



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101298117 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 10

(21) 申请号 200810096062. 1

(22) 申请日 2008. 04. 30

(30) 优先权数据

2007-120812 2007. 05. 01 JP

(73) 专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 中村达哉 高桥浩一 有贺润子

(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 党晓林 李艳艳

(51) Int. Cl.

G02B 26/08 (2006. 01)

B23K 26/06 (2006. 01)

B23K 26/02 (2006. 01)

H01L 21/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开平 8-174242 A, 1996. 07. 09, 说明书

第 [0015]-[0021] 段以及图 1-2.

CN 2220936 Y, 1996. 02. 28, 说明书全文以及图 1.

CN 1904676 A, 2007. 01. 31, 全文.

WO 2006/100780 A1, 2006. 09. 28, 全文.

CN 1880004 A, 2006. 12. 20, 说明书第 8 页第 1 行 - 第 9 页倒数第 8 行, 第 12 页第 2 行 - 第 14 页第 16 行以及图 1-2.

JP 特开 2007-13035 A, 2007. 01. 18, 全文.

JP 昭 62-21220 A, 1987. 01. 29, 全文.

US 2006/0033897 A1, 2006. 02. 16, 全文.

审查员 王晓东

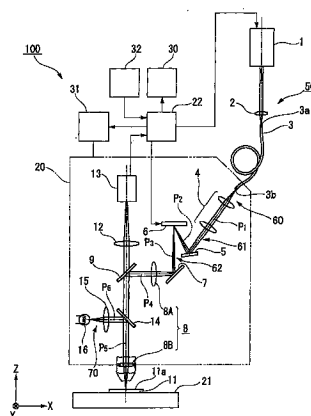
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 12 页

(54) 发明名称

激光加工装置

(57) 摘要

本发明的激光加工装置具有:空间调制元件,将多个微镜沿着矩形形状的调制区域内相互正交的 2 边进行 2 维排列,各微镜具有与 2 边交叉的旋转轴;激光光源,其入射到空间调制元件的光轴与上述旋转轴正交,相对空间调制元件基准面法线的角度为微镜相对基准面倾斜角度的 2 倍;照射光学系统,具有将由空间调制元件整形为预定形状的激光成像在作为加工对象的基板上的物镜,激光光源与空间调制元件之间的光轴和空间调制元件与物镜之间的光轴都配置在通过物镜的光轴的同一平面内,并朝基板照射激光;组合了空间调制元件的第一光学模块;组合了物镜的第二光学模块,在第一、二光学模块之间设置使第一光学模块绕物镜的光轴旋转的旋转机构。



1. 一种激光加工装置,其特征在于,

该激光加工装置具有:

空间调制元件,该空间调制元件将多个微镜沿着矩形形状的调制区域内相互正交的 2 边进行 2 维排列,各上述微镜具有与上述调制区域的相互正交的 2 边交叉的旋转轴;

激光光源,该激光光源的入射到上述空间调制元件的光轴与上述微镜的旋转轴正交,并且相对于上述空间调制元件的基准面的法线的角度设定为上述微镜的以该旋转轴为中心可相对于上述空间调制元件的基准面倾斜的角度的 2 倍的角度;照射光学系统,该照射光学系统具有物镜,该物镜将由上述空间调制元件整形为预定形状的激光成像在作为加工对象的基板上,该照射光学系统配置成:上述激光光源与上述空间调制元件之间的光轴和上述空间调制元件与上述物镜之间的光轴都配置在通过上述物镜的光轴的同一平面内,并朝上述基板照射上述激光,

该激光加工装置具有:

组合了上述空间调制元件的第一光学模块;和组合了上述物镜的第二光学模块,

在上述第一光学模块和上述第二光学模块之间设置使上述第一光学模块绕上述物镜的光轴旋转的旋转机构。

2. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置,其特征在于,

上述第一光学模块在上述物镜的光轴延长线上还隔着半透镜组合了摄像元件,

上述半透镜使射入的上述激光向基板反射且使得在上述基板反射的光透射,

通过设置在上述物镜和上述半透镜之间的上述旋转机构,上述第一光学模块能够绕上述物镜和上述半透镜的共用光轴旋转。

3. 根据权利要求 2 所述的激光加工装置,其特征在于,

上述旋转机构将上述第一光学模块的旋转角度设定成:对解析由上述摄像元件拍摄到的缺陷图像数据所得到的缺陷进行包围的矩形的长边和短边分别与上述摄像元件的矩形摄像面的长边和短边平行。

4. 根据权利要求 2 所述的激光加工装置,其特征在于,

上述旋转机构按照上述基板的载置位置的偏移量使上述第一光学模块旋转来对上述偏移量进行修正。

5. 根据权利要求 2 所述的激光加工装置,其特征在于,

上述旋转机构根据缺陷的形状使上述第一光学模块旋转来调整上述摄像元件的旋转方向。

6. 根据权利要求 2 所述的激光加工装置,其特征在于,

上述旋转机构根据形成于上述基板的电路图案的纵横配置使上述第一光学模块绕上述物镜的光轴旋转。

7. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置,其特征在于,

还具有加工数据生成部,该加工数据生成部基于与基板对应的加工形状来生成对上述空间调制元件的各微镜的导通 / 截止进行控制的调制数据。

激光加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及激光加工装置。例如,涉及采用由微镜阵列组成的空间调制元件来进行液晶基板、半导体基板和印刷基板等的缺陷的激光加工(修复加工)的激光加工装置。

[0002] 本申请要求 2007 年 5 月 1 日申请的日本特许申请第 2007-120812 号的优先权,其内容援用于此。

背景技术

[0003] 以往,例如,在液晶显示器件(LCD)的制造工序等中,对光刻处理工序所处理的玻璃基板进行各种检查。该检查的结果是,若在玻璃基板上形成的抗蚀图案和蚀刻图案中检查出缺陷部,则往往进行所谓的修复加工,即采用激光加工装置对缺陷部照射激光以去除缺陷部的激光加工。

[0004] 作为这样的激光加工装置,专利文献 1 中记载了如下的修复装置:从拍摄玻璃基板上的缺陷部而获得的缺陷图像数据中提取缺陷部的形状数据,按照该形状数据高速地对 DMD (Digital Micro mirror Device; 数字微镜器件) 单元的各个微镜进行角度控制,使由这些微镜反射的激光的剖面形状与缺陷部的形状大致一致地照射缺陷部。

[0005] 专利文献 1: 日本特开 2005-103581 号公报

[0006] 但是,上述那种现有的激光加工装置存在以下问题。

[0007] 专利文献 1 记载的技术中,通过采用 DMD 单元,根据缺陷部的形状来照射被空间调制后的激光,因此可以高效率地进行激光加工,但是 DMD 中,为了使微镜高速旋转,通常成为在微镜的对角线方向设定旋转轴的器件。

[0008] 此时,将反射光向被加工面反射的导通状态的微镜的入射面,即包含入射到 DMD 的光轴、由 DMD 反射后朝向被加工面的光轴以及微镜的法线的平面,必须与微镜的旋转轴正交,因此,必须采用这样的布局:相对于排列有微镜的 DMD 单元的矩形区域的 4 条边或长边及短边的方向,各个光轴处于扭转的位置关系。

[0009] 这样的布局中,若在被加工面设定矩形状的可加工区域,按照该可加工区域的配置来配置 DMD 单元,则在现有的结构中,配置光源和反射镜等的机械布局变得极其复杂,部件加工和组装也变得复杂。其结果是,存在部件加工费和组装工时增大而成为成本上升的要因的问题。

[0010] 参照图 12、图 13A、图 13B 简单说明激光加工装置的主要部分的机械布局的一例,其中,各个光轴相对于排列有这种微镜的 DMD 单元的矩形区域的 4 条边的方向,处于扭转的位置关系。图 12 是表示激光加工装置的主要部分的结构立体图。图 13A、图 13B 是从 A 方向观察的主视图及从 B 方向观察的侧视图。

[0011] 如图 12 所示,激光加工装置 200 在框体 201 中一体设置了投影透镜 204、反射镜 205、207、空间调制元件 206、半透镜 209、物镜 208 及摄像单元 210 等。

[0012] 从而,入射到投影透镜 204 的激光经由如光轴 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 那样折曲的光路,照射被加工物,另一方面,被加工物由光轴 Q_5 上配置的摄像单元 210 拍摄。

[0013] 如图 12 所示,空间调制元件 206 长边方向配置在 B 方向,短边方向配置在 A 方向,按照这种配置,光轴 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 配置在同一平面上。但是,空间调制元件 206 采用 DMD,例如,以相对于长边方向成 45° 延伸的方向作为旋转轴,因此,为了实现这样的光学布局,将入射到空间调制元件 206 的光轴 Q_2 配置在与空间调制元件 206 的长边及短边交叉的斜入射方向。即,光轴 Q_1 、 Q_2 在图 12 的 A 方向上配置成相对于光轴 Q_3 倾斜了角度 a (参照图 13A),同样在 B 方向上配置成相对于光轴 Q_3 倾斜了角度 b (参照图 13B),从而处于相对于包含 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 的平面扭转的位置。

[0014] 因此,入射空间调制元件 206 之前的投影透镜 204、反射镜 205 等光学系统的配置,变得极其复杂,框体 201 的形状也变得复杂,由于配置在光轴 Q_1 、 Q_2 上的部件倾斜,因此无法构成紧凑的单元。

发明内容

[0015] 本发明就是鉴于上述问题而完成的,其目的是提供可提高构成部件的部件加工和组装效率的激光加工装置,该激光加工装置采用空间调制元件,上述空间调制元件具有:由以一定方向排列的旋转轴为中心分别可旋转地设置的多个微镜,在沿着与上述旋转轴交叉的方向延伸的 4 条边所包围的矩形区域内排列的微镜阵列。

[0016] 为了解决上述问题,本发明的激光加工装置具有:空间调制元件,该空间调制元件将多个微镜沿着矩形形状的调制区域内相互正交的 2 边进行 2 维排列,各微镜具有与上述调制区域的相互正交的 2 边交叉的旋转轴;激光光源,该激光光源的入射到上述空间调制元件的光轴与上述微镜的旋转轴正交,并且相对于上述空间调制元件的基准面的法线的角度设定为上述微镜的以该旋转轴为中心可相对于上述空间调制元件的基准面倾斜的角度的 2 倍的角度;照射光学系统,该照射光学系统具有物镜,该物镜将由上述空间调制元件整形为预定形状的激光成像在作为加工对象的基板上,该照射光学系统配置成:上述激光光源与上述空间调制元件之间的光轴和空间调制元件与上述物镜之间的光轴都配置在通过上述物镜的光轴的同一平面内,并朝上述基板照射激光,该激光加工装置具有:组合了上述空间调制元件的第一光学模块;和组合了上述物镜的第二光学模块,在上述第一光学模块和上述第二光学模块之间设置使上述第一光学模块绕上述物镜的光轴旋转的旋转机构。

[0017] 按照本发明,由于采用从激光光源由微镜阵列反射并经由照射光学系统到达被加工面的第一光轴处于同一平面上的结构,因此构成该光学系统的光学元件和光学器件等光学部件可在一个平面上排列,光路的折曲、部件配置、安装变得容易,可抑制部件向与一个平面交叉的方向突出,形成紧凑的结构。

[0018] 按照本发明的激光加工装置,第一光轴上的光学部件可排列在一个平面上,因此,光路的折曲和部件配置变得容易,具有可提高包含光学部件的保持部件等各构成部件的部件加工和组装效率的效果。

附图说明

[0019] 图 1 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的概略结构的包含光轴的剖面的示意图。

[0020] 图 2A 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的主视图。

- [0021] 图 2B 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的侧视图。
- [0022] 图 3 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的空间调制元件的包含光轴的剖面的剖面图。
- [0023] 图 4 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的空间调制元件的示意图。
- [0024] 图 5A 是从正面观察本发明第一实施方式的激光加工装置的空间元件附近的示意图。
- [0025] 图 5B 是从图 5A 的 C 方向观察本发明第一实施方式的激光加工装置的空间元件的示意图。
- [0026] 图 6 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的空间调制元件的基准面与入射面的位置关系的立体图。
- [0027] 图 7 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的控制单元的概略结构的功能方框图。
- [0028] 图 8 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的概略结构的包含光轴的剖面的示意图。
- [0029] 图 9A 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的主视图。
- [0030] 图 9B 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的俯视图。
- [0031] 图 10 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的控制单元的概略结构的功能方框图。
- [0032] 图 11A 是本发明第二实施方式的激光加工装置的动作的说明图。
- [0033] 图 11B 是本发明第二实施方式的激光加工装置的动作的说明图。
- [0034] 图 12 是表示激光加工装置的主要部分的结构的一例的立体图。
- [0035] 图 13A 是从图 12 的 A 方向观察的主视图。
- [0036] 图 13B 是从图 12 的 B 方向观察的侧视图。

具体实施方式

[0037] 以下,参照附图说明本发明的实施方式。所有的附图中,即使实施方式不同,相同或相应的部件也标注相同的符号,省略共同的说明。

[0038] 第一实施方式

[0039] 以下说明本发明第一实施方式的激光加工装置。

[0040] 图 1 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的概略结构的包含光轴的剖面的示意图。图 2A 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的主视图。图 2B 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的侧视图。图 3 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的空间调制元件的包含光轴的剖面的剖面图。图 4 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的空间调制元件的示意图。图 5A 是本发明第一实施方式的激光加工装置的空间元件附近的示意图。图 5B 是从图 5A 的 C 方向观察的示意图。图 6 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的空间调制元件的基准面与入射面的位置关系的立体图。图 7 是表示本发明第一实施方式的激光加工装置的控制单元的概略结构的功能方框图。

[0041] 图中的 XYZ 坐标系为了便于参照方向,设置成各图共同的位置关系,铅直方向为 Z

轴,水平面为 XY 平面,从 Y 轴负方向趋向 Y 轴正方向的方向与正视的方向一致(以下,其他的图也一样)。

[0042] 另外,图中表示光束的线示意地表示向试样的某一点照射激光的情况。

[0043] 本实施方式的激光加工装置 100 是采用激光进行修复加工的装置。可适用于在例如 LCD(液晶显示器)的玻璃基板和半导体晶片基板等通过光刻处理工序在基板上形成有电路图案等被加工物中,当检查出例如布线部分的短路、光刻胶的渗出等缺陷部时去除缺陷部的修复加工。

[0044] 如图 1、图 2A、图 2B 所示,激光加工装置 100 的概略结构由激光光源 50、加工头 20、加工头移动机构 31、载置台 21、控制单元 22、显示部 30 及用户接口(参照图 7)组成,被加工物即基板 11 在加工时,使被加工面 11a 朝上地水平载置于在加工头 20 的下方设置的载置台 21 上。

[0045] 激光光源 50 是修复加工用光源。本实施方式中,采用由激光振荡器 1、耦合透镜 2 及光纤 3 组成的结构。

[0046] 激光振荡器 1 是振荡被设定了波长、输出的激光以去除基板 11 上的缺陷的部件,例如,可适当采用可脉冲振荡的 YAG 激光等。另外,可根据修复对象,切换多个振荡波长。

[0047] 激光振荡器 1 与控制单元 22 电连接,根据来自控制单元 22 的控制信号控制振荡。

[0048] 耦合透镜 2 是用于使从激光振荡器 1 射出的激光与光纤 3 光耦合的光学元件。

[0049] 光纤 3 将通过耦合透镜 2 光耦合于光纤端面 3a 的激光在内部传输,并导入加工头 20 内,激光 60 是从光纤端面 3b 射出的。激光 60 在光纤 3 内部传输后射出,因此,即使激光振荡器 1 的激光呈高斯分布,也成为光量分布均一化的漫射光。

[0050] 由于图 1 是示意图,沿 Z 方向配置激光振荡器 1,但是激光振荡器 1 的配置位置、姿势不限于此,通过卷绕光纤 3,可设定成适当的配置位置、姿势。另外,也可以组装用于稳定光纤的搅模器。

[0051] 另外,激光的均一化单元也可以不采用这样的光纤 3,而采用其他光学元件,例如,复眼透镜、衍射元件、非球面透镜、和采用了万花筒式棒等的各种结构的均化器等。

[0052] 在通过具备适当的驱动单元的加工头移动机构 31(参照图 2B)可相对于载置台 21 沿 XYZ 轴方向移动地被保持的框体 20a 内,保持有投影透镜 4、空间调制元件 6、照射光学系统 8、观察用光源 16、观察用成像透镜 12、摄像元件 13 等光学元件、器件等,从而形成加工头 20。

[0053] 本实施方式中,相对移动以下面的情况为例进行了说明:为通过加工头移动机构 31 使加工头 20 沿与被加工面 11a 平行的 X 轴方向及与被加工面 11a 正交的方向(Z 轴方向)移动,通过载置台 21 使基板 11 沿 Y 轴方向移动,但是,也可采用例如加工头 20 沿 Z 轴方向移动而载置台 21 沿 XY 轴方向移动,或载置台 21 固定而加工头 20 沿 XYZ 轴方向移动这样的适当组合的相对移动。

[0054] 投影透镜 4 是采用使固定到框体 20a 的光纤 3 的光纤端面 3b 与空间调制元件 6 的后述的基准面 M 成共轭关系的配置、并将投影倍率设定成使光纤端面 3b 的像可照射空间调制元件 6 的整个调制区域的透镜或透镜组。

[0055] 本实施方式中,投影透镜 4 的光轴 P_1 在 ZX 平面中,设定成随着从 X 轴正方向朝向负方向而从 Z 轴正方向朝向负方向的倾斜方向。

[0056] 空间调制元件 6 对投影透镜 4 投影来的激光 61 进行空间调制,由微镜阵列即 DMD 组成。即,如图 3 所示,在空间调制元件 6 中,以旋转轴 R 为中心可相对于基准面 M 倾斜 $\pm \alpha$ 角度的多个微镜 6a,如图 4 所示,在长边 W $\times$ 短边 H 的矩形形状的调制区域内,以长边及短边的延伸方向作为排列方向进行 2 维排列。

[0057] 如图 4 所示,各微镜 6a 的旋转轴 R 在基准面 M 内相对于调制区域的长边倾斜角度 θ_1 (其中, $\theta_1 > 0^\circ$),相对于短边倾斜角度 θ_2 (其中, $\theta_2 > 0^\circ$ 且 $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$)。

[0058] 本实施方式中,作为一例,采用 $\alpha = 12^\circ$ 、 $\theta_1 = \theta_2 = 45^\circ$ 的 DMD。

[0059] 本实施方式中,空间调制元件 6 采用长边 W $\times$ 短边 H 的矩形形状,但是也可以采用正方形,此时,若以 4 条边中互相正交的 2 边中的一条作为长边,另一条作为短边,则下述的说明同样成立。

[0060] 空间调制元件 6 的各微镜 6a,通过根据来自控制单元 22 的控制信号所产生的静电电场,在导通状态下,例如,从基准面 M 旋转 $+12^\circ$,在截止状态下,从基准面 M 旋转 -12° 。以下,将导通状态的微镜 6a 反射的光称为导通光(图 3 的 L_{ON}),将截止状态的微镜 6a 反射的光称为截止光(图 3 的 L_{OFF})。

[0061] 设长边方向的列编号为 m、短边方向的行编号为 n (m、n 是 0 以上的整数),各微镜 6a 的位置可以用 (m, n) 表示。

[0062] 空间调制元件 6 的配置位置如图 5A、图 5B 所示,将基准面 M 朝向 Z 轴负方向,排列成沿着与 XY 平面平行的平面,并在基准面 M 中,将调制区域的长边方向配置成相对于包含光轴 P_1 且与 ZX 平面平行的平面倾斜角度 θ 。角度 θ 是与微镜 6a 的旋转轴 R 正交的角度,本实施方式中, $\theta = 45^\circ$ 。

[0063] 本实施方式中,在激光 61 的光路上配置反射镜 5,将激光 61 的光轴 P_1 反射到光轴 P_2 的方向,激光 61 配置成相对于空间调制元件 6 的基准面 M 的法线,以角度 2α 入射。因此,导通光 62 沿着沿基准面 M 的法线的光轴 P_3 反射。

[0064] 这样,通过采用使空间调制元件 6 按照旋转轴 R 的方向旋转了角度 θ 的配置,如图 6 所示,包含光轴 P_1 、 P_2 且与 ZX 平面平行的平面与反射镜 5 反射后入射到微镜 6a 的激光 61 的轴上光的入射面 S 一致。因此,光轴 P_1 、 P_2 以及由微镜 6a 反射的导通光 62 的光轴 P_3 位于同一平面上。

[0065] 照射光学系统 8,是构成将由空间调制元件 6 空间调制后向一定方向反射后的导通光 62 所成的像在基板 11 的被加工面 11a 上以倍率 β 成像的成像光学系统的光学元件组,成像透镜 8A 配置在空间调制元件 6 侧,物镜 8B 配置在基板 11 侧。

[0066] 本实施方式中,通过转换机构以可切换的方式保持有倍率不同的多个物镜 8B。因此,通过旋转转换机构来切换物镜 8B,可变更照射光学系统 8 的倍率 β 。以下,只要没有特别说明,物镜 8B 是指为了构成照射光学系统 8 而选择的透镜。

[0067] 另外,本实施方式中,成像透镜 8A 的光轴 P_4 配置成与 X 轴方向平行,物镜 8B 的光轴 P_5 配置成与 Z 轴方向平行。

[0068] 因此,在空间调制元件 6 和成像透镜 8A 之间,设置将导通光 62 反射并沿光轴 P_4 入射的反射镜 7。在成像透镜 8A 和物镜 8B 之间,设置将透过成像透镜 8A 的光反射并沿光轴 P_5 入射的半透镜 9。

[0069] 这样,光轴 P_4 、 P_5 与光轴 P_1 、 P_2 、 P_3 位于同一平面上。即,从激光光源 1 开始由导通

状态的微镜 6a 反射并经由照射光学系统 8 到达被加工面 11a 的构成第一光轴的 $P_1 \sim P_5$ 都位于同一平面上。

[0070] 另外,反射镜 7、半透镜 9 都仅绕 Y 轴倾斜。

[0071] 照射光学系统 8 的投影倍率 β 可根据被加工面 11a 上必要的加工精度适当设定。例如,设为使整个调制区域的 $W \times H$ 大小的图像在被加工面 11a 上成为 $W' \times H'$ 的倍率。

[0072] 成像透镜 8A 的 NA (数值孔径),设为使作为截止光 63 反射的光不入射的大小。

[0073] 观察用光源 16 是产生用于照射被加工面 11a 上的可加工区域内的观察用光 70 的光源,设置在半透镜 9 和物镜 8B 之间的光路的侧方。

[0074] 在半透镜 9 和物镜 8B 之间的光路上与观察用光源 16 相对的位置处,设置有使半透镜 9 反射的导通光 62 透过而使观察用光 70 向物镜 8B 反射的半透镜 14。在观察用光源 16 和半透镜 14 之间,设置有将观察用光 70 会聚成适当直径的照明光束的聚光透镜 15。聚光透镜 15 的光轴 P_6 可以在第一光轴所在的平面上,也可以处于交叉位置。

[0075] 观察用光源 16,例如,可采用产生可见光的氙灯和 LED 等适当光源。

[0076] 观察用成像透镜 12 (摄像光学系统) 在半透镜 9 的上方配置成与物镜 8B 的光轴 P_5 同轴,是用于使从被观察用光 70 照亮的被加工面 11a 反射并由物镜 8B 会聚的光在摄像元件 13 (摄像部) 的摄像面上成像的光学元件。因此,光轴 P_5 兼作从被加工面经由摄像光学系统到达摄像部的第二光轴。

[0077] 摄像元件 13 是将在摄像面上成像的图像进行光电变换的元件,例如由 CCD 等组成。本实施方式中,采用沿着长边 $w \times$ 短边 h 的摄像面的长边的排列方向排列 x 个,沿短边的排列方向排列 y 个,合计排列 $x \times y$ 个受光像素(光电变换要素)的结构。

[0078] 并且,摄像元件 13 绕光轴 P_5 旋转的位置,被调节成使摄像面的长边及短边与被加工面 11a 上的可加工区域的长边及短边的方向平行。

[0079] 但是,本实施方式中,如后述那样,图像处理部 44 在计算加工数据时,可进行校正摄像元件 13 与被加工面 11a 上的可加工区域的位置关系的图像处理,因此,摄像元件 13 绕光轴 P_5 旋转的位置的调节精度,只要使摄像面的长边及短边与被加工面 11a 上的可加工区域的长边及短边在可校正处理的范围内大致平行即可。

[0080] 本实施方式中,摄像元件 13 采用长边 $w \times$ 短边 h 的矩形形状,但是也可以采用正方形,此时,若以 4 条边中互相正交的 2 边中的一条作为长边,另一条作为短边,则下述的说明同样成立。

[0081] 由于摄像元件 13 对可加工区域配置成这样的位置关系,因此,通过适当设定由物镜 8B、观察用成像透镜 12 构成的成像光学系统的倍率,可使摄像面上被投影的可加工区域的长边或短边分别与摄像面的长边或短边一致或实质上一致。特别地,可加工区域和摄像面的纵横比一致时,各自的长边及短边都一致或实质上一致成为可能。此时,优选配置成使摄像元件 13 的各受光像素、可加工区域所对应的各个微镜 6a 的各坐标的原点和排列方向一致。

[0082] 由摄像元件 13 光电变换后的图像信号发送到与摄像元件 13 电连接的控制单元 22。

[0083] 控制单元 22 用于控制激光加工装置 100 的动作,如图 7 所示,由图像取入部 40、数据存储部 43、空间调制元件驱动部 41、装置控制部 42、图像处理部 44 及校正数据存储部 47

组成。

[0084] 在本实施方式中,控制单元 22 的装置结构由 CPU、存储器、输入输出部、外部存储装置等构成的计算机与适当的硬件的组合所组成。数据存储部 43、校正数据存储部 47 用该计算机的存储器和外部存储装置实现。另外,其他结构通过由 CPU 执行与各个控制功能、处理功能对应地作成的程序来实现。

[0085] 图像取入部 40 取入由摄像元件 13 取得的图像信号,获得被加工面 11a 的 2 维图像。被取入的 2 维图像发送到由监视器等组成的显示部 30 进行显示,并作为图像数据 150 发送到由图像存储器组成的数据存储部 43 进行存储。

[0086] 空间调制元件驱动部 41,根据图像处理部 44 所生成的加工数据,控制空间调制元件 6 的各微镜 6a 的导通 / 截止状态。

[0087] 装置控制部 42 是这样的部件:例如根据来自具有操作面板、键盘、鼠标等适当操作输入单元的用户接口 32 的操作输入,来控制激光加工装置 100 的动作,该装置控制部 42 与图像取入部 40、空间调制元件驱动部 41、加工头移动机构 31、激光振荡器 1、观察用光源 16 电连接,可控制各自动作和动作定时。

[0088] 图像处理部 44 调用数据存储部 43 中存储的图像数据 150,进行适当的图像处理,在本实施方式中,图像处理部 44 具备缺陷提取部 45 和加工数据生成部 46。

[0089] 缺陷提取部 45 对图像数据 150 进行缺陷提取处理,把加工形状信息作为缺陷图像数据 151 发送到加工数据生成部 46。

[0090] 该缺陷提取处理,也可以采用众所周知的任意缺陷提取算法。例如,获得所取得的图像数据与预先存储的正常的被加工面 11a 的图案图像数据的亮度的差分,从该差分数据以某阈值进行二值化后的数据可以提取缺陷。

[0091] 加工数据生成部 46,与从缺陷提取部 45 发送的加工形状信息对应地,生成控制空间调制元件 6 的各微镜 6a 的导通 / 截止的加工数据 152 (调制数据),以便可以向被加工面 11a 照射导通光 62。

[0092] 生成加工数据 152 时,在本实施方式中,即使摄像面相对于可加工区域绕光轴 P5 旋转的位置偏移,与各长边及短边不平行时,也可通过预先将该旋转偏移量存储到校正数据存储部 47,对摄像元件 13 取得到的缺陷图像数据 151 进行旋转变换,进行旋转位置的校正处理。从而,加工数据生成部 46 构成将摄像部取得到的像以第二光轴为中心进行旋转变换的坐标变换单元。

[0093] 这里,说明倍率、旋转、位置偏移的校准方法的一例。

[0094] 在载置台 21 上载置位置设定用的基板 11,作为加工数据 152,切换到未图示的 LED 等参照用光源,设定位置设定用的图案,例如表示可加工区域外围的矩形和与可加工区域的中心位置对应的十字等几何学图案,向位置设定用的基板 11 的被加工面 11a 照射位置设定用图案。

[0095] 接着,利用摄像元件 13 拍摄被加工面 11a,取得被照射了位置设定用图案的被加工面 11a 的图像。进而,通过图像处理部 44,解析该图像的摄像面上的位置坐标,检测出与摄像元件 13 的摄像面相对于可加工区域的位置偏移,计算出摄像元件 13 的旋转量。

[0096] 接着,说明激光加工装置 100 的动作。

[0097] 激光加工装置 100 为了进行激光加工,首先在载置台 21 上载置作为被加工物的基

板 11。

[0098] 接着,通过加工头移动机构 31,移动加工头 20,设定最初的加工位置,取得被加工面 11a 的可加工区域的图像。即,点亮观察用光源 16,产生观察用光 70。观察用光 70 的一部分被半透镜 14 反射,该反射光被物镜 8B 会聚,照亮被加工面 11a 上的可加工区域。

[0099] 由被加工面 11a 反射的反射光由物镜 8B 会聚,一部分透过半透镜 14。然后,又一部分透过半透镜 9,导入观察用成像透镜 12。入射到观察用成像透镜 12 的光在摄像元件 13 的摄像面上成像。

[0100] 摄像元件 13 对被成像的被加工面 11a 的图像进行光电变换,发送到图像取入部 40。

[0101] 图像取入部 40 中,对送到的图像信号根据需要进行干扰去除、亮度校正等处理后,在显示部 30 显示。另外,根据装置控制部 42 的控制信号,将适当定时的图像信号变换成图像数据 150,存储到数据存储部 43。这样,取得被加工面 11a 的可加工区域的图像。

[0102] 接着,图像处理部 44 中,将数据存储部 43 中存储的图像数据 150 读出到缺陷提取部 45,进行缺陷提取。判断提取到的缺陷的种类和大小等,判断为待修复加工的缺陷时,作为缺陷图像数据 151 发送到加工数据生成部 46。

[0103] 加工数据生成部 46 中,在需要进行缺陷图像数据 151 的旋转位置的校正处理时,首先从校正数据存储部 47 读出校正数据,进行缺陷图像数据 151 的旋转移动。

[0104] 该状态下,缺陷图像数据 151 中的 2 维排列方向与可加工区域的长边及短边的方向相一致。

[0105] 另外,被加工面 11a 的可加工区域和空间调制元件 6 的调制区域,通过照射光学系统 8 形成共轭的关系,由于照射光学系统 8 的投影倍率是 β ,通过使可加工区域上的位置坐标为 $1/\beta$,可以与空间调制元件 6 的调制区域上的位置相对应。

[0106] 这样,在加工数据生成部 46 中,根据缺陷图像数据 151 生成驱动空间调制元件 6 的加工数据 152,以便确定为了向缺陷图像数据 151 所表示的被加工面 11a 上的各个位置照射导通光 62 而应控制为导通状态的微镜 6a,使这些微镜 6a 为导通状态,其他微镜 6a 为截止状态。例如,生成加工数据 152,作为导通状态为 1、截止状态为 0 的数值与各微镜 6a 的位置(m, n)对应的表数据。

[0107] 被生成的加工数据 152 发送到空间调制元件驱动部 41。

[0108] 空间调制元件驱动部 41,根据装置控制部 42 的控制信号和送出的加工数据 152,控制空间调制元件 6 的各微镜 6a 的旋转角。

[0109] 接着,装置控制部 42 向激光振荡器 1 发送使激光振荡的控制信号,根据与基板 11 对应地预先选择的照射条件,从激光振荡器 1 振荡激光。作为激光的照射条件,例如可列举波长、光输出、振荡脉冲宽度等。

[0110] 振荡的激光通过耦合透镜 2 与光纤 3 的光纤端面 3a 光耦合,作为光强度分布被大致均一化的发散光即激光 60 从光纤端面 3b 射出。

[0111] 激光 60 借助投影透镜 4,沿光轴 P_1 行进,被反射镜 5 反射后沿光轴 P_2 行进,投影到空间调制元件 6 上。然后,由空间调制元件 6 上的各微镜 6a 反射。

[0112] 由倾斜角设为截止状态的微镜 6a 所反射的截止光 63 (参照图 6),反射到成像透镜 8A 的 NA 的范围外。

[0113] 由倾斜角设为导通状态的微镜 6a 反射的导通光 62, 沿光轴 P_3 行进, 被反射镜 7 反射后沿光轴 P_4 行进, 入射成像透镜 8A, 被会聚后到达半透镜 9, 由半透镜 9 反射。

[0114] 半透镜 9 反射的导通光 62 沿光轴 P_5 行进, 由物镜 8B 成像在被加工面 11a 上。

[0115] 这样, 由基于加工数据 152 的导通光 62 形成的调制区域的图像, 投影到被加工面 11a 上。其结果是, 导通光 62 照射被加工面 11a 的缺陷, 并去除缺陷。

[0116] 以上, 完成一次激光加工。

[0117] 在该加工后, 由摄像元件 13 再次取得被加工面 11a 的图像, 根据需要重复上述操作, 若存在未去除部则再次进行激光加工, 或者, 移动可加工区域, 进行其他部分的激光加工。

[0118] 按照这样的激光加工装置 100, 由于光轴 $P_1 \sim P_5$ 处于同一平面上, 可以在一个平面上排列光路上的光学元件和光学器件等光学部件, 光路的折曲、部件配置、安装变得容易, 可以提高包含光学部件的保持部件等的各构成部件的部件加工和组装的效率。

[0119] 例如, 各光学部件的光轴倾斜调节都可绕一个轴(本实施方式中绕 Y 轴)进行, 调节变得容易。另外, 影响光轴倾斜精度的部件加工也可以仅高精度地加工绕一个轴的精度, 因此加工变得容易。

[0120] 另外, 可以不在与排列有光轴 $P_1 \sim P_5$ 的平面交叉的方向延伸地配置构成部件, 因此, 可抑制构成部件从加工头 20 在与排列有光轴 $P_1 \sim P_5$ 的平面交叉的方向上突出, 可以减少排列有光轴 $P_1 \sim P_5$ 的平面的法线方向上加工头 20 的厚度。因此, 可形成紧凑的装置结构。

[0121] 第二实施方式

[0122] 以下说明本发明第二实施方式的激光加工装置。

[0123] 图 8 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的概略结构的包含光轴的剖面的示意说明图。图 9A 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的主视图。图 9B 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的主要部分的外观的俯视图。图 10 是表示本发明第二实施方式的激光加工装置的控制单元的功能方框图。

[0124] 本实施方式的激光加工装置 110, 具备由第一光学模块 25、旋转机构 26(旋转保持机构)及第二光学模块 27 组成的加工头 24, 以取代上述第一实施方式的激光加工装置 100 的加工头 20, 并具备控制单元 23, 以取代控制单元 22。以下, 以与上述第一实施方式的不同点为中心进行说明。

[0125] 第一光学模块 25 是将上述第一实施方式的加工头 20 中的投影透镜 4、反射镜 5、空间调制元件 6、反射镜 7、成像透镜 8A、半透镜 9、摄像元件 13 及观察用成像透镜 12 配置成与上述第一实施方式同样的位置关系并固定到框体 25a(保持部件)而形成的。

[0126] 旋转机构 26 在其下端侧将第一光学模块 25 保持成可绕光轴 P_5 旋转。本实施方式中, 借助于具备旋转角可控制的马达等, 可通过来自用户接口 32 的操作使第一光学模块 25 旋转。

[0127] 第二光学模块 27 是将上述第一实施方式的加工头 20 中的半透镜 14、物镜 8B、聚光透镜 15 及观察用光源 16 配置成与上述第一实施方式同样的位置关系并固定到与第一光学模块不同的框体 27a 而形成的, 在框体 27a 的上表面保持旋转机构 26。从而, 借助加工头移动机构 31, 相对于载置台 21, 保持成沿 3 轴方向可相对移动。

[0128] 如图 10 所示,控制单元 23 具备在图像处理部 44 中追加了旋转量计算部 48 的图像处理部 44A,以取代上述第一实施方式的控制单元 22 的图像处理部 44,而且,装置控制部 42 与旋转机构 26 电连接,以便可控制旋转机构 26 的旋转角。

[0129] 旋转量计算部 48 用于解析来自缺陷提取部 45 的缺陷图像数据 151,根据缺陷的大小和延伸方向,设定最佳的摄像面绕光轴 P_5 的旋转角。本实施方式中,求出包围缺陷图像数据 151 的缺陷部分的矩形,计算出使该矩形的长边及短边分别与摄像面的长边及短边成为平行的旋转角。其中,包围缺陷部分的矩形可以是朝向任意方向的矩形,例如,可以不限于各边与 X 轴、Y 轴平行的矩形。

[0130] 由旋转量计算部 48 计算出的旋转角发送到装置控制部 42,在需要旋转时,与旋转角对应的控制信号从装置控制部 42 发送到旋转机构 26。

[0131] 接着,说明激光加工装置 110 的作用。

[0132] 图 11A、图 11B 说明本发明第二实施方式的激光加工装置的动作。

[0133] 按照激光加工装置 110,即使通过旋转机构 26 使第一光学模块 25 相对于第二光学模块 27 绕光轴 P_5 旋转,光轴 $P_1 \sim P_5$ 也总是位于同一平面上。因此,可以与上述第一实施方式完全相同地进行激光加工。

[0134] 本实施方式中,还可通过驱动旋转机构 26,使摄像元件 13 相对于基板 11 绕光轴 P_5 旋转,从而可旋转被加工面 11a 上的摄像区域及与其对应的可加工区域。

[0135] 如图 11A、图 11B 所示,例如考虑基板 11 的长边方向沿 Y 轴方向配置,短边方向沿 X 轴方向配置的情况。

[0136] 此时,如图 11A 所示,通过将第一光学模块 25 以图示顺时针旋转 $\phi_1=45^\circ$,可以设定为摄像元件 13 的长边方向与基板 11 的长边方向平行。另外,通过将第一光学模块 25 以图示逆时针旋转 $\phi_2=45^\circ$,可以设定为摄像元件 13 的短边方向与基板 11 的长边方向平行。

[0137] 另外,即使如果基板 11 的载置精度差,在相对于预定位置旋转并载置的情况下,也可通过按照偏移量使第一光学模块 25 旋转,在校正了基板 11 的偏移量的状态下,可进行激光加工,因此,可进行高精度的激光加工。该偏移量例如可通过由图像处理部 44A 检测图像数据 150 中所包含的正常图像部分的图案的方向性而求出。另外,也可以在显示部 30 所显示的图像中进行图像计测而求出。

[0138] 由于修复加工的基板 11 往往为矩形形状,且电路图案等在沿着矩形的长边、短边的方向上延伸,因此,通过选择这样的配置,例如,用于缺陷提取的正常图像图案可以预先准备纵横置换的 2 种,或根据需要将 1 种旋转 90° 后使用,因此,与根据任意的旋转角对正常图像图案旋转变换后进行缺陷提取运算的情况相比,可迅速地进行运算处理。

[0139] 另外,本实施方式中,由于图像处理部 44A 具备旋转量计算部 48,如下所述,也可以根据被加工面 11a 上缺陷的大小和方向来确定第一光学模块 25 的旋转量。

[0140] 如图 10 所示,缺陷图像数据 151 从缺陷提取部 45 发送到旋转量计算部 48 后,在旋转量计算部 48 中,对缺陷图像数据 151 进行图像处理,计算出包含缺陷部分的矩形。然后,计算出从该矩形的长边及短边的方向旋转到使该长边及短边与摄像元件 13 的长边及短边分别平行的旋转角。

[0141] 例如,如图 11A 所示,从包围缺陷 300 的矩形 T_1 计算出旋转角 ϕ_1 ,将第一光学模块 25 旋转 ϕ_1 。另外,如图 11B 所示,从包围缺陷 301 的矩形 T_2 计算出旋转角 ϕ_2 ,将第一

光学模块 25 旋转 Φ_2 。

[0142] 这样,根据缺陷的形状,通过调节摄像元件 13 的旋转方向,可使缺陷效率良好地纳入摄像元件 13 的拍摄范围,因此,可以高倍率地进行拍摄,进行高精度的激光加工。另外,由于可以有效利用摄像面,高效地拍摄接近的多个缺陷,同时进行激光加工,因此,可以提高激光加工的效率。

[0143] 这样,不仅可以通过旋转量计算部 48 自动计算出第一光学模块的旋转量,也可以由操作者一边参照显示部 30 所显示的缺陷的图像,一边通过用户接口 32 以手动方式进行指示。

[0144] 上述说明中,说明了为生成空间调制元件的调制数据而具备拍摄被加工面的图像的摄像部的场合的示例,但是,例如,在与被加工物对应地以数据方式提供加工形状的场合,也可以采用不具备这样的摄像部的结构。

[0145] 另外,上述说明中,说明了对摄像部取得的图像进行图像处理,进行被加工面的缺陷提取,根据提取的缺陷信息计算出用于去除缺陷部分的调制数据,进行空间调制元件的调制控制的场合的示例,但是,本发明中,根据数据对被加工物进行形状加工的装置,加工对象不限于缺陷。

[0146] 这样,在加工对象不是缺陷的场合,也可以采用不具有提取被加工面的缺陷的图像处理部的结构。

[0147] 另外,上述第二实施方式的说明中,说明了旋转机构 26 由装置控制部 42 进行旋转驱动的场合的示例,但是,旋转机构 26 也可采用由机械旋转台等构成,以手动方式可旋转。此时,旋转机构 26 与装置控制部 42 不需要电连接。另外,旋转量计算部 48 也可变更成检测出旋转偏移量,在显示部 30 显示偏移量。但是,不需要用图像处理部 44 检测出旋转偏移量时,也可以取代控制单元 23 而采用第一实施方式的控制单元 22 的结构。

[0148] 另外,上述第二实施方式在以下的场合也有效,即,例如在照射光学系统 8 的中途设置变焦变倍部,照射光学系统 8 的倍率设定得比摄像光学系统的倍率高,在表示部 30 显示的视野内存在由空间调制元件 6 确定的矩形的照射区域的场合。此时,照射光学系统 8 的倍率高,可使用空间调制元件 6 的宽大面积,因此能量损失少,可按照缺陷纵向长或横向长的形状进行修正。

[0149] 以上,说明了本发明的优选实施例,但是,本发明不限于这些实施例。在不脱离本发明的精神的范围内,可进行结构的附加、省略、置换及其他变更。本发明不由上述的说明限定,仅由所附的权利要求的范围限定。

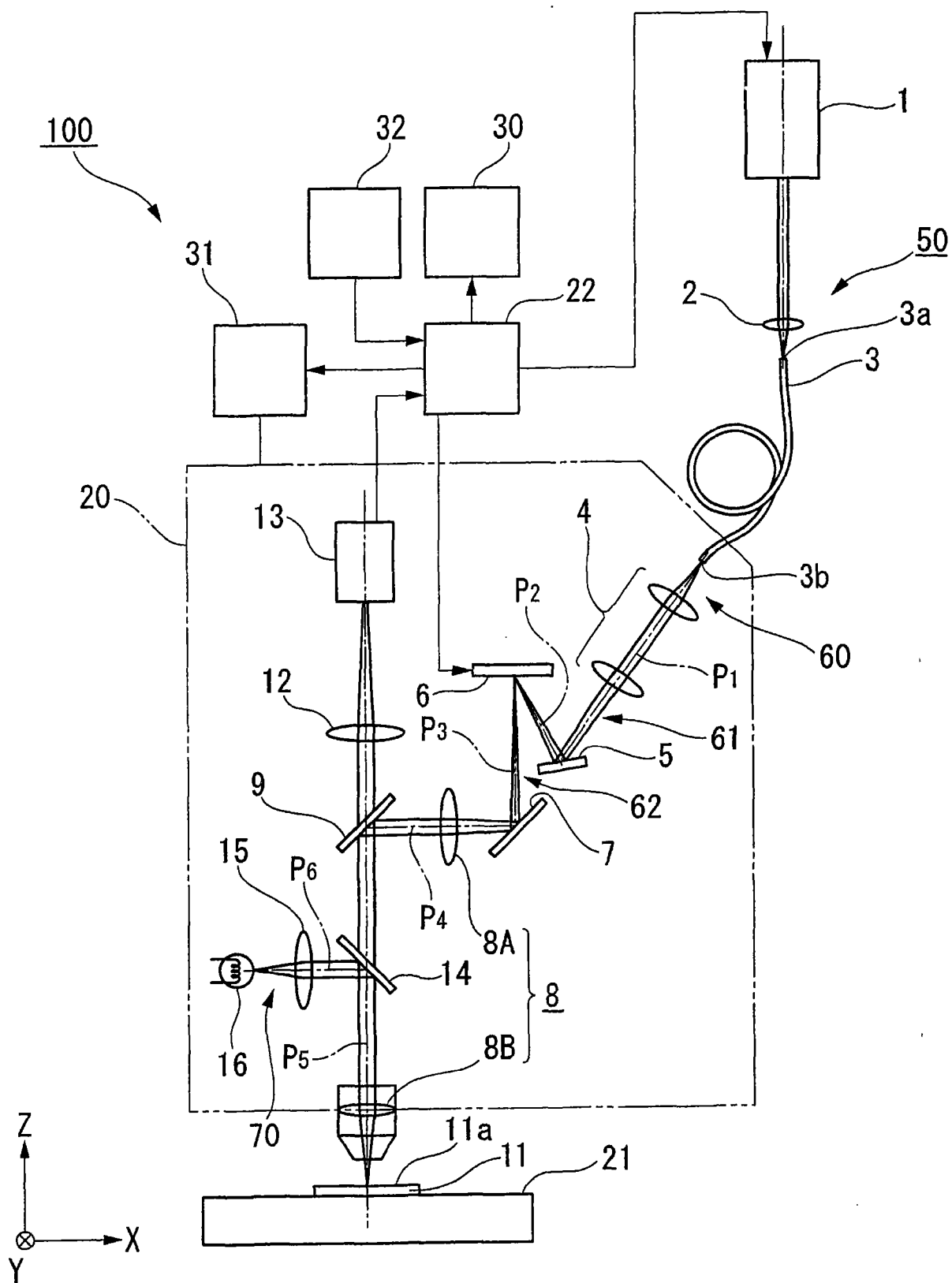


图 1

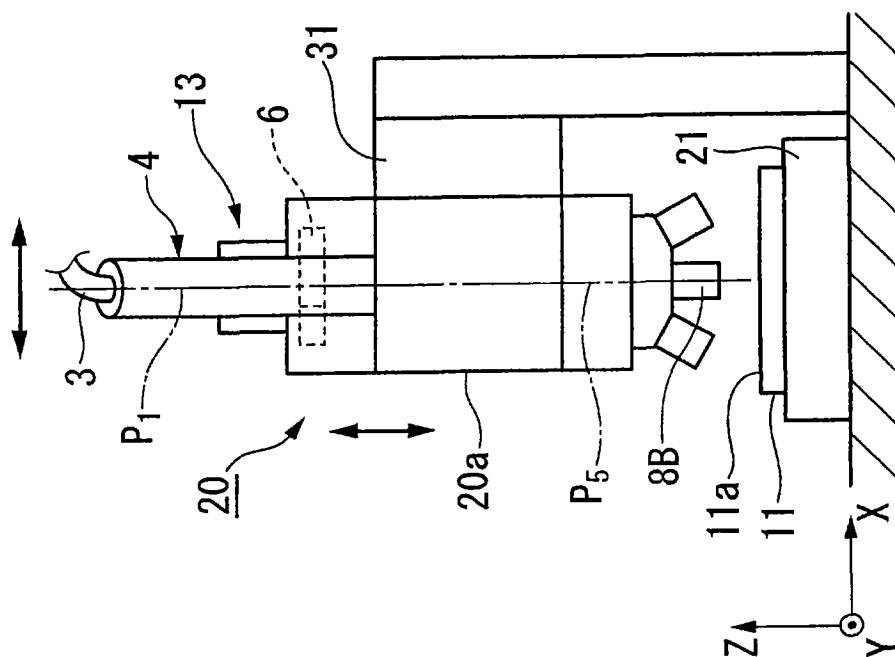


图 2B

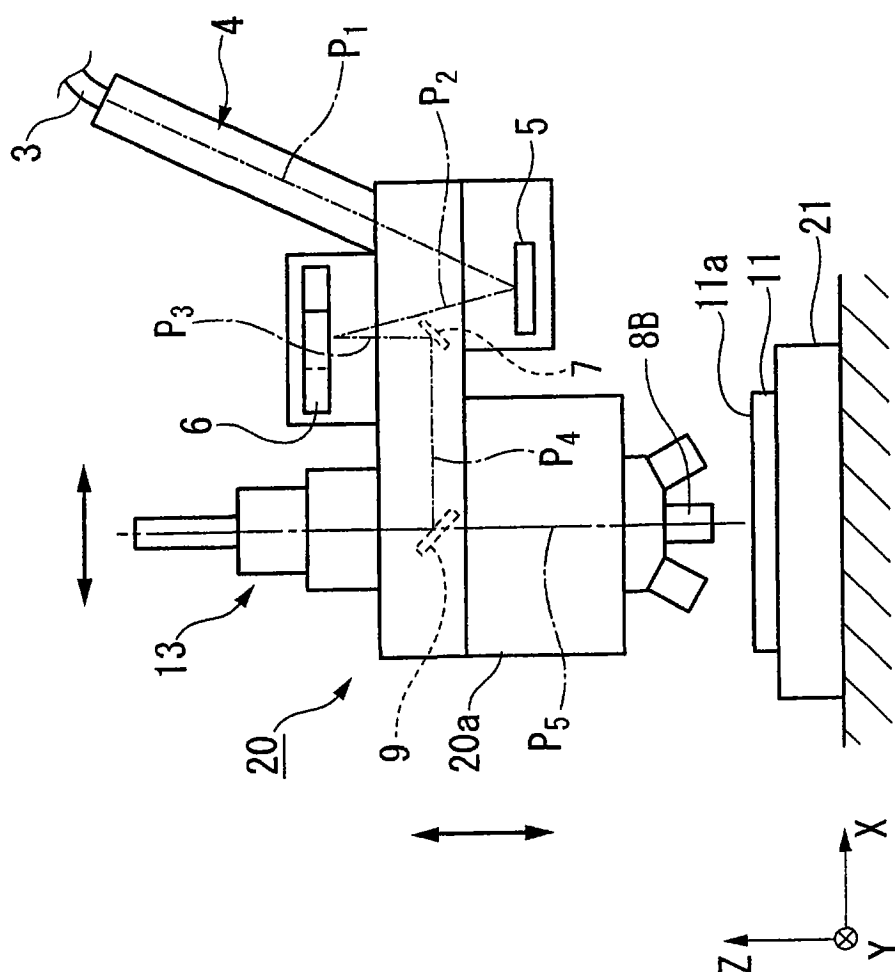


图 2A

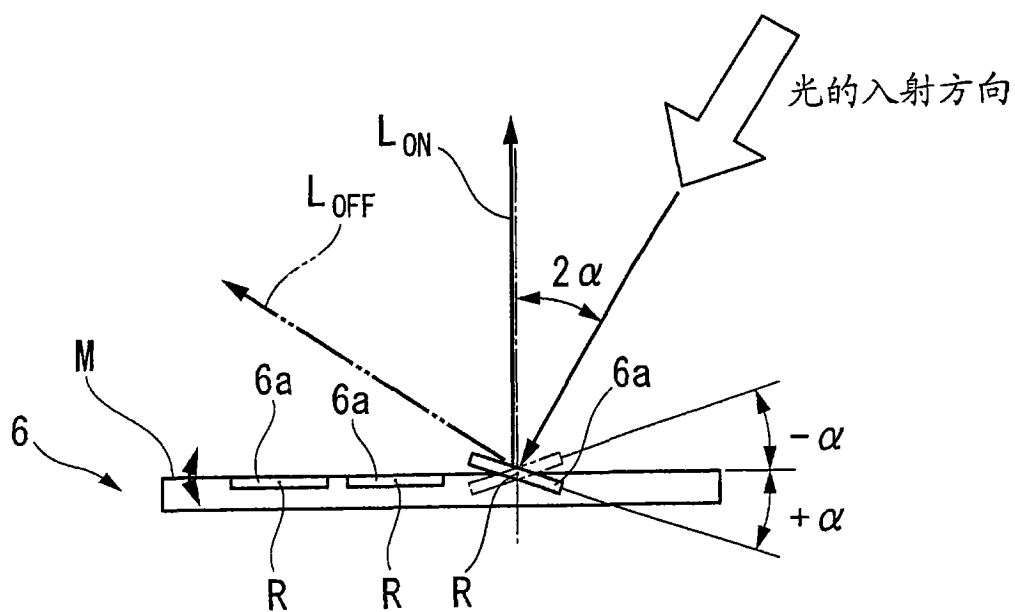


图 3

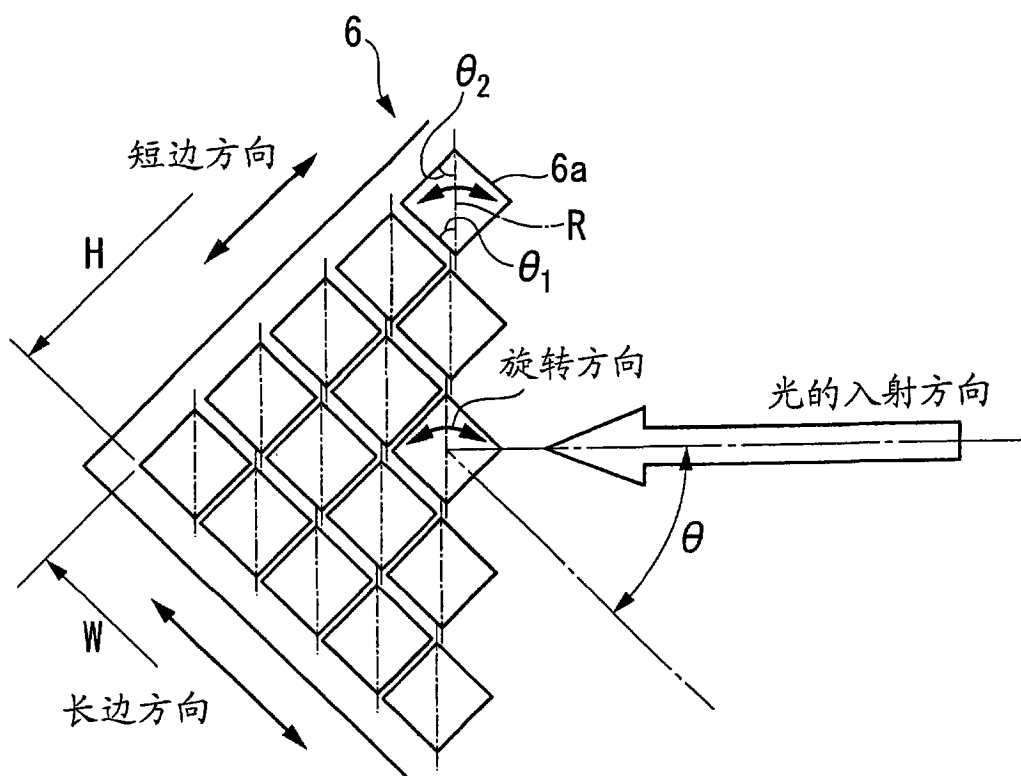


图 4

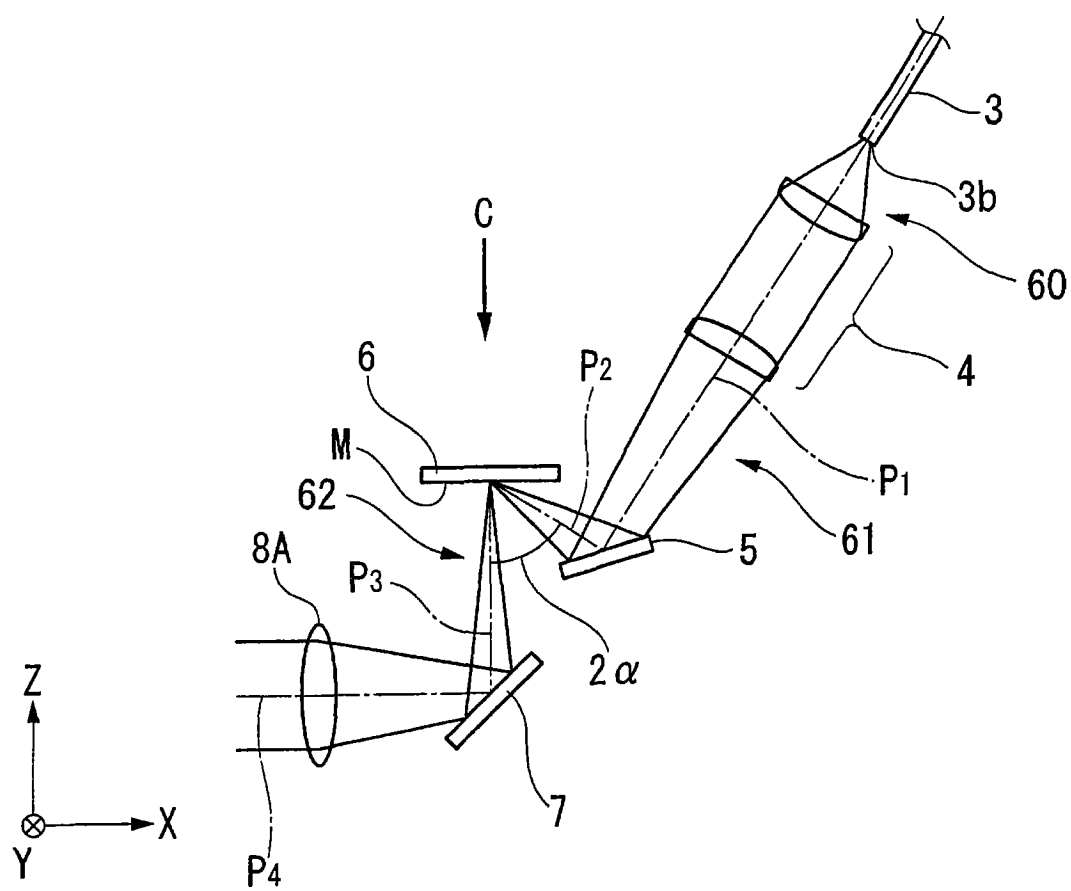


图 5A

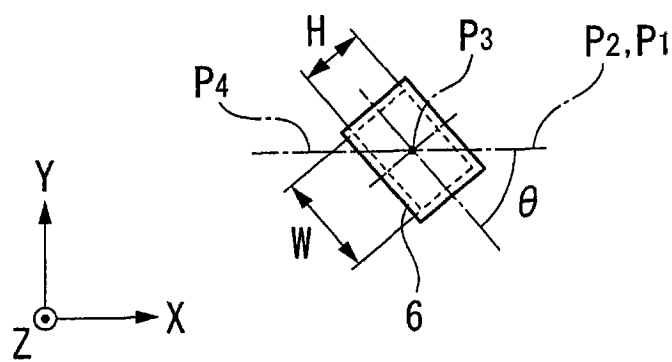


图 5B

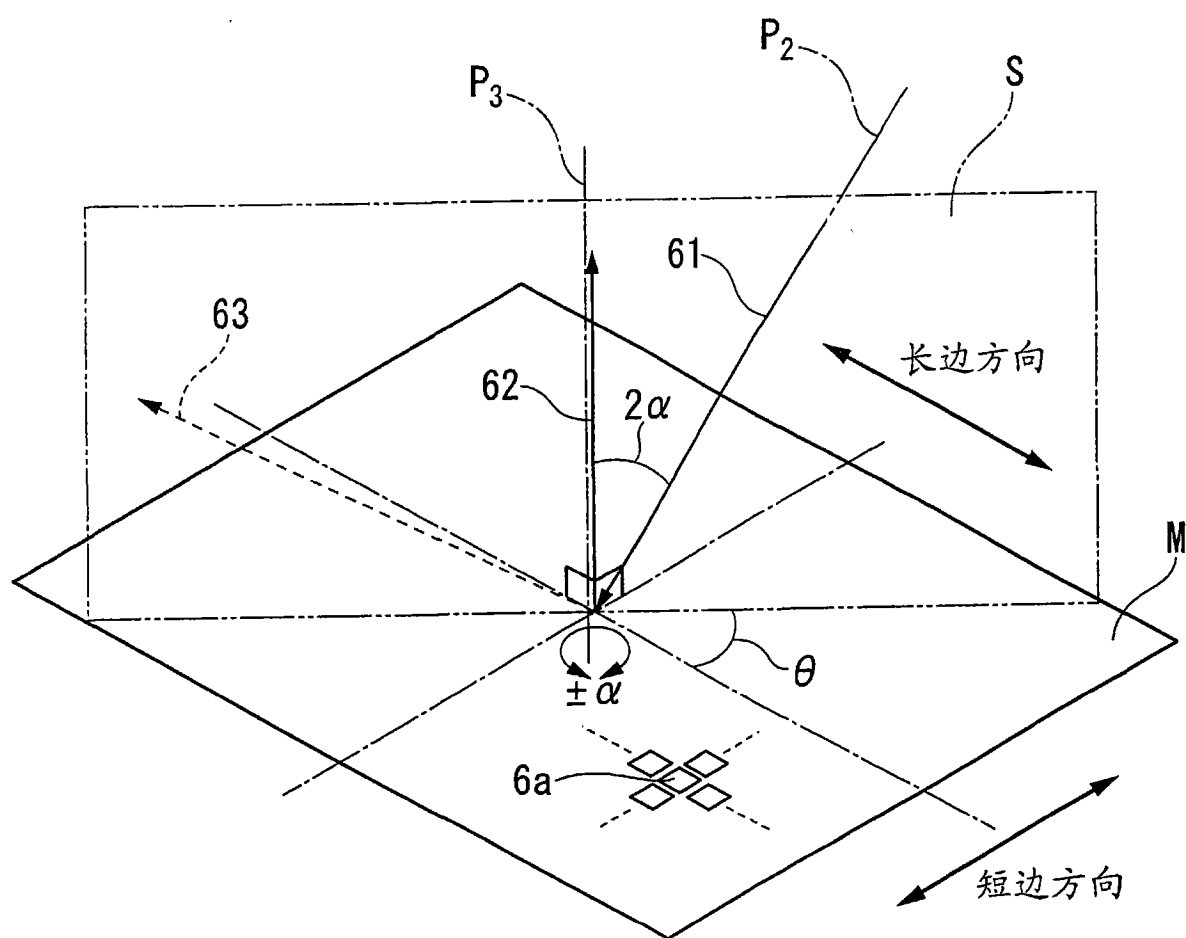


图 6

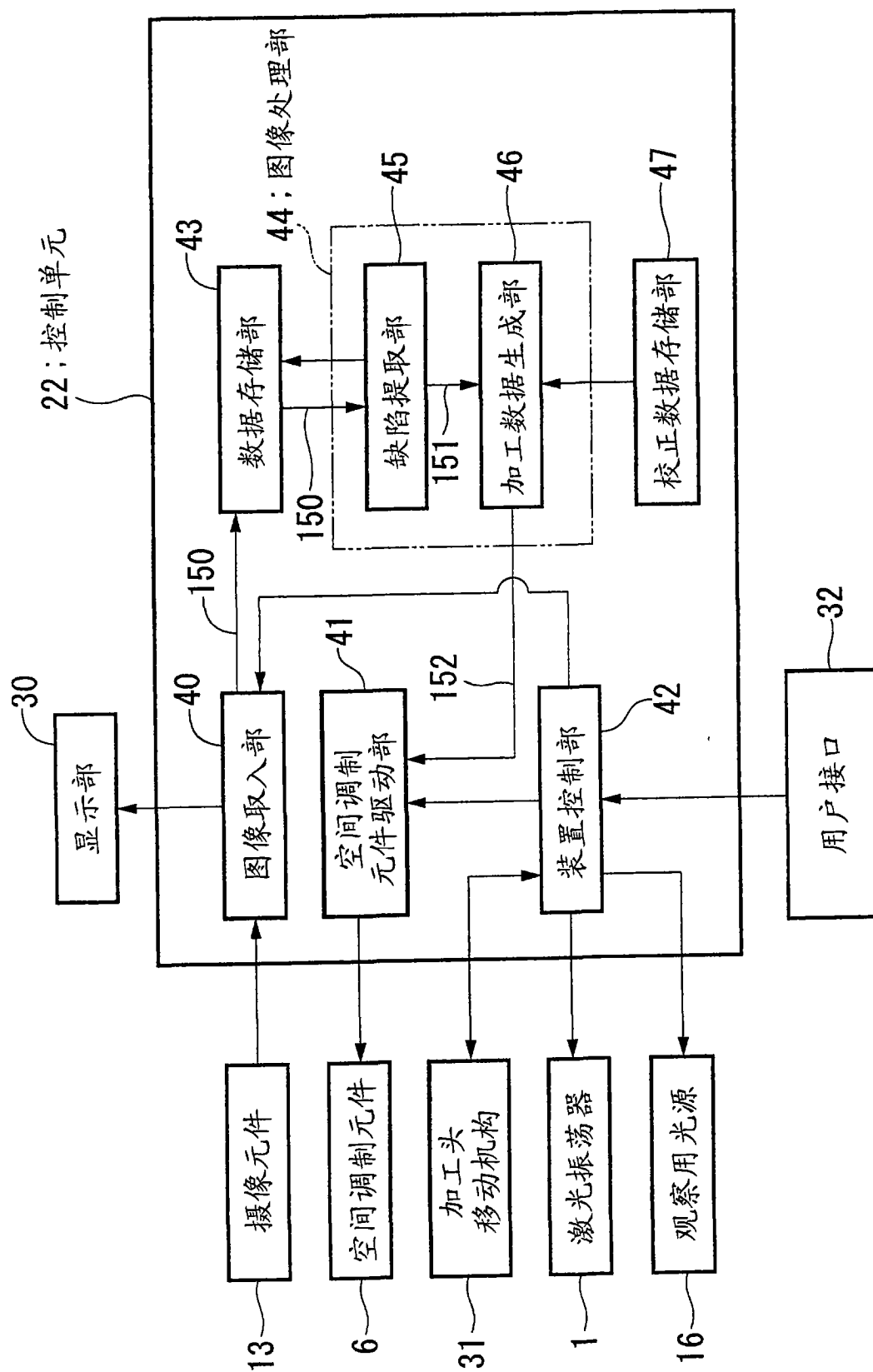


图 7

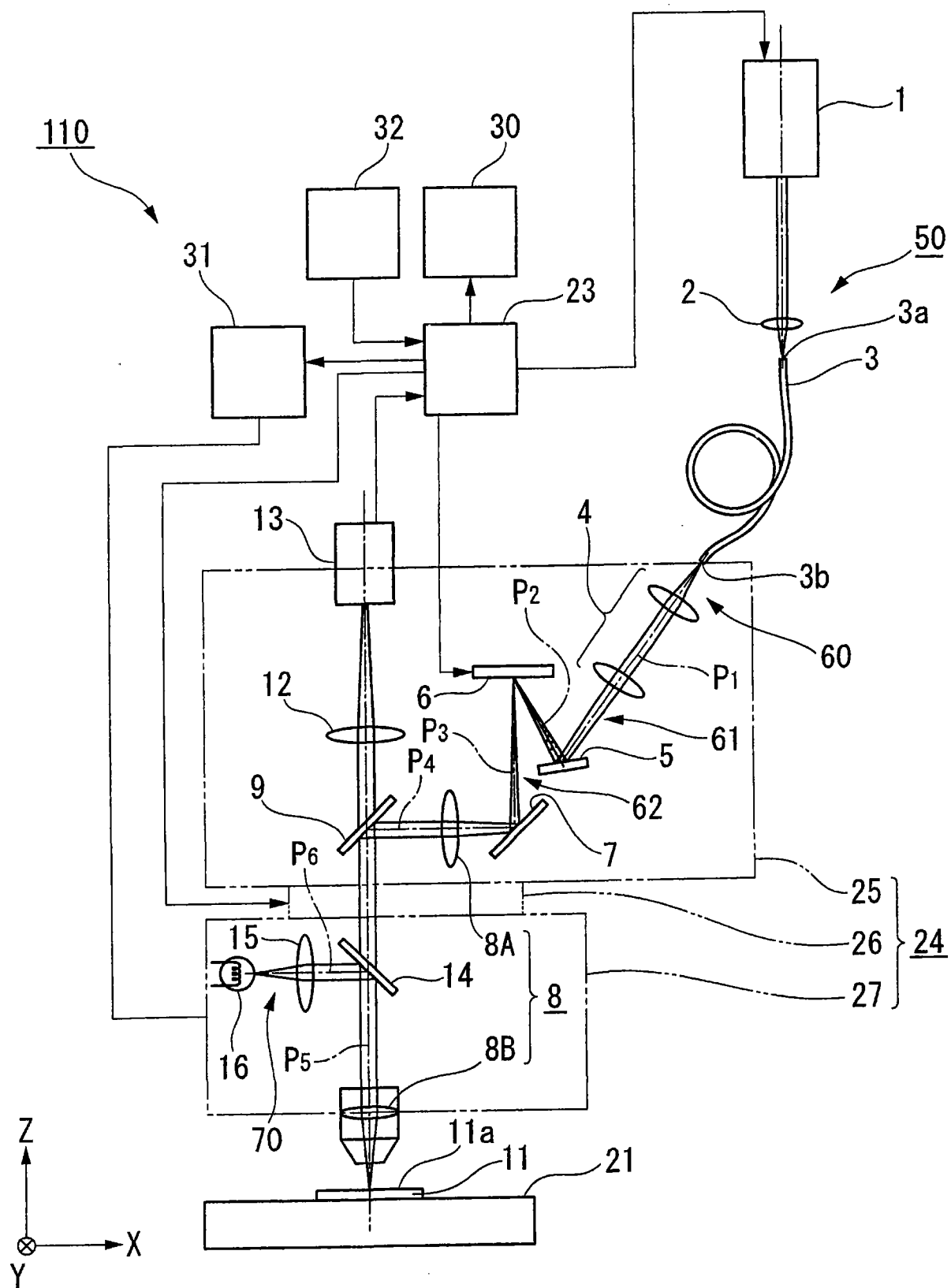


图 8

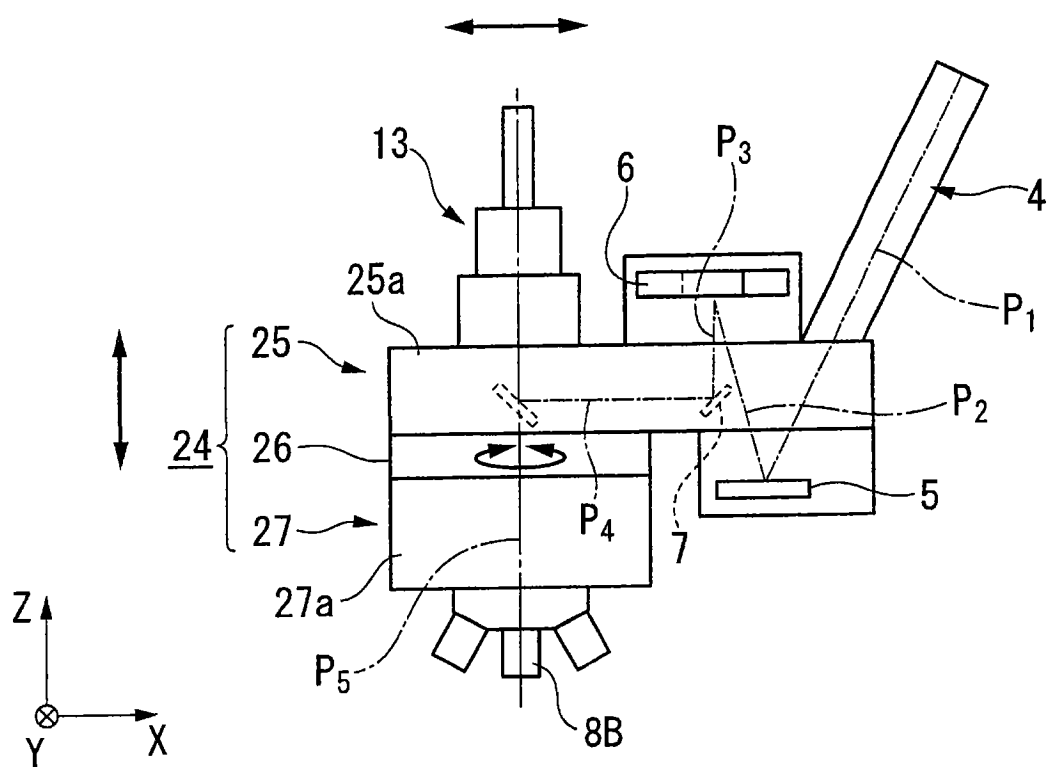


图 9A

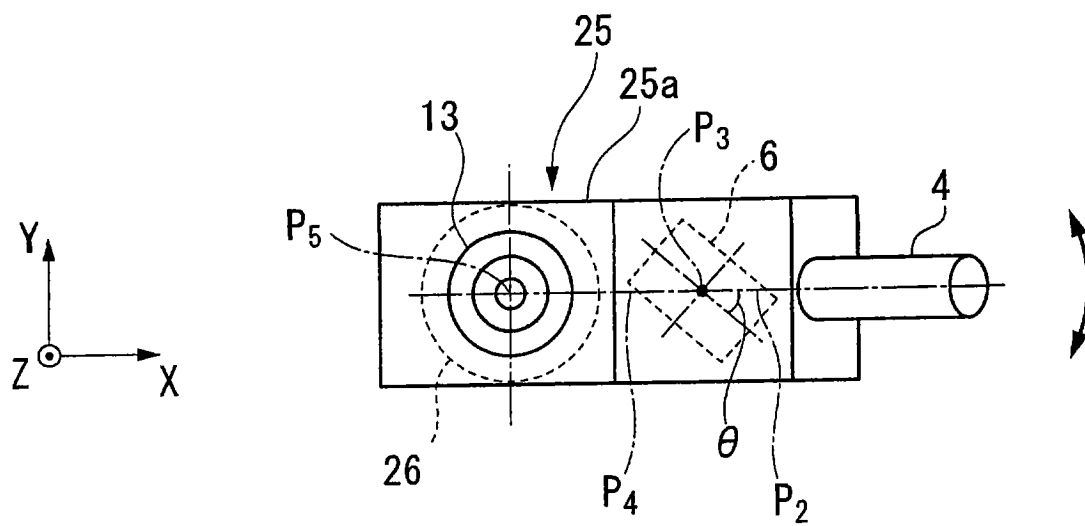


图 9B

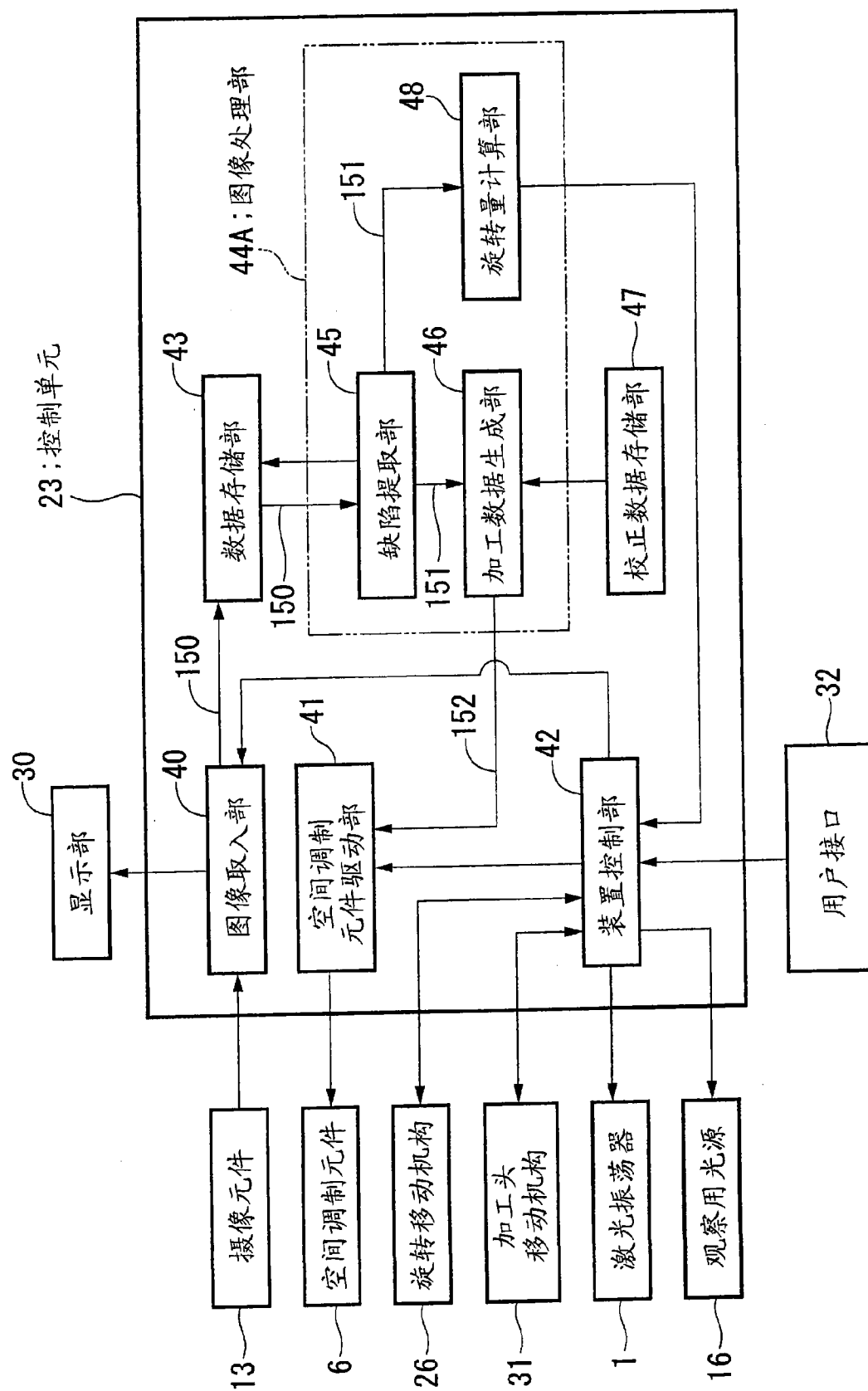


图 10

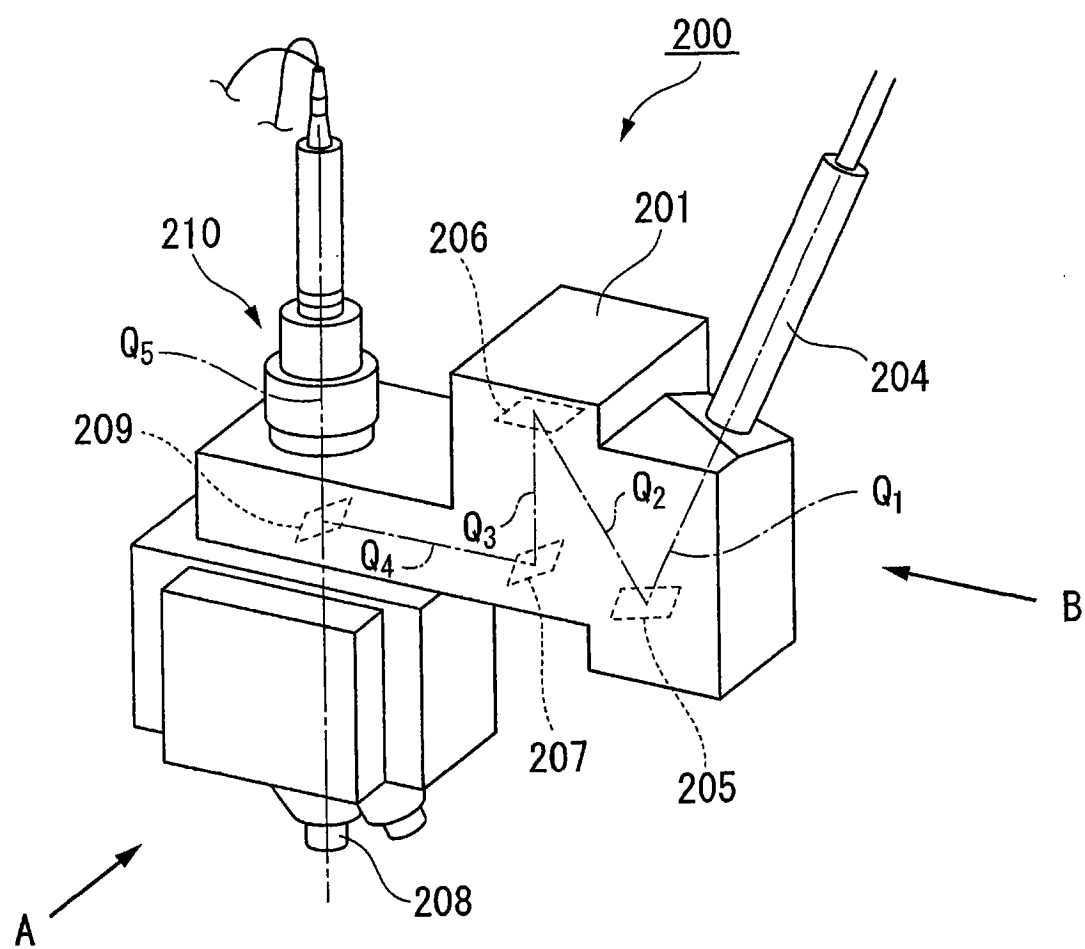


图 12

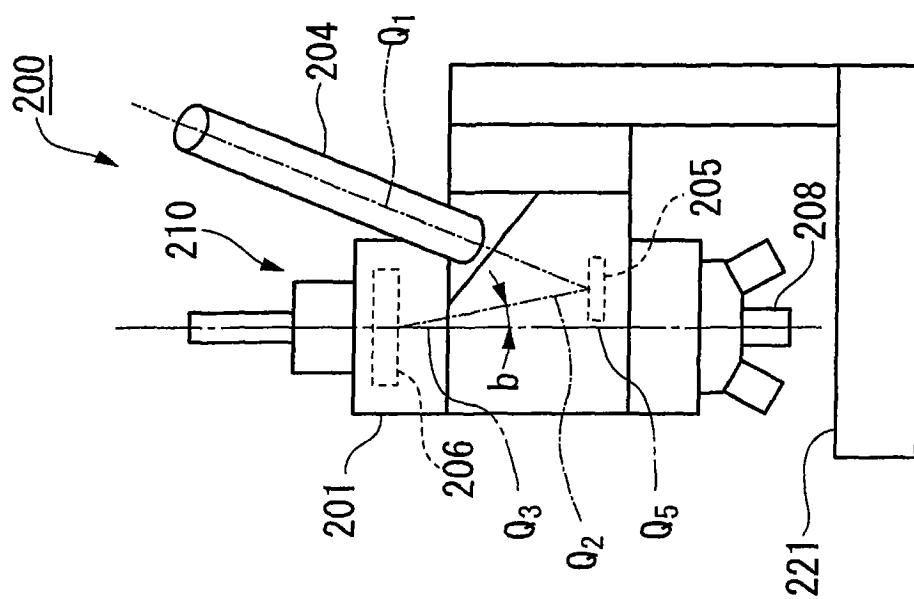


图 13B

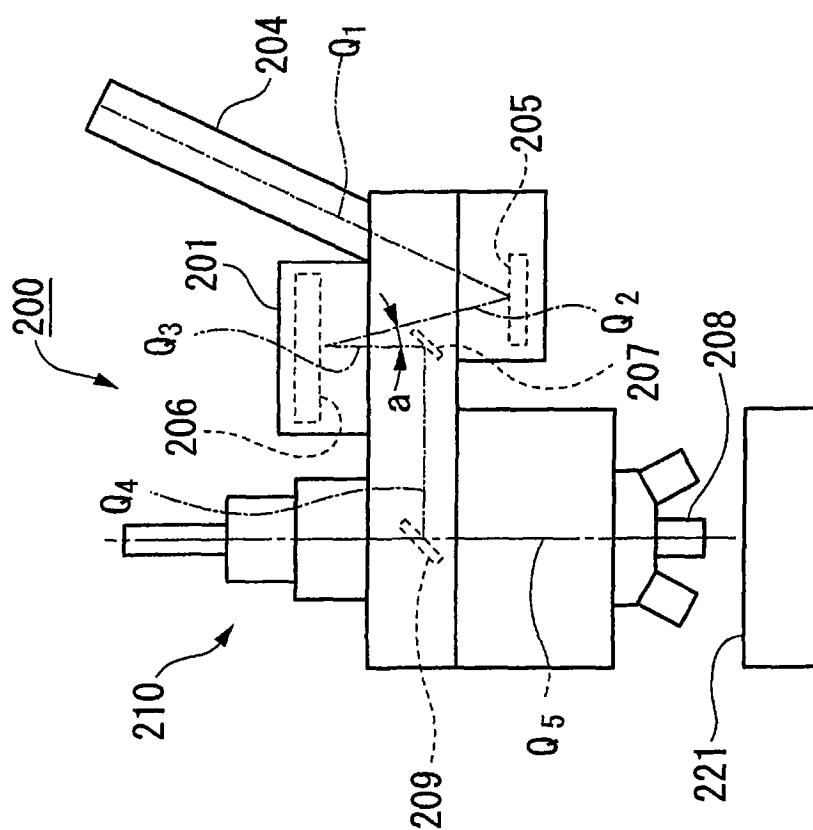


图 13A