

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01Q 9/16 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480024773.8

[43] 公开日 2006年11月15日

[11] 公开号 CN 1864302A

[22] 申请日 2004.8.27

[21] 申请号 200480024773.8

[30] 优先权

[32] 2003.8.28 [33] US [31] 10/652,657

[86] 国际申请 PCT/US2004/028109 2004.8.27

[87] 国际公布 WO2005/022601 英 2005.3.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.2.28

[71] 申请人 EMS 技术公司

地址 美国佐治亚洲

[72] 发明人 达林·M·詹诺斯克卡

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 马浩

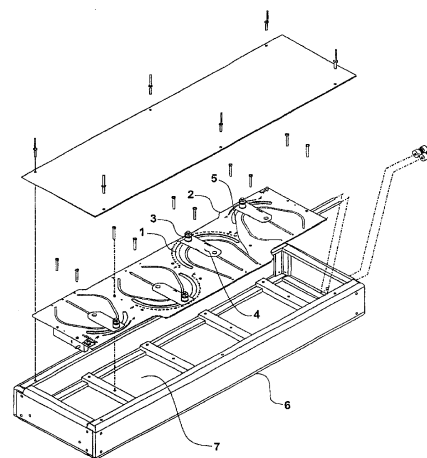
权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 17 页

[54] 发明名称

改进型移相器和公共驱动的移相器

[57] 摘要

一种接帚型移相器，其具有悬臂靴，该悬臂靴确保接帚臂上的电触点与位于天线底板上的传输迹线保持电通信，而不依赖于穿过底板的元件，例如弹簧式定位螺钉。从而悬臂靴提供了一种接帚牵制机构，而无需穿过底板的孔或槽缝，这种孔或槽缝可能允许雨水或其他元素进入天线外壳内。一种双极化天线对于每个极化状态包括一个接帚型移相器。接帚臂限定彼此啮合的齿轮部分，这些齿轮部分允许了一般位于底板后部与接帚臂位置相对的位置上的单个致动器以协调的方式驱动两个接帚臂。该天线适合于用作无线基站天线。



1. 一种移相器，包括：
底板，其承载传输介质迹线；
接帚臂，其可转动地附接到所述底板并且承载迹线触点；
致动器，用于使所述接帚臂相对于所述底板转动；
信号导体，其与所述迹线触点发生电通信；以及
悬臂靴，其包括迹线触点偏动元件，该迹线触点偏动元件被配置为使所述迹线触点朝所述传输介质迹线偏斜。
2. 如权利要求 1 所述的移相器，其中所述迹线触点偏动元件包括与所述迹线触点邻近的弹簧式活塞。
3. 如权利要求 1 所述的移相器，其中：
所述信号导体包括承载在所述底板上的信号迹线；
所述接帚臂包括以电气方式位于所述信号导体和所述迹线触点之间的信号触点；并且
所述悬臂靴包括信号触点偏动元件，该信号触点偏动元件被配置为使所述信号触点朝所述信号迹线偏斜。
4. 如权利要求 1 所述的移相器，其中所述信号触点偏动元件包括与所述信号触点邻近的弹簧垫圈。
5. 如权利要求 1 所述的移相器，其中所述致动器包括用于手动转动所述接帚臂的旋钮。
6. 如权利要求 1 所述的移相器，其中所述致动器包括用于机械地转动所述接帚臂的电机。
7. 如权利要求 6 所述的移相器，其中所述接帚臂位于所述底板的前侧之上，并且所述电机位于所述底板的后侧之上。
8. 如权利要求 6 所述的移相器，还包括用于远程地控制所述电机的控制器。
9. 如权利要求 1 所述的移相器，其中所述接帚臂限定齿轮部件，该齿轮部件用于使所述接帚臂的运动与另一个元件协调。

10. 如权利要求 9 所述的移相器，与第二相似移相器联合，其中所述接带臂的齿轮部件彼此啮合以导致所述诸个接带臂的协调转动。

11. 如权利要求 10 所述的移相器，其中每个移相器驱动双极化天线的一个极化电路。

12. 一种天线系统，包括：

天线单元阵列；

移相器，包括：底板，其承载传输介质迹线；接带臂，其可转动地附接到所述底板并且承载迹线触点；致动器，用于使所述接带臂相对于所述底板转动；信号导体，其与所述迹线触点发生电通信；以及悬臂靴，其包括迹线触点偏动元件，该迹线触点偏动元件被配置为使所述迹线触点朝所述传输介质迹线偏斜；

波束形成网络，其与所述移相器发生电通信，并且产生多个波束驱动信号；

信号配给网络，其将每个波束驱动信号递送到一个或多个相关联的天线单元；并且

所述波束驱动信号驱动所述天线单元以形成展现这样的方向的波束：其方向响应于所述接带臂的转动而变化。

13. 如权利要求 12 所述的天线系统，其中所述移相器驱动以电气方式位于所述移相器和所述波束形成网络之间的可变功率分配器，以在电压幅度分割范围内产生幅度互补的电压驱动信号。

14. 如权利要求 12 所述的天线系统，其中所述致动器包括用于机械地转动所述接带臂的电机。

15. 如权利要求 14 所述的天线系统，还包括用于远程地控制所述电机的控制器。

16. 如权利要求 12 所述的天线系统，其中：

每个天线单元是双极化天线单元，对于每个极化状态还包括类似的移相器、波束形成网络和信号配给网络；

每个接带臂限定齿轮部件；以及

所述接带臂的齿轮部件彼此啮合以导致所述接带臂的协调转动。

17. 如权利要求 16 所述的天线系统，其中所述致动器包括用于机械地转动所述接帚臂的电机。

18. 如权利要求 17 所述的天线系统，还包括用于远程地控制所述电机的控制器。

19. 如权利要求 18 所述的天线系统，其中所述接帚臂位于所述底板的前侧之上，所述电机位于所述底板的后侧之上。

20. 一种天线系统，包括：

天线单元阵列；

移相器，包括：底板，其承载传输介质迹线；接帚臂，其可转动地附接到所述底板并且承载迹线触点；致动器，用于使所述接帚臂相对于所述底板转动；信号导体，其与所述迹线触点发生电通信；以及牵制机构，其包括迹线触点偏动元件，该迹线触点偏动元件被配置为使所述迹线触点朝所述传输介质迹线偏斜；

可变功率分配器，其与所述移相器发生电通信，并在电压幅度分割范围内产生幅度互补的电压驱动信号；

波束形成网络，其接收所述电压驱动信号，并且产生多个波束驱动信号；

信号配给网络，其将每个波束驱动信号递送到一个或多个相关联的天线单元；并且

所述波束驱动信号驱动所述天线单元以形成展现相对于瞄准线方向的方向倾斜的波束：该方向倾斜响应于所述电压幅度分割在电压幅度分割范围内的变化而在倾斜范围内变化。

21. 如权利要求 20 所述的天线系统，其中：

每个天线单元是双极化天线单元，对于每个极化状态还包括类似的移相器、可变功率分配器、波束形成网络和信号配给网络；

每个接帚臂限定齿轮部件；以及

所述接帚臂的齿轮部件彼此啮合以致所述接帚臂的协调转动。

22. 如权利要求 20 所述的天线系统，其中所述接帚臂位于所述底板的前侧之上，还包括位于所述底板的后侧之上的电机以用于机械

地转动所述接帚臂。

23. 如权利要求 20 所述的天线系统，其中所述牵制机构包括悬臂靴，该悬臂靴使所述迹线触点朝所述传输介质迹线偏斜，而不依赖于穿过所述底板与所述迹线触点相邻的元件。

24. 一种天线系统，其包括移相器，该移相器具有接帚臂和悬臂靴，所述接帚臂与位于底板上的微带迹线发生滑动电通信，所述悬臂靴被配置为使所述接帚臂朝所述微带迹线偏斜。

25. 一种天线系统，其包括移相器，该移相器具有接帚臂和牵制靴，所述接帚臂与位于底板上的微带迹线发生滑动电通信，所述牵制靴被配置为在不耦合到一个穿过所述底板与所述迹线触点相邻的元件的情况下，使所述接帚臂朝所述微带迹线偏斜。

26. 一种双极化天线，其对于每个极化状态包括一个移相器，每个移相器具有与相关联的微带迹线发生滑动电通信的接帚臂，并且所述接帚臂限定齿轮部分，所述齿轮部分彼此啮合并导致所述接帚臂以协调的方式运动。

27. 如权利要求 26 所述的双极化天线，其中所述接帚臂位于承载所述微带迹线的底板的前侧之上，还包括位于所述底板的后侧之上的电机以用于机械地转动所述接帚臂。

28. 如权利要求 26 所述的双极化天线，每个接帚臂还包括一个悬臂靴，以使所述接帚臂朝其相关联的微带迹线偏斜。

改进型移相器和公共驱动的移相器

参考相关申请

本申请通过引用结合了以下共同所有的专利申请的公开内容：**2002年11月8日**递交的题为“**Variable Power Divider (可变功率分频器)**”的美国专利申请序列号**10/290,838**；**2002年8月23日**递交的题为“**Microstrip Phase Shifter (微带移相器)**”的美国专利申请序列号**10/226,641**；**2003年7月18日**递交的名称为“**Vertical Electrical Downtilt Antenna (垂直电下倾天线)**”的美国专利申请序列号**10/623,379**；以及**2003年7月18日**递交的名称为“**Double-Sided, Edge-Mounted Stripline Signal Processing Modules And Modular Network (双面边缘安装型带状线信号处理模块和模块化网络)**”的美国专利申请序列号**10/623,382**。

技术领域

本发明涉及无线基站天线系统，尤其涉及具有悬臂靴(cantilever shoe)的接帚型移相器以及包括公共驱动的移相器的双极化天线。

背景技术

本发明代表了对共同所有的**2002年11月8日**递交的题为“**Variable Power Divider (可变功率分频器)**”的美国专利申请序列号**10/290,838**和**2002年8月23日**递交的题为“**Microstrip Phase Shifter (微带移相器)**”的美国专利申请序列号**10/226,641**中描述的移相器的改进，这里通过引用将这两个专利申请结合进来。这里将不会重复这些申请中描述的**有关背景技术**。此外，本说明书中描述的移相器可被部署在共同所有的**2003年7月18日**递交的名称为“**Vertical Electrical Downtilt Antenna (垂直电下倾天线)**”的美国专利申请序列号

10/623,379 中描述的双极化天线中，这里也通过引用将该专利申请结合进来。另外，与本发明的这个实施例有关的背景技术中该申请中描述，在这里将不再重复。

一般而言，无线基站天线市场的价格和性能竞争是很激烈的。因此，目前需要用于提供这些天线所需的技术特征的划算的技术。例如，一般需要减小尺寸、成本、复杂度或活动零件数目的进步。当然，也需要精确和可重复的性能，以及强度、寿命和低维护成本。满足这些相互竞争的设计目的对于天线的活动零件尤其具有挑战性，所述活动零件例如是用于波束方向操纵的移相器以及用于可变功率分配器中的移相器，其中用于可变功率分配器中的移相器也可用于波束方向操纵。

特别地，常规移相器采用了沿着位于底板之上的传输介质迹线滑动的接带臂（wiper arm），以实现差分移相器。例如，参见 1994 年 11 月 25 日公布的发明人为 Mita Masaki 和 Tako Noriyuki 的日本公布号 06-326501。如果接带臂失去与传输介质迹线的电通信，则此类移相器可能会发生故障。由于无线基站天线一般是部署在建筑物或塔上的户外位置的，因此它们会经历由温度变化、风的振动和外力以及长时间中的其他类型的环境条件和变动导致的可变应力和尺寸变化。这些条件可能导致在移相器组件的元件之间的相对尺寸变化，这种变化会导致接带器与传输介质迹线的接触程度发生变化。接带接触的变化，例如接带臂部分分离，可能导致天线的操作性能变化。在极端情况下，接带臂完全分离可能导致天线的操作故障。

用于解决接带臂分离的一种常规方法在图 1 中示出。此配置包括穿过底板 2 与传输介质迹线 5 相邻的槽缝 1，以及从接带臂 4 穿过槽缝的弹簧式定位螺钉 3。此方法在维护接带臂 4 和传输介质迹线 5 之间的电通信方面非常有效，但是具有以下缺点：需要穿过底板 2 的槽缝。这之所以成问题是因为在典型的无线基站天线中，底板充当用来将天气元素排除在外的外壁。穿过底板切割出槽缝可能导致水进入天线，这可能导致天线短路、腐蚀，并且如果温度下降的话会导致冻结。为了解决此问题，图 1 中所示的移相器不使用底板 2 作为外围壁，而

是将底板收容在包括单独的外壁 7 的外壳 6 中。提供此外壁，再加上底板 2，以及外壳 6 内用于支撑底板的支架，增加了天线的成本和复杂度。

此外，双极化天线一般包括两份致动器、传输和辐射元件：每一份用于一个极化状态。以常规方式为双极化天线配备波束方向操纵移相器也要求两份相移器和相关联的致动器。这类重复可能是昂贵的，尤其是当移相器是用电机驱动的时，而电机驱动是远程控制的操作所需要的。常常希望对于每个极化状态以相似的方式改变相位以实现相应的特性。由于此原因，以协调的方式公共地操作移相器有利地消除了重复的元件。

因此，目前需要为包括双极化天线在内的无线基站天线实现移相器的更划算的系统。还需要用于消除零件重复的双极化天线的移相器。

发明内容

本发明满足了以上所述的对于适于用作无线基站天线的天线的需要，这种天线包括具有悬臂靴的接带型移相器，该悬臂靴确保接带臂上的电触点与位于天线底板上的传输迹线保持电通信，而不依赖于穿过底板的元件，例如弹簧式定位螺钉。从而悬臂靴提供了一种接带牵制机构，而无需穿过底板的孔或槽缝，这种孔或槽缝可能允许雨水或其他元素进入天线外壳内。另外，与先前采用的较大、较笨重、较复杂、较昂贵的牵制机构相比，悬臂靴还是较小、较轻、较低维护且较不昂贵的接带臂牵制机构。此外，将用于驱动接带臂的电机放置在底板后部与接带臂位置相对的位置上有利地避免了复杂的联接元件。

本发明还实现在对于每个极化状态包括一个接带型移相器的双极化天线中。接带臂限定彼此啮合的齿轮部分，这些齿轮部分允许一般位于底板后部与接带臂的位置相对的位置上的单个致动器以协调的方式驱动两个接带臂。双极化天线的每个接带臂还可包括悬臂靴，以获得此设计的益处，如上所述。

一般而言，本发明可实现在适用于诸如无线基站天线这样的天线

中的移相器，该移相器包括承载传输介质迹线的底板，所述传输介质迹线例如是通常称为微带迹线的双导体带状线介质。该移相器还包括可转动地附接到所述底板并且承载迹线触点的接带臂。致动器使接带臂相对于底板转动，并且信号导体与迹线触点发生电通信。移相器还包括悬臂靴，该悬臂靴包括迹线触点偏动元件，该迹线触点偏动元件被配置为使迹线触点朝传输介质迹线偏斜，以确保位于接带臂上的迹线触点与位于底板上的传输介质迹线保持电通信。迹线触点偏动元件一般包括与迹线触点邻近的弹簧式活塞。

以这种方式，悬臂靴确保迹线触点与传输介质迹线保持电通信，而不依赖于穿过底板的元件，例如弹簧式定位螺钉。移相器的信号导体还可包括承载在底板上的信号迹线，并且接带臂可包括以电气方式位于信号导体和迹线触点之间的信号触点。对于此配置，悬臂靴还包括信号触点偏动元件，该信号触点偏动元件被配置为使信号触点朝信号迹线偏斜。例如，信号触点偏动元件可包括与信号触点邻近的弹簧垫圈。

底板上的传输介质与迹线触点接带臂之间的电通信可以是直接的，例如直流（DC）可在元件之间流动。或者，此连接可以是电容耦合的，以使得只有变化的信号才能在元件之间流动。特别地，电容性绝缘层，例如低损耗介电片，可位于这些导电体之间，以防止DC信号的流动。此类绝缘层有利地抑制了导体彼此直接接触时可能发生的互调制信号产物。没有此类绝缘层，由于腐蚀和其他环境条件，可测量的非线性电流-电压关系可能随着时间的流逝而发展。

移相器可被手动或机械地（或两者）操作，并且它可被本地或远程地（或两者）控制。因此，致动器可包括用于手动转动接带臂的旋钮。或者或另外，致动器可包括用于机械地转动接带臂的电机。移相器还可包括用于远程地控制电机的控制器。一般，接带臂位于底板的前侧之上，电机位于底板的后侧之上，优选地与接带臂的位置相对，以使致动器和接带臂之间的联接复杂度最小化。前侧还可包括天线阵列的辐射元件。接带臂还可限定齿轮部件，该齿轮部件用于使接带与

诸如驱动齿轮或另一接带臂之类的另一元件连接。特别地，天线可包括两个移相器，每个移相器包括以此方式啮合的接带臂，以导致接带臂的协调的转动。例如，每个移相器可驱动与双极化天线的一个极化状态相关联的电路。

本发明还可部署为包括天线单元阵列和如上所述的具有悬臂靴的接带型移相器的天线系统。天线系统还可包括：波束形成网络，其与移相器发生电通信，并且产生多个波束驱动信号；以及信号配给网络，其将每个波束驱动信号递送到一个或多个相关联的天线单元。在此配置中，波束驱动信号驱动天线单元以形成展现这样的方向的波束：该方向响应于接带臂的转动而变化。在特定实施例中，移相器驱动电气地位于移相器和波束形成网络之间的可变功率分配器，以在电压幅度分割范围内产生幅度互补的电压驱动信号。

此外，每个天线单元可以是双极化天线单元，并且对于每个极化状态天线系统可包括类似的移相器、波束形成网络和信号配给网络。在此情况下，每个接带可限定齿轮部件，该齿轮部件一般是直接切割到接带臂的印刷电路（PC）板的介电衬底中的。每个极化状态的接带臂的齿轮部件一般彼此啮合以导致接带臂的协调的转动。天线系统还可包括用于机械地转动所述接带臂的电机，以及用于远程地控制所述电机的控制器。例如，接带臂可位于底板的前侧之上接带臂的位置。

因此，将会理解，本发明也可部署为对于每个极化状态包括一个移相器的双极化天线，其中每个移相器包括与相关联的微带迹线发生滑动电通信的接带臂。在此配置中，接带臂限定齿轮部分，所述齿轮部分彼此啮合并导致接带臂以协调的方式运动。如上所述，接带臂一般位于承载微带迹线的底板的前侧之上，并且用于机械地转动接带臂的电机一般位于底板的后侧之上。此外，用于每个极化状态的移相器对于每个接带臂可包括一个悬臂靴，其使接带臂朝其相关联的微带迹线偏斜。

考虑上述内容，将会意识到本发明避免了现有的接带型移相器和包括接带型移相器的双极化天线的缺陷。用于实现具有悬臂靴的接带

型移相器以及具有机械连接的接带臂的双极化天线，从而实现上述优点的特定技术和结构，将从以下对实施例的详细描述以及所附附图和权利要求书中显现出来。

附图说明

图 1 是常规接带型移相器的分解透视图，该移相器包括依赖于经过移相器底板中的槽缝的弹簧式定位螺钉的接带臂牵制机构。

图 2 是处于第一位置的具有悬臂靴牵制机构的一对接带型移相器的顶视图。

图 3 是处于第二位置的图 2 的移相器的顶视图。

图 4 是处于第三位置的图 2 的移相器的顶视图。

图 5 是与混合接头电路发生电通信以提供可变功率分配器的接带型移相器的示意图。

图 6 是在完全安装好元件之前发生在接带型移相器中的接带臂分离问题的概念性图示。

图 7 是用于解决图 6 中所示的接带臂分离问题的完全安装好的悬臂靴的概念性图示。

图 8 是具有悬臂靴的移相器接带臂分解透视顶视图

图 9 是图 8 的移相器接带臂的分解透视底视图。

图 10 是部署为无线基站天线的远程控制的垂直电下倾天线的框图。

图 11 是示出具有可调节倾斜偏置的垂直电下倾天线的图。

图 12 是垂直电下倾天线的功能性框图。

图 13 双极化垂直电下倾天线的分解透视图，该天线包括具有悬臂靴接带臂牵制机构的一对公共驱动的接带型移相器。

图 14 是垂直电下倾天线的主面板的正视图。

图 15 是附接到天线底板的某个部件的波束方向操纵电路的前部的透视图。

图 16 是图 15 的波束方向操纵电路的背部的透视图。

图 17 是用于操作接带型移相器的手动致动器的顶部的透视图。

图 18 是图 17 的手动致动器的底部的透视图。

图 19 是图 17 的手动致动器的分解透视图。

图 20 是用于操作接带型移相器的机动型致动器的顶部的透视图。

图 21 是图 20 的机动型致动器的底部的透视图。

图 22 是图 20 的机动型致动器的分解透视图。

具体实施方式

本发明可实现在诸如无线基站天线这样的天线的接带型移相器中，这种移相器包括悬臂靴接带臂牵制机构。特别地，此类移相器可用于驱动控制天线形成的波束方向的波束方向操纵电路，就像垂直电下倾天线中那样。但是，该移相器也可用于在方位角方向或任何其他所需方向上控制波束方向操纵。此外，该移相器可用于驱动除波束形成和波束方向操纵电路外的其他系统，例如功率分配器、模拟放大器、波束成形电路以及任何其他采用模拟移相器的电路。

本发明也可实现在包括公共驱动的接带型移相器的双极化天线中。特别地，双极化天线的接带臂通过直接切割到接带臂的印刷电路（PC）板衬底中的齿轮端面以机械方式彼此连接。这使得公共电机能够以协调的方式促动两个接带臂，这是诸如垂直电下倾这样的波束方向操纵所需要的，在这种情况下协调的相移被应用到不同的天线单元组。应当意识到，同样的技术可用于协调其他类型的接带臂，例如那些控制不同天线子阵列、不同波束成形有电路等等的接带臂。类似地，将会意识到接带型移相器也可被部署在单极化天线中，并且还可用于协调用于其他用途的移相器或其他致动器。

将齿轮端面直接切割到 PC 板衬底中消除了对单独的具有齿轮端面的元件的需要，以及将此单独的带齿轮的元件以机械方式耦合到接带臂的需要。具有一体化的齿轮端面的接带臂的双重功能简化了公共驱动接带型移相器所需的机械组件，并且减少了双重移相器组件中的分立元件的数目。这有利地降低了接带臂组件的大小、复杂度和成本。

下文中描述的特定接带型移相器是利用部署在介电 PC 板上的微带 RF 电路构造成的。虽然微带 RF 电路是实现许多设计目的所需的，但是应当理解天线电路的某些部分可以用其他类型的 RF 导体来实现，例如同轴电缆、波导、空气微带或三板带状线。实际上，特定商业双极化天线的某些元件（例如移相器、可变功率分配器、配电网路和天线单元）是用微带构造成的，而其他元件（例如波束形成网络）是用三板带状线构造成的。类似地，也可根据需要部署同轴、空气微带和其他类型的 RF 连接部件。

还应当理解，悬臂靴接带臂牵制机构中采用的特定偏动元件包括弹簧式活塞和波浪形弹簧垫圈。但是，也可采用其他类型的适当的偏动元件，例如弹簧片、弧形接带臂、可压缩材料等等。同时，还应当意识到，偏动元件对接带臂施加的拖曳以及发生接触的表面的摩擦很大程度上控制着机动型致动器的额定功率。因此，低摩擦表面以及提供充分但不过度的力的偏动元件是优选的。此外，促进平滑、无束缚的接带臂运动的偏动元件也是优选的。由于这些原因，对于下述实施例指定了弹簧式滚珠活塞和弹簧垫圈偏动元件。

现转到附图，在几幅附图中，类似的标号始终是指类似的元件。图 1 是现有技术接带型移相器的分解透视图，该移相器包括依赖于经过移相器底板中的槽缝的弹簧式定位螺钉的接带臂牵制机构。如前所述，此特定移相器包括依赖于从弧刷臂 4 延伸穿过底板 2 中的槽缝 1 的弹簧式定位螺钉 3 的接带臂牵制机构。穿过底板切割出槽缝使得底板不适于作为外围壁。因此，底板被安装在包括单独的外壁 7 的外壳 6 内。提供此外壁，再加上底板 2，以及外壳 6 内的用于支撑底板的支架，增加了天线的成本和复杂度。

图 2 是处于第一位置“A”的分别具有悬臂靴牵制机构 12A 和 12B 的一对接带型移相器 10A 和 10B 的顶视图。此移相器通过用悬臂靴接带牵制机构来避免了与上述移相器相关联的缺陷，该机构确保了接带臂上的电接触保持与位于天线底板上的传输迹线的电通信，而不依赖于经过诸如槽缝 1 这样的穿过底板开口的元件，例如图 1 中所示的弹

簧式定位螺钉 3。

移相器 10A 和 10B 分别包括接带臂 12A 和 12B，接带臂 12A 和 12B 各自分别具有相关联的悬臂靴 14A 和 14B。接带臂是用小段介电 PC 板形成的，所述介电 PC 板被用涂覆了锡的铜迹线蚀刻，所述涂覆了锡的铜迹线形成微带传输介质片段。介电 PC 板材料可以是 PTFE 特氟纶®薄片，这是一种用玻璃纤维浸渍的薄片，具有等于 2.2 的相对介电常数 ($\epsilon_r=2.2$)。此材料可用于构造展现 1.85 的有效介电常数 ($\epsilon_{\text{reff}}=1.85$) 的 PC 板，以用于一面暴露给 PC 板、另一面暴露给空气、特性阻抗值为 50 欧姆的微带传输介质片段。

每个接带臂 12A 和 12B 分别包括彼此啮合的齿轮部分 16A 和 16B。齿轮部分可以是具有齿形渐开线设计的正齿轮部件。16A 和 16B 中的齿状物几何形状沿每个齿状物的本地轴对称，每个齿状物的形状一般是相同的，并且对于每个齿轮，齿轮部分一般是相同的。由于此原因，接带臂一般可以彼此交换，这从零件清点、天线组装和天线维护角度来看都是合乎需要的。由于需要双向驱动接带，因此对称的齿轮几何形状是有利的。可以用通常称为刨刨机的标准 PC 板铣削设备来加工渐开线齿轮几何形状。渐开线齿轮具有以下良好属性：中心间距离误差不会转化成角误差。

齿轮部分 16A 和 16B 的这种各自啮合使得两个接带臂都能用公共的手动或机动致动器以协调的方式转动。参考图 2-5，接带臂 12A 和 12B 可经过一个运动范围连续运动，该运动范围是从图 3 中所示的第一扫描限“B”，经过图 2 中所示的中心点“A”，到图 4 中所示的第二扫描限“C”。图 5 在示意图上示出了同一个特征。一般而言，中心点“A”对应于标称或零差分相移位置，位置“B”对应于一个方向上的最大差分相移（例如滞后某个参考相位值），位置“C”对应于相反方向上的最大差分相位（例如超前该参考相位值）。对于波束方向操纵应用，波束方向一般响应于移相器设置的变化而变化。换言之，移相器操纵波束的方向。具体而言，每个移相器 10A 和 10B 可操纵双极化天线的极化状态的主波束的方向。更具体而言，这些移相器可以以协调

的方式实现与双极化天线的两个极化状态相对应的天线波束的垂直电下倾。

图 6 是发生在接帚型移相器中的接帚臂分离问题的概念性图示，为了描述方便，该图例示了标示为移相器 10 的单接帚移相器。移相器 10 包括位于底板 18 上方的接帚臂 12。一般而言，接帚臂 12 或底板 18 在制造时可以稍微有一点非平面，或者由于内部或外部力（例如天气元素），随着时间的流逝它们可能变成非平面。在图 6 中，出于概念性目的，通过夸张的底板翘曲示出了这种非平面配置。此类非平面配置或作用可能导致底板 18 所承载的传输介质迹线 20 失去与接帚臂 12 所承载的迹线触点 22 的电通信。为了对抗此问题，悬臂靴 14 包括迹线触点偏动元件 24，在此示例中是由位于圆柱衬套 30 内的弹簧 26 和滚珠 28 构成的弹簧式活塞，该衬套 30 具有一个唇缘，该唇缘的大小能够保持滚珠，同时又允许它在衬套内相对于弹簧力相反地运动。

底板 18 还承载信号导体 32，在此示例中是微带传输介质电路。但是，应当理解，其他类型的信号导体，例如同轴电缆、空气微带或任何其他适当类型的 RF 信号导体，也可将信号携带到移相器。为了将信号从信号导体 32 传导到迹线触点 22，接帚臂 12 承载位于信号导体上方的信号触点 34。为了确保信号触点 34 与信号导体 32 保持电通信，悬臂靴 14 包括信号触点偏动元件 36，在此示例中是波浪型弹簧垫圈。信号触点 34 和迹线触点 22 一般是由微带形成的，并且以承载在接帚臂 12 上的微带迹线彼此相连，该接帚臂 12 可以是 PC 板的介电衬底。

如图 7 中所示，将悬臂靴 14 朝接帚臂 12 方向拧紧使得偏动元件 24、36 与接帚臂相接触，从而强制迹线触点 22 朝向传输介质迹线 20 方向，并且强制信号触点 34 朝向信号导体 32 方向。这又确保了传输介质迹线 20 与信号导体 32 保持电通信，同时允许接帚臂转动，以改变移相器 10 的相位设置。应当注意，迹线触点 22 和传输介质迹线 20 不直接接触，而是通过薄介电隔离物 23 以电容方式耦合，所述介电隔离物 23 例如是 Santa Fe Springs, California 的 Shercon 有限公司制造

的介电常数约为 3.5 的背覆粘合剂的介电带。介电隔离物 23 防止了金属间接触，从而降低了对接帚臂运动的抵抗力。介电带还避免了微带迹线的磨损，防止了束缚，并且防止了向 RF 电路中引入信号噪声。类似地，信号触点 34 和信号导体 32 不直接接触，而是通过薄的介电隔离物 23 以电容方式耦合。

参考图 7，移相器 10 的构造以截面方式方便地示出。接帚臂 12 的顶层 40 是用玻璃浸渍的 TEFLON®薄片形成的介电 PC 板衬底，下一层 42 是涂覆了锡的铜微带迹线，下一层 44 是介电隔离材料。下一层 46 是承载在底板 18 上的涂覆了锡的铜微带传输介质迹线。下一层 48 是底板的 PC 板衬底，该衬底是用薄介电粘合层 50 粘合到铝基底 52 的，该粘合层一般是 St. Paul, Minnesota 的 3M 公司制造的 VHB 丙烯酸转移粘合剂。悬臂靴 14A 的主体 54 一般优选是由介电材料制造成的，并且一般是适当的温度稳定塑料，例如由 General Electric 公司制造的 NYLON®、ULTEM®（填充 30%玻璃的聚醚酰亚胺），或任何其他适当的衬底。迹线触点偏动元件 24 可以是针鼻型或球鼻型活塞，例如由作为 Hutchinson Group 公司的一部分的 Barry Controls 的一个部门 Vlier Products 制造的零件号为 SPFB48 的不锈钢“球状推入配合活塞”。

图 8 是移相器接帚臂组件 80 的顶部的分解透视图，图 9 是组件的底部的相应视图。该组件包括推入配合型扣环 82，用于将组件保持在致动器轴上。推入配合型扣环位于悬臂靴 54 上方，该悬臂靴 54 支持迹线触点偏动元件 24 和接收致动器轴的 D 形环衬套 84，在此示例中迹线触点偏动元件 24 是球鼻型活塞。信号触点偏动元件 36 在此示例中是波浪型弹簧垫圈，其围绕致动器轴，并且被夹在悬臂靴 54 和接帚臂的 PC 板 86 之间，其承载微带迹线 88，该微带迹线 88 包括由微带迹线 94 连接的信号触点 90 和迹线触点 92。齿轮端面 96 被直接切割到接帚臂的 PC 板 86 中。微带迹线 88 被介电隔离层 98 覆盖，所述介电隔离层 98 例如是以上指定的 Shercon 带。

或者，介电隔离层可以是常规 PC 板处理系统中的焊剂掩膜型涂

层，或者它可以是由 Orlando FL 的 Bairnco 公司的一个部门 Arlon Materials for Electronics 制造的称为 CPLTM 的薄聚酯膜。CPLTM 结构还可包括微带迹线导体 88，作为从标准 PC 板蚀刻过程定义的特征。

如图 10 中所示，上述移相器可用来操纵远程或本地控制的垂直电下倾天线 110 的波束的方向，该天线 110 适合于用作无线基站天线。此天线被配备为执行天线发射出波束 112 的垂直电下倾。更具体而言，一般安装在杆 114、塔、建筑物或其他适当地支撑结构上的天线 110 包括立式面板，该立式面板支撑多个天线单元。这些天线单元在瞄准线方向 115（在图 11 中示出）上发射波束 112，该瞄准线方向 115 是当天线单元发射出的信号同相时波束的自然传播方向。在图 10 和 11 所示的特定示例中，天线 110 被安装成其主面板垂直向下，这一般导致水平的瞄准线方向。这是无线基站天线的典型安装配置。

从水平瞄准线方向 115，一般提供某些机构以引导波束 112 向下朝向地平线。还希望具有可调节的波束下倾，以便波束可指向所需的地理覆盖区域，在该区域中波束会被以适当的强度接收，还希望与发射到一般位于地理覆盖区域外的区域的信号相区别。天线 110 是互易性的，并且在工作频带中的每个频率下，操作接收模式下天线的属性与发射模式的相同。天线 110 被配置为在范围 Θ_r 内实现可调节的波束下倾，该范围在两个边界波束指向 Θ_1 和 Θ_2 之间延伸。倾斜范围 Θ_r 一般还是从瞄准线方向向下偏斜的。例如，上倾斜边界一般被设置为朝向水平方向，或者就在水平方向之下，并且倾斜范围 Θ_r 一般延伸到约向下 5 度。例如，与水平方向成 1 至 5 度的倾斜范围，以及与水平方向成 2 至 7 度的倾斜范围对于具有 12 个或更多个辐射元件的天线阵列是典型的。但是，对倾斜偏置和倾斜范围的选择是设计选择，这种选择在不同应用间是可以变化的。

此外，倾斜偏置可以是固定的或可调节的。图 11 通过示出天线 110 的三个倾斜偏置角，示出了可调节的倾斜偏置备选方案。对于具有可调节倾斜偏置的天线，此参数可被手动或机械地改变，并且它可以被本地或远程地控制。

再次参考图 10, 波束倾斜偏置和可调节倾斜范围内的倾斜角可以以若干种不同方式来控制。例如, 一个或多个控制旋钮可位于天线 110 本身之上, 一般在主面板后方。但是, 爬上 114 以调节波束倾斜可能是不方便的。因此, 本地控制器 116 可被放置在适当的位置处, 例如杆基处, 或者与基站收发器 118 (BTS) 放置在一起。在此情况下, 诸如伺服或步进式电机 136 这样的电机根据来自本地控制器 116 的控制信号驱动倾斜控制。电机一般安装在天线 110 的主面板的后部, 但是也可位于任何其他适当的位置。此外, 远程控制器 120 可被用于远程地控制波束倾斜。例如, 远程控制器 120 一般通过电话线 122 或其他适当的通信系统连接到本地控制器 116。本地和远程控制器可以是本领域中公知的任何适当的控制设备。

图 12 是天线 110 的功能性框图, 该天线 110 包括波束方向操纵电路, 该波束方向操纵电路包括可变功率分配器 130 和多波束波束形成网络 140, 该可变功率分配器 130 包括一个或多个接带型移相器。可变功率分配器 130 将电压信号 132 分割成两个幅度互补的电压驱动信号, 这两个信号向多波束波束形成网络 140 (BFN) 提供输入。波束形成网络 140 又产生波束驱动信号 142, 该波束驱动信号 142 被配电网络 160 发送到多元天线阵列 150。配电网络 160 适当地分割每个波束驱动信号, 以便递送到多元天线阵列 150 的相关联的子阵列。配电网络 160 还包括倾斜偏置移相器 144 和相位模糊移相器 145, 它们通过传输介质迹线长度调节, 以协调的方式操纵波束方向操纵信号的相位特性, 以便实现波束倾斜和旁瓣减小。

可变功率分配器 130 接收电压信号 132 并将其分割成两个电压驱动信号 V_1 和 V_2 。正如本领域中公知的, 电压信号 132 一般包含编码后的移动通信数据, 并且是通过附接到天线 110 上的连接器的同轴电缆提供的。图 5 (先前介绍) 是可变功率分配器 130 的示意性图示, 在共同所有的 2002 年 11 月 8 日递交的题为“Variable Power Divider (可变功率分频器)”的美国专利申请序列号 10/290,838 对其有更详细描述, 这里通过引用将该专利申请结合进来。可变功率分配器 130 使

用单个可调节控制元件 12A（通常是微带接帚臂）来将输入电压信号 132 分割成电压驱动信号 V_1 和 V_2 ，这两个电压驱动信号具有互补的幅度，并且在电压幅度分割范围内具有基本上恒定的相位延迟。

更具体而言， V_1 和 V_2 之和的幅度加起来是输入电压信号 132 的幅度，并且随着功率在其间分配而彼此相反地变化。特别地，功率分配的范围是：从可调节控制元件 12A 处于图 5 上标记为“C”的位置时的 100%分配给 V_1 、零分配给 V_2 ，到可调节控制元件 12A 处于图 5 上标记为“B”的位置时的零分配给 V_1 、100%分配给 V_2 。此外，随着可调节控制元件 12A 在位置“B”和“C”之间运动，功率分配在这两个极端情况之间平滑地变化，其中“A”代表 50%分配点。

除了具有互补的幅度外，电压驱动信号 V_1 和 V_2 还展现了匹配的相位（即它们一直具有基本上相同的相位）以及经过可变功率分配器 130 后基本上恒定的相位延迟。换言之，随着功率分配在功率分配范围内变化，电压驱动信号 V_1 和 V_2 相对于彼此以及相对于输入电压信号 132 的相位特性保持恒定。诸如控制旋钮或电机这样的致动器 136 被用于移动可调节控制元件 12A，而该可调节控制元件 12A 又引起对波束倾斜的调节。这在图 5 和 12 中示出，其中图 12 中标记为“A”的波束倾斜位置对应于图 5 中所示的可调节控制元件 12A 的位置“A”；图 12 中标记为“B”的波束倾斜位置对应于图 5 中所示的可调节控制元件 12A 的位置“B”；图 12 中标记为“C”的波束倾斜位置对应于图 5 中所示的可调节控制元件 12A 的位置“C”。

参考图 12，可变驱动信号 V_1 和 V_2 向多波束波束形成网络 140 提供输入信号，该波束形成网络 140 通常被配置为正交二乘四波束形成网络，或四乘四 Butler 矩阵，该矩阵的输入端口中的两个端口通过阻抗匹配电阻器被分路到地。这两个配置，以及多个其他的信号处理模块，都在共同所有的 2003 年 7 月 18 日递交的名称为“Double-Sided, Edge-Mounted Stripline Signal Processing Modules And Modular Network（双面边缘安装型带状线信号处理模块和模块化网络）”的美国专利申请序列号 10/623,382 中详细描述，这里通过引用将该专利

申请结合进来。虽然波束形成网络 140 不需要被配置为双面边缘安装型模块，但是这种配置会产生许多优点。

应当意识到，波束形成网络 140 的输出数目通常对应于天线子阵列的数目，因此可根据特定应用的需求而改变。虽然具有 4 个和 8 个子阵列的天线是常见的，但是其他配置，例如 3 个、5 个和 6 个子阵列也是典型的。当然，可以适应任何所需数目的子阵列以及多种波束形成网络。

图 13-16 是垂直电下倾天线 180 的特定商业实施例的计算机辅助设计 (CAD) 按比例图示，该天线 180 包括 12 个双极化天线单元 182。此天线是针对 1.92 GHz (这是经授权的 US 个人通信服务 PCS 无线频带的中心频率) 的工作载波频率设计的，并且天线单元间隔 0.7 自由空间波长，这约为 4.6 英寸。用于此天线的导电底板 184 是矩形的，其尺寸是 56 英寸长乘 8 英寸宽 [约 142cm 乘 20cm]。16 单元天线相应地更长，72 英寸长乘 8 英寸宽 [约 183cm 乘 20cm]，以适应具有相同间隔的四个附加的天线单元。天线屏蔽器 186 适配在底板上方并附接到底板。

天线 180 包括连接到底板 184 后侧的两个安装支架 188A-B、两个同轴电缆天线接口连接器 190A-B 以及致动器旋钮组件 192。同轴电缆连接器 190A-B 接收提供两个输入电压信号 132 (在图 12 上示出) 的同轴电缆，每个信号用于双极化天线的的一个极化状态。主面板 196 的下侧的导电接地板通过不导电粘合剂 194 粘附到底板 184 的前侧。主面板印刷电路 (PC) 板 196 的导电接地板以电容方式耦合到底板 184，以便 RF 信号流经接头。主面板 196 是被用涂覆了锡的铜迹线蚀刻的介电 PC 板，所述涂覆了锡的铜迹线形成传输介质片段，所述传输介质片段将电压信号从同轴电缆连接器 190A-B 携带到天线单元 182。更具体而言，传输介质片段形成两个基本上相同的波束方向操纵和配电电路 198A-B，每个电路用于一个极化状态。如前所述，主面板 196 的介电材料可以是 PTFE 特氟纶®。

参考图 5、12 和 13，两个可变功率分配器 1102A-B (每一个用于

一个极化状态 - 图 12 上的元件 130) 以及两个配电网络 1104A-B (每个用于一个极化状态 - 图 13 上的元件 160) 被放置在主面板 196 上, 而两个波束形成网络 1106A-B (每一个用于一个极化状态 - 图 3 上的元件 140) 被实现为以焊接方式连接到主面板 196 的双面边缘安装型模块。两个接带臂 1108A-B (每一个用于一个极化状态 - 图 5 上的元件 12A) 可转动地附接到主面板 196 的可变功率分配器区域。接带臂 1108A-B 是用经蚀刻的铜迹线形成在小型介电 PC 板上的, 类似于用来构造主面板的材料 (但没有接地板), 并且通过形成接带臂的后部之中的鸠尾齿轮彼此机械耦合。这允许了两个接带臂被单个致动器旋钮 192 (图 12 上的元件 136) 以协调的方式运动。在机动型实施例中, 致动器旋钮组件 192 被安装到底板 184 后部的小电机和机械驱动所取代, 例如伺服或步进式电机。电机可被收容在适当的外壳中, 并且一般包括用于电功率和电机控制的相关联的电子 PC 板组件。

此外, 对于包括可变倾斜偏置的实施例, 具有单独的电机的齿条-齿轮驱动系统一般被附接到底板 184 的后侧。在特定实施例中, 倾斜偏置移相器可实现为齿轮驱动的长号型或接带型移相器, 这些实施例一般沿主面板 196 分布在两行 (每一行用于一个极化状态) 中。此外, 被单个旋钮或电机驱动齿轮所移动的单个齿条可用于以协调的方式旋转所有的倾斜偏置移相器, 以便两个极化状态的所有天线单元都以协调的方式被倾斜偏置。

图 14 是主面板 196 的正视图。天线单元 182 之一被标记以供参考。在此视图中稍微更清楚地示出了可变功率分配器 1102A-B 和配电网络 1104A-B。接带臂 1108A-B 被示出在主面板 196 的中央, 但是未被标记以避免在图中喧宾夺主。在此视图中难以看到波束形成模块 1106A-B, 因为它们是在边缘安装到主面板 196 的。

图 15 是天线的承载波束方向操纵电路的部分的顶侧的透视图, 该部分包括可变功率分割器 1102A-B 和波束形成模块 1106A-B。此图提供了波束形成模块 1106A-B 和接带臂 1108A-B 的更好的视图。图 16 是天线的同一个部分的底侧的透视图, 它示出了电缆连接器 190A-B

和控制致动器 192。

图 17 是手动致动器 192 的顶部的透视图，图 18 是手动致动器的底部的透视图，其示出了适配在图 8 和 9 上示出的致动器臂衬套 84 中的致动器轴 194。为了安装稳定性还提供了第二未致动轴 196。图 19 是手动致动器 192 的分解透视图，其中包括通过两个螺栓 1904A-B 连接到驱动轴 1902 的控制旋钮 1900。旋钮 1900 承载球鼻型弹簧式活塞 1906，该活塞充当以可移除方式适配在划线平板 1908 上的定位孔中的制动机构。驱动轴 1902 合适地经过带法兰盘轴承 1910，并进入机架 1912 中。非驱动轴 1914 被机架 1912 的顶侧上的 e 形环 1916 固定在适当位置。e 形环 1920 和 1922 分别将驱动轴 1902 和非驱动轴 1914 固定在机架 1912 的下侧。

图 20 是用于操作接帚型移相器的机动型致动器 2000 的顶侧的透视图，图 21 是机动型致动器的底侧的透视图。图 22 是机动型致动器的分解透视图，该致动器是电机驱动的旋转致动器，它安装在底板后部与手动致动器 192 相同的位置上，通常在底板上与图 15-16 中所示的波束形成电路相对的位置处。机动型致动器 2000 包括机架 2002，其支撑电缆连接器 2004A-B，并防止内部元件受天气和残骸的影响。机架 2002 由多个螺钉 2010 经由衬垫 2008 固定到安装板 2006，以形成外壳。安装板 2006 又由多个螺钉 2014 经由衬垫 2012 固定到天线底板。外壳容纳由一对支架 2018、2012 支撑的步进式电机 2016。

特别地，步进式电机可以是工作在 12 伏特、0.4 安培下的 1.8 度步进式电机，例如 Shiano Kenshi 有限公司制造的 SST42D 型。步进式电机 2016 被定制设计和制造的电子控制板（未示出）所控制，该电子控制板由支架 2018 支撑。电机驱动蜗轮 2022，该蜗轮通过衬套 2024 和定位螺钉 2026 固定到电机的输出轴。蜗轮又驱动正齿轮 2028，该正齿轮 2028 驱动适配到接帚臂的致动器臂衬套 84 中的致动器臂，如图 8 和 9 上所示。电位计 2030 跟踪步进式电动机的位置。

考虑到上述内容，将会意识到本发明提供了用于为包括双极化天线在内的无线基站天线实现接帚型移相器的显著进步。应当理解，上

述内容只涉及本发明的典型实施例，在不脱离以下权利要求书所限定的本发明的精神和范围的情况下，可对其做出许多种改变。

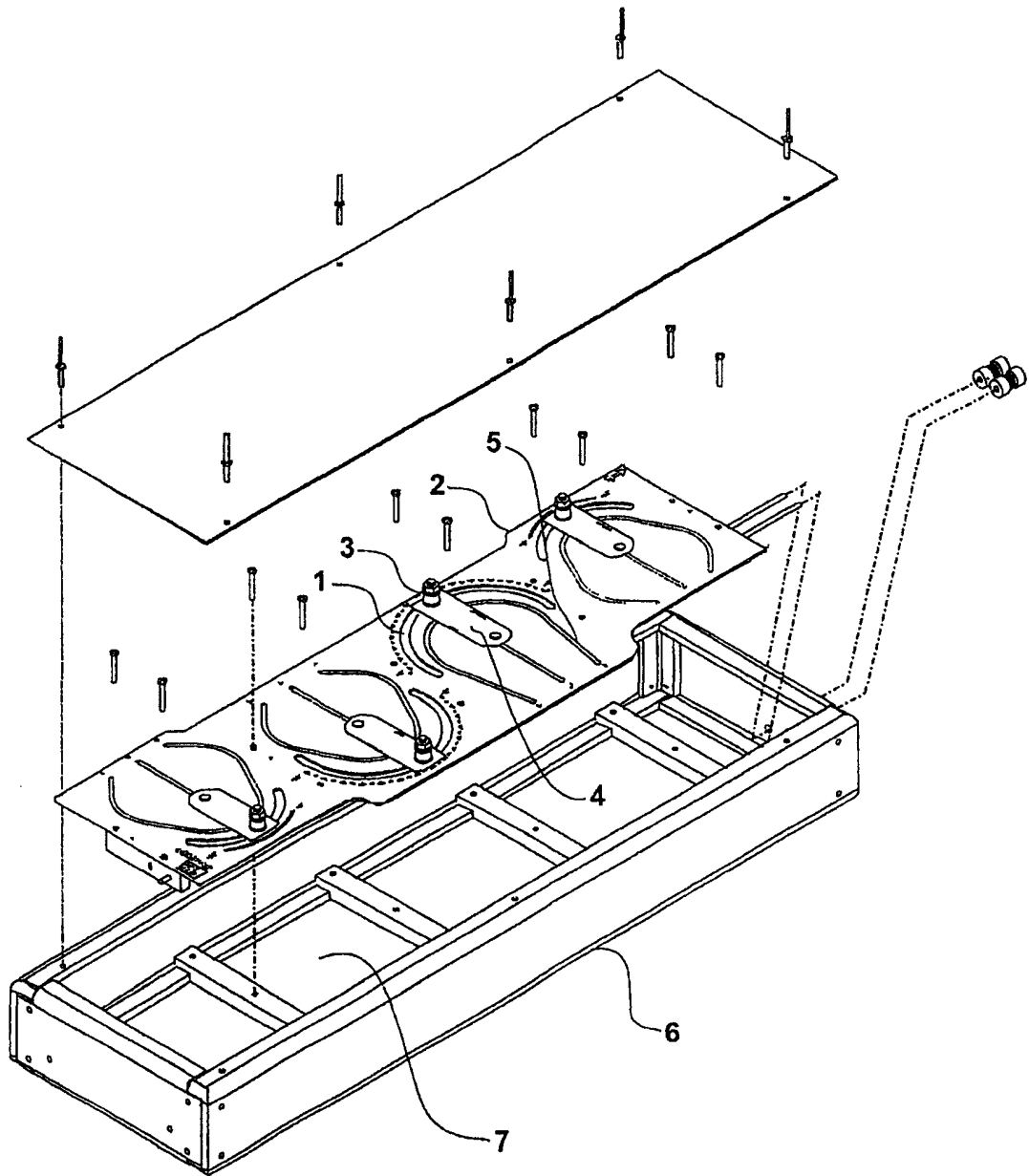


图1

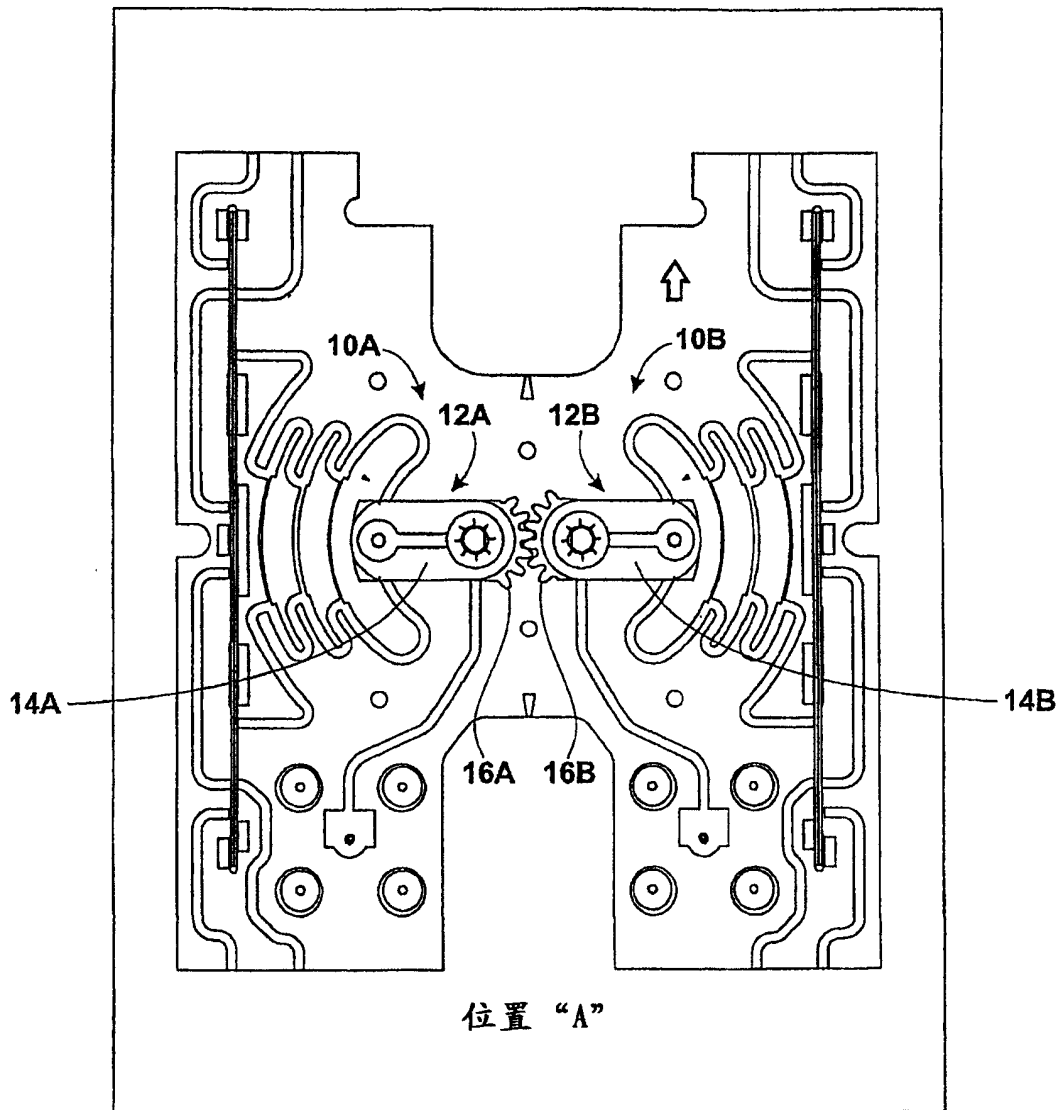


图 2

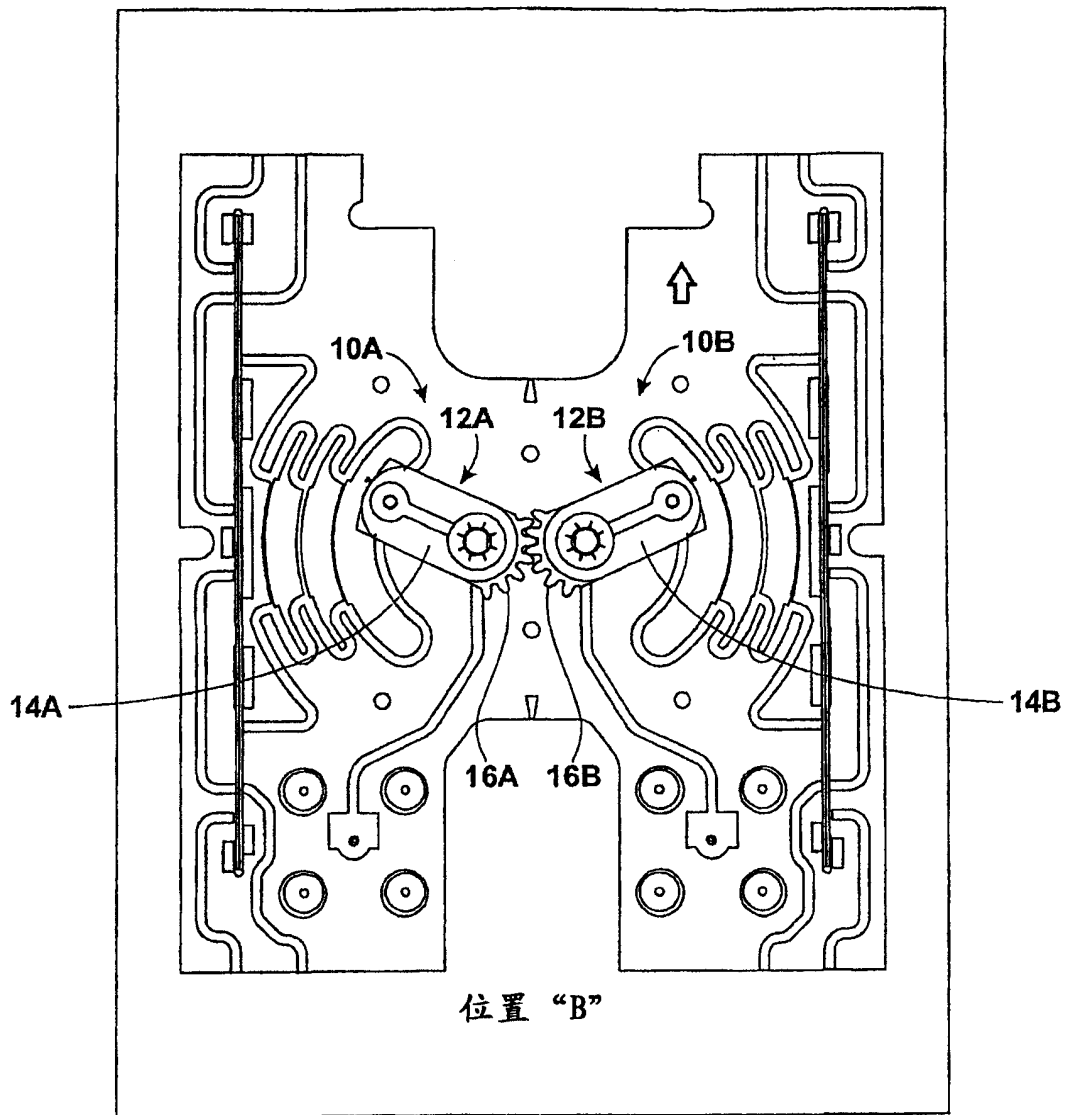


图 3

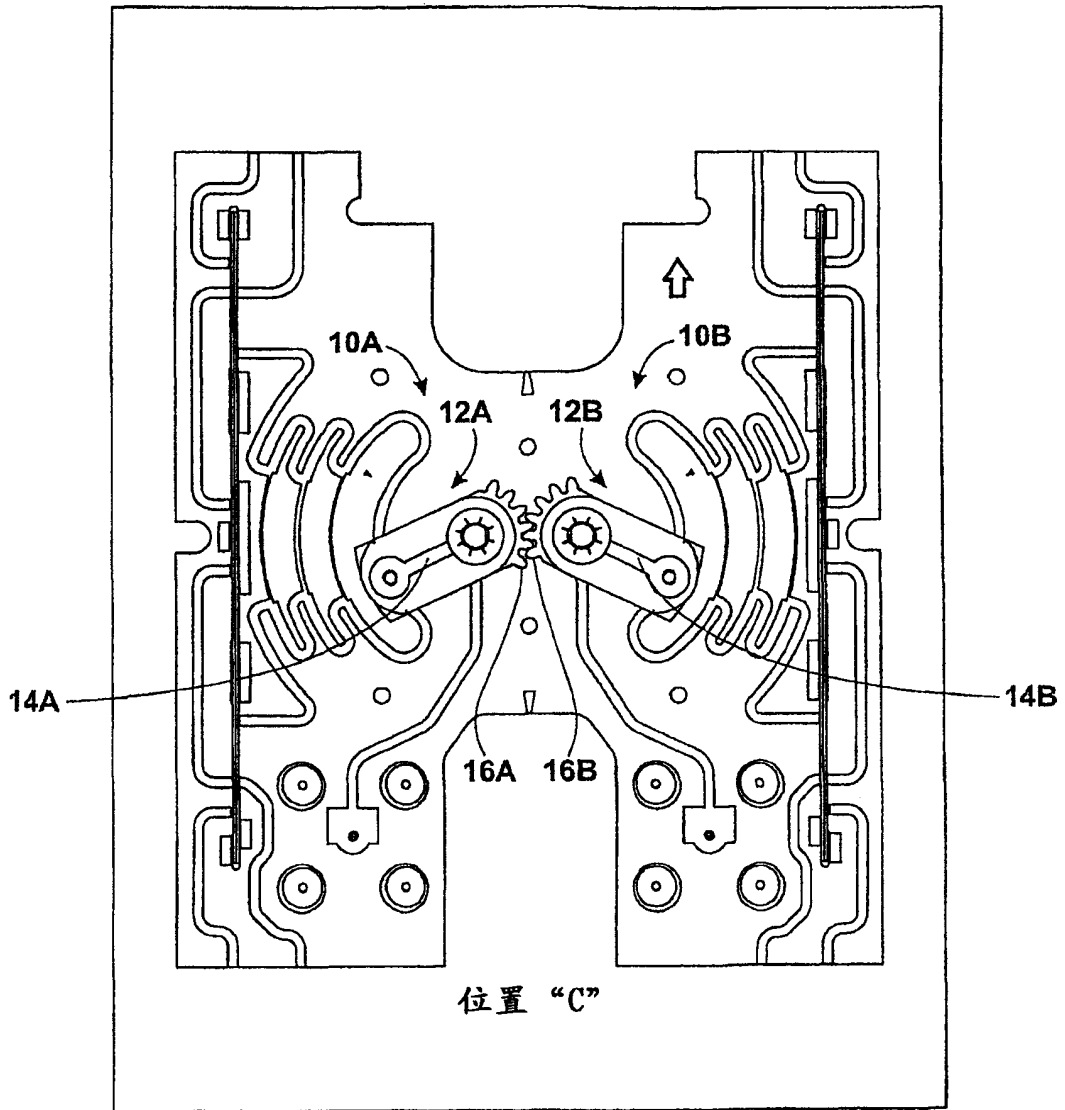


图 4

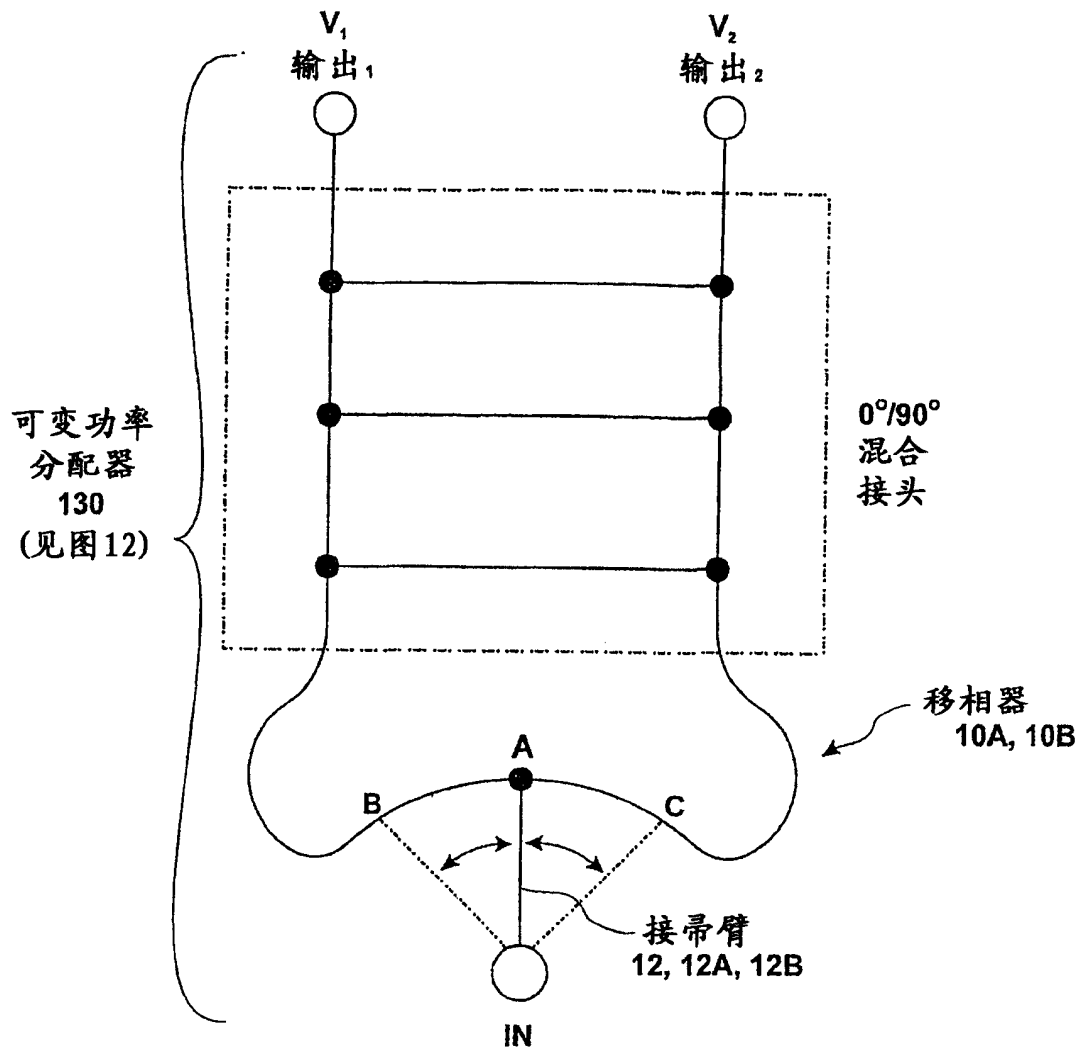


图5

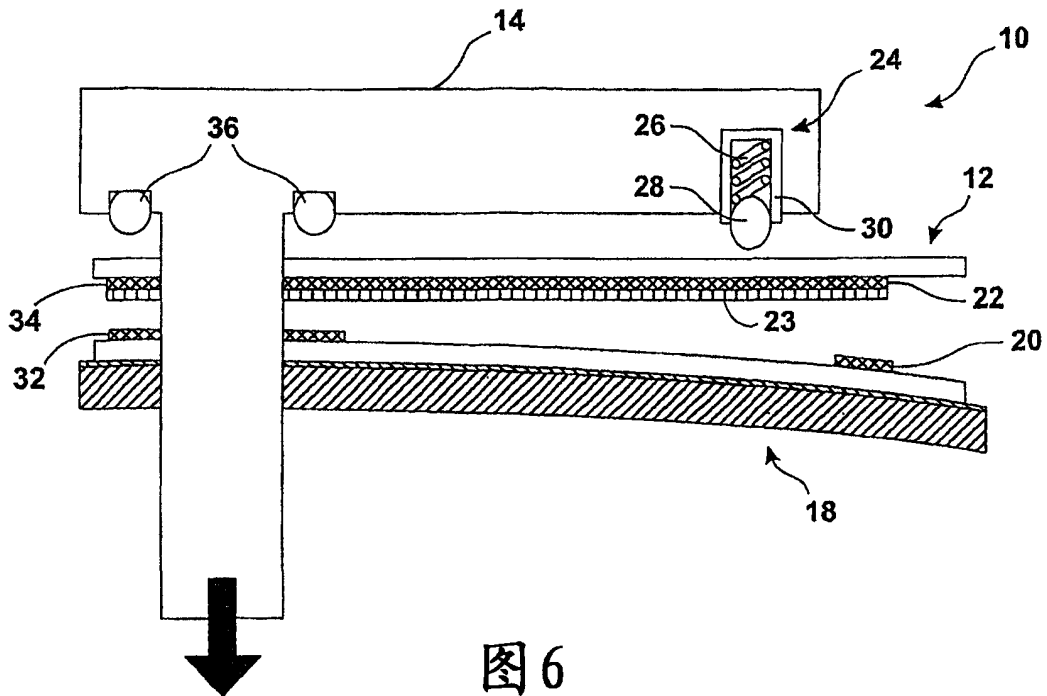


图 6

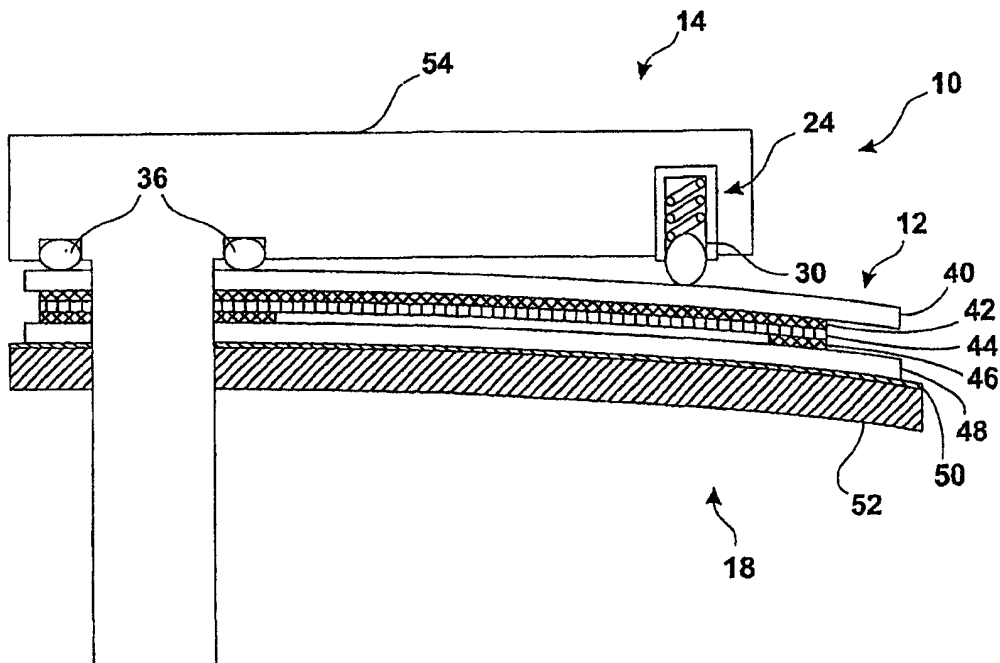


图 7

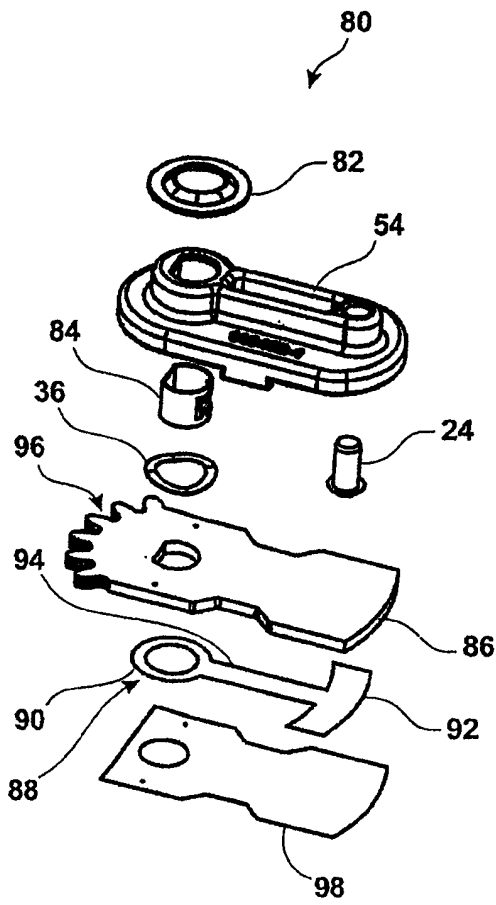


图8

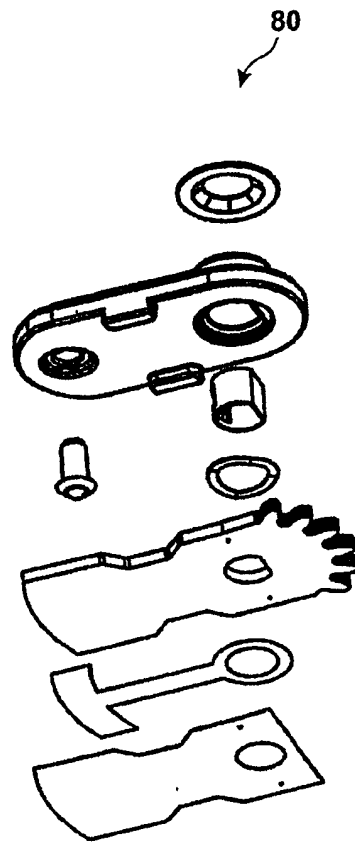


图9

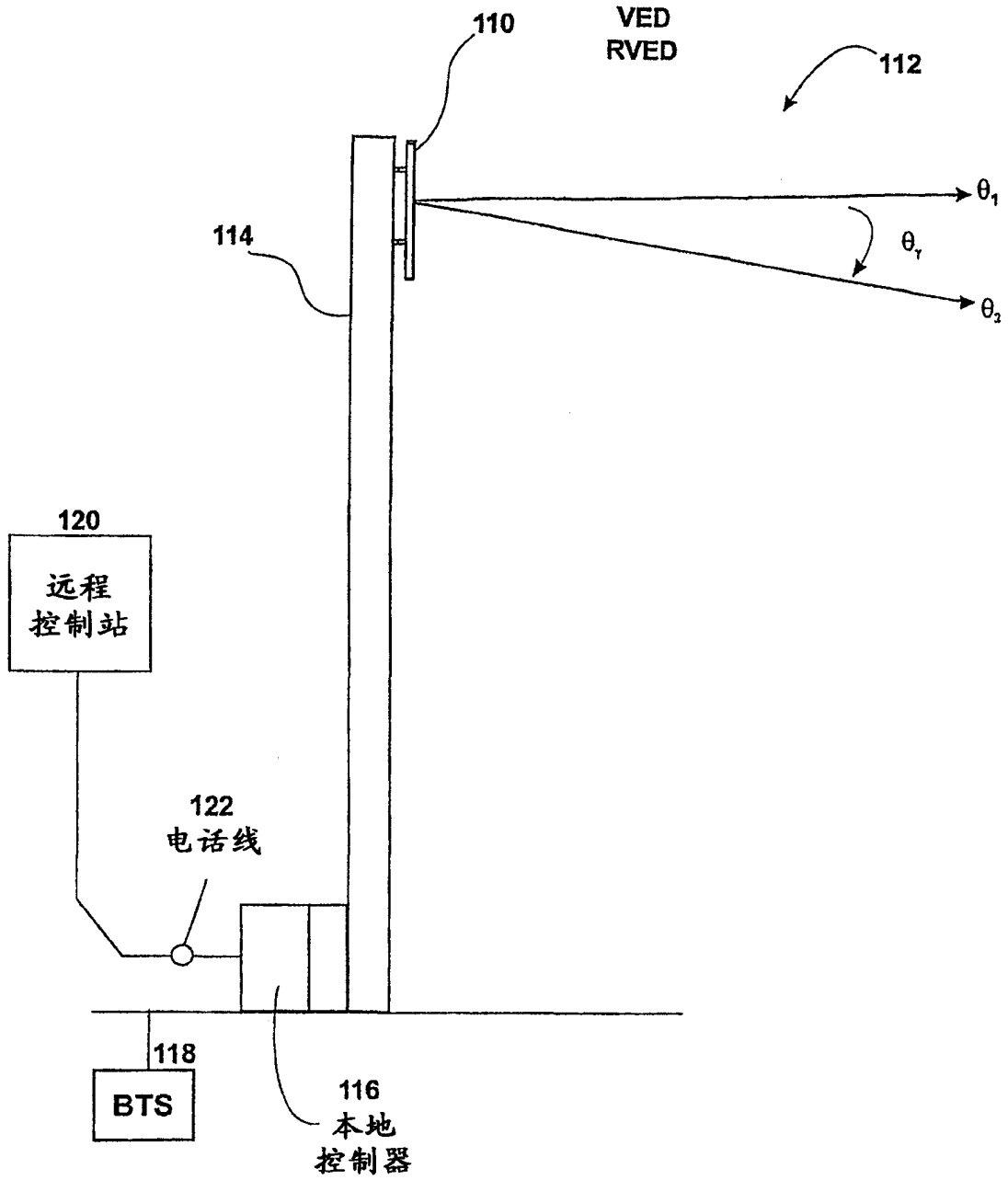
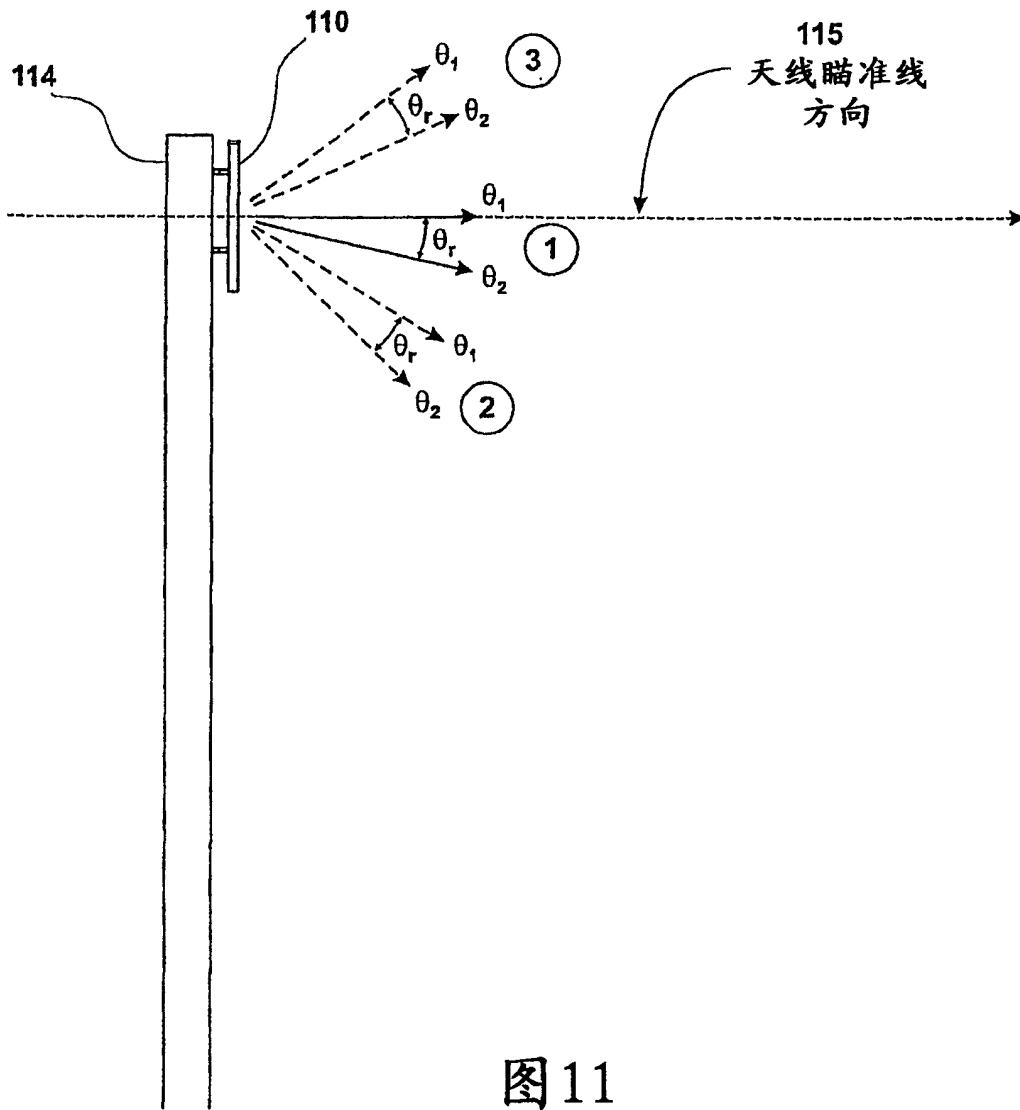


图10



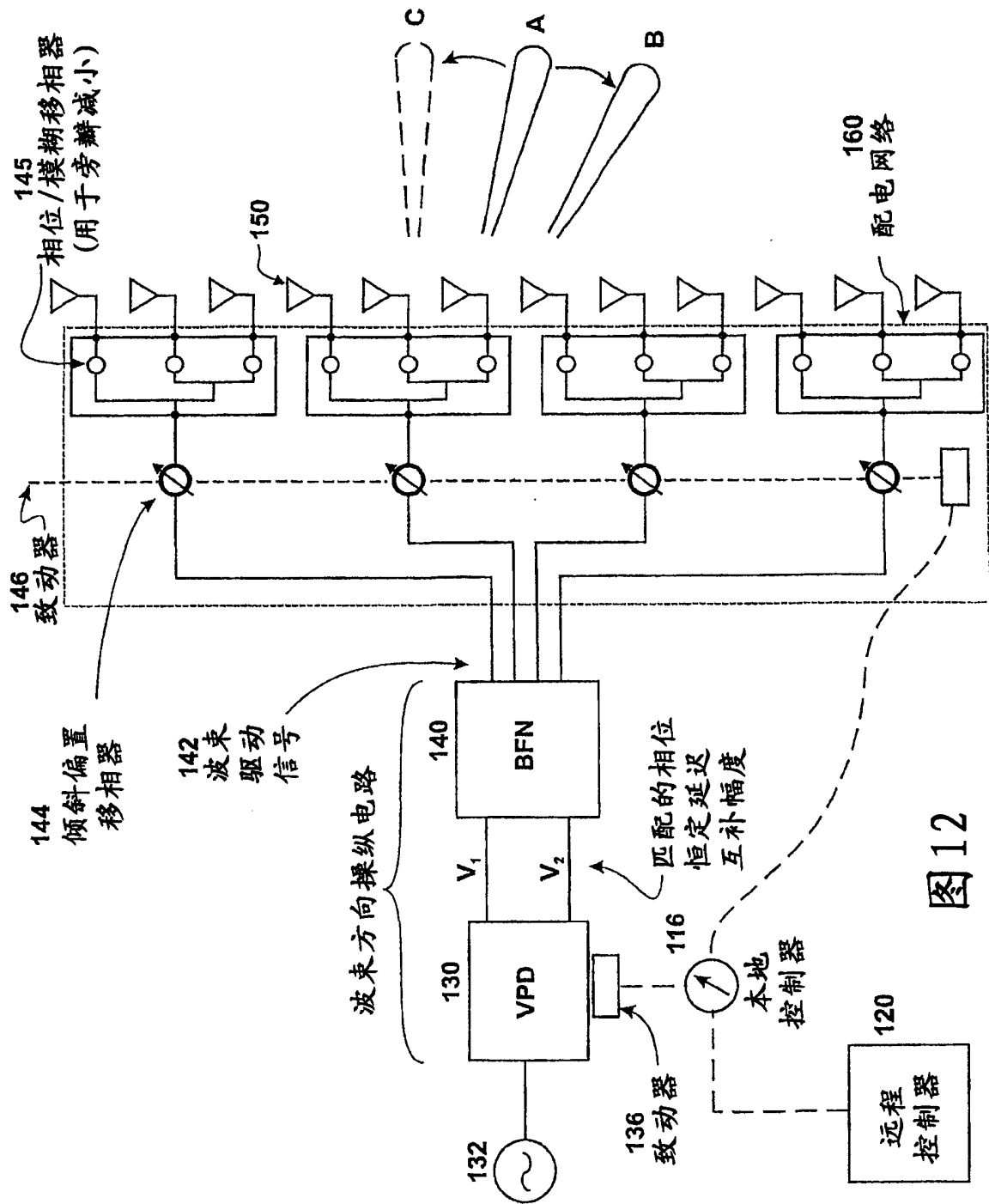


图12

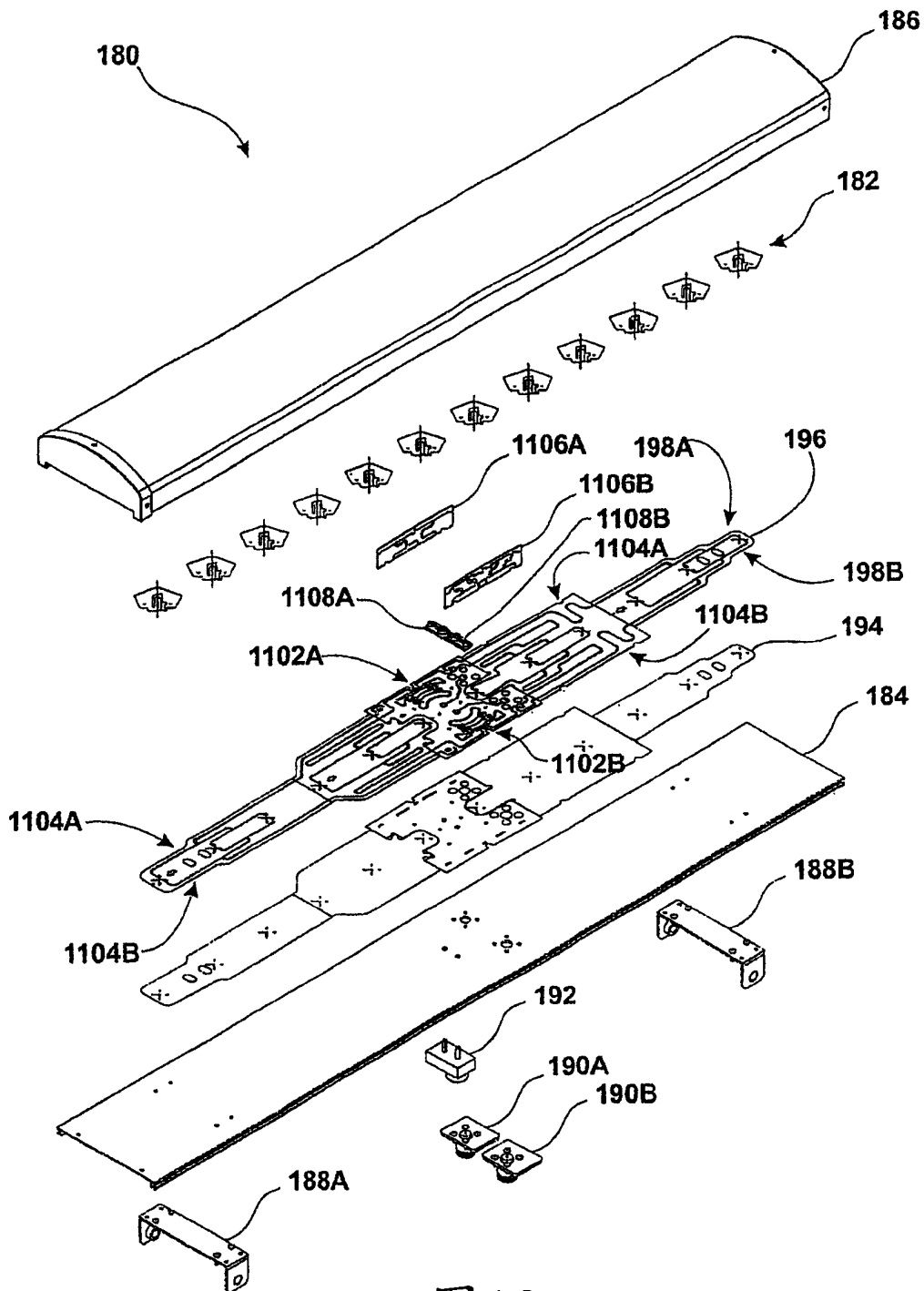


图13

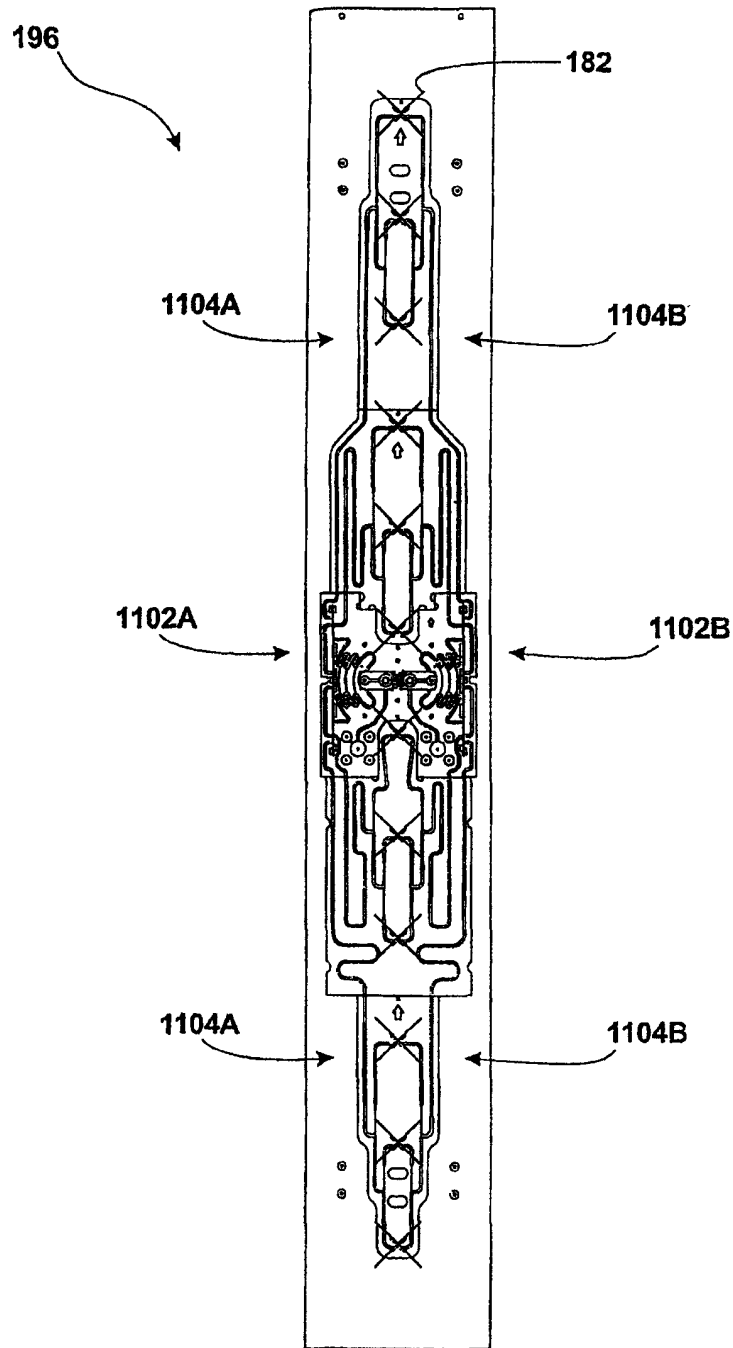


图 14

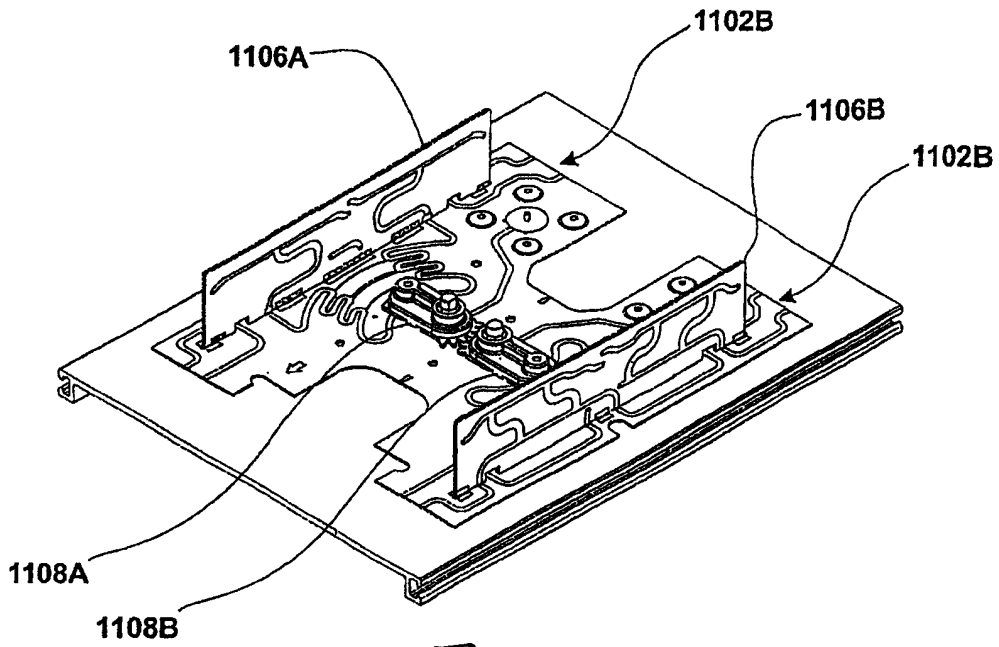


图 15

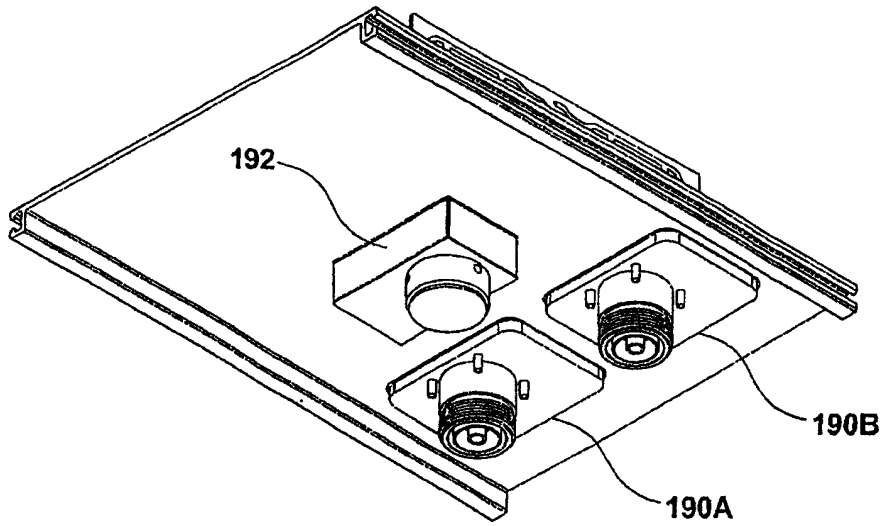


图 16

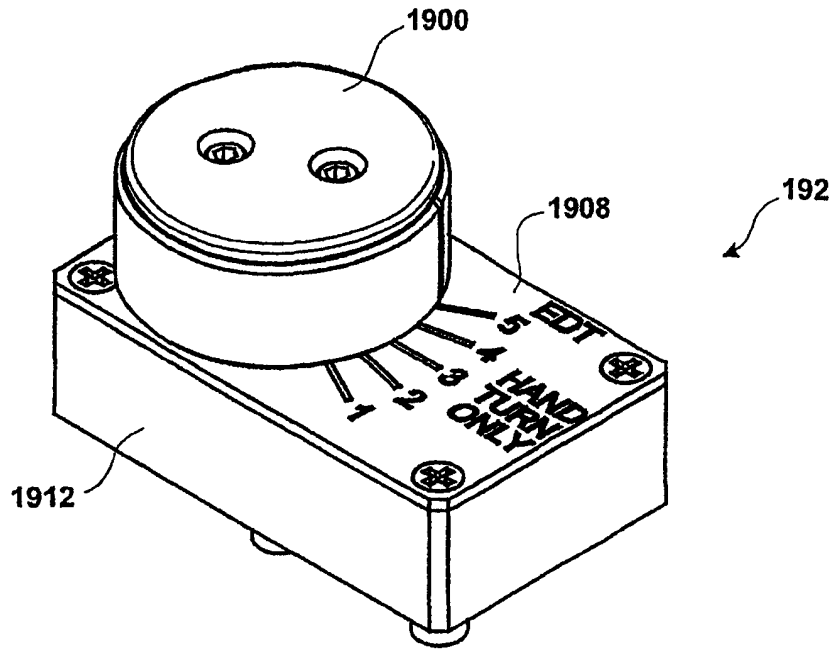


图 17

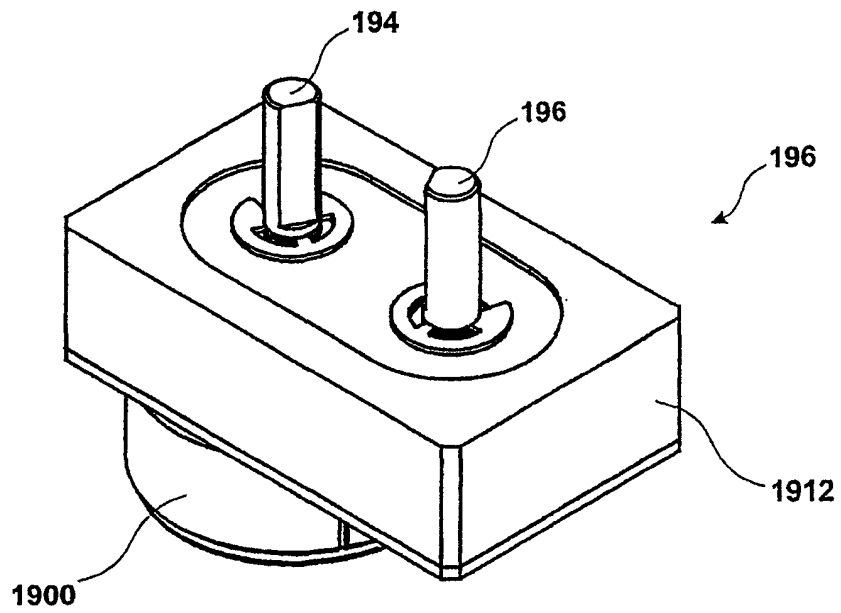


图 18

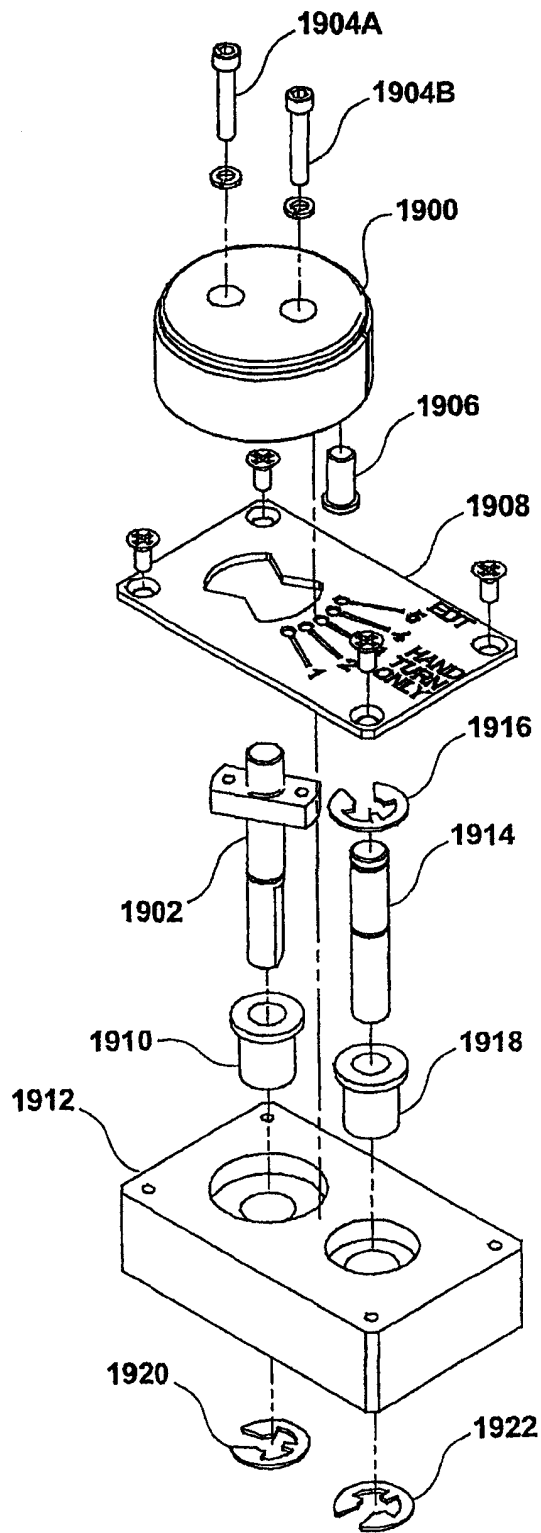


图 19

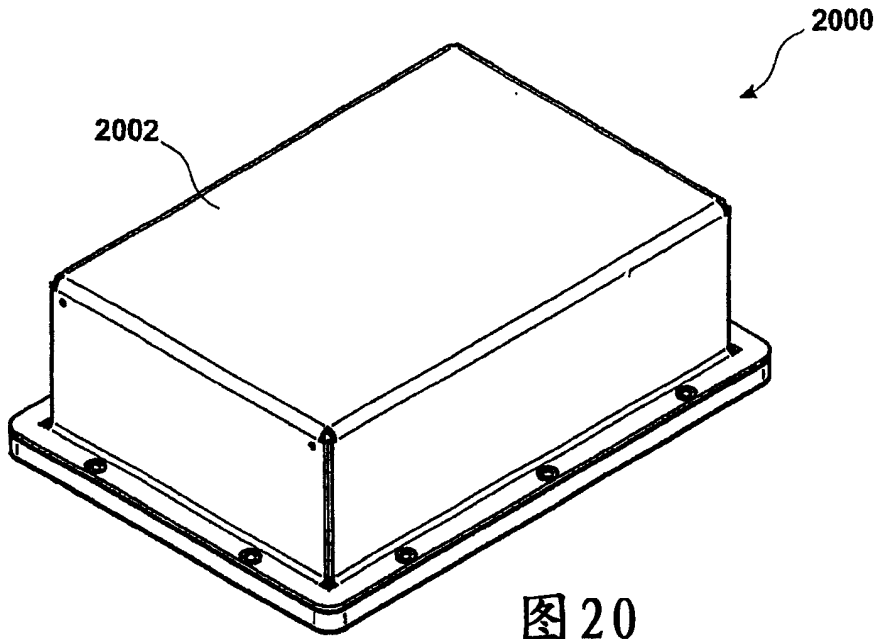


图 20

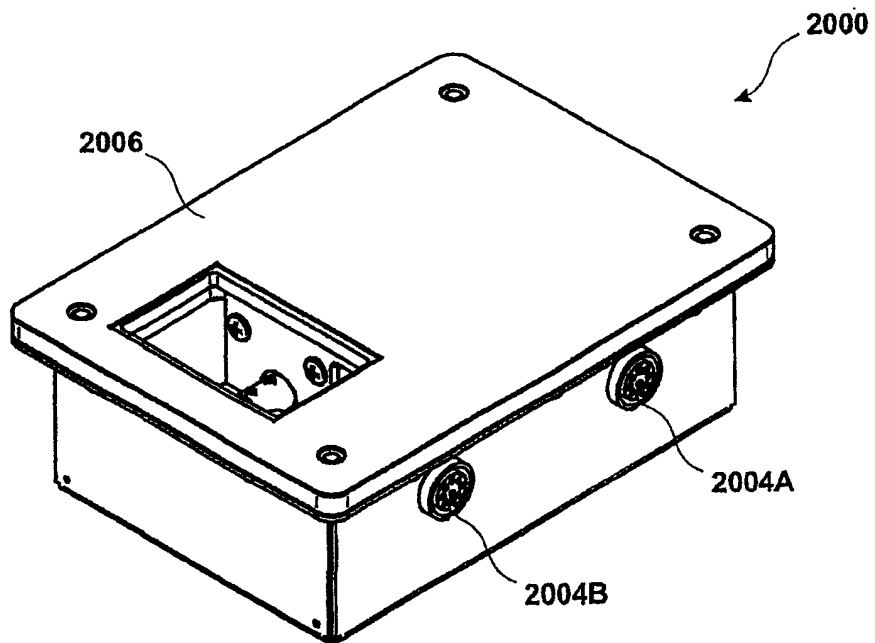


图 21

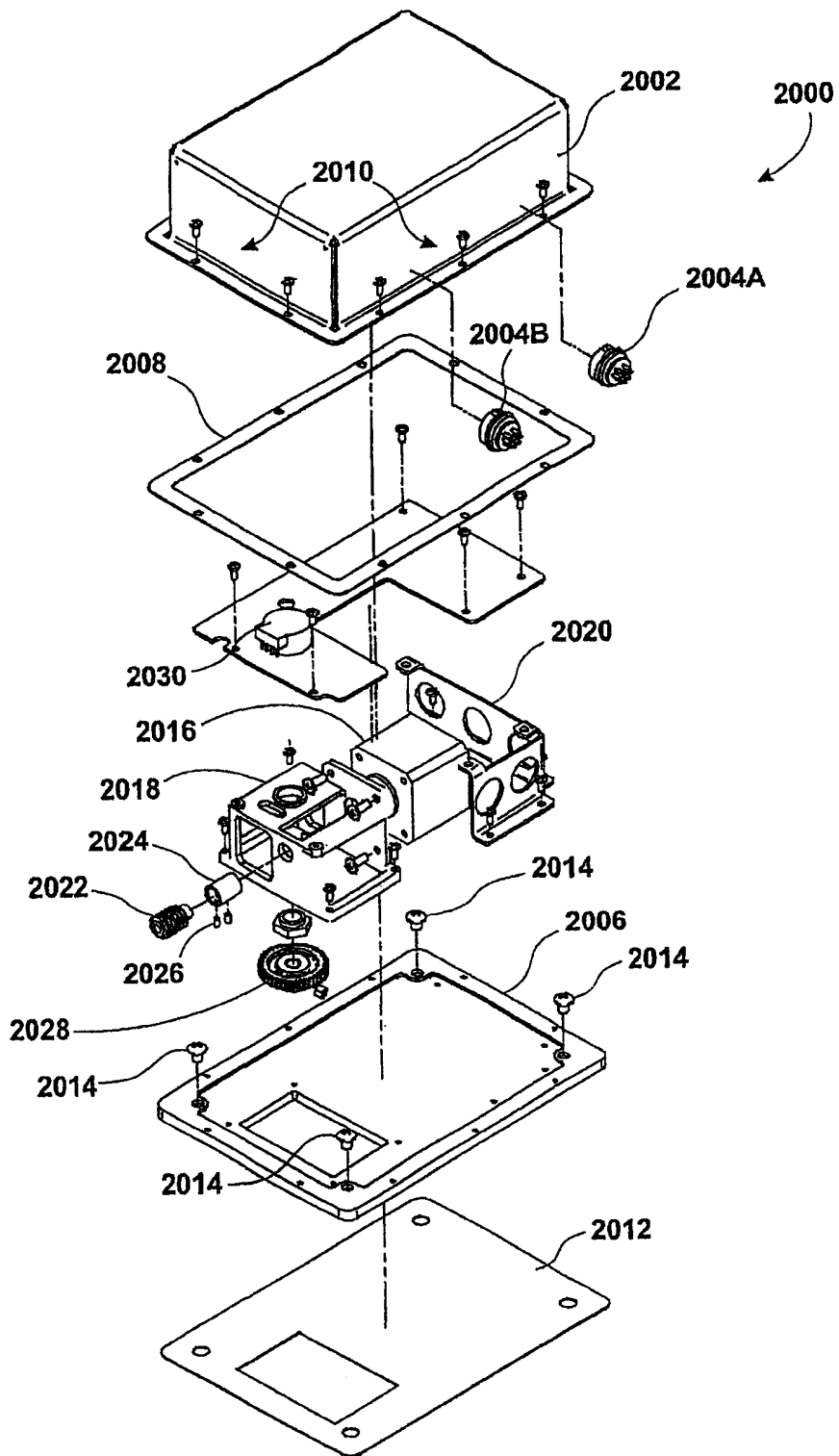


图 22