(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 111564381 A
(43)申请公布日 2020.08.21

(21)申请号 202010079650.5

(22)申请日 2020.02.04

(30)优先权数据
2019-023349 2019.02.13 JP

(71)申请人 株式会社迪思科
地址 日本东京都

(72)发明人 芥川幸人

(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 乔婉 于靖帅

(51)Int.Cl.
H01L 21/66(2006.01)
H01L 21/301(2006.01)
B23K 26/53(2014.01)

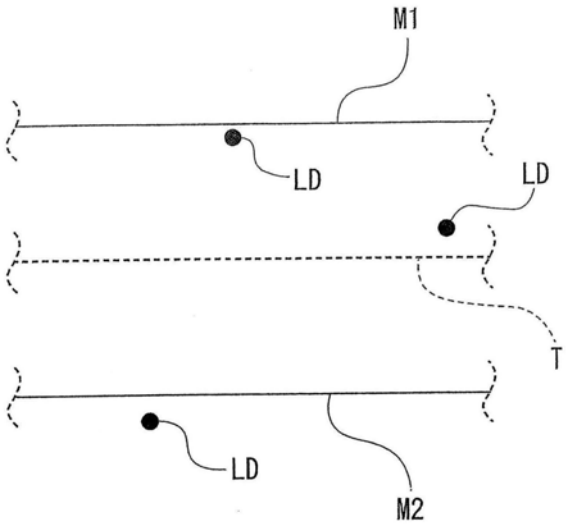
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

确认方法

(57)摘要

提供确认方法，容易确认激光束的照射对被加工物的正面带来的影响。在确认用晶片的金属箔上形成两条线状加工痕(M1)和(M2)，对它们中间的基准位置照射激光束而形成改质层(T)。虽然不容易视认形成于基材的内部的改质层(T)，但是线状加工痕(M1)和(M2)明确地形成于金属箔(5)的正面上，因此能够容易地视认。因此，根据线状加工痕(M1)和(M2)，能够把握改质层(T)的位置、即改质层(T)形成时的激光束的照射位置。因此，用户能够获取激光束的照射位置和由于到达基材(2)的正面的激光束而形成的正面损伤(LD)的位置关系，因此能够容易确认激光束的照射对被加工物的正面带来的影响。



CN 111564381 A

1.一种确认方法,对通过激光加工装置从被加工物的背面侧照射对于被加工物具有透过性的波长的激光束而在被加工物的内部形成改质层时的激光束的照射对被加工物的正面带来的影响进行确认,其中,

该确认方法具有如下的步骤:

确认用晶片准备步骤,准备在基材的正面上层叠有金属箔的确认用晶片;

改质层形成步骤,在将聚光点定位于该确认用晶片的该基材的内部的状态下,从该基材的背面侧照射对于该基材具有透过性的波长的激光束,并且使该聚光点和该确认用晶片在加工进给方向上相对移动,从而在该基材的内部形成改质层;

线状加工痕形成步骤,在与该加工进给方向垂直的转位进给方向上,在距离该改质层形成步骤中的激光束的照射位置为规定距离的位置,将聚光点定位于该确认用晶片的该基材与该金属箔的界面,在该状态下,从该基材的背面侧照射对于该基材具有透过性的波长的激光束,并且使该聚光点和该确认用晶片在该加工进给方向上相对移动,从而在该金属箔的正面上形成线状加工痕;以及

确认步骤,在实施了该改质层形成步骤和该线状加工痕形成步骤之后,根据该线状加工痕的位置对该改质层形成步骤中所照射的该激光束对该金属箔的正面带来的影响进行确认。

2.根据权利要求1所述的确认方法,其中,

该改质层形成步骤在实施了该线状加工痕形成步骤之后实施。

3.根据权利要求1或2所述的确认方法,其中,

该确认方法还具有如下的基准位置设定步骤:在实施了该确认用晶片准备步骤之后,将该确认用晶片中的要形成该改质层的位置设定为基准位置,

在该改质层形成步骤中,对该基准位置照射激光束,

在该线状加工痕形成步骤中,对在该转位进给方向上距离该基准位置为该规定距离的位置照射激光束。

确认方法

技术领域

[0001] 本发明涉及确认方法，确认照射到被加工物的背面的激光束对被加工物的正面带来的影响。

背景技术

[0002] 用于形成芯片的被加工物例如在由形成于其正面的交叉的多条间隔道(分割预定线)划分的各区域内分别具有器件。通过沿着间隔道将被加工物断开而形成芯片。因此，有从被加工物的背面沿着间隔道照射激光束而在被加工物的内部形成沿着间隔道的改质层的方法。

[0003] 在该方法中，有时正面的器件会因来自背面的激光束的照射而受到影响。因此，要求确认有无这样的影响或这样的影响的程度。例如在专利文献1中公开了用于确认这样的激光束的影响的确认用晶片。通过从背面对该确认用晶片照射激光束而形成改质层，能够对在确认用晶片的正面上所产生的损伤(以下称为正面损伤)进行检测。由此，能够确认激光束对被加工物的正面带来的影响、选定适当的加工条件、以及检测加工装置的异常。

[0004] 专利文献1：日本特开2017-37912号公报

[0005] 在改质层的形成时，在间隔道内未形成器件，因此在作为激光束的照射位置的正背面的间隔道内产生正面损伤是没有问题的。因此，知晓在偏离激光束的照射位置何种程度的位置会产生正面损伤很重要。

[0006] 但是，在专利文献1的确认用晶片中未形成间隔道，因此难以从其外观判别激光束的照射位置。另外，还考虑从改质层判别激光束的照射位置。但是，改质层形成于确认用晶片的内部，因此不容易从外观进行判别。这样，在专利文献1的确认用晶片中存在不容易把握准确的激光束的照射位置的问题。

发明内容

[0007] 由此，本发明的目的在于提供确认方法，在从背面对不具有间隔道的确认用晶片照射用于形成改质层的激光束时，能够判别激光束的照射位置，从而能够容易地确认激光束的照射对被加工物的正面带来的影响。

[0008] 根据本发明，提供确认方法，对通过激光加工装置从被加工物的背面侧照射对于被加工物具有透过性的波长的激光束而在被加工物的内部形成改质层时的、激光束的照射对被加工物的正面带来的影响进行确认，其中，该确认方法具有如下的步骤：确认用晶片准备步骤，准备在基材的正面上层叠有金属箔的确认用晶片；改质层形成步骤，在将聚光点定位于该确认用晶片的该基材的内部的状态下，从该基材的背面侧照射对于该基材具有透过性的波长的激光束，并且使该聚光点和该确认用晶片在加工进给方向上相对移动，从而在该基材的内部形成改质层；线状加工痕形成步骤，在与该加工进给方向垂直的转位进给方向上距离该改质层形成步骤中的激光束的照射位置为规定距离的位置，将聚光点定位于该确认用晶片的该基材与该金属箔的界面，在该状态下，从该基材的背面侧照射对于该基材

具有透过性的波长的激光束，并且使该聚光点和该确认用晶片在该加工进给方向上相对移动，从而在该金属箔的正面上形成线状加工痕；以及确认步骤，在实施了该改质层形成步骤和该线状加工痕形成步骤之后，根据该线状加工痕的位置对在该改质层形成步骤中所照射的该激光束对该金属箔的正面带来的影响进行确认。

[0009] 优选该改质层形成步骤在实施了该线状加工痕形成步骤之后实施。

[0010] 优选本确认方法还具有如下的基准位置设定步骤：在实施了该确认用晶片准备步骤之后，将该确认用晶片中的要形成该改质层的位置设定为基准位置。优选在该改质层形成步骤中，对该基准位置照射激光束，在该线状加工痕形成步骤中，对在该转位进给方向上距离该基准位置为该规定距离的位置照射激光束。

[0011] 根据本发明，虽然不容易视认形成于确认用晶片的基材的内部的改质层，但是当通过激光束对金属箔的背面进行加工时，金属箔在金属箔的厚度方向上发生熔融，正面侧也发生变色，作为线状加工痕出现在正面侧，因此用户能够容易地视认。

[0012] 因此，用户能够根据线状加工痕从确认用晶片的外观容易地把握改质层的位置、即改质层形成时的激光束的照射位置。因此，用户能够获取改质层形成时的激光束的照射位置和正面损伤的位置关系，因此能够适当地确认正面损伤的产生状况、即激光束对基材的正面的影响，该正面损伤是激光束中的无助于改质层的形成的一部分直接到达基材的正面侧或在改质层或改质层周边所形成的裂纹中发生反射、散射、折射等而形成于金属箔的。其结果是，用户能够容易地确认激光束的照射对被加工物的正面带来的影响。因此，用户例如能够选定激光加工装置中的适当的加工条件以及检测激光加工装置的异常。

[0013] 优选在本确认方法中，在改质层形成步骤之前实施线状加工痕形成步骤。关于此，根据改质层的形成位置和线状加工痕的形成位置的关系，当先形成改质层时，用于形成线状加工痕的激光束的照射有可能被改质层妨碍。通过先实施线状加工痕形成步骤，能够防止这样的情况。

[0014] 优选在本确认方法中，在线状加工痕形成步骤之前实施上述基准位置设定步骤。由此，将改质层的形成位置设定为基准位置，能够根据基准位置而形成线状加工痕和改质层。由此，容易适当地设定线状加工痕和改质层的位置关系。

附图说明

[0015] 图1是确认用晶片的立体图。

[0016] 图2是确认用晶片的局部放大剖视图。

[0017] 图3是示出激光加工装置的结构的立体图。

[0018] 图4是示出激光加工装置的加工头的结构的概略图。

[0019] 图5是示出设定于确认用晶片的基准位置的俯视图。

[0020] 图6是示出线状加工痕形成步骤中的激光束的聚光点的剖视图。

[0021] 图7是示出通过线状加工痕形成步骤而在确认用晶片的金属箔上所形成的线状加工痕的说明图。

[0022] 图8是示出改质层形成步骤中的激光束的聚光点的剖视图。

[0023] 图9是示出线状加工痕和通过改质层形成步骤而在金属箔的正面上所形成的损伤的说明图。

[0024] 图10是示出通过其他方式的线状加工痕形成步骤而在金属箔上所形成的线状加工痕的说明图。

[0025] 标号说明

[0026] 1:确认用晶片;2:基材;3:正面;4:背面;5:金属箔;9:凹口;10:激光加工装置;11:基台;13:立壁部;12:激光加工单元;17:臂部;18:加工头;53:振荡部;54:聚光透镜;L:激光束;P:聚光点;B:基准位置;M1:第1线状加工痕;M2:第2线状加工痕;LD:正面损伤;T:改质层;d:偏移距离;14:保持工作台移动机构;20:转位进给部;30:加工进给部;40:保持工作台部;43:保持工作台;51:控制单元。

具体实施方式

[0027] 本发明的一个实施方式的确认方法(本确认方法)是对在通过激光加工装置从被加工物的背面侧照射对于被加工物具有透过性的波长的激光束而在被加工物的内部形成改质层时的、激光束的照射对被加工物的正面带来的影响进行确认的确认方法。

[0028] 以下,对本确认方法的步骤进行说明。

[0029] (1)确认用晶片准备步骤

[0030] 在本确认方法中,使用与实际用于制造产品(芯片)的被加工物不同的确认用晶片来确认激光束的照射对被加工物的正面带来的影响。

[0031] 如图1和图2所示,确认用晶片1具有形成为圆板状的基材2以及设置于基材2的正面的金属箔5。如图2所示,基材2具有正面3和背面4。在基材2的正面3上形成有金属箔5。在基材2的外周缘设置有表示确认用晶片1的晶体取向的凹口9。对基材2的外周缘实施了倒角加工(参照图6)。

[0032] 在确认用晶片准备步骤中,例如在对圆形的原切割晶片去除了包含翘曲和起伏的变形要素之后磨削和研磨至规定的厚度,在外周缘形成凹口9,由此得到基材2。另外,在基材2的正面3上例如通过蒸镀而层叠金属箔5。由此,准备确认用晶片1。

[0033] 另外,优选基材2的材料是硅等与实际用于制造产品的被加工物同质的材料。优选金属箔5例如是通过对锡进行成膜而形成的锡膜,其厚度为数百nm左右。

[0034] (2)基准位置设定步骤、线状加工痕形成步骤以及改质层形成步骤

[0035] 接着,实施在确认用晶片1上设定基准位置的基准位置设定步骤、在金属箔5的正面上形成线状加工痕的线状加工痕形成步骤、以及在基材2的内部形成改质层的改质层形成步骤。首先,对在这些步骤中使用的激光加工装置的结构进行说明。

[0036] 如图3所示,激光加工装置10具有:长方体状的基台11、竖立设置于基台11的一端的立壁部13、以及对激光加工装置10的各部件进行控制的控制单元51。

[0037] 在基台11的上表面上设置有使保持工作台43移动的保持工作台移动机构14。保持工作台移动机构14具有:保持工作台部40,其具有保持工作台43;转位进给部20,其使保持工作台43在转位进给方向(Y轴方向)上移动;以及加工进给部30,其使保持工作台43在加工进给方向(X轴方向)上移动。

[0038] 转位进给部20包含:一对导轨23,它们沿Y轴方向延伸;Y轴工作台24,其载置于导轨23上;滚珠丝杠25,其与导轨23平行地延伸;以及驱动电动机26,其使滚珠丝杠25旋转。

[0039] 一对导轨23与Y轴方向平行地配置于基台11的上表面上。Y轴工作台24以能够沿着

这些导轨23滑动的方式设置于一对导轨23上。在Y轴工作台24上载置有加工进给部30和保持工作台部40。

[0040] 滚珠丝杠25与设置于Y轴工作台24的下表面侧的螺母部(未图示)螺合。驱动电动机26与滚珠丝杠25的一个端部连结,使滚珠丝杠25旋转驱动。通过滚珠丝杠25进行旋转驱动,Y轴工作台24、加工进给部30以及保持工作台部40沿着导轨23在转位进给方向(Y轴方向)上移动。

[0041] 加工进给部30具有:一对导轨31,它们沿X轴方向延伸;X轴工作台32,其载置于导轨31上;滚珠丝杠33,其与导轨31平行地延伸;以及驱动电动机35,其使滚珠丝杠33旋转。一对导轨31与X轴方向平行地配置于Y轴工作台24的上表面上。X轴工作台32以能够沿着这些导轨31滑动的方式设置于一对导轨31上。在X轴工作台32上载置有保持工作台部40。

[0042] 滚珠丝杠33与设置于X轴工作台32的下表面侧的螺母部(未图示)螺合。驱动电动机35与滚珠丝杠33的一个端部连结,使滚珠丝杠33旋转驱动。通过滚珠丝杠33进行旋转驱动,X轴工作台32和保持工作台部40沿着导轨31在加工进给方向(X轴方向)上移动。

[0043] 保持工作台部40具有:保持工作台43,其对确认用晶片1或被加工物进行吸引保持;四个夹持部45,其设置于保持工作台43的周围;以及θ台47,其对保持工作台43进行支承。θ台47以能够在XY平面内旋转的方式设置于X轴工作台32的上表面上。保持工作台43形成为圆板状,设置于θ台47上。

[0044] 在保持工作台43的上表面上形成有包含多孔陶瓷材料的保持面。该保持面与吸引源(未图示)连通。在保持工作台43对具有环状框架的被加工物进行保持的情况下,四个夹持部45从四面对环状框架进行夹持固定。

[0045] 在竖立设置于保持工作台移动机构14的后方的立壁部13的前表面上设置有用于对被加工部件进行激光加工的激光加工单元12。激光加工单元12具有:加工头18,其对保持工作台43所保持的确认用晶片1等照射激光束;以及臂部17,其对加工头18进行支承。

[0046] 在臂部17和加工头18内设置有激光加工单元12的光学系统。如图4所示,加工头18具有:振荡器53,其产生激光;以及聚光透镜54,其对振荡器53所振荡的激光束进行会聚。加工头18通过聚光透镜54对从振荡器53输出的激光束L进行会聚而照射至保持工作台43所保持的确认用晶片1等。

[0047] 从加工头18射出的激光束L例如是脉冲激光束,具有对于确认用晶片1具有透过性那样的波长。对该激光束L进行会聚而得到的聚光点P能够配置于任意的高度(沿着Z轴方向的位置)。

[0048] 控制单元51对激光加工装置10的各构成要素进行集成控制。控制单元51具有执行各种处理的处理器。对控制单元51输入来自各种检测器(未图示)的检测结果。

[0049] (2-1)基准位置设定步骤

[0050] 接着,对使用了该激光加工装置10的基准位置设定步骤进行说明。该步骤在确认用晶片准备步骤之后实施。

[0051] 在该步骤中,首先用户按照图2所示的基板2的露出的背面4朝上的方式将确认用晶片1载置于保持工作台43上。与此对应,控制单元51对吸引源进行控制而将确认用晶片1的金属箔5吸附保持于保持工作台43上。

[0052] 然后,如图5所示,控制单元51将确认用晶片1中的要形成改质层的位置设定为基

准位置B。在确认用晶片1上未形成间隔道和器件，因此基准位置B可以设定于任意位置，不需要进行使用θ台47的确认用晶片1的角度调整。

[0053] 例如控制单元51对转位进给部20进行控制而将保持着确认用晶片1的保持工作台43的转位进给方向(Y轴方向)的位置设定于预先设定的第1位置。并且，此时的来自加工头18的激光束L对确认用晶片1的照射位置成为基准位置B。

[0054] (2-2)线状加工痕形成步骤

[0055] 在该步骤中，将激光束L定位于在与加工进给方向垂直的转位进给方向上距离基准位置B为规定距离的位置。

[0056] 即，控制单元51对转位进给部20进行控制而使保持着确认用晶片1的保持工作台43移动，从而将来自加工头18的激光束L对于确认用晶片1的照射位置设定于在转位进给方向的+侧(+Y轴方向)距离基准位置B为规定的偏移距离d(参照图7)的位置。

[0057] 在该状态下，如图6所示，控制单元51对加工头18的光学系统进行控制而将加工头18的聚光点P的位置定位于确认用晶片1中的基材2与金属箔5之间的界面。并且，控制单元51从加工头18朝向确认用晶片1而从背面4侧照射激光束L，并且对加工进给部30进行控制而使保持着确认用晶片1的保持工作台43如箭头A所示那样沿着加工进给方向移动，以便使加工头18相对于确认用晶片1沿着加工进给方向相对地移动。由此，通过激光束对金属箔5的背面进行加工，使金属箔在金属箔5的厚度方向上发生熔融，如图7所示，在金属箔5的正面上的基准位置B的+Y轴方向侧形成作为通过激光束L的照射而使金属箔5熔融的痕迹的第1线状加工痕M1。

[0058] 接着，控制单元51将来自加工头18的激光束L对于确认用晶片1的照射位置设定于在转位进给方向的-侧(-Y轴方向)距离基准位置B为偏移距离d的位置，与第1线状加工痕M1的形成时同样地，实施激光束L的照射和保持工作台43的加工进给。

[0059] 由此，在金属箔5的正面上的基准位置B的-Y轴方向侧形成第2线状加工痕M2。这样，在线状加工痕形成步骤中，在基准位置B的两侧与基准位置B大致平行地形成两条线状加工痕M1和M2。对于线状加工痕M1和M2，通过激光束L的照射而使金属箔5在金属箔5的厚度方向上发生熔融，正面侧发生变色，从而能够从金属箔5的正面侧进行确认。

[0060] 另外，优选加工痕M1与加工痕M2之间的间隔与实际要形成改质层的被加工物的间隔道的宽度相同。由此，能够一目了然地把握由于激光束的照射而给被加工物的正面带来的影响的范围是否落入间隔道内。

[0061] 另外，线状加工痕形成步骤中的激光束L的波长例如为1064nm，输出例如为0.2W，加工进给部30的移动速度例如为500mm/秒。

[0062] (2-3)改质层形成步骤

[0063] 在该步骤中，控制单元51沿着基准位置B而在确认用晶片1中形成改质层。

[0064] 即，控制单元51对转位进给部20进行控制而使保持着确认用晶片1的保持工作台43移动，将来自加工头18的激光束L对于确认用晶片1的照射位置设定于基准位置B。

[0065] 在该状态下，如图8所示，控制单元51对加工头18的光学系统进行控制而将加工头18的聚光点P的位置定位于确认用晶片1中的基材2的内部。并且，控制单元51从加工头18朝向确认用晶片1而从背面4侧照射激光束L，并且对加工进给部30进行控制而使保持工作台43如箭头A所示那样沿着加工进给方向移动，以便使加工头18相对于确认用晶片1沿着加工

进给方向相对地移动。

[0066] 然后，控制单元51改变加工头18的聚光点P在基材2的内部的高度，同样地实施激光束L的照射和保持工作台43的加工进给。

[0067] 由此，沿着图7所示的基准位置B，如图9所示那样在基材2内形成改质层T。另外，改质层形成步骤中的激光束L的波长例如为1064nm，激光束L的输出例如为1.5W，加工进给部30的移动速度例如为700mm/秒。

[0068] (3)确认步骤

[0069] 在该步骤中，用户根据线状加工痕M1和M2的位置而对在改质层形成步骤中所照射的激光束L对金属箔5的正面带来的影响进行确认。

[0070] 即，在改质层形成步骤中，按照将聚光点P定位于基材2的内部的方式从基材2的背面4侧照射激光束L。此时，无助于改质层的形成的激光束L的一部分有时直接到达基材2的正面3侧、或者通过改质层或在改质层的周边所生成的裂纹进行反射、散射、折射而到达基材2的正面3侧。这样到达基材2的正面侧的激光束对于实际用于制造产品的被加工物而言，有可能给正面的器件带来不良影响。并且，在确认用晶片1中，这样到达基材2的正面侧的激光束在金属箔5的正面上如图9所示那样残留有正面损伤(激光损伤)LD。在该步骤中，用户对这样的正面损伤LD进行观察。在该确认步骤中，将确认用晶片1从保持工作台43取下，从层叠于基材2的正面的金属箔5的正面侧确认正面损伤LD。

[0071] 如上所述，在本确认方法中，在线状加工痕形成步骤中，对距离基准位置B为规定的偏移距离的两个位置照射激光束L，从而在确认用晶片1的金属箔5的正面上形成两条线状加工痕M1和M2。另外，通过沿着基准位置B照射激光束L，在两条线状加工痕M1和M2的中间形成改质层T。

[0072] 这里，虽然形成在基材2的内部的改质层T不容易视认，但是处于其两侧的线状加工痕M1和M2作为金属箔5的熔融痕迹明确地形成于金属箔5的正面上，因此用户能够容易地视认。

[0073] 因此，用户根据线状加工痕M1和M2而能够从确认用晶片1的外观容易地把握改质层T的位置、即形成改质层T时的激光束L的照射位置。因此，用户能够获取形成改质层T时的激光束L的照射位置和由于到达基材2的正面的激光束而形成于金属箔5的正面损伤LD的位置关系(距离等)，因此能够适当地确认正面损伤LD的产生状况、即漏光对于基材2的正面3带来的影响。其结果是，用户能够容易地确认激光束L的照射对被加工物的正面带来的影响。

[0074] 因此，用户例如能够选定激光加工装置10中的适当的加工条件以及检测激光加工装置10的异常。当在改质层形成步骤时确认到在金属箔5的正面上在一对线状加工痕M1、M2的外侧形成有激光损伤LD的情况下，例如适当地变更加工条件：使改质层形成时的激光束L的输出降低、变更聚光点的位置、重复频率、加工进给速度、脉冲宽度，等等。另一方面，当在多个激光损伤LD从一对线状加工痕M1、M2的中心即改质层的位置向一方的线状加工痕侧偏移的情况下，例如判断为有可能光轴发生偏移，对激光加工装置10的光学系统等进行检查。

[0075] 另外，在本实施方式中，在改质层形成步骤之前实施线状加工痕形成步骤。关于此，根据改质层T的形成位置(基准位置B)和线状加工痕M1和M2的形成位置的关系，当先形成改质层T时，用于形成线状加工痕M1和M2的激光束L的照射有可能被改质层T妨碍，而通过

如本实施方式那样先实施线状加工痕形成步骤，能够防止这样的情况。

[0076] 另外，在本实施方式中，在线状加工痕形成步骤之前实施基准位置设定步骤。由此，将改质层T的形成预定位置设定为基准位置B，能够根据基准位置B来形成线状加工痕M1和M2和改质层T。由此，容易在线状加工痕M1和M2的中间形成改质层T。

[0077] 另外，在本实施方式中，对在+Y轴方向和-Y轴方向上距离基准位置B为偏移距离d的位置形成两条线状加工痕M1和M2。此时，也可以将加工进给部30从+X侧向-X侧进行加工进给，从而形成第1线状加工痕M1，然后使保持工作台43向-Y轴方向移动而将加工进给部30从-X侧向+X侧进行加工进给，从而形成第2线状加工痕M2。

[0078] 或者，在构成为加工头18能够同时照射两条激光束L的情况下，可以同时形成两条线状加工痕M1和M2。

[0079] 另外，如图10所示，可以仅在基准位置B的转位进给方向的一侧形成一条线状加工痕M。在该结构中，也能够根据能够视认的线状加工痕M以及线状加工痕M与基准位置B的位置关系(偏移距离d)而从确认用晶片1的外观把握改质层T形成时的激光束L的照射位置。

[0080] 在改质层形成步骤中，控制单元51无需将激光束L从确认用晶片1的外周缘的一端照射至另一端。不过，优选形成与在线状加工痕形成步骤中所形成的两条线状加工痕M1和M2同等以下的长度的改质层T。

[0081] 在本实施方式中，在改质层形成步骤之前实施了线状加工痕形成步骤，但是也可以在改质层形成步骤之后实施线状加工痕形成步骤。

[0082] 另外，在本实施方式中实施的基准位置设定步骤可以不必实施。例如可以对确认用晶片1中的任意两个位置实施线状加工痕形成步骤而形成两条线状加工痕M1和M2，对作为它们的中间的位置实施改质层形成步骤而形成改质层T。

[0083] 在本实施方式中，在改质层形成步骤中，改变聚光点P在基材2的内部的高度而实施两次激光束L的照射和保持工作台43的加工进给。也可以取而代之，在改质层形成步骤中，激光束L的照射和保持工作台43的加工进给仅实施一次，也可以实施三次以上。

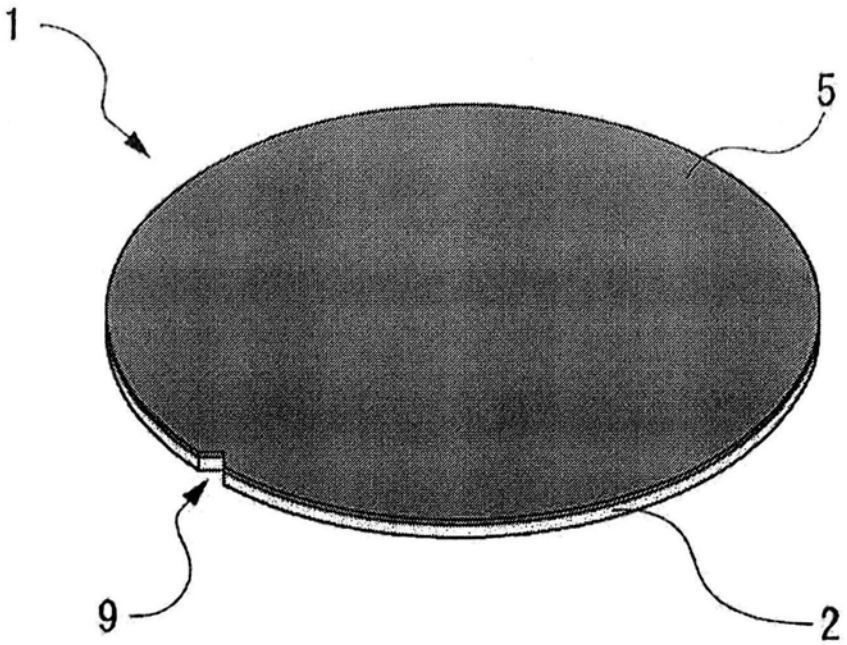


图1

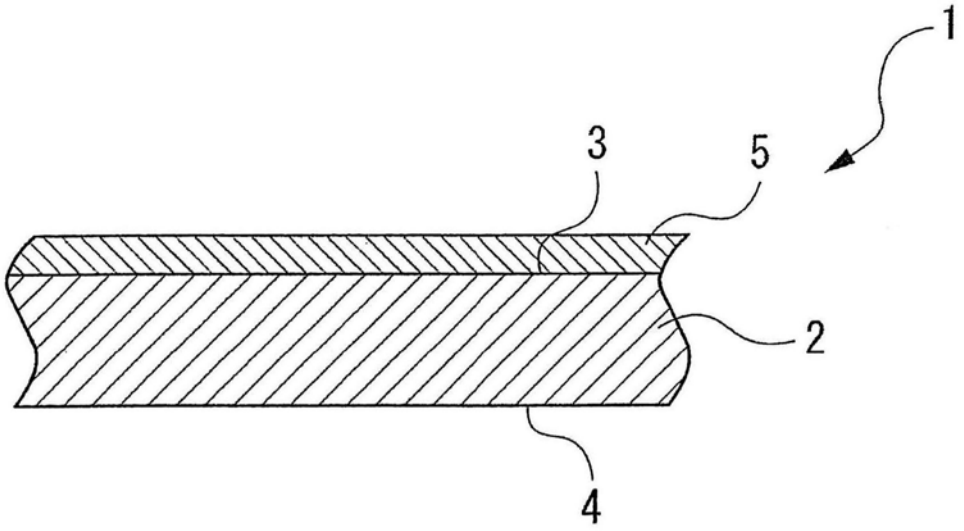


图2

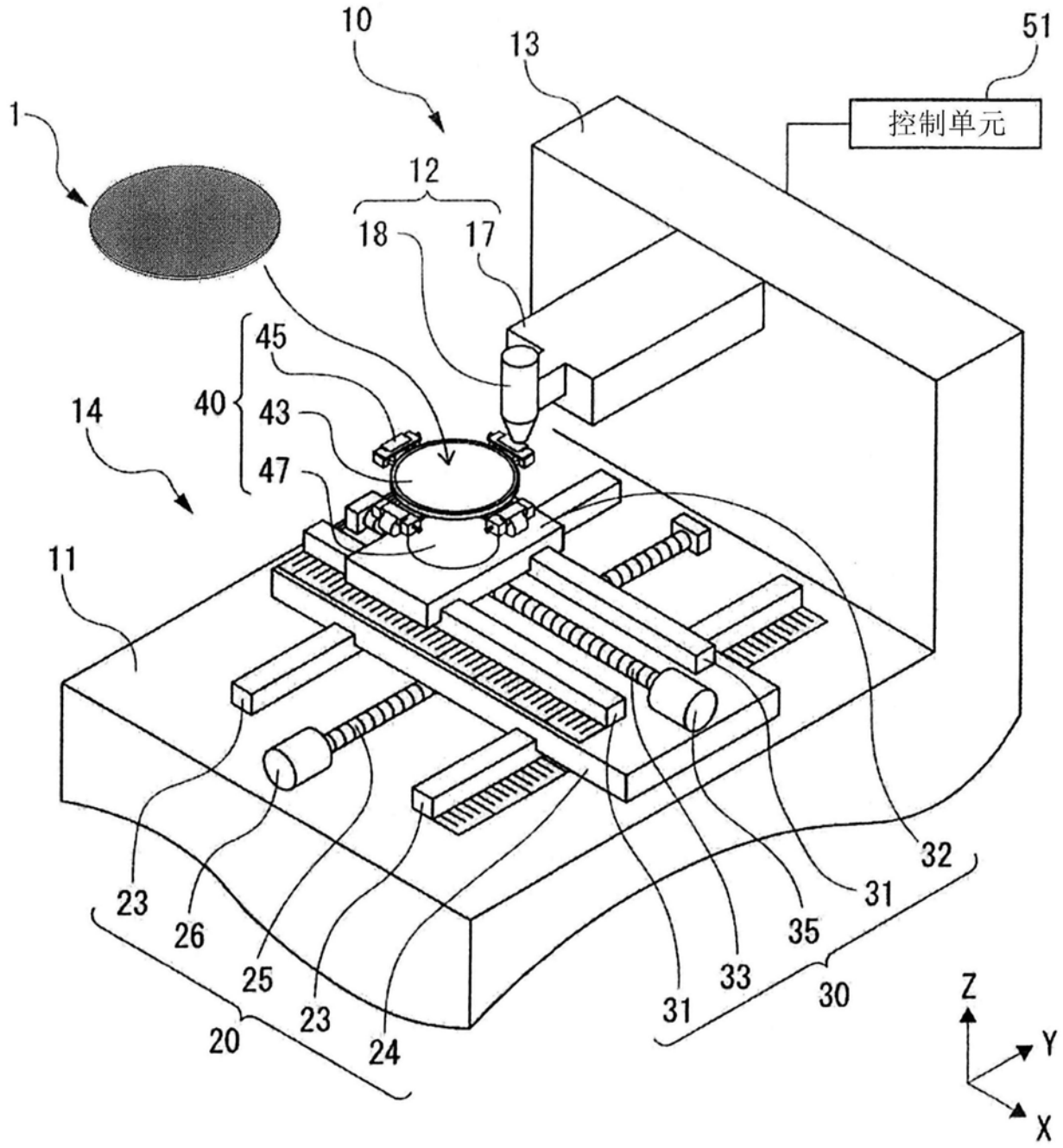

10
13
51
控制单元
1
12
18
17
45
40
43
47
14
11
23
26
25
23
24
20
31
33
35
31
32
30
Z
Y
X

图3

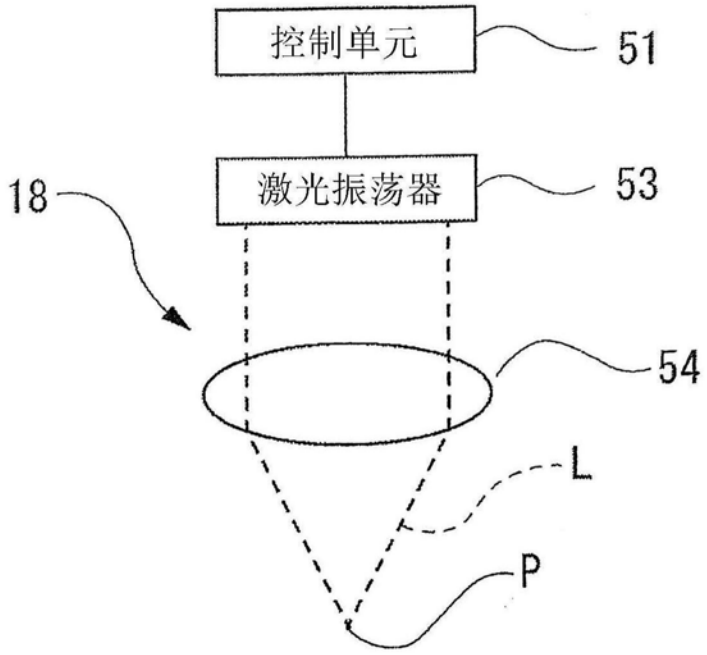


图4

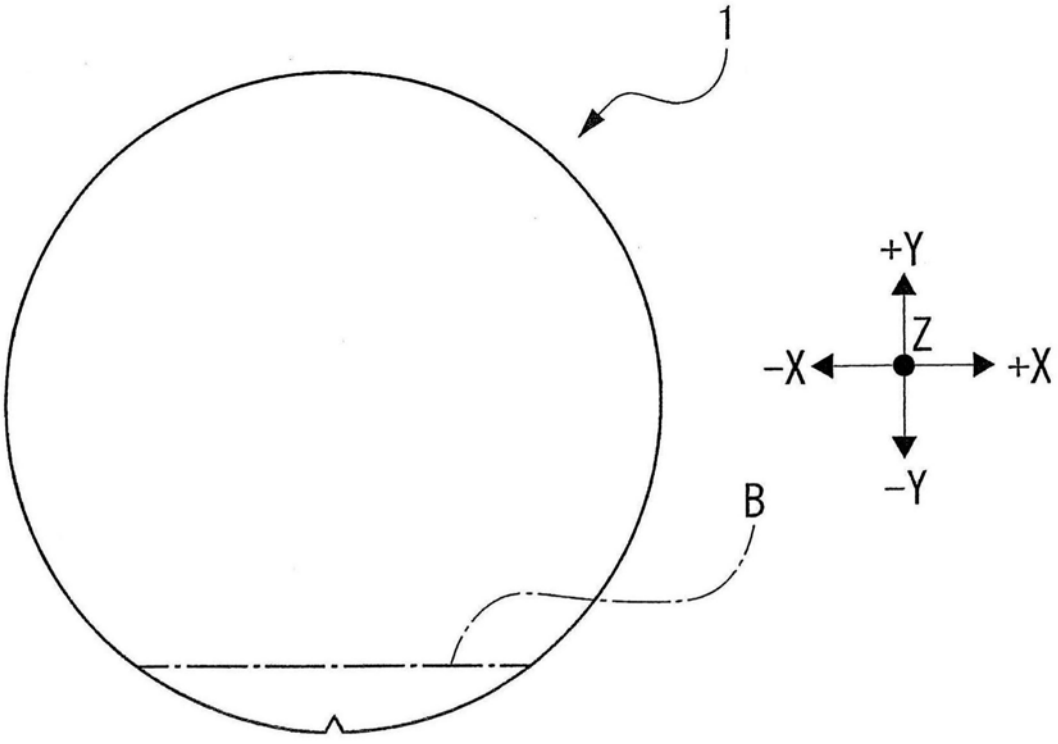


图5

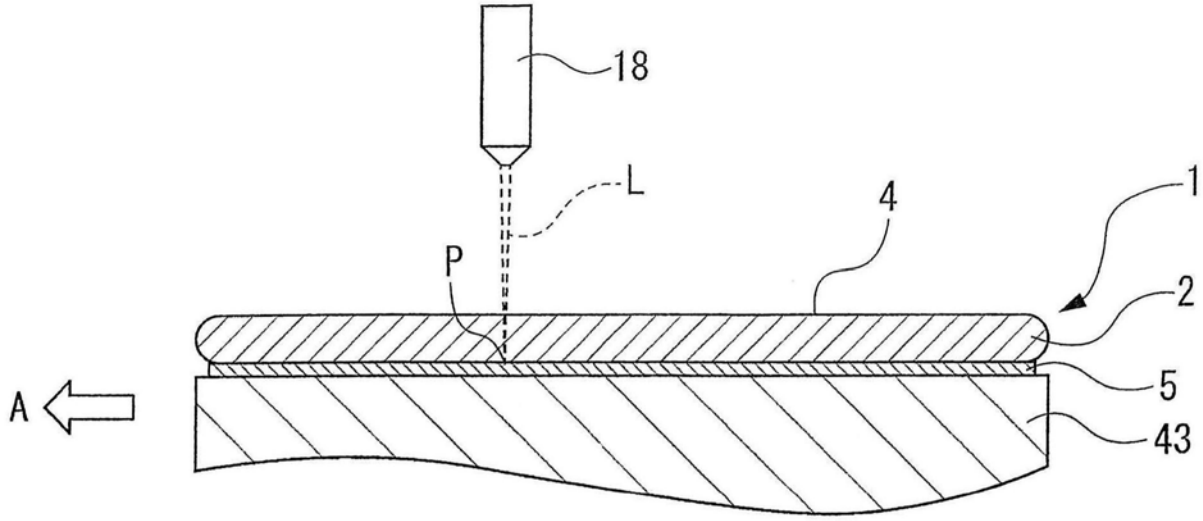


图6

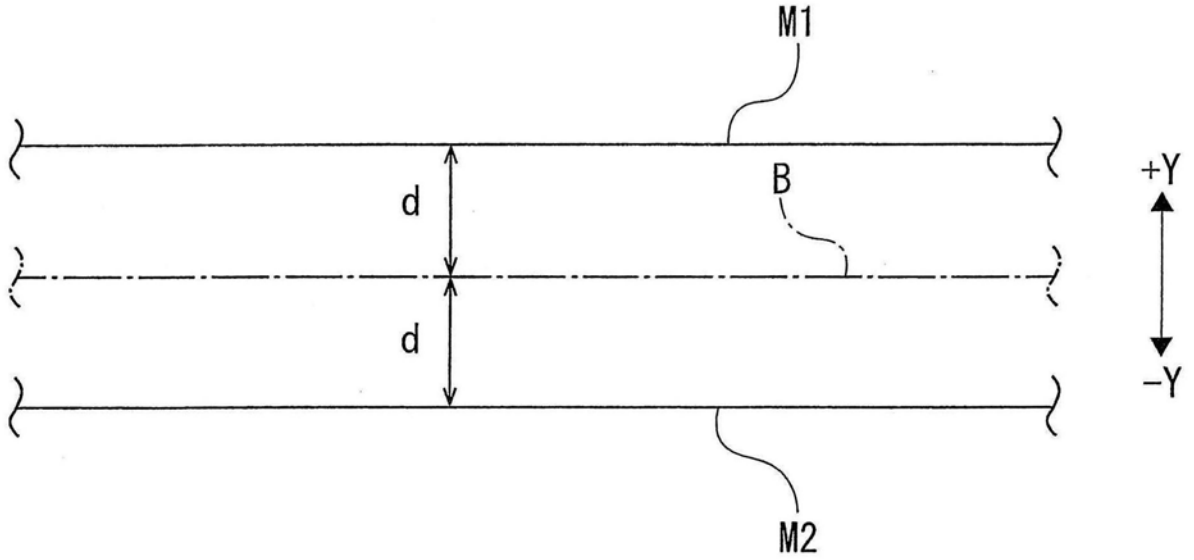


图7

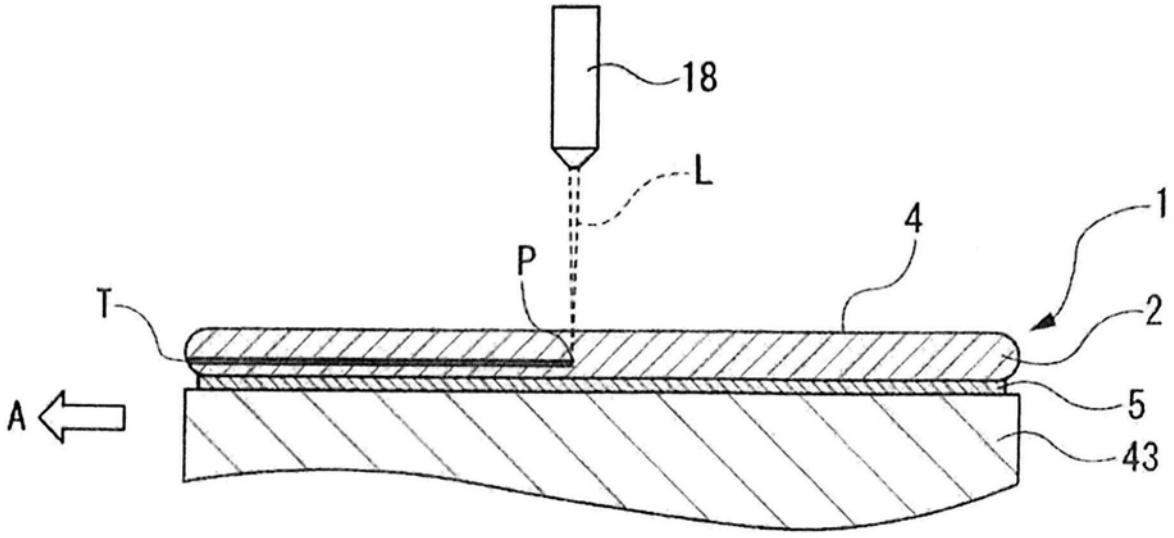


图8

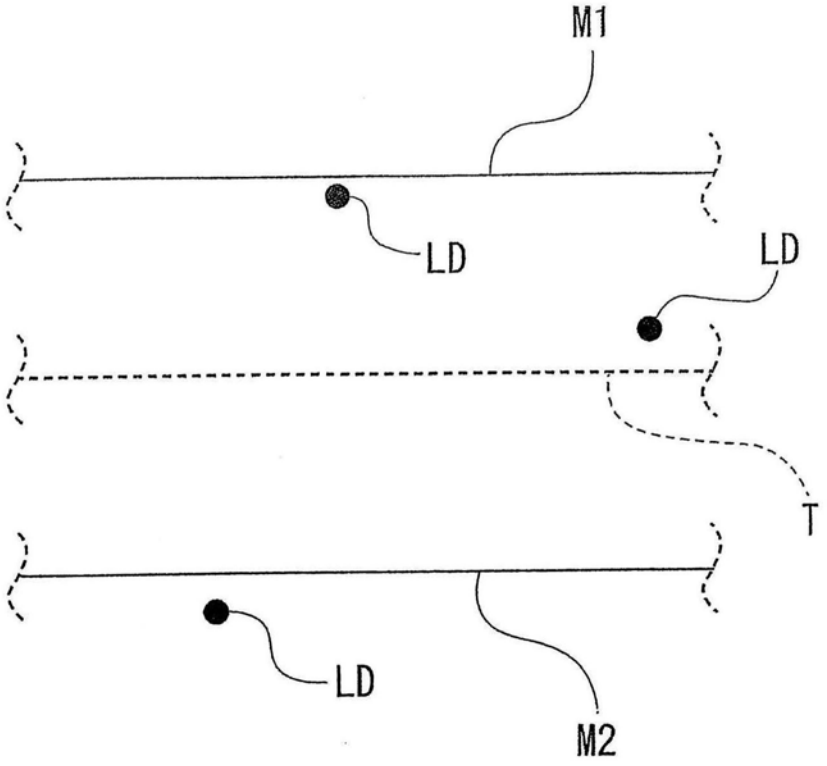


图9

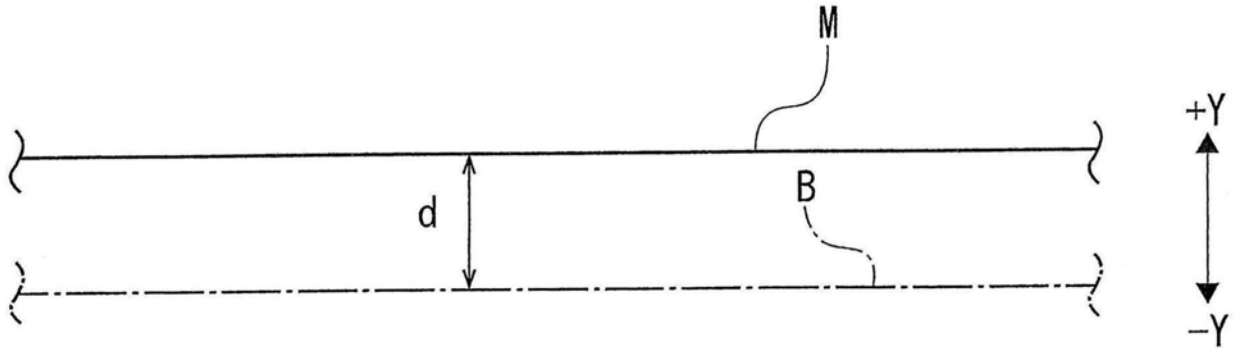


图10