



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116615347 A

(43) 申请公布日 2023.08.18

(21) 申请号 202180084136.3

(22) 申请日 2021.12.14

(30) 优先权数据

2020-210646 2020.12.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/046155 2021.12.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/131274 JA 2022.06.23

(71) 申请人 AGC株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 门力也 梶原贵人 泽村茂辉

秋叶周作 黑岩裕

(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.

B60J 1/00 (2006.01)

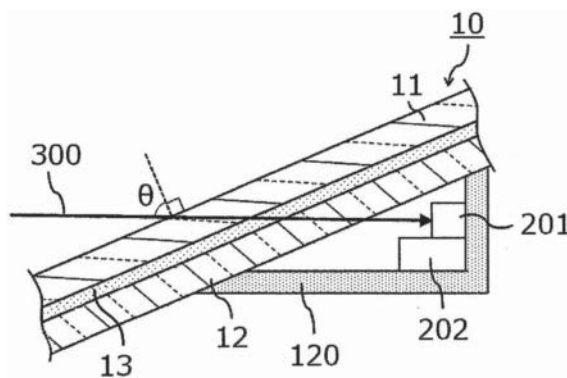
权利要求书2页 说明书26页 附图3页

(54) 发明名称

硼硅酸盐玻璃、夹层玻璃和车辆用窗玻璃

(57) 摘要

本发明涉及一种硼硅酸盐玻璃,其中,所述硼硅酸盐玻璃包含规定量的 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 和 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,所述硼硅酸盐玻璃的碱度为0.485以上,并且 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/([\text{SiO}_2]+[\text{B}_2\text{O}_3])$ 为0.015以下。



1. 一种硼硅酸盐玻璃,其中,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述硼硅酸盐玻璃包含:  
 $70.0\% \leq \text{SiO}_2 \leq 85.0\%$ 、  
 $5.0\% \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 20.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{K}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{MgO} \leq 5.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{CaO} \leq 5.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{SrO} \leq 5.0\%$ 、  
 $0.0\% \leq \text{BaO} \leq 5.0\%$ 、和  
 $0.06\% \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 1.0\%$ 、  
所述硼硅酸盐玻璃的碱度为0.485以上,并且 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/([\text{SiO}_2]+[\text{B}_2\text{O}_3])$ 为0.015以下。
2. 如权利要求1所述的硼硅酸盐玻璃,其中,所述碱度为0.488以上。
3. 如权利要求1或2所述的硼硅酸盐玻璃,其中,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述硼硅酸盐玻璃包含1.5%~5%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 。
4. 如权利要求1~3中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,所述硼硅酸盐玻璃实质上不包含 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,所述硼硅酸盐玻璃实质上不包含 $\text{CeO}_2$ 和 $\text{CeO}_3$ 。
6. 如权利要求1~5中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长500nm的光的透射率为78.0%以上。
7. 如权利要求1~6中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长1000nm的光的透射率为80.0%以下。
8. 如权利要求1~7中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长450nm~700nm的光的平均透射率为78.0%以上。
9. 如权利要求1~8中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长900nm~1300nm的光的平均透射率为80.0%以下。
10. 如权利要求1~9中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 为0.10%以上。
11. 如权利要求10所述的硼硅酸盐玻璃,其中,以质量基准计,所述 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 中所含的铁离子满足:  
 $0.25 \leq [\text{Fe}^{2+}]/([\text{Fe}^{2+}]+[\text{Fe}^{3+}]) \leq 0.80$ 。
12. 如权利要求1~11中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,所述硼硅酸盐玻璃的频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )为6.0以下。
13. 如权利要求1~12中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,所述硼硅酸盐玻璃的频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )为0.01以下。
14. 如权利要求1~13中任一项所述的硼硅酸盐玻璃,其中,对硼硅酸盐玻璃进行了化学强化或物理强化。

15. 一种夹层玻璃, 其中, 所述夹层玻璃具有: 第一玻璃板、第二玻璃板和夹在所述第一玻璃板与所述第二玻璃板之间的中间膜,

所述第一玻璃板和所述第二玻璃板中的至少一者为权利要求1~14中任一项所述的硼硅酸盐玻璃。

16. 如权利要求15所述的夹层玻璃, 其中, 所述第一玻璃板、所述第二玻璃板和所述中间膜的总厚度为5.00mm以下, 使用D65光源测定的所述夹层玻璃的在ISO-9050:2003中定义的可见光透射率 $T_v$ 为70%以上。

17. 如权利要求15或16所述的夹层玻璃, 其中, 所述第一玻璃板、所述第二玻璃板和所述中间膜的总厚度为5.00mm以下, 在风速4m/秒的条件下测定的所述夹层玻璃的在ISO-13837:2008convention A中定义的总太阳能透射率 $T_{ts}$ 为75%以下。

18. 如权利要求15~17中任一项所述的夹层玻璃, 其中, 所述第一玻璃板、所述第二玻璃板和所述中间膜的总厚度为5.00mm以下, 使频率为76GHz~79GHz的无线电波以相对于所述第一玻璃板为 $60^\circ$ 的入射角对所述夹层玻璃进行入射时, 无线电波透射损失 $S_{21}$ 为-3.0dB以上。

19. 如权利要求15~18中任一项所述的夹层玻璃, 其中, 所述第一玻璃板、所述第二玻璃板和所述中间膜的总厚度为5.00mm以下, 在使频率为76GHz~79GHz的无线电波以相对于所述第一玻璃板为 $0^\circ \sim 60^\circ$ 的入射角对所述夹层玻璃进行入射时, 无线电波透射损失 $S_{21}$ 为-4.0dB以上。

20. 一种车辆用窗玻璃, 其中, 所述车辆用窗玻璃具有权利要求1~14中任一项所述的硼硅酸盐玻璃。

21. 一种车辆用窗玻璃, 其中, 所述车辆用窗玻璃包含权利要求15~19中任一项所述的夹层玻璃。

## 硼硅酸盐玻璃、夹层玻璃和车辆用窗玻璃

### 技术领域

[0001] 本发明涉及硼硅酸盐玻璃、夹层玻璃和车辆用窗玻璃。

### 背景技术

[0002] 随着自动驾驶的发展,预计将来搭载了频率30GHz以上的毫米波雷达的汽车将上市普及。

[0003] 但是,在将这样的毫米波雷达设置在车内使毫米波透射车辆用窗玻璃的情况下,在以往的车辆用窗玻璃中,毫米波透射性低,不适合作为下一代的车辆用窗玻璃。这是由于在目前许多车辆用窗玻璃中使用的钠钙类玻璃的对毫米波的波段的介电特性。

[0004] 另一方面,在专利文献1~3中记载的碱金属硼硅酸盐玻璃作为对毫米波的波段具有优异的介电特性、特别是对毫米波的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )低的玻璃是已知的,是上述钠钙类玻璃的替代候补之一。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平4-280834号公报

[0008] 专利文献2:日本特开平4-285026号公报

[0009] 专利文献3:日本特开平7-109147号公报

### 发明内容

[0010] 发明所要解决的问题

[0011] 在车辆用窗玻璃中,不仅要求高毫米波透射性,还要求提高隔热性。另外,不限于车辆用窗玻璃,例如在对建筑用窗玻璃要求高的毫米波透射性的情况下,也要求高的隔热性。

[0012] 但是,对于以往的硼硅酸盐玻璃,当为了提高隔热性而添加铁等时,存在原来的窗玻璃所需要的可见光区域的光透射率降低的问题。

[0013] 本发明提供一种利用以往的硼硅酸盐玻璃不能实现的具有高毫米波透射性并且具有规定的隔热性和可见光透射性的硼硅酸盐玻璃、以及使用该硼硅酸盐玻璃的夹层玻璃和车辆用窗玻璃。

[0014] 用于解决问题的手段

[0015] 以氧化物基准的摩尔百分率计,本发明的实施方式的硼硅酸盐玻璃包含:

[0016]  $70.0\% \leq \text{SiO}_2 \leq 85.0\%$ 、

[0017]  $5.0\% \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 20.0\%$ 、

[0018]  $0.0\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3.0\%$ 、

[0019]  $0.0\% \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、

[0020]  $0.0\% \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、

[0021]  $0.0\% \leq \text{K}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、

[0022]  $0.0\% \leq \text{MgO} \leq 5.0\%$ 、

[0023]  $0.0\% \leq \text{CaO} \leq 5.0\%$ 、

[0024]  $0.0\% \leq \text{SrO} \leq 5.0\%$ 、

[0025]  $0.0\% \leq \text{BaO} \leq 5.0\%$ 、和

[0026]  $0.06\% \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 1.0\%$ 、

[0027] 所述硼硅酸盐玻璃的碱度为0.485以上,并且 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/([\text{SiO}_2]+[\text{B}_2\text{O}_3])$ 为0.015以下。

[0028] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,碱度可以为0.488以上。

[0029] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述硼硅酸盐玻璃可以包含1.5%~5%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 。

[0030] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,所述硼硅酸盐玻璃可以实质上不包含 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 。

[0031] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,所述硼硅酸盐玻璃可以实质上不包含 $\text{CeO}_2$ 和 $\text{CeO}_3$ 。

[0032] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长500nm的光的透射率可以为78.0%以上。

[0033] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长1000nm的光的透射率可以为80.0%以下。

[0034] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长450nm~700nm的光的平均透射率可以为78.0%以上。

[0035] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,在将厚度换算为2.00mm时,所述硼硅酸盐玻璃对波长900nm~1300nm的光的平均透射率可以为80.0%以下。

[0036] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 可以为0.10%以上。

[0037] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,以质量基准计,所述 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 中所含的铁离子可以满足:

[0038]  $0.25 \leq [\text{Fe}^{2+}]/([\text{Fe}^{2+}]+[\text{Fe}^{3+}]) \leq 0.80$ 。

[0039] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,所述硼硅酸盐玻璃的频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )可以为6.0以下。

[0040] 另外,在本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃中,所述硼硅酸盐玻璃的频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )可以为0.01以下。

[0041] 另外,本发明的一个方式的硼硅酸盐玻璃可以进行了化学强化或物理强化。

[0042] 本发明的实施方式的夹层玻璃具有:第一玻璃板、第二玻璃板和夹在第一玻璃板与第二玻璃板之间的中间膜,第一玻璃板和第二玻璃板中的至少一者为上述硼硅酸盐玻璃。

[0043] 另外,在本发明的一个方式的夹层玻璃中,第一玻璃板、第二玻璃板和中间膜的总厚度可以为5.00mm以下,使用D65光源测定的所述夹层玻璃的在ISO-9050:2003中定义的可见光透射率 $T_v$ 可以为70%以上。

[0044] 另外,在本发明的一个方式的夹层玻璃中,第一玻璃板、第二玻璃板和中间膜的总

厚度可以为5.00mm以下,在风速4m/秒的条件下测定的所述夹层玻璃的在ISO-13837:2008convention A中定义的总太阳能透射率 $T_{ts}$ 可以为75%以下。

[0045] 另外,在本发明的一个方式的夹层玻璃中,第一玻璃板、第二玻璃板和中间膜的总厚度可以为5.00mm以下,使频率为76GHz~79GHz的无线电波以相对于上述第一玻璃板为 $60^\circ$ 的入射角对所述夹层玻璃进行入射时,无线电波透射损失 $S_{21}$ 可以为-3.0dB以上。

[0046] 另外,在本发明的一个方式的夹层玻璃中,第一玻璃板、第二玻璃板和中间膜的总厚度可以为5.00mm以下,在使频率为76GHz~79GHz的无线电波以相对于第一玻璃板为 $0^\circ \sim 60^\circ$ 的入射角对所述夹层玻璃进行入射时,无线电波透射损失 $S_{21}$ 可以为-4.0dB以上。

[0047] 本发明的实施方式的车辆用窗玻璃具有上述硼硅酸盐玻璃。

[0048] 本发明的其它实施方式的车辆用窗玻璃包含上述夹层玻璃。

[0049] 发明效果

[0050] 本发明的实施方式的硼硅酸盐玻璃、使用该硼硅酸盐玻璃的夹层玻璃以及车辆用窗玻璃具有高的毫米波透射性并且具有规定的隔热性和可见光透射性。

## 附图说明

[0051] 图1为本发明的实施方式的夹层玻璃的一例的剖视图。

[0052] 图2为表示将本发明的实施方式的夹层玻璃作为汽车用窗玻璃使用的状态的概念图。

[0053] 图3为图2中的S部分的放大图。

[0054] 图4为图3的Y-Y线的剖视图。

## 具体实施方式

[0055] 以下,对本发明的实施方式详细地进行说明。另外,在以下的附图中,有时对起到相同作用的构件、部位标注相同的符号进行说明,有时省略或简化重复的说明。另外,为了清楚地说明本发明而将附图中记载的实施方式示意性地表示,不一定准确地表示实际提供的产品的尺寸、比例尺。

[0056] 在本说明书中,关于“毫米波的无线电波透射性高/低”等的评价,在没有特别说明的情况下,是指对包含准毫米波和毫米波的无线电波透射性的评价,例如是指玻璃对10GHz~90GHz频率的无线电波的无线电波透射性。

[0057] 在本说明书中,在玻璃中“实质上不含有”某种成分是指除了不可避免的杂质外不含有,是指不主动地添加该成分。具体而言,表示在玻璃中这些成分的含有率分别以氧化物基准的摩尔ppm计为约100ppm以下。

[0058] [硼硅酸盐玻璃]

[0059] 本发明的实施方式的硼硅酸盐玻璃的特征在于,以氧化物基准的摩尔百分率计,所述硼硅酸盐玻璃包含:

[0060]  $70.0\% \leq \text{SiO}_2 \leq 85.0\%$ 、

[0061]  $5.0\% \leq \text{B}_2\text{O}_3 \leq 20.0\%$ 、

[0062]  $0.0\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 3.0\%$ 、

[0063]  $0.0\% \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、

[0064]  $0.0\% \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、

[0065]  $0.0\% \leq \text{K}_2\text{O} \leq 5.0\%$ 、

[0066]  $0.0\% \leq \text{MgO} \leq 5.0\%$ 、

[0067]  $0.0\% \leq \text{CaO} \leq 5.0\%$ 、

[0068]  $0.0\% \leq \text{SrO} \leq 5.0\%$ 、

[0069]  $0.0\% \leq \text{BaO} \leq 5.0\%$ 、和

[0070]  $0.06\% \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 1.0\%$ 、

[0071] 所述硼硅酸盐玻璃的碱度为0.485以上,并且 $[\text{Al}_2\text{O}_3]/([\text{SiO}_2]+[\text{B}_2\text{O}_3])$ 为0.015以下。

[0072] 硼硅酸盐玻璃是指以二氧化硅为主要成分且含有硼成分的氧化物类玻璃。硼硅酸盐玻璃中的硼成分为氧化硼(三氧化二硼( $\text{B}_2\text{O}_3$ )等硼氧化物的总称),玻璃中的氧化硼的比例以 $\text{B}_2\text{O}_3$ 换算来表示。

[0073] 以下,对本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的各成分的组成范围进行说明。需要说明的是,以下,在没有特别限制的情况下,各成分的组成范围以氧化物基准的摩尔百分率计。

[0074]  $\text{SiO}_2$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的必不可少的成分。 $\text{SiO}_2$ 的含量为70.0%以上且85.0%以下。 $\text{SiO}_2$ 有助于提高杨氏模量,由此容易确保汽车用途、建筑用途等所需要的强度。当 $\text{SiO}_2$ 少时,难以确保耐候性,另外,平均线性膨胀系数变得过大,玻璃板有可能热裂。另一方面,如果 $\text{SiO}_2$ 过多,则玻璃熔融时的粘度增加,玻璃制造有可能变得困难。

[0075] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{SiO}_2$ 的含量优选为72.5%以上,更优选为75.0%以上,进一步优选为77.5%以上,特别优选为79.0%以上。

[0076] 另外,本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{SiO}_2$ 的含量优选为84.0%以下,更优选为83.0%以下,进一步优选为82.5%以下,特别优选为82.0%以下。

[0077]  $\text{B}_2\text{O}_3$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的必不可少的成分。 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量为5.0%以上且20.0%以下。除了为了提高玻璃强度、提高毫米波的无线电波透射性而含有 $\text{B}_2\text{O}_3$ 以外, $\text{B}_2\text{O}_3$ 还有助于提高熔化性。

[0078] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量优选为6.0%以上,更优选为7.0%以上,进一步优选为9.0%以上,特别优选为11.0%以上。

[0079] 当 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量过多时,在熔化、成形中碱元素容易挥发,玻璃品质有可能降低,另外,耐酸性、耐碱性有可能降低。因此,本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量优选为18.0%以下,更优选为17.0%以下,进一步优选为15.0%以下,特别优选为14.0%以下。

[0080]  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量为0.0%以上且3.0%以下。当 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 少时,难以确保耐候性,另外,平均线性膨胀系数变得过大,玻璃板有可能热裂。另一方面,如果 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 过多,则玻璃熔融时的粘度增加,玻璃制造有可能变得困难。

[0081] 在含有 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的情况下,为了抑制玻璃的分相、改善耐候性, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量优选为0.10%以上,更优选为0.20%以上,进一步优选为0.30%以上。

[0082] 从将 $T_2$ 保持得低、容易制造玻璃的观点以及提高毫米波的无线电波透射率的观点考虑, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量优选为2.5%以下,更优选为2.0%以下,进一步优选为1.5%以下,特别优选为1.0%以下。

[0083] 需要说明的是,在本说明书中, $T_2$ 表示玻璃粘度达到 $10^2$  (dPa·s)时的温度。另外,

$T_4$ 表示玻璃粘度达到 $10^4$  (dPa · s)时的温度, $T_L$ 表示玻璃的液相线温度。

[0084] 为了提高毫米波的无线电波透射率,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3$ 、即 $\text{SiO}_2$ 含量、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量和 $\text{B}_2\text{O}_3$ 含量的合计可以为80.0%以上且98.0%以下。

[0085] 另外,当进一步考虑将本实施方式的硼硅酸盐玻璃的温度 $T_2$ 、 $T_4$ 保持得低而容易制造玻璃时, $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3$ 优选为97.0%以下,更优选为96.0%以下。

[0086] 但是,当 $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3$ 过少时,耐候性有可能降低,另外,相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )有可能变得过大。因此,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3$ 优选为85.0%以上,更优选为87.0%以上,特别优选为90.0%以上。

[0087]  $\text{Li}_2\text{O}$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分。 $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量为0.0%以上且5.0%以下。 $\text{Li}_2\text{O}$ 为提高玻璃的熔化性的成分,另外, $\text{Li}_2\text{O}$ 是容易增大杨氏模量,也有助于提高玻璃强度的成分。通过含有 $\text{Li}_2\text{O}$ ,玻璃的粘度降低,因此车辆用窗玻璃、特别是挡风玻璃等的成形性提高。

[0088] 在本实施方式的硼硅酸盐玻璃中含有 $\text{Li}_2\text{O}$ 的情况下, $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量优选为0.10%以上,更优选为1.0%以上,进一步优选为1.5%以上,特别优选为2.0%以上,最优选为2.3%以上。

[0089] 另一方面,当 $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量过多时,在制造玻璃时产生失透或分相,有可能难以制造。另外,当 $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量多时,有可能成为原料成本增加、相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )增加的原因。因此, $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量优选为4.5%以下,更优选为4.0%以下,进一步优选为3.5%以下,特别优选为3.0%以下,最优选为2.5%以下。

[0090]  $\text{Na}_2\text{O}$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分。 $\text{Na}_2\text{O}$ 的含量为0.0%以上且5.0%以下。

[0091]  $\text{Na}_2\text{O}$ 为提高玻璃的熔化性的成分,在含有 $\text{Na}_2\text{O}$ 的情况下优选含有0.10%以上。由此,容易将 $T_2$ 抑制在1900℃以下,并且将 $T_4$ 抑制在1350℃以下。另外,通过含有 $\text{Na}_2\text{O}$ ,玻璃的粘度降低,因此车辆用窗玻璃、特别是挡风玻璃的成形性提高。

[0092] 在含有 $\text{Na}_2\text{O}$ 的情况下, $\text{Na}_2\text{O}$ 的含量优选为0.20%以上,更优选为0.40%以上,进一步优选为0.50%以上,特别优选为1.0%以上,最优选为2.0%以上。

[0093] 另一方面,当 $\text{Na}_2\text{O}$ 过多时,除了成为相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )增加的原因以外,还导致平均线性膨胀系数变得过大,玻璃板容易热裂。因此, $\text{Na}_2\text{O}$ 的含量优选为4.5%以下,更优选为4.0%以下,更优选为3.5%以下,进一步优选为3.0%以下,最优选为2.5%以下。

[0094]  $\text{K}_2\text{O}$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分。 $\text{K}_2\text{O}$ 的含量为0.0%以上且5.0%以下。 $\text{K}_2\text{O}$ 为提高玻璃的熔化性的成分,优选含有0.10%以上。由此,容易将 $T_2$ 抑制在1900℃以下,并且将 $T_4$ 抑制在1350℃以下。

[0095] 在含有 $\text{K}_2\text{O}$ 的情况下, $\text{K}_2\text{O}$ 的含量更优选为0.30%以上,进一步优选为0.60%以上,特别优选为0.70%以上,最优选为0.80%以上。

[0096] 另一方面,当 $\text{K}_2\text{O}$ 的含量过多时,除了导致相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )增加以外,还导致平均线性膨胀系数变得过大,玻璃板容易热裂。因此, $\text{K}_2\text{O}$ 的含量优选为4.5%以下,更优选为4.0%以下,更优选为3.5%以下,进一步优选为3.0%以下,特别优选为2.5%以下。

[0097] 从毫米波的无线电波透射性的观点考虑,本实施方式的硼硅酸盐玻璃优选仅含有 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 中的 $\text{Li}_2\text{O}$ 。另外,从在保持熔化性的同时改善耐候性的观点考虑,优选含有 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{K}_2\text{O}$ 。

[0098]  $\text{MgO}$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分。 $\text{MgO}$ 的含量为0.0%以上且5.0%以下。 $\text{MgO}$ 为促进玻璃原料的熔化、提高耐候性、杨氏模量的成分。

[0099] 在含有 $\text{MgO}$ 的情况下, $\text{MgO}$ 的含量优选为0.10%以上,更优选为0.50%以上,进一步优选为1.0%以上。

[0100] 另外,如果 $\text{MgO}$ 的含量为5.0%以下,则不易失透并且能够抑制相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )的增加。 $\text{MgO}$ 的含量优选为4.0%以下,更优选为3.0%以下,进一步优选为2.5%以下,特别优选为2.0%以下,最优选为1.5%以下。

[0101]  $\text{CaO}$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分,为了提高玻璃原料的熔化性,可以含有一定量的 $\text{CaO}$ 。 $\text{CaO}$ 的含量为0.0%以上且5.0%以下。

[0102] 在含有 $\text{CaO}$ 的情况下, $\text{CaO}$ 的含量优选为0.10%以上,更优选为0.50%以上,进一步优选为1.0%以上。由此,玻璃的原料的熔化性、成形性( $T_2$ 的降低和 $T_4$ 的降低)提高。

[0103] 另外,通过使 $\text{CaO}$ 的含量为5.0%以下,能够避免玻璃密度的增加,保持低脆性和强度。为了防止玻璃变脆,另外,为了防止玻璃的相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )的增加, $\text{CaO}$ 的含量优选为4.0%以下,更优选为3.0%以下,进一步优选为2.5%以下,特别优选为2.0%以下,最优选为1.5%以下。

[0104]  $\text{SrO}$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分,为了提高玻璃原料的熔化性,可以含有一定量的 $\text{SrO}$ 。 $\text{SrO}$ 的含量为0.0%以上且5.0%以下。

[0105] 在含有 $\text{SrO}$ 的情况下, $\text{SrO}$ 的含量优选为0.10%以上,更优选为0.50%以上,进一步优选为1.0%以上。由此,玻璃的原料的熔化性、成形性( $T_2$ 的降低和 $T_4$ 的降低)提高。

[0106] 另外,通过使 $\text{SrO}$ 的含量为5.0%以下,能够避免玻璃密度的增加,保持低脆性和强度。为了防止玻璃变脆,另外,为了防止玻璃的相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )的增加, $\text{SrO}$ 的含量优选为4.0%以下。另外, $\text{SrO}$ 的含量更优选为3.0%以下,进一步优选为2.5%以下,特别优选为2.0%以下,最优选实质上不含 $\text{SrO}$ 。

[0107]  $\text{BaO}$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的任选成分,为了提高玻璃原料的熔化性,可以含有一定量的 $\text{BaO}$ 。 $\text{BaO}$ 的含量为0.0%以上且5.0%以下。在含有 $\text{BaO}$ 的情况下, $\text{BaO}$ 的含量优选为0.10%以上,更优选为0.50%以上,进一步优选为1.0%以上。由此,玻璃的原料的熔化性、成形性( $T_2$ 的降低和 $T_4$ 的降低)提高。

[0108] 另外,通过使 $\text{BaO}$ 的含量为5.0%以下,能够避免玻璃密度的增加,保持低脆性和强度。为了防止玻璃变脆,另外,为了防止玻璃的相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )的增加, $\text{BaO}$ 的含量优选为4.0%以下。另外, $\text{BaO}$ 的含量更优选为3.0%以下,进一步优选为2.5%以下,特别优选为2.0%以下,最优选实质上不含 $\text{BaO}$ 。

[0109]  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 为本实施方式的硼硅酸盐玻璃的必不可少的成分,为了赋予隔热性而含有。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量为0.06%以上且1.0%以下。这里所说的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量是指包含作为二价铁的氧化物的 $\text{FeO}$ 和作为三价铁的氧化物的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的总铁量。

[0110] 当 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量小于0.06%时,有可能无法用于要求隔热性的用途,另外,为了制造玻璃板,有时需要使用铁含量少的高价原料。此外,当 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量小于0.06%时,在玻璃熔

融时,有可能热辐射以必要以上的程度到达熔窑底面,从而对熔窑施加负荷。

[0111] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量优选为0.10%以上,更优选为0.15%以上,进一步优选为0.17%以上,特别优选为0.20%以上。

[0112] 另一方面,当 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量大于1.0%时,在制造时有可能妨碍由辐射引起的传热而使原料难以熔融。此外,当 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量过多时,可见光区域的光透射率降低,因此不适合汽车用窗玻璃等。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的含量优选为0.80%以下,更优选为0.50%以下,进一步优选为0.40%以下。

[0113] 另外,以质量基准计,上述 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 中所含的铁离子优选满足 $0.25 \leq [\text{Fe}^{2+}] / ([\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}]) \leq 0.80$ 。由此,玻璃板对900nm~1300nm范围的光的透射率提高。当氧化还原比( $[\text{Fe}^{2+}] / ([\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}])$ )过低时,导致玻璃板的隔热性变差。另一方面,当氧化还原比过高时,有可能导致激光、雷达等红外线照射设备的光难以通过、紫外线的吸收性降低。

[0114] 在此, $[\text{Fe}^{2+}]$ 和 $[\text{Fe}^{3+}]$ 分别表示本实施方式的硼硅酸盐玻璃中所含的 $\text{Fe}^{2+}$ 和 $\text{Fe}^{3+}$ 的含量。另外,“ $[\text{Fe}^{2+}] / ([\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}])$ ”是指本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{Fe}^{2+}$ 的含量相对于 $\text{Fe}^{2+}$ 和 $\text{Fe}^{3+}$ 的合计含量的比例。

[0115]  $[\text{Fe}^{2+}] / ([\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}])$ 通过以下的方法求出。

[0116] 在室温下利用氢氟酸与盐酸的混合酸将粉碎后的玻璃分解,然后将分解液中的一定量分取到塑料容器中,加入盐酸羟胺溶液,使样品溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 还原为 $\text{Fe}^{2+}$ 。然后,添加2,2'-联吡啶溶液和乙酸铵缓冲液而使 $\text{Fe}^{2+}$ 显色。显色液用离子交换水调至一定量,用吸收光度计测定波长522nm下的吸光度。然后,根据使用标准液制作的校准曲线计算浓度,从而求出 $\text{Fe}^{2+}$ 量。由于样品溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 被还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,因此该 $\text{Fe}^{2+}$ 的量表示样品中的“ $[\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}]$ ”。

[0117] 接着,在室温下利用氢氟酸与盐酸的混合酸将粉碎后的玻璃分解,然后将分解液中的一定量分取到塑料容器中,快速添加2,2'-联吡啶溶液和乙酸铵缓冲液,仅使 $\text{Fe}^{2+}$ 显色。显色液用离子交换水调至一定量,用吸收光度计测定波长522nm下的吸光度。然后,根据使用标准液制作的校准曲线计算浓度,从而计算出 $\text{Fe}^{2+}$ 量。该 $\text{Fe}^{2+}$ 量表示样品中的 $[\text{Fe}^{2+}]$ 。

[0118] 然后,根据上述求出的 $[\text{Fe}^{2+}]$ 和 $[\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}]$ ,计算出 $[\text{Fe}^{2+}] / ([\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}])$ 。

[0119] 在本实施方式的硼硅酸盐玻璃中,当在该玻璃中存在水分时,吸收近红外线区域的光。因此,为了提高隔热性,本实施方式的硼硅酸盐玻璃优选含有一定程度的水分。

[0120] 玻璃中的水分一般可以用 $\beta\text{-OH}$ 值表示, $\beta\text{-OH}$ 值优选为 $0.050\text{mm}^{-1}$ 以上,更优选为 $0.10\text{mm}^{-1}$ 以上,进一步优选为 $0.15\text{mm}^{-1}$ 以上。 $\beta\text{-OH}$ 由使用FT-IR(傅里叶变换红外分光光度计)测定的玻璃的透射率通过下式得到。

[0121]  $\beta\text{-OH} = (1/X) \log_{10} (T_A/T_B) [\text{mm}^{-1}]$

[0122] X:样品的厚度[mm]

[0123]  $T_A$ :参考波数 $4000\text{cm}^{-1}$ 下的透射率[%]

[0124]  $T_B$ :羟基吸收波数 $3600\text{cm}^{-1}$ 附近的最小透射率[%]

[0125] 另一方面,当玻璃中的水分量过多时,除了发送和接收毫米波的无线电波以外,在利用红外线照射设备(激光、雷达等)时有时产生不良情况。因此,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $\beta\text{-OH}$ 值优选为 $0.70\text{mm}^{-1}$ 以下,更优选为 $0.60\text{mm}^{-1}$ 以下,进一步优选为 $0.50\text{mm}^{-1}$ 以下,特别优选为 $0.40\text{mm}^{-1}$ 以下。

[0126] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的碱度为0.485以上。通过本实施方式的硼硅酸盐玻璃的碱度为0.485以上,能够实现高的可见光透射率。以下,对碱度进行说明。

[0127] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的碱度表示玻璃中的氧原子的给电子性,是指通过下述式(1)求出的值( $\Lambda_{\text{cal}}$ )。

$$[0128] \quad \Lambda_{\text{cal}} = 1 - \sum_i \frac{Z_i r_i}{2} (1 - 1/\gamma_i) \quad (1)$$

[0129] 在式(1)中, $Z_i$ 为玻璃中的阳离子i的化合价, $r_i$ 为玻璃中的阳离子i相对于全部氧化物离子的比例, $\gamma_i$ 为碱度缓和参数(basicity moderating parameter),是表示阳离子i使氧化物离子的给电子性降低的程度的参数。

[0130]  $\gamma_i$ 与Pauling的电负性 $x$ 具有由下式(2)表示的关系。

$$[0131] \quad \gamma_i = 1.36(x_i - 0.26) \quad (2)$$

[0132] 如上所述,本实施方式的硼硅酸盐玻璃可以含有作为氧化物的 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 等形成玻璃的成分; $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 等碱金属氧化物; $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 等碱土金属氧化物。

[0133]  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 为能够降低碱度的成分。

[0134]  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 为能够提高碱度的成分。

[0135]  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{BaO}$ 为能够显著地提高碱度的成分。

[0136] 其中,提高碱度的作用按照 $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O} > \text{BaO}$ 的顺序增强。因此,通过调节 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{BaO}$ 的组成比例,能够精细地控制玻璃的碱度。

[0137] 作为玻璃中所含的氧化物离子,可以列举 $\text{O}^{2-}$ 。

[0138] 作为玻璃中的阳离子i,可以列举: $\text{Si}^{4+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{B}^{3+}$ 、 $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Sr}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 。

[0139]  $r_i$ 为阳离子i相对于玻璃中的全部氧化物离子的比例,是从玻璃组成唯一地计算出的值。

[0140] 玻璃中的全部氧化物离子为(各成分1分子所具有的氧原子的个数 $\times$ 各成分的摩尔%)之和。

[0141] 需要说明的是,碱度为根据经验公式计算的光学碱度,在J.A.Duffy and M.D.Ingram, J.Non-Cryst.Solids 21(1976)373中提出了方案。

[0142] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的碱度优选为0.488以上,更优选为0.490以上。

[0143] 另外,为了不损害介电常数,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的碱度优选为0.496以下,更优选为0.494以下,进一步优选为0.492以下,特别优选为0.490以下。

[0144] 在本实施方式的硼硅酸盐玻璃中, $[\text{Al}_2\text{O}_3]/([\text{SiO}_2]+[\text{B}_2\text{O}_3])$ 为0.015以下,优选为0.012以下,更优选为0.011以下。由此,能够保持低介电常数。在此, $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ 、 $[\text{SiO}_2]$ 和 $[\text{B}_2\text{O}_3]$ 分别表示本实施方式的硼硅酸盐玻璃中所含的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量。

[0145] 另外,“ $[\text{Al}_2\text{O}_3]/([\text{SiO}_2]+[\text{B}_2\text{O}_3])$ ”是指本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量相对于 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的合计含量的比例。

[0146] 在本实施方式的硼硅酸盐玻璃中, $[\text{Al}_2\text{O}_3]/([\text{SiO}_2]+[\text{B}_2\text{O}_3])$ 优选为0.005以上,更优选为0.008以上,进一步优选为0.010以上。

[0147] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的密度可以为 $2.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以上且 $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以下。

[0148] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的杨氏模量可以为50GPa以上且80GPa以下。

[0149] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $50^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 的范围内的平均线性膨胀系数可以为 $25\times 10^{-7}/\text{K}$ 以上且 $90\times 10^{-7}/\text{K}$ 以下。

[0150] 如果本实施方式的硼硅酸盐玻璃满足这些条件,则能够适当地用作车辆用夹层玻璃等。

[0151] 为了确保耐候性,本实施方式的硼硅酸盐玻璃优选包含一定量以上的 $\text{SiO}_2$ ,结果,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的密度可以为 $2.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以上。本实施方式的硼硅酸盐玻璃的密度优选为 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ 以上。

[0152] 另外,当本实施方式的硼硅酸盐玻璃的密度为 $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以下时,不易变脆,并且能够实现轻量化。本实施方式的硼硅酸盐玻璃的密度优选为 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ 以下。

[0153] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃由于杨氏模量增大而具有高刚性,更适于车辆用窗玻璃等。本实施方式的硼硅酸盐玻璃的杨氏模量优选为 $55\text{GPa}$ 以上,更优选为 $60\text{GPa}$ 以上,进一步优选为 $62\text{GPa}$ 以上。

[0154] 另一方面,当为了提高杨氏模量而增加 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 时,玻璃的相对介电常数( $\epsilon_r$ )、介质损耗角正切( $\tan\delta$ )增加。因此,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的适当的杨氏模量为 $75\text{GPa}$ 以下,优选为 $70\text{GPa}$ 以下,更优选为 $68\text{GPa}$ 以下。

[0155] 通过减小本实施方式的硼硅酸盐玻璃的平均线性膨胀系数,能够抑制由玻璃板的温度分布引起的热应力的产生,不易发生玻璃板的热裂,因此是优选的。

[0156] 另外,当本实施方式的硼硅酸盐玻璃的平均线性膨胀系数过大时,在玻璃板的成形工序、缓慢冷却工序或挡风玻璃的成形工序中容易产生由玻璃板的温度分布引起的热应力,有可能发生玻璃板的热裂。

[0157] 另外,当本实施方式的硼硅酸盐玻璃的平均线性膨胀系数变得过大时,玻璃板与支撑构件等的膨胀差变大,成为产生应变的原因,玻璃板有可能破裂。

[0158] 因此,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $50^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 的范围内的平均线性膨胀系数可以为 $45\times 10^{-7}/\text{K}$ 以下,优选为 $40\times 10^{-7}/\text{K}$ 以下,更优选为 $38\times 10^{-7}/\text{K}$ 以下,进一步优选为 $36\times 10^{-7}/\text{K}$ 以下,特别优选为 $34\times 10^{-7}/\text{K}$ 以下,最优选为 $32\times 10^{-7}/\text{K}$ 以下。

[0159] 另一方面,从利用热处理进行风冷强化的观点考虑,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $50^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 的范围内的平均线性膨胀系数优选为 $20\times 10^{-7}/\text{K}$ 以上,更优选为 $25\times 10^{-7}/\text{K}$ 以上,进一步优选为 $28\times 10^{-7}/\text{K}$ 以上。

[0160] 另外,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_2$ 优选为 $1900^{\circ}\text{C}$ 以下。另外,在本实施方式的硼硅酸盐玻璃中, $T_4$ 优选为 $1350^{\circ}\text{C}$ 以下, $T_4-T_L$ 优选为 $-50^{\circ}\text{C}$ 以上。

[0161] 当本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_2$ 或 $T_4$ 大于这些规定温度时,难以通过浮法、辊压法、下拉法等制造大的玻璃板。

[0162] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_2$ 优选为 $1850^{\circ}\text{C}$ 以下,更优选为 $1800^{\circ}\text{C}$ 以下,最优选为 $1750^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0163] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_4$ 更优选为 $1300^{\circ}\text{C}$ 以下,进一步优选为 $1250^{\circ}\text{C}$ 以下,最优选为 $1200^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0164] 对本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_2$ 和 $T_4$ 的下限没有特别限制,但是为了保持耐候性、玻璃的密度,典型地 $T_2$ 为 $1200^{\circ}\text{C}$ 以上, $T_4$ 为 $800^{\circ}\text{C}$ 以上。

[0165] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_2$ 优选为 $1300^{\circ}\text{C}$ 以上,更优选为 $1400^{\circ}\text{C}$ 以上,更优

选为1500℃以上,进一步优选为1600℃以上,特别优选为1650℃以上,最优选为1700℃以上。

[0166] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_4$ 优选为900℃以上,更优选为1000℃以上。

[0167] 此外,为了能够用浮法制造,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_4-T_L$ 优选为-50℃以上。当该差小于-50℃时,在玻璃成形时在玻璃中产生失透,产生玻璃的机械特性降低、透明性降低等问题,有可能无法得到品质良好的玻璃。

[0168] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_4-T_L$ 更优选为0℃以上,进一步优选为+20℃以上。

[0169] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_{11}$ 优选为650℃以下,更优选为630℃以下。

[0170] 在本实施方式的硼硅酸盐玻璃中, $T_{12}$ 优选为620℃以下,更优选为600℃以下。需要说明的是, $T_{11}$ 表示玻璃粘度达到 $10^{11}$  (dPa·s)时的温度, $T_{12}$ 表示玻璃粘度达到 $10^{12}$  (dPa·s)时的温度。

[0171] 另外,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_g$ 优选为400℃以上且650℃以下。需要说明的是,在本说明书中, $T_g$ 表示玻璃的玻璃化转变温度。

[0172] 如果 $T_g$ 在上述规定温度范围内,则能够在通常的制造条件范围内进行玻璃的弯曲加工。当本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_g$ 小于400℃时,在成形性上不会产生问题,但是碱含量或碱土类含量变得过大,从而玻璃的热膨胀变得过大、或者容易产生耐候性降低等问题。另外,当本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_g$ 小于400℃时,在成形温度范围内,玻璃有可能失透而无法成形。

[0173] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_g$ 更优选为450℃以上,进一步优选为470℃以上,特别优选为490℃以上。

[0174] 另一方面,当 $T_g$ 过高时,在玻璃弯曲加工时需要高的温度,制造变得困难。本实施方式的硼硅酸盐玻璃的 $T_g$ 更优选为600℃以下,进一步优选为550℃以下。

[0175] 另外,本实施方式的硼硅酸盐玻璃通过调节组成而成为低 $\tan\delta$ ,结果,能够降低介质损耗,实现高的毫米波的无线电波透射率。本实施方式的硼硅酸盐玻璃同样地通过调节组成能够调节相对介电常数( $\epsilon_r$ ),抑制在与中间膜的界面处的无线电波的反射,能够实现高的毫米波的无线电波透射率。

[0176] 另外,本实施方式的硼硅酸盐玻璃的频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )优选为6.0以下。如果频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )为6.0以下,则与中间膜的相对介电常数( $\epsilon_r$ )的差变小,能够抑制在与中间膜的界面处的无线电波的反射。

[0177] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃在频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )更优选为5.5以下,进一步优选为5.0以下,进一步优选为4.75以下,特别优选为4.5以下,最优选为4.4以下。

[0178] 另外,对本实施方式的硼硅酸盐玻璃在频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )的下限没有特别限制,例如为3.8以上。

[0179] 另外,本实施方式的硼硅酸盐玻璃在频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )优选为0.01以下。如果在频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )为0.01以下,则能够提高无线电波透射率。

[0180] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃在频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )更优选为0.009以下,进一步优选为0.0085以下,进一步优选为0.008以下,特别优选为0.0075以下,

最优选为0.007以下。

[0181] 另外,对本实施方式的硼硅酸盐玻璃在频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )的下限没有特别限制,例如为0.003以上。

[0182] 如果本实施方式的硼硅酸盐玻璃在频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )满足上述范围,则即使在频率10GHz~90GHz下,也能够实现高的毫米波的无线电波透射率。

[0183] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃在频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )例如可以通过分离柱介质谐振器法(SPDR法)测定。在该测定中,可以使用QWED公司制造的基本的标称频率为10GHz型分离柱介质谐振器、是德科技公司制造的矢量网络分析仪E8361C和是德科技公司制造的85071E-3000option 300介电常数计算用软件等。

[0184] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃的NiO的含量优选为0.01%以下。

[0185] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃可以含有除SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、MgO、CaO、SrO、BaO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>以外的成分(以下,也称为“其它成分”),在含有这些成分的情况下,其合计含量优选为5.0%以下。

[0186] 其它成分例如可以列举:ZrO<sub>2</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Nd<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、GaO<sub>2</sub>、GeO<sub>2</sub>、MnO<sub>2</sub>、CoO、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Se、Au<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ag<sub>2</sub>O、CuO、CdO、SO<sub>3</sub>、Cl、F、SnO<sub>2</sub>、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等,可以为金属离子,也可以为氧化物。

[0187] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的NiO的含量优选为0.010%以下,并且其它成分的合计含量更优选为5.0%以下,进一步优选为3.0%以下,特别优选为2.0%以下,最优选为1.0%以下。

[0188] 当本实施方式的硼硅酸盐玻璃含有NiO时,NiS的生成可能导致玻璃断裂,因此其含量优选为0.010%以下。

[0189] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的NiO的含量更优选为0.0050%以下,进一步优选实质上不含有NiO。

[0190] 出于各种目的(例如澄清和着色),可以含有5.0%以下的其它成分。当其它成分的含量大于5.0%时,有可能降低毫米波的无线电波透射率。

[0191] 其它成分的含量优选为2.0%以下,更优选为1.0%以下,进一步优选为0.50%以下,特别优选为0.30%以下,最优选为0.10%以下。另外,为了防止对环境的影响,As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO的含量分别优选小于0.0010%。

[0192] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃可以实质上不含有Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。由此,能够抑制可见光、特别是蓝~绿区域(波长400nm~550nm)的光的吸收。另外,在此情况下,在将本实施方式的硼硅酸盐玻璃的厚度换算为2.00mm时的、所述的硼硅酸盐玻璃对波长450nm~550nm的光的平均透射率能够调节为75.0%以上。

[0193] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃可以实质上不含有CeO<sub>2</sub>和CeO<sub>3</sub>。由此,能够抑制可见光、特别是蓝~绿区域(波长400nm~550nm)的光的吸收。另外,在此情况下,在将本实施方式的硼硅酸盐玻璃的厚度换算为2.00mm时的、所述的硼硅酸盐玻璃对波长450nm~550nm的光的平均透射率能够调节为75.0%以上。

[0194] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃可以含有Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>能够作为氧化剂发挥作用而控制FeO量。在本实施方式的硼硅酸盐玻璃包含Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的情况下,其含量优选为0.0020%以上,更优选为0.0040%以上。

[0195] 由于 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 对于可见光区域的光而言是有色的,因此可见光透射率有可能降低。因此,在本实施方式的硼硅酸盐玻璃包含 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 的情况下, $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 的含量优选为1.0%以下,更优选为0.50%以下,进一步优选为0.30%以下,特别优选为0.10%以下。

[0196] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃可以含有 $\text{SnO}_2$ 。 $\text{SnO}_2$ 能够作为还原剂发挥作用而控制 $\text{FeO}$ 量。

[0197] 在本实施方式的硼硅酸盐玻璃包含 $\text{SnO}_2$ 的情况下,其含量优选为0.010%以上,更优选为0.040%以上,进一步优选为0.060%以上,特别优选为0.080%以上。

[0198] 另一方面,为了在制造玻璃板时抑制来自 $\text{SnO}_2$ 的缺陷,本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{SnO}_2$ 的含量优选为1.0%以下,更优选为0.50%以下,进一步优选为0.30%以下,特别优选为0.20%以下。

[0199] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃可以含有 $\text{P}_2\text{O}_5$ 。 $\text{P}_2\text{O}_5$ 在用浮法制造本实施方式的硼硅酸盐玻璃时提高熔化性,但是在浮抛窑内容易产生玻璃的缺陷。因此,本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的 $\text{P}_2\text{O}_5$ 的含量优选为5.0%以下,更优选为1.0%以下,更优选为0.50%以下,进一步优选为0.10%以下,特别优选为0.050%以下,最优选小于0.010%。

[0200] 可以为了提高化学耐久性而含有 $\text{ZrO}_2$ ,在含有 $\text{ZrO}_2$ 的情况下,其含量优选为0.5%以上。

[0201] 由于平均线性膨胀系数有可能变大,因此 $\text{ZrO}_2$ 的含量更优选为1.8%以下,进一步优选为1.5%以下。

[0202] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃具有充分的可见光透射率。本实施方式的硼硅酸盐玻璃的可见光透射率为利用分光光度计等根据在JIS R3106(2019年)中规定的计算式计算出的值。

[0203] 在将厚度换算为2.00mm时,本实施方式的硼硅酸盐玻璃对波长500nm的光的透射率优选为78.0%以上,更优选为80.0%以上,进一步优选为82.0%以上。另外,对上述波长的光的透射率例如为90.0%以下。

[0204] 在将厚度换算为2.00mm时,本实施方式的硼硅酸盐玻璃对波长450nm~700nm的光的平均透射率优选为78.0%以上,更优选为80.0%以上,进一步优选为82.0%以上。另外,对上述波长的光的平均透射率例如为90.0%以下。这里所说的平均透射率是指以1nm间隔测定的透射率的平均值。

[0205] 本实施方式的硼硅酸盐玻璃对近红外光的透射率低,具有充分的隔热性。本实施方式的硼硅酸盐玻璃中的近红外光的透射率为利用分光光度计等根据在JIS R3106(2019年)中规定的计算式计算出的值。

[0206] 在将厚度换算为2.00mm时,本实施方式的硼硅酸盐玻璃对波长1000nm的光的透射率优选为80.0%以下,更优选为75.0%以下,进一步优选为70.0%以下。另外,对上述波长的光的透射率例如为50.0%以上。

[0207] 在将厚度换算为2.00mm时,本实施方式的硼硅酸盐玻璃对波长900nm~1300nm的光的平均透射率优选为80.0%以下,更优选为75.0%以下,进一步优选为70.0%以下。另外,对上述波长的光的平均透射率例如为50.0%以上。这里所说的平均透射率是指以1nm间隔测定的透射率的平均值。

[0208] 对本实施方式的硼硅酸盐玻璃的制造方法没有特别限制,例如,优选用公知的浮

法成形的玻璃板。在浮法中,将熔融的玻璃坯料浮在锡等熔融金属上,通过严格的温度操作成型出厚度、板宽均匀的玻璃板。

[0209] 或者,也可以为通过公知的辊压法、下拉法成形的玻璃板,也可以为表面被研磨的板厚均匀的玻璃板。

[0210] 在此,下拉法大致分为流孔下引法和溢流下拉法(熔合法),均为使熔融玻璃从成形体中连续地流下,从而形成带状板形状的玻璃带的方法。

[0211] [夹层玻璃]

[0212] 本发明的实施方式的夹层玻璃具有第一玻璃板、第二玻璃板和夹在第一玻璃板与第二玻璃板之间的中间膜,第一玻璃板和第二玻璃板的至少一者为上述硼硅酸盐玻璃。

[0213] 图1为表示本实施方式的夹层玻璃10的一例的图。夹层玻璃10具有第一玻璃板11、第二玻璃板12和夹在第一玻璃板11与第二玻璃板12之间的中间膜13。

[0214] 需要说明的是,本实施方式的夹层玻璃10不限于图1的方式,可以在不脱离本发明的主旨的范围内进行变更。例如,中间膜13可以如图1所示由一层形成,也可以由两层以上形成。另外,本实施方式的夹层玻璃10也可以具有三片以上的玻璃板,在此情况下,在相邻的玻璃板之间可以隔着有机树脂等。以下,本实施方式的夹层玻璃10以玻璃板仅具有第一玻璃板11和第二玻璃板12这两片并且夹着中间膜13的结构的形式进行说明。

[0215] 在本实施方式的夹层玻璃中,从光学特性和无线电波透射性的观点考虑,第一玻璃板11和第二玻璃板12均优选使用上述硼硅酸盐玻璃。在此情况下,第一玻璃板11和第二玻璃板12可以使用相同组成的硼硅酸盐玻璃,也可以使用不同组成的硼硅酸盐玻璃。

[0216] 在第一玻璃板11和第二玻璃板12中的一者不是上述硼硅酸盐玻璃的情况下,对该玻璃板的种类没有特别限制,可以使用用于车辆用窗玻璃等的以往公知的玻璃板。具体而言,可以列举碱铝硅酸盐玻璃和钠钙玻璃等。这些玻璃板可以着色到不损害透明性的程度,也可以不着色。

[0217] 另外,在本实施方式的夹层玻璃中,第一玻璃板11和第二玻璃板12中的一者可以为含有1.0%以上的 $Al_2O_3$ 的碱铝硅酸盐玻璃。通过第一玻璃板11或第二玻璃板12为上述碱铝硅酸盐玻璃,如后所述,能够进行化学强化,能够实现高强度化。另外,与硼硅酸盐玻璃相比,碱铝硅酸盐玻璃还具有容易化学强化的优点。

[0218] 从耐候性和化学强化的观点考虑,上述碱铝硅酸盐玻璃中的 $Al_2O_3$ 的含量更优选为2.0%以上,进一步优选为2.5%以上。另外,在碱铝硅酸盐玻璃中,当 $Al_2O_3$ 的含量多时,毫米波的无线电波透射率有可能降低,因此 $Al_2O_3$ 的含量优选为20%以下,更优选为15%以下。

[0219] 从化学强化的观点考虑,上述碱铝硅酸盐玻璃的 $R_2O$ 含量优选为10%以上,更优选为12%以上,进一步优选为13%以上。

[0220] 另外,在碱铝硅酸盐玻璃中,当 $R_2O$ 的含量多时,毫米波的无线电波透射率有可能降低,因此 $R_2O$ 的含量优选为25%以下,更优选为20%以下,进一步优选为19%以下。在此, $R_2O$ 表示 $Li_2O$ 、 $Na_2O$ 或 $K_2O$ 。

[0221] 作为上述碱铝硅酸盐玻璃,具体而言,可以例示以下组成的玻璃。

[0222]  $61\% \leq SiO_2 \leq 77\%$

[0223]  $1.0\% \leq Al_2O_3 \leq 20\%$

[0224]  $0.0\% \leq B_2O_3 \leq 10\%$

[0225]  $0.0\% \leq \text{MgO} \leq 15\%$

[0226]  $0.0\% \leq \text{CaO} \leq 10\%$

[0227]  $0.0\% \leq \text{SrO} \leq 1.0\%$

[0228]  $0.0\% \leq \text{BaO} \leq 1.0\%$

[0229]  $0.0\% \leq \text{Li}_2\text{O} \leq 15\%$

[0230]  $2.0\% \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 15\%$

[0231]  $0.0\% \leq \text{K}_2\text{O} \leq 6.0\%$

[0232]  $0.0\% \leq \text{ZrO}_2 \leq 4.0\%$

[0233]  $0.0\% \leq \text{TiO}_2 \leq 1.0\%$

[0234]  $0.0\% \leq \text{Y}_2\text{O}_3 \leq 2.0\%$

[0235]  $10\% \leq \text{R}_2\text{O} \leq 25\%$

[0236]  $0.0\% \leq \text{RO} \leq 20\%$

[0237] ( $\text{R}_2\text{O}$ 为 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 的合计量,  $\text{RO}$ 表示 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 的合计量。)

[0238] 另外,作为钠钙玻璃,可以为含有小于1.0%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的钠钙玻璃。具体而言,可以例示以下组成的玻璃。

[0239]  $60\% \leq \text{SiO}_2 \leq 75\%$

[0240]  $0.0\% \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 1.0\%$

[0241]  $2.0\% \leq \text{MgO} \leq 11\%$

[0242]  $2.0\% \leq \text{CaO} \leq 10\%$

[0243]  $0.0\% \leq \text{SrO} \leq 3.0\%$

[0244]  $0.0\% \leq \text{BaO} \leq 3.0\%$

[0245]  $10\% \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 18\%$

[0246]  $0.0\% \leq \text{K}_2\text{O} \leq 8.0\%$

[0247]  $0.0\% \leq \text{ZrO}_2 \leq 4.0\%$

[0248]  $0.0010\% \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 5.0\%$

[0249] 第一玻璃板11或第二玻璃板12的厚度的下限优选为0.50mm以上,更优选为0.80mm以上,进一步优选为1.50mm以上。当第一玻璃板11或第二玻璃板12的厚度为0.50mm以上时,能够提高隔音性、强度。

[0250] 另外,第一玻璃板11和第二玻璃板12的厚度可以相同,也可以不同。

[0251] 需要说明的是,在本实施方式的夹层玻璃10中,第一玻璃板11和第二玻璃板12的厚度可以在整个面上恒定,也可以构成第一玻璃板11和第二玻璃板12中的一者或两者的厚度变化的楔形等根据需要按部位进行改变。

[0252] 为了提高强度,可以对第一玻璃板11和第二玻璃板12中的一者或两者实施强化处理。强化方法可以为物理强化,也可以为化学强化。

[0253] 作为物理强化处理的方法,可以列举对玻璃板进行热强化处理。在热强化处理中,将均匀加热后的玻璃板从软化点附近的温度开始骤冷,通过玻璃表面与玻璃内部的温度差在玻璃表面产生压应力。压应力在玻璃的整个表面均匀地产生,在玻璃的整个表面形成均匀深度的压应力层。热强化处理与化学强化处理相比,适合于板厚厚的玻璃板的强化。

[0254] 作为化学强化处理的方法,例如有离子交换法等。在离子交换法中,将玻璃板浸渍

在处理液(例如硝酸钾熔融盐)中,将玻璃中所含的离子半径小的离子(例如Na离子)交换为离子半径大的离子(例如K离子),由此在玻璃表面产生压应力。压应力均匀地产生于玻璃板的整个表面,在玻璃板的整个表面形成均匀深度的压应力层。

[0255] 玻璃板表面的压应力(以下也称为表面压应力CS)的大小、在玻璃板表面形成的压应力层的深度DOL可以分别通过玻璃组成、化学强化处理时间和化学强化处理温度来调节。对于化学强化玻璃,例如可以列举对上述碱铝硅酸盐玻璃进行了化学强化处理的玻璃。

[0256] 第一玻璃板11和第二玻璃板12的形状可以为平板状,也可以为整面或局部具有曲率的弯曲状。

[0257] 在第一玻璃板11和第二玻璃板12弯曲的情况下,可以为仅在上下方向或左右方向中的任一方向上弯曲的单弯曲形状,也可以为在上下方向或左右方向这两个方向上弯曲的多弯曲形状。

[0258] 在第一玻璃板11和第二玻璃板12为多弯曲形状的情况下,曲率半径在上下方向和左右方向上可以相同,也可以不同。

[0259] 在第一玻璃板11和第二玻璃板12弯曲的情况下,上下方向和/或左右方向的曲率半径优选为1000mm以上。

[0260] 例如在车辆用窗玻璃的情况下,第一玻璃板11和第二玻璃板12的主表面的形状为与搭载的车辆的窗开口部相适合的形状。

[0261] 本实施方式的中间膜13夹在上述第一玻璃板11与第二玻璃板12之间。本实施方式的夹层玻璃10通过具有中间膜13,能够使第一玻璃板11与第二玻璃板12牢固地胶粘,并且在飞散片与玻璃板碰撞时能够缓和其冲击力。

[0262] 作为中间膜13,可以使用以往在作为车辆用夹层玻璃使用的夹层玻璃中通常采用的各种有机树脂。例如可以使用:聚乙烯(PE)、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、甲基丙烯酸类树脂(PMA)、聚氯乙烯(PVC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、乙酸纤维素(CA)、邻苯二甲酸二烯丙酯树脂(DAP)、脲醛树脂(UP)、三聚氰胺树脂(MF)、不饱和聚酯(UP)、聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、聚乙烯醇缩甲醛(PVF)、聚乙烯醇(PVAL)、乙酸乙烯酯树脂(PVAc)、离聚物(IO)、聚甲基戊烯(TPX)、偏二氯乙烯(PVDC)、聚砜(PSF)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、甲基丙烯酸-苯乙烯共聚树脂(MS)、聚芳酯(PAR)、聚芳砜(PASF)、聚丁二烯(BR)、聚醚砜(PESF)或聚醚醚酮(PEEK)等。其中,从透明性和牢固附着性的观点考虑,优选EVA、PVB,特别是PVB能够赋予隔音性,因此是优选的。

[0263] 从缓和冲击力、隔音性的观点考虑,中间膜13的厚度优选为0.30mm以上,更优选为0.50mm以上,进一步优选为0.70mm以上。

[0264] 另外,从抑制可见光透射率降低的观点考虑,中间膜13的厚度优选为1.00mm以下,更优选为0.90mm以下,进一步优选为0.80mm以下。

[0265] 另外,中间膜13的厚度优选在0.30mm~1.00mm的范围内,更优选在0.70mm~0.80mm的范围内。

[0266] 中间膜13的厚度可以在整个面上恒定,也可以根据需要按部位进行变化。

[0267] 需要说明的是,当中间膜13与第一玻璃板11或第二玻璃板12的线性膨胀系数之差大时,在经过后述的加热工序而制作夹层玻璃10的情况下,有可能在夹层玻璃10上产生裂纹、翘曲,引起外观不良。

[0268] 因此,优选中间膜13与第一玻璃板11或第二玻璃板12的线性膨胀系数之差尽可能小。中间膜13与第一玻璃板11或第二玻璃板12的线性膨胀系数之差可以分别用规定的温度范围内的平均线性膨胀系数之间的差表示。

[0269] 特别是,由于构成中间膜13的树脂的玻璃化转变温度低,因此可以在树脂材料的玻璃化转变温度以下的温度范围内设定规定的平均线性膨胀系数差。需要说明的是,第一玻璃板11或第二玻璃板12与树脂材料的线性膨胀系数之差可以根据树脂材料的玻璃化转变温度以下的规定温度来设定。

[0270] 另外,中间膜13可以使用包含粘合剂的粘合剂层,作为粘合剂没有特别限制,例如可以使用丙烯酸类粘合剂、聚硅氧烷类粘合剂等。

[0271] 在中间膜13为粘合剂层的情况下,由于在第一玻璃板11与第二玻璃板12的接合工艺中不需要经过加热工序,因此产生上述裂纹、翘曲的可能性小。

[0272] [其它层]

[0273] 本发明的实施方式的夹层玻璃10可以在不损害本发明的效果的范围内具有除第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13以外的层(以下也称为“其它层”)。例如,可以具有赋予拒水功能、亲水功能、防雾功能等的涂层、红外线反射膜等。

[0274] 对其它层的设置位置没有特别限制,可以设置在夹层玻璃10的表面上,也可以设置成夹在第一玻璃板11、第二玻璃板12或中间膜13之间。另外,为了隐藏安装在框体等上的部分、布线导体等,本实施方式的夹层玻璃10可以在周缘部的一部分或全部具有以带状配设的黑色陶瓷层等。

[0275] 本发明的实施方式的夹层玻璃10的制造方法可以通过与以往公知的夹层玻璃同样的方法制造。例如,通过经过将第一玻璃板11、中间膜13和第二玻璃板12依次层叠,并进行加热和加压的工序,由此得到第一玻璃板11和第二玻璃板12隔着中间膜13而接合的结构的夹层玻璃10。

[0276] 本发明的实施方式的夹层玻璃10的制造方法例如可以在经过分别对第一玻璃板11和第二玻璃板12进行加热、成形的工序之后,经过将中间膜13插入第一玻璃板11与第二玻璃板12之间并进行加热和加压的工序。通过经过这样的工序,可以形成第一玻璃板11和第二玻璃板12隔着中间膜13而接合的结构的夹层玻璃10。

[0277] 在本发明的实施方式的夹层玻璃10中,第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度优选为5.00mm以下,使用D65光源测定的所述夹层玻璃10的在ISO-9050:2003中定义的可见光透射率 $T_v$ 优选为70.0%以上,更优选为71.0%以上,进一步优选为72.0%以上,特别优选为75.0%以上。另外,上述可见光透射率 $T_v$ 例如为80.0%以下。需要说明的是,此时,第一玻璃板11和第二玻璃板12各自的厚度可以为2.00mm。此外,第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度可以为2.50mm以上,也可以为3.00mm以上,也可以为3.50mm以上,也可以为4.00mm以上,也可以为4.50mm以上。

[0278] 在本发明的实施方式的夹层玻璃10中,第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度优选为5.00mm以下,在风速4m/秒的条件下测定的所述夹层玻璃10的在ISO-13837:2008 convention A中定义的总太阳能透射率 $T_{ts}$ 优选为75.0%以下。通过本发明的实施方式的夹层玻璃10的总太阳能透射率 $T_{ts}$ 为75.0%以下,能够得到充分的隔热性。

[0279] 另外,上述总太阳能透射率 $T_{ts}$ 更优选为70.0%以下,进一步优选为68.0%以下,

特别优选为66.0%以下。

[0280] 另外,上述总太阳能透射率 $T_{ts}$ 例如为50.0%以上。

[0281] 需要说明的是,此时,第一玻璃板11和第二玻璃板12各自的厚度可以为2.00mm。此外,第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度可以为2.50mm以上,也可以为3.00mm以上,也可以为3.50mm以上,也可以为4.00mm以上,也可以为4.50mm以上。

[0282] 在本发明的实施方式的夹层玻璃10中,第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度优选为5.00mm以下,使频率为76GHz~79GHz的无线电波以相对于第一玻璃板11为60°的入射角对所述夹层玻璃10进行入射时,无线电波透射损失 $S_{21}$ 优选为-3.0dB以上,更优选为-2.0dB以上,进一步优选为-1.5dB以上。另外,上述无线电波透射损失 $S_{21}$ 例如为-0.10dB以下。

[0283] 在此,无线电波透射损失 $S_{21}$ 是指根据在夹层玻璃中使用的各材料的相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )( $\delta$ 为损耗角)导出的插入损失,无线电波透射损失 $S_{21}$ 的绝对值越小,则表示无线电波透射性越高。

[0284] 另外,入射角是指夹层玻璃10的主表面的法线与无线电波的入射方向所成的角度。

[0285] 需要说明的是,此时,第一玻璃板11和第二玻璃板12各自的厚度可以为2.00mm。此外,第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度可以为2.50mm以上,也可以为3.00mm以上,也可以为3.50mm以上,也可以为4.00mm以上,也可以为4.50mm以上。

[0286] 当本发明的实施方式的夹层玻璃10中的第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度为5.00mm以下,并且在使频率为76GHz~79GHz的无线电波以相对于上述第一玻璃板为0°~60°的入射角对夹层玻璃10进行入射时的无线电波透射损失 $S_{21}$ 为-4.0dB以上时,无线电波透射性的角度依赖性良好。

[0287] 上述无线电波透射损失 $S_{21}$ 更优选为-3.0dB以上,进一步优选为-2.0dB以上。另外,上述无线电波透射损失 $S_{21}$ 例如为-0.10dB以下。

[0288] 需要说明的是,此时,第一玻璃板11和第二玻璃板12各自的厚度可以为2.00mm。此外,第一玻璃板11、第二玻璃板12和中间膜13的总厚度可以为2.50mm以上,也可以为3.00mm以上,也可以为3.50mm以上,也可以为4.00mm以上,也可以为4.50mm以上。

[0289] [车辆用窗玻璃]

[0290] 本实施方式的车辆用窗玻璃具有上述硼硅酸盐玻璃。另外,本实施方式的车辆用窗玻璃可以包含上述夹层玻璃。

[0291] 以下,参照附图,对将本实施方式的夹层玻璃10用作车辆用窗玻璃的情况下的一例进行说明。

[0292] 图2为表示将本实施方式的夹层玻璃10安装在形成于汽车100的前方的开口部110上作为汽车的窗玻璃使用的状态的概念图。对于作为汽车的窗玻璃使用的夹层玻璃10,可以在车辆内部侧的表面上安装用于确保车辆的行驶安全的、容纳有信息设备等的壳体(箱体)120。

[0293] 另外,容纳在壳体内的信息设备为用于通过使用摄像机、雷达等防止与在车辆前方的前方车辆、行人、障碍物等发生碰撞、冲突;通知驾驶员危险的设备。例如为信息接收设备和/或信息发送设备等,包含毫米波雷达、立体摄像机、红外线激光等,进行信号的发送和

接收。该“信号”是指包含毫米波、可见光、红外光等的电磁波。

[0294] 图3为图2中的S部分的放大图,是表示在本实施方式的夹层玻璃10上安装有壳体120的部分的立体图。在壳体120中容纳有作为信息设备的毫米波雷达201和立体摄像机202。容纳有信息设备的壳体120通常安装在比后视镜150更靠车外侧、比夹层玻璃10更靠车内侧,但也可以安装在其它部分上。

[0295] 图4为图3的包含Y-Y线且与水平线正交的方向上的剖视图。夹层玻璃10的第一玻璃板11配置在车外侧。需要说明的是,如上所述,用于毫米波雷达201等信息设备的通信的无线电波300相对于第一玻璃板11的主表面的入射角 $\theta$ ,如上所述,可以例如用 $0^\circ \sim 60^\circ$ 等进行评价。

[0296] 实施例

[0297] 以下,列举实施例对本发明具体地进行说明,但本发明不限于此。

[0298] <例1~例14的玻璃板的制作>

[0299] 以成为表1所示的玻璃组成(单位:摩尔%)的方式在铂坩埚中投入原料,在 $1650^\circ\text{C}$ 下熔化3小时,从而制成熔融玻璃。使熔融玻璃流出到碳板上,进行缓慢冷却。将所得到的板状玻璃的两面进行研磨,从而得到了2.00mm的玻璃板。例1~例9为实施例,例10~例14为比较例。

[0300] 将表1所示的数值的确定方法示于以下。

[0301] (1)碱度:

[0302] 通过下述式(1)求出。

$$[0303] \quad \Lambda_{\text{cal}} = 1 - \sum_i \frac{Z_i r_i}{2} (1 - 1/\gamma_i) \quad (1)$$

[0304] 在式(1)中, $Z_i$ 为玻璃中的阳离子i的化合价, $r_i$ 为阳离子i相对于玻璃中的全部氧化物离子的比例, $\gamma_i$ 为碱度缓和参数(basicity moderating parameter),是表示阳离子i使氧化物离子的给电子性降低的程度的参数。 $\gamma_i$ 与Pauling的电负性 $x$ 具有由以下式(2)表示的关系。

$$[0305] \quad \gamma_i = 1.36(x_i - 0.26) \quad (2)$$

[0306] (2)密度:

[0307] 通过阿基米德法测定从玻璃板切出的不含气泡的约20g的玻璃块。

[0308] (3)相对介电常数( $\epsilon_r$ )、介质损耗角正切( $\tan\delta$ ):

[0309] 利用QWED公司制造的分立柱介质谐振器法(SPDR法),在 $1^\circ\text{C}/\text{分钟}$ 缓慢冷却的条件下,测定频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )和介质损耗角正切( $\tan\delta$ )。

[0310] (4)粘度:

[0311] 使用旋转粘度计测定粘度 $\eta$ 达到 $10^2 \text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度 $T_2$ 、粘度 $\eta$ 达到 $10^4 \text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度 $T_4$ 。需要说明的是,在 $T_2$ 大于 $1700^\circ\text{C}$ 的情况下,是从测定结果进行外推而得到的外推值。另外,使用弯曲梁法测定粘度 $\eta$ 达到 $10^{11} \text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度 $T_{11}$ 、粘度 $\eta$ 达到 $10^{12} \text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度 $T_{12}$ 。

[0312] (5)光学特性:

[0313] 对于例1~例14的玻璃板,使用Perkinelmer公司制造的分光光度计LAMBDA950测

定波长200nm~2500nm的光的透射/反射光谱,根据ISO9050:2003求出波长500nm的光的透射率和波长1000nm的光的透射率、波长450nm~700nm的光的平均透射率和波长900nm~1300nm的光的平均透射率。

[0314] (6)氧化还原比(Fe-Redox):

[0315]  $[\text{Fe}^{2+}]/([\text{Fe}^{2+}]+[\text{Fe}^{3+}])$ 根据在本说明书中记载的方法得到。

[0316] 将测定结果示于表1中。需要说明的是,在表1中,“-”表示未测定。

[0317]

表 1

| 摩尔%  | 例 1    | 例 2    | 例 3    | 例 4    | 例 5    | 例 6    | 例 7    | 例 8    | 例 9    | 例 10   | 例 11   | 例 12   | 例 13   | 例 14   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>   | 78.8   | 81.8   | 77.3   | 78.8   | 78.8   | 81.8   | 81.8   | 77.3   | 77.3   | 69.5   | 83.3   | 83.3   | 80.3   | 66.0   |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 14.0   | 11.0   | 14.0   | 14.0   | 14.0   | 11.0   | 11.0   | 14.0   | 14.0   | 0      | 11.6   | 11.6   | 14.0   | 7.5    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 1.0    | 0.9    | 1.1    | 1.1    | 1.0    | 11.0   |
| Li <sub>2</sub> O  | 2.0    | 2.0    | 2.5    | 2.0    | 2.0    | 2.0    | 2.0    | 2.5    | 2.5    | 0      | 0      | 0      | 1.5    | 0      |
| Na <sub>2</sub> O  | 2.0    | 2.0    | 2.5    | 2.0    | 2.0    | 2.0    | 2.0    | 2.5    | 2.5    | 12.6   | 3.3    | 3.3    | 1.5    | 0      |
| K <sub>2</sub> O   | 2.0    | 2.0    | 2.5    | 2.0    | 2.0    | 2.0    | 2.0    | 2.5    | 2.5    | 0.6    | 0.5    | 0.5    | 1.5    | 0      |
| MgO  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 7.1    | 0      | 0      | 0      | 5.7    |
| CaO  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 9.1    | 0      | 0      | 0      | 4.9    |
| SrO  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 4.9    |
| BaO  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.04   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0.19   | 0.19   | 0.19   | 0.19   | 0.19   | 0.19   | 0.19   | 0.19   | 0.19   | 0.18   | 0.19   | 0.05   | 0.19   | 0.02   |
| [Fe <sup>2+</sup> ]/([Fe <sup>2+</sup> ]+[Fe <sup>3+</sup> ])                            | 0.25   | 0.28   | 0.27   | 0.38   | 0.55   | 0.38   | 0.55   | 0.38   | 0.55   | 0.20   | 0.22   | 0.32   | 0.26   | -      |
| [Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]/([SiO <sub>2</sub> ]+[B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]) | 0.0108 | 0.0108 | 0.0109 | 0.0108 | 0.0108 | 0.0108 | 0.0108 | 0.0109 | 0.0109 | 0.0129 | 0.0116 | 0.0116 | 0.0106 | 0.1496 |
| 碱度   | 0.488  | 0.490  | 0.493  | 0.488  | 0.488  | 0.490  | 0.490  | 0.493  | 0.493  | 0.572  | 0.483  | 0.483  | 0.483  | 0.524  |
| 密度(g/cm <sup>3</sup> )   | 2.23   | 2.26   | 2.27   | 2.23   | 2.23   | 2.26   | 2.26   | 2.27   | 2.27   | 2.50   | 2.20   | 2.20   | 2.20   | 2.50   |
| ε <sub>t</sub> @10GHz  | 4.61   | 4.68   | 4.85   | 4.61   | 4.61   | 4.68   | 4.68   | 4.85   | 4.85   | 6.71   | 4.46   | 4.46   | 4.33   | 5.38   |
| tanδ   | 0.0056 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0056 | 0.0056 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0061 | 0.0122 | 0.0080 | 0.0080 | 0.0048 | 0.0049 |
| T <sub>11</sub> (°C)   | 640    | 645    | 627    | 640    | 640    | 645    | 645    | 627    | 627    | 613    | 630    | 630    | 649    | <800   |
| T <sub>12</sub> (°C)   | 611    | 618    | 597    | 611    | 611    | 618    | 618    | 597    | 597    | 590    | 590    | 590    | 617    | 769    |
| T <sub>4</sub> (°C)  | 1145   | 1197   | 1102   | 1145   | 1145   | 1197   | 1197   | 1102   | 1102   | 1041   | 1270   | 1270   | >1200  | 1275   |
| T <sub>2</sub> (°C)  | 1709   | 1781   | 1634   | 1709   | 1709   | 1781   | 1781   | 1634   | 1634   | 1464   | 1850   | 1850   | >1800  | 1645   |
| 透射率@500nm, 2mt(%)  | 81.4   | 83.4   | 84.9   | 80.0   | 79.0   | 81.6   | 82.4   | 83.6   | 82.7   | 87.3   | 73.5   | 93.7   | 75.9   | 82.1   |
| 透射率@1000nm, 2mt(%)   | 79.1   | 73.5   | 74.4   | 73.0   | 63.7   | 65.4   | 55.5   | 66.3   | 60.2   | 59.4   | 80.0   | 93.2   | 81.0   | 56.7   |
| 平均透射率@450nm~700nm(%)   | 81.8   | 83.3   | 84.8   | 81.0   | 79.5   | 81.4   | 81.3   | 83.3   | 82.0   | 83.9   | 75.6   | 92.7   | 76.9   | 81.8   |
| 平均透射率@900nm~1300nm(%)  | 79.6   | 73.9   | 74.7   | 73.4   | 64.1   | 66.2   | 56.3   | 67.0   | 60.9   | 60.5   | 80.3   | 92.7   | 81.2   | 57.1   |

[0318] 例1~9的玻璃的厚度为2.00mm时的波长500nm的光的透射率和对波长450nm~700nm的光的平均透射率为78.0%以上,得到了良好的可见光透射率。

[0319] 另外,可知例1~例9的玻璃的厚度为2.00mm时的波长1000nm的光的透射率和波长900nm~1300nm的光的平均透射率为80.0%以下,近红外光的透射率低,因此具有良好的隔热性。

[0320] 另外,例1~例9的玻璃在频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )为6.0以下,并且在频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )为0.01以下,显示出良好的无线电波透射性。

[0321] 如此可以看出,例1~例9的玻璃具有高的毫米波透射性,满足规定的隔热性,并且具有一定的可见光透射率。

[0322] 另一方面,例10的玻璃在频率10GHz下的相对介电常数( $\epsilon_r$ )大于6.0,并且在频率10GHz下的介质损耗角正切( $\tan\delta$ )大于0.01,无线电波透射性差。

[0323] 例11的玻璃的厚度为2.00mm时的波长500nm的光的透射率和波长450nm~700nm的光的平均透射率小于78.0%,可见光透射率差。

[0324] 例12的玻璃的厚度为2.00mm时的波长1000nm的光的透射率和波长900nm~1300nm的光的平均透射率大于80.0%,近红外光的透射率高,因此隔热性差。

[0325] 例13的玻璃的厚度为2.00mm时的波长500nm的光的透射率和波长450nm~700nm的光的平均透射率小于78.0%,可见光透射率差。另外,例13的玻璃的厚度为2.00mm时的波长1000nm的光的透射率和波长900nm~1300nm的光的平均透射率大于80.0%,近红外光的透射率高,因此隔热性差。

[0326] <夹层玻璃的制作>

[0327] 按照以下操作步骤制造了制造例1~制造例20的夹层玻璃。制造例1~制造例12、制造例18~制造例20为实施例,制造例13~制造例17为比较例。在制造例18~制造例20中,第一玻璃板的厚度与第二玻璃板的厚度不同。

[0328] (制造例1)

[0329] 作为第一玻璃板和第二玻璃板,使用厚度为2.00mm且具有表1所示组成的硼硅酸盐玻璃(例1)。作为中间膜,使用厚度为0.76mm的聚乙烯醇缩丁醛。依次层叠第一玻璃板、中间膜和第二玻璃板,使用高压釜进行压接处理(1MPa,130°C,3小时),从而制作了制造例1的夹层玻璃。在制造例1的夹层玻璃中,第一玻璃板、第二玻璃板和中间膜的总厚度为4.76mm。

[0330] (制造例2~制造例20)

[0331] 除了表2~表4所示的方面以外,与制造例1同样地制作了制造例2~制造例20的夹层玻璃。

[0332] [光学特性]

[0333] 对于制造例1~制造例20的夹层玻璃,使用Perkinelmer公司制造的分光光度计LAMBDA950测定波长200nm~2500nm的光的透射/反射光谱。

[0334] 关于可见光透射率( $T_v$ ),使用D65光源,按照在ISO-9050:2003中规定的方法进行测定。

[0335] 关于总太阳能透射率( $T_{ts}$ ),通过在风速4m/秒的条件下测定的在ISO-13837:2008convention A中定义的方法测定。

[0336] 将结果示于表2、表3、表4中。

[0337] [无线电波透射性]

[0338] 对于制造例1~制造例20的夹层玻璃,根据使用的各材料的相对介电常数 $\epsilon_r$ 和介

质损耗角正切 $\tan\delta$ 计算出使频率为76GHz~79GHz的无线电波以 $0^\circ\sim 60^\circ$ 的入射角对制造例1~制造例20的夹层玻璃进行入射时的无线电波透射损失 $S_{21}$ 。具体而言,使天线相对,在它们的中间以入射角为 $0^\circ\sim 60^\circ$ 的方式设置所得到的各夹层玻璃。然后,对于频率为76GHz~79GHz的TM波,测定将在100mm $\Phi$ 的开口部没有无线电波透射性基板的情况设定为0[dB]时的无线电波透射损失 $S_{21}$ ,按照以下的基准评价无线电波透射性。

[0339] <无线电波透射性的评价>

[0340] [入射角 $60^\circ$ ]

[0341] ○:  $-3.0\text{dB}\leq S_{21}$

[0342] ×:  $S_{21} < -3.0\text{dB}$

[0343] [ $0^\circ\sim 60^\circ$ 的入射角]

[0344] ○:  $-4.0\text{dB}\leq S_{21}$

[0345] ×:  $S_{21} < -4.0\text{dB}$

[0346] 将结果示于表2、表3、表4中。

[0347]

表 2

|         | 制造例 1               | 制造例 2  | 制造例 3  | 制造例 4  | 制造例 5  | 制造例 6  | 制造例 7  | 制造例 8  | 制造例 9  |
|---------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 第一玻璃板   | 玻璃                  | 例 1    | 例 2    | 例 3    | 例 4    | 例 5    | 例 6    | 例 7    | 例 8    |
|         | 厚度                  | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm |
| 中间膜     | 材质                  | PVB    | PVB    | PVB    | PVB    | PVB    | PVB    | PVB    | PVB    |
|         | 厚度                  | 0.76mm | 0.76mm | 0.76mm | 0.76mm | 0.76mm | 0.76mm | 0.76mm | 0.76mm |
| 第二玻璃板   | 玻璃                  | 例 1    | 例 2    | 例 3    | 例 5    | 例 6    | 例 7    | 例 8    | 例 9    |
|         | 厚度                  | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm | 2.00mm |
| 光学特性    | Tv                  | 73.5   | 74.7   | 77.4   | 70.2   | 71.6   | 72.2   | 75.2   | 73.2   |
|         | Tts                 | 74.1   | 71.8   | 73.2   | 67.0   | 67.4   | 63.7   | 69.0   | 65.9   |
| 无线电波透射性 | S21@60° ≥ -3.0dB    | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      |
|         | S21@0°~60° ≥ -4.0dB | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      |
|         |                     |        |        |        |        |        |        |        | ×      |

[0348]

表 3

|         | 制造例 10            | 制造例 11         | 制造例 12         | 制造例 13         | 制造例 14         | 制造例 15         | 制造例 16         | 制造例 17         |
|---------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 第一玻璃板   | 玻璃<br>厚度          | 例 10<br>2.00mm | 例 14<br>0.70mm | 例 10<br>2.00mm | 例 11<br>2.00mm | 例 12<br>2.00mm | 例 13<br>2.00mm | 例 10<br>2.00mm |
|         | 中间膜               | PVB            | PVB            | PVB            | PVB            | PVB            | PVB            | PVB            |
| 第二玻璃板   | 玻璃<br>厚度          | 例 2<br>2.00mm  | 例 7<br>3.20mm  | 例 10<br>2.00mm | 例 11<br>2.00mm | 例 12<br>2.00mm | 例 13<br>2.00mm | 例 11<br>2.00mm |
|         | 光学特性              | Tv<br>77.3     | 78.7           | 76.3           | 79.0           | 92.4           | 62.2           | 68.9           |
| 无线电波透射性 | Tts<br>68.9       | 69.6           | 67.0           | 66.0           | 68.8           | 87.4           | 71.0           | 67.5           |
|         | S21@60°≥-3.0dB    | ○              | ○              | ×              | ○              | ○              | ○              | ○              |
|         | S21@0°~60°≥-4.0dB | ×              | ○              | ×              | ○              | ○              | ○              | ×              |

[0349]

表 4

|         | 制造例 18                   | 制造例 19 | 制造例 20 |
|---------|--------------------------|--------|--------|
| 第一玻璃板   | 例 7                      | 例 9    | 例 9    |
| 玻璃厚度    | 3.50mm                   | 3.20mm | 3.20mm |
| 中间膜     | PVB                      | PVB    | PVB    |
| 中间膜厚度   | 0.76mm                   | 0.76mm | 0.76mm |
| 第二玻璃板   | 例 7                      | 例 9    | 例 9    |
| 玻璃厚度    | 0.70mm                   | 0.70mm | 1.00mm |
| 光学特性    | Tv                       | 73.6   | 72.3   |
|         | Tts                      | 64.7   | 66.5   |
| 无线电波透射性 | S21@60° $\geq$ -3.0dB    | ○      | ○      |
|         | S21@0°~60° $\geq$ -4.0dB | ○      | ○      |

[0350] 制造例1~制造例12、制造例18~制造例20的夹层玻璃的可见光透射率Tv均高达70%以上,显示出良好的可见光透射率。另外,制造例1~制造例12、制造例18~制造例20的夹层玻璃的总太阳能透射率Tts均为75%以下,显示出良好的隔热性。

[0351] 另外,使频率为76GHz~79GHz的无线电波以60°的入射角对制造例1~制造例12、制造例18~制造例20的夹层玻璃进行入射时的无线电波透射损失S21为-3.0dB以上,无线电波透射性优异。其中,制造例1~制造例8、制造例18~制造例20的夹层玻璃由于在第一玻璃板和第二玻璃板两者中使用本发明的硼硅酸盐玻璃,因此使频率为76GHz~79GHz的无线电波以0°~60°的入射角对制造例1~制造例8、制造例18~制造例20的夹层玻璃进行入射时的无线电波透射损失S21为-4.0dB以上,无线电波透射性的角度依赖性特别优异。

[0352] 如此可以看出,制造例1~制造例12、制造例18~制造例20的夹层玻璃具有高的毫米波透射性,具有规定的隔热性和可见光透射性。

[0353] 另一方面,使频率为76GHz~79GHz的无线电波以60°的入射角对制造例13的夹层玻璃进行入射时的无线电波透射损失S21小于-3.0dB,并且使频率为76GHz~79GHz的无线电波以0°~60°的入射角对制造例13的夹层玻璃进行入射时的无线电波透射损失S21小于-4.0dB,无线电波透射性差。

[0354] 制造例14的夹层玻璃的可见光透射率Tv低至小于70%,可见光透射率差。

[0355] 制造例15的夹层玻璃的总太阳能透射率Tts大于75%,隔热性差。

[0356] 制造例16的夹层玻璃的可见光透射率Tv低至小于70%,可见光透射率差。

[0357] 制造例17的夹层玻璃的可见光透射率Tv低至小于70%,可见光透射率差。

[0358] 以上,参照附图对各种实施方式进行了说明,但本发明当然不限于这样的例子。如果是本领域技术人员,显然能够在权利要求书中记载的范畴内想到各种变形例或修正例,并且应当理解这些当然也属于本发明的技术范围内。另外,可以在不脱离发明的主旨的范围内任意地组合上述实施方式中的各构成要素。

[0359] 需要说明的是,本申请为基于2020年12月18日申请的日本专利申请(日本特愿2020-210646)的申请,其内容以引用的方式并入本文中。

[0360] 标号说明

- [0361] 10 夹层玻璃
- [0362] 11 第一玻璃板
- [0363] 12 第二玻璃板
- [0364] 13 中间膜
- [0365] 100 汽车
- [0366] 110 开口部
- [0367] 120 壳体
- [0368] 150 后视镜
- [0369] 201 毫米波雷达
- [0370] 202 立体摄像机
- [0371] 300 无线电波

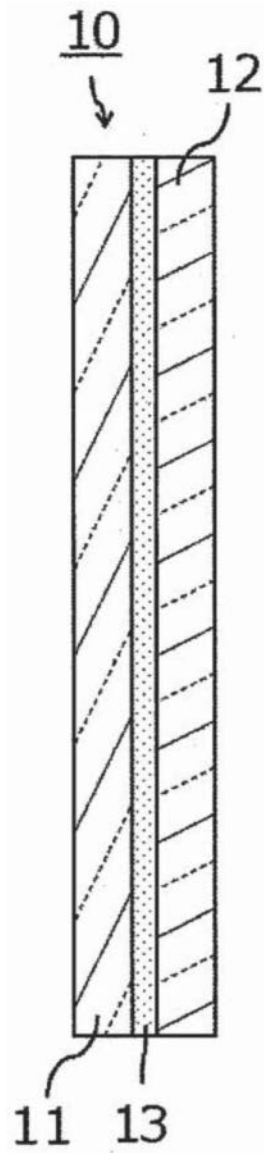


图1

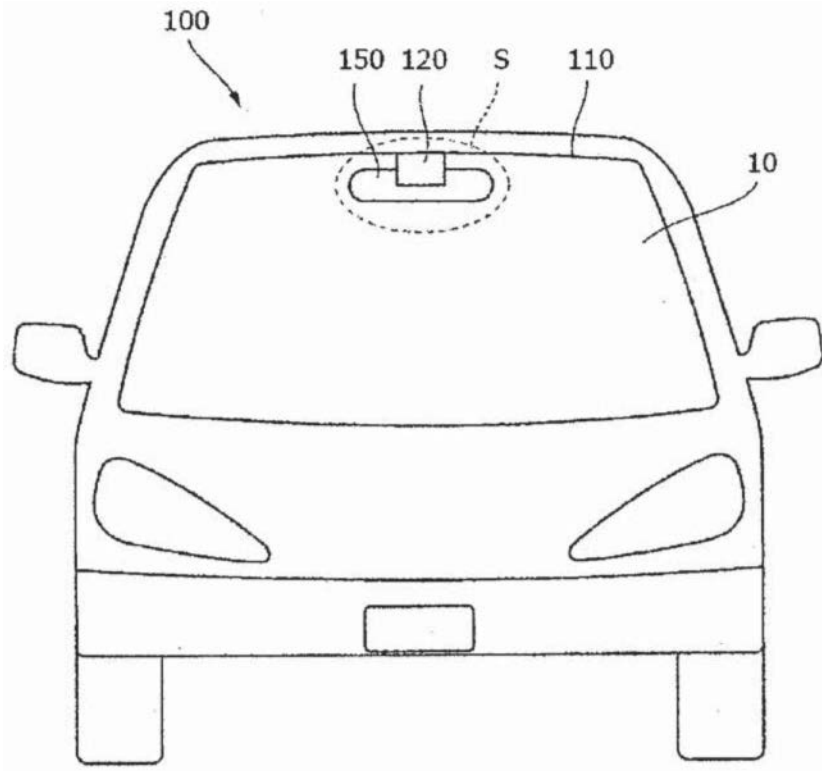


图2

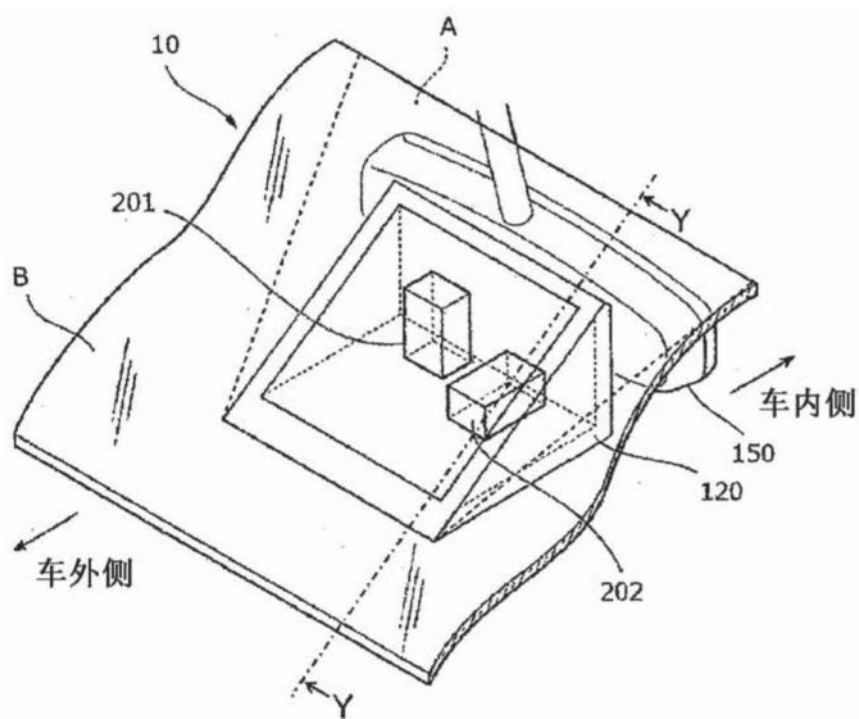


图3

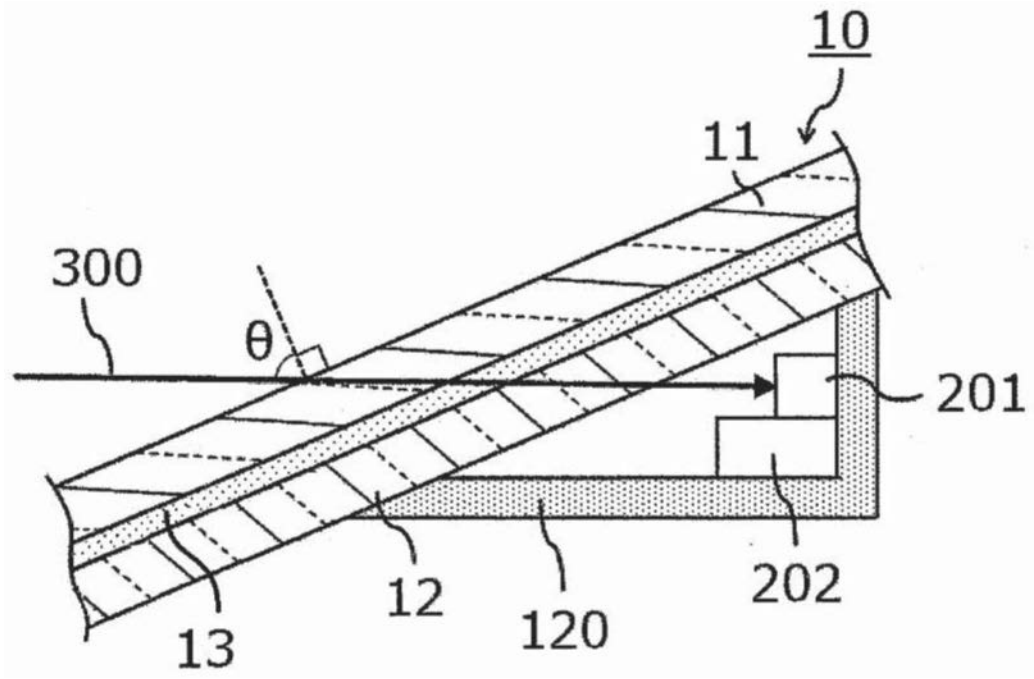


图4