

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B23K 26/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910163332.0

[43] 公开日 2010年3月3日

[11] 公开号 CN 101658976A

[22] 申请日 2009.8.13

[21] 申请号 200910163332.0

[30] 优先权

[32] 2008.8.25 [33] JP [31] 2008-214853

[71] 申请人 株式会社迪思科

地址 日本东京

[72] 发明人 能丸圭司

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
代理人 陈 坚

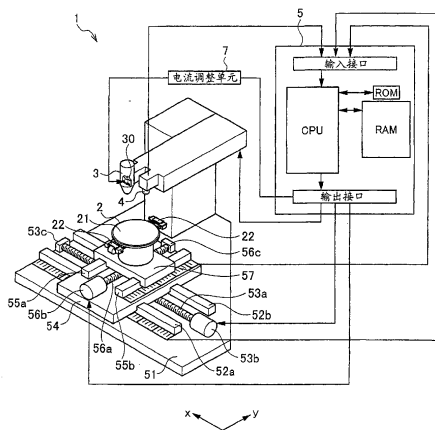
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

[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，其能高速且大范围地调整激光束的聚光点位置。上述激光加工装置包括：保持构件(2)，其保持作为加工对象的工件；和加工构件(3)，其向保持于上述保持构件的工件照射激光束，在该激光加工装置中，加工构件至少设置有：振荡器，其振荡出加工用的激光束；聚光透镜，其使从振荡器发出的激光束会聚于工件；和用于调整激光束的聚光点位置的聚光点位置调整机构(30)。另外，该聚光点位置调整机构由以下部分构成：可动部，其具有永久磁铁，并支承聚光透镜；固定部，其具有用于使上述可动部相对于工件在垂直方向上移动的线圈部、和利用气体来支承可动部的气体轴支承部；以及支承部件，其利用磁排斥作用从下方支承可动部。



1. 一种激光加工装置，其包括：保持构件，其用于保持作为加工对象的工件；和加工构件，其向保持于上述保持构件的工件照射激光束，上述激光加工装置的特征在于，

在上述加工构件中至少设置有：

振荡器，其振荡出上述激光束；

聚光透镜，其使上述激光束会聚于上述工件；

可动部，其支承上述聚光透镜，并且该可动部相对于上述工件在垂直方向上移动；

固定部，其具有利用气体来支承上述可动部的气体轴支承部，并且该固定部与上述可动部一起构成音圈电动机；以及

支承部件，其利用磁排斥作用从下方支承上述可动部。

2. 根据权利要求1所述的激光加工装置，其特征在于，

上述可动部具有永久磁铁，在上述固定部设置有用于驱动上述可动部的线圈部。

3. 根据权利要求2所述的激光加工装置，其特征在于，

上述可动部具有：透镜支承部件，其由环状的永久磁铁构成，聚光透镜配置在该透镜支承部件的内部；一对杆部件，其支承于上述气体轴支承部；以及连接部件，其将上述透镜支承部件和上述杆部件连接起来，

上述线圈部以围绕上述透镜支承部件的方式配置。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的激光加工装置，其特征在于，

上述可动部的可动范围在200 μm 以下。

激光加工装置

技术领域

本发明涉及使用激光束对半导体晶片等工件进行加工的激光加工装置。更详细地说，涉及用于对激光束的聚光点位置进行修正的技术。

背景技术

在半导体器件的制造工序中，在大致圆板形状的半导体晶片的表面上呈矩阵状地形成 IC (integrated circuit: 集成电路) 或 LSI (large-scale integration: 大规模集成电路) 等电路，然后将形成有上述多个电路的晶片沿着预定的间隔道 (分割预定线) 呈格子状地切断，由此使各电路分离而成为芯片。

此外，在被广泛利用于电气设备等中的发光二极管和激光二极管等光器件的制造工序中，关于在由蓝宝石等构成的基板的表面上层叠有氮化镓类化合物半导体等的光器件晶片，也通过沿着间隔道进行切断，来分割成一个个器件，从而使其芯片化。

在这样对各种晶片进行切断 (切割) 时，使用被称为切割机 (dicer) 的切断装置。此外，近年来，还开发出利用激光束对半导体晶片等工件进行切断的方法 (例如，参照专利文献 1、2)。例如，在专利文献 1 所述的加工方法中，向由氧化物单晶构成的工件照射激光束，通过光化学反应使氧化物单晶分子离解和蒸发，由此在工件的预定位置形成槽，沿着该槽将工件劈开。

此外，在专利文献 2 所述的切断方法中，将聚光点对准工件内部地照射相对于工件具有透射性的脉冲激光束，从而沿分割预定线形成了变质区域。由于该变质区域比其它部分的强度要低，所以通过沿着分割预定线施加外力，工件便以变质层为起点分割开来。

另一方面，根据作为加工对象的工件的不同，在直至切割工序之前

的过程中，有时候会产生翘曲或起伏，或者表面不平坦而形成有凹凸。在对这样的工件进行加工的情况下，由于加工面的表面位移不是固定的，所以激光束的聚光点位置在深度方向上产生偏差，加工精度会降低。关于在上述工件内部形成变质层的激光加工，作为加工对象的工件的翘曲、起伏以及凹凸对其影响特别大。

因此，以往提出了这样的激光加工装置：预先对工件上的激光束照射区域的表面位移进行测量，根据其结果，一边对聚光点的深度方向上的位置进行调整一边照射激光束（例如，参照专利文献 3、4）。

此外，还提出了具有如下结构的激光加工装置：利用响应性良好且能够高速移动的音圈电动机，对激光束的聚光点位置进行调整（参照专利文献 5）。在该专利文献 5 所述的激光加工装置中，在支承聚光透镜的支承部中内置有磁铁，并且在配置于该支承部周围的壳体上设置有线圈，利用线圈的驱动力使支承部移动，由此对聚光透镜的位置进行调整。

专利文献 1：日本特开平 10—305420 号公报

专利文献 2：日本特开 2002—192370 号公报（特许第 3408805 号）

专利文献 3：日本特开 2007—152355 号公报

专利文献 4：日本特开 2008—16577 号公报

专利文献 5：日本特开 2008—68308 号公报

但是，在上述现有技术中，存在以下所示的问题。即，在现有的聚光加工装置中，在激光束的聚光点位置的调整中利用了压电元件等致动器，然而，由于这样的致动器的可动距离一般较短，所以存在可调整聚光点位置的范围窄的问题。

另一方面，关于使用了音圈电动机的、专利文献 5 所述的激光加工装置，由于使用了球轴承，所以在可动部和球轴承之间产生静态摩擦阻力，存在响应速度变慢的问题。另外，该激光加工装置在移动范围为几百 μm 以下、特别是 200 μm 以下的情况下，还存在产生超调（overshoot）的问题。

发明内容

因此，本发明的主要目的在于提供一种能够高速且大范围地调整激光束的聚光点位置的激光加工装置。

本发明所述的激光加工装置包括：保持构件，其用于保持作为加工对象的工件；和加工构件，其向保持于上述保持构件的工件照射激光束，在上述加工构件中至少设置有：振荡器，其振荡出上述激光束；聚光透镜，其使上述激光束会聚于上述工件；可动部，其支承上述聚光透镜，并且该可动部相对于上述工件在垂直方向上移动；固定部，其具有利用气体来支承上述可动部的气体轴支承部，并且该固定部与上述可动部一起构成音圈电动机；以及支承部件，其利用磁排斥作用从下方支承上述可动部。

在本发明中，利用可动部和固定部构成了音圈电动机，利用磁吸引力和磁排斥力来对聚光透镜的位置进行调整，其中所述磁吸引力和磁排斥力在由流过线圈的电流产生的磁场和由磁铁形成的磁场之间产生，所以能够实现高速响应和可动范围的扩大。此外，通过利用气体轴支承部对保持聚光透镜的可动部进行支承，降低了静态阻力，因此能够进行微调，提高了聚光点位置的修正精度。

在该激光加工装置中，也可以在上述可动部设置永久磁铁，并在上述固定部设置用于驱动上述可动部的线圈部。由此，由于无需将配线连接于可动部，所以防止了料想不到的力作用于可动部。

此外，上述可动部也可以具有：透镜支承部件，其由环状的永久磁铁构成，聚光透镜配置在该透镜支承部件的内部；一对杆部件，其支承于上述气体轴支承部；以及连接部件，其将上述透镜支承部件和上述杆部件连接起来，该情况下，上述线圈部能够以围绕上述透镜支承部件的方式配置。

另外，上述可动部的可动范围例如在 $200\ \mu\text{m}$ 以下。

根据本发明，由于在聚光透镜的位置调整机构中利用了音圈电动机，并且利用气体轴支承部支承该可动部，所以能够高速且大范围地调整激光束的聚光点位置。

附图说明

图 1 是表示本发明的实施方式所述的激光加工装置的结构图。

图 2 是表示图 1 所示的激光加工装置中的聚光点位置调整机构结构的分解立体图。

图 3 是表示图 2 所示的聚光点位置调整机构的固定部的立体图。

图 4 是表示图 2 所示的聚光点位置调整机构的可动部的立体图。

图 5 是表示图 2 所示的聚光点位置调整机构的动作的立体图。

图 6 是表示图 2 所示的聚光点位置调整机构的动作的剖视图。

标号说明

1: 激光加工装置; 2: 保持构件; 3: 加工构件; 4: 表面位移检测构件; 5: 控制构件; 6: 加工用激光束; 6a: 聚光点; 7: 电流调整单元; 21: 保持面; 22: 夹紧件; 30: 聚光点位置调整机构; 31: 聚光透镜; 32: 可动部; 33: 固定部; 34: 支承部件; 51: 基座; 52a、52b、55a、55b: 导轨; 53a、56a: 滚珠丝杠; 53b、56b: 电动机; 53c、56c: 轴支承座; 54、57: 滑动座; 321: 透镜支承部件; 322a、322b: 杆部件; 323a、323b、333a、333b: 连接部件; 331: 线圈部; 332a: 332b: 气体轴支承部; 341、342: 永久磁铁。

具体实施方式

下面, 参照附图, 对用于实施本发明的最佳方式进行说明。另外, 本发明并不限于以下所示的实施方式。图 1 是表示本实施方式的激光加工装置的结构图。此外, 图 2 是表示图 1 所示的激光加工装置 1 中的聚光点位置调整机构结构的分解立体图, 图 3 是表示其固定部的立体图, 图 4 是表示可动部的立体图。

如图 1 所示, 本实施方式的激光加工装置 1 至少包括: 保持工件的保持构件 2; 以及向工件 10 的预定位置照射激光束的加工构件 3。该激光加工装置 1 中的保持构件 2 只要具有保持工件的保持面 21 即可, 例如, 可列举出利用负压来吸附保持工件的卡盘工作台等。此外, 也可以根据需要, 在保持构件 2 上设置多个夹紧件 22, 这些夹紧件 22 以使环状框架

装卸自如的方式固定该环状框架。

另外，保持构件 2 能够通过进给构件在 x 方向、以及与该 x 方向正交的 y 方向上移动。具体来说，在相互平行地配置于基座 51 上的一对导轨 52a、52b 之间配置有滚珠丝杠 53a，在该滚珠丝杠 53a 的一个端部安装有电动机 53b，滚珠丝杠 53a 的另一端部以能够旋转的方式支承于轴支承座 53c。

此外，在导轨 52a、52b 以及滚珠丝杠 53a 上载置有滑动座 54，在该滑动座 54 上，相互平行地配置有一对导轨 55a、55b 以及滚珠丝杠 56a。该滚珠丝杠 56a 也在一个端部安装有电动机 56b，并且另一端部以能够旋转的方式支承于轴支承座 56c。另外，在导轨 55a、55b 以及滚珠丝杠 56a 上载置有滑动座 57，在该滑动座 57 上设置有保持构件 2。

另外，在由这些部件构成的进给构件中，当利用电动机 53b 驱动滚珠丝杠 53a 时，滑动座 54 被导轨 52a、52b 引导着移动，由此保持构件 2 在 x 方向上移动。另一方面，当利用电动机 56b 驱动滚珠丝杠 56a 时，滑动座 57 被导轨 55a、55b 引导着移动，由此保持构件 2 在 y 方向上移动。

另一方面，在加工构件 3 中至少设置有：振荡器（未图示），其振荡出加工用的激光束；聚光透镜（未图示），其使从振荡器发出的激光束会聚于工件；以及用于调整激光束的聚光点位置的机构（聚光点位置调整机构 30）。

对于设置于该加工构件 3 的振荡器，可以根据工件的种类和加工形态等适当选择，例如可以使用 YAG 激光振荡器或 YVO4 激光振荡器等。另外，在本实施方式的加工装置 1 的加工构件 3 中，也可以在振荡器和聚光透镜之间设置用于改变激光束前进方向的 1 个或多个反射镜（mirror）。

此外，如图 2~图 4 所示，聚光点位置调整机构 30 由可动部 32、固定部 33、以及用于从下方支承可动部 32 的支承部件 34 构成，聚光透镜 31 支承于可动部 32。该聚光点位置调整机构 30 的可动部 32 只要是具有永久磁铁、且能够支承聚光透镜 31 的结构即可，例如如图 4 所示，可以

是将由环状的永久磁铁构成的透镜支承部件 321、和一对杆部件 322a、322b 利用一对连接部件 323a、323b 相互连接起来而成的结构。在该结构的情况下，聚光透镜 31 配置在透镜支承部件 321 的内部。

另外，固定部 33 只要具有线圈部 331 和气体轴支承部 332a、332b 即可，其中，上述线圈部 331 用于使可动部 32 相对于工件在垂直方向上移动，上述气体轴支承部 332a、332b 利用气体来支承可动部 32。例如，在可动部 32 为图 4 所示的结构的情况下，固定部 33 可以如图 3 所示构成为如下结构：使线圈部 331 形成为直径比透镜支承部件 321 大、且能够围绕透镜支承部件 321 的筒型形状，并且通过连接部件 333a、333b 使线圈部 331 与气体轴支承部 332a、332b 一体化。该情况下，线圈部 331 以围绕透镜支承部件 321 的方式配置。

另外，在本实施方式的激光加工装置 1 中，透镜支承部件 321 和线圈部 331 作为音圈电动机发挥作用，由此可动部 32 相对于工件沿垂直方向在例如 $200\ \mu\text{m}$ 以下的范围内移动，从而对激光束的聚光点位置进行调整。此时，由于透镜支承部件 321 由线圈部 331 从整周方向上进行支承，所以 XY 方向上的力矩不会作用于透镜支承部件 321，透镜支承部件 321 的动作稳定。

另一方面，支承部件 34 只要是能够利用磁排斥作用从下方支承可动部 32 的结构即可，例如如图 2~图 4 所示，可以通过在可动部 32 的连接部件 323a、323b 和固定部 33 的连接部件 333a、333b 相互对置的位置安装同极的永久磁铁 341、342 来实现。通过这样利用同极的永久磁铁 341、342 之间的排斥作用，能够在没有电流流过线圈部 331、音圈未动作时，使可动部 32 悬浮并保持在预定位置。

另外，在音圈未动作而处于悬浮状态时，可动部 32 会微小地振动。因此，在本实施方式的激光加工装置中，使用来停止该振动的最小限度的电流流过线圈部 331，并设可动部 32 的振动停止的位置为原点（初始位置）。由此，在使电流流过线圈部 331、使音圈动作时，能够以相等的电流值使可动部 32 从初始位置向上方和下方中的任一方向移动相等的距离，因此容易控制。此外，由于不需要用于使可动部 32 悬浮的电流，也

无需将有电流流过线圈部 331 的状态下的可动部 32 的位置设为初始位置，所以能够降低耗电，并且还能够在抑制发热。

另外，在本实施方式的激光加工装置 1 中，优选设置有：表面位移检测构件 4，其对工件的表面位移进行检测；和控制构件 5，其根据利用该表面位移检测构件 4 检测出的检测结果，来对聚光点位置调整机构 30 的驱动进行控制。

作为在此处使用的表面位移检测构件 4，只要能够对表示工件表面的起伏或凹凸的表面位移进行检测，其结构和方法并没有特别限定，例如，可以构成为如下结构：在保持构件 2 的上方设置具有激光振荡器等的光照射部、和由传感器等构成的光检测部，向工件照射能够被工件表面反射的波长的光，并对该反射光进行检测。该情况下，在光检测部对反射光的光量进行测量，根据其值的变化，能够求出从工件表面到光检测部为止的距离的变动、即工件的表面位移。

此外，控制构件 5 例如可以由计算机构成，该控制构件 5 可以构成为包括：中央处理装置（CPU），其按照控制程序进行运算处理；只读存储器（ROM），其对控制程序等进行存储；能够读写的随机存取存储器（RAM），其对运算结果等进行存储；输入接口，来自表面位移检测构件 4 的光检测部的输出信号被输入到该输入接口；以及输出接口，其向加工构件 3 的聚光点位置调整机构 30 和进给构件的各电动机 53b、56b 等输出动作信号。

接下来，对本实施方式的激光加工装置 1 的动作，即、使用激光加工装置 1 来加工工件的方法进行说明。作为成为本实施方式的激光加工装置 1 的加工对象的工件，例如可列举出半导体晶片、DAF（Die Attach Film：芯片贴膜）等粘接带、由玻璃、硅和蓝宝石等无机材料、金属材料或者塑料等构成的各种基板、半导体产品的封装体、以及要求具有精密级的精度的各种加工材料等。将这样的工件经粘贴在背面的粘接带支承于环状框架的开口部，并在该状态下对其进行加工。

在本实施方式的激光加工方法中，首先，将支承于环状框架的状态下的工件载置到保持构件 2 上。然后，利用夹紧件 22 固定该环状框架，

并利用保持面 21 吸附保持工件。接着，利用加工构件 3 沿着分割预定线向工件照射预定波长的加工用激光束。此时，利用表面位移检测构件 4，对照射激光束的部分即分割预定线的表面位移进行检测，根据其结果利用控制构件 5 对聚光点位置调整机构 30 的驱动进行控制，从而对激光束在工件厚度方向上的聚光点位置进行调整。

图 5 是表示聚光点位置调整机构 30 的动作的立体图，图 6 是其剖视图。如图 5 和图 5 所示，在本实施方式的激光加工装置 1 中，加工用激光束 6 从透镜支承部件 321 内通过，并通过聚光透镜 31 朝向工件会聚。此时，通过使可动部 32 相对于工件在垂直方向上移动，来对激光束 6 的聚光点 6a 的位置进行调整。

具体来说，根据由表面位移检测构件 4 检测出的检测结果，利用控制构件 5 对电流调整单元 7 进行操作，使提供给线圈部 331 的电流值变化。由此，在通过使电流流过线圈部 331 而产生的磁场和由构成透镜支承部件 321 的永久磁铁形成的磁场之间产生的磁吸引力·磁排斥力发生变化，因此能够对可动部 32 的位置进行调整。在构成为这样的结构的情况下，可动部 32 的可动范围可以在例如 $200\ \mu\text{m}$ 以下的范围内任意设定。

并且此时，通过以预定的压力将空气等气体导入到气体轴支承部 332a、332b 内，来在与可动部 32 的杆部件 322a、322b 的移动方向垂直的方向上支承该可动部 32 的杆部件 322a、322b。这样，通过利用气体轴支承部支承可动部 32，能够使可动部 32 的静态阻力接近 0，因此消除了超调的问题。其结果为，能够实现高速响应，即使在几百 μm 以下的范围内移动，也能够高精度地调整聚光透镜 31 的位置，能够实现例如 $\pm 60\text{nm}$ 左右的定位精度。

如上所述，在本实施方式的激光加工装置 1 中，由于利用透镜支承部件 321 和线圈部 331 构成了音圈电动机，通过由该磁场和电流产生的力来驱动可动部 32，从而对聚光透镜 31 的位置进行调整，所以能够实现高速响应，并且与现有的压电元件等致动器相比能够实现可动范围的扩大。此外，由于利用气体轴支承部来支承可动部 32，所以能够大幅度降低静态阻力，从而能够高精度地调整激光束的聚光点位置。

另外，在本实施方式的激光加工装置 1 中，可动部 32 由永久磁铁形成，线圈部 331 设置于固定部 33，但是本发明并不限于此，也可以在可动部 32 上形成线圈，并将永久磁铁设置于固定部 33。其中，在将线圈部 331 设置于固定部 33 时，在可动部 32 上无需配线，因此能够防止料想不到的力作用于可动部 32。

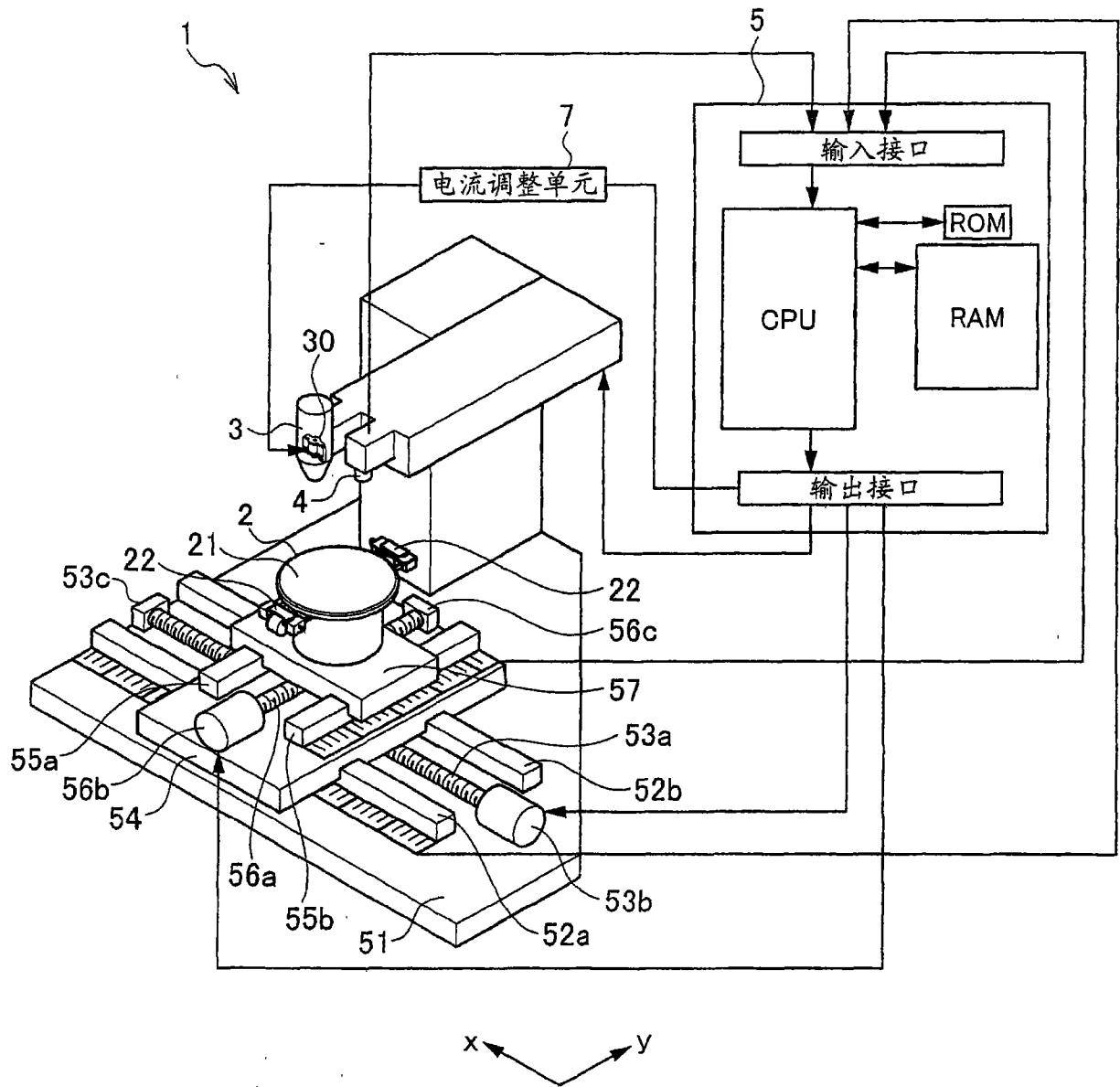


图 1

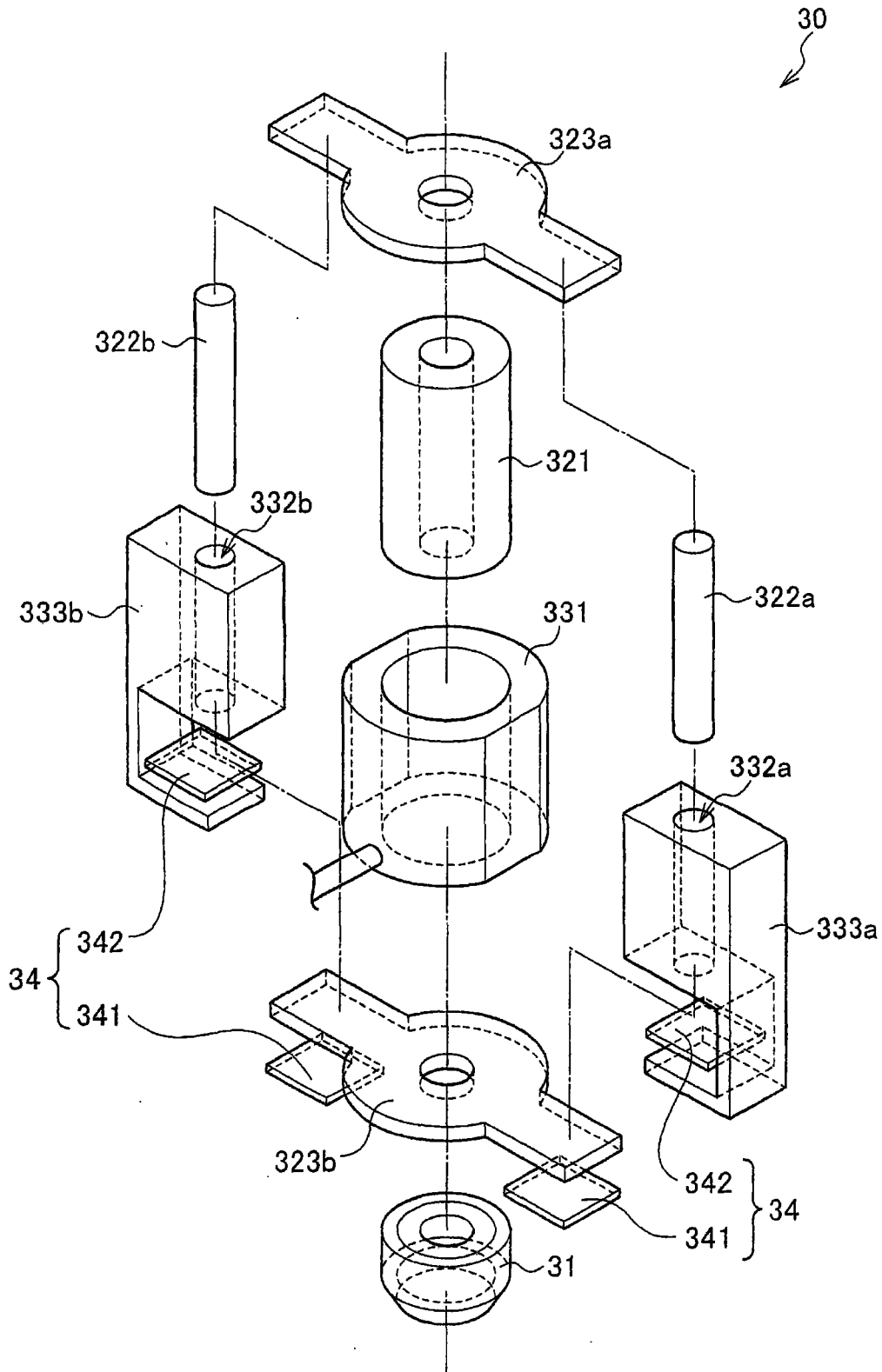


图 2

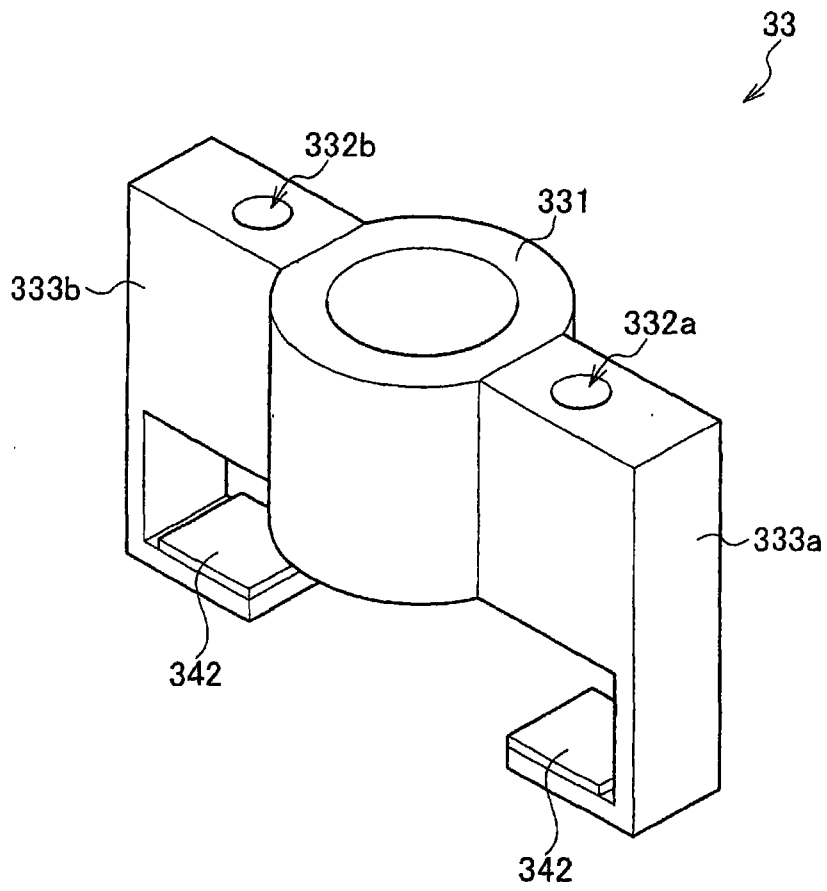


图 3

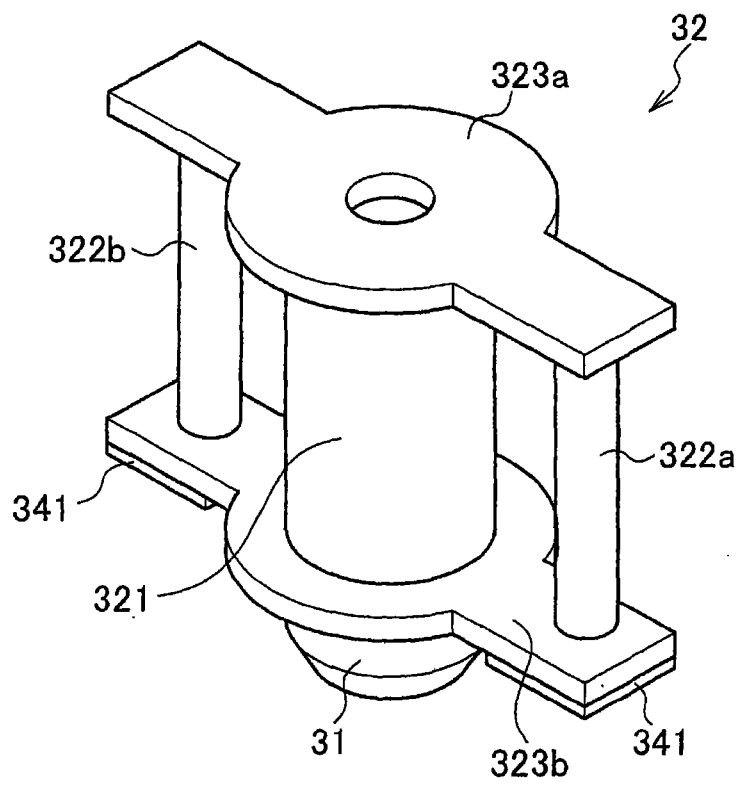


图 4

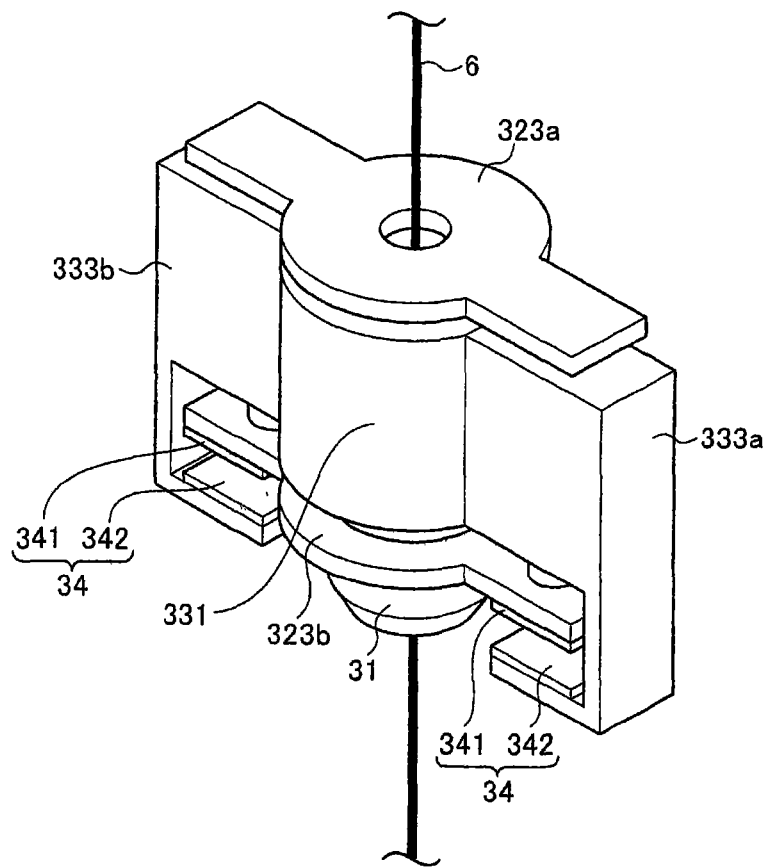


图 5

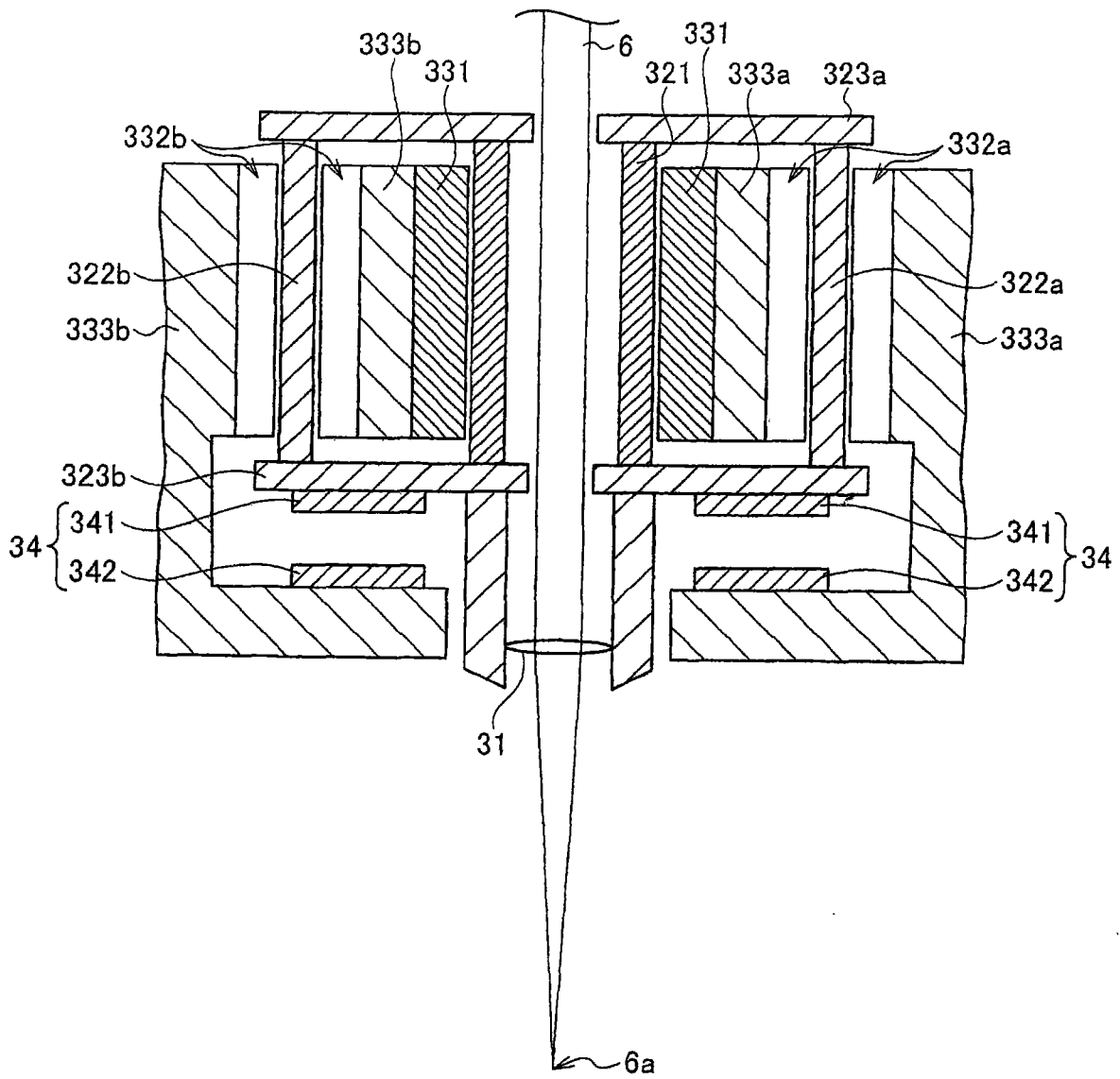


图6