



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112292359 A

(43) 申请公布日 2021.01.29

(21) 申请号 201980040739.6

(22) 申请日 2019.06.18

(30) 优先权数据

2018-120480 2018.06.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.12.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/024077 2019.06.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/004140 JA 2020.01.02

(71) 申请人 日本电气硝子株式会社

地址 日本国滋贺县

(72) 发明人 虫明笃 村田隆 铃木良太

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 任岩

(51) Int.Cl.

G03C 3/062 (2006.01)

G03C 3/078 (2006.01)

G03C 19/00 (2006.01)

G02B 27/02 (2006.01)

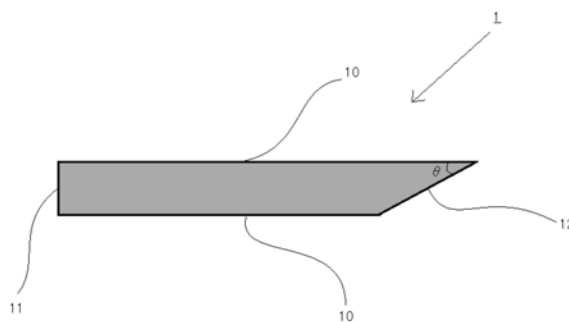
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

玻璃板

(57) 摘要

本发明的玻璃板的特征在于,折射率nd为1.55~2.30,在端面的至少一部分上具有倾斜面,该倾斜面与主面所成的角度为5~85°,并且,该倾斜面的表面粗糙度Ra为1 μm以下。



1. 一种玻璃板,其特征在于,
折射率 n_d 为1.55~2.30,
在端面的至少一部分上具有倾斜面,
该倾斜面与主面所成的角度为 $5^\circ \sim 85^\circ$,
并且,该倾斜面的表面粗糙度 R_a 为 $1\mu\text{m}$ 以下。
2. 根据权利要求1所述的玻璃板,其特征在于,
至少一个主面的表面粗糙度 R_a 为100nm以下。
3. 根据权利要求1或2所述的玻璃板,其特征在于,
作为玻璃组成,以质量%计含有 SiO_2 10%~60%、 BaO 1%~40%、 $\text{TiO}_2+\text{La}_2\text{O}_3$ 0.5%~40%。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的玻璃板,其特征在于,
在一个主面上形成有凹凸结构。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的玻璃板,其特征在于,
用于头戴式显示器的导光板。

玻璃板

技术领域

[0001] 本发明涉及玻璃板,其适合于头戴式显示器的导光板。

背景技术

[0002] 近年来,作为头戴式显示器,开发了帽子型器件、眼镜型器件等各种形态。帽子型器件大多被用于覆盖用户的视野且体验虚拟现实(VR)的系统,眼镜型器件大多被用于体验增强现实(AR)而不阻挡用户的视野的系统。

[0003] 头戴式显示器中,有时使用具有透射性的导光板。在这种情况下,例如,能够在观看外部景色等的同时观看被导光板显示的映像(透视器件)。另外,例如,还能够通过在用户的左右瞳孔对应的导光板上显示不同的映像而实现3D显示,或者还能够通过利用瞳孔的晶状体而使其与视网膜结合,从而直接将映像投射到用户的视网膜上。

[0004] 作为使用了导光板的映像的显示方法,有下述这样的方法:从导光板的端面射入准直光,并且,一边使该射入的光在导光板的内部进行全反射,一边通过衍射现象将该射入的光取出至外部并使其射入用户的瞳孔。

[0005] 此时,导光板有时由将在一个主面上具有凹凸结构的玻璃板层叠多张而成的玻璃板层叠体构成(例如参照专利文献1及2)。此处,玻璃板的凹凸结构例如用于使衍射现象容易产生,玻璃板的层叠结构例如用于获得通过在各玻璃板上显示不同的映像,从而使用户视觉辨认的映像具有纵深感而容易实现逼真的3D显示等优点。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特表2018-506068号公报

[0009] 专利文献2:中国专利申请公开第106324847号说明书

发明内容

[0010] 发明所要解决的课题

[0011] 在作为构成头戴式显示器的导光板的玻璃板而使用了通用的低折射玻璃(例如,折射率 n_d 约为1.49左右的玻璃)的情况下,产生全反射的最小的入射角变大,因此,在玻璃板的内部,光变得难以一边反复进行全反射一边传播。其结果,变得难以提高光学设计的自由度。

[0012] 进而,在使准直光从玻璃板的主面侧射入的情况下,为了使玻璃板内引起全反射,需要使光的入射角变大。此时,为了调整光的行进路径而使用光学衍射元件,但是,在这种情况下,需要将光学衍射元件贴附于玻璃板的工序。另外,在使准直光由玻璃板的端面射入的情况下,需要在玻璃板的端面上设置光学系统,在这种情况下,器件会大型化。

[0013] 本发明的课题在于,提供一种玻璃板,其能够在头戴式显示器的导光板等中提高光学设计的自由度。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 本申请的发明人等进行了深入的研究,结果发现,若使用在端面的一部分上设置倾斜面的高折射率的玻璃板,则能够解决上述技术课题,并作为本发明而提出。即,本发明的玻璃板的特征在于,折射率 n_d 为1.55~2.30,在端面的至少一部分上具有倾斜面,该倾斜面与主面所成的角度为5~85°,并且,该倾斜面的表面粗糙度 R_a 为1 μ m以下。此处,“折射率 n_d ”是指使用折射率测定器(例如,岛津制作所公司制的折射率测定器KPR-2000)进行测定而得的值。“倾斜面与主面所成的角度”在板厚方向上相对的两个主面上角度不同,在本发明中是指较小一方的角度。“表面粗糙度 R_a ”是指使用小坂研究所制Surfcorder ET-4000AK并依照JIS B-0601(1994)进行测定而得的值。

[0016] 本发明的玻璃板的折射率 n_d 为1.55~2.30。由此,在用于头戴式显示器的导光板等时,变得容易产生光的全反射,能够提高光学设计的自由度。

[0017] 另外,本发明的玻璃板在端面的至少一部分上具有倾斜面,且倾斜面与主面所成的角度为5~85°。由此,在对倾斜面或与倾斜面相反侧的主面照射与主面垂直方向的光的情况下,变得易于使光在玻璃板的内部传播。其结果,不需要光学衍射元件,并且能够实现器件的小型化。

[0018] 图1为用于说明本发明的玻璃板的一例的截面图。玻璃板1具有在板厚方向上相对的两个主面10(表面和背面),端面11的一部分成为倾斜面12。而且,主面10与倾斜面12所成的角度 θ 成为35°。需要说明的是,主面10与倾斜面12直接连结,但是为了提高玻璃板1的强度,也可以在主面10与倾斜面12之间设置倒角面(例如带有圆角的倒角面)。图2为用于说明本发明的玻璃板1的一例的截面图,与图1的差异在于,倾斜面12未遍布板厚方向的整体地形成而是形成在一部分上。而且,在图2中,主面10与倾斜面12所成的角度 θ 也成为35°。需要说明的是,与图1同样地,在端面11与倾斜面12之间可以设置倒角面。

[0019] 图3是用于说明光在玻璃板的内部行进的方向的截面概要图。图3(a)表示在对倾斜面直接照射光时,光在玻璃板的内部行进的方向,图3(b)表示在对与倾斜面相反侧的主面照射光时,光在玻璃板的内部行进的方向。在图3(a)、(b)二者中,光在倾斜面上改变行进路径,在玻璃板的内部引起全反射的同时进行传播。

[0020] 此外,本发明的玻璃板的倾斜面的表面粗糙度 R_a 为1 μ m以下。由此,在倾斜面上光变得不易散射。其结果,变得易于使光在玻璃板的内部传播。

[0021] 另外,本发明的玻璃板优选至少一个主面的表面粗糙度 R_a 为100nm以下。由此,光变得易于在玻璃板的内部进行全反射。

[0022] 另外,本发明的玻璃板优选:作为玻璃组成,以质量%计含有 SiO_2 10~60%、 BaO 1~40%、 $\text{TiO}_2+\text{La}_2\text{O}_3$ 0.5~40%。由此,变得易于制作耐失透性和折射率高的玻璃板。此处,“ $\text{TiO}_2+\text{La}_2\text{O}_3$ ”是指 TiO_2 与 La_2O_3 的合计量。

[0023] 另外,本发明的玻璃板优选在一个主面上形成有凹凸结构。由此,在玻璃板的内部进行导光的光容易向外部射出。其结果,头戴式显示器的映像变得鲜明。

[0024] 另外,本发明的玻璃板优选用于头戴式显示器的导光板。

附图说明

[0025] 图1是用于说明本发明的玻璃板的一例的截面概要图。

[0026] 图2是用于说明本发明的玻璃板的一例的截面概要图。

[0027] 图3是用于说明光在玻璃板的内部行进的方向的截面概要图。

具体实施方式

[0028] 在本发明的玻璃板中,折射率 n_d 为1.55以上,优选为1.58以上、1.60以上、1.63以上、1.65以上、1.68以上、特别是1.70以上。若折射率 n_d 过低,则变得难以在玻璃板的内部产生光的全反射,并且,光学设计的自由度变得容易下降。另一方面,在折射率 n_d 过高的情况下,玻璃骨架容易变得不稳定,此时,变得难以成形为板状,因此,玻璃板的生产效率变得容易下降。由此,折射率 n_d 为2.30以下,优选为2.00以下、1.90以下、1.85以下、特别是1.80以下。

[0029] 在本发明的玻璃板中,在端面的至少一部分上具有倾斜面(优选四个端面中的一个端面的全部或一部分为倾斜面),倾斜面与主面所成的角度为 $5\sim 85^\circ$,优选为 $20\sim 70^\circ$ 、特别是 $30\sim 60^\circ$ 。若倾斜面与主面所成的角度为上述范围以外,则在从主面侧朝向倾斜面照射光的情况下,变得难以在玻璃板的内部传播光。

[0030] 倾斜面的表面粗糙度 R_a 为 $1\mu\text{m}$ 以下,优选为 500nm 以下、 100nm 以下、 10nm 以下、 2nm 以下、特别是 1nm 以下。若倾斜面的表面粗糙度 R_a 过大,则在倾斜面上光变得容易散射。其结果,变得难以在玻璃板的内部传播光。

[0031] 作为在端面的一部分上制作倾斜面的方法,可以选择各种方法。例如,可以选择通过研削、研磨而形成倾斜面的方法、通过激光加工而形成倾斜面的方法、通过热压而形成倾斜面的方法。

[0032] 在本发明的玻璃板中,至少一个主面(优选两个主面)的表面粗糙度 R_a 优选为 100nm 以下、 10nm 以下、 2nm 以下、 1nm 、特别是 0.5nm 以下。若主面的表面粗糙度 R_a 过大,则光变得难以在玻璃板的内部进行全反射。

[0033] 玻璃板优选:作为玻璃组成,以质量%计含有 SiO_2 $10\sim 60\%$ 、 BaO $1\sim 40\%$ 、 $\text{TiO}_2+\text{La}_2\text{O}_3$ $0.5\sim 40\%$ 。如此地规定玻璃组成的理由示于如下。需要说明的是,在各成分的含有范围的说明中,%是指质量%。

[0034] SiO_2 的含量优选为 $10\sim 60\%$ 。若 SiO_2 的含量变少,则变得难以形成玻璃网孔结构,变得难以进行玻璃化。另外,高温粘性过度降低,变得难以确保高的液相粘度。由此, SiO_2 的含量优选为 15% 以上、 20% 以上、 25% 以上、 30% 以上,特别优选为 35% 以上。另一方面,若 SiO_2 的含量变多,则熔融性、成形性变得容易降低,另外,折射率变得容易降低。由此, SiO_2 的含量优选为 55% 以下、 51% 以下、 48% 以下、 45% 以下,特别优选为 42% 以下。

[0035] BaO 是在碱土金属氧化物中不使高温粘性极端地降低而提高折射率的成分。 BaO 的含量优选为 $1\sim 40\%$ 。若 BaO 的含量变多,则液相粘度容易变低,另外,折射率、密度、热膨胀系数容易变高。由此, BaO 的含量优选为 35% 以下、 32% 以下、 30% 以下,特别优选为 28% 以下。另一方面,若 BaO 的含量变少,则变得难以得到所需的折射率,而且变得难以确保高的液相粘度。由此, BaO 的含量优选为 5% 以上、 10% 以上、 12% 以上、 15% 以上、 17% 以上、 20% 以上、 23% 以上,特别优选为 25% 以上。

[0036] TiO_2 和 La_2O_3 是有效地提高折射率的成分。由此, TiO_2 和 La_2O_3 的合计量优选为 0.5% 以上、 1% 以上、 3% 以上、 5% 以上、 8% 以上、 11% 以上、 15% 以上,特别优选为 17% 以上。另一方面,若 TiO_2 和 La_2O_3 的合计量变多,则耐失透性变得容易降低。由此, TiO_2 和 La_2O_3 的合计

量优选为40%以下、30%以下、25%以下,特别优选为22%以下。

[0037] TiO_2 是在除了稀土氧化物等重金属氧化物以外的、一般的氧化物中使折射率提高得最多的成分。但是,若 TiO_2 的含量变多,则玻璃发生着色,或者耐失透性变得容易降低。由此, TiO_2 的含量优选为0~35%、0.1~30%、0.1~15%、1~12%、2~11%、3~10%,特别优选为4~9%。需要说明的是,在与提高耐失透性相比优先使折射率上升的情况下, TiO_2 的含量优选为7~35%、15~32%,特别优选为20~30%。

[0038] La_2O_3 是有效地提高折射率的成分。但是,若 La_2O_3 的含量变多,则液相温度变得容易降低。由此, La_2O_3 的含量优选为0~15%、0~13%、5~12%,特别优选为7~11%。

[0039] 除上述成分以外,作为任意成分,例如还可以添加以下的成分。

[0040] Al_2O_3 的含量优选为0~8%。若 Al_2O_3 的含量变多,则在成形时变得容易析出失透结晶,液相粘度变得容易降低,另外,折射率变得容易降低。由此, Al_2O_3 的含量优选为8%以下、7%以下,特别优选为6%以下。另一方面,若 Al_2O_3 的含量变少,则玻璃组成失衡,相反地,玻璃变得容易发生失透。由此, Al_2O_3 的含量优选为0.1%以上、0.5%以上、1%以上、3%以上,特别优选为5%以上。

[0041] B_2O_3 的含量优选为0~15%。若 B_2O_3 的含量变多,则折射率、杨氏模量变得容易降低。由此, B_2O_3 的含量优选为9%以下、8%以下,特别优选为7%以下。另一方面,若 B_2O_3 的含量变少,则液相温度变得容易降低。由此, B_2O_3 的含量优选为1%以上、3%以上,特别优选为5%以上。

[0042] MgO 的含量优选为0~12%。 MgO 是提高杨氏模量的成分,并且是使高温粘度降低的成分,但若使 MgO 大量地含有,则折射率变得容易降低,或者液相温度上升,耐失透性降低,或者密度、热膨胀系数变得过高。由此, MgO 的含量优选为10%以下、5%以下、3%以下、2%以下、1.5%以下、1%以下,特别优选为0.5%以下。

[0043] CaO 的含量优选为0~15%。若 CaO 的含量变多,则密度、热膨胀系数容易变高,若其含量过多,则玻璃组成失衡,耐失透性变得容易降低。由此, CaO 的含量优选为13%以下、10%以下、8%以下,特别优选为7%以下。另一方面,若 CaO 的含量变少,则熔融性降低,或者杨氏模量降低,或者折射率变得容易降低。由此, CaO 的含量优选为0.5%以上、1%以上、3%以上、4%以上,特别优选为5%以上。

[0044] SrO 的含量优选为0~15%。若 SrO 的含量变多,则折射率、密度、热膨胀系数容易变高,若其含量过多,则玻璃组成失衡,耐失透性变得容易降低。由此, SrO 的含量优选为13%以下、12%以下,特别优选为11%以下。另一方面,若 SrO 的含量变少,则熔融性变得容易降低,另外,折射率变得容易降低。由此, SrO 的含量优选为1%以上、3%以上、5%以上、7%以上,特别优选为10%以上。

[0045] ZnO 的含量优选为0~15%。但是,若 ZnO 的含量变多,则密度、热膨胀系数变高,若其含量变得过剩,则玻璃组成的成分失衡,变得难以确保高的液相粘度。由此, ZnO 的含量优选为15%以下、12%以下、10%以下、8%以下、6%以下,特别优选为4%以下。另一方面,若 ZnO 的含量变少,则变得难以确保高的液相粘度。由此, ZnO 的含量优选为0.1%以上、0.5%以上、大于1%、1.5%以上、2%以上、2.5%以上,特别优选为3%以上。

[0046] ZrO_2 是提高折射率的成分,但若其含量变多,则液相温度变得容易降低。由此, ZrO_2 的含量优选为0~10%、0.1~7%、0.5~6%,特别优选为1~5.5%。

[0047] Nb_2O_5 为提高折射率的成分,但若其含量变多,则原料成本变得容易上升。由此, Nb_2O_5 的含量优选为0~30%、1~25%、5~23%、10~22%,特别优选为15~21%。

[0048] Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 是使高温粘性降低的成分,另外,是使热膨胀系数提高的成分,但若大量地导入这些成分,则高温粘性过度降低,变得难以确保高的液相粘度。由此, Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的合计量优选为15%以下、10%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下,特别优选为0.1%以下。另外, Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的各自的含量优选为10%以下、8%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下,特别优选为0.1%以下。

[0049] 在与提高液相粘度相比优先降低高温粘性的情况下, Li_2O 、 Na_2O 及 K_2O 的合计量优选为0.1~25%、5~23%、10~20%,特别是12~18%。另外, Li_2O 的含量优选为10%以下、8%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下,特别优选为0.1%以下。 Na_2O 的含量优选为1~22%、3~20%、5~15%,特别优选为8~12%。 K_2O 的含量优选为0.1~10%、1~9%、2~8%,特别优选为3~7%。

[0050] 作为澄清剂,可以在0~1%的范围内添加选自 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 CeO_2 、 SnO_2 、F、Cl、 SO_3 的组中的一种或两种以上。但是,对于 As_2O_3 、 Sb_2O_3 及F而言,从环境的观点考虑,优选极力地控制其使用,各自的含量优选低于0.1%。 CeO_2 的含量优选为0~1%、0.01~0.5%,特别优选为0.05~0.4%。另外, SnO_2 的含量优选为0~1%、0.01~0.5%,特别优选为0.05~0.4%。另外, SnO_2 、 SO_3 及Cl的合计量优选为0~1%、0.001~1%、0.01~0.5%,特别优选为0.05~0.3%。

[0051] PbO 是使高温粘性降低的成分,但是从环境的观点考虑,优选极力控制其使用。 PbO 的含量优选为0.5%以下,特别优选低于0.1%。

[0052] Bi_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Ta_2O_5 及 WO_3 是提高折射率的成分,由于昂贵且难以大量获得,因此优选极力控制使用。这些各成分的含量优选为1%以下,特别优选为0.5%以下。

[0053] Fe_2O_3 和 Cr_2O_3 是作为原料杂质而混入的成分,若这些成分变多,则玻璃板的内部的透射率变得容易降低。由此, Fe_2O_3 的含量优选为500ppm(0.05%)以下、200ppm以下、100ppm以下、50ppm以下,特别优选为30ppm以下。 Cr_2O_3 的含量优选为5ppm(0.0005%)以下、3ppm以下、2ppm以下、1ppm以下,特别优选为0.5ppm以下。需要说明的是,若使用高纯度的玻璃原料,则能够降低 Fe_2O_3 和 Cr_2O_3 的含量。

[0054] 本发明的玻璃板优选具有以下特性。

[0055] 密度优选为 $5.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $4.8\text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $4.3\text{g}/\text{cm}^3$ 以下、 $3.7\text{g}/\text{cm}^3$ 以下,特别是 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以下。由此,能够使器件轻质化。需要说明的是,“密度”能够利用公知的阿基米德法进行测定。

[0056] 热膨胀系数优选为 $30 \times 10^{-7} \sim 100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、 $40 \times 10^{-7} \sim 90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、 $60 \times 10^{-7} \sim 85 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 、特别是 $65 \times 10^{-7} \sim 80 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。若热膨胀系数为上述范围以外,则在玻璃板的表面上形成有反射膜等功能膜的情况下,玻璃板变得容易翘曲。需要说明的是,“热膨胀系数”是利用膨胀计进行测定而得的值,是指30~380°C的温度范围内的平均值。

[0057] 应变点优选为500°C以上、550°C以上、600°C以上、620°C以上,特别是640°C以上。若应变点过低,则通过器件的制造工序中的高温的热处理而玻璃板变得容易发生热收缩。需要说明的是,“应变点”是指基于ASTM C336的方法进行测定而得的值。

[0058] 高温粘度 $10^{2.5}\text{dPa} \cdot \text{s}$ 时的温度优选为1400°C以下、1300°C以下、1200°C以下、特别

是1100℃以下。由此，熔融性降低，玻璃板的生产效率降低。需要说明的是，“高温粘度 $10^{2.5}$ dPa·s时的温度”是指利用铂球提拉法进行测定而得的值。

[0059] 液相温度优选为1200℃以下、1150℃以下、1130℃以下、1100℃以下、1050℃以下、1030℃以下、1000℃以下、980℃以下、特别是950℃以下。另外，液相粘度优选为 $10^{3.0}$ dPa·s以上、 $10^{3.5}$ dPa·s以上、 $10^{4.0}$ dPa·s以上、 $10^{4.5}$ dPa·s以上、 $10^{4.8}$ dPa·s以上、 $10^{5.0}$ dPa·s以上、 $10^{5.2}$ dPa·s以上、特别是 $10^{5.3}$ dPa·s以上。由此，在成形时玻璃变得不易发生失透，因此，变得易于利用浮法、溢流下拉法等将玻璃板成形。此处，“液相粘度”是指利用铂球提拉法测定液相温度下的玻璃的粘度而得的值。“液相温度”是指：将穿过标准筛30目(500 μ m)且残存于50目(300 μ m)上的玻璃粉末放入到铂舟中并在温度梯度炉中保持24小时，测定结晶析出的温度而得的值。

[0060] 光程长10mm、波长550nm时的内部透射率优选为80%以上、85%以上、90%以上、特别是95%以上。若内部透射率过低，则在玻璃板的内部中，光的损失变大。

[0061] 在本发明的玻璃板中，板厚优选为3mm以下、2mm以下、特别是1mm以下，另外优选为0.01mm以上、0.03mm以上、特别是0.05mm以上。若玻璃板的板厚过大，则玻璃板的质量变大，因此，变得难以应用于头戴式显示器的导光板等。另一方面，若玻璃板的板厚过小，则在组装器件时处置变得困难。

[0062] 本发明的玻璃板优选利用溢流下拉法、狭缝下拉法、重拉法、浮法、轧平法进行成形而成，特别优选利用溢流下拉法进行成形而成。由此，能够提高玻璃板的主面的表面平滑性。

[0063] 优选使本发明的玻璃板层叠多张而制成层叠体。由此，能够在显示图像的纵深方向上投影不同的映像，变得易于实现3D显示。作为层叠方法，优选层叠与红色显示、绿色显示、蓝色显示各自相对应的玻璃板。层叠张数例如为3张以上、5张以上、特别是10张以上。

[0064] 本发明的玻璃板优选在一个主面上形成有凹凸结构。由此，在玻璃板的内部传播的光变得容易向外部射出。其结果，头戴式显示器的映像变得鲜明。作为凹凸结构，例如优选为形成周期结构且通过衍射现象而将光向外部取出的结构。作为凹凸结构的形成方法，例如可采用光刻法、使用了掩模的溅射法、在形成均匀的膜之后使用激光局部地进行蚀刻的方法、使用了模具的压印法等方法。

[0065] 实施例

[0066] 以下，基于实施例来详细地说明本发明。但是，以下的实施例仅为例示。本发明不受以下的实施例的任何限定。

[0067] 表1示出试样No.1~10。需要说明的是，表中的“N.A.”是指未测定。

[0068] [表1]

[0069]

(质量%)	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
SiO ₂	39.9	40.9	32.4	32.4	30.3	30.0	28.5	29.7	29.4	29.4
Al ₂ O ₃	5.1	5.0	2.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	5.1	5.0	7.4	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	10.1	9.0	10.5	10.7	10.8
K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	5.0	5.0	5.0	4.9	5.2
MgO	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	3.0	3.0	2.9	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	11.2	11.2	6.9	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	26.9	25.2	27.2	27.0	8.6	8.6	8.9	7.4	9.0	7.4
ZnO	3.1	3.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	3.6	4.6	6.7	9.7	24.4	25.4	28.9	26.3	25.5	25.9
ZrO ₂	2.0	2.0	2.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	10.3	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.0	18.5	20.1	19.4	20.5
Sb ₂ O ₃	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO ₂	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CeO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1
Cl	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂ + La ₂ O ₃	3.6	4.6	17.0	19.1	24.4	25.4	28.9	26.3	25.5	25.9
密度(g/cm ³)	3.408	3.375	3.680	3.627	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
α ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	72.0	70.7	77.2	79.6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
应变点(°C)	633	641	642	640	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
退火点(°C)	672	679	676	673	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
软化点(°C)	813	824	799	790	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{4.0} dPa·s(°C)	1009	1019	959	936	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{3.0} dPa·s(°C)	1110	1119	1036	1005	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{2.5} dPa·s(°C)	1174	1186	1087	1051	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
10 ^{2.0} dPa·s(°C)	1271	1271	1150	1109	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
液相温度(°C)	947	930	892	921	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
液相粘度(dPa·s)	4.9	5.3	5.2	4.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
nd	1.628	1.630	1.684	1.701	1.792	1.798	1.808	1.802	1.807	1.800

[0070] 如下所述地进行操作,制作出表中的各试样。首先,按照成为表中的玻璃组成的方式调配玻璃原料,使用铂釜于1400°C熔融24小时。接下来,将得到的熔融玻璃流出到碳板上,成形为平板形状。对于所得的玻璃板,评价了表中的特性。

[0071] 密度是通过公知的阿基米德法进行测定而得的值。

[0072] 热膨胀系数 α 是利用膨胀计进行测定而得的值,是30~380°C的温度范围内的平均值。

[0073] 应变点、退火点是基于ASTM C336的方法进行测定而得的值。软化点是基于ASTM C338的方法进行测定而得的值。高温粘度10^{4.0}dPa·s、10^{3.0}dPa·s、10^{2.5}dPa·s及10^{2.0}dPa·s时的温度是利用铂球提拉法进行测定而得的值。

[0074] 液相温度是将穿过标准筛30目(500 μm)且残存于50目(300 μm)上的玻璃粉末放入到铂舟中并在温度梯度炉中保持24小时,测定结晶析出的温度而得的值。另外,液相粘度是利用铂球提拉法对液相温度下的玻璃的粘度进行测定而得的值。

[0075] 折射率nd是按照以下方式进行测定而得的值:制作25mm \times 25mm \times 约3mm的长方体试样后,在从(退火点+30°C)至(应变点-50°C)的温度区域内以成为0.1°C/分钟的冷却速度进行退火处理,接着,一边使折射率nd匹配的浸液浸透到玻璃间,一边使用岛津制作所公司制的折射率测定器KPR-2000进行测定。

[0076] 接着,按照成为表1的试样No.1的玻璃组成的方式调配玻璃原料,利用连续熔融炉将所得的玻璃配合料熔融后,利用溢流下拉法成形为板厚1mm的板状,分别得到主面的表面

粗糙度Ra为0.2nm的玻璃板。使用磨石对所得的玻璃板的端面的一部分进行加工,以使得遍布板厚方向的整体地形成倾斜面,并且倾斜面与主面所成的角度为 60° ,倾斜面的表面粗糙度Ra为0.2nm。

[0077] 接着,利用光刻法在玻璃板的一个主面上形成包含SiO₂的周期性的凹凸结构,并且,利用树脂填充凹凸结构的间隙。将所得的玻璃板层叠7张而得到层叠体。进而,对于表1的试样No.1,也利用同样的方法得到层叠体。

[0078] 另外,按照成为表1的试样No.2的玻璃组成的方式调配玻璃原料,利用连续熔融炉将所得的玻璃配合料熔融后,利用溢流下拉法成形为板厚0.5mm的板状,分别得到主面的表面粗糙度Ra为0.2nm的玻璃板。使用激光对所得的玻璃板的端面的一部分进行加工,以使得遍布板厚方向的整体地形成倾斜面,并且,倾斜面与主面所成的角度为 30° ,倾斜面的表面粗糙度Ra为0.5nm。

[0079] 接着,通过使用了掩模的溅射法在玻璃板的一个主面上形成包含SiO₂的周期性的凹凸结构,并且利用树脂填充凹凸结构的间隙。将所得的玻璃板层叠10张而得到层叠体。进而,对于表1的试样No.3,也利用同样的方法得到层叠体。

[0080] 对于如上所述地操作而得到的层叠体而言,在对各玻璃板的倾斜面或与倾斜面相反侧的主面照射与主面垂直的光的情况下,能够在各玻璃板的内部传播射入的光。由此,可适合用作头戴式显示器的导光板。

[0081] 附图标记说明

[0082] 1 玻璃板

[0083] 10 主面

[0084] 11 端面

[0085] 12 倾斜面

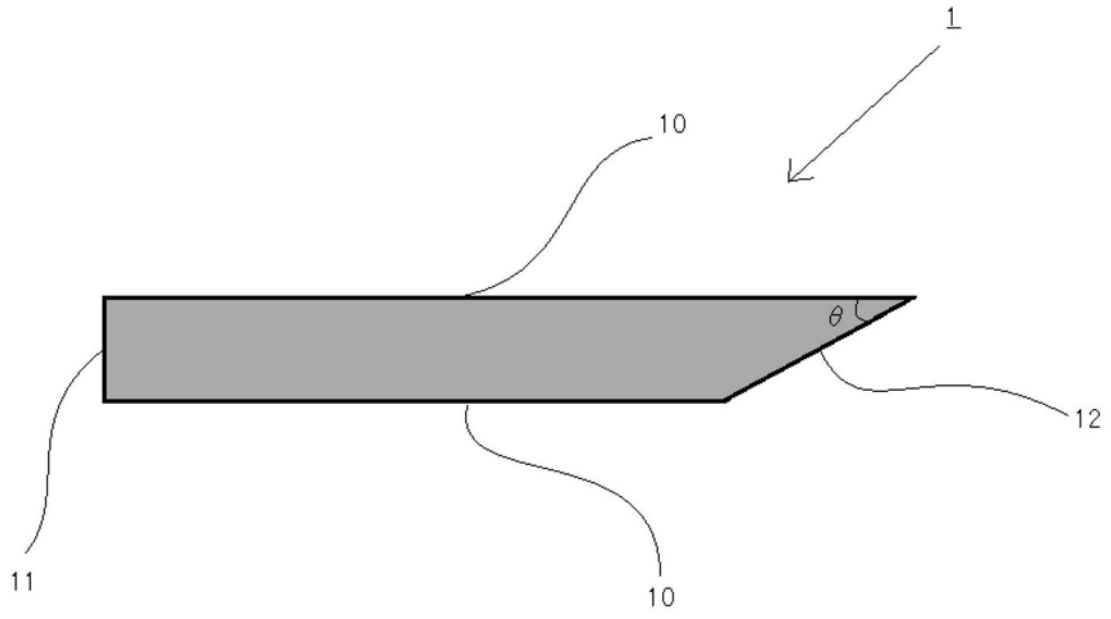


图1

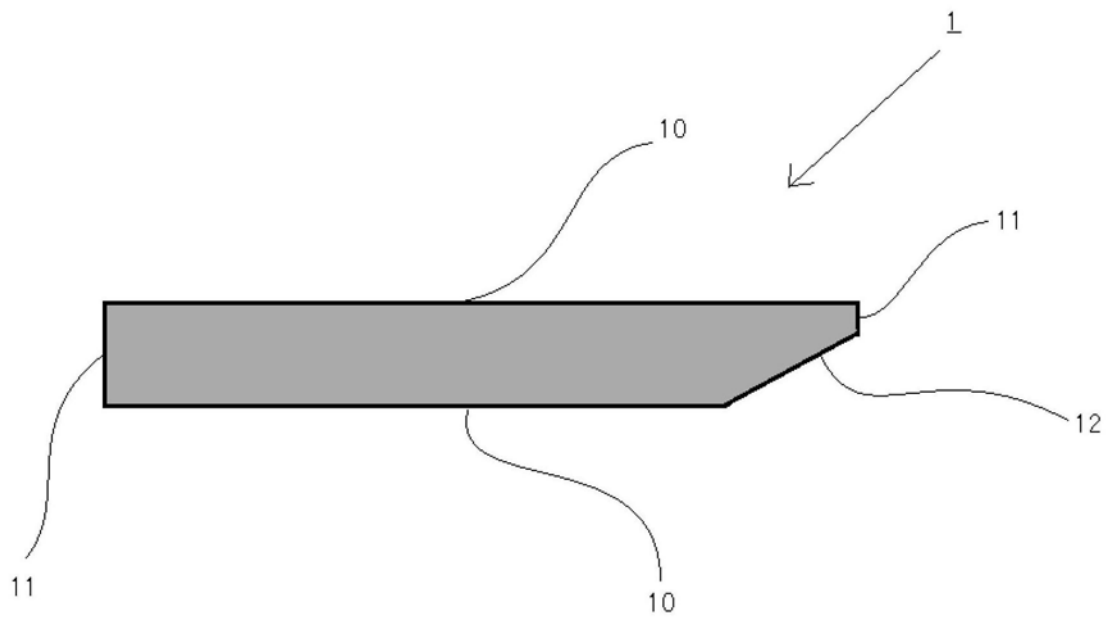
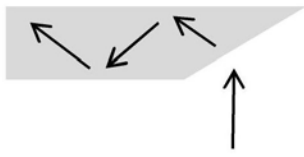


图2

(a)



(b)

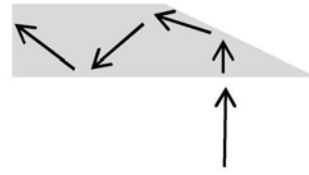


图3