[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G01B 5/08

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98108093.6

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1144024C

[22] 申请日 1998.5.7 [21] 申请号 98108093.6

[30] 优先权

[32] 1997. 5. 7 [33] JP [31] 116941/1997

[32] 1997. 5. 7 [33] JP [31] 116945/1997

[71] 专利权人 株式会社三丰

地址 日本川崎市

[72] 发明人 大塚行治 猿木义雄 守屋良雄

审查员 雒晓明

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

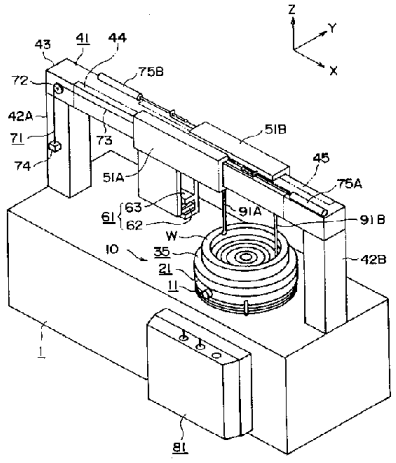
代理人 侯佳猷

权利要求书 2 页 说明书 22 页 附图 22 页

[54] 发明名称 测量装置、测量装置用触头及测量方法

[57] 摘要

一种用于测量物体内外侧面间距离尺寸和内外径尺寸等的测量装置，它具有设有放置被测物体(W)的台座(35)的主体(1)以及通过支柱(42A、42B)将沿着一对测量头移动方向延伸之导轨(43)的端部支承在主体上的门形框架(41)。 在导轨(43)上设有一对可移动自如地被支承着的滑块(51A、51B)，并有一对测量头(91A、91B)从这些滑块向下延伸而与台座(35)上的被测物体(W)相接触。由于这种测量装置可缩短测量头的长度而减小测量头的挠曲变形，故能作高精度测量，并可省去用标准试件来作校正测试。



ISSN1008-4274

知识产权出版社出版

1.一种用于测量物体内外侧面间距离尺寸的测量装置，它是通过使一对测量头一面沿着测量轴相对移动一面与被测物体的侧面抵接，由此时该对测量头之间的距离来测定的，其特征在于，

具有：设有放置被测物体之台座的主体；

配置于所述台座之上方、通过支柱将沿着所述一对测量头移动方向延伸的导轨端部支承在所述主体上的门形框架；

在所述导轨上移动自如、且朝下方延伸以保持与所述台座上的所述被测物体的侧面进行抵接的一对测量头的滑块；

将所述测量头同时沿所述导轨朝相互接近或分离的方向进行移动的测量头驱动控制装置，

所述测量头驱动控制装置有选择地仅使所述测量头中的一个可沿所述测量轴移动。

2.如权利要求1所述的测量装置，其特征在于，在所述台座上设有通过将所述台座向下移动而使所述被测物体与所述的一对测量头相分离的升降机构。

3.如权利要求2所述的测量装置，其特征在于，所述升降机构具有：通过导杆可升降自如地设置于所述主体且支承所述台座之下面的升降台、使所述升降台升降的驱动装置。

4.如权利要求1所述的测量装置，其特征在于，具有：使所述一对测量头与上述台座在相对于所述测量轴线垂直、且与所述被测物体直径方向大致平行的第1方向上相对移动的第1相对移动装置；

使所述一对测量头与所述台座在相对于所述测量轴线垂直、且与所述第1方向垂直的第2方向上相对移动的第2相对移动装置；

可以调整所述台座相对于与所述第2方向垂直之平面的倾斜程度的倾斜调整装置。

5.如权利要求4所述的测量装置，其特征在于，具有能使所述台座以与所述第2方向平行的轴为中心而旋转的旋转装置。

6.如权利要求5所述的测量装置，其特征在于，所述的第2相对移动装置系由包含通过导杆升降自如地设置在所述主体上、且支承所述台座之下面的升降台和使所述升降台升降的驱动装置在内的升降机构所构成。

7.如权利要求6所述的测量装置，其特征在于，在所述升降台的上面形成与所述台座之下面相接触、承受所述台座及加在所述台座上的负载重量、且可移动地支承所述台座的滑动面。

8.如权利要求7所述的测量装置，其特征在于，所述滑动面系在以朝所述第1方向延伸的轴线为中心的圆周上形成，所述旋转装置及第1相对移动装置系在所述滑动面的内侧、且容纳在所述台座下面所形成的凹部内。

9.如权利要求8所述的测量装置，其特征在于，所述滑动面中间夹入低摩擦部件。

10．一种测量方法，它是通过一对可沿测量轴线相对移动且可相对被测物体移动的测量头，对被测物体的内径或外径进行测量的，其特征在于，它包括：

（a）用以下方法来调整测量位置的工序：

（a1）将所述测量头与所述被测物体的相对的内侧面或外侧面接触，以一定的压力向所述侧面施力；

（a2）一边测量所述测量头之间的距离，一边将所述测量头及所述被测物体相互朝与所述测量轴垂直且与所述被测物体的径向大致平行的第1方向移动，一直移动至认为所述距离为最大的位置；

（b）用以下方法沿第1方向对所述被测物体的直径与被测量的直径线的倾角进行调整的工序：

（b1）仅使一个所述测量头相对于所述被测物体移动，并使所述一个测量头与所述被测物体的内侧面或外侧面抵接；

（b2）一边将所述一个测量头与所述侧面抵接并测量所述测量头之间距离的变化；

（b3）一边针对所述不同的倾斜角度重复工序（b2）并调整所述倾角直至工序（b2）中测量得到的距离变化为最小；

（c）将双方的测量头沿所述测量轴移动，直至所述测量头与所述被测物体的内侧面或外侧面抵接，从而测量所述测量头之间距离的工序。

11．如权利要求10所述的测量方法，其特征在于，在工序（c）之前，具有：

（d）将所述被测物体以与第2方向平行的轴为中心旋转90°，然后重复工序（a）及（b）的工序。

测量装置、测量装置用触头及测量方法

技术领域

本发明涉及一种使一对测量头一面相对移动一面与被测物体接触、由此时该对测量头间的距离来测量被测物体之内外侧面间尺寸或内外径的测量装置及测量方法。同时，还涉及适用于作内侧面测量的测量装置用测量头。

背景技术

现在通常利用内外侧面测量机来测量被测物体的内外侧面间的尺寸，它是使一对侧量头一面相对移动一面与被测物体接触，由此时该对测量头间的距离来测定的。

采用这样的内外侧面测量机，就能从一对测量头间距离来测定被测物体的内外侧面间尺寸，故就能正确测定环形被测物的内外径、被测物体上所形成的孔径、槽宽或被测物体的厚度尺寸等，从而能正确地进行被测物体多种尺寸的测定。

作为现有内外侧面测定机有例如图 20 所示的内外侧面测量机 110。

该内外侧面测定机 110 具有：主体 111，设于该主体 111 上放置被测物体 W 之台座 112，以及从该台座 112 的被测物体置放面上凸出且互为相反方向 A、B 移动、与被测物体 W 的侧面相接触的一对测量头 P_1、P_2。

在上述主体 111 的内部设有沿该对测量头 P_1、P_2的移动方向延伸的导轨 115 以及对可移动自如地支承在该导轨上的上述一对测量头 P_1、P_2下端进行支承的一对滑块 55。上述的台座 112 具有设置于主体 111 上部并同时对被测物体 W 的水平方向位置进行调整用的 X－Y 台座 113，以及对被测物体 W 的测量头 P_1、P_2进行倾斜调整用的倾斜调整台座 114。

在测量时，例如在测量被测物体 W 的内侧面间尺寸的场合，使一对测量头 P_1、P_2相互靠近，在此状态下将被测量物 W 安放在台座 112 上后，再使该对测量头 P_1、P_2互为相反方向 A 移动。在各测量头 P_1、P_2与被测物体 W 的内侧面相接触的状态下，通过检测各滑块 116 之位置的位移检测器（图示省略）的读数，就能作为该对测量头 P_1、P_2间的距离来测定被测物体 W 的内径。另外，在测量时为要使测量头 P_1、P_2确实与被测物体 W 的内侧面相接触，应在用滑块 116 对测量头 P_1、P_2施加接触力的状态下进行测量。

此外，作为其他的内外侧面测量机，已知还有如图 21 所示的内外侧面测量机 120。

该内外侧面测量机 120 具有：夹在设于主体 121 上台座 122 两边、面对面配置的一对导轨 125，分别设于该导轨 125 上的一对滑块 126，安装在该各滑块 126 上的臂 127，以及设置于该各臂 127 前端部分上的测量头 P_1、P_2。此外，与上述台座 112 同样，台座 122 也具有 X－Y 台座 123 和倾斜调整台座 124。

在测量时，例如在测量被测物体 W 的内侧面尺寸的场合，与上述内外侧面测定机 110 同样，使一对测量头 P_1、P_2 向相互远离的方向 A 移动，通过检测各测量头 P_1、P_2 与被测物体 W 的内侧面相接触时各滑块 126 位置的位移检测器（图示省略）的读数，就能以该对测量头 P_1、P_2 间的距离来测定被测物体的内径。

但在实际上，想要用这些内外侧面测定机 110、120 高精度地来测量包含各种大小尺寸的被测物体 W 的尺寸时则存在如下的问题。

（存在问题 1）

对于内外侧面测定机 110 来说，由于其台座 112 为由 X－Y 台座 113 和倾斜调整台座 114 所组成的多层结构，为要从配置在台座 112 下方的滑块 116 将测量头 P_1、P_2 的前端突出于台座 112 的上方，测量头臂长必须很长。因此，要使 P_1、P_2 以给定的接触力与被测物体 W 的内侧面相接触的话，就会发生因接触力而引起的测量头 P_1、P_2 的挠曲而使一对测量头 P_1、P_2 间的实际距离与位移检测器的测量值间产生误差的问题。

对于内外侧面测定机 120 来说，其测量头 P_1、P_2 的长度做得很短，但为要适应于包含各种大小尺寸的被测量物，就必须加大臂 127 的长度尺寸，由于臂 127 的长度加长，因其自重和测量头 P_1、P_2 对被测物体 W 的接触力而产生挠曲，与上述同样会发生一对测量头 P_1、P_2 间的实际距离与位移检测器的测量值间产生误差的问题。

因此，对于这些内外侧面测定机 110、120 来说，为要消除上述的尺寸误差，就要采用与尺寸已知的标准试件作比较来修正的校正测量进行被测物体 W 尺寸的测定。

另一方面，对于这种传统的内外侧面测定机 110、120 来说，由于受测量头 P_1、P_2 或臂 127 挠曲影响大，故无论被测物体 W 要求的测量精度如何，都必须进行校正测量，这就存在着导致被测物体 W 尺寸测量工作复杂化的问题。

另外，在利用长的测量头 P_1、P_2 或长的臂 127 来作尺寸测量时，挠度的绝对量值大，故测量头 P_1、P_2 之接触力的变动值对测量值的变动偏差影响很大，存在难以作高精度尺寸测量的问题。

（存在问题 2）。

在不管上述哪一种内外侧面测定机 110、120 上，为要正确地测定被测物体 W 的内径或外径，在将被测物体 W 放置到测量机上时，必须进行使被测物体 W 的直

径位置与测量机的测量轴线（测量头移动轴线）相一致的调整（测量位置调整）以及使被测物体的内径或外径的中心轴相对于与上述测量轴线垂直的轴线之倾斜的修正调整（倾斜调整）。亦即，必须将被测量物 W 的内径或外径的中心轴调整为与测量轴线交叉且正交。

例如，在测定内径时，如图 22 所示，若被测物体 W 的直径位置与测量机的测量轴线错开，则一对测量头 P_1、P_2 的间隔 d 就小于被测物体 W 的直径 D，就不能作出正确的测定。因此，为要正确地测定被测物体 W 的内径（或外径），如图 23 所示，必须使被测物体 W 的直径位置的测量装置的测量轴线相一致。

此外，如图 24 所示，若被测物体 W 的内径（或外径）的中心轴相对于与测量轴线垂直的轴线倾斜，则一对测量头 P_1、P_2 间的间隔 d 就大于被测物体 W 的直径 D，就不能作出正确的测定。因此，为要正确地测定被测物体 W 的内径（或外径），如图 25 所示，必须使被测物体 W 的内径（或外径）的中心轴相对于与测量轴或垂直的轴线没有倾斜。

但是，使被测物体 W 的直径位置与测量机的测量轴线相一致的调整以及对被测物体的内径或外径的中心轴相对于与测量轴线垂直的轴线的倾斜作修正的调整作业不仅困难而且费时。

例如，在调整测量位置时，在使一对测量头 P_1、P_2 与被测物体 W 的内周相接触的状态下，要一边使测量头 P_1、P_2 和被测物体 W 在相对于测量轴线垂直的方向（径向）作相对移动、一边测定该对测量头 P_1、P_2 间的间隔，找出该对测量头 P_1、P_2 间的间隔最大的位置，若使测量头 P_1、P_2 和被测物体 W 位于此位置上，则被测物体 W 的直径位置就能与测量机的测量轴线一致了。在这种场合下，由于在测量轴线方向的移动误差成分影响小，故较少需要对相对移动机构的直线移动精度作高精度的精加工。

但是，在将被测物体 W 的内径或外径的中心轴相对于与测量轴线垂直的轴线作无倾斜调整时，在使一对测量头 P_1、P_2 与被测物体 W 的内周或外周相接触的状态下，即使使该对测量头 P_1、P_2 和被测物体 W 在与测量轴线垂直的轴方向（内径或外径的中心轴方向）相对移动，由于是一对测量头 P_1、P_2 同时在与测量轴线相同的方向上移动，不可能检测出倾斜。因此，调整既困难又费时。

此外，对于用 1 根测量头来测量内径的内径测量机来说，在测量位置调整时，在使 1 根测量头与被测物体的内周相接触的状态下，要一边使测量头和被测物体在相对于与测量轴线垂直的方向（径向）作相对移动、一边测定测量头的位移，找出测量头位移最大（或最小）的位置，如果将测量头和被测物体置于此位置上，则在使测量头和被测物体在相对于测量轴线垂直的方向上相对移动时的移动直线度会影响测量值。亦即，若在测量头和被测物体的相对移动机构中有在测量轴

线方向上的移动误差成分的话，因其误差成份被叠加到测量值上，故必须对直线移动精度作高精度的精加工。

（存在问题 3）

如图 26 所示，在不管上述哪一种内外侧面测量机 110、120 上，作为测量头 P_1、P_2，都是具有其基端与滑块连接的、由钢制的圆柱形棒所组成的轴部 131 以及在该轴部 131 的前端用钎焊焊接上去的钢球制的接触部 132、而接触部 132 的外周面为与被测物体 W 相接触而从轴部 131 的周面向径向突出的结构。

可是，在使一对测量头 P_1、P_2互为相反方向移动而使其各接触部 132 与被测物体 W 的测量面相接触时，系为使接触部 132 确实与被测物体 W 的测定面相接触而在测量头 P_1、P_2上施加接触力的状态下来进行尺寸测量，故因被测物体 W 的测量面的反作用力而使轴部 131 产生挠曲变形，由于该挠曲，会使实际的内侧尺寸与位移检测器的读取值间产生误差。

由此，若轴部 131 的刚性不够，挠曲量就大，就存在难以正确测量 L1 尺寸的问题，故必须将轴部 131 的轴径加粗，以提高刚性，将轴部 131 的挠曲限制在最小限度以内，以确保测量精度。

另一方面，如图 27 所示，在对在被测物体 W 形成之小孔 Wh 的内径 L2 进行测量的场合，必须将 2 根测量头 P_1、P_2同时插入小孔 Wh 内。因此，在这种场合又不能将测量头 P_1、P_2的轴部 131 做得太粗。

因此，如图 28 所示，可考虑采用如下的测量头 P_1、P_2，即用量垂直于移动轴 C 的轴线 D 对较小孔 Wh 的孔径小的若干个圆形轴部截面进行分割，并作为大致半圆形截面的轴部 141，该轴部 141 的前端上设置半球状的接触部 142，并作为将轴部 141 的截面扩大的测量头 P_1、P_2。

可是，即使采用了这样的测量头 P_1、P_2，由于对反作用力起作用的移动轴 C 方向的尺寸无法扩大，故很难说能确保对于该方向力有足够的刚性，因而存在难以用内外侧面测量机 110、120 高精度地测量被测量物 W 的内侧面尺寸 L1、L2 的问题。

此外，由于在测量头 P_1、P_2上反作用力 F 大，其轴部 141 上会发生残留变形，存在可能使读取尺寸产生变动偏差、难以取得高可靠性测量结果的问题。

发明内容

因此，本发明的目的在于，在使一对测量头一面相对移动一面与被测物体的侧面相接触而由此时该对测量头之间的距离来测定被测物体内外侧面间距离尺寸的测量装置中，提供一种能够高精度地测定被测物体的尺寸而无需校正测量的测量装置。

同时，本发明的另一目的在于，提供一种无需对被测物体和测量头的相对移动机构作高精度的精加工、也能正确且简便地进行使被测物体的直径位置和测量轴线相一致的调整以及使被测物体的内径或外径的中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线倾角修正调整的测量装置及测量方法。

此外，本发明的又一目的在于，提供一种无论被测物体内侧面间距离为多大都能高精度且高可靠地测定其内侧面间距离尺寸的测量装置用测量头。

[内外侧面间距离测定用测量装置]

本发明的测量装置是一种通过使一对测量头一面相对移动一面与被测物体侧面相接触，从此时该对测量头之间的距离来测定被测物体的内外侧面间距离尺寸的测量装置，其特征在于，具有：设有放置被测物体之台座的主体，配置于上述台座之上方、通过支柱将沿着一对测量头移动方向延伸之导轨端部支承在主体上的门形框架；在上述导轨上设有一对至少其中有一个可移动自如地被支承着的滑块；上述的一对测量头分别设于上述一对滑块上、同时从这些滑块向下延伸而与上述台座上的上述被测物体的侧面相接触。

按照这种测量装置，与被测物体之侧面相接触的一对测量头从配置在测量头上方的一对滑块向下延伸，但并不贯穿台座。因此，测量头可作为按照被测物体厚度方向的深度所确定的最小限度的长度而可使测量头的挠曲变形减小，故可作高精度测量而不须另行准备标准试件来作校正测量。

此外，由于支承一对滑块之导轨的两端形成用支柱支承的门形框架，故如传统的图 21 所示的内外侧面测量机 120 那样不必再另行设置延长用的臂，可使结构简化，还可消除因臂的挠曲所引起的测量误差，故能实现被测物体内外侧面尺寸测量的更高精度化。

在以上装置中，最好将上述一对滑块中的任一滑块都相对于导轨可移动自如地支承并通过一对测量头互为相反方向相对移动来对被测量物体的内外侧面间距离尺寸进行测量。

通常，用内外侧面测量机来测量尺寸时为要进行互相垂直方向尺寸的测量，其放置被测物体的台座做成能 90°旋转。在一边的滑块和测量头固定时，由于被测物体的中心位置随被测物体的测定长度而变化，除了上述的 X－Y 台座和倾斜调整台座之外，还必须要有对中心用的移动台座，从而使台座的结构复杂化。

与此相反，对于一对测量头互为相反方向相对移动的内外侧面测量机来说，由于能在被测物体的旋转轴上设定一对测量头的静止位置，故被测物体的定中心可仅用 X－Y 台座的微调整来完成，故可使台座的构造得以简化。

此外，最好在上述放置被测物体的台座上设置通过将其台座向下方移动而能使被测物体和一对测量头分离的升降机构。

作为升降机构，可考虑采用具有通过导柱升降自如地设置于本体、且支承台座之下面的升降台以及使该升降台升降的驱动装置的结构。

在上述测量装置中，由于被测物体与设有测量头之滑块的距离靠得很近，故在更换被测物体时，被测物体有可能会撞坏测量头。因此，在这种测量装置中，若设有升降机构的话，就能用升降机构使被测物体和一对测量头分离，故在更换被测物体时，被测物体的侧面不会撞到测量头上，能安全地更换被测物体，使被测物体内外侧面尺寸的测量工作得以减轻。

此外，最好将构成门形框架的导轨做成由对一对滑块中任一滑块导向的第1导向面与对另一滑块导向的第2导向面沿着整个导轨分开形成的一根导轨所组成的结构。

在这里，可考虑采用如下的结构：即其导轨为矩形截面柱形体，以该柱形体矩形截面垂直方向对称轴为中心分开并形成上述第1导向面和上述第2导向面，上述第1导向面和上述第2导向面分别都具有上面部、侧面部和下面部，上述的一对滑块具有与上述第1导向面和上述第2导向面之侧面部相对的垂直部、从该垂直部的两端大致垂直延伸且与上述上面部与上述下面部相对的一对水平部。

按照这种结构，由于第1导向面和第2导向面是沿一整根导轨分开形成的，故各滑块的移动范围可全部设定在一整根导轨上，能实现测量装置的小型化。

此外，由于是将一对滑块可移动自如地安装在一根导轨上的，故无需将多根导轨沿测量头移动方向高精度地相对配置，能简化测量装置结构。

在以上装置中，最好采用在滑块和导轨间设置用以降低移动阻力的空气轴承结构，在将滑块做成上述那样“]”字形截面的场合，最好在滑块的垂直部采用设有产生平衡因该空气轴承所引起的排斥力之引力的吸引装置的结构。

在这里，作为吸引装置，可以是抵销因空气轴承喷出空气所产生之导轨和滑块间的排斥力的装置，例如，可以是产生吸引导轨和滑块间空气的负压发生装置，也可以在滑块上设置磁铁，由此在导轨和滑块间产生引力来抵销由空气轴承产生的排斥力。

也就是说，对于上述的测量装置，导轨和滑块间的移动阻力对测量头挠曲的大小、变动偏差有很大影响，为进行精密测定，降低该移动阻力极其重要。因此，通过在导轨和滑块间采用空气轴承、能将该移动阻力降低到几乎为0，故形成能高精度精密测量的测量机。此外，由于在滑块上设置了产生用以抵销空气轴承所产生排斥力的引力的吸引装置，故无需形成沿导轨伸展方向延伸的沟槽来防止滑块的脱落等，可使测量机的构造更加简化。

此外，上述的空气轴承最好设置成可在滑块的水平部和垂直部的朝外方向上调整位置。

如果空气轴承的位置可调整，就可不受滑块和导轨尺寸精度的影响而将空气轴承配置在降低其相对导轨移动阻力的合适位置上。故无需将导轨和滑块的尺寸精度作过分的高精度化，能降低测量头移动机构的制造成本。

［内外径测定用测量装置］

本发明的测量装置是一种通过使一对测量头一面沿测定轴线移动一面与被测物体的内径或外径以给定的压力相接触，而由此时该对测量头之间的距离来测定被测物体的内外径尺寸的测量装置，其特征在于，具有：设有放置被测物体之台座的主体，使上述一对测量头与上述台座在相对于上述测量轴线垂直、且与上述被测物体直径方向大致平行的第 1 相对移动方向上相对移动的第 1 相对移动装置，使上述一对测量头与上述台座在相对于上述测量轴线垂直、且与上述第 1 相对移动方向垂直的第 2 相对移动方向上相对移动的第 2 相对移动装置，可以调整上述台座相对于与上述第 2 相对移动方向垂直的平面的倾斜的倾斜调整装置，以及能在使上述的一对测量头沿测量轴线移动的同时使其中任一个测量头单个沿测量轴线移动的测量头驱动控制装置。

在以上的装置中，若具有能使上述台座以与上述第 2 相对移动方向平行的轴为中心而旋转的旋转装置，则就更好。

按照这种测量装置，首先，由测量头驱动控制装置使一对测量头与被测物体的内周或外周相接触且在接触方向上加以给定压力的状态下，由第 1 相对移动装置一边使上述一对测量头与被测物体而与上述测量轴线垂直且与上述被测物体的径向大致平行的第 1 相对移动方向相对移动，一边用测量装置对该对测量头间的间隔进行测定。而且将上述一对测量头与被测物体置于该对测量头间的间隔为最大的位置上。由此，被测物体的直径位置就能与测量轴线相一致。

其次，在该对测量头间隔最大的位置时，在仅使单个测量头在该位置与被测物体的内周或外周相接触的状态下，由第 2 相对移动装置使上述测量头和被测物体一边沿与上述测量轴线垂直且与上述第 1 相对移动方向垂直的第 2 相对移动方向相对移动，一边用测量装置对该对测量头间的间隔变化进行测定。而且，用倾斜调整装置来调整上述台座的倾斜以使该对测量头间的间隔变化为最小。由此能对被测物体的内径或外径中心轴的倾斜进行调整。亦即能使被测物体的内径或外径的中心轴相对于与测量轴线垂直的轴线相一致。

其次，在将上述被测物体的内径或外径之中心轴的倾斜调整好后，一边使上述该对测量头沿测量轴线方向相对移动一边使之与被测物体的内周或外周相接触，如测定此时该对测量头的间隔，则就能测定被测物体的内径或外径。

此外，在上述结构中，作为测量头向测量轴线方向的移动机构，也可以做成具有：配置于上述台座的上方、通过支柱将沿上述一对测量头移动方向延伸之导

轨的端部支承于主体的门形框架，设置成可沿该框架之导轨移动的一对滑块，而上述一对测量头分别支承在上述一对滑块上并由滑块向下方延伸。

此外，前述第 2 相对移动装置也可由升降机构构成，该升降机构包括：通过导柱升降自如地设置在前述主体中并对前述台座的下面进行支承的升降台，使该升降台升降的驱动装置。

此外，在上述升降台的上面，最好形成与上述台座之要相接触、承受上述台座和加在该台座上的负载重量、且可移动地支承上述台座的滑动面。

按照这样的结构，台座的重量和加在该台座上的负载重量，例如在台座上放置的被测物体或被加工物件的重量，系由升降台的滑动面所承受，亦即不作用于使台座向各方向移动的移动机构上，因此，可防止这些移动机构的变形而能确保精度。此外，由于不必为防止移动机构变形而将之做成庞大的结构，故可小型化和降低成本。

此时，上述滑动面系在以与上述第 2 相对移动方向平行的轴为中心的圆周上形成，也可以将上述旋转装置和第 1 相对移动装置做成为在上述圆周上所形成之滑动面的内侧且收容在上述台座的所形成之凹部内。

这样，即使在台座上偏于一边位置上放置被测物体或被加工物件，或者在移动台座时，也能将台座以稳定的姿态可移动地支承在升降台上。此外，由于将旋转装置和第 1 相对移动装置收容在台座的所形成的凹部内，故可使整个装置做成紧凑的结构。

此外，也可在上述滑动面的中间夹入低摩擦部件。

这样，由于降低了升降台上面与台座下面之间的摩擦阻力，故能使台座的移动更平滑地进行。

[测量装置用测量头]

本发明的测量头是一种用于测量物体内侧面间距离尺寸之测量装置的测量头，这种测量装置通过使一对测量头互为相反方向移动并与被测物体的内侧面接触而由此时该对测量头之间的距离来测定物体内侧面间距离尺寸，这种测量头的特征在于，具有：其基端使测量头移动之移动体相连接的棒形轴部，设在该轴部前端并与上述被测物体的测量面相接触的接触部；上述轴部的断面为沿上述测量头移动方向的长度尺寸大于与该移动方向相垂直方向的宽度尺寸；上述一对测量头相互靠近时这些测量头的轴部以沿移动方向的移动轴为中心配置于两侧。

在这里，所谓被测物体内侧面尺寸的测定系指形成于被测物体上的圆孔的孔径或矩形孔相对内侧面间的尺寸，或者指形成于被测物体上的沟槽的宽度，总而言之，就是指由被测物体内侧面所限制的一对相互分开的测量头所能动作的那部分的测定。

此外，测量头轴部的刚性 K 可用以下公式来确定，在测量头沿轴心的长度 S、材料的杨氏模量 E 相同的情况下，轴部的刚性 K 取决于轴部的截面惯性矩 I，

$K=3EI/S^3$

E:杨氏模量

I：轴部的截面惯性矩

S：测量头沿轴心的长度

按照这种测量头，由于一对测量头在相互靠近时其轴部是以移动轴为中心配置于两侧的，故有可能把一对测量头的轴部截面形状整体上做得很小，即使在测量被测物体的小孔直径那样狭小部分的内侧面尺寸时也能容易地将该对测量头插入。

此外，由于上述轴部截面在反作用力方向上的长度尺寸大于传统例测量头 P_1、P_2 的长度尺寸，故轴部在该方向上的截面惯性矩就大，故能提高轴部的刚性。因此，就有可能减小由反作用力所引起的轴部的挠曲变形，能高精度地进行被测物体内侧面间距离尺寸的测定。

另外，由于确保了轴部的刚性，在将上述测量中的反作用力除去后在测量头上产生残留变形的可能性减小，能对被测物体的内侧面尺寸进行高可靠性的测定。

在以上的测量装置中，作为测量头，最好采用将其做成轴部的截面为大致半圆形状，使其一对测量头相互靠近并使其轴部截面组合起来后成大致圆形。

也就是说，由于一对测量头组合起来的轴部截面大致成为圆形，能不受圆孔、矩形孔等小孔形状的影响而进行内侧面测定。

此外，作为上述的测量头，可以考虑采取具有以轴部的轴心为中心将轴部截面旋转 90°而使其截面在沿测量头移动方向的长度尺寸小于沿垂直于此移动方向上的宽度尺寸的连接部，并用此连接部来连接轴部和接触部。

而且，在这种场合，连接部的长度尺寸最好要尽量的小，另外，接触部最好做成半球状。

也就是说，若接触部为半球状的话，由于一对测量头相互靠近时其组合大致成球状，故更加容易插入小孔等之中。

此外，上述的测量头，其轴部的前端与接触部是用钎焊制造的。这里，如前所述，轴部截面最好采用沿移动轴方向的长度尺寸大于其宽度尺寸的那种。半球状的接触部，从插入小孔和移动方向来考虑的话，则相反，以沿移动轴的长度尺寸短的为好。

然而，对这样的轴部和接触部作钎焊时，因焊接面积过小，不能充分确保接

触式测量头的强度。

因此，在轴部前端附近设置上述的连接部的话，由于连接部具有将轴部截面旋转 90°后的半圆形截面，因而接触部的焊接面积加大，确保了测量头的强度。

[测量方法]

本发明的测量方法是一种通过将一对被设置成可沿测量轴线移动的测量头一面相对移动一面与被测物体的内径或外径相接触、而由此时该对测量头之间的距离来测定被测物体之内径或外径的测量方法，其特征在于，它具有：

测量位置调整工序，即将上述一对测量头与被测物体的内径或外径相接触、且在接触方向施加给定之压力的状态下，一边将上述一对测量头和被测物体的与上述测量轴线垂直、且与被测物体的径向大致平行的第 1 相对移动方向相对移动，一边测量该对测量头间的间隔，使上述一对测量头与被测物体位于该对测量头之间的间隔为最大的位置；

调整上述被测物体的内径或外径的中心轴的倾斜的倾斜调整工序，即在上述一对测量头间的间隔为最大的位置处、仅有一个上述测量头其位置是在与被测物体的内径或外径相接触的状态下，一边将上述一个测量头和被测物体的与上述测量轴线垂直、且垂直于上述第 1 相对移动方向的第 2 相对移动方向相对移动，一边测量该对测量头之间间隔的变化而使该对测量头间的间隔变化为最小；

内径或外径测量工序，即在上述被测物体的内径或外径之中心轴倾斜调整好后，一边将上述一对测量头沿测量轴线方向相对移动，一边与被测物体的内径或外径相接触，由此时该对测量头间的间隔来测量被测物体的内径或外径。

按照这种测量方法，由于有选择性地采用一对测量头去进行使被测物体的直径位置与测量轴线相一致的调整作业以及对被测物体内径或外径的中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线的倾斜作修正调整作业，故测量位置调整作业和倾斜调整作业正确简便。

也就是说，由于对于使被测物体的直径位置与测量轴线相一致的调整作业系采用一对测量头来进行的，故在采用单根测量头测量时所存在的问题，亦即测量头被测物体的相对移动机构（使测量头和被测物体在相对于测量轴线垂直方向上相对移动的机构）中存在有测量轴线方向的移动误差成份以及该误差成份对测定值的影响的问题都不存在了。因此，既可不必对被测物体和测量头的相对移动机构作高精度精加工，而且，检测敏感量也可为单根测量头测定时的 2 倍。此外，对于被测物体的内径或外径之中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线的倾斜修正调整作业，由于是用单根测量头来进行的，故就没有采用二根测量头来进行调整作业时所存在的问题，因此，这些调整能简便、正确地进行。

在以上的测量方法中，最好还加上以与上述第 2 相对移动方向平行之轴为中

心使上述被测物体旋转 90°的旋转工序。

这样，首先通过测量位置调整工序和倾斜调整工序，对被测物体的内径或外径的一个方向（例如 X 轴方向）进行测量位置调整和倾斜调整，其次，如在以与上述第 2 相对移动方向平行的轴为中心将台座旋转 90°后进行测量位置调整工序和倾斜调整工序，被测物体内径或外径的 Y 轴方向上也进行测量位置调整和倾斜调整，故能对被测物体内径或外径的 2 个方向进行测量而无需重新放置被测物体。

附图说明

图 1 为表示本发明一实施形态的内外侧面测量装置的立体图。

图 2 为表示上述实施形态之台座装置的正视图。

图 3 为表示图 2 台座装置之主要部分的剖视图。

图 4 为图 3 的沿 IV－IV 线的剖视图。

图 5 为图 3 沿 V 方向的视图。

图 6 为图 5 沿 VI－VI 线的剖视图。

图 7 为图 5 沿 VII－VII 线的剖视图。

图 8 为表示上述实施形态之滑块相对于导轨的导向移动机构的图。

图 9 为表示上述实施形态之测量头的立体图。

图 10 为表示将上述实施形态之测量头插入小孔内的状态的图。

图 11 为表示上述实施形态测量头驱动控制装置的空气回路图。

图 12 为表示在上述实施形态的内径测量时被测物体直径位置与测量轴线偏离状态的图。

图 13 为表示在上述实施形态的内径测量时被测物体直径位置与测量轴线一致状态的图。

图 14 为表示在上述实施形态中、对被测物体内径之中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线的倾斜作修正调整的图。

图 15 为图 14 的剖面图。

图 16 为表示图 14 和图 15 调整后状态的图。

图 17 为表示滑块相对于导轨的导向移动机构之另一实例的图。

图 18 为表示滑块相对于导轨的导向移动机构之又一实例的图。

图 19 为表示滑块相对于导轨的导向移动机构之再一实例的图。

图 20 为表示传统的内外侧面测量机的图。

图 21 为表示传统的内外侧面测量机之另一实例的图。

图 22 为表示内径测量时被测物体的直径位置与测量轴线偏离状态的图。

图 23 为表示内径测量时被测物体的直径位置与测量轴线一致状态的图。

图 24 为表示内径测量时被测物体内径的中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线倾斜状态的图。

图 25 为表示内径测量时被测物体内径的中心轴与垂直于测量轴的轴线一致状态的图。

图 26 为表示内径测量时传统测量头与被测物体的内侧面接触状态的图。

图 27 为表示内径测量时传统测量头插入被测物体小孔内的状态的图。

图 28 为表示内径测量时另一传统测量头插入被测物体小孔内的状态的图。

具体实施方式

以下参照附图对将本发明内外侧面测定装置用作内径测定装置的一实施形态作一说明。

[整体结构]

图 1 为表示本实施形态内径测量装置的立体图。该内径测量装置具有：床身 1，设置于该床身 1 且其上安放被测物体 W 的台座装置 10，跨过该台座装置 10 架设于床身 1 上的门形框架 41，沿着该门形框架 41 的导轨 43 设置成可移动的一对滑块 51A、51B，分别安装在该两滑块 51A、51B 上并与上述被测物体 W 的内侧面相接触的一对测量头 91A、91B，测量该对测量头 91A、91B 间的间隔的测量装置 61，在上述一对测量头 91A、91B 相互分离方向（与被测物体 W 的内周相接触的方向）上对上述各滑块 51A、51B 加以给定压力的加力装置 71（对滑块 51B 加压的加力装置 71 被遮没在导轨 43 及支柱 42B 后面，故未图示），以及可使上述滑块 51A、51B 同时沿测量轴线方向（这里是导轨 43 的长度方向）移动或仅使其中一滑块沿测量轴线方向移动的测量头驱动控制装置 81。

在这里，往往将上述测量轴线方向称为 X 轴方向；将与此垂直且与被测物体 W 的径向大致平行的 Y 轴方向称为第 1 移动方向；将与 X 轴和 Y 轴垂直的 Z 轴方向称为第 2 移动方向，以及将以 Z 轴为中心的旋转方向称为第 3 移动方向。

[台座装置 10 的构成]

如图 2 所示，上述台座装置 10 具有：其上面安放被测物体的被测物体放置台座 35，作为使此台座 35 在 Z 轴方向（图 2 中的上下方向）升降的第 2 相对移动装置的升降机构 11，作为使上述台座 35 向垂直于上述 Z 轴且互相垂直的 X 轴及 Y 轴方向移动、同时又以 Z 轴为中心而旋转的第 1 相对移动装置和旋转装置的 X－Y 移动和旋转机构 21，作为对上述台座 35 相对于 X－Y 平面的倾斜作调整之倾斜调整装置的倾斜调整机构 36。

上述升降机构 11 系由在上述床身 1 的凹部 2 内、通过多根导柱 12 而被设置成可沿 Z 轴方向升降的升降台 13 以及使该升降台 13 升降的驱动装置 14 构成。

驱动装置 14 系由电动机 15 和由此电动机 15 转动而使上述升降台 13 升降的丝杆 16 构成。此外，在升降台 13 的下面与床身 1 的上面之间设有折皱保护罩 17。

因此，电动机 15 正反旋转即带动丝杆 16 正反转，而使升降台 13 沿 Z 轴方向升降。

如图 3 和图 4 所示，上述 X—Y 移动和旋转机构 21 包括：在上述升降台 13 上被设置成可旋转的旋转板 22，在该旋转板上通过一对支承块 23 和导杆 24 被设置成可沿 X 轴方向移动的 X 滑块 25，螺合于上述单个支承块 23 上并使上述 X 滑块 25 沿 X 轴方向移动的 X 滑块调整螺丝 26，通过 Z 轴方向可弹性变形的板弹簧 27 而连接于上述 X 滑块 25 上的支承块 28，可移动并与 Y 轴平行地设置于该支承块 28 上的导杆 29，通过连接块 29A 与该导杆 29 相连接的 Y 台座 30，螺合于该 Y 台座 30 上、前端与 X 滑块 25 相接触并使 Y 台座 30 向 Y 轴方向移动的 Y 台座调整螺丝 31。

在这里，采用上述旋转板 22 来构成以 Z 轴为中心使上述 Y 台座 30 旋转的旋转机构 201。再用上述支承块 23、导杆 24、X 滑块 25 和 X 滑块调整螺丝 26 来构成使上述 Y 台座 30 向 X 轴方向作直线运动的第 1 直线移动机构 202。另外，采用上述板弹簧 27、支承块 28、导杆 29、连接块 29A 和台座调整螺丝 31 来构成使上述 Y 台座 30 沿 Y 轴方向直线运动的直线移动机构 203。

在上述升降台 13 的上面外周缘上形成在与上述 Y 台座 30 的下面相接触并承受 Y 台座 30 及其上所放置之负载重量的同时使上述 Y 台座 30 可旋转移动且在 X 和 Y 轴方向可直线移动地支承着的滑动面 32，在该滑动面 32 上设有低摩擦部件 32A，例如特氟隆系列树脂。同时并不限于特氟隆系列树脂，也可以是滚珠轴承等。此外，在上述 Y 台座 30 的下面滑动面 32 的内侧形成凹部 34，将上述旋转机构 201、第 1 直线移动机构 202 和第 2 直线移动机构 203 分别放入该凹部 34 内，同时在上述 Y 台座 30 的外周面上设置向外凸出的手柄 33（参见图 2）。另外，虽未图示，但在上述旋转板 22 与 Y 台座 30 之间还设置给 X 滑块 25 在与 X 滑块调整螺丝 26 及 Y 台座调整螺丝 31 相接触方向上加力的螺旋弹簧。

因此，对 X 滑块调整螺丝 26 作螺合操作，X 滑块 25 就向 X 轴方向移动，由此 Y 台座 30 也向 X 轴方向移动。此外，对 Y 台座调整螺丝 31 作螺合操作，Y 台座 30 就向 Y 轴方向移动。另外，握住手柄 33 旋转，则 Y 台座 30 以 Z 轴为中心旋转。亦即，Y 台座 30 在可向 X 轴方向和 Y 轴方向移动的同时，还以 Z 轴为中心作旋转。此时，由于台座 30 上所加负载重量是通过低摩擦部件 32A 加到升降台 13 的上面的，故各移动机构（X 轴和 Y 轴方向的移动机构）或旋转机构上均无大的负载力作用，因而能够平滑地进行向 X 轴和 Y 轴方向的移动以及以 Z 轴为中心的转动。

如图 5、图 6 和图 7 所示，上述倾斜调整机构 36 具有：在被测物体安放台 35 的 180°分离位置螺合、其下端与上述 Y 台座 30 相接触的 2 个高度调整螺丝 38A、38B，在以与该 2 个高度调整螺丝 38A、38B 相连接的边作为斜边的等边直角三角形的直角部位置处、夹在上述台座 30、35 间而成为台座 35 之摇动支点的球体 40，在该球体 40 位置向内的位置处通过被测物体安放台座 35 用螺合在 Y 台座 30 上的预压螺丝 39，夹在该预压螺丝 39 的头部与被测物体安放台座 35 间、对被测物体安放台座 35 向 Y 台座 30 进行预压的预压弹簧 39。

因此，在图 5 的状态中，调节高度调整螺丝 38A 的高度，就能调整被测物体安装台座 35 的 Y 轴方向的倾斜。此外，调节高度调整螺丝 38B 的高度，就能调整被测物体安装台座 35 的 X 轴方向的倾斜。

[门形框架 41 的构成]

如图 1 所示，上述的门形框架 41 系由直立设置于上述床身 1 上的一对支柱 42A、42B 以及架于该对支柱 42A、42B 的上端间的矩形截面钢制柱形体做成的一根导轨 43 构成。导轨 43 以后面所述的其矩形截面的垂向对称轴 E 为中心分开而成为柱状体之一侧对上述滑块 51A 移动自如地导向的第 1 导向面 44 和其对面的另一侧对上述滑块 51B 移动自如地导向的第 2 导向面 45。

如图 8 所示，各导向面 44、45 具有：以导轨 43 的矩形截面之垂直轴 E 为中心形成线对称并成为柱形体上面的上面部 44A、45A，侧面部 44B、45B，下面部 44C、45C。

[滑块 51A、51B 的构成]

如图 8 所示，上述各滑块 51A、51B 做成复盖各导向面 44、45 的“]”字形截面，具有与上述侧面部 44B、45B 面对面配置的垂直部 52 和从该垂直部 52 的两端垂直延伸且与上面部 44A、45A 和下面部 44C、45C 面对面的一对水平部 53。

在各滑块 51A、51B 之垂直部 52 和水平部 53 上设有多个空气轴承 54。在这些空气轴承 54 之中，设于一对水平部 53 上的空气轴承 54 是以与上述垂直轴 E 垂直的矩形截面的水平轴 F 为中心上下线对称地配置的，同时在垂直部 52 的大致中央部分设有作为吸引装置的多块磁铁 55。

由此，各滑块 51A、51B 因多个空气轴承 54 的排斥力、上述磁铁 55 的吸引力以及滑块 51A、51B 本身的自重而达到平衡，保持与导轨 43 的各面部 44A、45A、44B、445B、44C、45C 相分离的状态。

也就是说，第 1 导向面 44 上面部 44A 处由喷出空气之空气轴承 54 所产生的铅垂向上的力被滑块 51A 的自重和与下面部 44C 相对的空气轴承 54 铅垂向下之力的合力平衡。作用于设在垂直部 52 处空气轴承 54 的水平方向外侧的力由设置在垂直部 52 中央部的磁铁 55 与钢制导轨 43 间的引力来平衡。

[测定头 91A、91B 的构成]

如图 9 所示，上述各测量头 91A、91B 具有：轴部 92A、92B、设置于该轴部 92A、92B 前端的大致成半球状的接触部 93A、93B，连接轴部 92A、92B 和接触部 93A、93B 的连接部 94A、94B。

轴部 92A、92B 系由长度为 L、宽度为 B、其截面大致为半圆形的钢制或含碳化钨的硬质合金制棒状体所做成，其基端与上述滑块 51A、51B 相连，此时半圆形的直线部分沿着移动轴 C（测量轴线）。

接触部 93A、93B 被配置成其大致成半球状的平滑面 931B 与移动轴 C 相垂直，沿移动轴的半球之球面部分与后面所述被测物体 W 的内侧面相接触。

连接部 94A、94B 具有将轴部 92A、92B 的半圆形截面以该轴部的轴心 D 为中心转过 90°后的大致半圆形的截面，成半圆形的直线部分的平滑面 941B 则与移动轴 C 垂直且沿着上述接触部 93A、93B 之平滑面 931B 配置。

使这样的一对测量头 91A、91B 相互靠近，则轴部 92A、92B 以移动轴 C 为中心配置于两侧，组合起来的轴部 92A、92B 构成大致圆形的截面，同时，接触部 93A、93B 的平滑面 931B 和连接部 94A、94B 的平滑面 941B 则分别与测量头 91A、91B 的平滑面相接触，组合起来的接触部 93A、93B 为大致圆球状。

因此，在采用一对测量头 91A、91B 来测量被测物体 W 的小孔 Wh 之内径的场合，如图 10 所示，在使一对测量头 91A、91B 互相靠近的状态下插入小孔 Wh 后，再将该对测量头 91A、91B 相互分开，使接触部 93A、93B 与小孔 Wh 的内侧面接触，在此状态下读取测量装置 61 的数值，即能测定小孔 Wh 的内径。

顺便提及，在制作测量头 91A、91B 时，可在通过对钢制圆棒或含碳化钨的超硬合金制圆棒经切削加工形成轴部 92A、92B 和连接部 94A、94B 的同时，通过对钢球切削加工形成大致半球状的接触部 93A、93B。而后再通过将接触部 93A、93B 与连接部 94A、94B 的前端相互钎焊焊接，即能制成测量头 91A、91B。

另外，在切削接触部 93A、93B 时，并非将钢球切削成完全的半球，而是在与切削面垂直方向的钢球直径部分残留一些。这样，在安装到滑块 51A、51B 上去的时候，就能确认一个接触部 93A 的平面位置与另一个接触部的平面位置，从而能将与被测物体 W 相接触的部分正确地配置在移动轴 C 上。

将上述之测量头 91A、91B 的刚性 K、挠曲量δ与传统例中的测量头作比较，如表 1 所示。

在表 1 中，所谓本实施形态系指图 10 所示的接触式测量头 91A；所谓传统例 1 系指图 27 所示的接触式测量头 P_1、P_2；所谓传统例 2 系指图 28 所示的接触式测量头 P_1、P_2。

在这里，轴部 92A、92B、131、141 所使用的材料都彩同样的钢材或含碳化

钨的超硬合金，各对测量头的尺寸都设定为能够插入大约为 5mm 之小孔的大小。

另外，挠曲量δ是在接触部 93A、93B、132、142 上的反作用力 P=0.1N 时接触部 93A、93B、132、142 的挠曲量。

表 1

测量头的轴部形状	截面惯性矩 I(mm^4)	刚性 K(N/mm)	挠曲量δ(μm)
传统例 1	0.515	6550.8	15.3
传统例 2	1.15	14628.0	6.8
本实施形态	4.12	52406.4	1.9

注：）刚性：$K=3EI/S^3$

E:杨氏模量 $5.3\times105N/cm^2$

I: 轴部的截面惯性矩

按下述轴部截面形状求出

传统例 1 L=1.8mm 截面：圆形

$I=\pi L4/64$

传统例 2 L×H=1.8mm×3.6mm 截面：半圆形

$I=(\pi/8-8/9\pi)\cdot L4$

本实施形态 L×H=1.8mm×3.6mm 截面：半圆形

$I=\pi L4/128$

S:沿轴心的测量头长度 50mm

[测量装置 61 的构成]

上述的测量装置，如图 1 所示，系由设置于上述一滑块 51A 上的标尺 62 以及在上述另一滑块 51B 上相对于上述标尺 62 设置的检测器 63 所构成的。这些标尺 62 和检测器 63 被配置在与上述测量头 91A、91B 的前端接触部 93A、93B 相连接的测量轴线上。

[加力装置 71 的构成]

上述加力装置 71，如图 1 所示，系由一端与上述各滑块 51A、51B 相连、另一端绕着支承于导轨 43 之端部的滑轮 72 转动的系线 73 以及连接在该线 73 之另一端的重锤 74 所构成的。对滑块 51B 加力的加力装置 71，其组成部件滑轮 72、系线 73 和重锤 74 因被遮挡在导轨 43 和支柱 42B 后面，图中未能示出。此外，滑块 51A、51B 藉助于装在导轨 43 上面之气压缸 75A、75B 之活塞杆的缩短动作而向相互接近的方向移动，同时，藉助于气压缸 75A、75B 之活塞杆的伸长动作、通过加力装置 71 而向相互分开的方向移动。

[测量头驱动控制装置 81 的构成]

如图 11 所示，上述测量头驱动控制装置 81 包括：与上述各气压缸 75A、75B 相连接的空气操作阀 82A、82B，与该各空气操作阀 82A、82B 相连接的手动操作阀 83A、83B，插入在该手动操作阀 83A、83B 与上述空气操作阀 82A 之间的滑阀 84，调节器 85，空气净化器 86，气源 87。

因此，在图 11 的状态下，由于空气是从气源 87 经过空气操作阀 82A、82B 流到气压缸 75A、75B 的，故气压缸 75A 的活塞杆向 L 方向、气压缸 75B 的活塞杆向 R 方向移动。一对测量头 91A、91B 闭合。

在该状态时，使手动操作阀 83B 向 L 方向滑动，则来自气源的空气沿虚线的路径流动，分别使手动操作阀 82B 向 R 方向滑动、手动操作阀 82A 向 L 方向滑动。于是，分别使气压缸 75B 的活塞杆向 L 方向滑动、气压缸 75A 的活塞杆向 R 方向滑动。由此，各滑块 51A、51B 因加力装置 71 的作用而向相互分开的方向滑动。亦即，一对测量头 91A、91B 分开。

此外，使手动操作阀 83B 向 R 方向滑动（复原）、使手动操作阀 83A 向 L 方向滑动，则空气经过手动操作阀 83A 只流到空气操作阀 82A 处，空气操作阀 82A 向 L 方向滑动。于是，由于气压缸 75A 的活塞杆向 R 方向滑动，故滑块 51A 因加力装置 71 的作用而向离开方向滑动。亦即，仅测量头 91A 向分开方向移动。

[操作]

其次，来说明本实施形态的操作。

在测量时，将被测物体 W 安置到被测物体安放台 35 上后，按如下顺序来进行测量。

（1）测量位置调整（使被测物体 W 之直径位置与测量轴线相一致的调整）

如图 12 所示，用测量头驱动控制装置 81 在将一对测量头 91A、91B 与被测物体 W 的内周相接触状态下，一边使 Y 台座 30 向 Y 轴方向移动、一边用测量装置 61 测量该对测量头 91A、91B 间的间隔，并将该对测量头 91A、91B 置于其间隔分得最开的位置上。由此，如图 13 所示，即能使被测物体 W 的直径位置与测量轴线相一致。

（2）倾斜调整（被测物体 W 内径之中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线的倾斜的调整）

如图 14 所示，用测量头驱动控制装置 81 使一对测量头 91A、91B 相互靠近后，仅把单个测量头 91A 分开与被测物体 W 的内周相接触。接着，如图 15 所示，一边通过升降台 13 的升降将被测物体 W 沿 Z 轴方向升降、一边读取测量装置 61 的读数。这里用倾斜调整机构 36 来调整 X 轴方向的倾斜，以使测量装置 61 的值的变化为最小。由此，如图 16 所示，即能与被测物体 W 内径之中心轴与垂直于

测量轴线的轴线相一致。

（3）旋转被测物体

握住突出设置于 Y 台座 30 上的手柄 33 旋转之，则因旋转板 22 相对于升降台 13 旋转，故可以此将 Y 台座转过 90 °。由此，被测物体 W 即转过 90°。

（4）直径位置调整

进行与上述（1）同样的操作。由此调整 X 轴和 Y 轴方向的测量位置。

（5）倾斜调整

进行与上述（2）中同样的操作。由此修正 X 轴和 Y 轴方向的倾斜。

（6）测量

在通过上述（1）的调整使被测物体 W 的内径之直径位置与测量轴线相一致后，将一对测量头 91A、91B 一面沿测量轴线方向相对移动一面使之与被测物体 W 的内周相接触，用测量装置 61 读取此时该对测量头 91A、91B 间的间隔。再在将 Y 台座 30 转过 90°后进行同样的操作，用测量装置 61 读取该对测量头 91A、91B 间的间隔。由此即能测定被测物体 W 2 个成正交方向的内径。

[实施形态的效果]

按照以上的实施形态，由于是有选择性地采用一对测量头 91A、91B 进行使被测物体 W 的直径位置与测量轴线相一致的调整作业以及对被测物体 W 的内径中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线的倾斜作修正调整作业，故这些调整作业能简易而正确地进行。

也就是说，由于对于使被测物体 W 的直径位置与测量轴线相一致的调整作业系采用一对测量头 91A、91B 进行，故在采用单根测量头测量时所存在的问题，亦即测量头和被测物体的相对移动机构中存有测量轴线方向的移动误差成份以及该误差成分对测定值的影响的问题均不存在。而且，检测敏感度也可为单根测量头测定的 2 倍。此外，对于被测物体 W 的内径的中心轴相对于与测量轴线垂直之轴线的倾斜修正调整作业，由于是仅用单根测量头 91A 来进行的，故就没有采用二根测量头来进行调整作业时所存在的问题，因此，这些调整就能简单、正确地进行。

此时，由于是用测量头驱动控制装置 81 来使一对测量头 91A、91B 同时向分开和闭合方向移动的，故就能用该对测量头 91A、91B 快速进行调整作业。此外，由于是用测量头驱动控制装置 81 使仅仅单一根测量头 91A 向分开和合拢方向移动的，故可仅用单根测量头 91A 来快速进行调整作业。

而且，在各测量头 91A、91B 向被测物体 W 的内周接触方向移动时，亦即向分开方向移动时，可用加减加力装置 71 之重锤 74 的重量来调整移动速度，故能恰当地调整接触时的压力。

此外，由于放置被测物体 W 的台座装置 10 具有使 Y 台座 30 以 Z 轴为中心而旋转的旋转机构 201，使 Y 台座 30 沿 X 轴方向直线移动的第 1 直线移动机构 202 以及使 Y 台座沿 Y 方向移动的第 2 直线移动机构，故只须旋转 Y 台座 30 而不必重新放置被测物体 W，就能进行正交 2 轴方向（X 和 Y 轴方向）的测量。

由于是首先通过测量位置调整工序和倾斜调整工序对被测物体 W 内径的一个方向（假设为 X 轴方向）进行直径位置调整和倾斜调整，接着在将 Y 台座 30 以 Z 轴为中心旋转后再通过测量位置调整工序和倾斜调整工序对被测物体 W 内径的 Y 轴方向进行直径位置调整和倾斜调整，故不必重新放置被测物体就能对其内径的 2 个方向进行测定。

此外，由于其结构中旋转机构 201 含有设置于升降台座 13 的上面、可以 Z 轴为中心而旋转的旋转板 22；第 1 直线移动机构 202 含有通过支承块 23 与 X 轴平行地设置在旋转板 22 上面的导杆 24 以及在该导杆 24 上设置成可移动的 X 滑块 25;第 2 直线移动机构 203 含有通过板弹簧 25 与 X 滑块 25 相连接的支承块 28，与 Y 轴平行地设置成可在该支承块 28 上移动的导杆 29，连接该导杆 29 和 Y 台座 30 的连接块 29A，亦即第 2 直线移动机构 203 为含有在 Z 轴方向可弹性变形的板弹簧 27 的结构，故即使在 Y 台座 30 上因 Y 台座 30 上所加的负载重量而在 Z 轴方向产生变形，也能用此板弹簧 27 来吸收，故 Y 台座 30 上所加的负载重量不会影响到各机构 201、202、203。

此外，由于在升降台 13 的上面形成有滑动面 32，该滑动面连接在 Y 台座 30 的下面承受 Y 台座 30 及其上所加负载重量，并且被支承成使 Y 台座 30 可向 X、Y 轴不同方向移动同时又能以 Z 轴为心旋转，故 Y 台座 30 的重量和在 Y 台座 30 上所加负载重量都由升降台座 13 的滑动面 32 来承受，因而能防止使 Y 台座 30 移动之机构 201、202、203 的变形，可确保精度。同时，不必为防止各机构 201、202、203 的变形而制成庞大的结构，故造价低廉。

而且，由于是在以 Z 轴为中心的圆周上形成滑动面 32，故即使在台座 35 的单边偏置位置上安放被测物体，也能以稳定的姿势将 Y 台座 30 可移动地支承在升降台座 13 上。且因滑动面 32 上夹有低摩擦部件 32A，故能平滑地移动 Y 台座 30。

此外，由于在该圆周上所形成之滑动面 32 的内侧在 Y 台座 30 的下面形成凹部 34，在该凹部 34 内收容有上述旋转机构 201、第 1 直线移动机构 202 和第 2 直线移动机构 203，故能将整个装置做成紧凑的结构。

此外，由于一对测量头 91A、91B 是从支承在导轨 43 上的一对滑块 51A、51B 向下延伸且不贯穿台座装置 10，故能将测量头 91A、91B 做成由被测物体 W 厚度方向的深度所决定的最小限度的长度，能减少上述测量头因挠曲变形而引起的测

量误差。由此可大大提高测量精度，故可省去与标准试样的校正测量。

此外，由于是形成由两端的支柱 42A、42B 来对支承着一对滑块 51A、51B 的导轨 43 进行支撑的门形框架，故就不必设置如图 21 所示传统的内外侧面测定机 120 那样的延长用臂 127，从而能使结构简化。同时，由于省去了臂，消除了因臂的挠曲而产生的测量误差，故能使被测物体 W 的内外侧面尺寸的测定更高精度化。

此外，由于第 1 导向面 44 和第 2 导向面 45 是在一根整体的导轨 43 上分开形成的，故能将一对滑块 51A、51B 的移动范围设定在一根整体的导轨 43 上，测量装置就不会过分大型化。而且，由于一对滑块 51A、51B 可移动自如地装在一根导轨 43 上，就不须将多根导轨沿测量头的移动方向高精度地对向配置，故能使测量机的结构简化。

此外，由于在导轨 43、滑块 51A、51B 间采用了空气轴承 54，而能使导轨 43、滑块 51A、51B 间的移动阻力几乎为零，故测量头 91A、91B 的挠曲不会有大的变化，能用测量装置来进行极高精度的测定。

而且，由于在滑块 51A、51B 上设置了作为产生用以抵销由空气轴承 54 所引起之排斥力的引力的吸引装置的磁铁 55，故不必沿导轨延伸方向形成沟槽等来防止滑块 51A、51B 的脱落等，故能使测量装置的结构更简化。

此外，由于将一对测量头 91A、91B 靠近时轴部 92A、92B 以移动轴 C 为中心配置在两侧，故有可能使该对测量头 91A、91B 的轴部 92A、92B 的截面形状整体上减小，能容易地将该对接触式测量头 91A、91B 插入小孔 Wh 中。

此外，由于充分确保了轴部 92A、92B 截面的长度尺寸，能提高轴部 92A、92B 在该方向上的刚性，就有可能减小因反作用力而引起的轴部 92A、92B 的挠曲变形，能高精度地进行小孔 Wh 内侧面尺寸的测定。

另外，如表 1 所示，上述的测量头 91A 具有传统例 1 中测量头 P_1、P_2 刚性的 8 倍，具有传统例 2 中测量头 P_1、P_2 的刚性的约 3.6 倍，挠曲量 δ 也将大大减小。

此外，由于确保了轴部 92A、92B 的刚性，故在反作用力 F 去除后测量头 91A、91B 上产生残余变形的可能性也减小，能进行可靠性高的小孔 Wh 内侧面尺寸的测定。

而且，由于是将一对接触式测量头 91A、91B 组合而成的轴部 92A、92B 的截面做成大致圆形，故对圆孔、方孔等小孔 Wh 均可进行内侧面间距离尺寸的测定而不受其形状的影响。

此外，由于在轴部 92A、92B 的前端部分形成连接部 94A、94B，故与连接于其下部之半球状接触部 93A、93B 的焊接面积加大，能高强度地制造测量头 91A、91B。

而且，由于接触部 93A、93B 为半球状，故使一对测量头 91A、91B 互相靠近时，其组合体大致成为球体，就更加容易插入到小孔 Wh 等中。

此外，由于可用设置于滑块 51A、51B 上的一根标尺 62 和一个检测器 63 来测定一对测量头 91A、91B 间的相对距离，故与传统例那样的相对于一根标尺用二个检测器来读数的情况相比较，能使尺寸测量机构简化，且能降低制造成本。

[其他实施形态]

本发明并不限于上述实施形态，也包括如下所示的变形。

也就是说，上述的实施形态是将“] ”字形截面的滑块 51A、51B 安装在设置于矩形柱状导轨 43 侧面上之导向面 44、45 上的测量装置，但本发明并不限于此，如图 17 所示，也可以是将滑块 51A、51B 移动自如地安装在构成门形框架 41 之导轨 43 的不同部分的测量装置。

此外，上述的实施形态是用使台座 35 升降的升降机构 11 来使被测物体 W 与一对测量头 91A、91B 相分离的，但并不限于此，也可以是设有可使门形框架 41 的支柱 42A、42B 升降之升降机构的测量装置。若是支柱 42A、42B 可升降的测量装置，则因可将其台座 35 与测量头 91A、91B 的上下方向距离取得更大，故能测量更大尺寸的被测物体，且因在其台座 35 上不必再设置升降机构，故可使台座结构更加简化。

此外，上述的实施形态是单根导轨 43 的门形框架 43，但并不限于此，也可以是具有互为对向配置，其上分别装有滑块的一对导轨的门形框架，由此也能达到与上述实施形态相同的效果。

此外，对于滑块 51A、51B 的移动机构，也可以是具有“L”字形截面滑块的移动机构，如图 18 所示，假设导轨 43 的上面部 46A、47A 和侧面部 46B、47B 为导向面 46、47，则该滑块 51A、51B 具有与其侧面部 46B、47B 面对面的垂直部 52 和与其上面部 46A、47A 面对面的水平部 53。

此外，也可以是具有“L”字形截面滑块的移动机构，如图 20 所示，假设导轨 43 的下面部 48C、49C 和侧面部 48A、49A 为导向面 48、49，则该滑块具有与此导向面 48、49 面对面的垂直部 52 和水平部 53。

在此场合，除了在垂直部 52 设置作为吸引装置的磁铁 55 外，在水平部 53 上也设置磁铁 55，以取得上下方向之力的平衡为好。总而言之，空气轴承 54、磁铁 55 的位置应根据导轨和滑块的形状来相应设置以使导轨和滑块不相接触。

此外，在上述的实施形态中，吸引装置为在与钢制导轨 43 间产生引力之磁铁，但也并不限于此，也可以采用吸引滑块和导轨间之空气的负压发生装置来作为吸引装置，也能达到与上述效果相同的效果。

此外，在上述的实施形态中，其导轨 43 为矩形截面柱状体，但并不限于此，

也可以是例如圆形截面柱状体的导轨，也可以是矩形截面或圆形截面的筒状体。总而言之，若为其截面形状可分成第 1 导向面和第 2 导向面的其他形状、结构等，也能达到与上述效果相同的效果。

另外，关于导轨 43 的材料也不限于钢质柱形棒材，也可以采用石头制的柱状体来作导轨。此时，只要在石制柱体的侧面部上相应于滑块磁铁的移动范围设置铁板即可。若用石制柱状体来作导轨，由于其尺寸随温度变化较小，能使测量头移动机构稳定地工作。

此外，在上述实施形态中，设置于滑块 51A、51B 的垂直部 52、水平部 53 的空气轴承 55 是相对于垂直部 52、水平部 53 固定的，但也不只限于此，也可以是可在垂直部 52、水平部 53 的朝外方向上调整位置的。

此时，在设置于上下水平部 53 上的空气轴承中任一个位置可调整即可。若空气轴承的位置可以调整，则可不受滑块和导轨尺寸精度的影响将空气轴承配置在相对于导轨的适当的位置上，故不必使滑块的尺寸精度过分高精度化，能降低测量头移动机构的制造成本。

此外，在上述实施形态中，轴部 92A、92B 的截面是大致半圆形，但也并不只限于此，也可采用具有长度尺寸为 L、宽度尺寸为 H（L > H）的大致长方形截面的轴部。

此外，在上述实施形态中，接触部 93A、93B 为大致半球状，但也并不只限于此，也可以是例如在连接部 94A、94B 的外周面上设置突起的接触部。

此外，在上述实施形态中，是对测量被测物体 W 之内径的测量装置所作的说明，但本发明并不只限于内径测量，也能适用于测量被测物体 W 之外径的测量装置，还能适用于测量被测物体之槽宽及厚度等内外侧面尺寸的内外面测量装置。顺便提及，在测量外径或外侧面之装置的场合，若以给定压力在一对测量头相互靠近方向加压的话，也能适用。

采用本发明的测量装置，测量头从滑块向下延伸但不贯穿台座，由于能将测量头的长度取为最小限度、能减少测量头的挠曲变形，故可作高精度测量，在测量被测物体时可省去用标准试件来作校正测量。

此外，采用本发明的测量装置，可以简单、正确地进行使被测物体之直径位置与测量轴线相一致的调整以及对被测物体的内径或外径相对于与测量轴线垂直之轴线的倾斜修正调整。

另外，采用本发明的测量头，一对测量头的轴部被配置在以移动轴为中心的两侧，可使该对测量头靠近时其组合起来的轴部截面形状整体上变小，故不管被测物体的内侧面间距离的大小，都可以进行高精度且高可靠性的内侧面尺寸的测定。

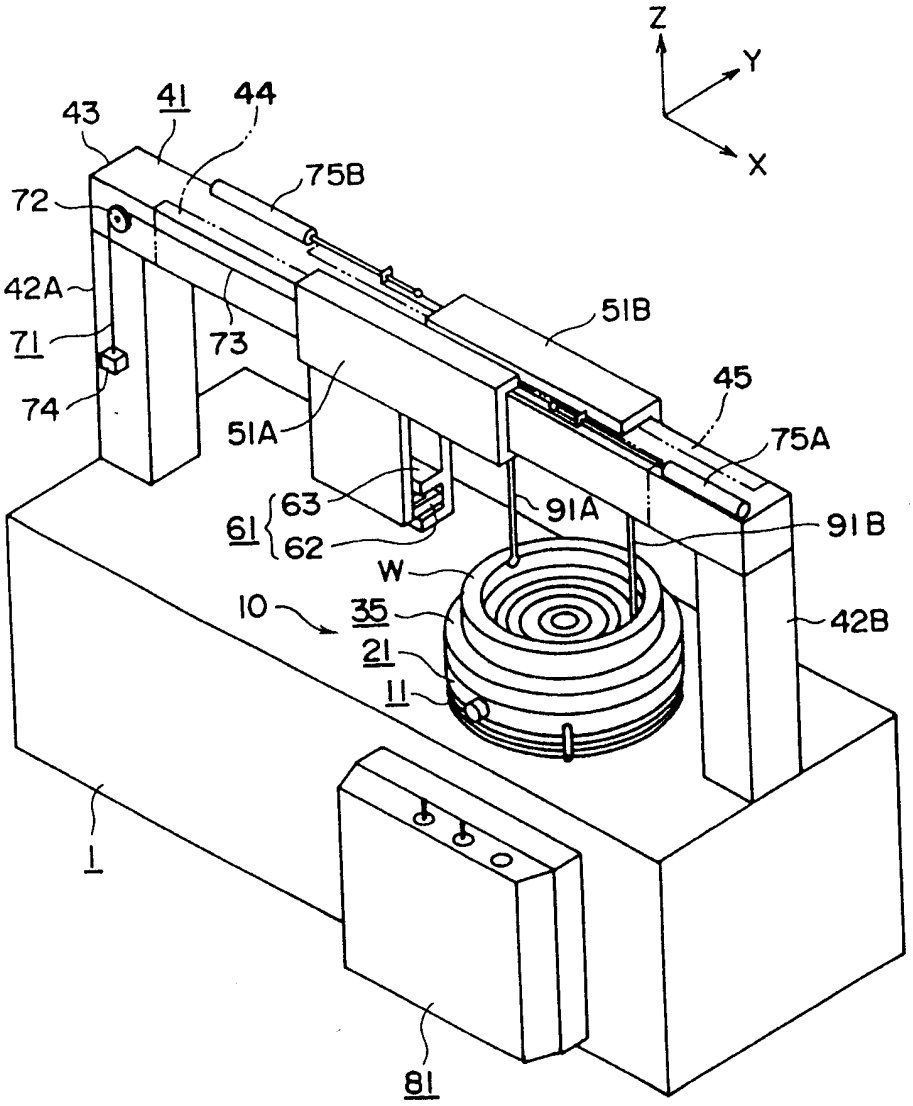

Z
Y
X
43
41
44
75B
72
42A
71
73
74
51B
45
51A
75A
63
61
62
91A
91B
W
10
35
21
11
42B
1
81

图 1

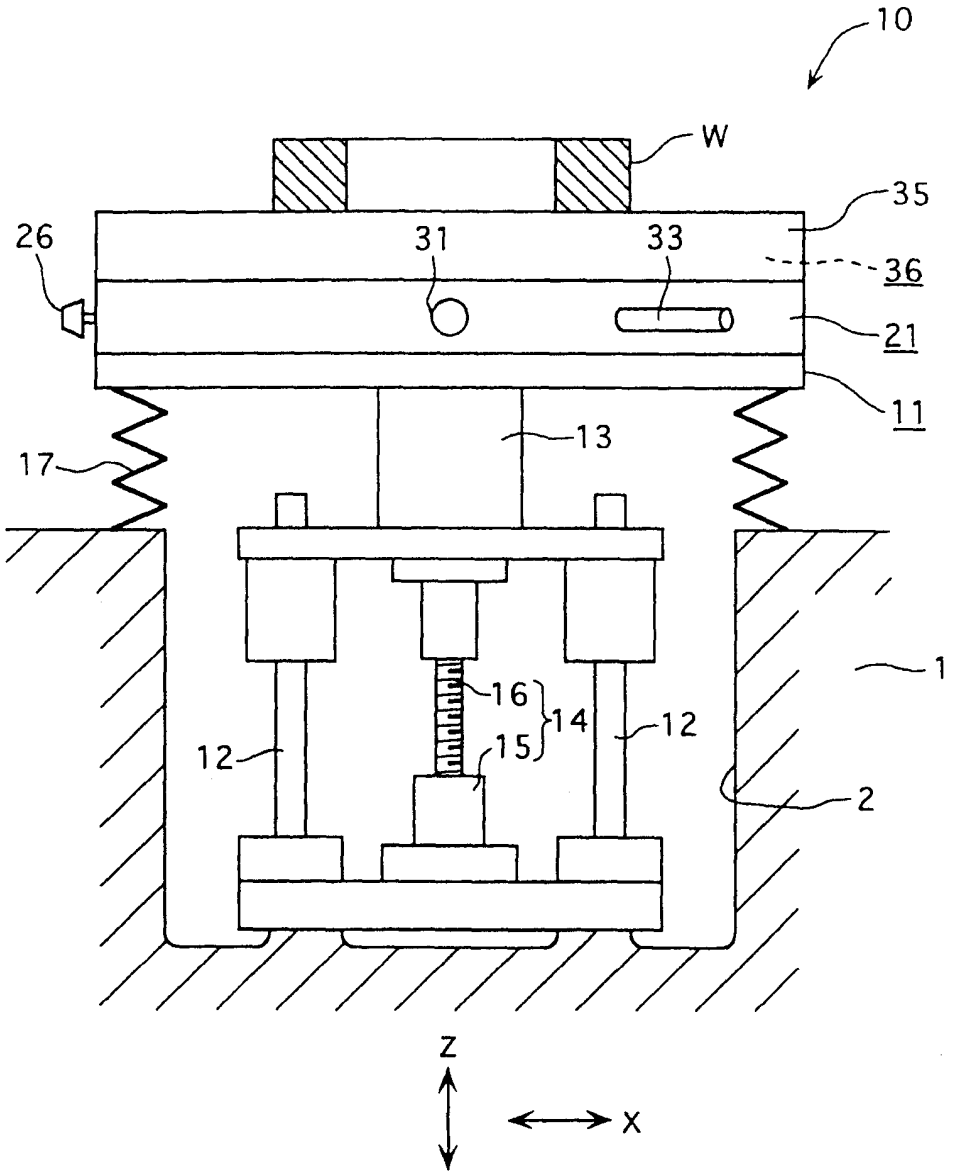


图 2

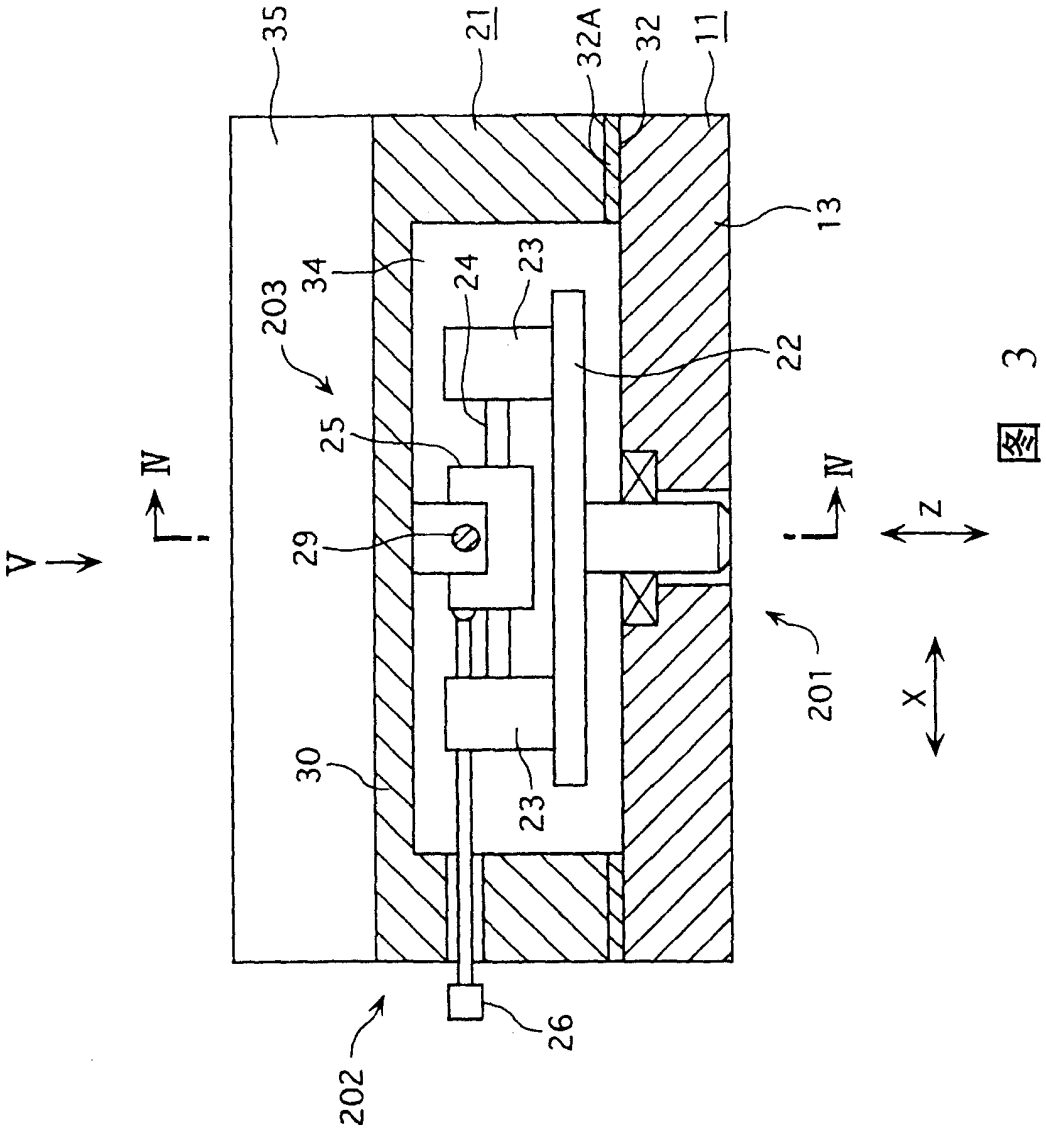


图 3

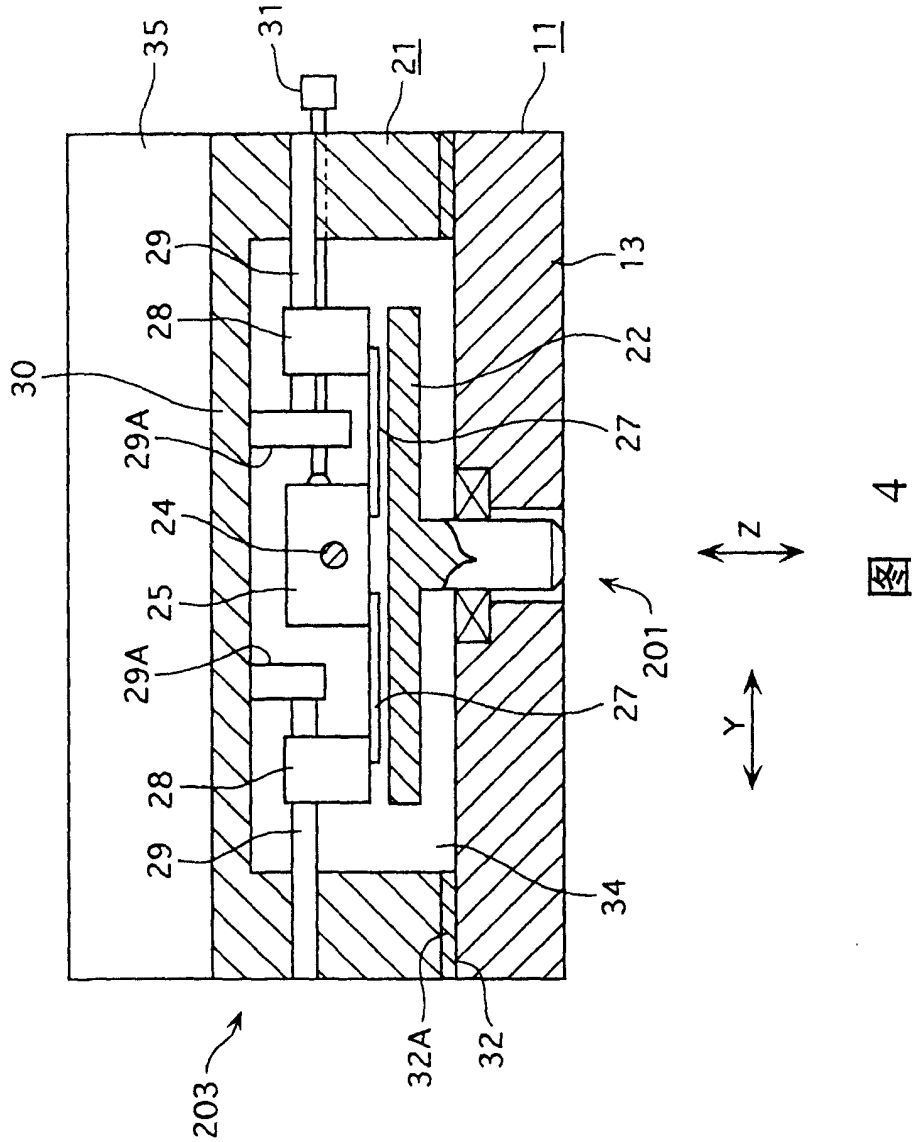

35
31
21
11
29
28
30
29A
24
25
29A
28
29
13
22
27
27
34
32A
32
203
201
Z
Y

图 4

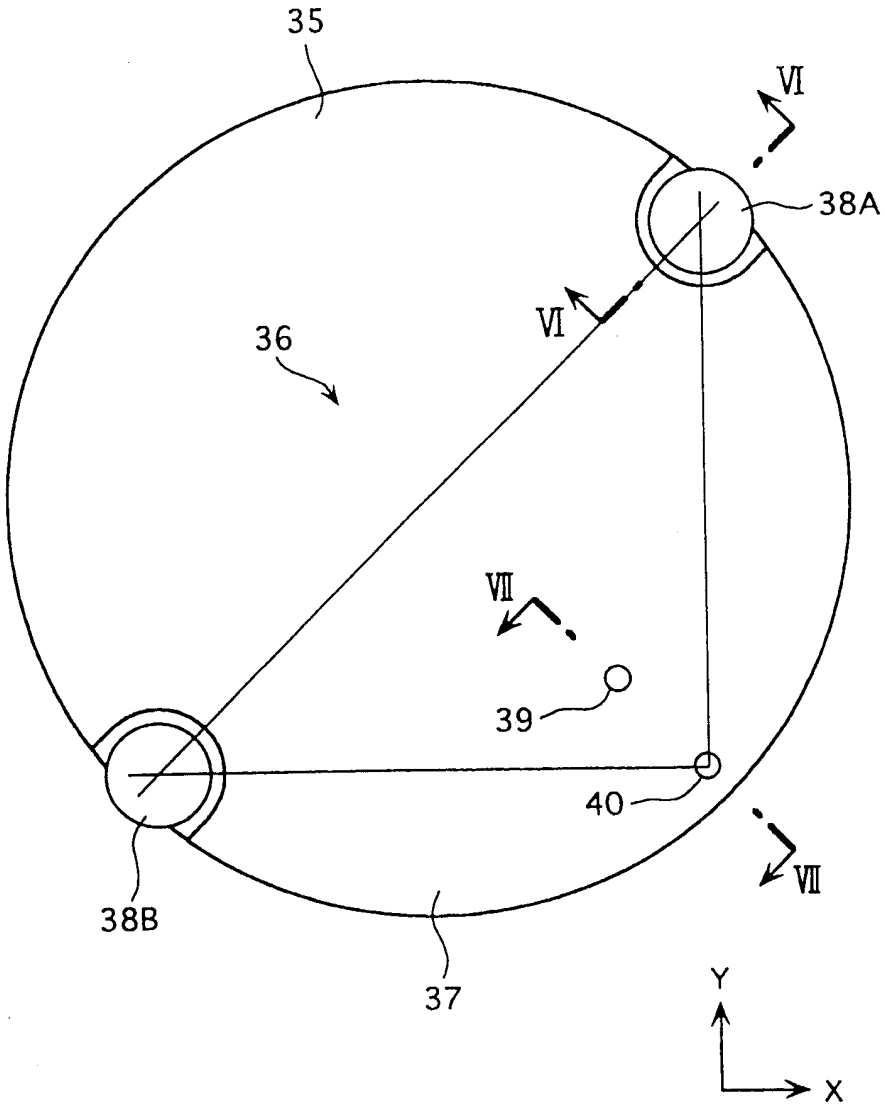


图 5

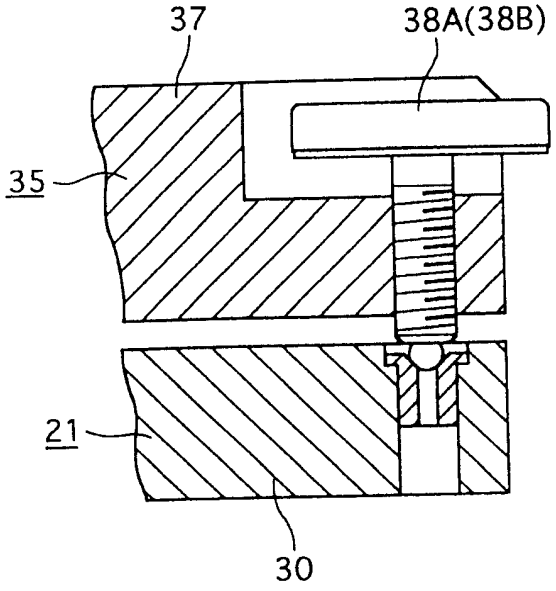


图 6

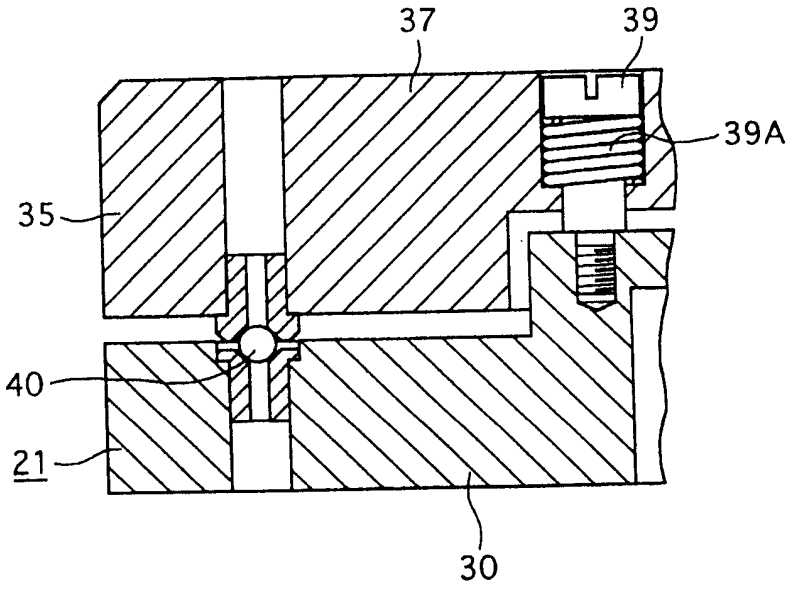
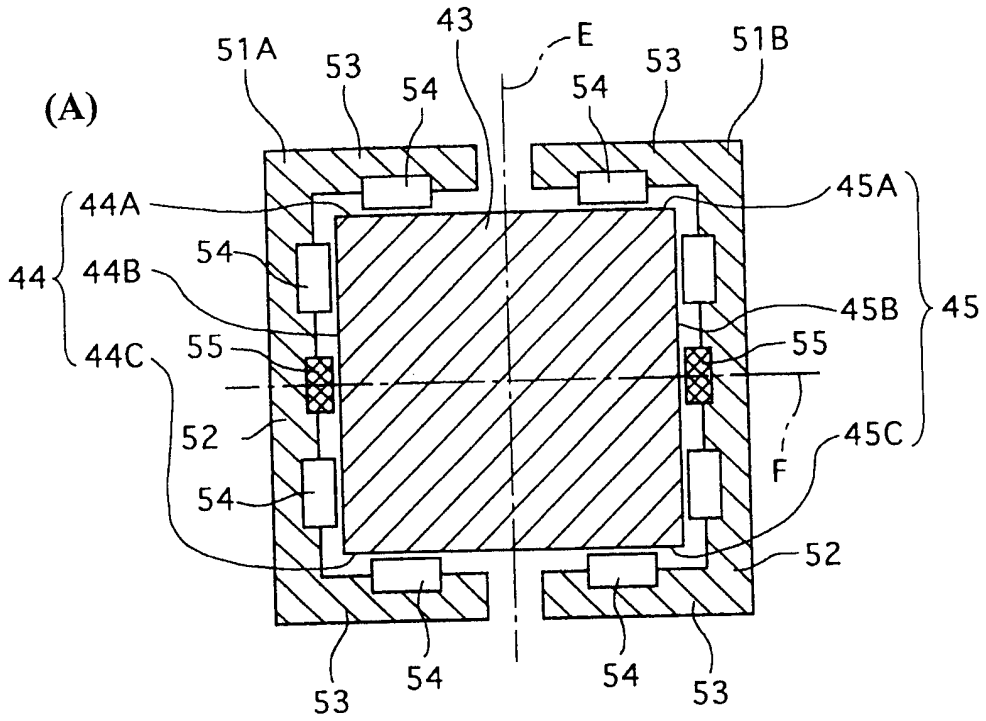


图 7


(A)
43
E
51A
53
54
54
53
51B
44A
45A
44
44B
54
45B
45
44C
55
55
52
F
45C
54
52
53
54
54
53

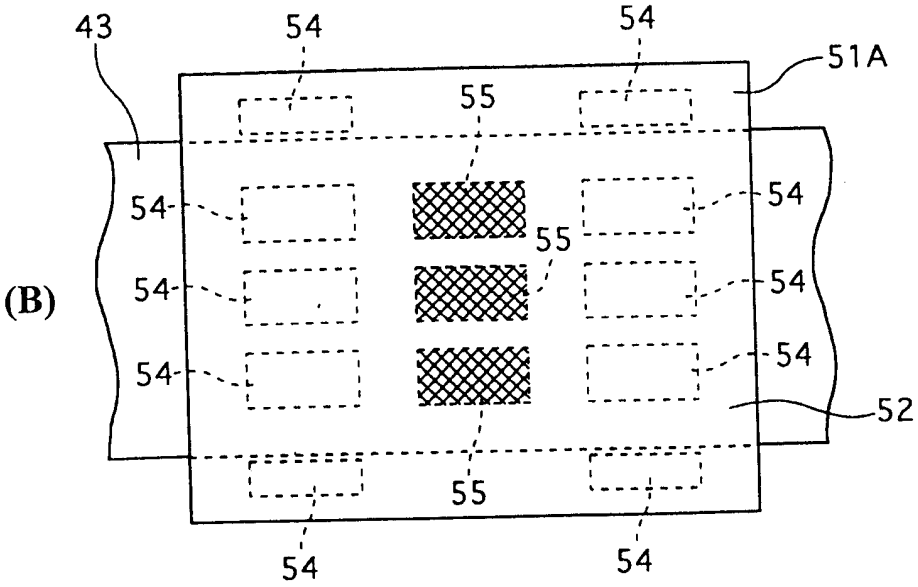

(B)
43
54
54
51A
55
54
54
55
54
54
54
54
52
55
54
54

图 8

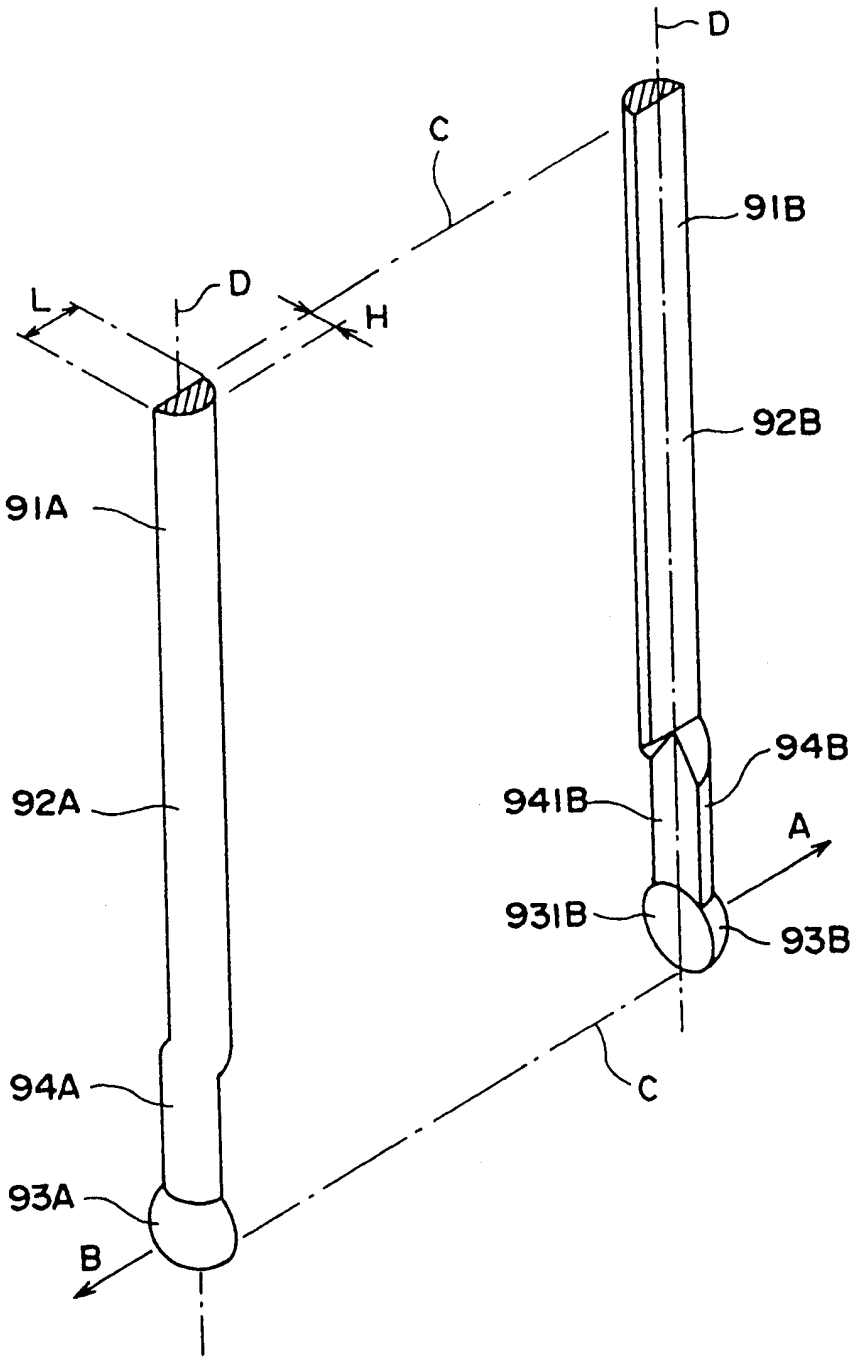


图 9

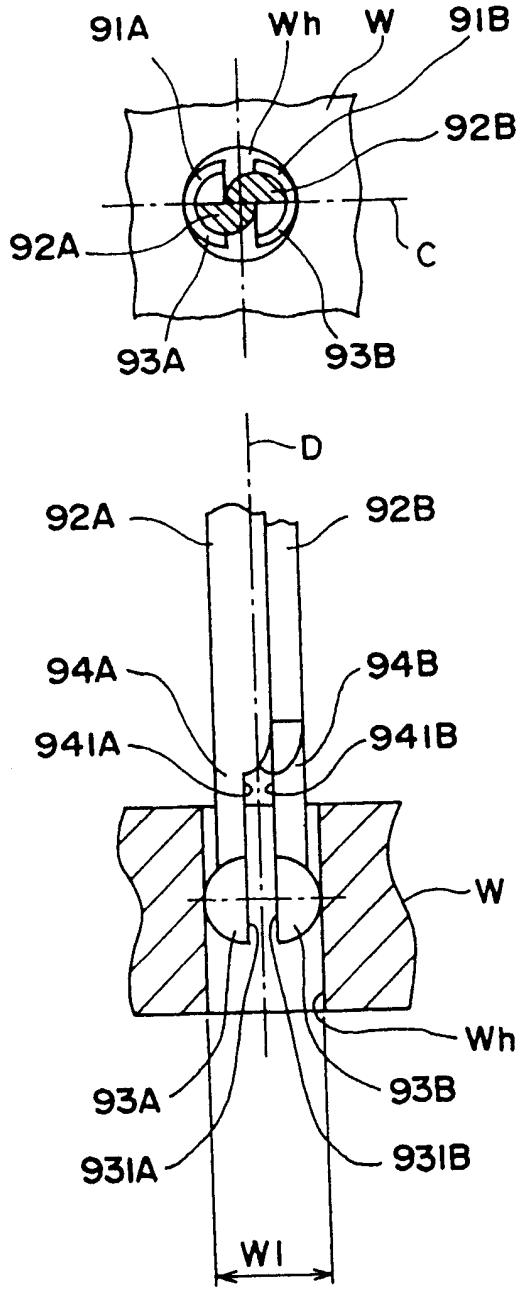

91A
Wh
W
91B
92B
92A
C
93A
93B
D
92A
92B
94A
94B
941A
941B
W
Wh
93A
93B
931A
931B
W1

图 10

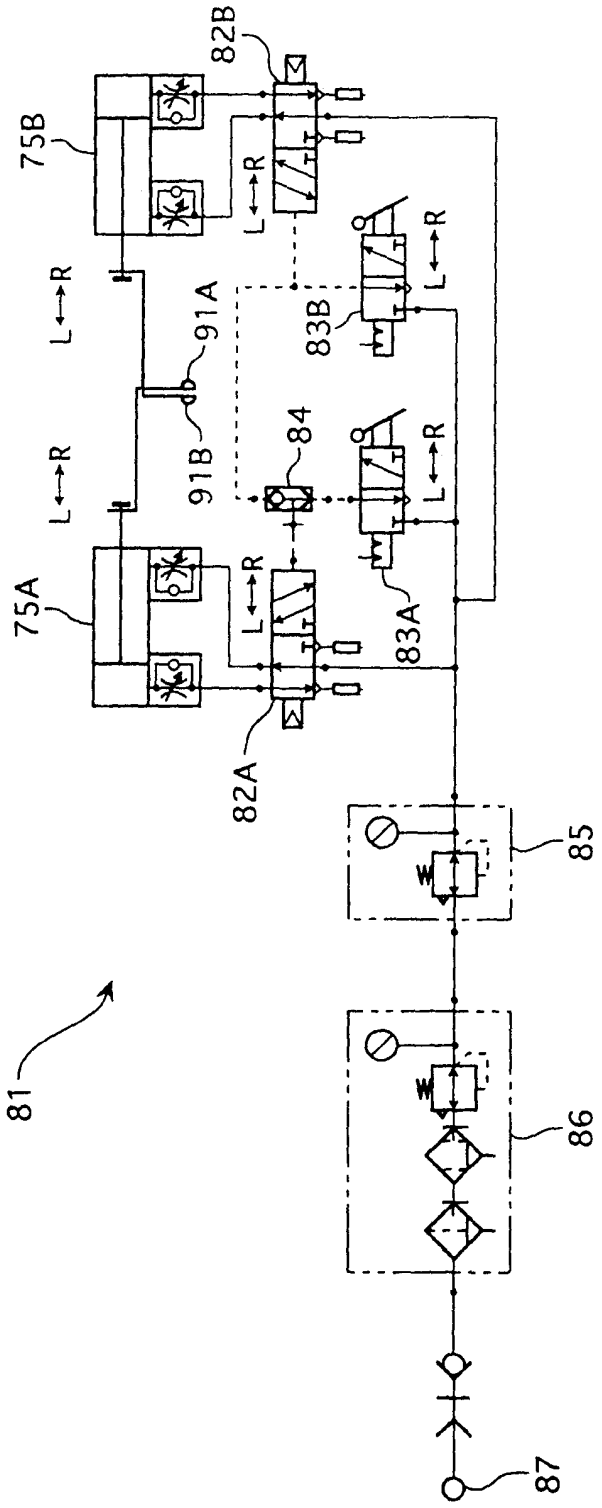


图 11

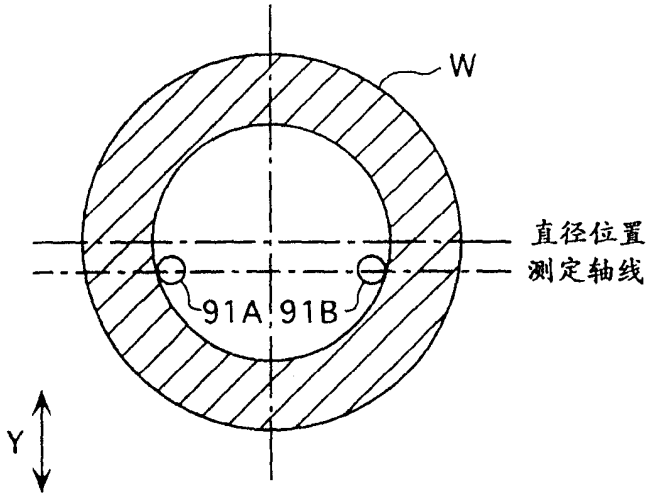


图 12

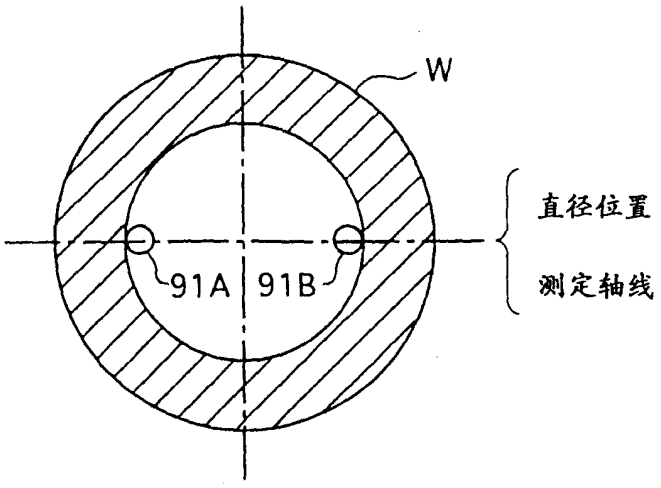


图 13

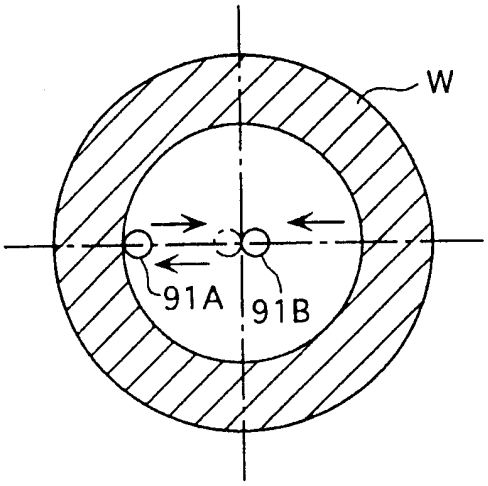


图 14

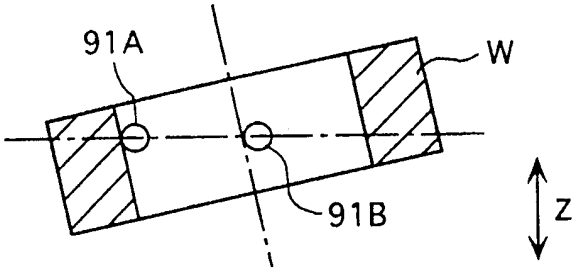


图 15

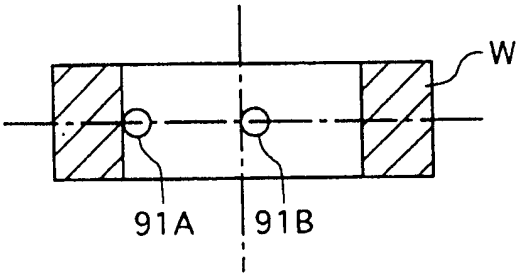


图 16

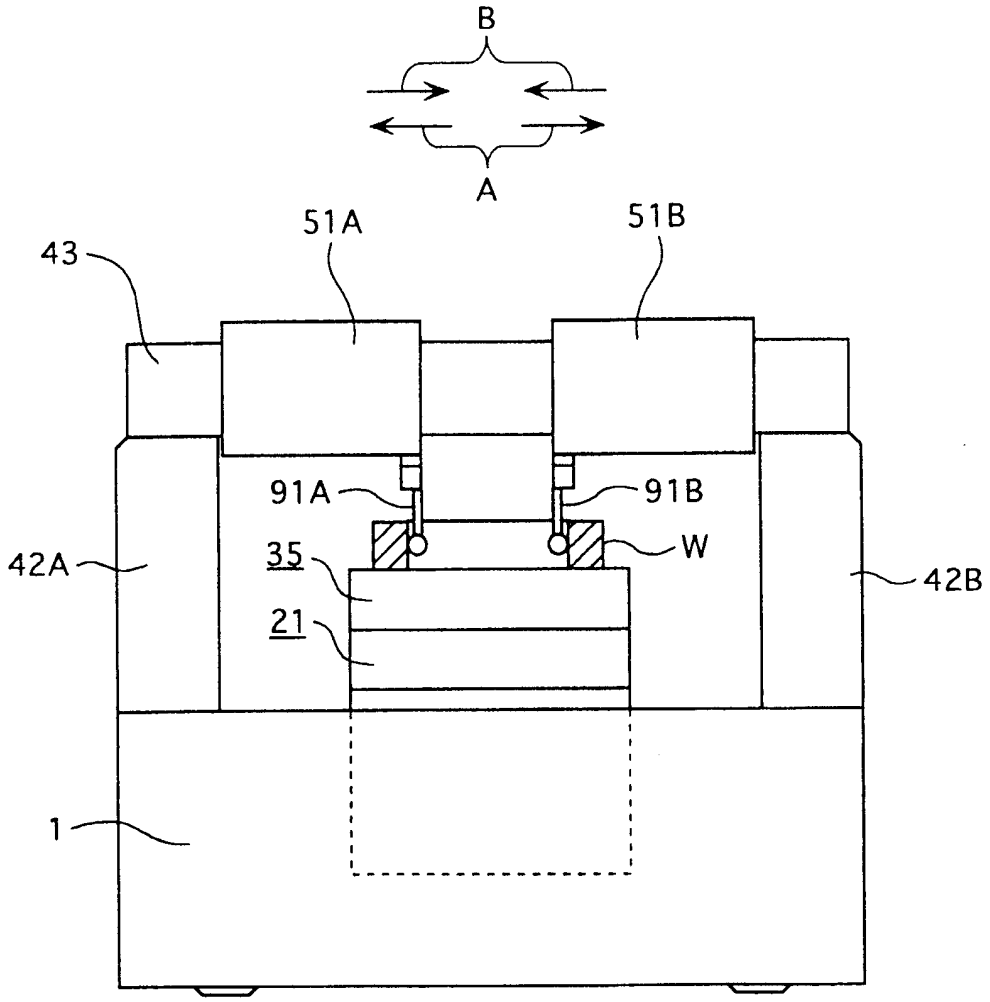


图 17

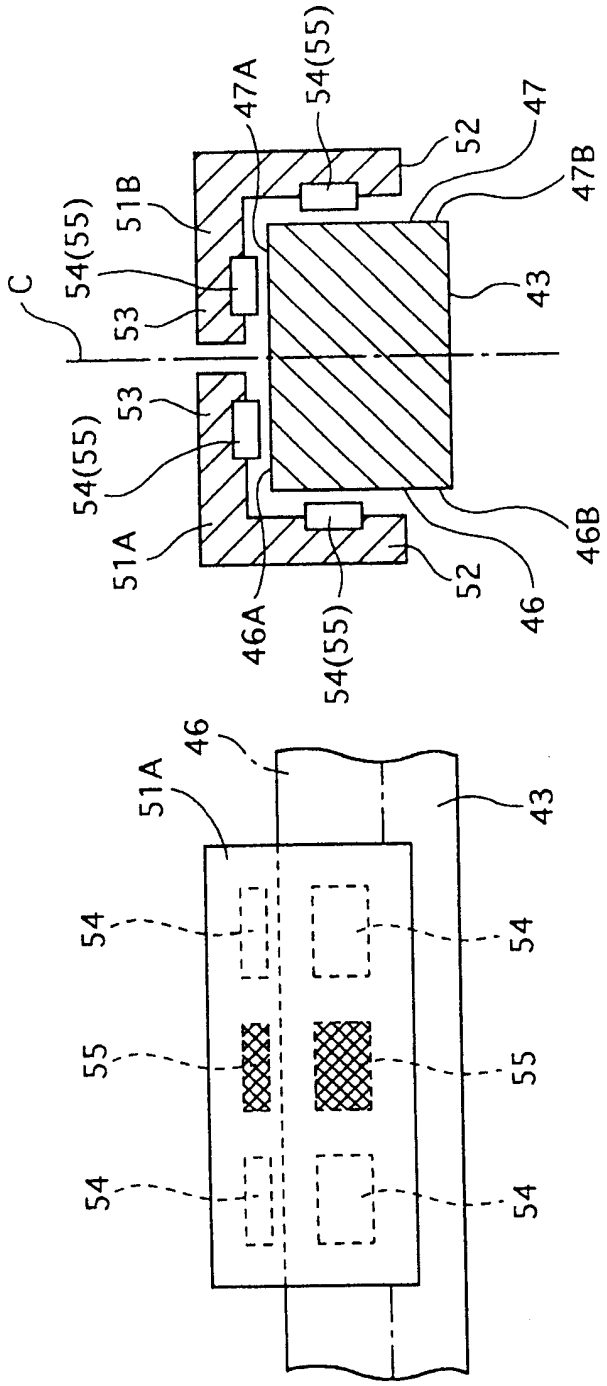

47A
54(55)
52
47
47B
51B
54(55)
C
53
43
53
54(55)
51A
52
46B
46
46A
54(55)
46
51A
43
54
54
55
55
54
54

图 18

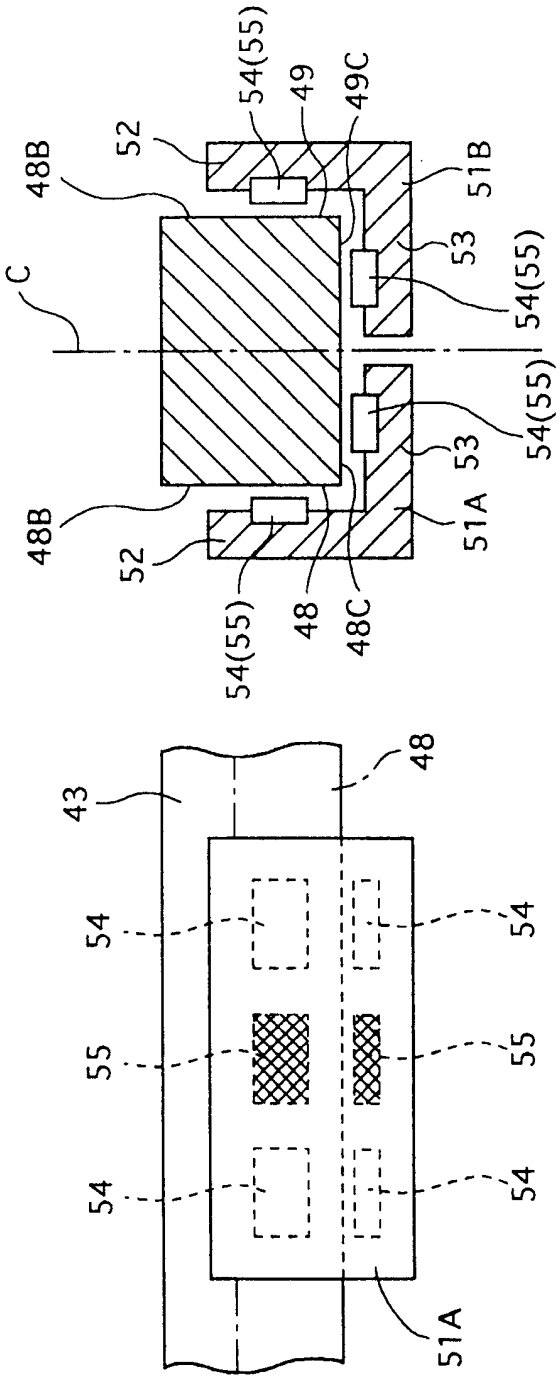

54(55)
49
49C
52
48B
51B
53
C
54(55)
54(55)
53
48B
51A
52
54(55)
48
48C
48
43
54
54
55
55
54
54
51A

图 19

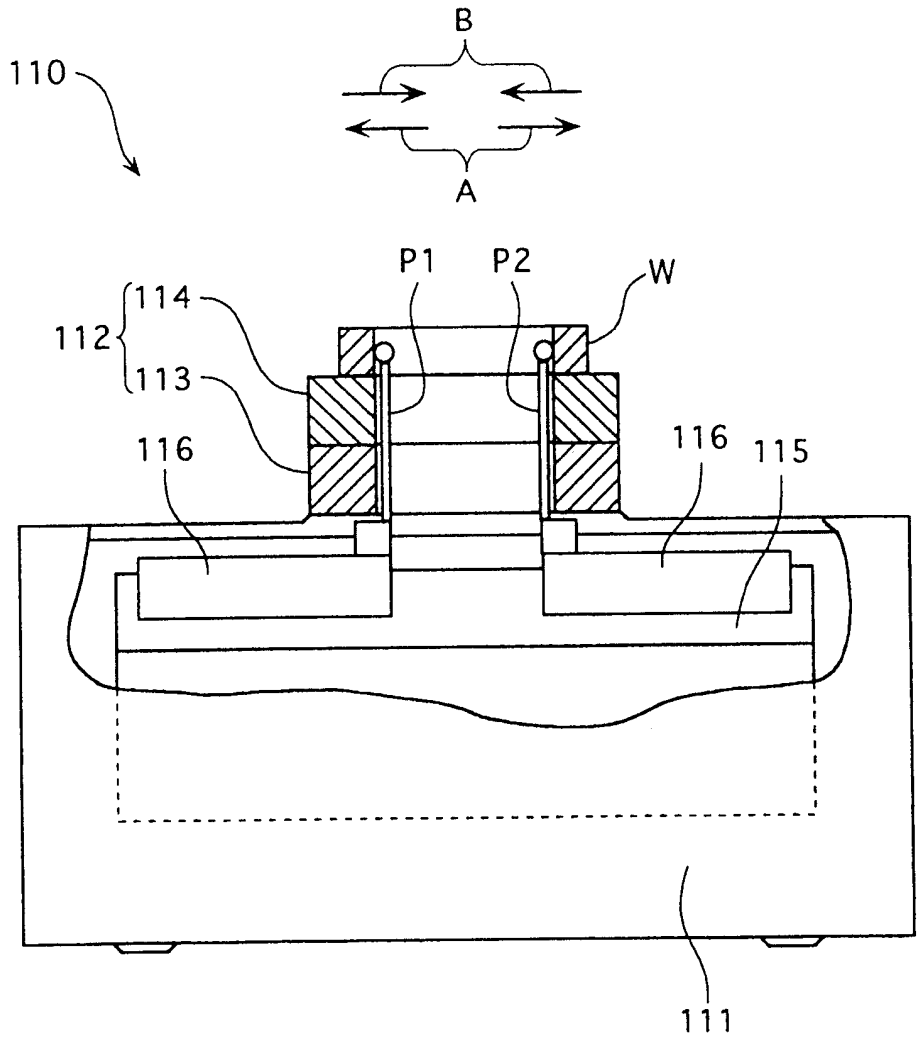


图 20

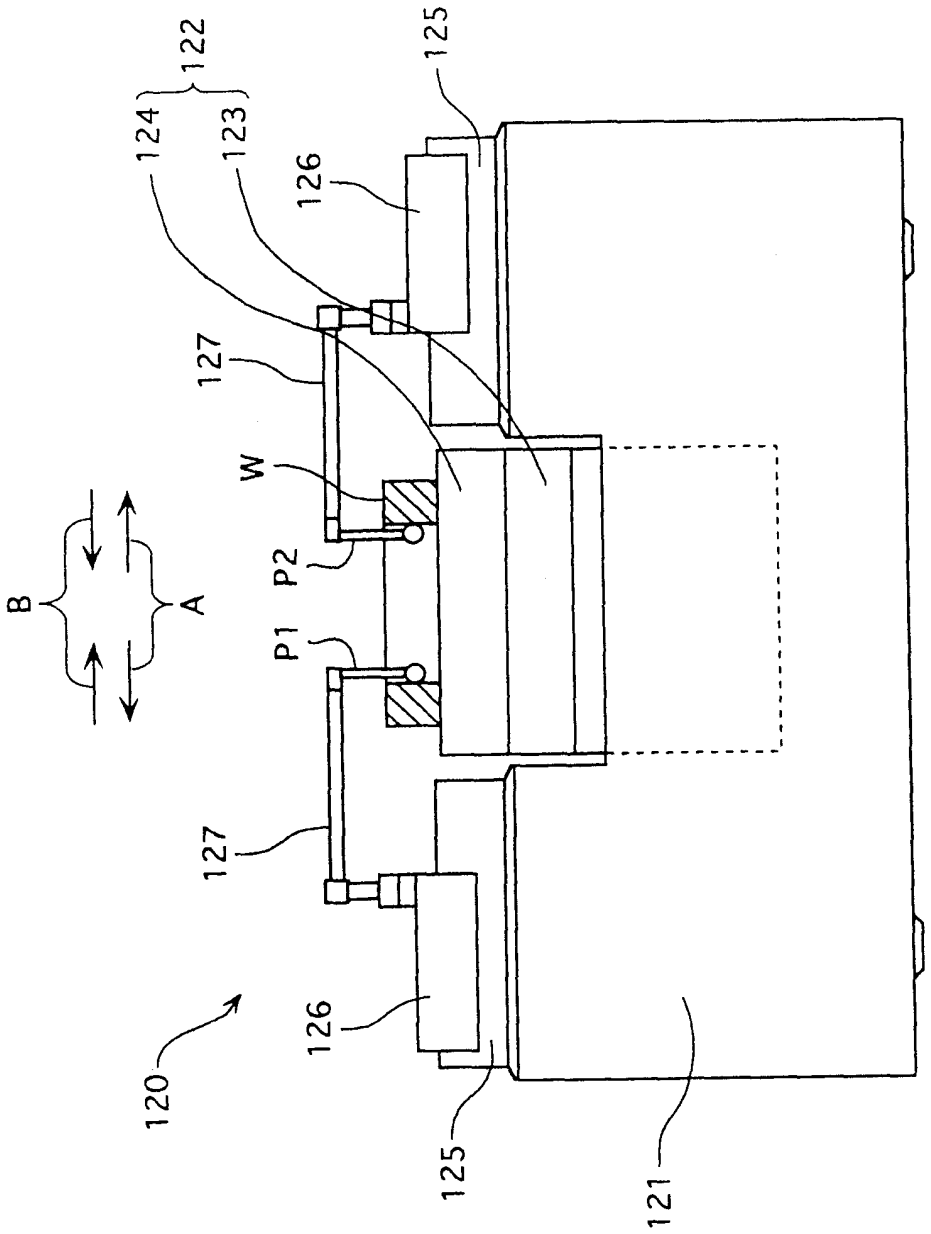


图 21

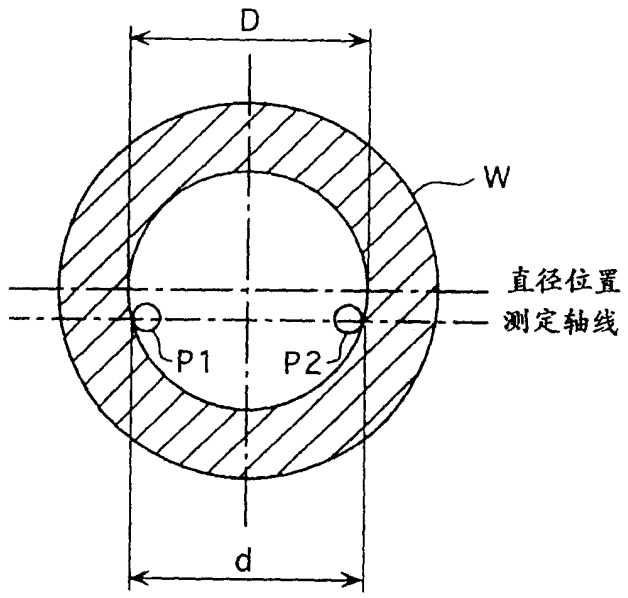


图 22

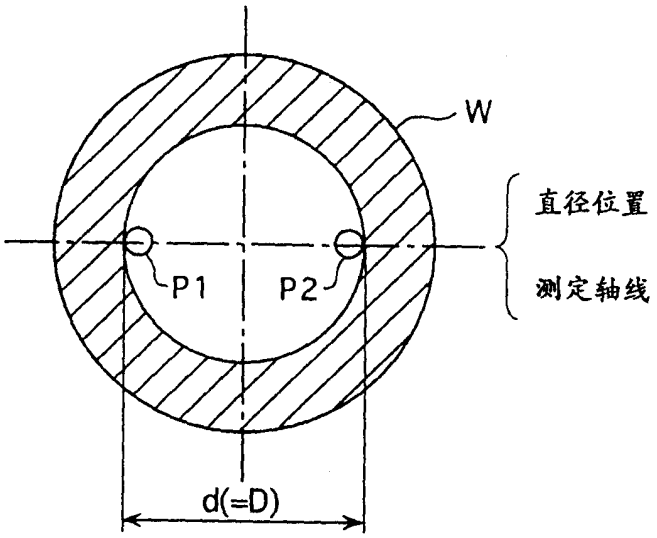


图 23

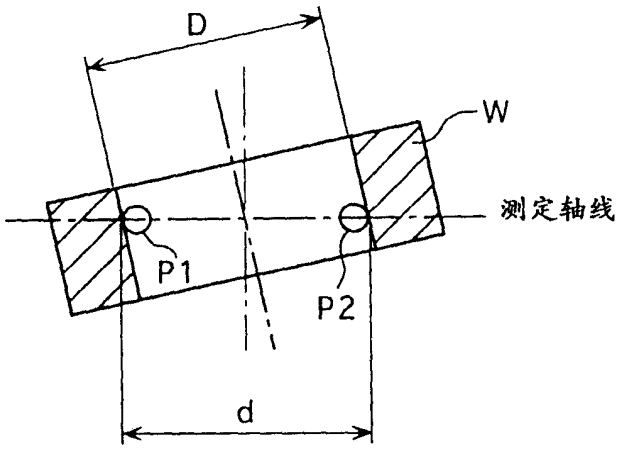


图 24

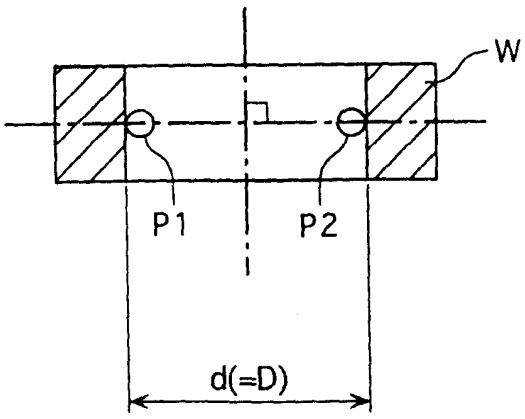


图 25

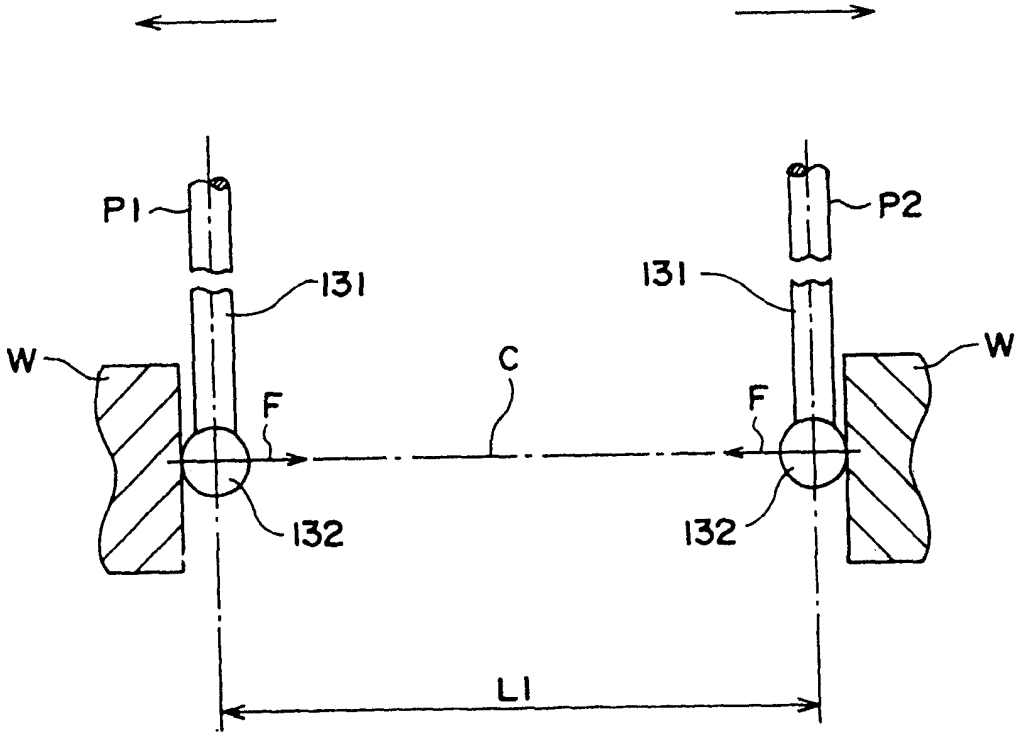


图 26

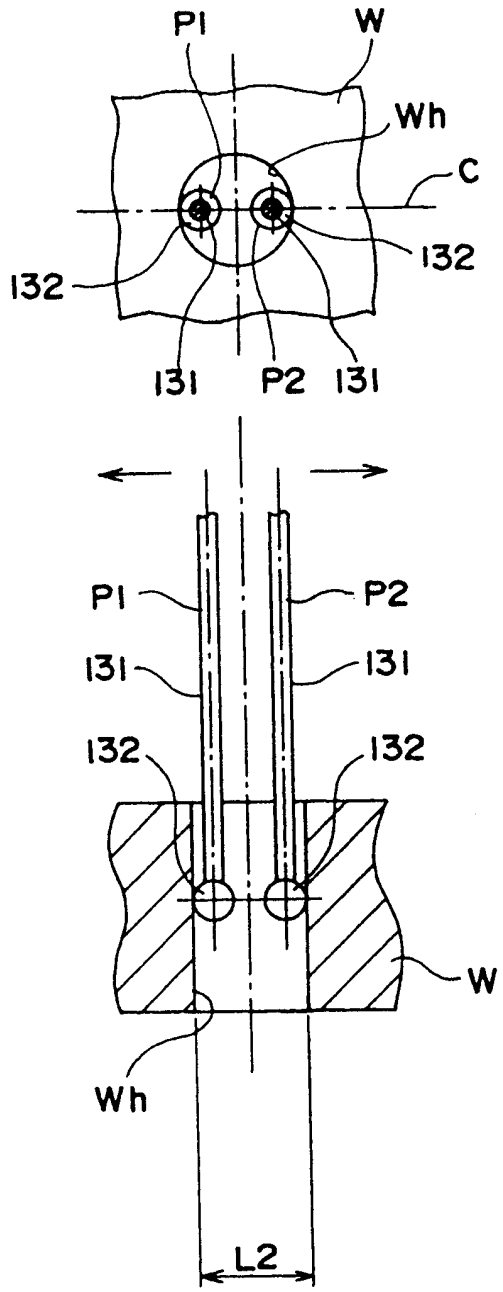


图 27

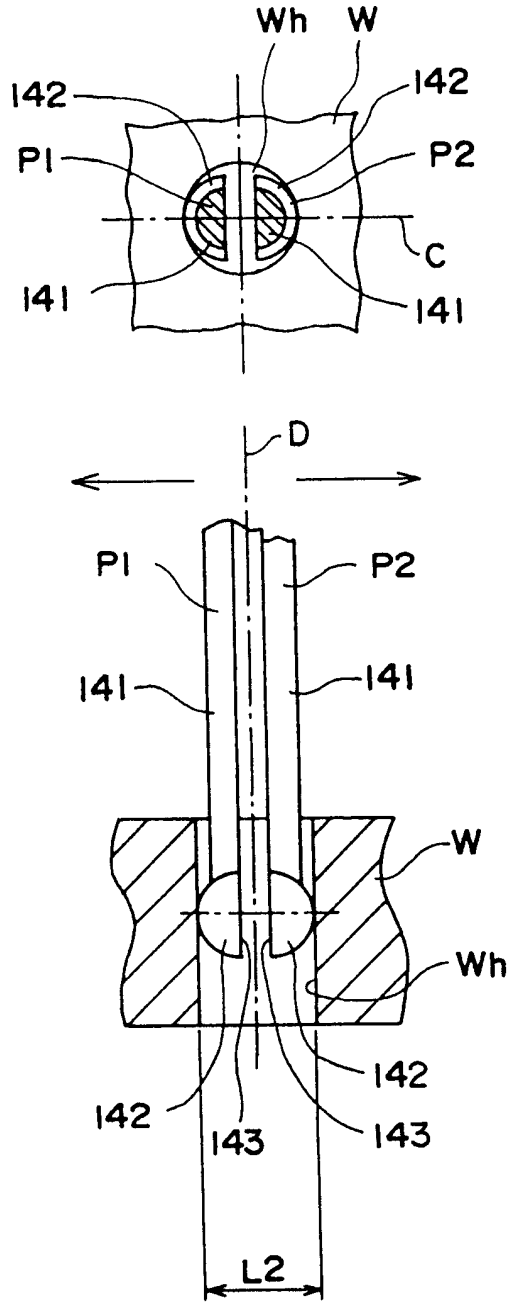


图 28