(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110255890 A
(43)申请公布日 2019.09.20

(21)申请号 201910407132.9

(22)申请日 2014.08.22

(30)优先权数据
2013-173998 2013.08.23 JP

(62)分案原申请数据
201480043433.3 2014.08.22

(71)申请人 HOYA株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 根岸智明

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事务所(普通合伙) 11413
代理人 邵秋雨 赵曦

(51)Int.Cl.
C03C 3/068(2006.01)
G02B 1/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书27页

(54)发明名称

光学玻璃及其应用

(57)摘要

本发明涉及光学玻璃及其应用。上述光学玻璃为氧化物玻璃，其中，将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，以阳离子％表示，包含：合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；10～50％的La^{3+}(La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；以及合计为22～55％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}，Ti^{4+}的含量为22％以下，$[Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})]$为0.40以下，$La^{3+}$、$Gd^{3+}$、$Y^{3+}$、$Yb^{3+}$、$Zr^{4+}$、$Ti^{4+}$、$Nb^{5+}$、$Ta^{5+}$、$W^{6+}$及$Bi^{3+}$的合计含量为65％以上，$[Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$为0.12以下，$[Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$为0.40以下，$[(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}]$为2以上，$(Ti^{4+}/B^{3+})$为0.85以上，阿贝数νd的范围为23～35，且折射率nd满足nd≥2.205-(0.0062×νd)。本发明的光学玻璃是一种高折射率低色散玻璃，同时具有优秀的玻璃稳定性。

CN 110255890 A

1.一种光学玻璃，该光学玻璃为氧化物玻璃，其中，

将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，

以阳离子％表示，包含：

合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；

10～50％的La^{3+}(其中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；以及

合计为22～55％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}，

其中，Ti^{4+}的含量为22％以下，

Si^{4+}的含量相对于Si^{4+}和B^{3+}的合计含量的阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]为0.40以下，

La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量为65％以上，

Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.12以下，

Ba^{2+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.40以下，

Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于Zr^{4+}的含量的阳离子比[$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$]为2以上，

Ti^{4+}的含量相对于B^{3+}的含量的阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})为0.85以上，

阿贝数vd的范围为23～35，且折射率nd满足下述(1)式，

$nd \geqslant 2.205-(0.0062\times vd)$…(1)。

2.如权利要求1所述的光学玻璃，其中，

Nb^{5+}和Ta^{5+}的合计含量相对于Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]为0.41以下。

3.如权利要求1或2所述的光学玻璃，其中，

包含1阳离子％以上的Zr^{4+}。

4.一种光学玻璃，该光学玻璃为氧化物玻璃，其中，

将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，

以阳离子％表示，包含：

合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；

10～50％的La^{3+}(其中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；

合计为23～70％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}(其中，Ti^{4+}超过22％)，

Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.14以下，

Ba^{2+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.40以下，

Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于Zr^{4+}的含量的阳离子比[$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$]为2以上，

Ti^{4+}的含量相对于B^{3+}的含量的阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})为0.85以上，

阿贝数vd的范围为18以上且不足35，且折射率nd满足下述(2)式，

$nd \geqslant 2.540-(0.02\times vd)$…(2)。

5.一种压制成型用玻璃料滴，由权利要求1～4的任一项所述的光学玻璃构成。

6.一种光学元件坯件,由权利要求1～4的任一项所述的光学玻璃构成。

7.一种光学元件,由权利要求1～4的任一项所述的光学玻璃构成。

光学玻璃及其应用

[0001] 本申请是中国申请号为201480043433.3的发明专利申请的分案申请，原案申请的发明名称为“光学玻璃及其应用”，申请日为2014年8月22日。

[0002] 相关申请的相互参照

[0003] 本申请要求2013年8月23日申请的日本特愿2013-173998号的优先权，其全部记载作为特别公开而引用于此。

技术领域

[0004] 本发明涉及具有高折射率低色散特性的光学玻璃、由该光学玻璃构成的压制成型用玻璃料滴和光学元件坯件、以及光学元件。

背景技术

[0005] 由高折射率低色散玻璃构成的透镜通过与由超低色散玻璃构成的透镜组合而能够在校正色像差的同时使光学系统紧凑化，因此作为构成摄像光学系统、投影仪等投射光学系统的光学元件而占据着非常重要的位置。

[0006] 在其全部记载作为特别公开而引用于此的文献1(日本特开昭60-33229号公报)中，公开了一种高折射率低色散玻璃，该高折射率低色散玻璃不是摄像光学系统、投射光学系统用的光学元件材料，但是其折射率为1.90～2.10、阿贝数vd为22～35。

[0007] 另一方面，在它们的全部记载作为特别公开而引用于此的文献2(日本特开昭60-131845号公报)或者其英语同族美国专利第4584279号中，公开了一种折射率为1.90以上、阿贝数为25以上的光学玻璃。

[0008] 关于光学玻璃的光学特性，在横轴为阿贝数vd(阿贝数vd从左向右减小)、纵轴为折射率nd(折射率nd自下而上增加)的被称为光学特性图的图表中，如果对现有技术的光学玻璃标绘改变了玻璃的组成时的光学特性的变化，则标绘图将分布在光学特性图的从左下方朝向右上方的带状的范围内。当为了得到光学特性图的从左下方朝向右上方的带状的范围的左上方的光学特性而改变组成时，存在玻璃稳定性降低、玻璃失透或不能玻璃化的倾向。

[0009] 另一方面，从用途方面考虑，示出光学特性图中的左上方的范围的折射率nd和阿贝数vd的高折射率低色散光学玻璃能够作为对于光学系统的高功能化、紧凑化有效的光学元件的玻璃材料。

[0010] 但是，一般来说在像文献1、2所记载的组成那样的现有技术的高折射率低色散玻璃中，随着阿贝数vd的减小，能够得到折射率更高的玻璃。另一方面，在这些现有技术的高折射率低色散玻璃中，当在维持阿贝数vd的同时提高折射率时，存在玻璃稳定性降低、不能玻璃化的倾向。

[0011] 因此，提供一种在维持玻璃稳定性的同时示出光学特性图的左上方的范围的折射率nd和阿贝数vd的光学玻璃的意义是非常深远的。

发明内容

[0012] 本发明的一个方式提供一种光学玻璃，其是一种高折射率低色散玻璃，同时具有优秀的玻璃稳定性。

[0013] 本发明人经过反复研究发现，可通过调整玻璃组成来得到在是高折射率低色散玻璃的同时稳定性高的光学玻璃。

[0014] 本发明的一个方式涉及一种光学玻璃，该光学玻璃为氧化物玻璃，其中，

[0015] 将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，

[0016] 以阳离子％表示，包含：

[0017] 合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；

[0018] 10～50％的La^{3+}(其中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；以及

[0019] 合计为22～55％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}，

[0020] 其中，Ti^{4+}的含量为22％以下，

[0021] Si^{4+}的含量相对于Si^{4+}和B^{3+}的合计含量的阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]为0.40以下，

[0022] La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量为65％以上，

[0023] Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.12以下，

[0024] Ba^{2+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.40以下，

[0025] Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于Zr^{4+}的含量的阳离子比[$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$]为2以上，

[0026] Ti^{4+}的含量相对于B^{3+}的含量的阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})为0.85以上，

[0027] 阿贝数vd的范围为23～35，且折射率nd满足下述(1)式。

[0028] $nd \geqslant 2.205-(0.0062\times vd)$…(1)

[0029] 本发明的另一个方式涉及一种光学玻璃，该光学玻璃为氧化物玻璃，其中，

[0030] 将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，

[0031] 以阳离子％表示，包含：

[0032] 合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；

[0033] 10～50％的La^{3+}(其中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；以及

[0034] 合计为23～70％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}(其中，Ti^{4+}超过22％)，

[0035] Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.14以下，

[0036] Ba^{2+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.40以下，

[0037] Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于Zr^{4+}的含量的阳离子比[$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$]为2以上，

[0038] Ti^{4+}的含量相对于B^{3+}的含量的阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})为0.85以上，

[0039] 阿贝数vd的范围为18以上且不足35，且折射率nd满足下述(2)式。

[0040] $nd \geqslant 2.540-(0.02\times vd)$…(2)

[0041] 本发明的另一个方式涉及一种压制成型用玻璃料滴，其由上述的方式的光学玻璃

构成。

[0042] 本发明的另一个方式涉及一种光学元件坯件，其由上述的方式的光学玻璃构成。

[0043] 本发明的另一个方式涉及一种光学元件，其由上述的方式的光学玻璃构成。

[0044] 根据本发明的一个方式，能够提供一种光学玻璃，其是高折射率低色散玻璃，同时具有优秀的玻璃稳定性。进而，能够提供由上述光学玻璃构成的压制成型用玻璃料滴、光学元件坯件及光学元件。

[0045] 根据上述光学元件以及由上述压制成型用玻璃料滴、光学元件坯件制作的光学元件例如透镜，还能够通过与高折射率高色散玻璃制透镜组合而提供紧凑的色像差校正用的光学系统。

具体实施方式

[0046] [光学玻璃I]

[0047] 本发明的光学玻璃的一个方式(以下，称为“光学玻璃I”。)是如下光学玻璃，该光学玻璃是氧化物玻璃，其中，将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，以阳离子％表示，包含：合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}，10～50％的La^{3+}(其中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)，合计为22～55％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}，其中，Ti^{4+}的含量为22％以下，

[0048] Si^{4+}的含量相对于Si^{4+}和B^{3+}的合计含量的阳离子比$[Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})]$为0.40以下，

[0049] La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量为65％以上，Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比$[Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$为0.12以下，$Ba^{2+}$的含量相对于$La^{3+}$、$Gd^{3+}$、$Y^{3+}$及$Yb^{3+}$的合计含量的阳离子比$[Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$为0.40以下，$Zr^{4+}$、$Ti^{4+}$、$Nb^{5+}$、$Ta^{5+}$及$W^{6+}$的合计含量相对于$Zr^{4+}$的含量的阳离子比$[(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}]$为2以上，

[0050] Ti^{4+}的含量相对于B^{3+}的含量的阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})为0.85以上，

[0051] 阿贝数vd的范围为23～35，且折射率nd满足下述(1)式。

[0052] $nd \geqslant 2.205-(0.0062\times vd)\cdots(1)$

[0053] 关于本发明的光学玻璃的另一个方式(光学玻璃II)，将在后面叙述。

[0054] 以下，进一步对光学玻璃I进行详细说明。

[0055] 以下，对限定上述组成范围的理由进行说明，只要没有特别说明，各成分的含量、合计含量以阳离子％表示。

[0056] Si^{4+}和B^{3+}是网络形成成分，是具有维持玻璃稳定性的作用的成分。如果Si^{4+}和B^{3+}的合计含量不足5％，则玻璃稳定性会变差，液相线温度会上升，当上述合计含量超过55％时，则难以实现所需的折射率。因此，Si^{4+}和B^{3+}的合计含量设为5～55％。Si^{4+}和B^{3+}的合计含量的优选的上限为50％，更优选的上限为45％，进一步优选的上限为40％，再进一步优选的上限为35％，更进一步优选的上限为30％，Si^{4+}和B^{3+}的合计含量的优选的下限为10％，更优选的下限为13％，进一步优选的下限为15％，再进一步优选的下限为18％，更进一步优选的下限为20％。

[0057] Si^{4+}除了上述的作用以外，还是对于维持适合于熔融玻璃的成型的粘性和改善化学耐久性有效的必要成分。为了有效地得到以上的作用，其含量优选为1％以上。另一方面，为了在得到所需的折射率的同时抑制液相线温度、玻璃化转变温度的上升，Si^{4+}的含量优选

为30％以下。此外，从实现所需的阿贝数、维持玻璃的熔融性、提高耐失透性的观点出发，Si^{4+}的含量也优选为30％以下。因此，Si^{4+}的含量的范围优选设为1～30％。Si^{4+}的含量的更优选的上限为25％，进一步优选的上限为20％，再进一步优选的上限为18％，更进一步优选的上限为15％，再更进一步优选的上限为12％。为了良好地得到上述含有Si^{4+}的效果，Si^{4+}的含量的更优选的下限为2％，进一步优选的下限为3％，再进一步优选的下限为4％，更进一步优选的下限为5％，再更进一步优选的下限为6％。

[0058] B^{3+}除了上述的作用以外，还是对于维持玻璃的熔融性、降低液相线温度及低色散化有效的必要成分。为了有效地得到以上的作用，其含量优选为1％以上。从玻璃稳定性的观点出发，也优选B^{3+}的含量为1％以上。另一方面，从在得到所需的折射率的同时良好地维持化学耐久性等的观点出发，B^{3+}的含量优选为50％以下。因此，B^{3+}的含量的范围优选设为1～50％。B^{3+}的含量的更优选的上限为40％，进一步优选的上限为35％，再进一步优选的上限为30％，更进一步上限为25％，再更进一步优选的上限为22％，特别优选的上限为20％，B^{3+}的含量的更优选的下限为3％，进一步优选的下限为5％，再进一步优选的下限为7％，更进一步优选的下限为9％，再更进一步优选的下限为11％。

[0059] 当Si^{4+}的含量相对于Si^{4+}和B^{3+}的合计含量的阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]超过0.40时，将难以在维持玻璃稳定性的同时得到所需的光学特性，并且熔融性会降低、玻璃原料变得难以熔解。因此，在光学玻璃I中阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]设为0.40以下。根据上述的理由，阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]的优选的上限为0.38，更优选的上限为0.36，进一步优选的上限为0.35，再进一步优选的上限为0.34，更进一步优选的上限为0.32。光学玻璃I作为必要成分而包含Si^{4+}和B^{3+}，因此阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]的下限超过0。为了改善玻璃稳定性、使熔融玻璃的粘度为适合于成型的粘度，阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]的优选的下限为0.10，更优选的下限为0.14，进一步优选的下限为0.17，再进一步优选的下限为0.20，更进一步优选的下限为0.23。

[0060] La^{3+}是在维持玻璃稳定性的同时高折射率低色散化的作用优秀的必要成分，也是发挥改善化学耐久性的作用的成分。如果La^{3+}的含量不足10％，则难以得到上述效果，当La^{3+}的含量超过50％时，耐失透性会变差，液相线温度会上升。因此，La^{3+}的含量设为10～50％。La^{3+}的含量的优选的上限为45％，更优选的上限为40％，进一步优选的上限为35％，再进一步优选的上限为33％，La^{3+}的含量的优选的下限为15％，更优选的下限为18％，进一步优选的下限为20％，再进一步优选的下限为22％，更进一步优选的下限为24％。

[0061] Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}与La^{3+}同样地是高折射率低色散化成分，还发挥改善化学耐久性的作用。当La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量超过70％时，玻璃稳定性会变差，液相线温度会上升。因此，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量设为70％以下。La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的优选的上限为60％，更优选的上限为50％，进一步优选的上限为45％，再进一步优选的上限为40％，更进一步优选的上限为38％。为了实现所需的折射率、阿贝数，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的优选的下限为11％，更优选的下限为15％，进一步优选的下限为20％，再进一步优选的下限为23％，更进一步优选的下限为25％，再更进一步优选的下限为28％，特别优选的下限为30％。

[0062] 在光学玻璃I中，为了在维持玻璃稳定性、抑制液相线温度的上升的同时谋求高折射率低色散化，将Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+$

$Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$)]设为0.12以下。阳离子比[Y^{3+}/($La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$)]的优选的上限为0.11，更优选的上限为0.10，进一步优选的上限为0.08，再进一步优选的上限为0.04，更进一步优选的上限为0.02。也能够使阳离子比[Y^{3+}/($La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$)]为0。

[0063] 为了降低液相线温度、改善耐失透性，Gd^{3+}的含量的优选的上限为20%，更优选的上限为15%，进一步优选的上限为10%，再进一步优选的上限为8%，更进一步优选的上限为6%。Gd^{3+}的含量的优选的下限为0.5%，更优选的下限为1%，进一步优选的下限为2%，再进一步优选的下限为3%。另外也能够使Gd^{3+}的含量为0%。

[0064] Y^{3+}的含量的优选的上限为15%，更优选的上限为10%，进一步优选的上限为7%，再进一步优选的上限为5%，更进一步优选的上限为3%，再更进一步优选的上限为2%。Y^{3+}的含量的优选的下限为0.1%。另外也能够使Y^{3+}的含量为0%。

[0065] Yb^{3+}的含量的优选的上限为10%，更优选的上限为8%，进一步优选的上限为6%，再进一步优选的上限为4%，更进一步优选的上限为2%，再更进一步优选的上限为1%，进而再更进一步优选的上限为0.5%，特别优选的上限为0.1%。另外也能够使Yb^{3+}的含量为0%。Yb^{3+}对红外区域进行吸收，因此不适合用于高精度的摄像机、监视摄像机等要求近红外区域的感光特性的高灵敏度的光学系统。降低了Yb^{3+}的含量的玻璃适合于上述用途。

[0066] 为了在良好地维持玻璃稳定性的同时进行高折射率低色散化，优选Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[($Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$)/($La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$)]超过0，更优选为0.02以上，进一步优选为0.06以上，再进一步优选为0.10以上，更进一步优选为0.14以上。

[0067] 另一方面，从进一步提高玻璃稳定性的观点出发，阳离子比[($Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$)/($La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$)]的优选的上限为0.80，更优选的上限为0.50，进一步优选的上限为0.40，再进一步优选的上限为0.30，更进一步优选的上限为0.20。

[0068] Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}发挥提高折射率并且改善耐失透性、抑制液相线温度的上升、改善化学耐久性的作用。如果Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量不足22%，则难以得到上述效果，当Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量超过55%时，耐失透性会变差，液相线温度会上升。此外，色散会变高，玻璃的着色会增强。因此，Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量设为22～55%。Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的优选的上限为45%，更优选的上限为40%，进一步优选的上限为35%，再进一步优选的上限为33%，更进一步优选的上限为31%，Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的优选的下限为23%，更优选的下限为24%，进一步优选的下限为25%，再进一步优选的下限为26%，更进一步优选的下限为27%。

[0069] 在光学玻璃I中，在使Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量为上述范围的基础上，将Ti^{4+}的含量设为22%以下，且将Zr^{4+}作为必要成分。进而，通过调整Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于Zr^{4+}的含量的阳离子比[($Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$)/$Zr^{4+}$]，从而能够改善耐失透性、抑制液相线温度的上升。如果阳离子比[($Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$)/$Zr^{4+}$]不足2，则耐失透性会恶化、液相线温度会上升。因此，在光学玻璃I中，阳离子比[($Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$)/$Zr^{4+}$]的范围设为2以上。阳离子比[($Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$)/$Zr^{4+}$]的优选的下限为3.0，更优选的下限为3.5，进一步优选的下限为4.0，再进一步优选的下限为4.5，更进一步优选的下限为5.0。此外，为了进一步改善耐失透性，阳离子比[($Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$)/$Zr^{4+}$]的优选的上限为56，更优选的上限为50，进一步优选的上限为40，再进一步优选的上限

为30，更进一步优选的上限为20，进而再更进一步优选的上限为10。

[0070] 为了在维持玻璃稳定性的同时实现所需的光学特性，Ti^{4+}的含量的优选的下限为10％，更优选的下限为12％，进一步优选的下限为14％，再进一步优选的下限为16％，更进一步优选的下限为18％，Ti^{4+}的含量的优选的上限为21.9％，更优选的上限为21.8％，进一步优选的上限为21.7％，再进一步优选的上限为21.6％，更进一步优选的上限为21.5％。

[0071] 为了在维持玻璃稳定性的同时实现所需的光学特性，Nb^{5+}的含量的优选的下限为1％，更优选的下限为2％，进一步优选的下限为3％，再进一步优选的下限为4％，更进一步优选的下限为5％，Nb^{5+}的含量的优选的上限为30％，更优选的上限为25％，进一步优选的上限为20％，再进一步优选的上限为15％，更进一步优选的上限为10％，再更进一步优选的上限为8％。

[0072] Ta^{5+}与Ti^{4+}、Nb^{5+}、W^{6+}相比较，发挥在不提高色散的情况下提高折射率、提高玻璃稳定性的作用。当Ta^{5+}的含量超过10％时，液相线温度会上升，耐失透性会降低，因此优选将Ta^{5+}的含量设为0～10％。考虑到Ta^{5+}为昂贵的成分，Ta^{5+}的含量的优选的范围为0～8％，更优选的范围为0～6％，进一步优选的范围为0～4％，再进一步优选的范围为0～2％，更进一步优选的范围为0～1％。再更进一步优选不包含Ta^{5+}。

[0073] 为了在得到所需的光学特性的同时改善玻璃稳定性，优选Nb^{5+}和Ta^{5+}的合计含量相对于Nb^{5+}的含量的阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$]为1以上。当阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$]超过11时，玻璃的比重会增加，在将玻璃使用于透镜的情况下，自动对焦时的驱动功耗会增大，此外，还需要大量的比作为必要成分的Nb^{5+}昂贵的Ta^{5+}，因此优选阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$]为11以下。阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$]的优选的上限为9，更优选的上限为7，进一步优选的上限为5，再进一步优选的上限为3，也能够使阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$]为1。

[0074] W^{6+}是有助于提高折射率、降低液相线温度、改善耐失透性的任选成分，但是为了抑制液相线温度的上升、提高耐失透性并且抑制玻璃的着色，优选将W^{6+}的含量设为0～10％。W^{6+}的含量的优选的范围为0～8％，更优选的范围为0～6％，进一步优选的范围为0～4％，再进一步优选的范围为0～2％，更进一步优选的范围为0～1％，再更进一步优选不含有W^{6+}。

[0075] 为了在维持玻璃稳定性的同时提高折射率，优选将W^{6+}的含量相对于Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的阳离子比[$W^{6+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]设为不足0.10。为了在维持玻璃稳定性的同时提高折射率，阳离子比[$W^{6+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]的上限更优选为0.095，进一步优选为0.090，再进一步优选为0.070，更进一步优选为0.050，再更进一步优选为0.030。阳离子比[$W^{6+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]的下限为0。

[0076] 为了在维持玻璃稳定性的同时进行高折射率低色散化，优选使Nb^{5+}和Ta^{5+}的合计含量相对于Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]为0.41以下。另一方面，为了在维持玻璃稳定性的同时进行高折射率低色散化、降低相对部分色散，优选使阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]为0.05以上。阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]的优选的上限如上所述为0.41，更优选的上限为0.39，进一步优选的上限为0.36，再进一步优选的上限为0.33，更进一步优选的上限为0.30。阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]的更优选的下限为0.10，进一步优选的下限为0.15，再进一步优选的下限为0.20，更进一步优选的下限为0.25。

[0077] 在高折射率化成分之中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}具有在维持低色散性的同时进行高折

射率化的作用，Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}为高折射率高色散化成分。为了在良好地维持玻璃稳定性的同时得到所需的光学特性，优选Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.10以上。阳离子比[$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]的更优选的下限为0.30，进一步优选的下限为0.50，再进一步优选的下限为0.60，更进一步优选的下限为0.70。

[0078] 为了在良好地维持玻璃稳定性的同时得到所需的光学特性，优选阳离子比[$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为1.50以下。阳离子比[$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]的更优选的上限为1.40，进一步优选的上限为1.30，再进一步优选的上限为1.20，更进一步优选的上限为1.00。

[0079] 在光学玻璃I中，为了在维持玻璃稳定性的同时提高折射率，将Ti^{4+}的含量相对于B^{3+}的含量的阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})设为0.85以上。当阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})不足0.85时，如果在维持低色散性的同时提高折射率，则在制造玻璃时容易析出晶体。

[0080] 为了在维持玻璃稳定性的同时提高折射率，阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})的下限更优选为0.90，进一步优选为0.95，再进一步优选为1.00。阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})的上限由上述的方式的光学玻璃的组成范围自然而然地确定，例如可以为10。

[0081] Zr^{4+}是光学玻璃I中的必要成分，发挥提高折射率、改善化学耐久性的作用，通过与Ti^{4+}共存而发挥改善耐失透性、抑制液相线温度上升的作用。为了得到上述效果，优选使Zr^{4+}的含量为1％以上。从抑制玻璃化转变温度、液相线温度的上升、耐失透性的降低的观点出发，Zr^{4+}的含量的优选的上限为15％。Zr^{4+}的含量的更优选的上限为10％，进一步优选的上限为8％，再进一步优选的上限为7％，Zr^{4+}的含量的优选的下限为1％，更优选的下限为2％，进一步优选的下限为3％，再进一步优选的下限为4％。

[0082] Zn^{2+}虽然会使折射率、玻璃稳定性降低，但是发挥改善玻璃的熔融性、澄清性的作用。La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}、Zr^{4+}的氧化物的熔点都极高，在作为必要成分或任选成分而包含这些成分的光学玻璃I中，优选含有对改善熔融性、澄清性有效的Zn^{2+}。因此，为了维持高折射率、良好地维持玻璃稳定性，优选使Zn^{2+}的含量为15％以下，更优选为12％以下，进一步优选为10％以下，再进一步优选为8％以下，更进一步优选为6％以下，再更进一步优选为3％以下。此外，从改善玻璃的熔融性和澄清性、抑制熔融温度的上升、以及抑制与其相伴的玻璃着色的方面考虑，优选使Zn^{2+}的含量为0.1％以上，更优选为0.5％以上，进一步优选为0.8％以上，再进一步优选为1.0％以上。另外，也能够使Zn^{2+}的含量为0％。

[0083] Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}是虽然会提高折射率但是会使熔融温度提高的成分，能够将Zn^{2+}的含量与这些成分的合计含量的阳离子比$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$作为指标来调整熔融性、澄清性、折射率等光学特性，其中，Zn^{2+}会使折射率降低，但是会改善熔融性、澄清性。为了改善玻璃的熔融性、澄清性，优选使阳离子比[$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]为0.01以上，更优选为0.02以上，进一步优选为0.03以上，再进一步优选为0.04以上。此外，为了提高折射率，优选使阳离子比[$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]为0.65以下，更优选为0.60以下，进一步优选为0.50以下，再进一步优选为0.40以下，更进一步优选为0.30以下，再更进一步优选为0.20以下，特别优选为0.10以下。

[0084] Li^{+}、Na^{+}及K^{+}是发挥改善熔融性、降低玻璃化转变温度的作用的任选成分。从在实现高折射率化的同时抑制液相线温度的上升、玻璃稳定性和化学耐久性的低下的观点出

发，优选使Li^+、Na^+及K^+的合计含量的范围为0～10％。Li^+、Na^+及K^+的合计含量的更优选的范围为0～8％，进一步优选的范围为0～6％，再进一步优选的范围为0～4％，更进一步优选的范围为0～2％，再更进一步优选的范围为0～1％，特别优选不包含上述碱金属成分。

[0085] 关于Li^+、Na^+及K^+的各成分的含量，各自优选的范围为0～10％，更优选的范围为0～8％，进一步优选的范围为0～6％，再进一步优选的范围为0～4％，更进一步优选的范围为0～2％，再更进一步优选的范围为0～1％，进而再更进一步优选的范围为0～0.1％，特别优选不包含上述各碱金属成分。

[0086] Mg^{2+}、Ca^{2+}、Sr^{2+}、Ba^{2+}发挥改善玻璃的熔融性、降低玻璃化转变温度Tg的作用。此外，通过以硝酸盐、硫酸盐的形式导入到玻璃中，从而还能够得到脱泡效果。

[0087] 在高折射率低色散的玻璃中，当相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量大量含有上述碱土类金属成分中的Ba^{2+}时，难以在维持玻璃稳定性的同时进一步进行高折射率低色散化。例如，熔融玻璃的成型通常通过以下方式进行，即，将熔融玻璃浇铸到具有底面和侧壁并在侧面的一方开口的铸模中，从铸模的开口的侧面连续地拉出成型了的玻璃(称为E-bar成型法)。但是，当相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量大量含有Ba^{2+}而谋求高折射率低色散化时，在该成型法中玻璃会变得容易失透。因此，不得不使用如下的特殊的成型法，即，使用具有贯通孔的铸模，向贯通孔浇铸熔融玻璃，增加熔融玻璃的单位体积平均的与铸模的接触面积，使玻璃的冷却速度变得极快，以防止失透。在使用了具有贯通孔的铸模的成型法中，从下方拉出成型了的玻璃，因此难以使玻璃直接在水平方向上通过被称为缓冷(leer)炉的隧道型的连续退火炉而进行退火。

[0088] 通过调整、优化Ba^{2+}的含量与La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的比，从而即使是通常的E-bar成型法也能够在防止失透的同时成型均质的光学玻璃。而且，因为能够使成型了的玻璃直接通过缓冷炉而进行退火，所以能够以高生产率制造玻璃。

[0089] 像这样，为了防止高折射率低色散化导致的玻璃稳定性的降低，在光学玻璃I中，将Ba^{2+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比$[Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$设为0.40以下。当阳离子比$[Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$超过0.40时，玻璃的失透倾向增大，难以通过E-bar成型法来生产高品质的光学玻璃。阳离子比$[Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$的上限如上所述为0.40，优选的上限为0.30，更优选的上限为0.25，进一步优选的上限为0.20，再进一步优选的上限为0.10，更进一步优选的上限为0.05。阳离子比$[Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$也可以为0。

[0090] 从防止液相线温度的上升并且抑制耐失透性、折射率及化学耐久性的降低的观点出发，优选在将阳离子比$[Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]$设为上述范围的同时将$Mg^{2+}$、$Ca^{2+}$、$Sr^{2+}$及$Ba^{2+}$的合计含量设为0～10％。$Mg^{2+}$、$Ca^{2+}$、$Sr^{2+}$及$Ba^{2+}$的合计含量的更优选的范围为0～8％，进一步优选的范围为0～6％，再进一步优选的范围为0～4％，更进一步优选的范围为0～2％，再更进一步优选的范围为0～1％，进而再更进一步优选不包含上述碱土类金属成分。

[0091] 关于Mg^{2+}、Ca^{2+}、Sr^{2+}、Ba^{2+}的各成分的含量，各自优选的范围为0～10％，更优选的范围为0～8％，进一步优选的范围为0～6％，再进一步优选的范围为0～4％，更进一步优选的范围为0～2％，再更进一步优选的范围为0～1％，进而再更进一步优选不包含上述各碱土类金属成分。

[0092] Ge^{4+}是网络形成成分，还发挥提高折射率的作用，因此是能够在维持玻璃稳定性的同时提高折射率的成分，但是与其它成分相比是特别昂贵的成分，是期望控制其含量的成分。在光学玻璃I中，像上述那样确定组成，因此即使将Ge^{4+}的含量抑制在例如10％以下，也能够同时实现所需的光学特性和优秀的玻璃稳定性。因此，优选将Ge^{4+}的含量设为0～10％。Ge^{4+}的含量的更优选的范围为0～8％，进一步优选的范围为0～6％，再进一步优选的范围为0～4％，更进一步优选的范围为0～2％，再更进一步优选的范围为0～1％。特别优选不包含Ge^{4+}，即，特别优选为无Ge玻璃。

[0093] Bi^{3+}发挥提高折射率并且还提高玻璃稳定性的作用，但是当它的量超过10％时，可见光区域的光线透射率会降低。因此，优选将Bi^{3+}的含量设为0～10％。Bi^{3+}的含量的更优选的范围为0～8％，进一步优选的范围为0～6％，再进一步优选的范围为0～4％，更进一步优选的范围为0～2％，再更进一步优选的范围为0～1％，特别优选不包含Bi^{3+}。

[0094] 在上述成分之中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}为高折射率化成分，为了得到所需的折射率、色散，将La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量设为65％以上。在光学玻璃I中，为了维持玻璃稳定性而含有合计为5％以上的作为网络形成成分的Si^{4+}和B^{3+}，因此La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量自然而然地为95％以下。为了得到所需的光学特性，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量的优选的下限为66％，更优选的下限为67％，进一步优选的下限为68％，再进一步优选的下限为69％，更进一步优选的下限为70％。

[0095] 为了良好地维持玻璃稳定性，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量的优选的上限为90％，更优选的上限为85％，进一步优选的上限为80％，再进一步优选的上限为75％，更进一步优选的上限为73％。

[0096] 少量的Al^{3+}发挥改善玻璃稳定性和化学耐久性的作用，但是当它的量超过10％时，会示出液相线温度上升、耐失透性变差的倾向。因此，优选将Al^{3+}的含量设为0～10％。Al^{3+}的含量的更优选的范围为0～8％，进一步优选的范围为0～6％，再进一步优选的范围为0～4％，更进一步优选的范围为0～2％，再更进一步优选的范围为0～1％，特别优选不包含Al^{3+}。

[0097] 另外，作为光学玻璃I，为了提供具有高折射率低色散性、具备优秀的玻璃稳定性的光学玻璃，优选将上述阳离子成分以外的任选的阳离子成分的含量设为0～5％，更优选设为0～4％，进一步优选设为0～3％，再进一步优选设为0～2.5％，更进一步优选设为0～2％，再更进一步优选设为0～1.5％，进而再更进一步优选设为0～1.0％，特别优选设为0～0.5％。也可以将上述阳离子成分以外的任选的阳离子成分的含量设为0％。

[0098] Sb能够作为澄清剂进行添加，少量的添加还能够发挥抑制由Fe等杂质混入导致的光线透射率的降低，但是当换算成氧化物而作为Sb_2O_3外加添加超过1质量％时，玻璃会着色或由于其强烈的氧化作用而加剧成型模的成型面劣化。因此，换算成Sb_2O_3的Sb的外加添加量优选为0～1质量％，更优选为0～0.5质量％，进一步优选为0～0.1质量％。换算成Sb_2O_3的Sb的外加添加量是指，将Sb_2O_3以外的玻璃成分的含量的合计设为100质量％时以质量％表示的Sb_2O_3的含量。

[0099] Sn也能够作为澄清剂进行添加，当换算成SnO_2外加添加超过1质量％时，玻璃会着色或由于氧化作用而加剧成型模的成型面劣化。因此，换算成SnO_2的Sn的外加添加量优选

为0～1质量％，更优选为0～0.5质量％。换算成SnO_2的Sn的外加添加量是指，将SnO_2以外的玻璃成分的含量的合计设为100质量％时以质量％表示的SnO_2的含量。

[0100] 除了上述的以外，还能够少量添加Ce氧化物、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、氟化物作为澄清剂。

[0101] 光学玻璃I能够在实现高折射率低色散的光学特性的同时维持玻璃稳定性，因此可以不含有Lu、Hf、Ga、In、Sc这样的成分。因为Lu、Hf、Ga、In、Sc也是昂贵的成分，所以优选将Lu^{3+}、Hf^{4+}、Ga^{3+}、In^{3+}、Sc^{3+}的含量分别抑制在0～1％，更优选分别抑制在0～0.5％，进一步优选分别抑制在0～0.1％，特别优选不导入Lu^{3+}、不导入Hf^{4+}、不导入Ga^{3+}、不导入In^{3+}、不导入Sc^{3+}。

[0102] 此外，考虑到环境影响，优选也不导入As、Pb、U、Th、Te、Cd。

[0103] 进而，为了发挥玻璃的优秀的光线透射性，优选不导入Cu、Cr、V、Fe、Ni、Co、Nd、Tb等成为着色的主要原因的物质。

[0104] 因此，光学玻璃I优选实质上不包含上述的Pb等。另外，在此“实质上不包含”是指，不作为玻璃成分而主动导入，允许非刻意的作为杂质的混入。

[0105] 光学玻璃I为氧化物玻璃，主要阴离子成分为O^{2-}。如前所述，也能够作为澄清剂少量添加Cl^-、F^-，但是为了提供具有高折射率低色散性、具备优秀的玻璃稳定性的光学玻璃，优选将O^{2-}的含量设为98阴离子％以上，更优选设为99阴离子％以上，更优选设为99.5阴离子％以上，进一步优选设为99.9阴离子％以上，再进一步优选设为100阴离子％。

[0106] (折射率nd和阿贝数vd)

[0107] 光学玻璃I的阿贝数vd的范围为23～35。在发挥低色散性而提供适合于色像差校正的光学元件材料的情况下，阿贝数vd大更有利。从该观点出发，阿贝数vd的下限优选为24.0，更优选为24.5，进一步优选为25.0，再进一步优选为25.5，更进一步优选为26.0。

[0108] 另一方面，放宽阿贝数vd的上限有利于对维持、提高玻璃稳定性。从该观点出发，阿贝数vd的上限优选为32.00，更优选为31.00以下，进一步优选为30.00以下，再进一步优选为29.00以下，更进一步优选为28.00以下。

[0109] 对于光学玻璃I，折射率nd由与阿贝数vd的关系来确定。通过在维持低色散性的同时提高折射率，从而能够使摄像光学系统、投射光学系统等光学系统紧凑化、高功能化。在光学玻璃I中，折射率nd、阿贝数vd满足下述(1)式。与现有技术的高折射率低色散玻璃相比，满足(1)式的玻璃是对于相同的阿贝数vd折射率高的玻璃，即，是前面说明的光学特性图的左上方的范围的玻璃，是有用性高的玻璃。

[0110] $nd \geqslant 2.205-(0.0062\times vd)\cdots(1)$

[0111] 折射率nd的上限根据光学玻璃I的组成范围而自然而然地确定，因此没有特别限定。为了维持玻璃稳定性，优选将折射率nd设为2.20以下，更优选设为2.15以下，进一步优选设为2.10以下，再进一步优选设为2.09以下。

[0112] 从光学元件和组装了上述光学元件的光学系统的高功能化、紧凑化的方面考虑，优选折射率nd和阿贝数vd在上述范围内且还满足下述(1-1)式，更优选满足下述(1-2)式，进一步优选满足下述(1-3)式，再进一步优选满足下述(1-4)式，更进一步满足下述(1-5)式。

[0113] $nd \geqslant 2.207-(0.0062\times vd)\cdots(1-1)$

[0114] $nd \geqslant 2.209-(0.0062\times vd)\cdots(1-2)$

[0115] $nd \geqslant 2.211-(0.0062\times vd)\cdots(1-3)$

[0116] $nd \geqslant 2.213-(0.0062\times vd)\cdots(1-4)$

[0117] $nd \geqslant 2.215-(0.0062\times vd)\cdots(1-5)$

[0118] 进一步高折射率化的光学玻璃适合于作为如下光学元件的材料，该光学元件适合于摄像光学系统、投射光学系统等光学系统的紧凑化、高功能化。此外，即使在制作具有相同的焦距的透镜的情况下，也能够减小透镜的光学功能面的曲率的绝对值(曲线变平缓)，因此在透镜的成型、加工方面也是有利的。另一方面，由于使光学玻璃进一步高折射率化，从而示出玻璃的热稳定性降低、着色增加，即可见光短波长区域的光线透射率降低的倾向。因此，为了良好地维持玻璃的热稳定性、抑制着色的增加，优选折射率nd和阿贝数vd满足下述(1-6)式，更优选满足下述(1-7)式，进一步优选满足下述(1-8)式，再进一步优选满足下述(1-9)式，更进一步优选满足下述(1-10)式。

[0119] $nd \leqslant 2.320-(0.0062\times vd)\cdots(1-6)$

[0120] $nd \leqslant 2.300-(0.0062\times vd)\cdots(1-7)$

[0121] $nd \leqslant 2.280-(0.0062\times vd)\cdots(1-8)$

[0122] $nd \leqslant 2.260-(0.0062\times vd)\cdots(1-9)$

[0123] $nd \leqslant 2.240-(0.0062\times vd)\cdots(1-10)$

[0124] 在光学玻璃I中，所需的光学特性指的是如下的光学特性，即，阿贝数vd的范围为23～35，且折射率nd与阿贝数vd满足上述(1)式的范围，所需的光学特性中的优选的光学特性指的是在上述折射率nd、阿贝数vd的优选的范围中的任意的范围。

[0125] (液相线温度)

[0126] 高折射率玻璃含有大量的高折射率化成分(例如La^{3+}(La_2O_3)、Gd^{3+}(Gd_2O_3)、Y^{3+}(Y_2O_3)、Yb^{3+}(Yb_2O_3)、Ti^{4+}(TiO_2)、Nb^{5+}(Nb_2O_5)、Ta^{5+}(Ta_2O_5)、W^{6+}(WO_3)、Zr^{4+}(ZrO_2))，但是这些成分的单独的熔点均极高。而且，当高折射率化成分的总量多时，碱金属成分、碱土类金属成分等具有使熔融温度降低的作用的成分的总量相对会减少，熔融性、耐失透性会降低，因此为了得到均质的玻璃，必须提高熔融温度。

[0127] 当熔融温度变高时，玻璃熔液的侵蚀性会变强而侵蚀熔融容器，构成容器的材料例如铂、铂合金等会溶入到玻璃熔液中使玻璃着色，或者变成铂杂质。此外，当熔融温度高时，B^{3+}等易挥发的成分会挥发，还会产生玻璃组成随时间而变化、光学特性变动的问题。

[0128] 要解决这样的问题，只要抑制熔融温度的上升即可。熔融温度范围可以认为是可得到均质的玻璃熔液的温度范围，可以认为该温度范围的下限大体上随着液相线温度的上升、下降而变化。因此，只要能够抑制液相线温度的上升，也就能够抑制熔融温度的上升。

[0129] 此外，只要能够抑制液相线温度的上升，就能够有效防止玻璃成型时的失透，还能够将玻璃的粘性调整为适合于成型的范围，容易制作高品质的玻璃成型体。

[0130] 如前所述，无论是折射率的增减还是液相线温度的上升、下降，都与高折射率化成分量的增减联动，因此，使用考虑了折射率和液相线温度的指标来评价熔融性、耐失透性才妥当。在光学玻璃I中，在将液相线温度设为LT[℃]时，对于折射率为nd的玻璃将上述指标定义为LT/(nd-1)。分母是玻璃的折射率减去真空的折射率1的值，反映实质的折射率增减量。作为高折射率玻璃，LT/(nd-1)越低越意味着是熔融性、耐失透性优秀的玻璃。

[0131] 在光学玻璃I的优选的方式中，均衡地确定各成分量，使得在维持所需的光学特性的同时抑制液相线温度的上升，因此能够满足下述(3)式。

[0132] LT/(nd-1)≤1250℃…(3)

[0133] 为了得到进一步改善熔融性、耐失透性的玻璃，优选满足下述(3-1)式的光学玻璃，更优选满足下述(3-2)式的光学玻璃，进一步优选满足下述(3-3)式的光学玻璃，再进一步优选满足下述(3-4)式的光学玻璃，更进一步优选满足下述(3-5)式的光学玻璃，再更进一步优选满足下述(3-6)式的光学玻璃。

[0134] LT/(nd-1)≤1230℃…(3-1)

[0135] LT/(nd-1)≤1220℃…(3-2)

[0136] LT/(nd-1)≤1210℃…(3-3)

[0137] LT/(nd-1)≤1205℃…(3-4)

[0138] LT/(nd-1)≤1200℃…(3-5)

[0139] LT/(nd-1)≤1190℃…(3-6)

[0140] 另一方面，当LT/(nd-1)变低时，会示出难以维持所需的光学特性的倾向，因此优选不过度地下降LT/(nd-1)。从这样的观点出发，优选满足下述(3-7)式的光学玻璃，更优选满足下述(3-8)式的光学玻璃，进一步优选满足下述(3-9)式的光学玻璃，再进一步优选满足下述(3-10)式的光学玻璃，更进一步优选满足下述(3-11)式的光学玻璃，再更进一步优选满足下述(3-12)式的光学玻璃。

[0141] LT/(nd-1)≥1050℃…(3-7)

[0142] LT/(nd-1)≥1070℃…(3-8)

[0143] LT/(nd-1)≥1080℃…(3-9)

[0144] LT/(nd-1)≥1090℃…(3-10)

[0145] LT/(nd-1)≥1110℃…(3-11)

[0146] LT/(nd-1)≥1120℃…(3-12)

[0147] (部分色散特性)

[0148] 光学玻璃I优选为在固定了阿贝数vd时相对部分色散小的玻璃。由这样的光学玻璃构成的透镜等光学元件适合于高阶的色像差校正。

[0149] 在此，相对部分色散Pg,F使用g线、F线、c线的各折射率ng、nF、nc表示为(ng-nF)/(nF-nc)。

[0150] 为了提供适合于高阶的色像差校正的光学玻璃，作为光学玻璃I，优选相对部分色散Pg,F与阿贝数vd满足下述(4-1)式的关系，更优选满足下述(4-2)式的关系，进一步优选满足下述(4-3)式的关系。

[0151] Pg,F≤-0.005×vd++0.750…(4-1)

[0152] Pg,F≤-0.005×vd+0.745…(4-2)

[0153] Pg,F≤-0.005×vd+0.743…(4-3)

[0154] 另外，在相对部分色散Pg,F-阿贝数vd图中，当将成为正常部分色散玻璃的基准的基准线上的相对部分色散表示为Pg,F(0)时，Pg,F(0)使用阿贝数vd表示为下式。

[0155] Pg,F(0)＝0.6483-(0.0018×vd)

[0156] ΔPg,F为相对部分色散Pg,F对上述基准线的偏差，用下式来表示。

[0157] $\Delta Pg,F = Pg,F - Pg,F(0)$

[0158] $= Pg,F + +(0.0018 \times vd) - 0.6483$

[0159] 在上述的方式的光学玻璃的优选的方式中，偏差ΔPg,F为0.030以下，适合于作为高阶的色像差校正用的光学元件材料。ΔPg,F的更优选的范围为0.025以下，进一步优选的范围为0.020以下，再进一步优选的范围为0.015以下，更进一步优选的范围为0.010以下。偏差ΔPg,F的下限更优选为0.0000以上，进一步优选为0.001以上，再进一步优选为0.003以上，更进一步优选为0.005以上。

[0160] (比重)

[0161] 上述的方式的光学玻璃为高折射率玻璃，当玻璃高折射率化时一般会示出比重增加的倾向。但是比重的增加会导致光学元件的重量增加，因此不优选。相对于此，上述的方式的光学玻璃具有上述玻璃组成，由此能够在是高折射率玻璃的同时使比重为5.60以下。比重的优选的上限为5.50，进一步优选的上限为5.40，再进一步优选的上限为5.30。但是，当过度减小比重时，会示出玻璃的稳定性下降、液相线温度上升的倾向，因此比重优选设为4.50以上。比重的更优选的下限为4.70，进一步优选的下限为4.90，再进一步优选的下限为5.00，更进一步优选的下限为5.10。

[0162] (透射率特性)

[0163] 接着，对光学玻璃I的光线透射性进行说明。

[0164] 光学玻璃I能够跨越可见光区域的宽波长区域而示出高光线透射率。在光学玻璃I的优选的方式中，示出λ70为680nm以下的着色度。λ70的更优选的范围为660nm以下，进一步优选的范围为650nm以下，再进一步优选的范围为600nm以下，更进一步优选的范围为560nm以下，再更进一步优选的范围为530nm以下。λ70的下限没有特别限定，但是可以将380nm作为λ70的下限的目标。

[0165] 在此，λ70指的是，在波长为280～700nm的范围中光线透射率变成70％的波长。在此，光线透射率指的是，使用抛光成10.0±0.1mm的厚度的具有相互平行的面的玻璃试样，从垂直方向对所述抛光了的面入射光而得到的光谱透射率，即，将入射到所述试样的光的强度设为Iin、将透射了所述试样的光的强度设为Iout时，为Iout/Iin。在光谱透射率中也包含试样表面的光的反射损耗。此外，上述抛光意味着相对于测定波长区域的波长，光滑化至表面粗度充分小的状态。关于光学玻璃I，优选在比λ70位于长波长侧的可见光区域中，光线透射率超过70％。

[0166] λ5为用前面针对测定λ70叙述的方法测定的光线透射率变成5％的波长，λ5的优选的范围为450nm以下，更优选的范围为430nm以下，进一步优选的范围为410nm以下，再进一步优选的范围为400nm以下，更进一步优选的范围为390nm以下，再更进一步优选的范围为380nm以下。λ5的下限没有特别限定，但是可以将300nm作为λ5的下限的目标。

[0167] 如前所述，上述光谱透射率在波长为280～700nm的范围中测定，通常当波长从λ5增加时光线透射率会增加，当达到λ70时，直到波长为700nm为止保持70％以上的高透射率。

[0168] (玻璃化转变温度)

[0169] 光学玻璃I是适合于通过抛光而形成平滑的光学功能面的玻璃。对抛光等冷加工的适应性，即冷加工性间接地与玻璃化转变温度相关。玻璃化转变温度低的玻璃相比冷加工更适合于精密压制成型，相对于此，玻璃化转变温度高的玻璃相比精密压制成型更适合

于冷加工，其冷加工性优秀。因此，在光学玻璃I中也优选不过度地降低玻璃化转变温度，优选为650℃以上，更优选为680℃以上，进一步优选为700℃以上，再进一步优选为710℃以上，更进一步优选为730℃以上，再更进一步优选为740℃以上。

[0170] 但是，当玻璃化转变温度过高时，在将玻璃再加热、软化而进行成型时的加热温度会变高，在成型中使用的模具会显著劣化，退火温度也会变高，退火炉的劣化、消耗也会变得显著。因此，玻璃化转变温度优选为850℃以下，更优选为800℃以下，进一步优选为780℃以下，再进一步优选为760℃以下。

[0171] [光学玻璃II]

[0172] 接着，对作为本发明的另一个方式的光学玻璃的光学玻璃II进行说明。

[0173] 光学玻璃II是氧化物玻璃，其中，将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，

[0174] 以阳离子％表示，包含：

[0175] 合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；

[0176] 10～50％的La^{3+}(其中，La^{3++}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；

[0177] 合计为23～70％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}(其中，Ti^{4+}超过22％)，

[0178] Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.14以下，

[0179] Ba^{2+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.40以下，

[0180] Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于Zr^{4+}的含量的阳离子比[$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$]为2以上，

[0181] Ti^{4+}的含量相对于B^{3+}的含量的阳离子比(Ti^{4+}/B^{3+})为0.85以上，

[0182] 阿贝数vd的范围为18以上且不足35，且折射率nd满足下述(2)式。

[0183] $nd \geqslant 2.540-(0.02\times vd)$…(2)

[0184] 光学玻璃II与光学玻璃I同样为在维持玻璃稳定性的同时具有高折射率低色散特性的玻璃，但是Ti^{4+}的含量比光学玻璃I多。在光学玻璃I中，将Ti^{4+}的含量设为22％以下，为了提高可见光区域的光谱透射率、有利于高阶的色像差校正而将相对部分色散抑制得低。此外，在阿贝数vd大约为24.28以上的范围中，折射率的下限比光学玻璃I的折射率的下限高。

[0185] 另一方面，在光学玻璃II中，将Ti^{4+}的含量设为超过22％，在比光学玻璃I宽的阿贝数vd的范围中，示出高折射率低色散特性。

[0186] 以下，关于光学玻璃II的组成、特性就与光学玻璃I不同之处进行说明。因此，以下没有说明的组成、特性与光学玻璃I的组成、特性相同。

[0187] Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}发挥提高折射率并且改善耐失透性、抑制液相线温度的上升、改善化学耐久性的作用。如果Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量不足23％，则难以得到上述效果，当Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量超过70％时，耐失透性会变差、液相线温度会上升。此外，色散会变高，玻璃的着色会增强。因此，Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量设为23～70％。Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的优选的上限为60％，更优选的上限为55％，进一步优选的上限为50％，再进一步优选的上限为45％，更进一步优选的上限为40％，Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的优选的下限为24％，更优选的下限为25％，进一步优选的下限为26％，再进一步优

选的下限为27％，更进一步优选的下限为28％。

[0188] 在光学玻璃II中，在使Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量为上述范围的基础上，通过使Ti^{4+}的含量多于22％，从而能够改善耐失透性。此外，对于抑制液相线温度上升也是有效的。

[0189] Ti^{4+}的含量的优选的下限为22.5％，更优选的下限为23％，进一步优选的下限为24％，Ti^{4+}的含量的优选的上限为60％，更优选的上限为50％，进一步优选的上限为45％，再进一步优选的上限为40％，更进一步优选的上限为35％，再更进一步优选的上限为30％。

[0190] 为了在维持玻璃稳定性的同时进行高折射率低色散化，将Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]设为0.14以下。根据上述理由，阳离子比[Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]的优选的上限为0.13，更优选的上限为0.12，进一步优选的上限为0.11。在La、Gd、Y及Yb中，原子量最小的元素为Y。因此，为了减小玻璃的比重，阳离子比[Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]的优选的下限为0.01，更优选的下限为0.02，进一步优选的下限为0.03，再进一步优选的下限为0.04，更进一步优选的下限为0.05。光学玻璃II也适合于作为搭载有自动对焦功能的照相机用透镜的材料，通过减小玻璃的比重，从而能够降低自动对焦时的功耗。

[0191] 从减小玻璃的比重的观点出发，优选在将阳离子比[Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]设为0.14以下的同时，将Y^{3+}的含量相对于Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[Y^{3+}/(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]设为超过0.60。根据上述理由，阳离子比[Y^{3+}/(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]的更优选的下限为0.61，进一步优选的下限为0.62，再进一步优选的下限为0.63，更进一步优选的下限为0.64。

[0192] 为了在良好地维持玻璃稳定性的同时进行高折射率低色散化，Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量优选设为1.0％以上。Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}均通过与La^{3+}共存而发挥降低液相线温度、大幅地改善耐失透性的作用。为了良好地得到该作用，Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量更优选为1.5％以上，进一步优选为2.0％以上，再进一步优选为2.5％以上，更进一步优选为3.0％以上，再更进一步为3.5％以上。Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的优选的上限为35％，更优选的上限为30％，进一步优选的上限为25％，再进一步优选的上限为20％，更进一步优选的上限为15％，再更进一步优选的上限为10％，进而再更进一步优选的上限为7％。

[0193] 根据与光学玻璃I同样的理由，阳离子比[(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]也存在优选的下限。阳离子比[(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]的优选的下限为超过0，更优选的下限为0.02，进一步优选的下限为0.03，再进一步优选的下限为0.04，更进一步优选的下限为0.05。

[0194] 根据与光学玻璃I同样的理由，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量也存在优选的范围。La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量的优选的下限为60％，更优选的下限为64％，进一步优选的下限为65％，再进一步优选的下限为66％，更进一步优选的下限为67％。La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量的优选的上限为90％，更优选的上限为85％，进一步优选的上限为80％，再进一步优选的上限为75％。

[0195] 根据与光学玻璃I同样的理由，阳离子比[Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})]也存在优选的范围。阳离子比[Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})]的优选的下限为0.10，更优选的下限为0.13，进一步优选的下限为

0.16，再进一步优选的下限为0.19，更进一步优选的下限为0.22。阳离子比[Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})]也存在优选的范围。阳离子比[Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})]的优选的上限为0.80，更优选的上限为0.60，进一步优选的上限为0.50，再进一步优选的上限为0.40，更进一步优选的上限为0.35。

[0196] 为了在良好地维持玻璃稳定性的同时进行高折射率低色散化，Si^{4+}和B^{3+}的合计含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[(Si^{4+}+B^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})]的优选的下限为0.10，更优选的下限为0.20，进一步优选的下限为0.30，再进一步优选的下限为0.40，更进一步优选的下限为0.50，再更进一步优选的下限为0.60，优选的上限为1.05，更优选的上限为1.0，进一步优选的上限为0.95，再进一步优选的上限为0.90，更进一步优选的上限为0.85，再更进一步优选的下限为0.83。

[0197] 为了在维持玻璃稳定性的同时赋予高折射率低色散特性，Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量相对于Zr^{4+}的含量的阳离子比[(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}]为2以上。根据上述理由，阳离子比[(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}]的优选的下限为3，更优选的下限为3.5，进一步优选的下限为4，再进一步优选的下限为4.5，更进一步优选的下限为5，优选的上限为72，更优选的上限为50，进一步优选的上限为40，再进一步优选的上限为30，更进一步优选的上限为20，再更进一步优选的上限为10。

[0198] 与Ti^{4+}的含量为22％以下、阿贝数vd的范围为23～35的光学玻璃I相比，光学玻璃II含有超过22％的Ti^{4+}，阿贝数vd的下限为18，即使在阿贝数vd小的范围中也示出优秀的玻璃稳定性和高折射率特性。

[0199] 在光学玻璃II中，当阿贝数vd超过35时，难以良好地维持玻璃稳定性。另一方面，光学玻璃II含有比较多的Ti^{4+}，因此阿贝数vd的下限为18。

[0200] (折射率nd和阿贝数vd)

[0201] 为了提供适合于色像差校正的光学元件材料，阿贝数vd的优选的下限为19，更优选的下限为20，进一步优选的下限为21，再进一步优选的下限为22，更进一步优选的下限为23。另一方面，为了良好地维持玻璃稳定性，阿贝数vd的优选的上限为32，更优选的上限为30，进一步优选的上限为29，再进一步优选的上限为28，更进一步优选的上限为27。

[0202] 在能够在比较宽的范围内调整阿贝数vd的光学玻璃II中，为了提供适合于光学系统的紧凑化、高功能化的玻璃材料，折射率nd、阿贝数vd满足下述(2)式。满足(2)式的玻璃也是与现有技术的高折射率低色散玻璃相比在相同的阿贝数vd下折射率高的玻璃，即，是前面说明的光学特性图的左上方的范围的玻璃，是有用性高的玻璃。

[0203] $nd \geqslant 2.540-(0.02\times vd)\cdots(2)$

[0204] 进而，根据上述的理由，优选折射率nd、阿贝数vd满足下述(2-1)式，更优选满足下述(2-2)式，进一步优选满足下述(2-3)式，再进一步优选满足下述(2-4)式。

[0205] $nd \geqslant 2.543-(0.02\times vd)\cdots(2-1)$

[0206] $nd \geqslant 2.546-(0.02\times vd)\cdots(2-2)$

[0207] $nd \geqslant 2.549-(0.02\times vd)\cdots(2-3)$

[0208] $nd \geqslant 2.550-(0.02\times vd)\cdots(2-4)$

[0209] 折射率nd的上限根据光学玻璃II的组成范围而自然而然地确定，因此没有特别限定。为了维持玻璃稳定性，优选将折射率nd设为2.40以下，更优选设为2.30以下，进一步优

选设为2.20以下，再进一步优选设为2.15以下，更进一步优选设为2.10以下，再更进一步优选设为2.09以下。

[0210] (部分色散特性)

[0211] 光学玻璃II中的相对部分色散Pg,F的优选的上限、下限及ΔPg,F的优选的上限与光学玻璃I相同。另一方面，光学玻璃II中的ΔPg,F的优选的下限为-0.001，更优选的下限为0.000，进一步优选的下限为0.003。

[0212] (比重)

[0213] 为了光学元件的轻量化，光学玻璃II的比重的优选的范围为5.50以下，更优选的范围为5.40以下，进一步优选的范围为5.30以下，再进一步优选的范围为5.20以下。但是，当过度减小比重时，会示出玻璃的稳定性下降、液相线温度上升的倾向，因此比重优选设为4.50以上。比重的更优选的下限为4.60，进一步优选的下限为4.70，再进一步优选的下限为4.80，更进一步优选的下限为4.90。

[0214] (透射率特性)

[0215] 光学玻璃II的光线透射性与光学玻璃I的特性是同样的，λ5的优选的范围为450nm以下，更优选的范围为430nm以下，进一步优选的范围为410nm以下，再进一步优选的范围为400nm以下，更进一步优选的范围为390nm以下，再更进一步优选的范围为380nm以下。λ5的下限没有特别限定，但是可以将300nm作为λ5的下限的目标。

[0216] (玻璃化转变温度)

[0217] 根据与光学玻璃I的玻璃化转变温度同样的理由，光学玻璃II的玻璃化转变温度也存在优选的下限、优选的上限。光学玻璃II的玻璃化转变温度的优选的下限为650℃，更优选的下限为670℃，进一步优选的下限为680℃，再进一步优选的下限为690℃，更进一步优选的下限为700℃，再更进一步优选的下限为710℃，进而再更进一步优选的下限为720℃。另一方面，玻璃化转变温度的优选的上限为850℃，更优选的上限为800℃，进一步优选的上限为780℃，再进一步优选的上限为760℃，更进一步优选的上限为750℃，再更进一步优选的上限为740℃。

[0218] 关于光学玻璃II的其它的组成、特性，与光学玻璃I相同。

[0219] [光学玻璃的制造方法]

[0220] 接着，对本发明的一个方式的光学玻璃的制造方法进行说明。

[0221] 本发明的一个方式的光学玻璃的制造方法包括通过加热使玻璃原料熔融并对得到的熔融玻璃进行成型的步骤，在所述光学玻璃的制造方法中，以可得到前述的本发明的光学玻璃的方式调配所述玻璃原料，并使用铂制或铂合金制的玻璃熔融容器进行所述熔融。

[0222] 例如，与目标的玻璃组成对应地称量、调配粉状的化合物原料或碎玻璃原料，将其供给到铂制或铂合金制的熔融容器内，然后对其进行加热而使其熔融。将上述原料充分熔融，使其玻璃化，然后使该熔融玻璃的温度上升，进行澄清。利用搅拌器搅拌澄清的熔融玻璃而使其均质化，连续供给到玻璃流出管并使其流出，进行骤冷、固化而得到玻璃成型体。

[0223] 另外，为了得到均质、低着色且包括光学特性在内的各特性稳定的玻璃，期望使光学玻璃的熔融温度的范围为1200～1500℃。

[0224] [压制成型用玻璃料滴]

[0225] 本发明的一个方式的压制成型用玻璃料滴由上述的方式的光学玻璃构成。料滴的形状根据设为目标的压制成型品的形状而做成为容易压制成型的形状。此外，料滴的质量也设定为与压制成型品相匹配。根据本发明的一个方式，能够使用稳定性优秀的玻璃，因此即使再加热、软化而进行压制成型，玻璃也不易失透，能够稳定地生产高品质的成型品。

[0226] 压制成型用玻璃料滴的制造例如下所示。

[0227] 在第1制造例中，将从管流出的熔融玻璃连续地浇铸到水平地配置在流出管的下方的铸模中，成型为具有固定的厚度的板状。从设置在铸模侧面的开口部向水平方向连续地拉出成型了的玻璃。通过传送带来拉出板状玻璃成型体。使传送带的拉出速度固定，使得拉出的玻璃成型体的板厚固定，由此能够得到规定的厚度、板宽的玻璃成型体。玻璃成型体通过传送带传送至退火炉内进行缓冷。将缓冷了的玻璃成型体在板厚方向上切断或割断，实施抛光加工或者实施滚筒抛光而做成为压制成型用玻璃料滴。

[0228] 在第2制造例中，代替上述铸模而在圆筒状的铸模内浇铸熔融玻璃，成型为圆柱状的玻璃成型体。从铸模底部的开口部以固定的速度竖直向下拉出在铸模内成型的玻璃成型体。关于拉出速度，只要使铸模内的熔融玻璃液面位置固定即可。将玻璃成型体缓冷后进行切断或割断，实施抛光加工或者滚筒抛光而制成压制成型用玻璃料滴。

[0229] 在第3制造例中，在流出管的下方设置在圆形的转台的圆周上以等间隔配置有多个成型模的成型机，使转台进行分度旋转，将成型模的停留位置之一作为将熔融玻璃供给到成型模的位置(称为浇铸位置)而供给熔融玻璃，在将供给的熔融玻璃成型为玻璃成型体后，从与浇铸位置不同的规定的成型模的停留位置(取出位置)取出玻璃成型体。至于将哪个停留位置设为取出位置，只要考虑转台的旋转速度、玻璃的冷却速度等进行确定即可。能够通过以下方式向浇铸位置处的成型模供给熔融玻璃，所述方法有：从流出管的玻璃流出口滴下熔融玻璃，用上述成型模盛接玻璃滴的方法；使停留在浇铸位置的成型模接近玻璃流出口，支承流出的熔融玻璃流的下端部，在玻璃流的中途制作缩颈部，通过在规定的定时使成型模在竖直方向上急速下降，从而分离缩颈部以下的熔融玻璃而盛接在成型模上的方法；用切断刀切断流出的熔融玻璃流，用停留在浇铸位置的成型模盛接分离了的熔融玻璃块的方法，等。

[0230] 关于成型模上的玻璃的成型，只要使用公知的方法即可。其中，当从成型模向上喷出气体而对玻璃块施加向上的风压而使玻璃上浮的同时进行成型时，能够防止在玻璃成型体的表面产生褶皱或者由于与成型模接触而在玻璃成型体产生裂纹。

[0231] 关于玻璃成型体的形状，通过选择成型模形状、上述喷出气体的方式而做成为球状、旋转椭圆体状、具有1个旋转对称轴且朝向该旋转对称轴的轴向的2个面均向外侧凸出的形状等。这些形状适合于用于压制成型透镜等光学元件或光学元件坯件的玻璃料滴。这样得到的玻璃成型体能够直接或者对表面进行抛光或滚筒抛光而制成压制成型用玻璃料滴。

[0232] [光学元件坯件及其制造方法]

[0233] 接着，对本发明的一个方式的光学元件坯件及其制造方法进行说明。

[0234] 本发明的一个方式的光学元件坯件由上述的方式的光学玻璃构成。本发明的一个方式的光学元件坯件适合于作为用于制作如下光学元件的玻璃母材，该光学元件具有上述的方式的光学玻璃所具有的各性质。

[0235] 另外，光学元件坯件是如下的玻璃成型体，该玻璃成型体具有与光学元件的形状近似的形状，且在作为目标的光学元件的形状上加上了通过研磨和抛光而除去的加工余量。

[0236] 在本发明的一个方式的光学元件坯件的制造方法的第一方式中，通过加热使上述的方式的压制成型用玻璃料滴软化而进行压制成型，其中，所述光学元件坯件通过研磨和抛光而制作成光学元件。该方法也称为再加热压制成型法。

[0237] 在本发明的一个方式的光学元件坯件的制造方法的第二方式中，通过加热使玻璃原料熔融，将得到的熔融玻璃进行压制成型，从而制作上述的方式的光学元件坯件，其中，所述光学元件坯件通过研磨和抛光而制作成光学元件。该方法也称为直接压制成型法。

[0238] 在上述第一方式中，准备具有如下形状的成形面的压制成型模，该形状与作为目标的光学元件的表面形状的反转形状近似。压制成型模由包括上模、下模以及根据需要还包括体模的模部件构成。

[0239] 接着，在通过加热使压制成型用玻璃料滴软化后导入到预热了的下模中，用下模和与其相向的上模进行压制而成型为光学元件坯件。此时，为了防止压制成型时的玻璃与成型模的熔着，也可以预先在压制成型用玻璃料滴的表面均匀地涂敷氮化硼等粉末状脱模剂。

[0240] 接着，使光学元件坯件脱模并从压制成型模中取出，进行退火处理。通过该退火处理降低玻璃内部的应力，使得折射率等光学特性成为所需的值。

[0241] 玻璃料滴的加热条件、压制成型条件、压制成型模所使用的材料等只要应用公知的即可。以上的工序能够在大气中进行。

[0242] 在第二方式中，由包括上模、下模以及根据需要还包括体模的模部件构成压制成型模。如前所述，将压制成型模的成型面加工成将光学元件坯件的表面形状反转了的形状。

[0243] 在下模成型面上适宜地均匀涂敷氮化硼等粉末状脱模剂，按照所述的光学玻璃的制造方法将熔融了的熔融玻璃流出至下模成型面上，当下模上的熔融玻璃量达到所需的量时，用称为剪切机的切断刀切断熔融玻璃流。这样，在下模得到熔融玻璃块，然后将熔融玻璃块连同下模移动至在上方有上模待机的位置，用上模和下模压制玻璃而成型为光学元件坯件。

[0244] 接着，使光学元件坯件脱模并从压制成型模中取出，进行退火处理。通过该退火处理降低玻璃内部的应力，使得折射率等光学特性成为所需的值。

[0245] 玻璃料滴的加热条件、压制成型条件、压制成型模所使用的材料等只要应用公知的即可。以上的工序能够在大气中进行。

[0246] [光学元件及其制造方法]

[0247] 接着，对本发明的一个方式的光学元件进行说明。

[0248] 本发明的一个方式的光学元件由上述的方式的光学玻璃构成。本发明的一个方式的光学元件具有上述的方式的光学玻璃所具有的各性质，因此对光学系统的高功能化、紧凑化是有效的。作为本发明的光学元件，能够例示各种透镜、棱镜等。进而，作为透镜的例子，能够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。

[0249] 这样的透镜能够通过与高色散玻璃制的透镜、低色散玻璃制的透镜组合来校正色

像差，适合于作为色像差校正用的透镜。此外，也是对于光学系统的紧凑化有效的透镜。

[0250] 此外，关于棱镜，其折射率高，因此能够通过组装到摄像光学系统中而使光路弯曲而朝向所需的方向，由此实现紧凑、宽视角的光学系统。

[0251] 另外，也能够在本发明的一个方式的光学元件的光学功能面设置防反射膜等控制光线透射率的膜。

[0252] 接着，对本发明的一个方式的光学元件的制造方法进行说明。

[0253] 本发明的一个方式的光学元件的制造方法，其特征在于对用上述的方式的方法制作的光学元件坯件进行加工。在本发明的一个方式中，能够使用加工性优秀的光学玻璃作为构成光学元件坯件的光学玻璃，因此，作为加工方法能够应用公知的方法。

[0254] [实施例]

[0255] 接着，通过实施例对本发明进行更详细的说明，本发明丝毫不限定于实施例所示的方式。能够参考以下记载的实施例，通过应用前述的各玻璃成分的含量的调整法来得到本发明的各种方式的光学玻璃。

[0256] (光学玻璃的制作例)

[0257] 首先，以可得到具有表1所示的组成(以阳离子％表示)的氧化物玻璃No.1～15和表2所示的氧化物玻璃No.16～70的方式，作为原料使用硝酸盐、硫酸盐、氢氧化物、氧化物、硼酸等，称量各原料粉末并充分混合，制成调配原料，将该调配原料放入到铂制坩埚或铂合金制坩埚中在1300～1500℃进行加热、熔融，并进行澄清、搅拌而得到均质的熔融玻璃。

[0258] 将该熔融玻璃流入到预热了的铸模中进行骤冷，在玻璃化转变温度附件的温度保持2小时，然后进行缓冷而得到氧化物玻璃No.1～70的各光学玻璃。在No.1～70的玻璃中，未发现混入有铂夹杂物等杂质。

[0259] 氧化物玻璃No.1～70的阴离子成分全部为O^{2-}。

[0260] 另外，氧化物玻璃No.1～15相当于光学玻璃I，氧化物玻璃No.16～70相当于光学玻璃II。

[0261] 玻璃特性的测定

[0262] 各玻璃的特性用以下所示的方法进行测定。将测定结果示于表1、2。

[0263] (1)折射率nd和阿贝数vd

[0264] 对于以每小时30℃的降温速度进行冷却的光学玻璃进行测定。

[0265] (2)相对部分色散Pg,F、与相对部分色散的基准线的差ΔPg,F

[0266] 对以每小时30℃的降温速度进行冷却的光学玻璃测定折射率ng、nF、nc，根据这些值算出相对部分色散Pg,F。

[0267] 与相对部分色散的基准线的差ΔPg,F根据相对部分色散Pg,F和由阿贝数vd算出的基准线上的相对部分色散Pg,F(0)算出。

[0268] (3)玻璃化转变温度Tg

[0269] 使用差示扫描热量分析装置(DSC)在升温速度为10℃/分的条件下进行测定。

[0270] (4)液相线温度

[0271] 将玻璃放入到加热至规定温度的炉内保持2小时，冷却后用100倍的光学显微镜观察玻璃内部，根据有无晶体来决定液相线温度。

[0272] (5)比重

[0273] 通过阿基米德法进行测定。

[0274] (6)λ70、λ5

[0275] 使用抛光为10.0±0.1mm的厚度的具有相互平行的面的玻璃试样，通过分光光度计，从垂直方向对所述抛光了的面入射强度为Iin的光，测定透过试样的光的强度Iout，算出光线透射率Iout/Iin，将光线透射率变成70％的波长作为λ70，将光线透射率变成5％的波长作为λ5。

[0276] 制造玻璃时析出的晶体的数密度的测定

[0277] 玻璃可通过将熔融玻璃进行成型而得到。当玻璃稳定性降低时，将熔融玻璃流入到铸模中进行成型而得到的玻璃中所包含的晶粒的数量会增加。

[0278] 因此，玻璃稳定性，特别是将玻璃熔液进行成型时的耐失透性能够通过在固定的条件下熔融、成型的玻璃所包含的晶体的多少来评价。以下示出评价方法的一个例子。

[0279] 作为原料使用硝酸盐、硫酸盐、氢氧化物、氧化物、硼酸等，称量各原料粉末并进行充分混合而制成调配原料，将该调配原料放入到容量为300ml的铂制坩埚中，在1400℃进行2小时的加热、熔融，制作200g均质的熔融玻璃。在此期间，对熔融玻璃进行数次搅拌、振动。

[0280] 经过2小时后，从1300～1500℃的炉中取出放入有熔融玻璃的坩埚，进行15～20秒的搅拌、振动后，将熔融玻璃流入到碳制的铸模(60mm×40mm×10mm～15mm)中，放入到缓冷炉内除去应力。

[0281] 使用光学显微镜(倍率为100倍)观察得到的玻璃的内部，对析出的晶体的数量进行计数，算出每1kg玻璃所含有的晶体数，作为晶体的数密度(个/kg)。

[0282] 通过上述方法评价的No.1～59的各玻璃的晶体的数密度全部为0个/kg。

[0283] (比较例)

[0284] 为进行比较，对文献1的实施例No.3和No.5的组成、文献2的实施例No.16的组成进行了再现实验。将换算为以阳离子％表示的文献1的实施例No.3和No.5的组成示于表2，将换算为以阳离子％表示的文献2的实施例No.16的组成示于表1。

[0285] 进而，对除了阳离子比Ti^{4+}/B^{3+}外满足光学玻璃I的条件、阳离子比Ti^{4+}/B^{3+}为比光学玻璃I的阳离子比Ti^{4+}/B^{3+}小的0.804的组成，尝试将原料熔融而玻璃化。将该组成称为组成A。将组成A示于表1。

[0286] 进而，对除阳离子比Ti^{4+}/B^{3+}外满足光学玻璃II的条件、阳离子比Ti^{4+}/B^{3+}为比光学玻璃II的阳离子比Ti^{4+}/B^{3+}小的0.803的组成，尝试将原料熔融而玻璃化。将该组成称为组成B。将组成B示于表2。

[0287] 对于文献1的实施例No.3和No.5的组成、文献2的实施例No.16的组成、组成A，熔融物白浊，没有玻璃化。

[0288] 组成B虽然玻璃化，但是利用上述的测定制造玻璃时析出的晶体的数密度的方法来测定玻璃中析出的晶体的数密度的结果为998个/kg。

[0289] 能够将以下情况作为具有更优秀的玻璃稳定性的均质的光学玻璃的指标，即，通过上述的评价方法求出的晶体的数密度为不足1000个/kg、更优选为不足500个/kg、进一步优选为不足300个/kg、再进一步优选为不足200个/kg、更进一步优选为不足100个/kg、再更进一步优选为不足50个/kg、进而再更进一步优选为不足20个/kg、特别优选为0个/kg。

[0290] [表1]

[0291]

[0292] [表2-1]

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	A	文献2 实施例16
	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%
Si^{4+}	7.16	8.81	8.33	6.70	7.69	7.65	9.50	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	10.73	5.00	2.15	8.08
B^{3+}	20.77	18.88	19.68	21.66	19.72	20.38	18.83	20.40	20.40	20.40	20.40	19.40	18.40	16.40	24.13	25.88	21.07
Li^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zn^{2+}	1.79	1.72	1.47	0.00	1.00	0.99	1.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.00	0.99	0.00
La^{3+}	30.04	29.72	29.78	30.91	30.86	30.50	29.37	30.02	30.02	30.02	30.02	30.02	30.02	30.02	30.02	30.5	27.83
Gd^{3+}	5.38	5.64	5.65	6.47	6.47	6.43	4.26	6.50	6.50	7.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.43	5.98
Y^{3+}	0.51	0.49	0.49	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.55
Yb^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr^{4+}	5.70	5.70	6.20	5.78	6.03	6.00	5.57	6.06	6.06	7.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6	5.61
Ti^{4+}	21.40	21.12	21.21	20.69	20.94	20.81	21.13	17.97	20.97	20.97	19.97	20.97	20.97	20.97	20.97	20.81	14.17
Nb^{5+}	7.25	7.92	7.19	7.29	7.29	7.24	9.09	7.32	4.32	2.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.24	7.71
Ta^{5+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W^{6+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0	0.00
Ge^{4+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
$Si^{4+}+B^{3+}$	27.93	27.69	28.01	28.36	27.41	28.03	28.33	28.13	28.13	28.13	28.13	27.13	26.13	27.13	29.13	28.03	29.15
$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$	0.256	0.318	0.297	0.236	0.281	0.273	0.335	0.275	0.275	0.275	0.275	0.285	0.296	0.396	0.172	0.077	0.277
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$	35.93	35.85	35.92	37.88	37.33	36.93	34.13	36.52	36.52	37.52	36.52	36.52	36.52	36.52	36.52	36.93	43.36
$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.014	0.014	0.014	0.013	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.220
$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.184	0.171	0.171	0.184	0.173	0.174	0.139	0.178	0.178	0.200	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.174	0.358
$Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$	28.65	29.04	28.40	27.98	28.23	28.05	30.22	28.29	28.29	28.29	28.29	29.29	30.29	28.29	28.29	28.05	21.88
$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$	6.026	6.095	5.581	5.841	5.682	5.675	6.425	5.668	5.668	4.724	5.668	5.833	5.998	5.668	5.668	5.675	4.900
Ti^{4+}/B^{3+}	1.030	1.119	1.078	0.955	1.062	1.021	1.122	0.881	1.028	1.028	0.979	1.081	1.140	1.279	0.869	0.804	0.673
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.410	1.694	2.293	1.000	1.137	1.137	1.000	1.000	1.000	1.000
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}+Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}+Bi^{3+}$	70.28	70.59	70.52	71.64	71.59	70.98	69.92	70.87	70.87	70.87	70.87	71.87	72.87	70.87	70.87	70.96	70.65
$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.797	0.810	0.791	0.739	0.756	0.760	0.885	0.775	0.775	0.701	0.775	0.802	0.829	0.775	0.775	0.760	0.505
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.253	0.273	0.253	0.261	0.258	0.258	0.301	0.365	0.259	0.202	0.259	0.284	0.275	0.259	0.259	0.258	0.352
$W^{6+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000
$Li^{+}+Na^{+}+K^{+}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(Si^{4+}+B^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.777	0.772	0.780	0.749	0.734	0.759	0.830	0.770	0.770	0.750	0.770	0.743	0.715	0.743	0.795	0.759	0.672
$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.062	0.059	0.052	0.000	0.035	0.035	0.058	0.035	0.035	0.038	0.035	0.034	0.033	0.071	0.000	0.035	0.000
nd	2.0521	2.0509	2.0489	2.0493	2.0519	2.0493	2.0516	2.0451	2.0463	2.0402	2.0494	2.0560	2.0620	2.0484	2.0533	–	–
νd	26.73	26.68	26.90	27.17	27.01	27.06	26.26	27.52	27.31	27.86	26.95	26.77	26.21	27.03	26.82	–	–
nd−{2.205−(0.0062×νd)}	0.0128	0.0113	0.0107	0.0128	0.0144	0.0120	0.0094	0.0107	0.0108	0.0079	0.0115	0.0170	0.0195	0.0090	0.0146	–	–
P_{gF}	0.6100	0.6075	0.6114	0.6080	0.6069	0.6064	0.6101	0.6030	0.6065	0.6014	0.6056	0.6078	0.6102	0.6064	0.6074	–	–
ΔP_{gF}	0.0096	0.0072	0.0116	0.0086	0.0072	0.0068	0.0091	0.0042	0.0075	0.0032	0.0068	0.0076	0.0091	0.0058	0.0074	–	–
比重	5.23	5.23	5.23	5.29	5.30	5.26	5.15	5.42	5.39	5.44	5.32	5.33	5.38	5.27	5.27	–	–
Tg(℃)	743	744	745	756	753	750	734	746	749	769	741	747	748	749	738	–	–
液相线温度（℃）	1270	1270	1270	1270	1270	1250	1250	1250	1250	1270	1250	1270	1290	1260	1250	–	–
λ70(nm)	473	474	478	472	476	469	492	475	475	467	478	477	482	472	475	–	–
λ5(nm)	372	373	376	372	372	372	377	372	373	369	375	374	376	373	374	–	–
析出的晶体的数密度（个/kg）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	白浊	白浊

[0293]

[0294] [表2-2]

No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%
Si^{4+}	10.27	10.48	10.27	8.48	10.48	9.46	9.50	9.23	8.96	8.72	9.50	9.50	9.80	9.23	9.23	13.72	10.87	9.23	9.32	9.14	9.32	9.32	9.14
B^{3+}	12.51	17.76	12.51	19.76	17.76	17.76	18.82	18.25	17.74	17.25	18.81	18.82	19.38	18.25	18.25	12.03	18.06	18.25	18.43	18.07	18.43	18.43	18.07
La^{3+}	25.29	30.80	27.29	30.80	30.30	30.80	29.37	28.52	27.71	26.94	26.75	24.12	30.28	28.52	28.52	24.32	31.35	28.52	28.80	28.24	28.80	28.80	28.24
Gd^{3+}	4.17	4.25	4.17	4.25	4.25	4.25	4.26	4.14	4.02	3.91	3.88	3.50	4.39	4.14	4.14	4.01	4.33	4.14	4.18	4.10	4.18	4.18	4.10
Y^{3+}	0.49	0.50	0.49	0.50	0.00	0.50	0.50	0.49	0.47	0.46	0.50	0.50	0.52	0.49	0.49	0.47	0.51	0.49	0.49	0.48	0.49	0.49	0.48
Yb^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti^{4+}	33.88	23.58	31.88	23.58	23.58	23.58	23.14	25.38	27.50	29.50	26.15	29.15	23.86	22.46	22.46	32.58	24.00	22.46	22.68	22.25	22.68	22.68	22.25
Nb^{5+}	5.95	6.07	5.95	6.07	6.07	6.07	7.09	6.88	6.68	6.50	7.09	7.09	4.21	9.80	6.88	5.72	6.18	6.88	6.95	6.81	6.95	6.95	6.81
Ta^{5+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W^{6+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr^{4+}	5.72	4.81	5.72	4.81	5.81	5.81	5.57	5.41	5.26	5.11	5.57	5.57	5.75	5.41	5.41	5.50	4.90	5.41	5.46	5.38	5.46	5.46	5.36
Zn^{2+}	1.72	1.75	1.72	1.75	1.75	1.75	1.75	1.70	1.65	1.61	1.75	1.75	1.81	1.70	1.70	1.65	0.00	1.70	1.72	1.69	1.72	1.72	1.69
Li^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.86	0.00	0.00	0.00
Na^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00
K^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.86
Mg^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge^{4+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Te^{4+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
$Si^{4+}+B^{3+}$	22.78	28.24	22.78	28.24	28.24	27.24	28.32	27.48	26.70	25.97	28.31	28.32	29.18	27.48	27.48	25.75	28.73	27.48	27.75	27.21	27.75	27.75	27.21
$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$	0.451	0.371	0.451	0.300	0.371	0.348	0.335	0.336	0.336	0.336	0.336	0.335	0.336	0.336	0.336	0.533	0.371	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$	29.95	35.55	31.95	35.55	34.55	35.55	34.13	33.15	32.20	31.31	31.13	28.12	35.19	33.15	33.15	28.80	36.19	33.15	33.47	32.82	33.47	33.47	32.82
$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.016	0.014	0.015	0.014	0.000	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.016	0.018	0.015	0.015	0.015	0.016	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.156	0.134	0.146	0.134	0.123	0.134	0.139	0.140	0.139	0.140	0.141	0.142	0.140	0.140	0.140	0.156	0.134	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140
$Y^{3+}/(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.105	0.105	0.105	0.105	0.000	0.105	0.105	0.106	0.105	0.105	0.114	0.125	0.106	0.106	0.106	0.105	0.105	0.106	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
$Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$	39.83	29.65	37.83	29.65	29.65	29.65	30.23	32.26	34.19	36.00	33.24	36.24	28.07	32.26	32.26	38.30	30.18	32.26	29.63	29.06	29.63	29.63	29.06
$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$	7.963	7.164	7.814	7.184	8.103	8.103	6.427	6.963	7.500	8.045	6.988	7.506	5.882	6.963	6.963	7.964	7.159	6.963	6.427	6.422	6.427	6.427	6.422
Ti^{4+}/B^{3+}	2.708	1.328	2.548	1.193	1.328	1.328	1.230	1.391	1.550	1.710	1.390	1.549	1.231	1.231	1.231	2.708	1.329	1.231	1.231	1.231	1.231	1.231	1.231
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.424	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}+Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}+Bi^{3+}$	75.50	70.01	75.50	70.01	70.01	71.01	69.93	70.82	71.65	72.42	69.94	69.93	69.01	70.82	70.82	72.60	71.27	70.82	68.56	67.24	68.56	68.56	67.24
$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	1.330	0.834	1.184	0.834	0.858	0.834	0.886	0.973	1.062	1.150	1.088	1.289	0.798	0.973	0.973	1.330	0.834	0.973	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.149	0.205	0.157	0.205	0.205	0.205	0.235	0.213	0.196	0.181	0.213	0.198	0.150	0.304	0.213	0.149	0.205	0.304	0.235	0.234	0.235	0.235	0.234
$Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$	4.66	4.75	4.66	4.75	4.25	4.75	4.76	4.63	4.49	4.37	4.38	4.00	4.91	4.63	4.63	4.48	4.84	4.63	4.67	4.58	4.67	4.67	4.58
$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.043	0.059	0.045	0.059	0.059	0.059	0.058	0.053	0.048	0.045	0.053	0.048	0.064	0.053	0.053	0.043	0.000	0.053	0.058	0.058	0.058	0.059	0.058
$W^{6+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$Li^{+}+Na^{+}+K^{+}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.86	1.97	1.97	3.86
$Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(Si^{4+}+B^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.781	0.794	0.713	0.794	0.817	0.766	0.830	0.829	0.829	0.829	0.909	1.007	0.829	0.829	0.829	0.894	0.794	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829
$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.043	0.059	0.045	0.059	0.059	0.059	0.058	0.053	0.048	0.045	0.053	0.048	0.064	0.053	0.053	0.043	0.000	0.053	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058
$(Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
nd	2.110	2.047	2.102	2.051	2.049	2.054	2.053	2.065	2.076	2.086	2.066	2.078	2.042	2.063	2.050	2.096	2.048	2.059	2.050	2.046	2.044	2.046	2.038
νd	22.8	26.4	23.5	26.3	26.3	26.3	26.0	25.3	24.6	24.0	24.8	23.6	26.7	25.5	25.4	23.0	26.3	25.9	26.2	26.3	26.2	26.2	26.3
nd −[2.540−(0.02×νd)]	0.0260	0.0350	0.0320	0.0370	0.0350	0.0400	0.0330	0.0310	0.0280	0.0260	0.0220	0.0100	0.0380	0.0330	0.0280	0.0160	0.0340	0.0370	0.0340	0.0320	0.0280	0.0300	0.0240
P_{gF}	0.623	0.608	0.618	0.607	0.608	0.604	0.608	0.614	0.619	0.622	0.614	0.621	0.608	0.613	0.613	0.624	0.608	0.612	0.611	0.610	0.610	0.610	0.612
ΔP_{gF}	0.015	0.008	0.012	0.007	0.006	0.003	0.006	0.011	0.015	0.017	0.010	0.015	0.008	0.011	0.01	0.017	0.008	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.011
液相线温度LT(℃)	1240	1260	1280	1260	1260	1260	1220	1230	1230	1250	1280	1270	1250	1270	1260	1250	1260	1270	1230	1250	1245	1250	1270
液相线温度LT/(nd−1)(℃)	1117	1203	1162	1199	1201	1195	1159	1155	1143	1160	1182	1178	1200	1195	1189	1141	1202	1199	1172	1195	1192	1195	1223
玻璃化转变温度	741	745	750	738	740	740	735	733	731	730	726	708	740	726	726	738	750	736	710	702	728	737	737
比重	5.02	5.16	5.09	5.17	5.14	5.19	5.13	5.10	5.07	5.04	5.03	4.91	5.14	5.13	5.23	4.96	5.14	5.26	5.12	5.09	5.10	5.10	5.07
λ70(nm)		476	583	475	481	475	488	526	543	646	649		478	529	564	528	479	531	478	483	512	482	488
λ5(nm)		375	388	375	375	375	376	381	385	390	382		374	379	380	404	374	377	374	373	376	377	376
析出的晶体的数密度(个/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[0295]

[0296] [表2-3]

No.	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%
Si^{4+}	9.50	9.50	9.41	9.23	9.23	9.90	9.14	9.93	9.14	9.32	9.14	9.32	9.32	9.32	9.14	9.32	9.14	9.70	9.32	9.50	9.50	9.23	9.32
B^{3+}	18.82	18.82	18.61	18.25	21.17	19.60	18.07	19.65	18.08	18.43	18.07	18.43	18.43	18.43	18.07	18.43	18.07	19.20	18.43	18.82	18.81	18.25	18.43
La^{3+}	29.37	29.37	29.08	28.52	28.52	26.42	32.10	30.68	28.24	28.80	28.24	28.80	28.80	28.80	28.24	28.80	28.24	29.97	28.80	29.37	29.37	28.52	28.80
Gd^{3+}	4.26	4.26	4.22	4.14	4.14	4.44	4.10	0.00	7.95	4.18	4.10	4.18	4.18	4.18	4.10	4.18	4.10	4.35	4.18	0.00	2.26	4.14	4.18
Y^{3+}	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.52	0.48	0.52	0.48	0.49	0.48	0.49	0.49	2.46	4.34	0.49	0.48	0.51	0.49	0.00	0.50	0.49	0.49
Yb^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.78	2.01	0.00	0.00
Ti^{4+}	23.14	23.14	22.91	22.46	22.46	24.10	22.25	24.17	22.25	22.68	22.25	22.68	22.68	22.68	22.25	22.68	22.25	23.61	22.68	23.14	23.14	22.46	22.68
Nb^{5+}	4.08	1.07	7.02	6.88	6.88	7.38	6.81	7.40	6.81	6.95	6.81	6.95	6.95	6.95	6.81	6.95	6.81	7.23	6.95	7.09	7.09	6.88	5.95
Ta^{5+}	3.01	8.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W^{6+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr^{4+}	5.57	5.57	5.52	5.41	5.41	5.81	5.36	5.82	5.36	5.46	5.36	5.46	5.46	5.46	5.36	5.46	5.36	3.64	7.43	5.57	5.57	5.41	5.46
Zn^{2+}	1.75	1.75	1.74	1.70	1.70	1.83	1.69	1.83	1.69	1.72	1.69	1.72	1.72	1.72	1.69	1.72	1.69	1.79	1.72	1.75	1.75	4.62	1.72
Li^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba^{2+}	0.00	0.00	0.99	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge^{4+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97
Te^{4+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
$Si^{4+}+B^{3+}$	28.32	28.32	28.02	27.48	30.60	29.50	27.21	29.58	27.22	27.75	27.21	27.75	27.75	27.75	27.21	27.75	27.21	28.90	27.75	28.32	28.31	27.48	27.75
$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$	0.335	0.335	0.336	0.336	0.304	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.336	0.335	0.336	0.336	0.336
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$	34.13	34.13	33.80	33.15	33.15	31.38	36.68	31.20	36.67	33.47	32.82	33.47	33.47	35.44	38.68	33.47	32.82	34.83	33.47	34.13	34.14	33.15	33.47
$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.017	0.013	0.017	0.013	0.015	0.015	0.015	0.015	0.069	0.118	0.015	0.015	0.015	0.015	0.000	0.015	0.015	0.015
$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.000	0.000	0.029	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.139	0.139	0.140	0.140	0.140	0.158	0.125	0.017	0.230	0.140	0.140	0.140	0.140	0.187	0.230	0.140	0.140	0.140	0.140	0.139	0.140	0.140	0.140
$Y^{3+}/(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.105	0.105	0.108	0.106	0.106	0.105	0.105	1.000	0.057	0.105	0.105	0.105	0.105	0.370	0.514	0.105	0.105	0.105	0.105	0.000	0.105	0.106	0.105
$Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$	30.23	30.23	29.93	29.34	29.34	31.48	29.06	31.57	29.06	29.63	29.06	29.63	29.63	29.63	29.06	29.63	29.06	30.84	29.63	30.23	30.23	29.34	29.63
$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$	6.427	6.427	6.422	6.423	6.423	6.418	6.422	6.424	6.422	6.427	6.422	6.427	6.427	6.427	6.422	6.427	6.422	9.473	4.988	6.427	6.427	6.423	6.427
Ti^{4+}/B^{3+}	1.230	1.230	1.231	1.231	1.061	1.230	1.231	1.230	1.231	1.231	1.231	1.231	1.231	1.231	1.231	1.231	1.231	1.230	1.231	1.230	1.230	1.231	1.231
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$	1.738	8.626	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}+Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}+Bi^{3+}$	69.93	69.93	69.25	67.90	67.90	68.87	71.10	68.59	71.09	68.56	67.24	68.56	68.56	70.53	71.10	68.56	67.24	69.31	70.53	69.93	69.94	67.90	68.56
$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.886	0.886	0.886	0.885	0.885	1.003	0.792	1.012	0.792	0.885	0.885	0.885	0.885	0.836	0.792	0.885	0.885	0.885	0.885	0.886	0.885	0.885	0.885
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.235	0.235	0.235	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.235	0.234	0.235	0.235	0.235	0.234	0.235	0.234	0.234	0.235	0.235	0.235	0.234	0.235
$Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$	4.76	4.76	4.72	4.63	4.63	4.96	4.58	0.52	8.43	4.67	4.58	4.67	4.67	6.64	8.44	4.67	4.58	4.86	4.67	4.76	4.77	4.63	4.67
$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.157	0.058
$W^{6+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$Li^{+}+Na^{+}+K^{+}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+}$	0.00	0.00	0.99	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	3.86	1.97	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(Si^{4+}+B^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.830	0.830	0.829	0.829	0.917	0.940	0.742	0.948	0.742	0.829	0.829	0.829	0.829	0.783	0.742	0.829	0.829	0.830	0.829	0.830	0.829	0.829	0.829
$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.157	0.058
$(Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.000	0.000	0.033	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.133	0.068	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
nd	2.048	2.043	2.048	2.039	2.043	2.054	2.051	2.054	2.052	2.048	2.043	2.046	2.044	2.051	2.052	2.045	2.039	2.049	2.056	2.051	2.052	2.050	2.046
νd	26.5	26.9	26.3	26.6	26.3	25.5	26.7	25.4	26.7	26.3	26.5	26.3	26.4	26.4	26.6	26.4	26.6	26.1	26.2	26.1	26.1	26.2	26.2
nd-[2.540-(0.02×νd)]	0.0380	0.0410	0.0340	0.0310	0.0289	0.0233	0.0451	0.0224	0.0455	0.0329	0.0321	0.0331	0.0318	0.0377	0.0441	0.0324	0.0301	0.0298	0.0393	0.0329	0.0334	0.0343	0.0303
P_{gF}	0.610	0.609	0.609	0.606	0.611	0.615	0.607	0.613	0.613	0.609	0.609	0.609	0.607	0.607	0.609	0.612	0.611	0.612	0.609	0.611	0.610	0.607	0.611
ΔP_{gF}	0.010	0.009	0.008	0.006	0.010	0.012	0.007	0.010	0.013	0.007	0.008	0.008	0.005	0.006	0.009	0.012	0.010	0.011	0.008	0.010	0.008	0.006	0.010
液相线温度LT(℃)	1270	1300	1240	1270	1210	1230	1250	1250	1260	1240	1240	1250	1250	1240	1270	1270	1280	1240	1260	1240	1250	1250	1230
液相线温度LT / (nd-1) (℃)	1211	1246	1183	1223	1160	1167	1189	1186	1198	1184	1189	1195	1197	1180	1208	1215	1232	1182	1193	1180	1188	1190	1176
玻璃化转变温度	741	744	737	743	725	724	731	721	743	734	721	737	738	741	739	735	728	732	724	731	720	721	733
比重	5.26	5.39	5.14	5.15	5.08	5.04	5.21	4.96	5.28	5.11	5.09	5.10	5.13	5.15	5.17	5.10	5.07	5.12	5.15	5.21	5.16	5.15	5.12
λ70(nm)	482	501	477	473	519	587	489	547	469	481	477	483	480	476	478	490	500	493	500	485	513	479	511
λ5(nm)	374	373	375	372	376	381	372	379	372	376	376	374	374	374	372	375	374	377	377	377	376	375	376
析出的晶体的数密度(个/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[0297]

No.	62	63	64	65	66	67	68	69	70	B	文献1
	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	阳离子%	
Si^{4+}	9.14	9.14	9.91	5.49	10.46	10.27	9.83	9.83	9.83	2.80	7.41	10.67
B^{3+}	18.07	18.07	16.79	18.82	15.27	14.99	19.65	19.65	19.65	28.81	18.48	24.58
La^{3+}	28.24	31.56	27.71	29.37	26.70	26.22	27.18	25.18	25.18	25.28	29.13	21.53
Gd^{3+}	4.10	4.58	4.02	4.26	3.87	3.80	0.00	2.00	0.00	4.25	0.00	0.00
Y^{3+}	0.48	0.54	0.47	0.50	0.46	0.45	4.02	4.02	4.02	0.50	14.02	0.00
Yb^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	8.14
Ti^{4+}	22.25	22.25	27.50	23.14	30.14	29.00	24.17	24.17	24.17	23.14	30.86	24.07
Nb^{5+}	6.81	6.81	6.69	7.08	6.44	6.33	7.40	7.40	7.40	7.09	0.00	4.02
Ta^{5+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W^{6+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.91
Zr^{4+}	5.36	5.36	5.26	5.57	5.07	4.98	5.82	5.82	5.82	5.57	0.00	0.00
Zn^{2+}	1.89	1.69	1.65	1.75	1.59	1.57	1.83	1.83	1.83	1.75	0.00	0.00
Li^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K^{+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ge^{4+}	3.85	0.00	0.00	4.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ta^{5+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
$Si^{4+}-B^{3+}$	27.21	27.21	26.70	24.31	25.73	25.28	29.58	29.58	29.58	31.41	25.89	35.23
$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$	0.335	0.336	0.371	0.226	0.407	0.407	0.336	0.336	0.336	0.093	0.288	0.303
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$	32.82	36.68	32.20	34.13	31.03	30.47	31.20	31.20	31.20	31.04	43.15	29.77
$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.129	0.129	0.129	0.016	0.325	0.000
$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.140	0.140	0.139	0.139	0.140	0.139	0.129	0.193	0.193	0.193	0.325	0.273
$Y^{3+}/(Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.105	0.105	0.105	0.105	0.106	0.106	1.000	0.568	0.568	0.105	1.000	0.000
$Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}$	28.08	29.08	34.19	30.23	36.58	37.72	31.57	31.57	31.57	30.23	30.86	35.00
$Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$	6.422	6.422	7.500	6.427	8.215	8.574	6.424	6.424	6.424	6.427	-	-
Ti^{4+}/B^{3+}	1.231	1.231	1.838	1.230	1.974	1.975	1.230	1.230	1.230	0.802	1.675	0.980
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/Nb^{5+}$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-	1.000
$La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}+Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+}+B^{3+}$	67.24	71.10	71.85	69.93	72.68	73.17	68.59	68.59	68.59	66.84	74.11	64.77
$(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.885	0.782	1.082	0.886	1.179	1.238	1.012	1.012	1.012	0.974	0.717	1.176
$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.234	0.234	0.196	0.235	0.176	0.168	0.234	0.234	0.234	0.235	0.000	0.115
$Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+}$	4.58	5.12	4.49	4.76	4.30	4.25	4.02	6.02	6.02	4.76	14.02	8.14
$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.058	0.058	0.048	0.058	0.043	0.042	0.058	0.058	0.058	0.058	0.000	0.000
$W^{6+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.197
$Li^{+}+Na^{+}+K^{+}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(Si^{4+}+B^{3+})/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$	0.829	0.742	0.829	0.712	0.829	0.829	0.948	0.948	0.948	1.012	0.690	1.183
$Zn^{2+}/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.058	0.058	0.048	0.058	0.043	0.042	0.058	0.058	0.058	0.058	0.000	0.000
$(Mg^{2+}+Ca^{2+}+Sr^{2+}+Ba^{2+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
nd	2.039	2.051	2.074	2.061	2.085	2.088	2.051	2.051	2.050	-	-	-
νd	25.4	25.7	24.6	26.0	23.8	23.5	25.4	25.4	25.3	-	-	-
nd-[2.540-(0.02×νd)]	0.0290	0.0446	0.0264	0.0411	0.0212	0.0196	0.0189	0.0185	0.0170	-	-	-
P_{gF}	0.608	0.606	0.617	0.613	0.619	0.621	0.613	0.613	0.613	-	-	-
ΔP_{gF}	0.007	0.006	0.013	0.012	0.014	0.015	0.010	0.010	0.010	-	-	-
液相线温度LT(℃)	1220	1250	1230	1290	1240	1240	1240	1240	1250	-	-	-
液相线温度LT/(nd-1)(℃)	1174	1189	1145	1159	1143	1139	1139	1139	1139	-	-	-
玻璃化转变温度	714	748	724	724	732	728	720	720	719	-	-	-
比重	5.10	5.22	5.06	5.21	5.02	5.08	4.90	4.94	4.96	-	-	-
λ70(nm)	500	471	490	498	493	499	640	635	638	-	-	-
λ5(nm)	374	372	382	376	384	391	384	384	384	-	-	-
析出的晶体的数密度(个/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	996	白浊	白浊

[0298]　(压制成型用玻璃料滴的制作例1)

[0299]　接着，以如下方式制作了由No.1～70的各光学玻璃构成的压制成型用玻璃料滴。

[0300]　首先，以可得到上述各玻璃的方式调配玻璃原料，将其投入到铂制坩埚或铂合金制坩埚中，进行加热、熔融，进行澄清、搅拌，得到均质的熔融玻璃。接着，将熔融玻璃以固定流量从流出管流出，浇铸到水平配置在流出管的下方的铸模中，成型为具有固定的厚度的玻璃板。从设置在铸模侧面的开口部向水平方向连续地拉出成型了的玻璃板，用传送带传送至退火炉内，进行缓冷。

[0301]　将进行了缓冷的玻璃板切断或割断而制作玻璃片，将这些玻璃片进行滚筒抛光而制成压制成型用玻璃料滴。

[0302]　另外，也能够在流出管的下方配置圆筒状的铸模，将熔融玻璃浇铸到在该铸模内而成型为圆柱状玻璃，将其从铸模底部的开口部以固定的速度竖直向下拉出，然后进行缓冷，切断或割断而制作玻璃片，将这些玻璃片进行滚筒抛光而得到压制成型用玻璃料滴。

[0303]　(压制成型用玻璃料滴的制作例2)

[0304]　与压制成型用玻璃料滴的制作例1同样地将熔融玻璃从流出管流出，用成型模盛接流出的熔融玻璃下端，然后使成型模急速下降，通过表面张力来切断熔融玻璃流，在成型

模上得到所需的量的熔融玻璃块。然后，从成型模喷出气体而对玻璃施加向上的风压，在使玻璃上浮的同时将其成型为玻璃块，从成型模中取出玻璃块并进行退火。之后将玻璃块进行滚筒抛光而制成为压制成型用玻璃料滴。

[0305] (光学元件坯件的制作例1)

[0306] 将由氮化硼粉末构成的脱模剂均匀地涂敷于在压制成型用玻璃料滴的制作例2中得到的各压制成型用玻璃料滴的整个表面，然后通过加热使上述料滴软化，进行压制成型而制作凹弯月形透镜、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、棱镜的坯件。

[0307] (光学元件坯件的制作例2)

[0308] 与压制成型用玻璃料滴的制作例1同样地制作熔融玻璃，将熔融玻璃供给到均匀地涂敷有氮化硼粉末的脱模剂的下模成型面，当下模上的熔融玻璃量成为所需量时，用切断刀切断熔融玻璃流。

[0309] 用上模和下模对这样在下模上得到的熔融玻璃块进行压制，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、棱镜的坯件。

[0310] (光学元件的制作例1)

[0311] 将在光学元件坯件的制作例1、2中制作的各坯件进行退火。通过退火降低玻璃内部的应力，并且使折射率等光学特性成为所需的值。

[0312] 接着，对各坯件进行研磨和抛光而制作凹弯月形透镜、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。也可以在得到的光学元件的表面镀覆防反射膜。

[0313] (光学元件的制作例2)

[0314] 与压制成型用玻璃料滴的制作例1同样地制作玻璃板和圆柱状玻璃，将得到的玻璃成型体进行退火而降低内部的应力，并且使折射率等光学特性成为所需的值。

[0315] 接着，切断这些玻璃成型体，进行研磨和抛光而制作凹弯月形透镜、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。也可以在得到的光学元件的表面镀覆防反射膜。

[0316] 最后，对前述的各方式进行总结。

[0317] 根据一个方式，可提供一种光学玻璃，该光学玻璃为氧化物玻璃，其中将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，以阳离子％表示，包含：合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；10～50％的La^{3+}(其中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；以及合计为22～55％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}，其中，Ti^{4+}的含量为22％以下，Si^{4+}的含量相对于Si^{4+}和B^{3+}的合计含量的阳离子比[$Si^{4+}/(Si^{4+}+B^{3+})$]为0.40以下，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}、Yb^{3+}、Zr^{4+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}、W^{6+}及Bi^{3+}的合计含量为65％以上，Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.12以下，$Ba^{2+}$的含量相对于$La^{3+}$、$Gd^{3+}$、$Y^{3+}$及$Yb^{3+}$的合计含量的阳离子比[$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.40以下，$Zr^{4+}$、$Ti^{4+}$、$Nb^{5+}$、$Ta^{5+}$及$W^{6+}$的合计含量相对于$Zr^{4+}$的含量的阳离子比[$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$]为2以上，$Ti^{4+}$的含量相对于$B^{3+}$的含量的阳离子比($Ti^{4+}/B^{3+}$)为0.85以上，阿贝数vd的范围为23～35，且折射率nd满足下述(1)式。

[0318] $nd \geqslant 2.205-(0.0062\times vd)\cdots(1)$

[0319] 上述的光学玻璃为高折射率低色散玻璃，与现有技术的高折射率低色散玻璃相

比，在相同的阿贝数vd下，能够在维持玻璃稳定性的同时实现更高的折射率。

[0320] 为了在维持玻璃稳定性的同时进行高折射率低色散化，在上述的光学玻璃中，Nb^{5+}和Ta^{5+}的合计含量相对于Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}的合计含量的阳离子比[$(Nb^{5+}+Ta^{5+})/(Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})$]优选为0.41以下。

[0321] 上述的光学玻璃优选包含1阳离子％以上的Zr^{4+}。由此，能够提高折射率、改善化学耐久性、通过与Ti^{4+}共存而改善耐失透性、抑制液相线温度上升。

[0322] 根据另一个方式，可提供一种光学玻璃，该光学玻璃为氧化物玻璃，其中，将Si^{4+}、B^{3+}、La^{3+}、Ti^{4+}、Nb^{5+}及Zr^{4+}作为必要成分，以阳离子％表示，包含：合计为5～55％的Si^{4+}和B^{3+}；10～50％的La^{3+}(其中，La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计为70％以下)；以及合计为23～70％的Ti^{4+}、Nb^{5+}、Ta^{5+}及W^{6+}(其中，Ti^{4+}超过22％)，Y^{3+}的含量相对于La^{3+}、Gd^{3+}、Y^{3+}及Yb^{3+}的合计含量的阳离子比[$Y^{3+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.14以下，$Ba^{2+}$的含量相对于$La^{3+}$、$Gd^{3+}$、$Y^{3+}$及$Yb^{3+}$的合计含量的阳离子比[$Ba^{2+}/(La^{3+}+Gd^{3+}+Y^{3+}+Yb^{3+})$]为0.40以下，$Zr^{4+}$、$Ti^{4+}$、$Nb^{5+}$、$Ta^{5+}$及$W^{6+}$的合计含量相对于$Zr^{4+}$的含量的阳离子比[$(Zr^{4+}+Ti^{4+}+Nb^{5+}+Ta^{5+}+W^{6+})/Zr^{4+}$]为2以上，$Ti^{4+}$的含量相对于$B^{3+}$的含量的阳离子比($Ti^{4+}/B^{3+}$)为0.85以上，阿贝数vd的范围为18以上且不足35，且折射率nd满足下述(2)式。

[0323] $nd \geqslant 2.540-(0.02\times vd)\cdots(2)$

[0324] 上述的光学玻璃也是高折射率低色散玻璃，与现有技术的高折射率低色散玻璃相比，在相同的阿贝数vd下，能够在维持玻璃稳定性的同时实现更高的折射率。

[0325] 根据另一个方式，可提供由上述的各方式的光学玻璃构成的压制成型用玻璃料滴、光学元件坯件及光学元件。

[0326] 根据本发明的一个方式，能够提供如下的光学玻璃，该光学玻璃能够稳定地供给，且具有优秀的玻璃稳定性，具有高折射率低色散性，进而，能够使用该光学玻璃来提供压制成型用玻璃料滴、光学元件坯件及光学元件。

[0327] 应认为此次公开的实施方式在所有的方面都只是例示，而不是限制性的。本发明的范围不是由上述的说明示出，而是由专利权利要求书示出，包括与专利权利要求书均等的意思和范围内的所有的变更。

[0328] 例如，能够通过对上述例示的玻璃组成进行说明书中记载的组成调整，从而制作本发明的一个方式的光学玻璃。

[0329] 此外，当然可以对2个以上的在说明书中作为例示或优选的范围而记载的事项进行任意组合。

[0330] 本发明在摄像光学系统、投射光学系统用的光学元件等各种光学元件的制造领域中是有用的。