

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01D 5/241 (2006.01)

G01B 7/012 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02800235.0

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1307406C

[22] 申请日 2002.1.30 [21] 申请号 02800235.0

[30] 优先权

[32] 2001.1.30 [33] GB [31] 0102324.1

[86] 国际申请 PCT/GB2002/000413 2002.1.30

[87] 国际公布 WO2002/061378 英 2002.8.8

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.30

[73] 专利权人 瑞尼斯豪公司

地址 英国格洛斯特郡

[72] 发明人 大卫·肯尼斯·托马斯

安德鲁·洛克

格雷厄姆·理查德·弗格森

[56] 参考文献

US4303919A 1981.12.1

WO0060307A1 2000.10.12

CN1141426A 1997.1.29

US2892152A 1959.6.23

审查员 舒 畅

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 林 潮 顾红霞

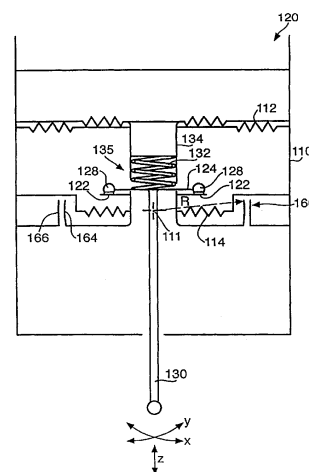
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 10 页

[54] 发明名称

电容型位移传感器

[57] 摘要

本发明公开一种位移响应装置，例如测量探头(110)。探针(130)的位移使被板簧(112)和(114)支撑的托架(134)发生可回复的运动。该运动可被由两个圆筒(164)和(166)形成的电容传感器(160)探测。这两个圆筒以至少三个自由度运动且所述运动过程中的电容量的变化可由电路(例如图5中所示)测定。x, y 和 z 方向的运动可被检测出。



1. 一种测量探头，包括：

壳；

探针支架；

悬挂系统，用于将探针支架相对于壳悬挂，并且提供探针支架相对于壳的一个平动自由度以及探针支架相对于壳的两个转动自由度；
以及

传感器，用于测定壳和探针支架之间的位移，传感器具有安装于壳的第一电容元件以及安装于探针支架的第二电容元件，第二电容元件与第一电容元件相互协作并可相对于第一电容元件移动，

其特征在于，悬挂系统具有弹性件以提供所述平动自由度以及另外的弹性件以提供所述转动自由度。

2. 如权利要求 1 所述的测量探头，其特征在于，探针支架通过探针限位机构安装于一个支架，该探针限位机构包括安装基座，安装基座可以从安放位置抬起以允许探针支架和支架之间的相对运动，所述的探针限位机构还包括偏压装置，探针支架被偏压装置偏压到安放位置。

3. 如权利要求 2 所述的测量探头，其特征在于，提供平动自由度的弹性件包括两个隔开的弹簧并且限位机构位于所述两个隔开的弹簧之间。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的测量探头，其特征在于，每个弹性件包括至少一个板簧。

5. 一种测量探头，包括：

壳；

探针支架；

悬挂系统，用于将探针支架相对于壳悬挂，悬挂系统包括连接壳和探针支架的弹性件；以及

传感器，用于测定壳和探针支架之间的位移，传感器具有连接于壳的第一检测元件以及连接于探针支架的第二检测元件，第一检测元件和第二检测元件相互协作并可相对移动，并且其形式为至少两个共轴的管的形式。

6. 如权利要求 5 所述的测量探头，其特征在于，悬挂系统提供探针支架相对于壳的三个自由度。

7. 如权利要求 6 所述的测量探头，其特征在于，所述自由度是一个平动自由度和两个转动自由度。

8. 如权利要求 1 或 5 所述的测量探头，其特征在于，传感器检测第一检测元件和第二检测元件之间的电容量变化以便测定位移。

9. 如权利要求 1 或 5 所述的测量探头，其特征在于，传感器围绕探针支架的圆周设置。

10. 如权利要求 1 或 5 所述的测量探头，其特征在于，传感器围绕一个点设置，该点是转动自由度的轴线交点。

11. 如权利要求 1 或 5 所述的测量探头，其特征在于，第二检测元件为部分球形。

电容型位移传感器

本发明涉及一种响应位移的电容型检测装置。

许多已知的装置使用其结构的一部分发生位移时结构的电容量变化，以测定位移量。一种已知的此类装置在美国专利 No.5,006,952 中被公开。该专利中介绍了一种操纵杆，所述操纵杆具有间隔开的平面电板以及用于测量所述电容器板相对位移时电容器板的电容变化的电路。电容器板的配置包括单个中间圆盘，夹在其它二个圆盘之间，三者全部用气隙隔开。操纵杆的运动使中间圆盘也产生运动。但中间圆盘的运动受气隙宽度限制。当中间圆盘绕其轴线来回转动时，所测得的电容量会发生微小的变化，而当中间圆盘关于其轴侧对侧运动时电容量变化相对较大。这种对两个不同方向的位移的响应上的显著差别因为操纵杆在被沿不同方向推动时会有不同的电容变化量响应而产生问题。

圆筒电容型位移测量装置已在诸如欧洲专利 No.0831300，美国专利 No.4,961,055 和美国专利 No.3,928,796 中公开。所有这些现有技术中公开的装置均采用了轴向相对移动圆筒形部件的工作方式，因而部件间电介质大小没有变化。

根据本发明的第一个方面，本发明提供了一种位移响应装置，它包括第一部件和至少可以相对第一部件以三个自由度位移的第二部件；还包括具有至少两个隔开的电容元件的电容型位移传感器，其中一个元件与第一部件相连而另一个元件与第二部件相连，从而，两个元件可以以所述至少三个自由度彼此相对位移，从而改变其电容量；本发明的特征在于，电容元件是至少两个实质上共轴的管的形式，其中一个放置在另一个内部。

优选地，两个管通常是同心的圆筒。变通地，也可采用三个管，一个中间管，另外两个管一个在中间管的内部而另一个在中间管的外部。

本发明还涉及一种形成用于位移响应装置，例如一个测量探头的悬挂系统的弹簧装置。

这种结构的探头公知于，例如如国际公开专利 No.WO00/60307，其中介绍了一种安装在一对轴向分离的板簧上用于旋转运动和轴向运动的探针支架，所述弹簧板延伸在探针支架和探头壳之间。探针支架绕探头轴线上的一点枢转，该点位于两弹簧平面间的由两弹簧的相对刚度决定的位置。此外，本发明提出可以加入第三个弹簧，第三弹簧也延伸在探针支架和探头壳之间于经过通过探针支架枢转点的平面内。

从而，根据本发明的第二个方面，还提供了一种用于位移响应装置的悬挂系统，其中一个探针支架通过另一种弹簧装置悬挂在所述壳内。

在本发明的优选实施方案中，该弹簧为板簧。

同样在本发明的优选实施方案中，该悬挂系统包括三个板簧。

此外，在本发明的优选实施方案中，探头还包括一个越程装置（overtravel device），它可以是实质上公知的运动越程装置，以在探测工作中探针大位移时保护弹簧悬挂系统中弹簧不受超载应力。

优选地，所述越程机构安装在弹簧悬挂系统内。

下面参照附图说明本发明，其中：

图 1 所示为本发明一个具体实施方案的简化图；

图 2 和图 3 所示为图 1 中所示电容型传感器的部件；

图 4 所示为本发明中使用的信号整理电路的一部分；

图 5 所示为一个改进的电容型传感器和信号整理电路的一部分；

图 6 所示为经测量探头的剖面图及本发明第二个方面的示意图；

图 7 所示为图 6 中所示测量探头的弹簧组件；

图 8 至图 12 所示为本发明的另一个具体实施方案。

图 1 所示为具体实施本发明的位移响应装置。该装置为一个测量探头 10，被连接在机床 20 上，例如坐标测量机或机床。一个带有助于接触测量如工件 50 等表面的端头 40 的探针 30。施加在探针端头上表面接触力使探针 20 移动。由于下面讨论的具体实施方案中弹簧装置的作用，探头有三个自由度：两个转动自由度（ x 和 y ）和一个平动自由度（ z ）。该探针与一个电容型传感器 60 相连，所述电容型传感器可用于测定探针发生的运动和/或产生的运动的量。因而可以产生一个简单的触发信号或模拟信号以例如协助断面扫描。

弹簧装置包括两个间隔开的平行隔板 12，它允许探针 30 在 z 方向有可回复的平动，以及另外一个刚性略高的板簧 14，它允许探针端头在其中心点在与板簧 14 大致在同一平面上的横隔板 11 上的球面内运动。这样，所示弹簧装置就允许三个运动自由度。

如图 1，图 2 和图 3 所示，电容型传感器由三个同心的陶瓷圆筒 62，64 和 66 形成。圆筒 62，64 和 66 都由镀铜陶瓷材料制成，然后在表面镀金使金属表面层的总厚度为大约 2 微米。然后该镀层被贯穿蚀刻以在镀层中形成离散的电容区，其中一些内设有连接线 68。探针的运动引起中间电容性圆筒 64 的可回复的运动。两个相对固定的内部和外部电容性圆筒 62 和 66 与中间圆筒 64 的内表面和外表面之间由介电的气隙隔开。当中间圆筒 64 运动时电容量就会发生变化。需

要注意的是中间圆筒 64 的运动可能在 z 方向或绕中心 11 枢转，这使得圆筒间的空气间隙不会发生明显的改变。然而，圆筒上的导电层被分隔成片段，使得片段间的重迭将决定传感器的电容量，从而可以通过片段重迭的数量来测量圆筒的运动。这样圆筒间可达到的行程范围就大大超过了现有技术中使用的平板可达到的行程。

图 2 中所示为圆筒 62, 64 和 66 上导电区域的一种特定图形例。图 2 中是图 1 所示电容型传感器 60 中圆筒的分解图。

图 2 中所示还有展开的圆筒表面，其中可以清楚地看到离散的电容区域的图形。

图 3 所示为图 2 中箭头 3 所示方向的视图，并示出经传感器剖开的详细剖面图。

图中所示金属镀层区 A, B 和 C 厚度比其实际厚度厚得多。

静止的外侧圆筒 66 有四个环，每一个又分成四个四分之一圆 A1B1, A2B2, A3B3 和 A4B4，每个又与一个下面要说明的信号检测电路相连。由于区域 A, B 和 C 重迭的程度不同会产生电容量变化的不同，从而使电路中的电压发生变化。可运动的中间圆筒 64 没有连接导线，但其外表面通过通孔 70 与其内表面电连接。中间圆筒上的八个离散区域 C 与一对四分之一圆 A 和 B 重迭，从而重迭量的变化产生电容量的变化。如前所述，重迭的变化发生在 z , y 或 x 方向的运动过程中。利用四分之一圆使得信号电路能够测定中间圆筒（从而测定探针）的移动方向。

图 4 所示为用于图 1 至图 3 中所示电容型传感器 60 的电路。工作时，用由逻辑电路 74 驱动的开关电路 72 用阶梯波电压为传感器充电。这样，电容区域，图中只示出一组，就被交替地充电，且其电量

被电荷放大器 c.amp 放大并由相敏装置 p.s.d.测定其充电的相位。

美国专利 No.5,006,952 中详细介绍了一种可能用于本发明的电路，该专利公开文本引用作为参考文献。

如图中所示本具体实施方案中还有两个附加电容： C_f 和 C_p 。 C_f 是电荷放大器的反馈电容，而 C_p 是输入电容。它们都设置在内部圆筒 62 上。这样，在活动圆筒 64 没有电连接线。电容 C_f 和 C_p 与传感器的其它电容有相同的电介质（即空气），这样空气介电常数的任何变化都会对所有的电容产生同等影响从而不会产生明显的净效应。

在该变形中有四个通道，每个传感器的四分之一圆周各一个。这样探针在 x 或 y 方向的运动可以通过每个四分之一圆周上的电容的变化来测定。美国专利 No.5,006,952 中还公开了一种适合于有四个通道的本具体实施方案的电路。

如图 5 所示为本发明的另一个变形。在该具体实施方案中只使用了两个圆筒。除了传感器上没有电容 C_f 和 C_p 外，其工作原理与前面所述相同。在该实施方案中，电容 C_f 被安装在传感器外面的信号整理电路中，且不需要电容 C_p 。尽管该传感器结构简单（只有两个圆筒），但该结构的一个缺点是活动（例如内部）圆筒需要一个挠性的导线连接装置 73。

图 5 中所示的电路与图 4 中所示电路或美国专利 No.5,006,952 中公开的电路基本没有差别。

图 6 所示为一个位移响应装置的剖面图，在该例中是一个测量探头。该探头与图 1 中所示探头相同，且相应的部分采用相同的标号。

该探头有一个壳 10，从其中伸出一个与工件接触的探针 30。螺

纹连接 18 把探针 30 与探针支架 16 连接起来。探针支架 16 由一个包含三个以 120° 间隔分布于盘 26 上的 V 形槽 22 的运动支架支承。每个槽 22 为固定在一个安装基座 24 上的球 28 提供了一个安放位置，而安装基座 24 又与探针支架 16 相连。一个被压缩在安装基座 24 与探针支架 16 间的盘簧 32 提供了将球 28 压入凹槽 22 中的力，从而将探针支架 16 紧紧固定在盘 26 上。

运动支架提供了一个越程机构，它可以在探针支架的行程达到不可接受的值时断开并允许一个或多个球离开其相应的安放位置，从而保护探针支架悬挂机构的其余部分。作用在探针上的力使弹簧 32 压缩，从而使一个或多个球 28 离开其相应的安放位置而不会迫使圆筒 64 与相邻的圆筒 62 和 66 接触。

盘 26 与探针 30 一起运动（正常工作状态下）且与位移传感器 60 直接相连。在本实施方案中所示为电容型传感器 60（其结构如前文所述），但这里也可使用其它任何位移传感器。

盘借助一个平板簧 14 弹性地悬挂在套筒 34 上。该弹簧允许探针支架绕支架中心点沿 x 和 y 方向枢转。

套筒 34 上有开口 36，可以使安装基座 24 和盘 26 的腿不受阻碍地通过。借助于另外两个板簧 12，套筒的每一端都被悬挂，这两个板簧 12 只允许套筒及其支撑的组件在 z 方向运动。

位移传感器有固定在壳 10 上的组件（圆筒 62 和 66）和另一个悬挂组件（圆筒 64），该组件借助于弹簧 14 可在 x 和 y 方向运动，借助于平行的板簧 12 可在 z 方向运动。

这种探头装置结构更紧凑。

如图 7 所示为弹簧 12 的结构。其内周边与外周边分别与套筒 34 和壳 10 焊接。每个弹簧 12 都具有“居民岛”结构，有三条通过沿周向和径向伸出的腿 35。这三条腿 35 是通过在弹簧材料上贯穿蚀刻三个槽 37 成形的。

图 8 所示为图 9 中所示的装置的简化示意图。图 10, 11 和 12 所示为图 8 和图 9 所示具体实施方案中部件的放大图。

图 8 所示为另一种测量探头 110。它有安装在弹簧支架 134 上的探针 130。该支架相对于把它安装于其上的机床 120 的运动可以用电容型传感器 160 测定。本实施方案中的传感器 160 包括两个管 164 和 166，形式是如下面详述的两个同心的圆筒。

该具体实施方案与图 1 和图 6 所示的具体实施方案的弹簧装置不同。在该具体实施方案中使用了一对平行的板簧 112，以为在 x 和 y 方向的运动提供相对较高的刚度，而在 z 方向具有顺性。该弹簧对 112 可被一个较厚的弹簧替代，然而，由于贯穿蚀刻最适合在较薄的材料上实现，因此，需要强调的是，较为经济的方式是采用图中所示的两片薄弹簧而诚然不是单片厚弹簧。

另外一个板簧 114 支撑着支架 134 下端。该另外一个弹簧提供支架/探针在 x , y 和 z 方向运动时的阻力。该弹簧结构允许探针绕基准点 111 枢转和沿 z 方向运动。盘 164 和 166 的不同运动在它们之间可引起可以用如图 5 所示的电路测定的电容量变化。

该具体实施方案中还设有弹簧动托架形式的限位机构 135。弹簧 132 一端作用在支架 134 上，而另一端迫使支承三个球 128 的板 124 靠在支撑在支架 134 上的顺性的 V 形槽 122 上。迫合在一起的球/V 形槽装置的工作原理如前所述。

图 9 所示为图 8 中所示探头结构的剖面图，图 10 所示为图 9 中所示探头部分的放大图。该探头的工作原理与前面所述图 1 至图 7 中所示探头的工作原理相同，有相同的三个自由度。盘 124 从支架 134 的缝隙中伸出。下弹簧 114 的底座 127 在上弹簧 112 的缝隙 129 之间向下伸。

为使附图简明，图 9 中所示的电容型传感器 160 在图 10 中未示出。内部圆筒 164 被支撑在一个固定在支架 134 上的安装基座 125 上。外部圆筒 166 与探头体相连。传感器 160 的工作原理如前所述。图 5 所示为适用的双圆筒的电路。

图 11 和图 12 所示为两圆筒 164 和 166 的放大图。圆筒上导电材料 A、B 和 C 的形式与前述圆筒 164 和 166 上的相同。在本实施方案中没有与圆筒 62 等同的圆筒，因而需要有与圆筒 164 上区域 C 连接的柔性连接线（图 5 中 73）。

需要注意的是，内部圆筒 164 不是平面的，它具有半径为 R （如图 8 所示）中心约在传感器 160 在 xy 旋转中心 111 研磨了的外圆周。研磨可以使两圆筒 164 和 166 间的绝缘缝隙更小，从而达到更高的电容量。 x 、 y 和 z 轴之间的串扰也会减小。为在内部圆筒 164 的导电材料镀层上达到弯曲的中断 165，采用了激光蚀刻技术。该技术也可用于外部圆筒 166。

显然，对本领域内的一般技术人员而言，本具体实施方案还可以有许多改进和变型。本发明是参照一个带有探针端头的位移检测探头进行说明的，但是，任何多轴测量或接触测量装置均可用于本发明中。所介绍的探头使用弹簧实现可回复的运动和支撑电容型传感器，然而，也可以使用其它结构，如橡胶块，滑道或平行运动机构。说明和附图中所示为传感器圆筒（62，64 和 66），但使用其它任何管形元件均可获得满意的结果，如方形管，六边形管或其它不规则形状的管。

图 8 至图 12 中所示的具体实施方案中传感器圆筒 164 具有研磨的外表面，然而使用两端带有锥度的圆筒也可获得同样的效果。每一实施方案中所示的传感器电容部分都相对排列，而如果这些表面的电容部分不相对排列也可正常工作。这样的结构可在需要降低成本时使用。在第二种具体实施方案中，可动圆筒 164 也是在外面，这时静止的圆筒可进行研磨。

所示传感器 60 和 160 采用的四分之一圆周的电容，但适当选择图 4 或图 5 中的电路也可使用两扇段或更多扇段，如三扇段的电容。

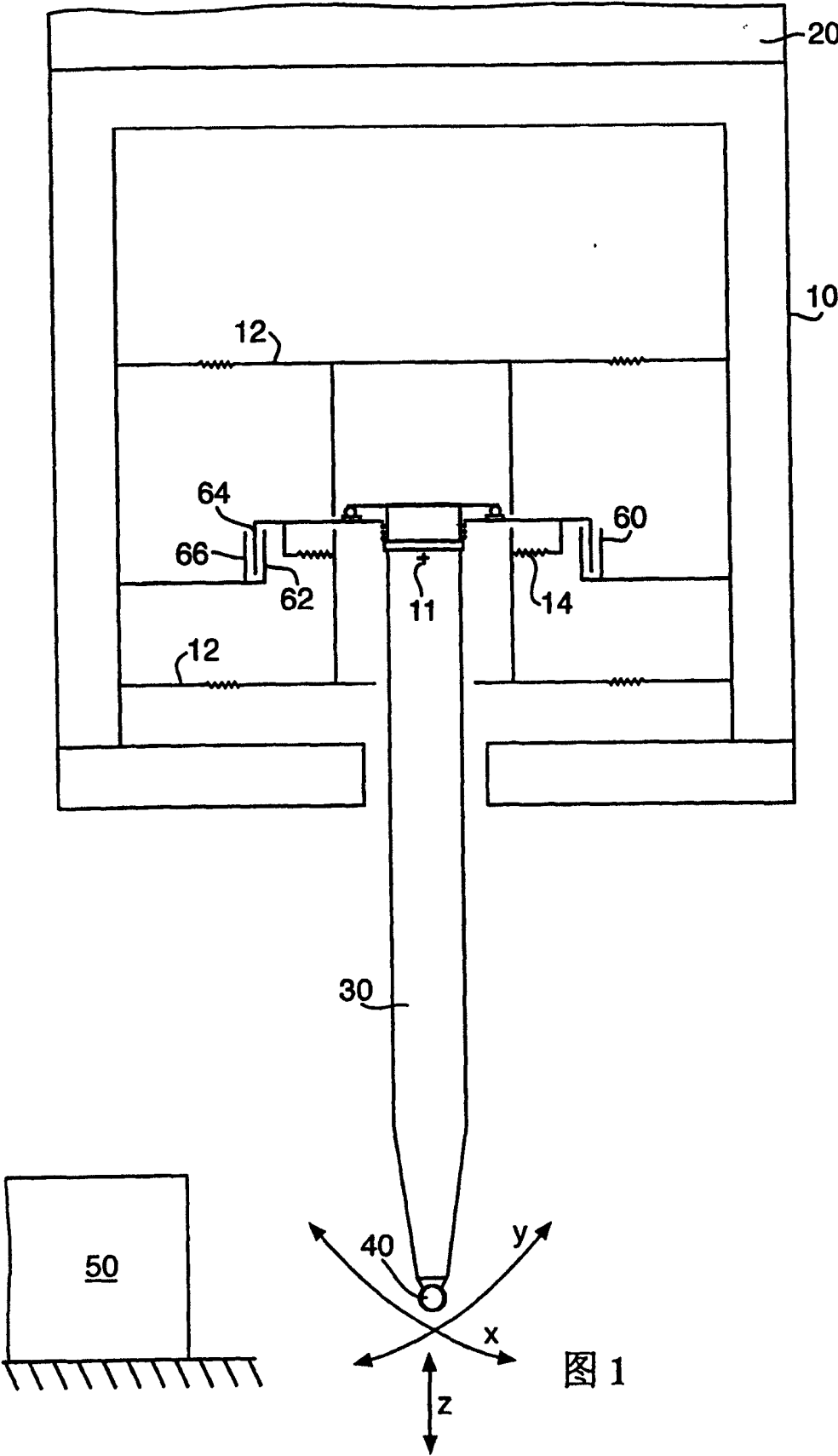


图 1

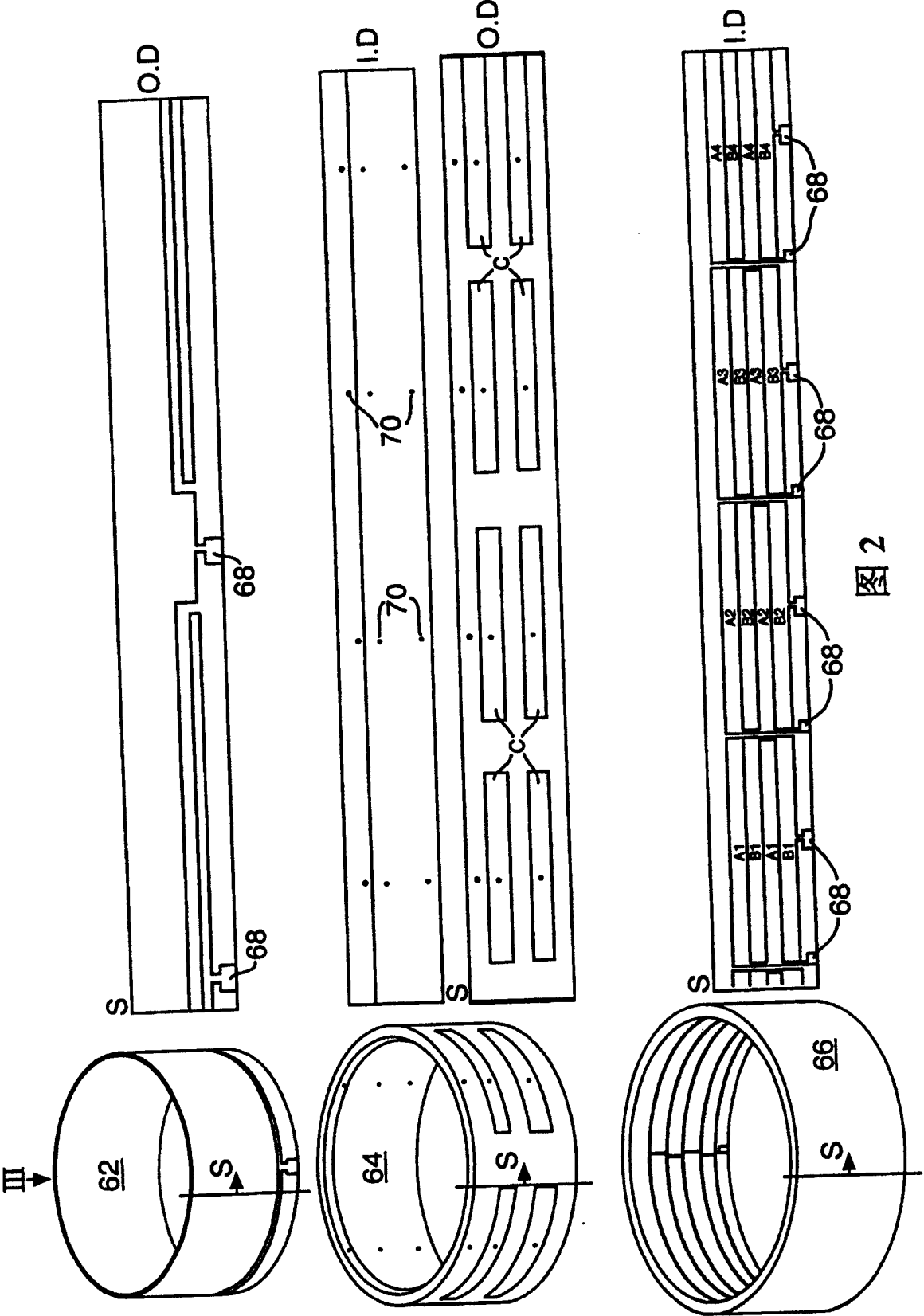


图 2

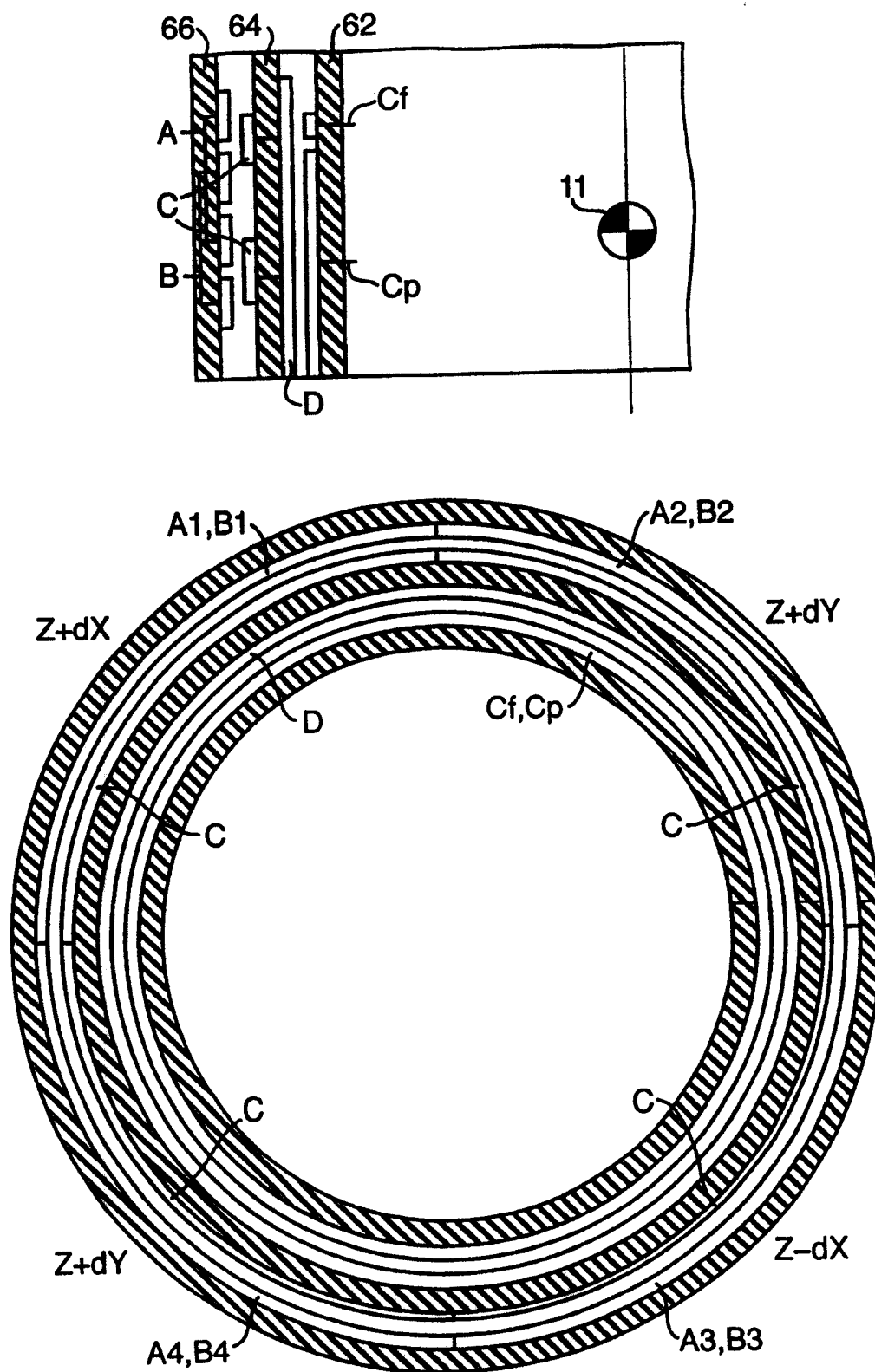


图 3

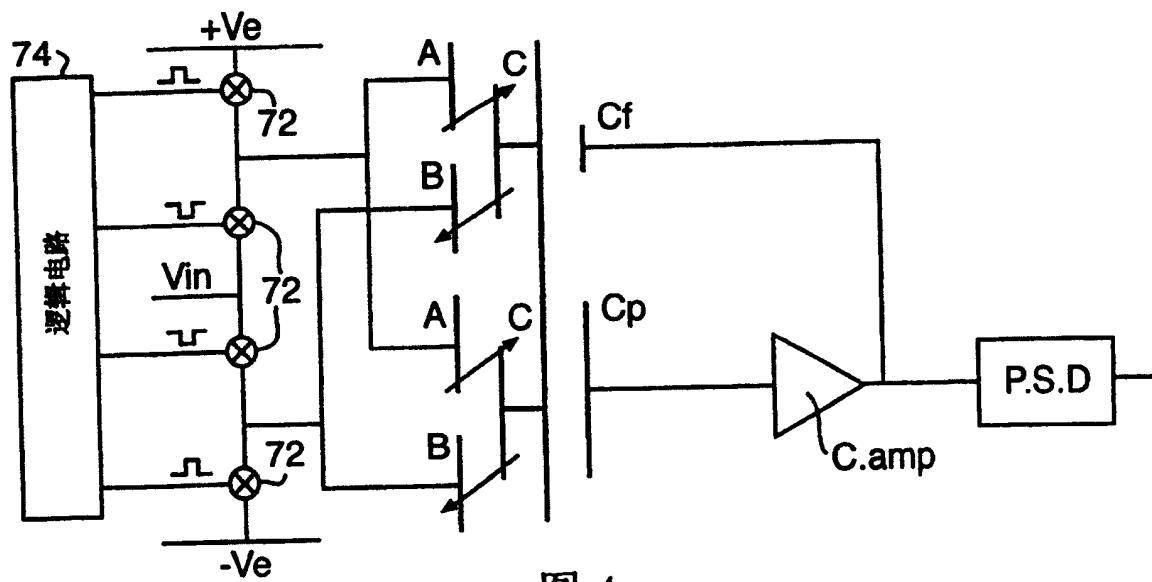


图 4

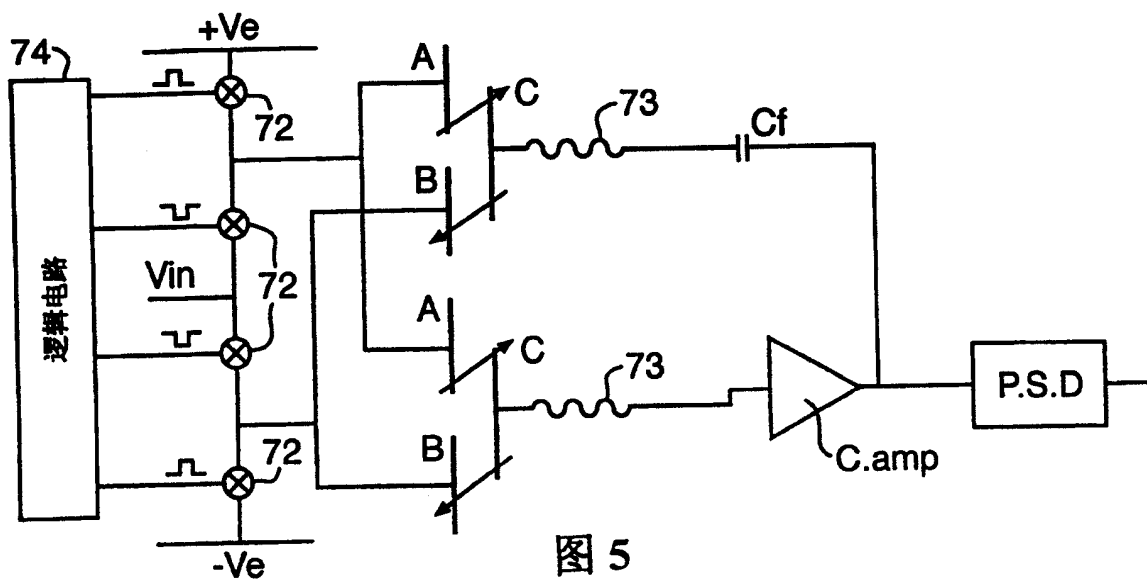


图 5

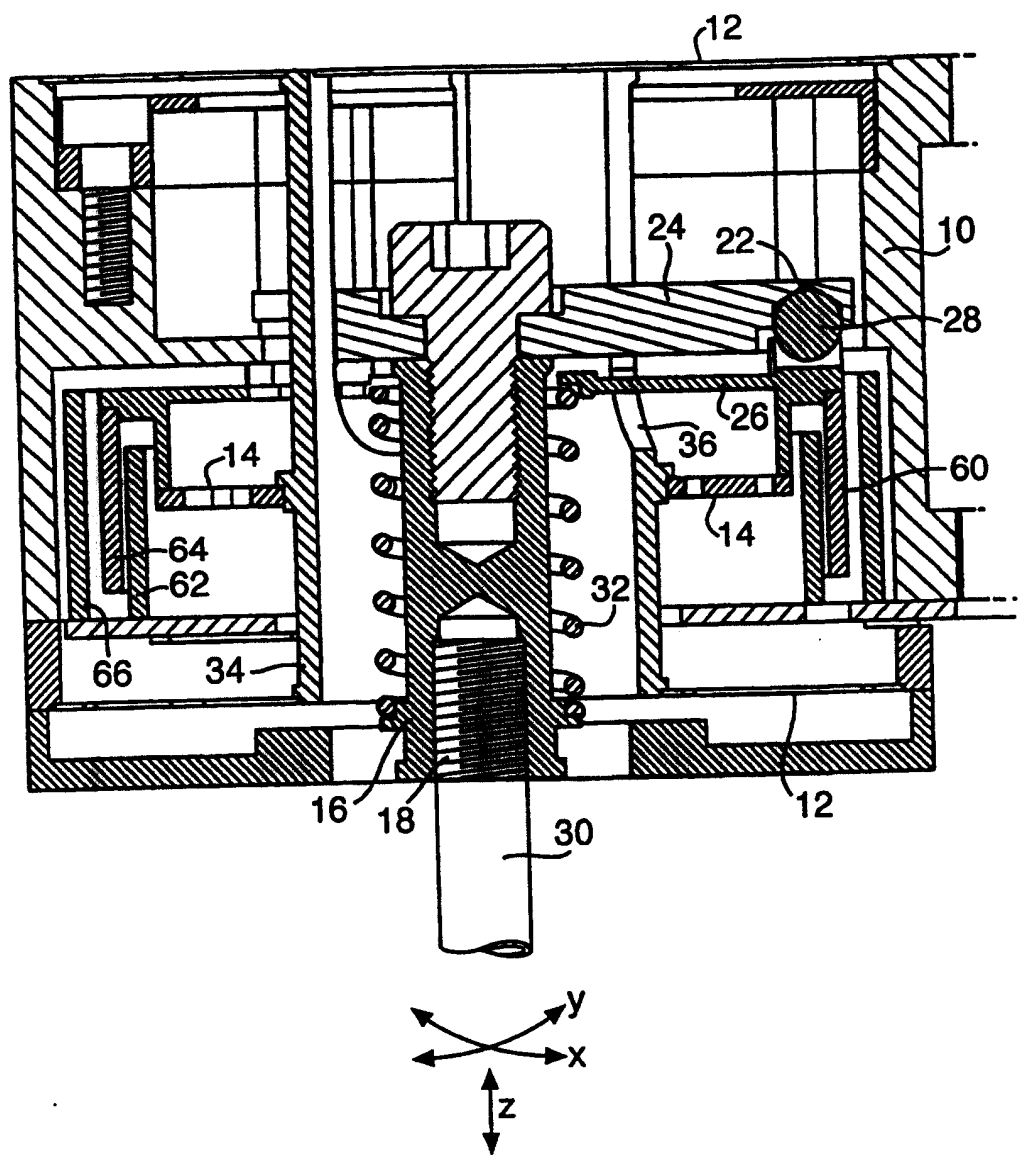


图 6

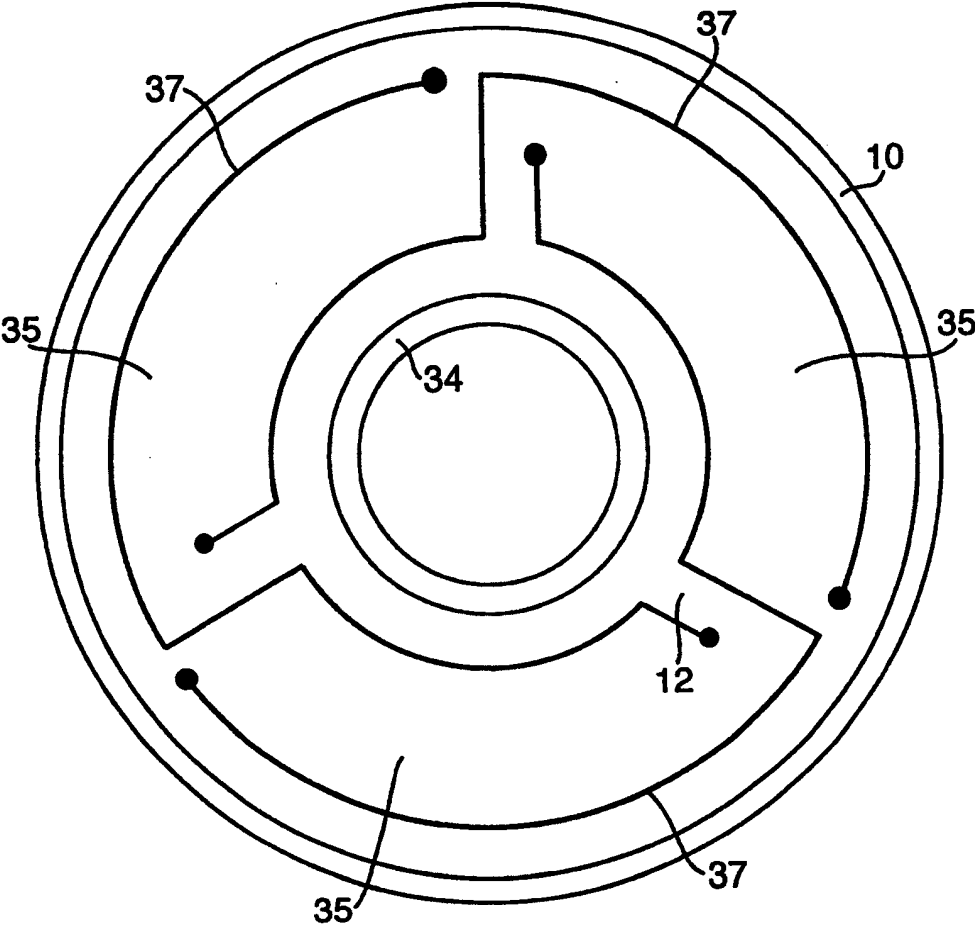


图 7

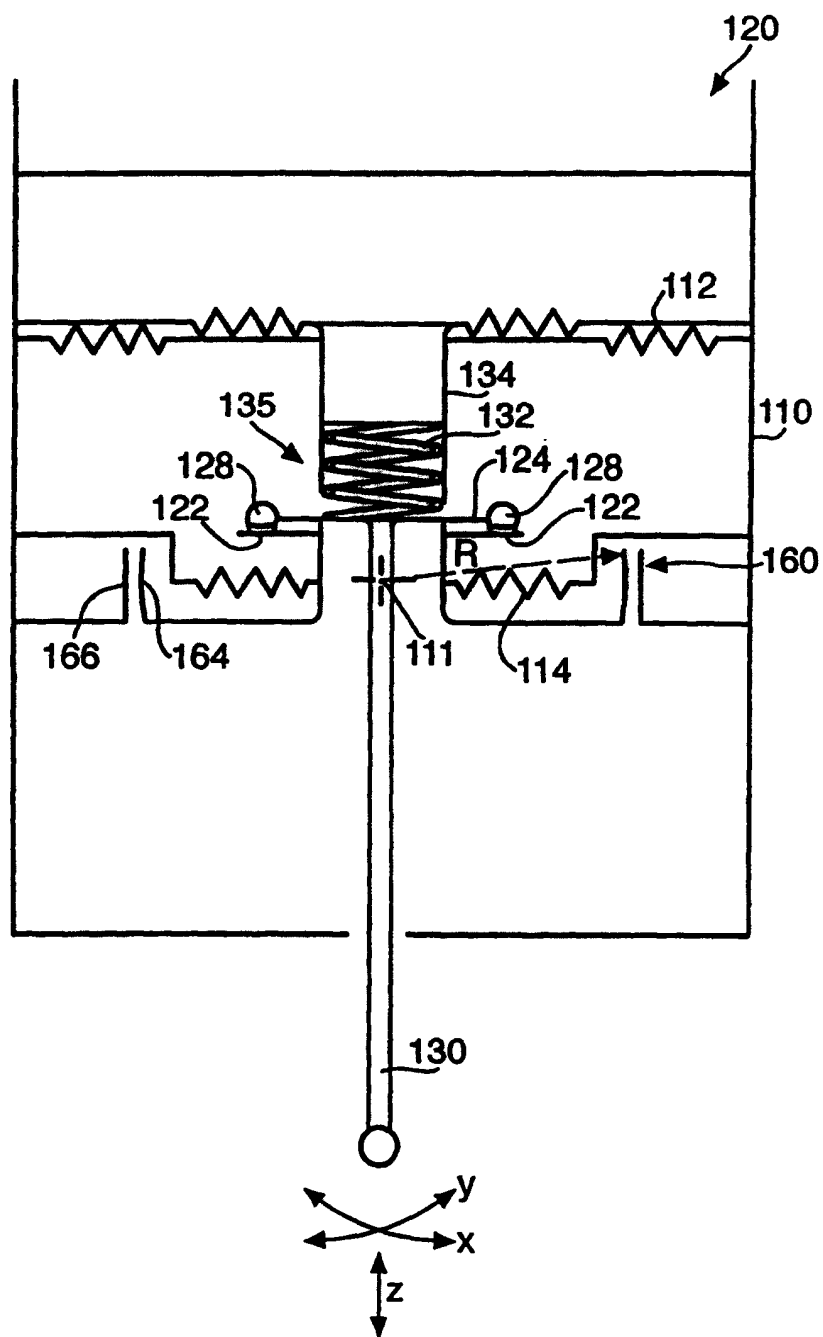


图 8

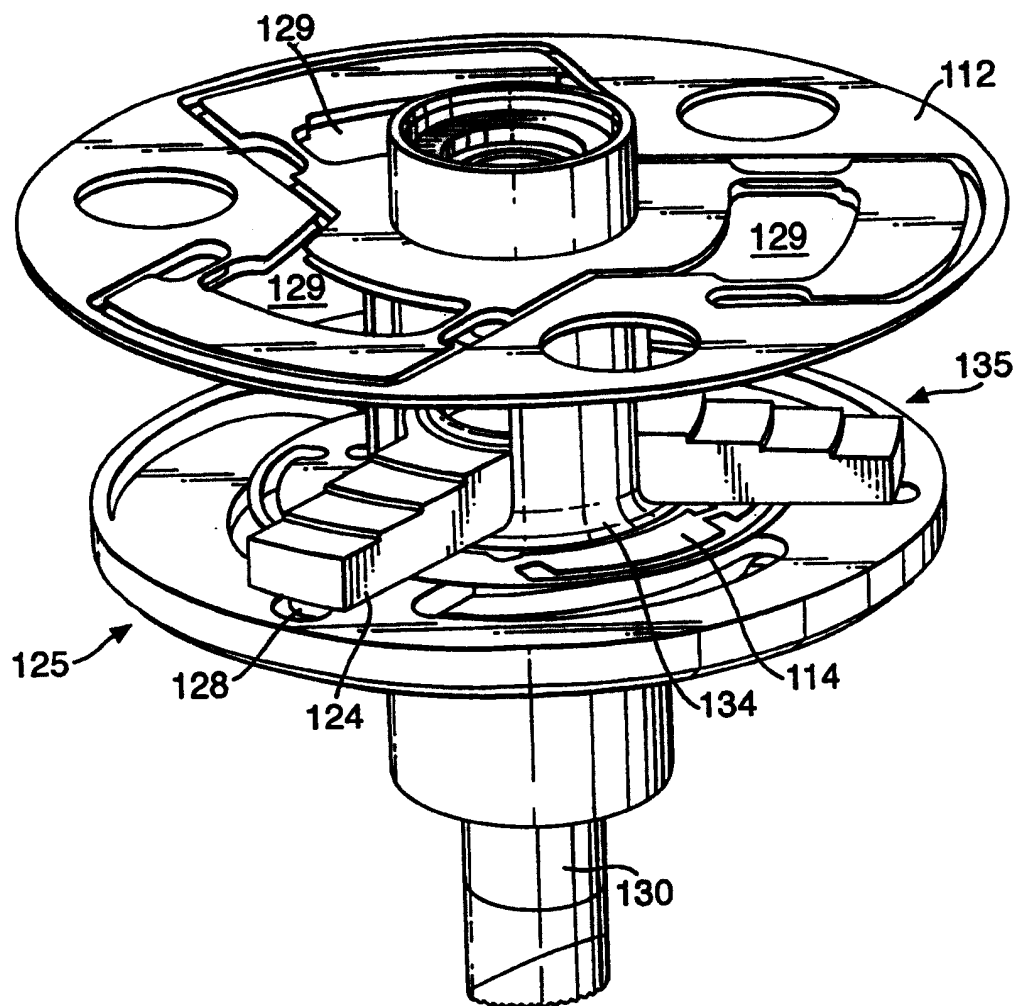


图 10

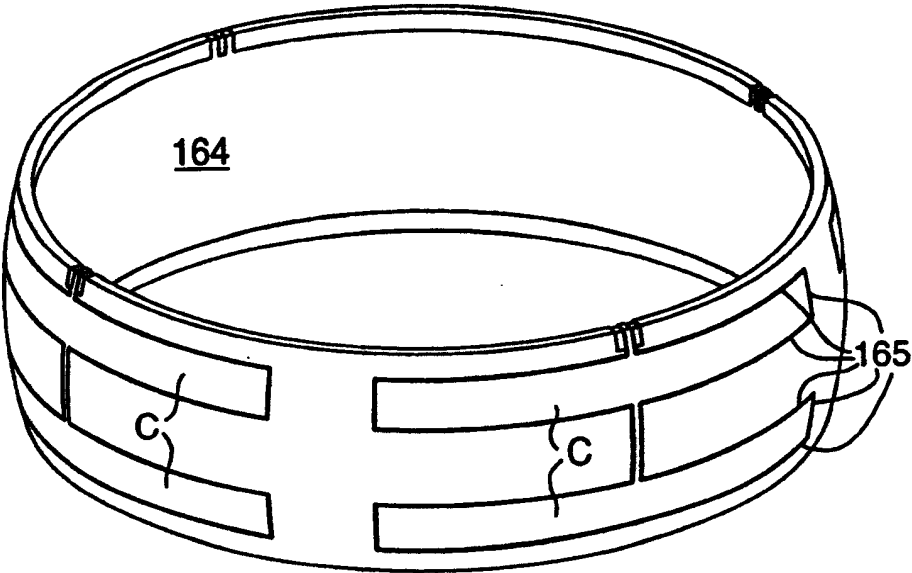


图 11

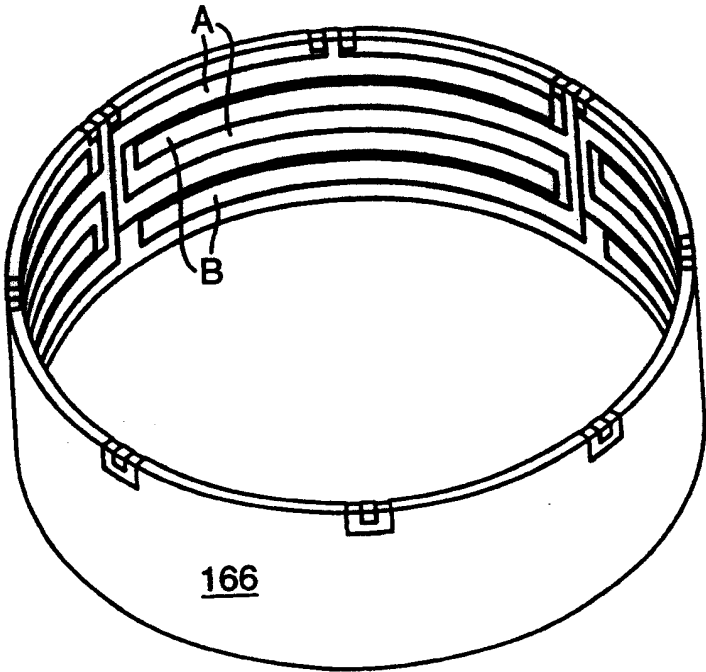


图 12