



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117480132 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 30

(21) 申请号 202280040916.2

(22) 申请日 2022.06.02

(30) 优先权数据

2021-098236 2021.06.11 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/022563 2022.06.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/259963 JA 2022.12.15

(71) 申请人 AGC株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 藤原卓磨 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 李书慧

(51) Int.Cl.

G03B 33/09 (2006.01)

权利要求书2页 说明书14页 附图13页

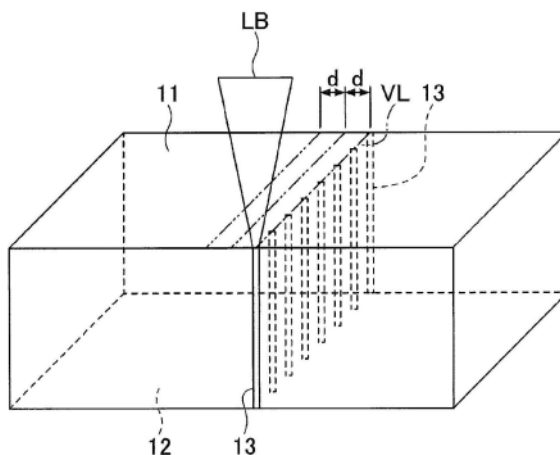
(54) 发明名称

玻璃物品的制造方法、玻璃物品、单玻璃和显示装置

(57) 摘要

本发明涉及一种具有下述 (A) ~ (C) 的玻璃物品的制造方法。(A) 在玻璃板的主面设定相互平行的多条虚拟线。(B) 对多条上述虚拟线分别照射激光,沿着多条上述虚拟线分别在上述玻璃板形成改质部。(C) 对上述玻璃板施加应力,将上述玻璃板沿着上述虚拟线割断。相邻的上述虚拟线的间隔为 $2.0\ \mu\text{m}$ 以上且小于 $30\ \mu\text{m}$ 。

10



1. 一种玻璃物品的制造方法,具有:  
在玻璃板的主面设定相互平行的多条虚拟线,  
对多条所述虚拟线分别照射激光,沿着多条所述虚拟线分别在所述玻璃板形成改质部,以及  
对所述玻璃板施加应力,将所述玻璃板沿着所述虚拟线割断;  
相邻的所述虚拟线的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。
2. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,相邻的所述虚拟线的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $20\mu\text{m}$ 。
3. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,所述虚拟线的条数为3以上的奇数。
4. 根据权利要求3所述的玻璃物品的制造方法,其中,所述虚拟线的条数为3或5。
5. 根据权利要求3所述的玻璃物品的制造方法,其中,夹着一条所述虚拟线将剩余的所述虚拟线对称地配置。
6. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,多条所述虚拟线以等间距配置。
7. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,具有:在形成所述改质部之后且割断所述玻璃板之前,向所述虚拟线供给水。
8. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,具有:在所述玻璃板的板厚方向隔开间隔形成多个所述改质部。
9. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,具有:沿着所述虚拟线以 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 的间距形成多个所述改质部。
10. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,从与所述主面垂直的方向观察,所述改质部的直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $60\mu\text{m}$ 。
11. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,所述虚拟线的条数为3条以上,与至少1条中央的所述虚拟线相比,在中央周边的所述虚拟线中,在所述玻璃板的板厚方向较短的范围内连续或断续地形成所述改质部。
12. 根据权利要求1所述的玻璃物品的制造方法,其中,所述虚拟线具有曲率半径 $200\text{mm}$ 以下的曲线部。
13. 一种玻璃物品,是具有主面和端面的玻璃板,  
在与所述端面中的至少一个端面相距一定距离的部位具有多个改质部,  
从与所述主面垂直的方向观察时,处于距所述多个改质部一定的距离的端面与所述改质部的中心的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。
14. 根据权利要求13所述的玻璃物品,其中,从与所述主面垂直的方向观察时,所述端面与所述多个改质部的中心的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $20\mu\text{m}$ 。
15. 根据权利要求13所述的玻璃物品,其中,从与所述主面垂直的方向观察,沿着所述端面以 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 的间距具有多个所述改质部。
16. 根据权利要求13所述的玻璃物品,其中,从与所述主面垂直的方向观察,所述改质部的直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $60\mu\text{m}$ 。
17. 根据权利要求13所述的玻璃物品,其中,从与所述主面垂直的方向观察,所述端面具有曲率半径 $200\text{mm}$ 以下的曲线部。

18. 一种罩玻璃, 包含权利要求13~17中任一项所述的玻璃物品。
19. 一种显示装置, 包含权利要求13~17中任一项所述的玻璃物品。

## 玻璃物品的制造方法、玻璃物品、罩玻璃和显示装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及玻璃物品的制造方法、玻璃物品、罩玻璃和显示装置。

### 背景技术

[0002] 专利文献1中公开了一种对玻璃板照射激光而在玻璃板的内部形成改质部的技术。能够以改质部为起点来割断玻璃板。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2013—536081号公报

### 发明内容

[0006] 以往,玻璃板的割断所需的应力高,有时产生不希望的缺口或裂纹。其结果,有时玻璃物品的品质降低。

[0007] 本公开的一个方式提供一种降低玻璃板的割断所需的应力、提高玻璃物品的品质的技术。

[0008] 本公开的一个方式的玻璃物品的制造方法具有下述(A)~(C)。

[0009] (A) 在玻璃板的主面设定相互平行的多条虚拟线。

[0010] (B) 对多条上述虚拟线分别照射激光,沿着多条上述虚拟线分别在上述玻璃板形成改质部。

[0011] (C) 对上述玻璃板施加应力,将上述玻璃板沿着上述虚拟线割断。

[0012] 相邻的上述虚拟线的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。

[0013] 根据本公开的一个方式,以 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 的间隔设定相互平行的多条虚拟线,沿着多条虚拟线分别形成改质部。由此,能够降低玻璃板的割断所需的压力,提高玻璃物品的品质。

### 附图说明

[0014] 图1是示出本发明的一个实施方式的玻璃物品的制造方法的流程图。

[0015] 图2是示出图1的S1的一个例子的立体图。

[0016] 图3是示出图1的S2的一个例子的立体图。

[0017] 图4是示出图1的S3的中途的一个例子的立体图。

[0018] 图5是示出图1的S3的结束时的一个例子的俯视图。

[0019] 图6是示出图1的S5的一个例子的俯视图。

[0020] 图7是示出图1的S5中得到的玻璃物品的一个例子的立体图。

[0021] 图8是示出图4的变形例的立体图。

[0022] 图9是示出包含曲线部的虚拟线的一个例子的俯视图。

[0023] 图10的(A)是示出四点弯曲试验的一个例子的侧面图,图10的(B)是示出试验片的

一个例子的俯视图。

[0024] 图11是示出表1的试验结果的图。

[0025] 图12是示出表2的试验结果的图。

[0026] 图13的(A)是示出例12的试验片的显微镜照片,图13的(B)是示出例13的试验片的显微镜照片,图13的(C)是示出例14的试验片的显微镜照片,图13的(D)是示出例15的试验片的显微镜照片,图13的(E)是示出例16的试验片的显微镜照片,图13的(F)是示出例17的试验片的显微镜照片。

[0027] 图14是示出表3的试验结果的图。

[0028] 图15的(A)是示出例19的试验片的显微镜照片,图15的(B)是示出例20的试验片的显微镜照片,图15的(C)是示出例21的试验片的显微镜照片,图15的(D)是示出例22的试验片的显微镜照片,图15的(E)是示出例23的试验片的显微镜照片,图15的(F)是示出例24的试验片的显微镜照片。

[0029] 图16是示出表4的试验结果的图。

[0030] 图17的(A)是利用显微镜从上方观察对例1的试验片的割断面从侧面照射光的情况的照片,图17的(B)是利用显微镜从上方观察对例6的试验片的割断面从侧面照射光的情况的照片。

[0031] 图18是示出形成于中央的虚拟线的改质部和形成于中央周边的虚拟线的改质部的一个例子的截面图。

### 具体实施方式

[0032] 以下,参照附图对本公开的实施方式进行说明。应予说明,各附图中对相同或对应的构成标记相同的符号,有时省略说明。说明书中,表示数值范围的“~”是指包含其前后所记载的数值作为下限值和上限值。

[0033] 本实施方式的玻璃物品的制造方法的特征在于,具有:在玻璃板的主面设定相互平行的多条虚拟线;对多条上述虚拟线分别照射激光,沿着多条上述虚拟线分别在上述玻璃板中形成改质部;以及对上述玻璃板施加应力,将上述玻璃板沿着上述虚拟线割断,相邻的上述虚拟线的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。

[0034] 首先,参照图1~图7,对本实施方式的玻璃物品的制造方法进行说明。玻璃物品的制造方法例如如图1所示具有步骤S1~S5。应予说明,玻璃物品的制造方法只要具有步骤S1~S3和S5即可,可以不具有步骤S4。

[0035] 在步骤S1中,准备玻璃板10。玻璃板10例如可以如图2所示为平板,或者也可以为弯曲板。应予说明,玻璃板10为平板时,也可以在步骤S5之后弯曲成型。玻璃板10具有第1主面11和与第1主面11朝向相反的第2主面12。

[0036] 第1主面11和第2主面12的形状例如为矩形。应予说明,第1主面11和第2主面12的形状可以为梯形、圆形或椭圆形等,但没有特别限定。

[0037] 玻璃板10的用途例如为汽车用窗玻璃、建筑用窗玻璃、显示装置用基板或显示装置用罩玻璃。玻璃板10的厚度根据玻璃板10的用途而适当地设定,例如为 $0.01\text{cm}$ ~ $2.5\text{cm}$ 。玻璃板10的用途为车载显示装置的罩玻璃时,玻璃板10的厚度优选为 $0.2\text{mm}$ 以上,更优选为 $0.8\text{mm}$ 以上,进一步优选为 $1\text{mm}$ 以上。玻璃板10的用途为车载显示装置的罩玻璃时,玻璃板10

的厚度例如为5mm以下,优选为3mm以下,更优选为2mm以下。

[0038] 玻璃板10可以在步骤S5之后隔着中间膜与其它玻璃板层叠,作为夹层玻璃使用。另外,玻璃板10也可以在步骤S5之后供于强化处理,作为强化玻璃使用。

[0039] 玻璃板10例如为钠钙玻璃、无碱玻璃、化学强化用玻璃等。化学强化用玻璃经过化学强化处理后,例如作为单玻璃使用。玻璃板10也可以为风冷强化用玻璃。

[0040] 在步骤S2中,如图3所示,在玻璃板10的第1主面11上设定相互平行的多条虚拟线VL。各虚拟线VL的设定通过激光加工装置来进行。各虚拟线VL将第1主面11分成2个区域。各虚拟线VL可以如图3所示仅具有直线部,也可以如图9所示具有直线部和曲线部,还可以仅具有曲线部。

[0041] 多个虚拟线VL可以如图3所示以等间距配置,也可以以不等间距配置,优选以等间距配置。相邻的虚拟线VL的间隔d为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。如果d为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ ,则如实施例的栏中说明所示,能够降低玻璃板10的割断所需的应力。因此,能够抑制不希望的缺口或裂纹产生,能够提高玻璃物品的品质。

[0042] 在虚拟线VL具有曲率半径200mm以下的曲线部的情况下可显著得到提高玻璃物品的品质的效果。即便曲线部的曲率半径为200mm以下,只要玻璃板10的割断所需的应力低,则裂纹的进展方向也容易沿着虚拟线VL变化。曲线部的曲率半径优选为50mm以下。另外,曲线部的曲率半径优选为1mm以上。

[0043] 相邻的虚拟线VL的间隔d优选为 $29\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $25\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $20\mu\text{m}$ 以下,特别优选小于 $20\mu\text{m}$ ,极其优选为 $18\mu\text{m}$ 以下。相邻的虚拟线VL的间隔d优选为 $2.5\mu\text{m}$ 以上,更优选超过 $3.5\mu\text{m}$ ,进一步优选为 $7.0\mu\text{m}$ 以上。

[0044] 虚拟线VL的条数n可以为2以上的偶数,也可以为3以上的奇数,优选为3以上的奇数。如果n为3以上的奇数,则在多条虚拟线VL的中央存在1条虚拟线VL。因此,如实施例的栏中说明所示,在步骤S5中割断玻璃板10时,能够在中央的虚拟线VL处割断玻璃板10。简言之,如果n为3以上的奇数,则能够确定割断的位置。

[0045] 虚拟线VL的条数n为3以上的奇数时,也可以如图3所示在中心夹着一条虚拟线VL而对称地配置剩余的虚拟线VL。通过具有上述配置,容易对中央的虚拟线VL施加高的应力,容易在中央的虚拟线VL处割断玻璃板10。

[0046] 多条虚拟线VL也可以如图3所示地以等间距配置。应予说明,虚拟线VL的条数n为5以上的奇数的情况下,只要以一条虚拟线VL为中心而对称地配置剩余的虚拟线VL,则多条虚拟线VL也可以以不等间距配置。

[0047] 虚拟线VL的条数n越多,在步骤S3中形成的改质部13的数量越多。从减少改质部13的数量的观点出发,优选虚拟线VL的条数n为3或5。

[0048] 在步骤S3中,如图4所示,对多条虚拟线VL分别照射激光LB,沿着多条虚拟线VL分别在玻璃板10形成改质部13。可以对多条虚拟线VL同时照射多条激光LB,也可以对多条虚拟线VL依次照射1条激光LB。激光LB例如通过非线性吸收而形成改质部13。

[0049] 非线性吸收也称为多光子吸收。产生多光子吸收的概率相对于光子密度(激光LB的功率密度)是非线性的,光子密度越高,概率越飞跃性地变高。例如产生双光子吸收的概率与光子密度的平方成正比。

[0050] 激光LB例如为脉冲光。脉冲光优选使用波长区域为250nm~3000nm且脉冲宽度为

10fs ~ 1000ns的脉冲激光。由于波长区域为250nm ~ 3000nm的激光某种程度透过玻璃板10, 因此能够在玻璃板10的内部产生非线性吸收而形成改质部13。波长区域优选为260nm ~ 2500nm。另外, 如果是脉冲宽度为1000ns以下的脉冲激光, 则容易提高光子密度, 能够在玻璃板10的内部产生非线性吸收而形成改质部13。脉冲宽度优选为100fs ~ 100ns。

[0051] 改质部13例如是玻璃的密度或折射率发生了变化的部分。改质部是通过结构变化或者通过熔融和再凝固而使密度或折射率发生变化后的层。改质部13可以包含空隙。

[0052] 激光LB例如在玻璃板10的内部聚焦成线状, 以线状形成改质部13。激光LB的光源可以输出称为突发脉冲 (burst) 的脉冲群。一个脉冲群具有多个 (例如3 ~ 50个) 脉冲光, 各脉冲光具有小于10纳秒的脉冲宽度。在一个脉冲群中, 脉冲光的能量可以逐渐减少。

[0053] 脉冲光也可以通过基于非线性克尔效应的自聚焦而聚焦成线状。此外, 脉冲光还可以通过光学系统而聚焦成线状。作为具体的光学系统, 例如可采用使用锥棱镜 (Axicon) 透镜的光学系统、使用双折射材料的光学系统、使用衍射光学元件的光学系统或利用光学像差的光学系统。

[0054] 改质部13例如如图4所示从第1主面11到第2主面12遍及板厚方向整体而形成。应予说明, 改质部13也可以仅形成于板厚方向的一部分, 例如还可以以板厚的中心为基准从中心起仅形成于第1主面11侧。

[0055] 虚拟线VL的条数n为3时, 例如, 如将n为3时的图18作为一个例子所示, 优选在至少1条中央的虚拟线VL-2处, 在玻璃板10的板厚的50% ~ 100%的范围连续或断续地 (在图18中为连续地) 形成改质部13。如果形成改质部13的范围为上述范围, 则容易降低割断所需的应力。在中央的虚拟线VL-2处, 形成改质部13的范围更优选为玻璃板10的板厚的75% ~ 100%的范围, 进一步优选为玻璃板10的板厚的100%的范围。另外, 如图18所示, 优选以第1主面11为起点而形成改质部13。该情况下, 在板厚方向, 将第2主面12设为0%, 将第1主面11设为100%, 优选在上述记载的范围内形成改质部。

[0056] 另一方面, 虚拟线VL的条数n为3条以上时, 在中央周边的虚拟线VL-1、VL-3处, 优选在玻璃板10的板厚的10% ~ 100%的范围连续或断续地 (在图18中为连续地) 形成改质部13。如果形成改质部13的范围为上述范围, 则容易减少割断所需的应力。在中央周边的虚拟线VL-1、VL-3处, 形成改质部13的范围可以为玻璃板10的板厚的100%的范围, 也可以为小于100%的范围, 也可以为75%以下的范围, 也可以为50%以下的范围, 也可以为30%以下的范围。

[0057] 虚拟线VL的条数n为3以上时, 例如, 如将n为3时的图18作为一个例子所示, 与至少1条中央的虚拟线VL-2相比, 优选在中央周边的虚拟线VL-1、VL-3处在玻璃板10的板厚方向较短的范围内连续或断续地形成改质部13。通过中央周边的虚拟线VL-1、VL-3与至少1条中央的虚拟线VL-2相比在板厚方向具有较短范围的改质部13, 能够降低加工所需的激光输出, 能够降低成本。进而, 可以使用将一束激光分支为多束的光学系统同时加工多个改质部13, 也能够缩短加工时间。

[0058] 应予说明, 虚拟线VL的条数为3以上且为奇数时, 中央的虚拟线VL是指从一端数为第 $(n+1)/2$ 条的虚拟线。另外, 虚拟线VL的条数n为4以上且为偶数时, 中央的虚拟线VL是指从一端数为第 $n/2$ 条和第 $n/2+1$ 条的虚拟线这两者。

[0059] 虚拟线VL的条数n为4以上且为偶数条时, 虽然未图示, 但与一条中央的虚拟线VL

相比,优选在其它中央的虚拟线VL处在玻璃板10的板厚方向较短的范围内连续或断续地形成改质部13。通过具有上述构成,能够沿着2条中央的虚拟线VL中的期望的中央的虚拟线VL割断玻璃板10。

[0060] 激光LB的光源例如可以包含掺杂有Nd的YAG晶体(Nd:YAG),输出波长1064nm的脉冲光。应予说明,脉冲光的波长并不限定于1064nm。也可以使用Nd:YAG第二谐波激光(波长532nm)、Nd:YAG第三谐波激光(波长355nm)等。

[0061] 激光LB通过包含聚光透镜等的光学系统而照射至第1主面11。通过使其照射点沿着虚拟线VL移动而遍及虚拟线VL整体形成改质部13。

[0062] 照射点的移动例如可使用2D电扫描仪或3D电扫描仪。应予说明,照射点的移动可以通过保持玻璃板10的载物台的移动或旋转来实施。作为载物台,例如可使用XY载物台、XY $\theta$ 载物台、XYZ载物台或XYZ $\theta$ 载物台。X轴、Y轴和Z轴相互正交,X轴和Y轴与第1主面11平行,Z轴与第1主面11垂直。

[0063] 如图5所示,改质部13可以沿着虚拟线VL以 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 的间距p形成多个。间距p为任意选择的10组相邻的改质部13的中心彼此的间隔的平均值。如果间距p为 $100\mu\text{m}$ 以下,则能够抑制在步骤S5中产生不希望的缺口或裂纹。如果间距p为 $0.1\mu\text{m}$ 以上,则能够减少改质部13的数量。间距p优选为 $2\mu\text{m}$ 以上。间距p优选为 $60\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $40\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $20\mu\text{m}$ 以下,特别优选为 $10\mu\text{m}$ 以下。

[0064] 如图5所示,从与第1主面11垂直的方向观察,改质部13的直径 $\Phi$ 例如为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $60\mu\text{m}$ 。如果直径 $\Phi$ 小于 $60\mu\text{m}$ ,则能够在步骤S5中沿着虚拟线VL高精度地割断玻璃板10。如果直径 $\Phi$ 为 $0.1\mu\text{m}$ 以上,则容易在虚拟线VL处割断玻璃板10。直径 $\Phi$ 优选为 $2\mu\text{m}$ 以上。直径 $\Phi$ 优选为 $40\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $20\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $10\mu\text{m}$ 以下。

[0065] 应予说明,如图8所示,改质部13可以从虚拟线VL在板厚方向隔开间隔形成多个。该情况下,如图8所示,可以在玻璃板10的内部将激光LB聚焦成点状,将改质部13形成为点状。激光LB的光源输出单个脉冲光、或脉冲群。调整光波长和脉冲宽度等以使多光子吸收仅在聚光点附近产生。

[0066] 如图8所示,将改质部13形成为点状时,通过反复进行距第1主面11的深度为一定的面内的聚光点的二维移动和距第1主面11的聚光点的深度的变更而形成多个改质部13。聚光点的移动例如可使用XYZ载物台、XYZ $\theta$ 载物台或3D电扫描仪。通过载物台的移动来进行聚光点的深度的变更时,也可以使用2D电扫描仪。

[0067] 在步骤S4中,虽然未图示,但向玻璃板10的虚拟线VL供给水。水例如以液体状态供给。液体的水可以以块状供给,也可以以雾状供给。水也可以以气体状态供给。通过供给水而能够使玻璃的结合力降低,能够在步骤S5中降低玻璃板10的割断所需的应力。向玻璃板10的虚拟线VL供给的水可以在步骤S5之前被除去。

[0068] 在步骤S5中,对玻璃板10施加应力,如图6所示,将玻璃板10沿着虚拟线VL割断。玻璃板10以改质部13为起点被割断。例如,一边将辊按压于玻璃板10一边沿着虚拟线VL移动,对玻璃板10施加应力。或者,虽然未图示,但可以在第1主面11形成第2激光的点光,使点光沿着虚拟线VL移动,对玻璃板10施加热应力。

[0069] 第2激光通过对玻璃板10的照射而主要产生线性吸收。主要产生线性吸收是指由线性吸收产生的热量大于由非线性吸收产生的热量。也可以几乎不产生非线性吸收。

[0070] 线性吸收也称为单光子吸收。产生单光子吸收的概率与光子密度成正比。在单光子吸收的情况下,根据朗伯比尔定律(Lambert—Beer's law),下述式(1)成立。

$$I = I_0 \times \exp(-\alpha \times L) \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0072] 上述式(1)中, $I_0$ 为第1主面11上的第2激光的强度, $I$ 为第2主面12的第2激光的强度, $L$ 为从第1主面11到第2主面12的第2激光的传播距离, $\alpha$ 为玻璃对第2激光的吸收系数。 $\alpha$ 为线性吸收的吸收系数,由第2激光的波长和玻璃的化学组成等来确定。

[0073] 如果玻璃的温度超过缓冷点,则玻璃容易发生塑性变形,热应力的产生受到限制。因此,调整光波长、输出、第1主面11的光束直径等以使玻璃的温度成为缓冷以下。

[0074] 第2激光例如为连续波光。第2激光的光源没有特别限定,例如为二氧化碳激光器。二氧化碳激光器例如输出波长10600nm的连续波光。应予说明,第2激光也可以不为连续波光而为脉冲光。

[0075] 第2激光的点光也可以在第1主面11以横跨所有虚拟线VL的方式形成。第2激光的点光也可以在第1主面11上具有圆形。其直径例如为1mm~10mm。

[0076] 在步骤S5之后,得到玻璃物品20。玻璃物品20的特征在于,是具有主面和端面的玻璃物品20,在与端面中的至少一个端面相距一定距离的部位具有多个改质部,从与主面垂直的方向观察时,处于距多个改质部一定的距离的端面与改质部的中心的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。应予说明,“至少一个端面”是通过将玻璃板10沿着虚拟线割断而形成的端面。

[0077] 更具体而言,玻璃物品20例如如图6和图7所示具有第1主面21、与第1主面21朝向相反的第2主面22、以及与第1主面21和第2主面22垂直的4个端面24。端面24可以为平面,也可以为曲面。端面24的数量并不限定于4个,可以为多个,也可以为1个。端面24也可以具有通过玻璃板10的割断而形成的至少一个端面24a,并进一步具备通过玻璃板10的割断而形成的至少一个端面24a以外的端面24b,即,与玻璃板10原本具备的端面相同的端面24b。

[0078] 玻璃物品20在与至少一个端面24a相距一定距离的部位具有多个改质部23。改质部23例如为步骤S3中形成的改质部13。改质部13也可以残留于至少一个端面24a。

[0079] 应予说明,改质部23可以通过利用以往的方法切出玻璃物品20,继而对玻璃物品20照射激光LB而形成。玻璃物品20只要在与至少一个端面24a相距一定距离的部位具有多个改质部23即可,也可以在至少一个端面24a不具有改质部23。

[0080] 从与第1主面21垂直的方向观察,在处于距多个改质部一定的距离的端面,即上述至少一个端面24a与改质部23的中心的间隔 $D$ 为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。

[0081] 在实施例的栏中进行详细说明,如果 $D$ 为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ ,则在使第1主面21朝上的状态下对至少一个端面24a从侧面照射光时,能够从上方清楚地观察该端面24a的轮廓。应予说明,“从侧面”是指与板厚方向正交的方向。是因为多个改质部23使光散射。通过能够清楚地观察至少一个端面24a的轮廓,从而除适于端面的品质管理以外,例如在使用本实施方式的玻璃作为显示装置的罩玻璃的情况下,在后续的加工工序中,照相机等的分辨精度提高,因此能够提高加工的位置精度。

[0082] 应予说明,在步骤S2中,将虚拟线设为5条来割断玻璃板等情况下,在与上述至少一个端面24a相距不同距离的部位存在多个改质部23时,只要最接近至少一个端面24a的多个改质部23的中心与至少一个端面24a的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 即可。

[0083] 间隔D优选为29 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为25 $\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为20 $\mu\text{m}$ 以下,特别优选小于20 $\mu\text{m}$ ,极其优选为18 $\mu\text{m}$ 以下。另外,间隔D优选为2.5 $\mu\text{m}$ 以上,更优选为7.0 $\mu\text{m}$ 以上。

[0084] 玻璃物品20从与第1主面21垂直的方向观察,可以沿着至少一个端面24a以0.1 $\mu\text{m}$ ~100 $\mu\text{m}$ 的间距P具有多个改质部23。间距P为任意选择的10组相邻的改质部23的中心彼此的间隔的平均值。如果间距P为100 $\mu\text{m}$ 以下,则容易观察至少一个端面24a的轮廓。如果间距P为0.1 $\mu\text{m}$ 以上,则能够减少改质部23的数量。间距P优选为2 $\mu\text{m}$ 以上。间距P优选为60 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为40 $\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为20 $\mu\text{m}$ 以下,特别优选为10 $\mu\text{m}$ 以下。

[0085] 从与第1主面11垂直的方向观察,改质部23的直径 $\Phi$ 例如为0.1 $\mu\text{m}$ 以上且小于60 $\mu\text{m}$ 。如果直径 $\Phi$ 小于60 $\mu\text{m}$ ,则光可以沿着至少一个端面24a的轮廓进行散射。如果直径 $\Phi$ 为0.1 $\mu\text{m}$ 以上,则能够使光散射。直径 $\Phi$ 优选为2 $\mu\text{m}$ 以上。直径 $\Phi$ 优选为40 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为20 $\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为10 $\mu\text{m}$ 以下。

[0086] 从与第1主面11的垂直的方向观察,至少一个端面24a可以具有曲率半径200mm以下的曲线部。曲线部的曲率半径优选为50mm以下。另外,曲线部的曲率半径优选为1mm以上。

[0087] 玻璃物品20可以作为显示装置的一部分使用,例如可以作为罩玻璃使用。罩玻璃的表面可以形成防反射膜。防反射膜抑制光的反射,例如是将高折射率层与折射率低于高折射率层的低折射率层交替层叠而成的膜。高折射率层的材料例如为氧化铌、氧化钛、氧化锆、氧化钽或氮化硅。另一方面,低折射率层的材料例如为氧化硅、Si与Sn的混合氧化物、Si与Zr的混合氧化物、或者Si与Al的混合氧化物。

[0088] 如以上说明所示,本说明书中公开了以下事项。

[0089] [1]一种玻璃物品的制造方法,具有:

[0090] 在玻璃板的主面设定相互平行的多条虚拟线,

[0091] 对多条上述虚拟线分别照射激光,沿着多条上述虚拟线分别在上述玻璃板中形成改质部,以及

[0092] 对上述玻璃板施加应力,将上述玻璃板沿着上述虚拟线割断;

[0093] 相邻的上述虚拟线的间隔为2.0 $\mu\text{m}$ 以上且小于30 $\mu\text{m}$ 。

[0094] [2]根据[1]所述的玻璃物品的制造方法,其中,相邻的上述虚拟线的间隔为2.0 $\mu\text{m}$ 以上且小于20 $\mu\text{m}$ 。

[0095] [3]根据[1]或[2]所述的玻璃物品的制造方法,其中,上述虚拟线的条数为3以上的奇数。

[0096] [4]根据[3]所述的玻璃物品的制造方法,其中,上述虚拟线的条数为3或5。

[0097] [5]根据[3]或[4]所述的玻璃物品的制造方法,其中,夹着一条上述虚拟线将剩余的上述虚拟线对称地配置。

[0098] [6]根据[1]~[5]中任一项所述的玻璃物品的制造方法,其中,多条上述虚拟线以等间距配置。

[0099] [7]根据[1]~[6]中任一项所述的玻璃物品的制造方法,其中,具有:在形成上述改质部之后且割断上述玻璃板之前,向上述虚拟线供给水。

[0100] [8]根据[1]~[7]中任一项所述的玻璃物品的制造方法,其中,具有:在上述玻璃板的板厚方向隔开间隔形成多个上述改质部。

[0101] [9]根据[1]~[8]中任一项所述的玻璃物品的制造方法,其中,具有:沿着上述虚

拟线以 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 的间距形成多个上述改质部。

[0102] [10]根据[1]~[9]中任一项所述的玻璃物品的制造方法,其中,从与上述主面垂直的方向观察,上述改质部的直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $60\mu\text{m}$ 。

[0103] [11]根据[1]~[10]中任一项所述的玻璃物品的制造方法,其中,上述虚拟线的条数为3条以上,与至少1条中央的上述虚拟线相比,在中央周边的上述虚拟线中,在上述玻璃板的板厚方向较短的范围内连续或断续地形成上述改质部。

[0104] [12]根据[1]~[11]中任一项所述的玻璃物品的制造方法,其中,上述虚拟线具有曲率半径 $200\text{mm}$ 以下的曲线部。

[0105] [13]一种玻璃物品,是具有主面和端面的玻璃板,

[0106] 在与上述端面中的至少一个端面相距一定距离的部位具有多个改质部,

[0107] 从与上述主面垂直的方向观察时,处于距上述多个改质部一定的距离的端面与上述改质部的中心的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $30\mu\text{m}$ 。

[0108] [14]根据[13]所述的玻璃物品,其中,从与上述主面垂直的方向观察时,上述端面与上述改质部的中心的间隔为 $2.0\mu\text{m}$ 以上且小于 $20\mu\text{m}$ 。

[0109] [15]根据[13]或[14]所述的玻璃物品,其中,从与上述主面垂直的方向观察,沿着上述端面以 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 的间距具有多个上述改质部。

[0110] [16]根据[13]~[15]中任一项所述的玻璃物品,其中,从与上述主面垂直的方向观察,上述改质部的直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且小于 $60\mu\text{m}$ 。

[0111] [17]根据[13]~[16]中任一项所述的玻璃物品,其中,从与上述主面垂直的方向观察,上述端面具有曲率半径 $200\text{mm}$ 以下的曲线部。

[0112] [18]一种罩玻璃,包含[13]~[17]中任一项所述的玻璃物品。

[0113] [19]一种显示装置,包含[13]~[17]中任一项所述的玻璃物品。

[0114] 实施例

[0115] 以下,举出实施例对本发明进行具体说明,但本发明并不限于此。

[0116] 例1~例28中,调查(1)虚拟线VL的条数 $n$ 、(2)相邻的虚拟线VL的间隔 $d$ 、以及(3)有无向虚拟线VL供水(步骤S4)对割断所需的应力造成的影响。以下,也将割断所需的应力称为断裂应力。例1~例28中,例1~例2、例10、例11和例18为比较例,例3~9、例12~例17和例19~例28为实施例。

[0117] 如图10所示,断裂应力利用四点弯曲试验机进行测定。作为四点弯曲试验机,使用岛津制作所公司制的Autograph AGS-X 10kN。支点间距离 $A$ 为 $30\text{mm}$ ,载荷点间距离 $B$ 为 $10\text{mm}$ 。上杆的下降速度为 $1\text{mm}/\text{min}$ 。

[0118] 作为四点弯曲试验的试验片30,准备纵 $50\text{mm}$ 、横 $50\text{mm}$ 、厚度 $1.3\text{mm}$ 的矩形板(玻璃板)。n条虚拟线VL穿过玻璃板的相互对置的2边间的距离的中央并设定为与剩余的2边平行。n为2以上时,n条虚拟线VL以等间距设定。

[0119] 在各虚拟线VL形成改质部33的激光LB的照射条件如下所述。

[0120] 振荡器:皮秒脉冲激光器(Rofin制,StarPico3)

[0121] 振荡方式:脉冲振荡(突发脉冲)

[0122] 光波长: $1064\text{nm}$

[0123] 输出:100%

[0124] 振荡频率:18750Hz

[0125] 面内方向扫描速度:93.75mm/s

[0126] 面内方向照射间距:5 $\mu$ m。

[0127] 例1~例28中,除了(1)虚拟线VL的条数n、(2)相邻的虚拟线VL的间隔d、以及(3)有无向虚拟线VL供给水(步骤S4)以外,以相同的加工条件对试验片30进行加工。例1~例28中,在所有虚拟线VL中,改质部连续地形成于玻璃板的整个板厚方向。在表1~表4中示出加工条件和断裂应力的测定结果。

[0128] [表1]

[0129]

	例1	例2	例3	例4	例5	例6	例7	例8	例9	例10	例11
n [条]	1	3									
d [ $\mu$ m]	0.0	1.5	2.0	2.5	3.5	10	15	20	25	30	40
水	有										
平均值 [MPa]	12.98	13.13	10.88	10.37	10.00	9.71	9.83	9.99	11.00	15.39	15.95

[0130] [表2]

[0131]

例1	例12	例13	例14	例15	例16	例17
1	2	3	4	5	7	9
$n$ [条]						
0.0	10					
$d$ [ $\mu\text{m}$ ]						
水	有					
平均值 [MPa]	12.98	12.77	9.71	8.68	6.96	3.98
						2.18

[0132] [表3]

[0133]

	例18	例19	例20	例21	例22	例23	例24
n [条]	1	2	3	4	5	7	9
d [μm]	0.0	10					
水	无						
平均值 [MPa]	16.38	15.89	12.06	11.72	10.73	8.45	5.15

[0134] [表4]

[0135]

	例25	例26	例27	例28	例3	例6	例7	例8
n [条]	3							
d [μm]	2.0	10	15	20	2.0	10	15	20
水	无				有			
平均值 [MPa]	15.61	12.06	13.76	14.80	10.88	9.71	9.83	9.99

[0136] 表1~表4中,“AVE”为平均值。

[0137] 参照图11,对将虚拟线VL的条数n设定为1或3并向虚拟线VL供给水时的相邻的虚拟线VL的间隔d的影响进行说明。根据图11可知,如果以2.0μm以上且小于30μm的间隔d设定多条虚拟线VL,则与虚拟线VL的条数n为1时相比,能够降低断裂应力的平均值AVE。特别是如果间隔d大于3.5μm且小于20μm,则能够大幅降低断裂应力的平均值AVE。应予说明,例1~例11中,向虚拟线VL供给了水,但未向虚拟线VL供给水的情况也得到同样的趋势。

[0138] 参照图12和图13,对将相邻的虚拟线VL的间隔d设定为10μm并向虚拟线VL供给水时的虚拟线VL的条数n的影响进行说明。根据图12可知,虚拟线VL的条数n越增加,越能够降低断裂应力的平均值AVE。认为这是因为虚拟线VL的条数n越多,水越容易渗透,越促进应力腐蚀。另外,根据图13可知,如果n为3以上的奇数,则能够在中央的虚拟线VL处割断玻璃板。

应予说明,认为在n为2以上的偶数的情况下,在中央的2条虚拟线VL中的强度较弱的一方割断玻璃板。

[0139] 参照图14和图15,对将相邻的虚拟线VL的间隔d设定为10 $\mu$ m并未向虚拟线VL供给水时的虚拟线VL的条数n的影响进行说明。根据图14可知,虚拟线VL的条数n越增加,越能够降低断裂应力的平均值AVE。另外,根据图15可知,如果n为3以上的奇数,则能够在中央的虚拟线VL处割断玻璃板。应予说明,认为在n为2以上的偶数时,在中央的2条虚拟线VL中的强度较弱的一方割断玻璃板。

[0140] 参照图16,对有无向虚拟线VL供给水的影响进行说明。根据图16可知,如果向虚拟线VL供给水,则与未向虚拟线VL供给水时相比,能够降低断裂应力的平均值AVE。

[0141] 图17的(A)是利用显微镜从上方观察对例1的试验片30的通过割断形成的面即割断面34从侧面照射光的情况的照片,图17的(B)是利用显微镜从上方观察对例6的试验片30的割断面34从侧面照射光的情况的照片。如果比较图17的(A)和图17的(B),则可知,如果在距割断面34规定的距离形成改质部33,则能够清楚地从上方观察割断面34的轮廓。

[0142] 在例29和例30中,(4)调查玻璃板的板厚方向上的改质部的形成范围对割断所需的应力的影响。例29和例30为实施例。作为四点弯曲试验的试验片30,准备与例1~例28同样的试验片。在各虚拟线VL形成改质部33的激光LB的照射条件如下所述。

[0143] 振荡器:皮秒脉冲激光器(Rofin制,StarPico3)

[0144] 振荡方式:脉冲振荡(突发脉冲)

[0145] 光波长:1064nm

[0146] 输出:100%

[0147] 振荡频率:37500Hz

[0148] 面内方向的扫描速度:187.5mm/s

[0149] 面内方向的照射间距:5 $\mu$ m。

[0150] 在例29和例30中,设定相互平行的3条虚拟线,在中央的虚拟线处,在玻璃板的板厚方向整体连续地形成改质部,与此相对,在中央周边(两端)的虚拟线处,在玻璃板的板厚(1.3mm)的约36%(470 $\mu$ m)或约15%(200 $\mu$ m)的范围内连续形成改质部。以试验片30(参照图10的(A))的上表面为起点,以期望的深度连续地形成改质部。在表5中示出加工条件和断裂应力的测定结果。在表5中,“AVE”为平均值。

[0151] [表5]

	例29	例30
n [条]	3	
d [ $\mu\text{m}$ ]	10	
t/t0 [%]	36	15
水	无	
平均值 [MPa]	12.75	12.45

[0152]

[0153] 在表5中,t/t0(%)表示形成于中央周边(两端)的虚拟线的改质部的深度t相对于玻璃板的板厚t0的比例。

[0154] 例29和例30的断裂应力的平均值AVE低于例18的断裂应力的平均值AVE。由此可知,即便t/t0(%)小于100%,也能够降低断裂应力。

[0155] 以上,虽然对本公开的玻璃物品的制造方法、玻璃物品、罩玻璃和显示装置进行了说明,但本公开并不限于上述实施方式等。可以在专利请求的范围所记载的范畴内进行各种变更、修正、置换、附加、删除和组合。这些当然也属于本公开的技术范围。

[0156] 本申请要求基于2021年6月11日在日本专利局申请的日本特愿2021-098236号的优先权,并将日本特愿2021-098236号的全部内容援引于本申请。

[0157] 符号说明

[0158] 10玻璃板

[0159] 11第1主面

[0160] 13改质部

[0161] VL虚拟线

[0162] LB激光

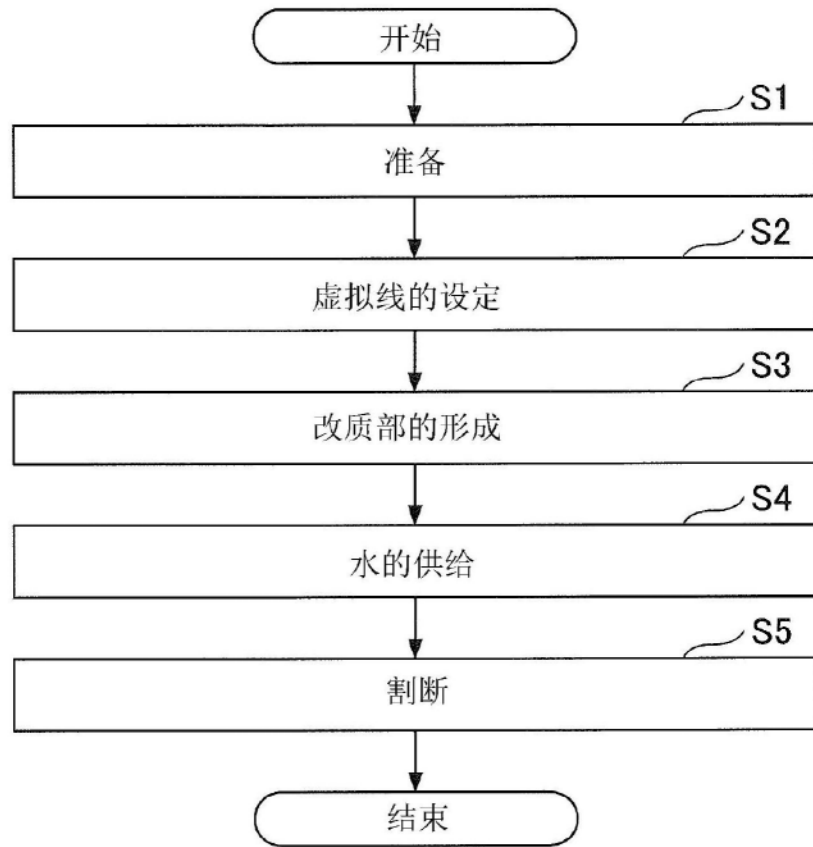


图1

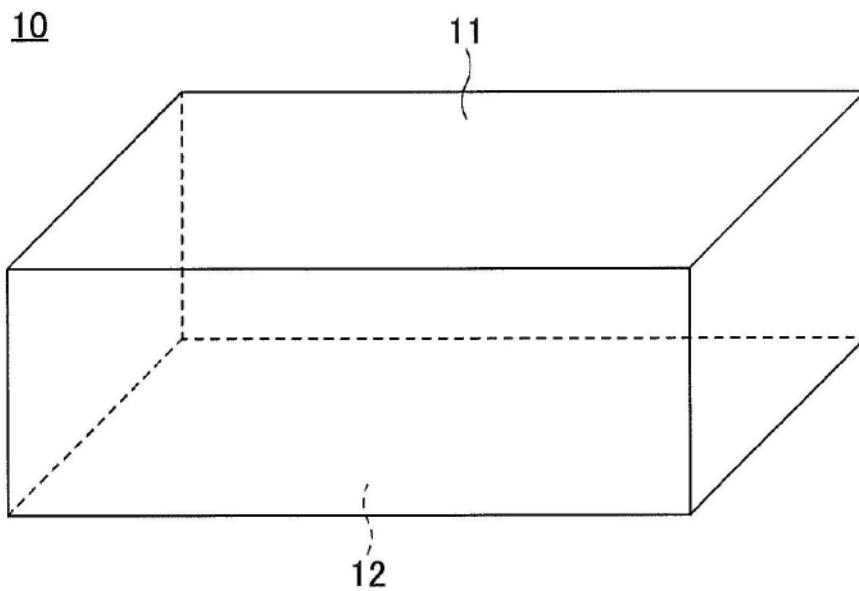


图2

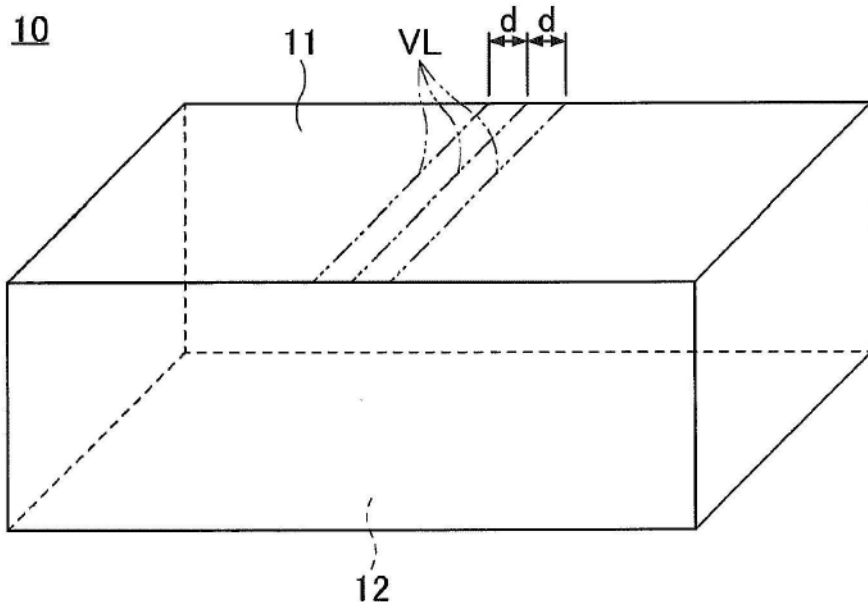


图3

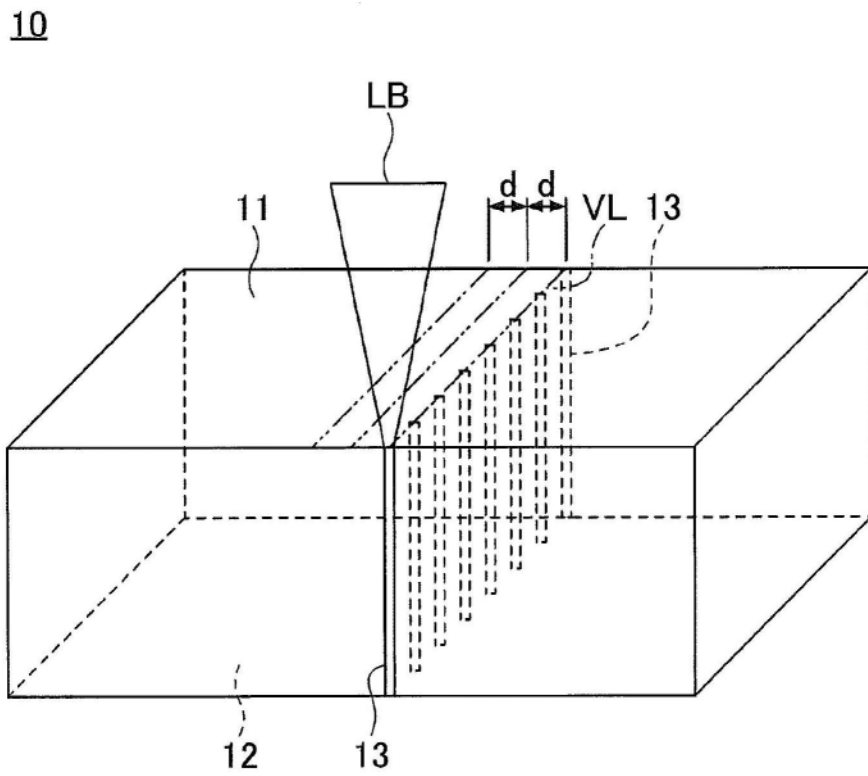


图4

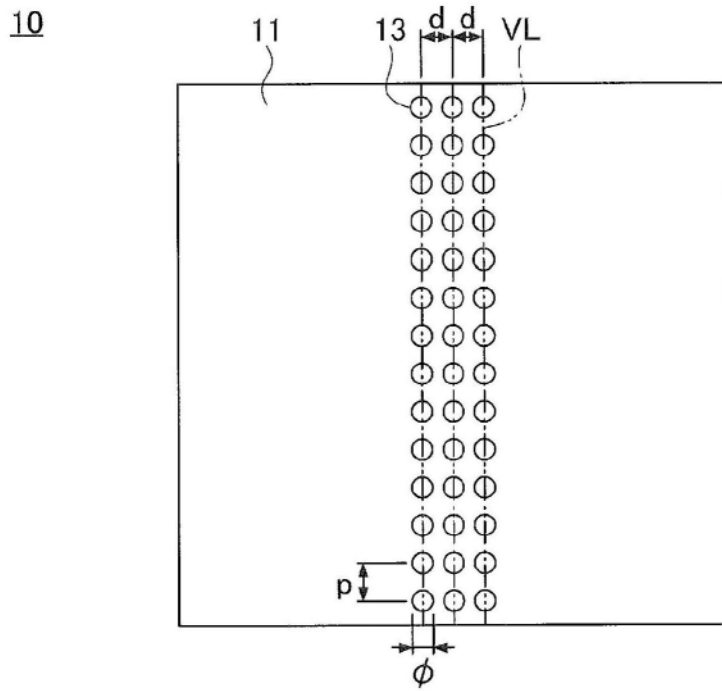


图5

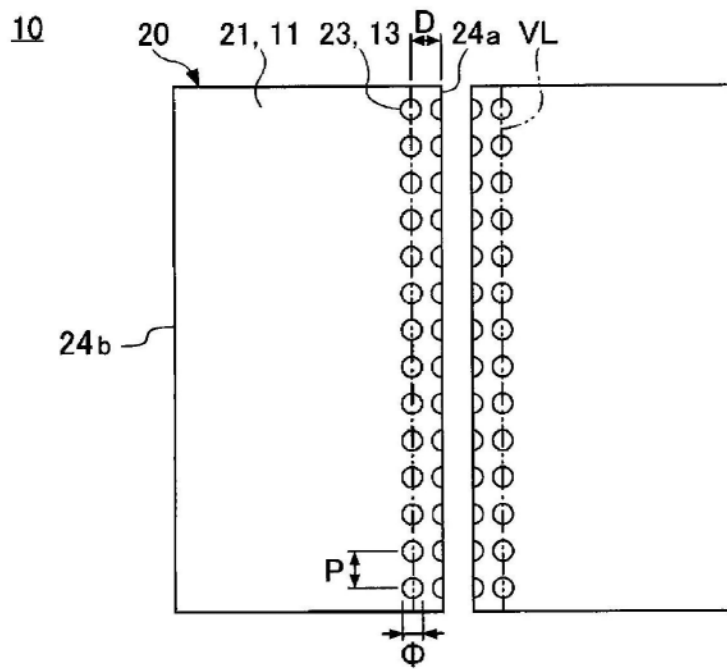


图6

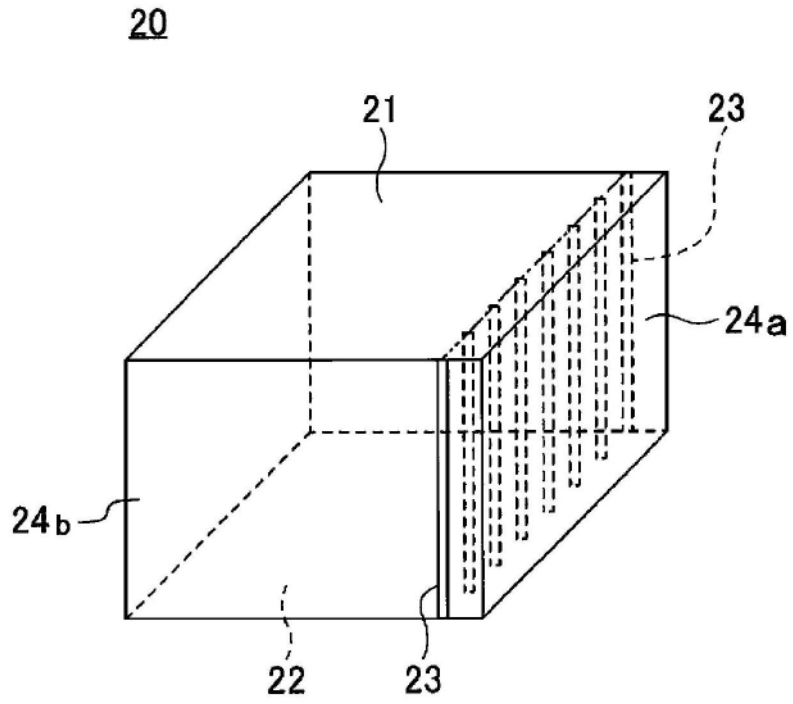


图7

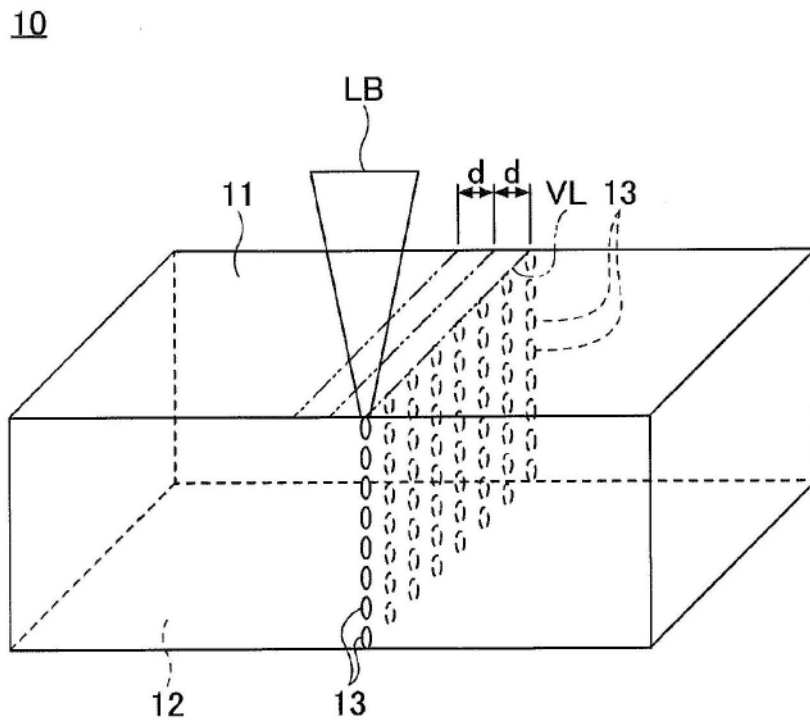


图8

10

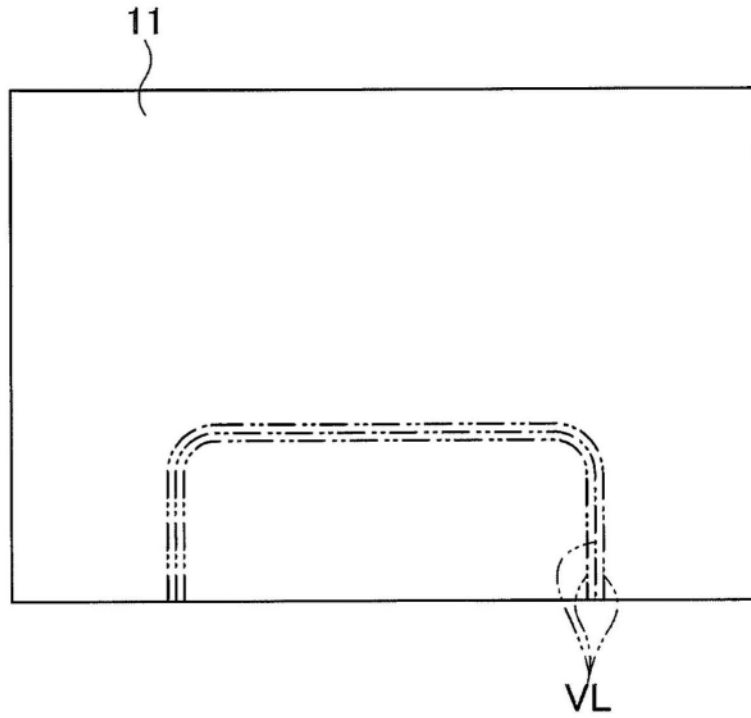


图9

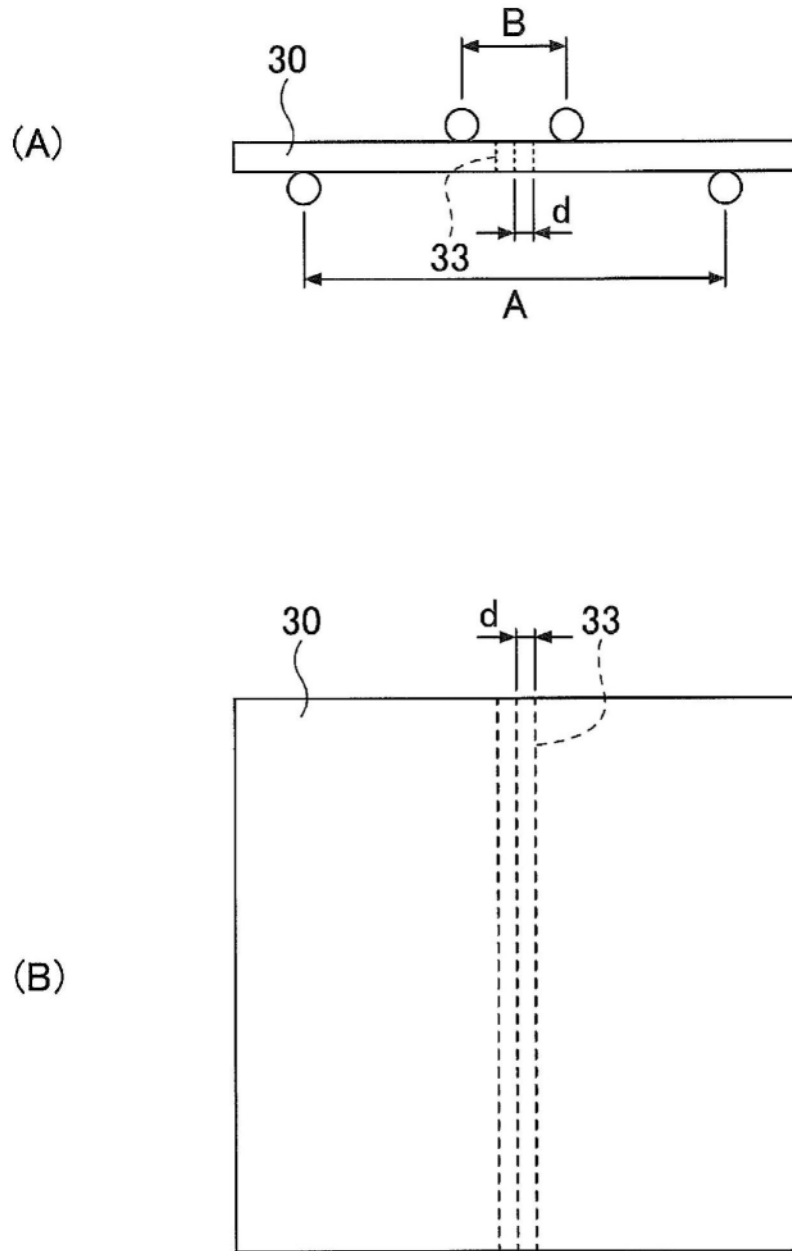


图10

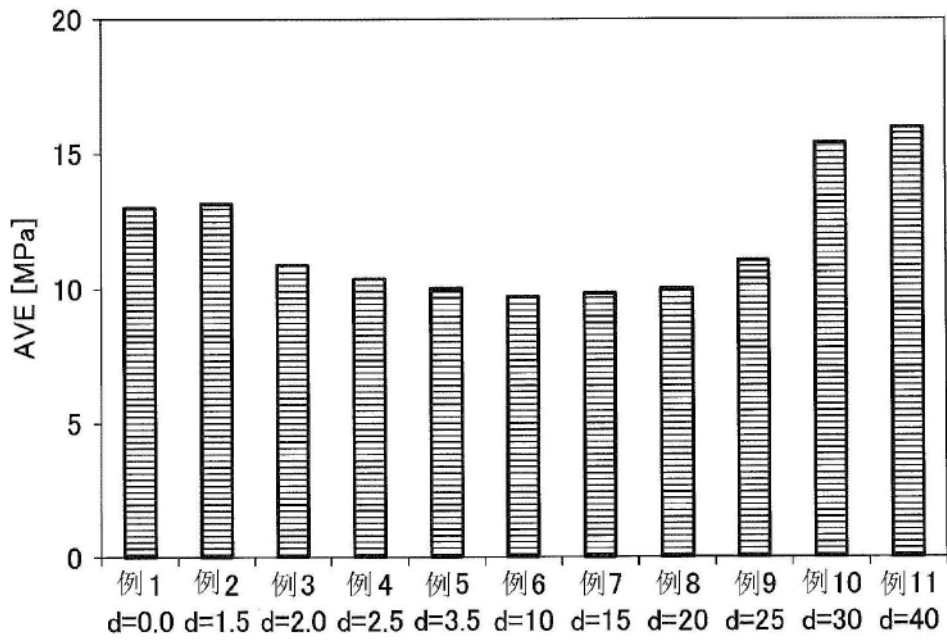


图11

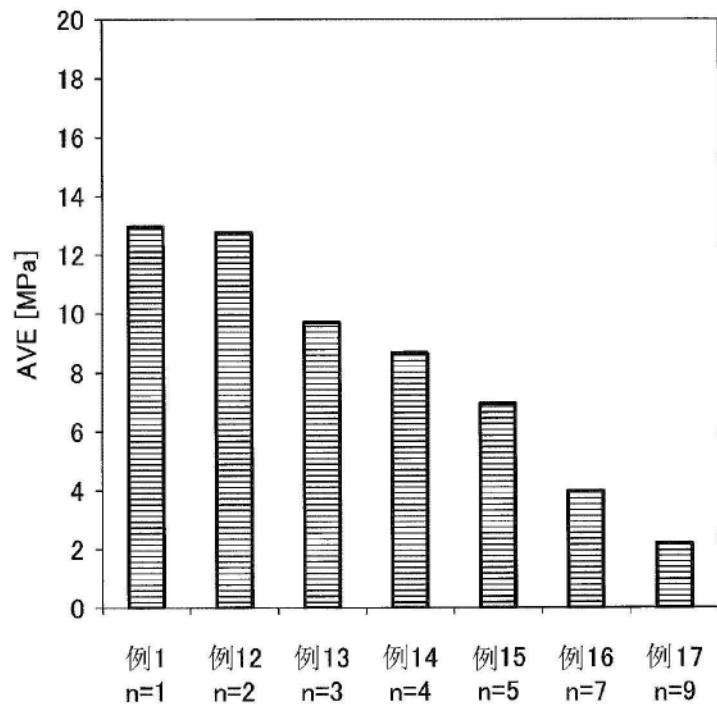


图12

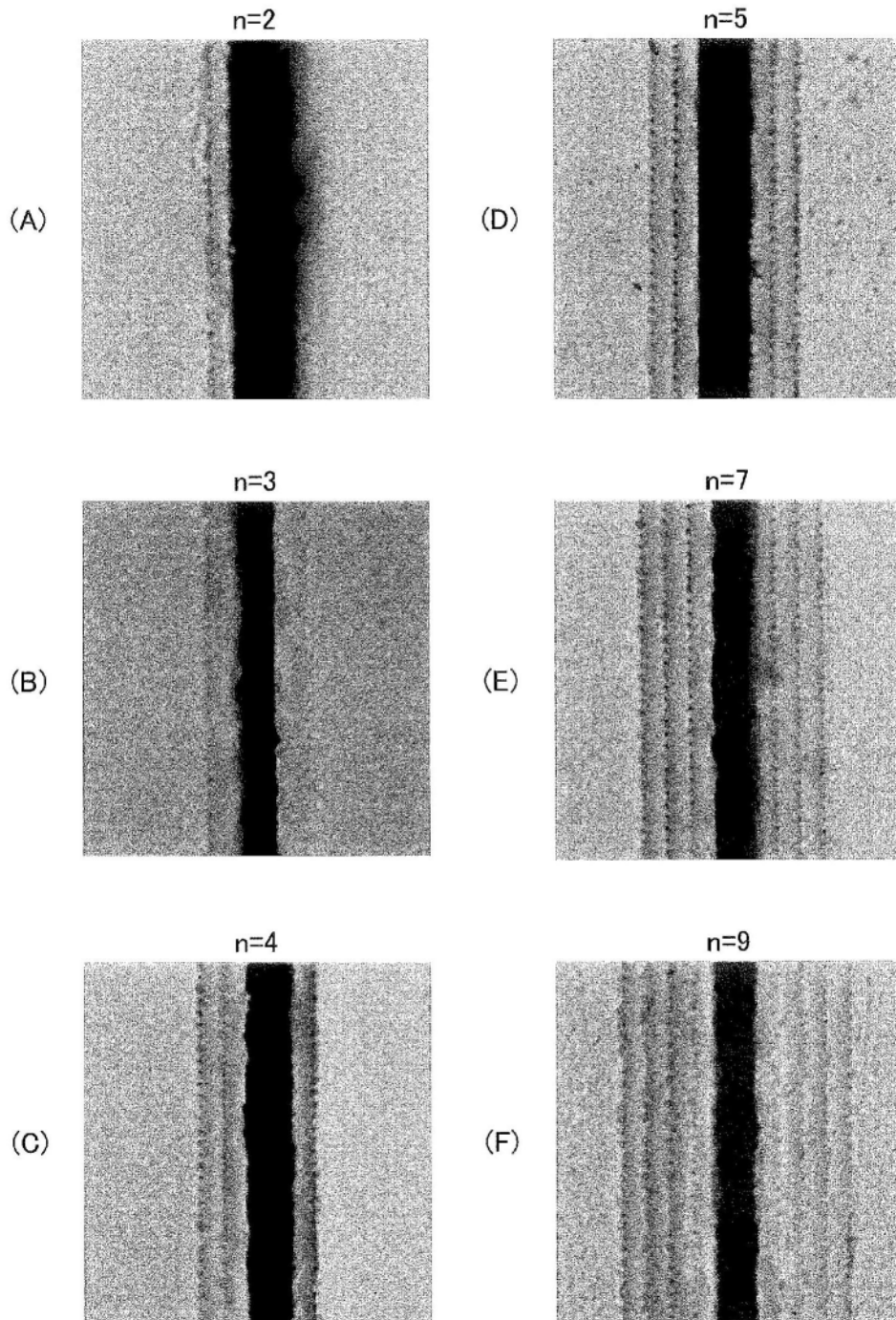


图13

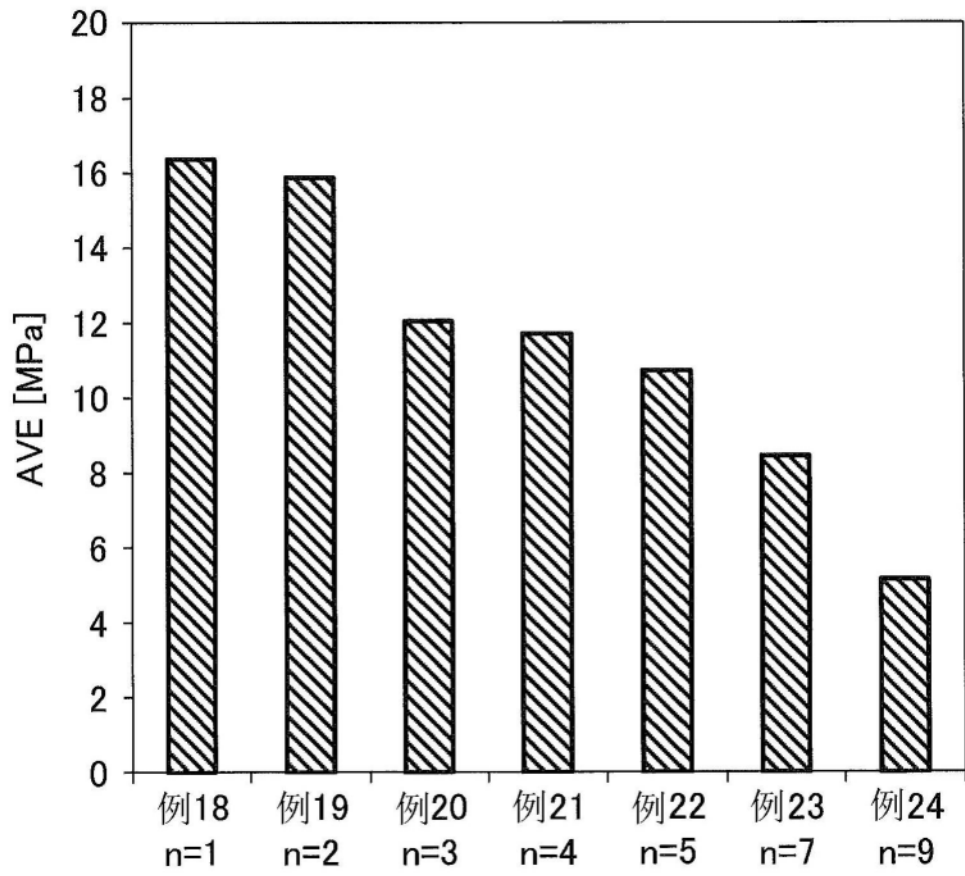


图14

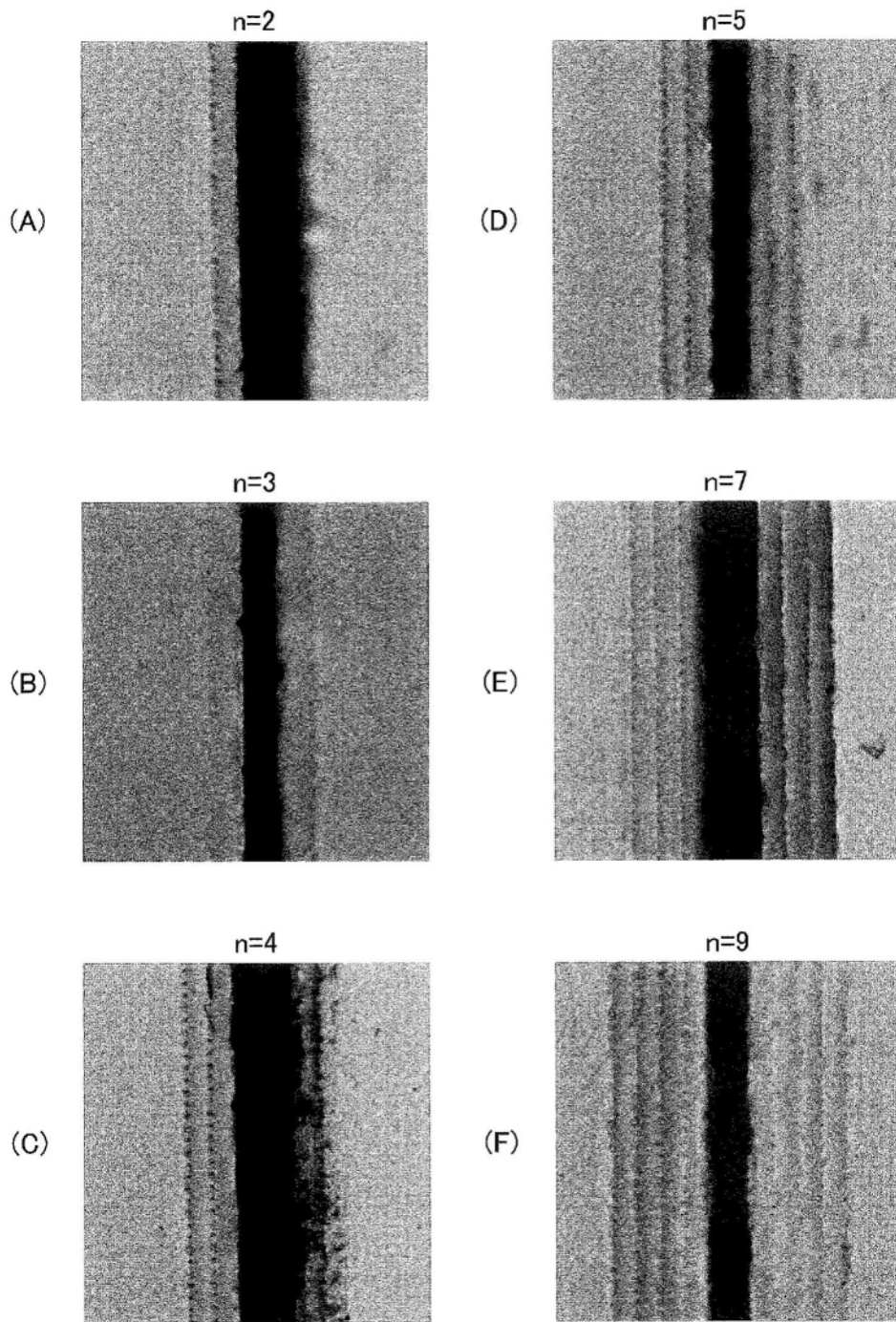


图15

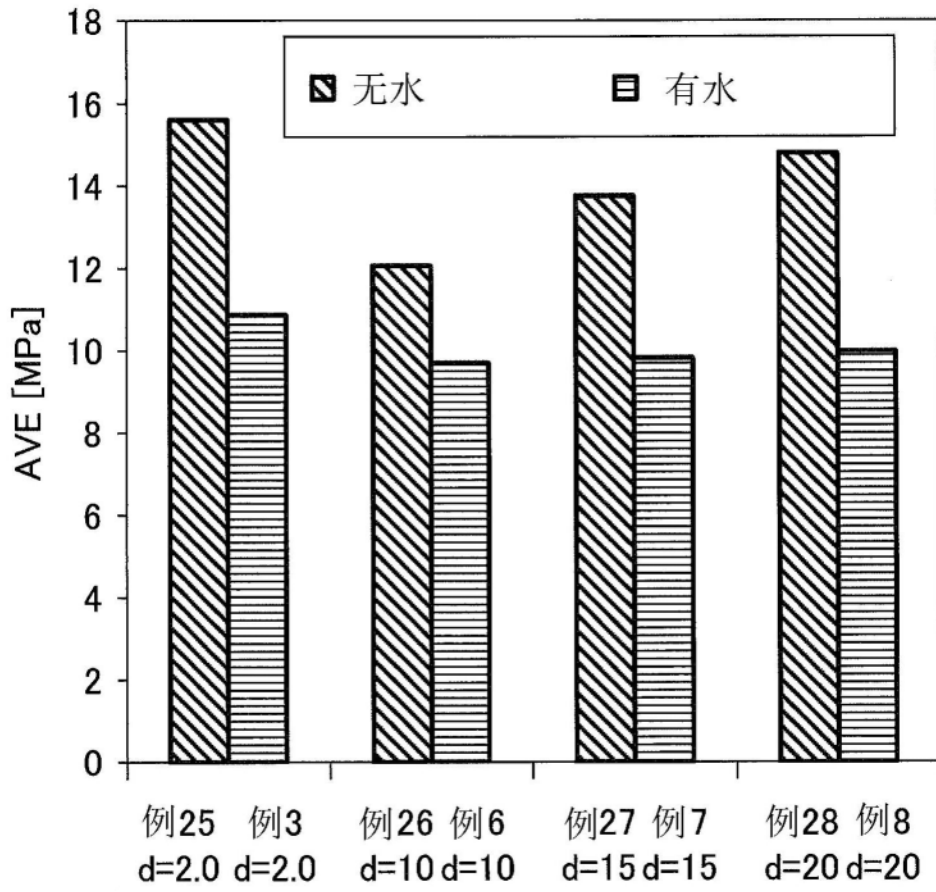


图16

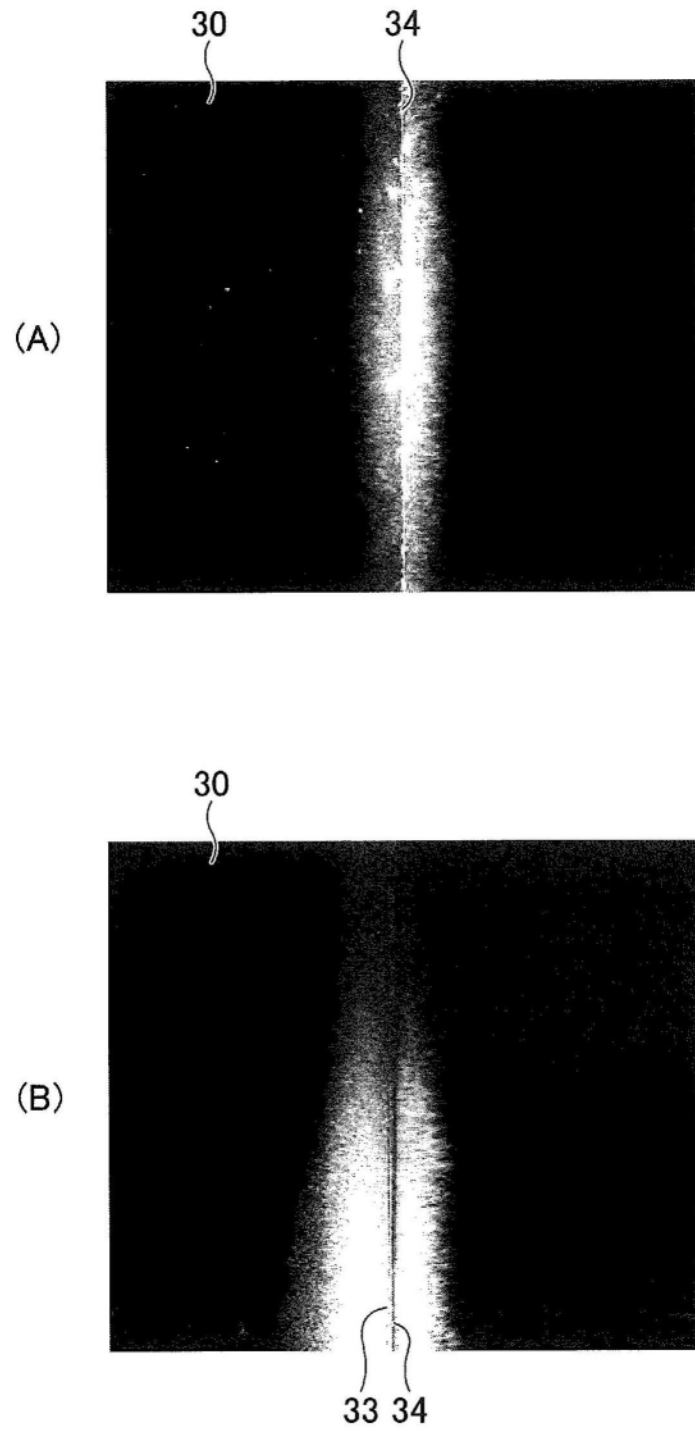


图17

**10**

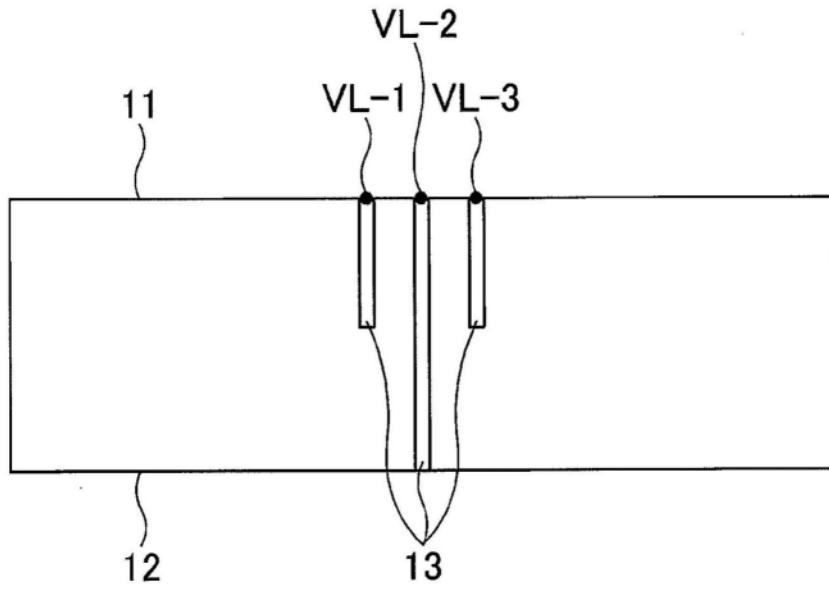


图18