整以使玻璃化转变温度(T_g)向低温侧移动。

[0149] 符号说明

[0150] 1…摄像装置、101…相机机身、102…透镜镜筒、103…透镜、104…传感器芯片、105…玻璃基板、106…多芯片模块、2…多光子显微镜、201…脉冲激光装置、202…脉冲分割装置、203…光束调整部、204、205、212…分色镜、206…物镜、207、211、213…荧光检测部、208…聚光透镜、209…针孔、210…成像透镜、S…试样、CAM…摄像装置、WL…摄影镜头、EF…辅助光发光部、LM…液晶监视器、B1…释放按钮、B2…功能按钮。

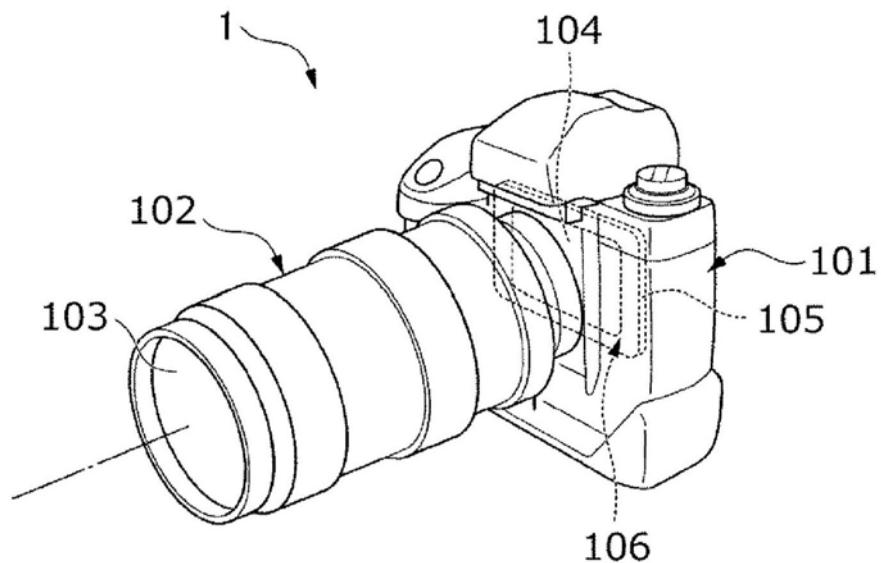


图1

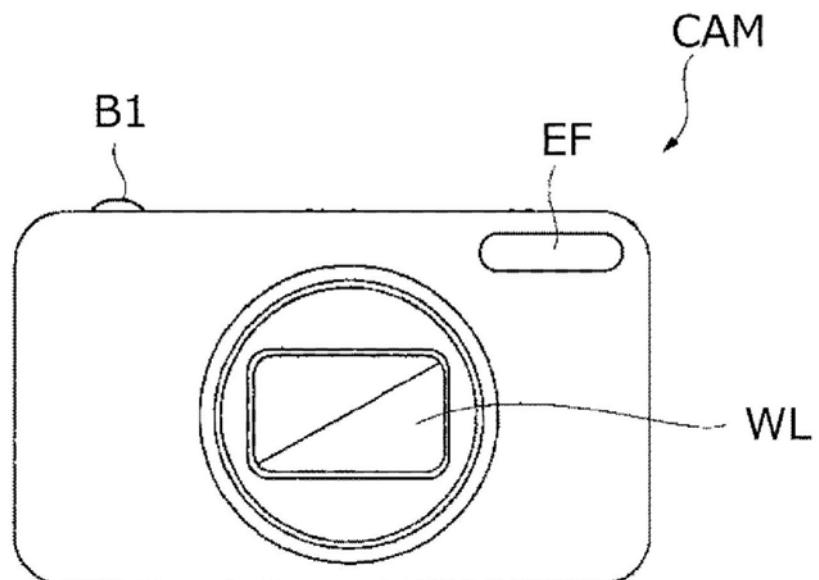


图2

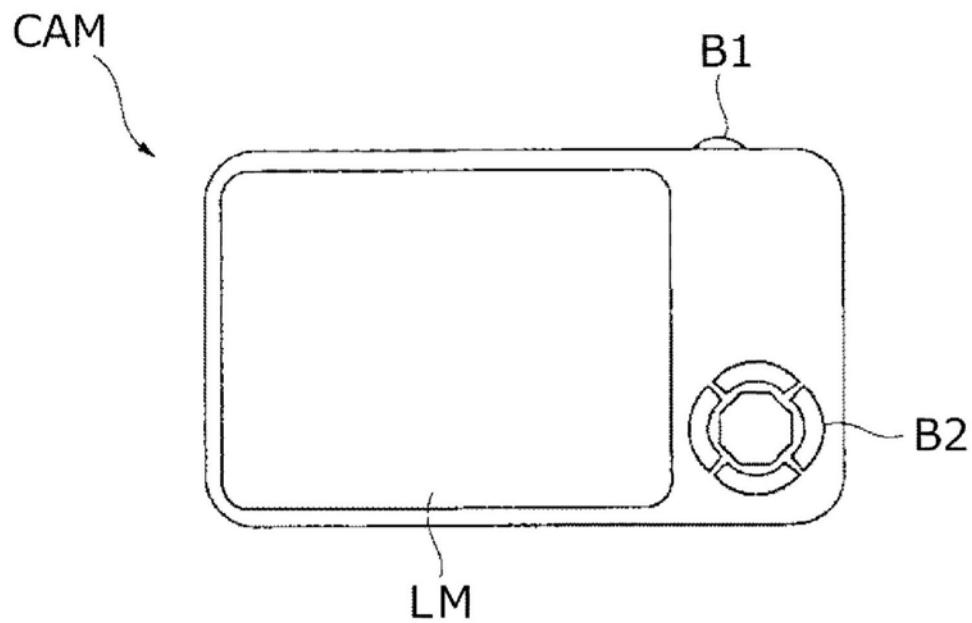


图3

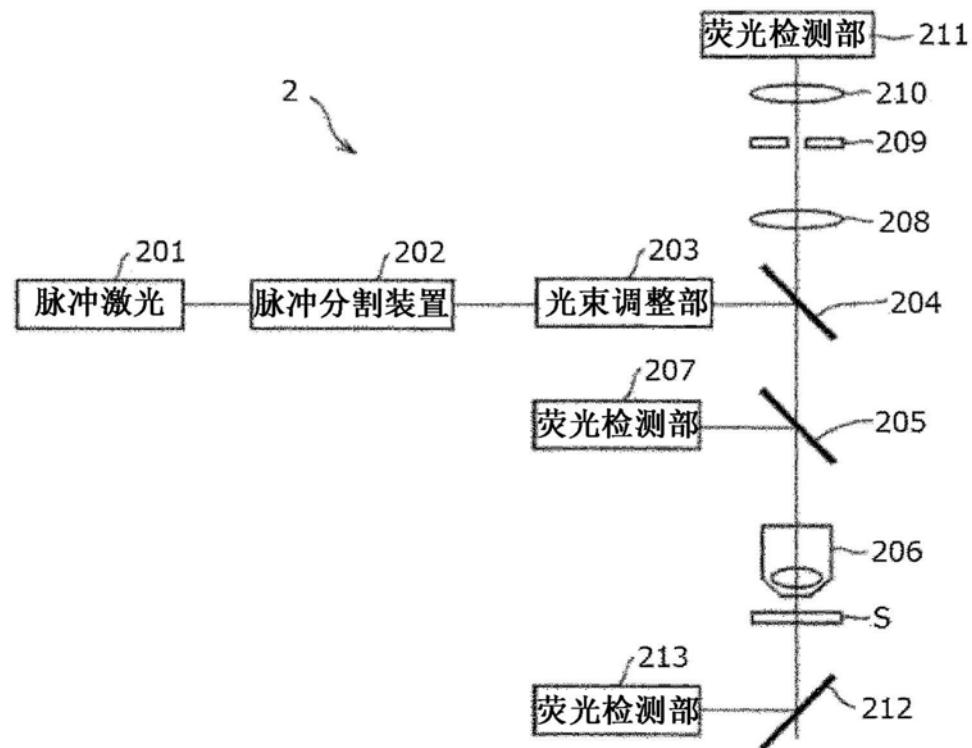


图4

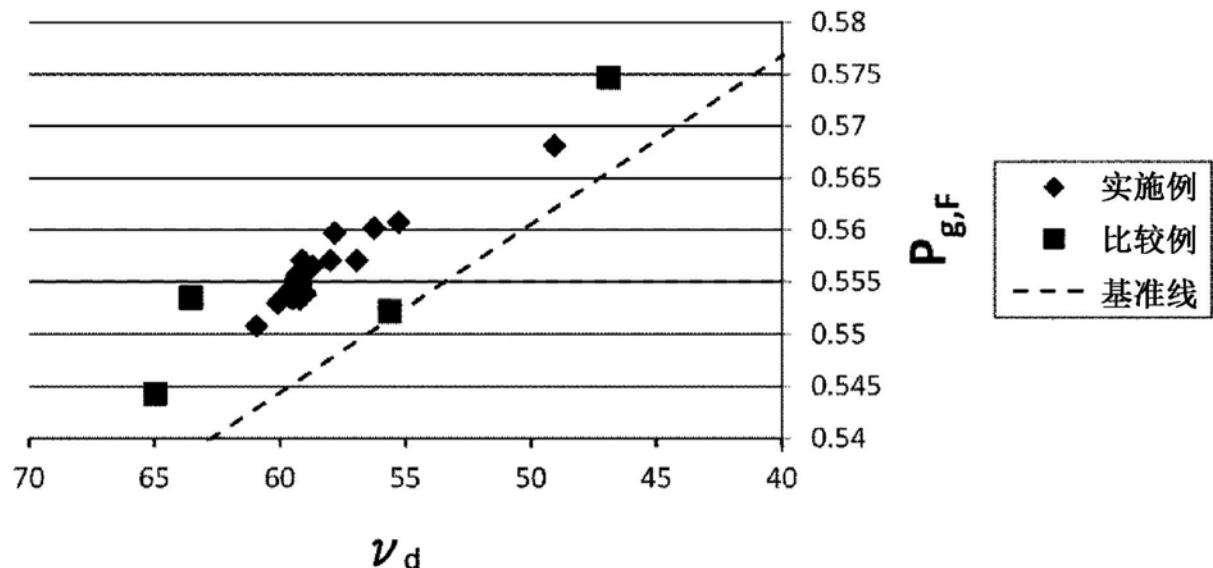


图5