



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118047532 A

(43) 申请公布日 2024.05.17

(21) 申请号 202410098730.3

(22) 申请日 2020.07.13

(30) 优先权数据

2019-132124 2019.07.17 JP

2020-006948 2020.01.20 JP

(62) 分案原申请数据

202080050734.4 2020.07.13

(71) 申请人 AGC株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 前田枝里子 今北健二 金原一树

箕轮明久

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

专利代理师 杨青 安翔

(51) Int.Cl.

C03C 3/095 (2006.01)

C03C 3/085 (2006.01)

C03C 3/087 (2006.01)

C03C 21/00 (2006.01)

C03C 17/30 (2006.01)

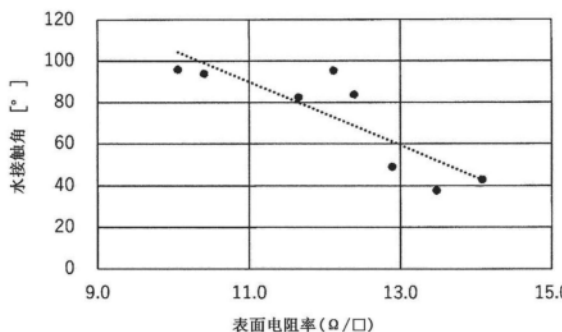
权利要求书2页 说明书24页 附图3页

(54) 发明名称

玻璃、化学强化玻璃和保护玻璃

(57) 摘要

本发明涉及玻璃、化学强化玻璃和保护玻璃。本发明涉及一种玻璃，其中，所述玻璃的 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 中的任一种以上的合计的含量、 $\text{Li}_2\text{O}$ 含量相对于 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 的总量之比、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{ZnO}$ 的合计含量在特定范围内。



1. 一种玻璃,其中,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述玻璃含有:
  - 60% ~ 75%的 $\text{SiO}_2$ 、
  - 8% ~ 20%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、
  - 5% ~ 16%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 、和
  - 合计为2% ~ 15%的 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 中的任一种以上,
  - $\text{Li}_2\text{O}$ 含量相对于 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 的总量之比 $P_{\text{Li}}$ 为0.40以上,
  - $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{ZnO}$ 的含量的合计为0% ~ 10%。
2. 如权利要求1所述的玻璃,其中,
  - 由下式表示的S值为0.37以下,
  - $$S = -P_{\text{Li}} \times \log_{10}(P_{\text{Li}}) - P_{\text{Na}} \times \log_{10}(P_{\text{Na}}) - P_{\text{K}} \times \log_{10}(P_{\text{K}})$$
  - 在此,
  - $$P_{\text{Li}} = [\text{Li}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$
  - $$P_{\text{Na}} = [\text{Na}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$
  - $$P_{\text{K}} = [\text{K}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$
  - 其中,  $[\text{Li}_2\text{O}]$ 、 $[\text{Na}_2\text{O}]$ 、 $[\text{K}_2\text{O}]$ 各自表示 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 的以摩尔%计的含量。
3. 如权利要求1或2所述的玻璃,其中,
  - 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述玻璃含有合计为0.5% ~ 8%的 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 和 $\text{ZrO}_2$ 中的任一种以上。
4. 如权利要求1 ~ 3中任一项所述的玻璃,其中,
  - 所述玻璃的断裂韧性值 $K_{1c}$ 为 $0.70\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。
5. 如权利要求1 ~ 4中任一项所述的玻璃,其中,
  - 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述玻璃中的 $\text{MgO}$ 和 $\text{CaO}$ 的含量的合计为0.1% ~ 3%。
6. 如权利要求1 ~ 5中任一项所述的玻璃,其中,
  - 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述玻璃中的 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{ZnO}$ 的含量的合计为1.5%以下。
7. 如权利要求1 ~ 6中任一项所述的玻璃,其中,
  - 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述玻璃中的 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{ZnO}$ 的含量的合计小于1%。
8. 如权利要求1 ~ 7中任一项所述的玻璃,其中,
  - 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述玻璃中的 $\text{K}_2\text{O}$ 的含量为1%以下。
9. 如权利要求1 ~ 8中任一项所述的玻璃,其中,
  - 所述玻璃在 $50^\circ\text{C}$ 下的表面电阻率为 $10^{13}\Omega/\square$ 以下。
10. 如权利要求1 ~ 9中任一项所述的玻璃,其中,
  - 所述玻璃的粘度达到 $10^2\text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度( $T_2$ )为 $1700^\circ\text{C}$ 以下。
11. 一种化学强化玻璃,其中,所述化学强化玻璃的表面压应力值为 $600\text{MPa}$ 以上,
  - 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述化学强化玻璃的基质玻璃组成含有:
    - 60% ~ 75%的 $\text{SiO}_2$ 、
    - 8% ~ 20%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、
    - 5% ~ 16%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 、和

合计为2% ~ 15%的 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 中的任一种以上,  
 $\text{Li}_2\text{O}$ 含量相对于 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 的总量之比 $P_{\text{Li}}$ 为0.40以上,  
 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{ZnO}$ 的含量的合计为0% ~ 10%,并且  
 所述化学强化玻璃的跳频为 $10^{2.8}$ Hz以上。

12. 如权利要求11所述的化学强化玻璃,其中,  
 所述化学强化玻璃的基质玻璃组成的由下式表示的S值为0.37以下,

$$S = -P_{\text{Li}} \times \log_{10}(P_{\text{Li}}) - P_{\text{Na}} \times \log_{10}(P_{\text{Na}}) - P_{\text{K}} \times \log_{10}(P_{\text{K}})$$

在此,

$$P_{\text{Li}} = [\text{Li}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$

$$P_{\text{Na}} = [\text{Na}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$

$$P_{\text{K}} = [\text{K}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$

其中,  $[\text{Li}_2\text{O}]$ 、 $[\text{Na}_2\text{O}]$ 、 $[\text{K}_2\text{O}]$ 各自表示 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 的以摩尔%计的含量。

13. 如权利要求11或12所述的化学强化玻璃,其中,  
 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述化学强化玻璃含有合计为0.5% ~ 8%的 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$   
 和 $\text{ZrO}_2$ 中的任一种以上。

14. 如权利要求11 ~ 13中任一项所述的化学强化玻璃,其中,  
 所述化学强化玻璃在50°C下的表面电阻率为 $10^{15} \Omega/\square$ 以下。

15. 如权利要求11 ~ 14中任一项所述的化学强化玻璃,其中,  
 在所述化学强化玻璃的表面的至少一部分上形成有包含含氟有机化合物的层。

16. 一种保护玻璃,其中,所述保护玻璃包含权利要求11 ~ 15中任一项所述的化学强化玻璃。

## 玻璃、化学强化玻璃和保护玻璃

[0001] 本申请是申请日为2020年7月13日、申请号为202080050734.4的中国专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及玻璃、化学强化玻璃和保护玻璃。

### 背景技术

[0003] 近年来,包含化学强化玻璃的保护玻璃被用来保护手机、智能手机、平板终端等显示装置,并且增加其美观性。

[0004] 在化学强化玻璃中,具有表面压应力(值)(CS)、压应力层深度(DOL)越大,强度越高的倾向。另一方面,在玻璃内部产生内部拉应力(CT)以保持与表面压应力的均衡,因此CS、DOL越大,CT越大。CT大的玻璃破裂时,碎片数增多,碎片飞散的危险性增大。

[0005] 在专利文献1中记载了通过两步化学强化处理而形成由弯曲的线表示的应力分布,由此在能够抑制内部拉应力(CT)的同时增大表面压应力(CS)。

[0006] 另外,在专利文献2中公开了通过两步化学强化处理而能够得到比较大的表面压应力和压应力层深度的锂铝硅酸盐玻璃。锂铝硅酸盐玻璃通过使用钠盐和钾盐的两步化学强化处理,能够在抑制CT的同时增大CS和DOL。

[0007] 另一方面,用于智能手机等的触控面板在使用时与人的手指接触,因此容易附着因指纹等而产生的污垢。另外,还要求用手指操作触控面板时的操作性。在专利文献3中记载了使用含氟有机硅化合物作为提高防污性和手指滑动性的涂层。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:美国专利申请公开第2015/0259244号说明书

[0011] 专利文献2:日本特表2013-520388号公报

[0012] 专利文献3:日本特开2000-144097号公报

### 发明内容

[0013] 发明所要解决的问题

[0014] 锂铝硅酸盐玻璃在玻璃的制造工序中、或者在对所得到的玻璃进行弯曲成形等的工序中,具有容易失透的倾向。

[0015] 另外,对锂铝硅酸盐玻璃实施了离子交换处理而得到的化学强化玻璃存在防污性和手指滑动性提高的层(以下称为防污层)容易剥离的情况。

[0016] 本发明的目的在于提供一种制造特性优异、且抑制防污层的剥离的玻璃。

[0017] 用于解决问题的手段

[0018] 本发明人等对锂铝硅酸盐玻璃进行了研究,发现了制造特性优异的玻璃组成的特征。另外,对防污层的剥离进行了研究,结果发现了玻璃的表面电阻率越低则越抑制剥离的

倾向。另外,在化学强化后的玻璃中发现了跳频越大则越抑制剥离的倾向。跳频是在玻璃中由于电荷载流子的跳跃振动而产生导电时的振动频率。基于这些发现,完成了本发明。

[0019] 本发明提供一种玻璃,其中,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述玻璃含有:

[0020] 60% ~ 75%的 $\text{SiO}_2$ 、

[0021] 8% ~ 20%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

[0022] 5% ~ 16%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 、和

[0023] 合计为2% ~ 15%的 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 中的任一种以上,并且

[0024]  $\text{Li}_2\text{O}$ 含量相对于 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 的总量之比 $P_{\text{Li}}$ 为0.40以上,且

[0025]  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{ZnO}$ 的含量的合计为0 ~ 10%。

[0026] 另外,提供一种化学强化玻璃,其中,所述化学强化玻璃的表面压应力值为600MPa以上,并且

[0027] 以氧化物基准的摩尔百分率计,所述化学强化玻璃的基质玻璃组成含有:

[0028] 60% ~ 75%的 $\text{SiO}_2$ 、

[0029] 8% ~ 20%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、

[0030] 5% ~ 16%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 、和

[0031] 合计为2% ~ 15%的 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 中的任一种以上,并且

[0032]  $\text{Li}_2\text{O}$ 含量相对于 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 的总量之比 $P_{\text{Li}}$ 为0.40以上,

[0033]  $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{ZnO}$ 的含量的合计为0 ~ 10%,并且所述化学强化玻璃的跳频为 $10^{2.8}$ Hz以上。

[0034] 另外,提供包含上述化学强化玻璃的保护玻璃。

[0035] 发明效果

[0036] 根据本发明,能够提供一种不易产生失透并且具有大的表面压应力值(CS)和大的压应力层深度(DOL)、且防污层等有机层不易剥离的化学强化玻璃。

## 附图说明

[0037] 图1为表示未进行化学强化的玻璃的表面电阻率与形成防污层且在一定条件下磨损后的水滴的接触角的关系的图。

[0038] 图2为表示进行化学强化后的玻璃的表面电阻率与形成防污层且在一定条件下磨损后的水滴的接触角的关系的图。

[0039] 图3为表示进行化学强化后的玻璃的跳频与形成防污层且在一定条件下磨损后的水滴的接触角的关系的图。

[0040] 图4为用于测定表面电阻率的电极图案的示意性俯视图。

[0041] 图5表示在实施例中用于测定表面电阻率的电极图案的示意性俯视图。在图5中,表示各宽度的长度的数值的单位均为mm。

[0042] 图6为用于测定阻抗的电极图案的示意图。

## 具体实施方式

[0043] 以下,对本发明的玻璃详细地进行说明,但本发明不限于以下的实施方式,在不脱离本发明的主旨的范围内,能够任意地变形而实施。

[0044] 在本说明书中,“化学强化玻璃”是指实施化学强化处理后的玻璃。另外,“化学强化用玻璃”是指实施化学强化处理前的玻璃。

[0045] 在本说明书中,有时将化学强化用玻璃的玻璃组成称为化学强化玻璃的基质玻璃组成。在化学强化玻璃中,通常在玻璃表面部分形成通过离子交换形成的压应力层,因此未进行离子交换的部分的玻璃组成与化学强化玻璃的基质玻璃组成一致。

[0046] 在本说明书中,玻璃组成以氧化物基准的摩尔百分率计来表示,有时将摩尔%简称为%。另外,表示数值范围的“~”以包含在其前后记载的数值作为下限值和上限值的含义使用。

[0047] 在玻璃组成中,“实质上不含有”是指除了在原材料等中所含的不可避免的杂质以外不含有,即不有意地含有。具体而言,除着色成分以外的成分例如小于0.1摩尔%。

[0048] 在本说明书中,“应力分布”是将玻璃表面起算的深度作为变量表示压应力值而得到的图形。负的压应力值是指拉应力。

[0049] 在本说明书中,“应力分布”的测定可以通过组合使用光波导表面应力计和散射光弹性应力计的方法来测定。

[0050] 光波导表面应力计能够在短时间内准确地测定玻璃的应力。作为光波导表面应力计,例如有折原制作制造的FSM-6000。但是,光波导表面应力计在原理上只能在折射率从试样表面向内部降低的情况下测定应力。在化学强化玻璃中,利用外部的钾离子置换玻璃内部的钠离子而得到的层由于折射率从试样表面向内部降低,因此能够利用光波导表面应力计测定应力。但是,利用外部的钠离子置换玻璃内部的锂离子而得到的层的应力无法利用光波导表面应力计准确地测定。

[0051] 使用散射光弹性应力计的方法能够与折射率分布无关地测定应力。作为散射光弹性应力计,例如有折原制作所制造的SLP1000。但是,散射光弹性应力计容易受到表面散射的影响,有时无法准确地测定表面附近的应力。

[0052] 根据上述理由,通过组合使用光波导表面应力计和散射光弹性应力计这两种测定装置,能够进行准确的应力测定。

[0053] <玻璃>

[0054] <<组成>>

[0055] 本实施方式的玻璃(以下有时称为“本玻璃”)优选为锂铝硅酸盐玻璃,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述锂铝硅酸盐玻璃含有:

[0056] 60%~75%的 $\text{SiO}_2$ 、

[0057] 8%~20%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、和

[0058] 5%~16%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 。

[0059] 以下,对优选的玻璃组成进行说明。

[0060]  $\text{SiO}_2$ 为构成玻璃的网络的成分。另外, $\text{SiO}_2$ 是提高化学耐久性的成分,是减少在玻璃表面损伤时产生裂纹的成分。

[0061]  $\text{SiO}_2$ 的含量优选为60%以上,更优选为63%以上,特别优选为65%以上。另一方面,从改善熔融性的观点考虑, $\text{SiO}_2$ 的含量优选为75%以下,更优选为72%以下,进一步优选为70%以下,特别优选为68%以下。

[0062]  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 为提高化学强化时的离子交换性能、且增大强化后的表面压应力的成分。

[0063]  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量优选为8%以上,更优选为9%以上,进一步优选为10%以上,更进一步优选为11%以上,特别优选为12%以上。另一方面,当 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量过多时,在熔融中晶体容易生长,容易产生因失透缺陷导致的成品率降低。另外,玻璃的高温粘性增大,不易熔融。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量优选为20%以下,更优选为18%以下,进一步优选为16%以下。

[0064]  $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 均为使玻璃的结构稳定的成分。为了降低脆性,合计的含量优选为65%以上,更优选为70%以上,进一步优选为75%以上。

[0065]  $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 均具有提高玻璃的熔融温度的倾向。因此,为了容易熔融,其合计的含量优选为90%以下,更优选为87%以下,进一步优选为85%以下,特别优选为82%以下。

[0066]  $\text{Li}_2\text{O}$ 为通过离子交换而形成表面压应力的成分,是提高玻璃的熔融性的成分。通过化学强化玻璃含有 $\text{Li}_2\text{O}$ ,利用玻璃表面的Li离子与外部的Na离子进行离子交换、还有Na离子与外部的K离子进行离子交换的方法,得到表面压应力和压应力层均大的应力分布。从容易得到优选的应力分布的观点考虑, $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量优选为5%以上,更优选为7%以上,进一步优选为9%以上,特别优选为10%以上,最优选为11%以上。

[0067] 另一方面,当 $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量过多时,在玻璃成形中的晶体生长速度变大,容易产生因失透导致的品质降低。 $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量优选为20%以下,更优选为16%以下,进一步优选为14%以下,特别优选为12%以下。

[0068]  $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 均不是必不可少的,但是均为提高玻璃的熔融性、减小玻璃成形中的晶体生长速度的成分。另外,为了提高离子交换性能,也优选含有少量的 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 。

[0069]  $\text{Na}_2\text{O}$ 是在使用钾盐的化学强化处理中形成表面压应力层的成分,另外是降低玻璃粘性的成分。为了得到该效果, $\text{Na}_2\text{O}$ 的含量优选为1%以上,更优选为2%以上,进一步优选为3%以上,更进一步优选为4%以上,特别优选为5%以上。另一方面,从避免在利用钠盐的强化处理中表面压应力(CS)降低的观点考虑, $\text{Na}_2\text{O}$ 的含量优选为10%以下,更优选为8%以下,进一步优选为6%以下,特别优选为5%以下。

[0070] 为了提高离子交换性能等,可以含有 $\text{K}_2\text{O}$ 。在含有 $\text{K}_2\text{O}$ 的情况下 $\text{K}_2\text{O}$ 的含量优选为0.1%以上,更优选为0.15%以上,特别优选为0.2%以上。为了有效地防止失透, $\text{K}_2\text{O}$ 的含量优选为0.5%以上,更优选为1.2%以上。另一方面,当 $\text{K}_2\text{O}$ 过多时,玻璃的脆性容易降低。另外,有时化学强化的效率降低。 $\text{K}_2\text{O}$ 的含量优选为5%以下,更优选为3%以下,进一步优选为1%以下,特别优选为0.5%以下。

[0071]  $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 的含量的合计( $[\text{Na}_2\text{O}]+[\text{K}_2\text{O}]$ )优选为2%~15%,更优选为3%以上,进一步优选为4%以上。另一方面,含量的合计更优选为10%以下、进一步优选为8%以下、更进一步优选为6%以下、进一步优选为5%以下、特别优选为4%以下。

[0072] 另外, $\text{Na}_2\text{O}$ 含量优选大于 $\text{K}_2\text{O}$ 含量。 $\text{K}_2\text{O}$ 容易增大表面电阻率。

[0073] 为了降低表面电阻率,由 $P_{\text{Li}} = [\text{Li}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$ 表示的含量之比优选为0.40以上,更优选为0.50以上,进一步优选为0.60以上。另一方面,为了抑制在玻璃熔融中产生失透,上述比优选为0.90以下,特别优选为0.80以下。

[0074] 为了抑制失透,由 $P_{\text{Na}} = [\text{Na}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$ 表示的含量之比优选为0.1以上,更优选为0.2以上。为了降低表面电阻率,上述比优选为0.5以下,更优选为0.4以下。

[0075] 为了降低表面电阻率,由 $P_{\text{K}} = [\text{K}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$ 表示的含量之比优选为0.3以下,更优选为0.2以下。对上述比的下限没有特别限制,也可以为0。

[0076] 另外,从减小失透晶体的生长速度的观点考虑,由 $([Al_2O_3]+[Li_2O])/([Na_2O]+[K_2O]+[MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]+[ZnO]+[ZrO_2]+[Y_2O_3])$ 表示的含量之比优选为5以下,更优选为4以下,进一步优选为3.5以下,特别优选为3以下。

[0077] 从降低表面电阻率的观点考虑,由 $[Al_2O_3]/([Li_2O]+[Na_2O]+[K_2O])$ 表示的含量之比优选为0.6以上,更优选为0.7以上,进一步优选为0.8以上。另一方面,为了改善失透特性,上述比优选为2以下,更优选为1.5以下,进一步优选为1.2以下。

[0078] 从增大使用钠盐的化学强化处理中的表面压应力的观点考虑,由 $([Al_2O_3]+[Li_2O])/([Na_2O]+[K_2O]+[MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]+[ZnO]+[ZrO_2]+[Y_2O_3])$ 表示的含量之比优选为1以上,更优选为1.5以上,进一步优选为2以上。

[0079] 为了降低熔化时的粘性等,也可以含有MgO。MgO的含量优选为1%以上,更优选为2%以上,进一步优选为3%以上。另一方面,当MgO的含量过多时,在化学强化处理时不易增大压应力层。MgO的含量优选为10%以下,更优选为8%以下,特别优选为6%以下。

[0080] 在含有MgO的情况下,为了调节制造玻璃时的粘性,其与SiO<sub>2</sub>以及Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计含量 $[SiO_2]+[Al_2O_3]+[MgO]$ 优选为85%以下,更优选为83%以下,进一步优选为82%以下。

[0081] 另一方面,为了降低玻璃的脆性,上述的合计含量优选为70%以上,更优选为73%以上,进一步优选为75%以上。

[0082] MgO、CaO、SrO、BaO和ZnO均不是必不可少的,但是从提高玻璃的稳定性的观点考虑,可以含有MgO、CaO、SrO、BaO和ZnO。它们的含量的合计 $[MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]+[ZnO]$ 优选为0.1%以上,更优选为0.2%以上。为了改善玻璃的脆性, $[MgO]+[CaO]+[SrO]+[BaO]+[ZnO]$ 优选为10%以下,更优选为5%以下,进一步优选为3%以下,更进一步优选小于1%。

[0083] 为了提高玻璃的稳定性,更优选含有MgO和CaO中的至少一者,进一步优选含有MgO。MgO和CaO的合计的含量优选为0.1%以上,更优选为0.5%以上,进一步优选为1.0%以上。为了提高化学强化特性,MgO和CaO的合计的含量优选为3%以下,更优选为2%以下。

[0084] 由于ZnO、SrO和BaO具有使化学强化特性变差的倾向,因此为了容易进行化学强化,它们的含量的合计 $[ZnO]+[SrO]+[BaO]$ 优选为1.5%以下,更优选为1.0%以下,进一步优选为0.5%以下。另外,为了改善玻璃的脆性, $[ZnO]+[SrO]+[BaO]$ 优选小于1%。上述含量的合计的下限没有特别限制,也可以不含有ZnO、SrO和BaO。

[0085] CaO为提高玻璃的熔融性的成分,可以含有CaO。在含有CaO的情况下CaO的含量优选为0.1%以上,更优选为0.15%以上,进一步优选为0.5%以上。另一方面,当CaO的含量过量时,在化学强化处理时不易增大压应力值。CaO的含量优选为5%以下,更优选为3%以下,进一步优选为1%以下,更进一步优选为0.5%以下。

[0086] SrO为提高玻璃的熔融性的成分,可以含有SrO。在含有SrO的情况下SrO的含量优选为0.1%以上,更优选为0.15%以上,进一步优选为0.5%以上。另一方面,当SrO的含量过量时,在化学强化处理时不易增大压应力值。SrO的含量优选为3%以下,更优选为2%以下,进一步优选为1%以下,特别优选为0.5%以下。

[0087] BaO为提高玻璃的熔融性的成分,可以含有BaO。在含有BaO的情况下BaO的含量优选为0.1%以上,更优选为0.15%以上,进一步优选为0.5%以上。另一方面,当BaO的含量过量时,在化学强化处理时不易增大压应力值。BaO的含量优选为3%以下,更优选为2%以下,进一步优选为1%以下,特别优选为0.5%以下。

[0088] ZnO为提高玻璃的熔融性的成分,可以含有ZnO。在含有ZnO的情况下ZnO的含量优选为0.1%以上,更优选为0.15%以上,进一步优选为0.5%以上。另一方面,当ZnO的含量过量时,在化学强化处理时不易增大压应力值。ZnO的含量优选为3%以下,更优选为2%以下,进一步优选为1%以下,特别优选为0.5%以下。

[0089] 可以不含有ZrO<sub>2</sub>,但是从增大化学强化玻璃的表面压应力的观点考虑,优选含有ZrO<sub>2</sub>。ZrO<sub>2</sub>的含量优选为0.1%以上,更优选为0.15%以上,进一步优选为0.2%以上,更进一步优选为0.25%以上,特别优选为0.3%以上。另一方面,当ZrO<sub>2</sub>的含量过多时,容易产生失透缺陷,在化学强化处理时不易增大压应力值。ZrO<sub>2</sub>的含量优选为2%以下,更优选为1.5%以下,进一步优选为1%以下,特别优选为0.8%以下。

[0090] Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不是必不可少的,但是为了增大化学强化玻璃的表面压应力并且减小晶体生长速度,优选含有Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

[0091] 另外,为了增大断裂韧性值,优选含有合计为0.2%以上的Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和ZrO<sub>2</sub>中的任意一种以上。Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和ZrO<sub>2</sub>的合计含量优选为0.5%以上,更优选为1.0%以上,进一步优选为1.5%以上。另外,为了降低液相温度、抑制失透,合计含量优选为8%以下,更优选为6%以下,进一步优选为5%以下,更进一步优选为4%以下。

[0092] 为了抑制失透、即为了降低液相温度,Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的合计优选大于ZrO<sub>2</sub>的含量,更优选Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量大于ZrO<sub>2</sub>的含量。

[0093] Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量优选为0.1%以上,更优选为0.2%以上,进一步优选为0.5%以上,特别优选为1%以上。另一方面,当Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>过多时,在化学强化处理时不易增大压应力层。Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量优选为5%以下,更优选为3%以下,进一步优选为2%以下,特别优选为1.5%以下。

[0094] 虽然La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不是必不可少的,但是由于与Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>同样的理由而可以含有La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>优选为0.1%以上,更优选为0.2%以上,进一步优选为0.5%以上,特别优选为0.8%以上。另一方面,当La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>过多时,在化学强化处理时压应力层不易增大,因此La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>优选为5%以下,更优选为3%以下,进一步优选为2%以下,特别优选为1.5%以下。

[0095] TiO<sub>2</sub>为抑制玻璃的日晒效应(ソラリゼーション)的效果高的成分,可以含有TiO<sub>2</sub>。在含有TiO<sub>2</sub>的情况下TiO<sub>2</sub>的含量优选为0.02%以上,更优选为0.03%以上,进一步优选为0.04%以上,更进一步优选为0.05%以上,特别优选为0.06%以上。另一方面,从防止发生失透而使化学强化玻璃的品质降低的观点考虑,TiO<sub>2</sub>的含量优选为1%以下,更优选为0.5%以下,进一步优选为0.25%以下。

[0096] B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>不是必不可少的,但是为了减小玻璃的脆性、提高耐崩裂性或者为了提高玻璃的熔融性,可以含有B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。为了减小脆性,B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量优选为0.5%以上,更优选为1%以上,进一步优选为2%以上。另一方面,B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量过多时,耐酸性容易变差,因此优选为10%以下。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的含量更优选为6%以下,进一步优选为4%以下,特别优选为2%以下。从防止在熔融时产生波筋的观点考虑,更优选实质上不含有B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

[0097] P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>不是必不可少的,但为了增大化学强化时的压应力层,可以含有P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。在含有P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的情况下P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的含量优选为0.5%以上,优选为1%以上,更优选为2%以上。另一方面,从提高耐酸性的观点考虑,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的含量优选为6%以下,更优选为4%以下,进一步优选为2%以下。从防止在熔融时产生波筋的观点考虑,更优选实质上不含有P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。

[0098] B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的含量的合计优选为0~10%,更优选为1%以上,进一步优选为2%以

上。 $B_2O_3$ 和 $P_2O_5$ 的含量的合计更优选为6%以下,进一步优选为4%以下。

[0099]  $Nb_2O_5$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $Gd_2O_3$ 、 $CeO_2$ 具有抑制玻璃的日晒效应的效果,是改善熔融性的成分,可以含有 $Nb_2O_5$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $Gd_2O_3$ 、 $CeO_2$ 。在含有这些成分的情况下的各自的含量优选为0.03%以上,更优选为0.1%以上,进一步优选为0.5%以上,更进一步优选为0.8%以上,特别优选为1%以上。另一方面,当它们的含量过多时,在化学强化处理时不易增大压应力值,因此优选为3%以下,更优选为2%以下,进一步优选为1%以下,特别优选为0.5%以下。

[0100]  $Fe_2O_3$ 吸收热射线,因此具有提高玻璃的熔化性的效果,在使用大型的熔窑大量生产玻璃的情况下,优选含有 $Fe_2O_3$ 。以氧化物基准的重量%计,在此情况下 $Fe_2O_3$ 的含量优选为0.002%以上,更优选为0.005%以上,进一步优选为0.007%以上,特别优选为0.01%以上。另一方面,当含有过量的 $Fe_2O_3$ 时,产生着色,因此从提高玻璃的透明性的观点考虑,以氧化物基准的重量%计,其含量优选为0.3%以下,更优选为0.04%以下,进一步优选为0.025%以下,特别优选为0.015%以下。

[0101] 需要说明的是,在此将玻璃中的铁氧化物全部以 $Fe_2O_3$ 的形式进行了说明,但实际上,通常氧化态的Fe(III)和还原态的Fe(II)混合存在。其中,Fe(III)产生黄色的着色,Fe(II)产生蓝色的着色,在两者的平衡下,玻璃产生绿色的着色。

[0102] 此外,可以在不阻碍实现所期望的化学强化特性的范围内添加其它着色成分。作为其它着色成分,例如可以列举 $Co_3O_4$ 、 $MnO_2$ 、 $NiO$ 、 $CuO$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $V_2O_5$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $SeO_2$ 、 $CeO_2$ 、 $Er_2O_3$ 、 $Nd_2O_3$ 等作为优选成分。

[0103] 以氧化物基准的摩尔百分率计,包含 $Fe_2O_3$ 的着色成分的含量的合计优选为5%以下。当包含 $Fe_2O_3$ 的着色成分的含量的合计大于5%时,有时玻璃容易失透。着色成分的含量优选为3%以下,进一步优选为1%以下。在想要提高玻璃的透射率的情况下,优选实质上不含含有这些成分。

[0104] 可以适当含有 $SO_3$ 、氯化物、氟化物等作为玻璃熔融时的澄清剂等。优选不含有 $As_2O_3$ 。在含有 $Sb_2O_3$ 的情况下,优选为0.3%以下,更优选为0.1%以下,最优选不含有 $Sb_2O_3$ 。

[0105] 本玻璃的由使用各成分的含量(摩尔%)的以下式求出的参数X为0.70以上时,不易产生剧烈的断裂,因此是优选的。X更优选为0.75以上,进一步优选为0.80以上,特别优选为0.83以上。另外,通常为1.5以下。

[0106]  $X=0.00866 \times [SiO_2]+0.00724 \times [Al_2O_3]+0.00526 \times [MgO]+0.00444 \times$

[0107]  $[CaO]+0.00797 \times [ZnO]+0.0122 \times [ZrO_2]+0.0172 \times [Y_2O_3]+0.009 \times [Li_2O]+$   
 $0.00163 \times [Na_2O]-0.00384 \times [K_2O]$

[0108]  $\ll$ 防污层的耐剥离性 $\gg$

[0109] 本发明人等对在化学强化玻璃表面上形成包含含氟有机化合物的层作为防污层的情况下的防污层的耐剥离性进行了研究。其结果发现,化学强化玻璃的表面电阻率与防污层的耐剥离性相关。

[0110] 防污层的耐剥离性可以如下方法进行评价:通过在玻璃表面上形成防污层,然后实施“橡皮摩擦磨损”之后测定水滴的接触角。可以说,橡皮摩擦磨损后的水接触角越大,则越能保持防污层的功能,耐剥离性越优异。

[0111] 具体而言,防污层的耐剥离性例如可以通过以下的方法在橡皮摩擦磨损后测定水滴的接触角并进行评价。

[0112] (橡皮摩擦磨损)

[0113] 将直径为6mm的圆筒形的橡皮安装在磨损试验器上,在载荷1kgf、行程宽度40mm、速度40rpm、25℃、50%RH的条件下,在防污层的表面摩擦7500次,而使其磨损。

[0114] (水接触角测定)

[0115] 在橡皮摩擦磨损后的表面上滴落约1 $\mu$ L的纯水的水滴,使用接触角计测定水对玻璃的接触角、即水接触角。可以说,摩擦磨损后的水接触角越大,防污层的耐剥离性越优异。

[0116] 图1为表示对于未进行化学强化的玻璃板利用后述的方法测定的表面电阻率与利用上述方法在橡皮摩擦磨损后测定的水接触角的关系的图。由图1可知,具有表面电阻率越小,水接触角越大,防污层的耐剥离性越优异的倾向。

[0117] <<跳频>>

[0118] 图2为对于进行化学强化后的玻璃,同样地表示表面电阻率与防污层的耐剥离性、即粘附性的关系的图。与图1同样地可以看出:具有表面电阻率越小,水接触角越大,防污层的密合性越优异的倾向。但是,表面电阻率与防污层的密合性的相关性不如未进行化学强化的玻璃那样明确。

[0119] 关于这一点,本发明人等考虑如下。

[0120] 防污层的密合性取决于玻璃的带电特性,玻璃的带电特性取决于电荷从玻璃表面移动的容易程度,换言之,取决于玻璃表面的电导率。玻璃的表面电阻率、即电导率取决于在玻璃表面存在的碱成分的种类和量。

[0121] 另一方面,防污层的粘附性、玻璃的带电特性不仅受玻璃表面的电导率的影响,还受玻璃内部的电导率的影响。在进行化学强化后的玻璃中,由于离子交换处理的影响,存在于玻璃表面的碱成分和存在于玻璃内部的碱成分不同。因此,在玻璃的表面与内部,电导率不同,玻璃的表面电阻率和防污层的耐剥离性的关系变弱。

[0122] 另外,防污层的粘附性大多通过橡皮摩擦磨损试验进行评价。认为对于利用橡皮摩擦时产生的带电,与直流相比,利用交流进行的评价是更适当的。

[0123] 因此,本发明人等认为,为了考虑防污层的密合性,与直流的表面电阻值相比,应该研究交流电路中的电容元件的导纳模型,并考察玻璃的复导纳。

[0124] 与离子传导性材料相关的复导纳 $Y^*(\omega)$ ,作为频率 $\omega$ 的变量,已知被称为Almond-West式的以下的模型式(参考文献:材料科学杂志,第19卷,1984年:第3236页-3248页)。

$$[0125] \quad Y^*(\omega) = A_1 \omega^{n_1} + A_2 \omega^{n_2} + i(B_1 \omega^{n_1} + B_2 \omega^{n_2}) + i\omega C_{\infty} \quad (13)$$

[0126] 在此, $A_1$ 、 $B_1$ 、 $A_2$ 、 $B_2$ 如下所述。

$$[0127] \quad A_1 = K\omega_p^{1-n_1} \quad (14)$$

$$[0128] \quad B_1 = A_1 \tan(n_1 \pi / 2) \quad (15)$$

$$[0129] \quad A_2 = K\omega_p^{1-n_2} \quad (16)$$

$$[0130] \quad B_2 = A_2 \tan(n_2 \pi / 2) \quad (17)$$

[0131] 本发明人等根据该关系式以如下的方式进行了考察。

[0132] 玻璃的复导纳由常数 $K$ 、 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $C_\infty$ 和跳频 $\omega_p$ 表示。因此认为,玻璃的带电特性取决于跳频,如果增大跳频,则不易带电。

[0133] 使用阻抗分析仪测定玻璃板的复导纳,通过上式(13)(Almond-West式)进行拟合,由此求出跳频。

[0134] 图3为表示对于进行化学强化后的玻璃,利用后述的方法测定的跳频与利用上述方法测定的橡皮摩擦磨损后的水接触角的关系的图。由图3可知,具有跳频越大,水接触角越大,防污层的耐剥离性越优异的倾向。

[0135] 需要说明的是,对于未进行化学强化的玻璃,由于表面电阻率与跳频之间存在线性关系,因此跳频与防污层的耐剥离性之间存在相关性。

[0136] 利用以下方法对本玻璃进行化学强化而得到的本实施方式的化学强化玻璃(以下也简称为本化学强化玻璃。)测定的跳频为 $10^{2.8}$ Hz以上,优选为 $10^{3.0}$ Hz以上,更优选为 $10^{3.5}$ Hz以上时,不易带电。但是,跳频过大的玻璃具有容易失透、断裂韧性值小的倾向。本化学强化玻璃的跳频优选为 $10^{6.0}$ Hz以下,更优选为 $10^{5.5}$ Hz以下,进一步优选为 $10^{5.0}$ Hz以下。

[0137] (跳频的测定方法)

[0138] 将玻璃板加工成 $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 0.7\text{mm}$ 的板状,在一个表面上形成图6所示的电极图案。

[0139] 使用阻抗分析仪测定20MHz ~ 2MHz下的阻抗,从而求出复导纳。

[0140] <<熵函数>>

[0141] 本发明人等还发现,对于未进行化学强化的玻璃,表面电阻率取决于熵函数 $S$ 。本玻璃的由以下表示的熵函数 $S$ 的值(也简称为 $S$ 值)小,因此表面电阻率小,防污层的耐剥离性优异。

[0142] 
$$S = -P_{\text{Li}} \times \log_{10}(P_{\text{Li}}) - P_{\text{Na}} \times \log_{10}(P_{\text{Na}}) - P_{\text{K}} \times \log_{10}(P_{\text{K}})$$

[0143] 在此,

[0144] 
$$P_{\text{Li}} = [\text{Li}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$

[0145] 
$$P_{\text{Na}} = [\text{Na}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$

[0146] 
$$P_{\text{K}} = [\text{K}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}])$$

[0147] 其中, $[\text{Li}_2\text{O}]$ 、 $[\text{Na}_2\text{O}]$ 和 $[\text{K}_2\text{O}]$ 分别为 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 的以氧化物基准的摩尔%计的含量。需要说明的是,以下对于其它成分也同样地记载。

[0148] 本玻璃的 $S$ 值优选为0.37以下,更优选为0.35以下,进一步优选为0.3以下,进一步优选为0.28以下。另外,对下限没有特别限制,通常为0.15以上。

[0149] 本玻璃的化学强化后的玻璃的基质玻璃组成的 $S$ 值优选满足上述本玻璃的 $S$ 值的范围。

[0150] <<表面电阻率>>

[0151] 为了减小玻璃表面的带电量,本玻璃的未强化时的玻璃在 $50^\circ\text{C}$ 下的表面电阻率优选为 $10^{13}\ \Omega/\square$ 以下,更优选为 $10^{12.5}\ \Omega/\square$ 以下,进一步优选为 $10^{12}\ \Omega/\square$ 以下。另一方面,带电量小的玻璃在制造时具有失透特性差的倾向,因此本玻璃在 $50^\circ\text{C}$ 下的表面电阻率例如优选为 $10^8\ \Omega/\square$ 以上,更优选为 $10^{8.5}\ \Omega/\square$ 以上,进一步优选为 $10^9\ \Omega/\square$ 以上。

[0152] 为了减小玻璃表面的带电量,本玻璃的化学强化后的玻璃在 $50^\circ\text{C}$ 下的表面电阻率优选为 $10^{15}\ \Omega/\square$ 以下,更优选为 $10^{14.5}\ \Omega/\square$ 以下,进一步优选为 $10^{14}\ \Omega/\square$ 以下,特别优选为

$10^{13.5} \Omega/\square$ 以下,最优选为 $10^{13} \Omega/\square$ 以下。表面电阻率例如为 $10^8 \Omega/\square$ 以上,优选为 $10^{8.5} \Omega/\square$ 以上,进一步优选为 $10^9 \Omega/\square$ 以上,特别优选为 $10^{10.5} \Omega/\square$ 以上,最优选为 $10^{11} \Omega/\square$ 以上。

[0153] 表面电阻率可以利用在实施例后述的方法进行测定。将用于测定表面电阻率的梳形电极1的示意性俯视图示于图4中。在图4中,梳形电极1具有第一梳形电极11和第二梳形电极12以在梳状的齿部相互交错地组合的方式相对配置的形状。

[0154] 表面电阻率 $\rho$ 由电阻值R和电极系数r以 $\rho=R \times r$ 的形式求出,所述电阻值R由使用梳形电极测定的电流值I和电压V以 $R=V/I$ 的形式求出。电极系数r由各边的电极的长度与电极间的长度之比计算出。对于图4的梳形电极1,电极系数由 $r=(W3/W2) \times 8+(W1/W4) \times 7$ 计算出。梳形电极1的电极系数r例如为100~130。

[0155] 构成梳形电极1的金属例如使用铂、铝、金等电阻小的材料。作为构成梳形电极1的金属,优选为铂。梳形电极1例如通过如下方式形成:准备电绝缘性的基板,通过溅射、真空蒸镀、镀敷等方法在该基板上形成构成梳形电极的金属膜。

[0156] <<断裂韧性值>>

[0157] 本玻璃的断裂韧性值K1c优选为 $0.70 \text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上,更优选为 $0.75 \text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上,进一步优选为 $0.80 \text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上,特别优选为 $0.83 \text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。另外,断裂韧性值通常为 $2.0 \text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下,典型地为 $1.5 \text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下。由于断裂韧性值大,即使通过化学强化将大的表面压应力导入玻璃中,也不易产生剧烈的破碎。

[0158] 断裂韧性值可以使用例如DCDC法(Acta metall.mater.第43卷,第3453页-3458页,1995年)进行测定。

[0159] 本玻璃的 $\beta$ -OH值优选为 $0.1 \text{mm}^{-1}$ 以上,更优选为 $0.15 \text{mm}^{-1}$ 以上,进一步优选为 $0.2 \text{mm}^{-1}$ 以上,特别优选为 $0.22 \text{mm}^{-1}$ 以上,最优选为 $0.25 \text{mm}^{-1}$ 以上。

[0160]  $\beta$ -OH值为玻璃中的水分量的指标。 $\beta$ -OH值大的玻璃具有软化点降低、容易弯曲加工的倾向。另一方面,从由玻璃的化学强化而提高强度的观点考虑,当玻璃的 $\beta$ -OH值变大时,化学强化处理后的表面压应力(CS)的值变小,难以提高强度。因此, $\beta$ -OH值优选为 $0.5 \text{mm}^{-1}$ 以下,更优选为 $0.4 \text{mm}^{-1}$ 以下,进一步优选为 $0.3 \text{mm}^{-1}$ 以下。

[0161] 从玻璃不易破碎的观点考虑,本玻璃的杨氏模量优选为80GPa以上,更优选为82GPa以上,进一步优选为84GPa以上,特别优选为85GPa以上。对杨氏模量的上限没有特别限制,但是杨氏模量高的玻璃有时耐酸性降低,因此例如为110GPa以下,优选为100GPa以下,更优选为90GPa以下。杨氏模量例如可以利用超声脉冲法进行测定。

[0162] 为了减轻产品的重量,本玻璃的密度优选为 $3.0 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下,更优选为 $2.8 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下,进一步优选为 $2.6 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下,特别优选为 $2.55 \text{g}/\text{cm}^3$ 以下。对密度的下限没有特别限制,但是密度小的玻璃具有耐酸性等低的倾向,因此例如为 $2.3 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上,优选为 $2.4 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上,特别优选为 $2.45 \text{g}/\text{cm}^3$ 以上。

[0163] 从降低可见光的表面反射的观点考虑,本玻璃的折射率优选为1.6以下,更优选为1.58以下,进一步优选为1.56以下,特别优选为1.54以下。对折射率的下限没有特别限制,但是折射率小的玻璃具有耐酸性低的倾向,因此例如为1.5以上,优选为1.51以上,更优选为1.52以上。

[0164] 从降低光学畸变的观点考虑,本玻璃的光弹性常数优选为 $33 \text{nm}/\text{cm}/\text{MPa}$ 以下,更优

选为32nm/cm/MPa以下,进一步优选为31nm/cm/MPa以下,特别优选为30nm/cm/MPa以下。另外,由于光弹性常数小的玻璃具有耐酸性低的倾向,因此本玻璃的光弹性常数例如为24nm/cm/MPa以上,更优选为25nm/cm/MPa以上,进一步优选为26nm/cm/MPa以上。

[0165] 从降低化学强化后的翘曲的观点考虑,本玻璃的50℃~350℃的平均线性热膨胀系数(热膨胀系数)优选为 $95 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下,更优选为 $90 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下,进一步优选为 $88 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下,特别优选为 $86 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下,最优选为 $84 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下。对热膨胀系数的下限没有特别限制,但是热膨胀系数小的玻璃有时不易熔融,因此本玻璃的50℃~350℃的平均线性热膨胀系数(热膨胀系数)例如为 $60 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上,优选为 $70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上,更优选为 $74 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上,进一步优选为 $76 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上。

[0166] 从降低化学强化后的翘曲的观点考虑,玻璃化转变温度( $T_g$ )优选为500℃以上,更优选为520℃以上,进一步优选为540℃以上。从容易浮法成形的观点考虑,优选为750℃以下,更优选为700℃以下,进一步优选为650℃以下,特别优选为600℃以下,最优选为580℃以下。

[0167] 粘度达到 $10^2 \text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度( $T_2$ )优选为1750℃以下,更优选为1700℃以下,更进一步优选为1675℃以下,特别优选为1650℃以下。温度( $T_2$ )为作为玻璃的熔化温度的标准的温度,具有 $T_2$ 越低,越容易制造玻璃的倾向。对 $T_2$ 的下限没有特别限制,但是 $T_2$ 低的玻璃具有玻璃化转变温度过低的倾向,因此 $T_2$ 通常为1400℃以上,优选为1450℃以上。

[0168] 另外,粘度达到 $10^4 \text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度( $T_4$ )优选为1350℃以下,更优选为1300℃以下,进一步优选为1250℃以下,特别优选为1150℃以下。温度( $T_4$ )为作为将玻璃成形为板状的温度的标准的温度, $T_4$ 高的玻璃具有对成形设备的负荷变高的倾向。对 $T_4$ 的下限没有特别限制,但是 $T_4$ 低的玻璃具有玻璃化转变温度过低的倾向,因此 $T_4$ 通常为900℃以上,优选为950℃以上,更优选为1000℃以上。

[0169] 当本玻璃的失透温度在比粘度达到 $10^4 \text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度( $T_4$ )高120℃的温度以下时,在利用浮法成形时不易产生失透,因此是优选的。失透温度更优选为比 $T_4$ 高100℃的温度以下,进一步优选为比 $T_4$ 高50℃的温度以下,特别优选为 $T_4$ 以下。

[0170] 本玻璃的软化点优选为850℃以下,更优选为820℃以下,进一步优选为790℃以下。这是因为玻璃的软化点越低,弯曲成形中的热处理温度越低,能耗越小,而且设备的负荷也变小。从降低弯曲成形温度的观点考虑,软化点越低越优选,但是在通常的玻璃中为700℃以上。软化点过低的玻璃具有在化学强化处理时导入的应力容易松弛、容易成为低强度的倾向,因此软化点优选为700℃以上。更优选为720℃以上,进一步优选为740℃以上。软化点可以利用在JIS R 3103-1:2001中记载的纤维伸长法进行测定。

[0171] 优选本玻璃利用以下的测定方法测定的结晶峰温度高于(软化点-100℃)。另外,更优选没有观察到结晶峰。

[0172] 结晶峰温度利用如下方式测定:将约70mg的玻璃粉碎,在玛瑙研钵中粉碎,将升温速度调节为10℃/分钟,使用差示扫描量热计(DSC)在室温至1000℃下进行测定。

[0173] 本实施方式的玻璃可以用通常的方法制造。例如,调配玻璃的各成分的原料,在玻璃熔窑中加热熔融。然后,利用公知的方法使玻璃均质化,成形为玻璃板等所期望的形状,并进行缓慢冷却。

[0174] 作为玻璃板的成形法,例如可以列举浮法、压制法、熔合法和下拉法。特别优选适

合于大量生产的浮法。另外,也优选除浮法以外的连续成形法、例如熔合法和下拉法。

[0175] 然后,根据需要对成形后的玻璃进行磨削和研磨处理,形成玻璃基板。需要说明的是,在将玻璃基板切割成规定的形状和尺寸或进行玻璃基板的倒角加工的情况下,如果在实施后述的化学强化处理之前进行玻璃基板的切割、倒角加工,则通过其后的化学强化处理在端面也形成压应力层,因此是优选的。

[0176] <化学强化玻璃>

[0177] 本化学强化玻璃的基质玻璃组成与上述玻璃的玻璃组成相等。本化学强化玻璃的表面压应力值优选为600MPa以上,更优选为700MPa以上,进一步优选为800MPa以上。

[0178] 本化学强化玻璃可以通过对所得到的玻璃板实施化学强化处理、然后进行清洗和干燥来制造。

[0179] 化学强化处理可以利用公知的方法进行。在化学强化处理中,通过浸渍等使玻璃板与含有离子半径大的金属离子(典型地为K离子)的金属盐(例如硝酸钾)的熔融液接触。由此,玻璃板中的离子半径小的金属离子(典型地为Na离子或Li离子)置换为离子半径大的金属离子(典型地,对于Na离子而言为K离子,对于Li离子而言为Na离子、K离子)。

[0180] 化学强化处理、即离子交换处理例如可以通过将玻璃板在加热至360℃~600℃的硝酸钾等熔融盐中浸渍0.1小时~500小时而进行。需要说明的是,作为熔融盐的加热温度,优选为375℃以上,另外,优选为500℃以下。玻璃板在熔融盐中的浸渍时间优选为0.3小时以上,另外,优选为200小时以下。

[0181] 作为用于进行化学强化处理的熔融盐,可以列举硝酸盐、硫酸盐、碳酸盐、氯化物等。其中,作为硝酸盐,可以列举:硝酸锂、硝酸钠、硝酸钾、硝酸铯和硝酸银。作为硫酸盐,可以列举:硫酸锂、硫酸钠、硫酸钾、硫酸铯、硫酸银等。作为碳酸盐,可以列举:碳酸锂、碳酸钠、碳酸钾等。作为氯化物,可以列举:氯化锂、氯化钠、氯化钾、氯化铯、氯化银等。这些熔融盐可以单独使用,也可以组合使用多种。

[0182] 在本实施方式中,化学强化处理的处理条件可以考虑玻璃的特性、组成、熔融盐的种类、以及最终得到的化学强化玻璃所期望的表面压应力、压应力层的深度等化学强化特性等来选择适当的条件。

[0183] 另外,在本实施方式中,可以仅进行一次化学强化处理或者也可以在两个以上不同条件下进行多次化学强化处理(多步强化)。在此,例如,作为第一步化学强化处理,在DOL大、CS相对小的条件下进行化学强化处理。然后,作为第二步化学强化处理,当在DOL小、CS相对高的条件下进行化学强化处理时,能够提高化学强化玻璃的最外表面的CS,同时能够抑制内部拉应力面积( $S_t$ ),并且将内部拉应力( $C_T$ )抑制得低。

[0184] 本化学强化玻璃优选在表面的至少一部分上设置包含含氟有机化合物的层。通过设置含氟的有机化合物层,能够提高防污性和手指滑动性。作为含氟的有机化合物,例如有含有全氟(聚)醚基的硅烷化合物。另外,上述有机化合物层的厚度优选为0.1nm以上,另外,优选为1000nm以下。

[0185] 在本玻璃为板状玻璃板的情况下,从提高化学强化效果的观点考虑,其板厚( $t$ )例如为2mm以下,优选为1.5mm以下,更优选为1mm以下,进一步优选为0.9mm以下,特别优选为0.8mm以下,最优选为0.7mm以下。另外,从得到由化学强化处理带来的充分的强度提高效果的观点考虑,该板厚例如为0.1mm以上,优选为0.2mm以上,更优选为0.4mm以上,进一步优选

为0.5mm以上。

[0186] 本玻璃的形状根据所适用的产品、用途等也可以为除板状以外的形状。另外,玻璃板也可以为外周的厚度不同的边框形状等。另外,玻璃板的形态不限于此,例如两个主面也可以不相互平行,另外,两个主面中的一者或两者的全部或一部分也可以为曲面。更具体而言,玻璃板例如可以为没有翘曲的平板状的玻璃板,另外,也可以为具有弯曲的表面的曲面玻璃板。

[0187] 本玻璃、对其进行了化学强化的本化学强化玻璃例如作为保护玻璃是有用的。另外,作为在手机、智能手机、便携信息终端(PDA)、平板终端等移动设备等中使用的保护玻璃特别有用。此外,作为不以携带为目的的电视机(TV)、个人电脑(PC)、触控面板等显示装置的保护玻璃、电梯壁面、房屋或大厦等建筑物的壁面(全屏显示器)、窗玻璃等建筑用材料、桌面、汽车或飞机等的内装等或它们的保护玻璃以及通过弯曲加工、成形而具有非板状的曲面形状的壳体等用途中也是有用的。

[0188] 实施例

[0189] 以下,通过实施例对本发明进行说明,但是本发明不限于此。G1~G44、G49~G66为实施例,G45~G48为比较例。另外,S1~S7、S9~S14、S17~S22为实施例,S8、S15和S16为比较例。需要说明的是,对于表中的各测定结果,“-”表示未评价。

[0190] (化学强化用玻璃和化学强化玻璃的制作)

[0191] 按照表1~表5中所示的以氧化物基准的摩尔百分率计的各玻璃组成,利用铂坩埚进行熔融来制作玻璃板。适当地选择氧化物、氢氧化物、碳酸盐或硝酸盐等通常使用的玻璃原料,以得到1000g玻璃的方式进行了称量。接着,将混合后的原料放入铂坩锅中,投入到1500℃~1700℃的电阻加热式电炉中熔融约3小时,进行脱泡、均质化。将所得到的熔融玻璃倒入模具中,在玻璃化转变温度+50℃的温度下保持1小时,然后以0.5℃/分钟的速度冷却至室温,由此得到了玻璃块。将所得到的玻璃块切割、磨削,最后将两面加工成镜面,制成纵50mm×横50mm×板厚0.7mm的板状玻璃,由此得到了化学强化用玻璃。

[0192] 以如下的方式评价所得到的化学强化用玻璃的物性。将结果示于表1~表5中。在表1~表5中,用粗体且斜体的形式表示的数值为由玻璃组成计算出的估算值。

[0193] <熵函数>

[0194] 使用Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O和K<sub>2</sub>O的含量计算出熵函数S值。

[0195] <密度>

[0196] 密度由利用液体中称量法(JIS Z8807:2012固体的密度和比重的测定方法)测定的值和玻璃组成计算出。单位为g/cm<sup>3</sup>,在表中用“d”表示。

[0197] <杨氏模量>

[0198] 对于化学强化前的玻璃利用超声脉冲法(JIS R 162:1995)测定杨氏模量(E)(单位:GPa)。

[0199] <平均线性热膨胀系数 $\alpha$ 和玻璃化转变温度(Tg)>

[0200] 温度50℃~350℃下的平均线膨胀系数( $\alpha_{50-350}$ )(单位:10<sup>-7</sup>/℃)和玻璃化转变温度由符合JIS R3102:1995“玻璃的平均线膨胀系数的试验方法”的方法测定的值和玻璃组成计算出。分别用表中的“ $\alpha$ ”、“Tg”表示。

[0201] <T2、T4>

[0202] 对于化学强化前的玻璃,利用旋转粘度计(根据ASTMC 965-96)测定粘度达到 $10^2\text{dPa}\cdot\text{s}$ 时的温度 $T_2$ 和粘度达到 $10^4\text{dPa}\cdot\text{s}$ 时的温度 $T_4$ ,由所测定的值和玻璃组成计算出。分别用表中的“ $T_{\log_{10}\eta=2}$ ”、“ $T_{\log_{10}\eta=4}$ ”表示。

[0203] <断裂韧性值 $K_{Ic}$ >

[0204] 化学强化前的玻璃的断裂韧性值 $K_{Ic}$ 根据使用Autograph(岛津公司制造,AGS-X)和观察用照相机的DCDC法(Acta metall.mater.第43卷,第3453页-3458页,1995年)测定。另外,估算值由通过测定得到的值和玻璃组成计算出。

[0205] <失透生长速度>

[0206] 按照以下的操作步骤测定因失透现象产生的晶体的生长速度。

[0207] 利用研钵将玻璃片粉碎并分级,利用离子交换水清洗通过 $3.35\text{mm}$ 筛孔的筛且未通过 $2.36\text{mm}$ 筛孔的筛的玻璃颗粒,干燥后用于试验。

[0208] 在具有多个凹部的细长的铂池的各个凹部中放置一个玻璃颗粒,在 $1000^\circ\text{C}\sim 1100^\circ\text{C}$ 的电炉内加热至玻璃颗粒的表面熔化且变得平滑。

[0209] 接着,将该玻璃投入到保持为规定温度的温度梯度炉中,进行一定时间(设为 $t$ 小时)的热处理,然后取出至室温并进行骤冷。根据该方法,能够在温度梯度炉内设置细长的容器,同时对多个玻璃颗粒进行加热处理。

[0210] 利用偏光显微镜(尼康公司制造:ECLIPSE LV100ND)观察热处理后的玻璃,测定所观察到的晶体中的尺寸最大的晶体的直径(设为 $L\mu\text{m}$ )。在目镜10倍、物镜5倍~100倍、透射光、偏振光观察的条件下进行观察。由于可以认为因失透而产生的晶体各向同性地生长,因此失透(晶体)生长速度为 $L/(2t)$ [单位: $\mu\text{m}/\text{小时}$ ]。

[0211] 其中,所测定的晶体选择不从与容器的界面析出的晶体。这是因为金属界面处的失透生长具有与在玻璃内部或玻璃-气氛界面处发生的通常的失透生长行为不同的倾向。

[0212] <液相温度>

[0213] 将粉碎后的玻璃颗粒放入铂皿中,在控制为恒定温度的电炉中进行17小时的热处理。利用偏光显微镜观察热处理后的玻璃,利用评价失透的有无的方法估算失透温度。例如,在表中记载为“1325-1350”的情况下,表示当在 $1325^\circ\text{C}$ 下进行热处理时发生失透,但在 $1350^\circ\text{C}$ 下的热处理时不发生失透。在此情况下,失透温度为大于等于 $1325^\circ\text{C}$ 且小于 $1350^\circ\text{C}$ 。

[0214] <表面电阻率>

[0215] (基板清洗)

[0216] 利用将4质量%的偏硅酸钠九水合物、20质量%的聚氧化乙烯烷基醚和纯水混合而得到的碱性清洗剂清洗玻璃基板5分钟,然后利用中性洗涤剂清洗5分钟,利用室温、 $50^\circ\text{C}$ 、 $65^\circ\text{C}$ 的纯水分别清洗5分钟,利用 $65^\circ\text{C}$ 的热风吹6分钟,使基板表面干燥。

[0217] (测定准备)

[0218] 使用磁控溅射镀膜机(Quorum Techbiologies公司制造,Q300TT),在Ar气氛下在玻璃基板( $50\text{mm}\times 50\text{mm}$ )的表面上形成 $30\text{nm}$ 的Pt膜,制作图5所示的梳形电极图案。在图5中,表示各宽度的长度的数值的单位均为 $\text{mm}$ 。

[0219] (测定)

[0220] 使用数字超高电阻/微小电流计(ADVANTEST R830A ULTRA HIGH RESISTANCE METER)实施测定。

[0221] 在铜基板上设置玻璃板,在所得到的电极上连接铜线,然后加热至50℃,静置30分钟直至温度稳定。在温度稳定后,施加50V的电压,放置3分钟直至电压稳定,开始测定电流,读取3分钟后的电流值,由上述关系式计算出表面电阻率( $\Omega/\square$ )。在表中记载了表面电阻率的对数。

[0222] <跳频>

[0223] 利用在玻璃基板(50mm×50mm×0.7mm)的表面上放置内径为38mm、外径为40mm、宽度为1mm的环并进行溅射的方法形成图6所示的电极图案形状,利用上述方法使用阻抗分析仪(Keysight Technologies公司制造,Precision LCR meter E4980A和16451B介质测试夹具,附属电极A)测定复导纳。利用Almond-west式拟合所得到的复导纳的值,计算出跳频(Hz)。

[0224] 在本实施例中,K、 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $C_\infty$ 根据玻璃板的厚度而假定为基本恒定的值,设定为K=11.214、 $n_1=0.995$ 、 $n_2=0.576$ 、 $C_\infty=20.726$ ,根据Almond-west式和所得到的复导纳计算出跳频 $\omega_p$ 。在表中记载了跳频 $\omega_p$ 的对数。

[0225] <防污层耐剥离性>

[0226] 按照以下操作步骤在玻璃板(5cm×5cm)的表面上形成防污层,进行橡皮摩擦磨损,然后测定水接触角。

[0227] (防污层的形成)

[0228] 对进行水洗后的玻璃板进一步进行等离子体清洗,然后使用利用电阻加热的真空蒸镀法对含氟的有机化合物(大金公司制造,UD-509)进行蒸镀。将成膜时的真空腔室内的压力设定为 $3.0 \times 10^{-3}$ Pa,蒸镀输出为318.5kA/m<sup>2</sup>,蒸镀300秒。所得到的防污层的厚度为15nm。

[0229] (橡皮摩擦磨损试验)

[0230] 使用平面磨损试验器(3连式)(大荣科学精器制作所制造,装置名称:PA-300A),在载荷1kgf、行程宽度40mm、速度40rpm、25℃、50%RH的条件下,利用直径为6mm的橡皮(WOOJIN公司制造,Pink Pencil)摩擦7500次,使其磨损。然后,测定防污层表面的水接触角。

[0231] (水接触角测定)

[0232] 在防污层的表面上滴加约1 $\mu$ L的纯水的水滴,使用接触角计测定水的接触角(°)。

[0233] < $\beta$ -OH>

[0234] 作为化学强化前的玻璃的水分量的指标,使用FT-IR分光装置(赛默飞世尔科技公司制造,Nicolet iS10)测定 $\beta$ -OH的值。

[0235] 表1

[0236]

(摩尔%)	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
SiO <sub>2</sub>	63.7	68.0	64.7	64.7	63.7	63.7	66.7	65.2	67.7	66.2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.0	13.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.0	14.0	13.0	14.0
Li <sub>2</sub> O	11.0	11.5	10.5	10.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	10.0
Na <sub>2</sub> O	4.0	4.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	5.0
K <sub>2</sub> O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.0	2.0	3.7	4.5	2.5	3.0	2.0	2.5	1.0	3.0
ZrO <sub>2</sub>	1.0	0.5	0.8	1.0	2.5	2.0	2.0	1.0	1.0	1.5
TiO <sub>2</sub>	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CeO <sub>2</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	4.0	4.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	5.0
P <sub>L</sub> (Li <sub>2</sub> O/R <sub>2</sub> O)	0.73	0.71	0.72	0.71	0.73	0.73	0.73	0.65	0.65	0.67
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub>	5.0	2.5	4.5	5.5	5.0	5.0	4.0	3.5	2.0	4.5
熵函数	<b>0.25</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>	<b>0.26</b>	<b>0.25</b>	<b>0.25</b>	<b>0.25</b>	<b>0.28</b>	<b>0.28</b>	<b>0.28</b>
<i>d</i>	<b>2.69</b>	<b>2.54</b>	<b>2.66</b>	<b>2.73</b>	<b>2.64</b>	<b>2.65</b>	<b>2.58</b>	<b>2.59</b>	<b>2.49</b>	<b>2.63</b>
<i>a</i>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>77</b>	<b>74</b>	<b>70</b>
<i>T<sub>g</sub></i>	<b>715</b>	<b>616</b>	<b>719</b>	<b>750</b>	<b>705</b>	<b>710</b>	<b>667</b>	<b>640</b>	<b>597</b>	<b>685</b>
<i>E</i>	<b>98</b>	<b>90</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>92</b>	<b>92</b>	<b>87</b>	<b>94</b>
<i>Tlog<sub>10</sub>η=2</i>	<b>1641</b>	<b>1653</b>	<b>1670</b>	<b>1673</b>	<b>1660</b>	<b>1653</b>	<b>1672</b>	<b>1620</b>	<b>1658</b>	<b>1661</b>
<i>Tlog<sub>10</sub>η=4</i>	<b>1210</b>	<b>1179</b>	<b>1230</b>	<b>1242</b>	<b>1238</b>	<b>1229</b>	<b>1226</b>	<b>1169</b>	<b>1183</b>	<b>1217</b>
<i>Klc</i>	<b>0.85</b>	<b>0.83</b>	<b>0.85</b>	<b>0.86</b>	<b>0.83</b>	<b>0.84</b>	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>	<b>0.81</b>	<b>0.84</b>
表面电阻率 (Ω/□)的对数	<b>12.0</b>	12.1	<b>12.0</b>	<b>12.2</b>	<b>12.2</b>	<b>12.1</b>	<b>12.1</b>	<b>12.3</b>	<b>12.4</b>	<b>12.2</b>
强化后表面电阻率 (Ω/□)的对数	-	13.8	-	-	-	-	-	-	-	-
跳频的对数 logop	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
防污层耐剥离性、 接触角(°)	-	102	-	-	-	-	-	-	-	-
失透生长速度 (μm/小时)	<b>4294</b>	4000	<b>4348</b>	<b>3772</b>	<b>2869</b>	<b>3344</b>	<b>2849</b>	<b>2612</b>	<b>2331</b>	<b>2517</b>
液相温度(°C)	1325- 1350	1275- 1300	-	-	-	-	-	-	1275 以下	-
β-OH(mm <sup>-1</sup> )	-	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-

[0237] 表2

[0238]

(摩尔%)	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20
SiO <sub>2</sub>	66.2	68.7	68.7	68.0	65.0	65.0	68.0	67.0	67.0	68.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.5	11.2	12.8	14.0	14.0	14.0	13.5	14.0	14.0	13.0
Li <sub>2</sub> O	10.0	11.0	11.0	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	9.0
Na <sub>2</sub> O	5.0	4.0	4.0	4.8	7.8	4.8	4.8	4.8	4.8	7.3
K <sub>2</sub> O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.0	4.0	0.8	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0
ZrO <sub>2</sub>	1.0	0.8	2.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
TiO <sub>2</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CeO <sub>2</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	5.0	4.0	4.0	4.8	7.8	4.8	4.8	4.8	4.8	7.3
P <sub>Li</sub> (Li <sub>2</sub> O/R <sub>2</sub> O)	0.67	0.73	0.73	0.69	0.57	0.69	0.69	0.69	0.69	0.55
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub>	4.0	4.8	3.2	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5
熵函数	0.28	0.25	0.25	0.27	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.30
<i>d</i>	<b>2.62</b>	<b>2.65</b>	<b>2.50</b>	<b>2.53</b>	<b>2.56</b>	<b>2.56</b>	<b>2.56</b>	—	—	<b>2.54</b>
<i>α</i>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>72</b>	<b>70</b>	—	—	<b>76</b>
<i>T<sub>g</sub></i>	<b>685</b>	<b>665</b>	<b>632</b>	<b>648</b>	<b>609</b>	<b>644</b>	<b>653</b>	—	—	<b>628</b>
<i>E</i>	<b>94</b>	<b>94</b>	<b>88</b>	<b>90</b>	<b>89</b>	<b>92</b>	<b>91</b>	—	—	<b>88</b>
<i>Tlog<sub>10</sub>η=2</i>	<b>1671</b>	<b>1620</b>	<b>1694</b>	<b>1693</b>	<b>1615</b>	<b>1626</b>	<b>1676</b>	—	—	<b>1677</b>
<i>Tlog<sub>10</sub>η=4</i>	<b>1220</b>	<b>1165</b>	<b>1234</b>	<b>1220</b>	<b>1151</b>	<b>1183</b>	<b>1207</b>	—	—	<b>1201</b>
<i>KIc</i>	<b>0.84</b>	<b>0.86</b>	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>	<b>0.81</b>	<b>0.82</b>	<b>0.84</b>	—	—	<b>0.82</b>
表面电阻率 (Ω/□)的对数	<b>12.2</b>	12.2	<b>12.2</b>	12.0	12.7	12.4	<b>12.1</b>	<b>11.7</b>	<b>11.7</b>	<b>12.4</b>
跳频的对数 log <sub>10</sub> ρ	—	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—
防污层耐剥离性、 接触角(°)	—	95	—	—	—	—	—	—	—	—
失透生长速度 (μm/小时)	<b>3091</b>	<b>3368</b>	<b>2165</b>	<b>3665</b>	<b>1822</b>	<b>3399</b>	<b>3567</b>	<b>4176</b>	<b>4176</b>	<b>1525</b>
液相温度(°C)	1325- 1350	1350°C 以上	—	1300- 1325	1250- 1275	1250- 1275	—	1275- 1300	1250- 1275	—
β-OH(mm <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[0239]

表 3

(摩尔%)	G21	G22	G23	G24	G25	G26	G27	G28	G29	G30	G31	G32	G33	G34
SiO <sub>2</sub>	68.0	67.7	68.9	69.2	68.0	68.0	68.2	67.7	69.6	67.0	68.4	67.4	67.9	67.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.2	13.0	12.5	14.0	12.5	12.5	13.0	13.0
Li <sub>2</sub> O	13.5	11.0	11.5	10.7	9.2	10.7	12.0	11.5	13.3	8.2	12.2	12.9	11.5	11.5
Na <sub>2</sub> O	2.8	4.3	4.8	4.4	3.8	2.3	3.9	4.8	3.0	8.1	5.1	5.4	4.8	4.8
K <sub>2</sub> O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.0	2.0	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.3	2.0	1.3	1.3	2.0	2.0
ZrO <sub>2</sub>	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.0	1.5	0.0	0.0	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	2.8	4.3	4.8	4.4	3.8	2.3	3.9	5.1	3.0	8.1	5.1	5.4	4.9	5.1
P <sub>2</sub> (Li <sub>2</sub> O/R <sub>2</sub> O)	0.83	0.72	0.71	0.71	0.71	0.82	0.75	0.69	0.82	0.50	0.71	0.71	0.70	0.69
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub>	2.5	2.5	1.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	1.6	2.5	1.6	1.6	2.5	2.5
焓函数	0.20	0.26	0.26	0.26	0.26	0.20	0.24	0.27	0.21	0.30	0.26	0.26	0.28	0.30
<i>d</i>	2.53	2.54	2.48	2.53	2.55	2.54	2.53	2.53	2.47	2.55	2.49	2.49	2.53	2.53
<i>α</i>	70	70	71	68	64	62	70	75	69	77	75	78	73	74
<i>T<sub>g</sub></i>	615	635	605	639	666	662	627	615	595	642	583	568	620	618
<i>E</i>	91	90	87	89	91	92	90	89	88	88	87	87	89	89
<i>T<sub>log10I=2</sub></i>	1633	1656	1676	1693	1687	1673	1659	1645	1661	1690	1640	1607	1651	1648
<i>T<sub>log10I=4</sub></i>	1161	1192	1190	1214	1234	1220	1186	1172	1172	1217	1155	1126	1178	1175
<i>KIc</i>	0.85	0.83	0.83	0.84	0.83	0.84	0.84	0.83	0.84	0.81	0.83	0.83	0.83	0.83
表面电阻率(Ω/□)的对数	11.8	12.1	12.0	12.1	12.3	12.1	11.8	12.1	11.8	12.4	12.3	12.4	12.3	12.5
跳频的对数 log <sub>10</sub> <i>p</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
防污层耐剥离性、接触角(°)	-	-	-	-	-	-	105	101	107	-	-	-	92	89
失透生长速度(μm/小时)	5231	3607	3765	3644	3454	4690	4276	3900	4990	1098	3624	3620	3551	3366
液相温度(°C)	-	-	-	-	-	-	-	1250-1260	-	-	-	-	-	-
β-OH(mm <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	-	-	-	-	-

[0240]

表 4

(摩尔%)	G35	G36	G37	G38	G39	G40	G41	G42	G43	G44	G45	G46	G47	G48
SiO <sub>2</sub>	68.9	68.9	69.4	68.2	67.7	69.4	69.4	69.4	69.4	72.2	66.2	63.0	53.6	64.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.5	12.5	12.0	12.9	13.4	12.5	12.5	12.5	12.5	10.0	11.2	16.0	32.1	12.0
Li <sub>2</sub> O	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	12.0	10.4	6.3	10.7	16.0
Na <sub>2</sub> O	4.8	5.3	5.3	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.5	5.6	11.0	0.0	0.0
K <sub>2</sub> O	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	1.5	1.2	1.1	0.0	0.5	0.0	3.6	0.0
ZrO <sub>2</sub>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	1.3	0.0	0.0	2
TiO <sub>2</sub>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.12	0.12	0.03	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00
MgO	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	6
CaO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	4.8	5.3	5.3	5.0	5.0	4.8	4.8	4.8	4.8	5.5	7.1	11.0	0.0	0.0
P <sub>1</sub> (Li <sub>2</sub> O/R <sub>2</sub> O)	0.71	0.68	0.68	0.70	0.70	0.71	0.71	0.71	0.71	0.69	0.59	0.36	1.00	1.00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub>	2.1	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	0.0	1.8	0.0	3.6	2.0
缩函数	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27	0.38	0.29	0	0
<i>d</i>	2.51	2.49	2.48	2.49	2.49	2.49	2.49	2.48	2.48	2.38	2.49	2.44	2.72	2.48
<i>a</i>	72	74	74	73	73	72	72	72	71	74	79	82	-	64.9
<i>T<sub>g</sub></i>	608	590	585	598	603	600	594	591	595	517	559	628	-	569
<i>E</i>	88	87	86	87	88	87	87	87	87	81	85	79	105	91.6
Tlog <sub>10</sub> η=2	1659	1660	1658	1659	1662	1669	1670	1674	1675	1664	1600	1676	-	1517
Tlog <sub>10</sub> η=4	1177	1173	1169	1179	1183	1179	1179	1185	1188	1148	1146	1203	-	1103
<i>KIc</i>	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.79	0.74	0.97	0.84
表面电阻率(Ω/□)的对数	12.2	12.3	12.3	12.4	12.4	12.2	12.1	12.2	12.2	12.3	13.6	11.7	10.0	10.9
强化后表面电阻率(Ω/□)的对数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.2	13.4	-	-
跳频的对数 logop	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	5.0	-	-
防污层剥离性、接触角(°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	104	-	-
失透生长速度(μm/小时)	3645	3336	3220	3416	3532	3931	3976	3692	3456	3052	400	1849	11003	5317
液相温度(°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1100-1150	1120-1130	1030-1040	1550°C 以上	1340-1360
β-OH(mm <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	-	-

[0241]

表 5

(摩尔%)	G49	G50	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61	G62	G63	G64	G65	G66
SiO <sub>2</sub>	68.7	68.7	69.1	68.9	68.3	68.9	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.2	68.3	65.8	69.24	69.1	68.76	68.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.4	12.9	12.4	12.4	12.4	12.2	12.4	11.8	12.0	12.2	12.4	12.4	10.4	12.4	12.5	12.4	12.4	12.3
Li <sub>2</sub> O	10.9	11.4	11.5	11.4	12.0	11.2	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	10.6	10.1	11.4	11.5	11.4	11.4	11.3
Na <sub>2</sub> O	4.6	4.8	4.8	4.8	1.5	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.7	3.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.7
K <sub>2</sub> O	0.3	0.3	0.3	0.6	3.0	0.7	0.6	1.2	1.0	0.8	0.6	1.2	1.2	0.3	0.07	0.14	0.29	0.43
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.8	0.8	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
ZrO <sub>2</sub>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
TiO <sub>2</sub>	0.03	0.12	0.12	0.03	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.115	0.032	0.115	0.032
MgO	0.6	0.6	0.6	0.1	0.6	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
CaO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	4.9	5.1	5.1	5.4	4.5	5.4	5.4	6.0	5.8	5.6	5.4	5.9	5.0	5.1	4.9	4.9	5.1	5.1
P <sub>Li</sub> (Li <sub>2</sub> O/R <sub>2</sub> O)	0.69	0.69	0.69	0.68	0.73	0.67	0.68	0.66	0.66	0.67	0.68	0.64	0.67	0.69	0.70	0.70	0.69	0.69
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +ZrO <sub>2</sub>	2.3	1.1	1.1	1.6	2.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7
熵函数	0.30	0.30	0.30	0.32	0.33	0.33	0.32	0.35	0.34	0.33	0.32	0.36	0.35	0.30	0.26	0.27	0.27	0.27
<i>d</i>	2.53	2.46	2.46	2.48	2.49	2.49	2.49	2.48	2.48	2.48	2.49	2.48	2.50	2.51	2.49	2.48	2.49	2.49
<i>a</i>	72	73	73	74	74	74	74	77	76	75	74	74	72	75	72	72	73	73
<i>T<sub>g</sub></i>	627	587	582	597	600	592	591	577	582	587	591	603	587	590	598	605	595	603
<i>E</i>	89	86	86	86	86	86	86	85	86	86	86	85	87	89	87	87	87	87
<i>Tlog<sub>10</sub>η=2</i>	1662	1675	1671	1664	1671	1663	1667	1654	1658	1663	1667	1687	1621	1593	1671	1666	1660	1652
<i>Tlog<sub>10</sub>η=4</i>	1185	1188	1183	1177	1192	1178	1179	1165	1170	1174	1179	1197	1161	1140	1183	1180	1177	1174
<i>K1c</i>	0.83	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.83	0.83	0.82	0.82
表面电阻率(Ω/□)的对数	12.5	12.7	12.6	12.8	13.4	12.9	12.8	13.2	13.1	12.9	12.8	12.6	13.4	12.9	12.2	12.3	12.6	12.4
强化后表面电阻率(Ω/□)的对数	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.3	-	-	-	13.5	-	-
跳频的对数 logop	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
防污层耐剥离性、接触角(°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
失透生长速度(μm/小时)	3291	3369	3297	3020	2668	2818	2978	2285	2516	2747	2978	1600	2025	3057	3512	3457	3200	3072
液相温度(°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1210-	-	-	1230-	1220-	1230-	1210-
β-OH(mm <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.31	-	-	-	-	-	-

[0242] 如表1~表5所示,实施例的玻璃在未强化时的表面电阻率低,失透特性也良好。另一方面,作为比较例的G45的熵函数高,表面电阻率高。碱总量多的G46的K1c低。

[0243] 作为Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>多、Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O少的比较例的G47和G48为液相温度高、同时失透生长速度

快、失透特性差的玻璃。

[0244] <化学强化特性>

[0245] 在表6和表7所示的条件下对一部分玻璃进行化学强化(离子交换)处理。在表中,强化盐为“Na50-K50”是指使用Na:K的摩尔比为50:50的熔融盐。另外,还记载在离子交换2中的例子表示进行了两步化学强化处理,空白栏的例子表示仅进行了一步化学强化处理。

[0246] 利用表面应力计(折原制作所制造,表面应力计FSM-6000)对所得到的化学强化玻璃测定表面压应力(值)(CS)和压应力层深度(DOL)。使用散射光弹性应力计(SLP-1000)测定内部的CS、DOL。在表6和表7中,“CS1”表示从表层起算的深度50 $\mu\text{m}$ 处的压应力值,“CS2”表示表层的CS。另外,“D1”为利用散射光弹性应力计测定的DOL,“D2”为利用表面应力计测定的压应力层深度,表示钾离子的侵入深度。另外,表中的空栏表示未测定。

[0247] <表面电阻率、跳频和防污层的耐剥离性>

[0248] 利用与化学强化前的玻璃同样的方法评价表面电阻率、跳频和防污层的耐剥离性。将结果示于表6和7中。表中的空栏表示未测定。

[0249]

表 6

玻璃组成	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
厚度 t(mm)	G2 0.55	G12 0.7	G27 K95- Na4.5- Li0.5	G28 0.55	G29 K95- Na4.5- Li0.5	G30 K95- Na4.5- Li0.5	G31 K95- Na4.5- Li0.5	G32 K95- Na4.5- Li0.5	G33 K95- Na4.5- Li0.5	G34 K95- Na4.5- Li0.5
离子交换 1	Na50- K50	Na4.5- Li0.5	Na4.5- Li0.5	Na50-K50	Na4.5- Li0.5	Na4.5- Li0.5	Na4.5- Li0.5	Na4.5- Li0.5	Na4.5- Li0.5	Na4.5- Li0.5
温度(°C)	380	400	400	425	400	400	400	400	400	400
处理时间(小时)	2	6	6	3	6	6	6	6	6	6
离子交换 2	Na1-K99			Na2-K98						
温度(°C)	450			400						
处理时间(小时)	1			1						
应力分布										
CS1	92	126	122	180	123	84	103	102	113	113
D1	110	121	128	110	132	132	133	130	127	126
CS2	1072	1229	906	970	717	1033	720	676	896	887
D2	5.7	3.6	3.9	5.2	4.1	5.0	4.5	4.5	4.2	4.3
表面电阻率( $\Omega/\square$ )的对数	13.8	13.9								
跳频的对数 log <sub>10</sub> p	4.04	3.97	4.24	3.99	4.28	3.62	2.92	2.65	3.88	3.72
防污层耐剥离性、接触角(°)	89	61	51	68	58	64	55	61	51	74

[0250]

表 7

玻璃组成		S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22
厚度 t(mm)					0.6	0.55							
离子交换 1	强化盐	K95- Na4.5- Li0.5	K95- Na4.5- Li0.5	K95- Na4.5- Li0.5	Na100	Na100	K95- Na4.5- Li0.5	K95- Na4.5- Li0.5	K95- Na4.5- Li0.5	K95- Na4.5- Li0.5	K95- Na4.5- Li0.5	K96.5- Na3.5	K96.5- Na3.5
	温度(°C)	400	400	400	380	450	400	400	400	400	400	390	390
	处理时间(小时)	6	6	6	2	1.5	6	6	6	6	6	4	4
离子交换 2	强化盐					Na1-K99							
	温度(°C)					425							
	处理时间(小时)					1.5							
应力分布	CS1	106	100	97	61	93		130	101	102	103		
	D1	131	134	134	69	107		129	127	129	130		
	CS2	826	750	726		90.7		619	701	720	738		
	D2	4.3	4.7	4.7		7.3		3.7	5.3	5.2	5.0		
表面电阻率( $\Omega/\square$ )的对数					14.2		13.4				13.3		
跳频的对数 logop	3.88	3.83	3.74		2.52		5.52	3	3.1	3.3	3.6	3.2	
防污层剥离离性、接触角(°)					37.6		82.4						

[0251] 作为使用Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量少的G44的比较例的S14的化学强化特性差,无法得到所要求的强度。

[0252] 虽然详细且参照特定的实施方式对本发明进行了说明,但是可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下施加各种变更、修正,这对于本领域技术人员而言是显而易见的。本申请基于在2019年7月17日申请的日本专利申请(日本特愿2019-132124)和在2020年1月20日申请的日本专利申请(日本特愿2020-006948),其内容以引用的形式并入本申请中。

[0253] 标号说明

- [0254] 1 梳形电极
- [0255] 11 第一梳形电极
- [0256] 12 第二梳形电极

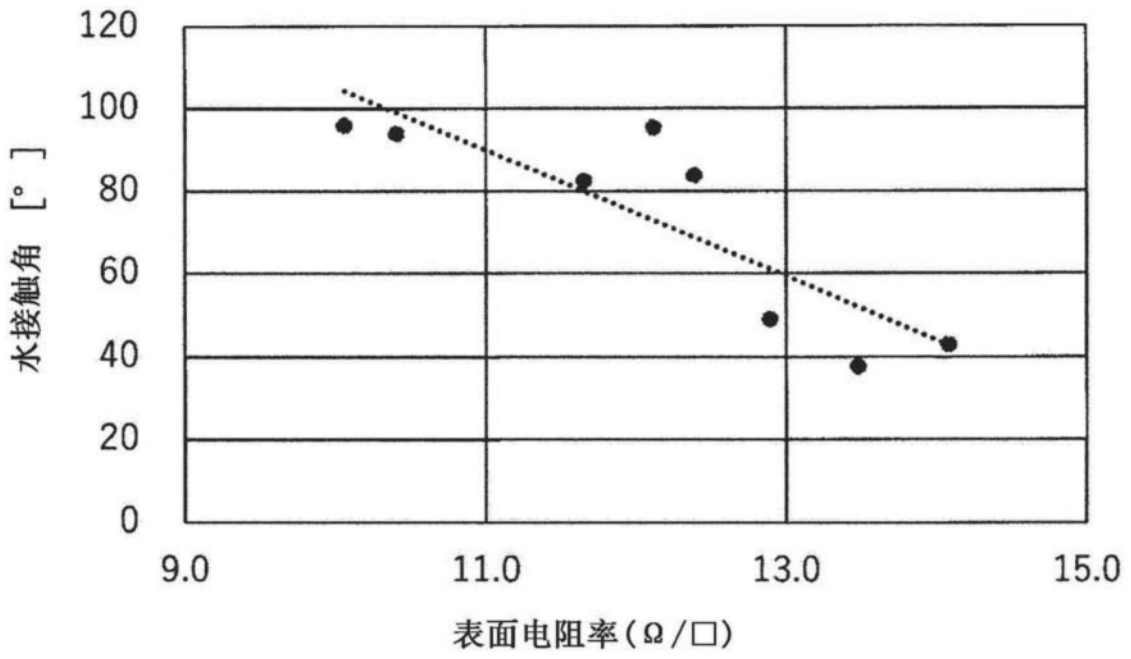


图1

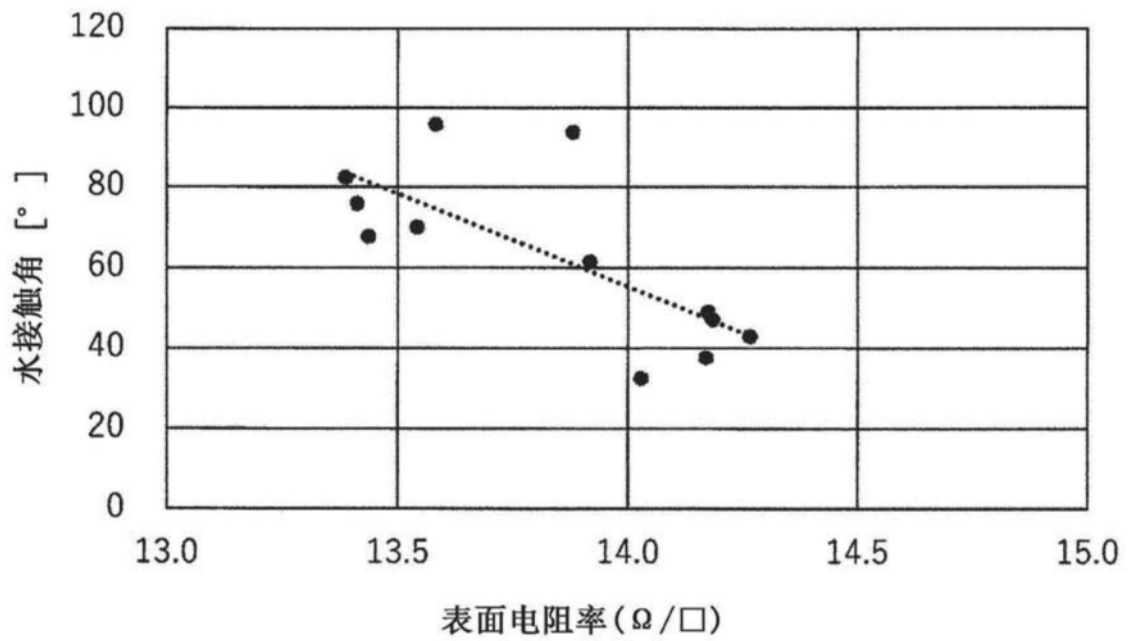


图2

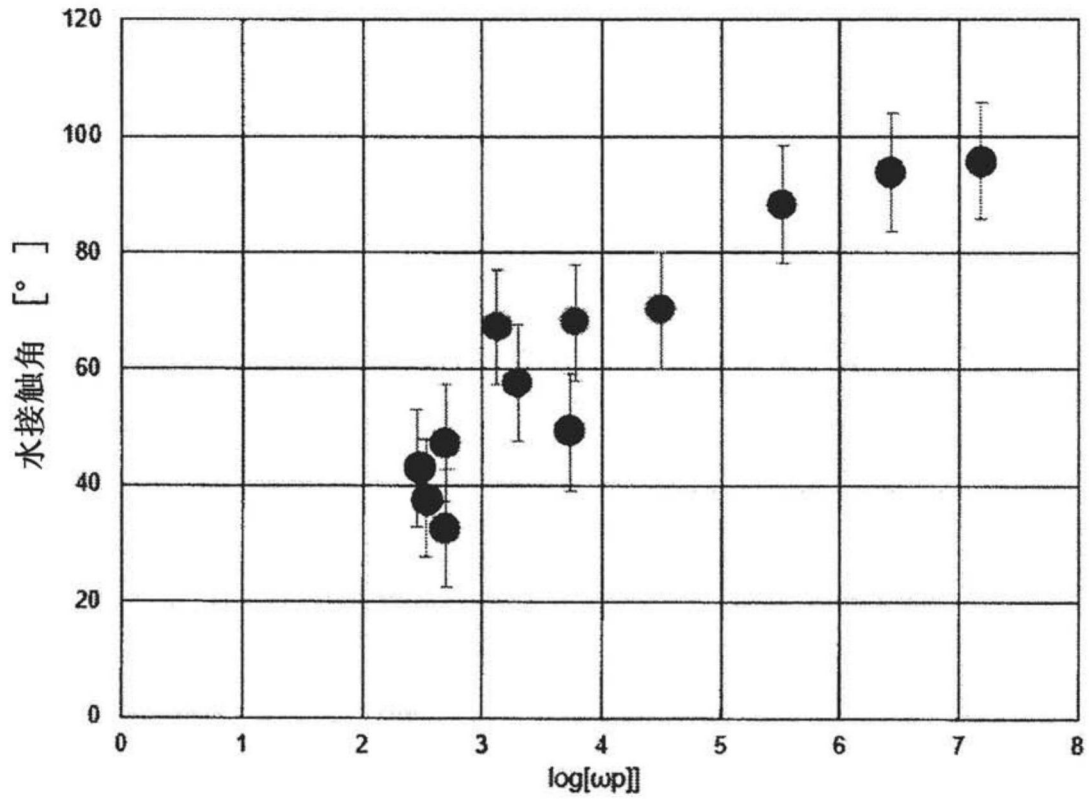


图3

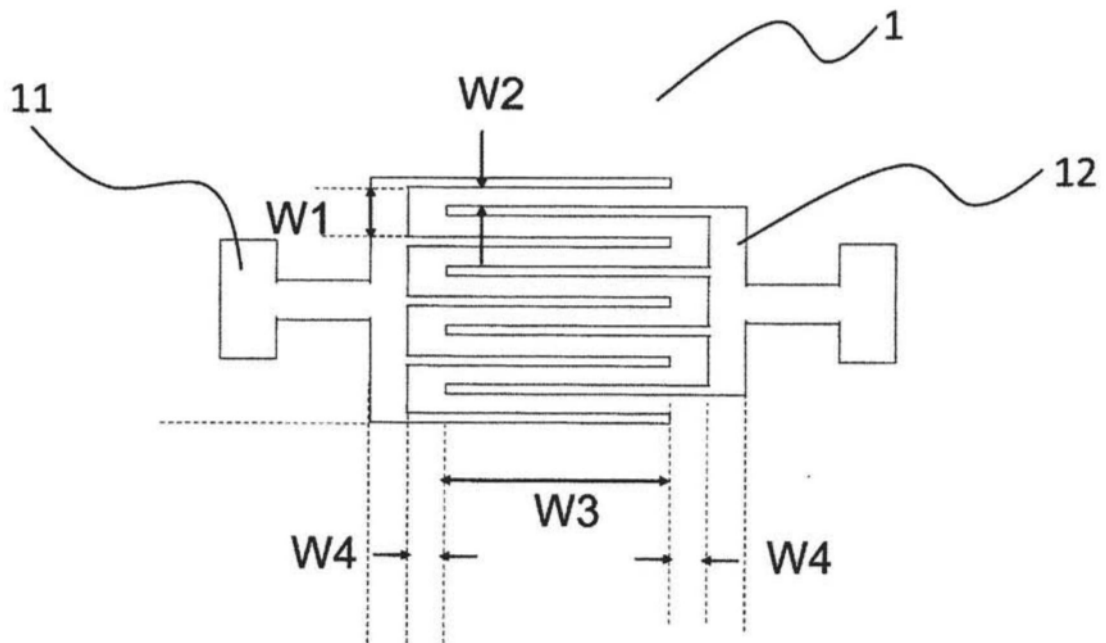


图4

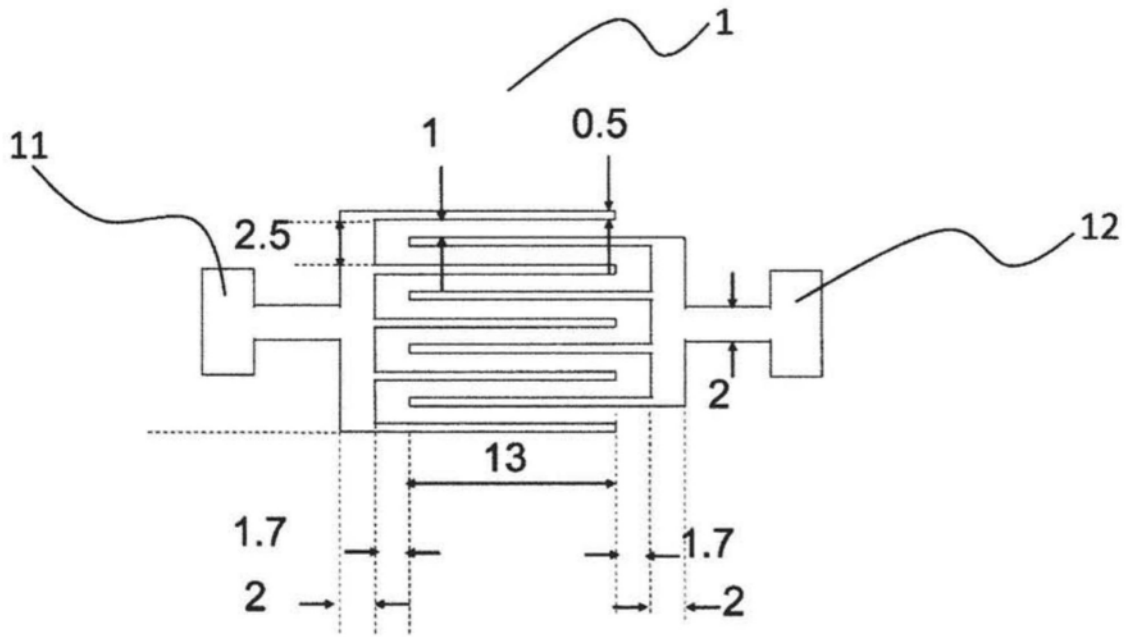


图5

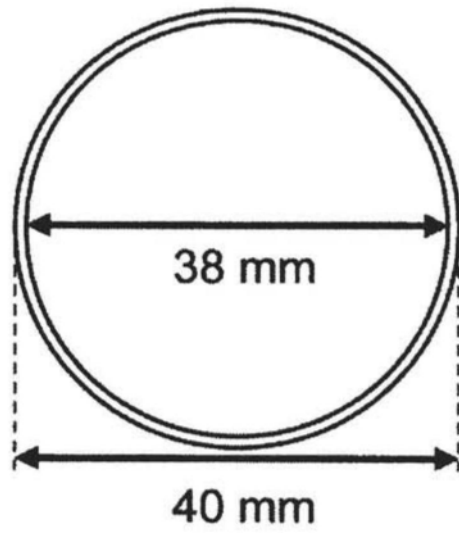


图6