

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C03B 33/09 (2006.01)

B23K 26/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810149189.5

[43] 公开日 2009 年 4 月 1 日

[11] 公开号 CN 101397185A

[22] 申请日 2008.9.19

[21] 申请号 200810149189.5

[30] 优先权

[32] 2007.9.27 [33] JP [31] 2007-252094

[71] 申请人 三星钻石工业股份有限公司

地址 日本大阪府

[72] 发明人 在间则文 森田英毅

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 党晓林

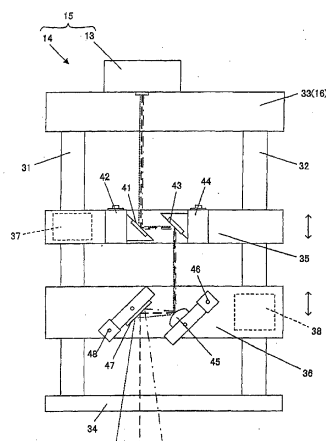
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 10 页

[54] 发明名称

激光加工装置

[57] 摘要

本发明提供一种激光加工装置，该激光加工装置的光学系统结构简单、容易调整并由容易得到的材料构成，且选择所形成的射束点的长轴长度和光束宽度的自由度高。激光加工装置具有：激光(13)；以及光学元件组，其将从激光射出的激光束引导至被加工物的加工面，并对激光束在加工面上形成的射束点的形状进行调整，光学元件组由至少包含凹面镜(43)和凸面圆柱反射镜(45)的反射镜组的组合构成，不使用透镜和复杂的多面镜就能形成具有长轴的射束点。



1、一种激光加工装置，所述激光加工装置具有：激光；以及光学元件组，其将从所述激光射出的激光束引导至被加工物的加工面，并对激光束在加工面上形成的射束点的形状进行调整，

其特征在于，

所述光学元件组由至少包含凹面镜和凸面或凹面的圆柱反射镜的反射镜组的组合构成。

2、根据权利要求1所述的激光加工装置，其中，

对于所述凹面镜和所述圆柱反射镜，凹面镜配置在接近所述激光一侧的光路上，圆柱反射镜配置在接近所述加工面一侧的光路上。

3、根据权利要求2所述的激光加工装置，其中，

所述凹面镜和所述圆柱反射镜设定成凹面镜的曲率半径比圆柱反射镜的曲面的曲率半径大，从而在加工面上形成具有长轴方向和短轴方向的形状的射束点。

4、根据权利要求1所述的激光加工装置，其中，

所述激光加工装置设有射束点调整机构，该射束点调整机构通过变更所述加工面和所述凹面镜之间的光路长度、以及所述加工面和所述圆柱反射镜之间的光路长度，以调整射束点的长轴方向和短轴方向的长度。

5、根据权利要求4所述的激光加工装置，其中，

所述射束点调整机构具有：

第一支承体，其固定所述凹面镜并固定第一平面镜，所述第一平面镜对由凹面镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；

第二支承体，其固定所述圆柱反射镜并固定第二平面镜，所述第二平面镜对由圆柱反射镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；

第一支承体升降机构，其以沿着铅直方向的杆为支轴，使所述第一支承体升降；以及

第二支承体升降机构，其以所述杆为支轴，使所述第二支承体在所述第一支承体的下侧升降。

6、根据权利要求1所述的激光加工装置，其中，

所述凹面镜具有凹面的反射板和使所述反射板的凹面的曲率半径变化的凹面变形机构，并且

设有射束点调整机构，该射束点调整机构通过变更所述凹面镜的曲率半径以及所述加工面和所述圆柱反射镜之间的光路长度，来调整射束点的长轴方向和短轴方向的长度。

7、根据权利要求6所述的激光加工装置，其中，

所述射束点调整机构具有：

第一支承体，其固定所述凹面镜并固定第一平面镜，所述第一平面镜对由凹面镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；

第二支承体，其固定所述圆柱反射镜并固定第二平面镜，所述第二平面镜对由圆柱反射镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；

杆，其沿着铅直方向，用于固定所述第一支承体；以及

第二支承体升降机构，其以所述杆为支轴，使所述第二支承体在第一支承体的下侧升降。

8、根据权利要求1所述的激光加工装置，其中，

所述凹面镜具有凹面的反射板和使所述反射板的凹面的曲率半径变化的凹面变形机构，

所述圆柱反射镜具有反射板和使所述反射板的曲率半径变化的曲面变形机构，并且

设有射束点调整机构，该射束点调整机构通过变更所述凹面镜的曲率半径以及所述圆柱反射镜的曲率半径，来调节射束点的长轴方向和短轴方向的长度。

9、根据权利要求8所述的激光加工装置，其中，

所述射束点调整机构具有：

第一支承体，其固定所述凹面镜并固定第一平面镜，所述第一平面镜对由凹面镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；

第二支承体，其固定所述圆柱反射镜并固定第二平面镜，所述第二平面镜对由圆柱反射镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；以及

杆，其沿着铅直方向，用于固定所述第一支承体并将所述第二支承体固定在第一支承体的下侧。

10、根据权利要求1所述的激光加工装置，其中，

该激光加工装置使用 CO₂ 激光，各反射镜的反射激光束的面涂布有金、硅、钼中的任一种。

11、根据权利要求5、7、9中的任一项所述的激光加工装置，其中，在所述第一支承体上，第一平面镜和凹面镜之间的安装位置具有互换性。

12、根据权利要求5、7、9中的任一项所述的激光加工装置，其中，在所述第二支承体上，第二平面镜和圆柱反射镜之间的安装位置具有互换性。

激光加工装置

技术领域

本发明涉及对被加工物照射激光束进行加工的激光加工装置，更详细地说，涉及可调整照射在被加工物的加工面上的激光束的射束点的形状的激光加工装置。

本发明的激光加工包含：利用在以软化点以下的温度对玻璃基板、烧结材料的陶瓷、单晶硅、半导体芯片、陶瓷基板等脆性材料进行激光加热时产生的热应力来形成激光划线的激光划线加工，和利用熔融温度以上的温度对脆性材料以外的其他材料进行加热的激光消融加工。

背景技术

利用激光进行局部加热的加工方法已经实用化。例如，在激光消融加工中，将激光束照射至被加工物上以在加工面上形成射束点，通过扫描该射束点，沿着射束点的轨迹使被加工物蒸散从而形成槽。在激光划线加工的情况下，扫描射束点，在利用软化点以下的温度沿着加工预定线对作为加工对象的脆性材料基板等进行加热之后进行冷却，由此产生热应力从而形成裂纹。

通常，从市售的激光射出的激光束（也称为原光束）的截面呈圆形。在激光加工装置中，为了缩小加工宽度以提高加工位置的精度、或者提高加热效率以提高扫描速度，并非直接将从激光射出的激光束（原光束）照射在加工面上而以圆形的射束点进行加热，而是在光路上对激光束（原光束）的截面形状进行调整，从而在加工面上形成椭圆形、长圆形等具有长轴方向的形状的射束点进行加热。

作为从圆形截面的原光束形成具有长轴的射束点的方法，以往运用一种使用透镜光学系统形成具有长轴的射束点的方法。例如公开了通过在激光束的光路上配置圆柱透镜和聚光透镜，从而将圆形截面的原光束

整形成椭圆形激光束的方法（例如参照专利文献 1）。

并且，作为其他的方法，利用多个反射面（例如 64 面）以旋转轴为中心高速旋转的多面镜来形成实质上具有长轴的射束点的方法也已经实用化。即，通过从一定方向对高速旋转中的多面镜照射已经将光束直径缩小为较细的激光束，从而利用多面镜的各反射面在一定角度范围内陆续反射激光束，反复进行扫描，以此激光束的扫描方向实质上成为长轴方向的射束点的形成方法已经实用化（例如参照专利文献 2）。

【专利文献 1】日本特开 2006-289388 号公报

【专利文献 2】日本特开 2006-55908 号公报

对于使用透镜光学系统形成椭圆形、长圆形等具有长轴的射束点（以下称为长轴射束点）的方法，基本上是在激光和加工面之间的光路上配置聚光透镜（例如平凸透镜）和圆柱透镜。进而，能够通过对这些透镜和加工面之间的光路长度进行调整，从而对射束点的长轴的长度以及与长轴正交的短轴的长度进行调整。

对于基于上述透镜光学系统的射束点的调整方法，光学系统的结构非常简单，并且光学调整也容易，但是与此相反，需要使用对照射的激光的波长区域透射率高的高价材料，并且，圆柱透镜必须将高价的材料加工成特殊形状的反射面。例如，在激光使用 CO_2 激光的情况下，作为透镜材料使用 ZnSe ，但是 ZnSe 是高价材料，并且材料自身含有毒性物质，因此使用上必须注意。通常是将整个表面覆盖起来，但是当透镜破损时非常危险。

另一方面，就利用多面镜对射束点的形状进行调整的方法来说，虽然所形成的射束点的质量良好，但是必须使用形状复杂且机构复杂的多面镜，并且，必须进行旋转轴的轴定位等正确的光学调整，调整作业困难。

发明内容

因此，本发明的目的在于提供一种光学系统的结构简单、光学调整容易并且使用容易得到的材料的光学元件对射束点进行调整的激光加工

装置。

并且，本发明的目的还在于提供一种能够在调整射束点的形状时提高了选择长轴的长度和短轴的长度（也称为光束的宽度）的自由度的激光加工装置。

为了解决上述课题，本发明的激光装置具有：激光；以及光学元件组，其将从所述激光射出的激光束引导至被加工物的加工面，并对激光束在加工面上形成的射束点的形状进行调整，光学元件组由至少包含凹面镜和凸面或凹面的圆柱反射镜的反射镜组的组合构成。

此处，作为光源的激光只要根据被加工物的材料、加工方法（激光划线加工、激光消融加工等）使用适当种类的激光即可。例如在加工玻璃基板时优选 CO₂ 激光。

根据本发明，通过使用包含凹面镜和凸面或凹面的圆柱反射镜的多个反射镜的反射镜光学系统对射束点的形状进行调整。即，主要通过用凹面镜使激光束聚光来设定光束宽度，主要通过用圆柱反射镜使激光束在一个轴方向上扩大（在凹面圆柱反射镜的情况下为通过在比凹面的焦点远的位置成像来进行扩大）来设定长轴长度，通过设定光束宽度和长轴长度来设定长轴射束点（椭圆、长圆等具有长轴的射束点）的形状。各反射镜也可以根据所照射的激光的种类通过进行涂布提高反射率。进而，在光路上不包含透镜那样的使激光束透射加以使用的光学元件。

根据本发明，由于为了调整射束点的形状而配置在光路上的光学元件由反射镜组的组合构成，因此不需要使用高价的激光透射性材料。因此能够用容易得到的材料形成用于调整射束点的形状的光学系统。对于凹面镜或圆柱反射镜，也能够用容易得到的材料形成，因此能够准备多个例如曲率半径不同的凹面镜和凸面或凹面的圆柱反射镜，因此也能够通过更换这些反射镜来调整射束点的形状。因此，能够增大选择射束点形状的自由度。

在上述发明中，对于凹面镜和圆柱反射镜，凹面镜配置在接近激光的一侧的光路上，圆柱反射镜配置在接近加工面的一侧的光路上。

由此，虽然先利用凹面镜缩小激光束形状以调整光束宽度，但其结

果是，能够在光束大小被缩小了的状态下将激光束引导至凸面圆柱反射镜，从而能够缩小圆柱反射镜的反射面的大小。

在该情况下，对于凹面镜和凸面圆柱反射镜，也可以设定成凹面镜的曲率半径比圆柱反射镜的曲面的曲率半径大，从而在加工面上形成具有长轴方向和短轴方向的形状的射束点。

由于将离加工面较远一侧的凹面镜的曲率半径设定成比靠近加工面一侧的凸面圆柱反射镜的曲率半径大，因此能够缩小光路的扩展，能够缩小各反射镜的反射面的大小。

并且，在上述发明中，激光加工装置也可以设有射束点调整机构，该射束点调整机构通过变更加工面和凹面镜之间的光路长度、以及加工面和圆柱反射镜之间的光路长度，以调整射束点的长轴方向和短轴方向的长度。

由此，能够通过变更加工面和凹面镜之间的光路长度来主要调整光束宽度，能够通过变更加工面和圆柱反射镜之间的光路长度来主要调整长轴长度。

在上述发明中，射束点调整机构可以具有：第一支承体，其固定凹面镜，并固定有第一平面镜，所述第一平面镜对由凹面镜反射前的激光束或者反射后的激光束中的任一激光束的光路进行调整；第二支承体，其固定所述圆柱反射镜并固定第二平面镜，所述第二平面镜对由圆柱反射镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；第一支承体升降机构，其以沿着铅直方向的杆为支轴，使所述第一支承体升降；以及第二支承体升降机构，其以杆为支轴，使第二支承体在第一支承体的下侧升降。

由此，能够通过调整第一支承体的高度来主要调整光束宽度，能够通过调整第二支承体的高度来主要调整长轴长度。

在上述发明中，凹面镜也可以具有凹面的反射板和使所述反射板的凹面的曲率半径变化的凹面变形机构，并且设有射束点调整机构，该射束点调整机构通过变更凹面镜的曲率半径以及所述加工面和所述圆柱反射镜之间的光路长度，来调整射束点的长轴方向和短轴方向的长度。

由此，能够通过调整凹面镜的曲率半径来主要调整光束宽度，通过变更加工面和圆柱反射镜之间的光路长度来主要调整长轴长度。

在上述发明中，射束点调整机构也可以具有：第一支承体，其固定凹面镜并固定有第一平面镜，所述第一平面镜对由凹面镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；第二支承体，其固定圆柱反射镜并固定有第二平面镜，所述第二平面镜对由圆柱反射镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；杆，其沿着铅直方向，用于固定第一支承体；以及第二支承体升降机构，其以杆为支轴，使所述第二支承体在第一支承体的下侧升降。

由此，能够通过调整凹面镜的曲率半径来主要调整光束宽度，通过调整第二支承体的高度来主要调整长轴长度。

在上述发明中，凹面镜也可以具有凹面的反射板和使反射板的曲率半径变化的凹面变形机构，圆柱反射镜具有反射板和使反射板的曲率半径变化的曲面变形机构，并且设有射束点调整机构，该射束点调整机构通过变更凹面镜的曲率半径以及圆柱反射镜的曲率半径，来调整射束点的长轴方向和短轴方向的长度。

由此，能够通过调整凹面镜的曲率半径来主要调整光束宽度，通过调整圆柱反射镜的曲率半径来主要调整长轴长度。

在上述发明中，射束点调整机构也可以具有：第一支承体，其固定凹面镜并固定有第一平面镜，所述第一平面镜对由凹面镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；第二支承体，其固定圆柱反射镜，并固定有第二平面镜，所述第二平面镜对由圆柱反射镜反射前的激光束或者反射后的激光束中任一激光束的光路进行调整；以及杆，其沿着铅直方向，用于固定第一支承体并将第二支承体固定在第一支承体的下侧。

由此，不需要调整高度，仅调整曲面半径就可以调整光束宽度和长轴长度。

在上述发明中可以使用 CO_2 激光，各反射镜的反射激光束的面涂布有金、硅、钼中的任一种。

由此, 在使用 CO_2 激光时, 能够提高各反射镜的反射率, 因此在加工玻璃基板时, 能够进行提高了加热效率的激光加工。

在上述发明中, 当具有第一支承体时, 在第一支承体上, 第一平面镜和凹面镜之间的安装位置可以具有互换性。

由此, 通过交换安装位置, 能够进一步提高选择射束点形状的自由度。

在上述发明中, 在具有第二支承体时, 在第二支承体上, 第二平面镜和圆柱反射镜之间的安装位置可以具有互换性。

由此, 通过交换安装位置, 能够进一步提高选择射束点形状的自由度。

附图说明

图 1 是利用了作为本发明的一个实施方式的激光加工装置的激光划线装置的结构图。

图 2 是示出作为本发明的一个实施方式的激光加工装置、并示出图 1 的激光划线装置中使用的激光加工装置的结构图。

图 3 是示出图 1 的激光划线装置的控制系统结构的方框图。

图 4 是凹面镜的立体图和剖面图。

图 5 是凸面圆柱反射镜的立体图。

图 6 是示出由凹面镜、凸面圆柱反射镜、第二平面镜所确定的光学参数和激光束的光路之间的关系图。

图 7 是示出假设单独使用凹面镜使原光束 B_0 反射时的光路的图。

图 8 是示出在图 7 中的激光束 B_1 的光路上的各位置 $H_1 \sim H_5$ 处的射束点的形状的图。

图 9 是作为本发明的另一个实施方式的激光加工装置的结构图。

图 10 是曲率半径可变的凹面镜的剖面图。

图 11 是作为本发明的另一个实施方式的激光加工装置的结构图。

图 12 是曲率半径可变的凸面圆柱反射镜的剖面图。

图 13 是作为本发明的另一个实施方式的激光加工装置的结构图。

标号说明

12: 旋转工作台; 13: 激光器; 14、14a、14b: 射束点调整机构; 15、15a、15b: 激光加工装置; 16: 安装臂; 31: 杆(左杆); 32: 杆(右杆); 33: 上框架; 34: 下框架; 35: 第一滑动杆; 35a: 第一固定杆; 36: 第二滑动杆; 36a: 第二固定杆; 37、38: 升降机构; 41: 第一平面镜; 42、48: 左固定部; 43: 凹面镜; 44、46: 右固定部; 45: 凸面圆柱反射镜; 47: 第二平面镜; 50: 控制部; 52: 激光驱动部; 52a: 光源驱动部; 52b: 射束点调整部; 60: 凹面镜; 70: 凸面圆柱反射镜; r_1 : 凹面镜曲率半径; r_2 : 凸面圆柱反射镜曲率半径; L : 激光束半径(原光束半径); M : 凹面与凸面镜间的垂直距离; N : 工作台与凸面镜间的垂直距离; O : 平面与凸面镜间的水平距离

具体实施方式

(实施方式1)

以下, 根据附图以玻璃基板用的激光划线装置为例对本发明的实施方式进行说明。图1是利用了作为本发明的一个实施方式的激光加工装置的激光划线装置的结构图。图2是图1的激光划线装置中使用的激光加工装置的结构图。图3是示出图1的激光划线装置LS1中的控制系统结构的方框图。

首先, 根据图1对激光划线装置LS1的整体结构进行说明。激光划线装置LS1设有滑动工作台2, 该滑动工作台2沿着平行地配置在水平架台1上的一对导轨3、4在图1的纸面前后方向(以下称为Y方向)往复移动。导螺杆5沿着前后方向配置在两导轨3、4之间, 在该导螺杆5上螺合有固定在滑动工作台2上的撑杆6, 通过利用电动机(未图示)使导螺杆5正转、反转, 滑动工作台2沿着导轨3、4在Y方向往复移动。

水平的基座7以沿着导轨8在图1的左右方向(以下称为X方向)往复移动的方式配置在滑动工作台2上。在固定于基座7的撑杆10上贯通螺合有被电动机9驱动而旋转的导螺杆10a, 通过使导螺杆10a正转、反转, 基座7沿着导轨8在X方向往复移动。

在基座 7 上设有被旋转机构 11 驱动而旋转的旋转工作台 12, 作为切断对象的脆性材料基板的玻璃基板 G 以水平状态安装在该旋转工作台 12 上。旋转机构 11 使旋转工作台 12 绕垂直的轴旋转, 能够使其相对于基准位置旋转成任意的旋转角度。并且, 作为分割对象物的玻璃基板 G 通过例如吸引夹具固定在旋转工作台 12 上。

在旋转工作台 12 的上方, 由激光器 13 和射束点调整机构 14 构成的激光加工装置 15 固定在安装框架 16 上, 所述激光器 13 振荡出圆形截面的激光束 (原光束), 所述射束点调整机构 14 使原光束的截面形状变形从而在玻璃基板 G 上形成椭圆形状的射束点 BS (图 3)。激光加工装置 15 的详细在后面叙述。

在安装框架 16 上, 接近射束点调整机构 14 安装有冷却喷嘴 17。从该冷却喷嘴 17 向玻璃基板 G 喷射冷却水、He 气、二氧化碳气体等冷却介质。冷却介质被吹至照射在玻璃基板 G 上的椭圆形状的射束点的附近, 在玻璃基板 G 的表面上形成冷却斑 CS (图 3)。

在安装框架 16 上, 还经由上下移动调节机构 18 安装有刀轮 19。该刀轮 19 以烧结金刚石或者超硬合金为材料, 在外周面具有以顶点为刀尖的 V 字形棱线部, 能够利用上下移动调节机构 8 对朝向玻璃基板 G 的压接力进行微小的调整。刀轮 19 在玻璃基板 G 的端缘上形成初始龟裂 TR 时, 一边使基座 7 在 X 方向移动一边暂时使刀轮 19 下降进行使用。

在安装框架 16 上还安装有用于拍出刻印在玻璃基板 G 上的对准标记的照相机 20。

接着, 根据图 2 对激光加工装置 15 的结构进行说明。激光加工装置 15 如前所述由激光器 13 和射束点调整机构 14 构成。激光器 13 使用 CO_2 激光。也可以代替 CO_2 激光而使用 CO 激光、准分子激光。射束点调整机构 14 具有框架结构体, 所述框架结构体在轴向上由沿着铅直方向的左右一对杆 31、32, 和对这一对杆 31、32 的上端和下端进行固定的上框架 33 和下框架 34 构成。并且, 利用上框架 33 支承激光器 13。另外, 在本实施方式中将安装框架 16 (图 1) 兼用作上框架 33。

在左杆 31 和右杆 32 之间设有被支承为能够以这些杆 31、32 为支轴

进行升降的第一滑动杆 35（第一支承体）、第二滑动杆 36（第二支承体）。进而，第一滑动杆 35 通过由齿条和小齿轮机构（未图示）和电动机构成的升降机构 37 驱动，第二滑动杆 36 通过由齿条和小齿轮机构（未图示）和电动机构成的升降机构 38 驱动，能够分别独立地调整高度位置。

第一平面镜 41 例如以能够通过左固定部 42 利用螺纹紧固装卸的方式安装在第一滑动杆 35（第一支承体）上，并且，由此，能够通过更换安装位置来进一步提高射束点形状的选择自由度。

凹面镜 43 以能够通过右固定部 44 利用螺纹紧固装卸的方式安装。其中，第一平面镜 41 安装在从激光器 13 射出的朝向铅直下方的激光束（原光束）直接照射至反射面（平面）上的位置，进一步安装成反射面（平面）的光轴角成为向上 45 度的角度，以使反射后的激光束在水平方向行进。另一方面，凹面镜 43 安装在由第一平面镜 41 反射后的激光束照射至凹面镜 43 的反射面（凹面）上的位置，进一步安装成反射面（凹面）的光轴角成为向下 45 度的角度，以使反射后的激光束在朝向铅直下方的方向行进。

另外，第一平面镜 41 和凹面镜 43 的安装位置、安装角度具有互换性，也可以以反射面（凹面）朝上 45 度的方式用左固定部 42 将凹面镜 43 安装在从激光器 13 射出的朝向铅直下方的激光束（原光束）直接照射的位置，用右固定部 44 以成为朝下 45 度的角度的方式安装第一平面镜。由于通过更换第一平面镜 41 和凹面镜 43 的安装位置，能够改变凹面镜 43 和玻璃基板 G 之间的光路长度，因此能够改变射束点的形状（长轴长度、光束宽度）的调整幅度。

图 4（a）是凹面镜 43 的立体图，图 4（b）是剖面图。凹面镜 43 由例如作为可以量产的材料的不锈钢材料等形成，在反射面 43a（凹面）上涂布有金（或者硅、或者钼），以提高来自 CO₂ 激光器 13 的激光束的反射率。或者也可以代替不锈钢材料等，使用市售的透镜（非特别订做的量产透镜），并进行涂布金的加工。

并且，由于凹面镜 43 能够由可以量产的材料形成，因此能够准备反射面（凹面）的曲率半径在 100~5000 之间的多个凹面镜，适当更换进

行安装。

凸面圆柱反射镜 45 通过右固定部 46 以能够装卸的方式安装在第二滑动杆 36 上,并且,第二平面镜 47 通过左固定部 48 以能够装卸的方式安装在第二滑动杆 36 上。其中,凸面圆柱反射镜 45 安装在由凹面镜 43 反射而朝向铅直下方行进的激光束(聚光后的光束)直接照射至反射面(凸面)的位置,进一步以反射面(凸面)的光轴角成为朝上 45 度的角度的方式进行安装以使反射后的激光束以水平方向为中心一边稍微扩展一边行进。另一方面,第二平面镜 47 安装在由凸面圆柱反射镜 45 反射后的射束点照射至第二平面镜 47 的反射面(平面)的位置,进一步以反射面(平面)的光轴角成为朝下 45 度的角度的方式进行安装以使反射后的激光束以朝向铅直下方的方向为中心一边稍微扩展一边行进。

另外,凸面圆柱反射镜 45 和第二平面镜 47 的安装位置、安装角度也具有互换性,能够以反射面(平面)成为朝上 45 度的方式利用右固定部 46 将第二平面镜 47 安装在从凹面镜 43 反射的朝向铅直下方的激光束(会聚后的光束)直接照射的位置,并利用左固定部 48 将凸面圆柱反射镜 45 以成为朝下 45 度的角度的方式安装。在该情况下,由于通过更换第二平面镜 47 和凸面圆柱反射镜 45 之间的安装位置,能够改变凸面圆柱反射镜 45 和玻璃基板 G 之间的光路长度,因此能够改变射束点的形状(长轴长度、光束宽度)的调整幅度。

图 5 是凸面圆柱反射镜 45 的立体图。凸面圆柱反射镜 45 也能够由作为可以量产的材料的不锈钢材料等形成,并且在反射面(凸面)45a 上涂布有金,以提高来自 CO₂ 激光器 13 的激光束的反射率。

并且,由于凸面镜 45 也能够由可以量产的材料形成,因此能够准备反射面(凸面)的曲率半径在 10~100 之间的多个凸面圆柱反射镜,适当更换进行安装。

此处,对由射束点调整机构 14 的各光学元件所确定的激光束的光路和射束点之间的关系进行说明。图 6 是示出由凹面镜 43、凸面圆柱反射镜 45、第二平面镜 47 所确定的光学参数和激光束的光路之间的关系的图。另外,对于从激光器 13 射出的圆形截面的激光束(原光束 B0)在被第

一平面镜 41 反射而到达凹面镜 43 为止的过程，由于仅是通过与原光束 B0 相同圆形截面的激光束，因此省略对第一平面镜 41 的图示。

圆形截面的原光束 B0 平行地直进，以 45 度（除中央的光束以外为大致 45 度）的入射角入射至凹面镜 43 并被反射。反射后的激光束 B1（聚光光束 B1）一边聚光一边行进。此时在聚光光束 B1 中出现三个焦点。即，在光路上出现以下的三个焦点：光束截面的 X 方向的宽度最小的焦点 F_{-1} 、XY 方向的长度相同从而光束截面成为圆形截面的焦点 F_0 、以及光束截面的 Y 方向的宽度最小的焦点 F_1 。

图 7 是示出假设单独使用凹面镜 43 使原光束 B0 反射时光路上的五个不同位置 H1~H5 的图、图 8 是示出图 7 的位置 H1~H5 的激光束 B1 的截面形状的示意图。其中，位置 H2 对应于焦点为 F_{-1} 的位置，位置 H3 对应于焦点为 F_0 的位置，位置 H5 对应于焦点为 F_1 的位置。如图 8 所示，根据光路上的高度位置的变化，从而截面形状在 X 方向、Y 方向分别连续地变化。进而，在 H2 成为 X 方向的宽度最小的椭圆，在 H5 成为 Y 方向的宽度最小的椭圆。

这样，由于根据激光束 B1 的光路上的位置的不同，激光束 B1 的截面形状也不同，因此在图 6 中，根据在凸面圆柱反射镜 45 的反射面上反射激光束 B1 上的哪个位置，能够使随后的激光束 B2 的光束形状变化。

例如当想要使照射在玻璃基板 G 上的射束点 BS 的光束宽度（Y 方向的长度）最小时，对从凹面镜 43 经由凸面圆柱反射镜 45、第二平面镜 47 直至玻璃基板 G 的合计距离进行调整，以使玻璃基板 G 的表面成为图 7 中的位置 H5（焦点 F_1 的位置）。即由于凸面圆柱反射镜 45 和第二平面镜 47 相对于 Y 方向都仅是平面镜，因此只要使图 7 中的 Y 方向的宽度最小的位置 H5 所对应的位置成为图 6 中的玻璃基板 G 的位置即可。

使用光学元件的参数对上述的射束点的调整进行说明。在射束点调整机构 14 中，通过赋予下述的六个参数来唯一的确定形成于工作台上的玻璃基板 G 上的射束点的形状：原光束的光束直径 L、凹面镜 43 的曲率半径 r_1 、凸面圆柱反射镜 45 的曲率半径 r_2 、凹面与凸面镜之间的垂直距离 M（即凹面镜 43 和凸面圆柱反射镜 45 之间的距离 M）、工作台与凸面

镜之间的垂直距离 N （即工作台和凸面圆柱反射镜 45 之间的垂直距离 N ）、平面与凸面镜之间的水平距离 O （即第二平面镜 47 和凸面圆柱反射镜之间的水平距离 O ）。

在这六个参数中，原光束的光束直径 L 和平面与凸面镜之间的水平距离 O 原则上是不变更的固定参数，凹面镜 43 的曲率半径 r_1 和凸面圆柱反射镜 45 的曲率半径 r_2 是在想要使射束点的形状大幅变化的情况下等而更换凹面镜 43、凸面圆柱反射镜 45 时变更的粗调整用的参数。

另一方面，凹面与凸面镜之间的垂直距离 M 、工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 是通过调整第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 的高度位置而变更的参数。具体而言，通过对第一滑动杆 35 的高度位置进行调整，从而对从凹面镜 43 到工作台（准确地说是玻璃基板 G 的表面）为止的光路长度即 $M+N+O$ 的长度进行调整。并且，通过第二滑动杆的高度为止对从凸面圆柱反射镜 45 到工作台为止的光路长度即 $N+O$ 的长度进行调整。

其中，对于利用第一滑动杆 35 对从凹面镜 43 到工作台（准确地说是玻璃基板 G 的表面）为止的光路长度 $M+N+O$ 的调整，如上所述，主要用于对形成于玻璃基板 G 上的射束点的光束宽度（垂直于图 6 的纸面的方向即 Y 方向的长度）进行调整。

另一方面，利用第二滑动杆 36 对从凸面圆柱反射镜 45 到工作台为止的光路长度 $N+O$ 的调整是对由凸面圆柱反射镜 45 产生的 X 方向的放大率进行调整，主要用于对形成于玻璃基板 G 上的射束点 BS 的长轴方向的长度进行调整。

其次，对射束点 BS 的长轴长度和光束宽度的具体的调整方法进行说明。由于射束点形状由六个参数唯一地确定，因此若设射束点 BS 的长轴长度为 Da 、设光束宽度为 Db ，以光束直径 L 、凹面镜 43 的曲率半径 r_1 、凸面圆柱反射镜 45 的曲率半径 r_2 、凹面与凸面镜之间的垂直距离 M 、工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 、平面与凸面镜之间的水平距离 O 这六个参数作为变数，则 Da 、 Db 能够表示为函数 f_1 、 f_2 。

$$Da=f_1(L, r_1, r_2, M, N, O) \quad (1)$$

$$D_b = f_2(L, r_1, r_2, M, N, O) \quad (2)$$

函数式(1)、(2)具体而言能够通过将各光学元件的位置和方向设定在坐标上,并进行几何学分析来求出。

如上所述,在六个参数中,光束直径 L 和平面与凸面镜之间的水平距离 O 为固定值,能够设定为定数。对于凹面镜 43 的曲率半径 r_1 、凸面圆柱反射镜 45 的曲率半径 r_2 ,只要不更换则也能够作为定数对待。因此,射束点 BS 的长轴长度 D_a 和光束宽度 D_b 能够以凹面与凸面镜之间的垂直距离 M 、工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 为变数用下式表示。

$$D_a = f_1(M, N) \quad (3)$$

$$D_b = f_2(M, N) \quad (4)$$

凹面与凸面镜之间的垂直距离 M 和工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 能够从第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 的高度位置求出,因此在想要设定成期望的长轴长度 D_a 、光束宽度 D_b 的时,只要唯一地确定如何设定第一滑动杆 35 和第二滑动杆 36 的高度位置即可。

即,如果预先将函数式(1)、(2)、光束直径 L 、平面与凸面镜之间的水平距离 O 、凹面镜 43 的曲率半径 r_1 、凸面圆柱反射镜 45 的曲率半径 r_2 作为参数储存起来,或者储存函数式(3)、(4),则通过赋予待调整的射束点 BS 的长轴长度 D_a 和光束宽度 D_b ,能够算出凹面与凸面镜之间的垂直距离 M 和工作台与凸面镜之间的垂直距离 N ,因此只要利用上述方式对第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 进行调整,就能够自动设定。在本实施方式中,能够通过控制系统自动设定。关于这点在后面叙述。

接着,根据图 3 对控制系统进行说明。激光划线装置 LS1 具有控制部 50,该控制部 50 通过存储在存储器中的各种控制数据、设定参数以及程序(软件)和 CPU 来进行各种处理。

该控制部 50 控制下述的各驱动系统:工作台驱动部 51,其驱动用于进行滑动工作台 2、基座 7、旋转工作台 12 的定位和移动的电动机(电动机 9 等);用于进行激光照射的激光驱动部 52;喷嘴驱动部 53,其用于驱动控制冷却喷嘴 17 的制冷剂喷射的开闭阀(未图示);刀驱动部 54,其利用刀轮 19 在基板 G 上形成初始龟裂;以及照相机驱动部 55,其利

用照相机 20 拍出在基板 G 上刻印的对准标记。并且，控制部 50 连接有由键盘、鼠标等构成的输入部 56、以及用于在显示画面上进行各种显示的显示部 57，能够在画面上显示必要的信息，同时能够输入必要的指令和设定。

其中，激光驱动部 52 由振荡出激光器 13 的光源驱动部 52a、和驱动射束点调整机构 14 的射束点调整部 52b 构成。

对于射束点调整部 52b，当从控制部 50 被输送来第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 的高度位置的设定信号时，能够根据设定信号对第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 进行调整，以使其成为期望的高度位置。

进一步，对于射束点调整部 52b，预先将函数式 (1)、(2) 以及光束直径 L、平面与凸面镜之间的水平距离 O、凹面镜 43 的曲率半径 r_1 、凸面圆柱反射镜 45 的曲率半径 r_2 等各参数存储在存储器中，当从控制部 50 被输送来长轴长度 Da、光束宽度 Db 的设定信号时，算出形成该形状的射束点 BS 所需的第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 的高度位置，并调整成算出的高度位置。

其次，对基于激光划线装置 LS1 的划线动作进行说明。最初进行射束点 BS 的形状的调整。

当自动设定时，从输入部 56 输入待设定的长轴长度 Da、光束宽度 Db，进行设定动作。于是，射束点调整部 52b 使用函数式 (1)、(2) 以及关联的各参数算出用于实现所设定的长轴长度 Da、光束宽度 Db 的第一滑动杆 35 和第二滑动杆 36 的高度位置。进而，驱动升降机构 37、38 以成为算出的高度位置，其结果是，凹面镜 43 和凸面圆柱反射镜 45 移动至必要的高度位置。

另外，当操作者输入长轴长度 Da、光束宽度 Db 以自动设定第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 的高度位置时，操作者自己可以在显示于显示部 57 (图 3) 上的设定图面中预先确认两滑动杆的最终高度位置，或者预先确认可否形成光束，然后自动设定。

例如，当输入长轴长度 Da、光束宽度 Db，并成功地算出凹面与凸面镜之间的垂直距离 M、工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 时，在设定

画面上显示“光束形成 OK”的消息，同时在设定画面上显示算出的凹面与凸面镜之间的垂直距离 M 的值、以及工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 的值，使第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 移动到与所算出的值对应的位置。

并且，当利用输入的长轴长度 Da、光束宽度 Db 的值无法形成合适的射束点时，显示“无法设定 (NG)”的确认消息，促使重新进行输入。

或者，当输入长轴长度 Da、光束宽度 Db 时，也可以算出凹面与凸面镜之间的垂直距离 M、工作台与凸面镜之间的垂直距离 N，并将算出的 M、N 的值显示在设定画面上，同时对操作者显示“OK?”的确认消息。进而操作者确认 M、N 的值是否妥当，当 OK 时进行使第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 移动至与所算出的值对应的位置的处理，当 NG 时重新开始长轴长度 Da、光束宽度 Db 的设定。

并且，当不进行自动设定时，或者在自动设定后进一步通过手动进行微调时，进一步从输入部 56 进行使第一滑动杆 35、第二滑动杆 36 升降移动的输入操作来进行微调。通过以上所述，能够将第一滑动杆 35（凹面镜 43）、第二滑动杆 36（凸面圆柱反射镜 45）调整成相对于玻璃基板 G 到达期望的高度位置。

今后，执行激光划线装置 LS1 的通常的划线处理动作。即，旋转工作台 12 返回原点（图 1 的照相机 20 的下方），照相机驱动部 55 动作从而利用照相机 20 检测载置在旋转工作台 12 上的玻璃基板 G 的对准标记，并根据该结果通过工作台驱动部 51 进行滑动工作台 2、基座 7、旋转工作台 12 的移动来进行定位。在定位结束后，通过刀驱动部 54 进行使用刀轮 19 在基板端形成初始龟裂（触发点）的处理。进而，一旦返回原点，一边通过激光驱动部 52 和喷嘴驱动部 53 进行熔融温度以下的激光照射和制冷剂喷射，一边通过工作台驱动部 51 移动基板 G，由此在基板 G 上扫描射束点 BS 和冷却斑 CS。由此，沿着射束点 BS 和冷却斑 CS 的轨迹形成划线。

在目前为止说明了的激光划线中，都使激光照射产生的加热在熔融温度以下，但是如果提高激光输出（或者变更激光波长）而形成基板熔

融的消融条件，则能够进行激光消融加工。该情况下，并不进行制冷剂喷射。

（实施方式2）

图9是作为本发明的另一个实施方式的激光加工装置15a的结构图。对与图1、图2的激光加工装置15相同的结构部分赋予相同的标号，省略一部分说明。在本实施方式中，射束点调整机构14a调整第二滑动杆36的位置和凹面镜60的曲率半径。

即，代替为了调整凹面镜43和凸面圆柱反射镜45之间的距离而设有使第一滑动杆35升降的升降机构37的结构（图2），安装了相对于杆31、32的位置被固定的第一固定杆35a，并通过右固定部44将具有调整曲率半径功能的凹面镜60固定在第一固定杆35上（另外，此处的“固定”意味着在调整射束点时固定使用，并不包含因其他目的设置升降机构37进行移动的情况）。

图10是示出了具有曲率半径的调整功能的凹面镜60的一例的剖面图。凹面镜60的凹面镜主体61由不锈钢制（带有金涂布膜）的薄板形成。凹面镜主体61的周缘部分由壳体62固定，在凹面镜主体61的底部分安装有伸缩机构63。伸缩机构63例如使用压电元件或电动气缸。使伸缩机构63动作的驱动部64安装在伸缩机构63的附近，通过使伸缩机构63动作能够使曲率半径变化。进而，对于凹面镜60，通过预先求出驱动部64的设定条件和曲率半径之间的关系，能够调整驱动部64的设定从而设定成期望的曲率半径。驱动部64的设定与第二滑动杆36的升降机构38一起都由射束点调整部52b（图3）调整。

在该实施方式中，虽然是根据关系式（1）、（2）进行射束点BS的长轴长度 D_a 、光束宽度 D_b 的调整，但是能够将六个参数中的光束直径 L 、凹面与凸面镜之间的垂直距离 M 、平面与凸面镜之间的水平距离 O 设定成作为固定值的定数。对于凸面圆柱反射镜45的曲率半径 r_2 ，只要不更换则也能够作为定数对待。因此，能够以凹面镜43的曲率半径 r_1 和工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 为变数对射束点BS的长轴长度 D_a 和光束宽度 D_b 进行调整。

另外，在图 9 中通过右固定部 44 安装凹面镜 60，但是在凹面镜 60 和第一平面镜 41 可以交换，这一点上和图 1 的实施方式相同。

（实施方式 3）

图 11 是作为本发明的另一个实施方式的激光加工装置 15b 的结构图。对与图 1、图 2、图 9 的激光加工装置 15、15a 相同的结构部分赋予相同的标号，省略一部分说明。在本实施方式中，射束点调整机构 14b 调整凹面镜 60 的曲率半径和凸面圆柱反射镜 70 的曲率半径。

即，在图 9 说明了的激光加工装置 15a 中，代替设有使用于对凸面圆柱反射镜 45 和旋转工作台 12（准确地说为玻璃基板 G 的表面）之间的距离进行调整的第二滑动杆 36 升降的升降机构 38 的结构，安装有相对于杆 31、32 的位置被固定的第二固定杆 36a（此处的“固定”意味着在调整射束点时固定使用，并不包含因其他目的设置升降机构 38 进行移动的情况），并通过右固定部 46 将具有曲率半径的调整功能的凸面圆柱反射镜 70 固定在第二固定杆 36a 上。

图 12 是示出了具有曲率半径的调整功能的凸面圆柱反射镜 70 的一例的剖面图。凸面圆柱反射镜 70 的凸面圆柱反射镜主体 71 由不锈钢制（带有金涂布膜）的薄板形成。凸面圆柱反射镜主体 71 的周缘部分由壳体 72 固定，在凸面圆柱反射镜主体 71 的底部分安装有伸缩机构 73。伸缩机构 73 例如使用压电元件或电动气缸。使伸缩机构 73 动作的驱动部 74 安装在伸缩机构 73 的附近，通过使伸缩机构 73 动作能够使曲率半径变化。进而，对于凸面圆柱反射镜 70，通过预先求出驱动部 74 的设定条件和曲率半径之间的关系，能够调整驱动部 74 的设定从而设定成期望的曲率半径。驱动部 74 的设定与凹面镜 60 的驱动部 64 的设定一起都由射束点调整部 52b（图 3）调整。

在该实施方式中，虽然是根据关系式（1）、（2）进行射束点 BS 的长轴长度 D_a 、光束宽度 D_b 的调整，但是能够将六个参数中的光束直径 L 、凹面/凸面镜之间的垂直距离 M 、工作台与凸面镜之间的垂直距离 N 、平面/凸面镜之间的水平距离 O 设定成作为固定值的定数。因此，能够以凹面镜 43 的曲率半径 r_1 和凸面圆柱反射镜 45 的曲率半径 r_2 为变数对射束

点 BS 的长轴长度 Da 和光束宽度 Db 进行调整。

另外，虽然在图 11 中通过右固定部 46 安装凸面圆柱反射镜 70，但是在凸面圆柱反射镜 70 和第二平面镜 47 可以交换这点上和图 1、图 9 的实施方式相同。

（实施方式 4）

图 13 是作为本发明的另一个实施方式的激光加工装置 15c 的结构图。对与在图 1、图 2 中说明了的激光加工装置 15 相同的结构部分赋予相同的标号，省略一部分说明。在本实施方式中，代替凸面圆柱反射镜 45（图 2），安装凹面圆柱反射镜 49。

即，在目前为止说明了的实施方式 1～实施方式 3 中，通过安装在第二滑动杆 36 上的凸面圆柱反射镜 45 来扩大 X 方向的光束长度，但是即使是在使用凹面圆柱反射镜 49 的情况下，光路在焦点 F 会聚一次后再次扩展，因此通过将光学系统调整成加工面成为从焦点 F 离开一定程度的距离的位置，能够与使用凸面圆柱反射镜 45 的情况一样扩大 X 方向的光束长度。

并且，在实施方式 3 中，安装了能够调整曲率半径的凸面圆柱反射镜 70，但是与实施方式 4 中将凸面圆柱反射镜 45 换成凹面圆柱反射镜 49 的情况相同，也能够将凸面圆柱反射镜 70 换成能够调整曲率半径的凹面圆柱反射镜。

产业上的可利用性

本发明能够应用于利用激光照射进行局部加热的激光加工装置中。

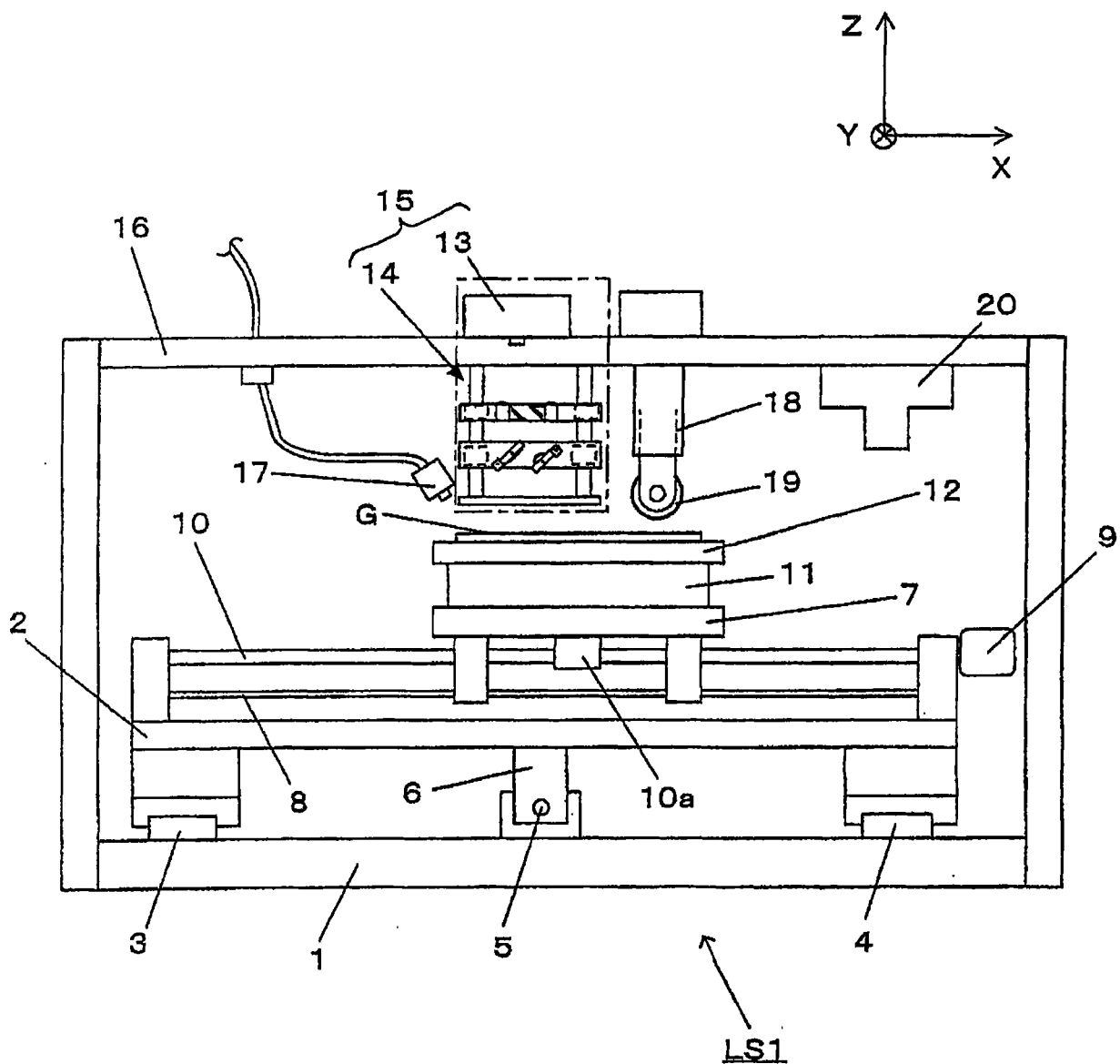


图 1

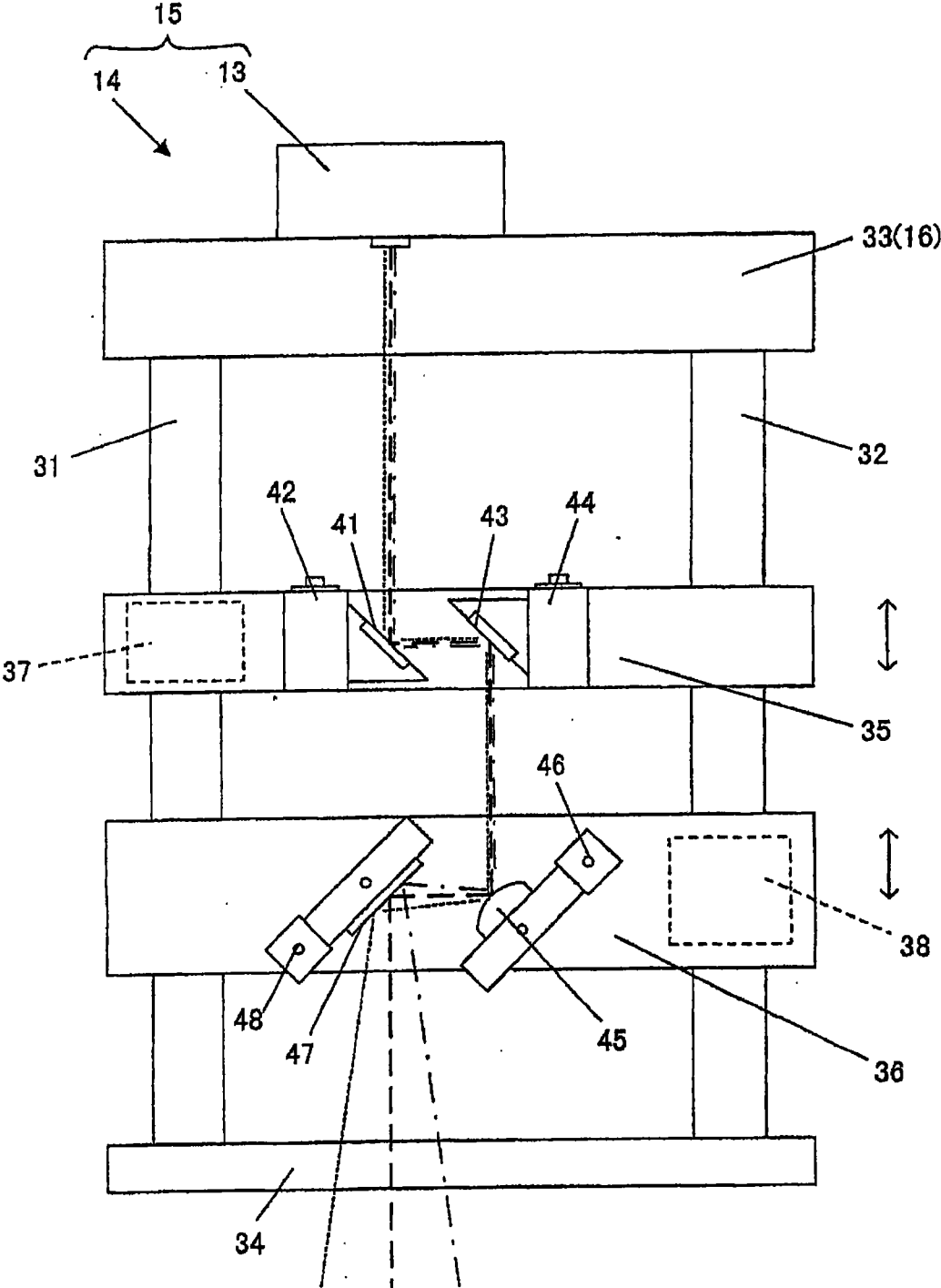


图 2

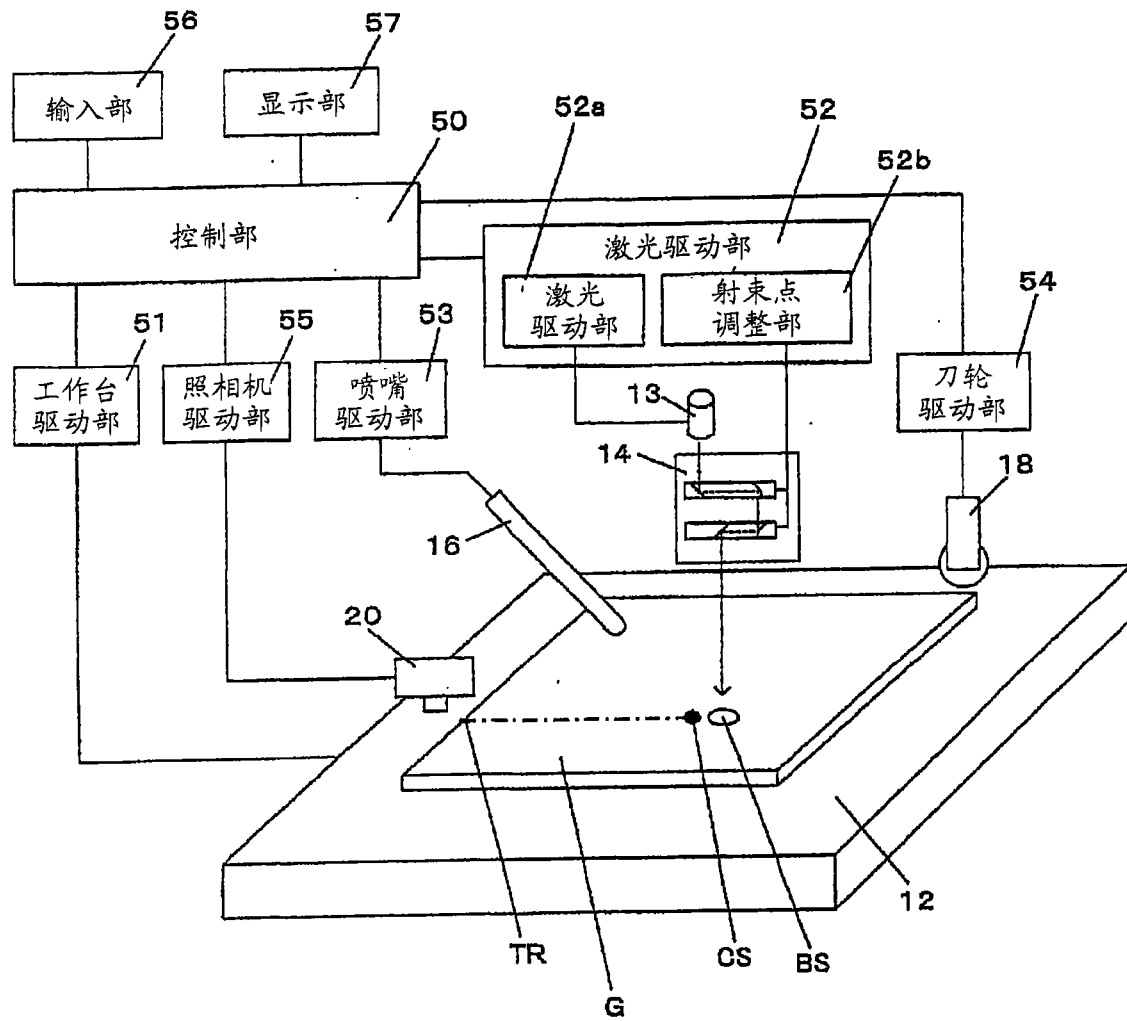


图 3

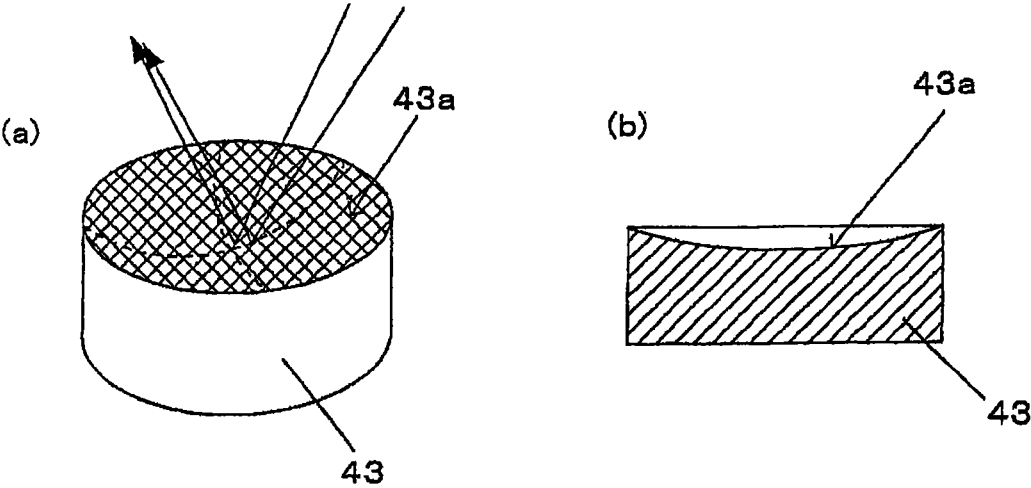


图 4

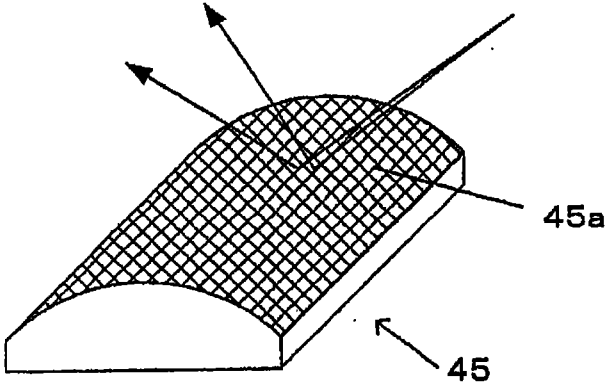


图 5

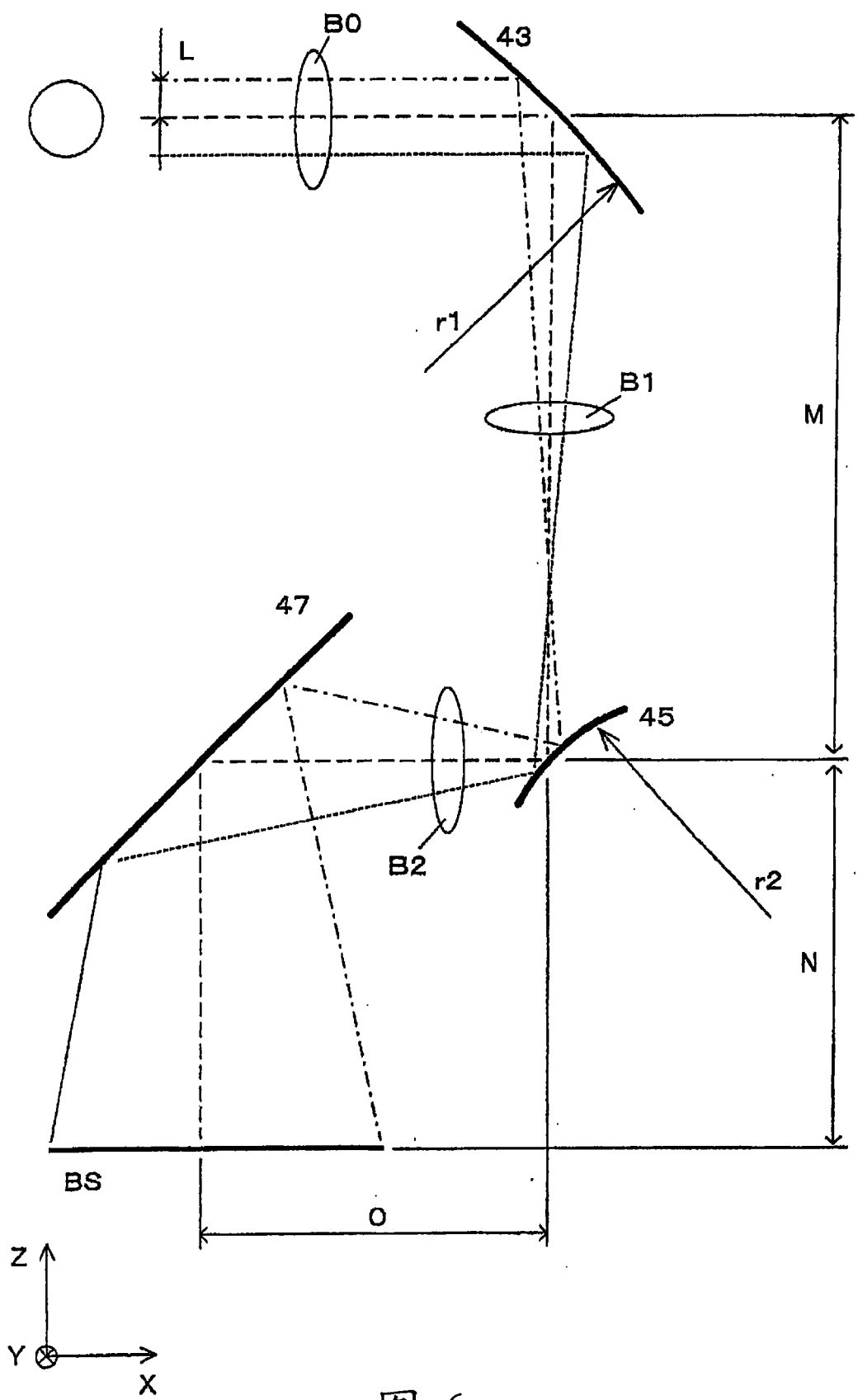


图 6

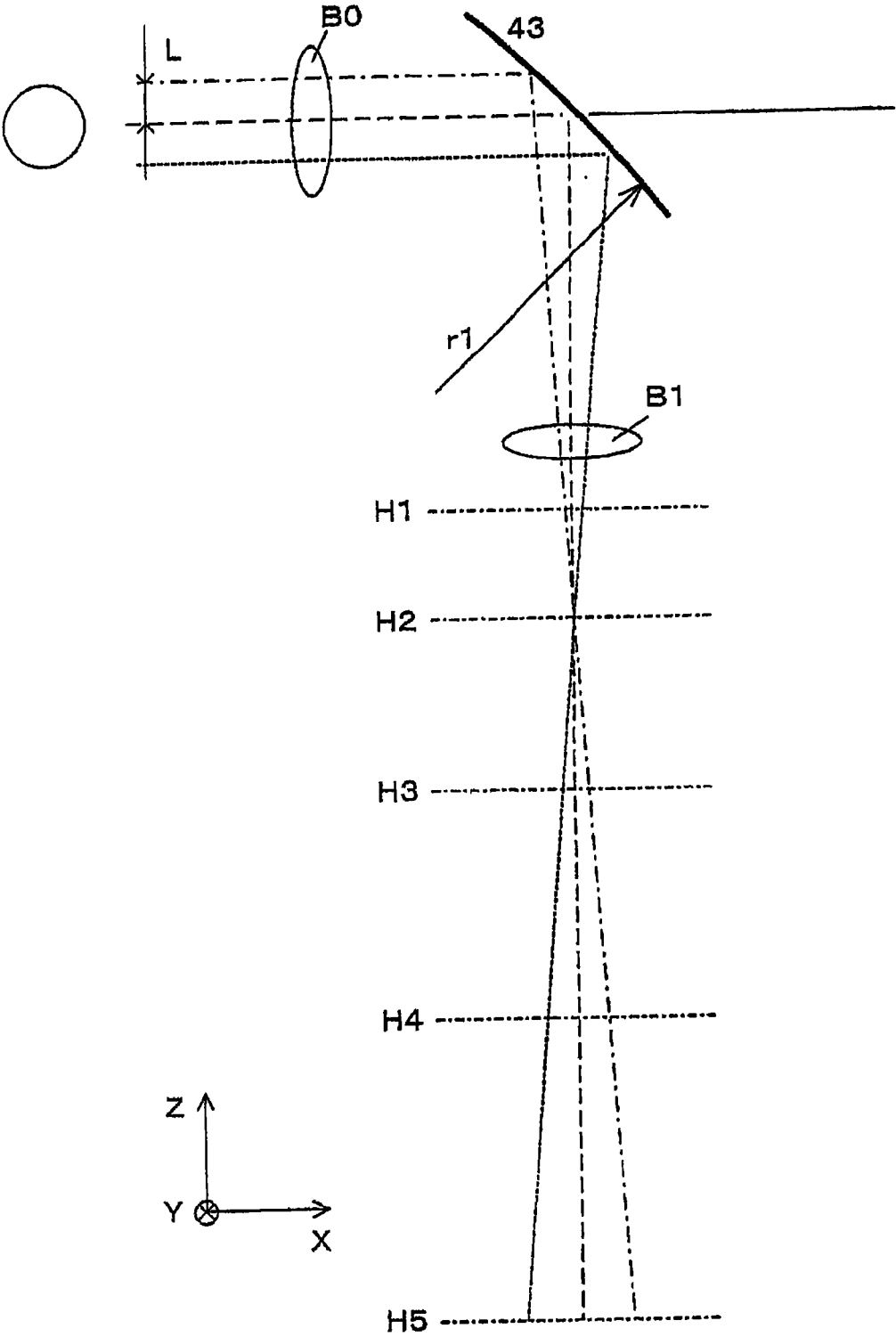


图 7

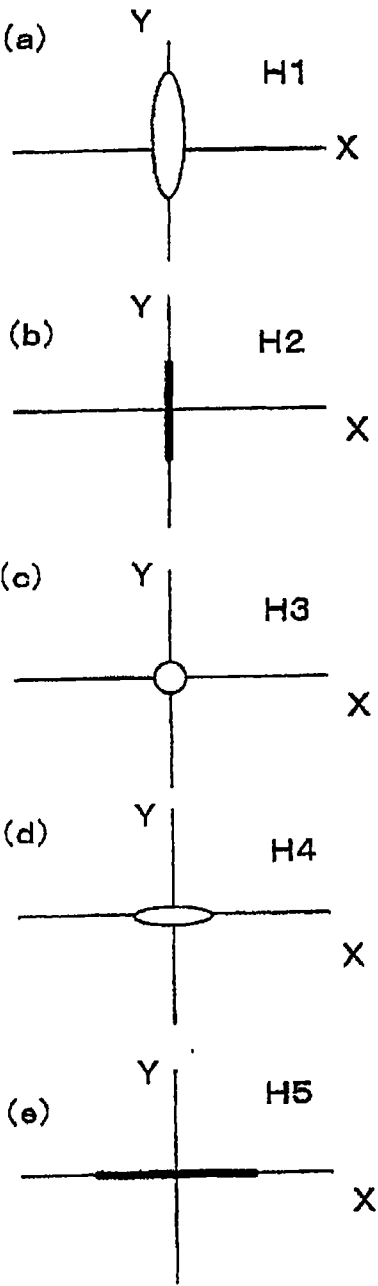


图 8

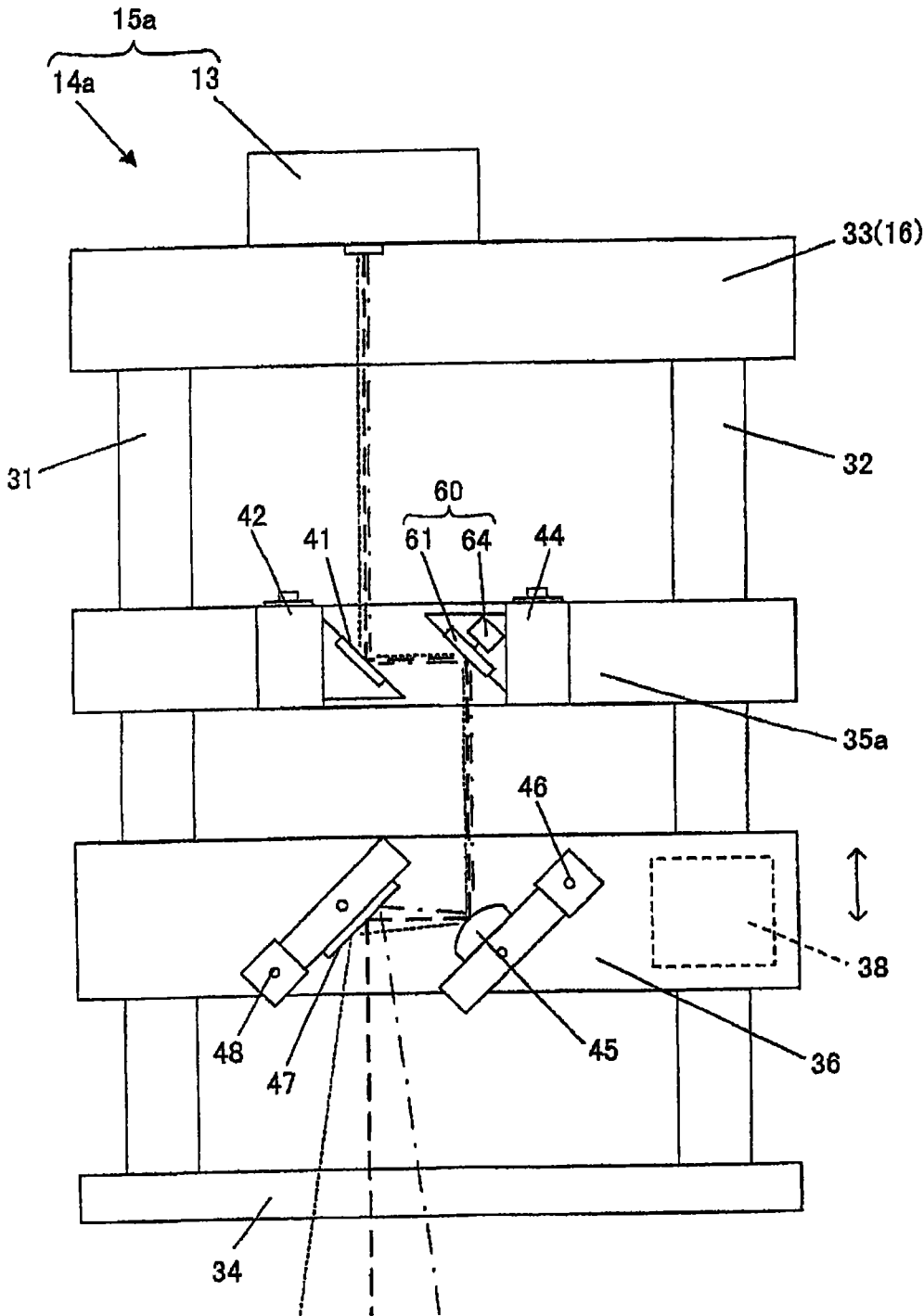


图 9

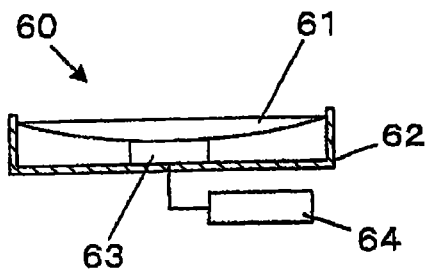


图 10

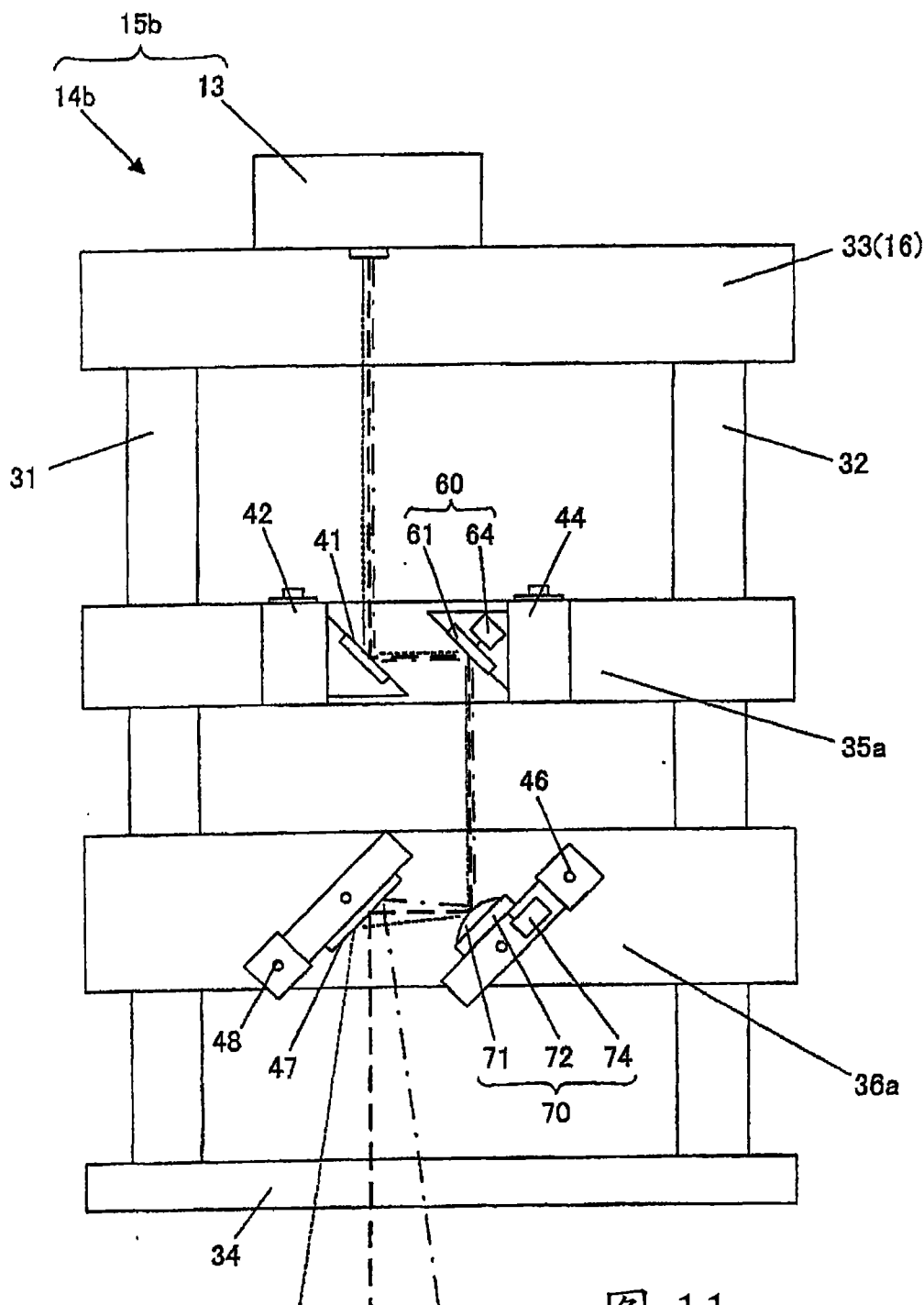


图 11

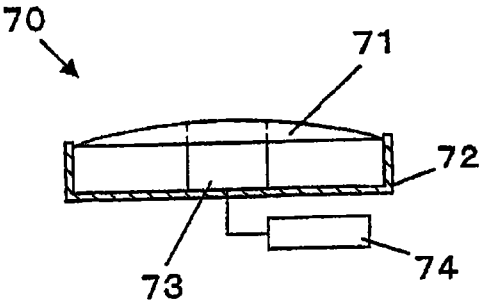


图 12

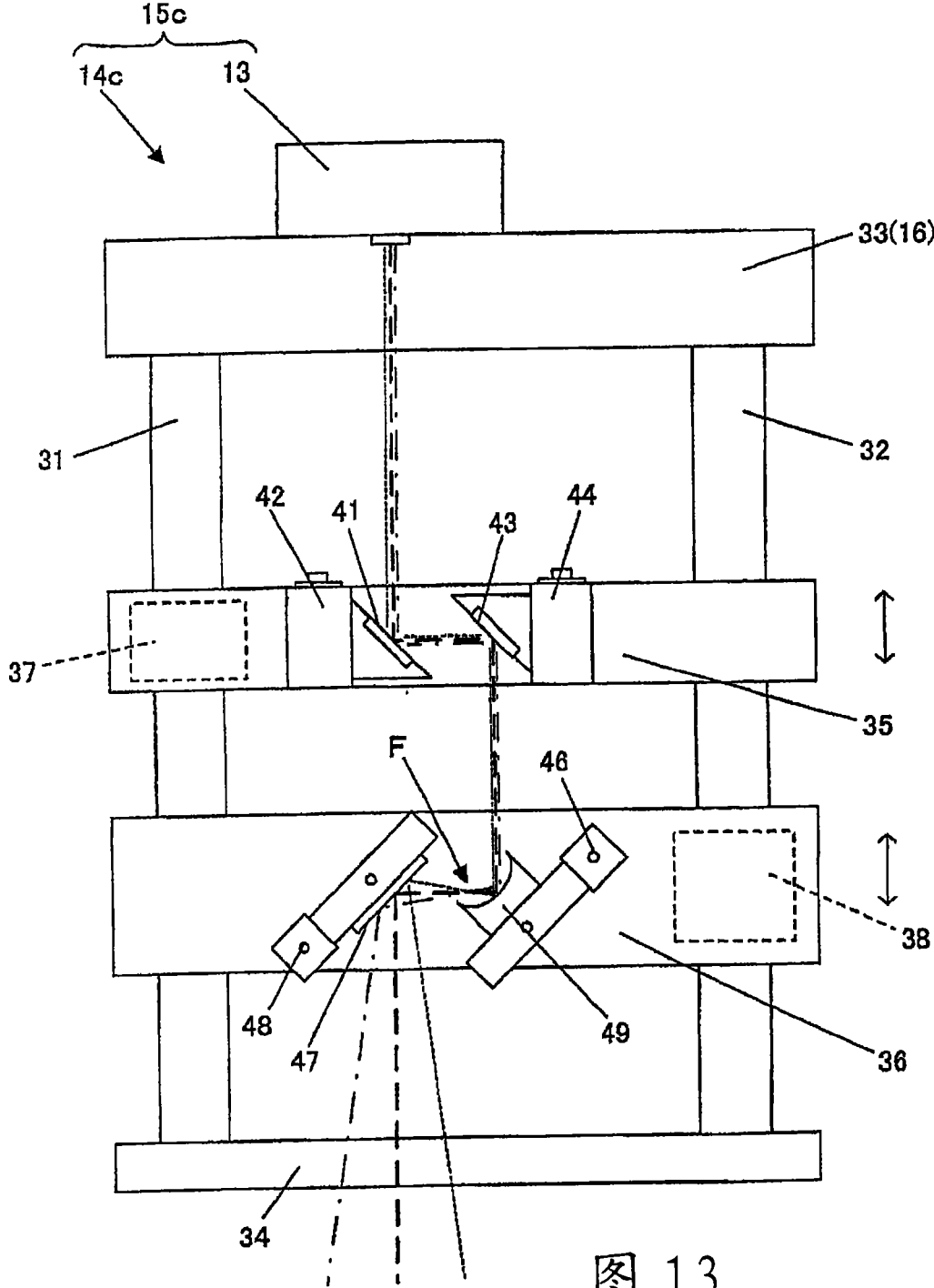


图 13