(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105047511 B
(45)授权公告日 2017.03.29

(21)申请号 201510292799.0

(22)申请日 2011.11.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105047511 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(30)优先权数据
2010-248022 2010.11.05 JP

(62)分案原申请数据
201180051255.5 2011.11.02

(73)专利权人 株式会社日立高新技术
地址 日本东京都

(72)发明人 岩谷彻 武藤宏史 高须久幸
上野敦史 金子朝子

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 洪秀川

(51)Int.Cl.
H01J 37/20(2006.01)
H01J 37/30(2006.01)

(56)对比文件
CN 102714125 A,2012.10.03,
EP 0559360 A1,1993.09.08,
JP 特开2001-242106 A,2001.09.07,

审查员 朱继亦

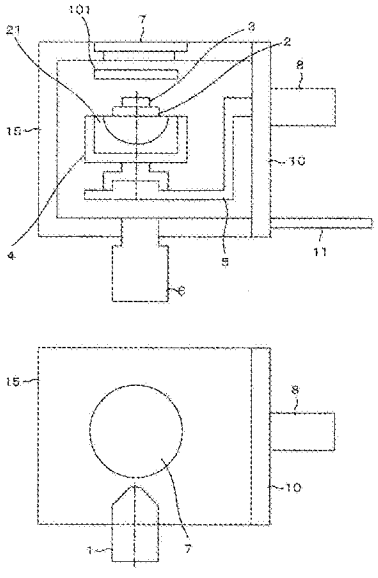
权利要求书1页 说明书10页 附图20页

(54)发明名称

离子铣削装置

(57)摘要

本发明提供一种可在同一真空腔内进行剖面加工与平面加工双方的离子铣削装置。为实现该目的，提出一种离子铣削装置，其具备：离子源，其安装在真空腔内，向试料照射离子束；以及倾斜工作台，其具有相对于该离子源放出的离子束的照射方向垂直的方向的倾斜轴，其特征在于，所述离子铣削装置具备：旋转体，其设置在所述试料工作台上，且具有与所述倾斜轴正交的旋转倾斜轴；以及加工观察用开口，其设置在所述真空腔的壁面上，且设置在与由所述倾斜轴和所述离子束的照射轨道所成的平面正交的方向上。



CN 105047511 B

1.一种离子铣削装置,其具备:

离子源,其安装在真空腔内,向试料照射离子束;以及

试料工作台,其具有相对于该离子源放出的离子束的照射方向垂直的方向的倾斜轴,

其特征在于,

所述离子铣削装置具备:

旋转体,其设置在所述试料工作台上,且具有与所述倾斜轴正交的旋转倾斜轴;以及

加工观察用开口,其设置在所述真空腔的壁面上,且设置在与由所述倾斜轴和所述离子束的照射轨道所成的平面正交的方向上。

2.如权利要求1所述的离子铣削装置,其特征在于,

所述离子铣削装置具备使所述试料位置在所述试料工作台上偏心的偏心机构。

3.如权利要求1所述的离子铣削装置,其特征在于,

所述离子铣削装置在所述旋转体上具备试料掩膜单元,该试料掩膜单元具有遮蔽部,该遮蔽部具有与所述旋转倾斜轴平行的离子束遮蔽面。

4.如权利要求1所述的离子铣削装置,其特征在于,

根据所述离子源与所述试料的距离,切换剖面铣削与平面铣削的模式。

5.如权利要求1所述的离子铣削装置,其特征在于,

在所述加工观察用开口的上部配置光学显微镜。

6.如权利要求1所述的离子铣削装置,其特征在于,

在所述加工观察用开口配置电子显微镜的镜筒。

离子铣削装置

[0001] 本申请是国际申请号为PCT/JP2011/075306、国家申请号为201180051255.5、国际申请日为2011年11月2日，进入中国国家阶段日期为2013年4月24日、发明名称为“离子铣削装置”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于制作由扫描电子显微镜(S E M)或透过型电子显微镜(T E M)等观察的试料的离子铣削装置以及离子铣削方法。

背景技术

[0003] 离子铣削装置是一种照射氩离子束等而用于研磨金属、玻璃、陶瓷等的表面或者剖面的装置，适合作为用于通过电子显微镜观察试料的表面或者剖面的前处理装置。

[0004] 在基于电子显微镜的试料的剖面观察中，目前，在例如使用金刚石切割机、弓锯等将想要观察的部位的附近切断后，对切断面进行机械研磨，安装在电子显微镜用的试料台上观察图像。

[0005] 在机械研磨的情况下，例如在高分子材料或铝那样柔软的试料中，存在着观察表面压坏、或者因研磨剂的粒子而残留较深的伤的问题。另外，例如玻璃或者陶瓷那样坚固的试料中存在难以研磨的问题，在层叠柔软的材料和坚固的材料的复合材料中，存在剖面加工极其困难的问题。

[0006] 相对于此，离子铣削即便是柔软的试料也能在不压坏表面形态的情况下进行加工，可以对坚固的试料以及复合材料进行研磨。具有可以容易得到镜面状态的剖面的效果。

[0007] 在专利文献1中记载有一种试料制作装置，其具备：配置在真空腔内、用于向试料照射离子束的离子束照射机构；配置在所述真空腔内、具有与所述离子束大致垂直的方向的倾斜轴的倾斜工作台；配置在该倾斜工作台上，保持所述试料的试料支架；以及位于所述倾斜工作台上、遮住照射所述试料的离子束的一部分的遮蔽件。使所述倾斜工作台的倾斜角变化，同时基于所述离子束进行试料加工。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1：日本特开2005-91094号公报

[0011] 专利文献1公开的试料制作装置是剖面加工(剖面铣削)用的离子铣削装置。另一方面，离子铣削装置包括在使试料旋转的同时，通过离子束加工试料表面的平面铣削用的装置。如此即便是同样照射离子束来加工试料的装置，因为离子束照射时的试料的移动不同，也需要另外的装置。

发明内容

[0012] 以下，说明以在相同真空腔内进行剖面加工与平面加工双方为目的的离子铣削装置。

[0013] 为实现上述目的，作为一方式，提出一种离子铣削装置，其具备：

[0014] 离子源，其安装在真空腔内，向试料照射离子束；以及

[0015] 倾斜工作台，其具有相对于该离子源放出的离子束的照射方向垂直的方向的倾斜轴，

[0016] 其特征在于，

[0017] 所述离子铣削装置具备：

[0018] 旋转体，其设置在所述试料工作台上，且具有与所述倾斜轴正交的旋转倾斜轴；以及

[0019] 加工观察用开口，其设置在所述真空腔的壁面上，且设置在与由所述倾斜轴和所述离子束的照射轨道所成的平面正交的方向上。

[0020] 发明效果

[0021] 根据上述构成，可以由1台装置进行剖面铣削与平面铣削双方。

[0022] 本发明的其他的目的、特征以及优点从基于附图的以下的本发明的实施例的记载可以更明确。

附图说明

[0023] 图1是离子铣削装置的概略构成图。

[0024] 图2是试料掩膜单元的概略构成图。

[0025] 图3是表示试料掩膜单元的其他的例子的图。

[0026] 图4是表示使试料的剖面与掩膜平行的方法的说明图。

[0027] 图5是表示拉出试料单元基座，装卸设有试料掩膜单元的试料掩膜单元微动机构的状态的图。

[0028] 图6是表示在另外设置的光学显微镜上装配设有试料掩膜单元的试料掩膜单元微动机构的状态的图。

[0029] 图7是表示将设有试料掩膜单元的试料掩膜单元微动机构装配在光学显微镜上的状态的图。

[0030] 图8是表示使氩离子束中心与试料的想要剖面研磨的部位对合的方法的说明图。

[0031] 图9是表示基于离子铣削的试料剖面研磨方法的说明图。

[0032] 图10是离子铣削装置的概略构成图。

[0033] 图11是设有试料掩膜单元的试料掩膜单元微动机构与试料单元基座的构成图。

[0034] 图12是使用设有试料掩膜单元的试料掩膜单元微动机构与轴接头的试料单元基座的构成图。

[0035] 图13是表示在另外设置的光学显微镜上装配设有试料掩膜单元的试料掩膜单元微动机构的状态的图。

[0036] 图14是旋转倾斜机构与偏心机构的构成图。

[0037] 图15是旋转倾斜机构与偏心机构(使用轴接头)的构成图。

[0038] 图16是试料表面单元与试料单元基座的构成图。

[0039] 图17是搭载了光学显微镜的离子铣削装置的概略构成图。

[0040] 图18是搭载了电子显微镜的离子铣削装置的概略构成图。

[0041] 图19是说明剖面铣削时的离子束轨道与旋转倾斜机构的旋转倾斜轴的关系的图。

[0042] 图20是说明平面铣削时的离子束轨道与旋转倾斜机构的旋转倾斜轴的关系的图。

[0043] 图21是表示离子铣削装置的操作面板的概要的图。

[0044] 图22是说明离子铣削装置的控制装置的概要的图。

[0045] 图23是表示加工模式与加工条件的设定工序的流程图。

具体实施方式

[0046] 在剖面铣削装置(隔着掩膜,对试料进行铣削,制成平滑的面的装置)中,由于试料工作台与保持试料的单元的设置部是相同的旋转倾斜轴(相同的移动),因此,加工观察窗的设置位置由于和试料工作台为同轴向,因此在以试料工作台为装置前面时,加工观察窗成为装置前面或背面,观察装置(显微镜)的设置或操作难。另外,若仅仅使剖面铣削装置的旋转倾斜机构为旋转机构,则无法进行平面铣削(平滑地加工相对于离子束轴垂直的面(试料工作台的倾斜角度90度)),需要分别用于剖面、平面的铣削装置。

[0047] 在本实施例中,对于特征是主要使铣削的加工观察面的观察变容易,进而可以实现剖面铣削以及平面铣削两者的加工的离子铣削装置进行说明。

[0048] 在本实施例中,作为离子铣削装置的一例,说明离子铣削装置,其具备:离子束源,其安装在真空腔中,向试料照射离子束;试料掩膜单元,其包括固定试料的试料支架、遮蔽在该试料支架上固定的试料的一部分的掩膜(遮蔽部)、使所述试料支架旋转的试料旋转机构以及对所述掩膜和试料的遮蔽位置关系进行调整的掩膜位置调整部;试料掩膜单元微动机构,其能够与离子束垂直地对试料掩膜单元进行XY驱动;可以在真空腔内设置所述试料掩膜单元微动机构的试料单元基座;以及对所述掩膜和试料的遮蔽位置关系进行观测的光学显微镜,其特征在于,

[0049] 所述试料掩膜单元或所述试料掩膜单元微动机构向试料单元基座固定的固定部是所述试料掩膜单元或所述试料掩膜单元微动机构的后部,

[0050] 在所述试料单元基座设有旋转部,在所述真空腔的前表面搭载所述试料工作台,在右侧面或左侧面搭载所述离子束源,在上表面搭载加工观察窗,在试料和加工观察窗之间开闭器。

[0051] 另外,说明如下的离子铣削装置,其特征在于,所述试料的旋转倾斜机构具备旋转功能,在所述试料的旋转轴的垂直方向具备构成倾斜(tilt)轴的倾斜机构,设有离子束轴和试料的旋转轴(工作台倾斜角90度的情况下)的偏心机构。

[0052] 根据上述构成,容易观察铣削的加工观察面,进而可以实现剖面铣削以及平面铣削两者的加工。

[0053] 以下,基于附图说明实施例。

[0054] 在本实施例中,以搭载用于照射氩离子束的离子源的离子铣削装置为例进行说明,但离子束不限于氩离子束,可以适用各种离子束。

[0055] 图1表示离子铣削装置的构成。在真空腔15的上表面设有离子源1,在前表面设有试料工作台8。

[0056] 在试料单元基座5搭载有试料掩膜单元微动机构4。搭载方法是使试料掩膜单元微动机构4的下表面(照射离子束的掩膜面的对面侧)与试料单元基座5的上表面接触,并用螺

钉固定。试料单元基座5构成为能够相对于离子束的光轴以任意的角度旋转倾斜，旋转倾斜的方向和倾斜角度由试料工作台8控制。通过使试料工作台8旋转倾斜，从而可将在试料掩膜单元微动机构4上设置的试料3相对于离子束的光轴设定成规定的角度。进而，使试料工作台8的旋转倾斜轴与试料上表面(掩膜下表面)的位置一致，高效地制作平滑的加工面。另外，试料掩膜单元微动机构4构成为：相对于离子束的光轴可在垂直方向的前后左右，即X方向和Y方向上移动。

[0057] 试料单元基座5隔着搭载在凸缘10上的试料工作台8(旋转机构)被配置，凸缘10兼做真空腔15的容器壁的一部分，在将凸缘10沿着线性引导件11拉出而使真空腔15开放为大气状态时，试料单元基座5被拉出向真空腔的外部。如此，构成试料工作台拉出机构。

[0058] 通过图2说明试料掩膜单元21主体的构成。图2的(a)是俯视图，(b)是侧视图。在实施例中，至少将试料支架23及其旋转机构、掩膜2及其微调整机构构成为一体而成的部分称为试料掩膜单元(主体)21。在图2中，作为试料支架23的旋转机构而具备试料支架旋转环22与试料支架旋转螺钉28，相对于离子束的光轴，可以垂直地旋转试料支架。试料支架旋转环22构成为通过使试料支架旋转螺钉28转动而旋转，逆旋转是通过弹簧29的弹簧压力而返回。

[0059] 试料掩膜单元21具有可以微调整掩膜的位置与旋转角的机构，在试料掩膜单元微动机构4上可以安装、卸下。在本实施例中，试料掩膜单元21与试料掩膜单元微动机构4是两个构件，但也可以由一个构件构成。(在实施例中，为了容易判断，将试料掩膜单元与试料掩膜单元微动机构分开进行说明)。

[0060] 掩膜2由掩膜固定螺钉27固定在掩膜支架25上。掩膜支架25通过操作掩膜微调整机构(即掩膜位置调整部)26而沿着线性引导件24移动，由此，微调整试料3与掩膜2的位置。试料支架23通过下部侧插入固定于试料支架旋转环22。试料3粘结固定在试料支架23上。通过试料支架位置控制机构30对试料支架23的高度方向的位置进行调整，使试料支架23密接于掩膜2。

[0061] 图3表示试料掩膜单元21的其他的例子。在该例子中，使用试料支架固定金属件35，其他构成基本上与图2所示的例子相同。图3(a)表示将固定试料3的试料支架23装配到试料掩膜单元21内的状态，图3(b)表示将固定试料3的试料支架23从试料掩膜单元21卸下的状态。

[0062] 图4是表示使试料的剖面与掩膜平行的方法的说明图。转动试料支架旋转螺钉28进行X1方向的位置调整，以使试料3的剖面与掩膜2的棱线平行的方式如后述那样在显微镜下微调整。此时，转动掩膜微调整机构26设定成试料3的剖面比掩膜稍微突出，例如突出50μm左右。

[0063] 图5表示试料工作台拉出机构60的构成。试料工作台拉出机构60由线性引导件11和固定安装在其上的凸缘10构成，固定安装在搭载于凸缘10的试料工作台上的试料单元基座5沿着线性引导件11被从真空腔15拉出。伴随于该操作，在试料单元基座5上设置设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4，即掩膜2、试料支架23、试料3从真空腔15被一体拉出。

[0064] 在本实施例中，设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4具有装卸自如地固定于试料单元基座5的构成。因此，设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4被拉

出向真空腔15的外部时，可使设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4成为可从试料单元基座5装卸的状态(以备试料掩膜单元21的装卸)。

[0065] 图5表示从这样的装卸自如的状态装卸设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4的状态。通过人手或者适当的器具进行其装卸。

[0066] 另一方面，观测掩膜2与试料3的遮蔽位置关系的光学显微镜40如图6所示，独立于真空腔15另外构成，可配置在任意的场所。而且，光学显微镜40具备周知的放大镜12、放大镜微动机构13。进而，光学显微镜40在观测台41上设有固定台42，固定台42用于配置设有卸下的试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4，在通过定位用的轴与孔而具有再现性的确定位置上设置了试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4被设置在固定台42上。

[0067] 图7表示将设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4固定在固定台42上的状态。

[0068] 图8是表示使试料3的想要剖面研磨的部位与离子束中心一致的方法的说明图。将感光纸等安装在试料支架23上，照射离子束形成痕，即射束中心，通过放大镜微动机构13在X2、Y2上驱动而使射束中心与放大镜的中心对合。在固定台42上设置试料掩膜单元微动机构4，该试料掩膜单元微动机构4设置有在图3中设置试料3之后的试料掩膜单元主体21。通过调整固定台42的X3、Y3方向的位置使其与放大镜中心一致，由此可以使离子束中心与想要剖面研磨的部位对合起来。

[0069] 如此，在掩膜2与试料3的遮蔽位置关系的调整时，设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4被从试料单元基座5卸下而安装在光学显微镜40的固定台42上，通过掩膜位置调整部(掩膜微调整机构)调整掩膜2对试料3的遮蔽位置关系。

[0070] 图9是表示通过离子束对试料3的剖面进行镜面研磨的方法的说明图。在照射氩离子束时，可将未被掩膜2覆盖的试料3沿着掩膜2在深度方向上除去，且可对试料3的剖面的表面进行镜面研磨。

[0071] 如此，在离子铣削时设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4回到试料单元基座5上，并安装在其上，其中试料掩膜单元21具备对试料的遮蔽位置关系得到调整的掩膜2。

[0072] 如以上那样，构成这样一种离子铣削方法：在掩膜2与试料3的遮蔽位置关系的调整时，将设有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4从试料单元基座5卸下并安装在光学显微镜40的固定台42上，调整掩膜相对于试料3的遮蔽位置关系，在离子铣削时，使设有具备对试料的遮蔽位置关系得到调整的掩膜2的试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4回到真空腔15内，并安装在试料单元基座5上。

[0073] 在图1例示那样的离子铣削装置中，虽然能够进行剖面铣削加工，但无法进行平面铣削加工。因此，在本实施例中，说明可进行这双方加工的离子铣削装置。

[0074] 图10表示可进行剖面铣削加工与平面铣削加工这双方的离子铣削装置的构成。在真空腔15的上表面搭载加工观察窗7，在左侧面(也可以是右侧面)搭载离子源，在前面搭载试料工作台，在试料与加工观察窗7之间设有开闭器101。设置该开闭器101是为了防止溅射的粒子堆积在加工观察窗7上。真空腔15呈箱型形状或以其为准的形状，其形成通常用于形成真空环境的空间，但观察窗设置在箱的上方(在有重力的环境下，重力场的朝向的相反的方向)，离子源设置在箱的侧方壁面(与箱的上方面相邻的面，与重力场的朝向垂直的方

向)。即,加工观察窗在与包括试料工作台的倾斜轴和离子束的照射轨道在内的平面正交的方向上,设置于真空腔的壁面。需要说明的是,如后所述,在加工观察窗用的开口除了设置可真空密封的窗以外,还可以设置光学显微镜或电子显微镜。

[0075] 在试料单元基座5设有可载置试料保持部件(包括试料掩膜单元微动机构4在内保持试料的部件)的旋转体9,旋转体9作为支承试料保持部件的支承台起作用。试料单元基座5如图11那样由旋转体9和齿轮50和轴承51构成。试料掩膜单元微动机构4如图11那样在试料掩膜单元微动机构4的后表面设有掩膜单元固定部(包括螺钉在内)52。试料掩膜单元微动机构4向试料单元基座5上的搭载方法是:使试料掩膜单元微动机构4的固定面(后表面)与试料单元基座5的旋转体9上表面接触,并由掩膜单元固定部52进行螺钉固定。试料单元基座5不旋转倾斜,通过搭载在试料单元基座5上的旋转体9相对于从真空腔15侧面方向照射的离子束的光轴可以以任意角度旋转倾斜,旋转倾斜的方向和倾斜角度由试料工作台8控制。

[0076] 在此,使试料单元基座5的旋转体9旋转倾斜的方法是图11、图12(使用轴接头53)中的哪个都可以。通过使试料单元基座5的旋转体9旋转倾斜,从而可将在试料掩膜单元微动机构4上设置的试料3相对于离子束的光轴设定成规定的角度。进而,使试料单元基座5的旋转体9的旋转轴与试料上表面(掩膜下表面)的位置一致,高效制作平滑的加工面。另外,试料掩膜单元微动机构4构成为:相对于离子束的光轴在垂直方向的前后左右,即在X方向和Y方向上可以移动。

[0077] 向与装置分体的光学显微镜40上的设置如图13那样,可以是不使用试料掩膜单元21或试料掩膜单元微动机构4的向试料单元基座5上的掩膜单元固定部52,而使用试料掩膜单元微动机构4的下表面的方法。

[0078] 与图6的例子的不同点在于,调整射束中心与放大镜中心的放大镜微动机构13在固定台42侧。该放大镜微动机构13可采用本例或者图6的例子。除此以外,进行与图6的例子同样的作业。

[0079] 在图10例示的离子铣削装置上,设有倾斜机构,其如图14例示那样在试料的旋转倾斜机构设置旋转功能,且具有与离子束轴垂直方向的旋转倾斜轴。进而,设有偏心机构以使如图14那样设倾斜角为90度时的离子束轴与试料掩膜单元微动机构4的旋转轴错开。在此,可以是图15那样使用轴接头的方式。但是,在使用轴接头时,如图15那样设置在旋转倾斜部内,偏心机构必须设置在试料单元基座5的旋转体的下部。通过如图14、图15那样具有试料的旋转功能,任意决定离子束入射角、偏心量,由此,虽然是剖面铣削(隔着掩膜,铣削试料而制作平滑的面的装置),但可以进行平面铣削(平滑地加工相对于离子束轴垂直的面(试料工作台的倾斜角度90度时))。

[0080] 但是,剖面铣削与平面铣削根据离子源的性能,需要改变离子源与试料间的距离,因此,在离子束轴的方向上设置离子源或试料工作台的可动机构。因此,由于通过离子源,决定进行剖面铣削和平面铣削时的离子源与试料间距离,因此,通过搭载有试料的试料工作台的位置或离子源的位置识别剖面铣削或平面铣削,具有切换剖面铣削或平面铣削模式(例如,旋转倾斜或旋转)的功能。

[0081] 在此,进一步详述可以进行不同的两种加工的理由。以下,对于本实施例例示的装置可实施剖面铣削加工与平面铣削加工双方的原理进行详述。图19是表示剖面铣削时的离

子束的照射方向与各旋转机构或者倾斜机构(以下,简称为旋转机构)的旋转轴或者倾斜轴(以下,简称为旋转轴)的关系的图,图20是表示平面铣削时的离子束的照射方向与各旋转轴的关系的图。

[0082] 在图19中,虚线表示的轴1901是与图10的上图中由点划线表示的轴平行,且还与例如图11例示的旋转体9的旋转轴平行的轴。进而,由双点划线表示的轴1902是与试料工作台8的旋转轴平行的轴。另外,由点划线表示的轴1903表示从离子源1放出的离子束的照射方向。另外,轴1901是与掩膜2的离子束被照射面平行的关系。

[0083] 另外,轴1901、1902、1903正交,在本例的情况下,设置成轴1901平行于z轴,轴1902平行于y轴,轴1903平行于x轴。

[0084] 在剖面铣削时,进行以与轴1901平行的旋转轴为旋转中心的往复倾斜驱动,使得在试料3的剖面上不形成沿离子束轨道的筋。此时,掩膜面与轴1901平行。另外,在平面铣削时,如图20例示那样,通过试料工作台8使试料1904倾斜规定角度,或者在规定角度范围进行往复倾斜驱动,同时,以与轴1901的倾斜轴1905平行的轴为旋转轴使试料1904旋转。

[0085] 如以上那样,本实施例装置可在具有第一旋转轴(与轴1902平行的轴)的试料工作台上,以第二旋转轴(轴1901、或者轴1905(包括进行倾斜往复运动时))为旋转、或者倾斜中心,进行旋转、或者往复倾斜驱动。即,图10例示的装置的特征是,通过搭载在试料工作台8上的旋转机构,进行剖面铣削时的往复倾斜驱动与平面铣削时的试料的旋转或者往复倾斜驱动,并且,通过使试料工作台8自身倾斜的旋转机构进行平面铣削时的倾斜。需要说明的是,图20中,轴1905表示驱动机构的旋转中心,但在平面铣削的情况下,由于对试料上的大范围的区域进行平面加工,因此,在使试料中心从轴1905偏心的状态下进行旋转。

[0086] 图21是表示设定剖面铣削加工与平面铣削加工的切换、工作台等的动作条件的操作面板的一例的图。在加工模式设定部2101配置有选择平面铣削(Flat)、还是选择剖面铣削(Cross-section)的按钮,可进行某一方的择一的选择。另外,在工作台动作条件设定部210配置有选择倾斜(tilt)、还是选择往复倾斜(swing)的按钮,可进行某一方的择一的选择。在工作台动作条件设定部2102进而设有设定倾斜角度或者往复倾斜的角度范围(Angle)、往复倾斜的情况下的周期速度(Speed)的设定部。进而,在旋转台动作条件设定部2103设有设定旋转台的往复倾斜角度(Angle)、往复倾斜的周期速度(Speed)的设定部。

[0087] 在图21例示的操作面板中,对于需要数值输入的设定部,通过选择键(Select),可进行输入窗的选择,并且通过“Up”、“Down”按钮,可以进行数值的选择。进而通过回车键(Enter),进行选择的数值的登录。在此所说的工作台例如是图10的试料工作台8,所谓旋转台例如是图11的旋转体9。

[0088] 剖面铣削加工需要旋转台的往复倾斜驱动,但其反面,不需要试料工作台的往复倾斜驱动。因此,只要预先构成铣削装置的控制装置,使得在选择剖面铣削加工(选择Cross-Section的按钮)时,使工作台动作条件设定部2102中的设定为禁止、或者无效。另外,当在剖面铣削时使试料工作台8倾斜时,离子束照射到与加工对象无关的部分、或将试料剖面斜向加工,因此,在选择剖面铣削加工时,在处于试料工作台8倾斜的状态的情况下,可以进行控制以不进行离子束照射,产生错误信息,由此提醒操作者注意。另外,还可以自动地进行控制使试料工作台8的倾斜角度为零。

[0089] 另外,由于平面铣削加工使用试料工作台8的倾斜、旋转台的旋转或者往复倾斜这

双方，所以需要使工作台动作条件设定部2102与旋转台动作条件设定部2103双方的输入有效。

[0090] 在本实施例装置中，通过使旋转体9进行剖面铣削时的往复倾斜驱动和平面铣削时的旋转驱动双方，由此能够由一个铣削装置实现两种不同的铣削加工。

[0091] 需要说明的是，在图10例示的装置中，离子源1设置在真空腔15的侧方。这样构成的理由是，在倾斜工作台的非倾斜时(例如剖面铣削时)，可使工作台成为稳定的状态。在倾斜工作台的非倾斜状态下，为了进行剖面加工，需要从侧方照射离子束，为此将离子源1设置在真空腔15的侧方。另外，伴随与此，将用于确认加工剖面的加工观察窗设置在真空腔15的上方。根据这种结构，能够通过一个观察窗进行剖面铣削时的加工剖面的确认与平面铣削时的加工面的确认。

[0092] 图22是表示图10例示的离子铣削装置的控制装置的一例的图。切换部2201相当于图21的操作面板，切换部2201中的选择信息通过在控制装置2202设置的输入接口2205传给运算部2207。在运算部2207，控制信号产生部2209基于输入信号，由控制信号存储部2208读出控制信号，并将该信号传给输出接口2206。在驱动机构2203、2204，根据接收的控制信号，执行在切换部2201选择的条件的驱动。

[0093] 驱动机构2203是驱动倾斜工作台的驱动机构，驱动机构2204是对搭载在倾斜工作台上的旋转台进行驱动的驱动机构。需要说明的是，在本实施例中，示出了通过基于切换部2201的加工模式的选择，选择是进行剖面铣削加工，还是进行平面铣削加工的例子，但并不限于此，例如还可以预先配备识别试料台形状的传感器，自动选择加工模式。此时，传感器和识别该传感器信息的运算装置相当于切换部。

[0094] 另外，对切换部的加工模式选择与装置状态进行比较，在该选择、或者装置状态不恰当的情况下，还可以通过产生错误信息，向操作者发出警报，从而不进行基于错误条件的加工。

[0095] 图23是表示比较加工模式和装置状态，用于产生催促操作者进行正确的装置设定的信息的判断工序的流程图。首先，接通装置的电源，在图21例示那样的操作面板上，选择加工模式(步骤2301)。在此，在运算部2207的控制信号产生部2209，判断选择了哪种加工模式(步骤2302)，并判断是否将与该加工模式相称的试料支架设置在试料工作台上(在选择剖面加工的情况下，在步骤2303实施判断，在选择平面加工的情况下，在步骤2304实施判断)。

[0096] 判断是否设有规定的试料支架是通过在真空腔内预先配备传感器(传感器部2210)而实施的，其中传感器(传感器部2210)用于判断两者的差异以及试料支架的设置的有无。在该传感器产生表示未设置试料支架自身的信号、或者产生表示设置了不适应设定的加工模式的试料支架的信号的情况下，在运算部2207内置的装置状态监视部2211将规定的信号传给显示部2212，产生错误信息(步骤2305)。错误信息可以在图21例示的操作面板的显示部上进行“Err”那样的显示，也可以采用其他的显示机构或者警报发生器。

[0097] 接着，在步骤2302，在选择了剖面铣削的情况下，判定试料工作台8的倾斜角是否为零(步骤2306)，在不是零的情况下产生错误信息。通过产生这种信息，可以把握是否为不适于剖面铣削的工作台状态，可以抑制进行误加工的可能性。在步骤2307，在确认了工作台倾斜角被恰当设定的基础上，进入可输入旋转台的往复倾斜驱动的条件的状态(步骤

2307)。

[0098] 另外,在步骤2302,在选择了平面铣削的情况下,由于驱动倾斜工作台和旋转工作台双方,因此,进入可设定两者的条件的状态(步骤2308)。

[0099] 经由以上那样的步骤,对进而设定其他应设定的条件(离子束电流、加工时间等)进行判定(步骤2309),开始加工(步骤2310)。

[0100] 在通过经过上述那样的工序来进行加工,从而可进行2种加工的装置中,不会进行错误选择,可容易进行加工条件设定。另外,在步骤2306,在工作台倾斜的情况下(倾斜角0°以外的情况下),还可以控制倾斜工作台,使得自动地成为非倾斜状态。

[0101] 如以上那样,通过识别加工模式的设定信息、安装的支架的种类、以及装置状态,并且比较这些信息,由此能够容易判断当前的设定状态是否合适,能够未然地防止基于误设定的加工。

[0102] 另外,如上所述,剖面铣削与平面铣削由于根据离子源的性能而需要改变离子源与试料间的距离,因此,可以对应于试料工作台的位置的设定,自动切换加工模式。进而,在试料工作台的位置设定与加工模式的选择矛盾的情况下,可以产生错误信息。此时,也经过图23例示那样的工序,进行设定,由此,可以抑制误设定。另外,还可以通过加工模式的选择,设置自动控制试料工作台位置的控制机构。

[0103] 搭载有试料掩膜单元21的试料掩膜单元微动机构4可以从装置主体装卸,因此,可以将试料掩膜单元微动机构4从装置卸下,将试料表面单元安装在装置上。在设置试料表面单元而进行平面铣削的情况下,试料以外的铣削加工为最小限,试料单元完全没有损伤。

[0104] 另外,通过在图10等例示的离子铣削装置的加工观察窗的上部如图17那样设置光学显微镜57,从而可以确认铣削加工的进展。在加工完成到希望的加工范围的时刻,结束加工,可以取出试料,因此,总处理能力提高。

[0105] 进而,也可以取代图17例示的光学显微镜57,如图18例示那样设置电子显微镜58。在由离子束对试料进行铣削加工的途中,为确认加工的进展而使用。使用方法是,暂时停止铣削加工,将污染防止用开闭器开放后,由电子显微镜58进行观察。在未得到希望的加工范围的情况下,结束电子束照射,在关闭污染防止用开闭器后,再次照射离子束,开始铣削加工。在可得到希望的加工范围的情况下,扩大到必要的倍率,取得需要的画像。

[0106] 还可以从装置卸下试料掩膜单元微动机构4或试料表面单元,在电子显微镜用的试料单元上搭载试料,将试料单元安装在装置上,作为通常的电子显微镜而使用。

[0107] 根据本实施例例示的离子铣削装置,在真空腔15的上表面设置加工观察窗7,在左侧面(也可以是右侧面)设置离子源1,在前面设置试料工作台8的离子铣削装置成为可能,加工面观察装置的设置、观察都变容易。进而,剖面铣削以及平面铣削两者的加工可以由一个装置进行。

[0108] 近年,尤其在半导体领域,通过电子显微镜对复合材料进行剖面观察变得重要,对复合材料的剖面进行镜面研磨的重要性增加。根据本实施例,可以由一个装置进行剖面铣削以及平面铣削这两者。进而通过将观察装置设置在真空腔上部,从而操作性极大提高。

[0109] 上述记载是基于实施例进行的,但本发明不限于此,对于本领域技术人员而言,可在本发明的精神与权利要求书的范围内进行各种变更以及修正。

[0110] 符号说明

[0111]	1	离子源
[0112]	2	掩膜
[0113]	3	试料
[0114]	4	试料掩膜单元微动机构
[0115]	5	试料单元基座
[0116]	6	真空排气系统
[0117]	7	加工观察窗
[0118]	8	试料工作台
[0119]	9	旋转体
[0120]	10	凸缘
[0121]	11、24	线性引导件
[0122]	12	放大镜
[0123]	13	放大镜微动机构
[0124]	15	真空腔
[0125]	21	试料掩膜单元
[0126]	22	试料支架旋转环
[0127]	23	试料支架
[0128]	25	掩膜支架
[0129]	26	掩膜微调整机构
[0130]	27	掩膜固定螺钉
[0131]	28	试料支架旋转螺钉
[0132]	30	试料支架位置控制机构
[0133]	35	试料支架固定金属件
[0134]	40、57	光学显微镜
[0135]	41	观测台
[0136]	42	固定台
[0137]	50	齿轮
[0138]	51	轴承
[0139]	52	掩膜单元固定部
[0140]	53	轴接头
[0141]	54	直动机器
[0142]	55	马达
[0143]	56	试料表面单元
[0144]	58	电子显微镜
[0145]	60	试料工作台拉出机构

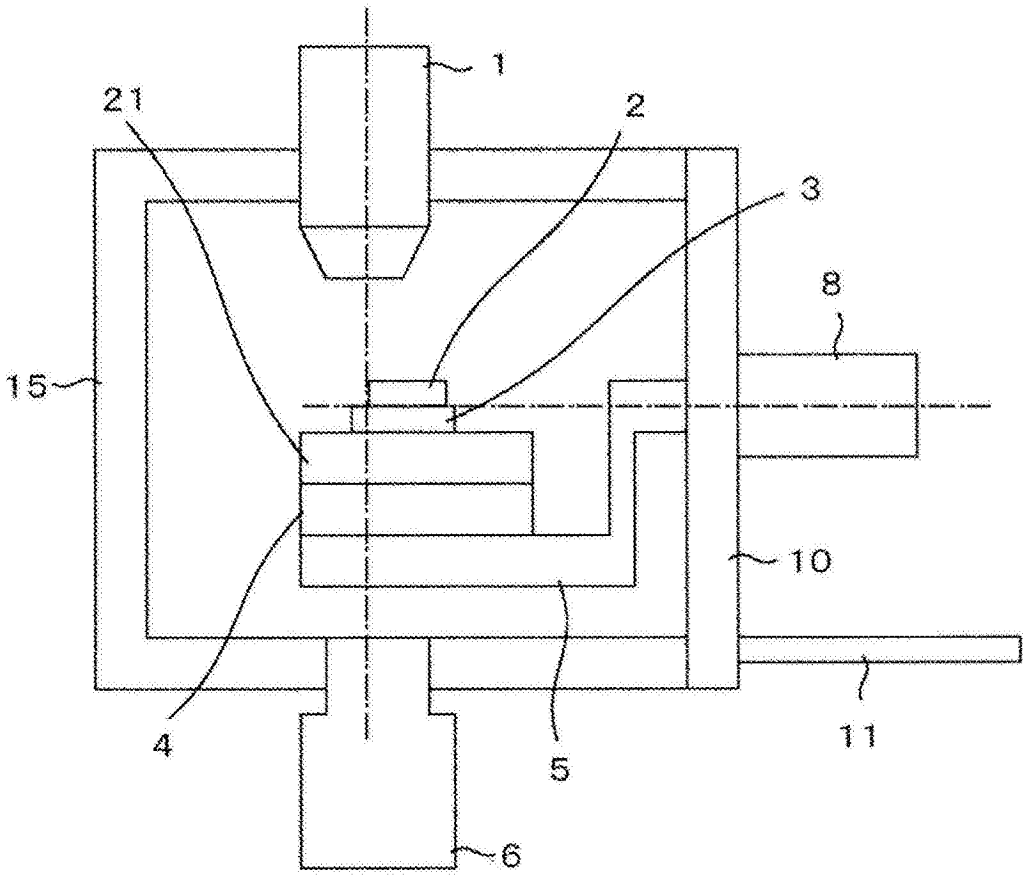


图1

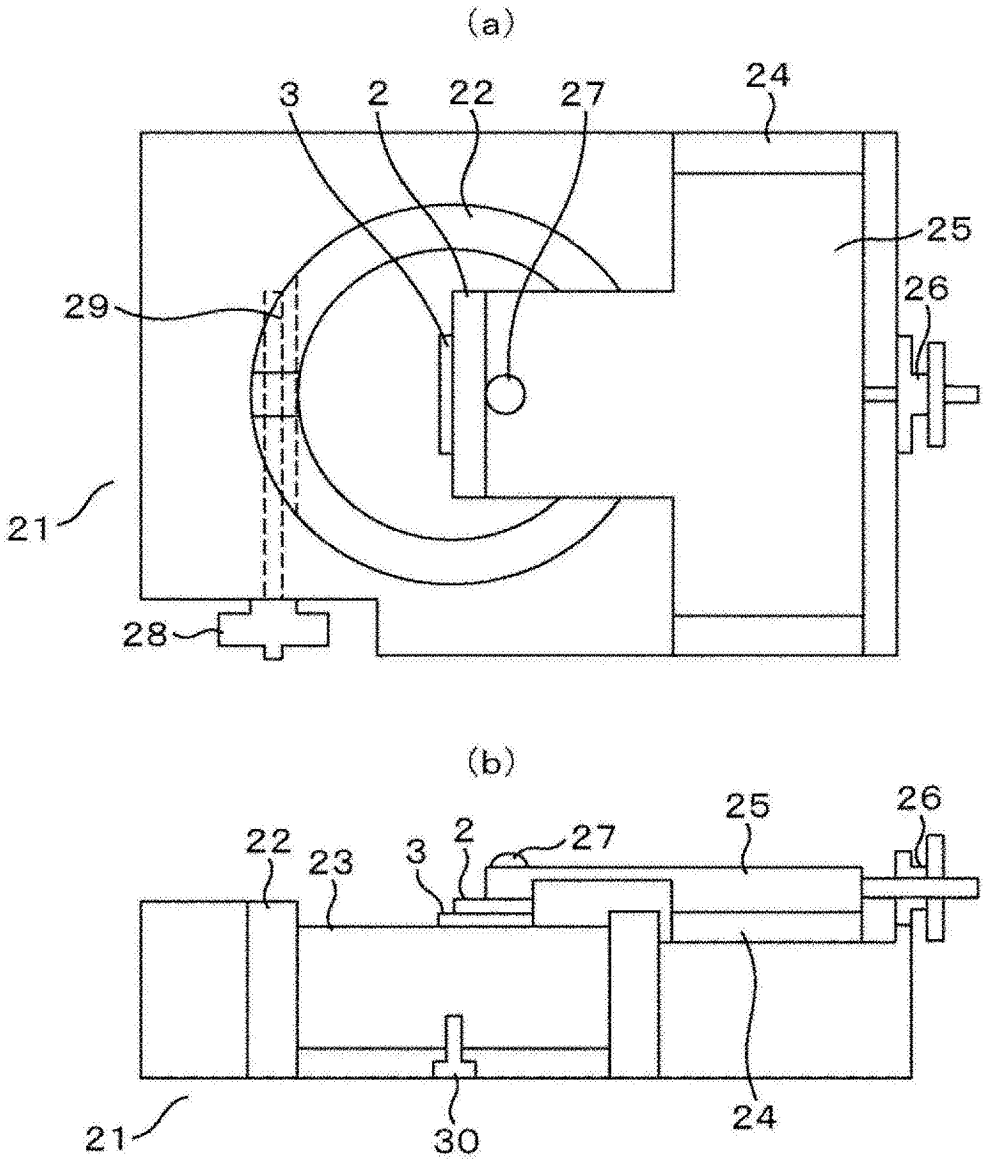


图2

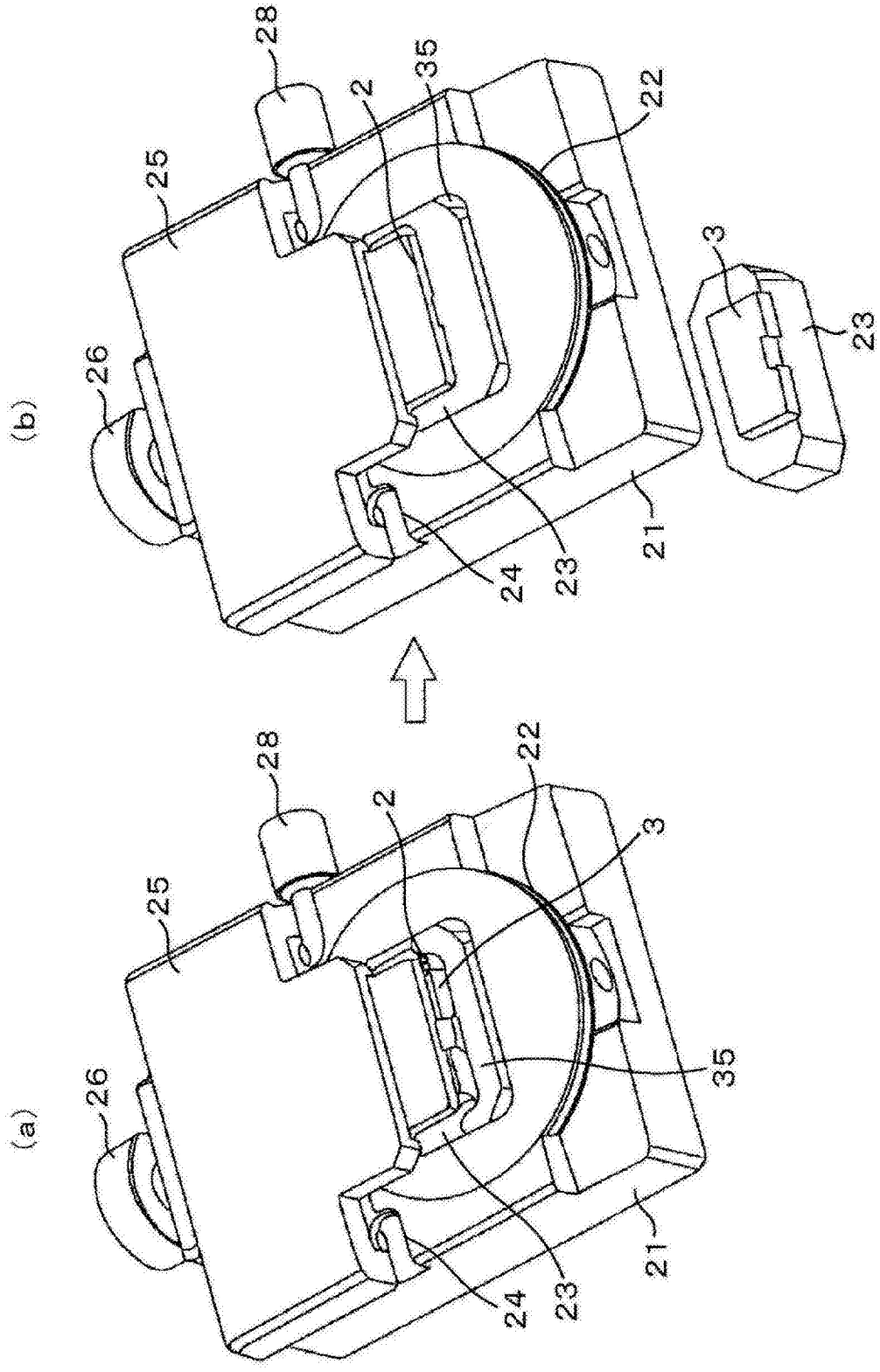


图3

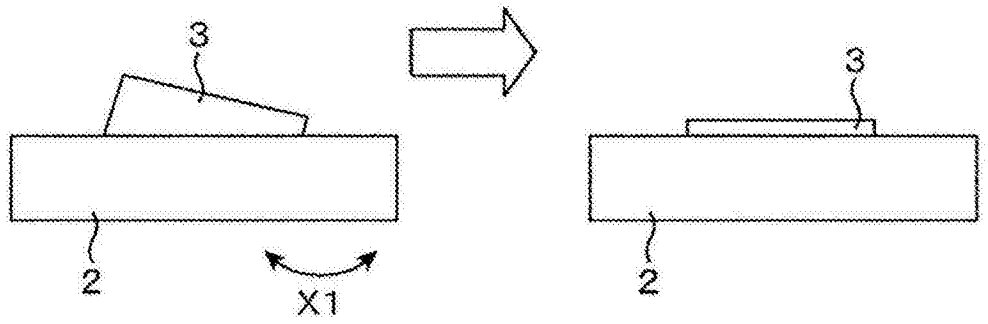


图4

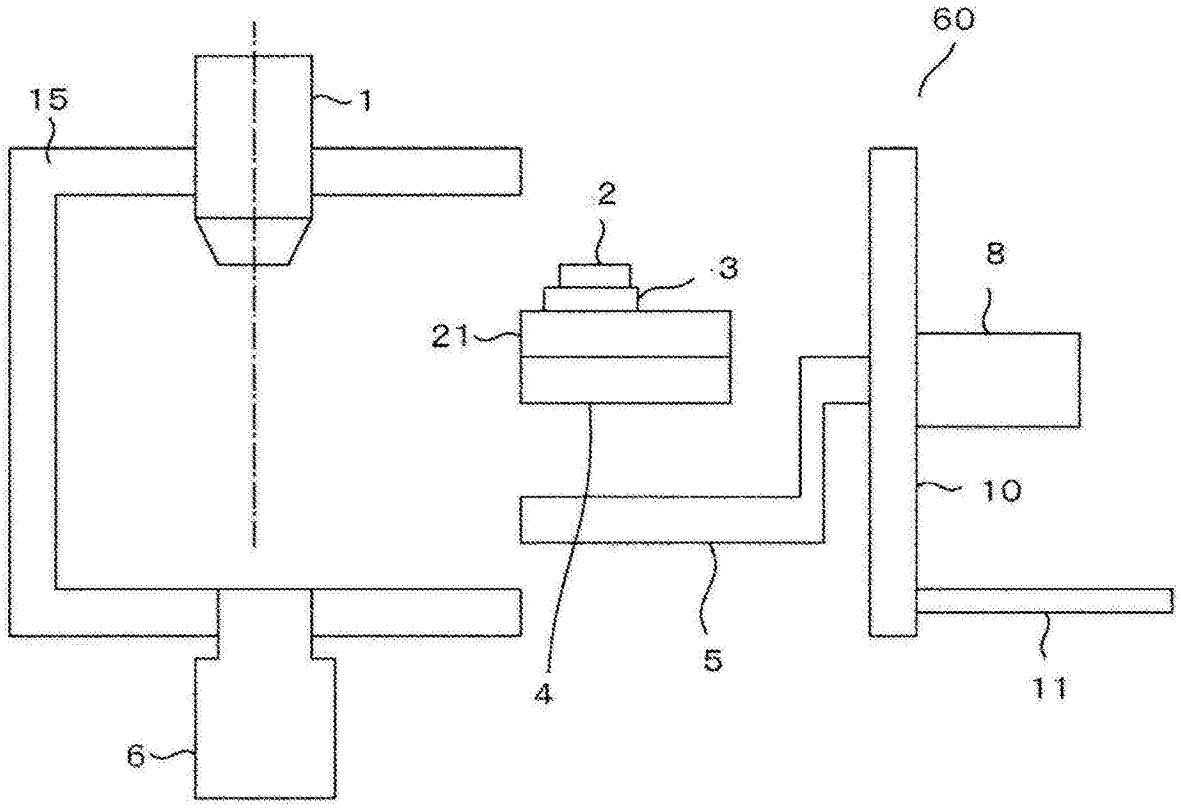


图5

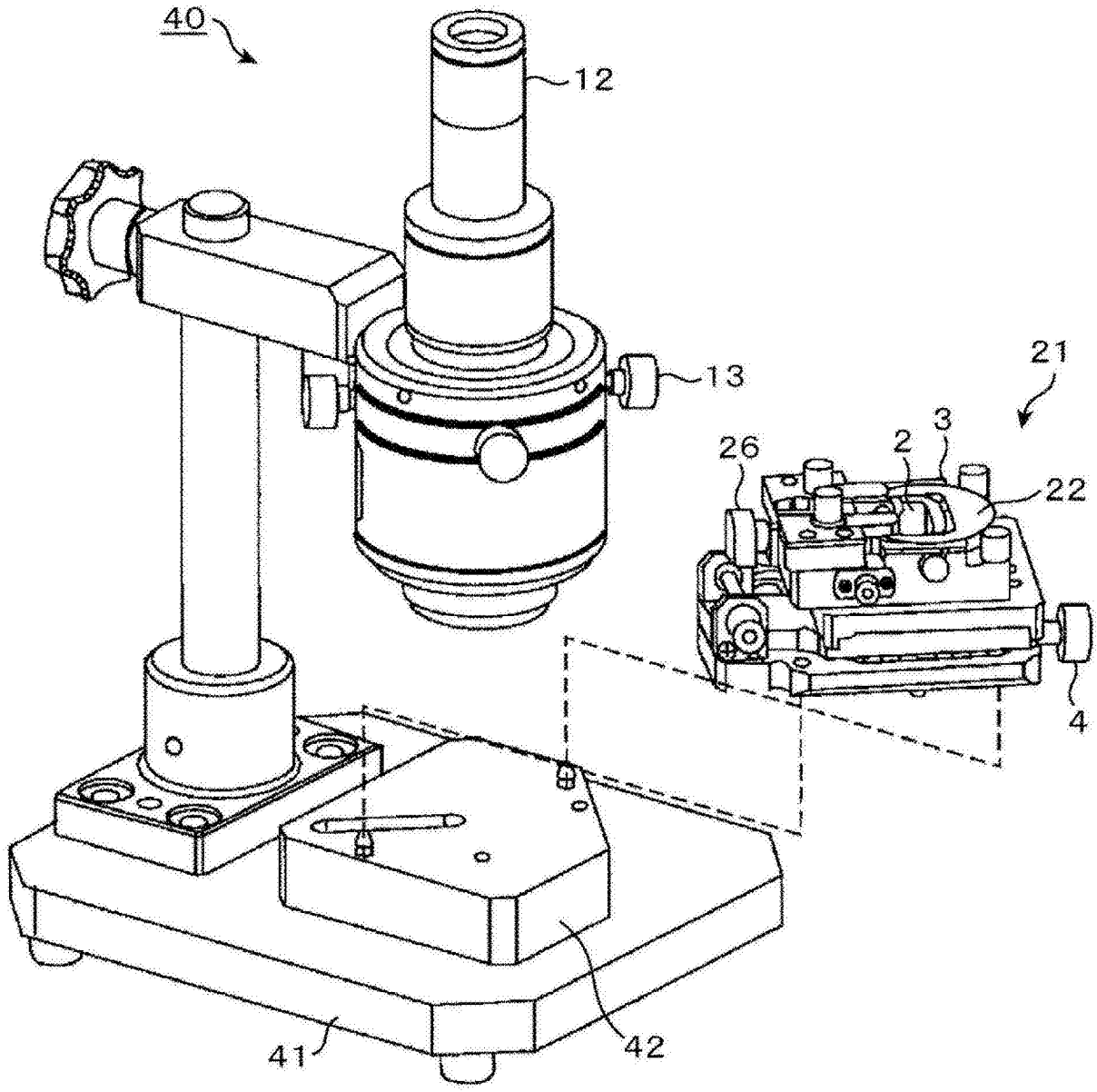


图6

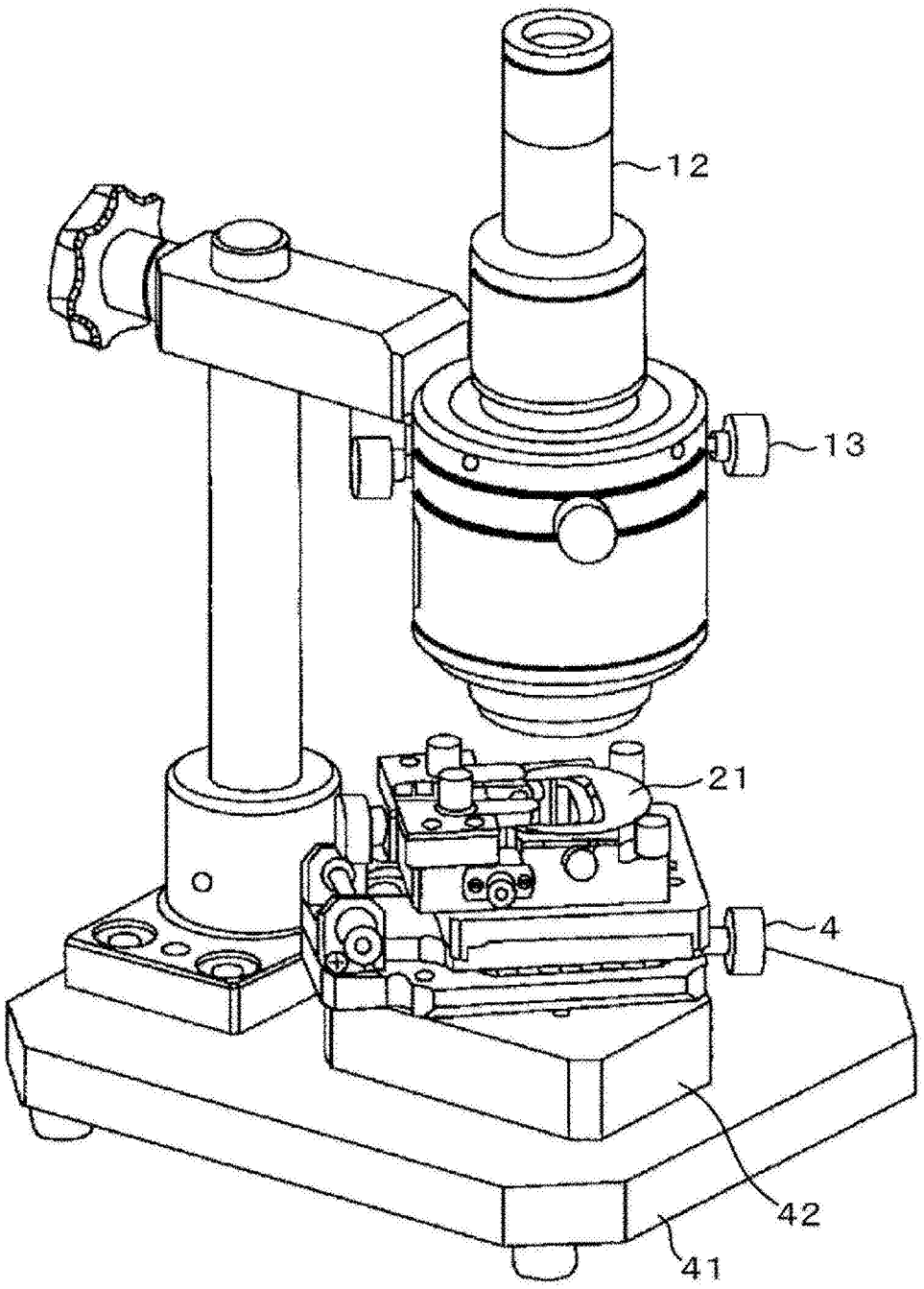


图7

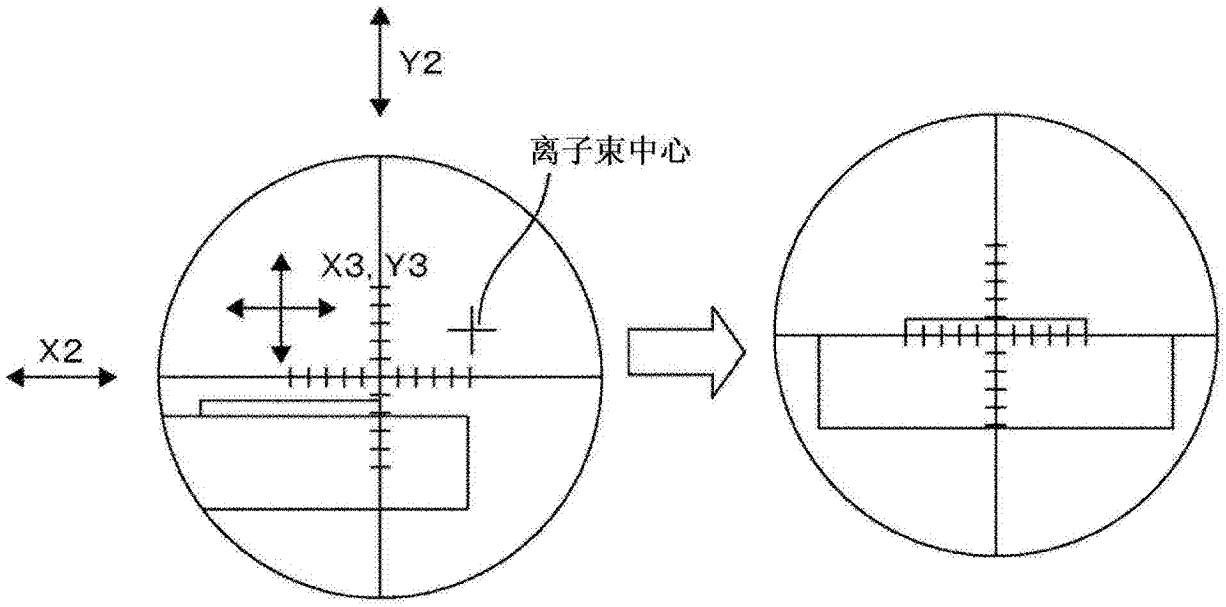


图8

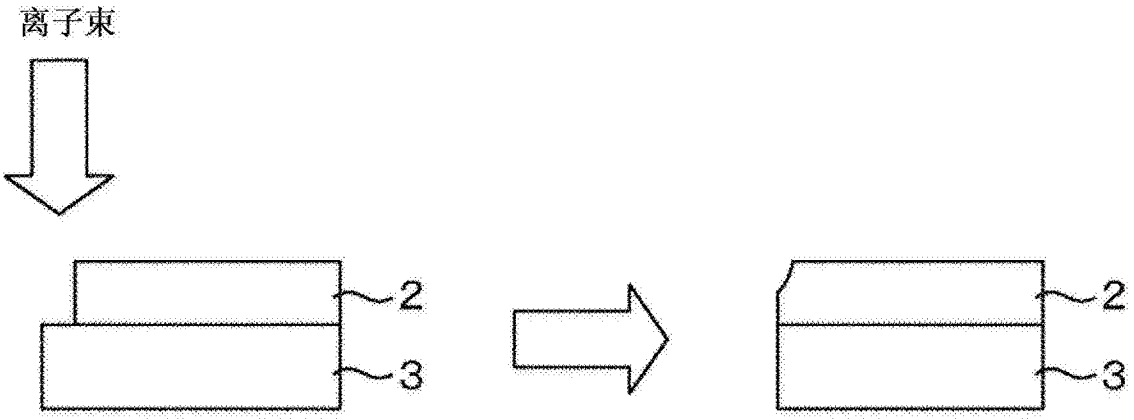


图9

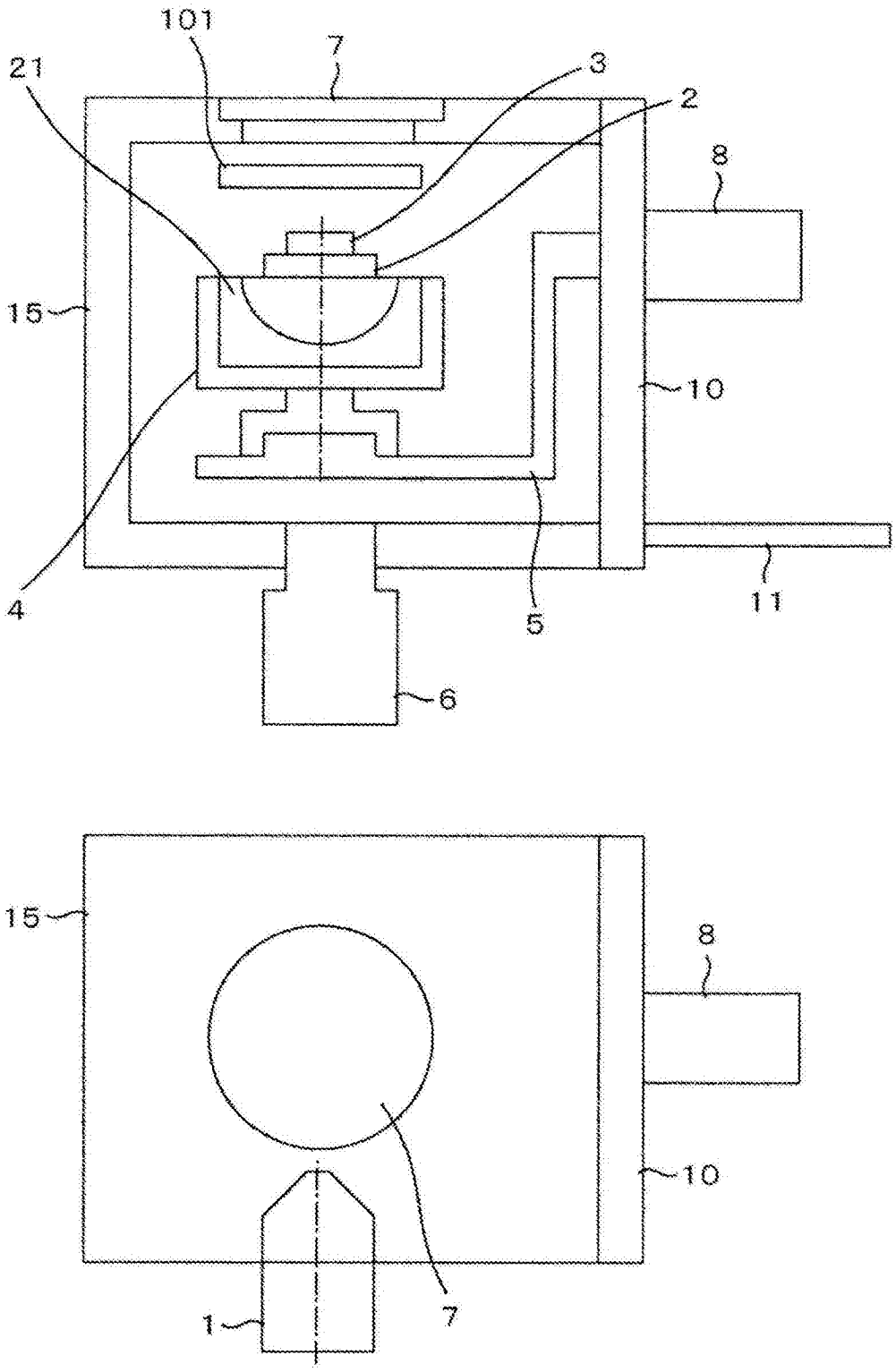


图10

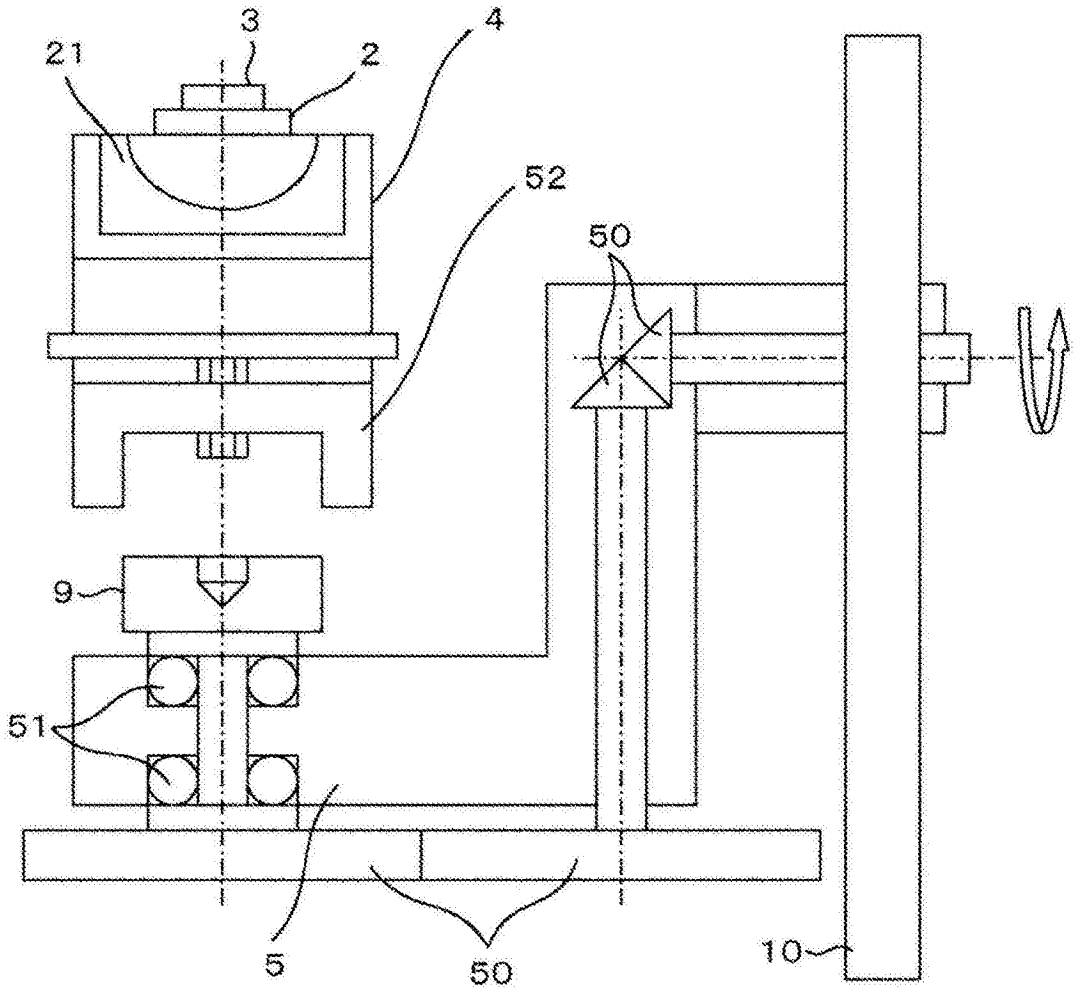


图11

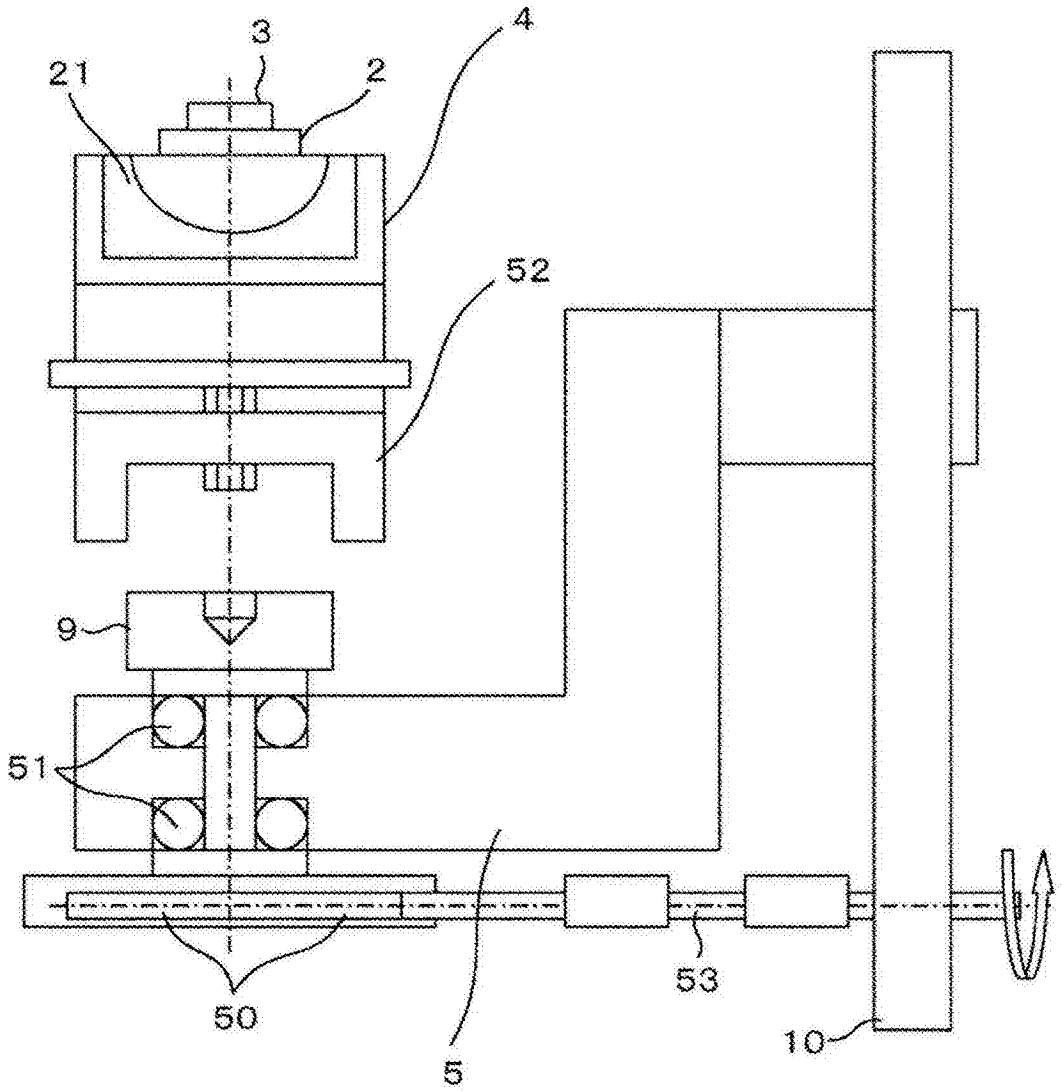


图12

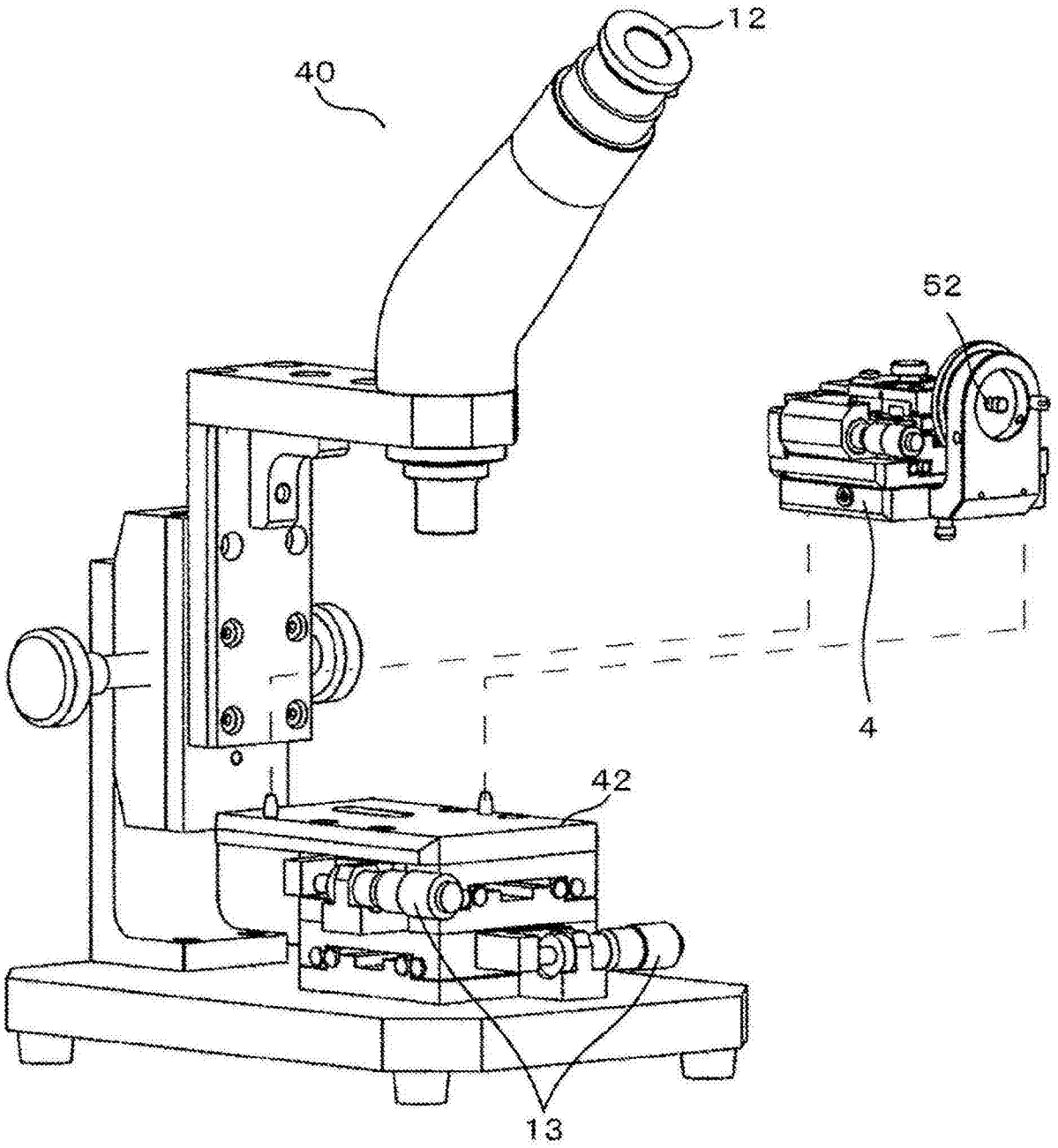


图13

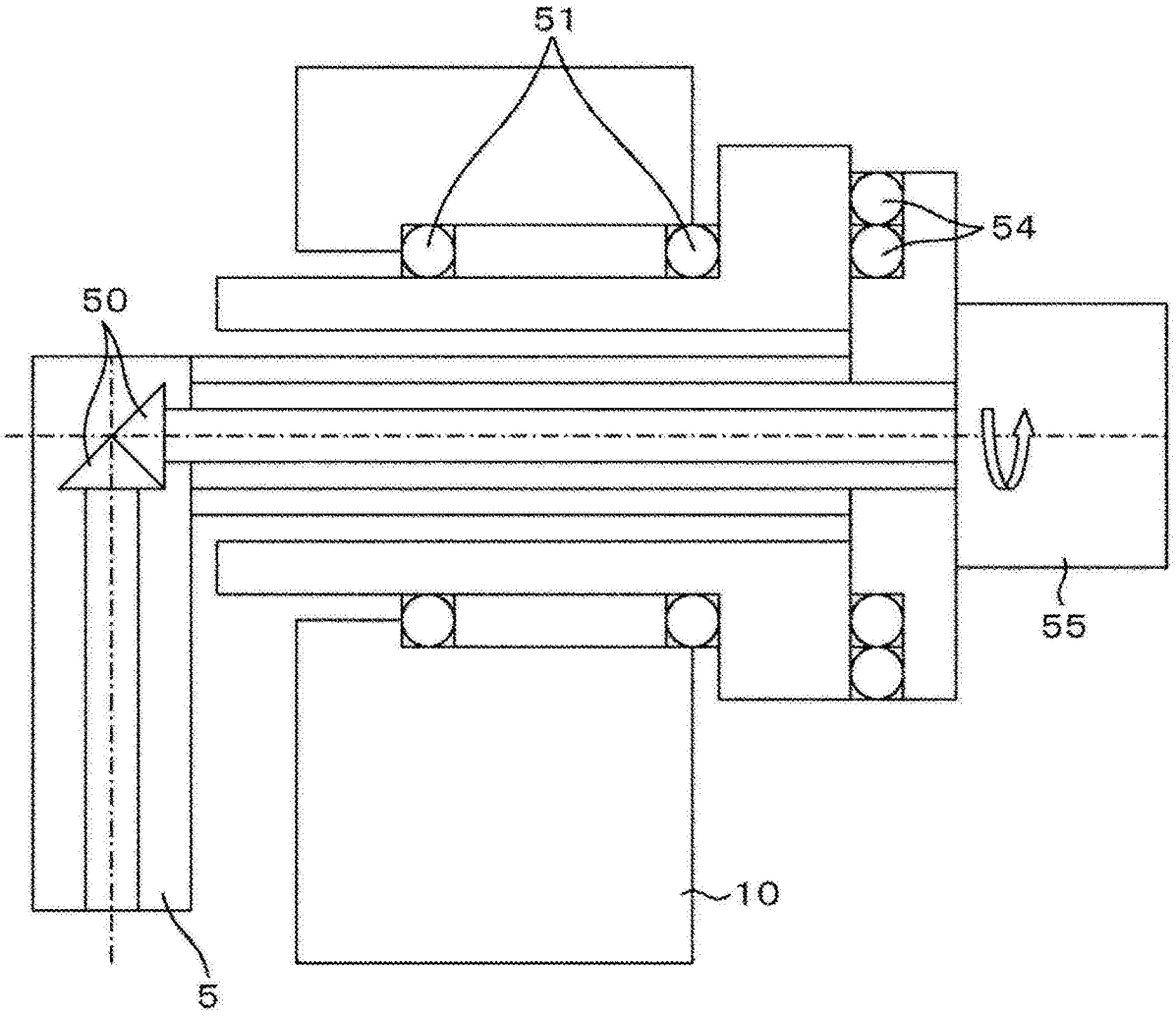


图14

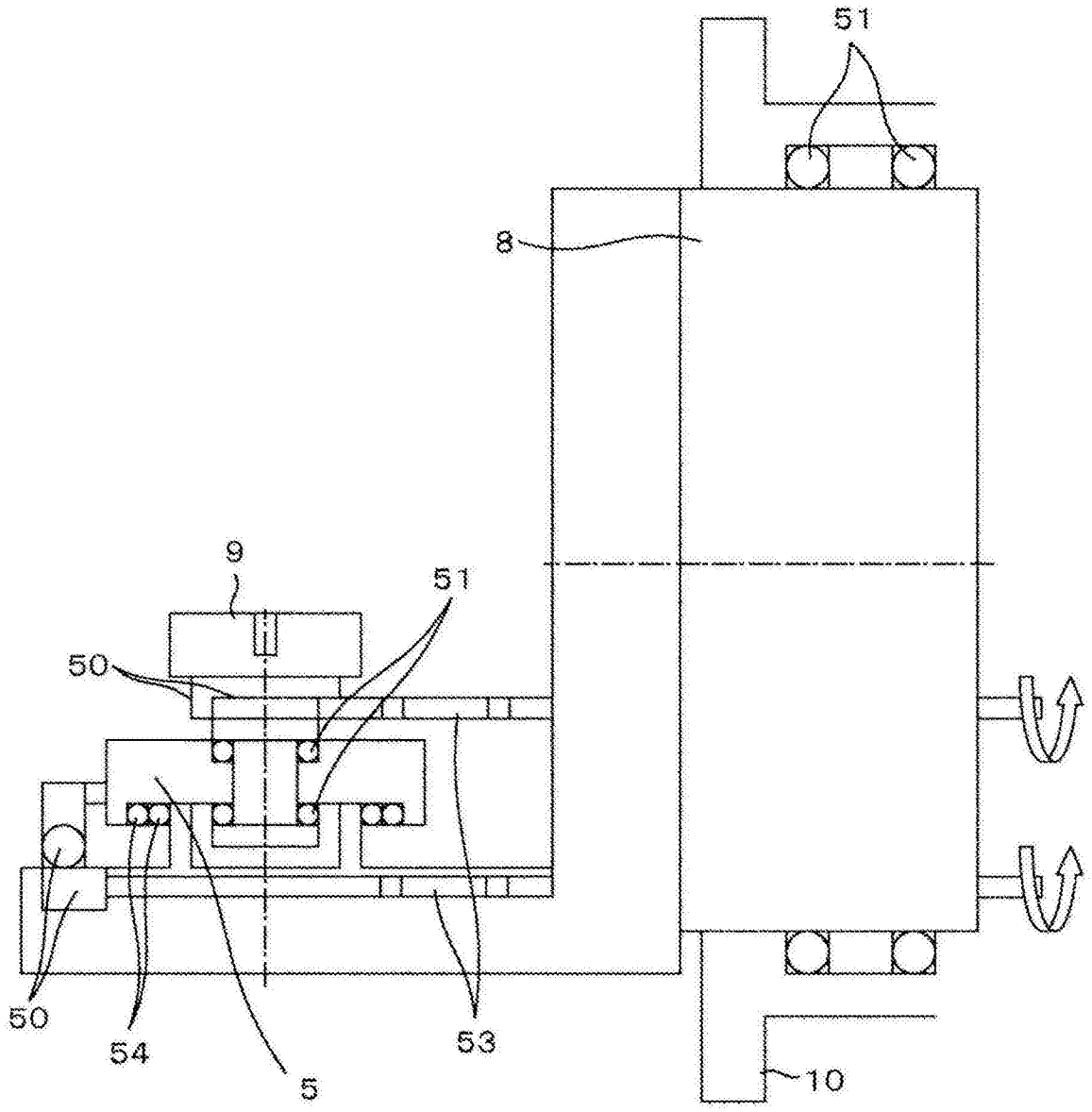


图15

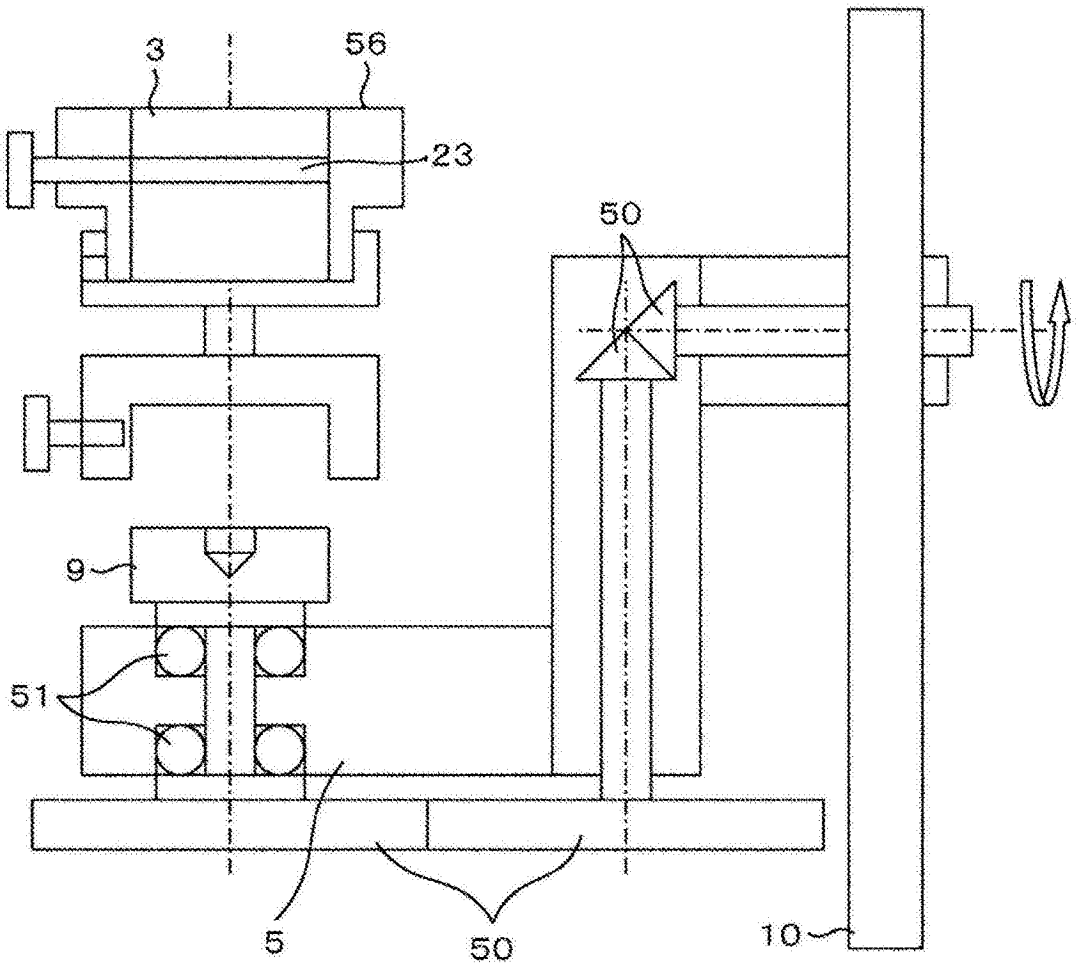


图16

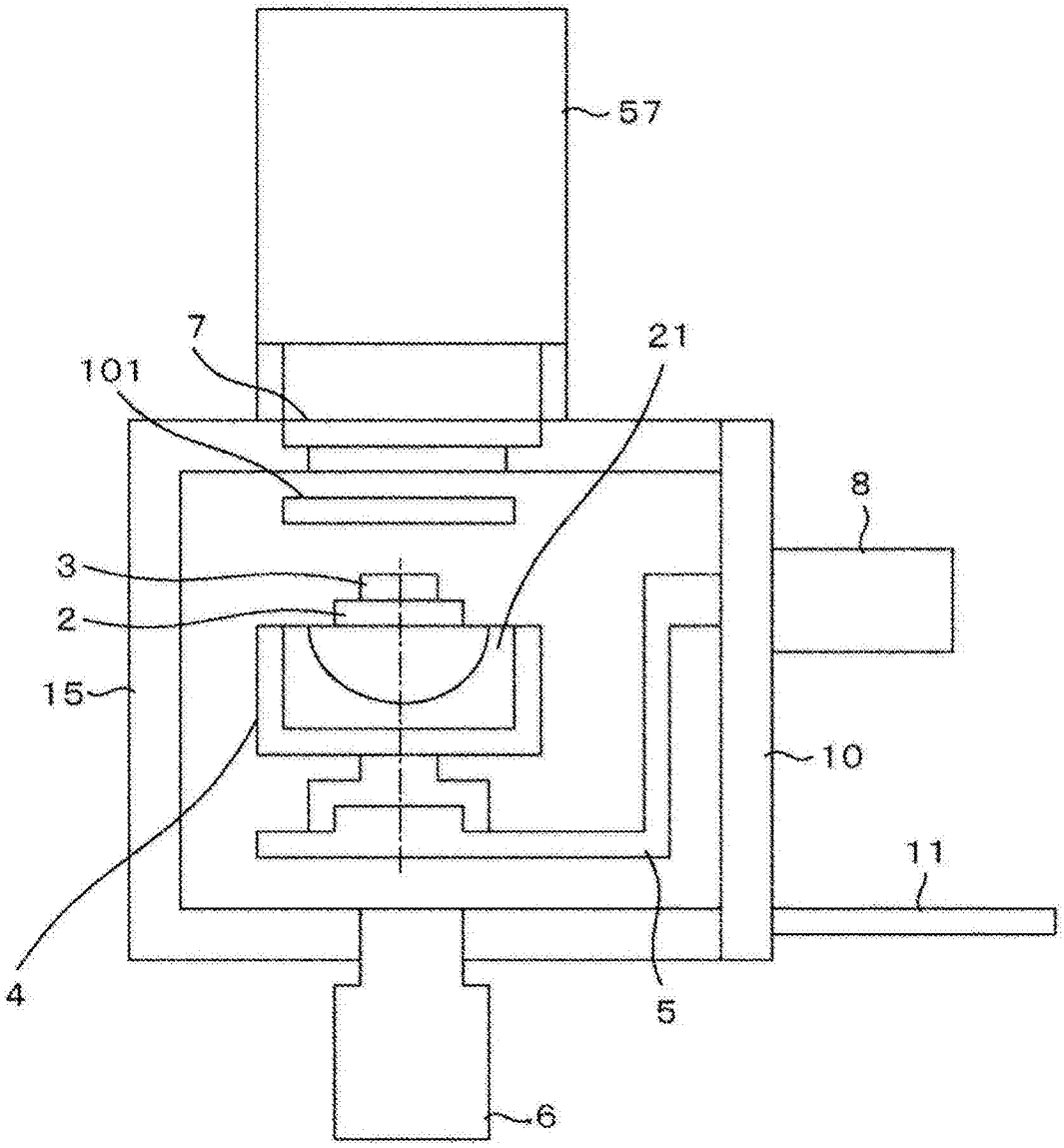


图17

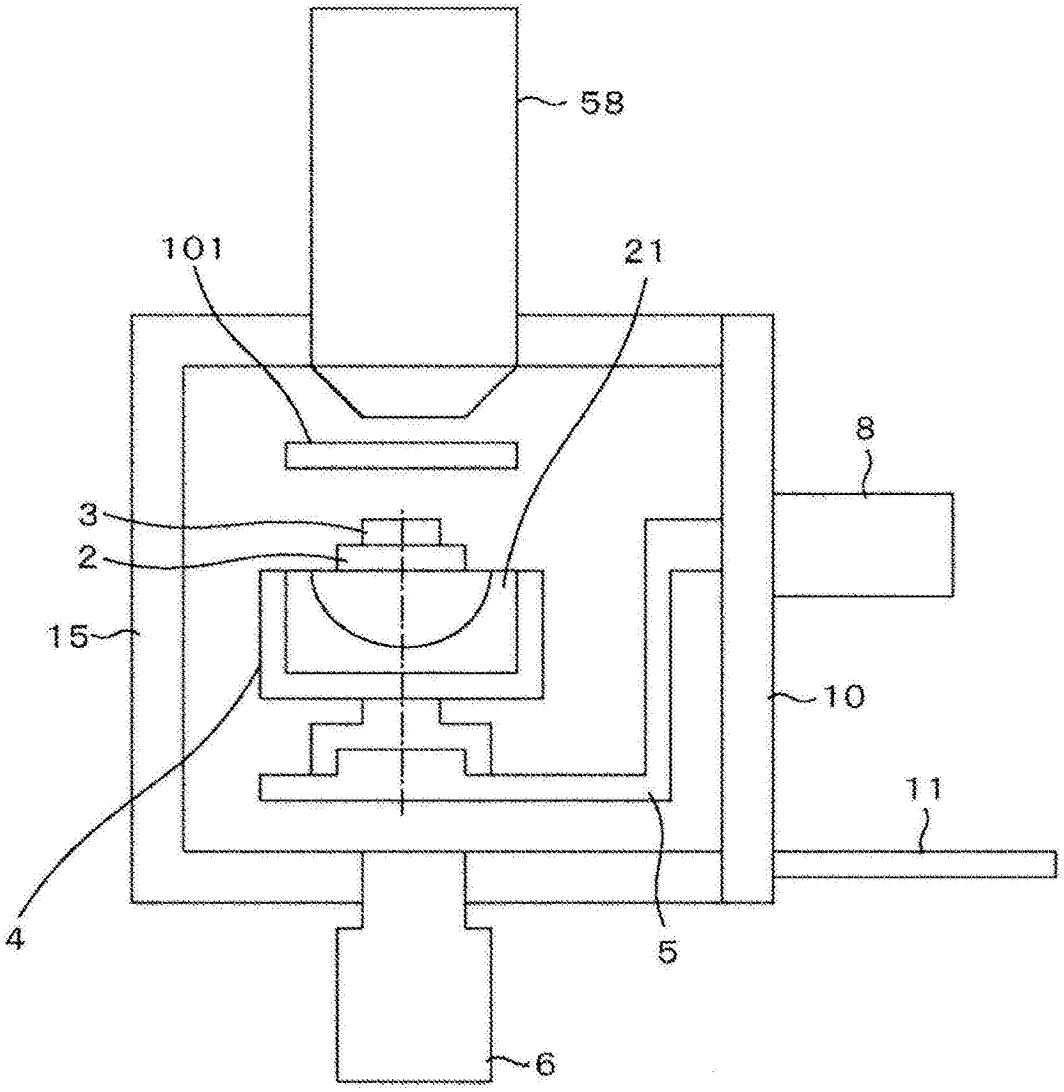


图18

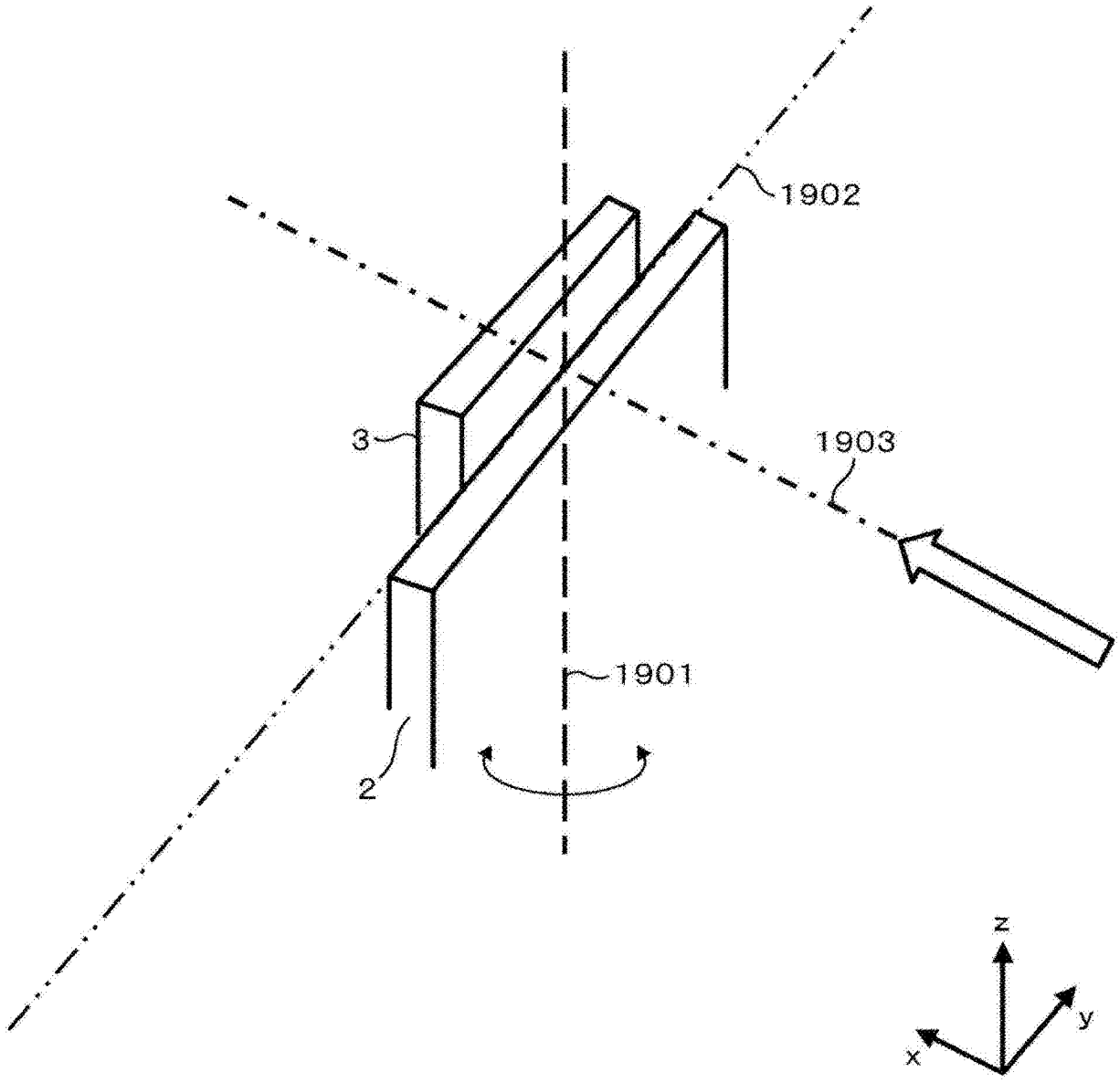


图19

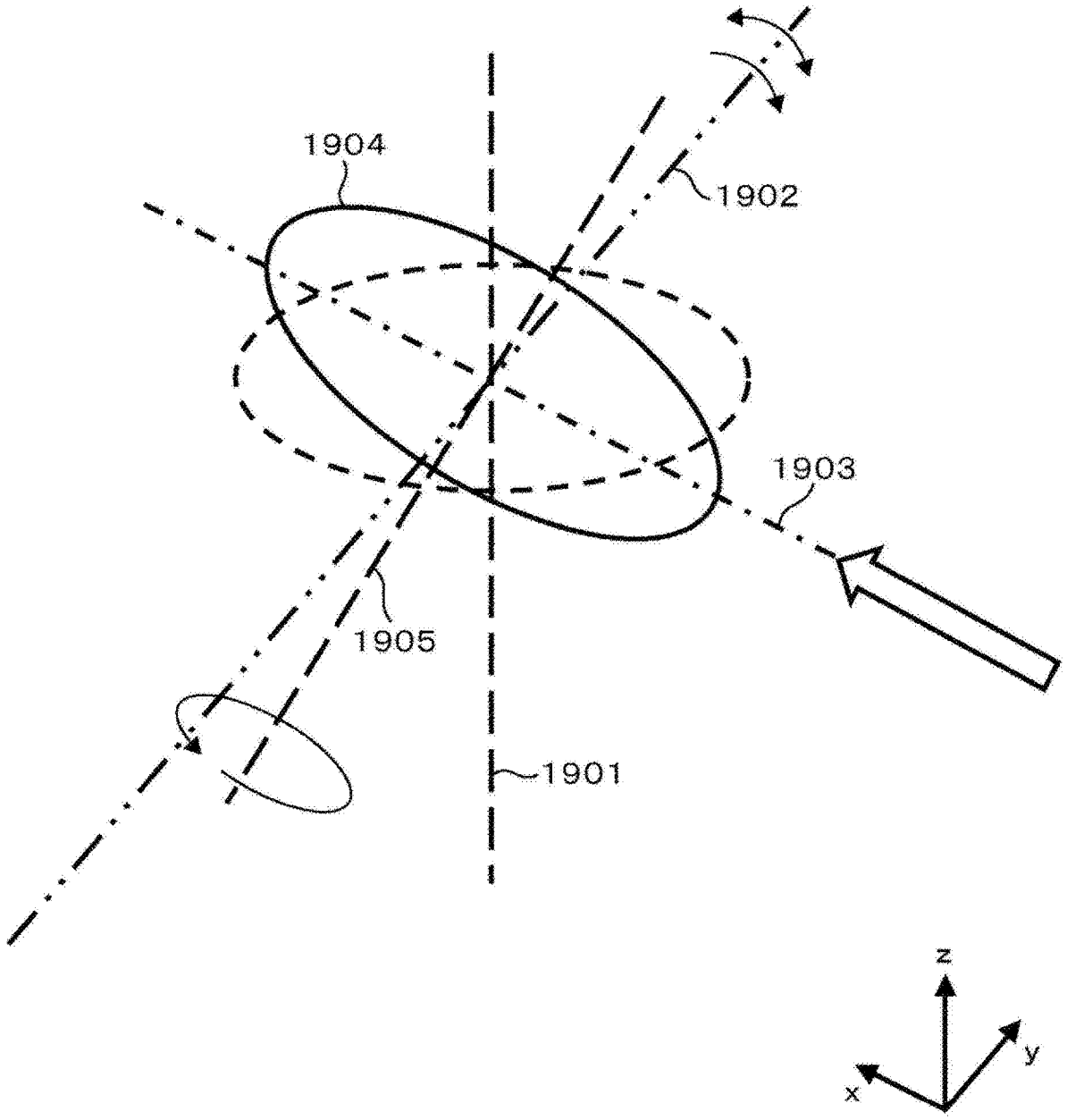


图20

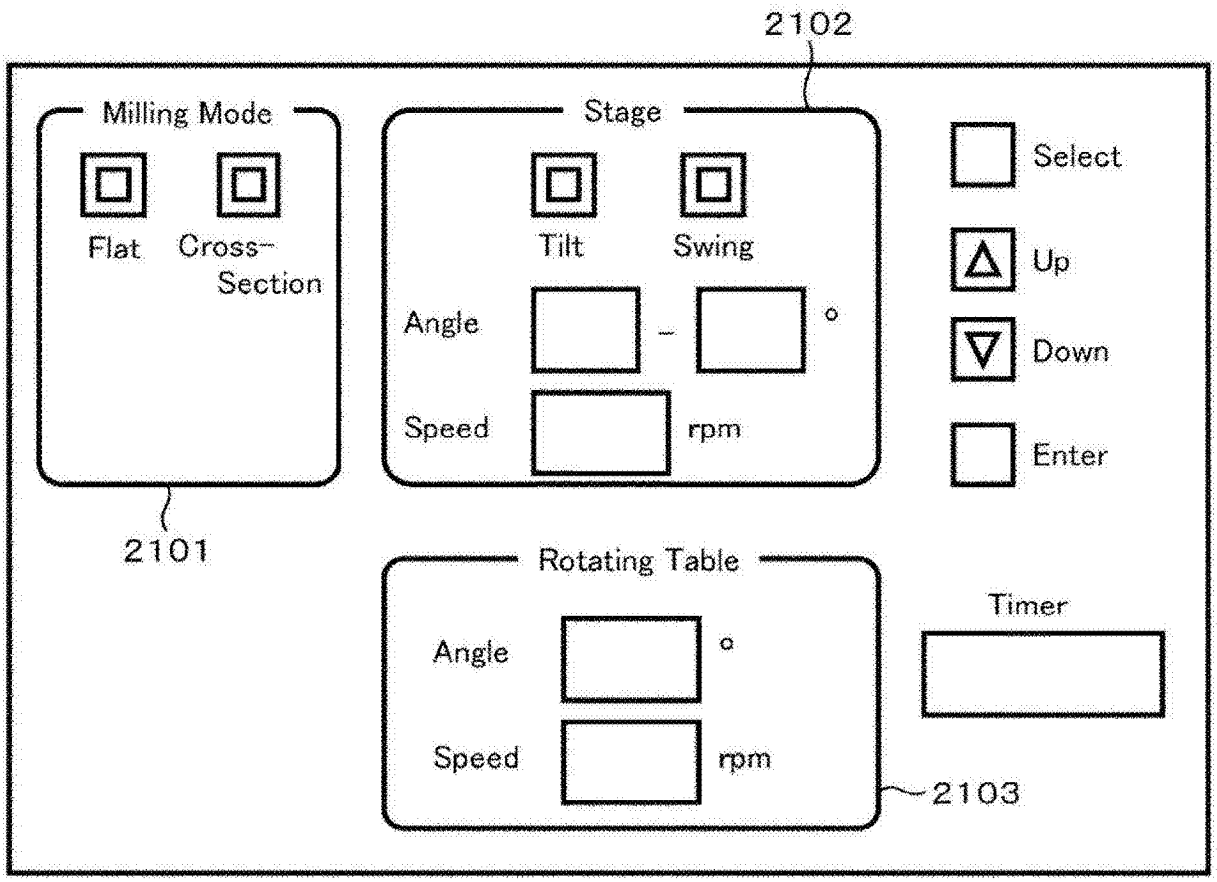

2102
Milling Mode
Flat
Cross-Section
2101
Stage
Tilt
Swing
Angle
°
Speed
rpm
Select
Up
Down
Enter
Rotating Table
Angle
°
Speed
rpm
2103
Timer

图21

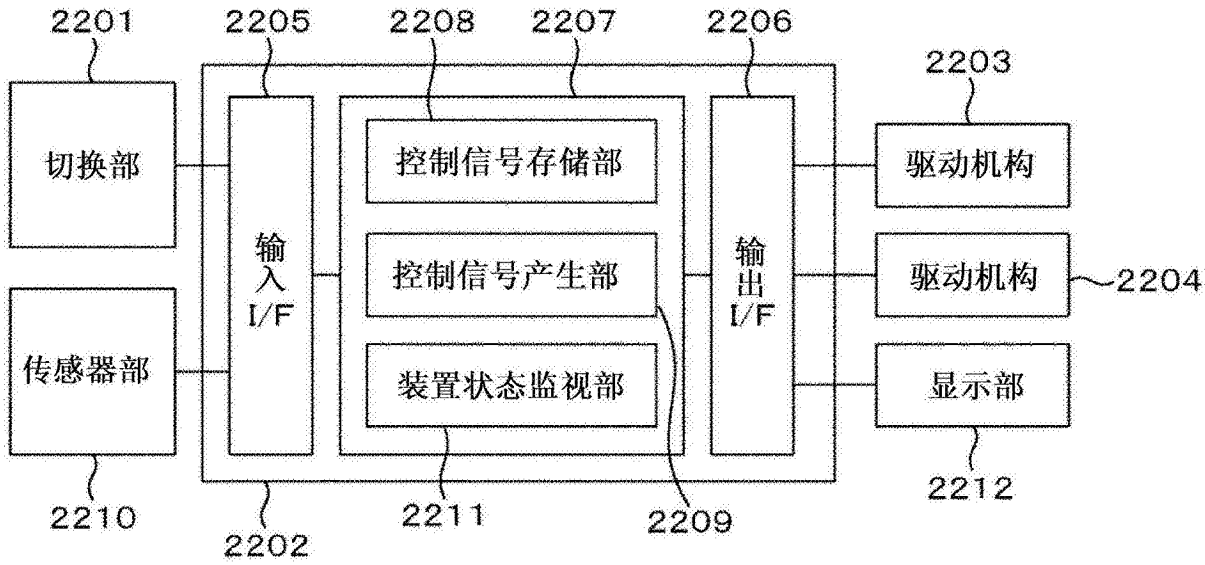

2201
2205
2208
2207
2206
2203
切换部
传感器部
输入I/F
控制信号存储部
控制信号产生部
装置状态监视部
输出I/F
驱动机构
驱动机构
显示部
2204
2210
2202
2211
2209
2212

图22

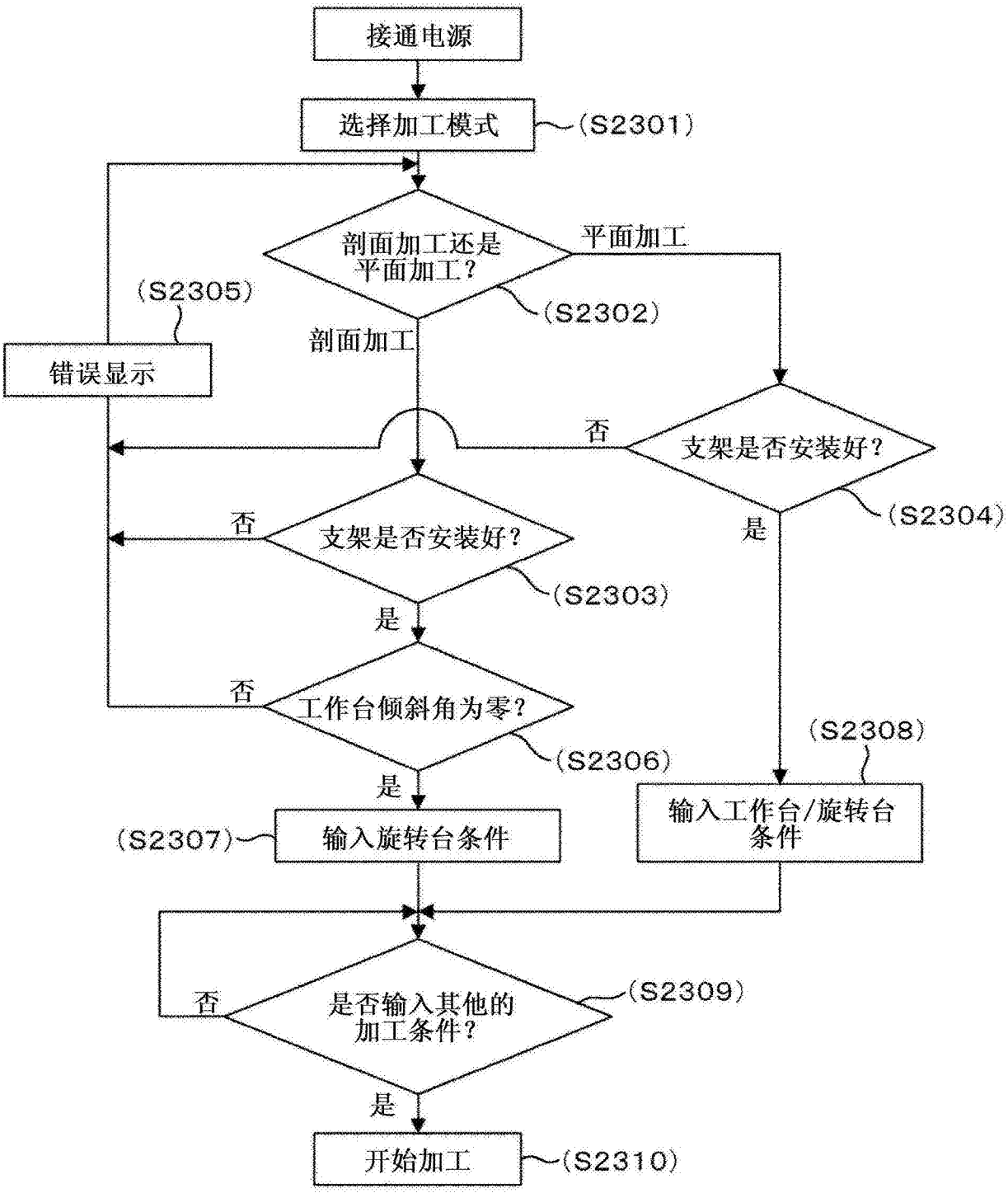

接通电源
选择加工模式
(S2301)
剖面加工还是平面加工?
(S2302)
平面加工
剖面加工
(S2305)
错误显示
否
支架是否安装好?
(S2304)
是
否
支架是否安装好?
(S2303)
是
否
工作台倾斜角为零?
(S2306)
是
(S2308)
输入工作台/旋转台条件
(S2307)
输入旋转台条件
否
是否输入其他的加工条件?
(S2309)
是
开始加工
(S2310)

图23