(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104209655 A
(43)申请公布日 2014.12.17

(21)申请号 201410202072.4

(22)申请日 2014.05.14

(30)优先权数据
2013-112765 2013.05.29 JP

(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 福原健司

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.
B23K 26/38(2014.01)
B23K 26/082(2014.01)

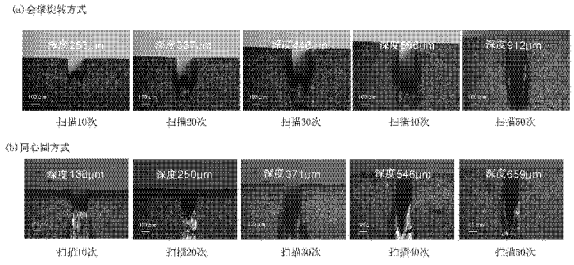
权利要求书1页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

利用激光的基板切断装置

(57)摘要

本发明提供一种利用激光的基板切断装置，可以对激光吸收率高的厚板材料基板在短时间内容易地进行开孔加工等。该装置具有：载置有基板的工件台(2)、激光输出部(15)、旋转单元、会聚单元以及扫描单元。激光输出部(15)对基板输出具有吸收率是50%以上的波长的激光。旋转单元使从激光输出部射出的激光以规定的旋转半径旋转。会聚单元使来自旋转单元的激光会聚在基板中的激光的照射侧的深度位置。扫描单元使所会聚且旋转的激光沿着加工线扫描，并重复执行扫描来加工基板。



CN 104209655 A

1. 一种利用激光的基板切断装置，其朝向基板照射激光来切断基板，其中，

所述利用激光的基板切断装置具有：

工件台，其载置有待加工的基板；

激光输出部，其对所述基板输出具有吸收率是 50％以上的波长的激光；

旋转单元，其使从激光输出部射出的激光以规定的旋转半径旋转；

会聚单元，其使来自所述旋转单元的激光会聚在所述基板中的激光的照射侧的深度位置；以及

扫描单元，其使所会聚且旋转的激光沿着加工线扫描，并重复执行所述扫描来加工所述基板。

2. 根据权利要求 1 所述的利用激光的基板切断装置，其中，

所述基板的厚度是 1mm 以上。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的利用激光的基板切断装置，其中，

所述会聚单元使激光的会聚位置从基板的被照射激光的一侧朝向相反侧移动。

4. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的利用激光的基板切断装置，其中，

所述基板是由从碳、陶瓷、硅中所选择的材料形成的。

利用激光的基板切断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及基板切断装置，特别是涉及向基板照射激光来切断基板的利用激光的基板切断装置。

背景技术

[0002] 作为利用激光的基板切断装置，例如公知有专利文献 1 所示的装置。在这种加工装置中，波长是 532nm 左右的绿色激光被照射到基板等工件上。绿色激光一般穿透基板，然而当使激光会聚且其强度超过某阈值时，基板会吸收激光。在这样的状态下，在激光的会聚部产生等离子体，由此使基板蒸腾。利用以上的原理，能够进行在基板上形成孔等的加工。

[0003] 现有技术文献

[0004] 【专利文献 1】日本特开 2007 － 118054 号公报

[0005] 这里，针对基板，优选的是，使激光的会聚位置从与激光照射侧相反的一侧的面（下方的面）朝向激光照射侧的面（上方的面）移动来进行加工。这是因为，当从下方进行加工时，加工粉末向下方下落，可以避免加工粉末对加工部的不良影响。

[0006] 然而，在对激光的吸收率高、厚度比较厚的基板进行开孔加工等的情况下，由于激光不会穿透到下方的面，因而使用上述的现有加工方法进行加工是非常困难的。

[0007] 因此，在对厚度特别厚、激光的吸收率高的基板进行开孔加工等的情况下，需要进行与现有加工方法不同的加工。

发明内容

[0008] 本发明的课题是可以对激光的吸水率高的厚板材料基板在短时间内容易进行开孔加工等。

[0009] 本发明的第 1 方面的利用激光的基板切断装置是朝向基板照射激光来切断基板的装置，其中，该装置具有 :载置有待加工的基板的工件台、激光输出部、旋转单元、会聚单元、以及扫描单元。激光输出部对基板输出具有吸收率是 50％以上的波长的激光。旋转单元使从激光输出部射出的激光以规定的旋转半径旋转。会聚单元使来自旋转单元的激光会聚在基板中的激光的照射侧的深度位置。扫描单元使所会聚且旋转的激光沿着加工线扫描，并重复执行扫描来加工基板。

[0010] 在该装置中，从激光输出部输出的激光借助旋转单元旋转，并且被会聚在基板的激光照射面侧的深度位置（例如激光照射侧的表面）。并且，所会聚的激光在旋转的同时沿着加工线扫描，由此加工基板。

[0011] 这里，由于激光具有相对于基板的吸水率是 50％以上的波长，反过来说，所加工的基板对规定的波长的激光的吸水率是 50％以上，因而激光难以到达与照射侧相反的一侧的面。特别是对于厚度厚的基板，激光到达不了与照射侧相反的一侧的面，无法加工。

[0012] 因此，在本发明中，通过使激光会聚在基板中的激光照射侧的位置，进而使其旋转的同时进行扫描，由此来进行加工。通过使所会聚的激光旋转，使得激光多次照射到相同部

位，从而加工效率提高，可以以短的加工时间进行加工。

[0013] 本发明的第 2 方面的利用激光的基板切断装置，在第 1 方面的装置中，基板的厚度是 1mm 以上。

[0014] 这里，如上所述，在吸水率高的基板中，激光难以穿透基板内，加工困难。并且，该倾向在厚度厚的基板中变得显著。特别是，通过将本发明应用于具有 1mm 以上的厚度的基板，使得加工变得容易。

[0015] 本发明的第 3 方面的利用激光的基板切断装置，在第 1 或第 2 方面的装置中，会聚单元使激光的会聚位置从基板的被照射激光的一侧的面朝向相反侧移动。

[0016] 这里，通过在使激光的会聚位置从激光的照射侧朝向相反侧移动的同时进行加工，使得加工效率进一步提高，可以进一步缩短加工时间。

[0017] 本发明的第 4 方面的利用激光的基板切断装置，在第 1 至第 3 方面中的任一方面的装置中，基板是由从碳、陶瓷、硅中所选择的材料形成的。

[0018] 通过将本发明的加工应用于由这些材料构成的基板，可以容易地加工这些基板。

[0019] 在以上所述的本发明中，可以对激光的吸收率高的厚板材料基板在短时间内容易地进行开孔加工等。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明的一个实施方式的基板加工装置的外观立体图。

[0021] 图 2 是工件台的放大立体图。

[0022] 图 3 是放大示出激光照射头的结构的立体图。

[0023] 图 4 是示意性示出第 1 空心电动机和第 1 楔形棱镜的配置的图。

[0024] 图 5 是示出棱镜的顶角和偏角的关系的图。

[0025] 图 6 是示意性示出第 2 空心电动机、第 2 楔形棱镜和会聚透镜的配置的图。

[0026] 图 7 是示出激光的轨迹的图。

[0027] 图 8 的 (a) 和 (b) 是说明在 z 轴方向上控制会聚点的作用的示意图。

[0028] 图 9 的 (a) 和 (b) 是示出本发明的一个实施方式和比较例的加工例的图。

[0029] 图 10 的 (a) 和 (b) 是用于说明会聚旋转方式和同心圆方式的示意图。

[0030] 标号说明

[0031] 2 :工件台 ;15 :激光输出部 ;16 :光学系统 ;17 :第 1 空心电动机 ;18 :第 2 空心电动机 ;321、322 :第 1 楔形棱镜 ;341、342 :第 2 楔形棱镜 ;35 :会聚透镜 ;W :基板。

具体实施方式

[0032] [整体结构]

[0033] 图 1 示出本发明的一个实施方式的基板切断装置的整体结构。该基板切断装置是用于向碳、陶瓷、硅等的基板沿着加工线照射激光并进行开孔等加工的装置。该装置具有 : 底座 1、载置有基板的工件台 2、以及用于向基板照射激光的激光照射头 3。这里，如图 1 所示，将在沿着底座 1 的上表面的平面中相互垂直的轴定义为 x 轴、y 轴，将与这些轴垂直的铅直方向的轴定义为 z 轴。并且，将沿着 x 轴的两个方向 (正方向和负方向) 定义为 x 轴方向，将沿着 y 轴的两个方向定义为 y 轴方向，将沿着 z 轴的两个方向定义为 z 轴方向。

[0034] [工件台 2 及其移动机构]

[0035] <工件台 2>

[0036] 工件台 2 形成为矩形，在工件台 2 的下方设置有用于使工件台 2 在 x 轴方向和 y 轴方向上移动的台移动机构 5。

[0037] 如图 2 放大所示，工件台 2 具有多个块 6。该多个块 6 是用于将图中单点划线表示的基板 W 从工件台 2 的表面抬起并支撑的部件，能够以避开基板 W 的加工线 L（虚线表示）的方式安装在工件台 2 的任意位置。并且，在工件台 2 上呈格子状形成有多个吸气口 2a，并在各块 6 上形成有在上下方向上贯通的吸气孔 6a。然后，通过使块 6 的吸气孔 6a 和工件台 2 的吸气口 2a 连接，能够将配置在块 6 上的基板 W 吸附固定。另外，吸气用的机构由公知的排气泵等构成，详情省略。

[0038] 如图 1 所示，台移动机构 5 分别具有一对第 1 导轨 8 和第 2 导轨 9、以及第 1 移动台 10 和第 2 移动台 11。一对第 1 导轨 8 沿着 y 轴方向设置在底座 1 的上表面。第 1 移动台 10 设置在第 1 导轨 8 的上部，第 1 移动台 10 在下表面具有与第 1 导轨 8 移动自如地卡合的多个引导部 10a。第 2 导轨 9 沿着 x 轴方向设置在第 1 移动台 10 的上表面。第 2 移动台 11 设置在第 2 导轨 9 的上部，第 2 移动台 11 在下表面具有与第 2 导轨 9 移动自如地卡合的多个引导部 11a。在第 2 移动台 11 的上部，经由固定部件 12 安装有工件台 2。

[0039] 利用以上的台移动机构 5，使得工件台 2 在 x 轴方向和 y 轴方向上移动自如。另外，第 1 移动台 10 和第 2 移动台 11 省略详情，由公知的电动机等驱动单元驱动。

[0040] [激光照射头 2]

[0041] 如图 1 和图 3 所示，激光照射头 3 安装于被配置在底座 1 的上表面的门型框架 1a 上，并具有：激光输出部 15、光学系统 16、内部装入有一对第 1 楔形棱镜（后述）的第 1 空心电动机 17、以及内部装入有一对第 2 楔形棱镜（后述）和会聚透镜的第 2 空心电动机 18。还设置有：用于使激光照射头 3 在 x 轴方向上移动的 x 轴方向移动机构 21、和用于使第 1 空心电动机 17 和第 2 空心电动机 18 在 z 轴方向上移动的 z 轴方向移动机构 22。

[0042] <激光输出部 15>

[0043] 激光输出部 15 使用与以往相同的激光管构成。通过该激光输出部 15 使波长 532nm 的绿色激光沿着 y 轴射出到与工件台 2 相反的一侧。

[0044] <光学系统 16>

[0045] 光学系统 16 将来自激光输出部 15 的激光引导到装入在第 1 空心电动机 17 内的一对第 1 楔形棱镜。如图 3 放大所示，该光学系统 16 具有：第 1 ～第 4 反射镜 25 ～ 28、测量激光输出的功率监视器 29、以及光束扩展器 30。

[0046] 第 1 反射镜 25 被配置在激光输出部 15 的输出侧的附近，使沿 y 轴方向射出的激光沿 x 轴方向反射。第 2 反射镜 26 与第 1 反射镜 25 排列配置在 x 轴方向上，使沿 x 轴方向前进的激光沿 y 轴方向反射，并引导到工件台 2 侧。第 3 反射镜 27 和第 4 反射镜 28 在 x 轴方向上排列配置在第 1 空心电动机 17 的上方。第 3 反射镜 27 将由第 2 反射镜 26 反射来的激光引导到第 4 反射镜 28 侧。第 4 反射镜 28 将由第 3 反射镜 27 反射来的激光引导到下方的第 1 空心电动机 17。

[0047] 光束扩展器 30 配置在第 2 反射镜 26 和第 3 反射镜 27 之间，是为了将由第 2 反射镜 26 反射来的激光扩展成一定倍率的平行光束而设置的。通过该光束扩展器 30，能够使激

光会聚成更小的光斑。

[0048] ＜第 1 楔形棱镜和第 1 空心电动机＞

[0049] 图 4 中示意性示出在内部配置有第 1 楔形棱镜 321、322 的第 1 空心电动机 17。第 1 空心电动机 17 在中心具有在 z 轴方向上延伸的旋转轴 R，包括该旋转轴 R 的中央部为空心的。并且，在该空心部固定有一对第 1 楔形棱镜 321、322。一对楔形棱镜 321、322 是相同形状且相同比重的，仅折射率不同。各楔形棱镜 321、322 分别具有：相对于旋转轴 R 倾斜的斜面 321a、322a、和与旋转轴 R 垂直的垂直面 321b、322b。并且，一对楔形棱镜 321、322 以彼此的垂直面 321b、322b 接近并对置的方式配置，并且以两个垂直面 321b、322b 平行且两个斜面 321a、322a 平行的方式配置。

[0050] 通过按以上方式配置相同形状、相同比重的两个第 1 楔形棱镜 321、322，使得两个第 1 楔形棱镜 321、322 的整体的重心位于旋转轴 R 上。因此，即使使这些第 1 楔形棱镜 321、322 高速旋转，也可以使动态不平衡量非常小。

[0051] ＜关于使用两个楔形棱镜的情况下的偏角＞

[0052] 参照图 5，在将棱镜的顶角设为 δ、将折射率设为 n 的情况下，在 δ 小的情况下该棱镜的偏角 θ 为：

[0053] $(n-1)\cdot\delta$

[0054] 另外，上式是在 δ 小到可以以 $\sin\delta = \delta$（单位是弧度）求近似的程度的情况下的近似式。在本实施方式使用的棱镜中，即使顶角 δ 大，也是 5° 左右，因而可以近似为 $\sin\delta = \delta$。因此，在相同形状（相同顶角）时折射率分别是 n1、n2 的两个楔形棱镜各自的偏角 θ1、θ2 是

[0055] $\theta 1 = (n_1-1)\cdot\delta$

[0056] $\theta 2 = (n_2-1)\cdot\delta$

[0057] 并且，在以两个楔形棱镜的斜面平行的方式组合配置的情况下的偏角 θ 为：

[0058] $\theta = (n_1-1)\cdot\delta - (n_2-1)\cdot\delta = (n_1-n_2)\cdot\delta$

[0059] 从以上可知，若是顶角 δ 相同、且相同材质的楔形棱镜的组合，则 $n_1 = n_2$，总偏角为“0”。

[0060] 然而，若是 $n_1 \neq n_2$，则总偏角不为“0”，而与两个楔形棱镜的折射率的差成比例。

[0061] 因此，这里，使两个第 1 楔形棱镜 321、322 的折射率不同，从而使通过第 1 楔形棱镜 321、322 的激光偏向。即，通过使用这样的第 1 楔形棱镜 321、322，可以构成旋转平衡良好的激光偏向单元。

[0062] 另外，作为相同比重且折射率不同的楔形棱镜的例子，考虑了例如以下的组合。

[0063] ＜例 1＞S-BSM22+S-TIH11（比重：3.24，小原（オハラ）株式会社制）

[0064] 该组合情况下的偏角（°）相对于顶角 1° 是“0.169”。

[0065] ＜例 2＞N-SSK2+N-SF57（比重：3.53，Shot（ショット）日本株式会社制）

[0066] 该组合情况下的偏角（°）相对于顶角 1° 是“0.232”。

[0067] ＜例 3＞BACD11+E-FD10（比重：3.07，HOYA 株式会社制）

[0068] 该组合情况下的偏角（°）相对于顶角 1° 是“0.170”。

[0069] 另外，关于两个楔形棱镜 321、322 的形状（顶角），由后述的会聚透镜的焦距 f 和

偏角 θ 决定的激光的旋转半径 r（＝ f ・tan θ 或者 f ・ θ）被设定成期望值。

[0070] ＜第 2 楔形棱镜、第 2 空心电动机、会聚透镜＞

[0071] 图 6 示意性示出在内部配置有一对第 1 楔形棱镜 341、342 的第 2 空心电动机 18。该第 2 空心电动机 18 在中心具有在 z 轴方向上延伸的旋转轴。该旋转轴与第 1 空心电动机 17 的旋转轴同轴。该第 2 空心电动机 18 在包括旋转轴 R 的中心部具有空心部。在该空心部安装有一对第 2 楔形棱镜 341、342。并且，这些第 2 楔形棱镜 341、342 中，一个楔形棱镜 341 相对于另一个楔形棱镜 342 绕旋转轴 R 相对旋转自如地安装。即，一对第 2 楔形棱镜 341、342 的偏角是可调整的。

[0072] 一对第 2 楔形棱镜 341、342 是相同形状且相同材质（相同比重）的，因此折射率也相同。并且，一对第 2 楔形棱镜 341、342 分别具有：相对于旋转轴倾斜的斜面 341a、342a、和与旋转轴垂直的垂直面 341b、342b。并且，在该第 2 楔形棱镜 341、342 中，另一个楔形棱镜 342 从偏角是“0”的状态（彼此的斜面平行的状态）旋转而配置，两个楔形棱镜 341、342 的斜面 341a、342a 不平行。通过这样的两个第 2 楔形棱镜 341、342 的组合，使得一对第 2 楔形棱镜 341、342 具有规定的偏角。该偏角比第 1 楔形棱镜 321、322 的偏角大。

[0073] 另外，一对第 2 楔形棱镜 341、342 由于一方相对于另一方旋转，因而它们的旋转平衡与第 1 楔形棱镜 321、322 相比不良。然而，第 2 楔形棱镜 341、342 是用于扫描激光的单元，因而旋转速度是低速的，不会使得在加工时动态不平衡对加工品质产生不良影响。

[0074] 并且，在该第 2 空心电动机 18 的内部，在一对第 2 楔形棱镜 341、342 的输出侧固定有会聚透镜 35。另外，会聚透镜 35 也可以与第 2 空心电动机 18 分开地单独配置。

[0075] ＜激光照射头 2 的支撑和输送系统＞

[0076] 如上所述，以上的激光照射头 3 由底座 1 的门型框架 1a 支撑。更详细地，如图 3 所示，在门型框架 1a 的上表面设置有在 x 轴方向上延伸的一对第 3 导轨 36，该一对第 3 导轨 36 和未图示的驱动机构构成 x 轴方向移动机构 21。并且，在一对第 3 导轨 36 上移动自如地支撑有支撑部件 37。支撑部件 37 具有：由第 3 导轨 36 支撑的横支撑部件 38、和从横支撑部件 38 的靠工件台 2 侧的一端侧向下方延伸的纵支撑部件 39。在纵支撑部件 39 的侧面设置有在 z 轴方向上延伸的一对第 4 导轨 40，该一对第 4 导轨 40 和未图示的驱动机构构成 z 轴方向移动机构 22。在第 4 导轨 40 上，在 z 轴方向上移动自如地支撑有第 3 移动台 41。

[0077] 并且，激光输出部 15、第 1 ～第 4 反射镜 25 ～ 28、功率监视器 29、以及光束扩展器 30 由横支撑部件 38 支撑。并且，在第 3 移动台 41 上固定有电动机支撑部件 42，在该电动机支撑部件 42 上支撑有第 1 空心电动机 17 和第 2 空心电动机 18。

[0078] ［动作］

[0079] 下面，对利用激光对基板的加工动作进行说明。

[0080] 首先，在工件台 2 的表面上设置多个块 6。此时，如图 2 所示，多个块 6 以避开基板 W 的加工线 L 的方式配置。在按以上设置的多个块 6 上载置待加工的基板 W。

[0081] 然后，通过 x 轴方向移动机构 21 使激光照射头 3 在 x 轴方向上移动，并通过台移动机构 5 使工件台 2 在 y 轴方向上移动，使激光照射头 3 的激光的会聚点位于来到加工线 L 的开始位置。

[0082] 在按上述使激光照射头 3 和基板 W 移动到加工位置之后，将激光照射到基板进行加工。这里，从激光输出部 15 射出的激光由第 1 反射镜 25 反射并被引导到第 2 反射镜 26。

另外，入射到第 1 反射镜 25 的激光由功率监视器 29 测量激光输出。入射到第 2 反射镜 26 的激光在 y 轴方向上反射，光束借助光束扩展器 30 扩展并被引导到第 3 反射镜 27。然后，被第 3 反射镜 27 反射进而被第 4 反射镜 28 反射的激光被输入到设置在第 1 空心电动机 17 的中心部内的一对第 1 楔形棱镜 321、322。

[0083] 被输入到一对第 1 和第 2 楔形棱镜 321、322 的激光由于两个第 1 楔形棱镜 321、322 的折射率不同而被偏向地输出。并且，第 1 楔形棱镜 321、322 例如以 15000rpm 以上高速旋转，因而穿透了第 1 楔形棱镜 321、322 的激光以小的旋转半径（例如直径为 0.4mm ～ 0.8mm）高速旋转。

[0084] 从第 1 楔形棱镜 321、322 射出的激光被输入到第 2 楔形棱镜 341、342。该第 2 楔形棱镜 341、342 中，一方相对于另一方旋转，具有比第 1 楔形棱镜 321、322 大的偏角。因此，通过使第 2 楔形棱镜 341、342 旋转，使得高速旋转的激光以比较大的旋转半径（例如外侧直径为 5.0mm）旋转扫描。另外，第 2 楔形棱镜 341、342 的转速低，例如为 400rpm ～ 800rpm 左右。

[0085] 图 7 示出以上的激光在基板上的轨迹。这里，由于一对第 1 楔形棱镜 321、322 中的加工误差或者安装误差等，由借助第 1 楔形棱镜 321、322 偏向并旋转的激光描绘的圆的直径产生误差。由于该误差使最终加工出的孔的直径产生误差。在该情况下，使第 2 楔形棱镜 341、342 中的一方相对于另一方旋转来调整偏角从而调整通过了第 2 楔形棱镜 341、342 的激光的扫描轨迹即可。由此，可以以高精度加工出期望直径的孔。

[0086] 这里，在对 1mm 以上的板厚的碳、陶瓷或硅的基板照射波长是 532μm 的激光来进行加工的情况下，激光相对于基板的吸收率为 50％以上。因此，在从基板的表面照射了激光的情况下，激光到达不了背面，无法进行开孔。因此，在对基板进行开孔加工的情况下，使会聚点沿着加工线扫描一次而形成孔、即、使加工线的内侧的部分脱落一般是困难的。

[0087] 因此，首先，以会聚点（加工部位）形成在基板的表面（会聚照射侧）的方式，通过 z 轴移动装置 22 控制包括会聚透镜 35 在内的第 2 空心电动机 18 的 z 轴方向的位置（参照图 8 的 (a)）。在该状态下使会聚点沿着加工线绕数圈之后，控制第 2 空心电动机 18 的 z 轴方向的位置，从而如图 8(b) 所示，使会聚点下降。然后，同样使会聚点沿着加工线绕数圈之后，再使会聚点下降。通过重复执行以上动作，可以使加工线的内侧部分脱落而形成孔。

[0088] 或者，不每次使会聚点沿着加工线绕数圈后使其下降，而是使会聚点以适当的速度连续地在 z 轴方向上下降，呈螺旋状进行加工，同样也可以进行开孔加工。

[0089] ［实验例］

[0090] 图 9 示出使激光以会聚旋转方式和同心圆方式照射到基板来进行加工的情况下的实验例。该图 (a) 是会聚旋转方式的加工，会聚旋转方式如图 10(a) 所示是本发明的激光照射方式。并且，该图 (b) 是同心圆方式的加工，同心圆方式如图 10 的 (b) 所示，是在不使激光旋转的情况下使激光沿着加工线（图 10 中的圆轨迹）扫描来进行加工的方式。另外，会聚旋转方式在图 10 的 (a) 所示的宽度是 200μm 以上的情况下是能够实现的。

[0091] 在图 9 的加工例中，激光的波长是 532μm，基板是碳，厚度是 1mm。并且，激光的输出和 1 圈的扫描时间在 (a) 和 (b) 中条件相同。

[0092] 比较图 9 的 (a) 和 (b) 可以明确，会聚旋转方式可以以少的扫描次数使加工深度变深。即，可以以更短的时间进行开孔加工。其原因之一被认为是因为，在会聚旋转方式的

情况下，在加工部位的外周缘部分中激光反复重叠照射，该部分被加工得更深。

[0093] 如以上所述，在本实施方式中，可以以更短时间对厚度比较厚（1mm 以上）且激光的吸收率是 50％以上的基板进行加工。

[0094] [其它实施方式]

[0095] 本发明不限定于以上的实施方式，能够在不脱离本发明的范围的情况下进行各种变型或修改。

[0096] (a) 关于用于使激光旋转的机构、用于使激光会聚的结构、以及用于扫描的结构，不限定于所述实施方式。

[0097] 例如，作为扫描用的结构，取代第 2 空心电动机和一对第 2 棱镜，可以设置两个电流反射镜，按任意形状扫描。具体地说，设置用于在沿着基板表面的平面内在 x 轴方向上扫描激光的 x 方向电流反射镜、和用于在沿着基板表面的平面内在 y 轴方向上扫描激光的 y 方向电流反射镜，并配置 f θ 透镜，从而可以在基板表面中按任意形状扫描激光。

[0098] (b) 在所述实施方式中，作为使会聚点在 z 轴方向上移动的机构，通过 z 轴移动装置 22 使包括会聚透镜 35 的第 2 空心电动机 18 移动，然而也可以使包括会聚透镜 35 的第 2 空心电动机 18 固定，并使工件台 2 在 z 轴方向上移动。

[0099] (c) 光学系统的具体结构不限定于所述实施方式。只要能使激光输出部 15 的激光以容易调整光轴且有效的方式输入到第 1 空心电动机 17 的第 1 楔形棱镜 321、322 即可。

[0100] (d) 第 1 楔形棱镜 321、322 的具体例是一例，并不限定于此。并且，加工例的各数值也不过是一例。

[0101] (e) 作为基板的材料，除了碳以外，对于陶瓷或者硅等其它材料的基板，也可以应用本发明并得到相同效果。

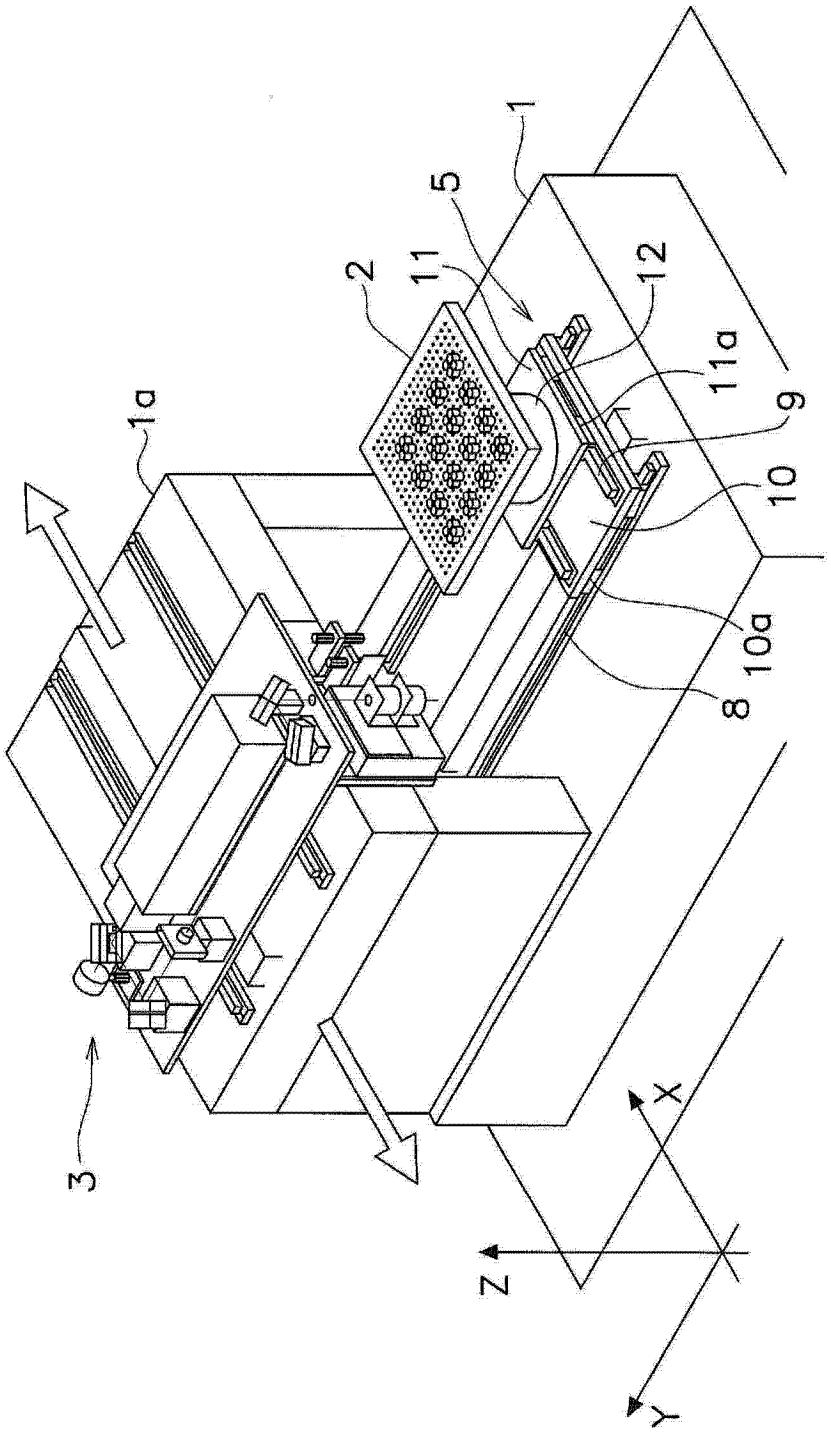


图 1

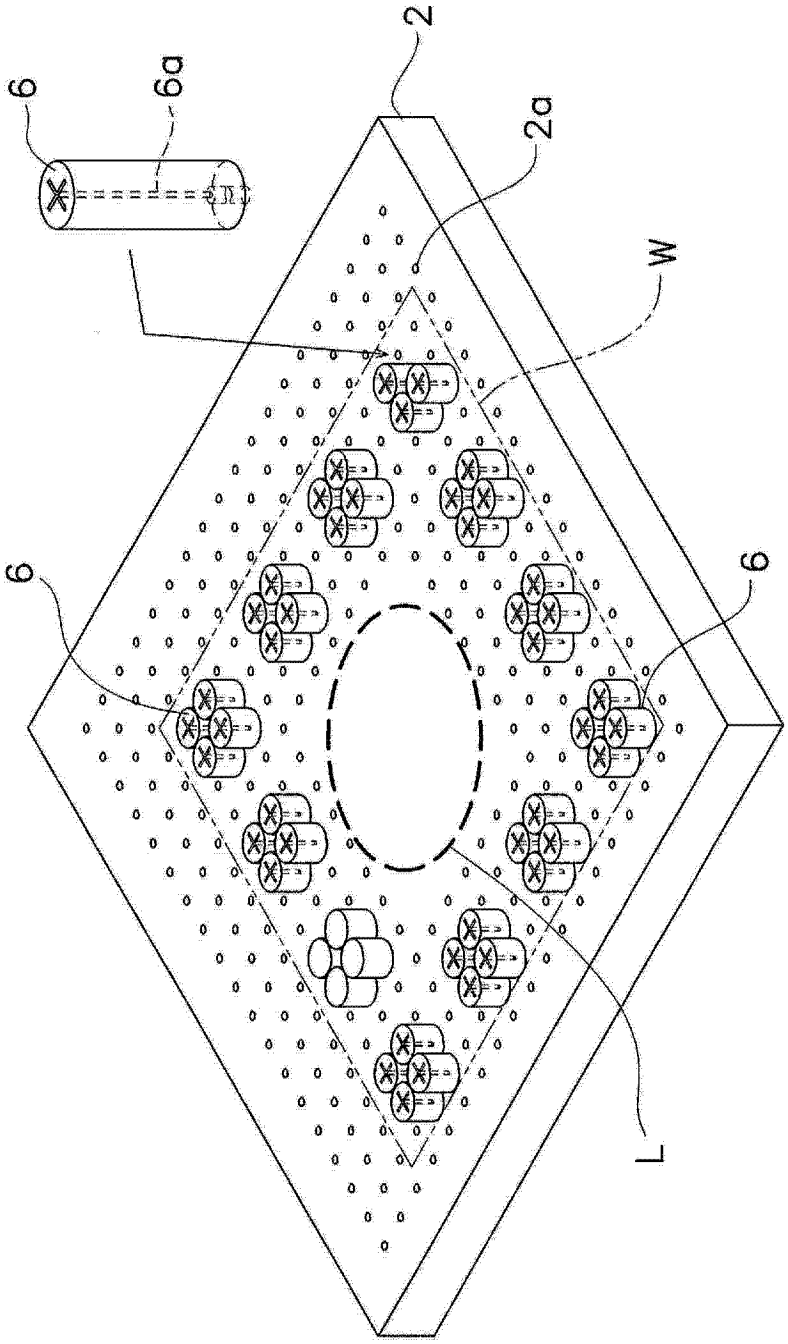


图 2

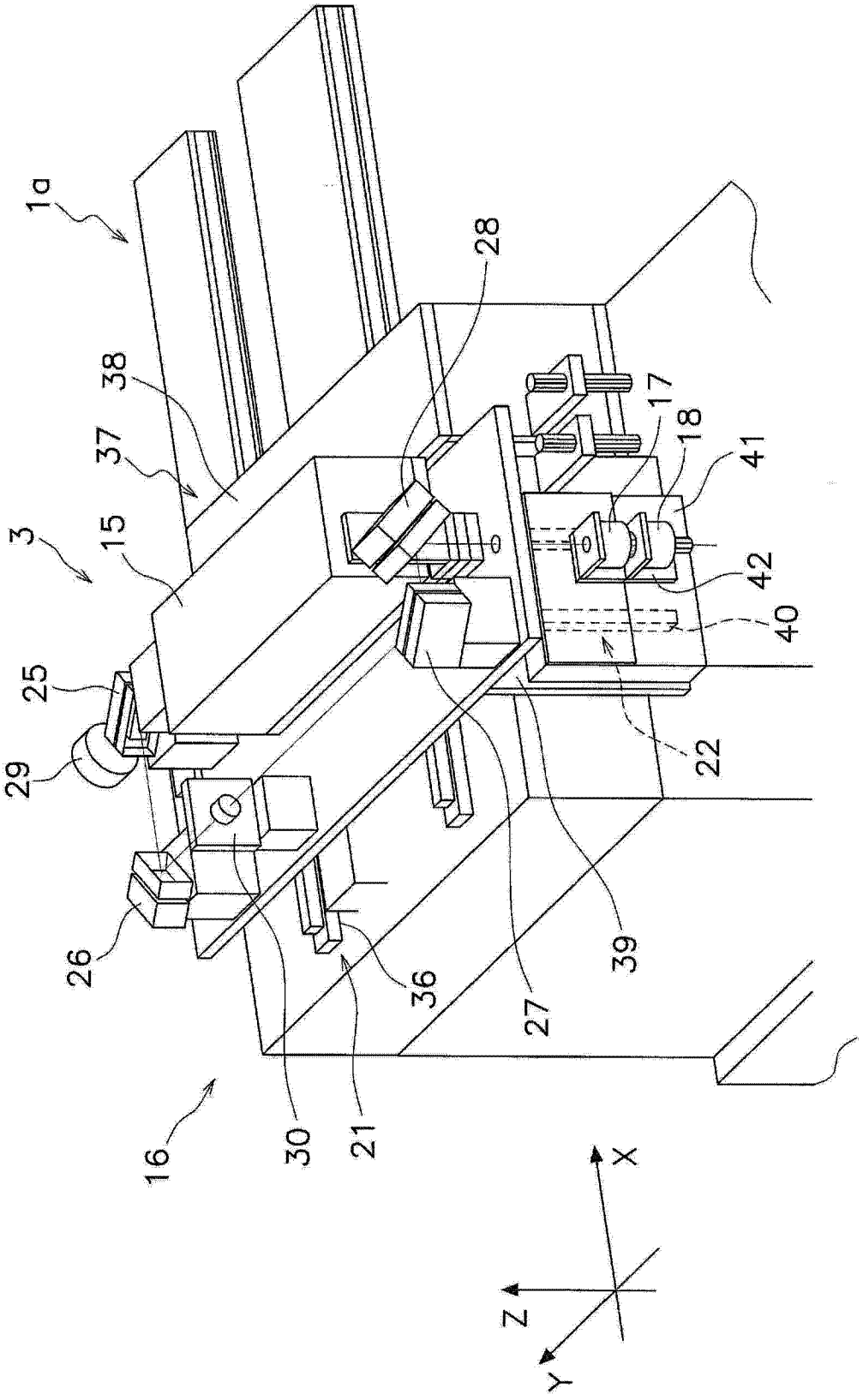


图 3

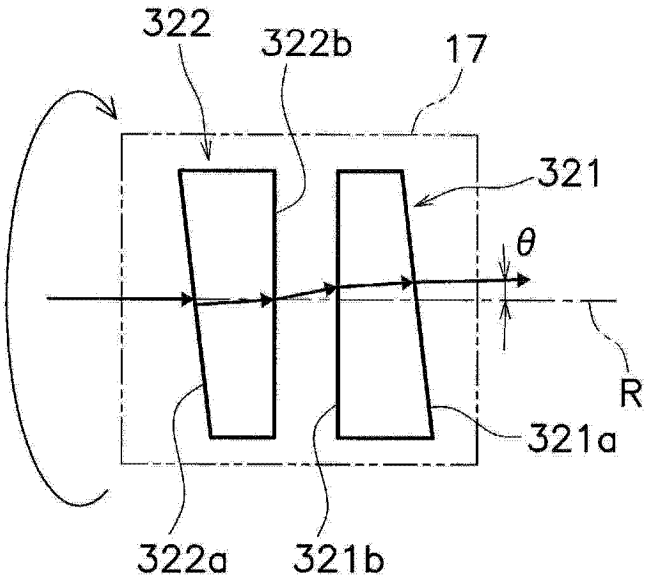


图 4

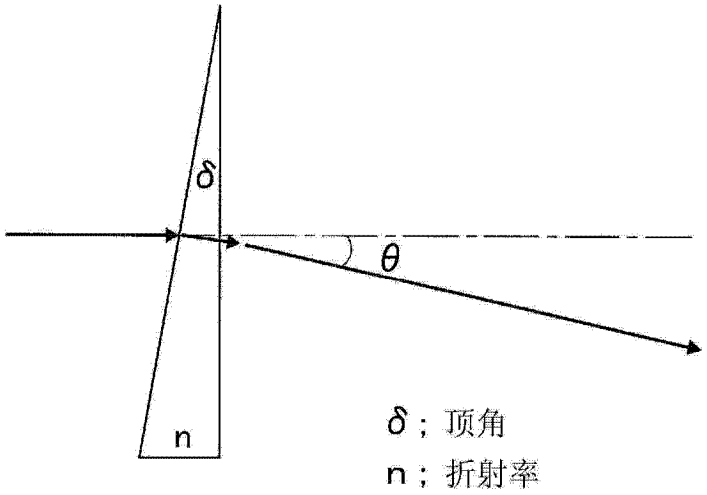


图 5

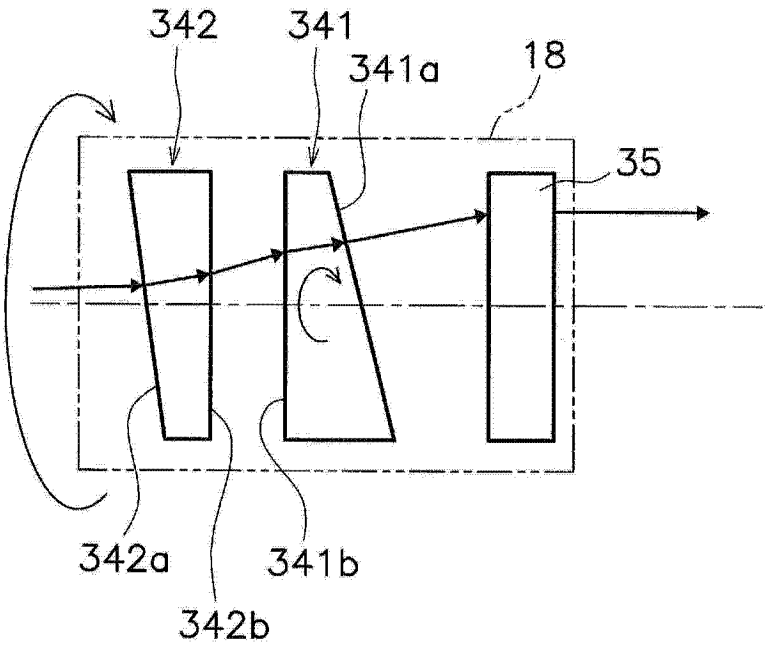

342
341
341a
18
35
342a
341b
342b

图 6

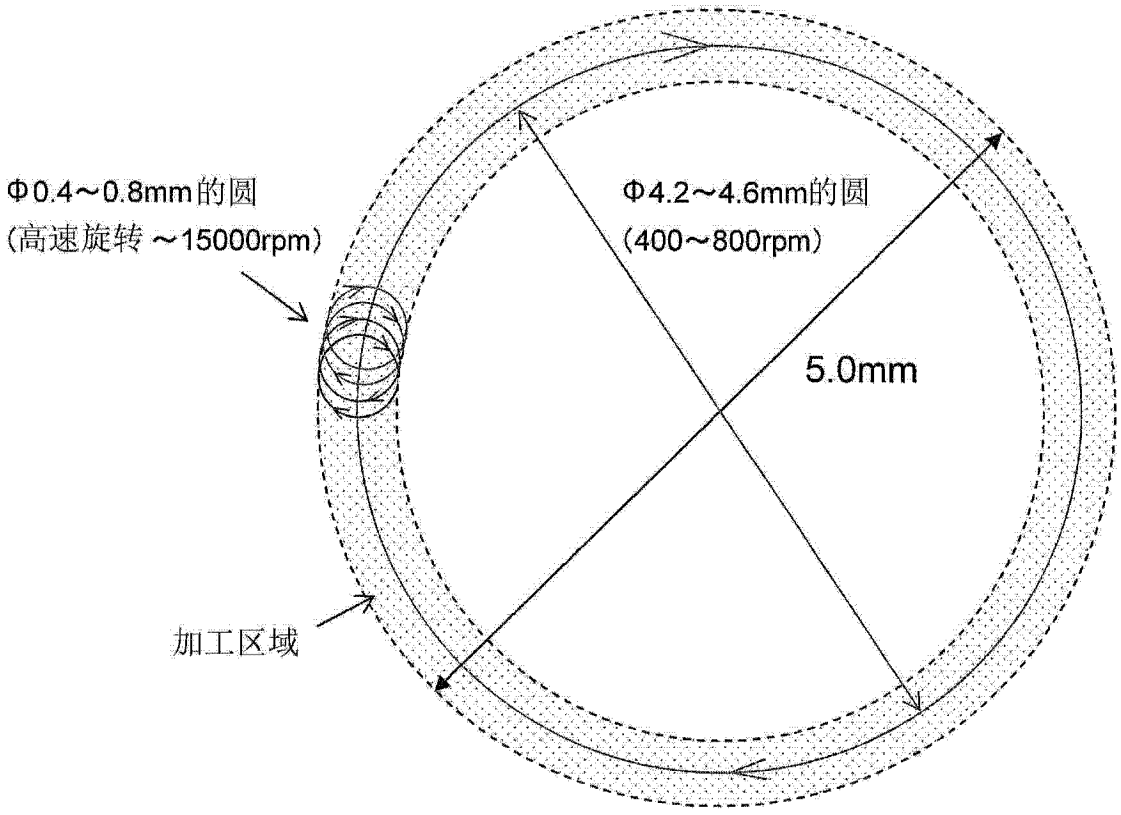

Φ0.4～0.8mm的圆
(高速旋转 ～15000rpm)
Φ4.2～4.6mm的圆
(400～800rpm)
5.0mm
加工区域

图 7

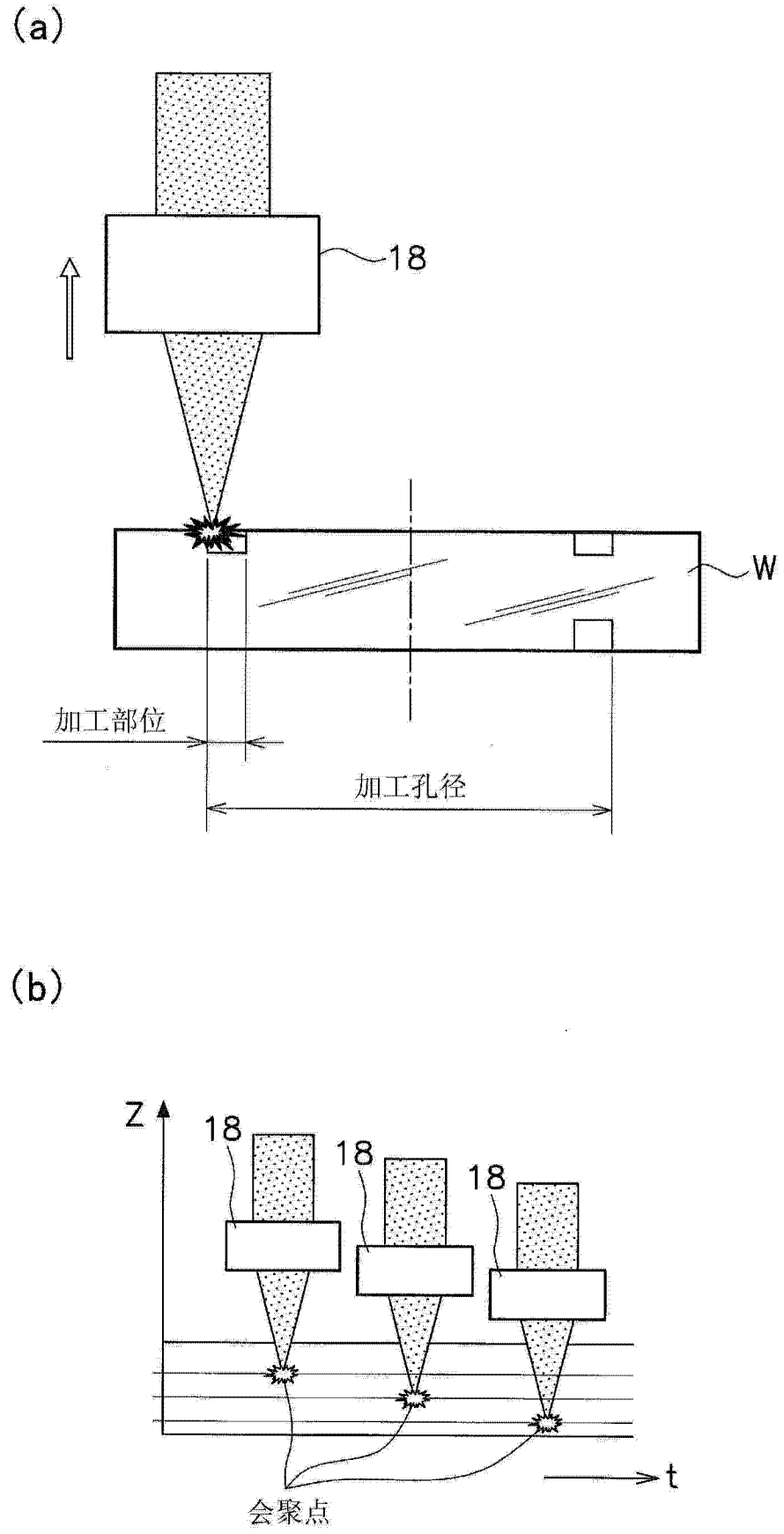


图 8

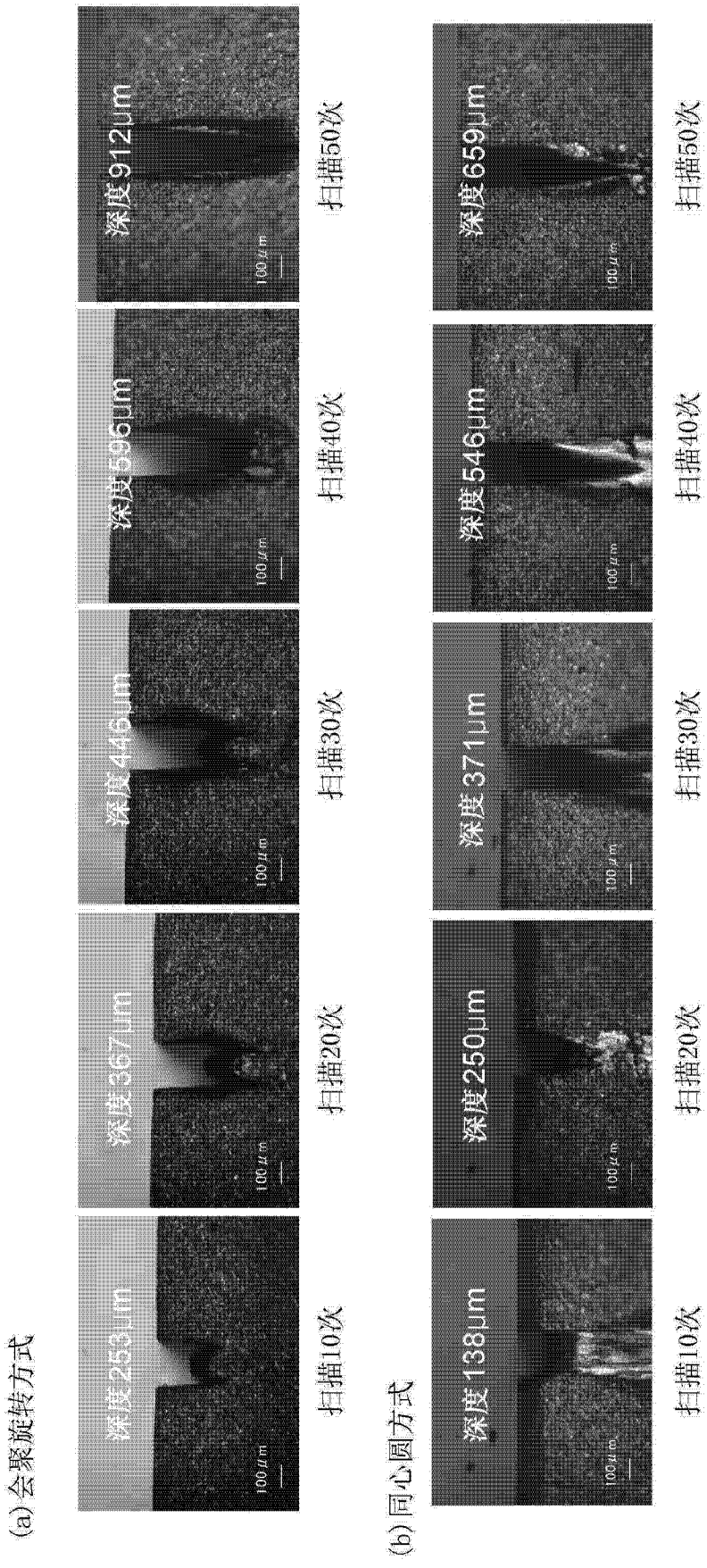

(a) 会聚旋转方式
深度253μm
深度367μm
深度446μm
深度595μm
深度912μm
扫描10次
扫描20次
扫描30次
扫描40次
扫描50次
(b) 同心圆方式
深度138μm
深度250μm
深度371μm
深度546μm
深度659μm
扫描10次
扫描20次
扫描30次
扫描40次
扫描50次
100μm

图 9

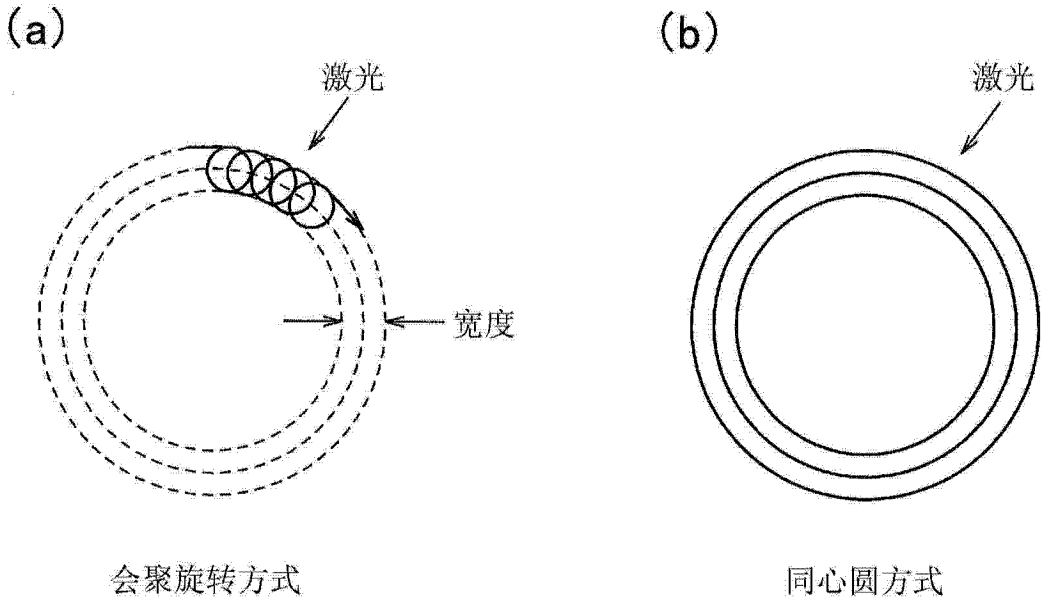


图 10