

1. 一种激光加工装置,其具有:

卡盘台,其保持被加工物;

激光光线照射单元,其对保持在该卡盘台上的被加工物照射脉冲激光光线,该激光光线照射单元包括:脉冲激光振荡器,其振荡出脉冲激光;重复频率调整单元,其调整该脉冲激光振荡器振荡出的脉冲激光的重复频率;以及聚光物镜,其对该脉冲激光振荡器振荡出的脉冲激光进行会聚而照射到保持在该卡盘台上的被加工物;

变焦透镜,其具有压电元件,且焦距根据通过该压电元件生成的高频的周期而变化,该变焦透镜配置在该脉冲激光振荡器与该聚光物镜之间;

高频电流频率调整单元,其调整施加在该压电元件上的高频电流的频率;以及

控制单元,其对该重复频率调整单元及该高频电流频率调整单元进行控制,

该控制单元以在由该脉冲激光振荡器振荡出的脉冲激光的重复频率与施加在该变焦透镜的该压电元件上的高频电流的频率之间产生相位差的方式控制该重复频率调整单元及该高频电流频率调整单元。

2. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置,其中,

该变焦透镜由配设在光轴上的第 1 变焦透镜和第 2 变焦透镜构成,

该控制单元以施加在该第 1 变焦透镜的压电元件上的高频电流与施加在该第 2 变焦透镜的压电元件上的高频电流形成 180 度的相位差的方式进行控制。

激光加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及照射相对于被加工物具有透过性的波长的脉冲激光光线,在被加工物的内部形成改质层的激光加工装置。

背景技术

[0002] 在半导体器件制造步骤中,在包含如硅基板、蓝宝石基板、碳化硅基板、钽酸锂基板、玻璃基板或石英基板那样的适当基板的晶片表面上,由排列成格子状的称为间隔道的分割预定线而划分出多个区域,在该划分的区域上形成 IC、LSI 等器件(功能元件)。并且,通过沿着间隔道来切断晶片,分割形成有器件的区域而制造各个器件。

[0003] 作为上述沿着间隔道来分割晶片的方法,尝试了如下所述的激光加工方法:使用相对于晶片具有透过性的波长的脉冲激光光线,将聚光点对准到应分割区域的内部来照射脉冲激光光线。在使用了该激光加工方法的分割方法中,从晶片的一面侧将聚光点对准到内部而照射相对于晶片具有透过性的例如波长为 1064nm 的脉冲激光光线,沿着间隔道在晶片的内部连续地形成改质层,通过形成该改质层,沿着强度下降的间隔道施加外力,从而分割晶片。

[0004] 但是,在上述的激光加工中,由于形成在晶片上的改质层的厚度在脉冲激光光线的聚光点附近为 20~30 μm 左右,因此在晶片的厚度为例如 200 μm 时,需要形成 4 或 5 个改质层。因此,由于需要使脉冲激光光线的聚光点的位置在晶片的厚度方向上改变,使脉冲激光光线和晶片沿着间隔道相对地重复移动 4 或 5 次,因此需要很长时间。

[0005] 为了解决上述问题,在下述专利文献 1 及 2 中公开了如下所述的激光加工装置:构成为使脉冲激光光线在光轴方向上位移的 2 个聚光点上会聚,能够同时形成 2 个改质层。

[0006] 【专利文献 1】日本特开 2004-337902 号公报

[0007] 【专利文献 2】日本特开 2004-337903 号公报

[0008] 但是,在上述专利文献 1 中记载的技术的结构复杂,另外,由于在上述专利文献 2 中记载的技术需要具备 2 个激光光源,因此存在成本高的问题。

发明内容

[0009] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其主要的技术问题在于,提供能够在结构不复杂的情况下改变改质层的厚度来形成改质层的激光加工装置。

[0010] 为了解决上述主要的技术问题,根据本发明,提供激光加工装置,其具有:卡盘台,其保持被加工物;激光光线照射单元,其对保持在该卡盘台上的被加工物照射脉冲激光光线,该激光光线照射单元包括:脉冲激光振荡器,其振荡出脉冲激光;重复频率调整单元,其调整该脉冲激光振荡器振荡出的脉冲激光的重复频率;以及聚光物镜,其对该脉冲激光振荡器振荡出的脉冲激光进行会聚而照射到保持在该卡盘台上的被加工物;变焦透镜,其具有压电元件,且焦距根据通过该压电元件生成的高频的周期而变化,该变焦透镜配置在该脉冲激光振荡器与该聚光物镜之间;高频电流频率调整单元,其调整施加在该压电元件

上的高频电流的频率；以及控制单元，其对该重复频率调整单元及该高频电流频率调整单元进行控制，该控制单元以在由该脉冲激光振荡器振荡出的脉冲激光的重复频率与施加在该变焦透镜的该压电元件上的高频电流的频率之间产生相位差的方式控制该重复频率调整单元及该高频电流频率调整单元。

[0011] 上述变焦透镜由配设在光轴上的第 1 变焦透镜和第 2 变焦透镜构成，上述控制单元以施加在第 1 变焦透镜的压电元件上的高频电流与施加在第 2 变焦透镜的压电元件上的高频电流存在 180 度的相位差的方式进行控制。

[0012] 在根据本发明构成的激光加工装置中，具有：变焦透镜，其配置在振荡出通过重复频率调整单元设定的重复频率的脉冲激光的脉冲激光振荡器与聚光物镜之间，具有生成高频的压电元件，对应于通过该压电元件生成的超声波的周期而变化焦距；高频电流频率调整单元，其调整在压电元件上施加的高频电流的频率；以及控制单元，其对重复频率调整单元及高频电流频率调整单元进行控制，控制单元以在通过脉冲激光振荡器振荡出的脉冲激光的重复频率与施加在变焦透镜的压电元件上的高频电流的频率之间产生相位差的方式对重复频率调整单元及高频电流频率调整单元进行控制，因此能够使从聚光物镜照射的脉冲激光光线的聚光点在光轴方向上位移。因此，通过扫描 1 次脉冲激光光线，能够在被加工物的内部形成具有期望的厚度的改质层。

附图说明

[0013] 图 1 是根据本发明构成的激光加工装置的立体图。

[0014] 图 2 是示出在图 1 的激光加工装置上配备的激光光线照射单元的一实施方式的概略结构图。

[0015] 图 3 是示出构成图 2 所示的激光光线照射单元的脉冲激光光线振荡器振荡出的重复频率与在构成变焦透镜的压电元件上施加的高频电流的频率之间的关系的关系的说明图。

[0016] 图 4 是示出构成在图 1 的激光加工装置上配备的激光光线照射单元的变焦透镜的其他实施方式的概略结构图。

[0017] 图 5 是作为被加工物的半导体晶片的立体图及主要部分放大剖视图。

[0018] 图 6 是示出将图 5 所示的半导体晶片贴附在安装于环状框架上的保护带表面的状态的立体图。

[0019] 图 7 是通过图 1 的激光加工装置实施的改质层形成步骤的说明图。

[0020] 图 8 是示出在图 7 所示的改质层形成步骤中照射的脉冲激光光线的照射位置的说明图。

[0021] 符号说明

[0022] 2：静止基座

[0023] 3：卡盘台机构

[0024] 36：卡盘台

[0025] 37：加工进给单元

[0026] 38：第 1 分度进给单元

[0027] 4：激光光线照射部件支撑机构

[0028] 42：可动支撑基座

- [0029] 43 :第 2 分度进给单元
- [0030] 5 :激光光线照射部件
- [0031] 53 :聚光点位置调整单元
- [0032] 6 :激光光线照射单元
- [0033] 61 :脉冲激光振荡器
- [0034] 62 :重复频率调整单元
- [0035] 7 :加工头
- [0036] 71 :转向镜
- [0037] 72 :变焦透镜
- [0038] 73 :聚光器
- [0039] 74 :高频电流施加单元
- [0040] 741 :交流电源
- [0041] 742 :电压调整单元
- [0042] 743 :高频电流频率调整单元
- [0043] 8 :控制单元
- [0044] 10 :半导体晶片

具体实施方式

[0045] 以下,参照附图详细说明根据本发明构成的激光加工装置的优选实施方式。

[0046] 在图 1 示出根据本发明构成的激光加工装置的立体图。图 1 所示的激光加工装置具有:静止基座 2;卡盘台机构 3,其以能够在箭头 X 所示的加工进给方向移动的方式配设在该静止基座 2 上,对被加工物进行保持;激光光线照射部件支撑机构 4,其以能够在与上述箭头 X 所示的方向呈直角的箭头 Y 所示的分度方向移动的方式配设在静止基座 2 上;以及激光光线照射部件 5,其以能够在箭头 Z 所示的焦点位置调整方向移动的方式配设在该激光光线照射部件支撑机构 4 上。

[0047] 上述卡盘台机构 3 具有:一对导轨 31、31,其分别沿着箭头 X 所示的方向平行地配设在静止基座 2 上;第一滑动块 32,其以能够在箭头 X 所示的方向移动的方式配设在该导轨 31、31 上;第 2 滑动块 33,其以能够在箭头 Y 所示的方向移动的方式配设在该第 1 滑动块 32 上;支撑台 35,其通过圆筒部件 34 支撑在该第 2 滑动块 33 上;以及作为被加工物保持单元的卡盘台 36。该卡盘台 36 由多孔性材料形成,具有被加工物保持面 361,通过未图示的吸引单元将作为被加工物的晶片保持在卡盘台 36 上。另外,卡盘台 36 通过配设在圆筒部件 34 内的未图示的脉冲电机来旋转。

[0048] 在上述第 1 滑动块 32 上,在其下表面设置有与上述一对导轨 31、31 嵌合的一对被引导槽 321、321,并且在其上表面设置有沿着箭头 Y 所示的方向平行地形成的一对导轨 322、322。如上所述构成的第 1 滑动块 32 被构成为,通过被引导槽 321、321 与一对导轨 31、31 嵌合而能够沿着一对导轨 31、31 在箭头 X 所示的方向上移动。图示的实施方式中的卡盘台机构 3 具有用于使第 1 滑动块 32 沿着一对导轨 31、31 在箭头 X 所示的方向移动的加工进给单元 37。加工进给单元 37 包括:在上述一对导轨 31 与 31 之间平行配设的外螺纹杆 371、和用于旋转驱动该外螺纹杆 371 的脉冲电机 372 等驱动源。关于外螺纹杆 371,其一端

旋转自如地支撑在固定于上述静止基座 2 的轴承块 373 上,另一端与上述脉冲电机 372 的输出轴传动连接。另外,外螺纹杆 371 与在未图示的内螺纹块上形成的贯通内螺纹孔螺纹结合,其中该内螺纹块突出设置在第 1 滑动块 32 的中央部下表面。因此,通过由脉冲电机 372 来对外螺纹杆 371 进行正转及逆转驱动,使第一滑动块 32 沿着导轨 31、31 在箭头 X 所示的加工进给方向移动。

[0049] 上述第 2 滑动块 33 以如下所述的方式构成:在其下表面设置有与一对导轨 322、322 嵌合的一对被引导槽 331、331,该一对导轨 322、322 设置在上述第 1 滑动块 32 的上表面,通过将该被引导槽 331、331 与一对导轨 322、322 嵌合,能够在箭头 Y 所示的方向移动。图示的实施方式中的卡盘台机构 3 具有第 1 分度进给单元 38,该第 1 分度进给单元 38 用于使第 2 滑动块 33 沿着设置在第 1 滑动块 32 上的一对导轨 322、322 在箭头 Y 所示的方向移动。第 1 分度进给单元 38 包括:在上述一对导轨 322 与 322 之间平行配设的外螺纹杆 381、用于旋转驱动该外螺纹杆 381 的脉冲电机 382 等驱动源。关于外螺纹杆 381,其一端旋转自如地支撑在固定于上述第 1 滑动块 32 的上表面的轴承块 383 上,另一端与上述脉冲电机 382 的输出轴传动连接。另外,外螺纹杆 381 与形成在未图示的内螺纹块上的贯通内螺纹孔螺纹结合,该内螺纹块突出设置在第 2 滑动块 33 的中央部下表面。因此,通过由脉冲电机 382 对外螺纹杆 381 进行正转及逆转驱动,第 2 滑动块 33 沿着导轨 322、322 在箭头 Y 所示的分度进给方向移动。

[0050] 上述激光光线照射部件支撑机构 4 具有:一对导轨 41、41,其分别沿着箭头 Y 所示的方向平行地配设在静止基座 2 上;以及可动支撑基座 42,其以能够沿着箭头 Y 所示的方向移动的方式配设在该导轨 41、41 上。该可动支撑基座 42 由以能够移动的方式配设在导轨 41、41 上的移动支撑部 421、和安装在该移动支撑部 421 上的安装部 422 构成。在安装部 422 的一侧面上平行地设置有在箭头 Z 所示的方向延伸的一对导轨 423、423。图示的实施方式中的激光光线照射部件支撑机构 4 具有第 2 分度进给单元 43,该第 2 分度进给单元 43 用于使可动支撑基座 42 沿着一对导轨 41、41 在箭头 Y 所示的方向移动。第 2 分度进给单元 43 包括:在上述一对导轨 41、41 之间平行地配设的外螺纹杆 431、用于旋转驱动该外螺纹杆 431 的脉冲电机 432 等驱动源。关于外螺纹杆 431,其一端旋转自如地支撑在固定于上述静止基座 2 的未图示的轴承块上,另一端与上述脉冲电机 432 的输出轴传动连接。另外,外螺纹杆 431 与形成于未图示的内螺纹块上的内螺纹孔螺纹结合,其中,该内螺纹块突出设置在构成可动支撑基座 42 的移动支撑部 421 的中央部下表面。因此,通过由脉冲电机 432 来对外螺纹杆 431 进行正转及逆转驱动,使可动支撑基座 42 沿着导轨 41、41 在箭头 Y 所示的分度进给方向移动。

[0051] 激光光线照射部件 5 具有部件支架 51、安装在该部件支架 51 上的激光光线照射单元 6。在部件支架 51 上设置有一对被引导槽 511、511,该一对被引导槽 511、511 以能够滑动的方式与设置在上述安装部 422 上的一对导轨 423、423 嵌合,通过将该被引导槽 511、511 嵌合到上述导轨 423、423,以能够在箭头 Z 所示的焦点位置调整方向移动的方式支撑。

[0052] 激光光线照射部件 5 具有聚光点位置调整单元 53,该聚光点位置调整单元 53 用于使部件支架 51 沿着一对导轨 423、423 在箭头 Z 所示的方向移动。聚光点位置调整单元 53 包括:在一对导轨 423、423 之间配设的外螺纹杆(未图示)、和用于旋转驱动该外螺纹杆的脉冲电机 532 等驱动源,通过由脉冲电机 532 来对未图示的外螺纹杆进行正转驱动或逆

转驱动,使部件支架 51 及激光光线照射单元 6 沿着一对导轨 423、423 在箭头 Z 所示的焦点位置调整方向移动。另外,在图示的实施方式中,通过对脉冲电机 532 进行正转驱动,使激光光线照射单元 6 向上方移动,通过对脉冲电机 532 进行逆转驱动,使激光光线照射单元 6 向下方移动。

[0053] 激光光线照射单元 6 包括圆筒形状的壳体 61,该圆筒形状的壳体 61 固定在上述部件支架 51 上,实质上水平地延伸。参照图 2 对该激光光线照射单元 6 进行说明。激光光线照射单元 6 具有:脉冲激光振荡器 61;重复频率调整单元 62,其调整脉冲激光振荡器 61 振荡出的脉冲激光的重复频率;以及加工头 7,其使脉冲激光振荡器 61 振荡出的脉冲激光会聚而照射到保持在上述卡盘台 36 上的被加工物。脉冲激光振荡器 61 由 YAG 激光振荡器或 YVO4 激光振荡器等构成,振荡出相对于保持在卡盘台 36 上的被加工物具有透过性的波长(例如 1064nm)的脉冲激光。重复频率调整单元 62 是通过后述的控制单元而被控制的,调整脉冲激光振荡器 61 振荡出的脉冲激光的重复频率。

[0054] 加工头 7 具有:转向镜 71,其将从脉冲激光振荡器 61 振荡出的脉冲激光朝向卡盘台 36 的被加工物保持面 361(参照图 1)进行转向;变焦透镜 72,其焦距对应于所施加的高频周期而变化;聚光器 73,其对通过该变焦透镜 72 的脉冲激光光线进行会聚而照射到保持在卡盘台 36 上的被加工物。变焦透镜 72 由透镜外壳 721、封入到该透镜外壳 721 内的透镜液 722 和对该透镜液 722 附加高频的环状的压电元件 723 构成。透镜外壳 721 由圆筒状的外壳主体 721a、塞住该圆筒状的外壳主体 721a 的上端及下端的圆筒状的玻璃等透明部件 721b 及 721c 构成。在如上所述形成的透镜外壳 721 内封入透镜液 722,同时配置压电元件 723。如上所述构成的变焦透镜 72,通过对压电元件 723 施加高频电流,使得透镜液 722 的折射率变化而在高频的波谷侧作为凹透镜来进行工作、在高频的波峰侧作为凸透镜来进行工作,从而焦距对应于高频周期而变化。如上所述的变焦透镜 72 是由美国 Princeton 大学的 Craig Arnold 教授开发的,关于工作原理的详细记载于以下所示的论文中。

[0055] “High-Speed varifocal imaging with a tunable acoustic gradient index of refraction lens”, Alexandre Mermillod-Brollondin, Euan McLeod, and Craig B. Arnold Opt. Lett., 33, 2146’ 2008.

[0056] 上述聚光器 73 由外壳 731、配设在该外壳 731 内的聚光物镜 732 构成,对通过上述变焦透镜 72 的脉冲激光光线进行会聚而照射到保持在卡盘台 36 上的被加工物。

[0057] 激光光线照射单元 6 具有高频电流施加单元 74,该高频电流施加单元 74 对构成上述变焦透镜 72 的压电元件 723 施加高频电流。高频电流施加单元 74 具有:交流电源 741、调整该交流电源 741 的电压的电压调整单元 742、以及对通过该电压调整单元 742 调整了电压的高频电流的频率进行调整的高频电流频率调整单元 743,将如后所述控制了电压及频率的高频电流施加在上述压电元件 723 上。图示的实施方式中的激光光线照射单元 6 具有控制单元 8,该控制单元 8 对上述脉冲激光振荡器 61、重复频率调整单元 62、电压调整单元 742、高频电流频率调整单元 743 进行控制。

[0058] 图 2 所示的激光光线照射单元 6 是以如上所述的方式构成的,以下对其作用进行说明。控制单元 8 以脉冲激光振荡器 61 振荡出的脉冲激光的重复频率例如成为 100kHz 的方式向重复频率调整单元 62 输出控制信号。另外,控制单元 8 以通过高频电流施加单元 74 向构成变焦透镜 72 的压电元件 723 施加的高频电流的频率例如成为 99kHz 的

方式向高频电流频率调整单元 743 输出控制信号。其结果,从脉冲激光振荡器 61 振荡出重复频率为 100kHz 的脉冲激光,在构成变焦透镜 72 的压电元件 723 上施加 99kHz 的高频电流。因此,如图 3 所示,在入射到变焦透镜 72 的脉冲激光光线的重复频率与通过压电元件 723 附加在透镜液 722 上的高频的频率之间产生相位差。该相位差在 1 周期为 3.6° (相位差 $=360^\circ - (\text{高频电流频率} / \text{重复频率}) \times 360^\circ = 360^\circ - (99\text{kHz} / 100\text{kHz}) \times 360^\circ = 360^\circ - 356.4^\circ = 3.6^\circ$)。

[0059] 如上所述,在将从脉冲激光振荡器 61 振荡出的脉冲激光的重复频率设定为 100kHz、并将对构成变焦透镜 72 的压电元件 723 施加的高频电流的频率设定为 99kHz,从脉冲激光振荡器 61 振荡出脉冲激光。如图 2 所示,从脉冲激光振荡器 61 振荡出的脉冲激光光线 LB,经由转向镜 71 入射到变焦透镜 72。入射到变焦透镜 72 的脉冲激光光线 LB,虽然通过透镜液 722,但是对透镜液 722 附加与施加在压电元件 723 上的高频电流的频率对应的高频。因此,通过透镜液 722 的脉冲激光光线 LB,在附加到透镜液 722 的高频的波谷侧如 1 点划线所示折射,在附加到透镜液 722 的高频的波峰侧如 2 点划线所示折射。因此,通过变焦透镜 72 而如 1 点划线所示折射的脉冲激光光线,通过聚光物镜 732 会聚到聚光点 Pa。另一方面,通过变焦透镜 72 如 2 点划线所示折射的脉冲激光光线,通过聚光物镜 732 会聚到聚光点 Pb。另外,聚光点 Pa 及聚光点 Pb 的位置,如上所述,通过脉冲激光光线 LB 的重复频率与通过压电元件 723 附加到透镜液 722 的高频的频率之间具有相位差(图示的实施方式中为 3.6°),因此根据在附加到透镜液 722 上的高频的哪个状态时脉冲激光光线 LB 的脉冲通过与否而在光轴上位移。另外,聚光点 Pa 和聚光点 Pb 的最大宽度,能够通过调整在压电元件 723 上施加的高频电流的电压,使在透镜液 722 上附加的超声波的振幅变化来进行调整。

[0060] 接着,参照图 4 对上述变焦透镜的其他实施方式进行说明。图 4 所示的变焦透镜 72 由第 1 变焦透镜 72a 和第 2 变焦透镜 72b 构成,第 1 变焦透镜 72a 配置在入射侧(脉冲激光振荡器 61 侧),第 2 变焦透镜 72b 配置在出射侧(聚光器 73 侧)。另外,第 1 变焦透镜 72a 和第 2 变焦透镜 72b 具有与上述变焦透镜 72 实质上相同的结构,因此对相同部件附上相同符号并省略其说明。

[0061] 在图 4 所示的变焦透镜中,以施加在第 1 变焦透镜 72a 的压电元件 723 上的高频电流与施加在第 2 变焦透镜 72b 的压电元件 723 上的高频电流成为逆相位(180 度的相位差)的方式进行控制。因此,在第 1 变焦透镜 72a 作为凹透镜来进行工作时第 2 变焦透镜 72b 作为凸透镜来进行工作,在第 1 变焦透镜 72a 作为凸透镜来进行工作时第 2 变焦透镜 72b 作为凹透镜来进行工作。入射到如上所述构成的由第 1 变焦透镜 72a 和第 2 变焦透镜 72b 构成的变焦透镜中的脉冲激光光线 LB,在第 1 变焦透镜 72a 作为凹透镜来进行工作、第 2 变焦透镜 72b 作为凸透镜来进行工作时,如 1 点划线所示那样折射而到达聚光物镜 732,通过聚光物镜 732 被会聚到聚光点 Pa 上。另一方面,在第 1 变焦透镜 72a 作为凸透镜来进行工作、第 2 变焦透镜 72b 作为凹透镜来进行工作时,脉冲激光光线 LB 如 2 点划线所示那样折射而到达聚光物镜 732,通过聚光物镜 732 而被会聚到聚光点 Pb 上。如上所述,在图 4 所示的变焦透镜 72 中,以施加在第 1 变焦透镜 72a 的压电元件 723 上的高频电流与施加在第 2 变焦透镜 72b 的压电元件 723 上的高频电流成为逆相位(180 度的相位差)的方式进行控制。并且,控制施加在第 1 变焦透镜 72a 的压电元件 723 上的高频电流的电压和施加在

第 2 变焦透镜 72b 的压电元件 723 上的高频电流的电压,通过使第 2 变焦透镜 72b 的折射率成为第 1 变焦透镜 72a 的折射率的例如 2 倍,从而能够使通过第 1 变焦透镜 72a 及第 2 变焦透镜 72b 入射到聚光物镜 722 的脉冲激光光线的光束尺寸恒定。在将脉冲激光光线的聚光点定位到被加工物的内部而形成改质层的激光加工中,重要的是尽可能维持入射到聚光物镜的脉冲激光光线的均匀的能量。为此,期望尽可能使入射到聚光物镜的脉冲激光光线的光束尺寸恒定。然而,在图 4 所示的变焦透镜中,能够如上所述使入射到聚光物镜 732 的脉冲激光光线的光束尺寸恒定,由于入射到聚光物镜 732 的脉冲激光光线在 NA 上没有很大的变化,因此仅能够改变聚光点位置。

[0062] 当回到图 1 继续进行说明时,在构成上述激光光线照射单元 6 的壳体 61 的前端部上配设有摄像单元 9,该摄像单元 9 通过上述激光光线照射单元 6 检测应激光加工的加工区域。在图示的实施方式中,该摄像单元 9 除了由借助于可见光线摄像的通常的摄像元件 (CCD) 构成以外,还由在被加工物上照射红外线的红外线照明单元、捕捉通过该红外线照明单元照射的红外线的光学系统、输出与通过该光学系统捕捉的红外线对应的电信号的摄像元件 (红外线 CCD) 等构成,将所摄像的图像信号送到上述控制单元 8。

[0063] 图示的实施方式中的激光加工装置如上所述构成,以下对其作用进行说明。

[0064] 在图 5 示出作为被加工物的半导体晶片的立体图。图 5 所示的半导体晶片 10 由例如厚度为 200 μm 的硅晶片构成,在表面 10a 上,在由形成为格子状的多个间隔道 101 划分的多个区域上形成有 IC、LSI 等器件 102。如上所述形成的半导体晶片 10,如图 6 所示,在安装于环状的框架 F 上的由聚烯烃等合成树脂片构成的保护带 T 上贴附表面 10a 侧(保护带贴附步骤)。因此,在半导体晶片 10 中,背面 10b 成为上侧。

[0065] 如果实施了上述的保护带贴附步骤,则在图 1 所示的激光加工装置的卡盘台 36 上载置半导体晶片 10 的保护带 T 侧。并且,通过启动未图示的吸引单元,通过保护带 T 将半导体晶片 10 吸引保持于卡盘台 36 上(晶片保持步骤)。因此,在保持在卡盘台 36 上的半导体晶片 10 中,背面 10b 成为上侧。

[0066] 如上所述,吸引保持了半导体晶片 10 的卡盘台 36,通过加工进给单元 37 被定位在摄像单元 9 的正下方。由此,当卡盘台 36 被定位在摄像单元 9 的正下方时,通过摄像单元 9 及控制单元 8 执行检测半导体晶片 10 的应激光加工的加工区域的对准作业。即、摄像单元 9 及控制单元 8 执行用于进行形成在半导体晶片 10 的规定方向上的间隔道 101 与构成激光光线照射单元 6 的聚光器 73 的聚光物镜 732 之间的位置对齐的图案匹配等图像处理,依次进行激光光线照射位置的对准,其中,该激光光线照射单元 6 沿着间隔道 101 照射激光光线。另外,对于形成在半导体晶片 10 上的向与上述规定方向正交的方向延伸的间隔道 101,也同样依次进行激光光线照射位置的对准。此时,虽然半导体晶片 10 的形成有间隔道 101 的表面 10a 位于下侧,但是由于摄像单元 9 如上所述具有由红外线照明单元、捕捉红外线的光学系统以及输出与红外线对应的电信号的摄像元件 (红外线 CCD) 等构成的摄像单元,因此能够从背面 10b 透过来对间隔道 101 进行摄像。

[0067] 由此,检测形成于在卡盘台 36 上保持的半导体晶片 10 上的间隔道 101,如果进行了激光光线照射位置的对准,则如图 7 的 (a) 所示,将卡盘台 36 移动到聚光器 73 所在的激光光线照射区域,将形成在半导体晶片 10 上的规定的间隔道 101 的一端(图 7 的 (a) 中左端)定位在聚光器 73 的正下方。并且,将通过聚光器 73 的聚光物镜 732 而照射的脉冲激光

光线的聚光点 P 定位在半导体晶片 10 的厚度方向中心附近。

[0068] 接着,在使激光光线照射单元 6 工作而从聚光器 73 照射脉冲激光光线的同时,启动加工进给单元 37 而使卡盘台 36 以规定的加工进给速度在图 7 的 (a) 中在箭头 X1 所示的方向上移动(改质层形成步骤)。并且,如图 7 的 (b) 所示,如果聚光器 73 的照射位置到达间隔道 120 的另一端(图 7 的 (b) 中右端),则在停止脉冲激光光线的照射的同时,停止卡盘台 36 的移动。其结果,如图 7 的 (b) 所示,在半导体晶片 10 的内部沿着规定的间隔道 101 形成有具有厚度 T 的改质层 110。

[0069] 另外,上述改质层形成步骤的加工条件例如以如下所述的方式设定。

[0070] 脉冲激光光线的波长 :1064nm

[0071] 输出 :1W

[0072] 重复频率 :100kHz

[0073] 施加在变焦透镜的压电元件上的高频电流的频率 :99kHz

[0074] 聚光点直径: $\phi 10\mu\text{m}$

[0075] 加工进给速度 :100mm/ 秒

[0076] 如上所述,通过上述脉冲激光光线振荡器 61 振荡出、经过变焦透镜 72 而通过聚光物镜 732 会聚的脉冲激光光线的聚光点,在光轴上位移。并且,当作为被加工物的半导体晶片 10 以 100mm/ 秒的加工进给速度移动时,在半导体晶片 10 的内部,如图 8 所示,在 100 脉冲的点(S) 上形成有 1 个山,该山在 100mm/ 秒之间形成有 1000 个。因此,在半导体晶片 10 的内部沿着间隔道 101 形成有具有厚度(t) 的改质层。该改质层的厚度(t),能够通过调整施加在变焦透镜 72 的压电元件 723 上的高频电流的电压而变化。如上所述,在图示的实施方式中的激光加工装置中,通过用脉冲激光光线扫描 1 次而能够在半导体晶片 10 的内部形成期望厚度(例如 50~200 μm) 的改质层。

[0077] 如上所述,如果沿着半导体晶片 10 的在规定的方向上形成的所有的间隔道 101 实施了上述改质层形成步骤,则将保持了半导体晶片 10 的卡盘台 36 定位在转动了 90 度的位置处。并且,沿着半导体晶片 10 的在与上述规定方向正交的方向形成的所有的间隔道 101 实施上述改质层形成步骤。

[0078] 由此,沿着所有的间隔道 101 实施了改质层形成步骤的半导体晶片 10,被输送到沿着形成有改质层的间隔道 101 进行断裂的晶片分割步骤中。

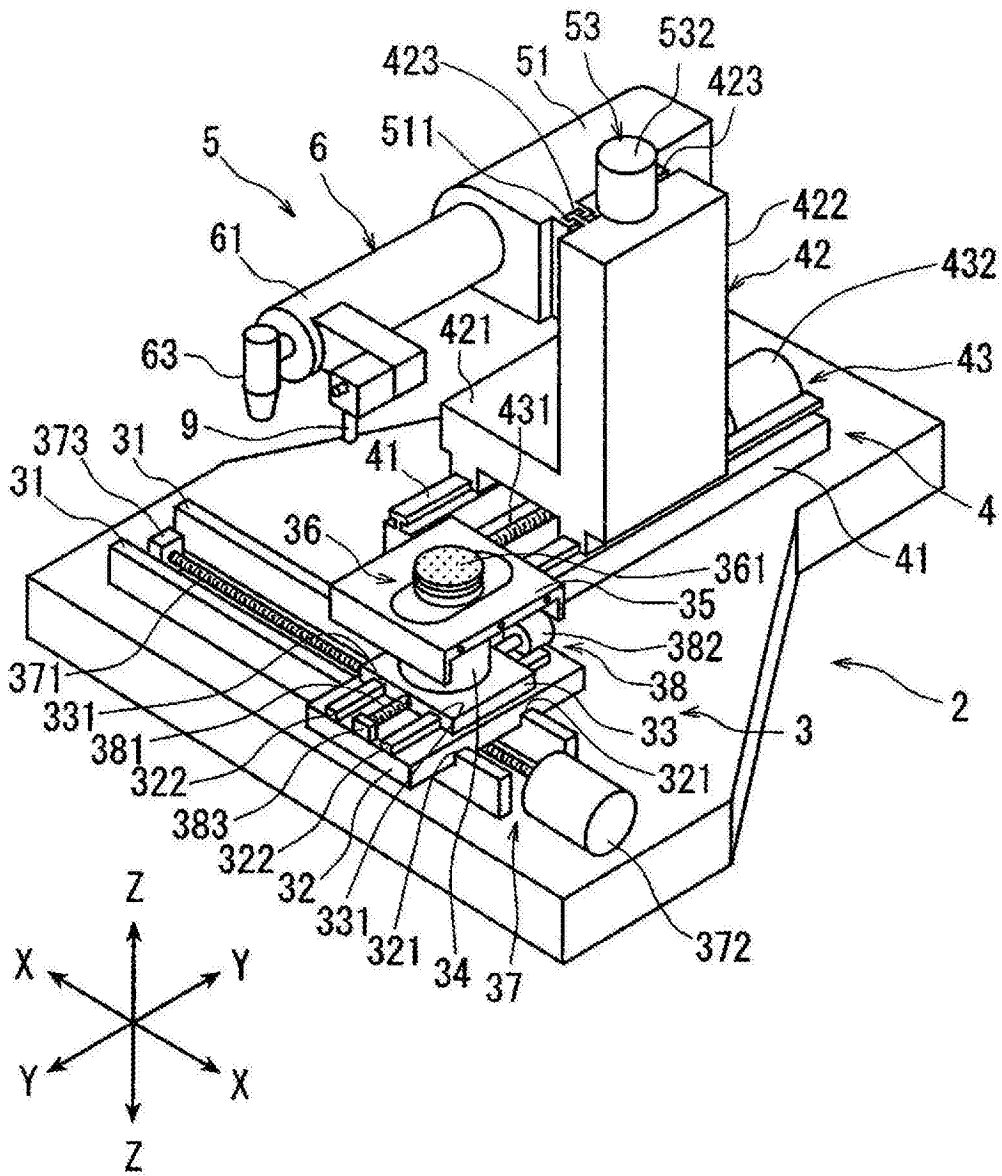


图 1

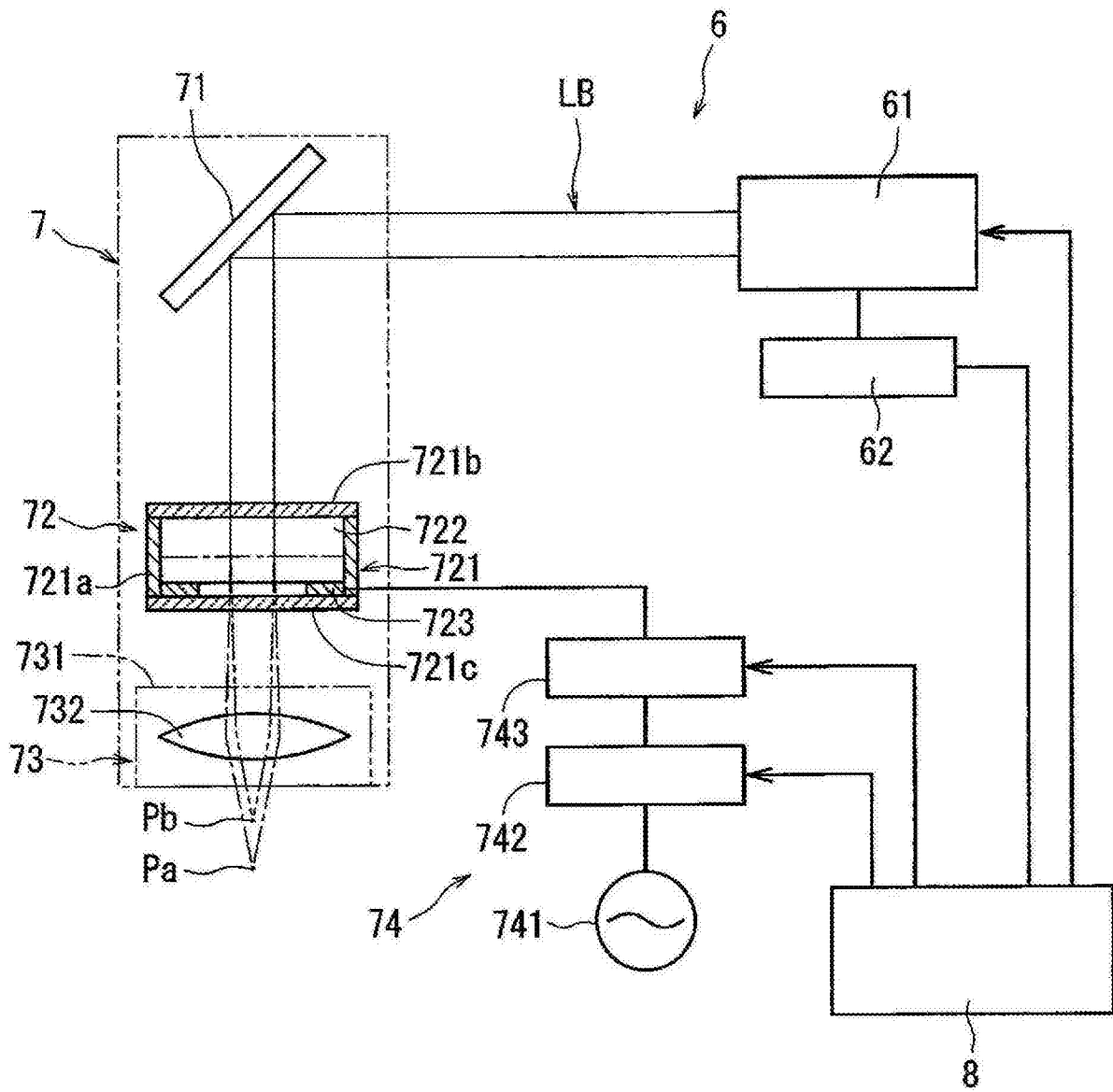


图 2

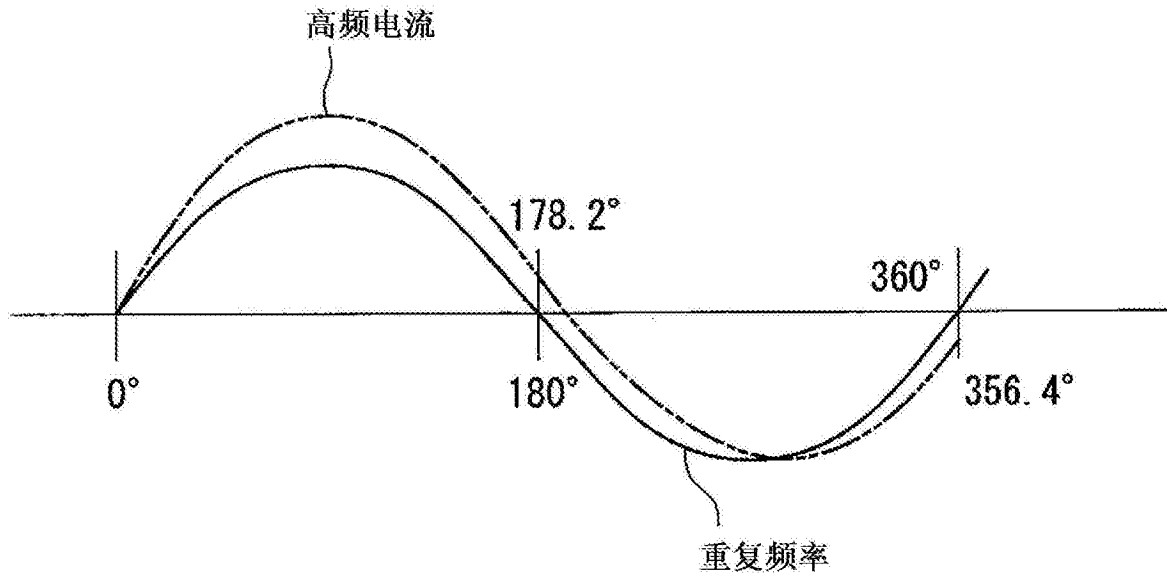


图 3

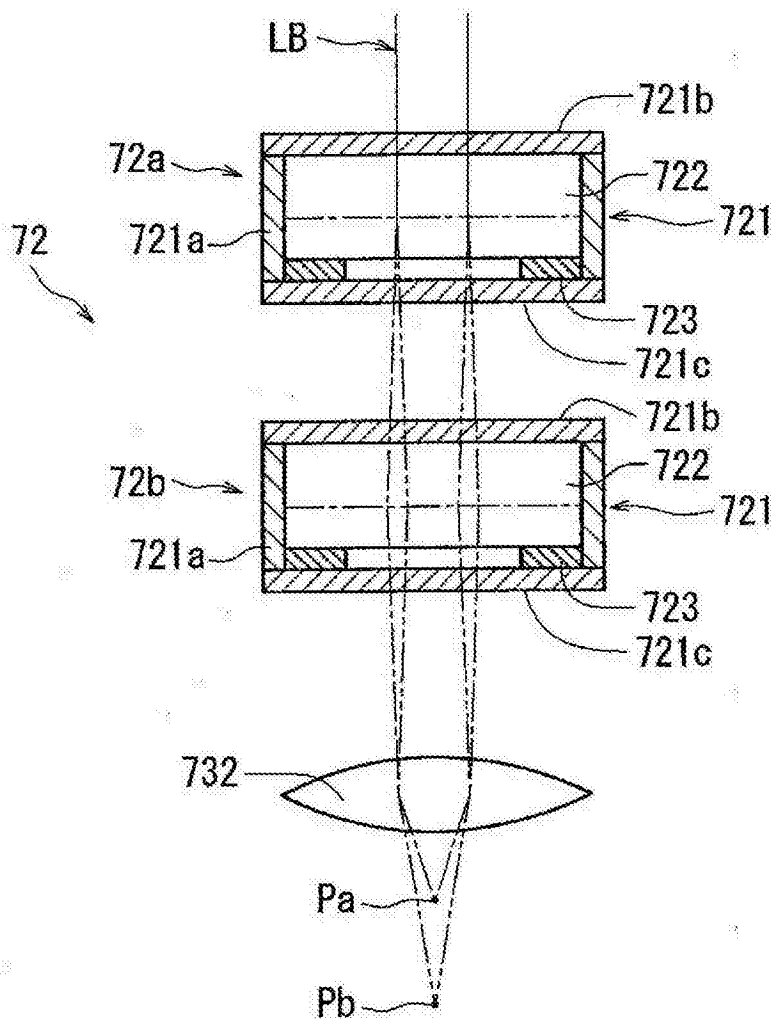


图 4

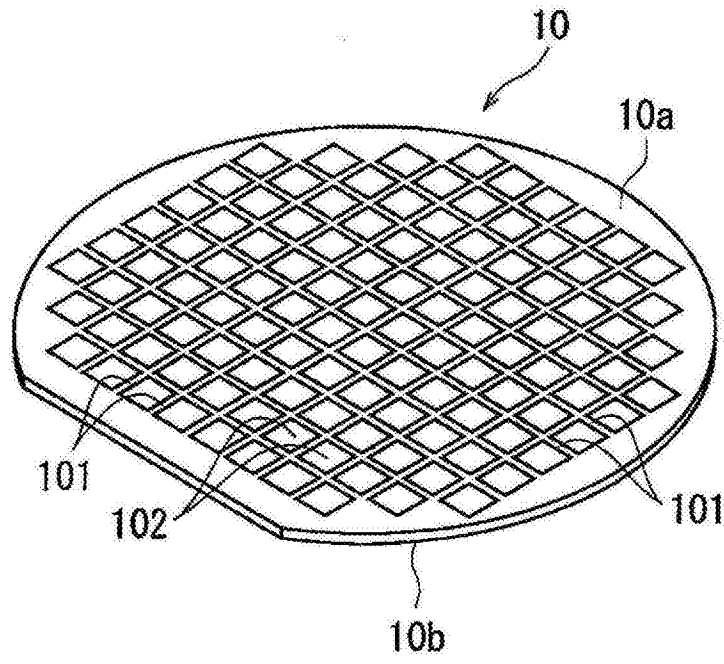


图 5

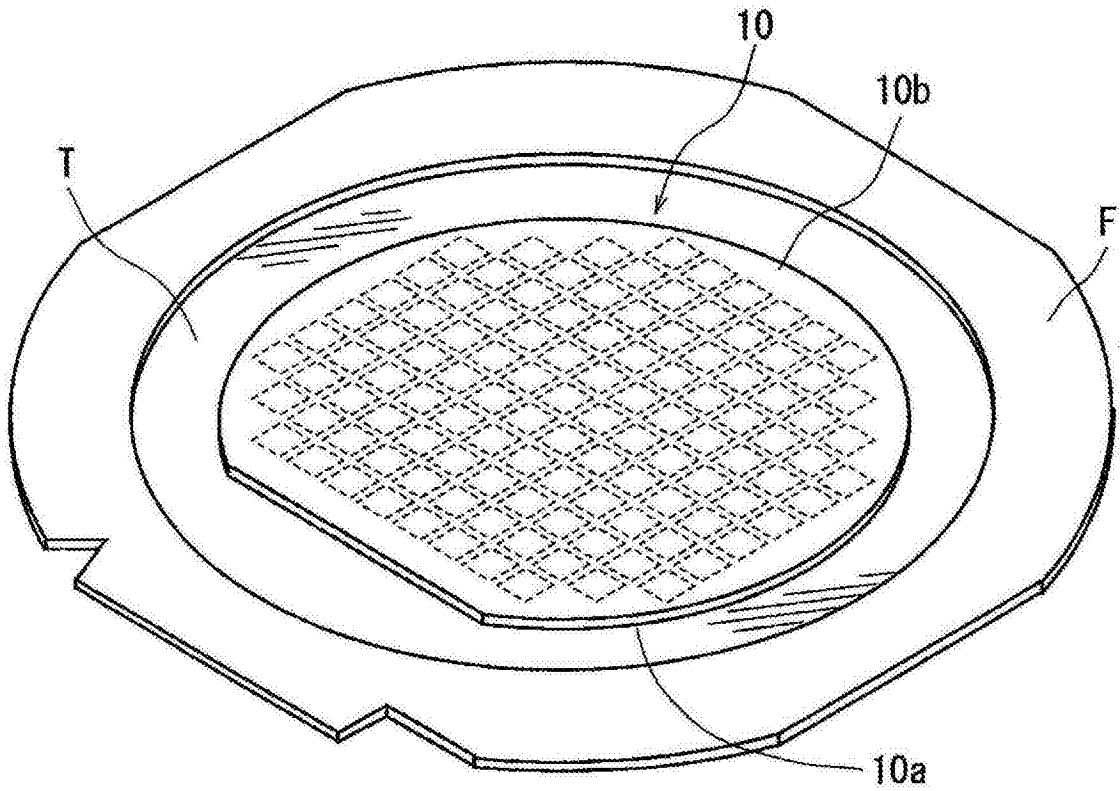


图 6

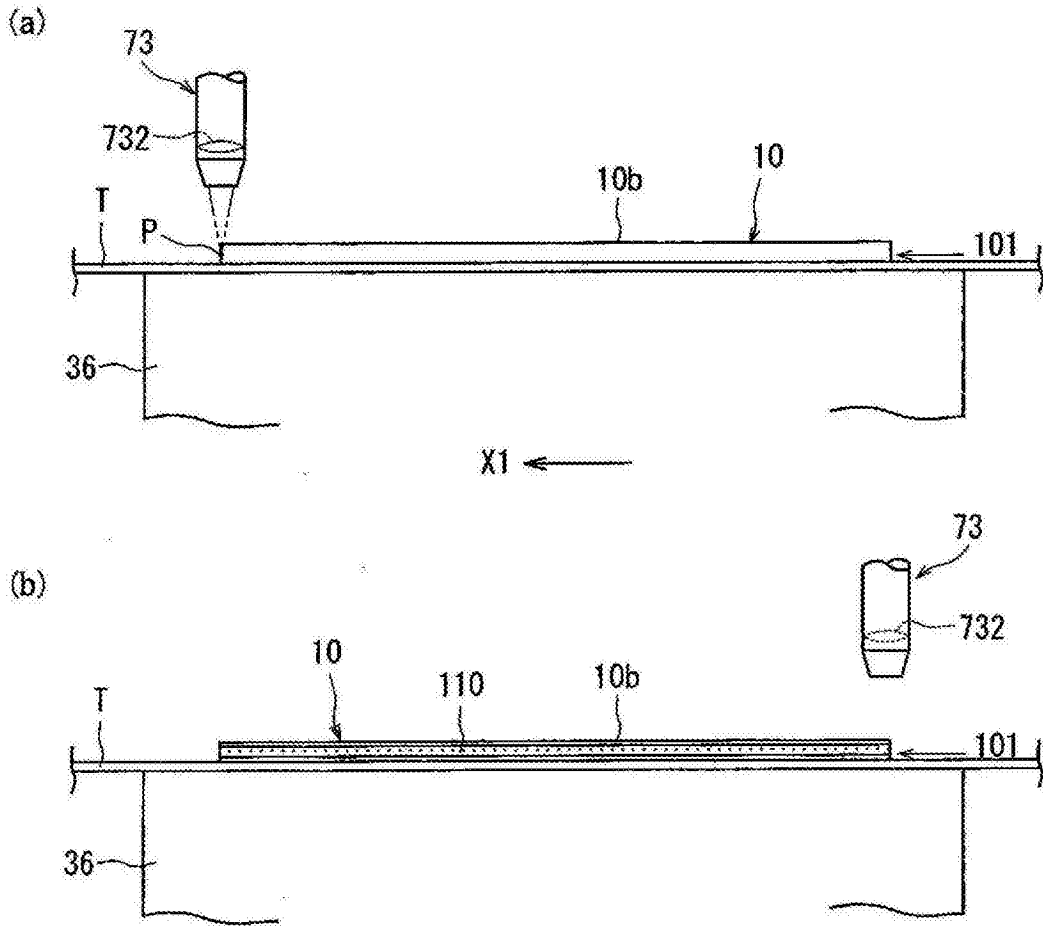


图 7

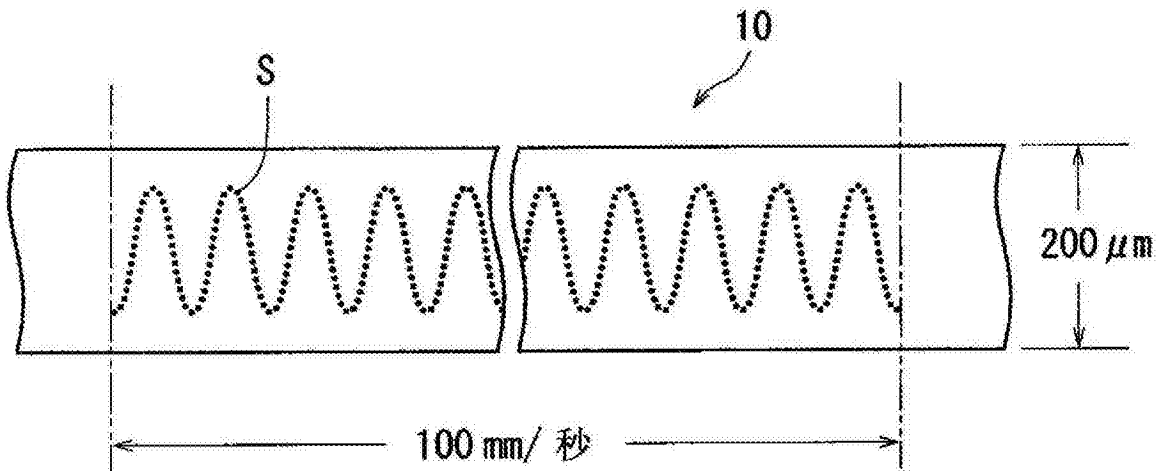


图 8