



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106277761 B

(45)授权公告日 2019.09.03

(21)申请号 201610626385.1

(51)Int.CI.

(22)申请日 2008.02.27

C03C 3/247(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G02B 1/00(2006.01)

申请公布号 CN 106277761 A

C03C 4/00(2006.01)

(43)申请公布日 2017.01.04

C03B 11/00(2006.01)

(30)优先权数据

JP2007-055316 2007.03.06 JP

(56)对比文件

CN 1903765 A, 2007.01.31,

(62)分案原申请数据

JP 平1-270537 A, 1989.10.27,

200880007001.1 2008.02.27

JP 昭56-54249 A, 1981.05.14,

(73)专利权人 HOYA株式会社

JP 2003-40645 A, 2003.02.13,

地址 日本东京都

JP 平2-149445 A, 1990.06.08,

(72)发明人 池西干男

JP 平11-60267 A, 1999.03.02,

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

CN 1854100 A, 2006.11.01,

代理人 庞东成

审查员 朱晓燕

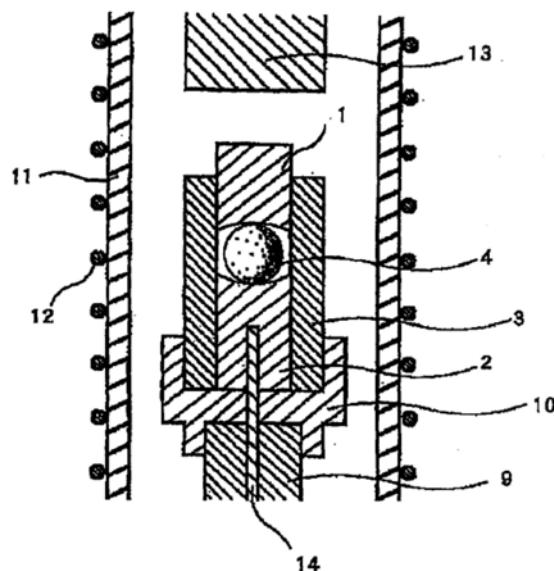
权利要求书4页 说明书33页 附图1页

(54)发明名称

光学玻璃、模压成形用预成形件、光学元件以及它们的制造方法

(57)摘要

本发明涉及光学玻璃、模压成形用预成形件、光学元件以及它们的制造方法。所述光学玻璃特征在于，由 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃形成，阿贝数(v_d)大于70或者 F^- 的含量大于等于65阴离子%，从而提供一种在制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃、使所得到的玻璃以熔融状态从管道中流出而成形为玻璃成形体时，能够抑制玻璃成分的挥发，且抑制伴随着玻璃组成的变动而产生的折射率等的特性变动或波筋产生等品质不均匀的低分散性光学玻璃。



1. 一种光学玻璃, 其是阿贝数 v_d 大于70、 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃,

所述氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示, 含有:

P^{5+} 3~50%

Al^{3+} 5~40%

Mg^{2+} 0~10%

Ca^{2+} 0~30%

Sr^{2+} 0~30%

Ba^{2+} 0~40%

其中, Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 的合计含量大于等于10%

Li^+ 6.12~30%

Na^+ 0~20%

K^+ 0~20%

Y^{3+} 0~10%

La^{3+} 0~10%

Gd^{3+} 0~10%

Yb^{3+} 0~10%

B^{3+} 0~10%

Zn^{2+} 0~20%

In^{3+} 0~20%

以阴离子%表示, 含有:

F^- 20~95%

O^{2-} 5~80%。

2. 一种光学玻璃, 其是阿贝数 v_d 大于78、 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃,

所述氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示, 含有:

P^{5+} 3~30%

Al^{3+} 10~40%

Mg^{2+} 0~10%

Ca^{2+} 0~30%

Sr^{2+} 0~30%

Ba^{2+} 0~30%

其中,Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺及Ba²⁺的合计含量大于等于10%

Li⁺ 3.12~30%

Na⁺ 0~20%

K⁺ 0~20%

Y³⁺ 0.68~3.68%

其中,Y³⁺、La³⁺、Gd³⁺及Yb³⁺的合计含量小于等于3.68%

B³⁺ 0~10%

Zn²⁺ 0~20%

In³⁺ 0~20%

以阴离子%表示,含有:

F⁻ 40~95%

O²⁻ 5~60%。

3.如权利要求1或2所述的光学玻璃,其特征在于,

F⁻的含量大于等于65阴离子%。

4.一种光学玻璃,其是氟磷酸盐玻璃,所述氟磷酸盐玻璃的阿贝数v_d大于70、O²⁻的含量与P⁵⁺的含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5,且折射率N_d大于1.53、F⁻的含量与F⁻和O²⁻的合计含量的摩尔比F⁻/(F⁻+O²⁻)大于0.2,

所述氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示,含有:

P⁵⁺ 20~50%

Al³⁺ 5~40%

Mg²⁺ 0~10%

Ca²⁺ 0~20%

Sr²⁺ 0~20%

Ba²⁺ 0~40%

其中,Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺及Ba²⁺的合计含量大于等于10%

Li⁺ 0~30%

Na⁺ 0~20%

K⁺ 0~20%

Y³⁺ 0~5%, 其中, 去掉 5%

La³⁺ 0~5%, 其中, 去掉 5%

Gd³⁺ 0~5%, 其中, 去掉 5%

Yb³⁺ 0~5%, 其中, 去掉 5%

其中,Y³⁺、La³⁺、Gd³⁺及Yb³⁺的合计含量小于5%

B^{3+} 0~10%

Zn^{2+} 0~20%

In^{3+} 0~20%。

5. 一种光学玻璃,由包含作为阳离子成分的 P^{5+} 、作为阴离子成分的 F^- 及 O^{2-} 的氟磷酸盐玻璃形成,所述光学玻璃的特征在于,

F^- 的含量大于等于65阴离子%, O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5,所述光学玻璃以阳离子%表示,包含:

P^{5+} 3~11.44%

Al^{3+} 25~40%

Ca^{2+} 5~35%

Sr^{2+} 5~25%

Mg^{2+} 0~10%

Ba^{2+} 0~20%

Li^+ 3.12~20%

Na^+ 0~10%

K^+ 0~10%

Y^{3+} 0~3.68%

其中, Y^{3+} 、 La^{3+} 、 Gd^{3+} 及 Yb^{3+} 的合计含量小于等于3.68%。

6. 一种光学玻璃,其是阿贝数 v_d 大于78、 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃,

所述氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示,含有:

P^{5+} 3~30%

Al^{3+} 10~40%

Mg^{2+} 0~10%

Ca^{2+} 0~30%

Sr^{2+} 0~30%

Ba^{2+} 0~30%

其中, Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 的合计含量大于等于10%

Li^+ $3.12 \sim 30\%$

Na^+ $0 \sim 20\%$

K^+ $0 \sim 20\%$

Y^{3+} $0 \sim 10\%$

La^{3+} $0 \sim 10\%$

Gd^{3+} $0 \sim 10\%$

Yb^{3+} $0 \sim 10\%$

B^{3+} $0 \sim 10\%$

Zn^{2+} $0 \sim 20\%$

In^{3+} $0 \sim 20\%$

以阴离子%表示,含有:

F^- $40 \sim 95\%$

O^{2-} $5 \sim 60\%$ 。

7. 一种光学玻璃,由包含作为阳离子成分的 P^{5+} 、作为阴离子成分的 F^- 及 O^{2-} 的氟磷酸盐玻璃形成,所述光学玻璃的特征在于,

F^- 的含量大于等于65阴离子%, O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 $\text{O}^{2-}/\text{P}^{5+}$ 大于等于3.5,

所述光学玻璃以阳离子%表示,包含:

P^{5+} $3 \sim 15\%$

Al^{3+} $25 \sim 40\%$

Ca^{2+} $5 \sim 35\%$

Sr^{2+} $5 \sim 25\%$

Mg^{2+} $0 \sim 10\%$

Ba^{2+} $0 \sim 20\%$

Li^+ $3.12 \sim 20\%$

Na^+ $0 \sim 10\%$

K^+ $0 \sim 10\%$

Y^{3+} $0 \sim 5\%$ 。

光学玻璃、模压成形用预成形件、光学元件以及它们的制造方法

[0001] 本申请是分案申请，其原申请的国际申请号为PCT/JP2008/053897，国际申请日为2008年02月27日，中国国家申请号为200880007001.1，进入中国国家阶段的进入日为2009年09月03日，发明名称为“光学玻璃、模压成形用预成形件、光学元件以及它们的制造方法”。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种氟磷酸盐系光学玻璃及其制造方法、模压成形用预成形件及其制造方法、以及光学元件及其制造方法。

背景技术

[0003] 氟磷酸盐系光学玻璃作为低分散性玻璃极为有用，作为这样的氟磷酸盐系光学玻璃公知有日本专利文献特开平10-139454号公报中所记载的玻璃。

发明内容

[0004] 使原料进行加热、熔融，制造氟磷酸盐玻璃时，由于从加热为高温度的玻璃表面有玻璃成分挥发，因此对使用的原料量而言所得的玻璃量减少，且会导致折射率等特性偏离期望值。因此，需要设法在原料调合时多量添加因挥发所失去的成分等，但是该对策也不能成为防止所述玻璃成分的挥发的根本的解决对策。另外，使所得的光学玻璃以熔融状态从管中流出，且在模具等中进行铸造处理以成形为玻璃成形体时，也会有玻璃成分挥发，在玻璃成形体的表面附近层上会产生被称为波筋的光学不均匀部分。

[0005] 本发明是鉴于上述情况而完成的，其目的在于提供在制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃，使所得到的玻璃以熔融状态从管道中流出而成形为玻璃成形体时，能够抑制玻璃成分的挥发，且抑制伴随着玻璃组成的变动而产生的品质不均匀的低分散性光学玻璃及其制造方法。

[0006] 此外，本发明的目的在于提供由所述光学玻璃形成的模压成形用预成形件及其制造方法、以及提供由所述玻璃形成的光学元件坯料及其制造方法、光学元件及其制造方法。

用于解决问题的手段

[0008] 本发明人再三深入研究的结果，发现通过以下几种光学玻璃能够达到所述目的，基于该见解直至完成本发明。

[0009] 第一种光学玻璃：由 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃形成，阿贝数(v_d)大于70；

[0010] 第二种光学玻璃：由 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃形成，阿贝数(v_d)大于78；

[0011] 第三种光学玻璃：由 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5、稀土类元素的合计含量小于5阳离子%、 F^- 的含量与 F^- 和 O^{2-} 的合计含量的摩尔比 $F^-/(F^-+O^{2-})$ 大于

0.2的氟磷酸盐玻璃形成,折射率(N_d)大于1.53,阿贝数(v_d)大于70;以及

[0012] 第四种光学玻璃:由包含作为阳离子成分的P⁵⁺、作为阴离子成分的F⁻及O²⁻的氟磷酸盐玻璃形成,F⁻的含量大于等于65阴离子%,O²⁻的含量与P⁵⁺的含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5。

[0013] 即,本发明提供以下方案:

[0014] (1)一种光学玻璃,由阿贝数(v_d)大于70、O²⁻的含量与P⁵⁺的含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃形成(以下称为本发明的光学玻璃I)。

[0015] (2)如上述(1)项所述的光学玻璃,其特征在于,阿贝数(v_d)大于78(以下称为本发明的光学玻璃II)。

[0016] (3)如上述(1)项所述的光学玻璃,其特征在于,由折射率(N_d)大于1.53、稀土类元素的合计含量小于5阳离子%、F⁻的含量与F⁻和O²⁻的合计含量的摩尔比F⁻/(F⁻+O²⁻)大于0.2的氟磷酸盐玻璃形成(以下称为本发明的光学玻璃III)。

[0017] (4)如上述(1)项所述的光学玻璃,其中,

[0018] 所述氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示,含有:

[0019] P⁵⁺ 3~50%

Al³⁺ 5~40%

Mg²⁺ 0~10%

[0020] Ca²⁺ 0~30%

Sr²⁺ 0~30%

Ba²⁺ 0~40%

[0021] (其中,Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺、Ba²⁺的合计含量大于等于10%)

Li⁺ 0~30%

Na⁺ 0~20%

K⁺ 0~20%

Y³⁺ 0~10%

La³⁺ 0~10%

[0022] Gd³⁺ 0~10%

Yb³⁺ 0~10%

B³⁺ 0~10%

Zn²⁺ 0~20%

In³⁺ 0~20%

[0023] 以阴离子%表示,含有:

F⁻ 20~95%

[0024] O²⁻ 5~80%。

- [0025] (5) 如上述(2)项所述的光学玻璃,其中,
 [0026] 所述氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示,含有:

P⁵⁺ 3~30%

Al³⁺ 10~40%

Mg²⁺ 0~10%

[0027] Ca²⁺ 0~30%

Sr²⁺ 0~30%

Ba²⁺ 0~30%

[0028] (其中,Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺及Ba²⁺的合计含量大于等于10%)

[0029] Li⁺ 0~30%

Na⁺ 0~20%

K⁺ 0~20%

Y³⁺ 0~10%

La³⁺ 0~10%

[0030] Gd³⁺ 0~10%

Yb³⁺ 0~10%

B³⁺ 0~10%

Zn²⁺ 0~20%

In³⁺ 0~20%

[0031] 以阴离子%表示,含有:

F⁻ 40~95%

[0032] O²⁻ 5~60%。

[0033] (6) 如上述(3)项所述的光学玻璃,其中,

[0034] 所述氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示,含有:

P⁵⁺ 20~50%

Al³⁺ 5~40%

Mg²⁺ 0~10%

[0035] Ca²⁺ 0~20%

Sr²⁺ 0~20%

Ba²⁺ 0~40%

[0036] (其中,Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺及Ba²⁺的合计含量大于等于10%)

- Li⁺ 0~30%
- Na⁺ 0~20%
- K⁺ 0~20%
- [0037] Y³⁺ 0~5% (其中, 去掉 5%)
- La³⁺ 0~5% (其中, 去掉 5%)
- Gd³⁺ 0~5% (其中, 去掉 5%)
- Yb³⁺ 0~5% (其中, 去掉 5%)
- [0038] (其中, Y³⁺、La³⁺、Gd³⁺及Yb³⁺的合计含量小于5%)
- B³⁺ 0~10%
- [0039] Zn²⁺ 0~20%
- In³⁺ 0~20%。
- [0040] (7) 如上述(1)项或(2)项所述的光学玻璃, 其特征在于, F⁻的含量大于等于65阴离子%。
- [0041] (8) 一种光学玻璃, 由包含作为阳离子成分的P⁵⁺、作为阴离子成分的F⁻及O²⁻的氟磷酸盐玻璃形成, 所述光学玻璃的特征在于,
- [0042] F⁻的含量大于等于65阴离子%, O²⁻的含量与P⁵⁺的含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5(以下称为本发明的光学玻璃IV)。
- [0043] (9) 如上述(8)项所述的光学玻璃, 其中,
- [0044] 以阳离子%表示, 包含:
- P⁵⁺ 3~15%
- Al³⁺ 25~40%
- [0045] Ca²⁺ 5~35%
- Sr²⁺ 5~25%。
- [0046] (10) 如上述(9)项所述的光学玻璃, 其中,
- [0047] 以阳离子%表示, 包含:
- Mg²⁺ 0~10%
- Ba²⁺ 0~20%
- [0048] Li⁺ 0~20%
- Na⁺ 0~10%
- K⁺ 0~10%
- Y³⁺ 0~5%。
- [0049] (11) 一种光学玻璃的制造方法, 所述光学玻璃由氟磷酸玻璃形成, 所述制造方法的特征在于,
- [0050] 当在使原料或碎玻璃熔解之后, 进行澄清、均匀化而得到光学玻璃时, 使用O²⁻的

合计含量与P⁵⁺的合计含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5的原料或碎玻璃,来制造上述(1)项至(10)项中任一项所述的光学玻璃。

[0051] (12)一种光学玻璃的制造方法,该制造方法使用原料或碎玻璃制作调合原料,在使所述调合原料熔解之后,进行澄清、均匀化,来制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃,所述制造方法的特征在于,

[0052] 制作调合原料,使得所述调合原料中的O²⁻的合计含量与P⁵⁺的合计含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5,并进行熔解、澄清、均匀化,来制造阿贝数(v_d)大于70的氟磷酸盐玻璃。

[0053] (13)一种光学玻璃的制造方法,该制造方法使用原料或碎玻璃制作调合原料,在使所述调合原料熔解之后,进行澄清、均匀化制造出熔融玻璃,并使所述熔融玻璃成形来制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃,所述制造方法的特征在于,

[0054] 控制所述调合原料中的O²⁻的合计含量与P⁵⁺的合计含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺,以降低所述熔融玻璃的挥发性。

[0055] (14)如上述(13)项所述的光学玻璃的制造方法,其特征在于,制造阿贝数(v_d)大于70的氟磷酸玻璃。

[0056] (15)如上述(12)项或(14)项所述的光学玻璃的制造方法,其特征在于,制造阿贝数(v_d)大于78的氟磷酸盐玻璃。

[0057] (16)如上述(12)项至(14)项中任一项所述的光学玻璃的制造方法,其特征在于,

[0058] 制造稀土类元素的合计含量小于5阳离子%、F⁻的含量与F⁻和O²⁻的合计含量的摩尔比F⁻/(F⁻+O²⁻)大于0.2、折射率(N_d)大于1.53的氟磷酸盐玻璃。

[0059] (17)如上述(12)项至(15)项中任一项所述的光学玻璃的制造方法,其特征在于,制造F⁻的含量大于等于65阴离子%的氟磷酸玻璃。

[0060] (18)一种模压成形用预成形件,其特征在于,由上述(1)项至(10)项中任一项所述的光学玻璃或通过上述(11)项至(17)项中任一项所述的方法制得的光学玻璃形成。

[0061] (19)一种模压成形用预成形件的制造方法,该制造方法使熔融玻璃从管道中流出并分离出预定重量的熔融玻璃块,在玻璃冷却的过程中将该玻璃块成形为预成形件,所述制造方法的特征在于,

[0062] 成形出上述(18)项所述的模压成形用预成形件。

[0063] (20)一种模压成形用预成形件的制造方法,该制造方法将熔融玻璃浇注到铸模中制造玻璃成形体,并对该玻璃成形体进行加工来制造模压成形用预成形件,所述制造方法的特征在于,

[0064] 成形出上述(18)项所述的模压成形用预成形件。

[0065] (21)一种光学元件坯料,通过磨削、研磨而被制成光学元件,所述光学元件坯料的特征在于,

[0066] 由上述(1)项至(10)项中任一项所述的光学玻璃或通过上述(11)项至(17)项中任一项所述的方法制得的光学玻璃形成。

[0067] (22)一种光学元件,其特征在于,由上述(1)项至(10)项中任一项所述的光学玻璃或通过上述(11)项至(17)项中任一项所述的方法制得的光学玻璃形成。

[0068] (23)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,

[0069] 对上述(18)项所述的预成形件或通过上述(19)项或(20)项所述的方法制得的预成形件进行加热,并进行模压成形。

[0070] (24)一种光学元件坯料的制造方法,该制造方法使玻璃原料熔融,使所得到的熔融玻璃流出,从熔融玻璃流中分离出熔融玻璃块,对该熔融玻璃块进行模压成形,所述制造方法的特征在于,

[0071] 对上述(1)项至(10)项中任一项所述的光学玻璃或通过上述(11)项至(17)项中任一项所述的方法制得的光学玻璃进行熔融、成形。

[0072] (25)一种光学元件的制造方法,对上述(21)项所述的光学元件坯料或者通过上述(23)项或(24)项所述的方法制成的光学元件坯料进行磨削、研磨。

[0073] (26)一种光学元件的制造方法,对上述(18)项所述的预成形件或者通过上述(19)项或(20)项所述的方法制得的预成形件进行加热,并进行精密模压成形。

[0074] 发明效果

[0075] 根据本发明,能够提供在制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃、使所得到的玻璃以熔融状态从管道中流出而成形为玻璃成形体时,能够抑制玻璃成分的挥发,且抑制伴随着玻璃组成的变动而产生的品质不均匀的低分散性光学玻璃及其制造方法。

[0076] 此外,根据本发明,能够提供由所述光学玻璃形成的模压成形用预成形件及其制造方法、由所述玻璃形成的光学元件坯料及其制造方法、以及光学元件及其制造方法。

附图说明

[0077] 图1是本发明的实施例所使用的精密模压成形装置的简要图。

具体实施方式

[0078] 本发明可抑制以往在玻璃的熔融过程中所生成的挥发性物质的生成,且可大幅度地降低玻璃的挥发性。

[0079] [光学玻璃]

[0080] 以下,对本发明的光学玻璃进行说明,但是各玻璃的阳离子成分量或阳离子成分的合计量只要没有特别记载就以阳离子%表示,且各玻璃的阴离子成分量或阴离子成分的合计量只要没有特别记载就以阴离子%表示。

[0081] (光学玻璃I)

[0082] 首先,对本发明的光学玻璃I进行说明。

[0083] 本发明的光学玻璃I是由阿贝数(v_d)大于70、 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃。

[0084] 在构成由 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃所形成的、阿贝数(v_d)大于70的光学玻璃I的氟磷酸盐玻璃中, O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 优选大于等于3.53,更优选大于等于3.55。

[0085] 另外,本发明的光学玻璃I优选阿贝数(v_d)大于75,更优选大于78,进一步优选大于等于80。

[0086] 如上所述,当制造具有如阿贝数(v_d)大于70这样的低分散性的氟磷酸盐玻璃时,

在制造玻璃时或熔融玻璃流出时玻璃成分会挥发,但是本发明再三深入研究检讨的结果,令人惊奇的发现,通过 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃,可抑制所述的挥发。

[0087] 即,作为所述氟磷酸盐玻璃的原料一般使用磷酸盐,但是为使作为阴离子成分的氟(F^-)的导入量尽可能多,作为磷酸盐,使用了氧(O^{2-})原子数与一磷(P^{5+})原子之比(氧原子/磷原子)小的偏磷酸盐(氧原子/磷原子=3)。

[0088] 然而,本发明人再三检讨时可知,当使用所述的偏磷酸盐制造玻璃时,在熔融玻璃中来自原料的偏磷酸与氟会进行反应,因此会产生作为挥发成分的氟氧化磷(POF_3),与此相对,如果将熔融玻璃中氧原子与每一磷原子的原子比调整为大于等于3.5(氧原子/磷原子 ≥ 3.5),则挥发成分的产生量会大幅度地降低。这可以认为是由于,作为存在于熔融玻璃中的磷酸,氧(O^{2-})原子数与一磷(P^{5+})原子之比(氧原子/磷原子)为3.5的二磷酸比氧(O^{2-})原子数与一磷(P^{5+})原子之比(氧原子/磷原子)为3的偏磷酸更为稳定。

[0089] 因此,本发明的光学玻璃通过使氟磷酸盐玻璃中 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5,可成为不含偏磷酸的玻璃,且可抑制作为挥发成分的氟氧化磷的产生,降低伴随着玻璃组成的变化而产生的品质的不均匀性。

[0090] 作为光学玻璃I优选的方式,可以列举出以下所示的光学玻璃I-a。

[0091] 光学玻璃I-a是:氟磷酸盐玻璃作为阳离子成分含有:

P^{5+} 3~50%

Al^{3+} 5~40%

Mg^{2+} 0~10%

Ca^{2+} 0~30%

Sr^{2+} 0~30%

Ba^{2+} 0~40%

[0093] (其中, Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 的合计含量大于等于10%)

Li^+ 0~30%

Na^+ 0~20%

K^+ 0~20%

Y^{3+} 0~10%

La^{3+} 0~10%

Gd^{3+} 0~10%

Yb^{3+} 0~10%

B^{3+} 0~10%

Zn^{2+} 0~20%

In^{3+} 0~20%

[0095] 作为阴离子成分含有：

F⁻ 20~95%

[0096] O²⁻ 5~80%。

[0097] P⁵⁺是在玻璃中作为网络结构而发挥作用的重要成分,如果不足3%,则玻璃会变得极不稳定。并且,如果大于50%,则为了使摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5,需要抑制氟的导入量,从而无法得到必要的低分散性。因此,P⁵⁺的含量优选为3~50%的范围。

[0098] Al³⁺是在氟磷酸玻璃中用于提高稳定性的重要成分,如果不足5%,则玻璃会变得不稳定。另外,如果大于40%,则由于其它成分的合计量过少,反而会变得不稳定。因此,Al³⁺的含量优选为5~40%的范围。

[0099] 如Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺、Ba²⁺这样的碱土类金属是提高玻璃的稳定性、使折射率上升的成分,通过使其合计量大于等于10%,对稳定性的效果提高。但是,如果特定的碱土类金属成分变得过多,则会破坏与其它成分的平衡,因此优选均匀导入,优选导入Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺、Ba²⁺的至少2种以上。具体而言,优选Mg²⁺为0~10%、Ca²⁺为0~30%、Sr²⁺为0~30%、Ba²⁺为0~40%。

[0100] 如Li⁺、Na⁺、K⁺这样的碱金属是能够降低玻璃的粘性、玻璃转移温度并容易制造玻璃的成分,但是导入过多会降低稳定性。因此,优选使Li⁺的量为0~30%、Na⁺的量为0~20%、K⁺的量为0~20%。在碱金属中,Li⁺提高稳定性的效果也大,因此更优选导入0.5%以上的Li⁺,进一步优选导入1%以上,尤其优选导入2%以上。

[0101] Y³⁺、La³⁺、Gd³⁺、Yb³⁺等稀土类元素是保持玻璃的低分散性且提高折射率的成分,但是过量导入会使熔解温度上升,也会降低玻璃的稳定性。因此,优选使所述各成分的量分别为0~10%。

[0102] B³⁺是提高玻璃的耐久性的成分,但是具有在熔解中作为氟化物而挥发的倾向,因此也是降低生产率的成分。因此,导入量优选为0~10%,更优选为0~5%,进一步优选不导入。

[0103] Zn²⁺、In³⁺与碱土类金属相同具有可容易导入玻璃中的特性,并通过导入Zn²⁺和In³⁺而成为多成分,可具有提高稳定性的效果,但是不优选过量导入。因此,Zn²⁺及In³⁺的导入量分别优选为0~20%,分别更优选为0~10%,进一步优选为0~5%,尤其优选为不导入。

[0104] 并且,光学玻璃I除了低分散性、异常部分分散性等以外,还具有在可见区中从短波长至长波长的广大范围内光线透射率高的性质。适于作为利用这样的性质而得到透镜、棱镜等各种光学元件的材料,但是在这样的用途中,优选不添加在可见区具有吸收的离子、例如Fe、Cu、Ni、Co、Cr、Mn、V、Nd、Ho、Er等金属元素的离子。

[0105] 另外,通过添加Cu²⁺可赋予近红外线吸收特性,因此以外比例表示优选添加0.5~13%的Cu²⁺。含有Cu²⁺玻璃适于作为CCD或CMOS等半导体摄像元件的色彩修正过滤器材料。Cu²⁺的添加量考虑所述过滤器的厚度在所述范围内适当设定即可。在为含有Cu²⁺玻璃的情况下,也除了调整吸收特性的情况以外,优选不添加除Cu²⁺以外的在可见区具有吸收的离子。

[0106] 接着,对阴离子成分、阴离子添加物进行说明。光学玻璃I是氟磷酸玻璃,F⁻与O²⁻为主要的阴离子成分。就实现所需的光学特性与优异的玻璃稳定性而言,优选导入

20~95%的F⁻、5~80%的O²⁻。

[0107] 并且,通过导入少量的Cl⁻、Br⁻、I⁻,氟磷酸玻璃不易浸润制造玻璃时或玻璃流出时使用的铂容器或铂制喷嘴等铂制品,因此能够容易地进行玻璃的制造。过量导入Cl⁻、Br⁻、I⁻会导致因成分挥发引起的折射率变化和产生铂杂质,因此合计导入量优选为0~3%,更优选为0.1~3%。

[0108] 另外,就达到发明的目的而言,F⁻、O²⁻、Cl⁻、Br⁻及I⁻的合计量优选大于等于98阴离子%,更优选大于等于99阴离子%,进一步优选为100阴离子%。

[0109] (光学玻璃II)

[0110] 接着,对本发明的光学玻璃II进行说明。

[0111] 本发明的光学玻璃II是特征为由O²⁻的含量与P⁵⁺的含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5的氟磷酸盐玻璃形成、阿贝数(v_d)大于78的光学玻璃I。

[0112] 在光学玻璃II中,优选O²⁻的含量与P⁵⁺的含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.55,更优选大于等于3.6。

[0113] 本发明的光学玻璃II是所述本发明的光学玻璃I的一个方式,当得到所述本发明的光学玻璃I时,本发明人再三深入研究发现,在特别是由阿贝数(v_d)大于78的氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃中,为了使玻璃中氟(F⁻)的导入量变多,使用了大量的偏磷酸盐来作为原料,从而助长了所述氟氧化磷的挥发,基于本见解完成了本发明的光学玻璃II。

[0114] 作为光学玻璃II优选的方式,可以列举出以下所示的光学玻璃II-a。

[0115] 光学玻璃II-a是:氟磷酸盐玻璃以阳离子%表示,

[0116] 所述氟磷酸盐玻璃作为阳离子成分含有:

P⁵⁺ 3~30%

Al³⁺ 10~40%

Mg²⁺ 0~10%

Ca²⁺ 0~30%

Sr²⁺ 0~30%

Ba²⁺ 0~30%

[0117] [0118] (其中,Mg²⁺、Ca²⁺、Sr²⁺及Ba²⁺的合计含量大于等于10%)

	Li^+	0~30%
	Na^+	0~20%
	K^+	0~20%
	Y^{3+}	0~10%
[0119]	La^{3+}	0~10%
	Gd^{3+}	0~10%
	Yb^{3+}	0~10%
	B^{3+}	0~10%
	Zn^{2+}	0~20%
	In^{3+}	0~20%
	[0120] 作为阴离子%成分含有:	
[0121]	F^-	40~95%
	O^{2-}	5~60%。

[0122] P^{5+} 是在玻璃中作为网络结构而发挥作用的重要成分,如果不足3%,则玻璃会变得极不稳定。并且,如果大于30%,则为了使摩尔比 $\text{O}^{2-}/\text{P}^{5+}$ 大于等于3.5,需要抑制氟的导入量,从而无法得到必要的低分散性。因此, P^{5+} 的含量优选为3~30%的范围。

[0123] Al^{3+} 是在氟磷酸玻璃中用于提高稳定性的重要成分,如果不足10%,则玻璃会变得不稳定。另外,如果大于40%,则由于其它成分的合计量过少,反而会变得不稳定。因此, Al^{3+} 的含量优选为10~40%的范围。

[0124] 如 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 这样的碱土类金属是提高玻璃的稳定性、使折射率上升的成分,通过使其合计量大于等于10%,对稳定性的效果提高。但是,如果特定的碱土类金属成分变得过多,则会破坏与其它成分的平衡,因此优选均匀导入,优选导入 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 的至少2种以上。具体而言,优选 Mg^{2+} 为0~10%、 Ca^{2+} 为0~30%、 Sr^{2+} 为0~30%、 Ba^{2+} 为0~30%。

[0125] 如 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 这样的碱金属是能够降低玻璃的粘性、玻璃转移温度并容易制造玻璃的成分,但是导入过多会降低稳定性。因此,优选使 Li^+ 的量为0~30%、 Na^+ 的量为0~20%、 K^+ 的量为0~20%。在碱金属中, Li^+ 提高稳定性的效果也大,因此更优选导入0.5%以上的 Li^+ ,进一步优选导入1%以上,尤其优选导入2%以上。

[0126] Y^{3+} 、 La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Yb^{3+} 等稀土类元素是保持玻璃的低分散性且提高折射率的成分,但是过量导入会使熔解温度上升,也会降低玻璃的稳定性。因此,优选使所述各成分的量分别为0~10%。

[0127] B^{3+} 是提高玻璃的耐久性的成分,但是具有在熔解中作为氟化物而挥发的倾向,因此也是降低生产率的成分。因此,导入量优选为0~10%,更优选为0~5%,进一步优选为0~1%,尤其优选不导入。

[0128] Zn^{2+} 、 In^{3+} 与碱土类金属相同具有可容易导入玻璃中的特性,并通过导入 Zn^{2+} 和 In^{3+}

而成为多成分,可具有提高稳定性的效果,但是不优选过量导入。因此,Zn²⁺及In³⁺的导入量分别优选为0~20%,分别更优选为0~10%,进一步优选为0~5%,尤其优选为不导入。

[0129] 并且,光学玻璃II除了低分散性、异常部分分散性等以外,还具有在可见区中从短波长至长波长的广大范围内光线透射率高的性质。适于作为利用这样的性质而得到透镜、棱镜等各种光学元件的材料,但是在这样的用途中,优选不添加在可见区具有吸收的离子、例如Fe、Cu、Ni、Co、Cr、Mn、V、Nd、Ho、Er等金属元素的离子。

[0130] 另外,通过添加Cu²⁺可赋予近红外线吸收特性,因此以外比例表示优选添加0.5~13%的Cu²⁺。含有Cu²⁺玻璃适于作为CCD或CMOS等半导体摄像元件的色彩修正过滤器材料。Cu²⁺的添加量考虑所述过滤器的厚度在所述范围内适当设定即可。在为含有Cu²⁺玻璃的情况下,也除了调整吸收特性的情况以外,优选不添加除Cu²⁺以外的在可见区具有吸收的离子。

[0131] 接着,对阴离子成分、阴离子添加物进行说明。光学玻璃II是氟磷酸玻璃,F⁻与O²⁻为主要的阴离子成分。就实现所需的光学特性与优异的玻璃稳定性而言,优选导入40~95%的F⁻、5~60%的O²⁻。

[0132] 并且,通过导入少量的Cl⁻、Br⁻、I⁻,氟磷酸玻璃不易浸润制造玻璃时或玻璃流出时使用的铂容器或铂制喷嘴等铂制品,因此能够容易地进行玻璃的制造。过量导入Cl⁻、Br⁻、I⁻会导致因成分挥发引起的折射率变化和产生铂杂质,因此合计导入量优选为0~3%,更优选为0.1~3%。

[0133] 另外,就达到发明的目的而言,F⁻、O²⁻、Cl⁻、Br⁻及I⁻的合计量优选大于等于98阴离子%,更优选大于等于99阴离子%,进一步优选为100阴离子%。

[0134] 另外,当由光学玻璃I、光学玻璃II制得分散低的玻璃时,使F⁻的含量大于等于65阴离子%,但是对于F⁻的含量这样多的玻璃,玻璃熔液状态的粘性非常小,以往存在由于挥发而产生波筋或折射率变化特别显著的问题。根据F⁻的含量大于等于65阴离子%的光学玻璃I及光学玻璃II,由于可大幅度地抑制挥发性,因此能够解决所述问题。另外,除了超低分散性以外,也能够提高异常分散性。

[0135] (光学玻璃III)

[0136] 光学玻璃III是所述本发明的光学玻璃I的一个方式,并且由O²⁻的含量与P⁵⁺的含量的摩尔比O²⁻/P⁵⁺大于等于3.5,稀土类元素的合计含量小于5阳离子%,F⁻的含量与F⁻和O²⁻的合计含量的摩尔比F⁻/(F⁻+O²⁻)大于0.2的氟磷酸盐玻璃形成,折射率(N_d)大于1.53,阿贝数(v_d)大于70。

[0137] 即,光学玻璃III是特征为由折射率(N_d)大于1.53、稀土类元素的合计含量小于5阳离子%、F⁻的含量与F⁻和O²⁻的合计含量的摩尔比F⁻/(F⁻+O²⁻)大于0.2的氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃I。

[0138] 在光学玻璃III中,稀土类元素(稀土类元素的阳离子成分)的合计含量优选小于等于4%,更优选小于等于3%。如果稀土类元素的合计含量大于等于5阳离子%,则玻璃的熔解温度及液相温度(成形温度)变高,如下所述不易进行玻璃的分离、成形。

[0139] 在光学玻璃III中,F⁻的含量与F⁻和O²⁻的合计含量的摩尔比F⁻/(F⁻+O²⁻)优选大于等于0.3,更优选大于等于0.4。如果F⁻的含量与F⁻和O²⁻的合计含量的摩尔比F⁻/(F⁻+O²⁻)小于等于0.2,则无法得到期望的异常分散性。

[0140] 并且,在光学玻璃III中,折射率(N_d)优选大于等于1.54,更优选大于等于1.55。

[0141] 本发明的光学玻璃III也是所述本发明的光学玻璃I的一个方式,当制得所述本发明的光学玻璃I时,本发明人再三深入检讨发现了下述的事项,基于本见解完成了本发明的光学玻璃III。

[0142] 即,作为折射率(N_d)大于1.53、阿贝数(v_d)大于70的高折射率低分散氟磷酸盐玻璃,公知有含5阳离子%以上的稀土类元素,但是该玻璃由于含有大量的稀土类元素,因此熔解温度及液相温度(成形温度)均变高。熔融玻璃的流出温度或成形温度越高,所述玻璃成分的挥发量越多,因此优选熔融玻璃的流出温度或成形温度尽可能降低,但是含有大量的所述稀土类元素的玻璃的熔解温度及液相温度(成形温度)均很高,因此如果使熔融玻璃的流出温度或成形温度降低,则流出时及成形时玻璃的粘性变高,无法良好地进行分离、成形。因此,在光学玻璃III中,使 O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5,并且将稀土类元素的合计含量限制为小于5阳离子%,从而抑制了玻璃成分的挥发。

[0143] 作为光学玻璃III优选的方式,可以列举出以下所示的光学玻璃III-a。

[0144] 光学玻璃III-a是:氟磷酸盐玻璃作为阳离子%成分含有:

P^{5+} 20~50%

Al^{3+} 5~40%

Mg^{2+} 0~10%

[0145] Ca^{2+} 0~20%

Sr^{2+} 0~20%

Ba^{2+} 0~40%

[0146] (其中, Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 及 Ba^{2+} 的合计含量大于等于10%)

Li^+ 0~30%

[0147] Na^+ 0~20%

K^+ 0~20%

Y^{3+} 0~5% (其中,去掉5%)

[0148] La^{3+} 0~5% (其中,去掉5%)

Gd^{3+} 0~5% (其中,去掉5%)

Yb^{3+} 0~5% (其中,去掉5%)

[0149] (其中, Y^{3+} 、 La^{3+} 、 Gd^{3+} 及 Yb^{3+} 的合计含量小于5%)

B^{3+} 0~10%

[0150] Zn^{2+} 0~20%

In^{3+} 0~20%。

[0151] P^{5+} 是在玻璃中作为网络结构而发挥作用的重要成分,在氟较少的玻璃中尤为重要。如果 P^{5+} 的含量不足20%,则玻璃会变得极不稳定。并且,如果大于50%,则为了使摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5,需要抑制氟的导入量,从而无法得到必要的低分散性。因此, P^{5+} 的含量

优选为20~50%的范围。

[0152] Al^{3+} 是在氟磷酸玻璃中用于提高稳定性的重要成分,在氟少的玻璃中提高耐久性的效果也大。如果 Al^{3+} 的含量不足5%,则玻璃会变得不稳定,耐久性也会显著下降。另外,如果大于40%,则由于其它成分的合计量过少,反而会变得不稳定。因此, Al^{3+} 的含量优选为5~40%的范围。

[0153] 如 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 这样的碱土类金属是提高玻璃的稳定性、使折射率上升的成分,通过使其合计量大于等于10%,对稳定性的效果提高。但是,如果特定的碱土类金属成分变得过多,则会破坏与其它成分的平衡,因此优选均匀导入,优选导入 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 的至少2种以上。另外,如果为了提高折射率而较多地导入 Ba^{2+} ,则氟少的玻璃的稳定性会提高。具体而言,优选 Mg^{2+} 为0~10%、 Ca^{2+} 为0~20%、 Sr^{2+} 为0~20%、 Ba^{2+} 为0~40%。

[0154] 如 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 这样的碱金属是能够降低玻璃的粘性、玻璃转移温度并容易制造玻璃的成分,但是导入过多会降低稳定性。因此,优选使 Li^+ 的量为0~30%、 Na^+ 的量为0~20%、 K^+ 的量为0~20%。在碱金属中, Li^+ 提高稳定性的效果也大,因此更优选导入0.5%以上的 Li^+ ,进一步优选导入1%以上,尤其优选导入2%以上。

[0155] Y^{3+} 、 La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Yb^{3+} 等稀土类元素是保持玻璃的低分散性且提高折射率的成分,但是在氟少的玻璃中也是使熔解温度、液相温度上升的成分。因此,优选使所述各成分的量分别为0~5% (其中,去掉5%)。另外,优选所述稀土类元素的合计含量小于5%,更优选小于等于4%,进一步优选小于等于3%。

[0156] B^{3+} 是提高玻璃的耐久性的成分,但是具有在熔解中作为氟化物而挥发的倾向,因此也是降低生产率的成分。因此,导入量优选为0~10%,更优选为0~5%,进一步优选不导入。

[0157] Zn^{2+} 、 In^{3+} 与碱土类金属相同具有可容易导入玻璃中的特性,并通过导入 Zn^{2+} 和 In^{3+} 而成为多成分,可具有提高稳定性的效果,但是不优选过量导入。因此, Zn^{2+} 及 In^{3+} 的导入量分别优选为0~20%,分别更优选为0~10%,进一步优选为0~5%,尤其优选为不导入。

[0158] 并且,光学玻璃III除了低分散性、异常部分分散性等以外,还具有在可见区中从短波长至长波长的广大范围内光线透射率高的性质。适于作为利用这样的性质而得到透镜、棱镜等各种光学元件的材料,但是在这样的用途中,优选不添加在可见区具有吸收的离子、例如 Fe 、 Cu 、 Ni 、 Co 、 Cr 、 Mn 、 V 、 Nd 、 Ho 、 Er 等金属元素的离子。

[0159] 另外,通过添加 Cu^{2+} 可赋予近红外线吸收特性,因此以外比例表示优选添加0.5~13%的 Cu^{2+} 。含有 Cu^{2+} 玻璃适于作为CCD或CMOS等半导体摄像元件的色彩修正过滤器材料。 Cu^{2+} 的添加量考虑所述过滤器的厚度在所述范围内适当设定即可。在为含有 Cu^{2+} 玻璃的情况下,也除了调整吸收特性的情况以外,优选不添加除 Cu^{2+} 以外的在可见区具有吸收的离子。

[0160] 接着,对阴离子成分、阴离子添加物进行说明。光学玻璃III是氟磷酸玻璃, F^- 与 O^{2-} 为主要的阴离子成分。 F^- 与 O^{2-} 的分配($\text{F}^-/\text{F}^-+\text{O}^{2-}$)如上所述优选为大于0.2。

[0161] 并且,通过导入少量的 Cl^- 、 Br^- 、 I^- ,氟磷酸玻璃不易浸润制造玻璃时或玻璃流出时使用的铂容器或铂制喷嘴等铂制品,因此能够容易地进行玻璃的制造。过量导入会导致因成分挥发引起的折射率变化和产生铂杂质,因此合计导入量优选为0~3%,更优选为

0.1~3%。

[0162] 另外,就达到发明的目的而言, F^- 、 O^{2-} 、 Cl^- 、 Br^- 及 I^- 的合计量优选大于等于98阴离子%,更优选大于等于99阴离子%,进一步优选为100阴离子%。

[0163] (光学玻璃IV)

[0164] 接着,对本发明的光学玻璃IV进行说明。

[0165] 本发明的光学玻璃IV由包含作为阳离子成分的 P^{5+} 、作为阴离子成分的 F^- 及 O^{2-} 的氟磷酸盐玻璃形成,其特征在于, F^- 的含量大于等于65阴离子%, O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5。

[0166] 在光学玻璃IV中,为了实现超低分散性,使 F^- 的含量大于等于65阴离子%。如果 F^- 的含量小于65阴离子%,则难以得到期望的低分散性、异常分散性。通过使 F^- 的含量大于等于65阴离子%,也可赋予充分的异常分散性。 F^- 的含量优选的范围为65~95阴离子%,更优选的范围为80~95阴离子%。

[0167] 在氟磷酸玻璃中,也如光学玻璃IV那样, F^- 的含量多的玻璃的玻璃熔液状态的粘性非常小,因挥发而产生波筋、折射率变化特别显著。根据光学玻璃IV,通过使摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 控制在3.5以上,可抑制挥发性物质的生成,且使挥发性显著降低,同时也可抑制玻璃的反应性、侵蚀性,因此能够稳定地生产高品质的光学玻璃。

[0168] 接着,对光学玻璃IV优选的组成范围进行说明。在光学玻璃IV中优选的玻璃是以下的氟磷酸玻璃:以阳离子%表示包含:

	P^{5+}	3~15%
[0169]	Al^{3+}	25~40%
	Ca^{2+}	5~35%
	Sr^{2+}	5~25%。

[0170] 所述玻璃以阳离子%表示还包含:

	Mg^{2+}	0~10%
[0171]	Ba^{2+}	0~20%
	Li^+	0~20%
	Na^+	0~10%
	K^+	0~10%
	Y^{3+}	0~5%。

[0172] 以下,只要没有特别记载,阳离子成分的含量、合计含量以阳离子%表示,阴离子成分的含量、合计含量以阴离子%表示。

[0173] 在所述玻璃中, P^{5+} 作为网络结构而发挥作用。如果 P^{5+} 的含量小于3%,则稳定性会降低,如果大于15%,则为了将摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 保持在3.5以上,必须增加 O^{2-} 的含量,结果 F^- 的含量降低,难以得到充分的低分散性、异常分散性。因此,优选使 P^{5+} 的含量为3~15%。 P^{5+} 的含量更优选的范围为3.5~13%,进一步优选的范围为4~11%。

[0174] Al^{3+} 是具有提高玻璃的稳定性的作用的成分。如果 Al^{3+} 的含量小于25%,则稳定性

会降低,如果大于40%,则稳定性也会降低,因此优选使 Al^{3+} 的含量为25~40%。 Al^{3+} 的含量更优选的范围为28~33%,进一步优选的范围为30~36%。

[0175] Ca^{2+} 具有提高玻璃的稳定性的效果,并且是优选 F^- 含量越多含量越增加的成分。如果 Ca^{2+} 的含量小于5%,难以充分得到所述效果,如果大于35%,则稳定性会降低,因此优选使 Ca^{2+} 的含量为5~35%。 Ca^{2+} 的含量更优选的范围为10~35%,进一步优选的范围为20~30%。

[0176] Sr^{2+} 具有提高玻璃的稳定性的效果,如果其含量小于5%,则所述效果不充分,如果大于25%,则稳定性会降低。因此,优选使 Sr^{2+} 的含量为5~25%。 Sr^{2+} 的含量更优选的范围为10~25%,进一步优选的范围为15~20%。

[0177] 这样,通过使 Ca^{2+} 与 Sr^{2+} 共存,能够进一步提高玻璃的稳定性。

[0178] 通过导入10%以下的 Mg^{2+} ,具有提高玻璃的稳定性的作用。因此,优选使 Mg^{2+} 的含量为0~10%,更优选为1~10%,进一步优选为3~8%。

[0179] 通过导入20%以下的 Ba^{2+} ,具有提高玻璃的稳定性的作用。因此,优选使 Ba^{2+} 的含量为0~20%。 Ba^{2+} 在 F^- 含量少的玻璃中提高稳定性的作用强,但是在 F^- 的量多的玻璃中不是必须成分。 Ba^{2+} 的含量更优选的范围为1~15%,进一步优选的范围为2~10%。

[0180] 从进一步提高玻璃的稳定性的方面出发,优选使 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 及 Mg^{2+} 共存、使 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 及 Ba^{2+} 共存、使 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Mg^{2+} 及 Ba^{2+} 共存。

[0181] Li^+ 会降低玻璃熔液的粘性,但是降低液相温度的作用非常强,总体来讲是具有防止使熔融玻璃流出、成形时的波筋的效果的成分。通过这样的效果与通过使摩尔比 $\text{O}^{2-}/\text{P}^{5+}$ 成为需要范围而得到的、抑制挥发成分的产生的效果的协同效果,可以大大有助于提高氟磷酸玻璃的品质。但是,如果 Li^+ 的导入量大于20%,则会引起玻璃熔液的粘性过于降低,产生因促进结晶化而引起的玻璃失透、产生波筋这样的问题。因此, Li^+ 的含量优选为0~20%。 Li^+ 的含量更优选的范围为0~15%,进一步优选的范围为1~10%,更进一步优选的范围为1~7%。

[0182] Na^+ 具有降低玻璃转移温度的作用,但是如果过量导入,则会降低玻璃的稳定性。并且,也会降低耐水性。因此,优选使 Na^+ 的含量为0~10%。 Na^+ 的含量更优选的范围为0~7%,进一步优选的范围为1~5%。

[0183] K^+ 也具有降低玻璃转移温度的作用,但是如果过量导入,则会降低玻璃的稳定性。并且,也会降低耐水性。因此,优选使 K^+ 的含量为0~10%。 K^+ 的含量更优选的范围为0~5%,进一步优选的范围为0~3%。

[0184] 碱金属成分 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 中,通过使多种共存,能够提高玻璃的稳定性。

[0185] Y^{3+} 能够期待通过少量导入来提高玻璃的稳定性,但是如果其含量大于5%,则玻璃的熔融温度会上升,能够助长来自熔融玻璃的挥发,并且玻璃的稳定性也会降低。因此,优选使 Y^{3+} 的含量为0~5%。 Y^{3+} 的含量更优选的范围为1~5%,进一步优选的范围为1~3%。

[0186] 另外,以调整折射率等为目的,可以导入少量的 La^{3+} 、 Gd^{3+} 、 Zr^{4+} 、 Zn^{2+} 。

[0187] 并且,从得到熔融玻璃的成形性优良、品质高的氟磷酸玻璃的方面出发,优选使 P^5+ 、 Al^{3+} 、 Li^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 及 Y^+ 的合计含量大于等于95%,更优选为大于等于97%,进一步优选为大于等于98%,更进一步优选为大于等于99%。

[0188] 光学玻璃IV的玻璃转移温度优选小于500℃,更优选小于等于480℃,进一步优选小于等于460℃,更进一步优选小于等于440℃。这样,由于玻璃转移温度低,因此除了适于精密模压成形以外,在玻璃的再加热、软化成形时的成形性也会优异。由于如上所述玻璃转移温度低,因此成形时的加热温度也能够抑制得较低。因此,也不易引起玻璃与模压成形模具等成形模具的化学反应,因此能够成形为具有清洁且平滑的表面的玻璃成形体。并且,也能够抑制成形模具的劣化。

[0189] 在光学玻璃IV中,阿贝数(v_d)优选的范围大于等于85,更优选的范围为88~100,进一步优选的范围为90~97。

[0190] 折射率(N_d)优选的范围为1.428~1.5,更优选的范围为1.43~1.48。

[0191] 光学玻璃IV具有超低分散性,并且也具有液相温度小于等于700℃的优异的玻璃稳定性,因此能够提供作为适于色差修正的光学元件材料的高品质的氟磷酸玻璃。

[0192] 另外,就减轻对环境的负荷而言,光学玻璃I~IV均优选不导入Pb、As、Cd、Th等。同样地,就减轻对环境的负荷而言,优选也不导入Tl、Te、Cr、Se、U。

[0193] 本发明的光学玻璃不需要Lu、Sc、Hf、Ge这样的成分。由于Lu、Sc、Hf、Ge为昂贵的成分,优选不导入这些成分。

[0194] 本发明的光学玻璃在可见区的广大波长域内表现出优异的光线透射性。当有效利用这样的性质且在特定波长域不具有吸收时,优选不导入Cu、Cr、V、Fe、Ni、Co、 N_d 等成为着色的主要因素的物质。

[0195] [光学玻璃的制造方法]

[0196] 接着,对本发明的光学玻璃的制造方法进行说明。

[0197] 本发明的光学玻璃的制造方法包括玻璃制法I~III的三个方式。

[0198] 本发明的光学玻璃的制造方法的第一方式(称为玻璃制法I)是由氟磷酸玻璃形成的光学玻璃的制造方法,其特征在于,

[0199] 当在使原料或碎玻璃熔解之后,进行澄清、均匀化而得到光学玻璃时,使用 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的原料或碎玻璃,来制造本发明的光学玻璃。

[0200] 即,玻璃制法I是制造本发明的光学玻璃的方法,并且是当在使原料或碎玻璃熔解之后,进行澄清、均匀化而得到光学玻璃时,使用 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的原料或碎玻璃的方法。

[0201] 本发明的光学玻璃的制造方法的第二方式(称为玻璃制法II)是使用原料或碎玻璃制作调合原料,在使所述调合原料熔解之后,进行澄清、均匀化,来制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃的方法,其特征在于,

[0202] 制作调合原料,使得所述调合原料中的 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5,并进行熔解、澄清、均匀化,来制造阿贝数(v_d)大于70的氟磷酸盐玻璃。

[0203] 如上所述, O^{2-} 的含量与 P^{5+} 的含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 小于3.5的玻璃在玻璃熔融时会产生挥发性物质,在制造玻璃时玻璃成分会挥发,因此在玻璃制法I中,通过使用 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5的玻璃原料或碎玻璃,在玻璃制法II中,通过制作调合原料使得调合原料中的 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于

等于3.5,能够在玻璃熔融时抑制挥发性物质的生成,且抑制制造玻璃时的成分的挥发。

[0204] 为了使原料或碎玻璃中的 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5,优选使用氧(O^{2-})原子数与一磷(P^{5+})原子之比(氧原子/磷原子)为3.5的二磷酸盐作为玻璃原料,或者使用由该玻璃原料制成的碎玻璃。

[0205] 在玻璃制法I、II中,例如将按照 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大于等于3.5、并具有期望组成的方式适当秤量、调合出的磷酸盐、氟化物等玻璃原料供应给铂合金制的熔融容器中,进行加热、熔融、澄清、均匀化,之后从管道中流出、成形,由此能够得到具有期望特性的光学玻璃。

[0206] 本发明的光学玻璃的第三方式(称为玻璃制法III)是使用原料或碎玻璃制作调合原料,在使所述调合原料熔解之后,进行澄清、均匀化制造出熔融玻璃,并使所述熔融玻璃成形来制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃的方法,其特征在于,

[0207] 控制所述调合原料中的 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} ,以降低所述熔融玻璃的挥发性。

[0208] 在玻璃制法III中,基于摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 大大影响熔融玻璃的挥发性的新见解,控制调合原料中的 O^{2-} 的合计含量与 P^{5+} 的合计含量的摩尔比 O^{2-}/P^{5+} 以降低熔融玻璃的挥发性,来制造光学玻璃。

[0209] 即,为使折射率(N_d)、阿贝数(v_d)成为期望的值,控制所述摩尔比以降低熔融玻璃的挥发性。所述摩尔比的调整范围大于等于3.5。所述摩尔比优选的范围如上所述。

[0210] 在玻璃制法I~III中,玻璃原料或碎玻璃的加热、熔融处理优选在氮气等惰性气体的气氛下进行。作为玻璃的熔融装置,使用公知的氟磷酸玻璃的熔融装置即可。

[0211] 另外,玻璃制法II、III也与玻璃制法I相同,适于制造阿贝数(v_d)大于70的氟磷酸玻璃、制造阿贝数(v_d)大于78的氟磷酸盐玻璃、制造稀土类元素的合计含量小于5阳离子%、 F^- 的含量与 F^- 和 O^{2-} 的合计含量的摩尔比 $F^-/(F^-+O^{2-})$ 大于0.2、折射率(N_d)大于1.53的氟磷酸盐玻璃、制造 F^- 的含量大于等于65阴离子%的氟磷酸玻璃。

[0212] [模压成形用预成形件及其制造方法]

[0213] 接着,对本发明的模压成形用预成形件进行说明。

[0214] 本发明的模压成形用预成形件的特征在于,由本发明的光学玻璃或通过本发明的方法制得的光学玻璃形成。

[0215] 这里,所谓模压成形用预成形件意味着将与模压成形品的重量相等的重量的玻璃预先成形为适于模压成形的形状的部件。

[0216] 本发明的模压成形用预成形件尤其适于精密模压成形用,当作为精密模压成形用预成形件而使用时,优选将碳膜等脱模膜形成在预成形件的整个表面上。

[0217] 接着,对本发明的模压成形用预成形件的制造方法进行说明。

[0218] 本发明的模压成形用预成形件的制造方法包括两个方式。

[0219] 本发明的模压成形用预成形件的制造方法的第一方式(称为预成形件制法I)是使熔融玻璃从管道中流出并分离出预定重量的熔融玻璃块,在玻璃冷却的过程中将该玻璃块成形为预成形件的模压成形用预成形件的制造方法,其特征在于,成形出本发明的模压成形用预成形件。

[0220] 即,预成形件制法I是制造本发明的模压成形用预成形件的方法,并且是使熔融玻

璃从管道中流出并分离出期望重量的熔融玻璃块，在玻璃冷却的过程中将该玻璃块成形为预成形件的方法。

[0221] 在预成形件制法I中，首先，使熔融玻璃从管道中流出。例如，使熔融玻璃以一定流量从通过通电加热方式、高频感应加热方式或者这两种加热方式组合成的加热法加热到预定温度的铂合金制或铂制的管道中连续地流出。

[0222] 接着，从流出的熔融玻璃中分离出一个预成形件的重量或者向一个预成形件的重量添加了后述的去除部分的重量而得到的重量的熔融玻璃块。当分离熔融玻璃块时，优选避免使用切刀，以不残留切痕，例如优选使用以下方法：使熔融玻璃从管道的流出口滴下，通过支承体来支承流出的熔融玻璃流顶端，在能够分离目标重量的熔融玻璃块的时刻突然下降支承体，利用熔融玻璃的表面张力而从熔融玻璃流顶端分离出熔融玻璃块。

[0223] 分离出的熔融玻璃块在预成形件成形模具的凹部上在玻璃冷却的过程中成形为具有期望形状的预成形件。此时，为了防止预成形件的表面产生褶皱或者在玻璃的冷却过程中产生被称为裂纹、裂缝的破损，优选在凹部上向玻璃块施加向上的风压而使其浮起的状态下进行成形。

[0224] 在玻璃的温度降低到即使向预成形件施加外力也不变形的温度区域后，从成形模具中取出预成形件，进行缓冷。

[0225] 所得到的预成形件如上所述由不易产生波筋的光学玻璃形成，但是当预成形件表面稍微产生波筋时，由于波筋局部存在于预成形件的表面层，因此可以通过蚀刻或研磨加工来除去所述表面层，从而也能够制成没有波筋的、光学上高度均匀的预成形件。

[0226] 在蚀刻、研磨加工中任一处理的情况下，也优选分离出向预先作为目标的预成形件的重量添加了除去的玻璃重量而得到的重量的熔融玻璃块，并进行处理以在除去表面层后成为目标重量。

[0227] 预成形件制法I特别适于作为制造精密模压成形用预成形件的方法。

[0228] 本发明的模压成形用预成件的制造方法的第二方式（称为预成形件制法II）是将熔融玻璃浇注到铸模中制造玻璃成形体并对该玻璃成形体进行加工来制造模压成形用预成形件，其特征在于，成形出本发明的模压成形用预成件。

[0229] 上述铸模根据成形形状恰当地应用公知的铸模即可。例如，具有平坦的底面和从三个方向包围该底面的三个侧壁，将一个侧面开口的铸模配置成底面在流出熔融玻璃的管道的下方成为水平。并且，向铸模的底面上流入从管道中连续流出的熔融玻璃，在以侧壁包围的部分上充满玻璃的情况下，成形为板状。将成形后的玻璃从上述开口部在水平方向上以一定速度拉出，得到具有一定的宽度和一定的厚度的玻璃板。将被拉出的玻璃板以缓慢的速度通过退火炉内，由此进行退火。将退火后的玻璃板相对于拉出方向垂直地切断，成为期望长度的玻璃板。

[0230] 代替上述铸模，也可以将具有通孔的铸模按照通孔朝向垂直方向的方式配置在流出管道的下方，并向通孔连续地流入熔融玻璃。流入的玻璃被急冷而成形为棒状，并从通孔的下端开口部以一定的速度向下方拉出。从铸模中被拉出的玻璃棒通过被加热到玻璃的转移温度附近的气氛中，在进行使玻璃棒的表面和内部的温度接近的操作后，在水平方向上切断，成为期望长度的玻璃棒。

[0231] 通过切断或割断将这样得到的板状或棒状的玻璃成形体分割为玻璃片，对这些玻

璃片进行滚磨，并进行质量调整以成为目标的一个光学元件坯料的质量，从而得到模压成形用预成形件。通过滚磨，可以磨圆玻璃片的边缘，除去成为破损原因或模压成形时的折入原因的边缘。并且，使预成形件表面粗糙化，容易使其均匀地附着模压成形时表面涂布的粉末状脱模剂。这样得到的预成形件是与精密模压成形品不同的、用于使对模压成形品的表面进行磨削、研磨而制成光学功能面的光学元件坯料模压成形的玻璃素材。

[0232] 另一例是对所述玻璃片进行磨削、研磨，使玻璃表面平滑化而成为精密模压成形用预成形件的方法，此外，另一方法是对所述滚磨品的表面进行研磨使其平滑化而成为精密模压成形用预成形件的方法。

[0233] [光学元件坯料及其制造方法]

[0234] 接着，对本发明的光学元件坯料进行说明。

[0235] 本发明的光学元件坯料的特征在于，由本发明的光学玻璃或通过本发明的方法制得的光学玻璃形成。

[0236] 光学元件坯料是如上所述能够通过磨削、研磨制成光学元件的玻璃成形品，并具有向作为目标的光学元件的形状添加了通过磨削、研磨去除的加工余量而得到的形状、即近似于光学元件形状的形状。

[0237] 接着，对本发明的光学元件坯料的制造方法进行说明。

[0238] 本发明的光学元件坯料包括两个方式。

[0239] 本发明的光学元件坯料的制造方法的第一方式(称为光学元件坯料制法I)是通过磨削、研磨制成光学元件的光学元件坯料的制造方法，其特征在于，对本发明的预成形件或通过本发明的方法制得的预成形件进行加热，并进行模压成形。

[0240] 在该方法中，在加热之前，在预成形件的表面上均匀地涂布氮化硼等粉末状脱模剂，将其载置在耐热性器皿中放入到加热软化炉内，在加热到玻璃软化后，将其导入到模压成形模具中，进行模压成形。接着，从模具中取出模压成形品，通过退火去除变形，并且进行光学特性的调整，以使折射率等光学特性成为期望的值。这样一来，就能够制造出光学元件坯料。

[0241] 本发明的光学元件坯料的制造方法(称为光学元件坯料制法II)是使玻璃原料熔融，使所得到的熔融玻璃流出，从熔融玻璃流中分离出熔融玻璃块，对该熔融玻璃块进行模压成形的光学元件坯料的制造方法，其特征在于，对本发明的光学玻璃或通过本发明的方法制得的光学玻璃进行熔融、成形。

[0242] 在该方法中，将均匀化的熔融玻璃流到均匀地涂布有氮化硼等粉末状脱模剂的下模具成形面上，使用被称为切断器的切刀将下端部被下模具支承的熔融玻璃流在中途切断。这样就在下模具成形面上得到了期望质量的熔融玻璃块。接着，将载置有熔融玻璃块的下模具移送到预先在其他的位置准备好的上模具的正下方，通过上模具和下模具对熔融玻璃块进行模压，而成形为光学元件坯料形状。接着，从模具中取出模压成形品，通过退火去除变形，并且进行光学特性的调整，以使折射率等光学特性成为期望的值。这样一来，就能够制造出光学元件坯料。

[0243] 光学元件坯料制法I、II均可以在大气中进行。另外，对于成形条件、模压成形模具的材质、加热软化炉以及加热、软化时载置预成形件的器皿等，可以使用公知的条件或设备等。

[0244] 根据本发明，能够提供可以制造出没有波筋等缺陷的光学元件的光学元件坯料及其制造方法。

[0245] [光学元件及其制造方法]

[0246] 接着，对本发明的光学元件进行说明。

[0247] 本发明的光学元件的特征在于，由本发明的光学玻璃或通过本发明的方法制得的光学玻璃形成。

[0248] 本发明的光学元件由所述的本发明的光学玻璃或通过本发明的方法制得的光学玻璃形成，因此能够提供有效利用低分散特性的光学元件。

[0249] 对光学元件的种类、形状等没有特别的限定，例如可以列举出非球面透镜、球面透镜、微透镜、透镜组、棱镜、衍射光栅、带透镜的棱镜、带衍射光栅的透镜等。作为非球面透镜、球面透镜的具体例子，可以列举出凸新月形透镜、凹新月形透镜、双凸透镜、双凹透镜、平凸透镜、平凹透镜等。

[0250] 从用途的方面出发，可以列举出构成摄像系统的光学元件、例如数码相机的透镜、带照相机的移动电话的照相机用透镜、光拾取透镜、准直镜、或光通信用透镜等。

[0251] 也可以根据需要在光学元件的表面上形成防止反射膜等光学薄膜。

[0252] 接着，对本发明的光学元件的制造方法进行说明。

[0253] 本发明的光学元件的制造方法包括两个方式。

[0254] 本发明的光学元件的制造方法的第一方式(称为光学元件制法I)是对本发明的光学元件坯料或通过本发明的方法制成的光学元件坯料进行磨削、研磨的光学元件的制造方法。

[0255] 所述磨削、研磨应用公知的方法即可。光学元件制法I适于制造如球面透镜、棱镜等容易通过磨削、研磨来加工的光学元件或者望远镜的前透镜那样的大口径透镜。

[0256] 本发明的光学元件的制造方法的第二方式(称为光学元件制法II)的特征在于，对本发明的预成形件或通过本发明的方法制得的预成形件进行加热，并进行精密模压成形。即，光学元件制法I是制造本发明的光学元件的方法，并且是对本发明的预成形件或通过本发明的方法制得的预成形件进行加热并进行精密模压成形的方法。

[0257] 所述精密模压成形也被称为模制光学成形，在该技术领域中是公知的方法。在光学元件中，将使光线透射、折射、衍射、或反射的面称为光学功能面(以透镜为例，非球面透镜的非球面或球面透镜的球面等透镜面相当于光学功能面)，根据精密模压成形，可以将模压成形模具的成形面精密地转印到玻璃上，由此能够通过模压成形形成光学功能面，从而无需添加为了制成光学功能面而磨削或研磨等机械加工。

[0258] 因此，本发明的光学元件的制造方法适于透镜、透镜组、衍射光栅、棱镜等光学元件的制造，尤其适于作为在高生产率下制造非球面透镜的方法。

[0259] 作为用于精密模压成形的模压成形模具，可以使用公知的模具、例如碳化硅、氧化锆、氧化铝等耐热性陶瓷型材的成形面设置有脱模膜而成的模具，但是其中优选碳化硅制的模压成形模具，作为脱模膜，可以使用含碳膜等。从耐久性、成本的方面出发，作为含碳膜，尤其优选碳膜。

[0260] 在精密模压成形中，为了将模压成形模具的成形面保持为良好的状态，优选使成形时的气氛为非氧化性气体。作为非氧化性气体，优选氮、氮和氢的混合气体等。

[0261] 作为在本发明的光学元件的制造方法中使用的精密模压成形的方式,以下,示出精密模压成形I和II这两个方式。

[0262] (精密模压成形I)

[0263] 在精密模压成形I中,将预成形件导入到模压成形模具中,对模压成形模具和预成形件一起加热,进行精密模压成形。

[0264] 在该精密模压成形I中,优选将模压成形模具和所述预成形件的温度均加热到构成预成形件的玻璃显示出 $10^6\sim 10^{12}$ dPa·s的粘度的温度,进行精密模压成形。

[0265] 并且,优选冷却到上述玻璃显示出优选大于等于 10^{12} dPa·s、更优选大于等于 10^{14} dPa·s、进一步优选大于等于 10^{16} dPa·s的粘度的温度后,将精密模压成形品从模压成形模具中取出。

[0266] 根据上述条件,能够通过玻璃精密地转印模压成形模具成形面的形状,并且也能够在不变形的情况下取出精密模压成形品。

[0267] (精密模压成形II)

[0268] 在精密模压成形II中,将加热后的预成形件导入到预热的模压成形模具中,进行精密模压成形。

[0269] 根据该精密模压成形II,在将预成形件导入到模压成形模具之前进行预先加热,能够缩短制造光学元件的周期,并且制造出没有表面缺陷的具有良好的面精度的光学元件。

[0270] 另外,优选模压成形模具的预热温度设定得比预成形件的预热温度低。这样,通过降低模压成形模具的预热温度,能够减少模压成形模具的消耗。

[0271] 在精密模压成形II中,优选预热到构成所述预成形件的玻璃显示出小于等于 10^9 dPa·s、更优选为 10^9 dPa·s的粘度的温度。

[0272] 另外,优选使上述预成形件浮起的情况下进行预热,并且更优选构成所述预成形件的玻璃显示出 $10^{5.5}\sim 10^9$ dPa·s的粘度的温度,进一步优选预热到显示出大于等于 $10^{5.5}$ dPa·s而小于 10^9 dPa·s的粘度的温度。

[0273] 另外,优选与开始模压同时或者从模压的中途开始玻璃的冷却。

[0274] 另外,模压成形模具的温度调整为比所述预成形件的预热温度低的温度,但是将所述玻璃显示出 $10^9\sim 10^{12}$ dPa·s的粘度的温度作为基准即可。

[0275] 在该方法中,进行模压成形后,优选冷却到所述玻璃的粘度大于等于 10^{12} dPa·s以后进行脱模。

[0276] 从模压成形模具中取出被精密模压成形后的光学元件,并根据需要对其进行缓冷。当成形品为透镜等光学元件时,也可以根据需要在表面上涂布光学薄膜。

[0277] 实施例

[0278] 以下,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实施例的限制。

[0279] 实施例一和比较例一(光学玻璃的制造例)

[0280] 为了制造具有表1-1~表1-8所示的组成的光学玻璃No.1~38以及具有表1-2所示的组成的光学玻璃No.1~2,称重对应于各玻璃成分的二磷酸盐等磷酸盐和氟化物等原料,进行充分混合。将各混合原料中的O²⁻的合计含量与P⁵⁺的合计含量的比(O²⁻/P⁵⁺)、稀

土类元素的含有比例(阳离子%)、F⁻的含量与O²⁻的合计含量的比(F⁻/(F⁻+O²⁻))一并记在表 1-1～表 1-8。将上述混合原料投入到铂坩埚中，在900℃的电气炉内进行搅拌并且将原料加热熔解1～3小时，进行澄清、均匀化，由此得到光学玻璃No.1～38以及比较光学玻璃No.1～2。在表 1-1～表 1-8中，光学玻璃No.1～4相当于本发明的光学玻璃I、II，光学玻璃No.5～9相当于本发明的光学玻璃I、III，光学玻璃No.10～38相当于光学玻璃IV。

[0281] 在光学玻璃No.1～38的各光学玻璃的制造中，如表1-1～表1-8所示，将O²⁻的合计含量与P⁵⁺的合计含量之比(O²⁻/P⁵⁺)控制为大于等于3.5以抑制挥发性，并使其他成分的含量平衡，从而得到能够大幅度地降低挥发性的具有期望特性的光学玻璃。另外，在上述制造例中，使用了二磷酸盐等磷酸盐和氟化物等未玻璃化原料，但是也可以使用碎玻璃，还可以并用未玻璃化原料和碎玻璃。

[0282] 对于各光学玻璃、比较光学玻璃，测定使原料熔解1小时所得的200g样品的折射率N_d(1h)及阿贝数v_d(1h)、使原料熔解3小时所得的200g样品的折射率N_d(3h)及阿贝数v_d(3h)，并且测定了玻璃转移温度。结果如表 1-1～表 1-8所示。

[0283] 并且，各光学玻璃的折射率(N_d)、阿贝数(v_d)及玻璃转移温度(T_g)分别通过下述方法进行测定。

[0284] (1) 折射率(N_d)及阿贝数(v_d)

[0285] 使缓冷降温速度为-30℃/小时，对所得到的光学玻璃进行测定。

[0286] (2) 玻璃转移温度(T_g)

[0287] 通过理学电机株式会社的热机械分析装置(サーモプラスTMA 8310)使升温速度为4℃/分钟而进行测定。

[0288] 表1-1

[0289]

	光学玻璃				
	1	2	3	4	5
阳离子成分 (阳离子%)					
P ⁵⁺	19.0	20.3	20.0	19.7	32.6
Al ³⁺	22.7	22.3	22.4	22.5	11.6
Mg ²⁺	6.8	6.7	6.7	6.8	6.3
Ca ²⁺	8.5	8.4	8.4	8.5	6.3
Sr ²⁺	14.5	14.3	14.3	14.4	5.3
Ba ²⁺	10.1	10.0	10.0	10.0	16.9
Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺	39.9	39.4	39.4	39.7	34.8
Li ⁺	17.3	17.0	17.1	17.1	20.0
Na ⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K ⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ³⁺	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0
La ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gd ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Yb ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺ +Yb ³⁺	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0
B ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zn ²⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
In ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
阳离子合计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
阴离子成分					
F ⁻ (阴离子%)	62.9	62.0	61.8	61.7	35.1
O ²⁻ (阴离子%)	37.1	38.0	38.2	38.3	64.9
F ⁻ /(F ⁻ +O ²⁻)	0.629	0.620	0.618	0.617	0.351
O ²⁻ /P ⁵⁺	3.74	3.61	3.67	3.72	3.50
折射率Nd					
Nd(1h)	1.49582	1.49504	1.49649	1.49817	1.55042
Nd(3h)	1.49630	1.49605	1.49733	1.49888	1.55147
Nd(3h)-Nd(1h)	0.00048	0.00101	0.00084	0.00071	0.00105
阿贝数νd					
νd(1h)	82.0	81.7	81.4	81.3	71.9
νd(3h)	81.9	81.6	81.3	81.3	71.9
	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0
玻璃转移温度(°C)					389

[0290] (注) Nd(1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的折射率Nd的值。

[0291] Nd(3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的折射率Nd的值。

[0292] νd(1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的阿贝数νd的值。

[0293] νd(3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的阿贝数νd的值。

[0294] 表1-2

[0295]

	光学玻璃				比较光学玻璃	
	6	7	8	9	1	2
阳离子成分 (阳离子%)						
P ⁵⁺	29.0	31.9	32.6	30.0	25.0	25.0
Al ³⁺	9.0	11.7	11.6	12.0	21.0	21.0
Mg ²⁺	6.0	6.4	6.3	6.6	6.3	6.3
Ca ²⁺	4.0	6.4	6.3	6.6	7.9	7.9
Sr ²⁺	5.0	5.3	5.3	5.5	13.4	13.4
Ba ²⁺	25.0	17.0	16.9	17.5	9.4	9.4
Mg ²⁺ +Ca ²⁺ +Sr ²⁺ +Ba ²⁺	40.0	35.1	34.8	36.2	37.0	37.0
Li ⁺	21.0	20.2	20.0	20.8	16.0	16.0
Na ⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K ⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ³⁺	1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
La ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gd ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Yb ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ³⁺ +La ³⁺ +Gd ³⁺ +Yb ³⁺	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
B ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zn ²⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
In ³⁺	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
阳离子合计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
阴离子成分						
F ⁻ (阴离子%)	41.3	34.6	35.1	39.4	63.4	58.4
O ²⁻ (阴离子%)	58.7	65.4	64.9	60.6	36.6	41.6
F ⁻ /(F ⁻ +O ²⁻)	0.413	0.346	0.351	0.394	0.634	0.584
O ²⁻ /P ⁵⁺	3.51	3.56	3.50	3.54	3.00	3.29
折射率Nd						
Nd(1h)	1.54837	1.55226	1.54865	1.54445	1.48806	1.49574
Nd(3h)	1.54910	1.55295	1.54979	1.54527	1.49288	1.50097
Nd(3h)-Nd(1h)	0.00073	0.00069	0.00114	0.00082	0.00482	0.00523
阿贝数ν _d						
ν d(1h)	71.8	71.7	72.0	72.6	82.4	80.9
ν d(3h)	71.6	71.7	71.8	72.9	81.3	80.4
ν d(3h) - ν d(1h)	-0.2	0.0	-0.2	0.3	-1.1	-0.5
玻璃转移温度(°C)	369	395	389	385	378	

[0296] (注) Nd (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的折射率N_d的值。[0297] Nd (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的折射率N_d的值。[0298] ν_d (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的阿贝数ν_d的值。[0299] ν_d (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的阿贝数ν_d的值。

[0300] 表1-3

[0301]

No.	光学玻璃					
	10	11	12	13	14	15
阳离子%	P ⁵⁺	11.17	11.17	11.17	11.67	11.17
	Al ³⁺	27.09	28.09	28.09	31.59	32.08
	Mg ²⁺	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07
	Ca ²⁺	23.26	23.26	23.26	23.26	23.26
	Sr ²⁺	15.09	15.09	15.09	15.09	15.09
	Ba ²⁺	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52
	Li ⁺	8.12	7.12	7.12	3.12	3.12
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Y ³⁺	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
阴离子%	Zn ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	O ²⁻	19.34	19.16	18.47	18.15	17.82
	Cl ⁻	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18
	F ⁻	80.47	80.65	81.35	81.67	82.00
	O ²⁻ /P ⁵⁺	3.7	3.7	3.59	3.5	3.59
	Nd	1.46545	1.46466	1.46196	1.45886	1.45599
	Vd	88.3	88.7	89.2	90	90.5
	Tg(°C)	389	390	393	425	420
	LT(°C)	650	650	650	620	610
	Nd(1h)	1.46545	1.46466	1.46196	1.45886	1.45599
	Nd(3h)		1.46570	1.46346	1.46067	
	Nd(3h)-Nd(1h)		0.00104	0.00150	0.00181	
	Nd(3h)-Nd(1h)		0.00104	0.00150	0.00181	0.00120

[0302] (注) Nd (1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的折射率N_d的值。[0303] N_d (3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的折射率N_d的值。[0304] v_d (1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的阿贝数v_d的值。[0305] v_d (3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的阿贝数v_d的值。

[0306] 表1-4

No.	光学玻璃					
	16	17	18	19	20	
阳离子 %	P ⁵⁺	11.17	11.44	10.25	11.17	11.17
	Al ³⁺	32.09	31.82	29.08	32.09	34.09
	Mg ²⁺	4.07	4.20	4.07	4.07	4.07
	Ca ²⁺	23.26	23.13	23.26	23.26	23.26
	Sr ²⁺	15.09	15.09	15.09	15.09	15.09
	Ba ²⁺	8.52	8.52	9.45	8.52	8.52
	Li ⁺	3.12	3.12	6.12	3.12	3.12
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Y ³⁺	2.68	2.68	2.68	2.68	0.68
阴离子 %	Zn ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	O ²⁻	17.82	17.76	17.36	17.32	17.32
	Cl ⁻	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	F ⁻	82.00	82.06	82.46	82.50	82.50
	O ²⁻ /P ⁵⁺	3.59	3.5	3.7	3.5	3.5
	Nd	1.45936	1.45832	1.46233	1.45729	1.45305
	Vd	90.6	90.4	89.6	90.4	91.2
	Tg(°C)	424	420	400	415	426
	LT(°C)	620	610	650	620	650
	Nd(1h)	1.45936	1.45832	1.46233	1.45729	1.45305
[0307]	Nd(3h)	1.46048			1.45880	
	Nd(3h)-Nd(1h)	0.00112			0.00151	
	Nd(3h)-Nd(1h)	0.00112			0.00151	

[0308] (注) N_d(1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的折射率N_d的值。

[0309] N_d(3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的折射率N_d的值。

[0310] v_d(1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的阿贝数v_d的值。

[0311] v_d(3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的阿贝数v_d的值。

[0312] 表1-5

[0313]

No.	光学玻璃					
	21	22	23	24	25	
阳离子 %	P ⁵⁺	11.17	6.80	6.17	6.00	5.42
	Al ³⁺	32.09	35.80	36.09	35.80	33.70
	Mg ²⁺	4.07	4.30	3.07	4.30	6.83
	Ca ²⁺	23.26	23.70	25.38	24.50	28.72
	Sr ²⁺	15.09	18.40	15.09	18.40	17.16
	Ba ²⁺	8.52	6.00	8.52	6.00	4.70
	Li ⁺	3.12	2.30	2.00	2.30	1.00
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Y ³⁺	2.68	2.70	3.68	2.70	1.27
	Zn ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
阴离子 %	O ²⁻	17.32	10.22	9.21	9.01	8.43
	Cl ⁻	0.18	0.17	0.17	0.17	0.00
	F ⁻	82.50	89.61	90.62	90.82	91.57
O ²⁻ /P ⁵⁺		3.5	3.5	3.5	3.5	3.57
Nd		1.45762	1.43915	1.43821	1.43696	1.43284
Vd		90.4	94.9	95.5	95.2	93.2
Tg(°C)		422		410		418
LT(°C)		600	650	650	670	650
Nd(1h)		1.45762	1.43915	1.43821	1.43696	1.43284
Nd(3h)			1.44045			1.43455
Nd(3h)-Nd(1h)			0.00130			0.00171
Nd(3h)-Nd(1h)			0.00130			0.00171

[0314] (注) N_d (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的折射率N_d的值。[0315] N_d (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的折射率N_d的值。[0316] v_d (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的阿贝数v_d的值。[0317] v_d (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的阿贝数v_d的值。

[0318] 表1-6

[0319]

No.	光学玻璃				
	26	27	28	29	30
阳离子 %	P ⁵⁺	5.42	5.42	5.32	5.38
	Al ³⁺	33.70	33.70	33.25	33.30
	Mg ²⁺	6.83	6.83	7.70	6.63
	Ca ²⁺	30.52	28.72	28.50	29.52
	Sr ²⁺	17.16	17.16	17.16	17.16
	Ba ²⁺	2.91	4.70	4.60	4.70
	Li ⁺	1.00	1.00	1.00	1.00
	Na ⁺	1.20	1.20	1.20	1.20
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	1.00
	Y ³⁺	1.27	1.27	1.27	1.27
	Zn ²⁺	0.00	0.00	0.00	1.00
阴离子 %	O ²⁻	8.24	8.24	8.17	8.17
	Cl ⁻	0.17	0.17	0.17	0.00
	F ⁻	91.59	91.59	91.66	91.66
O ²⁻ /P ⁵⁺		3.5	3.5	3.5	3.5
Nd		1.43062	1.43295	1.43128	1.43256
Vd		95.9	96	96.3	95.9
Tg(°C)			415	421	418
LT(°C)		650	650	650	650
Nd(1h)		1.43062	1.43295	1.43128	1.43256
Nd(3h)			1.43415		
Nd(3h)-Nd(1h)			0.0012		
Nd(3h)-Nd(1h)			0.0012		

[0320] (注) N_d (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的折射率N_d的值。[0321] N_d (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的折射率N_d的值。[0322] v_d (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的阿贝数v_d的值。[0323] v_d (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的阿贝数v_d的值。

[0324] 表1-7

[0325]

No.	光学玻璃				
	31	32	33	34	35
阳离子 %	P ⁵⁺	5.42	5.42	5.42	5.17
	Al ³⁺	33.70	33.70	33.70	35.09
	Mg ²⁺	6.83	5.83	6.83	4.07
	Ca ²⁺	28.72	27.72	28.72	27.26
	Sr ²⁺	17.16	18.16	16.16	15.09
	Ba ²⁺	4.70	5.70	4.70	4.52
	Li ⁺	1.00	1.00	1.00	6.12
	Na ⁺	1.20	1.20	1.20	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00
	Y ³⁺	1.27	1.27	1.27	2.68
	Zn ²⁺	0.00	0.00	1.00	0.00
阴离子 %	O ²⁻	8.24	8.24	8.24	7.91
	Cl ⁻	0.00	0.00	0.00	0.17
	F ⁻	91.76	91.76	91.76	91.92
O ²⁻ /P ⁵⁺		3.5	3.5	3.5	3.5
Nd		1.43229	1.4345	1.43224	1.43165
Vd		96.9	95.9	96.1	95.7
Tg(°C)		418	419	415	407
LT(°C)		650	650	650	650
Nd(1h)		1.43229	1.4345	1.43224	1.43165
Nd(3h)				1.43355	
Nd(3h)-Nd(1h)				0.00190	
Nd(3h)-Nd(1h)				0.00190	

[0326] (注) Nd (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的折射率N_d的值。[0327] N_d (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的折射率N_d的值。[0328] v_d (1h) 表示在900℃下熔解了1小时时的阿贝数v_d的值。[0329] v_d (3h) 表示在900℃下熔解了3小时时的阿贝数v_d的值。

[0330] 表1-8

No.	光学玻璃			
	36	37	38	
阳离子 %	P ⁵⁺	5.17	5.17	4.67
	Al ³⁺	36.09	35.09	35.59
	Mg ²⁺	4.07	4.07	4.07
	Ca ²⁺	25.38	25.38	23.26
	Sr ²⁺	15.09	15.09	15.09
	Ba ²⁺	8.52	8.52	8.52
	Li ⁺	3.00	3.00	6.12
	Na ⁺	0.00	0.00	0.00
	K ⁺	0.00	0.00	0.00
	Y ³⁺	2.68	3.68	2.68
[0331]	Zn ²⁺	0.00	0.00	0.00
阴离子 %	O ²⁻	7.77	7.77	7.12
	Cl ⁻	0.17	0.17	0.17
	F ⁻	92.06	92.06	92.71
	O ²⁻ /P ⁵⁺	3.5	3.5	3.5
	Nd	1.43644	1.43811	1.43382
	Vd	95.7	95.7	95.8
	Tg(°C)	410	409	390
	LT(°C)	650	650	670
	Nd(1h)	1.43644	1.43811	1.43382
	Nd(3h)			1.43493
	Nd(3h)-Nd(1h)			0.00111
	Nd(3h)-Nd(1h)			0.00111

[0332] (注) Nd (1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的折射率N_d的值。

[0333] N_d (3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的折射率N_d的值。

[0334] v_d (1h) 表示在900°C下熔解了1小时时的阿贝数v_d的值。

[0335] v_d (3h) 表示在900°C下熔解了3小时时的阿贝数v_d的值。

[0336] 在本发明的光学玻璃中,由于原料的熔解时间的不同引起的阿贝数之差小,可以将v_d (3h) 和v_d (1h) 中的某个作为阿贝数,但是当需要精确地求出阿贝数时,将v_d (1h) 作为本发明的光学玻璃的阿贝数。

[0337] 另外,也可以向上述各光学玻璃No.1~38中以外比例表示添加0.5~13阳离子%的Cu²⁺,而成为近红外线吸收玻璃。

[0338] 光学玻璃No.1~38和向这些光学玻璃中以外比例表示添加了0.5~13阳离子%的

Cu²⁺的近红外线吸收玻璃均没有发现波筋,光学上极其均匀。

[0339] 实施例二(模压成形用预成形件的制造例)

[0340] 通过以下方法分离出熔融玻璃块,所述方法是指:使由表1—1~表1—8所示的光学玻璃No.1~38的每一个形成的熔融玻璃在玻璃不失透的情况下从温度被调整为能够稳定流出的温度区域的铂合金制的管道中以一定的流量流出,并滴下玻璃块;或者使用支承体支承熔融玻璃流顶端之后,突然下降支承体,而分离出玻璃块。所得到的各熔融玻璃块具有向作为目标的一个预成形件的重量添加了后述的去除部分的重量后的重量。

[0341] 接着,将所得到的各熔融玻璃块接受到底部具有气体喷出口的承模中,从气体喷出口喷出气体,使玻璃块浮起,同时进行成形,制造出模压成形用预成形件。通过调整、设定熔融玻璃的分离间隔,预成形件的形状成为球状或扁平球状。所得到的各预成形件的重量与设定值精密地一致,并且其表面均光滑。

[0342] 另外,作为其他的方法,可以通过公知的方法对成形了的球状的预成形件的整个表面进行研磨加工,去除整个表面层,从而得到光学上均匀的预成形件。

[0343] 使由表1—1~表1—8所示的光学玻璃No.1~38的每一个形成的熔融玻璃在玻璃不失透的情况下从温度被调整为能够稳定流出的温度区域的铂合金制的管道中以一定的流量流出,并连续地流入到铸模中,同时将成形了的玻璃板从铸模侧面的开口部在水平方向上以一定速度拉出,并使其通过退火炉中,在通过退火去除变形后,切断为期望的长度,从而陆续地得到玻璃板。

[0344] 然后,将玻璃板切断成骰子点状,制造出多个玻璃片,对这些玻璃片进行磨削、研磨,得到表面光滑、光学上均匀的预成形件。

[0345] 实施例三(光学元件的制造例)

[0346] 使用图1所示的模压装置对如上得到的各预成形件进行精密模压成形,得到非球面透镜。

[0347] 即,将预成形件4设置在由上模具1、下模具2以及体模具3构成的模压成形模具的下模具2与上模具1之间后,使石英管11内成为氮气氛并向加热器12通电,对石英管11内进行加热。将模压成形模具内部的温度设定为成形的玻璃显示出 $10^8\sim 10^{10}$ dPa·s的粘度的温度,在维持该温度的情况下,使压杆13下降,按压上模具1,对被放置在成形模具内的预成形件进行模压。模压的压力为8MPa,模压时间为30秒。模压后,解除模压的压力,在使被模压成形后的玻璃成形品与下模具2和上模具1接触的状态下缓冷到所述玻璃的粘度大于等于 10^{12} dPa·s时的温度,接着急冷到室温,将玻璃成形品从成形模具中取出,得到非球面透镜。所得到的非球面透镜具有极高的面精度。

[0348] 另外,在图1中,参考数字9为支承杆,参考数字10为下模具、体模具固定器,参考数字14为热电对。

[0349] 可以根据需要在通过精密模压成形而得到的非球面透镜上设置防止反射膜。

[0350] 下面,通过与上述方法不同的方法对与上述各预成形件相同的预成形件进行精密模压成形。在该方法中,首先,在使预成形件浮起的情况下,将预成形件预热到构成预成形件的玻璃的粘度成为 10^8 dPa·s的温度。另一方面,对包括上模具、下模具、体模具的模压成形模具进行加热,使其成为构成所述预成形件的玻璃显示出 $10^9\sim 10^{12}$ dPa·s的粘度的温度,将上述预热后的预成形件导入到模压成形模具的腔室内,以10MPa进行精密模压成形。

在开始模压的同时,开始玻璃和模压成形模具的冷却,在冷却到被成形后的玻璃的粘度大于等于 10^{12} dPa·s之后,使成形品脱模,得到非球面透镜。所得到的非球面透镜具有极高的面精度。

[0351] 可以根据需要在通过精密模压成形而得到的非球面透镜上设置防止反射膜。

[0352] 这样一来,能够高生产率且高精度地得到内部质量高的玻璃制光学元件。

[0353] 实施例四(光学元件坯料的制造例)

[0354] 使由表1-1~表1-8所示的光学玻璃No.1~38的每一个形成的熔融玻璃在玻璃不失透的情况下从温度被调整为能够稳定流出的温度区域的铂合金制的管道中以一定的流量流出,将熔融玻璃供应给构成模压成形模具的下模具的成形面上。另外,在向下模具成形面上供应熔融玻璃之前预先均匀涂布氮化硼粉末等粉末状脱模剂。

[0355] 接着,使用被称为切断器的切刀切断流出的熔融玻璃,在下模具成形面上得到期望量的熔融玻璃块。

[0356] 接着,将载置有熔融玻璃块的下模具移动到在上方被预先准备有构成模压成形模具的上模具的位置,使用上下模具在玻璃块处于软化状态的过程中进行模压成形。使这样得到的模压成形品脱模,并将其从模压成形模具中取出,得到光学元件坯料。然后,通过对所得到的坯料进行退火来去除变形,并且进行调整,以使折射率等光学特性与期望值完全相同,从而得到期望形状的光学元件坯料。这样一来,能够制造出与凸新月形透镜、凹新月形透镜、平凸透镜、平凹透镜、双凸透镜、双凹透镜等各种球面透镜的形状相近似的透镜坯料。

[0357] 下面,使由表1-1~表1-8所示的光学玻璃No.1~38的每一个形成的熔融玻璃在玻璃不失透的情况下从温度被调整为能够稳定流出的温度区域的铂合金制的管道中以一定的流量流出,并连续地流入到铸模中,同时将成形了的玻璃板从铸模侧面的开口部在水平方向上以一定速度拉出,并使其通过退火炉中,在通过退火去除变形后,切断为期望的长度,从而陆续地得到玻璃板。

[0358] 然后,将玻璃板切断成骰子点状,制造出多个玻璃片,对这些玻璃片进行滚磨,并去除玻璃片的边缘,同时进行重量调整,以使其成为期望的重量,从而得到表面被粗糙化的预成形件。

[0359] 并且,在预成形件的整个表面上均匀地涂布粉末状的氮化硼,并将其载置在耐热性的器皿中放入到加热炉内,使其加热、软化。将软化后的预成形件导入到模压成形模具内,进行模压成形,得到光学元件坯料。

[0360] 通过对这样得到的光学元件坯料进行退火来去除变形,并且进行光学特性的调整,以使折射率等光学特性与期望的值完全相同。这样一来,能够制造出与凸新月形透镜、凹新月形透镜、平凸透镜、平凹透镜、双凸透镜、双凹透镜等各种球面透镜的形状相近似的透镜坯料。

[0361] 实施例五(光学元件的制造例)

[0362] 通过对在实施例四中得到的光学元件坯料进行磨削、研磨,来制造出凸新月形透镜、凹新月形透镜、平凸透镜、平凹透镜、双凸透镜、双凹透镜等各种球面透镜。

[0363] 另外,通过对在实施例四中制造出的退火完成的玻璃板进行切断、磨削、研磨,来制造出凸新月形透镜、凹新月形透镜、平凸透镜、平凹透镜、双凸透镜、双凹透镜等各种球面

透镜、棱镜。

[0364] 这样一来,能够高生产率且高精度地得到内部质量高的玻璃制光学元件。

[0365] 实施例六(光学元件的制造例)

[0366] 对向在实施例一中得到的光学玻璃No.1~38中以外比例表示添加了0.5~13阳离子%的Cu²⁺的近红外线吸收玻璃进行切割,成为平板,对平板的主表面进行光学研磨,制造出近红外线吸收过滤器。

[0367] 产业上的可利用性

[0368] 根据本发明,当制造由氟磷酸盐玻璃形成的光学玻璃或者使所得到的玻璃在熔融状态下从管道中流出而成形为玻璃成形体时,能够得到可以抑制玻璃成分的挥发且抑制伴随着玻璃组成的变化而产生的品质不均匀的低分散性光学玻璃,使用该光学玻璃能够制造模压成形用预成形件、以及各种透镜等光学元件。

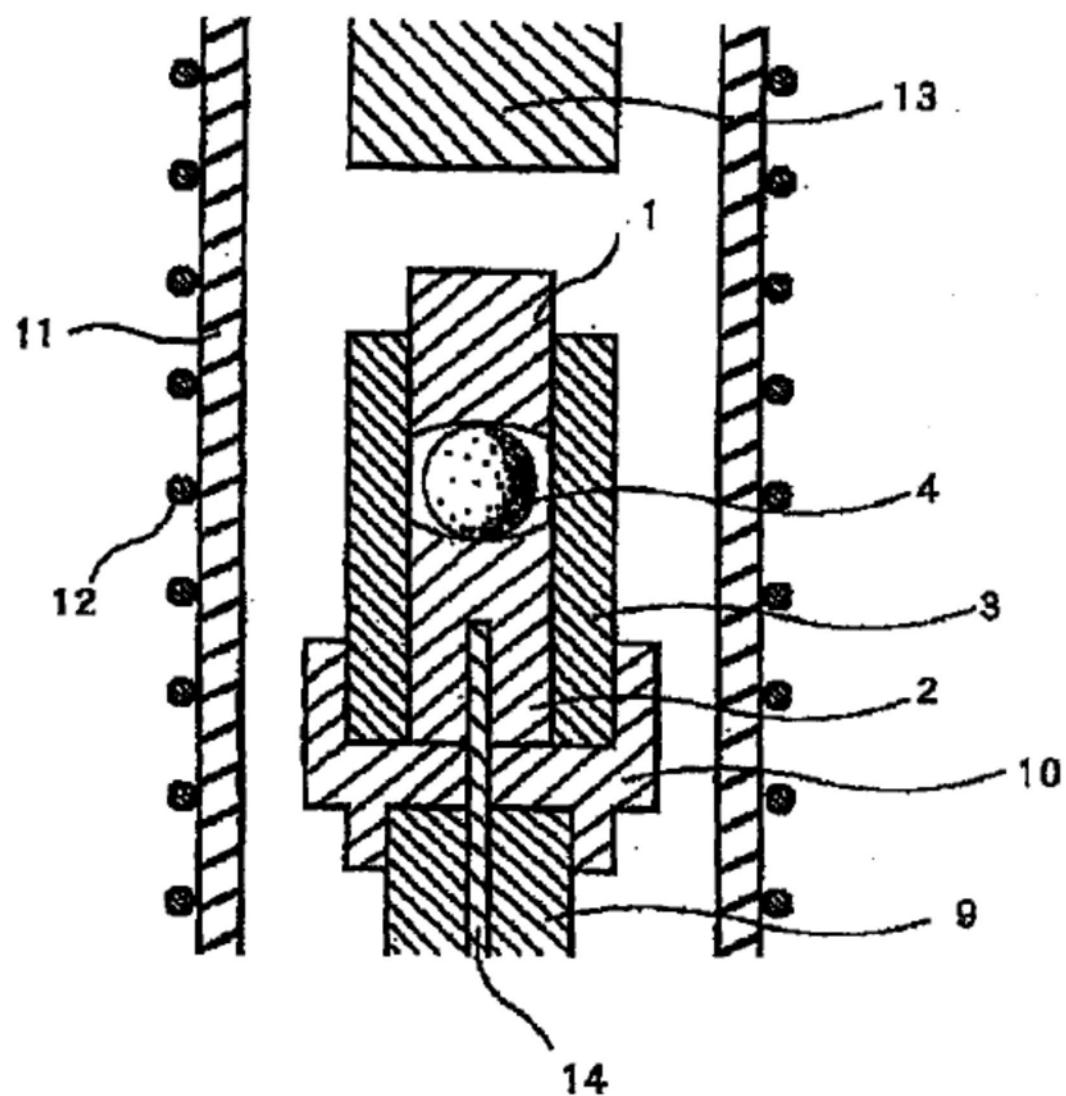


图1