

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B23K 26/00

H01L 21/304

//B23K101 : 40



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410063811.2

[43] 公开日 2005年2月9日

[11] 公开号 CN 1575908A

[22] 申请日 2004.7.9

[21] 申请号 200410063811.2

[30] 优先权

[32] 2003.7.9 [33] JP [31] 272483/2003

[71] 申请人 株式会社迪斯科

地址 日本东京都

[72] 发明人 重松孝一 永井祐介

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

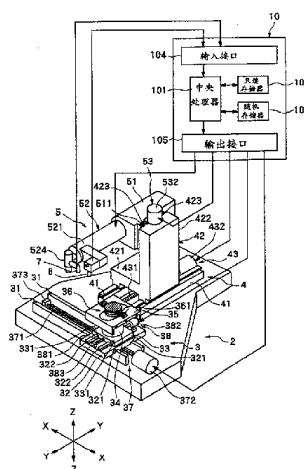
代理人 肖春京

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 7 页

[54] 发明名称 激光束处理方法和激光束处理装置

[57] 摘要

一种激光束处理方法，包括：在吸盘台上保持盘状工件，所述盘状工件具有形成在其正面上的呈格状图案的分割线；以及沿着所述分割线施加能够穿透所述盘状工件的激光束给保持在所述吸盘台上的所述盘状工件，从而沿着所述分割线在所述盘状工件内形成损坏层，其中，还包括：高度位置探测步骤，用于沿着所述分割线探测保持在吸盘台上的所述盘状工件的被施加所述激光束的一侧的表面的高度位置；以及激光束施加步骤，用于沿着所述分割线施加激光束给所述盘状工件，同时控制对应于在所述高度位置探测步骤中探测到的高度位置的所述激光束的焦点位置的位置。



1. 一种激光束处理方法，包括：在吸盘台上保持盘状工件，所述盘状工件具有在其正面上以格状图案形成的分割线；以及沿着所述分割线向保持在所述吸盘台上的所述盘状工件施加能够穿透所述盘状工件的激光束，从而沿着所述分割线在所述盘状工件内形成损坏层，其中，还包括以下步骤：

高度位置探测步骤，用于沿着所述分割线探测保持在吸盘台上的所述盘状工件的被施加所述激光束的一侧的表面的高度位置；以及

激光束施加步骤，用于沿着所述分割线向所述盘状工件施加激光束，同时控制对应于在所述高度位置探测步骤中探测到的高度位置的所述激光束的焦点位置的位置。

2. 一种激光束处理装置，用于沿着分割线向保持在吸盘台上的所述盘状工件施加能够穿透盘状工件的激光束，从而沿着所述分割线在所述盘状工件内形成损坏层，所述分割线以格状图案形成在所述盘状工件的正面，所述装置包括：

吸盘台，用于保持所述盘状工件；

激光束施加装置，用于将激光束施加到保持在所述吸盘台上的所述盘状工件；

处理给进装置，用于沿水平平面使所述吸盘台和所述激光束施加装置彼此相对移动；

焦点位置控制装置，用于控制所述激光束施加装置施加的激光束的焦点位置；

高度位置探测装置，用于沿着所述分割线探测保持在吸盘台上的所述盘状工件的被施加所述激光束的一侧的表面的高度位置；

存储装置，用于储存所述高度位置探测装置探测到的高度位置信息；以及

控制装置，用于根据储存在所述存储装置中的信息控制所述焦点位置控制装置。

3. 根据权利要求2所述的激光束处理装置，其中，所述控制装置根据标准位置的高度位置和当正面位置的高度位置之间的差以及所述盘状工件的折射系数获得修正值，并根据所述修正值控制所述焦点位置控制装置。

4. 根据权利要求 2 所述的激光束处理装置, 其中, 所述高度位置探测装置探测盘状工件的多个预定点的高度位置, 所述控制装置由所述高度位置探测装置探测到的每个高度位置获得分割线的波动函数 $f(x)$, 并根据所述波动函数 $f(x)$ 和所述盘状工件的折射率获得修正值, 从而根据所述修正值控制所述焦点位置控制装置。

激光束处理方法和激光束处理装置

技术领域

5 本发明涉及一种激光束处理方法，包括：在吸盘台上保持盘状工件，该盘状工件具有在正面以格状图案形成的分割线；以及沿着分割线向保持在吸盘台上的盘状工件施加能够穿透该盘状工件的激光束，从而沿着分割线在该盘状工件的内侧形成损坏层。本发明还涉及一种激光束处理装置。

10 背景技术

在半导体器件的制造工艺中，通过在大致为盘状半导体晶片中以格状图案形成的切割道（分割线）分为多个区域，在每个分开的区域中形成诸如 IC 或 LSI 电路（大规模集成电路）。沿着分割线分割半导体晶片，将其分割为电路形成区域，从而制造单个的半导体芯片。

15 同样沿着分割线切割具有层叠在蓝宝石基板上的氮化镓复合半导体层或类似物的光学器件晶片，将其分割成单个光学器件，例如广泛用于电气设备中的发光二极管、激光二极管等。

通常通过称作“切块机”的切割机器沿着分割线切割上述半导体晶片或光学器件晶片。这种切割机器包括：吸盘台，用于保持诸如半

20 导体晶片或光学器件晶片的工件；切割装置，用于切割保持在吸盘台上的工件；以及移动装置，用于使吸盘台和切割装置彼此相对移动。切割装置包括一高速旋转轴和装配到该轴上的切割片。该切割片包括盘状基体和环状边缘，环状边缘形成在基体的侧壁外周上，通过电铸沉积将直径约为 $3\mu\text{m}$ 的钻石磨粒附着到基体上形成约为 $20\mu\text{m}$ 的

25 厚度。

另外，由于蓝宝石基板、碳化硅基板、或钽酸锂基板具有较高的莫氏硬度，使用上述切割片进行切割并不总是容易的。因为切割片的厚度约为 $20\mu\text{m}$ ，所以用于分割每个器件的分割线必须具有约为 $50\mu\text{m}$ 的宽度。因此，例如，在器件尺寸约为 $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ 的情况下，分

30 割线的面积比较大，从而降低了生产率。

同时，就分割诸如半导体晶片等盘状工件的装置来说，使用激光束处理方法，其中激光束能穿过盘状工件，激光束被施加到盘状工件，

其汇聚点位于待被分割的区域内部。这种利用激光束进行处理的分割方法通过施加红外波长范围的激光束，从而沿着分割线在盘状工件的内部连续形成损坏层，并沿分割线施加外力来分割盘状工件，其中，激光束能够穿透盘状工件，其会聚点位于盘状工件一侧的内侧。外力的强度由于损坏层的形成而降低，例如，如 JP-A 2002-192367 中所披露的。

还有一种激光束处理方法，其中，为了在通过施加上述外力沿着分割线分割具有沿着分割线形成于其中的损坏层的盘状工件时平滑地分割盘状工件，损坏层略微暴露在盘状工件的施加激光束那一侧的对侧上。

然而，当盘状工件的厚度不均匀时，存在损坏层不能均匀地暴露在盘状工件的施加激光束那一侧的相对侧上的问题。也就是，当盘状工件 (W) 具有如图 8 (a) 所示的预定厚度 (t) 时，通过施加焦点 (P) 在预定内部位置的激光束 (LB) 到盘状工件 (W) 上，能使损坏层 (A) 均匀地暴露在盘状工件 (W) 的被施加激光束 (LB) 那一侧的对侧上。然而，如图 8 (b) 所示，在盘状工件 (W) 的厚度 (t1) 小于预定厚度 (t) 的情况下，由于当激光束 (LB) 从和图 8 (a) 所示相同的高度施加时激光束 (LB) 的折射率的关系，从施加激光束 (LB) 那一侧的对侧上的表面到焦点 (P) 的距离变大。结果，通过激光束 (LB) 形成的损坏层 (A) 不能暴露到施加激光束那一侧的对侧上。同时，如图 8 (c) 所示，在盘状工件 (W) 的厚度 (t2) 大于预定厚度 (t) 的情况下，由于当激光束 (LB) 从和图 8 (a) 所示相同的高度施加时激光束 (LB) 的折射率的关系，从施加激光束 (LB) 那一侧的对侧上的表面到焦点 (P2) 的距离变小。结果，通过激光束 (LB) 形成的损坏层 (A) 过多暴露到施加激光束那一侧的对侧上。因此，当通过根据具有如图 8 (d) 所示标准高度的中间部分，施加激光束给形状为中间部分厚且从中间部分到外围部分的厚度逐渐减少的盘状工件，以在该盘状工件内形成损坏层时，远离中间位置的损坏层 (A) 不能抵达施加激光束那一侧的对侧的表面 (图中的底面)，施加激光束那一侧的对侧的表面 (图中的底面) 和损坏层 (A) 之间的距离向外周逐渐变大，因此，不能在希望的位置形成损坏层 (A)。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种激光束处理方法和激光束处理装置，即使当盘状工件的厚度不均匀时也能够盘状工件的希望的位置形成损坏层。

为了实现上述目的，根据本发明，提供了一种激光束处理方法，
5 包括：在吸盘台上保持盘状工件，该盘状工件具有形成在正面的呈格状图案的分割线；以及沿着分割线向保持在吸盘台上的盘状工件施加能够穿透该盘状工件的激光束，从而沿着分割线在该盘状工件内形成损坏层，其中，还包括：

高度位置探测步骤，用于沿着分割线探测保持在吸盘台上的盘状
10 工件的施加激光束那一侧的表面高度的位置；以及

激光束施加步骤，用于沿着分割线施加激光束给工件，同时控制对应于在高度位置探测步骤中探测到的高度位置的激光束焦点的位置。

根据本发明，还提供了一种用于沿着分割线向盘状工件施加能够
15 穿透该盘状工件的激光束的激光束处理装置，从而沿着分割线在该盘状工件的内侧形成损坏层，该盘状工件具有形成在正面的呈格状图案的分割线，该激光束处理装置包括：

吸盘台，用于保持盘状工件；

激光束施加装置，用于向保持在吸盘台上的盘状工件施加激光束；
20 处理给进装置，用于使吸盘台和激光束施加装置在水平面内彼此相对移动；

焦点位置控制装置，用于控制激光束施加装置所施加的激光束的焦点的位置；

高度位置探测装置，用于沿着分割线探测保持在吸盘台上的盘状
25 工件的施加激光束的侧表面的高度位置；

存储装置，用于储存高度位置探测装置探测到的高度位置信息；

控制装置，用于根据储存在存储装置中的信息控制该焦点位置控制装置。

上述控制装置根据标准位置的高度位置和当正面位置的高度位置
30 之间的差以及盘状工件的折射系数来获得修正值，并根据修正值控制焦点位置控制装置。

上述高度位置探测装置探测盘状工件的多个预定点的高度位置，

控制装置通过高度位置探测装置探测到的每个高度位置获得分割线的波动函数 $f(x)$ ，并根据波动函数 $f(x)$ 和盘状工件的折射率获得修正值，从而根据修正值控制焦点位置控制装置。

在本发明中，由于探测到沿着分割线保持在吸盘台上的盘状工件的施加激光束的侧表面的高度位置，沿着分割线施加激光束，同时，根据上述高度位置控制焦点位置控制装置的位置，即使当盘状工件的厚度不均匀时，也能够盘状工件的希望位置处形成损坏层。

附图说明

图 1 是根据本发明构成的激光束处理装置的立体图；

图 2 是示出图 1 所示的激光束处理装置中的激光束施加装置的构成的示意性结构图；

[7] 图 3 是作为待被本发明的激光束处理方法处理的工件的半导体晶片的立体图；

图 4 (a) 和 4 (b) 是用于解释本发明的激光束处理方法中的高度位置探测步骤的示意图；

图 5 (a) 和 5 (b) 是用于解释本发明的激光束处理方法中的激光束施加步骤的示意图；

图 6 是用于解释本发明的激光束处理方法中的激光束施加步骤的示意图；

图 7 (a) 和 7 (b) 是本发明的激光束处理方法中用于控制激光束的焦点位置的另一实施例的示意图；以及

图 8 (a) 至 8 (d) 是用于说明通过现有技术的激光束处理方法形成的损坏层的示意图。

具体实施方式

下面参考附图详细说明根据本发明的激光束处理方法和激光束处理装置。

图 1 是根据本发明构成的激光束处理装置的立体图。图 1 示出的激光束处理装置 1 包括：固定底座 2；吸盘台机构 3，其以这样的方式设置在固定底座 2 上，使得其能够在箭头 X 示出的处理给进方向移动并保持工件；激光施加单元支撑机构 4，其以这样的方式设置在固定底座 2 上，使得其能够在箭头 Y 示出的垂直于箭头 X 示出的方向的换位给进方向移动；以及激光束施加单元 5，其以这样的方式设置在

激光束施加单元支撑机构 4 上, 使得其能够在箭头 Z 示出的焦点位置控制方向移动。

上述吸盘台机构 3 包括: 一对导轨 31 和 31, 设置在固定底座 2 上并沿着箭头 X 示出的方向彼此平行设置; 第一滑块 32, 其以这样的方式设置在导轨 31 和 31 上, 使得其能够在箭头 X 示出的方向移动; 第二滑块 33, 其以这样的方式设置在第一滑块 32 上, 使得其能够在箭头 Y 示出的方向移动; 支撑台 35, 通过柱件 34 支撑在第二滑块 33 上; 以及吸盘台 36, 用作工件保持装置。这个吸盘台 36 具有由多孔材料制成的吸附吸盘 361, 该吸盘台 36 被如此构造以通过未示出的抽吸装置在吸附吸盘 361 上保持作为工件的盘状半导体晶片。通过安装在柱件 34 中的脉冲马达 (未示出) 转动吸盘台 36。

上述第一滑块 32 在其底面上具有一对安装在一对导轨 31 和 31 上的导槽 321 和 321; 在其顶面上具有沿着箭头 Y 所示的方向彼此平行形成的一对导轨 322 和 322。如上所述构造的第一滑块 32 被构造使得, 通过分别在该对导轨 31 和 31 上装配导槽 321 和 321, 从而能够以在箭头 X 所示的方向沿着该对导轨 31 和 31 移动。示意性实施例中的吸盘台机构 3 具有处理给进装置 37, 用于在箭头 X 示出的方向沿着该对导轨 31 和 31 移动第一滑块 32。处理给进装置 37 包括: 外螺纹杆 371, 其设置在上述导轨对 31 和 31 之间并与其平行; 以及驱动源, 诸如用于旋转驱动外螺纹杆 371 的脉冲马达 372。该外螺纹杆 371 的一端旋转支撑在固定在上述固定底座 2 上的轴承块 373 上, 其另一端通过未示出的减速器传动联接至上述脉冲马达 372 的输出轴。该外螺纹杆 371 旋入形成在内螺纹块 (未示出) 中的螺纹穿透孔中, 该内螺纹块从第一滑块 32 的中央部分的底面突出。因此, 通过脉冲马达 372 在正方向或反方向驱动外螺纹杆 371, 在箭头 X 示出的处理给进方向沿着该对导轨 31 和 31 移动第一滑块 32。

上述第二滑块 33 在其底面上具有一对安装在导轨对 322 和 322 上的导槽 331 和 331, 该导轨对 322 和 322 位于上述第一滑块 32 的顶面上并被构造使得, 通过分别在导轨对 322 和 322 上装配导槽 331 和 331, 从而能够以在箭头 Y 所示的方向沿着导轨对 322 和 322 移动。示意性实施例中的吸盘台机构 3 具有第一换位给进装置 38, 用于沿着第一滑块 32 上的导轨对 322 和 322 在箭头 Y 示出的方向移动第二滑块 33。

第一换位给进装置 38 包括：外螺纹杆 381，其设置在上述导轨对 322 和 322 之间并与其平行；以及驱动源，诸如用于旋转驱动外螺纹杆 381 的脉冲马达 382。外螺纹杆 381 的一端旋转支撑在固定在上述第一滑块 32 的顶面上的轴承块 32 上，其另一端通过未示出的减速器传动联接至上述脉冲马达 382 的输出轴。该外螺纹杆 381 旋入形成在内螺纹块（未示出）中的螺纹穿透孔中，该内螺纹块从第二滑块 33 的中央部分的底面突出。因此，通过脉冲马达 382 在正方向或反方向驱动外螺纹杆 381，在箭头 Y 示出的换位方向沿着导轨 322 和 322 移动第二滑块 33。

10 上述激光束施加单元支撑机构 4 具有：一对导轨 41 和 41，其设置在固定底座 2 上并沿着箭头 Y 示出的换位方向彼此平行设置；以及可移动支撑底座 42，以这样的方式设置在导轨对 41 和 41 上，使得其能够在箭头 Y 示出的方向移动。可移动支撑底座 42 包括：可移动支撑部 421，可移动地设置在导轨 41 和 41 上；以及装配部 442，连接
15 至移动支撑部 421。该装配部 422 的一个侧面设置有在箭头 Z 示出的方向延伸的一对平行导轨 423 和 423。示意性实施例中的激光束施加单元支撑机构 4 包括第二换位给进装置 43，用于在箭头 Y 示出的换位给进方向沿着导轨对 41 和 41 移动可移动支撑底座 42。该第二换位给进装置 43 包括：外螺纹杆 431，设置在上述导轨对 41 和 41 之间，与
20 其平行；以及驱动源，诸如用于旋转驱动外螺纹杆 431 的脉冲马达 432。外螺纹杆 431 的一端旋转支撑在上述固定底座 2 上的轴承块（未示出）上，其另一端通过未示出的减速器传动联接至上述脉冲马达 432 的输出轴。该外螺纹杆 431 旋入形成在内螺纹块（未示出）中的螺纹穿透孔中，该内螺纹块从构成可移动支撑底座 42 的移动支撑部 421 的中
25 央部分的底面突出。因此，通过脉冲马达 432 在正方向或反方向驱动外螺纹杆 431，在箭头 Y 示出的换位方向沿着导轨 41 和 41 移动可移动支撑底座 42。

示意性实施例中的激光束施加单元 5 包括单元固定器 51 和固定到单元固定器 51 上的激光束施加装置 52。单元固定器 51 包括一对导槽
30 511 和 511，从而可滑动地安装在上述装配部 422 上的导轨对 423 和 423 上，并被以这样的方式支撑，通过分别在上述导轨对 423 和 423 上装配导槽 511 和 511，从而能够以在箭头 Z 所示的方向移动。

示范性的激光束施加单元 5 包括固定到上述单元固定器 51 的柱状壳体 521，大致水平延伸。在壳体 521 中，安装有激光束振荡装置 522 和激光束调制装置 523，如图 2 所示。激光束振荡装置 522 可采用 YAG 激光振荡器或 YV04 激光振荡器。激光束调制装置 523 包括重复频率设置装置 523a、激光束脉冲宽度设置装置 523b、以及激光束波长设置装置 523c。对于本领域技术人员而言，构成激光束调制装置 523 的重复频率设置装置 523a、激光束脉冲宽度设置装置 523b 以及激光束波长设置装置 523c 是已知装置，因此，省略对它们的详细描述。其本身为已知的聚光器 524 连接至上述壳体 521 上方的端部。

10 从上述激光束振荡装置 522 振荡的激光束通过激光束调制装置 523 抵达聚光器 524。在激光束调制装置 523 中，重复频率设置装置 523a 将激光束转化为具有预定重复频率的脉冲激光束，激光束脉冲宽度设置装置 523b 将脉冲激光束的脉冲宽度设置到预定宽度，激光束波长设置装置 523c 将脉冲激光束的波长设置到预定波长。

15 在构成上述激光束施加装置 52 的壳体 521 的前端上装配有对准装置 6，用于探测待被上述激光束施加装置 52 处理的处理区域。在这一实施例中的对准装置 6 包括：红外照射装置，用于向工件照射红外线；光学系统，用于捕获红外照射装置发出的红外线；图像拾取装置（红外 CCD），用于输出对应于光学系统所捕获的红外线的电信号；以及
20 普通图像拾取装置（CCD），用于利用可见射线获得图像，并传送图像信号给将随后描述的控制装置。

在该实施例中的激光束处理装置包括高度位置探测装置 7，当工件保持在上述吸盘台 36 上时，用于探测盘状工件的施加激光束一侧的表面（保持在吸盘台 36 上的盘状工件的顶面）的高度位置。这一
25 高度位置探测装置 7 装配在实施例中构成激光束施加装置 52 的聚光器 524 上，由气隙传感器或超声传感器构成，用于传送探测信号给随后描述的控制装置。

在示范性实施例中的激光束施加单元 5 具有焦点位置控制装置 53，用于沿着导轨对 423 和 423 在箭头 Z 示出的方向移动单元固定器
30 51。和上述给进装置类似，焦点位置控制装置 53 包括：外螺纹杆（未示出），设置在导轨对 423 和 423 之间；以及驱动源，诸如脉冲马达 532，用于旋转驱动外螺纹杆。通过用脉冲马达 532 正方向或反方向

驱动外螺纹杆（未示出），单元固定器 51 和激光束施加装置 52 沿着导轨 423 和 423 在箭头 Z 示出的焦点位置控制方向移动。因此，焦点位置控制装置 53 能够控制激光束施加装置 52 所施加的激光束的焦点的位置。

5 示范性实施例中的激光束处理装置具有控制装置 10。该控制装置 10 由微型计算机构成，包括：中央处理器（CPU）101，用于根据控制程序执行操作；只读存储器（ROM）102，用于储存控制程序；随机存取存储器（RAM）103，用于储存操作结果，并使信息能够被从此处读取和写入此处；输入接口 104 和输出接口 105。随机存取存储器（RAM）
10 103 用作储存装置，用于储存上述高度位置探测装置 7 探测到的盘状工件的施加激光束一侧的表面的高度位置。来自对准装置 6 和高度位置探测装置 7 的探测信号输入这样构成的控制装置 10 的输入接口 104。从输出接口将控制信号输出给上述脉冲马达 372、脉冲马达 382、脉冲马达 432、脉冲马达 532、以及激光束施加装置 52。

15 下面描述用于通过使用上述激光束处理装置来处理作为工件的半导体晶片。

图 3 是将要通过本发明的激光束处理装置进行处理的半导体晶片的立体图。在图 3 示出的半导体晶片 20 中，多个区域通过多个切割道（分割线）211 隔开，这些切割道（分割线）211 以格状图案形成
20 在诸如硅晶片的半导体基板 21 的正面 21a 上，诸如 IC 或 LSI 的电路 212 被形成在每个分割区域中。

保护带附着到如上构造的半导体晶片 20 的正面 21a，半导体晶片 20 被放置到吸盘台 36 的吸附吸盘 361 顶面上（该吸盘台 36 构成如图 1 所示的激光束施加装置 1 的吸盘台机构 3），使得晶片 20 的后表面
25 20b 朝上，而其保护带侧被吸附保持在吸附吸盘 361 上。通过处理给进装置 37 的操作沿着导轨 31 和 31 移动用来吸附保持半导体晶片 20 的吸盘台 36，处理给进装置 37 将被定位在装配在激光束施加单元 5 上的对准装置 6 的正下方。

在处理给进装置 37 位于装配在激光束施加单元 5 上的对准装置 6
30 的正下方后，通过对准装置 6 和控制装置 10 进行用于探测半导体晶片 20 的处理区域的对准工作。也就是，对准装置 6 和控制装置 10 执行诸如图案匹配的图像处理，以将在预定的方向形成在半导体晶片 20

上的分割线 211 与用于沿着分割线 211 施加激光束的激光束施加单元 5 的聚光器 524 对准, 从而进行激光束施加位置的对准工作。同样, 进行用于在垂直于上述预定方向的方向延伸的形成在半导体晶片 20 上的分割线 211 的激光束施加位置的对准工作。尽管形成有半导体晶片 20 的分割线 211 的正面 21a 向下, 但仍然可从背面 21b 得到分割线 211 的图像, 原因在于对准装置 6 包括: 红外照射装置; 光学系统, 用于捕获红外线; 图像拾取装置 (红外 CCD), 用于输出对应于红外线的电信号, 如上所述。

如上所述, 探测到形成在保持在吸盘台 36 中的半导体晶片 20 上的切割道 211 和执行激光束施加位置对准后, 吸盘台 36 移动以将预定分割线 211 的一端 (图中左端) 带入高度位置探测装置 7 的正下方位置, 如图 4 (a) 所述。接着, 在吸盘台 36 在箭头 X1 所示方向运动的过程中, 通过高度位置探测装置 7 探测施加激光束的一侧的表面 (保持在吸盘台上的盘状工件的顶表面), 直到高度位置探测装置 7 抵达半导体晶片 20 的预定分割线 211 的另一端 (图中的右端), 如图 4 (b) 所示, 其探测信号发送给控制装置 10。控制装置 10 根据高度位置探测装置 7 发送的高度位置探测信号以及吸盘台 36 的移动位置来计算沿着分割线 211 施加激光束的一侧的表面 X 和 Z 坐标值, 并将这些值临时储存在随机存取存储器 (RAM) 103 中 (高度探测步骤)。

此后, 吸盘台 36 移动以将半导体晶片的施加激光束的侧表面的预定分割线 211 的另一端 (图中右端) 带入激光束施加装置 52 的聚光器 524 的正下方的位置, 预定分割线 211 的 X 和 Z 坐标值已被探测到, 如图 5 (a) 所示。接着, 以预定的处理给进速率在箭头 X2 示出的方向移动吸盘台 36, 直到聚光器 524 抵达半导体晶片 20 的预定分割线 211 的一端 (图中的左端), 如图 5 (b) 所示, 同时, 从聚光器 524 施加激光束 (激光束施加步骤)。在此期间, 控制装置 10 根据施加激光束的侧表面的 X 和 Z 坐标值控制焦点位置控制装置 53 的脉冲马达 532, 以调整聚光器 524 的高度位置, 也就是在 Z 轴方向的位置, X 和 Z 坐标值已经在高度探测步骤储存在随机存取存储器 (RAM) 103 中。换言之, 控制装置 10 首先通过以下式子获得半导体晶片 20 的施加激光束的侧表面的 X 和 Z 坐标值的修正值:

$$\text{修正值} = (\text{标准值} - \text{当前值}) \times \text{折射系数}$$

其中，标准值是标准位置处（例如，晶片的标准厚度处）的高度的位置；当前值是当前位置的高度的位置；折射系数是工件在空气中的弯折系数（例如，硅是 0.25）。

5 在获得修正值后，控制装置 10 通过以下式子获得聚光器 524 的 Z 轴方向的位置：

在 Z 轴方向的位置 = 设定高度的位置 + 修正值

其中，设定高度的位置是标准位置在 Z 轴方向的位置。

控制装置 10 根据这样获得的在 Z 轴方向的位置控制焦点位置控制装置 53 的脉冲马达 532，以在 Z 轴方向的位置定位聚光器 524。

10 结果，形成在半导体晶片 20 内部的损坏层 210 均匀暴露在与施加激光束的一侧相对的另一侧的表面上（保持在吸盘台 36 的盘状工件的底面）。在示范性实施例中，因此，可以在半导体晶片 20 的厚度方向的希望位置处形成损坏层。

设置用于上述激光束施加步骤的下述工艺条件：

15 激光：YV04 脉冲激光

波长：1,064 nm

脉冲能量：1.0 μ J

重复频率：100 kHz

脉冲宽度：25 ns

20 焦点直径：1 μ m

焦点的峰值能量强度： 5.1×10^{10} W / cm^2

处理给进速率：100 mm / sec

当半导体晶片 20 较厚时，通过逐步改变焦点 P 以形成希望的多个损坏层 210a、210b、210c，从而多次执行以上激光施加步骤，如图 6 25 所示。优选通过按照 210a、210b 和 210c 的次序逐步移动激光束的焦点来执行损坏层 210a、210b、210c 的制备。

在上述实施例中，对于每条分割线都执行高度位置探测步骤和激光束施加步骤。然而，可以对所有分割线都执行高度位置探测，所有分割线的信息都在激光束施加步骤之前储存在随机存取存储器（RAM）30 103 中。

如上所述，在沿着半导体晶片 20 的所有切割道 211 形成损坏层后，用于保持半导体晶片 20 的吸盘台 36 返回其首次吸附保持半导体晶片

20 的位置，以取消其对于半导体晶片 20 的吸附保持。接着，通过未示出的传送工具将半导体晶片 20 传送到分割步骤。

下面将描述本发明的另一实施例，其中激光束的焦点受到控制。

在该实施例中，如图 7 (a) 和图 7 (b) 所示，本发明应用于中间
5 较厚且朝其外周逐步变薄的圆盘状工件 (W)。也就是，在该实施例中，用吸盘台的正面探测盘状工件 (W) 的多个点的高度位置作为保持在吸盘台的盘状工件的状态下的参考位置，以获得基于这多个点的高度位置的波动函数 $f(x)$ ，从而控制了激光束的焦点的位置。

探测到高度位置 (a)、高度位置 (b)、高度位置 (c)、高度位置 (d)、高度位置 (e)，其中高度位置 (a) 是图 7 (a) 和图 7 (b)
10 中的盘状工件 (W) 的中心的顶表面的高度位置；高度位置 (b) 是在图 7 (b) 中沿第一方向穿过所述中心的分割线的左端处顶面的高度位置，该第一方向是水平方向；高度位置 (c) 是沿第一方向的分割线的右端处的顶面的高度位置；高度位置 (d) 是图 7 (b) 中沿第二方向穿过所述中心的分割线的上端处顶面的高度位置，该第二方向是垂直方向；以及高度位置 (e) 是沿第二方向的分割线的下端处的顶面的高度位置。用 (r) 表示盘状工件 (W) 的半径，用 X 轴坐标表示沿穿过所述中心的第一方向的分割线，用 Y 轴坐标表示沿第二方向穿过所述中心的分割线，在第一方向的分割线全部由具有标准的 X 轴坐标
15 的局部坐标 ($r\theta$) 表示，通过以下式子 (1) 和 (2) 表示在第一方向的分割线的波动函数 $f(x)$ 。

第一和第四象限的 $f(x) =$

$$\frac{[c + 2(d - c)\theta/\pi] - \{a + (d - a)\sin\theta\}}{r \cdot \cos\theta} X + \{a + (d - a)\sin\theta\} \text{----- (1)}$$

第二和第三象限的 $f(x) =$

$$\frac{[b + 2(d - b)\theta/\pi] - \{a + (d - a)\sin\theta\}}{r \cdot \cos\theta} X + \{a + (d - a)\sin\theta\} \text{----- (2)}$$

用 Y 轴坐标表示沿第一方向穿过所述中心的分割线，用 X 轴坐标
25 表示沿第二方向穿过中心的分割线，沿第二方向的分割线全部用具有标准的 X 轴坐标的局部坐标 ($r\theta$) 表示，用以下式子 (3) 和 (4) 表示在第二方向的分割线的波动函数 $f(x)$ 。

第一和第四象限的 $f(x) =$

$$\frac{[\{d + 2(b-d)\beta/\pi\} - \{a + (d-a)\sin\beta\}] X}{r \cdot \cos\beta} + \{a + (b-a)\sin\beta\} \text{-----} (3)$$

第二和第三象限的 $f(x) =$

$$\frac{[\{e + 2(b-e)\beta/\pi\} - \{a + (d-a)\sin\beta\}] X}{r \cdot \cos\beta} + \{a + (b-a)\sin\beta\} \text{-----} (4)$$

在通过上述式子 (1)、(2)、(3) 和 (4) 得到在第一方向的分割线和在第二方向的分割线的波动函数 $f(x)$ 后, 从下式得出修正值。

5 修正值 = (标准值 - $f(x)$) × 折射系数

控制装置 10 通过下式得到聚光器 524 在 Z 轴方向的位置: Z 轴方向的位置 = 设定高度的位置 + 修正值

控制装置 10 根据这样获得的 Z 轴方向的位置, 控制焦点位置控制装置 53 的脉冲马达 532, 从而将聚光器 524 定位在 Z 轴方向的位置。

10 在上述实施例中, 损坏层暴露于吸盘台侧的表面上, 也就是, 盘状工件的施加激光束侧的相对侧的表面。为了在施加激光束的正面侧形成损坏层, 和盘状工件的波动一致, 激光束施加装置 52 的聚光器 524 可以根据盘状工件的当前位置在 Z 轴方向移动, 而不考虑盘状工件的折射系数。

15

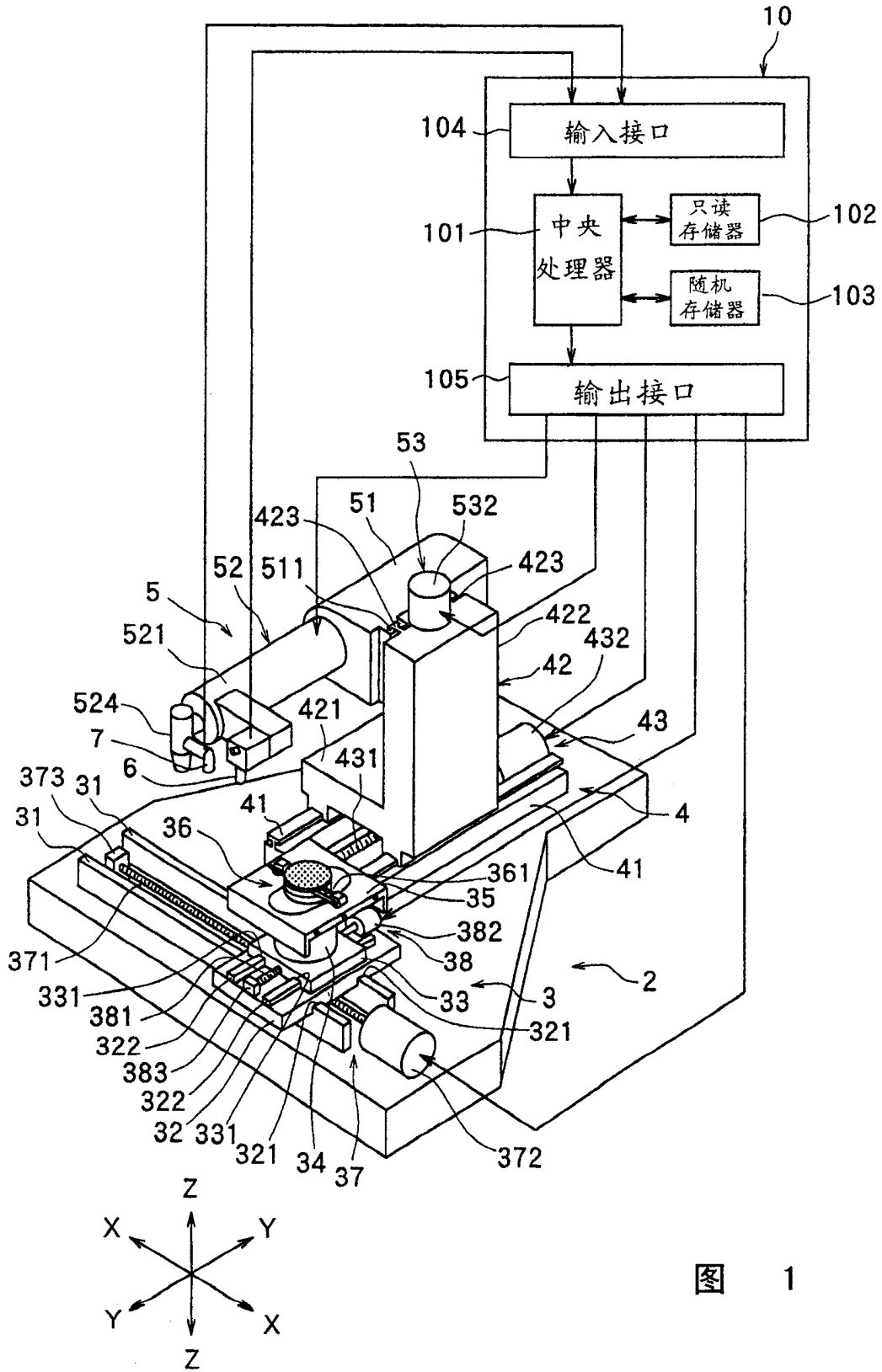


图 1

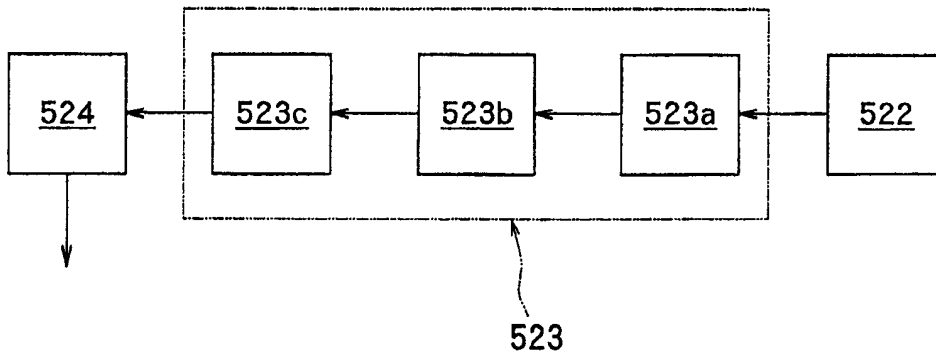


图 2

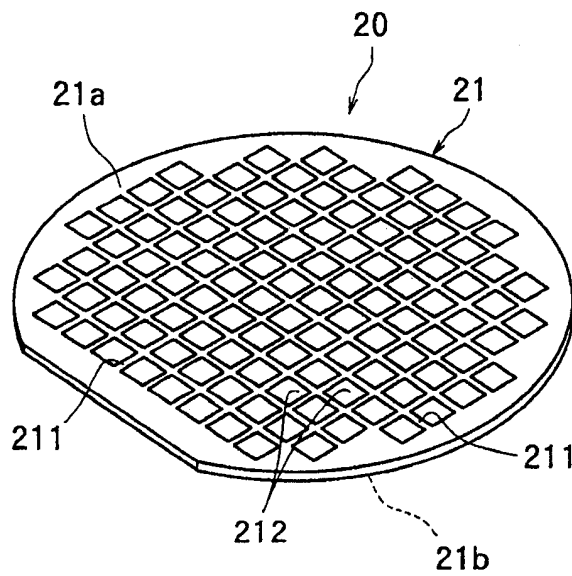


图 3

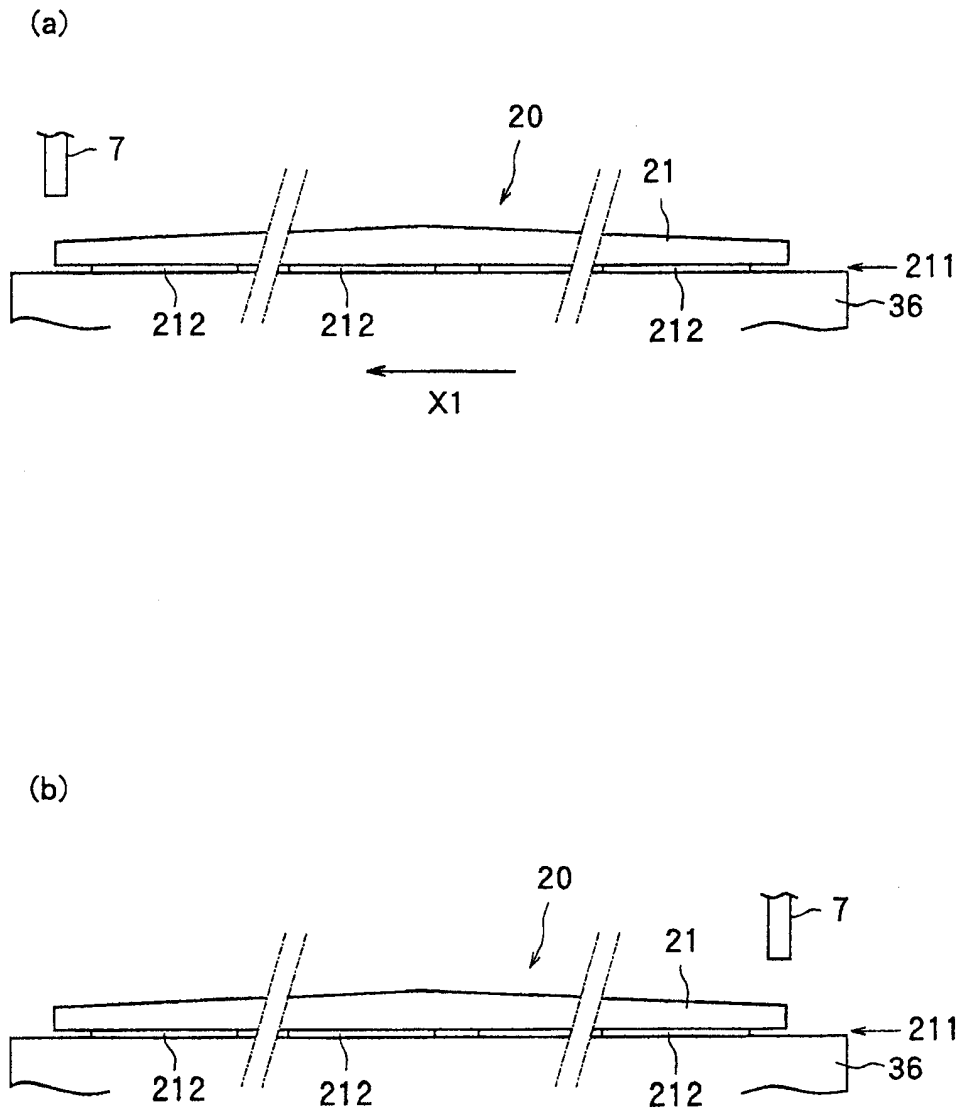


图 4

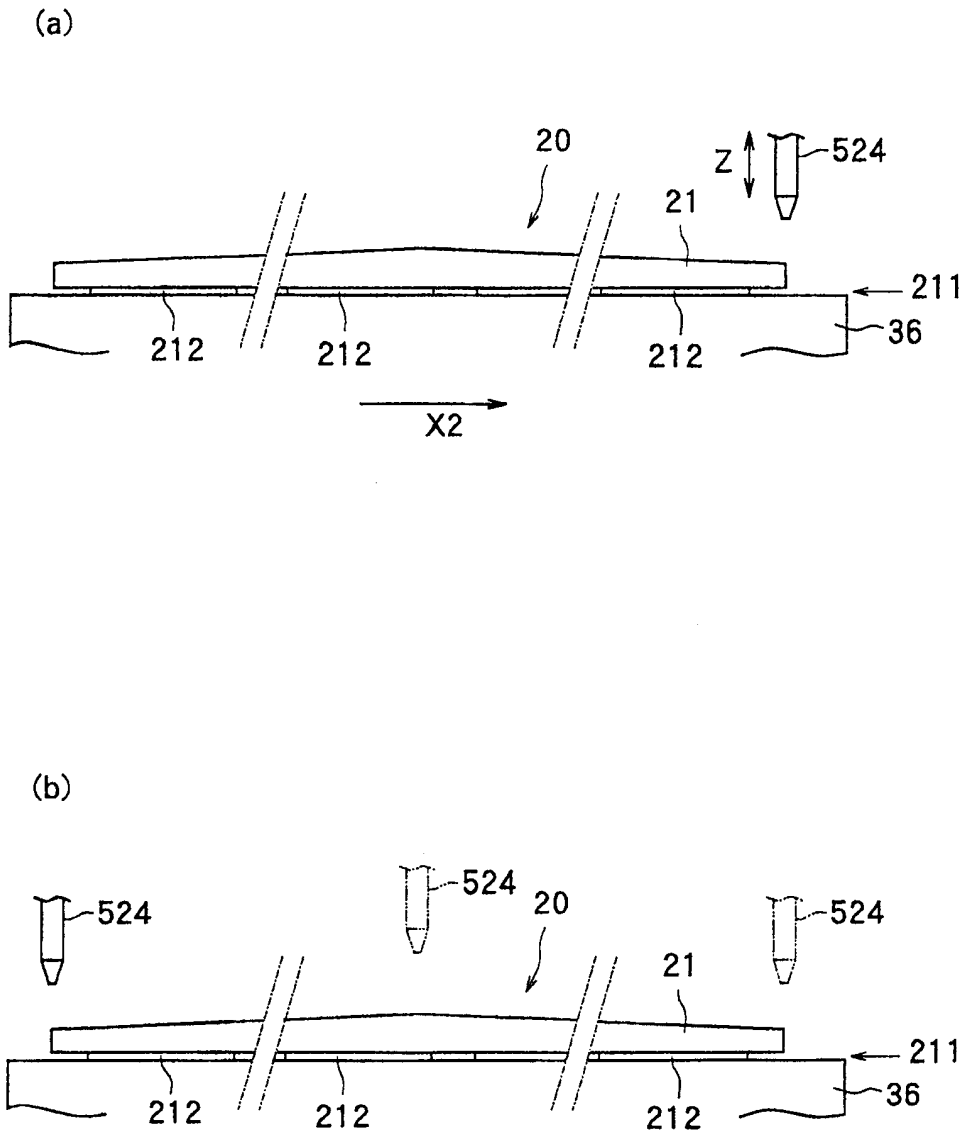


图 5

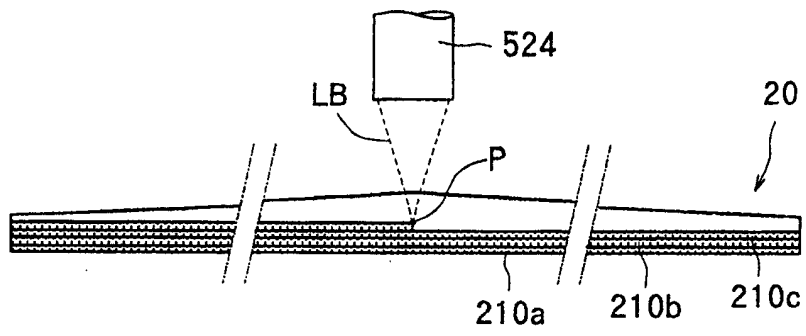


图 6

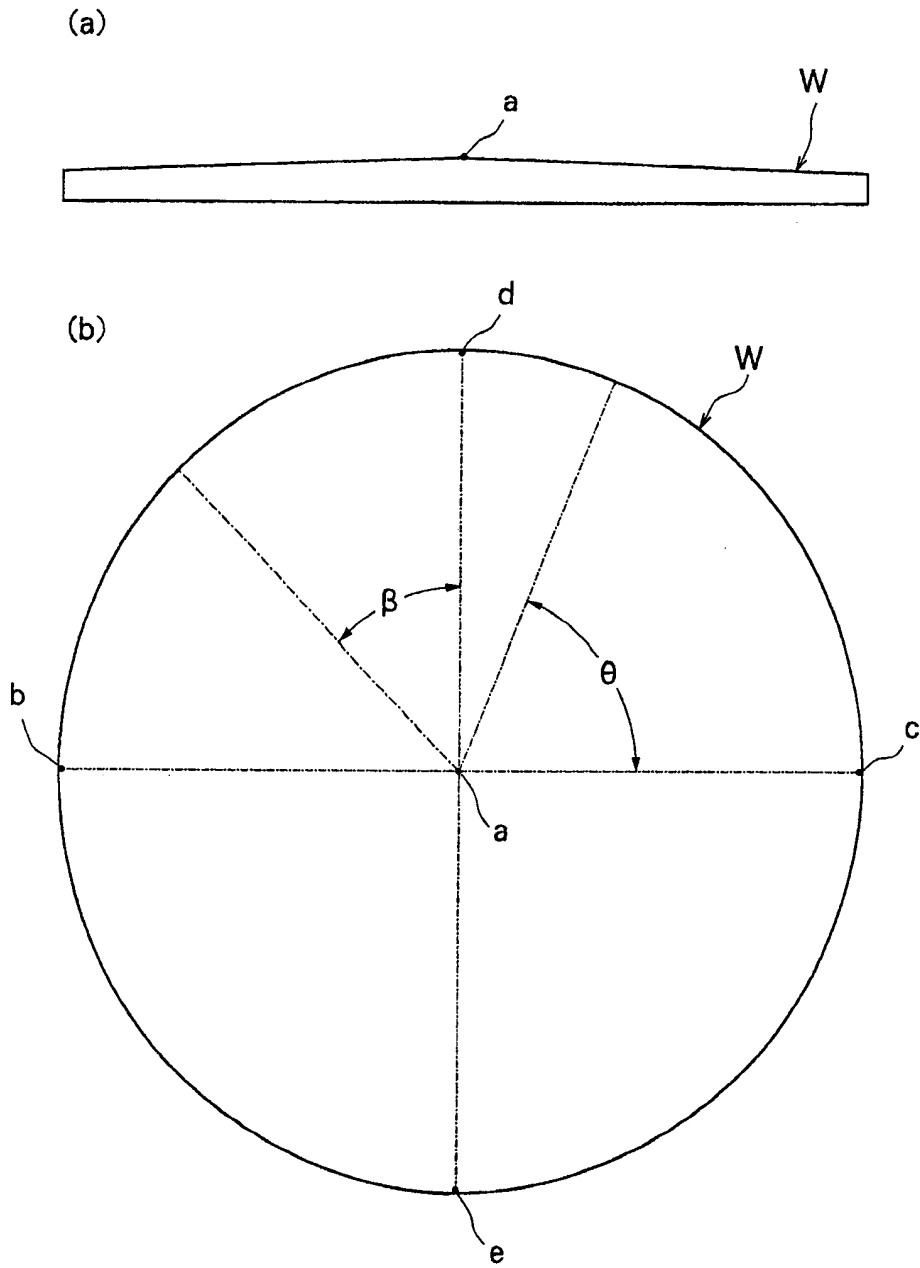


图 7

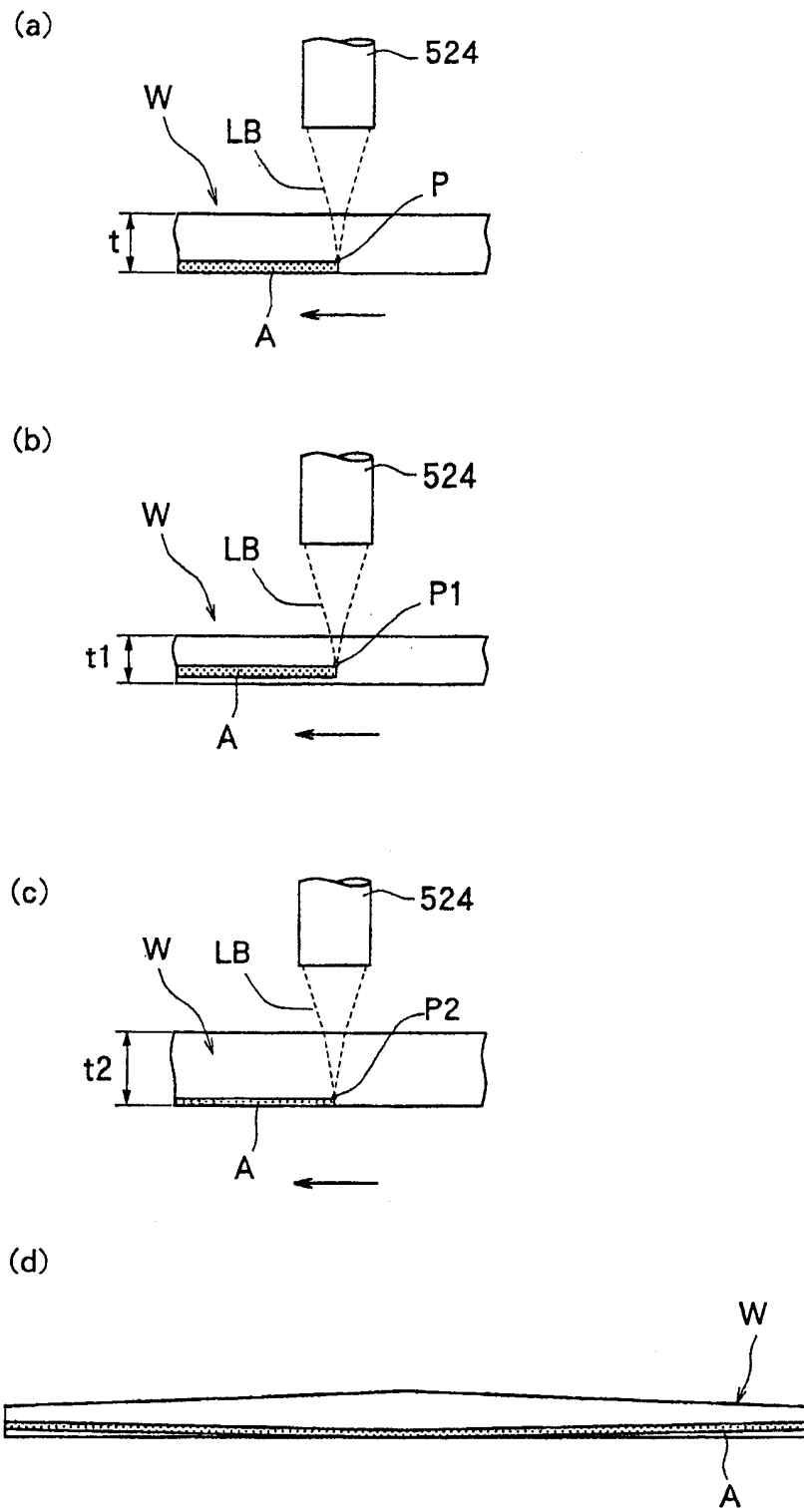


图 8