



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104261672 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201410408613.9

(22)申请日 2009.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104261672 A

(43)申请公布日 2015.01.07

(30)优先权数据  
2008-253900 2008.09.30 JP

(62)分案原申请数据  
200910174549.1 2009.09.28

(73)专利权人 HOYA株式会社  
地址 日本东京

(72)发明人 根岸智明 邹学禄

(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 袁波 刘继富

(51)Int.Cl.  
G03C 3/068(2006.01)  
G03B 11/08(2006.01)

(56)对比文件  
CN 1935717 A,2007.03.28,  
JP 2008001551 A,2008.01.10,  
CN 1896022 A,2007.01.17,  
JP 2001348244 A,2001.12.18,  
CN 1244851 A,2000.02.16,  
CN 101012103 A,2007.08.08,

审查员 王大龙

权利要求书2页 说明书23页 附图1页

### (54)发明名称

光学玻璃、玻璃块、光学元件、光学元件坯料  
及其制造方法

### (57)摘要

本发明提供能够稳定供应的、具有优良的玻璃稳定性且着色少的高折射率低分散光学玻璃。本发明的光学玻璃的特征在于,当以质量%表示时,包含:合计量为5~32%的SiO<sub>2</sub>和B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;合计量为45~65%的La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0.5~10%的ZnO;合计量为1~20%的TiO<sub>2</sub>和Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;0~15%的ZrO<sub>2</sub>;0~2%的WO<sub>3</sub>;0~20%的Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;合计量为0~10%的Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O和K<sub>2</sub>O;合计量为0~10%的MgO、CaO、SrO和BaO;0~12%的Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;0~5%的GeO<sub>2</sub>;0~10%的Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0~10%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;SiO<sub>2</sub>的含量与B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量的质量比(SiO<sub>2</sub>/B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)为0.3~1.0,Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量与La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量的质量比(Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)为0.05~0.6,折射率nd为1.89~2.0,阿贝数vd为32~38,并且着色度λ70小于等于430nm。

1. 一种光学玻璃,其特征在于,当以质量%表示时,包含:  
合计量为5~32%的 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{B}_2\text{O}_3$ ;  
32~55%的 $\text{La}_2\text{O}_3$ ;  
合计量为51~65%的 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Y}_2\text{O}_3$ ;  
1~8%的 $\text{ZnO}$ ;  
合计量为1~20%的 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,其中 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 分别为0.1~15%;  
0.5~15%的 $\text{ZrO}_2$ ;  
0~12%的 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ;  
0~2%的 $\text{WO}_3$ ;  
0~20%的 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ;  
合计量为0~10%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ ;  
合计量为0~10%的 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 和 $\text{BaO}$ ;  
0~10%的 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ;  
0~10%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  
0~5%的 $\text{GeO}_2$ ;  
 $\text{SiO}_2$ 的含量与 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量的质量比( $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ )为0.3~1.0, $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 的合计含量与 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 的合计含量的质量比( $\text{Gd}_2\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$ )/( $\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$ )为0.05~0.6,  
折射率 $n_d$ 为1.90~2.0,阿贝数 $v_d$ 为32~38,并且着色度 $\lambda_{70}$ 小于等于430nm。
2. 如权利要求1所述的光学玻璃,其中,  
包含2~15%的 $\text{SiO}_2$ 、6~30%的 $\text{B}_2\text{O}_3$ 。
3. 如权利要求1或2所述的光学玻璃,其中,  
包含0~25%的 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、0~20%的 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 。
4. 如权利要求1或2所述的光学玻璃,其中,  
 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 的含量为0~10%。
5. 如权利要求1或2所述的光学玻璃,其中,  
所述光学玻璃是无Ge的玻璃。
6. 如权利要求1或2所述的光学玻璃,其中,  
液相线温度小于等于1300℃。
7. 如权利要求1或2所述的光学玻璃,其中,  
玻璃化转变温度小于等于710℃。
8. 一种模压成形用玻璃块,由权利要求1或2所述的光学玻璃形成。
9. 一种光学元件,由权利要求1或2所述的光学玻璃形成。
10. 一种光学元件坯料的制造方法,所述光学元件坯料通过磨削、研磨而被制成光学元件,所述制造方法的特征在于,  
对权利要求8所述的模压成形用玻璃块进行加热、软化并模压成形。
11. 一种光学元件坯料的制造方法,所述光学元件坯料通过磨削、研磨而被制成光学元件,所述制造方法的特征在于,  
对玻璃原料进行熔融,将所得到的熔融玻璃进行模压成形,制作由权利要求1所述的光学玻璃形成的光学元件坯料。

12. 一种光学元件的制造方法,通过权利要求10或11所述的方法来制作光学元件坯料,对该光学元件坯料进行磨削、研磨。

13. 一种光学元件的制造方法,对权利要求8所述的模压成形用玻璃块进行加热,并进行精密模压成形。

## 光学玻璃、玻璃块、光学元件、光学元件坯料及其制造方法

[0001] 本发明是申请号为200910174549.1、申请日为2009年9月28日、发明名称为光学玻璃的中国专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及具有高折射率低分散特性的光学玻璃、由所述光学玻璃形成的模压成形用玻璃块和光学元件、以及光学元件坯料的制造方法和光学元件的制造方法。

### 背景技术

[0003] 由高折射率低分散玻璃形成的透镜通过与由高折射率高分散玻璃形成的透镜相组合,能够修正色差并且使光学系统小型化。因此作为构成摄像光学系统或投影仪等投射光学系统的光学元件占有非常重要的位置。

[0004] 专利文献1公开了这样的高折射率低分散玻璃。在专利文献1公开的玻璃中,折射率 $n_d$ 为1.75~2.00,使 $Ta_2O_5$ 的含量成为0~25质量%的范围,但是折射率 $n_d$ 为1.85以上的玻璃全部包含大量的 $Ta_2O_5$ 。这是因为,在折射率 $n_d$ 为1.75以上的高折射率区域中,由于确保玻璃稳定性的方面的原因,导入大量的 $Ta_2O_5$ 是必需的。这样,在高折射率低分散玻璃中 $Ta_2O_5$ 成为了主要的成分。

[0005] 专利文献1:日本专利文献特开2007-269584号公报。

### 发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 然而,钽(Ta)是稀少价值高的元素,并且是原本非常昂贵的物质。而且,最近全世界的稀有金属的价格飞涨,钽的供应量也已经不足。在玻璃制造领域内也是钽原料不足,如果这样的状况继续的话,则恐怕无法稳定供应对光学设备产业界来说必不可少的高折射率低分散玻璃。同样地,锗(Ge)也是通过用作玻璃成分而能够在不损害玻璃稳定性的情况下提高折射率的物质,但是锗是比钽更加昂贵的物质,从而要求减少使用量。

[0008] 但是,构成摄像光学系统或投射光学系统的光学元件要求着色极少的玻璃材料。对于这样的光学系统,为了修正诸多像差,而使用了多个透镜,如果每个透镜的透射光量不足,则会导致整个光学系统的透射光量大幅度地下降。尤其是,单镜头反光式照相机的交换透镜的口径比小型照相机的透镜大,一个透镜的壁厚大,因此如果使用着色度差的玻璃,则会导致整个交换透镜的透射光量骤减。基于这样的理由,为了有效利用高折射率低分散性,需要着色少的光学玻璃。

[0009] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种能够稳定供应、具有优良的玻璃稳定性并且着色少的高折射率低分散光学玻璃、由该玻璃形成的模压成形用玻璃块和光学元件、以及光学元件坯料的制造方法和光学元件的制造方法。

[0010] 用于解决问题的手段

[0011] 本发明人为了达到上述目的而反复专心研究发现,通过具有特定的玻璃组成、折

射率以及阿贝数的光学玻璃能够达到上述目的,基于该见解直到完成本发明。

[0012] 即,本发明提供以下方案:

[0013] (1)一种光学玻璃,其特征在于,当以质量%表示时,包含:

[0014] 合计量为5~32%的 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{B}_2\text{O}_3$ ;

[0015] 合计量为45~65%的 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Y}_2\text{O}_3$ ;

[0016] 0.5~10%的 $\text{ZnO}$ ;

[0017] 合计量为1~20%的 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ;

[0018] 0~15%的 $\text{ZrO}_2$ ;

[0019] 0~2%的 $\text{WO}_3$ ;

[0020] 0~20%的 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ;

[0021] 合计量为0~10%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ ;

[0022] 合计量为0~10%的 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 和 $\text{BaO}$ ;

[0023] 0~12%的 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ;

[0024] 0~5%的 $\text{GeO}_2$ ;

[0025] 0~10%的 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ;

[0026] 0~10%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;

[0027]  $\text{SiO}_2$ 的含量与 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量的质量比( $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ )为0.3~1.0, $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 的合计含量与 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 的合计含量的质量比( $\text{Gd}_2\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$ )/( $\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$ )为0.05~0.6,

[0028] 折射率 $n_d$ 为1.89~2.0,阿贝数 $v_d$ 为32~38,并且着色度 $\lambda_{70}$ 小于等于430nm。

[0029] (2)如上述(1)所述的光学玻璃,其中,

[0030] 包含2~15%的 $\text{SiO}_2$ 、6~30%的 $\text{B}_2\text{O}_3$ 。

[0031] (3)如上述(1)项或(2)项所述的光学玻璃,其中,

[0032] 包含25~65%的 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、0~25%的 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、以及0~20%的 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 。

[0033] (4)如上述(1)项至(3)项中任一项所述的光学玻璃,其中,

[0034] 包含0.1~15%的 $\text{TiO}_2$ 、0.1~15%的 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 。

[0035] (5)如上述(1)项至(4)项中任一项所述的光学玻璃,其中,

[0036] 包含0.5~15%的 $\text{ZrO}_2$ 。

[0037] (6)如上述(1)项至(5)项中任一项所述的光学玻璃,其中,

[0038]  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 的含量为0~10%。

[0039] (7)如上述(1)项至(6)项中任一项所述的光学玻璃,其中,

[0040] 所述光学玻璃是无Ge的玻璃。

[0041] (8)如上述(1)项至(7)项中任一项所述的光学玻璃,其中,

[0042] 液相线温度小于等于1300℃。

[0043] (9)如上述(1)项至(8)项中任一项所述的光学玻璃,其中,

[0044] 玻璃化转变温度小于等于710℃。

[0045] (10)一种模压成形用玻璃块,由上述(1)项至(9)项中任一项所述的光学玻璃形成。

[0046] (11)一种光学元件,由上述(1)项至(9)项中任一项所述的光学玻璃形成。

[0047] (12)一种光学元件坯料的制造方法,所述光学元件坯料通过磨削、研磨而被制成

光学元件,所述制造方法的特征在于,

[0048] 对上述(10)项所述的模压成形用玻璃块进行加热、软化并模压成形。

[0049] (13)一种光学元件坯料的制造方法,所述光学元件坯料通过磨削、研磨而被制成光学元件,所述制造方法的特征在于,

[0050] 对玻璃原料进行熔融,将所得到的熔融玻璃进行模压成形,制造由上述(1)项至(9)项中任一项所述的光学玻璃形成的光学元件坯料。

[0051] (14)一种光学元件的制造方法,通过上述(12)项或(13)项所述的方法来制作光学元件坯料,对该光学元件坯料进行磨削、研磨。

[0052] (15)一种光学元件的制造方法,对上述(10)项所述的玻璃块进行加热,并进行精密模压成形。

[0053] 发明的效果

[0054] 根据本发明,可以提供一种能够稳定供应、具有优良的玻璃稳定性的高折射率低分散光学玻璃、由该光学玻璃形成的模压成形用玻璃块和光学元件、以及光学元件坯料的制造方法和光学元件的制造方法。

#### 附图说明

[0055] 图1是表示再次加热实施例1中得到的玻璃后的玻璃内部析出的结晶数密度与再次加热温度的关系的图;

[0056] 图2是表示实施例4中的玻璃块的加热程序的图。

#### 具体实施方式

[0057] [光学玻璃]

[0058] 首先对本发明的光学玻璃进行说明。

[0059] 本发明的目的在于提供在玻璃成分中减少、限制了特别昂贵的 $Ta_2O_5$ 和 $GeO_2$ 的导入量的高折射率低分散光学玻璃,但是为了维持耐失透性并且施加高折射率低分散特性,如果只是减少 $Ta_2O_5$ 和 $GeO_2$ 的量,则不能玻璃化,或者玻璃在生产过程中会失透而成为无用的东西。为了在避免上述问题的情况下减少 $Ta_2O_5$ 和 $GeO_2$ 的导入量,高折射率施加成分的分配较为重要。

[0060] 在本发明中,导入作为玻璃的网络形成氧化物的 $B_2O_3$ 、 $SiO_2$ 并且使作为高折射率施加成分的 $La_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ 或 $Y_2O_3$ 中的至少一种、 $ZnO$ 、以及 $TiO_2$ 或 $Nb_2O_5$ 中的至少一者作为必须成分而共存。在本发明中, $ZnO$ 是提高熔解性、降低玻璃化转变温度并且有助于高折射率低分散化和提高耐失透性的重要成分。

[0061] 并且,通过调整 $B_2O_3$ 的量与 $SiO_2$ 的量的平衡,可以改善耐失透性、熔解性、熔融玻璃的成形性,实现与其他成分的平衡。

[0062] 通过提高熔解性和玻璃稳定性,能够抑制玻璃的熔融温度的上升,从而使得玻璃难以侵蚀构成玻璃熔融设备的材料。结果,能够减少、抑制熔化到熔融玻璃中的铂离子等使着色恶化的物质的混入量,从而能够得到着色少的玻璃。

[0063] 并且,通过限制提高玻璃稳定性的 $TiO_2$ 、 $Nb_2O_5$ 的合计含量的上限,可以抑制玻璃的着色。

- [0064] 基于这样的见解,本发明达到了上述发明目的。
- [0065] 本发明的光学玻璃的特征在于,当以质量%表示时,包含:
- [0066] 合计量为5~32%的SiO<sub>2</sub>和B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- [0067] 合计量为45~65%的La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- [0068] 0.5~10%的ZnO;
- [0069] 合计量为1~20%的TiO<sub>2</sub>和Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;
- [0070] 0~15%的ZrO<sub>2</sub>;
- [0071] 0~2%的WO<sub>3</sub>;
- [0072] 0~20%的Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- [0073] 合计量为0~10%的Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O和K<sub>2</sub>O;
- [0074] 合计量为0~10%的MgO、CaO、SrO和BaO;
- [0075] 0~12%的Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;
- [0076] 0~5%的GeO<sub>2</sub>;
- [0077] 0~10%的Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- [0078] 0~10%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- [0079] SiO<sub>2</sub>的含量与B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量的质量比(SiO<sub>2</sub>/B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)为0.3~1.0,Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量与La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量的质量比(Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)为0.05~0.6,
- [0080] 折射率nd为1.89~2.0,阿贝数vd为32~38,并且着色度λ70小于等于430nm。
- [0081] (组成范围的限定理由)
- [0082] 对本发明的光学玻璃的组成范围的限定理由进行说明,只要没有特殊记载,各成分的含量、合计含量以质量%表示。
- [0083] SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>均是网目形成氧化物,并且是维持玻璃的稳定性而必要的必须成分。如果SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量小于5%,则难以维持玻璃稳定性,在玻璃制造中容易失透,如果上述合计含量大于32%,则折射率会下降,因此SiO<sub>2</sub>和B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量为5~32%。SiO<sub>2</sub>和B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量优选的范围为5~30%,更优选的范围为7~28%,进一步优选的范围为9~25%,更进一步优选的范围为12~23%。
- [0084] 在网目形成氧化物中,SiO<sub>2</sub>具有维持玻璃稳定性、维持适于熔融玻璃的成形的粘性、改善化学耐久性等效果,但是由于过量的导入,则难以实现期望的折射率、阿贝数,液相线温度和玻璃化转变温度会上升,或者玻璃的熔融性和耐失透性会恶化。
- [0085] B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>具有维持玻璃的熔融性、抑制液相线温度的上升、低分散化这样的效果,但是由于过量导入,玻璃稳定性会下降,难以得到期望的折射率,并且化学耐久性会恶化。
- [0086] 在SiO<sub>2</sub>和B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量被如上所述确定的情况下,为了实现期望的光学特性并且能够维持玻璃稳定性、维持适于熔融玻璃的成形的粘性、改善化学耐久性、抑制液相线温度和玻璃化转变温度的上升、改善熔融性,需要保持SiO<sub>2</sub>的含量和B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量的平衡。
- [0087] 如果SiO<sub>2</sub>的含量与B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量的质量比(SiO<sub>2</sub>/B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)小于0.3,则表现出玻璃稳定性下降、难以维持玻璃稳定性和适于熔融玻璃的成形的粘性并且化学耐久性下降的倾向。另一方面,如果上述质量比(SiO<sub>2</sub>/B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)大于1.0,则液相线温度和玻璃化转变温度会上升,玻璃的熔融性和耐失透性会恶化。另外,也难以低分散化。因此,使SiO<sub>2</sub>的含量与B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量的质量比(SiO<sub>2</sub>/B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)为0.3~1.0。质量比(SiO<sub>2</sub>/B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)优选的范围为0.3~0.9,更优选的范围

为0.4~0.9,进一步优选的范围为0.4~0.8。

[0088] 在本发明的光学玻璃中,从实现期望的光学特性并维持玻璃稳定性、维持适于熔融玻璃的成形的粘性、改善化学耐久性、抑制液相线温度和玻璃化转变温度的上升、改善熔融性的方面出发,优选使SiO<sub>2</sub>的含量为2~15%,使B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量为6~30%。SiO<sub>2</sub>的含量更优选的范围为4~13%,进一步优选的范围为5~12%,尤其优选的范围为5~10%,B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量更优选的范围为6~25%,进一步优选的范围为8~20%,尤其优选的范围为9~15%。

[0089] 另外,通过使SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量成为上述范围,能够改善玻璃的熔融性和玻璃稳定性,因此能够抑制熔融温度的上升,可以抑制构成玻璃熔融设备的铂等耐热性材料的侵蚀,能够抑制、降低由于侵蚀物例如铂离子混入到玻璃中引起的着色。

[0090] La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>是施加高折射率低分散特性的成分,并且也是在高折射率施加成分中难以使玻璃着色的成分。因此,如果能够在维持玻璃稳定性的情况下增加La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量,则在实现着色少的高折射率低分散玻璃方面非常有效。在本发明中,通过如后面所述使La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的分配最优化或者导入TiO<sub>2</sub>或Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>中的至少一者,可以改善玻璃稳定性,因此能够增加La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量。这样的情况也成为能够实现着色少的高折射率低分散玻璃的主要因素。

[0091] 如果La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>以及Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量小于45%,则难以实现期望的折射率、分散,并且化学耐久性会下降。另一方面,如果所述合计含量大于65%,则液相线温度会上升,耐失透性会恶化。另外,由于使熔融玻璃成形时的粘性也会下降,因此导致成形性也会下降。因此,使La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>以及Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量为45~65%。La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>以及Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量优选的范围为47~63%,更优选的范围为49~61%,进一步优选的范围为51~60%。

[0092] La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中维持玻璃稳定性并提高折射率的效果最大的成分是La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。但是,本发明的光学玻璃在维持低分散性的同时折射率极高,因此如果仅使用上述三成分中的La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,则难以确保充分的玻璃稳定性。因而,在本发明中,通过使三成分中的La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量最多,并且使La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>共存,或者使La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>共存,可以实现高折射率低分散的玻璃,并且具有优良的玻璃稳定性。

[0093] 基于这样的理由,使Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量与La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量的质量比 $(Gd_2O_3+Y_2O_3)/(La_2O_3+Gd_2O_3+Y_2O_3)$ 为0.05~0.6。如果偏离出该范围,则玻璃稳定性会下降,使熔融玻璃成形时的粘性会下降,并损害成形性。从进一步改善玻璃稳定性方面出发,优选使质量比 $(Gd_2O_3+Y_2O_3)/(La_2O_3+Gd_2O_3+Y_2O_3)$ 为0.1~0.5的范围,更优选为0.1~0.4的范围,进一步优选为0.1~0.3的范围。

[0094] 另外,从得到玻璃稳定性优良的玻璃的方面出发,优选使Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量与Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量的质量比 $(Gd_2O_3)/(Gd_2O_3+Y_2O_3)$ 为0.1~1的范围,更优选为0.3~1的范围,进一步优选为0.5~1的范围。

[0095] 在本发明的光学玻璃的优选方式中,La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量为25~65%,Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量为0~25%,Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量为0~20%。通过使La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量以及La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的分配比成为所述范围,优选的是使La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的各含量成为所述范围内,能够进一步改善玻璃稳定性,也能够进一步改善熔融玻璃的成形性。另外,能够抑制玻璃熔融温度的上升,能够防止构成熔融容器的铂或铂合金被玻璃侵蚀而作为离子熔化到玻璃中使玻璃着色或者作为固体而混入到玻璃中。



[0096]  $\text{La}_2\text{O}_3$ 的含量优选的范围为30~60%，更优选的范围为30~58%，进一步优选的范围为32~55%， $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 的含量优选的范围为0.1~20%，更优选的范围为1~18%，进一步优选的范围为2~15%，再进一步优选的范围为5~15%，更进一步优选的范围为7~15%， $\text{Y}_2\text{O}_3$ 的含量优选的范围为0.1~18%，更优选的范围为0.1~16%，进一步优选的范围为0.1~10%。

[0097]  $\text{ZnO}$ 在实现高折射率低分散特性方面是有用的必须成分，具有改善玻璃的熔融性、耐失透性并降低液相线温度和玻璃化转变温度的作用。如果其量小于0.5%，则折射率会下降，液相线温度会上升，并且耐失透性会恶化。并且，玻璃化转变温度上升，导致必须增大玻璃退火时的温度、加热软化并模压成形时的加热温度。另一方面，如果其量大于10%，则难以实现期望的折射率。因此， $\text{ZnO}$ 的含量为0.5~10%。 $\text{ZnO}$ 的含量更优选的范围为1~10%，进一步优选的范围为1~8%。

[0098]  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 均是提高折射率的作用大的成分。如果想仅通过 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 这样的稀土类氧化物成分来提高折射率，则玻璃稳定性会下降，难以制造，但是通过使稀土类氧化物与 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 中的至少一者共存，能够维持玻璃稳定性并提高折射率。另外，通过导入 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 中的至少一者，也会提高玻璃的化学耐久性。从得到这样的效果的方面出发，使 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的合计含量大于等于1%，但是如果上述合计含量大于20%，则液相线温度会上升，并且使熔融玻璃成形时的粘性会下降，成形性会恶化。并且，玻璃化转变温度也会上升，从而必须提高退火温度，或者提高加热玻璃素材并模压成形时的加热温度，退火设备和模压成形模具的热劣化变得显著。另外，玻璃的着色也会增大。因此，使 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的合计含量为1~20%。 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的合计含量优选的范围为2~20%，更优选的范围为2~18%，进一步优选的范围为2~16%。

[0099]  $\text{TiO}_2$ 的含量从提高折射率、进一步改善化学耐久性和耐失透性的方面出发优选大于等于0.1%，但是从较低地抑制液相线温度和玻璃化转变温度的方面出发，优选小于等于15%。因此， $\text{TiO}_2$ 的含量优选的范围为0.1~15%，更优选的范围为1~15%，进一步优选的范围为2~13%，更进一步优选的范围为2~9%。

[0100] 从提高折射率、进一步降低液相线温度、进一步改善耐失透性的观点出发，使 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的含量大于等于0.1%，但是如果 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的含量大于15%，则开始出现液相线温度上升的倾向、高分散化的倾向、玻璃的着色的倾向，因此 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的含量优选的范围为0.1~15%。 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 的含量更优选的范围为1~15%，进一步优选的范围为1~13%，更进一步优选的范围为1~9%。

[0101] 在本发明中优选的光学玻璃是 $\text{TiO}_2$ 和 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 作为玻璃成分而共存的玻璃，是高折射率玻璃，并表现出优良的玻璃稳定性。

[0102]  $\text{ZrO}_2$ 具有提高折射率、改善化学耐久性的效果。即使少量导入也能够得到优良的上述效果。但是，如果其量大于15%，则玻璃化转变温度和液相线温度会上升，耐失透性会下降。因此， $\text{ZrO}_2$ 的含量为0~15%。在本发明的光学玻璃优选的方式中， $\text{ZrO}_2$ 的含量为0.5~15%。 $\text{ZrO}_2$ 的含量更优选的范围为0.5~13%，进一步优选的范围为1~11%，尤其优选的范围为2~9%。

[0103]  $\text{WO}_3$ 是提高折射率、降低液相线温度、有助于改善耐失透性的成分，但是如果 $\text{WO}_3$ 的量大于2%，则液相线温度会上升，耐失透性会恶化。另外，玻璃的着色也会增强。因此， $\text{WO}_3$

的含量为0~2%。 $W_3O_3$ 的含量优选的范围为0~1.5%，更优选的范围为0~1%，进一步优选的范围为0~0.5%。如果考虑对玻璃的着色，更进一步优选为不包含 $W_3O_3$ 。

[0104]  $Yb_2O_3$ 具有提高折射率的作用，通过使其与 $La_2O_3$ 共存，具有降低液相线温度并大幅度地改善耐失透性的作用。如果其量大于20%，则液相线温度会上升，耐失透性会恶化。因此， $Yb_2O_3$ 的含量为0~20%。 $Yb_2O_3$ 的含量优选的范围为0~18%，更优选的范围为0~16%，进一步优选的范围为0~14%，再进一步优选的范围为0~8%，更进一步优选的范围为0~5%，再更进一步优选的范围为0~2%，尤其优选的范围为0~1%。但是， $Yb_2O_3$ 是与 $La_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ 和 $Y_2O_3$ 相比昂贵的成分，即使不使用 $Yb_2O_3$ ，也能够得到充分的玻璃稳定性，因此可以不导入 $Yb_2O_3$ 。在此情况下，能够得到可以降低玻璃的制造成本的效果。

[0105]  $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 和 $K_2O$ 是具有改善熔融性、降低玻璃化转变温度的作用的任意成分。如果 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 和 $K_2O$ 的合计含量大于10%，则难以实现期望的折射率，化学耐久性也会下降。因此， $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 和 $K_2O$ 的合计含量为0~10%。 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 和 $K_2O$ 的合计含量优选的范围为0~8%，更优选的范围为0~6%，进一步优选的范围为0~4%，更进一步优选的范围为0~2%。当维持玻璃稳定性并进一步使玻璃高折射率化时，尤其优选为不包含上述碱金属氧化物。

[0106]  $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 和 $BaO$ 具有改善玻璃的熔融性和可见区内的光线透射率的作用。另外，通过以碳酸盐、硝酸盐的形式导入到玻璃中，也能够得到消泡的效果。但是，如果其量大于10%，则液相线温度会上升，耐失透性会恶化，并且折射率会下降，化学耐久性也会恶化。因此，使 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 和 $BaO$ 的合计含量为0~10%。 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SrO$ 和 $BaO$ 的合计含量优选的范围为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%。当维持玻璃稳定性并进一步使玻璃高折射率化时，尤其优选不包含碱土类金属氧化物。

[0107]  $Ta_2O_5$ 是对于高折射率低分散化和改善玻璃稳定性非常有效的成分，但是是非常昂贵的成分，因此为了达到作为本发明的目的的稳定供应高折射率低分散玻璃，将其含量抑制在12%以下。如果使 $Ta_2O_5$ 的含量成为上述范围，则折射率会下降，玻璃稳定性会大幅度地降低，但是通过包含 $TiO_2$ 、 $Nb_2O_5$ 中的至少一者、优选的是 $TiO_2$ 和 $Nb_2O_5$ 这两者，能够在不损害高折射率低分散特性和玻璃稳定性的情况下减少 $Ta_2O_5$ 的含量。

[0108] 另外，如果 $Ta_2O_5$ 的含量大于12%，则液相线温度会上升，耐失透性会恶化。因此， $Ta_2O_5$ 的含量为0~12%。 $Ta_2O_5$ 的含量优选的范围为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%。尤其优选为不包含 $Ta_2O_5$ 。

[0109] 但是，当优先玻璃稳定性的进一步改善时，优选导入少量的 $Ta_2O_5$ 。通过导入少量的 $Ta_2O_5$ ，除了能够进一步改善玻璃稳定性以外，还能够维持高折射率，并降低 $La_2O_3$ 的含量，因此能够降低玻璃熔融温度。通过降低熔融温度，能够如上所述降低、抑制对熔融容器的侵蚀和玻璃的着色。

[0110] 此时的 $Ta_2O_5$ 的含量优选的范围为0.5~12%，更优选的范围为1~12%，进一步优选的范围为2~12%。

[0111]  $GeO_2$ 是网目形成氧化物，也具有提高折射率的作用，因此是能够维持玻璃稳定性并提高折射率的成分，但是是非常昂贵的成分，是期望与Ta成分一起控制其量的成分。在本发明中，由于如上所述地决定组成，因此即使将 $GeO_2$ 的含量抑制在5%以下，也能够实现期

望的光学特性和优良的玻璃稳定性。因此,使 $\text{GeO}_2$ 的含量为0~5%。 $\text{GeO}_2$ 的含量优选的范围为0~3%,更优选的范围为0~2.5%,进一步优选的范围为0~2%,再进一步优选的范围为0~1.5%,更进一步优选的范围为0~1%,再更进一步优选的范围为0~0.5%。尤其优选不包含 $\text{GeO}_2$ 、即无Ge玻璃。如上所述, $\text{GeO}_2$ 是网目形成氧化物,因此如上所述限制了 $\text{GeO}_2$ 的含量的光学玻璃可以说是基本组成与将含有预定量以上的 $\text{GeO}_2$ 作为前提来实现高折射率低分散特性的光学玻璃不同的玻璃。另外, $\text{GeO}_2$ 是能够维持玻璃稳定性并提高折射率的特别成分,提供限制了昂贵的 $\text{GeO}_2$ 的使用量、具有上述折射率和阿贝数以及优良的玻璃稳定性的光学玻璃具有非常深远的意义。

[0112]  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 具有提高折射率并提高玻璃稳定性的作用,但是如果其量超过10%,则可见区内的光线透射率会下降,玻璃会表现出着色倾向。因此, $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 的含量为0~10%。 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 的含量优选的范围为0~5%,更优选的范围为0~2%,进一步优选的范围为0~1%,尤其优选为不包含 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 。

[0113]  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 如果是少量则具有改善玻璃稳定性和化学耐久性的作用,但是如果其量大于10%,则液相线温度会上升,耐失透性会恶化。因此, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量为0~10%。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量优选的范围为0~5%,更优选的范围为0~2%,进一步优选的范围为0~1%,尤其优选为不包含 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

[0114]  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 可以作为澄清剂来添加,也具有通过少量添加来抑制由于混入Fe等杂质而导致光线透射率下降的作用,但是由于其强力的氧化作用,会助长模压成形时模压成形模具的成形面的劣化。另外,通过添加 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,会表现出玻璃的着色增大的倾向。因此, $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 的添加量以外比例表示优选0~1%,更优选0~0.5%,进一步优选0~0.1%。尤其优选不添加 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、即无Sb玻璃。

[0115]  $\text{SnO}_2$ 也可以作为澄清剂来添加,但是如果以外比例表示添加超过1%,则玻璃会着色,或者当加热、软化玻璃并进行模压成形等再次成形时Sn会成为晶核生成的起点,产生失透的倾向。因此, $\text{SnO}_2$ 的添加量以外比例表示优选为0~1%,更优选为0~0.5%,尤其优选为不添加。

[0116] 本发明的光学玻璃可以维持玻璃稳定性,并实现高折射率低分散的光学特性,无需含有Lu、Hf这样的成分。Lu、Hf也是昂贵的成分,因此 $\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2$ 的含量分别优选抑制为0~1%,分别更优选抑制为0~0.5%,分别尤其优选不导入 $\text{Lu}_2\text{O}_3$ 、不导入 $\text{HfO}_2$ 。

[0117] 另外,考虑到对环境的影响,也优选不导入As、Pb、U、Th、Te、Cd。

[0118] 另外,从有效利用玻璃优良的光线透射性的方面出发,优选不导入Cu、Cr、V、Fe、Ni、Co等成为着色的主要因素的物质。

[0119] (光学玻璃的特性)

[0120] 本发明的光学玻璃的折射率 $n_d$ 为1.89~2.0。当通过上述光学玻璃来制造透镜时,由于折射率高的原因,即使是制造相同的焦距的透镜,也能够使透镜面的曲度(curve)(曲率半径的绝对值增大)变缓,能够得到容易制造透镜或者容易修正像差等效果。另外,当通过组合多个透镜来构成摄像光学系统和投射光学系统时,也能够使光学系统小型化。

[0121] 另外,在摄像光学系统或投射光学系统等光学系统中,当为了缩短光路长度而使用棱镜来弯折光路时,构成棱镜的玻璃的折射率高在缩短光路长度方面是有效的。另外,在摄像光学系统中,能够增大视场角。基于这样的理由,如上所述地确定折射率 $n_d$ 的下限。另

一方面,如果过度地提高折射率,则玻璃稳定性会下降,表现出难以制造玻璃的倾向,因此如上所述地确定折射率 $nd$ 。折射率 $nd$ 优选的下限为1.892,更优选的下限为1.894,进一步优选的下限为1.895,更进一步优选的下限为1.90,优选的上限为1.98,更优选的上限为1.95,进一步优选的上限为1.94,更进一步优选的上限为1.93。

[0122] 本发明的光学玻璃的阿贝数 $vd$ 为32~38。通过组合由本发明的光学玻璃形成的透镜和高折射率高分散玻璃制的透镜,能够得到小型化的色差修正光学系统,但是在这样的色差修正光学系统中,本发明的光学玻璃的阿贝数与高折射率高分散玻璃的阿贝数之差大在实现小型且良好的色差修正方面较为有利。基于这样的理由,使阿贝数 $vd$ 的下限成为上述值。另一方面,如果在维持高折射率的同时进行过度的低分散化,则玻璃稳定性和熔融玻璃成形性会下降,难以制造玻璃。因此,使阿贝数 $vd$ 的上限成为上述值。阿贝数 $vd$ 优选的下限为32.5,更优选的下限为33.0,进一步优选的下限为33.5,再进一步优选的下限为34.0,更进一步优选的下限为34.5,阿贝数 $vd$ 优选的上限为37.9,更优选的上限为37.8,进一步优选的上限为37.7。

[0123] 另外,阿贝数 $vd$ 小的玻璃、即分散高的玻璃在维持稳定性和熔融玻璃成形时的粘性的同时容易提高折射率。但是,即使在上述光学特性的范围内进行高折射率低分散化,也能够维持玻璃稳定性和熔融玻璃成形性,因此能够在光学设计上实现特别有用的光学特性。基于这样的观点,优选具有满足下述(1)式的光学特性的光学玻璃,更优选具有满足下述式(2)的光学特性的光学玻璃,进一步优选具有满足下述(3)式的光学特性的光学玻璃,再进一步优选具有满足下述(4)式的光学特性的光学玻璃,更进一步优选具有满足下述(5)式的光学特性的光学玻璃,再更进一步优选具有满足下述(6)式的光学特性的光学玻璃。

$$[0124] \quad nd \geq 2.54 - 0.02 \times vd \cdots (1)$$

$$[0125] \quad nd \geq 2.55 - 0.02 \times vd \cdots (2)$$

$$[0126] \quad nd \geq 2.56 - 0.02 \times vd \cdots (3)$$

$$[0127] \quad nd \geq 2.57 - 0.02 \times vd \cdots (4)$$

$$[0128] \quad nd \geq 2.58 - 0.02 \times vd \cdots (5)$$

$$[0129] \quad nd \geq 2.59 - 0.02 \times vd \cdots (6)$$

[0130] 这里,如果组合由(1)式~(6)式确定的各范围和折射率 $nd$ 优选的下限,则在本发明的范围内优选由 $nd \geq 2.54 - 0.02 \times vd$ (其中, $vd > 32.5$ )且 $nd \geq 1.89$ (其中, $vd \leq 32.5$ )确定的范围;

[0131] 更优选由 $nd \geq 2.55 - 0.02 \times vd$ (其中, $vd > 33.0$ )且 $nd \geq 1.89$ (其中, $vd \leq 33.0$ )确定的范围;

[0132] 进一步优选由 $nd \geq 2.56 - 0.02 \times vd$ (其中, $vd > 33.5$ )且 $nd \geq 1.89$ (其中, $vd \leq 33.5$ )确定的范围;

[0133] 再进一步优选由 $nd \geq 2.57 - 0.02 \times vd$ (其中, $vd > 34.0$ )且 $nd \geq 1.89$ (其中, $vd \leq 34.0$ )确定的范围;

[0134] 更进一步优选由 $nd \geq 2.58 - 0.02 \times vd$ (其中, $vd > 34.5$ )且 $nd \geq 1.89$ (其中, $vd \leq 34.5$ )确定的范围;

[0135] 再更进一步优选由 $nd \geq 2.59 - 0.02 \times vd$ (其中, $vd > 35.0$ )且 $nd \geq 1.89$ (其中, $vd \leq 35.0$ )确定的范围。

[0136] 上述的例子是折射率 $n_d$ 大于等于1.89且(1)式~(6)式成立的范围,但是折射率 $n_d$ 大于等于1.892且(1)式~(6)式成立的范围、折射率 $n_d$ 大于等于1.894且(1)式~(6)式成立的范围、折射率 $n_d$ 大于等于1.895且(1)式~(6)式成立的范围、折射率 $n_d$ 大于等于1.90且(1)式~(6)式成立的范围也可以分别同样地定义。

[0137] 另一方面,从实现更进一步优良的玻璃稳定性的方面出发,优选具有满足下述(7)式的光学特性的光学玻璃,更优选具有满足下述(8)式的光学特性的光学玻璃,进一步优选具有满足下述(9)式的光学特性的光学玻璃。

[0138]  $n_d \leq 2.69 - 0.02 \times v_d \cdots (7)$

[0139]  $n_d \leq 2.68 - 0.02 \times v_d \cdots (8)$

[0140]  $n_d \leq 2.67 - 0.02 \times v_d \cdots (9)$

[0141] 这里,如果通过组合由(7)式~(9)式确定的各范围和折射率 $n_d$ 优选的上限,则在本发明的范围内优选由 $n_d \leq 2.69 - 0.02 \times v_d$ (其中, $v_d > 34.5$ )且 $n_d \leq 2.0$ (其中, $v_d \leq 34.5$ )确定的范围;

[0142] 更优选由 $n_d \leq 2.68 - 0.02 \times v_d$ (其中, $v_d > 34.0$ )且 $n_d \leq 2.0$ (其中, $v_d \leq 34.0$ )确定的范围;

[0143] 进一步优选由 $n_d \leq 2.67 - 0.02 \times v_d$ (其中, $v_d > 33.5$ )且 $n_d \leq 2.0$ (其中, $v_d \leq 33.5$ )确定的范围。

[0144] 上述的例子是折射率 $n_d$ 小于等于2.0且(7)式~(9)式成立的范围,但是折射率 $n_d$ 小于等于1.98且(7)式~(9)式成立的范围、折射率 $n_d$ 小于等于1.95且(7)式~(9)式成立的范围、折射率 $n_d$ 小于等于1.94且(7)式~(9)式成立的范围、折射率 $n_d$ 小于等于1.93且(7)式~(9)式成立的范围也可以分别同样地定义。

[0145] (玻璃的着色)

[0146] 本发明的光学玻璃的着色度 $\lambda_{70}$ 小于等于430nm。着色度 $\lambda_{70}$ 相当于使用具有彼此平行且被光学研磨了的两个相对的平面的厚度为 $10 \pm 0.1$ nm的玻璃来测定从280nm到700nm的波长域内的分光透射率并表现出透射率70%的波长。这里,所谓分光透射率或透射率是在向玻璃的上述表面垂直地入射强度 $I_{in}$ 的光,透过玻璃并从一个平面射出强度 $I_{out}$ 的光的情况下通过 $I_{out}/I_{in}$ 表示的量,并且是也包含了玻璃的上述表面上的表面反射损失的透射率。

[0147] 玻璃的折射率越高,表面反射损失越大。因此,在高折射率玻璃中, $\lambda_{70}$ 小意味着玻璃自身的着色极少。通过使 $\lambda_{70}$ 小于等于430nm,能够提供构成彩色平衡优良的摄像光学系统或投射光学系统的光学元件。在摄像光学系统或投射光学系统中,为了修正各种像差,而使用多个透镜。因此,如果使用由着色了的玻璃形成的透镜,则存在整个光学系统的透射光量下降的问题。尤其是,在单镜头反光式照相机的交换透镜中,由于口径大,因此如果使用着色了的玻璃,则透射光量会显著地下降。如果使用本发明的光学玻璃来制造透镜,则由于是高折射率低分散玻璃并且着色极少,因此无论是一个透镜还是整个光学系统均能够充分确保透射光量。另外,由于着色少并具有高折射率低分散性,因此也能够使摄像光学系统和投射光学系统小型化。基于此,本发明的光学玻璃适于作为构成摄像光学系统和投射光学系统的光学元件材料,尤其适于作为构成单镜头反光式照相机的交换透镜的光学元件材料。

[0148] 为了满足这样的要求,需要 $\lambda_{70}$ 处于上述范围的光学玻璃,但是在本发明的光学玻璃中,优选的着色度的范围为 $\lambda_{70}$ 小于等于425nm的范围,更优选的着色度的范围为 $\lambda_{70}$ 小于等于420nm的范围,进一步优选的着色度的范围为 $\lambda_{70}$ 小于等于415nm的范围,再进一步优选的着色度的范围为 $\lambda_{70}$ 小于等于410nm的范围,更进一步优选的着色度的范围为 $\lambda_{70}$ 小于等于405nm的范围。另外, $\lambda_{70}$ 的下限根据折射率等玻璃的特性和组成来自行确定。

[0149] 另外,作为 $\lambda_{70}$ 以外的着色度,也有 $\lambda_{80}$ 、 $\lambda_5$ 。 $\lambda_{80}$ 是表现出透射率80%的波长, $\lambda_5$ 是表现出透射率5%的波长。

[0150] (液相线温度中的玻璃的粘性)

[0151] 在高折射率玻璃尤其是高折射率低分散玻璃中,为了防止熔融玻璃成形时的失透,可以全面地提高熔融玻璃流出、成形时的温度。因此流出、成形时的粘性非常低,难以在高生产率之下制造高品质的玻璃。

[0152] 例如,如果玻璃流出温度高,则特定的容易挥发的玻璃成分会从高温的玻璃表面挥发,玻璃表面会变质。结果导致玻璃表面产生被称为波筋的光学上不均匀的部分。另外,如果流出、成形时的粘性低,则流出的玻璃的表面被卷入到内部,从而玻璃内部会产生波筋。另外,如果流出时的温度高,则与高温的玻璃接触的铸模会热劣化,容易消耗。

[0153] 在高折射率低分散玻璃中,如果能够确保液相线温度中的粘性,则能够改善熔融玻璃的成形性,能够在高的生产率之下供应高品质的玻璃。另外,抑制液相线温度的上升也有利于提高高品质玻璃的生产率。

[0154] 基于这样的理由,在本发明中,优选是液相线温度中的粘度大于等于1dPa·s的光学玻璃。通过施加所述粘性特性,能够大大地改善高折射率低分散玻璃的熔融玻璃成形性。从进一步改善上述成形性的方面出发,优选使液相线温度中的粘度大于等于1.2dPa·s,更优选大于等于1.4dPa·s,进一步优选大于等于1.6dPa·s,再进一步优选大于等于2.0dPa·s,更进一步优选大于等于2.5dPa·s。液相线温度中的粘度的上限可以根据上述玻璃组成范围自行限制,但是作为基准考虑小于等于30dPa·s即可。

[0155] 另外,基于上述的观点,本发明的光学玻璃优选使液相线温度小于等于1300℃,更优选小于等于1280℃,进一步优选小于等于1250℃。液相线温度的下限也可以根据玻璃组成自行限制,但是作为基准考虑大于等于1000℃即可。

[0156] (玻璃化转变温度)

[0157] 在本发明的光学玻璃中,均匀地导入多个高折射率施加成分,使得特定的高折射率施加成分的含量不会特别多。另外,由于将ZnO作为必须成分而导入,因此作为高折射率低分散玻璃可以将玻璃化转变温度抑制得较低。

[0158] 在本发明的光学玻璃中,玻璃化转变温度优选的范围为小于等于710℃,更优选的范围为小于等于700℃,进一步优选的范围为小于等于695℃。通过将玻璃化转变温度抑制得较低,能够抑制玻璃的退火温度的上升,从而能够抑制退火设备的热劣化、消耗。另外,也能够较低地抑制对玻璃进行再次加热、软化并模压成形时的加热温度,因此能够抑制模压成形模具等模压成形设备的热劣化、消耗。很多情况下对在退火炉和在退火炉内移动玻璃的装置、模压成形装置等使用不锈钢。不锈钢的变形温度在700℃附近,因此通过将玻璃化转变温度抑制在上述范围、尤其是小于等于700℃,优选的是小于等于695℃,能够防止在上述各工序中不锈钢的变形。

[0159] 玻璃化转变温度的下限可以根据玻璃组成自行限制,但是作为基准考虑大于等于650℃即可。

[0160] (再次加热时的耐失透性)

[0161] 本发明的光学玻璃在再次加热玻璃并成形时的耐失透性上也优良。在本发明的光学玻璃优选的方式中,对玻璃样品在600℃~800℃下保持玻璃10分钟(一次热处理),之后升温到820℃~900℃,在该温度下保持10分钟(二次热处理)之后,玻璃内部没有发现结晶的析出。图1表示后述的实施例1中得到的玻璃的一次热处理和二次热处理(再次加热)的温度与玻璃内部析出的结晶数密度的关系。由图1可知是再次加热时的结晶数密度极低、耐失透性极优良的玻璃。另外,当进行上述试验时,作为玻璃样品优选通过切断、研磨来得到,例如可以使用大小15×15×15mm的样品。另外,可以通过100倍的光学显微镜放大观察玻璃内部来确认是否有结晶析出。

[0162] 另外,使用实施了切断、滚磨的玻璃样品(样品重量=6.05g),例如按照图2所示的加热程序进行再次加热并模压成形,结果模压成形后的玻璃的内部不能确认结晶的析出。

[0163] 这样,本发明的光学玻璃的耐失透性优良,因此适于作为能够使高品质的模压成形品成形的模压成形用玻璃素材的材料。

[0164] (光学玻璃的制造方法)

[0165] 接着,对本发明的光学玻璃的制造方法进行说明。例如使用与目标的玻璃组成相对应地称量、调合粉体状的化合物原料、即氧化物、碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐、氢氧化物等而得到的未玻璃化原料、或者与目标的玻璃组成相对应地称量、调合对化合物原料粗熔融(luff melt)得到的碎玻璃原料而得到的玻璃化原料,供应给铂合金制的熔融容器内之后,对它们进行加热、熔融。在完全熔融上述原料而得到熔融玻璃(玻璃融液)之后,使该熔融玻璃的温度上升,并进行澄清。使用搅拌器对澄清后的熔融玻璃进行搅拌、均匀化,连续供应、流到玻璃流出管道,进行急冷、固化得到玻璃成形体。

[0166] 对所得到的玻璃成形体进行退火,减少或去除成形体内部的变形,根据需要对折射率进行微小调整,成为光学元件的材料或者模压成形用玻璃素材用的材料。

[0167] 接着,对本发明的模压成形用玻璃块进行说明。

[0168] [模压成形用玻璃块]

[0169] 本发明的模压成形用玻璃块的特征在于,由上述的本发明的光学玻璃形成。玻璃块的形状成为根据作为目标的模压成形品的形状容易模压成形的形状。另外,玻璃块的质量也设定成与模压成形品一致。在本发明中,使用了稳定性优良的玻璃,因此即使进行再次加热、软化并模压成形,玻璃也难以失透,从而能够稳定地生产出高品质的成形品。

[0170] 模压成形用玻璃块的制造例如下。

[0171] 在第一制造例中,将从管道中流出的熔融玻璃连续地浇注到水平地配置在流出管道的下方的铸模中,成形为具有恒定的厚度的板状。成形后的玻璃被从设置在铸模侧面上的开口部向水平方向连续地拉出。通过带式输送机来拉出板状玻璃成形体。通过按照带式输送机的拉出速度成为恒定、玻璃成形体的板厚成为恒定的方式拉出,能够得到预定的厚度、板宽的玻璃成形体。玻璃成形体通过带式输送机运送到退火炉内进行缓冷。在板厚方向上切断或割断缓冷后的玻璃成形体,实施研磨加工或者实施滚磨,成为模压成形用玻璃块。

[0172] 在第二制造例中,代替上述铸模而将熔融玻璃浇注到圆筒状的铸模内,使圆柱状

的玻璃成形体成形。在铸模内成形了的玻璃成形体被从铸模底部的开口部以恒定的速度向垂直下方拉出。拉出速度使得铸模内的熔融玻璃液位成为恒定即可。在使玻璃成形体缓冷之后,将其切断或割断并实施研磨加工或滚磨,成为模压成形用玻璃块。

[0173] 在第三制造例中,在流出管道的下方在圆形的旋转台的圆周上等间隔地配置有多个成形模具的成形机被设置在流出管道的下方,转位旋转台,将成形模具的停留位置之一作为向成形模具供应熔融玻璃的位置(浇铸位置)而供应熔融玻璃,在将供应的熔融玻璃成形为玻璃成形体之后,从与浇铸位置不同的预定的成形模具的停留位置(取出位置)取出玻璃成形体。取出位置成为何种停留位置考虑旋转台的旋转速度、玻璃的冷却速度等确定即可。可以通过以下方法等在浇铸位置向成形模具供应熔融玻璃:从流出管道的玻璃流出口滴下熔融玻璃,用上述成形模具接受玻璃滴;将停留在浇铸位置的成形模具靠近玻璃流出口,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,在预定的时刻向铅锤方向突然下降成形模具,由此从缩颈分离出下面的熔融玻璃,并接受到成形模具上;用切刀切断流出的熔融玻璃流,通过停留在浇铸位置处的成形模具接受分离出的熔融玻璃块。

[0174] 成形模具上的玻璃的成形使用公知的方法即可。其中如果从成形模具向上喷出气体而向玻璃块施加向上的风压、在使玻璃浮起的情况下成形,则可以防止玻璃成形体的表面产生褶皱或者由于与成形模具接触而玻璃成形体产生裂纹裂缝。

[0175] 玻璃成形体的形状根据成形模具形状的选择和上述气体的喷出方式可以成为球状、旋转椭圆柱状、具有一个旋转对象轴并且朝向该旋转对象轴的轴向的两个面均向外侧凸的形状等。这些形状适用于使透镜等光学元件或光学元件坯料模压成形的玻璃块。这样得到的玻璃成形体可以保持原样或者对表面研磨或滚磨而成为模压成形用玻璃块。

[0176] [光学元件]

[0177] 下面,对本发明的光学元件进行说明。

[0178] 本发明的光学元件的特征在于,由上述的本发明的光学玻璃形成。本发明的光学元件具有高折射率低分散特性, $Ta_2O_5$ 或 $GeO_2$ 等昂贵的成分的含量被抑制为少量或零,因此能够以低成本提供光学价值高的各种透镜、棱镜等光学元件。

[0179] 作为透镜的例子,可以示出透镜面为球面或非球面的、凹新月形透镜、凸新月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜。

[0180] 这样的透镜能够通过高折射率高分散玻璃制的透镜相组合来修正色差,适于作为色差修正用的透镜。另外还是在光学系统的小型化上也有效的透镜。

[0181] 另外,本发明的光学元件通过着色度 $\lambda 70$ 小于等于430nm的光学玻璃来构成,因此适于作为要求高的光线透射率的摄像光学系统尤其是交换透镜(例如单镜头反光式照相机的交换透镜)或者组装到投射光学系统中的光学元件。

[0182] 另外,对于棱镜,由于折射率高,因此通过组装到摄像光学系统中,可以改变光路而朝向期望的方向,由此也能够以小型化实现广大视场角的光学系统。

[0183] 另外,也可以在本发明的光学元件的光学功能面上设置防止反射膜等控制光线透射率的膜。

[0184] [光学元件坯料的制造方法]

[0185] 下面,对本发明的光学元件坯料的制造方法进行说明。

[0186] 本发明的光学元件坯料的制造方法有以下所示的两个方式。



[0187] (第一光学元件坯料的制造方法)

[0188] 本发明的第一光学元件坯料的制造方法是通过磨削、研磨而被制成光学元件的光学元件坯料的制造方法,其特征在于,对上述的本发明的模压成形用玻璃块进行加热、软化并模压成形。

[0189] 根据本发明,使用由再次加热时的耐失透性优良的上述本发明的光学玻璃形成的玻璃块,因此能够在不使玻璃失透的情况下生产出光学元件坯料。另外,由于使用着色少的玻璃,因此也能够生产出用于得到投射光量充足且彩色平衡优良的光学元件的坯料。

[0190] 光学元件坯料是具有向作为目标的光学元件的形状添加了通过磨削、研磨而去除的加工余量的近似于光学元件的形状的玻璃成形体。

[0191] 当制造光学元件坯料时,准备具有反转了该坯料的形状的成形面的模压成形模具。模压成形模具通过包括上模具、下模具以及根据需要还包括体模具的模具部件来构成,当使用上下模具的成形面或体模具时使体模具成形面成为上述的形状。

[0192] 接着,在模压成形用玻璃块的表面均匀地涂布氮化硼等粉末状脱模剂,在加热软化之后导入到预热了的下模具中,通过下模具和相对的上模具来进行模压,成形为光学元件坯料。

[0193] 接着,将光学元件坯料脱模并从模压成形模具中取出,进行退火处理。通过该退火处理可以减少玻璃内部的变形,使得折射率等光学特性成为期望的值。

[0194] 玻璃块的加热条件、模压成形条件、用于模压成形模具的材料等使用公知的条件或材料即可。以上的工序可以在大气中进行。

[0195] (第二光学元件坯料的制造方法)

[0196] 本发明的第二光学元件坯料的制造方法是通过磨削、研磨而被制成光学元件的光学元件坯料的制造方法,其特征在于,对玻璃原料进行熔融,将所得到的熔融玻璃进行模压成形,制造由上述本发明的光学玻璃形成的光学元件坯料。

[0197] 通过包括上模具、下模具根据需要还包括体模具的模具部件来构成模压成形模具。如上所述将模压成形模具的成形面加工成反转了光学元件坯料的表面形状的形状。

[0198] 在下模具成形面上均匀地涂布氮化硼等粉末状脱模剂,按照上述的光学玻璃的制造方法,将熔融的熔融玻璃流到下模具成形面上,在下模具上的熔融玻璃量成为了期望的量之后紧接着用被称为切断机的切刀来切断熔融玻璃流。这样,在下模具上得到熔融玻璃块之后,将下模具连同熔融玻璃块移动到上方准备好上模具的位置处,通过上模具和下模具对玻璃进行模压,而成形为光学元件坯料。

[0199] 接着,将光学元件坯料脱模并从模压成形模具中取出,进行退火处理。通过该退火处理可以降低玻璃内部的变形,使得折射率等光学特性成为期望的值。

[0200] 玻璃块的加热条件、模压成形条件、用于模压成形模具的材料等使用公知的条件或材料即可。以上的工序可以在大气中进行。

[0201] 第二光学元件坯料的制造方法也能够在不使玻璃失透的情况下生产出坯料。另外,也能够提供用于得到充分确保了透射光量的光学元件的坯料。

[0202] 接着,对本发明的光学元件的制造方法进行说明。

[0203] [光学元件的制造方法]

[0204] 本发明的光学元件的制造方法可以大致分为两个方式。

[0205] 本发明的光学元件的制造方法的第一方式(称为光学元件的制法I)的特征在于,通过上述的本发明的方法来制造光学元件坯料,对该光学元件坯料进行磨削、研磨。磨削、研磨可以使用公知的方法。光学元件的制法I适于制造球面透镜或棱镜等。

[0206] 本发明的光学元件的制造方法的第二方式(成为光学元件的制法II)是对上述本发明的模压成形用玻璃块进行加热并精密模压成形的光学元件的制造方法。对于精密模压成形,可以使用公知的模压成形模具,应用公知的成形方法。光学元件的制法II适于制造非球面透镜或微型透镜、衍射光栅等。

[0207] 实施例

[0208] 接着,通过实施例来进一步详细说明本发明,但是本发明丝毫不受这些例子的限制。

[0209] (实施例1)

[0210] 首先,为了得到具有表1~表6所示的组成的玻璃No.1~22,使用碳酸盐、硝酸盐、硫酸盐、氢氧化物、氧化物、硼酸等来作为原料,称量各原料粉末进行充分混合,成为调合原料,将该调合原料放入到铂制坩埚内,在1200~1400℃加热熔融1~3小时,并澄清、搅拌,成为均匀的熔融玻璃。将该熔融玻璃流入到预热的铸模中进行急冷,在玻璃化转变温度附近的温度保持两小时之后进行缓冷,得到玻璃No.1~22的各光学玻璃。无论哪种玻璃均没有发现结晶的析出。

[0211] 另外,通过以下所示的方法测定各玻璃的特性。将测定结果表示在表1~表6中。

[0212] (1)折射率 $n_d$ 和阿贝数 $v_d$

[0213] 对以30℃/小时的降温速度冷却的光学玻璃进行测定。

[0214] (2)玻璃化转变温度 $T_g$

[0215] 使用热机械分析装置在升温速度为4℃/分钟的条件下进行测定。

[0216] (3)液相线温度 $L_T$

[0217] 将玻璃放入到加热为预定温度的炉内保持两个小时,并在冷却后通过100倍的光学显微镜观察玻璃内部,根据结晶的有无来决定液相线温度。

[0218] (4)液相线温度中的粘度

[0219] 通过粘度JIS规格Z8803、共轴双层圆筒形旋转粘度计的粘度测定方法来测定粘度。

[0220] (5)比重

[0221] 通过阿基米德法进行测定。

[0222] (6) $\lambda_{70}$ 、 $\lambda_{80}$ 、 $\lambda_5$

[0223] 使用具有彼此相对的两个被光学研磨了的平面的厚度为 $10 \pm 0.1$ mm的玻璃样品测定分光透射率,根据其结果而计算出。

[0224] (7)部分分散比 $P_{g,F}$

[0225] 测定折射率 $n_F$ 、 $n_C$ 、 $n_g$ ,根据这些结果而计算出。

[0226] [表1]

[0227]

No.		1	2	3	4
组成 [质量%]	SiO <sub>2</sub>	8.11	8.03	7.54	7.53
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.02	10.55	11.47	11.64
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.95	43.53	44.32	43.42
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.34	10.71	10.43	11.37
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.34	3.48	2.36	2.36
	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	ZnO	5.49	5.44	5.54	4.68
	TiO <sub>2</sub>	6.22	6.16	6.27	6.26
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.28	6.22	6.33	7.01
	ZrO <sub>2</sub>	5.05	4.69	5.74	5.73
	WO <sub>3</sub>	1.20	1.19	0.00	0.00
	Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
	K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
	MgO	0.00	0.00	0.00	0.00
	CaO	0.00	0.00	0.00	0.00
	SrO	0.00	0.00	0.00	0.00
	BaO	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	合计	100.00	100.00	100.00	100.00
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (外比例)	0.10	0.10	0.10	0.10
	SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.13	18.58	19.01	19.17
	SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.74	0.76	0.66	0.65
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	56.63	57.72	57.11	57.15
(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/(La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.22	0.25	0.22	0.24	
TiO <sub>2</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12.50	12.38	12.60	13.27	
Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
MgO+CaO+SrO+BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.82	0.75	0.82	0.83	
特性	n <sub>d</sub>	1.90757	1.9107	1.90928	1.91036
	ν <sub>d</sub>	34.96	35.12	35.3	35.03
	P <sub>g,F</sub>	0.5832	0.58619	0.58579	0.58369
	λ <sub>80</sub> [nm]	497	490	500	494
	λ <sub>70</sub> [nm]	426	422	423	422
	λ <sub>5</sub> [nm]	360	359	358	359
	玻璃转移温度[°C]	683	688	683	686
	液相温度[°C]	1200	1220	1190	1190
	液相温度中的粘度 [dPa·s]	-	-	3.08	3.12
	比重	4.99	5.04	4.99	4.98

[0228] [表2]

[0229]

No.		5	6	7	8	
组成 [质量%]	SiO <sub>2</sub>	7.52	6.93	6.31	6.92	
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.49	12.03	12.44	12.03	
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.34	43.52	43.65	43.49	
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.35	11.40	11.43	11.39	
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.36	2.37	2.37	2.60	
	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	ZnO	5.09	4.69	4.70	4.69	
	TiO <sub>2</sub>	6.13	6.28	6.29	6.11	
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7.00	7.03	7.05	7.03	
	ZrO <sub>2</sub>	5.72	5.75	5.76	5.74	
	WO <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	合计	100.00	100.00	100.00	100.00	
		Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (外比例)	0.10	0.10	0.10	0.10
		SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.01	18.96	18.75	18.95
		SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.65	0.58	0.51	0.58
		La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57.05	57.29	57.45	57.48
		(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/(La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.24	0.24	0.24	0.24
		TiO <sub>2</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.13	13.31	13.34	13.14
		Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.83	0.83	0.83	0.81	
特性	n <sub>d</sub>	1.90994	1.91231	1.91389	1.91107	
	ν <sub>d</sub>	35.12	34.97	34.89	35.07	
	P <sub>E,F</sub>	0.5851	0.58298	0.58228	0.58045	
	λ <sub>80</sub> [nm]	495	492	494	498	
	λ <sub>70</sub> [nm]	422	422	423	423	
	λ <sub>5</sub> [nm]	358	359	359	359	
	玻璃转移温度[°C]	685	686	681	685	
	液相温度[°C]	1190	1175	1180	1175	
	液相温度中的粘度 [dPa·s]	-	3.2	-	3.31	
	比重	4.98	5.00	5.01	5.00	

[0230] [表3]

[0231]

No.		9	10	11	12	
组成 [质量%]	SiO <sub>2</sub>	6.92	6.04	6.01	6.63	
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.03	12.70	12.64	11.53	
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.49	43.08	42.86	40.06	
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.39	11.51	11.45	10.92	
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.60	2.39	2.38	2.49	
	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	ZnO	4.69	4.74	4.71	6.13	
	TiO <sub>2</sub>	6.11	6.34	6.31	4.25	
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7.03	7.10	7.06	1.40	
	ZrO <sub>2</sub>	5.74	5.80	5.77	5.50	
	WO <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	CaO	0.00	0.30	0.00	0.00	
	SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	BaO	0.00	0.00	0.81	0.00	
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	11.09	
	GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	合计	100.00	100.00	100.00	100.00	
		Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (外比例)	0.00	0.00	0.00	0.00
		SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.95	18.74	18.65	18.16
		SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	0.48	0.48	0.58
		La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57.48	56.98	56.69	53.47
	(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/(La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.24	0.24	0.24	0.25	
	TiO <sub>2</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.14	13.44	13.37	5.65	
	Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.00	0.30	0.81	0.00	
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.81	0.83	0.83	0.81	
特性	n <sub>d</sub>	1.91107	1.91271	1.9123	1.8964	
	ν <sub>d</sub>	35.07	35.05	34.99	37.32	
	P <sub>g,F</sub>	0.58045	0.58833	0.58573	0.57993	
	λ <sub>80</sub> [nm]	500	485	485	469	
	λ <sub>70</sub> [nm]	405	405	404	395	
	λ <sub>5</sub> [nm]	351	351	351	346	
	玻璃转移温度[°C]	685	-	-	-	
	液相温度[°C]	1175	-	-	1200	
	液相温度中的粘度 [dPa·s]	3.31	-	-	-	
	比重	5.00	4.99	5.00	5.24	

[0232] [表4]

[0233]

No.		13	14	15	16
组成 [质量%]	SiO <sub>2</sub>	6.64	6.58	6.68	6.92
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.54	11.45	11.61	11.63
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41.72	43.02	43.60	43.79
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.92	10.83	10.99	11.49
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.49	2.47	2.51	2.60
	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	ZnO	5.31	4.46	5.34	4.69
	TiO <sub>2</sub>	4.25	4.22	4.28	6.11
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.74	2.71	2.75	7.03
	ZrO <sub>2</sub>	5.51	5.46	5.54	5.74
	WO <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
	Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
	K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00
	MgO	0.00	0.00	0.00	0.00
	CaO	0.00	0.00	0.00	0.00
	SrO	0.00	0.00	0.00	0.00
	BaO	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8.88	8.80	6.70	0.00
	GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00
	合计	100.00	100.00	100.00	100.00
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (外比例)	0.00	0.00	0.00	0.00
	SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.18	18.03	18.29	18.55
	SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	0.57	0.58	0.60
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	55.13	56.32	57.10	57.88
(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/(La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.24	0.24	0.24	0.24	
TiO <sub>2</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.99	6.93	7.03	13.14	
Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
MgO+CaO+SrO+BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.81	0.81	0.81	0.82	
特性	n <sub>d</sub>	1.8997	1.90149	1.89766	1.91458
	ν <sub>d</sub>	37.04	37.1	37.4	34.87
	P <sub>g,F</sub>	0.5776	0.57654	0.57708	0.58063
	λ <sub>80</sub> [nm]	472	477	494	491
	λ <sub>70</sub> [nm]	397	397	398	409
	λ <sub>5</sub> [nm]	347	346	346	352
	玻璃转移温度[°C]	685	691	684	685
	液相温度[°C]	1190	1190	1200	1185
	液相温度中的粘度 [dPa·s]	-	-	-	-
	比重	5.21	5.23	5.19	5.02

[0234] [表5]

[0235]

No.		17	18	19	20	
组成 [质量%]	SiO <sub>2</sub>	6.92	6.92	6.92	6.92	
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.83	11.53	12.83	12.43	
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.69	43.99	42.69	43.20	
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.39	11.39	11.39	11.28	
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.60	2.60	2.60	2.60	
	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	ZnO	4.69	4.69	4.69	4.69	
	TiO <sub>2</sub>	6.11	6.11	6.11	6.11	
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7.03	7.03	7.03	7.03	
	ZrO <sub>2</sub>	5.74	5.74	5.74	5.74	
	WO <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	
	合计	100.00	100.00	100.00	100.00	
		Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (外比例)	0.00	0.00	0.00	0.00
		SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.75	18.45	19.75	19.35
		SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	0.60	0.54	0.56
		La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57.68	57.98	56.68	57.08
	(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )/(La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.24	0.24	0.25	0.24	
	TiO <sub>2</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.14	13.14	13.14	13.14	
	Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.81	0.81	0.81	0.81	
特性	n <sub>d</sub>	1.91261	1.91497	1.90443	1.90636	
	ν <sub>d</sub>	35.01	34.92	35.26	35.23	
	P <sub>e,F</sub>	0.58343	0.58168	0.58441	0.58259	
	λ <sub>80</sub> [nm]	487	493	479	482	
	λ <sub>70</sub> [nm]	407	408	405	405	
	λ <sub>5</sub> [nm]	351	351	352	352	
	玻璃转移温度[°C]	683	684	686	687	
	液相温度[°C]	1175	1185	1175	1175	
	液相温度中的粘度 [dPa·s]	-	-	-	-	
	比重	5.01	5.03	4.94	4.96	

[0236] [表6]

No.		21	22
组成 [质量%]	SiO <sub>2</sub>	6.96	6.98
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.90	12.14
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.36	42.99
	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.46	11.49
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.62	2.62
	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00
	ZnO	4.71	4.73
	TiO <sub>2</sub>	6.15	6.16
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7.07	7.10
	ZrO <sub>2</sub>	5.77	5.79
	WO <sub>3</sub>	0.00	0.00
	Li <sub>2</sub> O	0.00	0.00
	Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00
	K <sub>2</sub> O	0.00	0.00
	MgO	0.00	0.00
	CaO	0.00	0.00
	SrO	0.00	0.00
	BaO	0.00	0.00
	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00
	GeO <sub>2</sub>	0.00	0.00
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00
	合计	100.00	100.00
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (外比例)	0.00	0.00
	SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.86	19.12
	SiO <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58	0.57
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57.44	57.10
	(Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) / (La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.25	0.25
	TiO <sub>2</sub> +Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.22	13.26
	Li <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.00	0.00
MgO+CaO+SrO+BaO	0.00	0.00	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / (Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.81	0.81	
特性	n <sub>d</sub>	1.91236	1.91051
	ν <sub>d</sub>	35.01	35.06
	P <sub>E,F</sub>	0.58327	0.58253
	λ <sub>80</sub> [nm]	487	486
	λ <sub>70</sub> [nm]	404	403
	λ <sub>5</sub> [nm]	352	352
	玻璃转移温度[°C]	683	682
	液相温度[°C]	1175	1175
	液相温度中的粘度 [dPa·s]	-	-
	比重	5.00	4.99

[0238] (实施例2)

[0239] 接着,如下地制造出由实施例1的No.1~22的各光学玻璃形成的模压成形用玻璃



块。

[0240] 首先,为了得到上述各玻璃,将玻璃原料调合,投入到铂制坩埚内,并加热、熔融、澄清、搅拌,得到均匀的熔融玻璃。接着,从流出管道以一定流量流出熔融玻璃,浇注到水平地配置在流出管道的下方的铸模中,成形出具有一定的厚度的玻璃块。将成形后的玻璃板从设置在铸模侧面的开口部向水平方向连续拉出,通过带式输送机运送到退火炉内,进行缓冷。

[0241] 切断或割断缓冷后的玻璃板,制作玻璃片,对这些玻璃片进行滚磨,成为模压成形用玻璃块。

[0242] 另外,也可以在流出管道的下方配置圆筒状的铸模,将熔融玻璃浇注到该铸模内,成形为圆柱状玻璃,从铸模底部的开口部以一定的速度向垂直下方拉出后,进行缓冷、切断或割断,制作玻璃片,对这些玻璃片进行滚磨,得到模压成形用玻璃块。

[0243] (实施例3)

[0244] 与实施例2相同从流出管道流出熔融玻璃,在通过成形模具接受流出的熔融玻璃下端之后,突然下降成形模具,通过表面张力来切断熔融玻璃流,在成形模具上得到期望的量的熔融玻璃块。然后,从成形模具中喷出气体,向玻璃施加向上的风压,在使其浮起的情况下成形为玻璃块,从成形模具中取出并退火。之后对玻璃块进行滚磨,成为模压成形用玻璃块。

[0245] (实施例4)

[0246] 在实施例3中得到的各模压成形用玻璃块的整个表面均匀地涂布由氮化硼粉末形成的脱模剂之后,以图2所示的加热程序对上述玻璃块进行加热、软化并模压成形,制造出凹新月形透镜、凸新月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜、棱镜的坯料。

[0247] (实施例5)

[0248] 与实施例2相同地制作熔融玻璃,将熔融玻璃供应给均匀地涂布有氮化硼粉末的脱模剂的下模具成形面,在下模具上的熔融玻璃量成为了期望量之后,紧接着用切刀切断熔融玻璃流。

[0249] 这样通过上模具和下模具来模压在下模具上得到的熔融玻璃块,制造出凹新月形透镜、凸新月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜、棱镜的坯料。

[0250] (实施例6)

[0251] 对在实施例4、5中制造出的各坯料进行退火。通过退火可以减少玻璃内部的变形,使得折射率等光学特性成为期望的值。

[0252] 接着,对各坯料进行磨削、研磨,制造出凹新月形透镜、凸新月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜、棱镜。也可以在所得到的光学元件的表面涂布防止反射膜。

[0253] (实施例7)

[0254] 与实施例2相同地制作玻璃板和圆柱状玻璃,对所得到的玻璃成形体进行退火,来减少内部的变形,并且使得折射率等光学特性成为期望的值。

[0255] 接着,切断这些玻璃成形体并进行磨削、研磨,制造出凹新月形透镜、凸新月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等各种透镜、棱镜的坯料。也可以在所得到的

光学元件的表面涂布防止反射膜。

[0256] (实施例8)

[0257] 对实施例2中制作出的玻璃块进行加热、软化,使用模压成形模具进行精密模压成形,制造出凹新月形透镜、凸新月形透镜、双凸透镜、双凹透镜等各种非球面透镜。也可以在所得到的透镜的表面涂布防止反射膜。

[0258] 产业上的可利用性

[0259] 本发明是能够稳定供应且着色极少、具有优良的玻璃稳定性的具有高折射率低分散性的光学玻璃,适于用作模压成形用玻璃块、光学元件坯料以及光学元件。

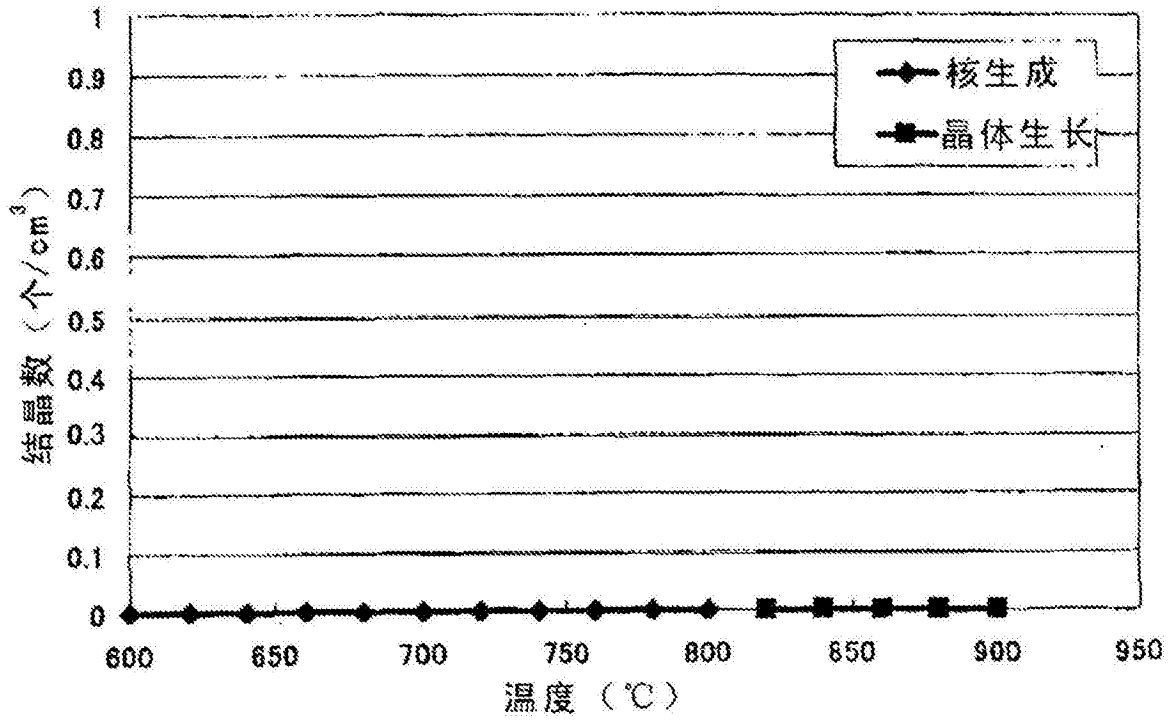


图1

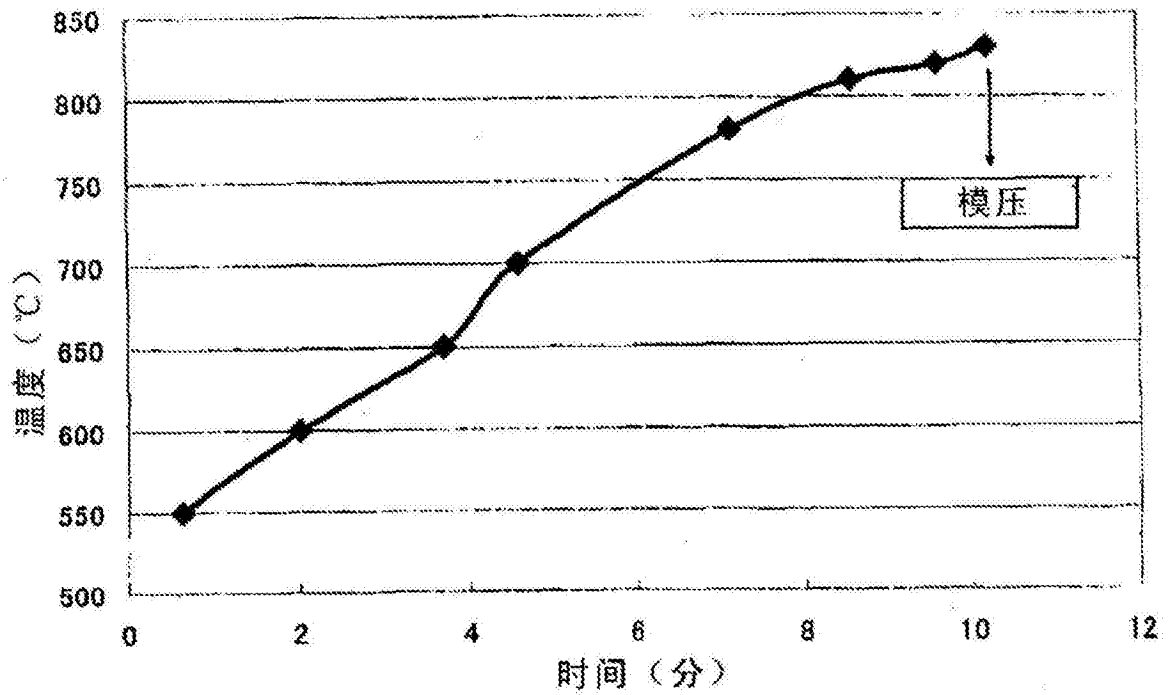


图2