



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117480133 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 30

(21) 申请号 202280042558.9

(22) 申请日 2022.06.13

(30) 优先权数据

2021-100357 2021.06.16 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/023684 2022.06.13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/264976 JA 2022.12.22

(71) 申请人 AGC株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 饭田亮一 藤原卓磨 柴田章广

小野丈彰 斋藤勋

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 赵青

(51) Int.Cl.

G03B 33/09 (2006.01)

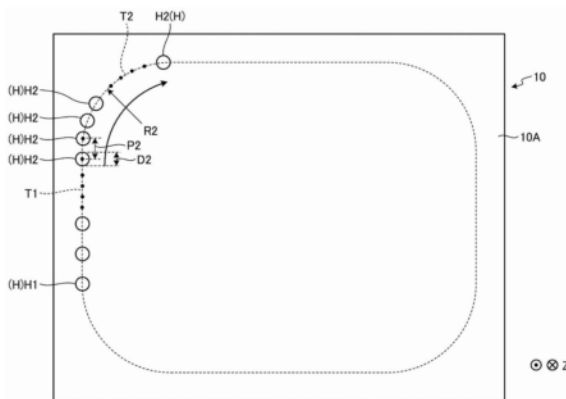
权利要求书2页 说明书15页 附图8页

(54) 发明名称

板状构件的制造方法和板状构件

(57) 摘要

本发明涉及一种板状构件的制造方法,其包括如下步骤:在母材(10)的表面(10A)沿着曲率半径为100mm以上的第一轨迹T1照射激光,形成多个开口(H1);沿着与第一轨迹(T1)连续且曲率半径小于100mm的第二轨迹(T2)照射激光,形成多个开口(H2);以及以开口(H1)、(H2)为起点,从母材(10)切出板状构件;第一轨迹(T1)和第二轨迹(T2)上的照射间距(P2)为规定的范围。



1. 一种板状构件的制造方法,包括如下步骤:

通过在母材的表面沿着曲率半径为100mm以上的第一轨迹照射经脉冲振荡的激光,在所述母材的表面形成沿着所述第一轨迹的多个开口;

通过在所述母材的表面沿着与所述第一轨迹连续且曲率半径小于100mm的第二轨迹照射所述激光,在所述母材的表面形成沿着所述第二轨迹的多个开口;以及

通过以沿着所述第一轨迹和所述第二轨迹的开口为起点使所述母材断裂,从所述母材切出板状构件;

所述第一轨迹上的所述激光的照射间距为 $9\mu\text{m}$ 以下,所述第二轨迹上的所述激光的照射间距比所述第一轨迹上的所述激光的照射间距短。

2. 根据权利要求1所述的板状构件的制造方法,其中,所述母材为玻璃。

3. 根据权利要求2所述的板状构件的制造方法,其中,所述母材为碱玻璃。

4. 根据权利要求1所述的板状构件的制造方法,其中,所述第一轨迹上的所述激光的照射间距相对于所述激光的光斑直径为120%~180%,所述第二轨迹上的所述激光的照射间距相对于所述激光的光斑直径为140%以下。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,所述第二轨迹上的所述激光的照射间距为 $7\mu\text{m}$ 以下。

6. 根据权利要求1~4中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,所述第二轨迹上的所述激光的照射间距为 $5\mu\text{m}$ 以上。

7. 根据权利要求1~4中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,所述第一轨迹的曲率半径为1000mm以上,所述第二轨迹的曲率半径为2mm~10mm。

8. 根据权利要求1~4中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,所述母材的所述表面为曲率半径为10000mm以下的曲面状。

9. 一种板状构件,具有从厚度方向观察时的曲率半径为100mm以上的第一端面以及与所述第一端面连接且从厚度方向观察时的曲率半径小于100mm的第二端面,其中,

在所述第一端面以 $9\mu\text{m}$ 以下的间距形成有多个沿所述板状构件的厚度方向延伸的线状损伤部,

在所述第二端面以比所述第一端面的损伤部的间距短的间距形成有多个沿所述板状构件的厚度方向延伸的线状损伤部。

10. 根据权利要求9所述的板状构件,其中,所述板状构件为玻璃。

11. 根据权利要求10所述的板状构件,其中,所述板状构件在表面具有压缩应力层。

12. 根据权利要求9~11中任一项所述的板状构件,其中,所述第一端面的损伤部的间距相对于所述第一端面的损伤部的宽度为600%以下,所述第二端面的损伤部的间距相对于所述第二端面的损伤部的宽度为450%以下。

13. 根据权利要求9~11中任一项所述的板状构件,其中,所述第二端面的损伤部的间距为 $7\mu\text{m}$ 以下。

14. 根据权利要求9~11中任一项所述的板状构件,其中,从厚度方向观察时的所述第一端面的曲率半径为1000mm以上,从厚度方向观察时的所述第二端面的曲率半径为2mm~10mm。

15. 根据权利要求9~11中任一项所述的板状构件,其中,所述板状构件的表面为曲率

半径为10000mm以下的曲面状。

16. 根据权利要求9~11中任一项所述的板状构件,其被用作车载用显示装置的覆盖材料。

板状构件的制造方法和板状构件

技术领域

[0001] 本发明涉及板状构件的制造方法和板状构件。

背景技术

[0002] 已知有一种通过对母材照射激光而形成多个开口,沿多个开口使母材断裂,从而从母材切出板状构件的方法。例如在专利文献1中记载了对平坦的玻璃构件照射激光而从玻璃构件切出玻璃元件。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特表2019—511989号公报

发明内容

[0006] 但是,由于沿开口从母材分离的断裂面产生裂纹等原因,有板状构件的强度降低的风险。因此,要求抑制裂纹的产生。

[0007] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供一种能够抑制裂纹的产生的板状构件的制造方法和板状构件。

[0008] 为了解决上述问题并达到目的,本公开的板状构件的制造方法包括如下步骤:通过在母材的表面沿着曲率半径为100mm以上的第一轨迹照射经脉冲振荡的激光,在上述母材的表面形成沿着上述第一轨迹的多个开口;通过在上述母材的表面沿着与上述第一轨迹连续且曲率半径小于100mm的第二轨迹照射上述激光,在上述母材的表面形成沿着上述第二轨迹的多个开口;以及通过以沿着上述第一轨迹和上述第二轨迹的开口为起点使上述母材断裂,从上述母材切出板状构件;上述第一轨迹上的上述激光的照射间距为 $9\mu\text{m}$ 以下,上述第二轨迹上的上述激光的照射间距比上述第一轨迹上的上述激光的照射间距短。

[0009] 为了解决上述问题并达到目的,本公开的板状构件是具有从厚度方向观察时的曲率半径为100mm以上的第一端面以及与上述第一端面连接且从厚度方向观察时的曲率半径小于100mm的第二端面的板状构件,在上述第一端面以 $9\mu\text{m}$ 以下的间距形成有多个沿上述板状构件的厚度方向延伸的线状损伤部,在上述第二端面以比上述第一端面的损伤部的间距短的间距形成有多个沿上述板状构件的厚度方向延伸的线状损伤部。

[0010] 根据本发明,可以提供能够抑制裂纹的产生的板状构件的制造方法和板状构件。

附图说明

[0011] 图1是母材的示意性截面图。

[0012] 图2是对沿着第一轨迹的激光的照射进行说明的示意图。

[0013] 图3是对沿着第二轨迹的激光的照射进行说明的示意图。

[0014] 图4是表示在轨迹的整个区间形成有开口的例子的示意图。

[0015] 图5是板状构件的示意图。

- [0016] 图6是对本实施方式的板状构件的制造流程进行说明的流程图。
- [0017] 图7是表示板状构件的厚度方向的应力分布的一个例子的曲线图。
- [0018] 图8是表示本实施方式的车载用显示器的示意图。
- [0019] 图9是对实施例中的母材的切割轨迹进行说明的示意图。
- [0020] 图10是对裂纹的测定方法进行说明的示意图。

具体实施方式

[0021] 下面参照附图详细说明本发明的优选实施方式。应予说明,本发明不受该实施方式的限定,另外,在存在多个实施方式的情况下,也包含组合各实施方式而构成的实施方式。另外,关于数值,包含四舍五入的范围、通常的公差的范围。

[0022] 本实施方式中,对母材10照射激光L而在母材10形成开口H,以开口H为起点使母材10断裂,由此从母材10切出板状构件100。

[0023] 具体而言,本实施方式的板状构件的制造方法的特征在于,包括如下步骤:通过在母材的表面沿着曲率半径为100mm以上的第一轨迹照射经脉冲振荡的激光,在上述母材的表面形成沿着上述第一轨迹的多个开口;通过在上述母材的表面沿着与上述第一轨迹连续且曲率半径小于100mm的第二轨迹照射上述激光,在上述母材的表面形成沿着上述第二轨迹的多个开口;以及通过以沿着上述第一轨迹和上述第二轨迹的开口为起点使上述母材断裂,从上述母材切出板状构件;上述第一轨迹上的上述激光的照射间距为 $9\mu\text{m}$ 以下,上述第二轨迹上的上述激光的照射间距比上述第一轨迹上的上述激光的照射间距短。

[0024] 下面对母材10和从母材10制造板状构件100的方法进行说明。

[0025] (母材)

[0026] 图1是母材的示意性截面图。如图1所示,母材10为透明的板状构件。应予说明,这里的板状不限于平板状,可以指主面的宽度比厚度长的板状,这里的透明可以指透射可见光。以下,将母材10的一个主面设为表面10A,将表面10A的相反侧的主面设为表面10B,将母材10的厚度方向、即连接表面10B和表面10A的方向设为Z方向。

[0027] 图1的例子中,母材10在从Z方向观察时为矩形的平板状,但母材10的形状可以是任意的。例如,母材10不限于从Z方向观察时为矩形,也可以为多边形、圆形或椭圆形等。另外,图1的例子中,母材10为平板状,但不限于此,也可以为平板弯曲的形状。即,母材10的表面10A、10B也可以为在Z方向凸出的曲面状。

[0028] 在母材10的表面10A、10B为在Z方向凸出的曲面状的情况下,母材10的表面10A、10B的曲率半径优选为10000mm以下,更优选为5000mm以下,进一步优选为3000mm以下。在母材10的表面10A、10B为在Z方向凸出的曲面状的情况下,母材10的表面10A、10B的曲率半径优选为10mm以上,更优选为50mm以上,进一步优选为100mm以上,特别优选为200mm以上。

[0029] 母材10的厚度D优选为0.2mm以上,更优选为0.8mm以上,进一步优选为1mm以上。母材10的厚度D优选为5mm以下,更优选为3mm以下,进一步优选为2mm以下。母材10的厚度D是指从表面10A到表面10B的Z方向上的长度。通过厚度D为该范围,能够适当地提高刚性。

[0030] 母材10优选为玻璃,更优选为包含碱成分的碱玻璃。母材10是与后述的板状构件100相同的材料。但是,当如后所述对板状构件100进行化学强化时,母材10的组成相当于板状构件100的板厚方向上的中央部分的组成。具体而言,如果将化学强化时被取代而放出的

元素设为取代前元素,将通过化学强化进行取代而引入的元素设为取代元素,则可以说板状构件100为相对于板状构件100的经化学强化的表面层,代替取代元素而包含取代前元素的组成。

[0031] (板状构件的制造方法)

[0032] 接下来,对从母材10制造板状构件100的方法进行说明。如图1所示,在本制造方法中,从照射装置A对母材10的表面10A照射激光L,在母材10的表面10A形成开口H。即,开口H是通过激光L而形成的孔。

[0033] 开口H是从表面10A贯通至表面10B的线状损伤部,但也可以是不贯通至表面10B的线状损伤部。线状损伤部可以包含由激光L形成的改性部。改性部通过玻璃的结构变化或通过熔融和再凝固而密度或折射率发生变化。线状损伤部除了改性部以外还可以包含空隙,也可以在各空隙间存在裂纹。

[0034] 照射装置A照射脉冲状的激光L(脉冲激光)。激光L的光斑直径DL可以是任意的,但例如优选为 $1\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$,更优选为 $2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$,进一步优选为 $3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 。通过光斑直径DL为该范围,可以形成能够使母材10适当地断裂的大小的开口H。应予说明,光斑直径DL是指激光L最会聚位置处的直径(焦点位置处的直径)。

[0035] 另外,激光L的波段是任意的,但例如可以为 $350\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ 。另外,照射装置A可以以任意的输出功率照射激光L,但例如可以输出 $10\text{W} \sim 150\text{W}$ 的输出值的激光L,可以改变激光L的输出值。

[0036] 照射装置A具有光源部A1、聚光透镜A2和扫描机构A3。光源部A1是产生激光L的光源。聚光透镜A2相对于光源部A1设置于激光L的行进方向侧,供来自光源部A1的激光L入射。聚光透镜A2一边将入射的激光L聚光一边向表面10A射出。扫描机构A3是扫描(扫掠)激光L的机构。

[0037] 即,扫描机构A3使激光L照射至表面10A的位置即照射位置沿与表面10A平行的方向扫描(移动)。扫描机构A3只要能够扫描激光L则可以是任意的机构,例如可以是电流镜等。

[0038] 应予说明,照射装置A的构成不限于以上说明,可以是能够在与表面10A平行的方向上扫描照射位置的同时照射激光L的任意构成。例如,可以通过将光源部A1、聚光透镜A2等照射激光L的激光头的位置固定并使激光L所照射的母材10移动来扫描照射位置的构成。即,可以说是通过移动激光L的光斑位置与母材10的相对位置来扫描照射位置。

[0039] 在本制造方法中,通过一边扫描照射位置一边照射激光L,沿着照射位置的扫描方向(移动方向)以规定的间隔形成多个开口H。即,在本制造方法中,在母材10的表面10A形成沿着激光L的照射位置的扫描轨迹以规定的间隔排列的多个开口H。

[0040] (轨迹)

[0041] 图2是对沿着第一轨迹的激光的照射进行说明的示意图。本实施方式中,如图2所示,以在母材10的表面10A扫描激光L的照射位置的轨迹T包含第一轨迹T1和第二轨迹T2的方式设定轨迹T。

[0042] 第一轨迹T1的从Z方向观察时的曲率半径R1为 100mm 以上,优选为 1000mm 以上,更优选为 2500mm 以上。这样,第一轨迹T1的曲率半径大,其上限没有特别限定,例如可以为直线状。

[0043] 第二轨迹T2是与第一轨迹T1连续的(与第一轨迹T1连接的)轨迹。第二轨迹T2从Z方向观察时的曲率半径R2小于100mm,优选为2mm以上,更优选为3mm以上。曲率半径R2优选为10mm以下,更优选为5mm以下。这样,第二轨迹T2的曲率半径比第一轨迹T1小,呈曲线状。

[0044] 应予说明,图2的例子中,轨迹T包含对应于矩形的四个边的四个第一轨迹T1和设置于一对第一轨迹T1之间的四个第二轨迹T2,但不限于此。轨迹T可以是包含第一轨迹T1和第二轨迹T2的任意形状。

[0045] (沿着第一轨迹的激光的照射)

[0046] 本制造方法中,如图2所示,在母材10的表面10A沿着第一轨迹T1照射激光L。即,一边使激光L的照射位置沿着第一轨迹T1扫描(移动),一边照射脉冲状的激光L。由此,在母材10的表面10A形成沿第一轨迹T1排列的多个开口H1。

[0047] 本制造方法中,优选使开口H1的直径D1为 $0.2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$,更优选为 $0.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$,进一步优选为 $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 。通过使开口H1的直径D1为该范围,能够以开口H1为起点使母材10适当地断裂。

[0048] 将沿着第一轨迹T1相邻的开口H1的中心间的距离设为第一轨迹上的激光的照射间距P1。本制造方法中,以照射间距P1为 $9\mu\text{m}$ 以下的方式形成开口H1。另外,本制造方法中,优选使照射间距P1为 $6\mu\text{m}$ 以上,更优选超过 $7\mu\text{m}$ 。照射间距P1优选为 $8\mu\text{m}$ 以下。

[0049] 另外,本制造方法中,照射间距P1相对于开口H1的直径D1优选为400%~600%,进一步优选为450%~550%。

[0050] 另外,本制造方法中,照射间距P1相对于激光L的光斑直径DL优选为120%以上,更优选为140%以上。照射间距P1相对于激光L的光斑直径DL优选为180%以下,更优选为160%以下。

[0051] 通过使照射间距P1为该范围,在以开口H1为起点使母材10断裂时,能够抑制在沿着第一轨迹T1的部位产生裂纹(除开口H1以外的裂纹)。

[0052] (沿着第二轨迹的激光的照射)

[0053] 图3是对沿着第二轨迹的激光的照射进行说明的示意图。本制造方法中,如图3所示,在母材10的表面10A沿着第二轨迹T2照射激光L。即,一边使激光L的照射位置沿着第二轨迹T2扫描(移动),一边照射脉冲状的激光L。由此,在母材10的表面10A形成沿第二轨迹T2排列的多个开口H2。

[0054] 本制造方法中,优选使开口H2的直径D2为 $0.2\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$,更优选为 $0.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$,进一步优选 $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 。通过使开口H2的直径D2为该范围,能够以开口H2为起点使母材10适当地断裂。

[0055] 将沿着第二轨迹T2相邻的开口H2的中心间的距离设为第二轨迹上的激光的照射间距P2。本制造方法中,以照射间距P2比开口H1的照射间距P1短的方式形成开口H2。另外,本制造方法中,优选使照射间距P2为 $7\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $6\mu\text{m}$ 以下。另外,本制造方法中,优选使照射间距P2为 $5\mu\text{m}$ 以上。

[0056] 另外,本制造方法中,照射间距P2相对于开口H2的直径D2优选为450%以下,更优选为350%~400%。

[0057] 另外,本制造方法中,照射间距P2相对于激光L的光斑直径DL优选为140%以下,更优选为120%以下。另外,照射间距P2相对于激光L的光斑直径DL优选为100%以上。

[0058] 另外,本制造方法中,照射间距P2相对于第二轨迹T2的曲率半径R2优选为2000%以下,更优选为40%~200%,进一步优选为60%~100%。

[0059] 通过使照射间距P2为该范围,在以开口H2为起点使母材10断裂时,能够抑制在沿着第二轨迹T2的部位产生裂纹(除开口H2以外的裂纹)。

[0060] 图4是表示在轨迹的整个区间形成有开口的例子的示意图。本制造方法中,如图4所示,在轨迹T的整个区间形成开口H。即,在轨迹T中的第一轨迹T1的区间内以照射间距P1形成开口H1,在第二轨迹T2的区间内以照射间距P2形成开口H2。

[0061] 应予说明,图4中,为了便于说明,仅示出了第一轨迹T1和第二轨迹T2上的一部分开口H1、H2,但实际上在第一轨迹T1和第二轨迹T2的整个区间形成有开口H1、H2。

[0062] 另外,在以上说明中,首先沿着第一轨迹T1形成开口H1,然后沿着与该第一轨迹T1连续的第二轨迹T2形成开口H2,因此在图4的例子中,按照第一轨迹T1、与该第一轨迹T1连续的第二轨迹T2、与该第二轨迹T2连续的第一轨迹T1、与该第一轨迹T1连续的第二轨迹T2的顺序沿着轨迹形成开口H1或开口H2。

[0063] 但是,开口H1、H2的形成顺序不限于此,也可以首先沿着第二轨迹T2形成开口H2,然后沿着与该第二轨迹T2连续的第一轨迹T1形成开口H1。即,在图4的例中,也可以按照第二轨迹T2、与该第二轨迹T2连续的第一轨迹T1、与该第一轨迹T1连续的第二轨迹T2、与该第二轨迹T2连续的第一轨迹T1的顺序沿着轨迹形成开口H1或开口H2。

[0064] 另外,也不限于沿着连续的轨迹进行加工。例如,也可以在各个第一轨迹T1形成开口H1后,在各个第二轨迹T2形成开口H2,也可以在各个第二轨迹T2形成开口H2后,在各个第一轨迹T1形成开口H1,也可以同时实施向第一轨迹T1形成开口H1和向第二轨迹T2形成开口H2。

[0065] (以开口为起点的断裂)

[0066] 图5是板状构件的示意图。在第一轨迹T1形成开口H1并在第二轨迹T2形成开口H2后,在本制造方法中,以开口H1、H2为起点使母材10断裂,由此从母材10分离(切出)板状构件100。

[0067] 由于开口H1沿着第一轨迹T1形成,开口H2沿着第二轨迹T2形成,所以通过以开口H1、H2为起点使母材10断裂,母材10沿着第一轨迹T1和第二轨迹T2断裂,如图5所示,切出板状构件100。

[0068] 详细情况在下文叙述,板状构件100具有作为第一轨迹T1处的断裂面的第一端面101和作为第二轨迹T2处的断裂面的第二端面102,在第一端面101残留与开口H1对应的损伤部HA1,在第二端面102残留与开口H2对应的损伤部HA2。

[0069] 图5中,为了便于说明,仅示出了第一端面101和第二端面102上的一部分损伤部HA1、HA2,但实际上在第一端面101和第二端面102的整个区间形成有损伤部HA1、HA2。

[0070] 本实施方式中,可以通过沿着轨迹T使表面10A产生应力而以开口H1、H2为起点使母材10断裂。例如,通过沿着轨迹T对表面10A照射CO₂激光,沿着轨迹T使表面10A产生应力,以开口H1、H2为起点使母材10断裂。

[0071] 但是,以开口H1、H2为起点使母材10断裂的方法不限于CO₂激光的照射,也可以通过利用机械方法沿着表面10A的轨迹T施加弯曲负荷,沿着轨迹T使表面10A产生应力,以开口H1、H2为起点使母材10断裂。这里的机械方法是指物理地产生弯曲负荷,例如可以利用机

械产生弯曲负荷,也可以利用作业人员的人工作业产生弯曲负荷。

[0072] (化学强化)

[0073] 本制造方法中,也可以对从母材10切出的板状构件100实施化学强化处理,在板状构件100的表面形成压缩应力层。化学强化处理可以通过任意的方法进行,但例如可以通过在包含碱金属的熔融盐中浸渍板状构件100来进行。

[0074] 典型地,可举出将板状构件100浸渍于 KNO_3 熔融盐中,进行离子交换处理后,冷却至室温附近的方法。 KNO_3 熔融盐的温度、浸渍时间等处理条件可以设定为使表面压缩应力和压缩应力层的厚度成为所期望的值。应予说明,进行化学强化的方法不限于利用 KNO_3 熔融盐等钾盐的方法,可以是任意的。例如,也可以利用钠盐进行化学强化。

[0075] 另外,化学强化处理优选切出板状构件100之后进行,但不限于此,也可以对切出之前的母材10进行化学强化处理,然后从经化学强化处理的母材10切出板状构件100。

[0076] (制造流程)

[0077] 接下来,对本制造方法的流程进行说明。图6是对本实施方式的板状构件的制造流程进行说明的流程图。

[0078] 如图6所示,在本制造方法中,准备母材10,在母材10的表面10A沿着第一轨迹T1照射激光L,形成沿着第一轨迹T1排列的多个开口H1(步骤S10)。

[0079] 然后,在母材10的表面10A沿着与第一轨迹T1连续的第二轨迹T2照射激光L,形成沿着第二轨迹T2排列的多个开口H2(步骤S12)。

[0080] 应予说明,在与第二轨迹T2连续地存在第一轨迹T1的情况下,沿着该第一轨迹T1形成开口H1。即,在本实施方式中,按照第一轨迹T1、第二轨迹T2、第一轨迹T1···的顺序,沿着轨迹T形成开口H1、H2。应予说明,步骤S10、S12的执行顺序可以是任意的,例如也可以按照第二轨迹T2、第一轨迹T1、第二轨迹T2···的顺序形成开口H1、H2。另外,如上所述,也可以不沿着连续的轨迹T进行加工,而是分开形成第一轨迹T1的开口H1和第二轨迹T2的开口H2。

[0081] 然后,在本制造方法中,以第一轨迹T1和第二轨迹T2的开口H1、H2为起点使母材10断裂,切出板状构件100(步骤S14)。由此,制造板状构件100,但例如也可以对从母材10切出的板状构件100实施化学强化处理。

[0082] (板状构件)

[0083] 以下,对板状构件100的特性进行说明。以后说明的板状构件100是通过以上说明的制造方法制造的,但只要具有以后说明的特性,制造方法可以是任意的。

[0084] 如图5所示,板状构件100包含作为一个主面的表面100A和作为另一个主面的表面100B。即,母材10的表面10A中作为板状构件100切出的区域成为板状构件100的表面100A,母材10的表面10B中作为板状构件100切出的区域成为板状构件100的表面100B。另外,板状构件100包含作为沿着第一轨迹T1断裂而形成的端面的第一端面101和作为沿着第二轨迹T2断裂而形成的端面的第二端面102。

[0085] 板状构件100的厚度,即Z方向上从表面100A到表面100B的距离可以与母材10的厚度D相同。另外,在图5的例子中,板状构件100为平板状,但不限于此,也可以是平板弯曲后的形状。即,板状构件100的表面100A、100B也可以是在Z方向凸出的曲面状。

[0086] 在板状构件100的表面100A、100B为在Z方向凸出的曲面状的情况下,板状构件100

的表面100A、100B的曲率半径优选为10000mm以下,更优选为5000mm以下,进一步优选为3000mm以下。在板状构件100的表面100A、100B为在Z方向凸出的曲面状的情况下,板状构件100的表面100A、100B的曲率半径优选为10mm以上,更优选为50mm以上,进一步优选为100mm以上,特别优选为200mm以上。

[0087] (第一端面)

[0088] 板状构件100的第一端面101是通过使母材10沿着第一轨迹T1断裂而形成的截面。因此,形成于母材10的开口H1的至少一部分作为损伤部HA1残留于第一端面101。损伤部HA1是通过激光L的照射而形成的开口H1的一部分,可以说是作为激光L的照射痕迹(激光痕迹)的线状损伤部。即,在第一端面101形成有沿Z方向(轴向)延伸的线状损伤部HA1。在第一端面101,沿着以Z方向为轴向时的周向(即沿着第一轨迹T1),形成有多个损伤部HA1。

[0089] 这里,将从Z方向观察时连接各个损伤部HA1的中心的线(对应于第一轨迹T1)的曲率半径设为从Z方向观察时的第一端面101的曲率半径RA1。第一端面101的曲率半径RA1对应于第一轨迹T1的曲率半径R1,为100mm以上,优选为1000mm以上,更优选为2500mm以上。第一端面101的曲率半径RA1的上限没有特别限定,例如可以为直线上。

[0090] 应予说明,损伤部HA1的中心是指,在将第一端面101的周向(即沿着第一轨迹T1的方向)上的损伤部HA1的一侧的端部设为端部HA1a,将损伤部HA1的另一侧的端部设为端部HA1b的情况下,表面100A上的端部HA1a与端部HA1b的中点,换言之,可以说是后述宽度 $\Delta H1$ 的中点。

[0091] 从Z方向观察时的损伤部HA1的宽度 $\Delta H1$ 优选为20 μm 以下,更优选为10 μm 以下,进一步优选为5 μm 以下。应予说明,将表面100A上从端部HA1a到端部HA1b的距离设为损伤部HA1的宽度 $\Delta H1$ 。

[0092] 另外,将从Z方向观察时的损伤部HA1的中心和与该损伤部HA1相邻的损伤部HA1的中心之间的距离设为间距PA1。间距PA1对应于照射间距P1,为9 μm 以下。另外,本实施方式中,间距PA1优选为6 μm 以上,更优选超过7 μm 。间距PA1优选为8 μm 以下。

[0093] 另外,间距PA1相对于损伤部HA1的宽度 $\Delta H1$ 优选为600%以下,更优选为400%~600%,进一步优选为450%~550%。

[0094] 间距PA1为该范围的板状构件100抑制在第一端面101形成裂纹(除损伤部HA1以外的裂纹)。

[0095] 应予说明,间距PA1可以是指在各轨迹上任意地选择的10组相邻的一对损伤部HA1的间距PA1的平均值。

[0096] (第二端面)

[0097] 第二端面102是与第一端面101连续的(与第一端面101连接的)端面。第二端面102是通过使母材10沿着第二轨迹T2断裂而形成的截面。因此,形成于母材10的开口H2的至少一部分作为损伤部HA2残留于第二端面102。

[0098] 损伤部HA2是通过激光L的照射而形成的开口H2的一部分,可以说是作为激光L的照射痕迹(激光痕迹)的线状损伤部。即,在第二端面102形成有沿Z方向(轴向)延伸的线状损伤部HA2。在第二端面102,沿着以Z方向为轴向时的周向(即沿着第二轨迹T2),形成有多个损伤部HA2。

[0099] 这里,将从Z方向观察时连接各个损伤部HA2的中心的线(对应于第二轨迹T2)的曲

率半径设为从Z方向观察时的第二端面102的曲率半径RA2。第二端面102的曲率半径RA2对应于第二轨迹T2的曲率半径R2,小于100mm,优选为10mm以下,更优选为5mm以下。第二端面102的曲率半径RA2优选为2mm以上,更优选为3mm以上。

[0100] 这样,第二端面102的曲率半径比第一端面101小,呈R形状。应予说明,损伤部HA2的中心是指,在将第二端面102的周向(即沿着第二轨迹T2的方向)上的损伤部HA2的一侧的端部设为端部HA2a,将损伤部HA2的另一侧的端部设为端部HA2b的情况下,表面100A上的端部HA2a与端部HA2b的中点,换言之,可以说是后述宽度 $\Delta H2$ 的中点。

[0101] 从Z方向观察时的损伤部HA2的宽度 $\Delta H2$ 为开口H2的直径D2的一半(即开口H2的半径),优选为20 μm 以下,更优选为10 μm 以下,进一步优选为5 μm 以下。应予说明,将表面100A上从端部HA2a到端部HA2b的距离设为损伤部HA2的宽度 $\Delta H2$ 。

[0102] 另外,将从Z方向观察时的损伤部HA2的中心和与该损伤部HA2相邻的损伤部HA2的中心之间的距离设为间距PA2。间距PA2对应于照射间距P2,比损伤部HA1的间距PA1短。间距PA2优选为7 μm 以下,更优选为6 μm 以下。间距PA2优选为5 μm 以上。

[0103] 另外,间距PA2相对于损伤部HA2的宽度 $\Delta H2$ 优选为450%以下,进一步优选为350%~400%。

[0104] 另外,间距PA2相对于第二端面102的曲率半径RA2优选为2000%以下,更优选为40%~200%,进一步优选为60%~100%。

[0105] 间距PA2为该范围的板状构件100抑制在第二端面102形成裂纹(除损伤部HA2以外的裂纹)。

[0106] 应予说明,间距PA2可以是指在各轨迹上任意地选择的10组相邻的一对损伤部HA2的间距PA2的平均值。

[0107] 这样,板状构件100在第一端面101形成有损伤部HA1,在第二端面102形成有损伤部HA2。但是,也可以通过第一端面101和第二端面102进行研磨来去除损伤部HA1、HA2。

[0108] 板状构件100优选在第一端面101没有除损伤部HA1以外的损伤部(裂纹)。在本实施方式中,例如,可以将从Z方向观察时从连接损伤部HA1的中心彼此的线(对应于第一轨迹T1)到槽的底面的距离为100 μm 以上的槽判断为本实施方式的板状构件中的除损伤部HA1以外的损伤部(裂纹)。

[0109] 同样地,板状构件100优选在第二端面102没有除损伤部HA2以外的损伤部(裂纹)。在本实施方式中,可以将从Z方向观察时从连接损伤部HA2的中心彼此的线(对应于第二轨迹T2)到槽的底面的距离为100 μm 以上的槽判断为本实施方式的板状构件中的除损伤部HA2以外的损伤部(裂纹)。

[0110] (板状构件的材料)

[0111] 板状构件100为透明的板状构件。板状构件100的材料是任意的,但优选为玻璃。板状构件100可以是非晶质玻璃,也可以是在表面、内部包含晶体的结晶化玻璃。

[0112] 作为板状构件100,例如可以使用无碱玻璃、钠钙玻璃、钠钙硅酸盐玻璃、铝硅酸盐玻璃、硼硅酸盐玻璃、锂铝硅酸盐玻璃、硼硅酸玻璃等。为了适当地进行化学强化,板状构件100的材料优选为碱玻璃。

[0113] 进一步来说,作为板状构件100,优选铝硅酸盐玻璃、锂铝硅酸盐玻璃,该铝硅酸盐玻璃、锂铝硅酸盐玻璃即使厚度薄也可以通过强化处理而容易加入大的应力、即使薄也可

以得到高强度的玻璃。也可以适当地使用以铝硅酸盐玻璃为基质的化学强化用玻璃(例如AGC公司制“Dragontrail(注册商标)”)。

[0114] (玻璃的组成)

[0115] 板状构件100以氧化物基准的摩尔%计可以含有50%~80%的 SiO_2 、1%~20%的 Al_2O_3 和6%~20%的 Na_2O 。

[0116] 另外,板状构件100以氧化物基准的摩尔%计可以含有50~80%的 SiO_2 、0.1~25%的 Al_2O_3 、3~30%的 $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 、0~25%的 MgO 、0~25%的 CaO 和0~5%的 ZrO_2 。

[0117] 另外,板状构件100以氧化物基准的摩尔%计可以含有50%~80%的 SiO_2 、1%~20%的 Al_2O_3 、6%~20%的 Na_2O 、0%~11%的 K_2O 、0%~15%的 MgO 、0%~6%的 CaO 和0%~5%的 ZrO_2 。

[0118] 应予说明,使用“~”来表示的数值范围是指包含记载于“~”前后的数值作为下限值和上限值的范围。另外,例如,这里的50%~80%是指在将板状构件100的总量的摩尔%设为100%的情况下为50%以上且80%以下,其他数值范围也同样。另外,例如 $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 是指 Li_2O 、 Na_2O 和 K_2O 的合计含量,在其他地方使用“+”时也同样。

[0119] 更具体而言,作为板状构件100的更优选的组成,可举出以下玻璃的组成。应予说明,例如,“包含0%~25%的 MgO ”是指虽然 MgO 并非必需,但可以包含不超过25%。

[0120] (i)的玻璃包含于钠钙硅酸盐玻璃,(ii)和(iii)的玻璃包含于铝硅酸盐玻璃,(iv)和(v)的玻璃包含于锂铝硅酸盐玻璃。

[0121] (i)以用摩尔%表示的组成计包含63%~73%的 SiO_2 、0.1%~5.2%的 Al_2O_3 、10%~16%的 Na_2O 、0%~1.5%的 K_2O 、0%~5%的 Li_2O 、5%~13%的 MgO 和4%~10%的 CaO 的玻璃

[0122] (ii)以摩尔%表示的组成计含有50%~74%的 SiO_2 、1%~10%的 Al_2O_3 、6%~14%的 Na_2O 、3%~11%的 K_2O 、0%~5%的 Li_2O 、2%~15%的 MgO 、0%~6%的 CaO 和0%~5%的 ZrO_2 且 SiO_2 和 Al_2O_3 的含量的合计为75%以下、 Na_2O 和 K_2O 的含量的合计为12%~25%、 MgO 和 CaO 的含量的合计为7%~15%的玻璃

[0123] (iii)以摩尔%表示的组成计含有68%~80%的 SiO_2 、4%~10%的 Al_2O_3 、5%~15%的 Na_2O 、0%~1%的 K_2O 、0%~5%的 Li_2O 、4%~15%的 MgO 和0%~1%的 ZrO_2 的玻璃

[0124] (iv)以摩尔%表示的组成计含有67%~75%的 SiO_2 、0%~4%的 Al_2O_3 、7%~15%的 Na_2O 、1%~9%的 K_2O 、0%~5%的 Li_2O 、6%~14%的 MgO 和0%~1.5%的 ZrO_2 且 SiO_2 和 Al_2O_3 的含量的合计为71%~75%、 Na_2O 和 K_2O 的含量的合计为12%~20%、含有 CaO 时其含量小于1%的玻璃

[0125] (v)以摩尔%表示的组成计含有56%~73%的 SiO_2 、10%~24%的 Al_2O_3 、0%~6%的 B_2O_3 、0%~6%的 P_2O_5 、2%~7%的 Li_2O 、3%~11%的 Na_2O 、0%~5%的 K_2O 、0%~8%的 MgO 、0%~2%的 CaO 、0%~5%的 SrO 、0%~5%的 BaO 、0%~5%的 ZnO 、0%~2%的 TiO_2 、0%~4%的 ZrO_2 的玻璃

[0126] (压缩应力层)

[0127] 板状构件100在进行化学强化处理的情况下包含压缩应力层。压缩应力层形成于板状构件100的整个表面,即本发明中的表面100A、表面100B、第一端面101和第二端面102。

[0128] 应予说明,板状构件100不限于在表面100A、表面100B、第一端面101和第二端面

102全部形成压缩应力层,也可以在表面100A、表面100B、第一端面101和第二端面102中的至少一个(优选为至少表面100A)形成压缩应力层。

[0129] 图7是表示板状构件的厚度方向的应力分布的一个例子的曲线图。压缩应力层是在板状构件100内压缩应力发挥作用的层。如图7的例子所示,板状构件100在表面压缩应力S发挥作用,随着朝向板状构件的厚度方向的中央,压缩应力变小。

[0130] 在图7的例子中,压缩应力层可以说是整个板状构件100中从表面到应力为0为止的深度的部分。应予说明,板状构件100在比应力为0的深度更深的层中拉伸应力发挥作用。以下,将作用于板状构件100的表面、即压缩应力层的表面的压缩应力记载为表面压缩应力CS。

[0131] 板状构件100的表面压缩应力CS优选为500MPa~1200MPa,更优选为650MPa以上,进一步优选为750MPa以上。通过表面压缩应力CS为该范围,能够适当地抑制耐冲击性的降低。

[0132] 应予说明,表面压缩应力CS的测定方法是任意的,但例如可以通过利用光弹性分析法测定板状构件100内的应变来测定。在本实施方式中,例如可以使用折原制作所制的表面应力计FSM-6000LE测定表面压缩应力CS。

[0133] 板状构件100的压缩应力层的深度DOL优选为10 μ m~100 μ m,更优选为15 μ m以上,进一步优选为25 μ m以上,特别优选为30 μ m以上。

[0134] 深度DOL是指板状构件100中的压缩应力层的厚度。即,深度DOL是指从板状构件100的表面压缩应力CS发挥作用的表面到压缩应力的值为0的深度为止的厚度方向上的距离。板状构件100通过深度DOL为该范围,能够适当地抑制耐冲击性的降低。

[0135] 应予说明,深度DOL的测定方法是任意的,但例如可以通过利用光弹性分析法测定板状构件100内的应变来测定。在本实施方式中,例如可以使用折原制作所制的表面应力计FSM-6000LE测定深度DOL。

[0136] (板状构件的用途)

[0137] 图8是表示本实施方式的车载用显示器的示意图。如图8所示,本实施方式的板状构件100设置于车载用显示器2,被用作车载用显示器的表面的覆盖材料。

[0138] 车载用显示器2是设置于车辆的显示装置,例如在车内设置于转向轴1的前侧。车载用显示器2上显示例如汽车导航画面、速度表等各种仪表等和启动按钮等。但是,图8的构成为一个例子,应用板状构件100的车载用显示器2可以为任意的构成。另外,板状构件100不限于用作车载用显示器表面的覆盖材料,可以用于任意的用途。

[0139] (效果)

[0140] 如以上说明,本实施方式的制造方法包括如下步骤:通过在母材10的表面10A沿着曲率半径为100mm以上的第一轨迹T1照射经脉冲振荡的激光L,在母材10的表面10A形成沿着第一轨迹T1的多个开口H1;通过在母材10的表面10A沿着与第一轨迹T1连续且曲率半径小于100mm的第二轨迹T2照射激光L,在母材10的表面10A形成沿着第二轨迹T2的多个开口H2;以及通过以沿着第一轨迹T1和第二轨迹T2的开口H1、H2为起点使母材10断裂,从母材10切出板状构件100。第一轨迹T1上的激光L的照射间距P1为9 μ m以下,第二轨迹T2上的激光L的照射间距P2比照射间距P1短。

[0141] 一般而言,在以开口为起点使母材10断裂而切出板状构件100的情况下,有时在断

裂的截面产生除开口以外的裂纹。与此相对,在本实施方式中,通过将第一轨迹T1的照射间距P1设为 $9\mu\text{m}$ 以下,可以抑制在与第一轨迹T1对应的板状构件100的第一端面101(截面)产生裂纹。

[0142] 进而,本发明人发现,在断裂时,应力集中于曲线形状的第二轨迹T2,因此在与第二轨迹T2对应的第二端面102产生裂纹的风险更高。与此相对,在本实施方式中,通过使第二轨迹T2的照射间距P2比第一轨迹T1的照射间距P1短,能够抑制第二端面102上的裂纹产生。这样,在本实施方式中,在使母材10沿着第一轨迹T1和第二轨迹T2断裂时,通过设计照射间距P1、P2,能够抑制裂纹的产生。

[0143] 母材10优选为玻璃,更优选为碱玻璃。通过将母材10设为玻璃,能够适当地制造玻璃制的板状构件100,通过将母材10设为碱玻璃,能够适当地对板状构件100进行化学强化。

[0144] 第一轨迹T1上的激光L的照射间距P1相对于激光L的光斑直径DL优选为 $120\% \sim 180\%$,第二轨迹T2上的激光L的照射间距P2相对于激光L的光斑直径DL优选为 140% 以下。通过使照射间距P1、P2为该范围,能够更适当地抑制裂纹的产生。

[0145] 第二轨迹T2上的激光L的照射间距P2优选为 $7\mu\text{m}$ 以下。通过使照射间距P2为该范围,能够更适当地抑制在第二端面102上产生裂纹。

[0146] 第一轨迹T1的曲率半径优选为 1000mm 以上,第二轨迹T2的曲率半径优选为 $2\text{mm} \sim 10\text{mm}$ 。根据本实施方式,在使母材10沿着这样的轨迹断裂时,能够适当地抑制裂纹产生。

[0147] 母材10的表面10A优选为曲率半径为 10000mm 以下的曲面状。这样的曲面状的母材10在断裂时有时产生裂纹的风险变高,但通过如本实施方式那样设定照射间距P1、P2,能够适当地抑制裂纹产生。

[0148] 板状构件100优选用作车载用显示装置的覆盖材料。根据本实施方式,对于设置于车载用显示装置的板状构件100,能够适当地抑制裂纹产生。

[0149] 本实施方式的板状构件100具有从Z方向(厚度方向)观察时的曲率半径为 100mm 以上的第一端面101以及与第一端面101连接且从Z方向(厚度方向)观察时的曲率半径小于 100mm 的第二端面102。

[0150] 在第一端面101以 $9\mu\text{m}$ 以下的间距PA1形成有多个沿板状构件100的厚度方向(Z方向)延伸的线状损伤部HA1,在第二端面102以比损伤部HA1的间距PA1短的间距PA2形成有多个沿板状构件100的厚度方向延伸的线状损伤部HA2。本实施方式中,第一端面101的损伤部HA1的间距PA1为 $9\mu\text{m}$ 以下,第二端面102的损伤部HA2的间距PA2比间距PA1短,因此裂纹的产生得到抑制。

[0151] 损伤部HA1、HA2优选为激光痕迹。本实施方式中,第一端面101的激光痕迹的间距PA1为 $9\mu\text{m}$ 以下,第二端面102的激光痕迹的间距PA2比间距PA1短,因此裂纹的产生得到抑制。

[0152] 板状构件100优选为玻璃,优选在表面具有压缩应力层。通过板状构件100为玻璃,可以用于各种用途,通过在表面具有压缩应力层,可以提高强度。

[0153] 第一端面101的损伤部HA1的间距PA1相对于第一端面101的损伤部HA1的宽度 $\Delta H1$ 优选为 600% 以下,第二端面102的损伤部HA2的间距PA2相对于第二端面102的损伤部HA2的宽度 $\Delta H2$ 优选为 450% 以下。通过使间距PA1、PA2为该范围,能够更适当地抑制裂纹的产生。

[0154] 第二端面102的损伤部HA2的间距PA2优选为 $7\mu\text{m}$ 以下。通过使间距PA2为该范围,能

够更适当地抑制在第二端面102上产生裂纹。

[0155] 从Z方向(厚度方向)观察时的第一端面101的曲率半径优选为1000mm以上,从Z方向(厚度方向)观察时的第二端面102的曲率半径优选为2mm~10mm。根据本实施方式,在制造这种形状的板状构件100时,能够适当地抑制裂纹产生。

[0156] 板状构件100的表面100A优选为曲率半径为10000mm以下的曲面状。这样的曲面状的板状构件100在制造时有时产生裂纹的风险变高,但通过如本实施方式那样设定间距PA1、PA2,能够适当地抑制裂纹产生。

[0157] 板状构件100优选用作车载用显示装置的覆盖材料。根据本实施方式,设置于车载用显示装置的板状构件100能够适当地抑制裂纹产生。

[0158] 如以上说明,本说明书中公开了如下事项。

[0159] [1]一种板状构件的制造方法,包括如下步骤:

[0160] 通过在母材的表面沿着曲率半径为100mm以上的第一轨迹照射经脉冲振荡的激光,在上述母材的表面形成沿着上述第一轨迹的多个开口;

[0161] 通过在上述母材的表面沿着与上述第一轨迹连续且曲率半径小于100mm的第二轨迹照射上述激光,在上述母材的表面形成沿着上述第二轨迹的多个开口;以及

[0162] 通过以沿着上述第一轨迹和上述第二轨迹的开口为起点使上述母材断裂,从上述母材切出板状构件;

[0163] 上述第一轨迹上的上述激光的照射间距为9 μ m以下,上述第二轨迹上的上述激光的照射间距比上述第一轨迹上的上述激光的照射间距短。

[0164] [2]根据[1]所述的板状构件的制造方法,其中,上述母材为玻璃。

[0165] [3]根据[2]所述的板状构件的制造方法,其中,上述母材为碱玻璃。

[0166] [4]根据[1]~[3]中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,上述第一轨迹上的上述激光的照射间距相对于上述激光的光斑直径为120%~180%,上述第二轨迹上的上述激光的照射间距相对于上述激光的光斑直径为140%以下。

[0167] [5]根据[1]~[4]中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,上述第二轨迹上的上述激光的照射间距为7 μ m以下。

[0168] [6]根据[1]~[5]中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,上述第二轨迹上的上述激光的照射间距为5 μ m以上。

[0169] [7]根据[1]~[6]中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,上述第一轨迹的曲率半径为1000mm以上,上述第二轨迹的曲率半径为2mm~10mm。

[0170] [8]根据[1]~[6]中任一项所述的板状构件的制造方法,其中,上述母材的上述表面为曲率半径为10000mm以下的曲面状。

[0171] [9]一种板状构件,具有从厚度方向观察时的曲率半径为100mm以上的第一端面以及上述第一端面连接且从厚度方向观察时的曲率半径小于100mm的第二端面,其中,

[0172] 在上述第一端面以9 μ m以下的间距形成有多个沿上述板状构件的厚度方向延伸的线状损伤部,

[0173] 在上述第二端面以比上述第一端面的损伤部的间距短的间距形成有多个沿上述板状构件的厚度方向延伸的线状损伤部。

[0174] [10]根据[9]所述的板状构件,其中,上述板状构件为玻璃。

[0175] [11]根据[10]所述的板状构件,其中,上述板状构件在表面具有压缩应力层。

[0176] [12]根据[9]~[11]中任一项所述的板状构件,其中,上述第一端面的损伤部的间距相对于上述第一端面的损伤部的宽度为600%以下,上述第二端面的损伤部的间距相对于上述第二端面的损伤部的宽度为450%以下。

[0177] [13]根据[9]~[12]中任一项所述的板状构件,其中,上述第二端面的损伤部的间距为7 μm 以下。

[0178] [14]根据[9]~[13]中任一项所述的板状构件,其中,从厚度方向观察时的上述第一端面的曲率半径为1000mm以上,从厚度方向观察时的上述第二端面的曲率半径为2mm~10mm。

[0179] [15]根据[9]~[14]中任一项所述的板状构件,其中,上述板状构件的表面为曲率半径为10000mm以下的曲面状。

[0180] [16]根据[9]~[15]中任一项所述的板状构件,其被用作车载用显示装置的覆盖材料。

[0181] 实施例

[0182] 以下,列举实施例对本发明进行具体说明,但本发明不限于此。应予说明,例1~例4、例7为实施例,例5、例6为比较例。

[0183] (例1)

[0184] 接下来,对实施例进行说明。图9是对实施例的母材的切割轨迹进行说明的示意图。例1中,准备纵向50mm、横向50mm、厚度1.3mm的母材。作为母材,使用AGC公司制Dragontrail(注册商标)。

[0185] 如图9所示,在例1中,作为以从母材切出的板状构件的纵向长度LX为30mm、横向宽度WX为30mm、R部分的曲率半径RX为3mm的方式在母材的表面照射激光的轨迹,设定沿横向延伸的第一轨迹T1AX、沿纵向延伸的第一轨迹T1BX、以及成为连接第一轨迹T1AX和第二轨迹T1BX的R部分的第二轨迹T2X。即,将第一轨迹T1AX、T1BX设为直线状,将第二轨迹T2X设为曲率半径RX为3mm的曲线状。

[0186] 在例1中,沿着这样设定的轨迹照射脉冲状的激光,沿着轨迹形成多个开口。脉冲状的激光的装置、照射条件如下。

[0187] 装置:Rofin公司制StarPico3

[0188] 照射条件:

[0189] • 波长:1064nm

[0190] • 脉冲宽度:<10ps

[0191] • 输出:35W

[0192] • 频率:75kHz

[0193] • 脉冲数:4

[0194] • 光斑直径:5 μm

[0195] • 第一轨迹上的照射间距:8 μm

[0196] • 第二轨迹上的照射间距:5 μm

[0197] 对于在以上条件下照射激光而形成有开口的母材,照射CO₂激光,使母材沿着轨迹断裂,切出板状构件。CO₂激光的照射装置、照射条件如下。

[0198] 装置:Rofin公司制SR15i

[0199] • 脉冲宽度:20 μ s

[0200] • 脉冲周期:200 μ s

[0201] • 光斑直径:3mm

[0202] • 扫描速度:60mm/s

[0203] 应予说明,在后述例2~7中,在即使照射CO₂激光母材也未沿着轨迹断裂的情况下,用手施加弯曲负荷,使母材沿着轨迹断裂,切出板状构件。

[0204] (例2~例7)

[0205] 例2中,将第二轨迹上的脉冲状的激光的照射间距设为7 μ m,除此之外,以与例1同样的方法得到板状构件。

[0206] 例3中,将第二轨迹T2X的曲率半径RX设为2mm,除此之外,以与例1同样的方法得到板状构件。

[0207] 例4中,将第一轨迹T1AX、T1BX上的脉冲状的激光的照射间距设为9 μ m,除此之外,以与例1同样的方法得到板状构件。

[0208] 例5中,将第二轨迹上的脉冲状的激光的照射间距设为8 μ m,除此之外,以与例1同样的方法得到板状构件。

[0209] 例6中,将第一轨迹T1AX、T1BX上的脉冲状的激光的照射间距设为10 μ m,除此之外,以与例1同样的方法得到板状构件。

[0210] 例7中,使用厚度为2.0mm的AGC公司制Dragontrail(注册商标)作为母材。母材是以短边方向为弯曲轴以1800mm的曲率半径弯曲后的形状。以将第一轨迹T1AX、T1BX设为直线状,将第二轨迹T2X设为曲率半径RX为10mm的曲线状的轨迹,从母材切出板状构件。将第一轨迹上的脉冲状的激光的照射间距设为7 μ m,将第二轨迹上的脉冲状的激光的照射间距设为5 μ m。其他的脉冲状的激光的装置、照射条件和CO₂激光的装置、照射条件与例1同样。

[0211] (评价)

[0212] 表1中示出各例的评价结果。

[0213] [表1]

[0214]

	第二轨迹的 曲率半径(mm)	照射间距(μ m)		评价		
		第一轨迹	第二轨迹	切出方法	最大裂纹 (μ m)	判定
例1	3	8	5	CO ₂	46.2	A
例2	3	8	7	CO ₂	37.1	A
例3	2	8	5	手	19.9	B
例4	3	9	5	手	79.8	B
例5	3	8	8	CO ₂	100	NG
例6	3	10	5	CO ₂	526.7	NG
例7	10	7	5	手	13.0	B

[0215] 对于各例中的板状构件的切出方法,基于是否能够用CO₂激光切出来进行评价。如表1所示,在能够用CO₂激光切出板状构件的情况下,记载为CO₂,在不能用CO₂激光切出板状构件而用手切出的情况下,记载为手。

[0216] 对各例中的板状构件的端面(断裂面)的裂纹也进行了评价。图10是对裂纹的测定方法进行说明的示意图。如图10所示,对于各例的板状构件100X,测定从主面观察时的端面(断裂面)的裂纹的高度C。

[0217] 具体而言,利用数字显微镜(基恩士公司制VHX—6000),从与主面垂直的方向观察第一端面(沿着第一轨迹T1AX、T1BX的断裂面)和第二端面(沿着第二轨迹T2X的断裂面),目视确认有无裂纹(碎屑),在有裂纹的情况下,测定裂纹的高度C。

[0218] 这里,测定将与形成于母材的开口对应的损伤部HAX的中心彼此连接的线LX到裂纹的底面的距离作为高度C。另外,在存在从线LX突出的部位的情况下,也将其判断为裂纹,将线LX到突出部的前端的距离作为裂纹的高度C。

[0219] 然后,算出第一轨迹T1AX、T1BX和第二轨迹T2X上的最大的高度C作为最大裂纹。

[0220] 对于各例,最大裂纹小于 $100\mu\text{m}$ 且能够用 CO_2 激光切出板状构件的情况为评价A,最大裂纹小于 $100\mu\text{m}$ 且不能用 CO_2 激光切出板状构件但能够用手切出的情况为评价B,最大裂纹为 $100\mu\text{m}$ 以上或用 CO_2 激光和手都不能切出板状构件的情况为评价NG。评价A、B为合格,评价NG为不合格。

[0221] 如表1所示,在作为实施例的例1~例4中,可知通过将第一轨迹的照射间距设为 $9\mu\text{m}$ 以下且使第二轨迹的照射间距比第一轨迹的照射间距短,成为评价A或B,能够抑制裂纹的产生。另外,在作为实施例的例7中,可知即使在母材的曲率半径为 10000mm 以下的曲面形状的情况下,也能够通过上述条件来抑制裂纹的产生。

[0222] 另一方面,在作为比较例的例5中,可知第二轨迹的照射间距不比第一轨迹的照射间距短,不能抑制裂纹的产生。另外,在作为比较例的例6中,可知第一轨迹的照射间距超过 $9\mu\text{m}$,不能抑制裂纹的产生。

[0223] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但并非通过该实施方式的内容限定实施方式。另外,上述构成要素包含本领域技术人员能够容易地设想的要素、实质上相同的要素、所谓的均等范围的要素。进而,上述构成要素可以适当地组合。进而,可以在不脱离上述实施方式的主旨的范围内进行构成要素的各种省略、替换或变更。本申请基于2021年6月16日提交的日本专利申请(特愿2021—100357),其内容通过引用并入本文。

[0224] 符号说明

[0225] 10 母材

[0226] 10A、10B 表面

[0227] 100 板状构件

[0228] 101 第一端面

[0229] 102 第二端面

[0230] H1、H2 开口

[0231] HA1、HA2 损伤部

[0232] L 激光

[0233] P1、P2 照射间距

[0234] PA1、PA2 间距

[0235] T1 第一轨迹

[0236] T2 第二轨迹。

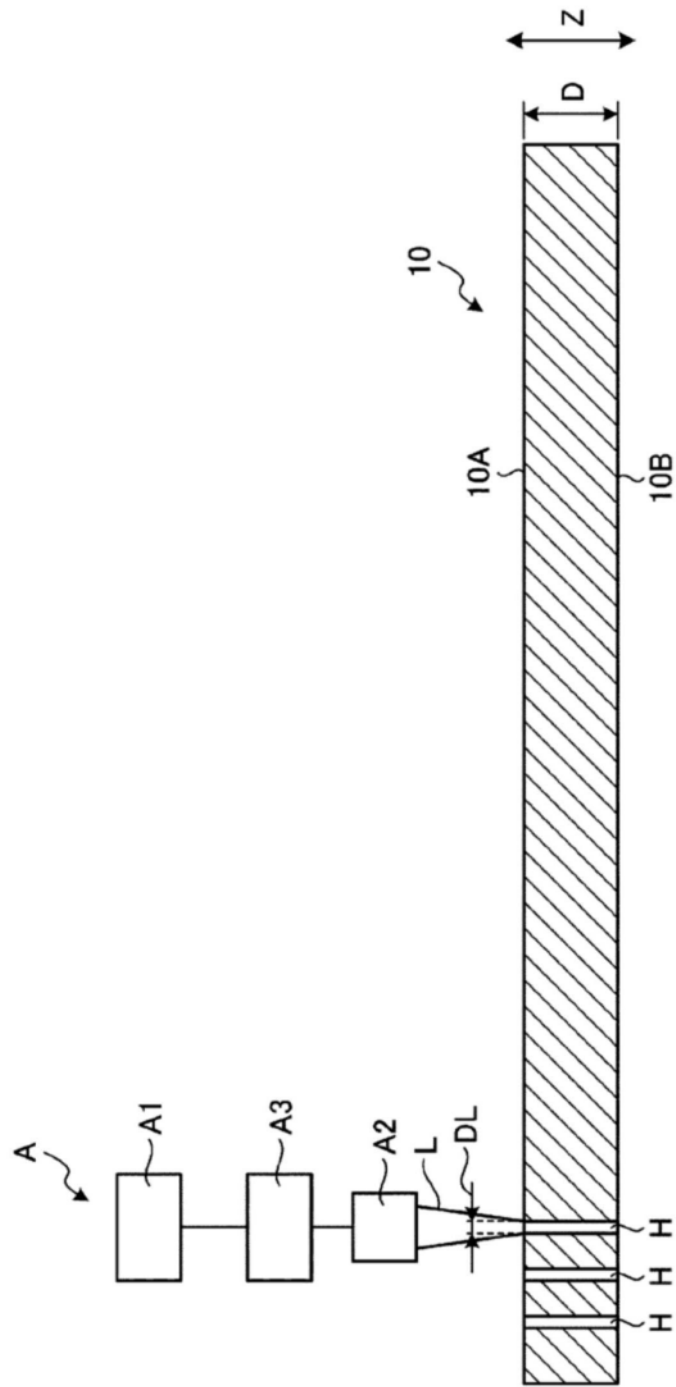


图1

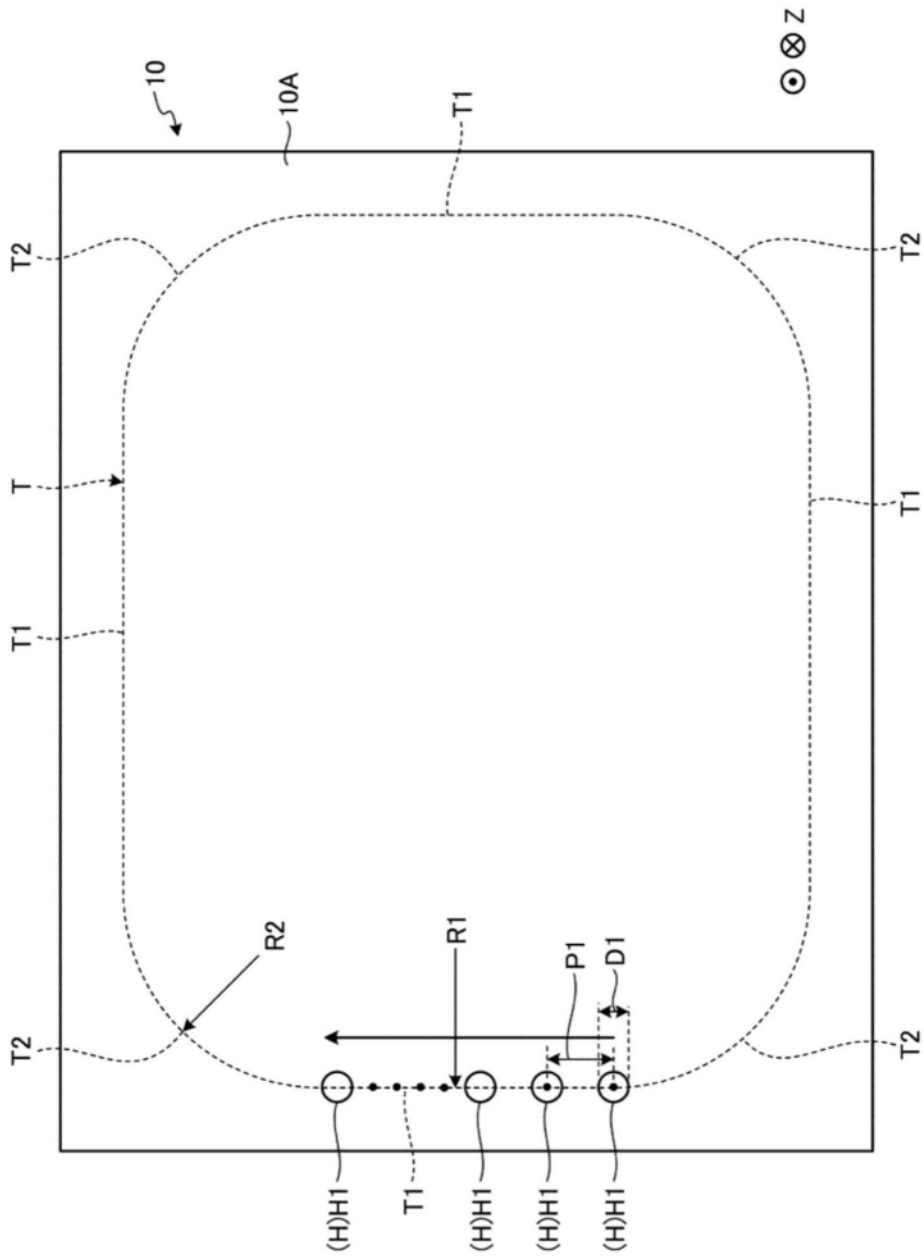


图2

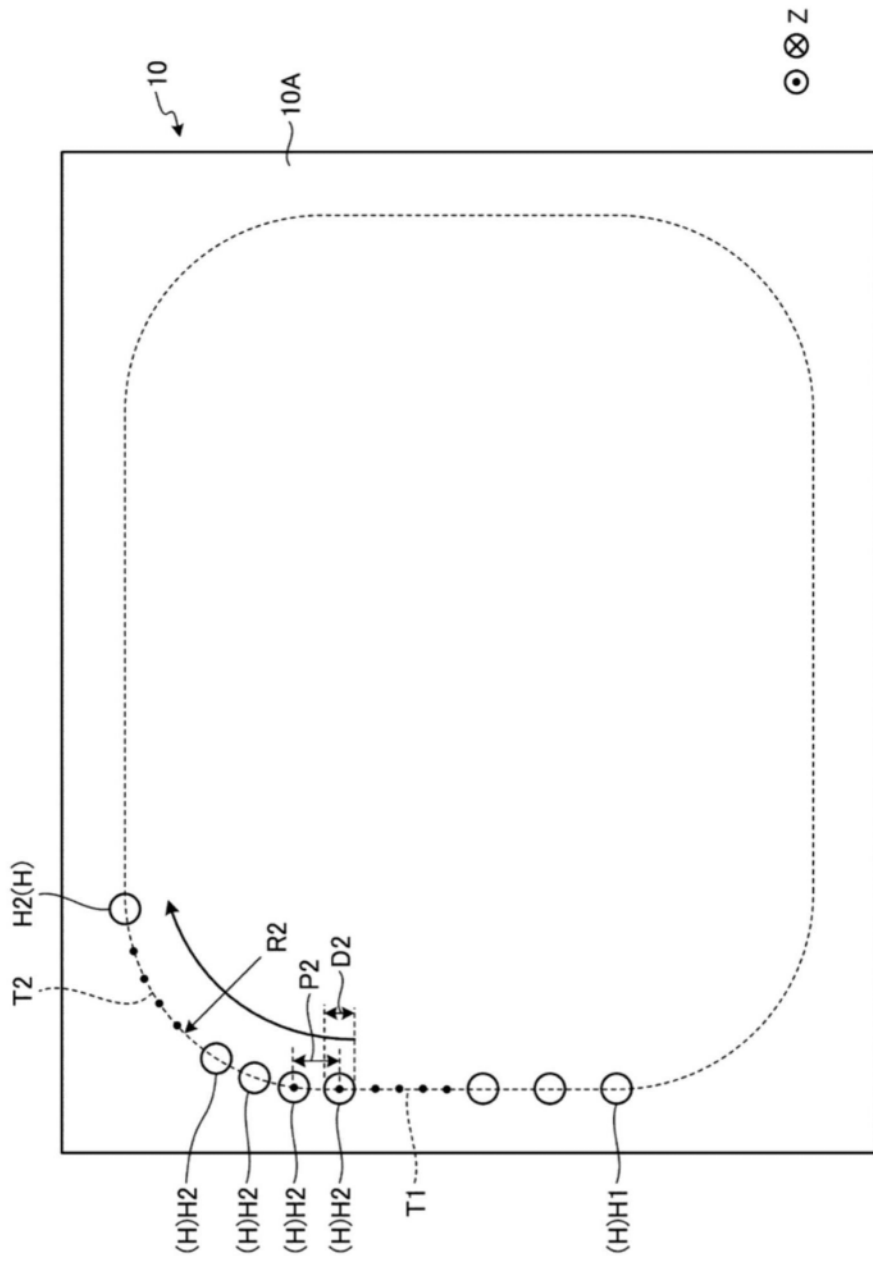


图3

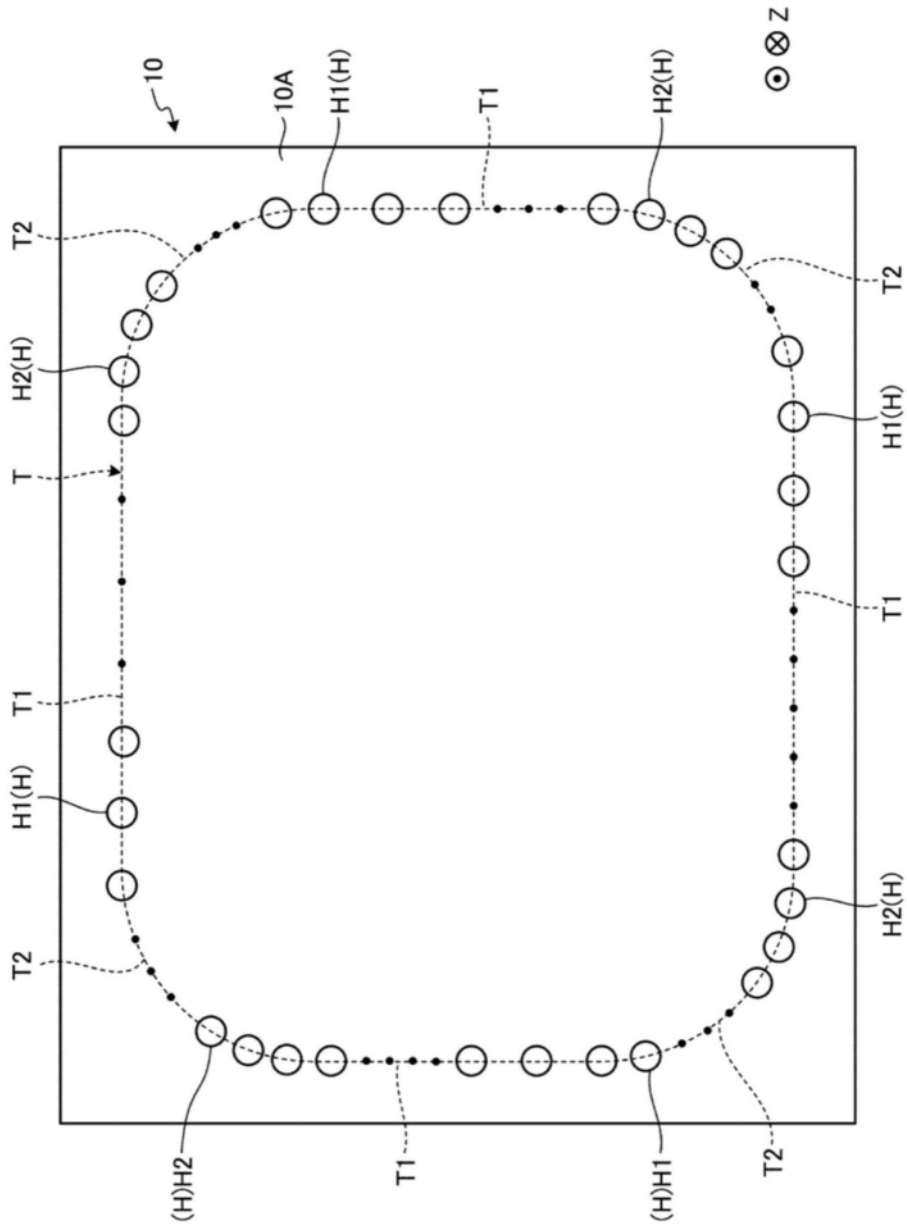


图4

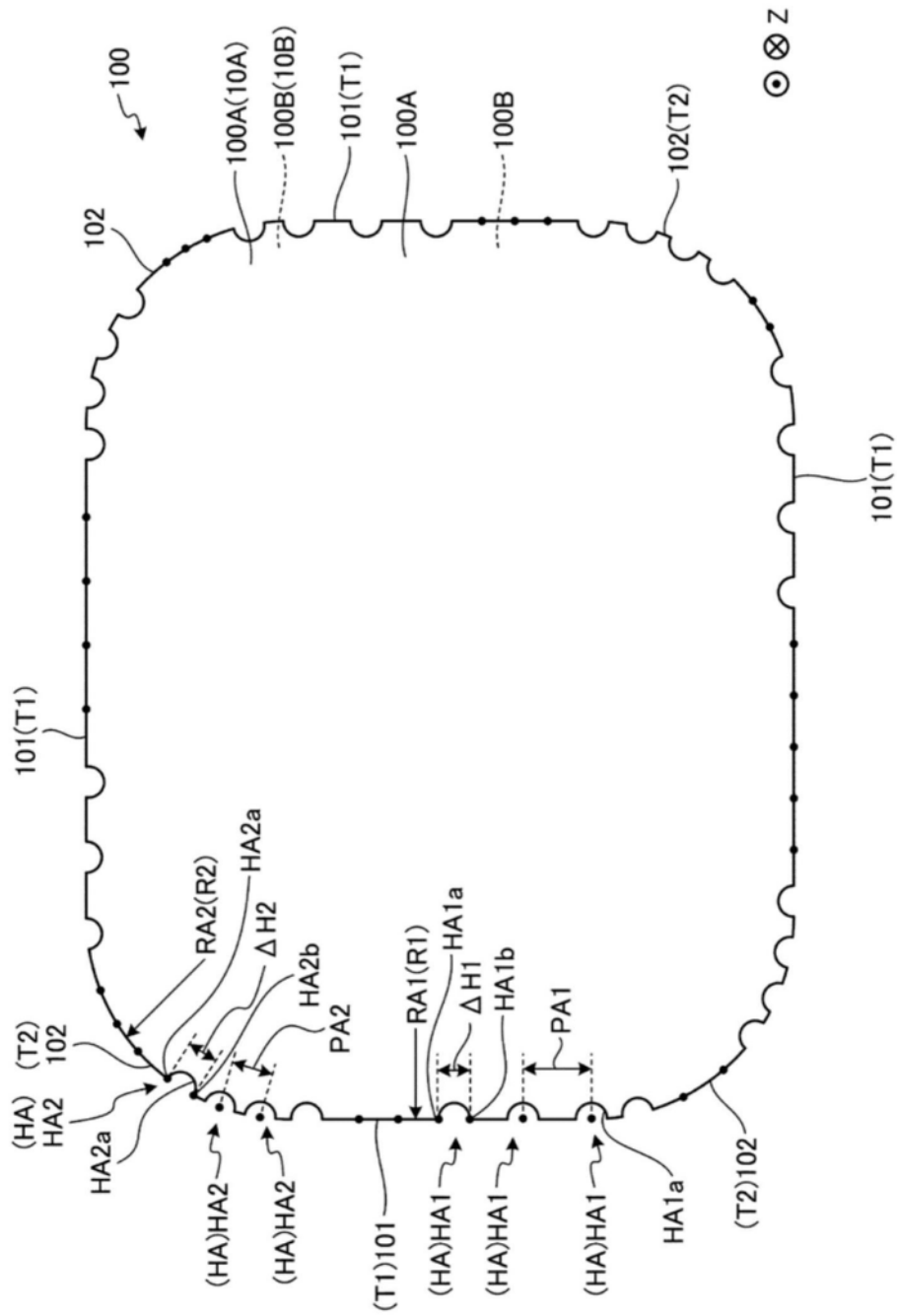


图5

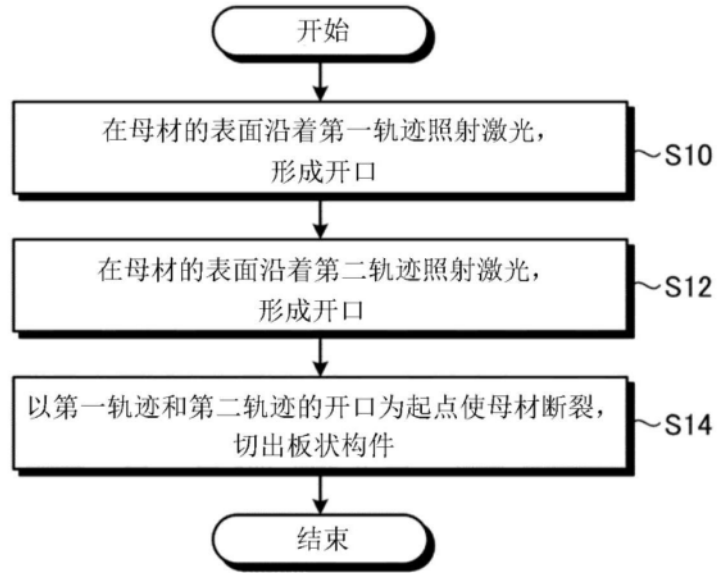


图6

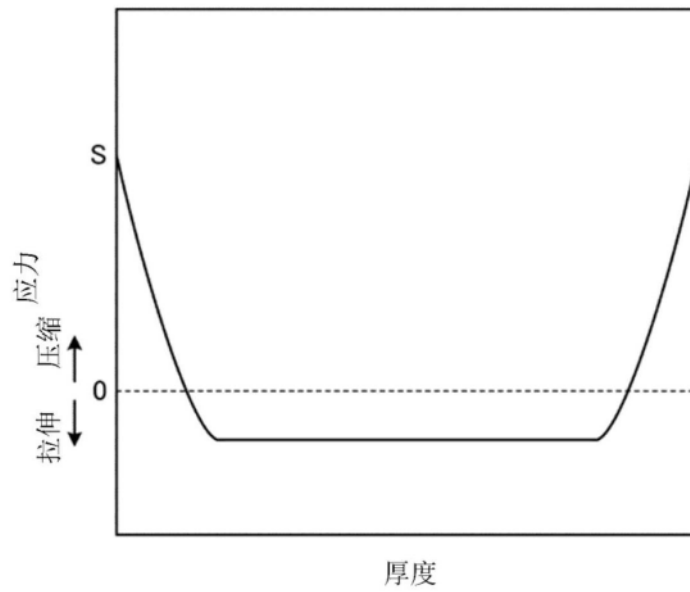


图7

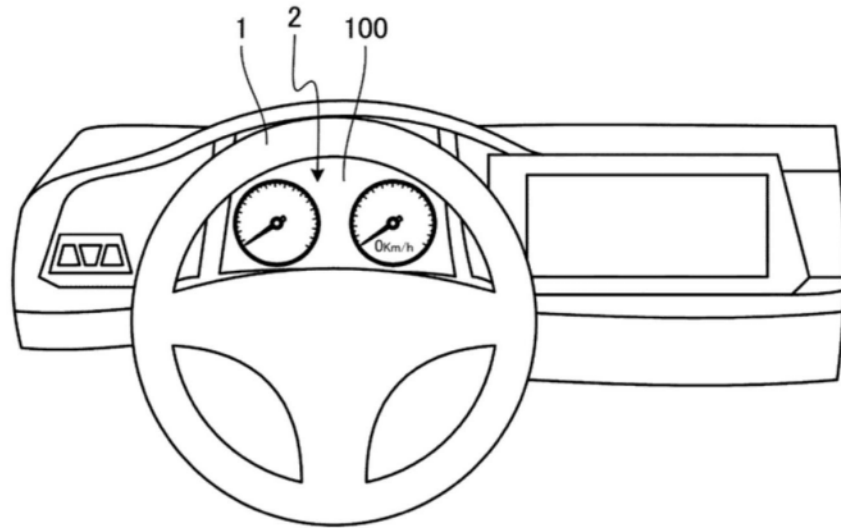


图8

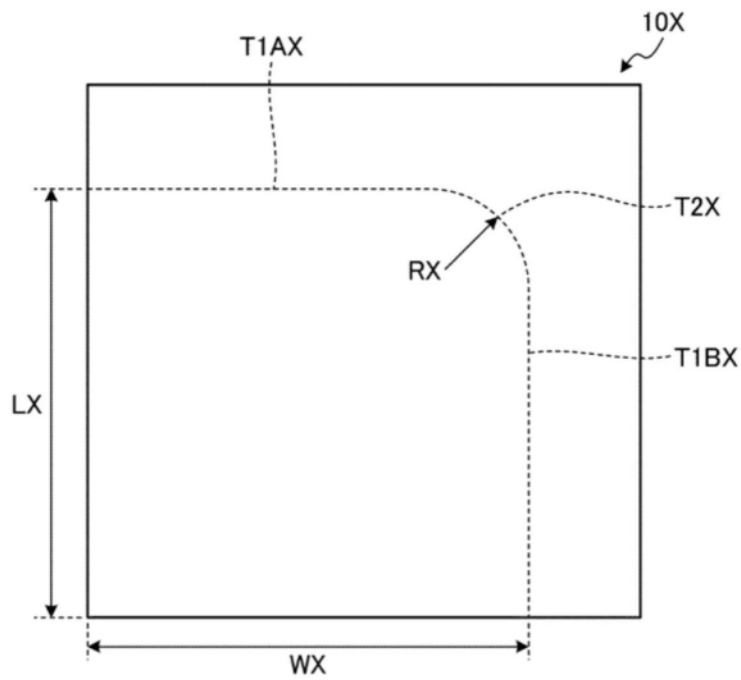


图9

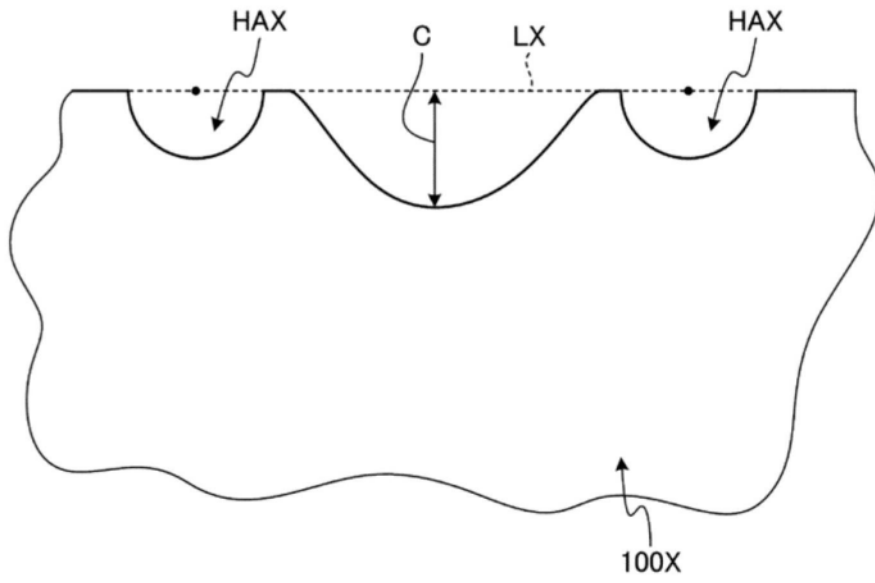


图10