

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 26/04 (2006.01)

B23K 26/38 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480040196.1

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100493812C

[22] 申请日 2004.12.13

[21] 申请号 200480040196.1

[30] 优先权

[32] 2004.1.9 [33] JP [31] 004312/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2004/018591 2004.12.13

[87] 国际公布 WO2005/065880 日 2005.7.21

[85] 进入国家阶段日期 2006.7.10

[73] 专利权人 浜松光子学株式会社

地址 日本静岡県

[72] 发明人 渥美一弘 久野耕司 楠昌好

铃木达也

[56] 参考文献

JP2000-9991A 2000.1.14

JP4-244910A 1992.9.1

WO03/077295A1 2003.9.18

CN1105798A 1995.7.26

CN1247623A 2000.3.15

WO03/076120A1 2003.9.18

JP8-14968A 1996.1.19

WO02/22301A1 2002.3.21

审查员 高立虎

[74] 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

代理人 龙 淳

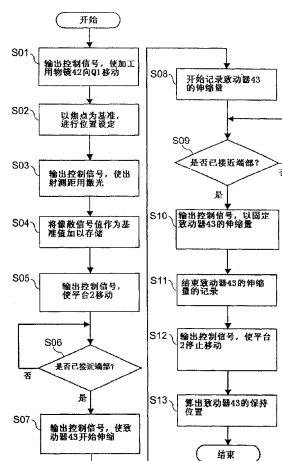
权利要求书 3 页 说明书 21 页 附图 10 页

[54] 发明名称

激光加工方法以及激光加工装置

[57] 摘要

尽量减少激光的聚焦点的偏离，并且可有效率地执行激光加工。具备位移取得步骤(S07~S11)，以透镜集光用以测定加工对象物(S)的表面(S1)位移的测距用激光，并将其而向加工对象(S)物照射，一边检测随着该照射在主面被反射的反射光(45)，一边取得沿着切割预定线的表面的位移；基于在该位移取得步骤中所取得的位移，一边调整加工用物镜(42)与表面(S1)的间隔，一边使加工用物镜(42)与加工对象物(S)沿着主面作相对移动，并沿着切割预定线(P)形成改质区域。



1. 一种激光加工方法，其特征在于，

是将第一激光以透镜集光，使聚焦点对准加工对象物的内部进行照射，沿着所述加工对象物的切割预定线在所述加工对象物的内部形成改质区域的激光加工方法，其具备：

位移取得步骤，将用以测定所述加工对象物的主面的位移的第二激光用所述透镜集光从而向所述加工对象物照射，一边检测随着照射被所述主面反射的反射光，一边取得沿着所述切割预定线的所述主面的位移；

加工步骤，照射所述第一激光，基于该取得的位移，一边调整所述透镜与所述主面的间隔，一边使所述透镜与所述加工对象物沿着所述主面作相对移动，并沿着所述切割预定线形成所述改质区域，

其中，

所述加工步骤具有：

加工准备步骤，基于在所述位移取得步骤中所取得的沿着所述切割预定线的所述主面的位移，设定相对于所述主面保持所述透镜的加工起始位置，并在该设定的加工起始位置上保持所述透镜；

第一加工步骤，在将所述透镜保持在加工起始位置的状态下开始所述第一激光的照射，使所述透镜与所述加工对象物作相对移动，并在所述切割预定线的一端部形成所述改质区域；

第二加工步骤，在所述切割预定线的一端部形成改质区域之后，解除将所述透镜保持在所述加工起始位置的状态，在该解除之后，基于在所述位移取得步骤中所取得的沿着所述切割预定线的所述主面的位移，一边调整所述透镜与所述主面的间隔，一边使所述透镜与所述加工对象物作相对移动，并形成所述改质区域。

2. 如权利要求1所述的激光加工方法，其特征在于，

在所述位移取得步骤中，在取得沿着所述切割预定线的所述主面的位移的同时照射所述第一激光，并沿着所述切割预定线形成所述改质区域。

3. 如权利要求 2 所述的激光加工方法，其特征在于，

所述位移取得步骤中所形成的改质区域形成在所述加工步骤中所形成的改质区域与所述主面之间。

4. 一种激光加工装置，其特征在于，

是使其聚焦点对准加工对象物的内部地照射第一激光，沿着所述加工对象物的切割预定线在所述加工对象物的内部形成改质区域的激光加工装置，其具备：

透镜，对所述第一激光以及用以测定所述加工对象物的主面的位移的第二激光，向着所述加工对象物进行集光；

位移取得装置，检测随着所述第二激光的照射在所述主面被反射的反射光，从而取得所述主面的位移；

移动装置，使所述加工对象物和所述透镜沿着所述加工对象物的主面移动；

保持装置，相对于所述主面进退自如地保持所述透镜；

控制装置，控制所述移动装置及所述保持装置各自的动作，

一边照射所述第二激光，一边所述控制装置控制所述移动装置，使所述加工对象物和所述透镜沿着所述主面作相对移动，并且所述位移取得装置取得沿着所述切割预定线的所述主面的位移，

照射所述第一激光，所述控制装置控制所述保持装置，使其一边基于所述位移取得装置所取得的位移调整所述透镜与所述主面的间隔一边进行保持，并且控制所述移动装置，使所述透镜与所述加工对象物沿着所述主面作相对移动，并形成所述改质区域，

所述控制装置基于所述位移取得装置所取得的沿着所述切割预定线的所述主面的位移，设定相对于所述主面的保持所述透镜的加工起始位置，并且控制所述保持装置，使其在所述设定的加工起始位置保持所述透镜，

在将所述透镜保持在加工起始位置的状态下开始所述第一激光的照射，所述控制装置控制所述移动装置，以使所述透镜与所述加工对象物作相对移动，并在所述切割预定线的一端部形成所述改质区域，

在所述一端部形成改质区域之后，所述控制装置解除将所述透镜保持在所述加工起始位置的状态，并控制所述保持装置，以使基于所述位移取得装置所取得的所述主面的位移来调整所述透镜与所述加工对象物之间的间隔，并控制所述移动装置，以使所述透镜与所述加工对象物作相对移动，并形成所述改质区域。

5. 如权利要求 4 所述的激光加工装置，其特征在于，

在所述位移取得装置取得沿着所述切割预定线的所述主面的位移的同时照射所述第一激光，并且沿着所述切割预定线形成所述改质区域。

6. 如权利要求 5 所述的激光加工装置，其特征在于，

所述移动装置能够使所述加工对象物向着所述透镜的方向移动，

所述控制装置控制所述移动装置，以使在所述位移取得装置取得所述位移时沿着所述切割预定线形成的改质区域，形成在其后沿着所述切割预定线形成的改质区域与所述主面之间。

激光加工方法以及激光加工装置

技术领域

本发明涉及通过照射激光而对加工对象物进行加工的激光加工方法以及激光加工装置。

背景技术

在以往的激光加工技术中，相对于将对加工对象物进行加工的激光聚光的聚光透镜，将测定加工对象物的主面高度的测定装置(接触式位移仪及超音波测距仪等)以规定的间隔并列设置的技术(例如，参照下述专利文献1的图6～图10)。在此种激光加工技术中，当沿着加工对象物的主面用激光扫描时，利用测定装置测定加工对象物的主面高度，当其测定点到达集光透镜的正下方时，依据其主面高度的测定值，使集光透镜与加工对象物的主面的距离成为一定地，将集光透镜在其光轴方向上驱动。

另外，对主面为凸凹形状的加工对象物进行加工的技术有，作为加工准备利用平面度测定装置(具有投光器与反射光受光器的平面度测定器)测定实施加工的部分的全部的平面度后，将该平面度测定装置更换为刀片，再依据所测定的平面度对加工对象物进行加工的技术(例如，参照下述专利文献2。)。

专利文献1：日本专利特开2002-219591号公报

专利文献2：日本专利特开平11-345785号公报

然而，上述专利文献1所记载的激光加工技术具有如下所述的需解决的课题。即，在从加工对象物的外侧位置开始激光的照射而使激光和加工对象物沿其主面移动以实施加工的情况下，测定装置从加工对象物的外侧开始进行测定，并向加工对象物的内侧进行测定。因此，按照在该测定中所得的主面高度的测定值来驱动集光透镜时，在加工对象物的端部，有时激光的聚焦点会发生偏离。

另外，在使用上述专利文献2所记载的技术的情况下，虽然可正

确地把握加工对象物的主面的平面度，但是因为在测定时和加工时要交换各自所使用的装置，所以交换费时，同时伴随着交换有产生偏离的忧虑。

发明内容

因此，本发明的目的在于提供一种可极力减少激光的聚焦点的偏离且可有效率地进行激光加工的激光加工方法以及激光加工装置。

本发明的激光加工方法，是将第一激光以透镜进行集光，使聚焦点对准加工对象物的内部进行照射，并沿着加工对象物的切割预定线在加工对象物的内部形成改质区域的激光加工方法，其具备：（1）位移取得步骤，将用以测定加工对象物的主面的位移的第二激光用透镜集光、并向加工对象物照射，一边检测随着该照射在主面被反射的反射光，一边取得沿着切割预定线的主面的位移；（2）加工步骤，照射第一激光，基于该取得的位移一边调整透镜与主面的间隔一边使透镜与加工对象物沿着主面作相对移动，并沿着切割预定线形成改质区域。

根据本发明的激光加工方法，由于沿着切割预定线取得主面的位移，并且基于取得的位移一边调整透镜与主面的间隔一边形成改质区域，所以，能够在加工对象物内部的指定的位置形成改质区域。另外，由于以对加工用第一激光进行集光的透镜来对测定用第二激光进行集光，所以，能够更正确地取得主面的位移。

另外，本发明的激光加工方法中还有选，在位移取得步骤中，一边使透镜和加工对象物以第一速度沿着主面作相对移动，一边以第一时间间隔取得沿着切割预定线的主面的位移；在加工步骤中，一边使透镜和加工对象物以大于第一速度的第二速度沿着主面作相对移动，一边以短于第一时间间隔的第二时间间隔调整透镜与主面的间隔、同时形成改质区域。因为是以较形成改质区域时的第二速度慢的第一速度取得主面的位移，所以，例如即使主面具有大的段差的情况下，也能够正确地取得主面的位移。另外，因为以较取得主面的位移时的第一速度快的第二速度形成改质区域，所以加工效率得到了提高。又例如，若各自设定第一速度、第二速度、第一时间间隔、以及第二时间间隔，以使得取得主面的位移的切割预定线方向的距离间隔，等于

形成改质区域时的调整透镜与主面的间隔时的切割预定线方向的距离间隔，则依所取得的主面的位移，能够如实地调整透镜与主面的间隔。

另外，本发明的激光加工方法还优选位移取得步骤具有：测定准备步骤，将透镜保持在测定起始位置，该测定起始位置被设定成为使第二激光的聚焦点对准相对于加工对象物的指定的位置；第一测定步骤，在将该透镜保持在起始位置的状态下开始照射第二激光，使透镜和加工对象物沿着主面作相对移动，根据在主面被反射的第二激光的反射光，解除将透镜保持在测定起始位置上的状态；第二测定步骤，在解除之后，一边检测在主面被反射的第二激光的反射光，一边调整透镜与主面的距离，并取得沿着切割预定线的主面的位移。由于在测定起始位置保持透镜的状态下对切割预定线的一端部照射第二激光之后，即，透镜与加工对象物作相对移动从而使透镜接近于加工对象物之后，解除保持透镜的状态，从而取得主面的位移，所以，能够在尽量排除加工对象物的端部的形状变动所造成的影响的情况下，取得位移。另外，反射光的光量根据与反射的面的距离而发生变化，所以例如，能够将反射光的光量发生指定的变化的部分假设为相当于加工对象物的主面的外缘的部分，并据此解除保持透镜的状态。

另外，本发明的激光加工方法还优选加工步骤具有：加工准备步骤，基于在位移取得步骤中所取得的沿着切割预定线的主面的位移，设定相对于主面保持透镜的加工起始位置，并在该设定的加工起始位置上保持透镜；第一加工步骤，在将该透镜保持在加工起始位置的状态下开始第一激光的照射，使透镜与加工对象物作相对移动，并在切割预定线的一端部形成改质区域；第二加工步骤，在切割预定线的一端部形成改质区域之后，解除将透镜保持在加工起始位置上的状态，在该解除之后，基于在位移取得步骤中所取得的沿着切割预定线的主面的位移，一边调整透镜与主面的间隔，一边使透镜与加工对象物作相对移动，并形成改质区域。因为是在加工起始位置保持透镜的状态下在切割预定线的一端部形成改质区域，且在其后解除保持透镜的状态，一边跟踪主面的位移一边形成改质区域，所以，能够在尽量排除加工对象物的端部的形状变动所造成的影响的情况下，形成改质区域。

另外，本发明的激光加工方法还优选在位移取得步骤中，在取得

沿着切割预定线的主面的位移的同时照射第一激光，并沿着切割预定线形成改质区域。由于主面位移的取得和改质区域的形成同时进行，所以，能够以一次的扫描来进行测定和加工。

另外，本发明的激光加工方法还优选，位移取得步骤中所形成的改质区域形成在加工步骤中所形成的改质区域与主面之间。由于相对于位移取得步骤中所形成的改质区域，从激光照射的一侧观察时，在加工步骤中所形成的改质区域位于远处，所以，能够在激光的出射方向上广范地形成改质区域。

另外，本发明的激光加工方法还优选，切割预定线包括第一切割预定线 and 第二切割预定线，在位移取得步骤中，使透镜相对于加工对象物以沿着第一切割预定线的第一方向作相对移动，从而取得沿着第一切割预定线的主面的位移，之后，使透镜相对于加工对象物以与第一方向相反的第二方向作相对移动，从而取得沿着第二切割预定线的主面的位移；在加工步骤中，向第一方向形成沿着第一切割预定线的改质区域之后，向第二方向形成沿着第二切割预定线的改质区域。由于透镜向第一方向移动的同时取得沿着第一切割预定线的位移，并且与其相反的第二方向移动的同时取得沿着第二切割预定线的位移，所以，能够通过使透镜相对于加工对象物进行往复动作而取得位移。另外，由于透镜通过相对于加工对象物进行往复动作，而形成分别沿着第一切割预定线及第二切割预定线的改质区域，所以，能够更有效率地形成改质区域。

本发明的激光加工装置，是使其聚焦点对准加工对象物的内部地照射第一激光，沿着加工对象物的切割预定线在加工对象物的内部形成改质区域的激光加工装置，其具备：透镜，对第一激光以及用以测定加工对象物的主面的位移的第二激光，向着加工对象物进行集光；位移取得装置，检测随着第二激光的照射在主面被反射的反射光，从而取得主面的位移；移动装置，使加工对象物和透镜沿着加工对象物的主面移动；保持装置，相对于主面进退自如地保持透镜；控制装置，控制移动装置及保持装置各自的动作。并且，一边照射第二激光，一边控制装置控制移动装置，使加工对象物和透镜沿着主面作相对移动，并且位移取得装置取得沿着切割预定线的主面的位移；照射第一激光，

控制装置控制保持装置，使其一边基于位移取得装置所取得的位移调整透镜与主面的间隔一边进行保持，并且控制移动装置，使透镜与加工对象物沿着主面作相对移动般，并形成改质区域。

根据本发明的激光加工装置，由于沿着切割预定线取得主面的位移，再依据其取得的位移而一边调整透镜与主面的间隔一边形成改质区域，所以，能够在加工对象物内部的指定的位置形成改质区域。另外，由于是以对加工用第一激光进行集光的透镜来对测定用第二激光进行集光，所以，能够更正确地取得主面的位移。

另外，本发明的激光加工装置还优选，一边照射所述第二激光，一边所述控制装置控制所述移动装置，使所述加工对象物和所述透镜以第一速度沿着所述主面作相对移动，所述位移取得装置以第一时间间隔取得沿着所述切割预定线的所述主面的位移；照射所述第一激光，所述控制装置控制所述移动装置，使所述透镜和所述加工对象物以快于所述第一速度的第二速度沿着所述主面作相对移动，并且控制所述保持装置，以短于所述第一时间间隔的第二时间间隔调整所述透镜与所述主面之间的间隔。由于通过控制，使得以较形成改质区域时的第二速度慢的第一速度取得主面的位移，所以，例如即使是在主面具有大的段差的情况下，也能够正确地取得主面的位移。另外，由于通过控制，使得以较取得主面的位移时的第一速度快的第二速度形成改质区域，所以，加工效率得到了提高。又例如，若分别定第一速度、第二速度、第一时间间隔、及第二时间间隔，使得在取得主面的位移的切割预定线方向的距离间隔，等于在形成改质区域时的在调整透镜与主面的间隔时的切割预定线方向的距离间隔，则能够根据所取得的主面的位移，如实地调整透镜与主面的间隔。

另外，本发明的激光加工装置还优选，所述控制装置控制所述保持装置，以使所述透镜保持在测定起始位置上，该测定起始位置被设定成为使所述第二激光的聚焦点对准相对于所述加工对象物的指定的位置；在将所述透镜保持在测定起始位置的状态下开始所述第二激光的照射，所述控制装置控制所述移动装置，以使所述透镜与所述加工对象物沿着所述主面作相对移动，并且控制所述保持装置，以使根据在所述主面被反射的所述第二激光的反射光，解除将所述透镜保持在

所述测定起始位置的状态；在该解除之后，所述控制装置控制所述保持装置，以使其一边检测在所述主面被反射的所述第二激光的反射光，一边调整所述透镜与所述主面之间的距离，所述位移取得装置取得沿着所述切割预定线的所述主面的位移。在将透镜保持在测定起始位置的状态下对切割预定线的一端部照射第二激光之后，即，透镜与加工对象物作相对移动而使透镜接近于加工对象物之后，解除保持透镜的状态并取得主面的位移，所以，能够在尽量排除加工对象物的端部的形状变动所造成的影响的情况下，取得位移。另外，反射光的光量随着与反射的面的距离而发生变化，所以，例如能够将反射光的光量发生指定变化的部分假设为相当于加工对象物的主面的外缘的部分，并据此解除保持透镜的状态。

另外，本发明的激光加工装置还优选，控制装置基于位移取得装置所取得的沿着切割预定线的主面的位移，设定相对于主面的保持透镜的加工起始位置，并且控制保持装置，使其在设定的加工起始位置保持透镜；在将透镜保持在加工起始位置的状态下开始第一激光的照射，控制装置控制移动装置，以使透镜与加工对象物作相对移动，并在切割预定线的一端部形成改质区域；在一端部形成改质区域之后，控制装置解除将透镜保持在加工起始位置的状态，并控制保持装置，以使基于位移取得装置所取得的主面的位移来调整透镜与加工对象物之间的间隔，并控制移动装置，以使透镜与加工对象物作相对移动，并形成改质区域。由于是在加工起始位置保持透镜的状态下在切割预定线的一端部形成改质区域，并且此之后解除保持透镜的状态，一边跟踪主面的位移一边形成改质区域，所以能够在尽量排除加工对象物的端部的形状变动所造成的影响的情况下，形成改质区域。

另外，本发明的激光加工装置还优选，在位移取得装置取得沿着切割预定线的主面的位移的同时照射第一激光，并且沿着切割预定线形成改质区域。由于主面位移的取得和改质区域的形成同时进行，所以，能够以一次的扫描进行测定和加工。

另外，本发明的激光加工装置还优选，移动装置能够使加工对象物向着透镜的方向移动，控制装置控制移动装置，以使在位移取得装置取得位移时沿着切割预定线形成的改质区域，形成在其后沿着切割

预定线形成的改质区域与主面之间。由于相对于位移取得步骤中所形成的改质区域，从激光照射的一侧观察时，在加工步骤中所形成的改质区域位于远处，所以能够在激光的出射方向上广范地形成改质区域。

另外，本发明的激光加工装置还优选，切割预定线包括第一切割预定线 and 第二切割预定线，控制装置控制移动装置，以使透镜沿着第一切割预定线向第一方向相对于加工对象物作相对移动；位移取得装置系取得沿着第一切割预定线的主面的位移；之后，控制装置控制移动装置，以使透镜向与第一方向相反的第二方向相对于加工对象物作相对移动；位移取得装置取得沿着第二切割预定线的主面的位移，控制装置控制移动装置，以使向第一方向形成沿着第一切割预定线的改质区域之后，向第二方向形成沿着第二切割预定线的改质区域。由于透镜向第一方向移动的同时取得沿着第一切割预定线的位移，并且向与其相反的第二方向移动的同时取得沿着第二切割预定线的位移，所以，能够通过使透镜相对于加工对象物作往复动作而取得位移。另外，通过相对于加工对象物使透镜作往复动作而形成各自沿着第一切割预定线及第二切割预定线的改质区域，所以能够更有效率地形成改质区域。

根据发明的激光加工方法及激光加工装置能够尽量减少激光的聚焦点的偏离的同时进行有效率的激光加工。

附图说明

图 1 是表示本实施方式的激光加工装置的构成图。

图 2 是表示本实施方式的激光加工装置所具备的控制装置的功能性的构成图。

图 3 是表示用以说明本实施方式的加工对象物的图。

图 4 是用来说明本实施方式的激光加工方法的图。

图 5 是用来说明本实施方式的激光加工方法的图。

图 6 是用来说明本实施方式的激光加工方法的图。

图 7 是用来说明本实施方式的激光加工方法的图。

图 8 是用来说明本实施方式的激光加工方法的图。

图 9 是用来说明本实施方式的激光加工方法的图。

图 10 是用来说明本实施方式的激光加工方法的图。

符号说明

1...激光加工装置；2...平台；3...激光头单元；4...光学系统主体部；5...物镜单元；6...激光出射装置；7...控制装置；S...加工对象物；R...改质区域；42...加工用物镜；43...致动器；13...激光头；44...激光二极管；45...受光部。

具体实施方式

本发明的知识可参照仅作为例示的附图和以下的详细说明而容易理解。下面，参照附图说明本发明的实施方式。在可能的场合，对同一部分赋予同一符号并省略重复说明。

参照图 1 说明本实施方式的激光加工装置。如图 1 所示，激光加工装置 1 是，将聚焦点 P 对准在平台 2(移动装置)上载置的平板状的加工对象物 S 的内部，并对其照射加工用激光 L1(第一激光)，在加工对象物 S 的内部形成因多光子吸收而产生的改质区域 R 的装置。平台 2 是能够朝上下方向及左右方向移动及旋转移动的装置，该平台 2 的上方配置有由激光头单元 3、光学系统主体部 4 以及物镜单元 5 所构成的激光出射装置 6。另外，激光加工装置 1 具备控制装置 7(控制手段)，控制装置 7 向平台 2 及激光出射装置 6 输出用以控制各自的动作(平台 2 的移动、激光出射装置 6 的激光的出射等等)的控制信号。

激光头单元 3 被装卸自如地安装在光学系统主体部 4 的上端部。此激光头单元 3 具有 L 字状的冷却护套 11，在此冷却护套 11 的纵壁 11a 内以曲折的状态埋设有流通着冷却水的冷却管 12。在该纵壁 11a 的前面安装有使加工用激光 L1 朝下方出射的激光头 13，和选择性地执行从该激光头 13 所出射的加工用激光 L1 的光路的开放及关闭的快门单元 14。依此，可防止激光头 13 及快门单元 14 的过热。此外，激光头 13 使用例如 Nd: YAG 激光，并且作为加工用激光 L1 出射脉宽 1 μ s 以下的脉冲激光。

另外，在激光头单元 3 中，在冷却护套 11 的底壁 11b 的下面，安装有用以调整冷却护套 11 的倾斜等的调整部 15。此调整部 15 是用来使从激光头 13 出射的加工用激光 L1 的光轴 α ，与以上下方向延伸的在

光学系统主体 4 以及物镜单元 5 上设定的轴线 β 一致的装置。即，激光头单元 3 隔着调整部 15 而被安装在光学系统主体部 4 上。之后，当利用调整部 15 调整冷却护套 11 的倾斜时，随着冷却护套 11 的移动，激光头 13 的倾斜等也被调整。由此，加工用激光 L1 在其光轴 α 与轴线 β 一致的状态下向光学系统主体 4 内行进。此外，在冷却护套 11 的底壁 11b、调整部 15 以及光学系统主体部 4 的筐体 21 上形成有通过加工用激光 L1 的贯通孔。

另外，在光学系统主体部 4 的筐体 21 内的轴线 β 上，以从上到下的顺序配置有：用来放大从激光头 13 所出射的加工用激光 L1 的光束直径 (beam size) 的扩束器 22；用来调整加工用激光 L1 的输出的光衰减器 23；用来观察由光衰减器 23 所调整的加工用激光 L1 的输出的输出观察光学系统 24；以及，用来调整加工用激光 L1 的偏光的偏光调整光学系统 25。此外，光衰减器 23 上安装有用来吸收被除去的激光的光束阻尼器 (beam damper) 26，此光束阻尼器 26 经由热管 27 与冷却护套 11 相连接。由此，能够防止吸收了激光的光束阻尼器 26 的过热。

进一步，为了观察被载置在平台 2 上的加工对象物 S，在光学系统主体部 4 的筐体 21 上安装有用来对观察用可见光进行光导的光导管 (light guide) 28，且在筐体 21 内配置有 CCD 相机 29。观察用可见光由光导管 28 被导入到筐体 21 内，在依序通过视场光阑 31、十字线 32、及分色镜 33 等之后，再被配置在轴线 β 上的分色镜 34 所反射。被反射的观察用可见光沿轴线 β 向下方行进，照射在加工对象物 S 上。此外，加工用激光 L1 透过分色镜 34。

然后，被加工对象物 S 的表面 S1 所反射的观察用可见光的反射光，沿轴线 β 向上方行进，被分色镜 34 反射。被该分色镜 34 所反射的反射光进一步被分色镜 33 反射，并透过成像透镜 35 等，向 CCD 相机 29 入射。由该 CCD 相机 29 所拍摄的加工对象物 S 的图像通过监视器(未图示)放映出来。

另外，物镜单元 5 装卸自如地安装在光学系统主体部 4 的下端部。物镜单元 5 被多个定位销固定了相对于光学系统主体部 4 的下端部的位置，所以，能够容易使设定在光学系统主体 4 的轴线 β 与设定在物镜单元 5 的轴线 β 相一致。在该物镜单元 5 的筐体 41 的下端，夹着使

用压电元件的致动器 43(保持装置), 且以轴线 β 与光轴一致的状态, 安装有加工用物镜 42。另外, 在光学系统主体部 4 的筐体 21 以及物镜单元 5 的筐体 41 上, 形成有通过加工用激光 L1 的贯通孔。另外, 由加工用物镜 42 而被聚光的加工用激光 L1 的聚焦点 P 的峰值功率密度成为 $1 \times 10^8 (\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上。

进一步, 在物镜单元 5 的筐体 41 内, 为了使加工用激光 L1 的聚焦点 P 位于距离加工对象物 S 的表面 S1 的规定深度内, 配置有用来出射测距用激光 L2(第二激光)的激光二极管 44 和受光部 45。测距用激光 L2 从激光二极管 44 出射, 依次被反射镜 46、半透半反镜 47 反射之后, 被配置在轴线 β 上的分色镜 48 反射。被反射的测距用激光 L2 沿轴线 β 向下方行进, 透过加工用物镜 42 之后照射在加工对象物 S 的表面 S1 上。另外, 加工用激光 L1 透过分色镜 48。

接着, 被加工对象物 S 的表面 S1 所反射的测距用激光 L2 的反射光, 再入射到加工用物镜 42 中, 沿轴线 β 向上方行进, 再被分色镜 48 反射。由该分色镜 48 所反射的测距用激光 L2 的反射光, 透过半透半反镜 47 入射到受光部 45 内, 并聚光在将光电二极管 4 等分而成的 4 分割位置检测元件上。基于被集光在该 4 分割位置检测元件上的测距用激光 L2 的反射光的集光像图案, 能够检测出由加工用物镜 42 所得到的测距用激光 L2 的聚焦点位于相对于加工对象物 S 的表面 S1 的哪个位置。被集光在 4 分割位置检测元件上的测距用激光 L2 的反射光的集光像图案的相关信息, 被输出至控制装置 7。控制装置 7 依据此信息对致动器 43 输出控制信号用以指示保持加工用物镜 42 的位置。

控制装置 7 物理上具备有, 用来与平台 2 以及激光出射装置 6 进行信号的接受的接口、CPU(中央处理器)、存储器或 HDD 类的存储装置, 并且, CPU 基于存储装置中储存的程序来进行规定的信息处理, 并将其信息处理的结果作为控制信号经由接口向平台 2 以及激光出射装置 6 输出。

图 2 表示控制装置 7 的功能性的构成。如图 2 所示, 控制装置 7 按功能具有激光出射控制部 701、平台移动控制部 702、致动器控制部 703、聚焦点运算部 704、端部判断部 705、和位移取得再生部 706(位移取得装置)、以及位移储存部 707。激光出射控制部 701 是, 将控制

加工用激光 L1 以及测距用激光 L2 的出射的信号分别输出给激光头单元 3 的激光头 13 以及物镜单元 5 的激光二极管 44 的部分。平台移动控制部 702 是将控制平台 2 的移动的控制信号输出给平台 2 的部分。致动器控制部 703 是将控制致动器 43 的驱动的控制信号输出给物镜单元 5 的致动器 43 的部分。位移取得再生部 706 是,从致动器控制部 703 向致动器 43 输出的控制信号读取致动器 43 的伸缩量,并将其伸缩量储存到位移储存部 707 的部分。另外,位移取得再生部 706 还是读取位移储存部 707 所储存的伸缩量,将其输出给致动器控制部 703 的部分。致动器控制部 703 输出控制信号,使驱动致动器 43 驱动的量为该输出的伸缩量。该伸缩量根据加工对象物 S 的主面 S1 的位移而变化,所以也可作为表示主面 S1 的位移量来掌握。聚焦点运算部 704 是依据从物镜单元 5 的受光部 45 输出的像散信号,算出加工对象物 S 与测距用激光 L2 的聚焦点之间的距离的部分。端部判断部 705 是依据受光部 45 所受光的光量而判断加工用物镜 42 是否位于与加工对象物 S 的端部对应的位置的部分。此外,有关各功能性的构成要素的动作,将在后面的说明中进行叙述。

关于用以上那样构成的激光加工装置 1 所进行的激光加工方法进行概要性的说明。首先,在平台 2 上载置加工对象物 S,使平台 2 移动,从而使加工用激光 L1 的聚焦点 P 对准加工对象物 S 的内部。该平台 2 的起始位置是依据加工对象物 S 的厚度、折射率、加工用物镜 42 的数值孔径等所决定的。

接着,从激光头 13 出射加工用激光 L1 的同时,从激光二极管 44 出射测距用激光 L2,并移动平台 2,使由加工用物镜 42 所集光的加工用激光 L1 以及测距用激光 L2 在加工对象物 S 的所期望的线(切割预定线)上扫描。此时,由受光部 45 检测测距用激光 L2 的反射光,使加工用激光 L1 的聚焦点 P 的位置总是位于距离加工对象物 S 的表面 S1 一定深度地,致动器 43 受控制装置 7 的反馈控制,从而使加工用物镜 42 的位置被微调整在轴线 β 方向。

因此,例如即使在加工对象物 S 的表面 S1 具有面偏差,也能够距离表面 S1 一定深度的位置形成由多光子吸收所产生的改质区域 R。如此,如果在平板状的加工对象物 S 的内部形成线状的改质区域 R,

则以其线状的改质区域 R 为起点产生裂缝，能够沿着线状改质区域 R 容易且高精度地切割加工对象物 S。

下面，对使用本实施方式的激光加工装置 1 的激光加工方法进行更具体的说明。在此激光加工方法的说明中，也一并说明激光加工装置 1 的动作。本实施方式的激光加工方法可区分为，取得晶片状的加工对象物 S 的表面 S1(主面)的位移的位移取得工序，以及照射加工用激光 L1 而形成改质区域的加工工序，所以分别对位移取得工序以及加工工序进行说明。

首先，参照图 3 说明在此说明中所使用的晶片状的加工对象物 S。加工对象物 S 上设定有 $2n$ 条的切割预定线 $C_1 \sim C_{2n}$ 。此切割预定线 $C_1 \sim C_{2n}$ 以二条为一组而被施予激光加工。例如，若为切割预定线 $C_1 \sim C_2$ ，则从切割预定线 C_1 的延长线上的点 X_1 向点 X_2 取得切割预定线 C_1 的位移，接着从切割预定线 C_2 的延长线上的点 X_3 向点 X_4 取得切割预定线 C_2 的位移。若如此取得位移的话，则使加工用物镜 42 从点 X_1 向点 X_2 方向(参照图 1)移动地移动平台 2(参照图 1)，之后使加工用物镜 42 从相反的点 X_3 向点 X_4 方向移动地移动平台 2，所以，可有效率地执行平台 2 的移动。在取得有关切割预定线 $C_1 \sim C_2$ 的位移之后，依据其取得的位移，一边再生致动器 43 的移动量，一边从切割预定线 C_1 的延长线上的点 X_1 向点 X_2 沿着切割预定线 C_1 形成改质区域，接着，从切割预定线 C_2 的延长线上的点 X_3 向点 X_4 沿着切割预定线 C_2 形成改质区域。

(位移取得工序)

接着，对沿着晶片状的加工对象物 S 的切割预定线 $C_1 \sim C_n$ 取得表面 S1 的位移的位移取得工序进行说明。

参照图 4(A)~图 4(C)进行说明。图 4(A)~图 4(C)是显示图 3 的 II-II 断面的图。此外，为了理解上的容易在图 4(A)~图 4(C)中省略表示断面的剖面线。如图 4(A)所示，加工对象物 S 隔着切割薄膜 2a 被吸附并固定在平台 2 上。切割薄膜 2a 由切割环(未图示)所固定。

如图 4(A)所示，移动平台 2，以使加工用物镜 42 配置在与加工对象物 2 的切割预定线 C_1 上的一点 Q_1 对应的位置上。保持加工用物镜 42 的致动器 43 从最收缩的状态成为伸长 $25\mu\text{m}$ 的状态。此伸长量 $25\mu\text{m}$

被设定为致动器 43 的最大伸长量 $50\mu\text{m}$ 的一半的量。为了在此状态使观察用可见光的反射光的焦点对准, 上下移动平台 2。在此焦点对准的状态下照射测距用激光 L2, 再依据其反射光而获得像散信号, 并将此像散信号的值作为基准值。

接着, 如图 4(B)所示, 在图 4(A)的状态的致动器 43 的伸长量保持的情况下, 使加工用物镜 42 配置在与切割预定线 C_1 的延长线上的点 X_1 对应的位置地使移动平台 2。图 4(B)中所示的垂直方向上的相对于加工对象物 S 的加工用物镜 42 的位置, 成为起始位置(测定起始位置)。之后, 移动平台 2, 以使加工用物镜 42 向图 4(B)中的箭头 F 的方向移动(测定准备步骤)。

测距用激光 L2 在切割薄膜 2a 上的反射率低被反射的总光量少, 但是在加工对象物 S 中, 被反射的总光量增大。即, 受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的测距用激光 L2 的反射光的总光量变多, 所以当反射光的总光量超过预定的临界值时, 可判断出加工对象物 S 的切割预定线 C_1 与加工用物镜 42 处于交差的位置。因此, 当受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量大于预定的临界值时, 视为加工用物镜 42 位于与切割预定线 C_1 的一端相对应的位置, 在该时刻解除致动器 43 的伸长量的保持, 并开始致动器 43 伸长量的控制, 以使像散信号成为基准值(第一测定步骤)。

由此, 加工用物镜 42 向图 4(B)中的箭头 F 方向移动, 成为图 4(C)所示的状态。如图 4(C)所示, 区间 G_1 (一端部)是从保持加工用物镜 42 的状态至跟踪加工用对象物 S 的表面 S1 的位移的过渡区间, 所以在该部分中, 致动器 43 的移动量并不对应于表面 S1 的位移。之后, 在解除致动器 43 的伸长量的保持、使像散信号达到基准值地执行致动器 43 伸长量的控制的区间 G_2 中, 致动器 43 的移动量对应于表面 S1 的位移。因此, 致动器 43 的伸长量变化的轨迹 G 与表面 S1 的位移相对应。此后, 如图 4(C)所示, 当加工用物镜 42 接近切割预定线 C_1 的另一端时, 受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的测距用激光 L2 的反射光的总光量变少。因此, 当受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量小于预定的临界值时, 视为加工用物镜 42 位于相当于切割预定线 C_1 的一端的位置上, 在保持该时刻的致动器的伸长量

的同时,结束轨迹 G 的记录。此轨迹 G 的信息被储存在位移储存部 707 中(第二测定步骤)。

此外,在上述的说明中,为了检测加工用物镜 42 是否到达相当于切割预定线 C_1 的一端的位置,基于受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量是否大于预定的临界值来进行判断,但是,也不局限于此,也可使用其它基准。现参照图 5(A)~图 5(B)说明一例。图 5(A)是,纵轴取受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量、横轴取时间的,记录受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量的变化的图。此时,如上所述地进行判断,即,在超出预定的临界值 T_1 的时间点,加工用物镜 42 到达相当于切割预定线 C_1 的一端的位置。

从图 5(A)的曲线按指定的间隔(例如,各取样点(sampling point))算出后面的总光量的值减去前面的总光量的值的差分变化量,用图 5(B)表示纵轴取变化量、横轴取时间的图。此时,显现正的峰值的部分认为是总光量的变化最大的点,即,相当于加工对象物 S 的缘部中央附近的部分。于是,可以在图 5(A)所示的总光量达到临界值 T_1 之后、并且图 5(B)所示的差分的峰值变化结束之后,开始致动器 43 的跟踪以及其伸缩量的记录。

另外,在上述说明中,为了检测加工用物镜 42 是否位于相当于切割预定线 C_1 的另一端的位置,基于受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量是否小于预定的临界值来进行判断,但是,也不局限于此,也可使用其它基准。参照图 6(A)~图 6(B)说明其一例。图 6(A)是,纵轴取受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量、横轴取时间的,记录受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量的变化的图。此时,如上所述,如上所述地进行判断,即,在低于预定的临界值 T_2 的时间点,加工用物镜 42 位于相当于切割预定线 C_1 的一端的位置。

从图 6(A)的曲线按指定的间隔(例如,各取样点(sampling point))算出后面的总光量的值减去前面的总光量的值的差分变化量,用图 6(B)表示纵轴取变化量、横轴取时间的图。此时,显现负的峰值的部分认为是总光量的变化最大的点,即,相当于加工对象物 S 的缘部(外

边缘)中央附近的部分。于是,可以固定相当于该部分的致动器 43 的伸缩量,并停止其伸缩量的记录。

参照图 7 所示的流程图说明该位移取得工序中的激光加工装置 1 的动作。控制装置 7 的平台控制部 702 对平台 2 输出控制信号,以使加工用物镜 42 向 C_1 上的一点 Q_1 移动(步骤 S01)。平台 2 随着该控制信号的输出而移动。接着,控制装置 7 的致动器控制部 703 对致动器 43 输出控制信号,使其伸长 $20\mu\text{m}$ 。致动器 43 随着该控制信号的输出而伸长 $20\mu\text{m}$ 。在此状态下上下移动平台 2 从而使可见观察光对准焦点,设定其可见观察光的焦点所对准的位置(步骤 S02)。

控制装置 7 的激光出射控制部 701 对激光二极管 44 输出控制信号,从而使其出射测距用激光 L2 (步骤 S03)。随着该控制信号的输出激光二极管 44 出射测距用激光 L2,并且,在加工对象物 S 的表面 S1 被反射的反射光由受光部 45 的 4 分割位置检测元件所受光。随着该受光而被输出的信号被输出到聚焦点运算部 704 以及端部判断部 705 中。

聚焦点运算部 704 将此状态的像散信号值作为基准值保持(步骤 S04)。接着,从平台移动控制部 702 向平台 2 输出控制信号,以使加工用物镜 42 移动至对应于加工对象物 S 的切割预定线 C_1 的延长线上的 X_1 的位置(步骤 S05)。平台 2 随着该控制信号的输出而移动,加工用物镜 42 移动至对应于加工对象物 S 的切割预定线 C_1 的延长线上的 X_1 的位置。

接着,从平台移动控制部 702 向平台 2 输出控制信号,使得加工用物镜 42 向图 4(B)中的箭头 F 的方向移动。平台 2 随着该控制信号的输出而移动,加工用物镜 42 开始向箭头 F 的方向移动。

控制装置 7 的端部判断部 705 基于从受光部 45 输出的信号,判断加工用物镜 42 是否已接近于加工对象物 S 的端部(步骤 S06)。当端部判断部 705 判断出加工用物镜 42 已接近于加工对象物 S 的端部时,输出指示信号,以指示向致动器控制部 703 输出控制信号,开始致动器 43 的伸缩,使其等于像散信号所保持的基准值。致动器控制部 703 向致动器 43 输出控制信号,使其开始伸缩,并使其等于像散信号所保持的基准值(步骤 S07)。随着该控制信号的输出,致动器 43 根据加工对象物 S 的表面 S1 的位移而进行伸缩,并保持加工用物镜 42,以使像散

信号成为所保持的值(使加工用物镜 42 与加工对象物 S 的表面 S1 的距离成为一定的值)。由此,致动器 43 的伸缩量的轨迹 G 随着加工对象物 S 的表面 S1 的位移而形成(参照图 4(C))。控制装置 7 的位移取得再生部 706 开始该致动器 43 的伸缩量的记录(步骤 S08)。

端部判断部 705 基于从受光部 45 所输出的信号,判断加工用物镜 42 是否已接近于加工对象物 S 的另一端(步骤 S09)。当端部判断部 705 判断出加工用物镜 42 已接近于加工对象物 S 的端部时,输出指示信号,以指示致动器控制部 703 输出停止致动器 43 的伸缩的控制信号。随着该指示信号的输出,致动器控制部 703 向致动器 43 输出用以停止伸缩以成为保持状态的控制信号(步骤 S10)。致动器 43 随着该控制信号的输出而停止伸缩。随着致动器控制部 703 向致动器 43 输出控制信号,位移取得再生部 706 结束致动器 43 的伸缩量的记录(步骤 S11)。当加工用物镜 42 接近于切割预定线 C_1 的延长线上的点 X_1 时,平台移动控制部 702 向平台 2 输出控制信号以停止移动(步骤 S12)。之后,在位移储存部 706 所储存的致动器 43 的伸缩量当中,算出从结束记录的时间点起至指定时间之前所记录并被储存的致动器 43 的伸缩量的平均值,并且,将致动器 43 的伸缩量固定为该平均值(步骤 S13)。

(加工工序)

接着,对照射加工用激光 L1 以及测距用激光 L2 形成改质区域的加工工序进行说明。

与图 4(A)~图 4(C)同样地,参照表示图 3 的 II-II 断面的图 8(A)~图 8(C)进行说明。此外,为了理解上的容易,在图 6(A)~图 6(C)中省略表示断面的剖面线。图 8(A)是表示加工用物镜 42 在切割预定线 C_1 中开始形成改质区域的状态。在到达图 8(A)之前,平台 2 进一步上升指定的距离(以下称为“加工高度”),加工对象物 S 的表面 S1 与加工用物镜 42 之间的距离被设定为接近于加工高度。若使可见域的焦点位置一致于激光的集光位置,则加工用激光 L1 将被集光于这样的位置,即,位于加工对象物 S 的内部、离其表面 S1 的距离为加工高度与加工对象物 S 的在激光波长下的折射率的乘积值。例如,当加工对象物 S 为硅晶片且其折射率为 3.6(波长 $1.06\mu\text{m}$)、加工高度为 $10\mu\text{m}$ 时,被集光在 $3.6 \times 10 = 36\mu\text{m}$ 的位置。

致动器 43 被固定为图 4(C)所设定的伸长量,加工用物镜 42 被配置在起始位置(加工用起始位置)上。从图 4(C)的状态接近图 8(A)的状态之前,照射加工用激光 L1 以及测距用激光 L2。移动平台 2 以使加工用物镜 42 向图中箭头 H 的方向移动(加工准备步骤)。

测距用激光 L2 在切割薄膜 2a 上的反射率低反射的总光量少,但是,被加工对象物 S 反射的总光量增大。即,受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的测距用激光 L2 的反射光的总光量变多,所以,当反射光的总光量超过预定的临界值时,可判断出加工对象物 S 的切割预定线 C_1 与加工用物镜 42 处于交差的位置。因此,当受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量大于预定的临界值时,视为加工用物镜 42 位于相当于切割预定线 C_1 的一端的位置(成为相当于图 8(A)的状态),解除该时刻的致动器 43 的伸长量的保持,并开始致动器 43 的伸长量控制。该伸长量,如参照图 4(A)~图 4(C)所作说明所述,受基于所取得的致动器 43 的伸长量的轨迹 G 的控制。更具体而言,位移取得再生部 706 根据位移储存部 707 所储存的轨迹 G 的信息而生成再生信息,根据从位移取得再生部 706 被输出到致动器控制部 703 的再生信息,致动器控制部 703 将控制信号输出给致动器 43。由此,加工用物镜 42 向图 6(A)中的箭头 H 方向移动,成为图 8(B)所示的状态。如图 8(B)所示,在区间 J(一端部)以一定加工高度形成改质区域 R。在此区间 J 中以一定加工高度形成改质区域 R 之后,加工用物镜 42 沿着切割预定线 C_1 移动,由加工用激光 L1 形成改质区域 R(第一加工步骤)。

从图 8(B)所示状态开始,若加工用物镜 42 再向图 8(A)中箭头 H 的方向移动,则如图 8(C)所示,加工用物镜 42 接近于切割预定线 C_1 的另一端。若加工用物镜 42 到达偏离加工对象物 S 的位置,则成为与参照图 8(A)所作说明者相反的状态,受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的测距用激光 L2 的反射光的总光量变少。因此,当受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量小于预定的临界值时,视为加工用物镜 42 位于相当于切割预定线 C_1 的一端的位置(视为已成为相当于图 8(C)的状态),保持该时刻的致动器的伸长量。保持致动器 43 的伸长量的情况下移动平台 2,使得加工用物镜 42 到达图

8(C)中的 X_2 的位置, 准备下一切割预定线 C_2 的加工(第二加工步骤)。

另外, 在上述的说明中, 为了检测加工用物镜 42 是否位于相当于切割预定线的一端的位置, 基于受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量是否大于预定的临界值来进行判断, 但是, 与位移取得工序中所作说明一样, 也可使用其它基准。另外, 为了检测加工用物镜 42 是否位于相当于切割预定线的另一端的位置, 基于受光部 45(参照图 1)的 4 分割位置检测元件所检测的总光量是否小于预定的临界值来进行判断, 但是, 与位移取得工序中所作说明一样, 也可使用其它基准。

参照图 9 所示的流程图来说明该加工工序中的激光加工装置 1 的动作。

控制部 7 的平台移动控制部 702 向平台 2 输出控制信号, 使其仅仅上升加工高度的量(步骤 S21)。随着该控制信号的输出平台 2 仅上升加工高度的量。

控制部 7 的激光出射控制部 701 分别向激光头 13 以及激光二极管 44 输出控制信号, 使激光头 13 出射加工用激光 L_1 , 使激光二极管 44 出射测距用激光 L_2 (步骤 S22)。随着该控制信号的输出分别出射加工用激光 L_1 以及测距用激光 L_2 。

控制装置 7 的平台控制部 702 向平台 2 输出控制信号, 使加工用物镜 42 向图 8(A)的箭头 H 的方向移动(步骤 S23)。随着该控制信号的输出平台 2 开始移动。

控制装置 7 的端部判断部 705 基于从受光部 45 所输出的信号判断加工用物镜 42 是否已接近于加工对象物 S 的端部(步骤 S24)。当端部判断部 705 判断出加工用物镜 42 已接近于加工对象物 S 的端部时, 即输出指示信号, 以指示致动器控制部 703 输出控制信号用以使致动器 43 开始伸缩且保持测距用激光 L_2 的聚焦点位置。致动器控制部 703 向致动器 43 输出控制信号, 从而使其开始伸缩, 并且使像散信号等于所保持的基准值(步骤 S25)。随着该控制信号的输出致动器 43 根据预先所记录的伸缩量(轨迹 G)保持加工用物镜 42(步骤 S26)。因此, 在与加工对象物 S 的表面 S1 的位移对应的位置形成改质区域 R(参照图 8(B))。

端部判断部 705 基于受光部 45 所输出的信号来判断加工用物镜 42 是否已接近于加工对象物 S 的另一端 (步骤 S27)。端部判断部 705 当判断出加工用物镜 42 接近于加工对象物 S 的端部时, 即向致动器控制部 703 输出指示信号, 以指示输出用以停止致动器 43 的伸缩的控制信号。随着指示信号的输出, 致动器控制部 703 向致动器 43 输出停止伸缩并保持状态的控制信号(步骤 S28)。随着该控制信号的输出致动器 43 停止伸缩。当加工用物镜 42 接近于切割预定线 C_1 的延长线上的点 X_1 时, 平台移动控制部 702 向平台 2 输出控制信号, 使其停止移动 (步骤 S29)。之后, 在位移储存部 706 所储存的致动器 43 的伸缩量当中, 算出从结束记录的时间点起至指定时间之前所记录并被储存的致动器 43 的伸缩量的平均值, 并且, 将致动器 43 的伸缩量固定为该平均值(步骤 S30)。

上述的准备工程及加工工序分别在加工对象物 S 的全部的切割预定线 $C_1 \sim C_n$ 上进行, 且沿着各切割预定线 $C_1 \sim C_n$ 形成改质区域 R。

此外, 在本实施方式中对生成一段改质区域 R 的情况进行了说明, 但是也可以生成多段改质区域。此时, 一边对图 10(A)及图 10(B)与图 4(A)~图 4(C)作对比参照, 一边进行说明。图 4(A)~图 4(C)中, 将加工用物镜 42 所集光的可见观察光的焦点位置作为基准而取得加工对象物 S 的表面 S1 的位移。在此, 在图 4(A)中, 若使平台 2 仅仅上升加工高度的量, 将该情况下的像散信号作为基准值, 则可使激光的聚焦点位于加工对象物 S 的内部。如果在该状态下一边照射加工用激光 L1 及测距用激光 L2、一边移动平台 2, 则成为图 10(A)所示的状态。即, 在加工对象物 S 的内部形成由加工用激光 L1 所产生的改质区域 N_1 , 并且, 如果记录致动器 43 的伸缩量, 则可取得伴随着加工对象物 S 的表面 S1 的位移的轨迹 K。接着, 再上升平台 2, 与参照图 8(A)~图 8(C)所作的说明相同, 若一边再生作为轨迹 K 所记录的致动器 43 的伸缩量、一边执行激光加工的话, 则在加工对象物 S 的内部在随着其表面 S1 的位移的位置形成改质区域 N_2 。

如此, 如果一边记录加工对象物 S 的表面 S1 的位移一边进行激光加工的话, 则能够更有效率地形成改质区域。另外, 在取得加工对象物 S 的表面 S1 的位移时, 在加工对象物 S 的内部形成测距用激光 L2

的聚焦点。因此，加工对象物 S 的表面 S1 上的测距用激光 L2 的光束直径变大，所以能够进一步减小因表面 S1 的状态(因背面研磨(Back Grind)等所造成的研磨痕的线等等)所受到的影响。

本实施方式中，位移取得工序中的平台 2 的移动速度与加工工序中的平台 2 的移动速度被设定为相等，但是，也优选将这些移动速度设定为不相同。更具体而言，将加工工序中的平台 2 的移动速度(第二速度)设定为小于位移取得工序中的平台 2 的移动速度(第一速度)。此时，将在位移取得工序中取得主面 S1 的位移的取样周期(第一时间间隔)设定为长于在加工工序中驱动致动器 43 的取样周期(第二时间间隔)。例如，将位移取得工序的平台 2 的移动速度设定为 60m/s、取样周期设定为 1ms，加工工序中的平台 2 的移动速度设定为 300m/s、取样周期设定为 0.2ms。由于移动速度与取样周期的积成为各个动作的间距(切割预定线方向的距离间隔)，所以，在位移取得工序中取得主面 S1 的位移的间距和在加工工序中驱动致动器 43 的间距相同，记录与再生的间距一致。如此设定时，由于位移取得工序中的平台 2 的移动速度慢，所以，即使在加工对象物 S 的主面 S1 存在大的凹凸也能够跟踪。另外，因为加工工序中的加工速度不变，所以不会使加工效率降低。

在本实施方式中，沿着切割预定线作为与加工对象物 S 的表面 S1 的位移对应的量取得致动器 43 的伸缩量，基于该取得的伸缩量一边伸缩致动器 43 一边调整加工用物镜 42 与表面 S1 的间隔并形成改质区域，所以，能够在加工对象物 S 内部的指定的位置稳定地形成改质区域。另外，由于用集光加工用激光 L1 等的加工用物镜 42 来进行测距用激光 L2 的集光，所以，能够避免例如由于交换透镜等原因所引起的偏离，能够更正确地取得表面 S1 的位移。

另外，在使加工用物镜 42 与加工对象物 S 相对地移动从而使加工用物镜 42 接近于加工对象物 S 之后，解除将加工用物镜 42 保持在起始位置的状态，并取得表面 S1 的位移，所以，能够在尽量排除加工对象物 S 的端部的形状变动所造成的影响的情况下取得位移。

另外，在将加工用物镜 42 保持在起始位置的状态下在切割预定线的一端部形成改质区域，而其后，解除保持加工用物镜 42 的状态，并且一边跟踪预先取得的表面 S1 的位移一边形成改质区域，所以，能够

在尽量排除加工对象物 S 的端部的形状变动所造成的影响下形成改质区域。

由于能够沿着切割预定线稳定地形成改质区域，所以在形成改质区域之后，在利用切割薄膜 2a 的扩张等将作为加工对象物的晶片割断、分离成芯片状的工序中，即使是割断大量的晶片的情况下也能够以良好的品质稳定地进行晶片的割断。

产业上利用的可能性

根据本发明的激光加工方法以及激光加工装置，能够进行激光的聚焦点的偏离非常小的良好效率的激光加工。

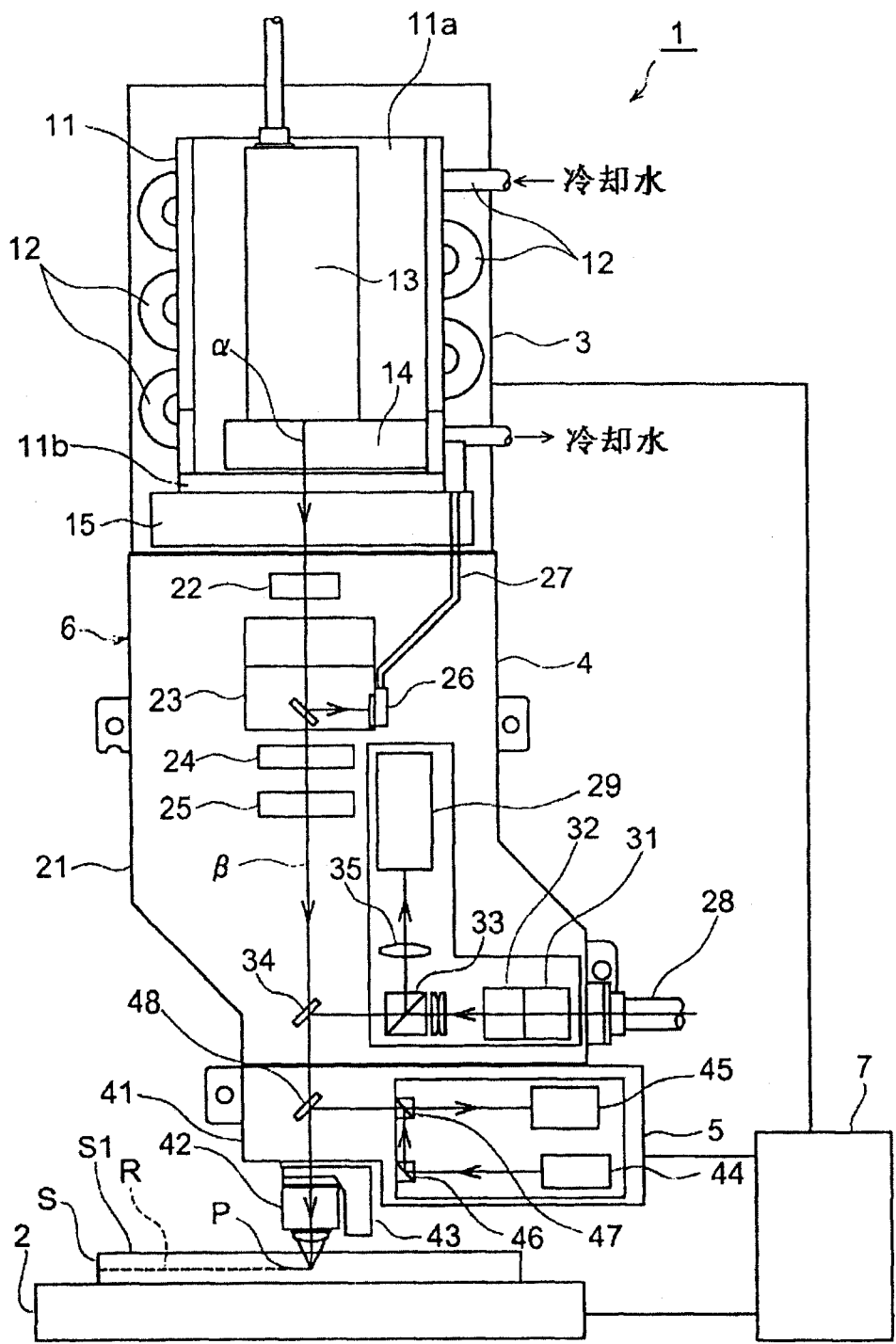


图 1

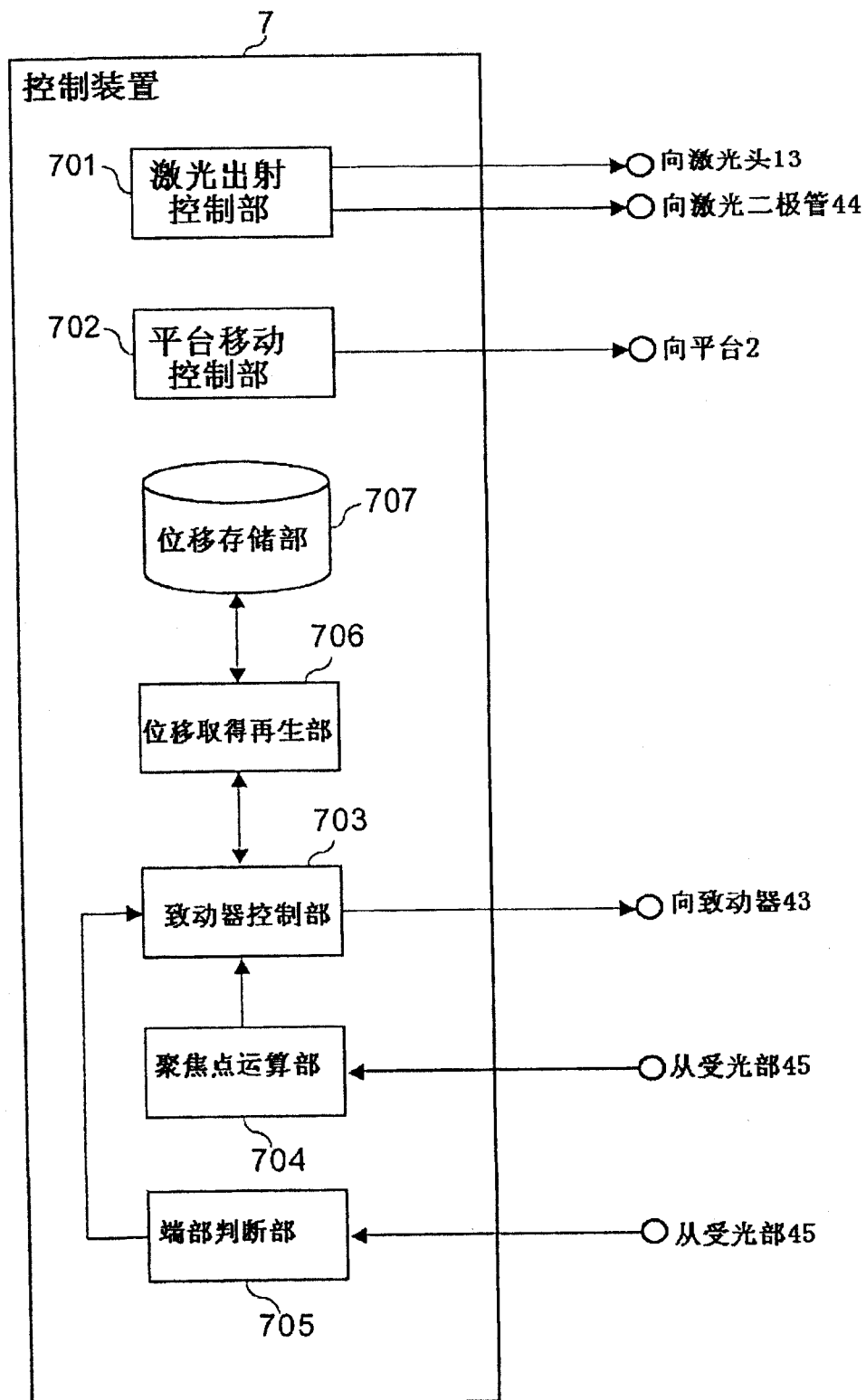


图 2

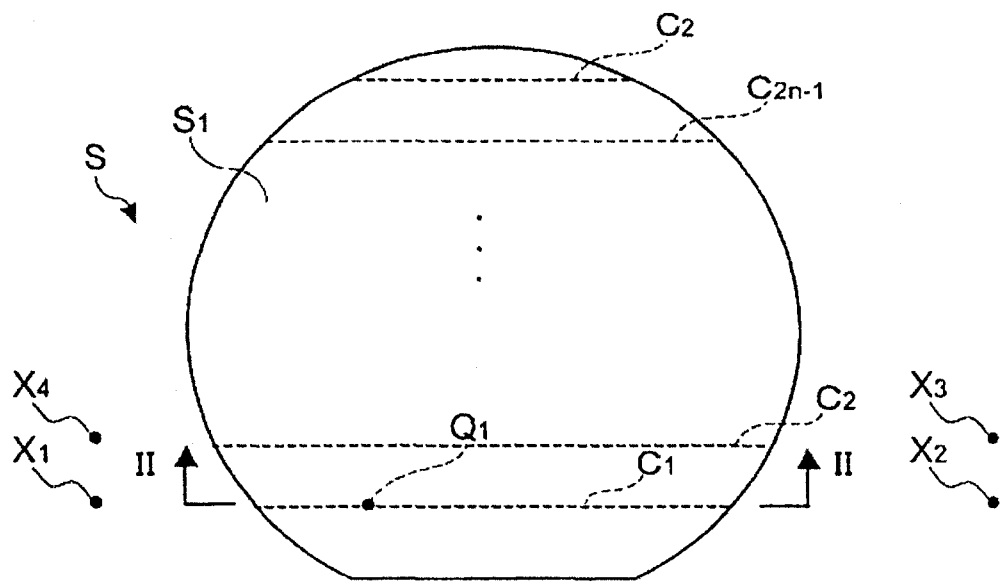


图 3

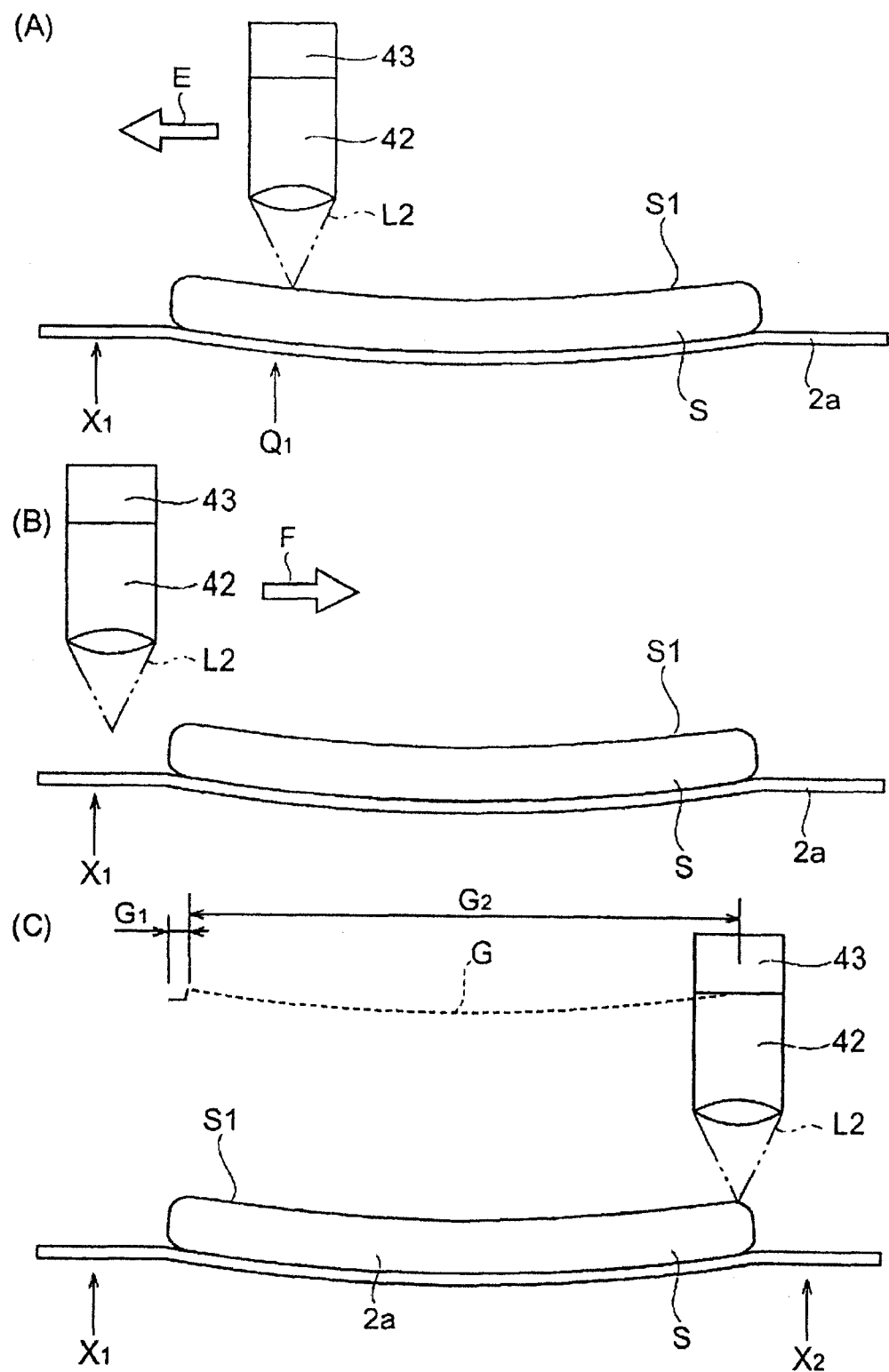


图 4

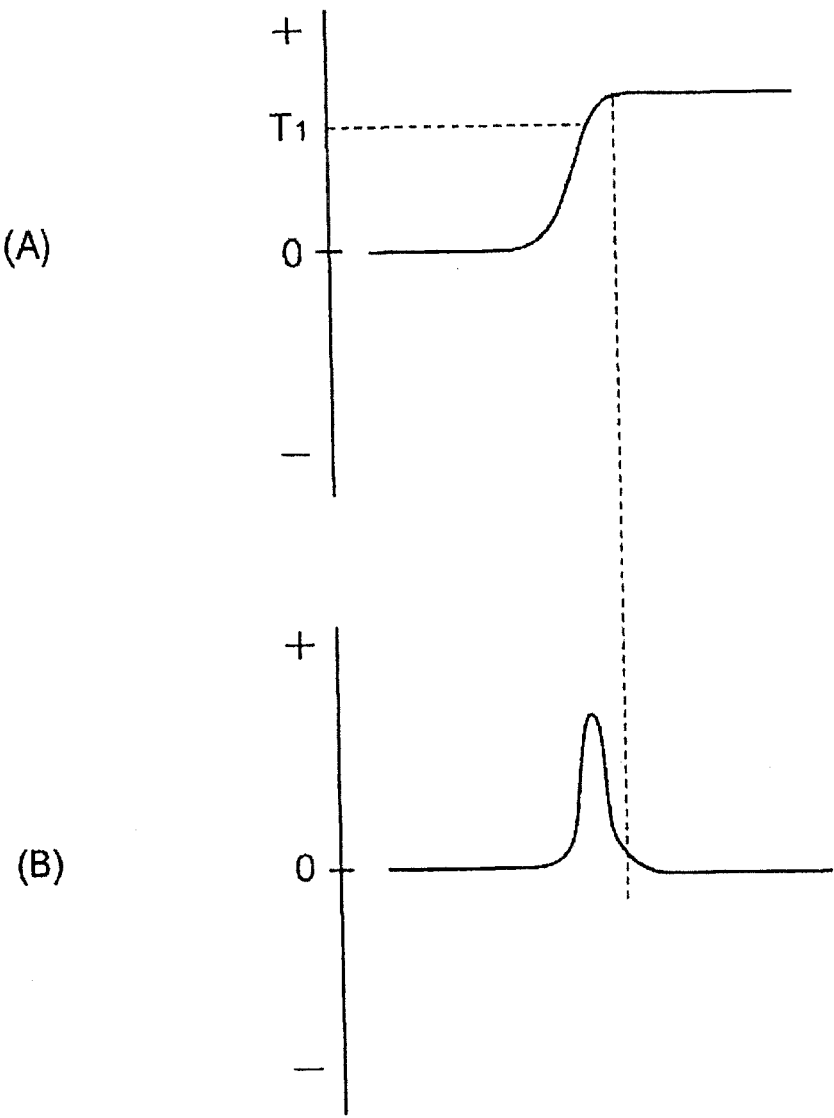


图 5

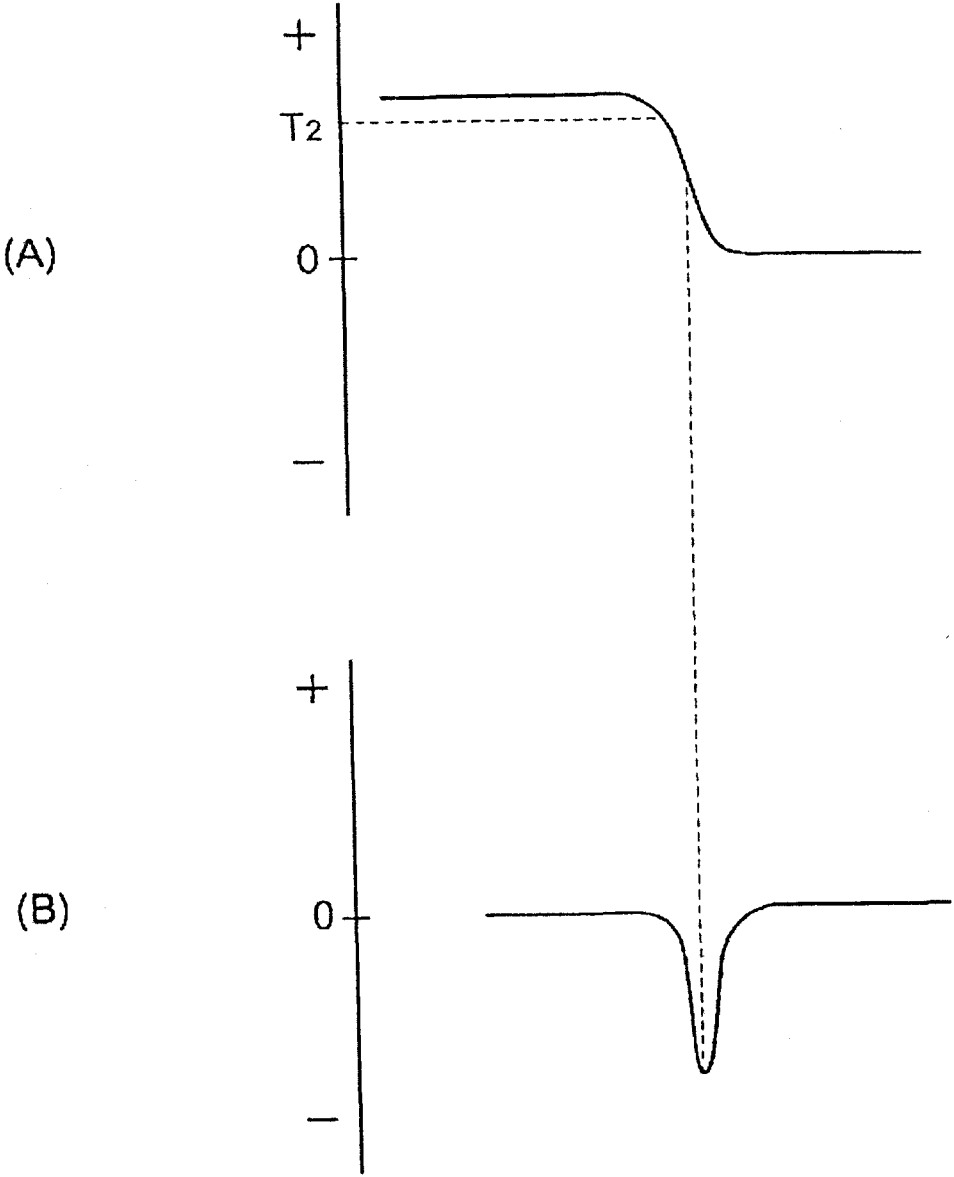


图 6

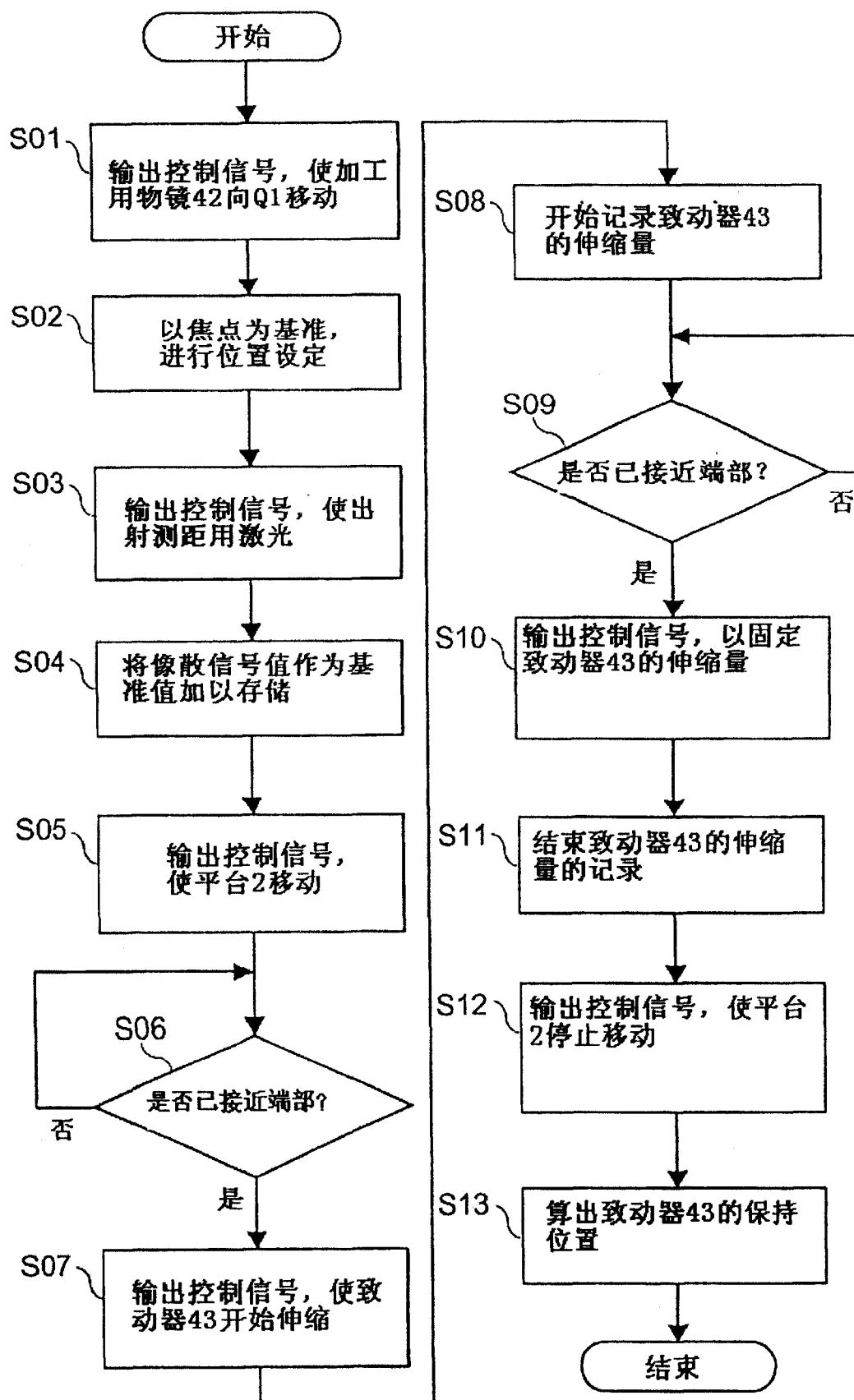


图 7

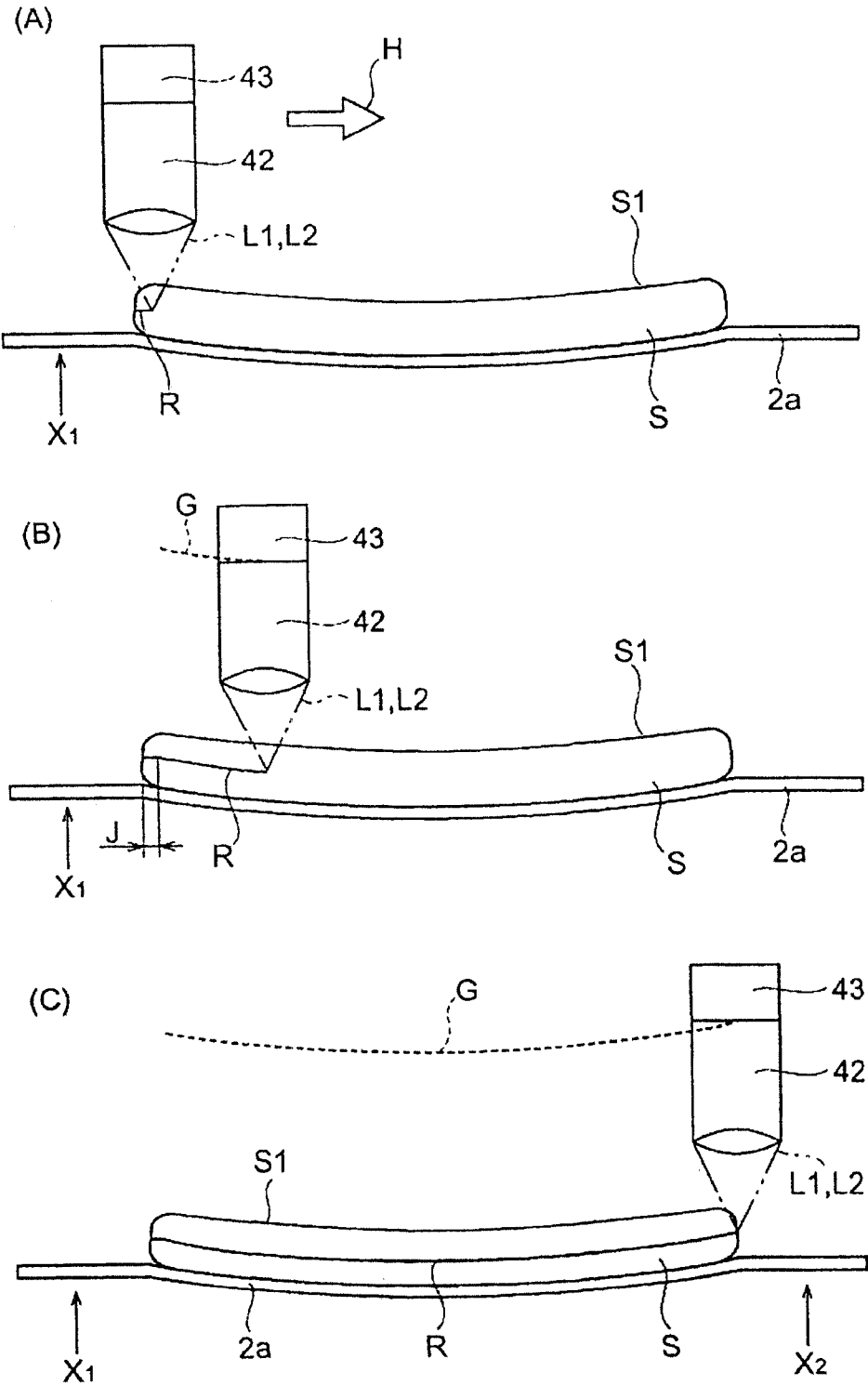


图 8

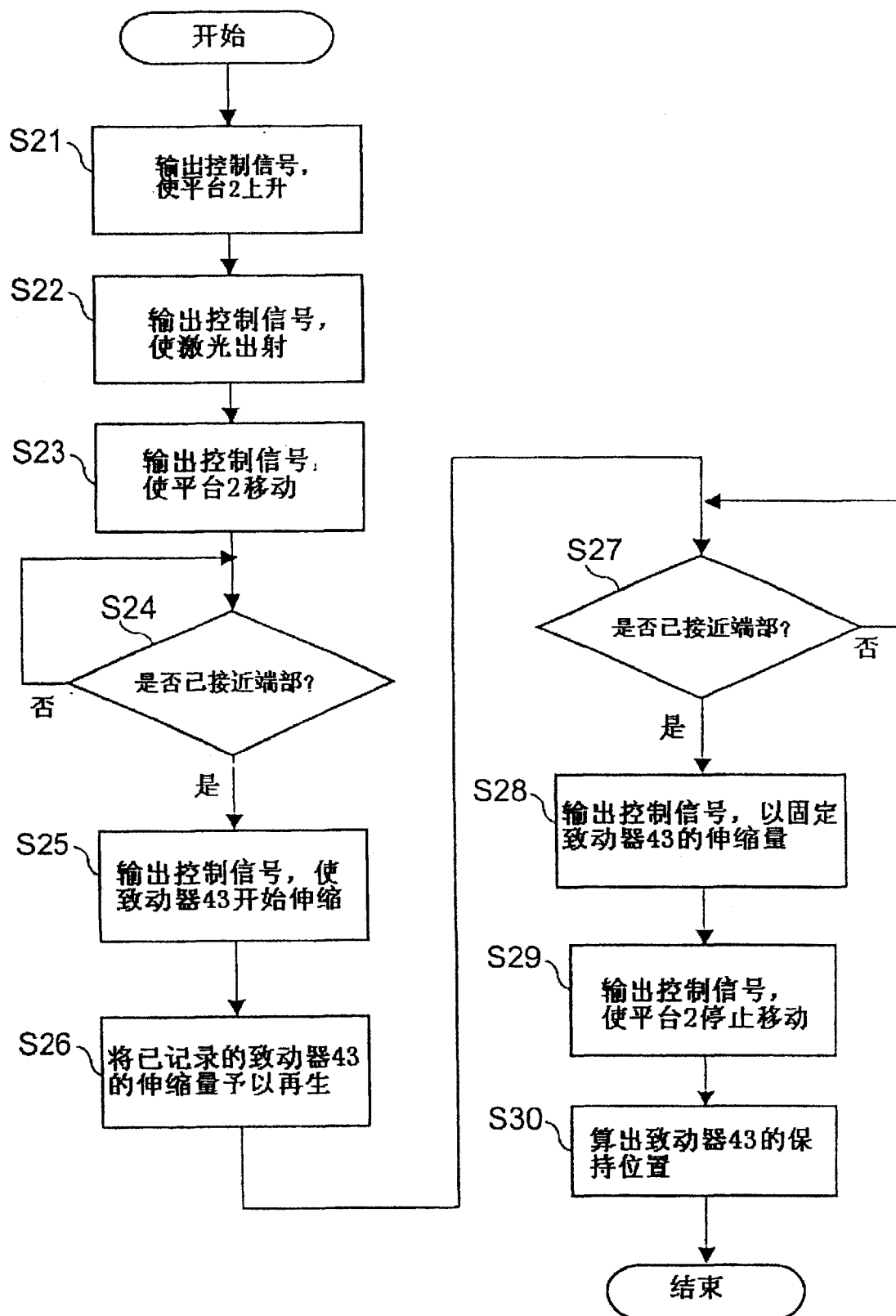


图 9

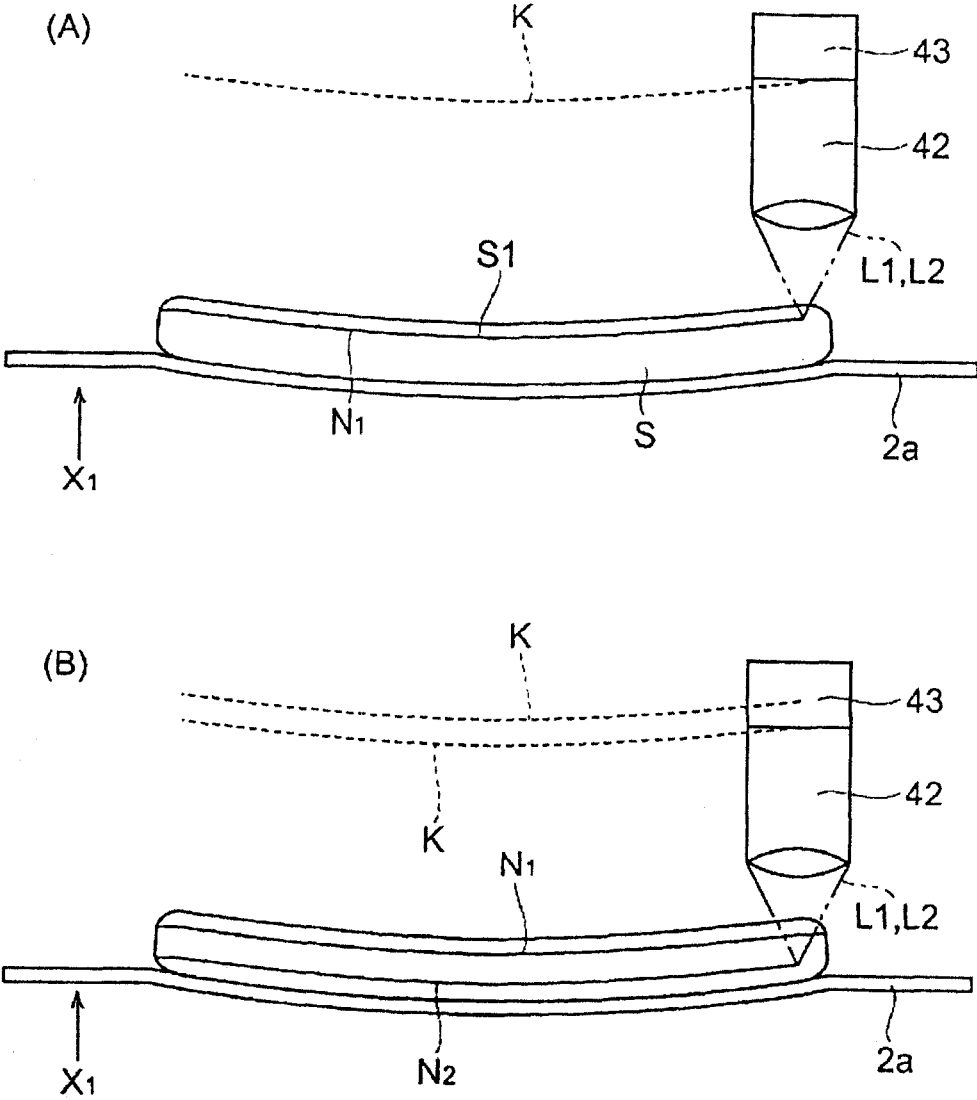


图 10