

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580044423.2

[51] Int. Cl.

B28D 5/00 (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01)
B23K 26/08 (2006.01)
C03B 33/037 (2006.01)
C03B 33/09 (2006.01)
H01L 21/301 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 12 月 12 日

[11] 公开号 CN 101087678A

[22] 申请日 2005.12.27

[21] 申请号 200580044423.2

[30] 优先权

[32] 2004.12.28 [33] JP [31] 381259/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/023940 2005.12.27

[87] 国际公布 WO2006/070825 日 2006.7.6

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.22

[71] 申请人 三星钻石工业股份有限公司

地址 日本大阪府

[72] 发明人 上野勉 音田健司 山本幸司

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
代理人 黄纶伟

权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 8 页

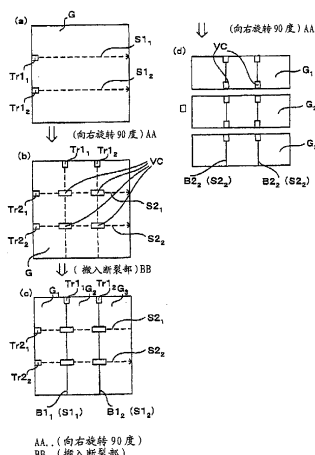
[54] 发明名称

脆性材料基板的截断方法及基板截断系统

[57] 摘要

本发明提供一种脆性材料基板的截断方法及基板截断系统。根据该截断方法能够在脆性材料基板上不产生缺口等损伤而得到良好的基板截断面。在该脆性材料基板的截断方法中,进行如下工序:
(a)第1方向划线工序:在该工序中,在形成第1方向划线时,调节激光光束的相对移动速度以及/或输出,以便在第1方向划线附近局部地产生体积收缩,由此在所述部位上产生拉伸应力,形成划线;
(b)第2方向划线工序:在该工序中,在形成第2方向划线时,利用在第1方向划线附近产生的拉伸应力,在第1方向划线上的和第2方向划线的交叉点附近,局部地形成在第2方向的断裂时成为起点的断裂用触发裂纹;
(c)第1方向断裂工序:在该工序中,沿第1方向上断裂基板;以及(d)第2方向断裂工序:在该工序中,在第1方向断裂工序之后,在

第2方向上划线断裂基板,从而将断裂用触发裂纹作为起点来进行断裂。



1. 一种脆性材料基板的截断方法, 在脆性材料基板上的相互交叉的第 1 方向以及第 2 方向上, 以该顺序在各个方向上, 使激光光束相对移动的同时进行照射, 以低于熔化温度的温度加热, 利用在所述基板上产生的热应力来依次形成由垂直裂纹构成的第 1 方向以及第 2 方向的划线, 之后沿这些划线使所述基板断裂, 其特征在于, 该脆性材料基板的截断方法具备以下工序:

(a) 第 1 方向划线工序: 调节激光光束的相对移动速度以及/或输出, 使得在第 1 方向划线附近产生局部的体积收缩, 由此使得产生拉伸应力来形成第 1 方向划线;

(b) 第 2 方向划线工序: 在第 1 方向划线工序之后, 利用在第 1 方向划线附近产生的拉伸应力, 在第 2 方向划线上的与第 1 方向划线的交叉点附近, 在局部地形成在第 2 方向断裂时成为起点的断裂用触发裂纹的同时, 形成第 2 方向划线;

(c) 第 1 方向断裂工序: 在第 2 方向划线工序之后, 沿第 1 方向划线使所述基板断裂; 以及

(d) 第 2 方向断裂工序: 在第 1 方向断裂工序之后, 沿第 2 方向划线使所述基板断裂。

2. 根据权利要求 1 所述的脆性材料基板的截断方法, 其特征在于, 将形成第 1 方向划线时的激光光束的相对移动速度以及/或输出调节为能量密度 $[= \text{激光输出 (W)} \div \text{光束面积 (mm}^2\text{)} \div \text{划线速度 (mm/s)}]$ 成为规定阈值以上。

3. 根据权利要求 1 所述的脆性材料基板的截断方法, 其特征在于, 构成第 1 方向划线的垂直裂纹以及构成第 2 方向划线的断裂用触发裂纹部分以外的部分的垂直裂纹是盲裂纹, 断裂用触发裂纹是可视裂纹。

4. 根据权利要求 1 所述的脆性材料基板的截断方法, 其特征在于, 在第 2 方向断裂工序时施加到所述基板上的负荷与在第 1 方向断裂工序时所施加的负荷相等, 或比在第 1 方向断裂工序时所施加的负荷小。

5. 根据权利要求1所述的脆性材料基板的截断方法, 其特征在于, 脆性材料基板为玻璃基板, 形成第1方向划线时的激光光束的能量密度 $[= \text{激光输出 (W)} \div \text{光束面积 (mm}^2) \div \text{划线速度 (mm/s)}]$ 为 $0.016 \sim 0.022 \text{J/mm}^3$ 。

6. 根据权利要求1所述的脆性材料基板的截断方法, 其特征在于, 第2方向划线深度比第1方向划线深度深。

7. 根据权利要求1所述的脆性材料基板的截断方法, 其特征在于, 形成第2方向划线时的激光光束的能量密度比形成第1方向划线时的能量密度大。

8. 一种基板截断系统, 其特征在于, 该基板截断系统包括:

(A) 划线形成部, 该划线形成部具备: 激光光束照射部, 其照射出激光光束; 激光光束扫描部, 其使激光光束照射部相对于脆性材料基板移动; 以及激光光束扫描方向变更部, 其变更对所述基板的激光光束的扫描方向, 该划线形成部在对所述基板扫描激光光束的同时进行照射, 来形成划线;

(B) 断裂部, 其沿在所述基板上形成的划线使所述基板断裂; 以及

(C) 控制部, 其控制划线形成部和断裂部,

控制部控制划线形成部, 以使得在形成第1方向划线时, 调节激光光束的相对移动速度以及/或输出, 以便在基板上局部地产生体积收缩, 由此产生拉伸应力, 形成第1方向划线, 之后由激光光束扫描方向变更部变更激光光束的扫描方向, 在与第1方向交叉的第2方向上形成划线, 接下来, 该控制部控制断裂部, 以便沿第1方向划线进行断裂, 之后沿第2方向划线进行断裂。

脆性材料基板的截断方法及基板截断系统

技术领域

本发明涉及使用激光光束以低于熔化温度的温度加热由玻璃、烧结材料的陶瓷、单晶硅、蓝宝石、半导体晶片、以及陶瓷基板等脆性材料构成的母基板，从而形成由垂直裂纹构成的划线后进行截断的脆性材料基板的截断方法及基板截断系统，特别涉及在脆性材料基板上形成相互交叉的两个方向的垂直裂纹之后，沿这两个方向进行截断的脆性材料基板的截断方法及基板截断系统。

背景技术

以往，一边向脆性材料基板上压接刀轮等一边使其转动而形成划线，沿所形成的划线在垂直方向上按压而进行断裂，从而能够截断该基板。

例如，在液晶显示器等的面板制造领域中，对使2张玻璃基板贴合的母基板，在相互垂直的第1方向以及第2方向上依次分别形成一根或多根划线（以下，称为交叉划线），沿所形成的各划线断裂母基板，从而切出小尺寸的单位基板。

提出了如下的技术：在玻璃基板等脆性材料基板上，使用刀轮依次分别形成相互垂直的第1以及第2划线时，为了防止产生交叉点偏移（形成与第1划线交叉的第2划线时，产生没有在交叉点附近形成划线的（偏移）现象），增加划线压力来形成第2划线（参照专利文献1）。

并且，近年来，使用激光光束以低于基板的熔化温度的温度加热基板，在基板上形成垂直裂纹之后截断基板的方法得到了实用化。在使用激光光束来截断脆性材料基板的方法中，使用通过激光光束照射而产生的热应力来使在脆性材料基板的加工始点形成的切口部分（称为触发）成长，同时使激光光束沿预定划线移动，从而将垂直裂纹引导至加工终点。

通常，使用刀轮来形成脆性材料基板的划线时，由于由刀轮施加到脆性材料基板上的机械应力，基板容易产生缺陷，进行断裂时产生起因于上述缺陷的裂缝等。

与此相对，使用激光光束来形成脆性材料基板的划线时，利用热应力而不将工具直接按压到基板上，所以截断面成为缺口等少的平滑面，能够维持基板的强度。即，在使用激光光束的脆性材料基板的划线形成中，由于是非接触加工，所以能够抑制产生上述的潜在的缺陷，抑制进行断裂时在脆性材料基板上产生的裂缝等损伤。

提出了如下的技术：使用激光光束来形成交叉划线时，在第1方向上形成第1划线之后，在第2方向上形成由比第1划线浅的垂直裂纹构成的第2划线，从而防止在第1方向划线和第2方向划线的交叉点产生异常裂纹（参照专利文献2）。

专利文献1：日本特公平5-35689号公报

专利文献2：日本特许第3370310号公报

图10是说明通过激光光束照射在母基板上形成划线之后，沿所形成的划线截断母基板的工序的以往例的图。在图10(a)中，在第1方向上，以速度 V 扫描激光光束来在母基板 G 上形成第1划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 。接下来，如图10(b)所示，在与第1划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 垂直的第2方向上，以速度 V 扫描激光光束，形成第2划线 $S2_1$ 、 $S2_2$ 。另外，形成这些划线时的激光光束的输出恒定，在基板端形成触发。

接下来，如图10(c)所示，沿第2划线 $S2_1$ 、 $S2_2$ ，对母基板 G 施加负荷 F 来进行第1断裂 $B1_1$ 、 $B1_2$ 。此时，能够沿第2划线 $S2_1$ 、 $S2_2$ 比较容易地截断（分离）母基板 G 。即，在形成于母基板 G 上的划线 $S2_1$ 、 $S2_2$ 的一侧端部，形成成为触发的切口，所以能够以小负荷 F 进行截断。

接下来，如图10(d)所示，沿第1划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ ，进行第2断裂 $B2_1$ 、 $B2_2$ 。此时，在基板 $G1$ 、 $G2$ 、 $G3$ 中，在基板 $G1$ 上，具有划线形成之前在基板端形成的触发，并且在基板 $G3$ 上，具有划线形成时在基板端自然形成的触发。

从而，即使利用与图10(c)所示的第1断裂 $B1_1$ 、 $B1_2$ 的情况相同

的方法，以负荷 F 进行断裂，在截断为 3 个的截断母基板 $G1$ 、 $G2$ 、 $G3$ 中，至少在截断母基板 $G2$ 上不存在触发，所以无法沿第 1 划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 容易地进行截断。希望强行沿第 1 划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 断裂母基板 $G2$ 时，必须施加荷重 F 以上的大负荷来进行第 2 断裂 $B2_1$ 、 $B2_2$ 。特别，当基板的板厚大时（依据基板的材质，例如板厚为 2mm 以上时），断裂时需要的负荷大。

通常，通过将断裂时的负荷设定在可可靠地进行截断的荷重范围内且尽可能小，从而抑制施加到基板上的冲击，防止在断裂时产生缺口等损伤。对截断母基板 $G1 \sim G3$ 施加比荷重 F 大的荷重来进行断裂时，施加大的冲击，在母基板 G 的截断面（第 2 方向截断面）上容易产生缺口等损伤。

另一方面，希望以深的裂纹形成第 1 划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 时，需要降低激光光束移动速度或增大激光输出，但实用中存在如下的问题：无法充分确保激光光束移动速度、或断裂后的截断面的质量大幅降低。

发明内容

因此，本发明的目的在于提供脆性材料基板的截断方法及基板截断系统，在截断脆性材料基板时大幅降低在截断面上产生的缺口等损伤来得到良好的基板截断面。

在为了解决上述课题而产生的本发明的脆性材料基板的截断方法中，在脆性材料基板上的相互交叉的第 1 方向以及第 2 方向上，以该顺序在各个方向上，使激光光束相对移动的同时进行照射，以低于熔化温度的温度加热，利用在所述基板上产生的热应力来依次形成由垂直裂纹构成的第 1 方向以及第 2 方向的划线，之后沿这些划线使所述基板断裂，该脆性材料基板的截断方法具备以下工序：

(a) 第 1 方向划线工序：调节激光光束的相对移动速度以及/或输出，使得在第 1 方向划线附近产生局部的体积收缩，由此使得产生拉伸应力来形成第 1 方向划线。通常，构成第 1 方向划线的垂直裂纹是盲裂纹。

(b) 第 2 方向划线工序：在第 1 方向划线工序之后，利用在第 1 方

向划线附近产生的拉伸应力，在第2方向划线上的与第1方向划线的交叉点附近，在局部地形成第2方向断裂时成为起点的断裂用触发裂纹的同时，形成第2方向划线。通常，构成第2方向划线的断裂用触发裂纹部分以外的部分的垂直裂纹是盲裂纹，断裂用触发裂纹是可视裂纹。例如，能够通过将形成第1方向划线时的激光光束的相对移动速度以及/或输出调节为使得能量密度 $[= \text{激光输出 (W)} \div \text{光束面积 (mm}^2) \div (\text{划线速度 (mm/s)})]$ 成为规定阈值以上，从而在局部地形成断裂用触发裂纹的同时，形成第2方向划线。具体而言，在形成第1方向划线时，在能够形成划线的能量密度范围内，以比规定阈值高的范围的能量密度来形成第1方向划线，从而在形成第2方向划线时，能够形成断裂用触发裂纹。虽然没有特别限定，但在脆性材料基板为钠玻璃基板等玻璃基板时，例如可以将形成第1方向划线时的激光光束的能量密度 $[= \text{激光输出 (W)} \div \text{光束面积 (mm}^2) \div \text{划线速度 (mm/s)}]$ 设定为 $0.016 \sim 0.022 \text{ J/mm}^3$ 。第2方向划线深度可以比第1方向划线深度浅，也可以比第1方向划线深度深。从而，形成第2方向划线时的激光光束的能量密度可以比形成第1方向划线时的激光光束的能量密度小，也可以比形成第1方向划线时的激光光束的能量密度大。

(c) 第1方向断裂工序：在第2方向划线工序之后，沿第1方向划线使所述基板断裂。

(d) 第2方向断裂工序：在第1方向断裂工序之后，沿第2方向划线使所述基板断裂。例如，第2方向断裂工序时施加到所述基板上的负荷可以与第1方向断裂工序时所施加的负荷相等，也可以小于第1方向断裂工序时所施加的负荷。

并且，以下的基板截断系统也包含于本发明。

一种基板截断系统，其特征在于，该基板截断系统包括：

(A) 划线形成部，该划线形成部具备：激光光束照射部，其照射出激光光束；激光光束扫描部，其使激光光束照射部相对于脆性材料基板移动；以及激光光束扫描方向变更部，其变更激光光束对所述基板的扫描方向，该划线形成部在对所述基板扫描激光光束的同时进行照射，来

形成划线；

(B) 断裂部，其沿在所述基板上形成的划线使所述基板断裂；以及

(C) 控制部，其控制划线形成部和断裂部，

控制部控制划线形成部，以使得在形成第 1 方向划线时，调节激光光束的相对移动速度以及/或输出，以便在基板上局部地产生体积收缩，由此产生拉伸应力，形成第 1 方向划线之后由激光光束扫描方向变更部变更激光光束的扫描方向，在与第 1 方向交叉的第 2 方向上形成划线，接下来，控制部控制断裂部，以便在沿第 1 方向划线进行断裂之后，沿第 2 方向划线进行断裂。

此处，作为脆性材料基板，典型的有玻璃基板，但除此以外，还包括烧结材料的陶瓷、单晶硅、蓝宝石、半导体晶片、以及陶瓷基板等。

作为这样的脆性材料基板，包括单板或贴合基板，还包括粘贴了形成有电路图形或电极的金属膜或树脂膜的基板。本发明对于例如如下的情况是有效的：在以往的截断方法中，在划线之后的断裂时，需要大的施加压力来进行基板的截断。一般，在钠玻璃基板中，在使用激光的划线之后，能够比较容易地进行断裂，但例如在具有使用于等离子体显示面板（PDP）的 2mm 以上（例如 2~5mm）的厚度的钠玻璃基板中，在使用以往的截断方法的情况下，断裂时需要大的施加压力。

作为适用本发明的脆性材料基板的截断方法以及截断系统的脆性材料基板的具体用途，可以举出液晶显示面板、等离子体显示面板（PDP）、有机 EL 显示面板、以及投影仪用基板等平板显示器用的面板。在本发明中，所谓“基板的局部的体积收缩”是指如下的现象：从玻璃那样的非晶质材料本来具有的准稳定状态，通过受到热处理等，使其体积收缩。引起局部的体积收缩的基板，通过从表面被冷却而在基板内部产生拉伸应力。

在本发明中，所谓“相互交叉的第 1 方向和第 2 方向”优选为相互垂直的 2 个方向，但不限于此，总之，只要是形成交叉点的 2 个方向即可。

关于激光光束的相对移动，可以使激光光束侧移动，也可以使基板

侧移动，在 XY 二维直角坐标系中可以使 X 方向（Y 方向）在激光光束侧移动，Y 方向（X 方向）在基板侧移动。

利用热应力产生垂直裂纹的工序可以在通过激光光束照射加热之后，基于自然放置的自然冷却来进行，但优选通过喷射制冷剂进行强制冷却而积极地产生热应力来更可靠地进行。

例如，沿划线按压，将划线作为轴施加弯矩，从而能够进行断裂。按压优选通过使用具有与基板直线接触的压件的断裂杆而对划线施加剪切力来实现，但不限于此。例如，也可以在使用断裂杆进行按压的同时，使基板弯曲以使基板的按压侧成为凹部，进行实质上的按压。

根据本发明，首先，在上述第 1 方向划线工序（a）中，调节激光光束扫描时的相对移动速度和激光光束输出中的至少任意一个参数，进行激光光束照射，从而形成第 1 划线。激光光束扫描时的相对移动速度（划线速度）例如可以是 50~150mm/s。并且，激光输出例如可以是 100~200W。并且，激光光束的能量密度 $[= \text{激光输出 (W)} \div \text{光束面积 (mm}^2) \div \text{划线速度 (mm/s)}]$ 例如可以是 0.016~0.022J/mm³。此时，在第 1 方向划线附近，产生局部的体积收缩而由此在所述部位上产生拉伸应力。通过该拉伸应力来形成第 1 划线。通常，该裂纹形成为盲裂纹。

在进行用于形成该第 1 划线的激光光束照射加热时，需要通过调节上述的激光光束相对移动速度和激光光束输出，来控制为基板表面温度不超过熔化温度，但进而，优选在该温度范围条件下尽可能使加热区域成为高温、即在可形成划线的范围内尽可能提高激光光束照射的能量密度（调节为规定的阈值以上），作为使得产生大的上述拉伸应力的条件。

接下来，在第 2 方向划线工序（b）中，在第 2 方向上形成划线，利用在第 1 方向划线附近产生的拉伸应力，在第 2 方向划线上的与第 1 方向划线的交叉点附近，局部地形成进行后述的第 2 方向的断裂时成为断裂起点的断裂用触发裂纹。

即，通过向第 2 方向形成划线，形成第 2 方向划线，但此时，构成第 2 方向划线的与第 1 方向划线的交叉点附近区域（即存在拉伸应力的位置）的裂纹、和构成第 2 方向划线的从所述交叉点离开的区域（不存

在拉伸应力的位置)的裂纹之间,裂纹的特性不同。

在第2方向划线上的第1划线附近区域,通过根据第2方向划线而产生的裂纹,释放了在第1划线附近区域存在的拉伸应力,所以该区域的裂纹以不闭合而打开的状态残留,通常成为可视的可视裂纹。

该可视裂纹作为进行断裂时的触发发挥功能。

另一方面,后者的裂纹是形成与第1划线相同的划线的裂纹(通常为盲裂纹)。从而,仅在交叉点附近的第2方向划线中产生的局部的裂纹部分成为断裂用触发裂纹。

接下来,在第1方向断裂工序(c)中,首先沿第1方向划线使所述基板断裂。即,首先使与形成有断裂用触发裂纹的第2划线方向不同的第1方向断裂,从而在截断后的各基板部分的端部,分别残留断裂用触发裂纹。

最后,在第2方向断裂工序(d)中,将断裂用触发裂纹作为起点沿第2方向划线使所述基板断裂。

根据本发明的截断方法,可以沿第2方向的划线,以比以往小的荷重,使脆性材料基板断裂。从而,不容易在基板上产生缺口等,能够得到良好的脆性基板材料的截断面。

并且,根据本发明的截断方法,在形成第2划线的工序中,同时可以形成第2方向断裂工序时使用的断裂用触发裂纹,所以无需再加进另外形成断裂用触发裂纹的工序,与包括形成断裂用触发裂纹的工序的其他截断工艺相比,能够简化工序。

(用于解决其他课题的手段以及效果)

在上述截断方法中,也可以是构成第1方向的划线以及第2方向的划线(断裂用触发裂纹以外的部分)的垂直裂纹是盲裂纹,断裂用触发裂纹是可视裂纹。由此,能够以小负荷容易地进行第2方向的断裂,而且,能够以目视确认有无形成触发(有无可视裂纹),所以可容易地检查有无形成触发。

并且,在上述截断方法中,在第2方向断裂工序时施加到所述基板上的实际负荷可以与在第1方向的断裂工序时所施加的负荷相等,也可

以比在第1方向的断裂工序时所施加的负荷小。

由此，能够防止在断裂时在截断面上产生缺口等不合理情况。

并且，从其他观点来看，为了解决上述课题而产生的本发明的基板截断系统是适用于实施上述截断方法的系统，其具备以下的结构。即，包括：(A)划线形成部，该划线形成部具备：激光光束照射部，其以所设定的输出照射出激光光束；激光光束扫描部，其使激光光束照射部以所设定的移动速度相对于基板移动；以及激光光束扫描方向变更部，其变更对所述基板的激光光束的扫描方向，该划线形成部在对所述基板扫描激光光束的同时进行照射，来形成划线；(B)断裂部，其将形成在所述基板上的划线作为轴而施加弯矩，沿所述基板的划线进行断裂；以及(C)控制部，其控制划线形成部和断裂部，控制部控制划线形成部，以使得进行了调节使得基板局部地产生体积收缩、由此在所述部位上产生拉伸应力的激光光束相对移动速度以及/或激光光速输出在第1方向上形成划线，之后由激光光束扫描方向变更部变更激光光束的扫描方向，在与第1方向交叉的第2方向上形成划线，接下来，控制部控制断裂部，以便首先沿第1方向的划线进行断裂，之后沿第2方向的划线进行断裂。

附图说明

图1是示出作为本发明的一个实施方式的基板截断系统的结构的方框图。

图2是示出图1的基板截断系统中的划线形成部的结构的图。

图3是示出图1的基板截断系统中的断裂部的结构的图。

图4是执行作为本发明的一个实施方式的脆性材料基板的截断方法的流程图。

图5是说明作为本发明的一个实施方式的脆性材料基板的截断方法的工序的图。

图6是说明划线工序中的可视裂纹的产生状态的图。

图7是说明将划线工序时的激光光束移动速度作为参数时的可视裂纹产生的范围的图。

图 8 是示出可视裂纹的产生状态的照片。

图 9 是示出可形成划线能量密度和可形成交叉划线能量密度之间的关系图。

图 10 是说明以往的脆性材料基板的截断方法的工序的图。

标号说明

11: 架台; 12: 滑动台; 13: 滚珠丝杠; 14、15: 导轨; 16: 滚珠螺母; 19: 台座; 21: 导轨; 22: 滚珠丝杠; 23: 电动机; 24: 滚珠螺母; 25: 旋转机构; 26: 台; 31: 划线头; 33: 光学保持架; 34: 激光振荡器; 35: 透镜光学系统; 37: 位置读取机构; 38、39: CCD 照相机; 40: 冷却部; 41: 制冷剂源; 42: 喷嘴; 45: 触发形成部(刀轮); 52: 台; 59: 台座; 61: 导轨; 62: 滚珠丝杠; 63: 电动机; 64: 滚珠螺母; 65: 旋转机构; 66: 台; 71: 断裂杆; 72: 压件; 74: 升降机构; 78、79: CCD 照相机; 80: 位置读取机构; 100: 基板截断系统; 200: 划线形成部; 201: 激光光束照射部; 202: 激光光束扫描部; 205: 激光光束扫描方向变更部; 300: 断裂部; 301: 断裂杆位置调节部; 302: 断裂杆驱动部; 400: 控制部; 500 基板搬送部。

具体实施方式

以下, 根据附图来说明本发明的脆性材料基板的截断方法以及实施该截断方法的基板截断系统。

(装置结构)

图 1 是示出在实施作为本发明的一个实施方式的截断方法时使用的基板截断系统 100 的概要结构的方框图。该基板截断系统 100 由划线形成部 200、断裂部 300、以及控制这些全体的控制部 400 构成。划线形成部 200 和断裂部 300 可以构成为一体, 但在本实施例中, 采用了分离的结构。因此, 使公知的由机械手构成的基板搬送部 500 介于划线形成部 200 和断裂部 300 之间, 由控制部 400 进行控制, 从而从划线形成部 200 向断裂部 300 搬送、反转基板。

划线形成部 200 在控制部 400 的控制下, 执行一连串动作。以每个功能模块分开说明执行这些动作的划线形成部 200 的装置结构时, 划线形成部 200 由激光光束照射部 201、激光光束扫描部 202、以及激光光束扫描方向变更部 203 构成。

其中, 激光光束照射部 201 照射出通过未图示的输入设备(例如键盘)预先设定的输出值的激光光束。

激光光束扫描部 202 以通过未图示的输入设备预先设定的移动速度, 使激光光束照射部 201 相对于母基板 G 移动, 从而加热母基板 G 的局部。激光光束扫描方向变更部 203 变更激光光束扫描部 202 对母基板 G 的扫描方向。

接下来, 根据具体的装置结构来说明上述的划线形成部 200 的各功能模块。图 2 示出作为本发明的一个实施方式的划线形成部 200(划线装置)的具体结构。

该划线装置 200 具备滑动台 12, 该滑动台 12 在具有水平的 XY 平面的架台 11 上沿 Y 方向进行往复移动。由在架台 11 的上表面上沿 Y 方向平行配置的一对导轨 14、15 可滑动地支承该滑动台 12。在两个导轨 14、15 的中间部, 通过未图示的电动机来使滚珠丝杠 13 与各导轨 14、15 平行地旋转。滚珠丝杠 13 可进行正转、逆转, 在该滚珠丝杠 13 上, 以螺接的状态安装有滚珠螺母 16。

滚珠螺母 16 以不旋转的状态一体安装在滑动台 12 上, 通过滚珠丝杠 13 的正转以及逆转, 沿滚珠丝杠 13 向正逆两个方向滑动。由此, 被与滚珠螺母 16 一体安装的滑动台 12 沿导轨 14、15, 在 Y 方向上滑动。从而, 由这些各部构成 Y 轴驱动机构。

在滑动台 12 上, 以水平的状态配置有台座 19。台座 19 被可滑动地支承于在滑动台 12 上平行配置的一对导轨 21(除了图示的导轨 21 以外, 在纸面里侧还有相同形状的导轨 21)上。沿与滑动台 12 滑动的方向即 Y 方向垂直的 X 方向, 配置各导轨 21。并且, 在各导轨 21 的中间部, 与各导轨 21 平行地配置有滚珠丝杠 22, 滚珠丝杠 22 通过电动机 23 进行正转、逆转。

在滚珠丝杠 22 上,以螺接的状态安装有滚珠螺母 24。滚珠螺母 24 以不旋转的状态被一体安装在台座 19 上,通过滚珠丝杠 22 的正转、逆转,沿滚珠丝杠 22,在正逆两个方向上移动。由此,台座 19 在沿各导轨 21 的 X 方向上滑动。从而,由这些各部构成 X 轴驱动机构。

在台座 19 上,以水平的状态设置有载置母基板 G 的台 26。在台 26 上,例如使用吸引夹头来固定母基板 G。在台 26 上,确定有与 X 轴方向相关联的未图示的基准载置位置,准确载置于基准载置位置上的母基板 G 能够通过上述的滑动机构(X 轴驱动机构),沿 X 轴方向,准确地进行移动。进而,能够调节电动机 23 的旋转速度,通过变更旋转速度,能够调节台 26 的 X 轴方向的移动速度。

并且,在台座 19 上,设置有由未图示的电动机驱动的旋转机构 25,借助该旋转机构 25,可以变更在台 26 上载置的母基板 G 的方向。在本实施方式中,能够使载置于基准载置位置上的母基板 G 逐次旋转 90 度。

在台 26 的上方配置有划线头 31,该划线头 31 与台 26 的表面具有适当的间隔。在以垂直状态配置的光学保持架 33 的下端部,以水平的状态,通过未图示的升降机构,可升降地支承着该划线头 31。光学保持架 33 的上端部安装在由架台 11 支承的安装台 32 的下表面上。在安装台 32 上,设置有振荡出激光光束的激光振荡器 34(例如 CO₂ 激光),从激光振荡器 34 振荡出的激光光束经由支承于光学保持架 33 内的透镜光学系统 35 照射到母基板 G 上。

在划线头 31 的一端,安装有冷却部 40。冷却部 40 由制冷剂源 41(氦气体、N₂ 气体、以及 CO₂ 气体等)和喷射出从制冷剂源 41 供给来的制冷剂气体的喷嘴 42 构成,对通过激光光束照射被加热的母基板 G 局部地进行急速冷却,从而产生热应力,促使产生裂纹。

在划线头 31 的安装了冷却部 40 的一侧的相反侧的一端,安装有触发形成部 45(例如刀轮),该触发形成部 45 在母基板 G 的端部机械地形成成为裂纹的起点的触发。在母基板 G 的端部处于该触发形成部 45 的正下方时,通过临时使划线头 31 下降而进行压接,从而在母基板 G 的端部形成触发(切口)。

划线形成部 200 具有这样的具体结构，所以与之前说明的功能模块结构成为以下的关系。

即，光学保持架 33、激光振荡器 34、以及激光光学系统 35 与激光光束照射部 201 对应。并且，由台座 19、滚珠丝杠 22、电动机 23、以及滚珠螺母 24 构成的 X 方向驱动机构与扫描从划线头 31 向基板 G 照射的激光光束的激光光束扫描部 202 对应。并且，旋转机构 25 可通过使母基板 G 旋转来变更对母基板 G 的激光光束扫描方向，所以与激光光束扫描方向变更部 203 对应。

进而，在使母基板 G 在 Y 方向上滑动而沿 X 方向平行地进行多次划线形成时，驱动由滑动台 12、滚珠丝杠 13、使滚珠丝杠 13 旋转的未图示的电动机、以及滚珠螺母 16 构成的 Y 方向驱动机构。即，不是沿一个方向仅扫描一次，而是在相同方向上进行 2 次以上的扫描，将母基板 G 进行 3 分割或其以上的分割时，为了将激光光束扫描部 202 的位置移动到 Y 方向而使用。

并且，在光学保持架 33 的旁边，设置有由 CCD 照相机 38、39 构成的位置读取机构，拍摄刻印到母基板 G 上的对准标记，根据所谓的图像识别方法，能够识别出对准标记的位置。由该位置读取机构可以求出在台 26 上载置的母基板 G 的位置。即，如果使用由位置读取机构识别出的基板位置数据，通过上述的 X 方向驱动机构、Y 方向驱动机构、以及旋转机构来进行位置调节，则能够自动地进行母基板 G 的定位。另外，能够使用监视器 48、49 来确认由 CCD 照相机 38、39 拍摄的图像，即使是手动操作也能够进行母基板 G 的定位。

接下来，说明断裂部 300。

如图 1 所示，与划线形成部 200 相同，断裂部（断裂装置）300 在控制部 400 的控制下，执行一连串动作。以每个功能模块分开说明执行这些动作的断裂部 300 的装置结构时，断裂部 300 由断裂杆位置调节部 301 以及断裂杆驱动部 302 构成。

其中，断裂杆位置调节部 301 调节断裂杆 71 的相对位置，以使断裂杆 71 的压件 72（参照后述的图 3）沿着母基板 G 的形成划线的面的相反

侧的面的与所述划线对应的直线上或直线附近（存在多个划线时，依次沿着移动）。

断裂杆驱动部 302 通过驱动断裂杆 71，使断裂杆 71 的压件 72 抵接于母基板 G 上，对母基板 G 施加负荷。

接下来，根据具体的装置结构来说明上述的断裂部 300 的各功能模块。图 3 示出作为本发明的一个实施方式的断裂部 300（断裂装置）的具体结构。

在架台 51 上的台 52 上，以水平的状态配置有台座 59。台座 59 被可滑动地支承于在滑动台 52 上平行配置的一对导轨 61（除了图示的导轨 61 以外，在纸面里侧还有相同形状的导轨 61）上。沿 X 方向（左右方向）配置着各导轨 61。并且，在各导轨 61 的中间部，与各导轨 61 平行地配置有滚珠丝杠 62，滚珠丝杠 62 通过电动机 63 进行正转、逆转。

在滚珠丝杠 62 上，以螺接的状态安装了滚珠螺母 64。滚珠螺母 64 以不旋转的状态被一体安装在台座 59 上，通过滚珠丝杠 62 的正转、逆转，沿滚珠丝杠 62，在正逆两个方向上移动。由此，台座 59 在沿各导轨 61 的 X 方向上滑动。从而，由这些各部构成 X 轴驱动机构。

在台座 59 上，以水平的状态设置有载置母基板 G 的台 66。在台 66 上，例如使用吸引夹头来固定母基板 G。在台 66 上，确定有与 X 轴方向相关联的未图示的基准载置位置，准确载置于基准载置位置上的母基板 G 能够通过上述的滑动机构（X 轴驱动机构），沿 X 轴方向，准确地进行移动。

并且，在台座 59 上，设置有由未图示的电动机驱动的旋转机构 65，借助该旋转机构 65，可以变更在台 66 上载置的母基板 G 的方向。在本实施方式中，能够使母基板 G 逐次旋转 90 度。

在台 66 的上方配置有断裂杆 71，该断裂杆 71 与台 66 的表面具有适当的间隔。断裂杆 71 由具有长度方向的杆部件构成。该断裂杆 71 被安装在由框架 73 支承的升降机构 74 的活塞杆前端，通过驱动升降机构 74 而在上下方向上移动。断裂杆 71 的下端部分形成尖锐化的刃状的压件 72。而且，当升降机构 74 进行动作来降下压件 72 时，按压载置于台 66

上的母基板 G。

在断裂杆 71 的旁边，设置有由 CCD 照相机 78、79 构成的位置读取机构 80，拍摄刻印到母基板 G 上的对准标记以及划线形成时在端部形成的触发，根据所谓的图像识别方法，能够识别出对准标记和触发的位置。通过该位置读取机构 80，可以求出在台 66 上载置的母基板 G 的位置。并且，根据由位置读取机构 80 拍摄到的图像，驱动 X 轴驱动机构，从而能够使压件 72 沿着母基板 G 的划线。

另外，使用监视器 98、99，即使通过目视，也能够来确认由 CCD 照相机 78、79 拍摄的图像。

断裂部 300 具有这样的具体结构，所以与之前说明的功能模块结构成为以下的关系。即，由台座 59、滚珠丝杠 62、电动机 63、以及滚珠螺母 64 构成的 X 方向驱动机构、旋转机构 65、以及由 CCD 照相机 78、79 构成的位置读取机构 80 与进行位置调节以使压件 72 沿着划线的断裂杆位置调节部 301 对应。

并且，升降机构 74 与使断裂杆 71 按压到母基板 G 上的断裂杆驱动部 302 对应。

接下来，说明控制部 400。控制部 400 使用由 CPU、存储器等构成的计算机系统构成，通过执行存储在存储器中的应用程序，控制上述的划线形成部 200 以及断裂部 300 的各部，执行本发明的截断方法的动作（使用图 4 的流程图在后面进行叙述）。

并且，在本实施方式中，使用了用于从划线形成部 200 向断裂部 300 反转而搬送基板的基板搬送部 500，控制部 400 通过进行该基板搬送部 500 的控制，从划线形成部 200 的基准载置位置向断裂部 300 的基准载置位置反转而搬送母基板 G。

（动作例）

接下来，使用图 4 的流程图以及图 5 的工序说明图来说明上述结构的基本截断系统的基板截断动作。

预先设定激光光束照射部 201 的激光输出和激光光束扫描部 202 的移动速度的参数。通过实验来求出使被照射激光光束的区域的母基板 G

的最高到达温度尽可能成为高温的条件（即，尽可能提高激光光束照射的能量密度的条件）且成为低于母基板 G 的熔化温度（可形成划线的范围）那样的条件，进行该设定。此处，激光光束的相对移动速度以及/或激光光束输出被设定为，在形成后述的第 1 方向划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 时在第 1 方向划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 附近产生局部的体积收缩而由此在所述部位上产生拉伸应力。

以激光光束的参数设定结束的状态，将希望截断的母基板 G 置于划线形成部 200 的基准载置位置，通过激光光束照射部 201 照射激光光束，同时如图 5（a）所示，通过激光光束扫描部 202 在玻璃基板 G 上在第 1 方向上进行扫描，形成第 1 方向划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ （s101）。此时，沿划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 形成盲裂纹，并且如图 6 所示，在其附近形成残留了拉伸应力的区域 H。另外，扫描激光光束时，在开始扫描侧的母基板 G 的端部，由图 2 的触发形成部 45 还形成触发 $Tr1_1$ 、 $Tr1_2$ 。

之后，通过旋转机构 25 的驱动来使母基板 G 和台 26 一起向右旋转 90 度，准备在与第 1 方向垂直的第 2 方向上进行划线工序。

接下来，以与在第 1 方向上形成划线时完全相同的步骤，在第 2 方向上扫描激光光束，从而如图 5（b）所示，形成第 2 方向划线 $S2_1$ 、 $S2_2$ （s102）。由此，沿划线 $S2_1$ 、 $S2_2$ 形成盲裂纹，并且在母基板 G 的端部形成触发 $Tr2_1$ 、 $Tr2_2$ 。进而，如图 5 和图 6 所示，在划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 、划线 $S2_1$ 、 $S2_2$ 相互垂直的交叉点附近的拉伸应力残留的区域 H 内，形成作为触发发挥功能的可视裂纹 VC。

之后，由基板搬送部 500 将形成了划线 $S1_1$ 、 $S1_2$ 、 $S2_1$ 、 $S2_2$ 的母基板 G 搬送到断裂部 300 的基准载置位置，准备断裂工序。

接下来，由断裂杆位置调节部 301 对压件 72 的位置进行调节，以使母基板 G 的第 1 方向划线 $S1_1$ 位于断裂杆 71 的压件 72（参照图 3）的正下方位置，之后使断裂杆驱动部 302 动作而按压母基板 G，进行断裂（s103）。由于所施加的负荷，母基板 G 沿第 1 方向的断裂线 $B1_1$ 被截断。在母基板 G 的端部，形成了划线 $S1_1$ 形成时需要的 $Tr1_1$ ，所以将此作为起点而进行断裂，从而能够以小负荷容易且简单地进行截断。接下来，

通过断裂杆位置调节部 301 将母基板 G 移动到 X 轴方向, 对第 1 方向划线 $S1_2$ 也进行相同的断裂, 沿断裂线 $B1_2$ 截断母基板 G。其结果, 母基板 G 成为被部分截断的长方形的分割母基板 G1、G2、G3。

之后, 通过断裂杆位置调节部 301 将分割母基板 G1、G2、G3 向右旋转 90 度, 准备在与第 1 方向垂直的第 2 方向上进行断裂工序。

接下来, 进而由断裂杆位置调节部 301 进行位置调节, 以使分割母基板 G1、G2、G3 的第 2 方向划线 $S2_1$ 位于断裂杆的压件 72 的正下方位置, 之后使断裂杆驱动部 302 动作而按压分割母基板 G1、G2、G3, 进行断裂 (s104)。由于所施加的负荷, 分割母基板 G1、G2、G3 沿第 2 方向的断裂线 $B2_1$ 被截断。此时, 在分割母基板 G1、G2、G3 的端部, 形成有成为断裂用的触发的可视裂纹 VC, 所以 3 个分割母基板 G1、G2、G3 在基板端都存在成为触发的裂纹。从而, 能够以小负荷容易且简单地进行截断。

接下来, 通过断裂杆位置调节部 301 将分割母基板 G1、G2、G3 移动到 X 轴方向, 对第 2 方向划线 $S2_2$ 也进行相同的断裂, 从而沿断裂线 $B2_2$ 截断分割母基板 G1、G2、G3。在分割母基板 G1、G2、G3 的端部, 形成有成为断裂用的触发的可视裂纹 VC, 所以仍能够以小负荷容易且简单地进行截断。

通过以上的工序, 能够不对基板的截断面施加大负荷而进行截断, 所以几乎不会在所制作出的 9 个单位基板的端面上产生缺口等损伤。

实施例

在如以上那样实施本发明的截断方法的情况下, 当进行划线工序时, 需要在母基板上形成断裂用触发裂纹。以下, 根据实验数据, 说明该断裂用触发裂纹的产生的有无。

图 7 示出分别使在第 1 方向上进行划线工序 (第 1 划线) 时的激光光束移动速度 (图 7 的行方向数据)、在第 2 方向上进行划线工序 (第 2 划线) 时的激光光束移动速度 (图 7 的列方向数据) 变化时的可视裂纹产生范围的数据。第 1 划线、第 2 划线的激光光束移动速度都在 90~160mm/s 的范围内变化。

此时所使用的基板的材质为钠玻璃，其厚度为 2.8mm。激光输出固定为 170W。另外，任一设定条件的情况下，都处于最高到达温度绝对没有达到基板熔化温度的范围。

在图 7 中，(○) 表示产生了可视裂纹的情况，(×) 表示产生了盲裂纹的情况。从图中可知，第 1 划线时的激光光束速度为 90mm/s、100/s 时，即激光照射区域的温度低于基板熔化温度且最高到达温度高时，不影响形成第 2 划线时的激光光束移动速度，通常产生可视裂纹。因此，基本上考虑为，在基板被高温加热而残留应力大的情况下，在形成第 2 划线时产生裂纹，通过该裂纹释放了残留应力，所以裂纹以不闭合而打开的状态残留。

另外，在第 1 划线的激光光束移动速度为 110mm/s 时，第 2 方向移动速度仅在 140mm/s、150mm/s、160mm/s 这 3 点产生可视裂纹，当从 160mm/s 开始，接下来以 150mm/s、140mm/s 的降序测定第 2 方向的移动速度时得到上述情况。当从 90mm/s 开始，接下来以 100mm/s、110mm/s 的升序测定第 2 方向的移动速度时，在 90mm/s、100mm/s、110mm/s 这 3 点产生可视裂纹。

该情况的起因为，在测定时，第 1 划线为 110mm/s 的情况下的数据是通过在整个 1 根的长的第 1 划线上依次形成第 2 划线（横切第 1 划线的划线）而得到的数据。即，通过增加与一根划线对应的第 2 划线的形成次数，逐渐缓和而减少在 1 根第 1 划线中残留的拉伸应力，从而在本实施例例中，认为在进行了第 4 次以后的第 2 划线之后，上述的拉伸应力减少而无法形成可视裂纹。

图 8 是示出在玻璃基板上产生的可视裂纹的照片。而且，已经确认了以产生了这样的可视裂纹的条件来形成划线的基板，在断裂时仅施加小负荷就能够简单地进行截断。即，已经确认了能够以与第 1 方向的断裂工序时所施加的负荷相等、或根据情况以比第 1 方向的断裂工序时所施加的负荷小的负荷进行第 2 方向的断裂。

为进行比较，对第 1 划线时的移动速度为 150mm/s 时的基板，以相同负荷进行第 1 方向的断裂和第 2 方向的断裂时，由于没有形成成为触

发的可视裂纹，所以在仅施加可进行第 1 方向的截断的标准负荷的情况下，无法进行第 2 方向的截断。

并且，图 7 中的第 1 划线为 110W 的情况为产生或不产生可视裂纹的边界区域，此时，即使在无法观察到可视裂纹的情况下，进行截断所需的负荷也变小。因此，虽然无法以目视来确认可视裂纹，但认为实质上产生了断裂用触发裂纹。

即，关于断裂用触发裂纹，如果是可视裂纹则可以说已确实形成，但即使无法以目视来确认出可视裂纹，只要第 1 方向断裂和第 2 方向断裂的负荷为相同程度且可进行第 2 方向的截断时，就可以判断为形成了本发明的断裂用触发裂纹。

图 9 示出在对厚度为 2.8mm 的钠玻璃进行交叉划线时的第 1 划线中，可进行划线的激光光束的照射能量的密度[可进行划线的能量密度(J/mm^3)=激光输出(W) $\div$ (划线速度(mm/s) $\times$ 光束点的面积(mm^2))]、第 2 划线时用于形成断裂用触发裂纹(可视裂纹)所需的第 1 划线的激光光束的照射能量的密度(可进行交叉划线的能量密度)之间的关系。从图 9 可知，至少在激光输出为 150~210W 的范围中，为了进行划线，激光光束的照射能量密度需要 0.012~0.022 J/mm^3 。另一方面，为了在第 2 划线时产生划线用触发裂纹(可视裂纹)，第 1 划线时的激光光束的照射能量密度需要为 0.016~0.022 J/mm^3 。

当进行在脆性材料基板上不产生缺口等损伤而得到良好的基板截断面的截断时，可以利用本发明。

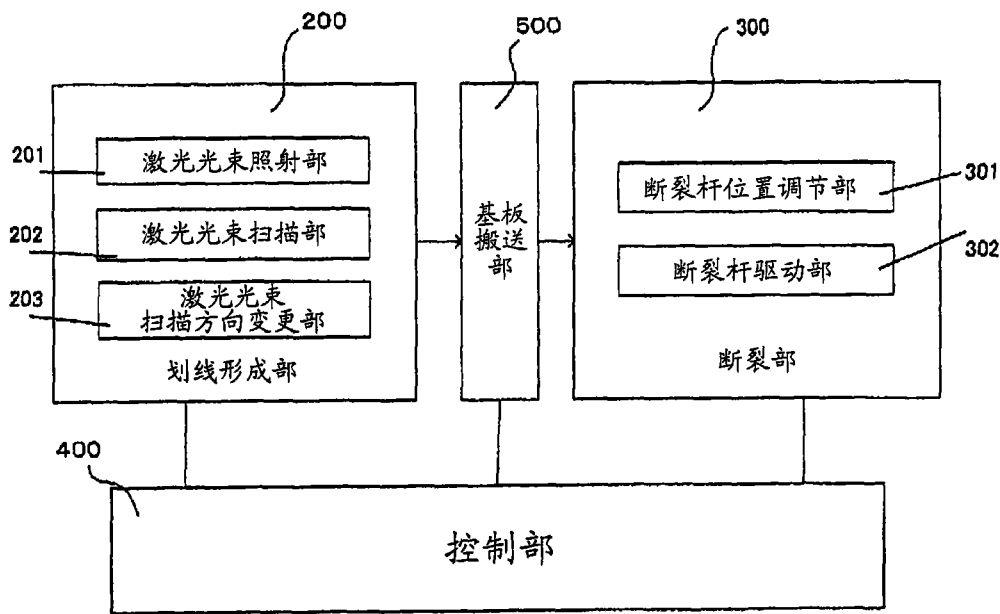


图 1

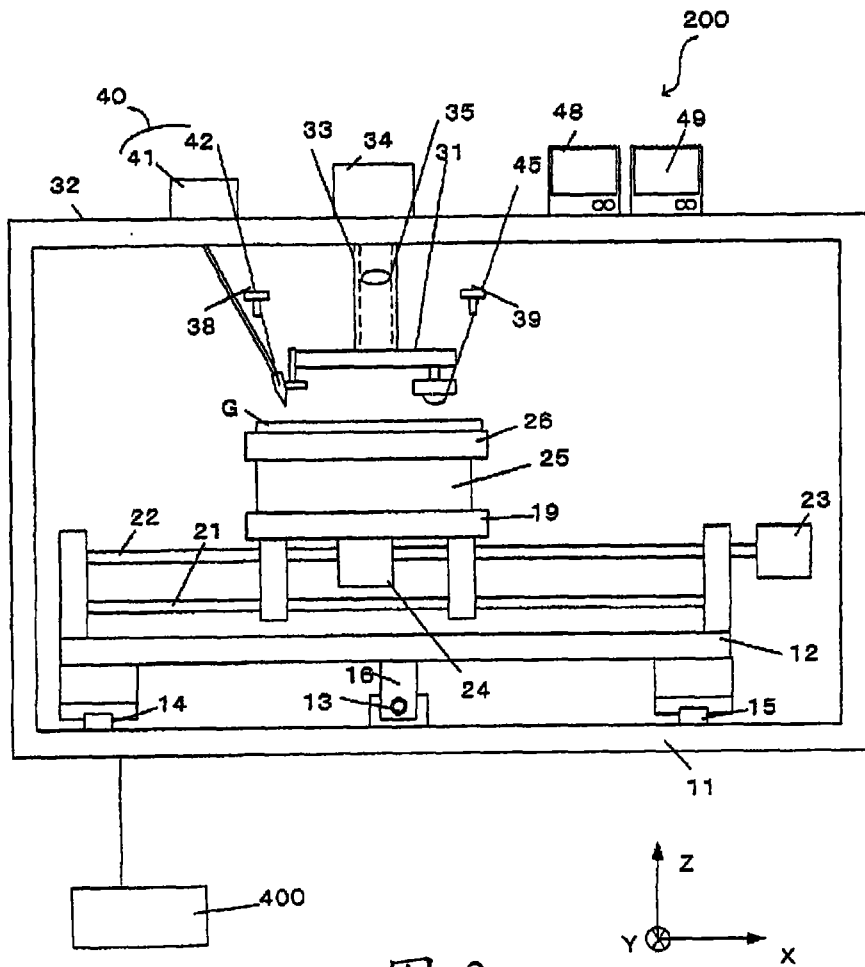


图 2

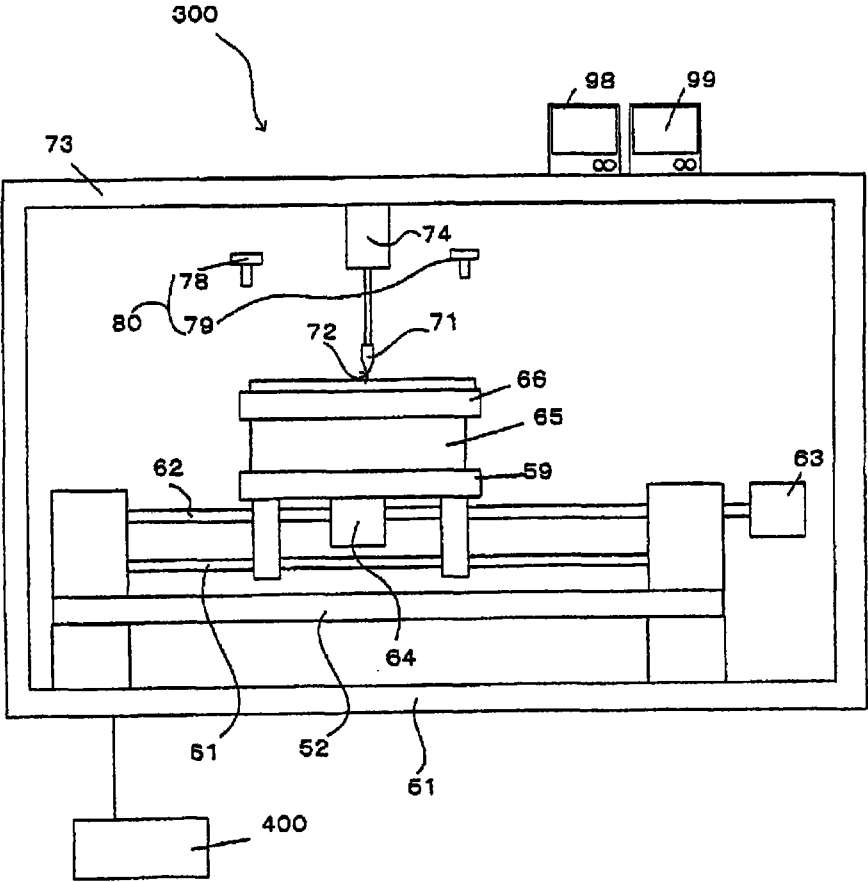


图 3

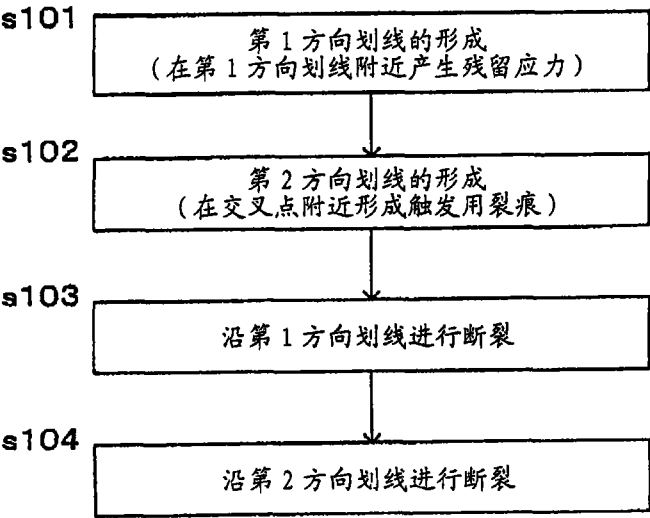


图 4

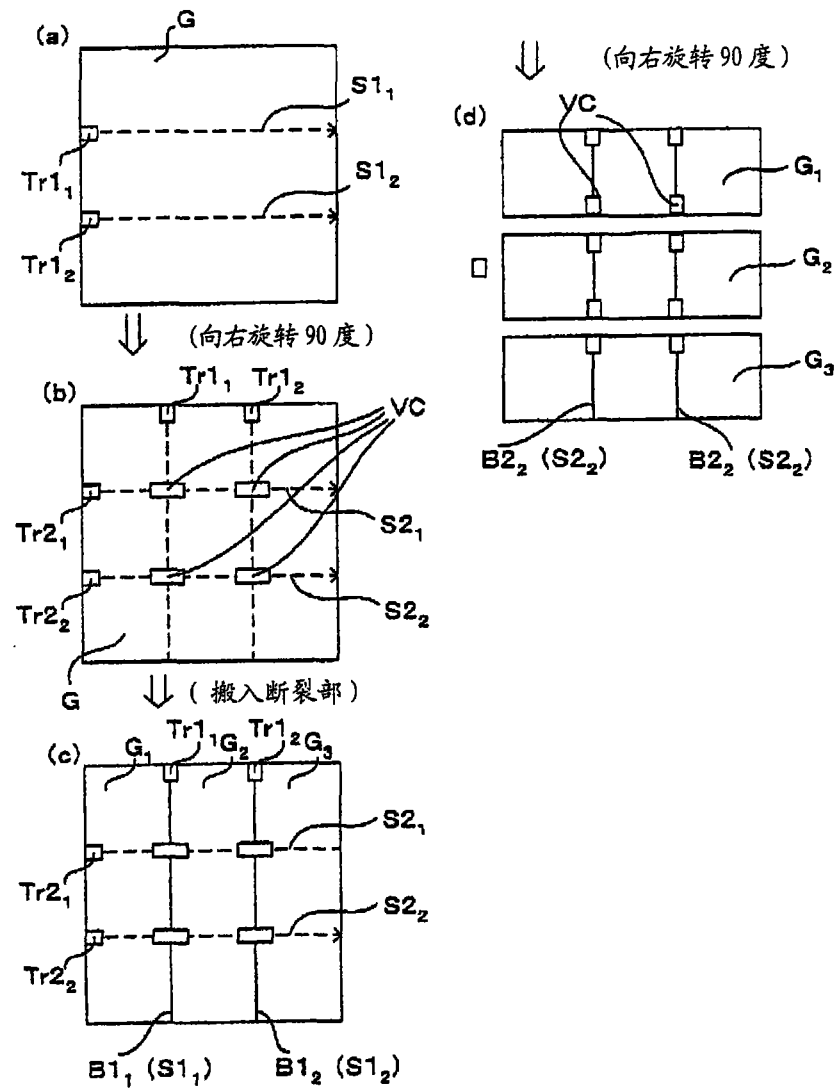


图 5

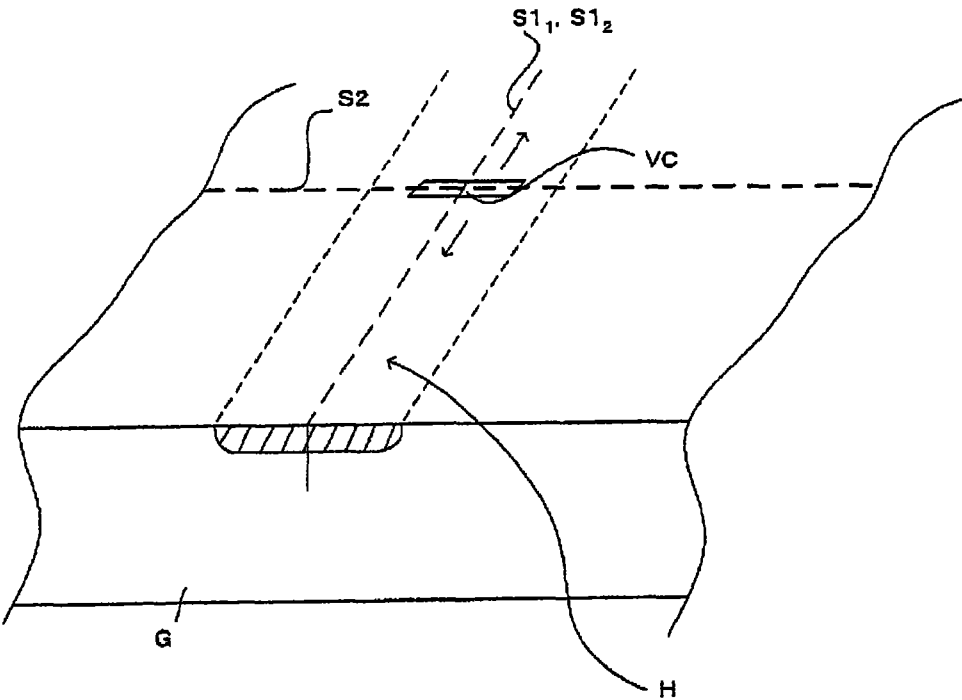


图 6

		第 2 划线速度 mm/s									
		90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
第 1 划线速度 mm/s	200										
	190										
	180										
	170										
	160	x	x	x	x	x	x	x	x		
	150	x	x	x	x	x	x	x	x		
	140	x	x	x	x	x	x	x	x		
	130	x	x	x	x	x	x	x	x		
	120	x	x	x	x	x	x	x	x		
	110	x	x	x	x	x	○	○	○		
	100	○	○	○	○	○	○	○	○		
	90	○	○	○	○	○	○	○	○		
	80										
	70										
	60										

图 7

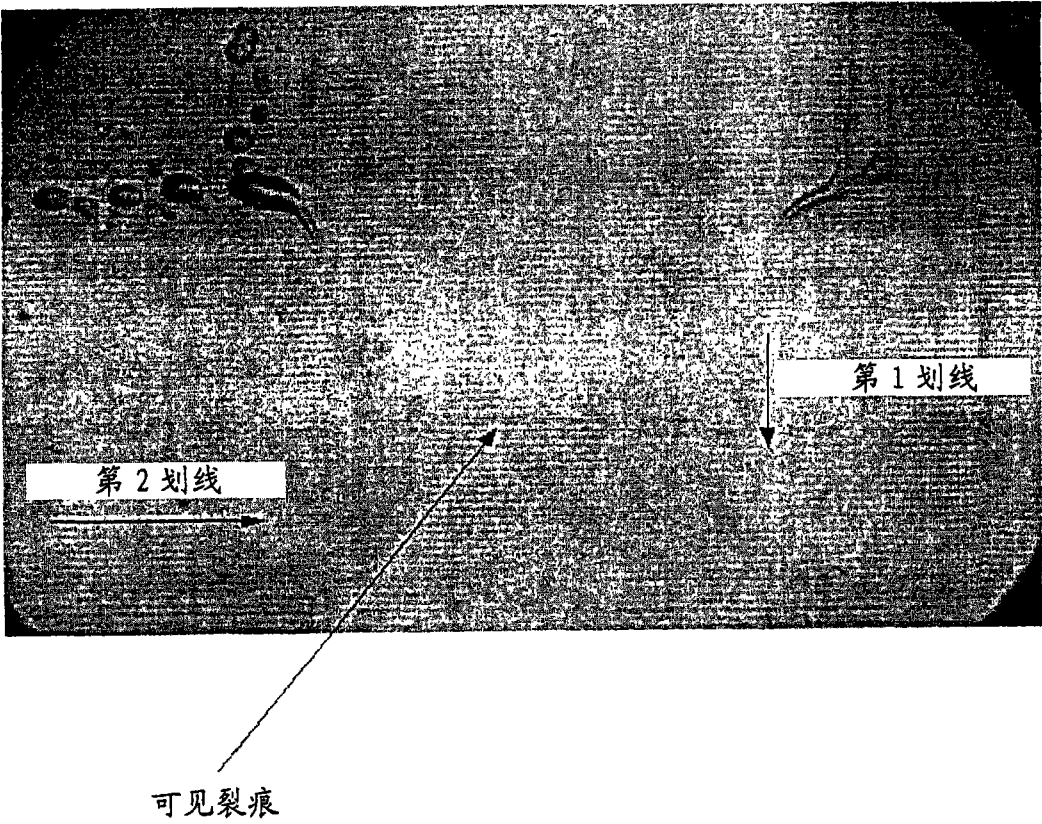


图 8

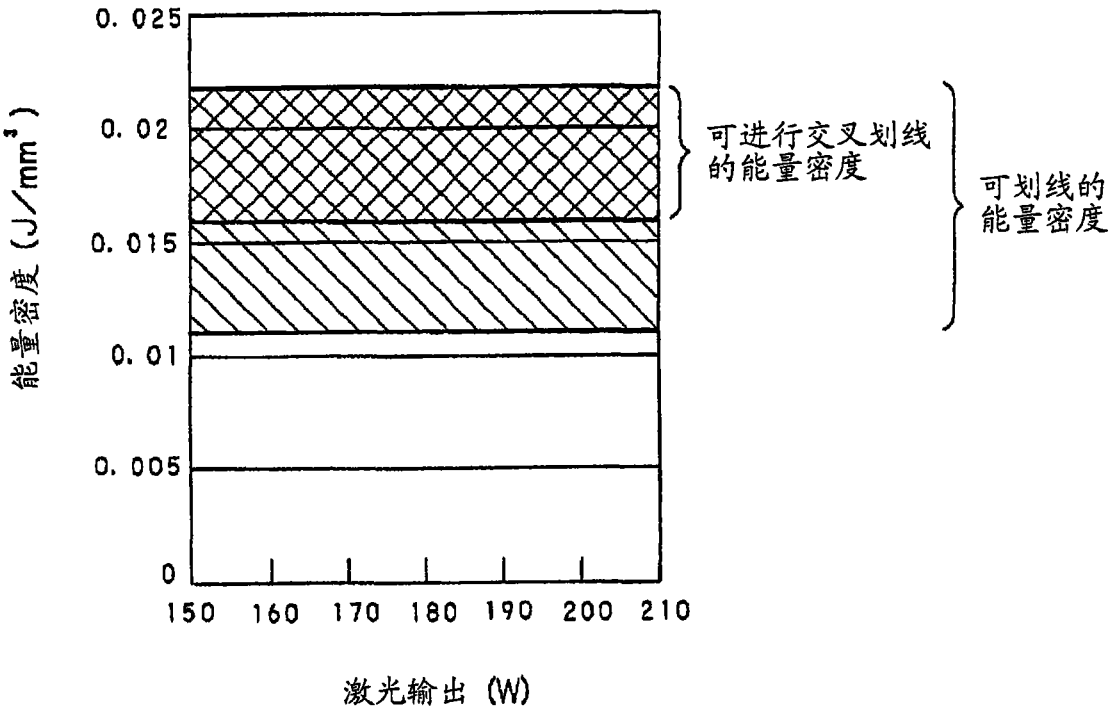


图 9

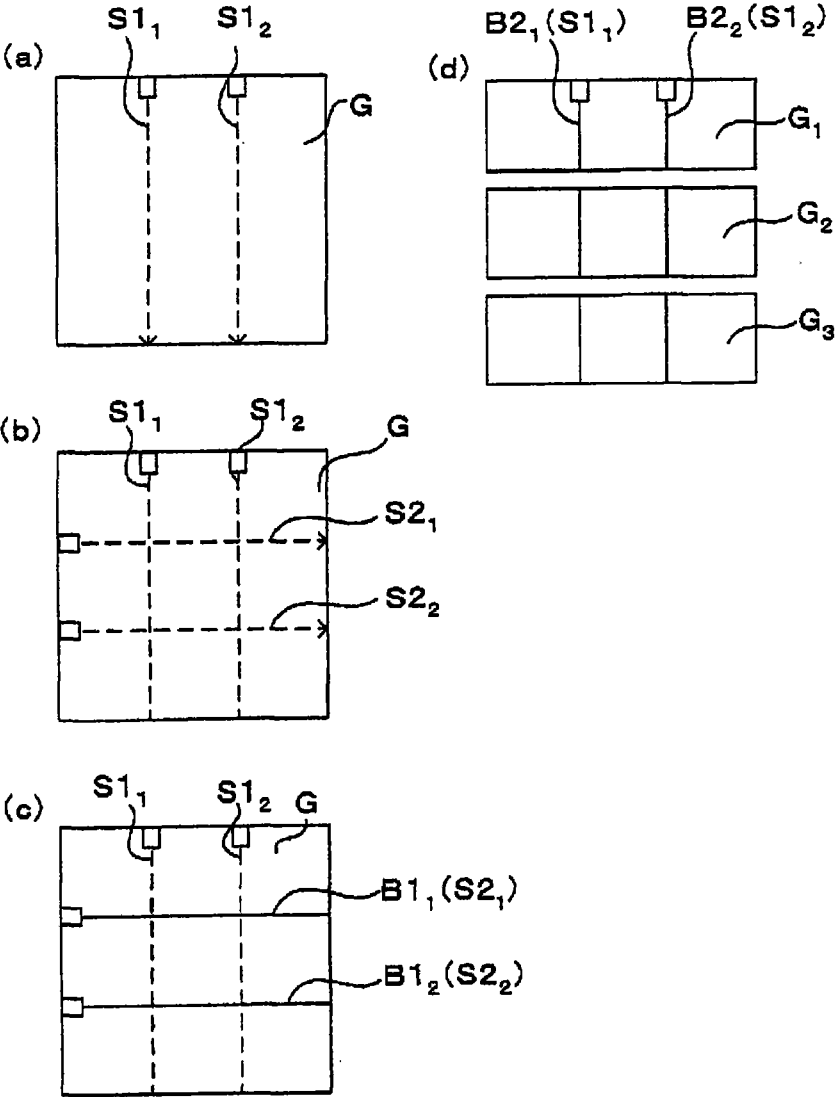


图 10