

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 26/067 (2006.01)

B23K 26/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510108909.X

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100577341C

[22] 申请日 2005.9.28

[21] 申请号 200510108909.X

[30] 优先权

[32] 2004.9.28 [33] JP [31] 280870/2004

[73] 专利权人 株式会社迪斯科

地址 日本东京都

[72] 发明人 小林贤史 能丸圭司

[56] 参考文献

JP62-246146A 1987.10.27

JP8-180484A 1996.7.12

US6211488B1 2001.4.3

JP63-180801A 1988.7.25

审查员 冯 燕

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

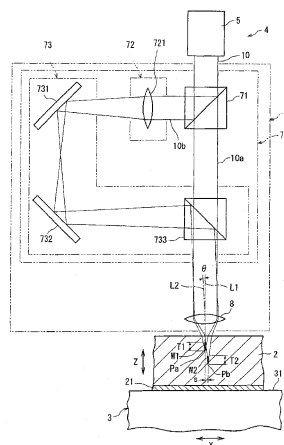
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

激光束加工机

[57] 摘要

一种激光束加工机，包括用于固定工件的卡盘台、用于向固定在卡盘台上的该工件施加能够穿过该工件的激光束的激光束施加装置、和用于相对彼此移动卡盘台和激光束施加装置的加工进给装置，该激光束施加装置包括激光束振荡装置、用于传输由激光束振荡装置振荡的激光束的光学传输装置、和具有用于会聚由光学传输装置传输的激光束的单个聚光透镜的传输/会聚装置，其中该传输/会聚装置将由激光束振荡装置振荡的激光束会聚在两个或者多个焦点，通过所述单个聚光透镜使这些焦点在光轴方向和加工进给方向上移动。



1、一种激光束加工机，包括：用于固定工件的卡盘台、用于向固定在该卡盘台上的该工件施加能够穿过该工件的激光束的激光束施加装置、和用于相对彼此移动所述卡盘台和所述激光束施加装置的加工进给装置，该激光束施加装置包括激光束振荡装置、用于传输由该激光束振荡装置振荡的激光束的光学传输装置、和具有用于会聚由所述光学传输装置传输的激光束的单个聚光透镜的传输 / 会聚装置，

其中，该传输 / 会聚装置使得由所述激光束振荡装置振荡的激光束在两个或者多个焦点会聚，通过所述单个聚光透镜使这些焦点在所述加工进给方向和固定在所述卡盘台上的工件的厚度方向上移动，

其中，所述光学传输装置包括用于将由所述激光束振荡装置振荡的激光束分成第一激光束和第二激光束的分束器、用于在加工进给方向上移动所述第一激光束的焦点和所述第二激光束的焦点的焦点位置移动装置、和用于在固定在上述卡盘台上的工件的厚度方向上移动所述第一激光束和所述第二激光束中的其中一个的焦点的焦点深度移动装置，

其中，该焦点位置移动装置具有多个镜子，并且通过改变所述多个镜子的安装角度来改变所述加工进给方向上所述第一激光束的焦点和所述第二激光束的焦点之间的位移至一距离，

其中，所述第二激光束的焦点比所述第一激光束的焦点在所述工件的厚度方向上的位置深。

2、根据权利要求 1 所述的激光束加工机，其中所述工件是晶圆，并且所述第一激光束和所述第二激光束沿所述晶圆的预定分隔线形成具有第一厚度和第二厚度的两个退化层。

3、根据权利要求 1 所述的激光束加工机，其中该焦点深度移动装置改变所述激光束的光束发散角。

激光束加工机

技术领域

本发明涉及一种通过施加能穿过工件的激光束例如脉冲激光束在工件的内部形成退化层的激光束加工机。

现有技术

在半导体器件的生产工艺中，通过以格状图案设置在包括适当衬底例如硅衬底、蓝宝石衬底、碳化硅衬底、钽酸锂衬底、玻璃衬底或者石英衬底的晶圆的正面上的称为“街道”的分隔线分隔多个区域，并且在每个分隔区形成电路（功能元件）例如 IC 或者 LSI。通过沿着分隔线切割晶圆以将它分隔成每个在其上都形成有电路的区域来制造各个半导体器件。为了分隔晶圆，提出了各种使用激光束的方法。

美国专利号 6, 211, 488 和日本专利号 3408805 公开了一种晶圆分隔方法，该方法包括步骤：在晶圆的厚度方向的中间部分会聚激光束，并且沿着分隔线相对彼此移动脉冲激光束和晶圆以沿着分隔线在晶圆的厚度方向的中间部分形成退化层，然后，在晶圆上施加外力以便沿着退化层来分隔晶圆。

然而，可以想像得到，不仅在晶圆的厚度方向上的中间部分形成退化层，而且代替在厚度方向上的中间部分形成退化层或者除了在厚度方向上的中间部分形成退化层之外还沿着分隔线在从背面上至预定深度的部分或者从正面到预定深度的部分形成退化层。在任何一种情况中，为了通过向晶圆施加外力沿着分隔线精确地分隔晶圆，必须使退化层的厚度，也就是，退化层在晶圆的厚度方向上的尺寸相对较大。由于在脉冲激光束的焦点附近退化层的厚度为 10 到 50 μm ，当

将要增加退化层的厚度时，需要在晶圆厚度方向上改变脉冲激光束的焦点位置，然后反复地沿着每条分隔线相对彼此移动脉冲激光束和晶圆。因此，在晶圆很厚的情况下，形成足够厚的退化层以便将晶圆精确地分隔开需要花费很长时间。

为了解决上述问题，本申请人以前提出一种激光束加工机，如日本专利申请号 2003-273341，其是如此构成的，以便于允许脉冲激光束可以在其光轴方向上彼此移动的至少两个点会聚。采用这种激光束加工机，可以同时在工作，即晶圆的厚度方向上彼此移动的至少两个焦点的位置形成退化层。然而，由于该激光束加工机施加其焦点在晶圆的厚度方向上的同一光轴上彼此偏离的激光束时，具有浅焦点的激光束阻碍具有深焦点的激光束的施加，由此使得不可能形成所需的退化层。

发明内容

本发明的目的是提供一种激光束加工机，该激光束加工机能够同时形成所需厚度的多个退化层，且不允许具有浅焦点的激光束阻碍具有深焦点的激光束的施加。

根据本发明，通过一种激光束加工机可以获得本发明的上述目的，该激光束加工机包括：用于固定工件的卡盘台、用于向固定在该卡盘台上的该工件施加能够穿过该工件的激光束的激光束施加装置、和用于相对彼此移动所述卡盘台和所述激光束施加装置的加工进给装置，该激光束施加装置包括激光束振荡装置、用于传输由该激光束振荡装置振荡的激光束的光学传输装置、和具有用于会聚由所述光学传输装置传输的激光束的单个聚光透镜的传输 / 会聚装置，其中，该传输 / 会聚装置使得由所述激光束振荡装置振荡的激光束在两个或者多个焦点会聚，通过所述单个聚光透镜使这些焦点在所述加工进给方向和固定在所述卡盘台上的工件的厚度方向上移动，其中，所述光

学传输装置包括用于将由所述激光束振荡装置振荡的激光束分成第一激光束和第二激光束的分束器、用于在加工进给方向上移动所述第一激光束的焦点和所述第二激光束的焦点的焦点位置移动装置、和用于在固定在上述卡盘台上的工件的厚度方向上移动所述第一激光束和所述第二激光束中的其中一个的焦点的焦点深度移动装置，其中，该焦点位置移动装置具有多个镜子，并且通过改变所述多个镜子的安装角度来改变所述加工进给方向上所述第一激光束的焦点和所述第二激光束的焦点之间的位移至一距离，其中，所述第二激光束的焦点比所述第一激光束的焦点在所述工件的厚度方向上的位置深。

其中所述工件是晶圆，并且所述第一激光束和所述第二激光束沿所述晶圆的预定分隔线形成具有第一厚度和第二厚度的两个退化层。

其中，焦点深度移动装置改变激光束的光束发散角。

在本发明的激光束加工机中，由激光束振荡装置振荡的激光束会聚在两个或者多个焦点，在其光轴方向和它的加工进给方向上相对彼此移动这些焦点，由此形成在其中一个焦点的退化层不阻碍具有其它焦点的激光束的照射。因此，可以同时形成具有所需厚度的多个退化层。

附图简述

图1是根据本发明构造的激光束加工机的示意图；

图2是示出通过图1所示的激光束加工机在工件的内部同时形成两个退化层的状态的图；

图3是设置在图1所示的激光束加工机中的焦点深度移动装置的另一个例子的示意图；以及

图4是设置在图1所示的激光束加工机中的焦点深度移动装置的再一个例子的示意图。

优选实施例

在下文中参考附图将具体描述根据本发明构造的激光束加工机的优选实施例。

图 1 是根据本发明构造的激光束加工机的示意图。所示出的加工机包括用于固定作为工件的晶圆 2 的卡盘台 3 和用 4 表示的激光束施加装置。

卡盘台 3 包括由多孔件形成或者具有多个吸入孔或者凹槽的吸附卡盘 31，并且该吸附卡盘 31 和未示出的吸入装置连接。因此，附着到作为工件的晶圆 2 的其上形成电路的表面的一侧的保护带 21 设置在吸附卡盘 31 上，并通过触发（activating）未示出的吸入装置被吸入固定在卡盘台 3 上。因此，这样构成的卡盘台 3 如此构成使得可以通过未示出的加工进给装置在图 1 中的箭头 X 表示的加工进给方向上移动。因此，卡盘台 3 和激光束施加装置 4 可以在箭头 X 表示的加工进给方向上彼此相对移动。

激光束施加装置 4 包括脉冲激光束振荡装置 5 和用于传输和会聚由脉冲激光束振荡装置 5 振荡的脉冲激光束的传输 / 会聚装置 6。脉冲激光束振荡装置 5 振荡能过穿过作为工件的晶圆 2 的脉冲激光束 10。当晶圆 2 是包括硅衬底、碳化硅衬底、钽酸锂衬底、玻璃衬底或者石英衬底的晶圆时，作为这种脉冲激光束振荡装置 5，可以使用用于振荡例如波长为 1064nm 的脉冲激光束 10 的 YVO4 脉冲激光束振荡器或者 YAG 脉冲激光振荡器。

将参考图 1 继续描述。激光束施加装置 4 的传输 / 会聚装置 6 插在脉冲激光束振荡装置 5 和作为固定在卡盘台 3 上的工件的晶圆 2 之间。在所述实施例中的传输 / 会聚装置 6 包括用于传输由脉冲激光束振荡装置 5 振荡的脉冲激光束的光学传输装置 7 和用于会聚由光学传输装置 7 传输的脉冲激光束的聚光透镜 8，例如物镜。光学传输装置 7 包括分束器 71、用于在作为固定在上述卡盘台 3 上的工件的晶圆 2

的厚度方向（即，在图 1 中箭头 Z 指示的方向）上移动激光束的焦点的焦点深度移动装置 72，和用于在图 1 中的箭头 X 指示的加工进给方向上移动穿过焦点深度移动装置 72 的激光束的焦点的焦点位置移动装置 73。焦点深度移动装置 72 由所述实施例中的凸透镜 721 构成。焦点位置移动装置 73 包括第一镜 731、第二镜 732 和分束器 733。

在上述激光束加工机中，由脉冲激光束振荡装置 5 振荡的脉冲激光束 10 被分束器 71 分成两个脉冲激光束 10a 和 10b，也就是，直接穿过分束器 71 的第一脉冲激光束 10a 和由分束器 71 反射的基本上以直角改变它的方向的第二脉冲激光束 10b。第一脉冲激光束 10a 穿过分束器 733，并且通过聚光透镜 8 会聚在作为工件的晶圆 2 的内部的焦点 Pa。

同时，第二脉冲激光束 10b 穿过作为焦点深度移动装置 72 的凸透镜 721 以改变其光束发散角。在所述的实施例中，在第二脉冲激光束 10b 穿过凸透镜 721 之后，它的发散角如此降低以致于使得随着它离凸透镜 721 越来越远它的直径逐渐变小。其发散角通过穿过凸透镜 721 已经被改变的第二脉冲激光束 10b 被第一镜 731 和第二镜 732 反射，并且被分束器 733 进一步反射，反射的角度相应于它们的安装角度。以相应于它的安装角度的角度已经被分束器 733 反射的第二脉冲激光束 10b 以形成在它的光轴 L2 和上述第一脉冲激光束 10a 的光轴 L1 之间的预定角度 θ 到达聚光透镜 8。由于通过穿过作为上述焦点深度移动装置 72 的凸透镜 721 改变了入射到聚光透镜 8 上的第二脉冲激光束 10b 的发散角，所以它的直径也改变了。穿过聚光透镜 8 的第二脉冲激光束 10b 会聚在作为工件的晶圆 2 内部的焦点 Pb。

如上所述，当入射到聚光透镜 8 上的第二脉冲激光束 10b 的光轴 L2 相对于第一脉冲激光束 10a 的光轴 L1 具有预定角度 θ 时，在图 1 中的箭头 X 指示的加工进给方向上，第二脉冲激光束 10b 的焦点 Pb 离第一脉冲激光束 10a 的焦点 Pa 的距离为“S”。通过改变第一镜 731

和第二镜 732 的安装角度可以适当地改变该位移“S”。当将要入射到物方聚光透镜 8 的第二脉冲激光束 10b 穿过作为焦点深度移动装置 72 的凸透镜 721 时，它的发散角改变，并且通过第一镜 731、第二镜 732 和分束器 733 它的光束直径朝着聚光透镜 8 逐渐增加，由此，它的焦点 Pb 位于比第一脉冲激光束 10a 的焦点 Pa 深的位置（在图 1 中的较低位置），也就是，在光轴的方向上更加远离目标聚光透镜 8。通过在光轴的方向上移动作为焦点深度移动装置 72 的凸透镜 721 可以适当地调整焦点 Pb 的深度。

当第一脉冲激光束 10a 会聚在焦点 Pa 时，从而，在作为工件的晶圆 2 中、在焦点 Pa 附近通常是在从焦点 Pa 朝向上的方向具有厚度 T1 的区域中形成退化层 W1。另外，当第二脉冲激光束 10b 会聚在焦点 Pb 时，在作为工件的晶圆 2 中、在焦点 Pb 附近通常是在从焦点 Pb 朝向上的方向具有厚度 T2 的区域中形成退化层 W2。在这点上，由于在图 1 中的箭头 X 指示的加工进给方向上，第二脉冲激光束 10b 的焦点 Pb 离第一脉冲激光束 10a 的焦点 Pa 的距离为“S”，因此第一脉冲激光束 10a 和第二脉冲激光束 10b 不相互干扰，并且具有浅焦点的第一脉冲激光束 10a 不妨碍具有较深焦点的第二脉冲激光束 10b。因此，具有所需厚度的退化层 W1 和 W2 可以分别形成在第一脉冲激光束 10a 的焦点 Pa 附近和第二脉冲激光束 10b 的焦点 Pb 附近。形成在作为工件的晶圆 2 中的退化层通常熔化并且重新凝固（也就是说，当脉冲激光束 10a 和 10b 会聚时熔化，然后在脉冲激光束 10a 和 10b 会聚之后凝固），即，处于空隙或者裂缝的状态中，尽管这取决于晶圆 2 的材料和会聚的脉冲激光束 10a 和 10b 的强度。

如上所述，当施加脉冲激光束时，所述实施例中的激光束加工机例如在图 1 中向左的方向上移动卡盘台 3（即，作为固定在卡盘台 3 上的工件的晶圆 2）。结果，如图 2 所示，沿着晶圆内部的预定分隔线同时形成具有厚度 T1 和 T2 的两个退化层 W1 和 W2。如上所述，

根据所述实施例中的激光束加工机,可以在通过使用单个激光束施加装置4在作为工件的晶圆2的厚度方向彼此移动的两个区域中同时形成具有厚度 T1 和 T2 的退化层 W1 和 W2。当将要连续形成退化层 W1 和 W2 时,例如,在图1的向左的方向上移动作为焦点深度移动装置72的凸透镜721以便向上移动第二脉冲激光束10b的焦点 Pb,并且设置焦点 Pb,使其位于比第一脉冲激光束10a的焦点 Pa 低厚度 T2 的位置。

例如如下所述来设置上述激光加工中的激光加工条件:

光源: LD 激发的 Q 开关 Nd: YVO4 脉冲激光器

波长: 1064 nm

脉冲输出: 2.5 μ J

焦点直径: 1 μ m

脉冲宽度: 40 ns

重复频率: 100 KHz

加工进给速度: 100 mm / sec

当作为工件的晶圆2很厚时,并且因此具有厚度 T1 和 T2 的退化层 W1 和 W2 不足以精确地沿着分隔线分隔晶圆,在光轴的方向上,即,在图1中的箭头 Z 指示的垂直方向上将激光束施加装置4和卡盘台3彼此相对移动预定距离。由此,当从激光束施加装置4施加脉冲激光束时,焦点 Pa 和焦点 Pb 在光轴方向上,也就是在作为工件的晶圆2的厚度方向上移动,并且卡盘台3在图1中的箭头 X 指示的加工进给方向上移动。结果,除了上述退化层 W1 和 W2 之外,在作为工件的晶圆中、在厚度方向上偏离的位置处还可以重新形成具有厚度 T1 和 T2 的退化层 W1 和 W2。

参考图3随后给出焦点深度移动装置72的另一个例子的描述。

图3中所示的焦点深度移动装置72包括在光轴方向上彼此分隔开的第一凸透镜722和第二凸透镜723。在图3所示的焦点深度移动

装置 72 中, 在第二脉冲激光束 10b 穿过第一凸透镜 722 和第二凸透镜 723 之后, 它的发散角的直径设计成随着它离第二凸透镜 723 越来越远而逐渐变大。通过在光轴的方向上移动第一凸透镜 722 或第二凸透镜 723 可以适当地调整第二脉冲激光束 10b 的发散角和入射到上述聚光透镜 8 上的第二脉冲激光束 10b 的光束直径, 也就是, 穿过焦点深度移动装置 72 并被上述聚光透镜 8 会聚的第二脉冲激光束 10 的焦点 Pb 的深度位置。

参考图 4 随后给出焦点深度移动装置 72 的再一个例子的描述。

图 4 所示的焦点深度移动装置 72 包括彼此分隔开的第三凸透镜 724 和第四凸透镜 725, 以及插在第三凸透镜 724 和第四凸透镜 725 之间的第一对镜子 726 和第二对镜子 727。第一对镜子 726 由彼此平行并以其间保持它们隔开的状态固定在镜子固定件(未示出)上的第一镜 726a 和第二镜 726b 组成。第二对镜子 727 由彼此平行并以其间保持它们隔开的状态固定在镜子固定件(未示出)上的第一镜 727a 和第二镜 727b 组成。在图 4 所示的如此构成的焦点深度移动装置 72 中, 在第二脉冲激光束 10b 穿过第三凸透镜 724、第一对镜子 726 的第一镜 726a 和第二镜 726b、第二对镜子 727 的第一镜 727a 和第二镜 727b、以及第四凸透镜 725 之后, 它的发散角的直径设计成随着它离第四凸透镜 725 越来越远而逐渐变大。通过改变第一对镜子 726 和第二对镜子 727 的安装角度来改变光路的长度可以适当地调整第二脉冲激光束 10b 的发散角和入射到上述聚光透镜 8 上的第二脉冲激光束 10b 的光束直径, 也就是, 穿过焦点深度移动装置 72 并被上述聚光透镜 8 会聚的第二脉冲激光束 10b 的焦点 Pb 的深度位置。对于安装角度的调整, 在第一镜 726a 和第一镜 727a 分别点对称于第二镜 726b 和第二镜 727b 的点上转动用于固定第一对镜子 726 和第二对镜子 727 的镜子固定件(未示出)。

尽管参考附图借助于优选实施例已经描述了本发明, 但是应当注

意的是，本发明决不仅仅局限于上面的实施例，而是在不超出本发明范围的情况下可以以其它各种方式来改变或者修改。例如，在所述的实施例中，作为焦点深度移动装置的凸透镜 72 设置在第二脉冲激光束 10b 的路径中，但是焦点深度移动装置可以设置在第一脉冲激光束 10a 的路径中。此外，作为焦点深度移动装置的透镜可以是凸透镜或者一组透镜。另外，在所述的实施例中使用了脉冲激光束，但是在本发明中可以使用连续波激光束，例如 CO₂ 激光束。

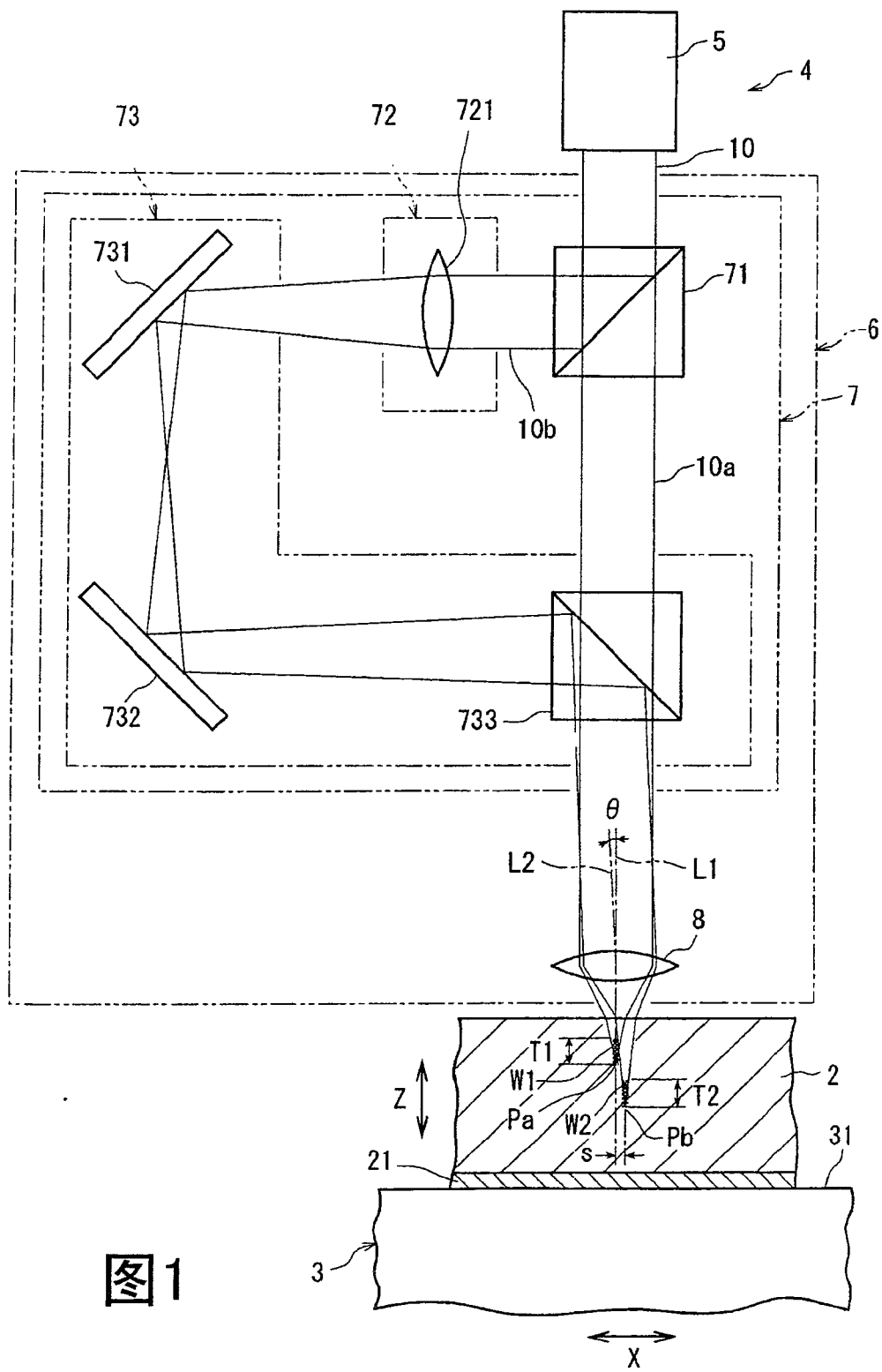


图1

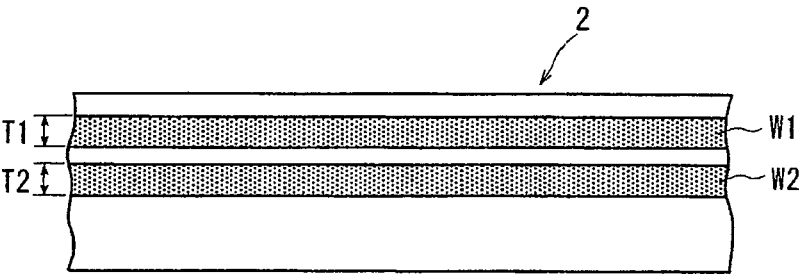


图2

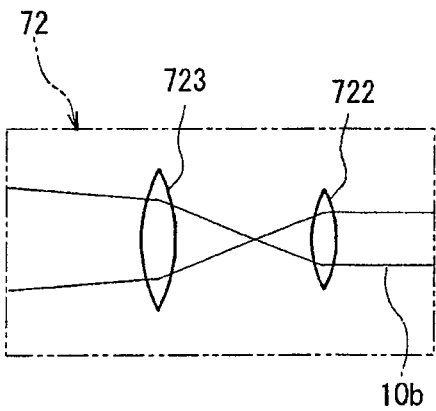


图3

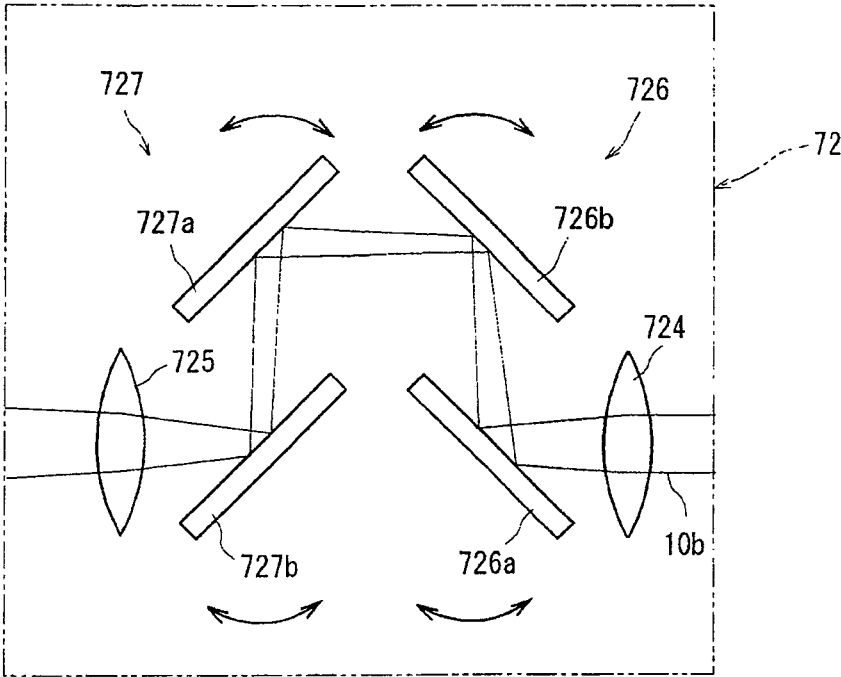


图4