

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

F03D 7/02 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

专利号 ZL 200480036442.6

[45] 授权公告日 2008年7月9日

[11] 授权公告号 CN 100400860C

[22] 申请日 2004.12.9

[21] 申请号 200480036442.6

[30] 优先权

[32] 2003.12.9 [33] US [31] 60/527,713

[86] 国际申请 PCT/CA2004/002099 2004.12.9

[87] 国际公布 WO2005/057008 英 2005.6.23

[85] 进入国家阶段日期 2006.6.8

[73] 专利权人 新世界一代股份有限公司

地址 加拿大安大略

[72] 发明人 P·H·F·梅斯沃克

N·S·拿耶夫

[56] 参考文献

US4350895A 1982.9.21

US4729716A 1988.3.8

FR2394689A1 1979.1.12

审查员 韩 薇

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 刘 佳

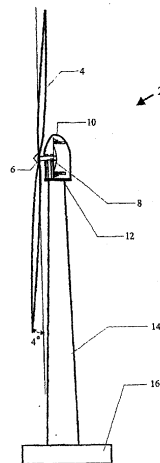
权利要求书2页 说明书8页 附图36页

[54] 发明名称

风力涡轮机和操纵风力涡轮机的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种风力涡轮机和一种操纵风力涡轮机的方法。本发明的风力涡轮机具有安装在一可转动轴上的毂，而该轴具有同中心地安装在其上的环。连接该环以驱动轮，而该轮又驱动发动机以产生电力。连接一控制器以通过控制轮和环之间接触的数量和力、以及控制用于涡轮机的其它的要素、诸如间距、偏转和制动器、同时监控风的状况来控制涡轮机的速度。由此，风力涡轮机能够进行控制而以基本上稳定的速率驱动能量产生设备和经济地产生能量。



1. 一种通过风力供能的涡轮机，包括在一轴上的一转子，所述转子具有从其向外延伸的叶片，所述叶片的形状在所述风力足够强时转动所述轴，所述轴可转动地支撑在一支承上，当所述风改变方向时所述支承可在偏转运动中移动所述叶片进入或离开所述风，所述涡轮机具有间距调整机构以改变所述叶片的间距，所述轴具有同中心地安装在其上的环，所述环相对所述叶片分离地安装在所述轴上，安装多个转动体以可移去地接触所述环，所述转动体被连接以驱动能量产生设备，所述转动体构造成当所述转动体接触所述环时与所述环一起转动，由此当所述风转动所述叶片时驱动所述能量产生设备，所述涡轮机还包括一控制器，所述控制器连接成以当所述风足够强时控制所述涡轮机的速度和单独地控制所述转动体和所述环之间的各个接触。

2. 如权利要求 1 所述的涡轮机，其特征在于，所述转子具有在其上的、位于所述轴和所述叶片之间的毂。

3. 如权利要求 2 所述的涡轮机，其特征在于，各叶片具有从所述毂向外延伸的柱，以及安装在所述柱外部的叶片形部分。

4. 如权利要求 1 所述的涡轮机，其特征在于，所述环具有多个从其中心部分向外延伸的轮辐，以支撑所述环。

5. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，有三个互相均布地安装在所述涡轮机上的叶片。

6. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，所述环具有平行于所述轴的表面延伸的表面，以及所述转动体是轮圈，所述轮圈安装成可去除地接触所述环的所述表面。

7. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，所述转动体是从轮圈、金属轮和齿轮的集合中选出的一个。

8. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，所述环是第一齿轮，而所述转动体是第二齿轮，所述第二齿轮与所述第一齿轮啮合。

9. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，所述环用金属制造，而所述转动体是金属轮。

10. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，连接所述控制器以控制用于所述涡轮机的制动器。

11. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，所述环具有比通过

所述叶片的末端延伸的圆周的直径显著小的直径。

12. 如权利要求 1、2 或 4 所述的涡轮机，其特征在于，所述环具有一板，所述板的表面平行于所述轴的一表面延伸，所述板的所述表面设有用于所述转动体的一接触表面。

13. 一种操纵通过风力供能的涡轮机的方法，所述涡轮机具有在一轴上的一转子，所述转子具有从其向外延伸的叶片，所述叶片的形状在所述风力足够强时转动所述轴，所述轴可转动地支撑在一支承上，当所述风改变方向时所述支承可在偏转运动中移动所述叶片进入或离开所述风，所述涡轮机具有间距调整机构，所述轴具有同中心地安装在其上的环，安装多个转动体以可移去地接触所述环，所述转动体被连接以驱动能量产生设备，所述转动体构造成当所述转动体接触所述环时与所述环一起转动，由此当所述风转动所述叶片时驱动所述能量产生设备，连接一控制器以当所述风足够强时控制所述涡轮机的转动速度和单独地控制所述转动体和所述环之间的各个接触，所述方法包括：通过使用所述控制器调整与所述环接触的转动体的数量，当所述叶片旋转时随着变化的风的状况来控制所述速度。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，包括通过使用所述控制器来调整与所述环接触的所述转动体的力和由所述转动体驱动的发电器的数量，以及使用所述控制器调整所述涡轮机的一个或多个间距、所述涡轮机的偏转位置以及响应风的状况的改变而在所述涡轮机上施加制动器来控制所述速度的步骤。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，包括使用所述控制器稳定地监控所述涡轮机和所述风的状况、以及随着改变风的状况改变与所述环接触的转动体的数量和与所述环接触的每个转动体的力的步骤。

风力涡轮机和操纵风力涡轮机的方法

技术领域

本发明涉及产生能量的风力涡轮机，特别涉及具有安装在可转动轴上的轂的风力涡轮机，而轴具有同中心地安装在轴上的环，而环驱动能量产生设备。

背景技术

包括风车的风力涡轮机是已知的，并用来供能给包括发电机、压缩机或泵、以及其它装置的能量产生设备。已知具有连接在一轴上的风力涡轮机，然后利用在轴上的转动能量驱动能量产生设备。风车或风力涡轮机具有齿轮箱，以便通过轴将来自叶片的能量传送给能量产生设备。已经知道使用风力涡轮机产生电能，但使用风力涡轮机产生 60 周波电力时遇到巨大的困难。没有 60 周波电力，来自先前的风力涡轮机的输出不能连接至电力公司的公用高压电力网，因为不能通过公用高压电力网供能。出现产生 60 周波电力的困难是因为风速经常地改变，因此风力涡轮机的叶片的转动速度改变。此外，在不吹风或不以足够的速度吹风以转动风力涡轮机时，不可能通过风力涡轮机产生电能。先前的风车主要由于齿轮箱还具有显著的功率限制。先前的风力涡轮机不具有超过 3.5MW 的功率容量。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种风力涡轮机，它能够被控制而以稳定的速率操纵能量产生设备。本发明的另一个目的是提供一种风力涡轮机，其中，输出具有稳定的速率，即使涡轮机的叶片以改变的速度转动。本发明的再一个目的是提供一种风力涡轮机，它能够进行控制而以基本上稳定的速率驱动能量产生设备和经济地产生能量。

一种通过风力供能的涡轮机，包括在一轴上的一转子。该转子具有从其向外延伸的叶片，叶片的形状在所述风力足够强时转动轴。轴可转动地支撑在一支承上，当风改变方向时支承可在偏转运动中移动叶片进入或离开风。涡轮机具有间距调整机构以改变所述叶片的间距，所述轴具有一同中心地安装在轴上的环，该环相对叶片分离地安装在所述轴上。安装多个转动体以可移去地接触环。转动体被连接以驱动能量产生设备。转动体构造成当转动体接触环时与环一起转动，由

此当风转动叶片时驱动能量产生设备。连接一控制器以当风足够强时控制涡轮机的速度和单独地控制所述转动体和所述环之间的各个接触。较佳地，转子具有位于轴和叶片之间的毂。

此外，叶片较佳地各具有从毂向外延伸的柱和安装在柱外部的叶片形部分。

根据本发明的另一个方法，本发明提供一种操纵通过风力供能的涡轮机的方法，该涡轮机具有在一轴上的一转子，所述转子具有从其向外延伸的叶片，所述叶片的形状在所述风力足够强时转动所述轴，所述轴可转动地支撑在一支承上，当所述风改变方向时所述支承可在偏转运动中移动所述叶片进入或离开所述风，所述涡轮机具有间距调整机构，所述轴具有同中心地安装在其上的环，安装多个转动体以可移去地接触所述环，所述转动体被连接以驱动能量产生设备，所述转动体构造成当所述转动体接触所述环时与所述环一起转动，由此当所述风转动所述叶片时驱动所述能量产生设备，连接一控制器以当所述风足够强时控制所述涡轮机的转动速度和单独地控制所述转动体和所述环之间的各个接触，所述方法包括：通过使用所述控制器调整与所述环接触的转动体的数量，当所述叶片旋转时随着变化的风的状况来控制所述速度。

附图的简要说明

图 1 是风力涡轮机的前视图；

图 2 是风力涡轮机的侧视图；

图 3 是轴和环的放大的侧视图；

图 4 是发电机设计的前视图；

图 5 是环的放大的侧视图；

图 6 是环的一部分的立体图；

图 7 是环的一部分的侧视图；

图 8 是连接在轴上的两个轮辐的部分的立体图；

图 9 是带有在一端的花键的轴的侧视图；

图 10 是具有环绕外周的花键的轴的端视图；

图 11 是发电机和轮圈组件的立体图；

图 12 是轮圈组件和液压控制机构的示意图；

图 13 是液压控制机构的一侧的放大的示意图；

图 14 是发电机底座的立体图；

图 15 是发电机底座和轮圈安装组件的立体图；

- 图 16 是叶片部分的端视图；
图 17 是用于各叶片的间距机构设计的示意图；
图 18 是轂的前视图；
图 19 是轂的侧视图；
图 20 是制动系统的示意的侧视图；
图 21 是制动系统的卡钳的立体图；
图 22 是卡钳和制动盘的立体图；
图 23 是风力涡轮机的第二实施例的前视图；
图 24 是第二实施例的叶片的立体图；
图 25 是用于第二实施例的叶片轂连接器的立体图；
图 26 是图 25 的连接器的立体图；
图 27 是轴环的立体图；
图 28 是用于第二实施例的叶片-轂连接器的部分立体图；
图 29 是用于第二实施例的间距机构的侧视图；
图 30 是一塔的第一部分的侧视图；
图 31 是一塔的第二部分的侧视图；
图 32 是一塔的第三部分的侧视图；
图 33 是一塔的基础的立体图；
图 34 是该基础的俯视图；
图 35 是沿图 34 中的剖面 A-A 的基础的剖视图；
图 36 是风力涡轮机的另一实施例，其中环与齿轮接触；
图 37 是沿图 36 中的剖面 A-A 的齿轮布置的剖视图；以及
图 38 是沿图 36 中的剖面 B-B 的齿轮布置的侧视图。

具体实施方式

在图 1 和 2 中，显示了一风力涡轮机 2，它具有在轂 6 上互相等距离安装的三叶片 4。轂 6 连接在延伸进入发电机壳体 10 的一可转动轴 8 上。壳体 10 安装在一转盘 12 上，而转盘 12 又安装在具有基础 16 的塔 14 上。从图 2 中的虚线可看到，叶片可在顶部向前倾斜和在底部向后倾斜 4° 。叶片的倾斜是通过安装不同的轂调整的。

在图 3 中，显示了发电机壳体 10 的放大的侧视图。可看到，轴 8 可转动地安装在壳体 10 里的一前轴承 18 和一后轴承 20 上。壳体包含一发电机组件支撑结构

(图3中未画出)。一环26同中心地安装在带有毂6(图3中未画出)的轴8上,环具有基本上与轴8平行的接触面28。壳体10具有在其前面的任一侧的电动马达30(只显示了其中的一个),电动马达30连接至齿轮减速箱32、小齿轮轴34、小齿轮36和球轴承38,以便使发电机壳体10在偏转运动中转动。当然,当发电机壳体转动时,轴和叶片在偏转运动中同时转动。

在图4中,显示了发电机壳体10的前视图。可看到,发电机40具有连接的轮圈42以驱动发电机。发电机安装在一支撑结构22上,支撑结构22具有支撑板24,以及对应于环26(图4中未画出)的圆形布置。轮圈被安装成可移动地进入和脱离与环26的接触面28的接触。轮圈可单独地控制,这样,各轮圈作用在接触面上的力、以及各轮圈进入和脱离与环26的接触的移动可控制。

在图5中,显示了一带有接触面28的环26的放大的侧视图。环26具有轮辐44(只显示了一个)和从各轮辐44延伸的臂52。在图6中,显示了环26和轮辐44的一部分的立体图。环26具有外表面46,外表面46带有位于其上的肋48。一角支架50连接环26至轮辐44。有若干轮辐44(只显示了一个)从轴8(图6中未画出)向外延伸。在各轮辐44上,有一角支架50连接环26至轮辐44。对于相同的零件图5和6中使用了与图3中使用的相同的标号。

在图7中,显示了在环26和轮辐44之间的连接的侧视图。对于相同的零件图7中使用了与图6中使用的相同的标号。一臂52成一角延伸,以给轮辐44提供强度(还可看图5)。

在图8中,显示了连接在套筒54上的轮辐44的立体图,套筒54同中心地安装在轴8上。在图8中用来描述与图6和7中的零件相同的零件使用相同的标号。可以看到,套筒54的形状可接纳环绕轴8的外周、互相等距离设置的花键56。

在图9中,显示了带有在轴8的一端上的花键56的轴8的侧视图。在图10中,显示了显示出花键56的轴8的端视图。

在图11中,显示了轮圈组件底座58的立体图,底座58具有连接在轮圈组件底座58和E型支架62之间的液压缸60。液压缸60受液压控制机构64的控制。E型支架62具有轴承66。连接轮圈42以转动轴70,而轴70又连接至第一万向节72和第二万向节74,以转动调整齿轮76。而调整齿轮76又被连接以驱动发电机78和由此产生电力。

在图12中,显示了液压缸60、控制机构64和E型支架62的部分示意的侧视图。对于相同的零件图12中使用了与图11中使用的相同的标号。可以看到,

液压缸 60 被安装成将轮圈 42 移入和移离与环 26（图 12 中未画出）的接触。控制机构 64 具有两个液压缸 80，它们位于锯齿形杆 82 的各一侧。当液压缸 80 处于图 12 所示的延伸位置时，轮圈不能移动而进一步离开环 26（图 12 中未画出）。换句话说，当轮圈被迫抵靠在环 26，控制机构 64 的液压缸 80 延伸时，轮圈将锁定在该位置上，因为液压缸 80 的端部 84 将插入连接杆 82 的锯齿 86。

在图 13 中，显示了其中具有活塞 88 的一个液压缸 80 的放大的侧视图。液压管道 89 将液压流体导入液压缸 80，以便迫使活塞向外，由此延伸钢锁 84。当液压流体的压力被释放时，弹簧 90 将活塞返回到一未延伸的位置，以及钢锁 84 从连接杆 82 的锯齿 86（图 13 中未画出）上移走。从图 12 和 13 中可看到，锯齿的形状成在锯齿的一部分上具有倾斜表面，而在锯齿的另一侧具有垂直表面。钢锁 84 成类似的形状，因此液压缸 60 可相当容易地迫使轮圈 42 进一步抵靠在环 26 上（图 12 和 13 中未画出），而轮圈将不容易移动离开环 26 而朝向液压缸 60。

在图 14 和 15 中，显示了发电机基础 92 和轮圈组件底座 58。将图 14 和 15 与图 11 比较可看到，发电机基础 92 给发电机 78 和调整齿轮 76 提供支撑。发电机基础 92 具有支持平表面 96 的柱 94。柱 94 可按照平表面 96 所需要的高度改变长度。从图 4 中可看到，诸发电机在发电机壳体 10 底部支撑在改变高度的柱上。在发电机壳体 10 的上部，诸发电机支撑在诸支撑板 24 上。

在图 16 中，显示了叶片 4 的一部分。较佳地，叶片是由碳纤维结合玻璃纤维和环氧树脂制成的。较佳地，外层由层叠的纤维材料制成，而内侧较厚的层由较轻的支撑材料制成。

如图 17 所示，叶片 4 具有固定在其内端的凸缘 102。凸缘 102 螺接在一间距机构 104 上。间距机构 104 具有间距轴承 106、间距齿轮 108，间距齿轮 108 与间距小齿轮 110 互相作用。间距小齿轮由电动马达 112 控制，马达 112 具有齿轮减速箱 114 以转动间距小齿轮 110。当间距小齿轮转动时，叶片 4 的间距可改变，电动马达 112 和齿轮减速箱 114 螺接在间距机构 104 上。

在图 18 和 19 中，分别显示了轂 6 的前视图和侧视图。轂 6 的前面连接在轴 8 上。轂 6 的三个侧面（只显示了一个）连接在用于各叶片的间距机构 104（图 18 和 19 未画出），而间距机构又连接在连接器 98 和叶片 4。

在图 20、21 和 22 中，显示了风力涡轮机的制动系统。从图 20 中可看到，一制动盘 116 位于轴 8 的前轴承 18 和后轴承 20 之间。在图 21 中，显示了制动卡钳 118 具有两个制动垫 120。一个制动垫位于制动盘 116 的一侧，另一个制动垫位于制动盘 116 的另一侧。通过连接至液压供应管道 124 的液压缸 122 液压地操纵制

动。图 22 显示了一示意的立体图，若干制动卡钳 118 环绕着制动盘 116 的外周安装。卡钳和盘制动是传统的，不在此进一步描述。

在图 23、24 和 25 中，显示了具有三个叶片 128 的涡轮机 126 的另一个实施例，从图 23 中可看出叶片 128 与叶片 4 不同，叶片 128 具有一外部叶片部分 130 和一内部柱部分 132。图 23 中显示的其余零件与图 1 中显示的零件相同，将使用相同的标号描述。

在图 24 中，显示了具有叶片部分 130 和柱部分 132 的一个叶片 128 的立体图。叶片 128 比叶片 4 长，并在较大的圆周上捕风。在图 25 中，可看到柱部分 132 是一扩大的毂以便叶片连接，它具有在内端的外凸缘 134 和在外端的轴环 136。叶片 128 的外部叶片部分 130 螺接在柱部分 132 的外端。在图 26、27 和 28 中，显示了叶片至图 25 显示的凸缘连接的进一步视图。对于相同的零件图 26、27 和 28 中使用了与图 25 中使用的相同的标号。柱部分 132 的外端具有一系列的开口 138，它们对应于在轴环 136 上的开口 140。柱部分 132 的外端被设计成接纳叶片 128 的外部叶片部分 130。如图 25 和 28 较好显示的，叶片 128 的外部叶片部分 130 螺接在部分 132 的内柱。在图 29 中，间距机构 142 相对间距机构 104 略微改变，以容纳不同的叶片 128。对于相同的零件图 29 中使用了与图 17 和 25 至 28 中使用的相同的标号。叶片 128 的内部柱部分 130 具有在其上的凸缘 134。

在图 30 至 35 中，显示了塔 14 的部件。塔具有如图 30 所示的上部分 144、如图 31 所示的中部分 146 和如图 32 所示的下部分 148。底部分 150 安装在如图 33 至 35 所示的基础 16 的底座 152 上。在图 36 至 38 中，显示了环 26 的另一实施例。不同于上面所述的具有轮圈形成的接触，环 156 位于板 158 的周边。环 156 是板 158 的周边，并具有在其上的隆起和缺口（未画出），以便与齿轮 160 互相啮合。齿轮 160 代替轮圈 68。齿轮 160 通过轴 162 连接齿轮 164，而齿轮 164 又与齿轮 166 互相啮合。各齿轮 166 连接至具有挠性连接 170、转子制动 172 和变速连接器 174 的轴 168，以便驱动发电机 78。板 158 如图 37 所示在轴 8 上转动。代替隆起和缺口和齿轮，图 36 所示的实施例可具有金属轮而不是隆起和缺口和齿轮。金属轮将互相摩擦接触。例如板 158 是一大轮，它使小轮 160 转动。

控制：

涡轮机的启动：

- 1- 给间距致动器通电。
- 2- 释放轴制动。

- 3- 以固定的速率向间距位置要求倾斜至某种启动的间距。
- 4- 等到转子速度超过 12rpm。
- 5- 接合速度的闭环间距控制。
- 6- 向速度要求倾斜直至同步速度。
- 7- 等到速度已经接近用于特定时间的目标速度。
- 8- 接合轮圈机构（或负载发生器，如果使用第二选项“齿轮”），接近发电机电流接触器。
- 9- 通过控制间距和在轮圈机构上的负载接合能量的闭环间距控制。
- 10- 向能量要求倾斜直至额定的能量。

间距控制：

将使用一闭环控制器（基于软件），其自动地调整涡轮机的操作状态，以便将其保持在一预定义的操作曲线上，这将包括：

- 1- 控制叶片间距以容纳顺风速率，提供最适宜的间距角以传递最适宜的能量。
- 2- 控制叶片间距以调节涡轮机的能量输出至在上述额定风速的额定水平。
- 3- 控制叶片间距以在涡轮机启动或停车过程中顺从预定的速度斜坡。
- 4- 使用轮圈机构（或当使用第二选项“齿轮”时的发电机负载控制）控制发电机的负载，用容纳可变风速产生的能量提供一装置以逐步上升或逐步下降。
- 5- 控制偏转马达，以便将偏转跟踪错误减至最小。

安全系统：

安全系统由固定布线的自动防故障装置的电路构成，该电路连接大量常开的继电器触点，当涡轮机适当地运转时，这些触点被保持关闭。

然后，如果这些触点的任何一个失去，则该安全系统切断，使适当的自动防故障装置的作用运转。这将包括从供应源中断所有的电气系统，允许自动防故障装置俯仰至极轻的位置，并允许施加在轴制动（或轮圈轴制动）上的液压突然产生。

安全系统将通过下述任一种被切断：

1- 转子超速，达到硬件超速极限。这被设定的比软件超速极限高，软件超速极限将使正常的监控器开始一关闭。

2- 振动传感器关闭，这可能指示主结构失效已经发生，将使用在塔、叶片、毂、轴、摩擦轮和基础上的传感器。

3- 控制器监视计时器过期，控制器应该具有监视计时器，它恢复每个控制器时间步。如果不在该时间内恢复，这表示控制器有故障，并且该安全系统应该关闭涡轮机。

4- 通过操作者撤压紧急停止按钮。

5- 其它的故障指示主控制器将不可能控制涡轮机。

发电机扭矩控制：

1- 第一选项（摩擦轮涡轮机）

使用 20 个具有 375KW 额定功率的感应发电机，在发电机上的扭矩控制将通过以下方式被管理：

- 控制励磁电流以通过轮圈机构供应传递的能量给发电机。
- 通过控制施加在各轮圈上的力来控制施加在轮圈机构上的压力，从而传递所需的能量。
- 通过接合和分开轮圈与发电机来控制摩擦轮上的发电机的加载和卸载。

2- 第二选项（齿轮风力涡轮机）

使用 8 个各具有 975KW 额定功率的感应发电机，在发电机上的扭矩控制将通过以下方式被管理：

- 控制励磁电流以通过轮圈机构供应传递的能量给发电机。
- 使用液力联轴节以提供必需的能量控制，以供应传递的能量给发电机。
- 发电机的加载和卸载。

偏转控制：

使用来自安装风向标的发动机舱的偏转错误信号计算用于偏转致动器的要求信号。

当平均的偏转错误超过一定的值，电动机将接通以允许在一个或其它的方向以慢的固定速率偏转，并在一定的时间后或当发动机舱已经移动通过一定的角度时，再切断。

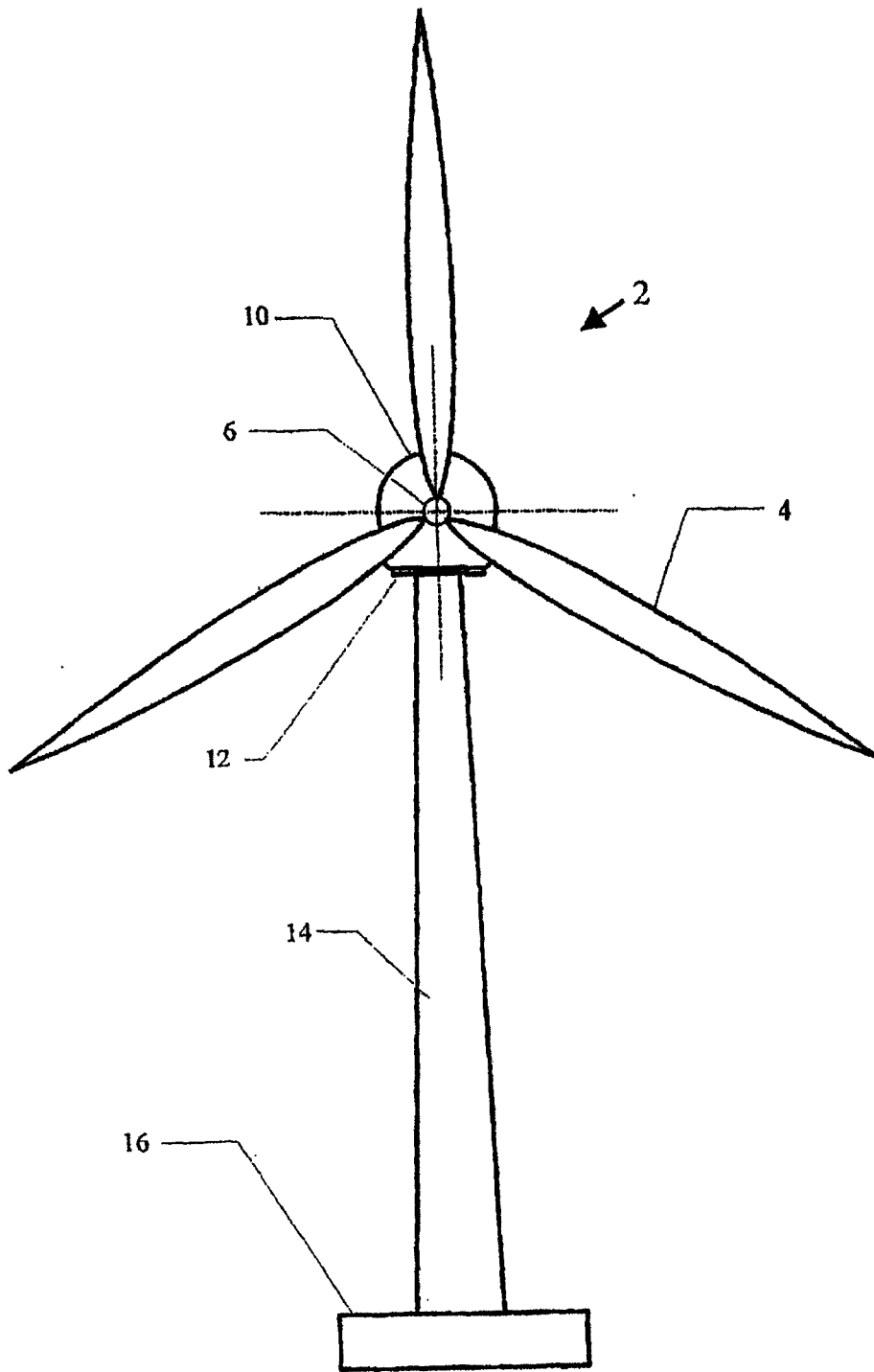


图 1

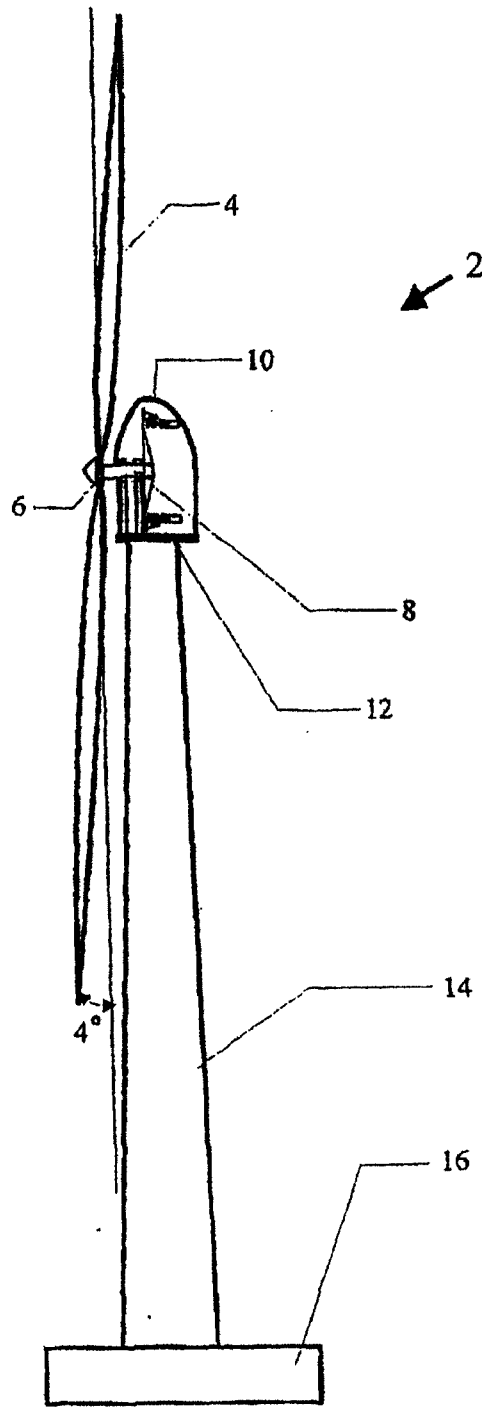


图 2

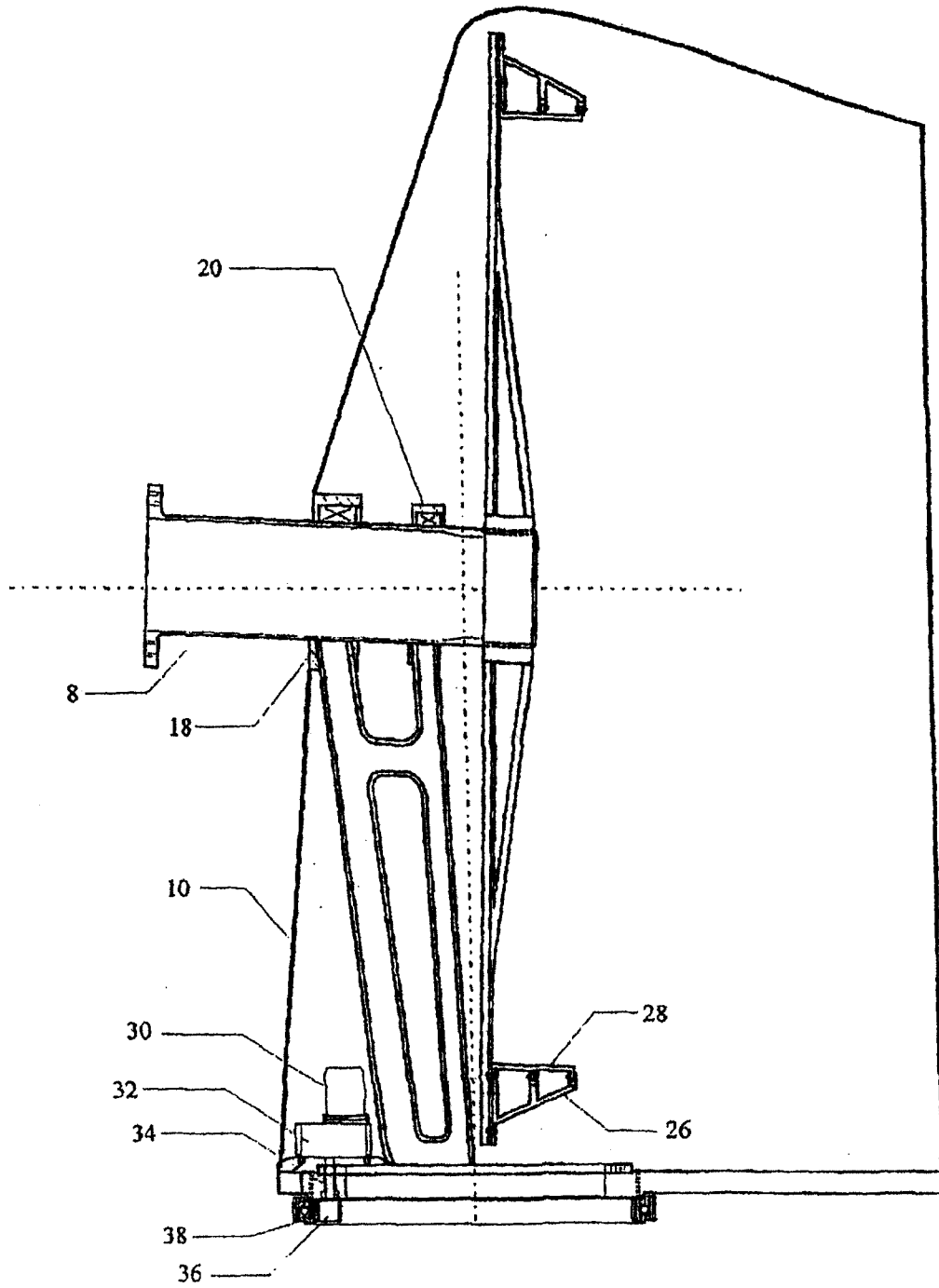


图 3

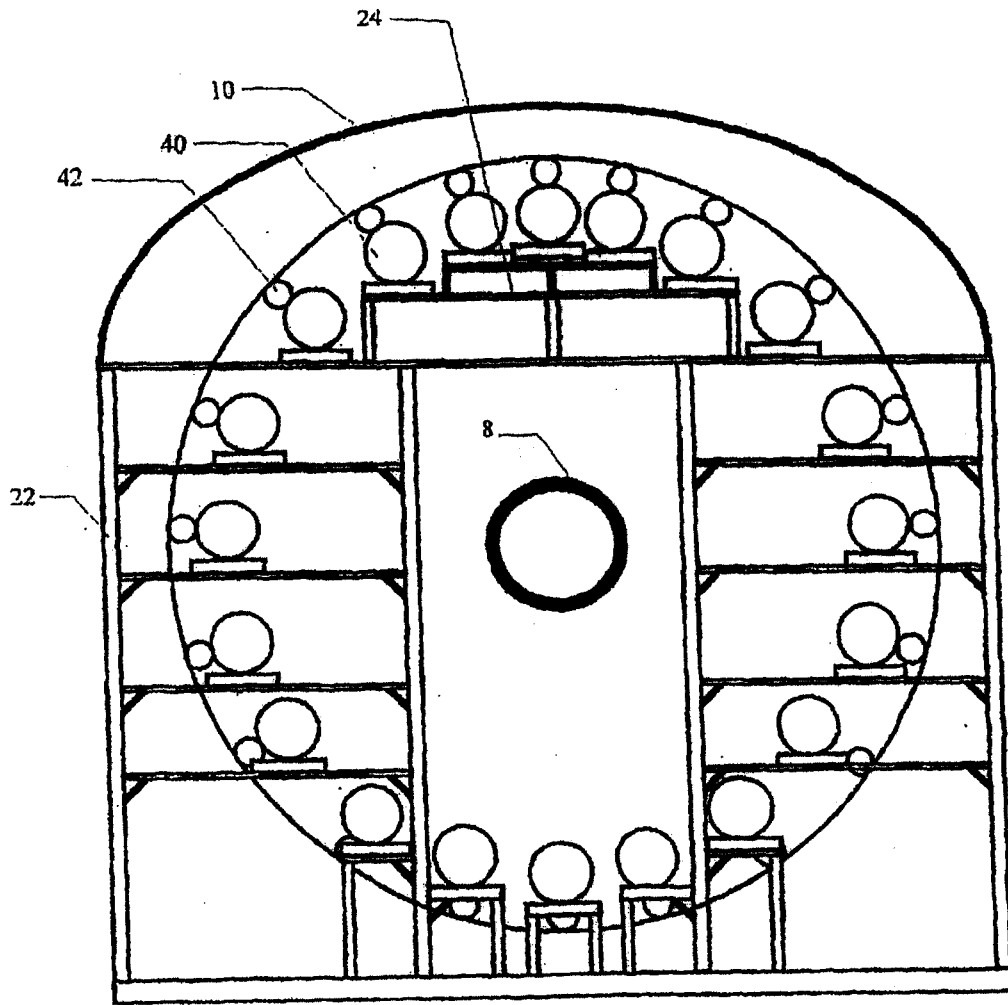


图 4

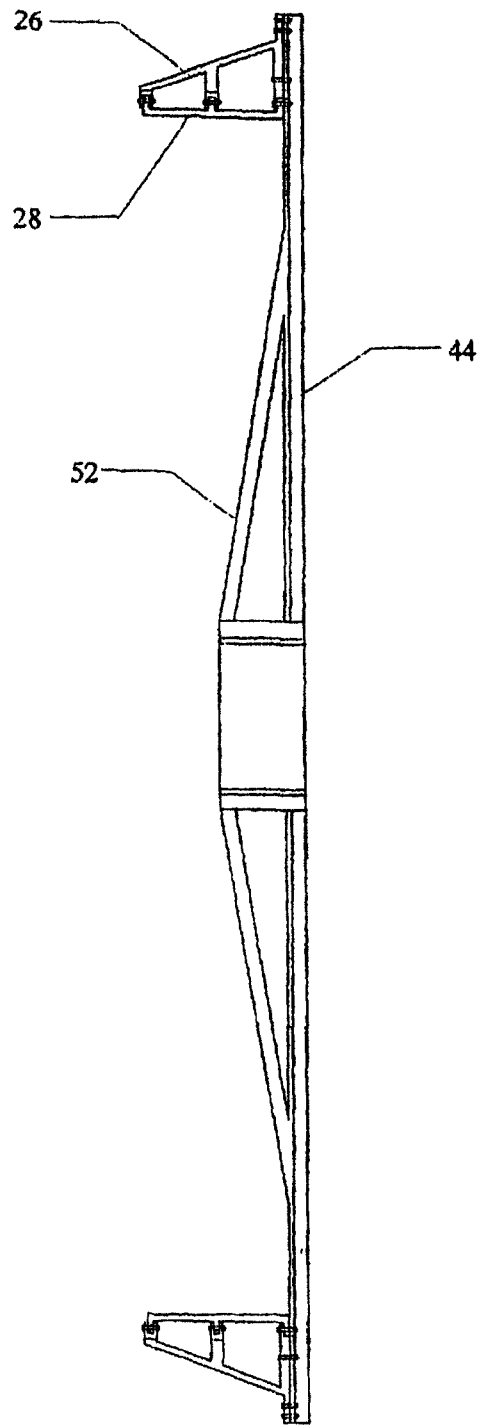


图 5

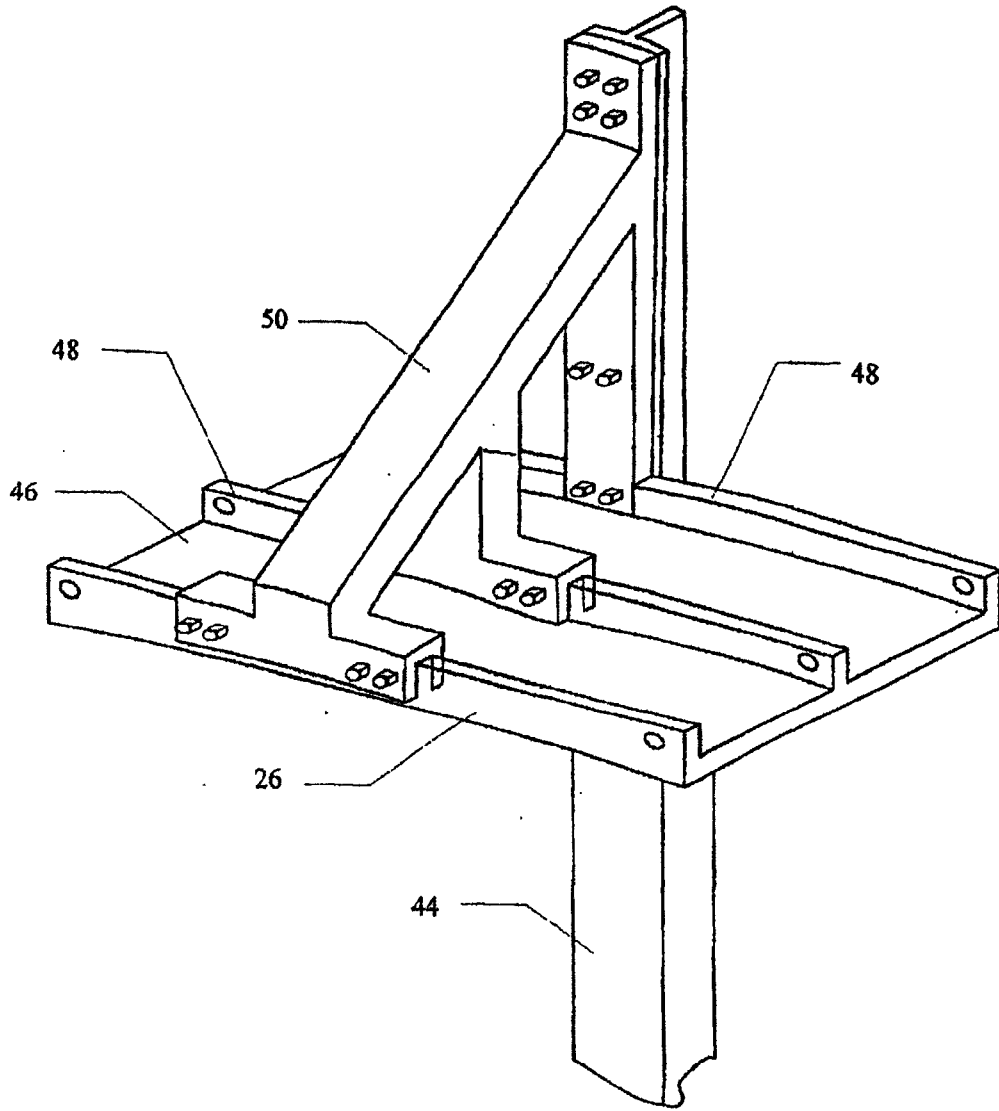


图 6

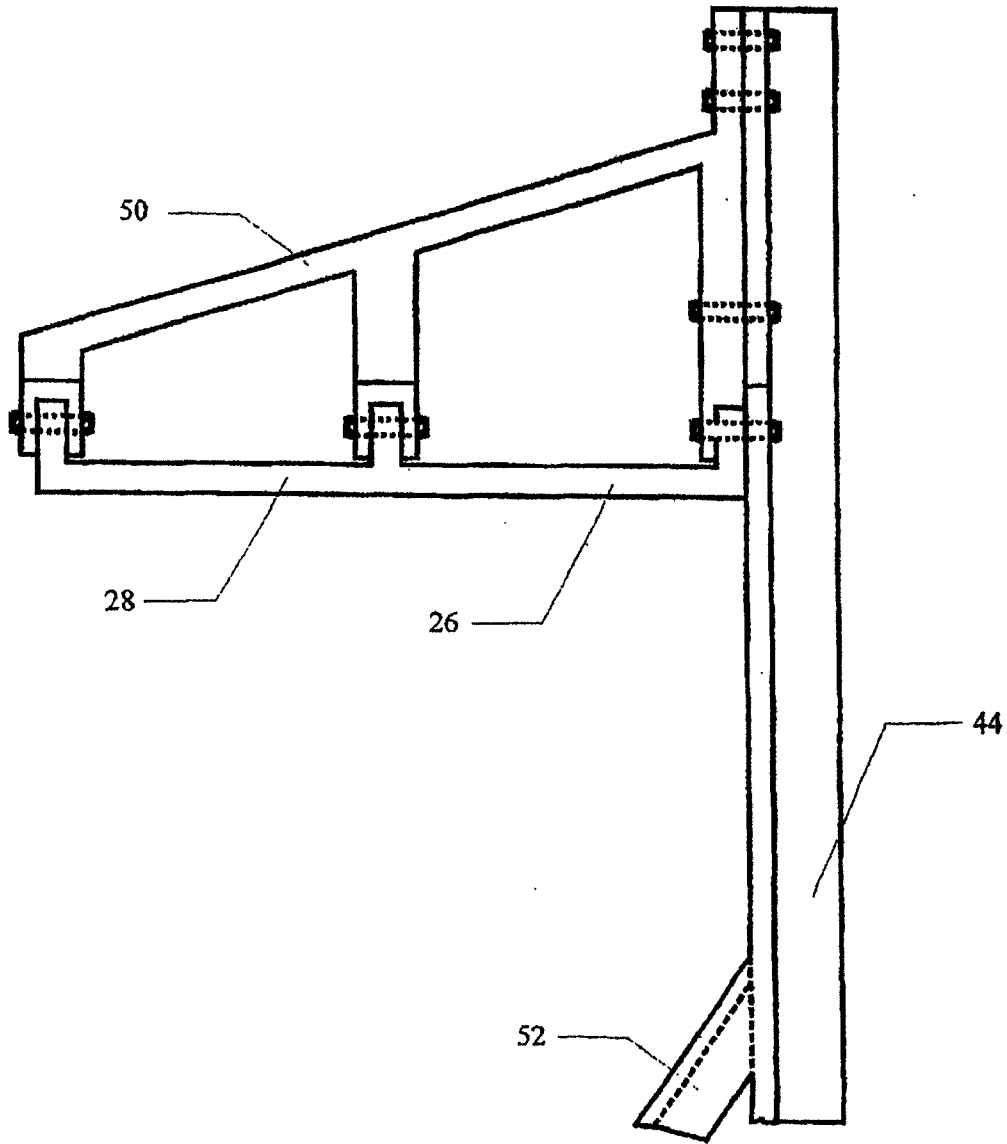


图 7

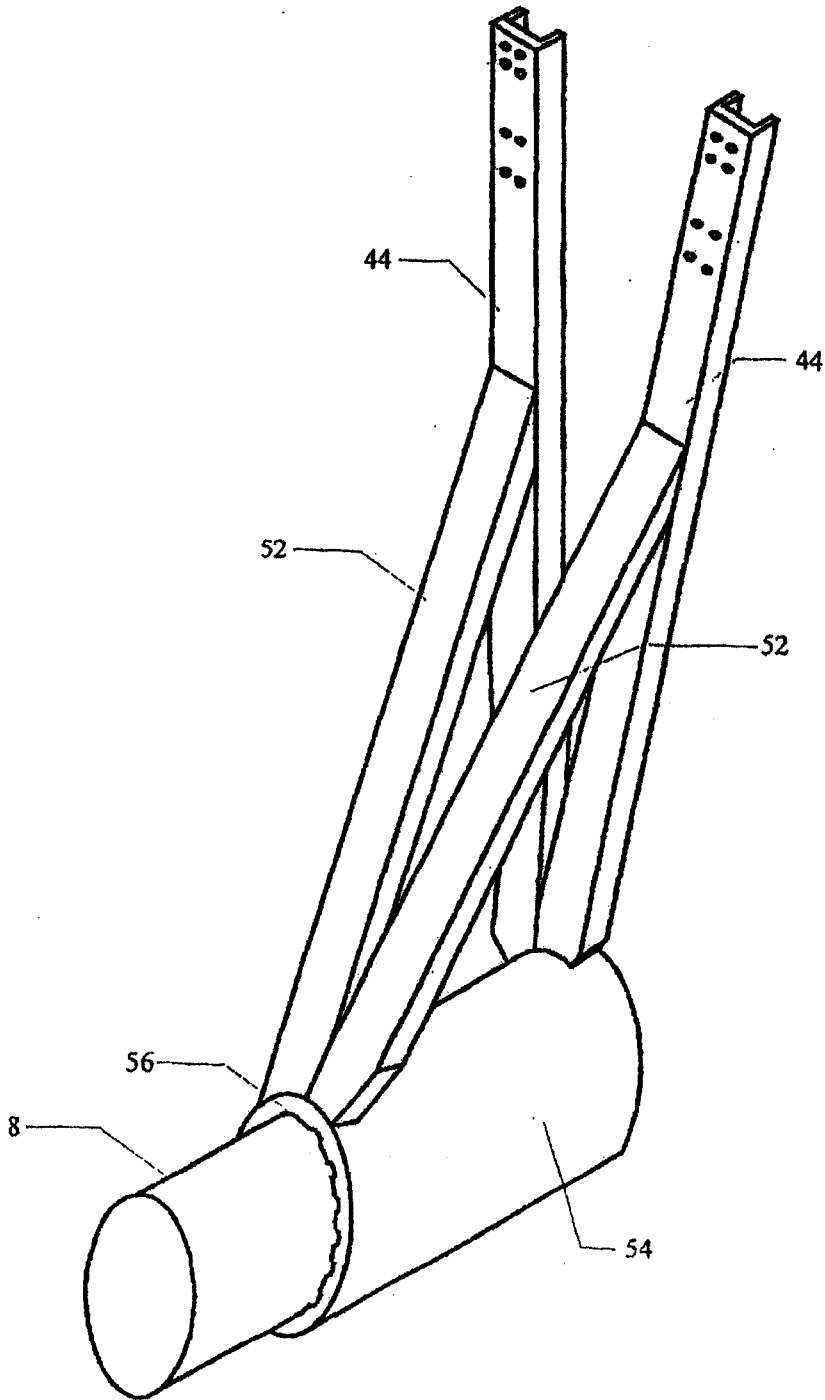


图 8

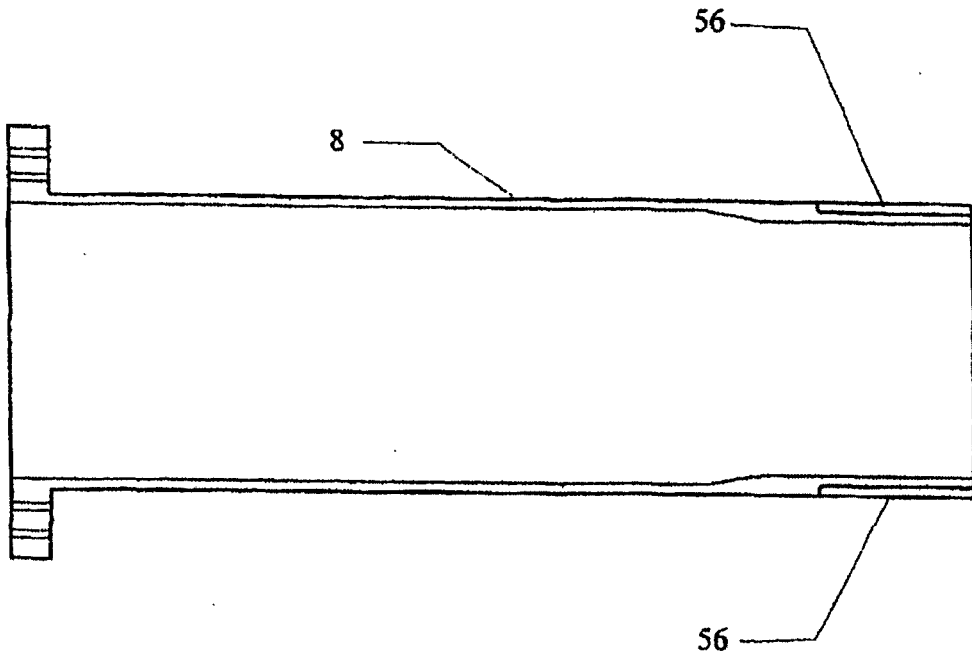


图 9

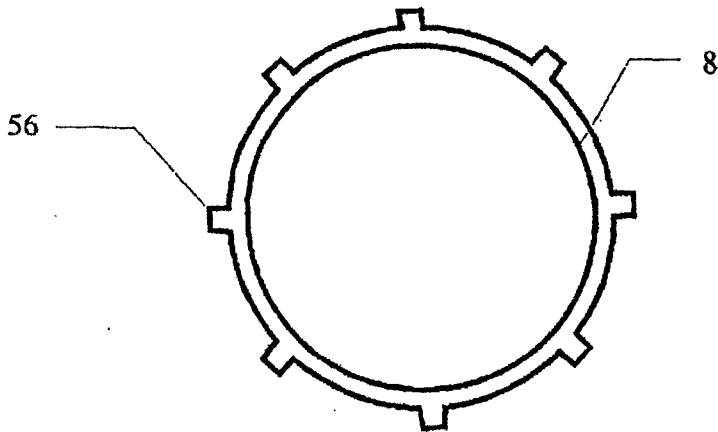


图 10

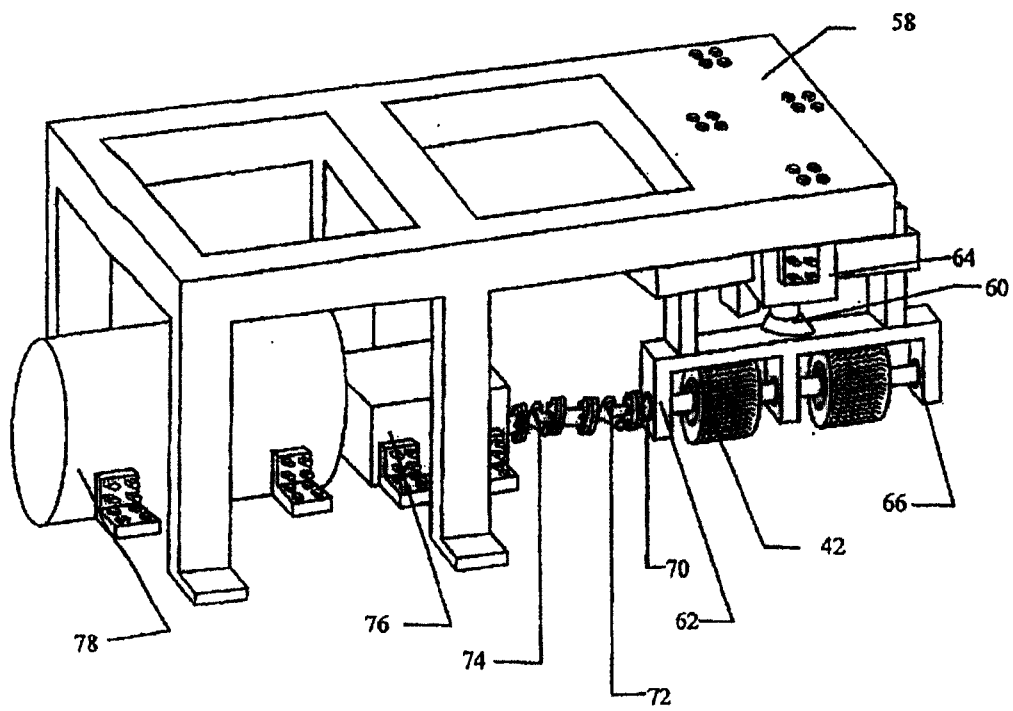


图 11

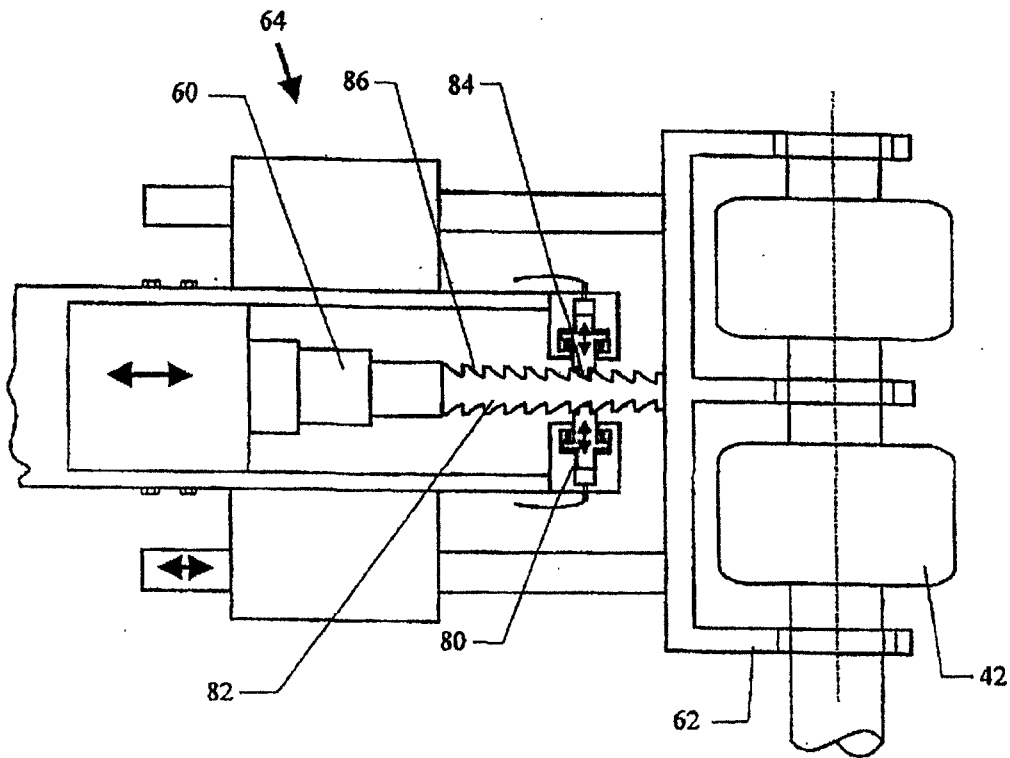


图 12

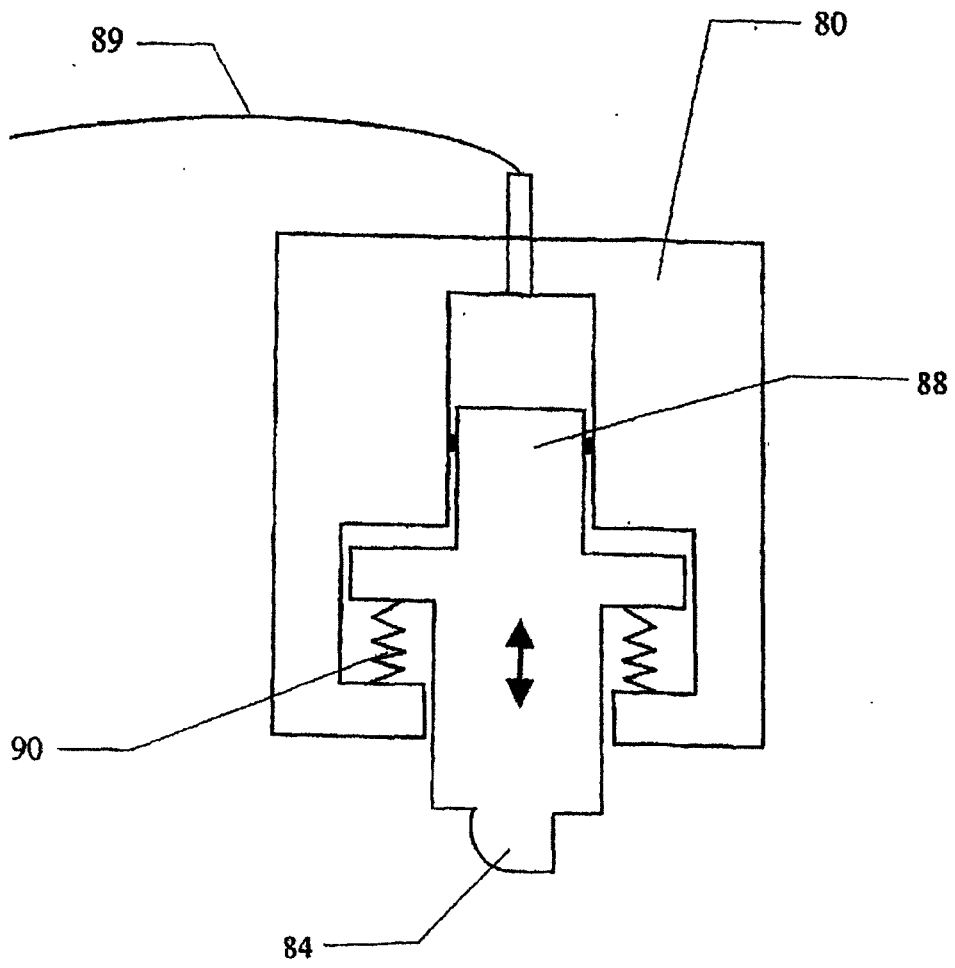


图 13

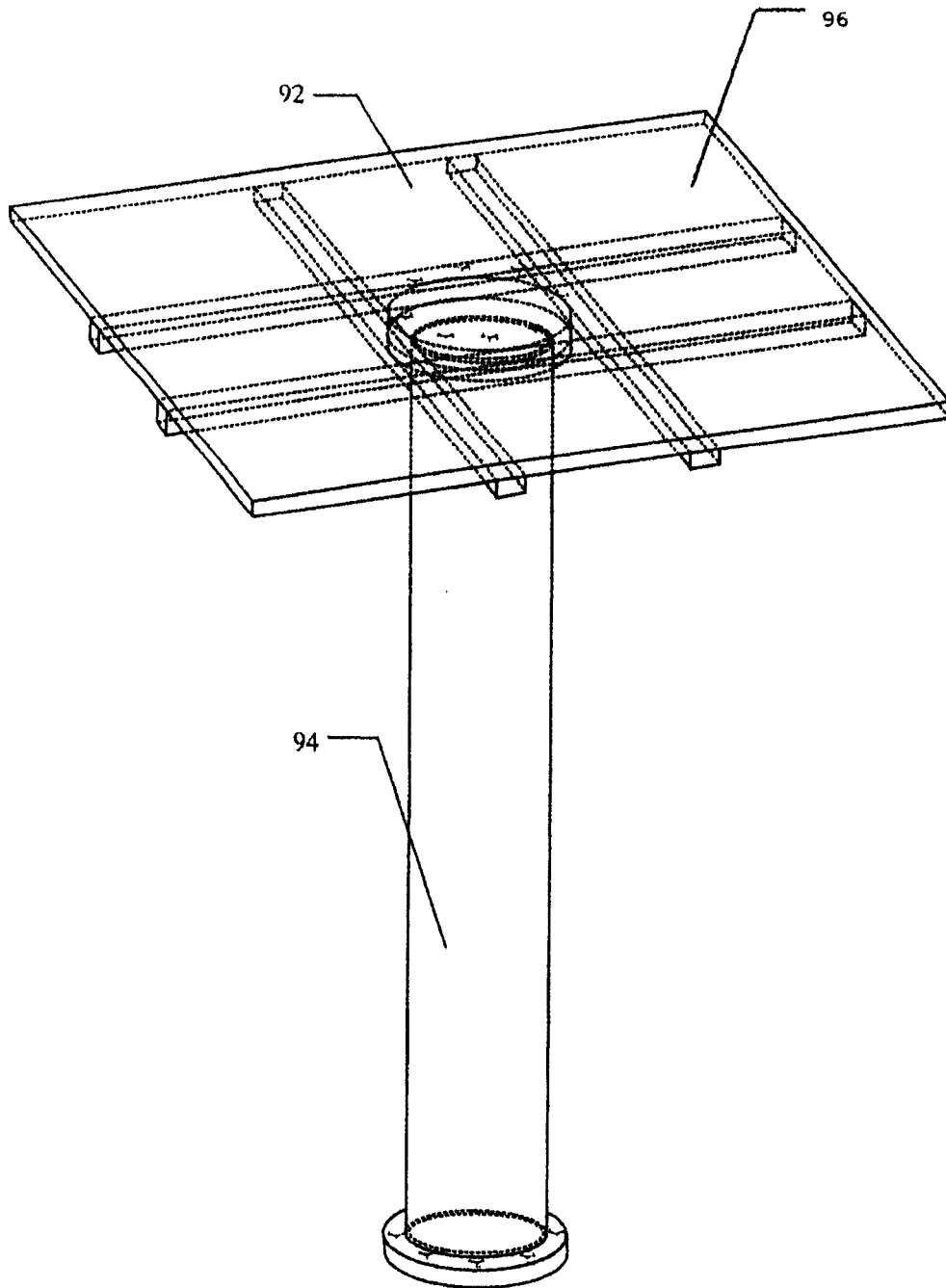


图 14

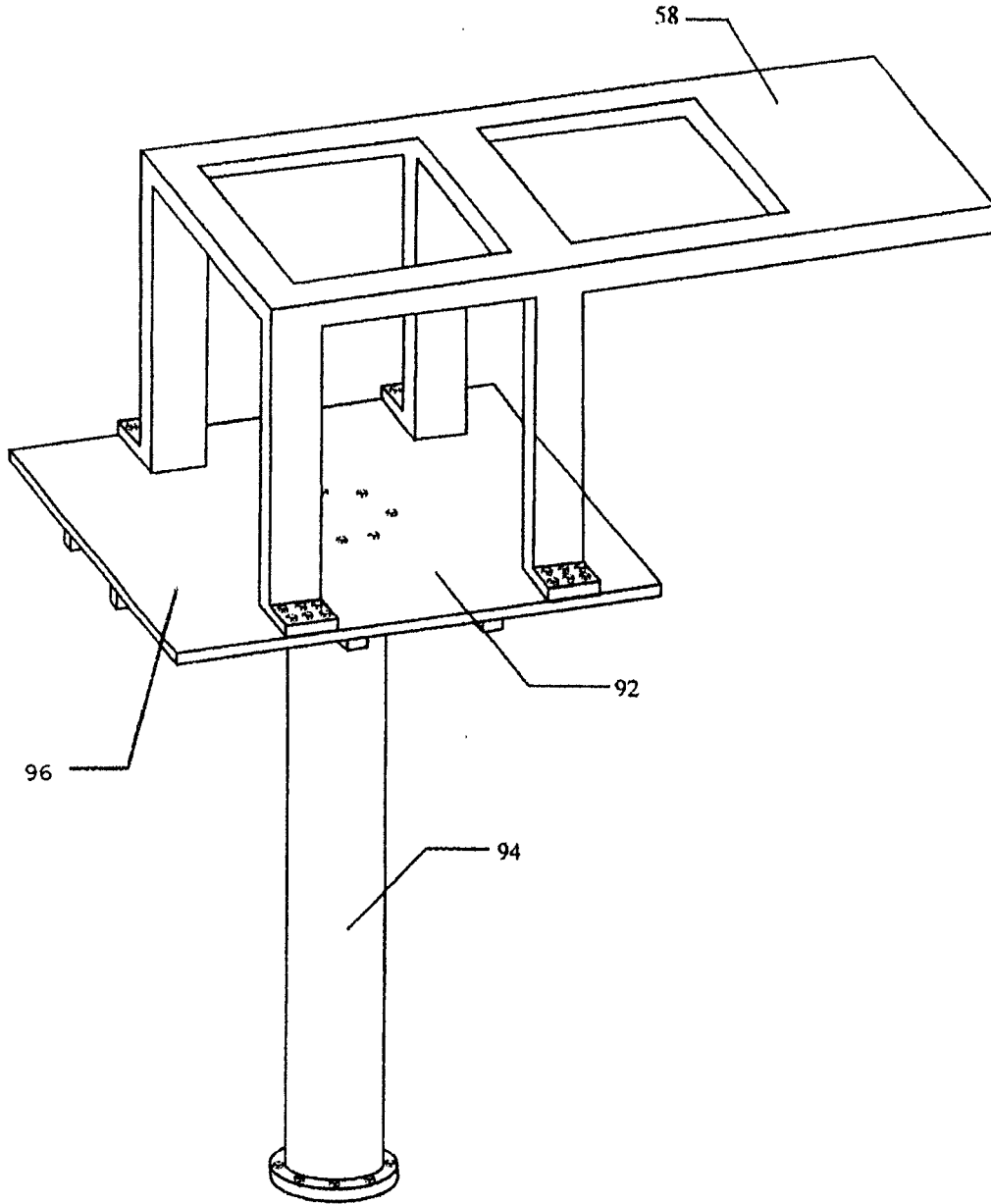


图 15

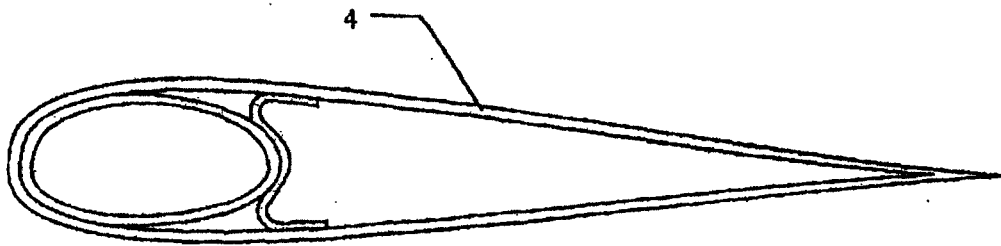


图 16

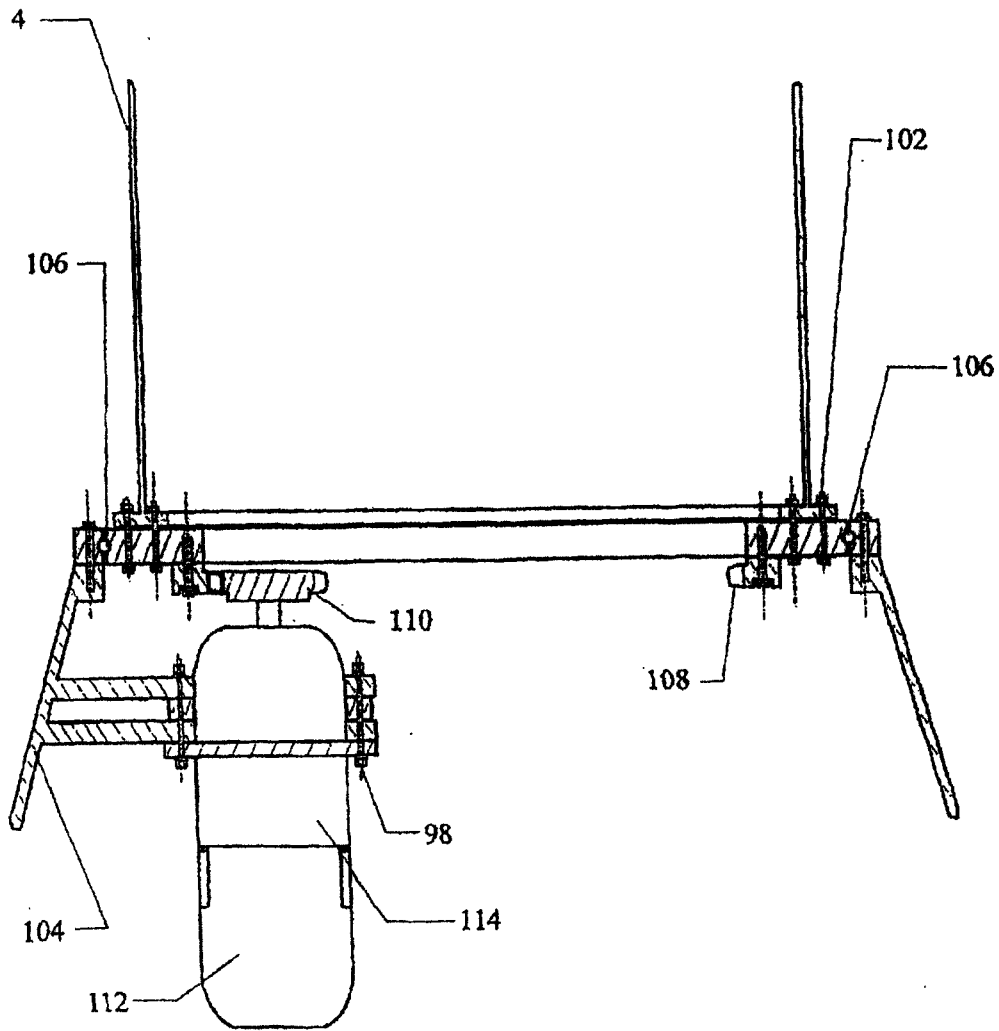


图 17

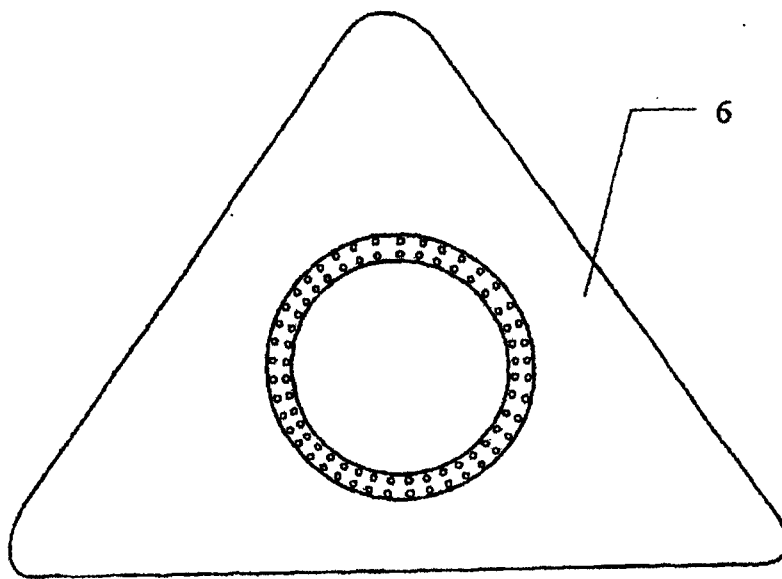


图 18

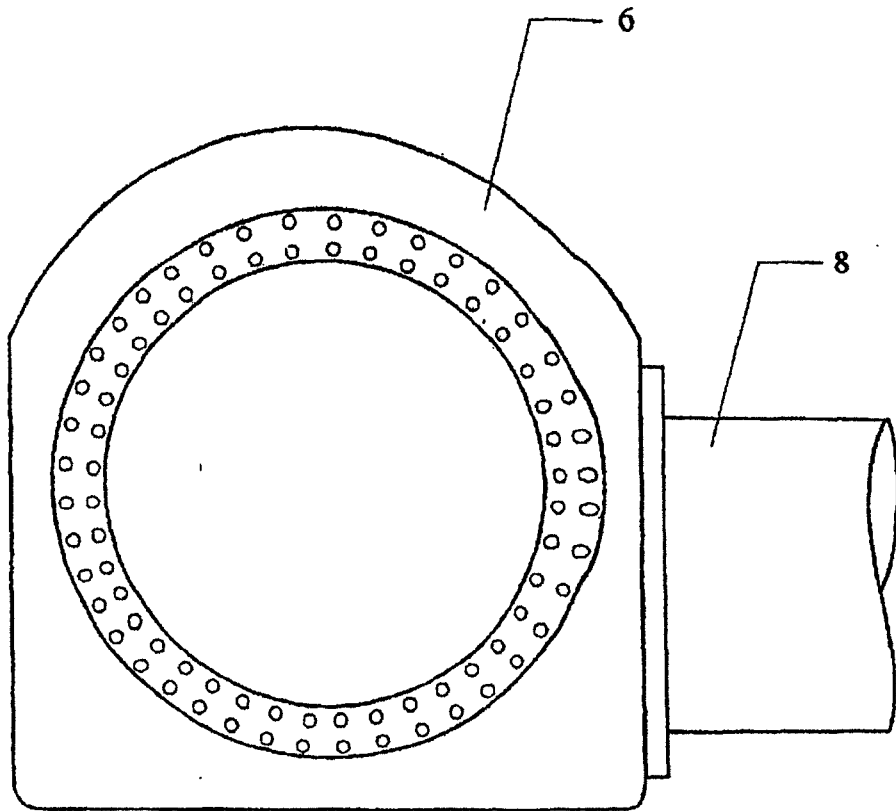


图 19

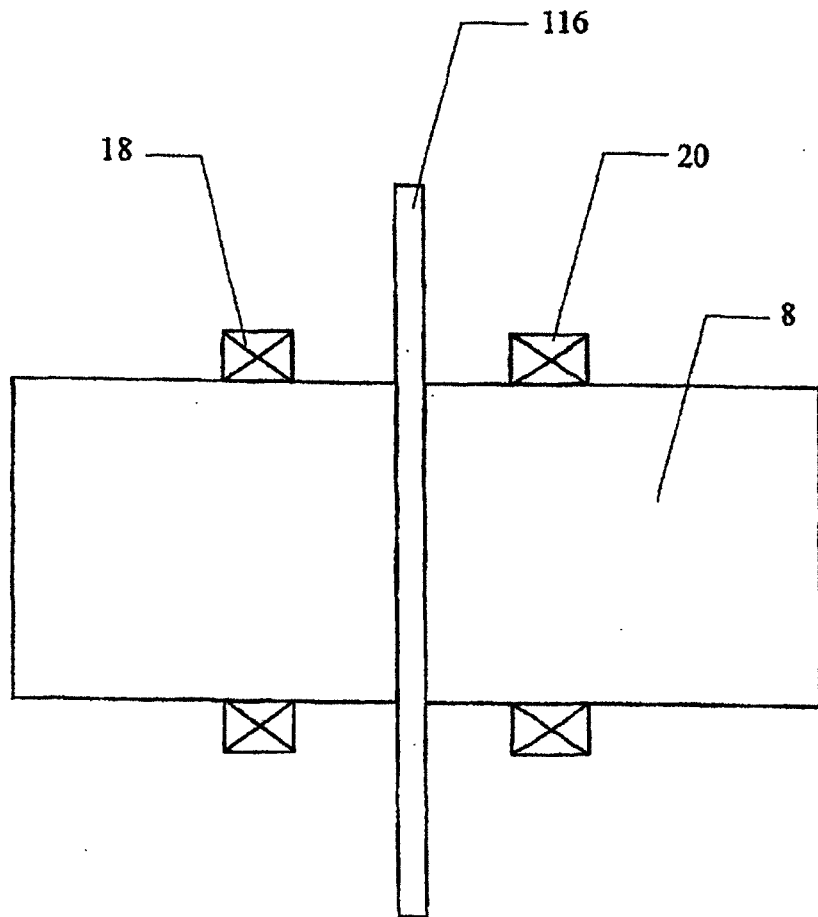


图 20

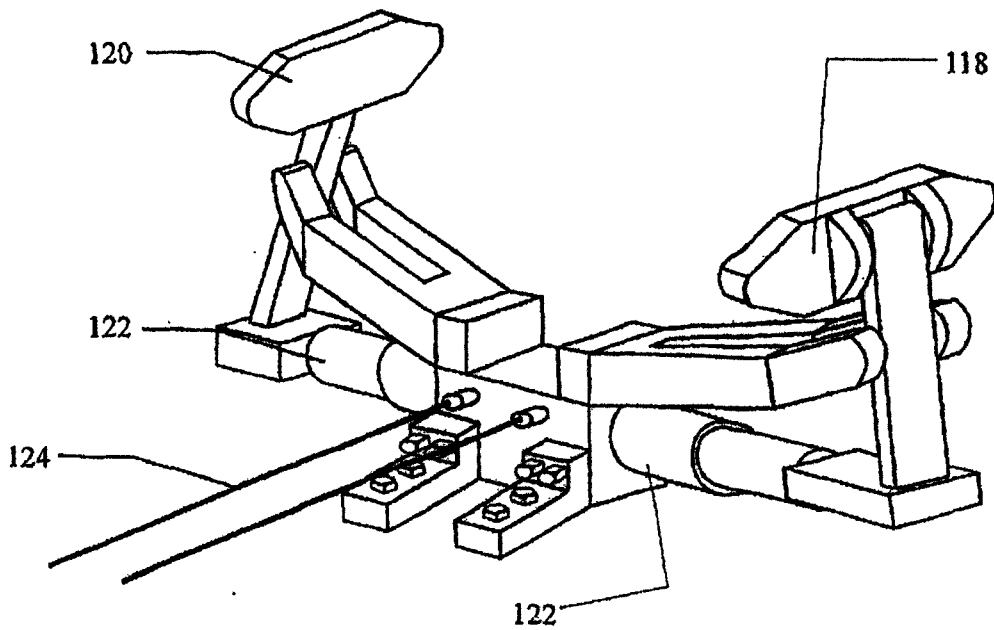


图 21

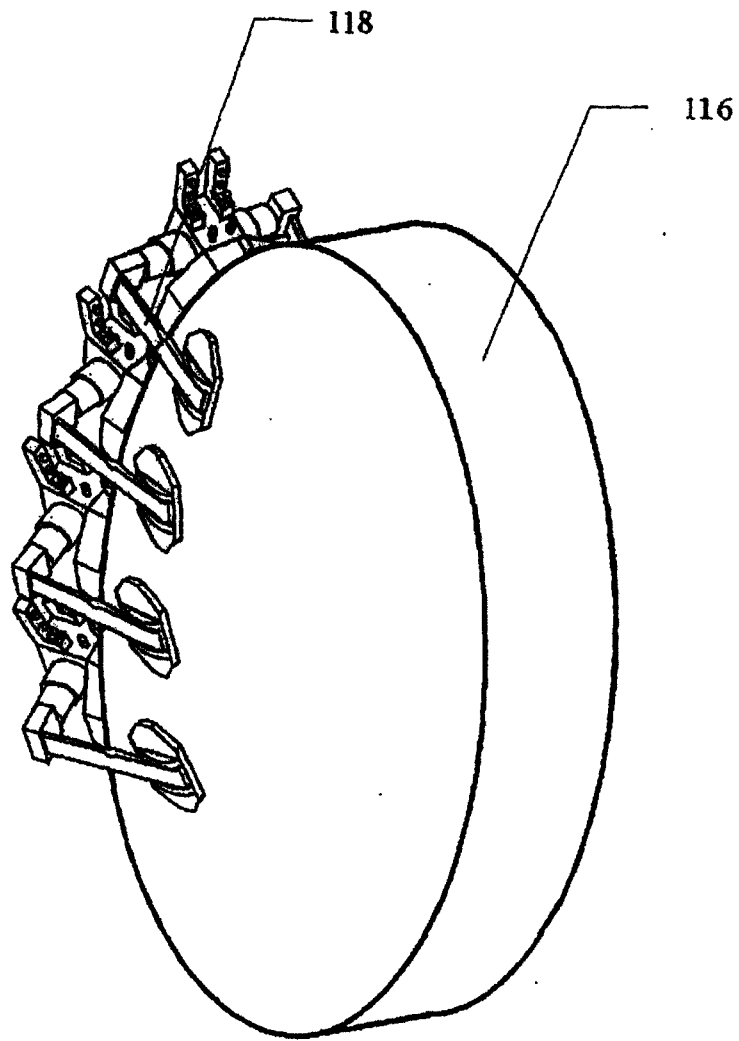


图 22

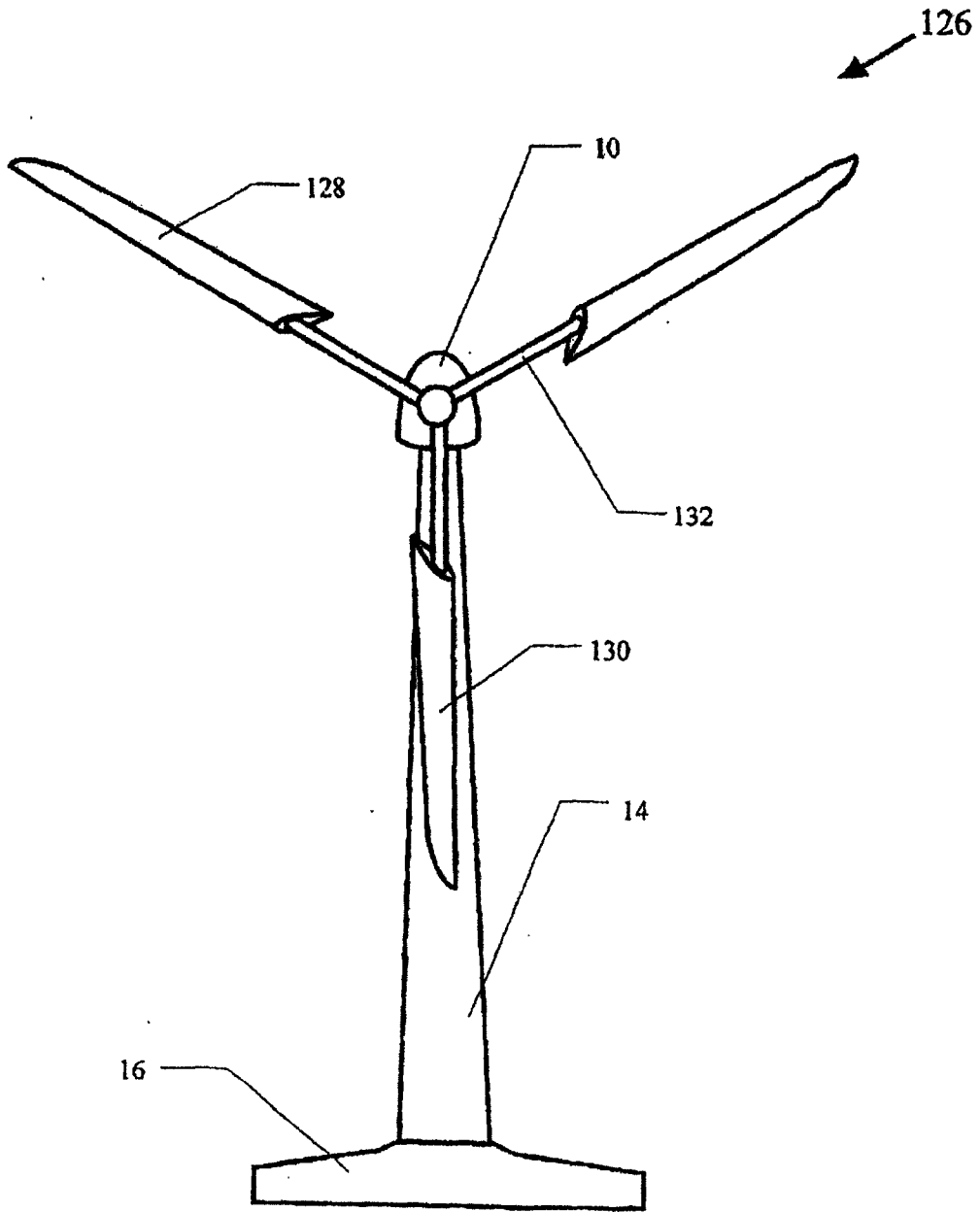


图 23

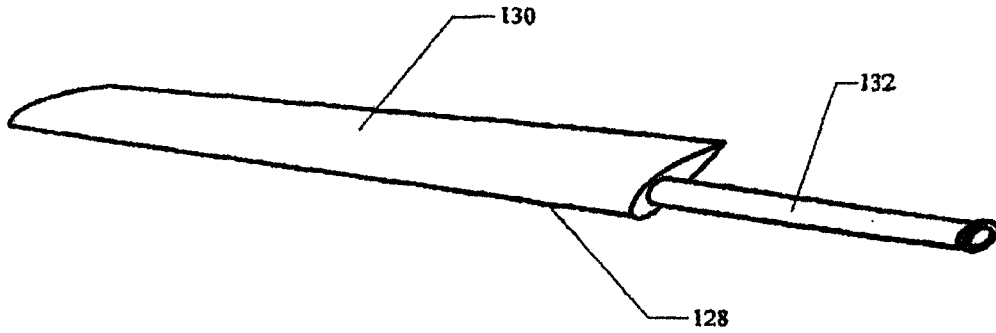


图 24

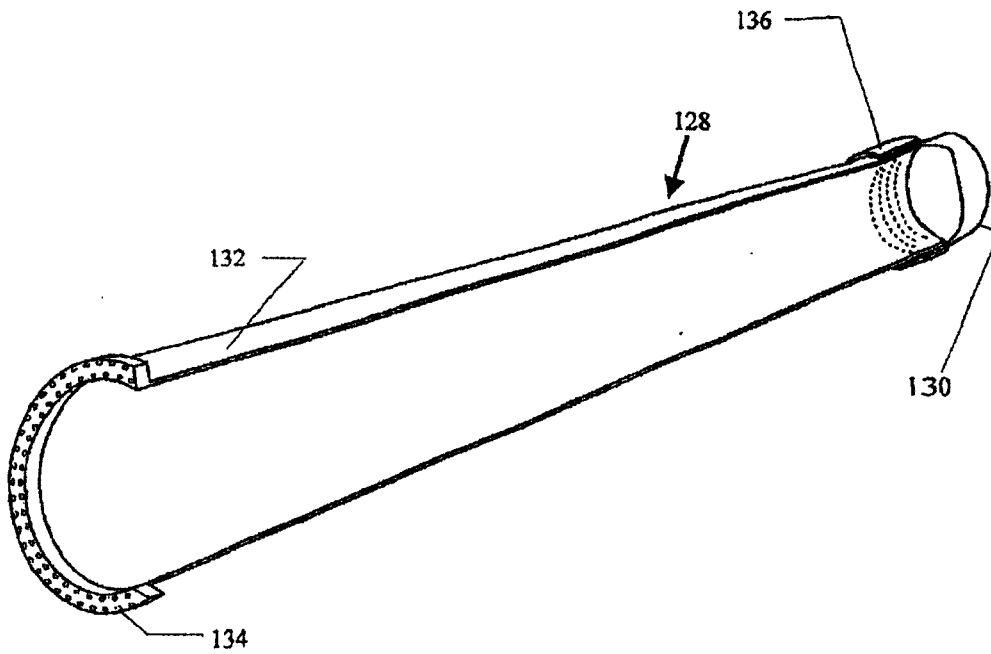


图 25

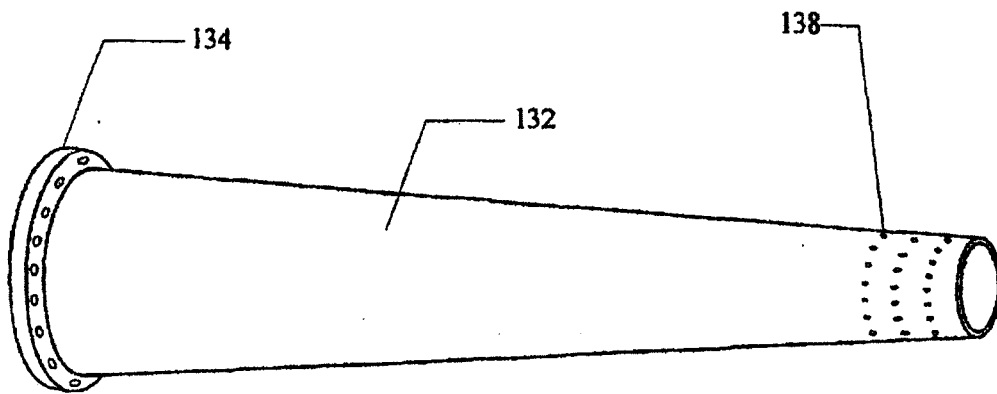


图 26

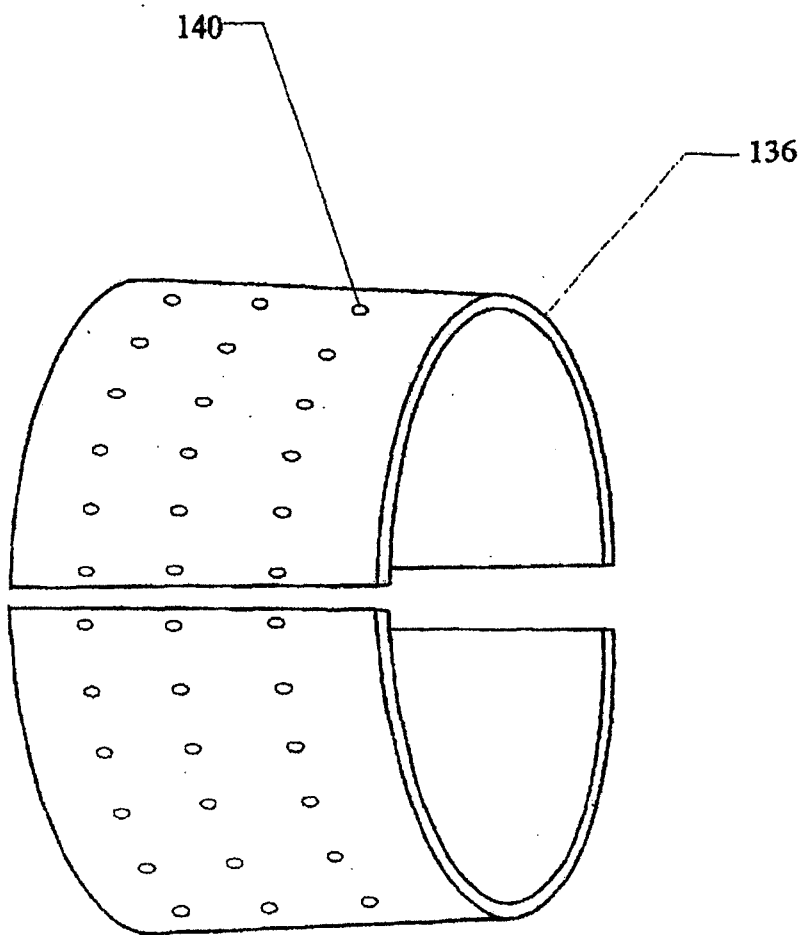


图 27

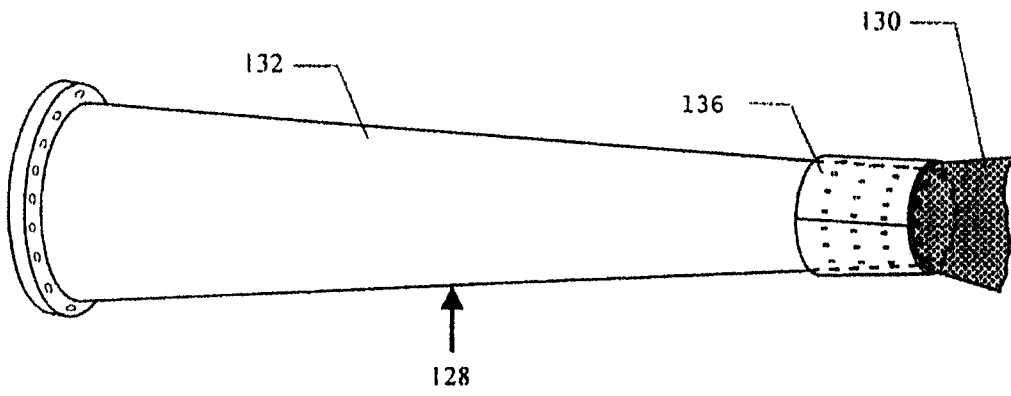


图 28

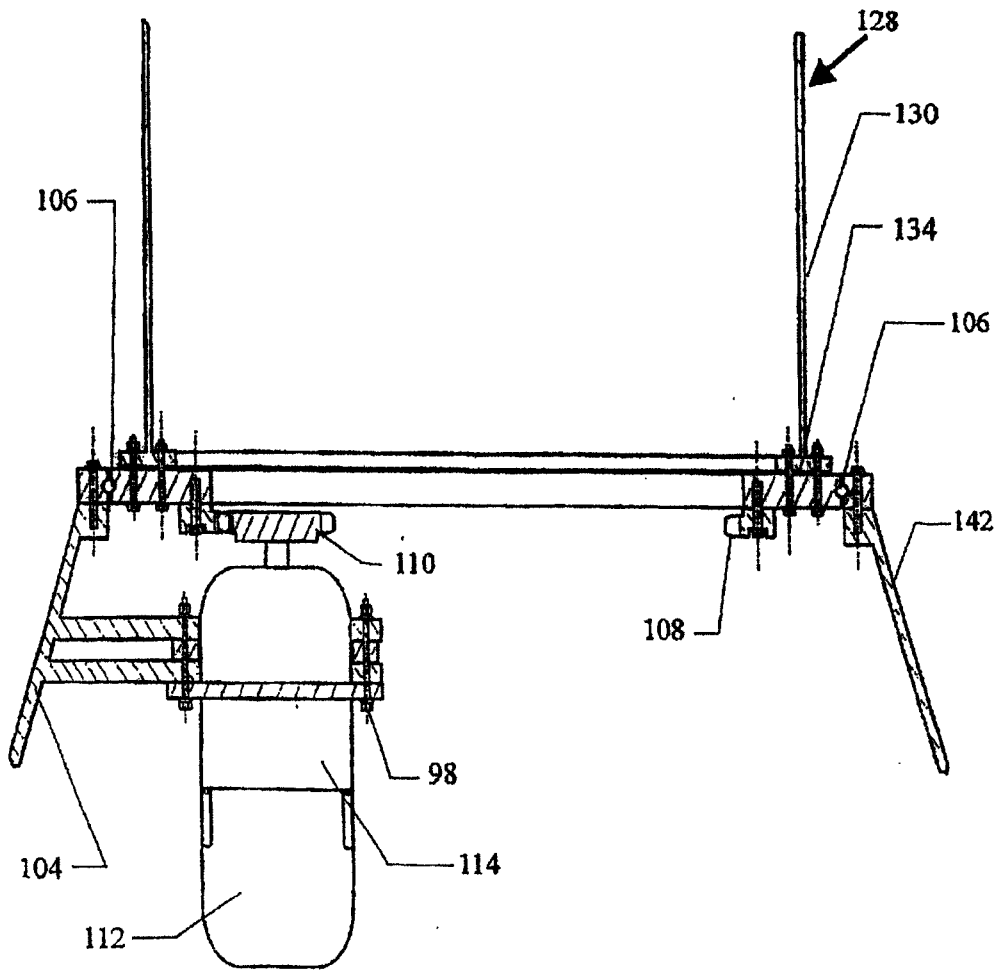


图 29

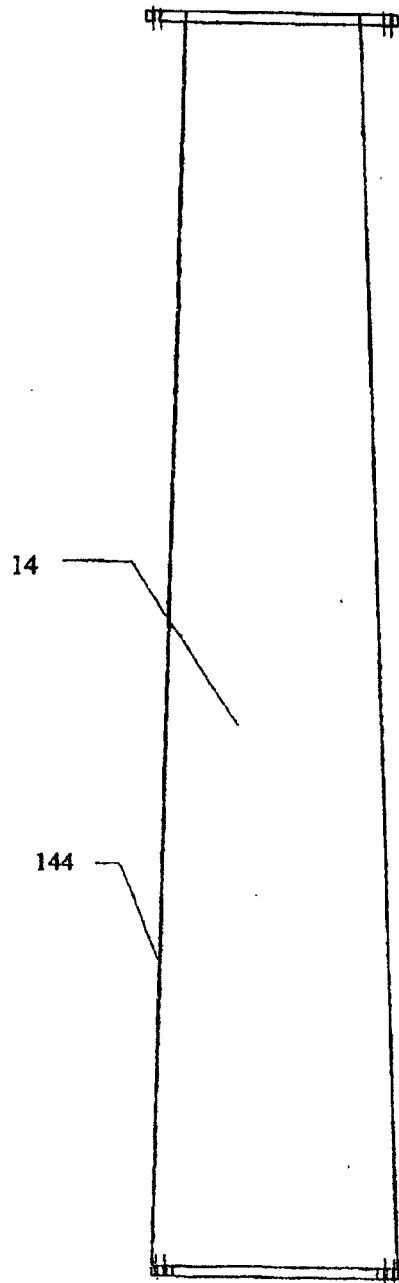


图 30

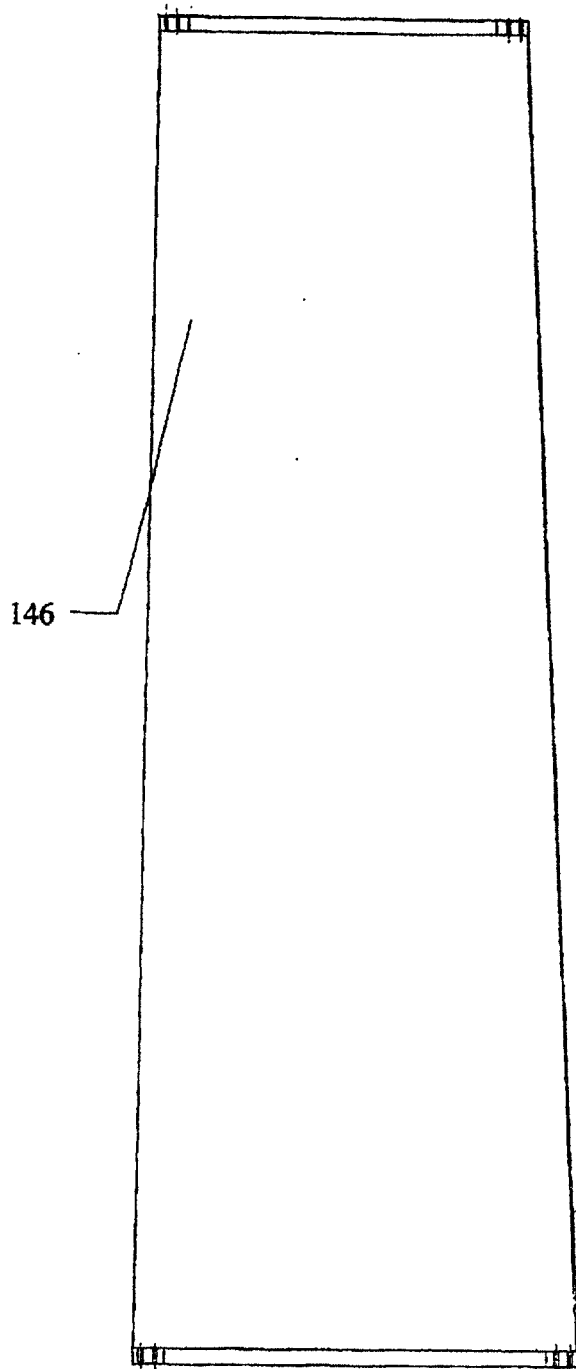


图 31

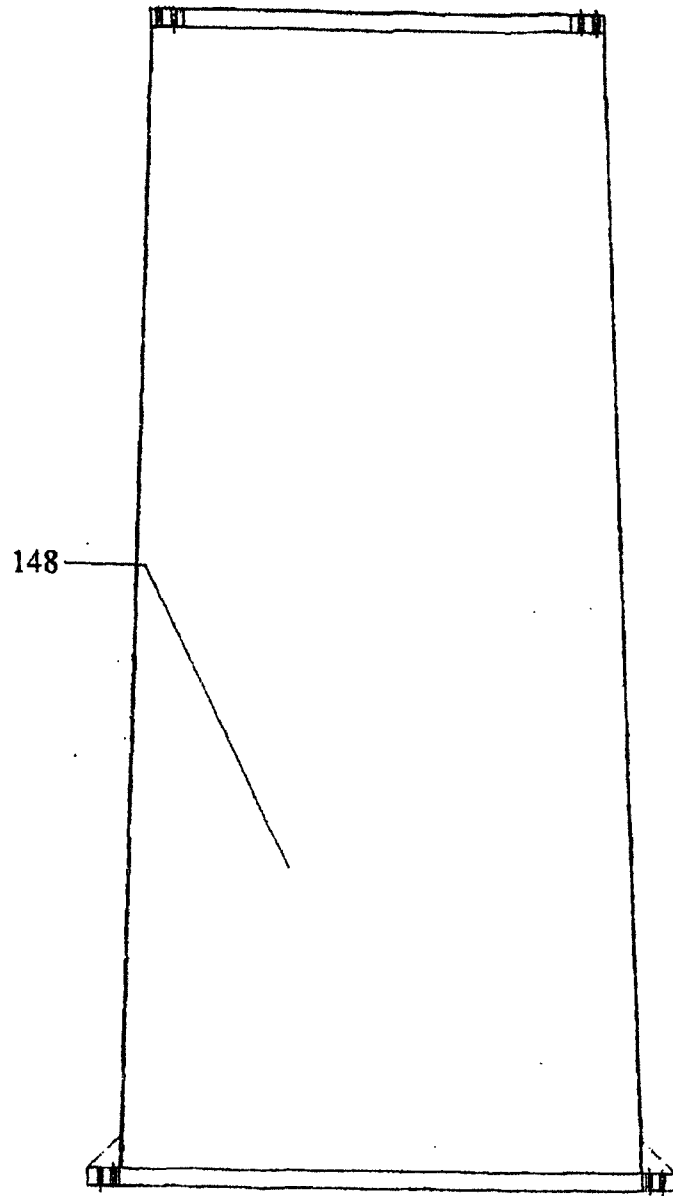


图 32

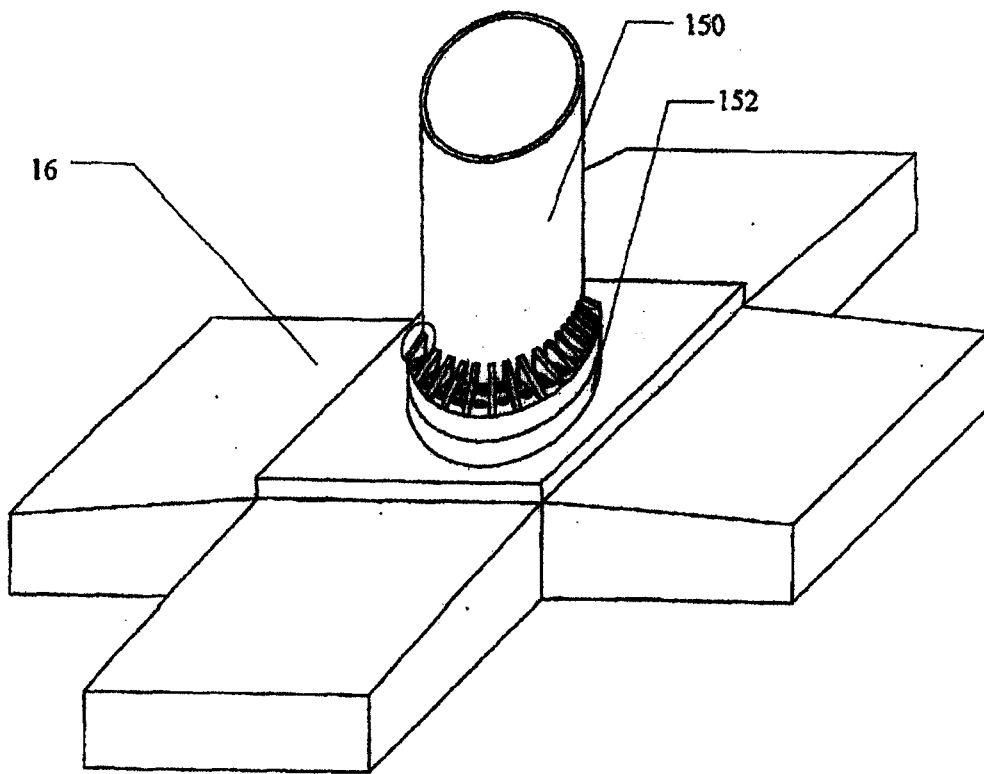


图 33

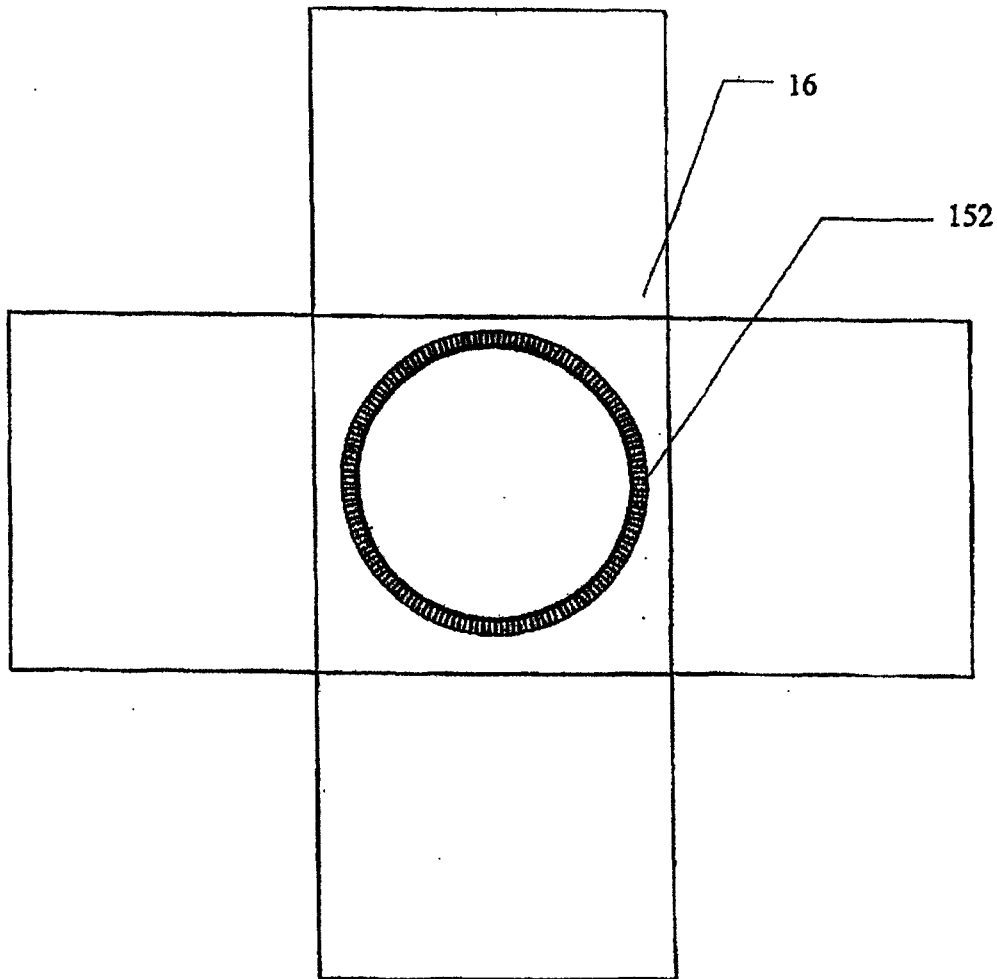


图 34

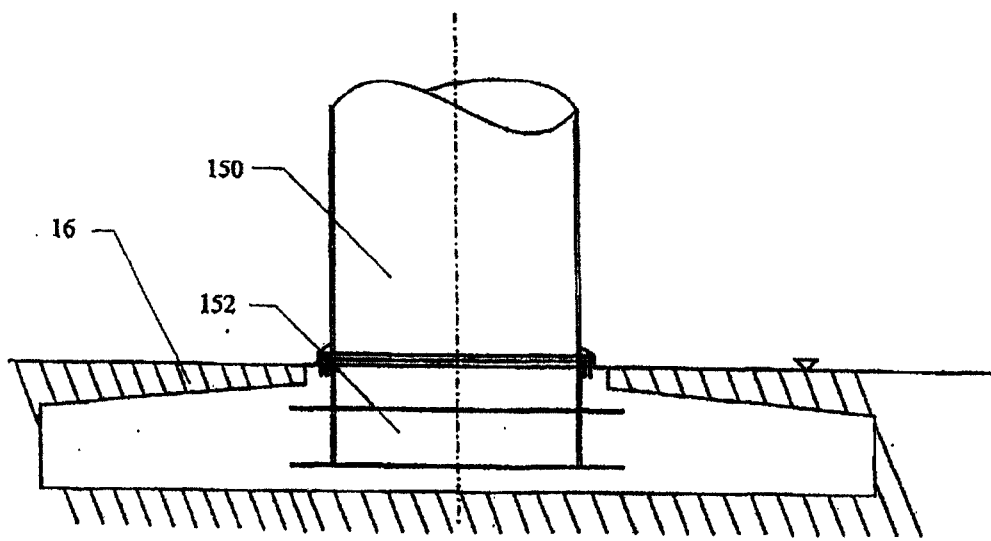


图 35

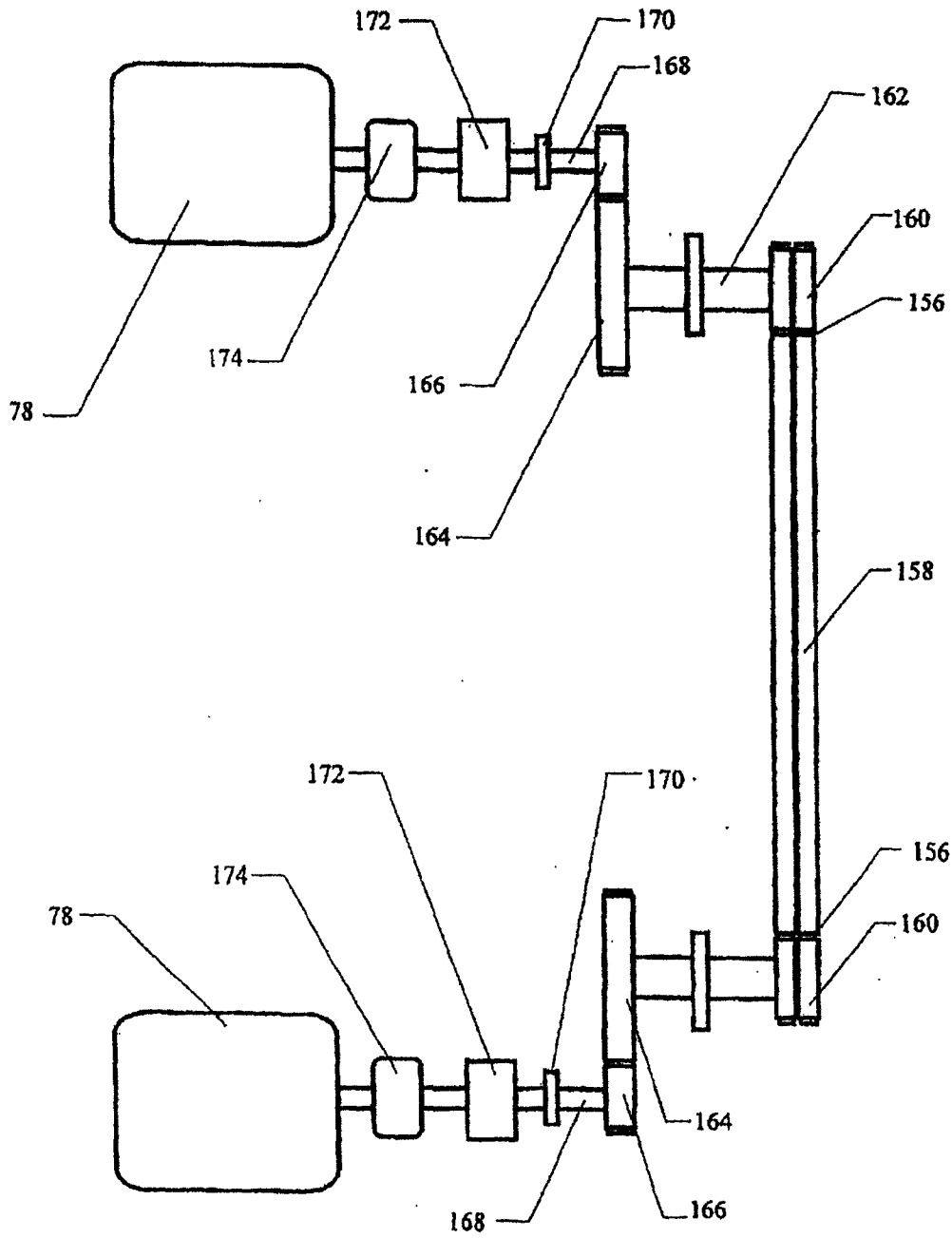


图 36

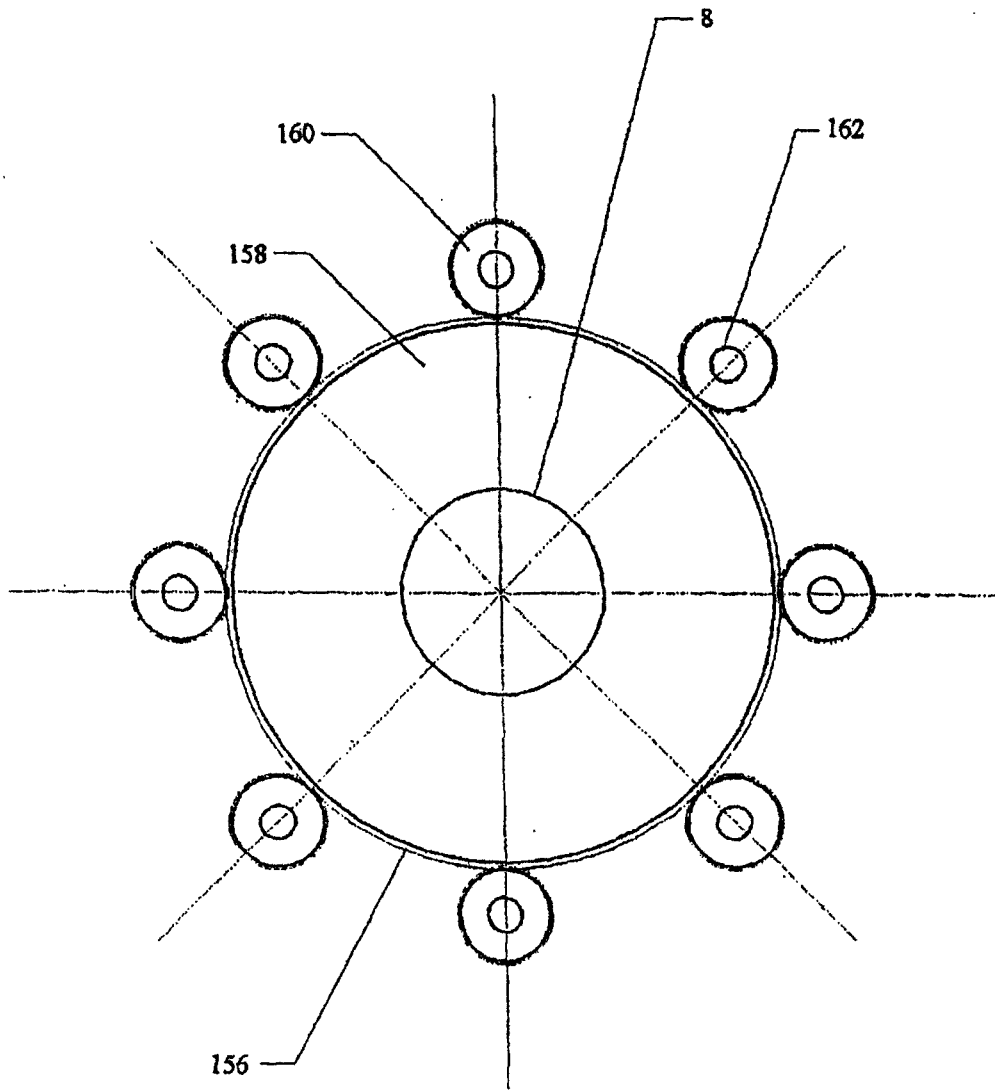


图 37

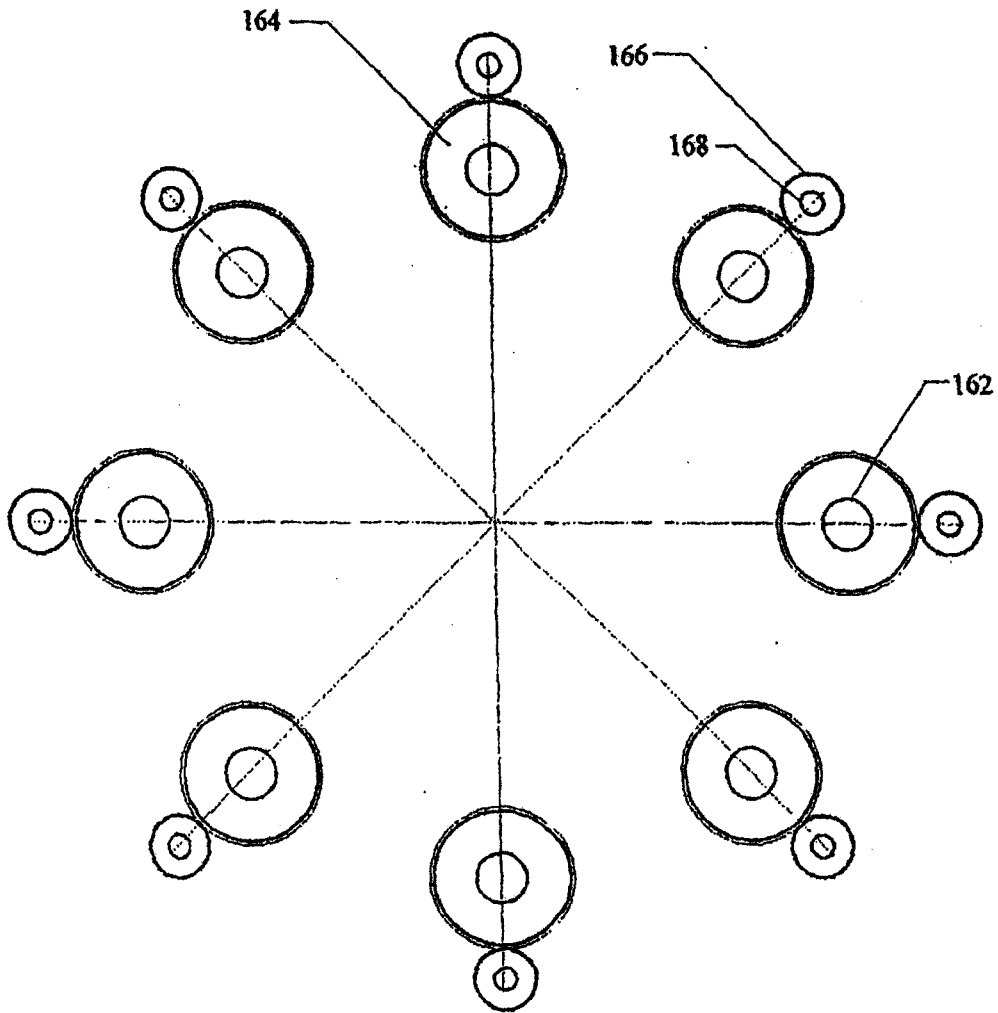


图 38