

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F03D 3/02 (2006.01)

F03D 7/06 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580014094.7

[45] 授权公告日 2009年2月4日

[11] 授权公告号 CN 100458144C

[22] 申请日 2005.5.3

[21] 申请号 200580014094.7

[30] 优先权

[32] 2004.5.3 [33] US [31] 60/568,063

[86] 国际申请 PCT/US2005/015148 2005.5.3

[87] 国际公布 WO2005/108779 英 2005.11.17

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.2

[73] 专利权人 风能集团公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 阿德姆·D·杜科维奇

巴尔钱德拉·S·潘迪亚

托米斯拉夫·斯特凡诺维奇

马文·A·温格

[56] 参考文献

US1367766A 1921.2.8

US1300499A 1919.4.15

US5642984A 1971.7.1

US1790175A 1931.1.27

US4357130A 1982.11.2

US4589820A 1986.5.20

审查员 谭 凯

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责
任公司

代理人 章社杲

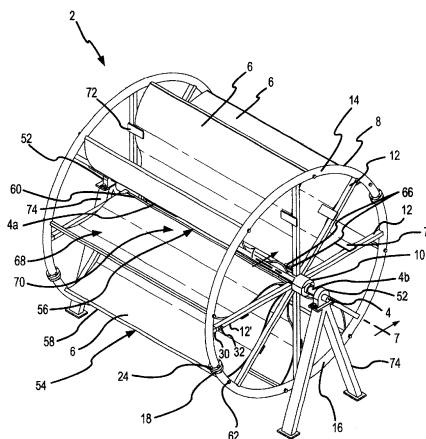
权利要求书5页 说明书17页 附图9页

[54] 发明名称

用于发电的风轮机

[57] 摘要

一种风驱动涡轮机(2)具有多个S形叶片(6),其中每个叶片(6)的后缘(56)以与水平定向轴(4)平行的方式被安装。每个叶片(6)从轴(4)径向地向外延伸。一种发电系统包括安装在塔(86)的顶部的平台(54)上的一排涡轮机(2)。每个涡轮轴(4)可直接与用于发电的发电机(78)相连接。



1. 一种风驱动涡轮机，包括：

至少一个水平定向轴；以及

多个 S 形叶片，其安装在所述至少一个轴周围，其中，

所述多个 S 形叶片中的每个限定了一个后缘；

所述多个 S 形叶片中的每个的后缘被定位成平行于所述至少一个轴的中心轴线；以及

所述多个 S 形叶片中的每个从所述至少一个轴径向地向外延伸；

第一轮缘和第二轮缘，所述第一轮缘连接至所述多个 S 形叶片中的每个的第一横向端，所述第二轮缘连接至所述多个 S 形叶片中的每个的第二横向端，其中

所述第一轮缘和第二轮缘中的每个都是多部分结构，所述多部分结构包括可拆装地连接在一起的多轮缘部；

第一轮轴和第二轮轴，所述第一轮轴连接至所述多个 S 形叶片中的每个的所述第一横向端，所述第二轮轴连接至所述多个 S 形叶片中的每个的所述第二横向端，其中，

所述第一轮轴和第二轮轴中的每个都是多部分结构，所述多部分结构包括可拆装地连接在一起的多轮轴外壳部；

所述第一轮轴和所述第二轮轴中的每个限定轴承孔；并且

所述第一轮轴和所述第二轮轴分别同心地定位在所述第一轮缘和所述第二轮缘中；

第一组辐条和第二组辐条，其中，

所述第一组辐条在所述第一轮轴和所述第一轮缘之间延伸；以及

所述第二组辐条在所述第二轮轴和所述第二轮缘之间延伸；并且

其中，所述第一轮轴和所述第二轮轴中的每个的所述轴承孔中分别设置有所述至少一个轴。

2. 根据权利要求1所述的风驱动涡轮机，其中，所述至少一个轴连接至所述第一轮轴和所述第二轮轴中的至少一个。
3. 根据权利要求1所述的风驱动涡轮机，其中，所述至少一个轴可移动地连接至所述第一轮轴和所述第二轮轴中的至少一个。
4. 根据权利要求1所述的风驱动涡轮机，其中，所述第一和第二轮轴中的每个是两部分结构，其中，所述多轮轴外壳部包括较小轮轴外壳和较大轮轴外壳。
5. 根据权利要求2所述的风驱动涡轮机，其中，所述第一和第二轮缘中的每个是两部分结构，其中，所述多轮缘部包括第一轮缘半部和第二轮缘半部。
6. 根据权利要求1所述的风驱动涡轮机，其中，

所述第一和第二轮轴中的每个是两部分结构，其中，所述多轮轴外壳部包括较小轮轴外壳和较大轮轴外壳；

所述第一和第二轮缘中的每个是两部分结构，其中，所述多轮缘部包括第一轮缘半部和第二轮缘半部；

所述第一组辐条的一半连接至所述第一轮缘的所述第一轮缘半部；

所述第一组辐条的一半连接至所述第一轮缘的所述第二轮缘半部;

所述第一组辐条的比其一半多一根的辐条连接至所述第一轮轴的所述较大轮轴外壳;

所述第一组辐条的比一半少一根的辐条连接至所述第一轮轴的所述较小轮轴外壳;

所述第二组辐条的一半连接至所述第二轮缘的所述第一轮缘半部;

所述第二组辐条的一半连接至所述第二轮缘的所述第二轮缘半部;

所述第二组辐条的比一半多一根的辐条连接至所述第二轮轴的所述较大轮轴外壳;

所述第二组辐条的比一半少一根的辐条连接至所述第二轮轴的所述较小轮轴外壳。

7. 根据权利要求 1 所述的风驱动涡轮机, 其中,

所述至少一个轴包括第一轴和第二轴;

所述第一轴位于所述第一轮轴的所述轴承孔中; 以及

所述第二轴位于所述第二轮轴的所述轴承孔中。

8. 根据权利要求 1 所述的风驱动涡轮机, 其中, 所述多个 S 形叶片中的每个还包括:

前缘;

与前缘邻接的前曲面; 以及

后曲面, 位于所述前曲面与所述后缘之间;

其中，在所述多个 S 形叶片中的每个的第一侧上，所述前曲面是凹陷的并且所述后曲面是凸起的。

9. 根据权利要求 1 所述的风驱动涡轮机，还包括直接与所述轴相连接的发电机。

10. 一种风驱动涡轮机，包括：

第一轴和第二轴，均被定位成相对于地面是水平的；

第一轮轴和第二轮轴，其中，

所述第一轮轴和所述第二轮轴中的每个均限定各自的轴向轴承孔；

所述第一轴穿过所述第一轮轴的所述轴向轴承孔；

所述第一轴可移动地连接至所述第一轮轴；

所述第二轴穿过所述第二轮轴的所述轴向轴承孔；

以及

所述第二轴可移动地连接至所述第二轮轴；

第一轮缘和第二轮缘，分别同心地定位在所述第一轮轴和所述第二轮轴周围；

第一组多个辐条和第二组多个辐条，其中，

所述第一组辐条中的每个与所述第一轮轴和所述第一轮缘相连接并在其间沿径向延伸，并且所述第一组辐条中的每个与所述第一组辐条中的每个相邻辐条是等距的；

所述第二组辐条中的每个与所述第二轮轴和所述第二轮缘相连接并在其间沿径向延伸，并且所述第二组辐条中的每个与所述第二组辐条中的每个相邻辐条是等距的；以及

多个 S 形叶片，其数目与所述辐条组中的一组的辐条数目相等，其中，

每个所述叶片限定了：

前缘；

前曲面，与所述前缘邻接；

后缘；以及

后曲面，定位在所述前曲面与所述后缘之间；

每个所述叶片的所述前缘的每个横向端分别与所述第一轮缘和所述第二轮缘相连接；以及

每个所述叶片的所述后缘的每个横向端分别与所述第一轮轴和所述第二轮轴相连接。

11. 根据权利要求 10 所述的风驱动涡轮机，其中，每个所述叶片的每个横向端分别定位成，与所述第一组辐条中的一个和所述第二组辐条中的一个在径向上对齐。
12. 根据权利要求 11 所述的风驱动涡轮机，其中，每个所述叶片的所述前曲面连接至所述第一组辐条中相应的一个和所述第二组辐条中相应的一个。
13. 根据权利要求 10 所述的风驱动涡轮机，还包括第一屏障和第二屏障，其分别安装在由所述第一轮缘和所述第二轮缘中的每一个所限定的区域上并且跨过所述区域，以保护所述风驱动涡轮机免受鸟和吹过碎片的损害。

用于发电的风轮机

相关申请的交叉参考

本申请要求于 2004 年 5 月 3 日提交的美国临时专利申请第 60/568,053 号的优先权，其全部内容结合于此作为参考。

技术领域

本发明涉及一种用于产生电能的风驱动涡轮机。

背景技术

风作为能源用来产生电力已经进行了多个世纪了。第一架风车被研制，是用于使得谷粒碾压和抽水的工作自动化。最早公知设计的风轮机是大约公元 500 - 900 年在波斯研制的立轴风车。波斯的风车设计有芦苇束或木材制成的垂直翼板，该翼板通过水平支杆连接至中心立轴。为了碾压谷粒，磨石被固定于立轴上。研磨机械通常被包围在建筑物中，该建筑物构造有墙或屏蔽物，用来阻挡进来的风，使其不会减速阻力型转子（drag-type rotor）的向前推进风的一侧。

通常，荷兰被认为是风涡轮研磨机设计的重要改进的主要研发者。荷兰人将标准横轴柱式研磨机安装在多层塔的顶部，其中分开的层用于谷粒碾压、去除谷壳、储存谷物，以及（在底部）具有用于研磨者及其家人居住的住宅。柱式研磨机和后来的塔式磨机必须通过推动风车后面巨大的杆来手动地定位使其朝向风。研磨者的主

要工作是使风车磨房的能量和动力输出最佳化以及在风暴时通过将旋转翼板收起来保护风车不受损坏。欧洲研磨机的主要改进在于设计者采用了产生气动升力的翼板。与波斯研磨机相比较，所提供的特征通过提高转子速度而改进了转子效率，进而这又实现了较好的碾压和抽水功能。

当前工业操作中最常见类型的风轮机设计是效仿荷兰设计的，它们是三叶推进型涡轮机以及二叶推进型涡轮机，其中，每个叶片的一端被安装在横轴上。三叶风轮机在叶片朝对风时运转。相反，二叶片风轮机在顺风时运转。可替换地，现代立轴转子也在被研发。现代立轴转子的研发始于 1920 年。这些设计通常结合有转子，该转子包括连接在转动立管顶部和底部的细长弯曲的翼剖面的叶片。

风轮机的工作与电扇相反。不像电扇那样利用电产生风，风轮机利用风来产生电。风转动叶片，叶片使连接至发电机的轴旋转，其中通过转子线圈在磁场中的旋转产生了电流。效用率（utility-scale）涡轮的规模范围是 50 千瓦至几兆瓦。例如，51 千瓦以下的单个的小型涡轮机被用于地理位置偏远人家的无线电通讯碟形卫星天线或水泵。

现在，在 6 级风的站点上（在该站上，在 10 米高处平均风速为每秒 6.7 米 - 在 33 英尺高度上为每小时 16 英里），效用率风轮机可产生的电力是 4¢ 每千瓦 - 小时（kWh）。然而，随着更多站点的发展，容易实现的原始的 6 级站点正在消失。另外，很多 6 级站点位于不易实现传输线路的偏僻地区。

4 级风站点（这些站点在 10 米高处的平均风速为每秒 5.8 米 - 在 33 英尺高处为每小时 13 英里）覆盖了从 Texas 的中北部到加拿大边境的大平原的广大地区。同样在很多沿海地区以及五大湖区的湖岸可以发现 4 级站点。虽然 6 级站点距离主负载中心（major load

centers) 的平均距离为 500 英里, 4 级站点明显地近了很多, 其距离负载中心的平均距离为 100 英里。因此, 到达 4 级站点的效率更加具有吸引力并且成本更低。并且, 4 级站点表现出 20 倍于 6 级站点的可发展风力资源。当前在 4 级站点风能的市场价格范围是 5 至 6 分 (¢) 每 kWh, 该资料出自国家再生能源实验室 (National Renewable Energy Laboratory), *Developing Low Wind Speed Turbines* (发展低风速涡轮), 网址 http://www.nrel.gov/wind/about_lowspeed.html (最后访问时间是 2004 年 4 月 14 日)。

风轮机推进器及其到转子系统的移动可能是涡轮设计中的独有的最重要的元件。推进器的设计用于设定从风中提取的能量以及驱动涡轮负载和动力的关键方面。尽管公知当前的三叶片逆风刚性设计可能在以后的机械装置的负载方面有所限制。已经提出了一种范围更广的替换设计, 其对推进器结构的一个或多个方面进行了改变, 包括叶片的数目、顺风运转、颠簸、摇摆、弯曲, 以及被设计为减小峰值和疲劳载荷的很多系统控制和反馈方法。然而, 迄今为止, 所有重大的发明和改进都是致力于改进推进型涡轮的效率的。

目前, 大多数二或三叶片涡轮机设计都增大涡轮的尺寸以提高能量产生能力。然而, 涡轮机的这种增加的尺寸会导致更多的材料成本、更大的重量以及更强的噪音, 而在能量产生效率方面没有太多的改进。这样的涡轮机不能在例如 10 mph 的低风速下运转, 并且一旦风速超过 10 mph 则需要电机来启动叶片的转动。另外, 这样的涡轮机不能在例如 65 mph 以上的高风速下运转。并且这些涡轮具有每分钟 30 至 60 圈的轴转速。相反, 大多数产生电能的发电机所需的转速是 1200 至 1500 rpm, 该速度比涡轮机速度大 20 至 50 倍。因此, 必须在涡轮轴和发电机转子之间插入变速箱以提高涡轮轴输出的转速。然而, 变速箱会严重降低动能转换为电能的效率。

先前公开了一些涡轮型风力发电机。例如，U.S 专利第 1,367,766 号公开了一种适于驱动井泵（well pump）的风车，该风车具有安装在竖直定向轴周围的 S 形叶片。该设计也包括位于叶片之上用于连接轴的顶部的上部结构。同样，U.S 专利第 1,790,175 公开了一种涡轮的阵列，该涡轮阵列平行安装在大的转台上。单个水平轴插入每个涡轮的轮轴，并且通过一系列的传动齿轮连接至发电站中的多个发电机。此外，U.S 专利第 4,357,130 公开了一种风力涡轮，该涡轮具有彼此相互安装的弯曲的叶片和水平轴。该叶片容纳在通过拉紧绳索相互支撑的矩形框架内，该绳索在框架的转角（outer corners）之间延伸。

包含在本说明书中的背景技术部分的信息（其包括任何引用的参考资料以及任何与其相关的描述或论述），仅作为技术上的参考目的被包含，并不应认为是限制本发明范围的主题。

发明内容

本发明致力于一种发电系统，该发电系统由设置于位于塔顶平台上的一排新颖的风驱动涡轮机组成。每个涡轮机具有多个 S 形叶片，该 S 形叶片平行于至少一个水平定向轴而安装并且从该至少一个水平定向轴沿径向向外延伸。每个涡轮轴可以直接与用于产生电能的发电机相连接。

通过随后的在附图中得以进一步示出的并由所附权利要求所限定的本发明各实施例的更详细的描述，本发明的其它特征、细节、用途和优点将变得明显。

附图说明

图 1 是根据本发明一个实施例的风驱动涡轮机的等比例视图；

图 2 是叶片被连接到图 1 的风驱动涡轮机的轮缘的连接的分解详图；

图 3 是叶片被连接到图 1 的风驱动涡轮机的轮轴的连接的详细图，其中移除了一个叶片并且轴以剖面示出；

图 4 是图 1 的风驱动涡轮机的叶片的等比例视图；

图 5 是图 4 所示的叶片的右视图；

图 6 是图 1 所示的风驱动涡轮机的轮轴、轮缘、和辐条组件的分解等比例视图；

图 7 是包括轴和轮轴之间的界面的图 1 所示的风驱动涡轮的沿图 1 所示的线 7-7 剖开的截面图；

图 8 是根据本发明另一实施例的驱动一对发电机的连接在一起的一对风驱动涡轮的等比例视图；

图 9 是根据本发明另外的实施例的被安装在塔平台上的一对风驱动发电机的等比例视图；以及

图 10 是根据本发明又一实施例的安装在塔平台上的一排风驱动涡轮机的等比例视图。

具体实施方式

这里，本发明公开了一种用于产生电能的新颖的风驱动涡轮系统。与统治当前风力发电工业的推进器式的涡轮机设计不同，本发明呈现了一种新颖的涡轮机设计和发电机连接。每个涡轮机具有多个 S 形叶片，其平行于水平定向轴而安装并从水平定向轴沿径向向外延伸。每个涡轮轴可以直接与发电机转子相连，而不通过传动装置，以产生电。本发明可以包括安装在位于塔顶的平台上的一排这样的风驱动涡轮机。

图 1 示出了根据本发明的一个实施例的风驱动涡轮系统中使用的涡轮机 2。涡轮机 2 的主要部件包括轴 4、多个叶片 6、位于叶片 6 的相对端的一对轮缘 8、位于每个轮缘中心的一对轮轴 10、以及在每个轮缘 8 中的对应于叶片 6 的数目的并从每个轮轴 10 径向地延伸至每个轮缘 8 的多个辐条 12。在所描述的实施例中，轮缘 8 的直径约为 12 英尺。如图 6 最佳所示，轮缘 8 由固定在一起的两半

部组成，它们是第一轮缘半部 14 和第二轮缘半部 16。每一轮缘半部 14、16 可以由断面为圆形的被弯曲成半圆弧形的钢管组成。每个轮缘半部 14、16 的每一端形成有用于使第一轮缘半部 14 与第二轮缘半部相配合的凸缘 18。第一和第二轮缘半部 14 和 16 中的每个的一端设置有轮缘塞 (rim plug) 20，该轮缘塞 20 的外径略小于形成轮缘半部 14、16 的钢管的内径。每个轮缘塞 20 位于相对的凸缘 18 的内径与轮缘半部中。每个轮缘凸缘 18 限定了 4 个等间隔设置在形成轮缘半部 14、16 的管的圆周上的孔 22。相对的轮缘凸缘 18 的孔 22 彼此对齐并且容纳轮缘凸缘螺栓 24 以将第一和第二轮缘半部 14、16 的相对的轮缘凸缘 18 固定在一起。

如前所描述，轮轴 10 或外壳位于每个轮缘 8 的中心。轮轴 10 由两个不对称的构件组成，其分别为较小轮轴外壳 26 和较大轮轴外壳 28。多个辐条 12 (在图 1 和 6 所示的实施例中是 8 个) 被固定于轮轴 10 并且每个辐条均从轮轴 10 径向地向外延伸，同时多条辐条 12 的每个的相对端固定于轮缘 8。尽管可以使用其它形状的截面，但是这里的每个辐条可以为方形截面的一段钢管。涡轮机 2 的每个轮缘 8 上可以具有最多 10 个辐条。每个辐条 12 与每个相邻的辐条 12 分开相等角距离。每个辐条 12 固定于轮轴 10 的外表面并且与轮轴 10 的每端距离相等。所有 8 个辐条 12 固定于轮轴 10。辐条 12 中的 3 个，例如，通过焊接而固定在较小轮轴外壳 26 上，同时辐条 12 中的 5 个，例如，通过焊接而固定在较大轮轴外壳 28 上。例如，通过焊接，将连接在较大轮轴外壳 28 的辐条 12 中的 4 个固定在第二轮缘半部 16 的相对端。例如，通过焊接，将连接在较小轮轴外壳 26 的辐条 12 中的 3 个固定在第一轮缘半部 14 的相对端。

第 8 个辐条是可拆卸的辐条 12'。虽然是被焊接在较大轮轴外壳 28 的，但可拆卸的辐条 12' 是可拆卸地安装在第一轮缘半部 14 上的。第一轮缘半部 14 可以具有辐条塞 30，其在第一轮缘半部 14 上的与可拆卸辐条 12' 的径向延伸端相对齐的位置上向内径向延伸。辐条塞 30 的侧壁尺寸可以略小于可拆卸辐条 12' 的侧壁尺寸，

由此使得可拆卸辐条 12' 可以套设在辐条塞 30 上并且通过辐条螺栓 32 连接至辐条塞 30。可替换地，辐条塞 30 和可拆卸辐条 12' 的侧壁尺寸可以互换并且可拆卸辐条 12' 可以被插装在辐条塞 30 之中。在另一个实施例中，可拆卸辐条 12' 可以通过安装在第一轮缘半部 14 周围的 U 形支架（未示出）而连接至第一轮缘半部 14，其中 U 形支架每个支腿螺栓固定在第八辐条 12' 上。U 形支架还可以被焊接或用螺栓固定在第一轮缘半部 14 上，以保持在第一轮缘半部 14 上的固定位置。

如前面指出的，如图 6 和图 7 最佳所示，轮轴 10 被设计成可沿着延伸穿过限定轮轴的圆柱体的弦平面（cord plane）而劈开为两个不对称的部分，即较小轮轴外壳 26 和较大轮轴外壳 28。较小轮轴外壳 26 和较大轮轴外壳 28 可以通过 4 个轮轴外壳螺栓 34 被固定在一起。由于轮轴 10 的不对称结构，第一和第二轮缘半部 14、16 的不对称辐条设计以及将可拆卸辐条 12' 设计为可移动地连接至第一轮缘半部 14 的基本原理是显然的。特别的，由于较小轮轴外壳 26 具有较小的弧长，所以仅有 3 个辐条 12 与其连接。相反，较大轮轴外壳 28 具有较大的弧长并且可以容纳剩余的 5 个辐条 12。然而，希望由相等数目的辐条 12 支撑的第一和第二轮缘半部 14、16 具有结构强度。所以，当轮轴 10 和轮缘 8 中的每个被拆卸时，较大轮轴外壳 28 仅通过 4 个辐条 12 被连接至第二轮缘半部 16，而较小轮轴外壳 26 通过 3 个剩余的辐条 12 被连接至第一轮缘半部 14。最后的辐条，即可拆卸辐条 12'，从较大轮轴外壳 28 额外地延伸，但并不永久地固定在第一或第二轮缘半部 14、16 中的任何一个上。在该方法中，虽然轮轴 10 具有不对称外壳部分，但是第一和第二轮缘半部 14、16 由相等数目的辐条 12 支撑。

在图 1 所示的实施例中，轴 4 实际上由左轴 4a 和右轴 4b 组成，其中的每个位于涡轮机 2 的每一端上的分离的轮轴 10 内。轴 4 被劈为两部分，以便于涡轮系统的组装和拆卸容易进行，例如，出于维修的目的。可选地，轴 4 可以是整体结构（未示出）并且横跨每

个轮轴 10 和轮缘 8 之间的间距。在另外的实施例（未示出）中，轴套可以被插入在左轴和右轴中的每个轴的每个内侧端部之间，并处于其周围且与其连接，以将左轴和右轴连接在一起。左轴和右轴 4a、4b 中的每个轴延伸穿过每个轮轴 10 中心的轴向轴承孔 36。左轴和右轴 4a、4b 中的每个在其相应轮轴 10 中同轴地对齐。

如图 3、6 和 7 所示，每个轮轴 10 的轴承孔 36 形成第一直径的中心钻孔，其中该钻孔在轮轴 10 的每一端处向外张开以形成较大的第二直径的圆形容器的（well）。该容器作为密封的圆形轴承滚道 40 所用的轴承座 38。每个轴承 40 的从中心轴承孔 36 的周界径向测量的径向壁深大于轴承座 38 的径向壁深。每个轴 4a、4b 的直径均小于轮轴 10 的中心轴承孔 36 的直径，但是等于轴承 40 的内径。因此，轴 4a、4b 被轴承 40 支撑在轮轴 10 内。然而，当轴 4a、4b 置于轴承滚道 40 上时，实际上轴 4a 和 4b 并不在轮轴内并相对于轮轴 10 旋转。轴承 40 的目的主要是使得轴 4a、4b 易于插入轮轴 10 中的轴承孔 36 以及从其中移除，如下所述。

分别被确定为内部轴凸缘 42 和外部轴凸缘 44 的一对环绕的圆环形的轴凸缘位于轴 4a、4b 每一端上。轴凸缘 42、44 中的每个与轮轴 10 中的每个轴承座 38 对齐且抵靠着轮轴 10 的端面而设置，以将圆形轴承滚道 40 保持在每个轴承座 38 中。轴承凸缘 42、44 的外径大于轮轴 10 中轴承座 38 的容器所限定的直径。每个轴承凸缘 42、44 分别通过 4 个轴凸缘螺栓 48 被固定在轮轴 10 的相应的端面上。每个轴凸缘 42、44 可以与轴 4 形成为整体、或可以永久地固定在轴 4 上、或可以可拆装地固定在轴 4 上、或可以不连接地仅环绕轴 4。

在图 7 所示的实施例中，外部轴凸缘 44 不固定在轴 4 上，而内部凸缘 42 永久地焊接固定在轴 4 上，例如，通过焊缝 50 表示。因此，叶片 6 连接至轮轴 10，轮轴 10 连接至内部凸缘 42，并且内部凸缘 42 连接至轴 4。通过该一系列的连接，叶片 6 的

转动运动被传递到轴 4。由于轴 4 只是永久地固定在内部轴凸缘 42 上，仅通过将轴凸缘螺栓 48 从内部轴凸缘 42 上移除并且轴向向内地将轴 4 从在轴承 40 上的轮轴 10 和枕垫块 52 中拉出，就可以将轴 4 从轮轴 10 和相邻的支撑枕垫块 52 上移除。由于外部轴凸缘 44 不固定在轴 4 上，可以将轴 4 拉过外部轴凸缘 44 和轮轴 10。这使得涡轮系统的维护很容易。

在图 1 所示的本发明的实施例中，涡轮机 2 由 8 个叶片 6 组成。每个叶片 6 的尺寸和形状相同。在实验实施例中，每个叶片 6 被设计为大约 6 英尺宽、10 英尺长。叶片 6 安装在涡轮机 2 上，其中叶片 6 的长度方向平行于轴 4 的轴线。每个叶片 6 的一个长边缘连接至轮缘 8。该边缘被当作前缘 54。每个叶片 6 的相对的长边连接至每个轮轴 10。该边缘被当作叶片 6 的后缘 56。叶片 6 的前缘 54 连接至前缘支撑件 58。前缘支撑件 58 可以是一段截面为正方形的沿着叶片 6 的前缘 54 焊接的钢管。类似的，叶片 6 的后缘 56 连接至后缘支撑件 60。后缘支撑件 60 同样可以是一段截面为正方形的沿着叶片 6 的后缘 56 焊接的钢管。

如图 2 最佳所示，多个轮缘螺母 62 可被焊接每个前缘支撑件 58 的对应的相对端上或端中。对应于每个轮缘螺母 62 的在每个前缘支撑件 58 上的位置，多个孔形成在轮缘 8 中。多个相应的轮缘螺栓 64 被插入在轮缘 8 的孔中并从中穿过，同时被固定在每个叶片 6 的前缘支撑件 58 中相应的螺母 62 上。如图 3 最佳所示，每个后缘支撑件 60 的每个横向端形成有一对孔，通过该孔每个后缘支撑件 60 被安装在每个轮轴 10 上。轮轴螺栓 66 穿过后缘支撑件 60 内的每对孔而放置并且被固紧在轮轴 10 的外表面的螺纹孔中，以将后缘支撑件 60 固定在每个轮轴 10 上。

如图 1、4 和 5 所示，每个叶片 6 形成为机翼形，其中前曲面 68 过渡为后曲面 70。前曲面 68 与叶片 6 的前缘 54 邻接，而后曲

面 70 与叶片 6 的后缘 56 邻接。前曲面 68 和后曲面 70 在叶片 6 的相对侧上限定了叶片 6 中的凹度,使得当从叶片 6 的横向端部观察时叶片呈 S 形,如图 5 所示。在与之前描述的叶片的尺寸一样的实验的实施例中,前曲面 68 的曲率半径可以在 35 英寸到 50 英寸之间,后曲面 70 的曲率半径可以在 20 英寸到 30 英寸之间。在与图 1、4 和 5 所示基本一致的实验的实施例中,前曲面 68 的曲率半径是大约 42.125 英寸,后曲面 70 的曲率半径是大约 25.25 英寸。在从叶片 6 的前缘 54 开始在叶片 6 宽度的大约三分之二处,前曲面 68 过渡到后曲面 70。

以紧邻每个叶片 6 的每个后缘支撑件 60 被固定在轮轴 10 的位置的方式,每个辐条 12 被焊接在轮轴 10 上。每个叶片 6 和每个辐条 12 从每个轮轴 10 朝向轮缘 8 大体彼此邻接地沿径向延伸。由于每个叶片 6 形成有前曲面 68 和后曲面 70,所以每个辐条 12 固定在轮缘 8 的点与每个前缘支撑件 60 通过螺栓固定在轮缘 8 的点是分开的。前曲面 68 的凸侧被定位成与相应辐条 12 的一端邻接。辐条板 72 被焊接在前曲面 68 凸侧的尖端并且还焊接在相邻辐条 12 的对应边缘,以对每个叶片 6 提供附加的结构支撑。因为轮轴 10 的直径大于轴 4 的直径,每个叶片 6 的后缘 60 与在涡轮机 2 的每个轮轴 10 之间延伸的轴 4 间隔设置。

如图 1 所示,每个轴 4 从每个轮轴 10 横向地向外延伸并且穿过转动地支撑涡轮机 2 的枕垫块 52。每个枕垫块 52 被装配在轴支架 74 上,该轴支架 74 设置有用以装配枕垫块 52 的表面,从而垂直地支撑涡轮机 2。在这里所公开的实施例中,每个轴支架 74 为具有两条钢腿的 A 形框架支撑结构。每个轴支架高于涡轮机 2 的轮缘 8 的半径,从而将涡轮机 2 支撑在轴支架 74 所在的平台表面之上。这使得涡轮机 2 的轴 4 在枕垫块 52 中的环状轴承 76 中自由地旋转。轴 4 进一步横向延伸足够的距离,超出枕垫块 52,使得其可以连接至从发电机 78 (见图 8) 延伸的转子轴 (未示出) 或连接至来自相

邻涡轮机 2 的其它相对的相应转子轴，下文中对此还将详细描述。通过将涡轮轴 4 连接至发电机 78 的转子，涡轮机 2 的动能通过发电机 78 被转换为电能。因为除了发电机转子之外在轴 4 上仅有的阻力是枕垫块 52 中的环状轴承 76，所以涡轮机 2 是自由旋转的，没有了中介齿轮、传动装置和其它支撑结构的阻碍和摩擦力，即使很低的风速也能使涡轮机 2 转动。

在本发明的一个实施例中，示例性的发电机 78 可以是具有三级定子和永久磁性转子组件的变速发电机。发电机 78 还可以被设计为双向旋转并且可以被外部地整流换向。定子、激励绕组和铁心被优选地被密封，以防止空气、湿气或其它污染物渗透到发电机 78 中。这样的示例发电机 78 可以在 200 rpm（转数/分钟）时具有 240 kW 的额定功率、在 100 rpm 时有 120 kW 的额定功率、以及在 50 rpm 时有 60 kW 的额定功率。无负载的飞逸转速可以达到接近 300 rpm。该发电机 78 可以具有接近 8000ft-lbs 的额定转矩以及接近 80ft-lbs 的启动（cogging、starting）转矩。该发电机 78 可以具有接近 95% 或更高的效率。每个发电机 78 电连接至将风驱动涡轮系统和电力供应网连接在一起的动力传送线。

如图 8 和 9 所示，发电机 78 可以安装在一个或多个与轴支架 74 在结构上类似的发电机支架 80 上。例如，发电机支架 80 可以为 A 字形钢制框架支架，并且发电机 78 安装在该框架顶端。发电机 78 以一定高度被安装在发电机支架 80 上，使得从发电机 78 露出的转子轴（未示出）与涡轮轴 4 轴向对齐。发电机 78 的转子轴可以通过转子连接器（未示出）直接连接至涡轮轴 4。在可替换的实施例中，可以将变速箱置于涡轮轴 4 与转子轴之间，以提高涡轮轴 4 和转子轴之间的传动比。当在风速很低的地区使用该涡轮系统时，变速箱可以提高发电机 78 中转子轴的转动频率以便在如此低的风速下产生电能。在又一实施例中，涡轮机 2 的左轴和右轴 4 可以连接至分离的发电机 78。

如图 8 所示, 在一些实施例中, 涡轮机是涡轮排 **2a**、**2b** 的一部分。在该实施例中, 如果将第二涡轮机 **2b** 装配在与第一涡轮机 **2a** 直接相邻的位置上, 并且涡轮机 **2a** 和 **2b** 的邻接的轴 **4** 对齐, 那么涡轮机 **2a** 和 **2b** 之间的邻接轴 **4** 可以与轴连接器 **82** 连接在一起。如图 8 所示, 右边涡轮机 **2b** 的右轴 **4b** 的右侧端连接至从第一发电机 **78** 延伸的转子轴 (未示出)。类似的, 左边涡轮机 **2a** 的左轴 **4a** 的左侧端连接至从第二发电机 **78** 延伸的转子轴 (未示出)。轴连接器 **82** 使的邻接轴 **4** 同步, 进而又与涡轮机 **2** 同步, 从而连接至轴 **4** 的每个外端的发电机 **78** 的转子轴以相同的速率旋转。

如图 9 所示, 一个或多个涡轮机 **2** 和所连接的发电机 **78** 可以单独地位于高度可达几百英尺 (例如, 200 英尺) 的塔 **86** 的顶部的平台 **84** 上或以成排的多个相似涡轮机 **2** 的方式布置其上。塔 **86** 可以为栅格状或管状的结构。平台 **84** 可以被固定地安装在塔 **86** 的顶部或安装在中介偏转系统 (未示出) 的顶部, 使得平台 **84** 沿任何角度方向围绕塔 **86** 的顶部旋转, 以将涡轮机 **2** 定向在风中。平台 **84** 在其周界上可设置有安全护栏系统 **88**, 用于为安装或维修平台上的涡轮机的工作人员提供安全保障。

如图 9 所示, 两个相同的涡轮机 **2** 与两个发电机 **78** 分别被安装在轴支架 **74** 的平台 **84** 上和发电机支架 **80** 上。希望能安装成对涡轮机 **2**, 因为即使一个涡轮机 **2** 为了维护而脱机时另一个涡轮机 **2** 仍可以运转。多个支柱 **90** 安装在平台 **84** 上并垂直延伸至高过被安装的涡轮机 **2** 的高度。顶棚 **92** 可以被安装在位于成对涡轮机 **2** 上方的支柱上, 以保护涡轮机 **2** 不受雨、雪或其它天气条件的影响。如图 9 所示, 顶棚的形状是弓形的, 但是其可采用适于顶棚的任何所需形状, 例如, 平的、倾斜的、尖的等。顶棚板 **92** 还可以横向延伸至能够附加地覆盖发电机 **78** 的宽度。可替换地, 发动机 **78** 中的每个可设置有单独的覆盖物或以其它方式被构造以天气抵抗影响。

支撑涡轮机 2 的一排塔 86 可被密集地布置, 以便从特定地理区域向电力网提供所需的发电量。附加地, 如图 10 所示, 在平台 84 上的由塔 86 支撑的支柱 90 可交替地支撑位于第一对涡轮机 2 之上的第二平台 84', 以支撑第二对涡轮机 2 和发电机 78。在该实施例中的支柱 90 需要足够坚固以支撑第二对涡轮机 2 和发电机 78 的重量。在图 10 中的第一和第二对涡轮机 2 的布置从任何方面看都与之前相关于图 9 所述的一对涡轮机 2 的布置是一样的。位于第二平台 84' 上的第二组支撑支柱 90 支撑位于第二对涡轮机 2 上方的坚固的弓形顶棚 92, 以向涡轮机 2 提供一些保护使其不受雨、雪等其它天气条件的影响。顶棚板 92 还可以横向延伸至一宽度, 使其另外地覆盖发电机 78。

在图 9 和图 10 中, 前屏障 94 和后屏障 96 (见图 10) 跨过每对涡轮机 2 前面和后面的支柱 90 之间。在图 9 中, 前屏障 94 和后屏障 96 从平台 84 延伸至顶棚 92 并且横向延伸至少成对涡轮机 2 的宽度。在图 10 中, 第一前屏障和第一后屏障 94、96 从平台 84 延伸至第二平台 84' 的下侧。第二前屏障和第二后屏障 94、96 从第二平台 84' 延伸至顶棚 92。前屏障和后屏障 94、96 可以由金属丝网或钢丝网制成, 并被设置为阻止碎屑或其它物体被吹入涡轮机 2 以及阻止鸟飞入涡轮机 2 或在涡轮机 2 中筑巢。侧屏障 98 可以类似地用于跨过成对涡轮机 2 的每侧上的前和后屏障 94、96 之间的距离。侧屏障 98 可以是铰链连接的面板, 以便于进入涡轮机 2 进行维护。发电机 78 可以被容纳在侧屏障 98 中或之外。

可替换地, 如图 10 中的与上面的成对的涡轮机 2 相关的所示, 同样可以用金属丝网或钢丝网轮缘屏障板 100 覆盖由涡轮机 2 的每个轮缘 8 所限定的区域, 以防止物体被吹入到涡轮机 2 的叶片 6 上。该轮缘屏障板可以是集中在一起的一些饼状板, 以便于组装, 这些饼状板在所示每个辐条之间延伸。可以通过将轮缘屏障板 100 和每个辐条 12 用螺栓固定在一起将其连接起来。由于轮缘屏障板 100

是透风的，所以一旦空气穿过涡轮机 2，空气将会被从区域中排出而不会被困住，从而不会产生将在涡轮机中形成阻碍的死阱（dead pocket）或逆流（eddy）。

如图 9 所示，可以进一步在平台 84 上设置前和后挡风板 102。每个挡风板 102 分别被安装在位于顶棚 92（或图 10 中上部平台 84'）的下端和平台 84、84' 的上部和下部滑行轨道 104 内。每个滑动挡风板 102 的宽度可以达到涡轮机 2 宽度的一半或更多。可以通过液压启动或电机启动使滑动挡风板 102 在涡轮机 2 前面的轨道 104 中移动，以减小冲击涡轮叶片 6 的气流量。控制器可以基于风速监控设备的风速输入而启动板 102 的覆盖涡轮机 2 的移动。如果风速到达阈值等级，板 102 可以逐渐地移动到涡轮机 2 的前面。空气量的减小可能是需要的，例如，在高风速的环境下为了减少冲击涡轮叶片 6 的风量从而转换了涡轮轴 4 的旋转速度，使得涡轮机 2 可以继续运转而不会由于害怕机械故障或发电机过载而将其关闭。需要将挡风板 102 设置于与每个涡轮机 2 的轮缘 8 等距的中心，以平衡冲击涡轮叶片 6 的气流并且使加在涡轮机左轴和右轴 4 中之一上的过载横向转矩的可能性最小。

在如图 10 中关于顶部的涡轮机 2 对所示的可替换实施例中，每个涡轮机 2 可设置有一对挡风板 102，将该挡风板从涡轮机 2 的每个横向端插入至涡轮机 2 的前面。当把一对板 102 等比例地插入至涡轮机 2 前面时，它们可以保证冲击涡轮机 2 的气流始终冲击涡轮叶片 6 的中心，从而将附加在左轴或右轴 4 上的转矩最小化。以这种方式在每个涡轮机 2 使用一对挡风板 102，可以进一步使得沿着每个涡轮叶片 6 的长度方向的气流具有平衡的横向偏移。在如图 10 所示的另一个可替换的实施例中，可以在上部平台 84' 下方（或顶棚 92 下方）安装滚动式帘子 106，并使其位于涡轮机 2 的前面。在该实施例中，可以将滚动式帘子 106 向下打开在涡轮机 2 的前面，以便以类似方式限制气流，同时不使左轴或右轴 4 上产生不平衡的

转矩在很高风速影响的环境下为了有效地限制涡轮机的转动并且防止涡轮机 2 以及所连接的发电机 78 被损坏，需要有横跨平台 84 和顶棚 92 之间的距离的滚动式帘子 106。

如前描述，每个叶片 6 被设计成机翼状，在很低风速时以及在风的进入角度不是直接垂直于涡轮叶片 6 时，机翼状适于在涡轮机 2 中引起转动。涡轮机 2 通常被设置成，使得涡轮叶片 6 的面基本定位成垂直于主要风向。以这样的方式，叶片 6 的前曲面 68 作为叶片桶 (bucket)，以收集风的入射气流量。风产生的压力促使轴 4 上的涡轮机 2 转动。当风朝向涡轮机 2 的正面吹时，叶片 6 的前缘 54 被迫向下。从右边看涡轮机 2 时，如图所示，涡轮机 2 将会沿逆时针方向旋转。另外，由于叶片 6 的机翼形状，当风以类似于飞轮的方式驱动叶片 6 时，偶然来自涡轮机 2 的横向端的风同样会启动涡轮机 2 的转动。

除了风的压力沿向下方向推动叶片 6 的前曲面 68 以外，过度的压力迫使空气从相邻叶片 6 之间所限定的空间的每个端部排出。从涡轮机 2 前面观看时，涡轮叶片 6 的前缘 54 的向上的曲率，部分地阻挡风进入下涡轮机叶片和上涡轮机叶片之间的死阱 (pocket)，直到下涡轮机叶片处于一定角度，该角度使得在下叶片上的风的进入角将迫使风沿向下的方向。因此，叶片 6 的前缘 54 的向上的曲度确保了涡轮机 2 的转动总是沿相同的向下方向的（当从前面看涡轮机 2 时）。

随着叶片 6 向下并进而朝着涡轮机 2 的后面旋转，在相邻叶片 6 之间的死阱 中存在朝向叶片 6 的后缘 56 的更高的压力以及朝向叶片 6 的前缘 54 的更低的压力。该压力的差值是由涡轮机 2 的离心力引起的，该涡轮机 2 在更靠近前缘 54 的位置将空气从死阱中排出。当死阱意图达到的压力平衡时，该从高到低的压力差还会导致空气从叶片的后缘 56 流向前缘 58。越过涡轮机 2 背面上的叶片

6的这种向外的气流有助于提供穿过前曲面68的气动升力的一些措施。

另外，由于每个叶片6的后缘56不连接至轴4，并且轴4没有在轮轴10之间完全延伸，所以在叶片6的每个后缘56与轴4之间存在缝隙。这使得来自涡轮机2正面的两个相邻叶片6中间的死阱的气流可以穿过即时位于涡轮机2背面的两个相邻和相对的叶片6之间的死阱。这种从正面定位叶片流向背面定位叶片的气流在涡轮机2的背面冲击后曲面70的上凸端，从而沿向上方向推动涡轮机2背面上的叶片6，并且帮助涡轮机2沿逆时针方向的转动。另外，来自涡轮机2的轴线方向的气流与从叶片6的后缘56的高压空气流到其前缘54的低压空气的空气流相结合。该附加气流增加了前曲面68的上凸端上的气动升力。由于涡轮机2背面相邻叶片6之间的出口面积大于靠近轴4的叶片6之间的入口面积，从而避免了气流的停滞和阻塞。

同样很明显的是，当主风向转换至从涡轮机2的背面吹过来的方向时，叶片6将会以类似方式接收到风并且使涡轮机2转动。从如图所示的右端观看时，涡轮机2的转动仍为逆时针方向。然而，在这种情况下，背面的前缘54会被前曲面68中聚集的空气量向上推。类似地，压力差和气动升力的作用将会背传递至涡轮机2正面的叶片6上，该叶片进而被迫朝向。

尽管以上已经描述了本发明的具有一定程度的具体性的各种实施例，或者参考一个或多个单独的实施例，在不背离本发明精神或范围的前提下，本领域技术人员可以对本发明做出多种改变。应当理解，之前的描述和附图中包含的所有内容都仅是对特定实施例进行说明的而不是对本发明进行限制的。所有的方向参考（例如，邻近的、末端的、上部、下部、向上、向下、左、右、横向、前面、后面、顶部、底部、上方，下方、垂直、水平、顺时针方向以及逆

时针方向)只是用于分辨的目的,以帮助读者理解本发明,而不对本发明中所用的具体位置、方向产生限制。连接参考(例如,连接以及接合)应被宽泛地理解,并且除非指定,否则元件连接之间可能包括中间组件以及元件之间可能存在相对运动。因此,连接参考不一定表示两个元件是直接连接并且彼此固定的。应该理解,包含在上面描述和附图中所示的全部内容应被理解仅是为了说明而不是限制的。在不背离以下权利要求中限定的本发明的基本元素的前提下,可对本发明的细节或结构做出改变。

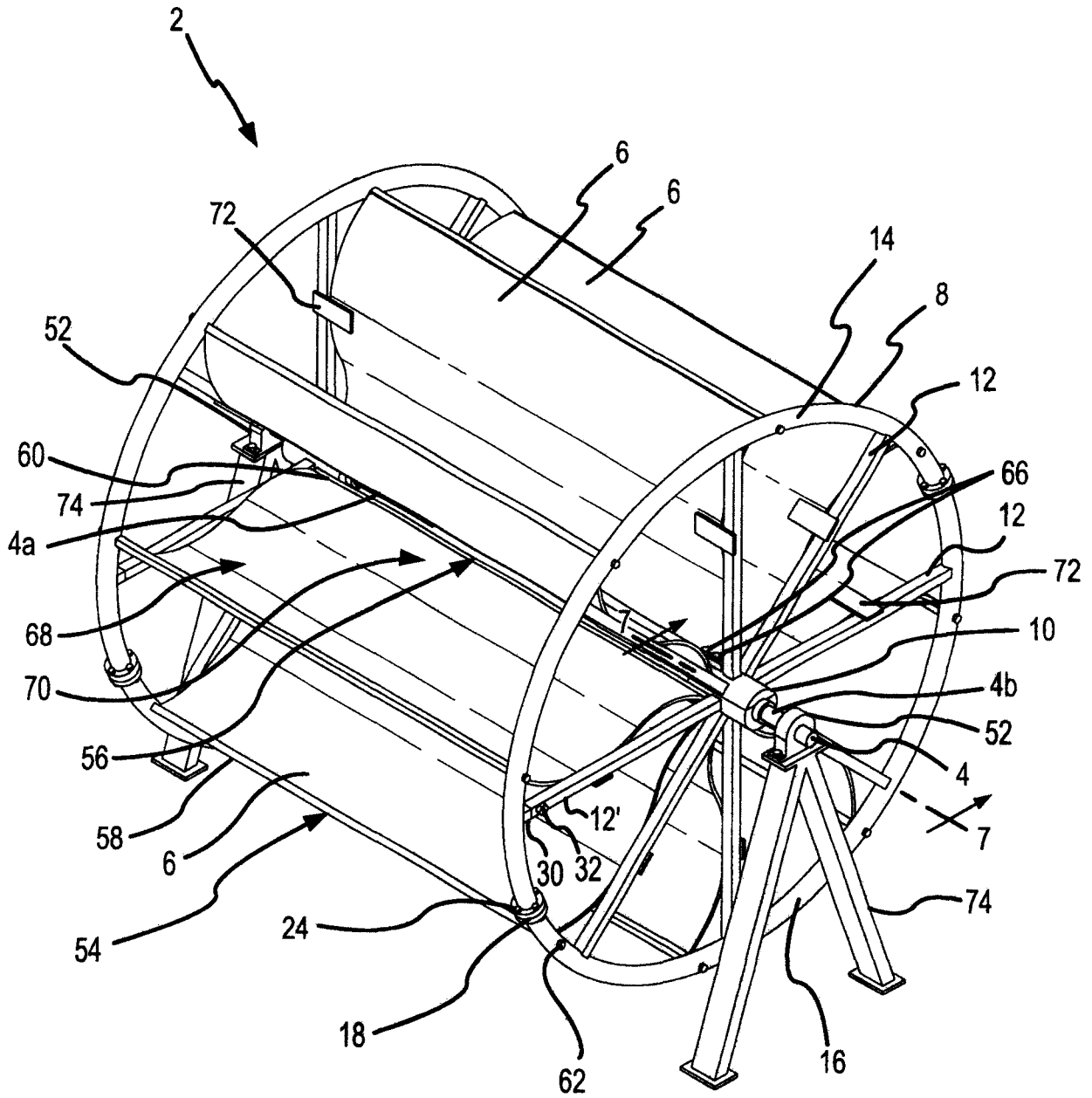


图 1

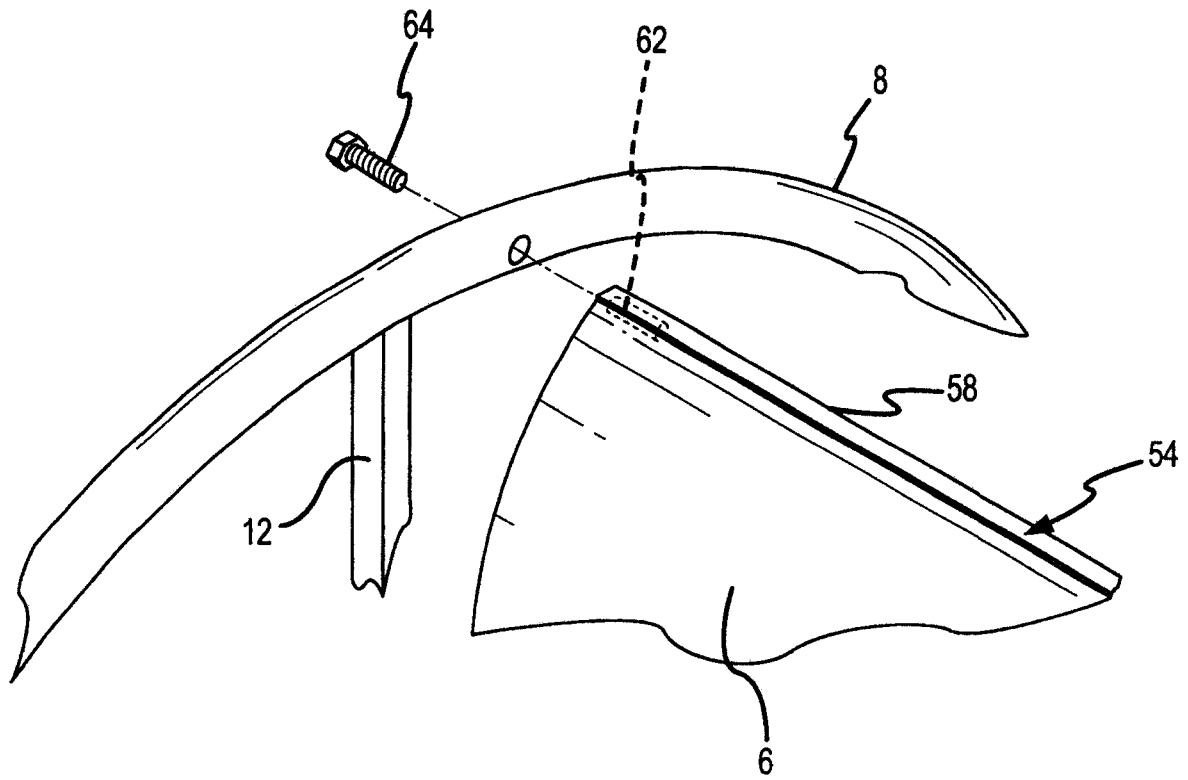


图 2

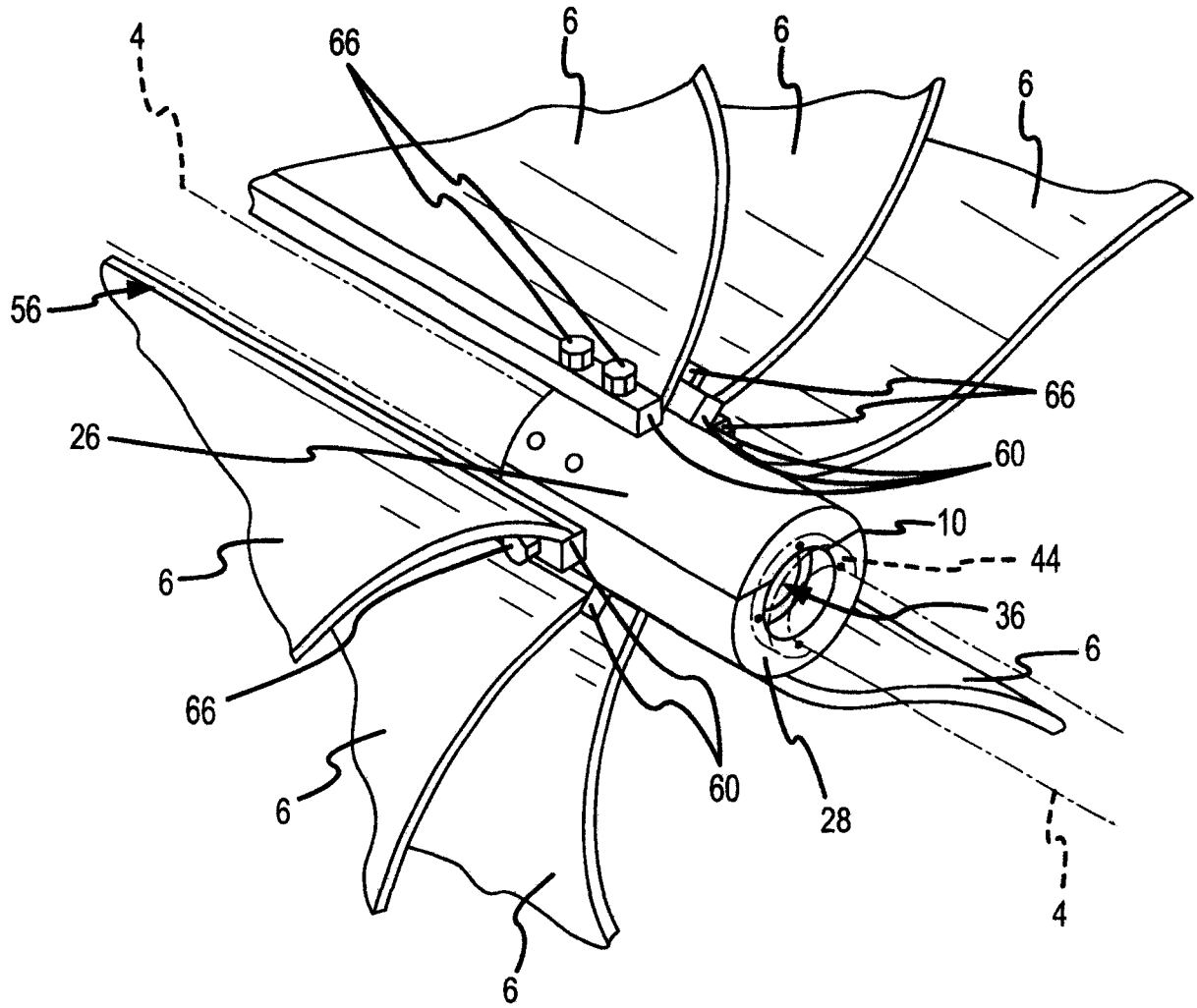
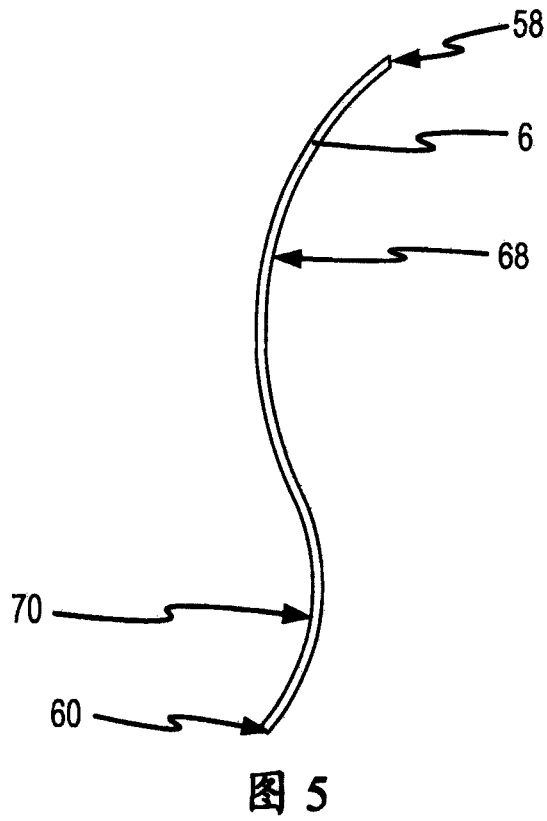
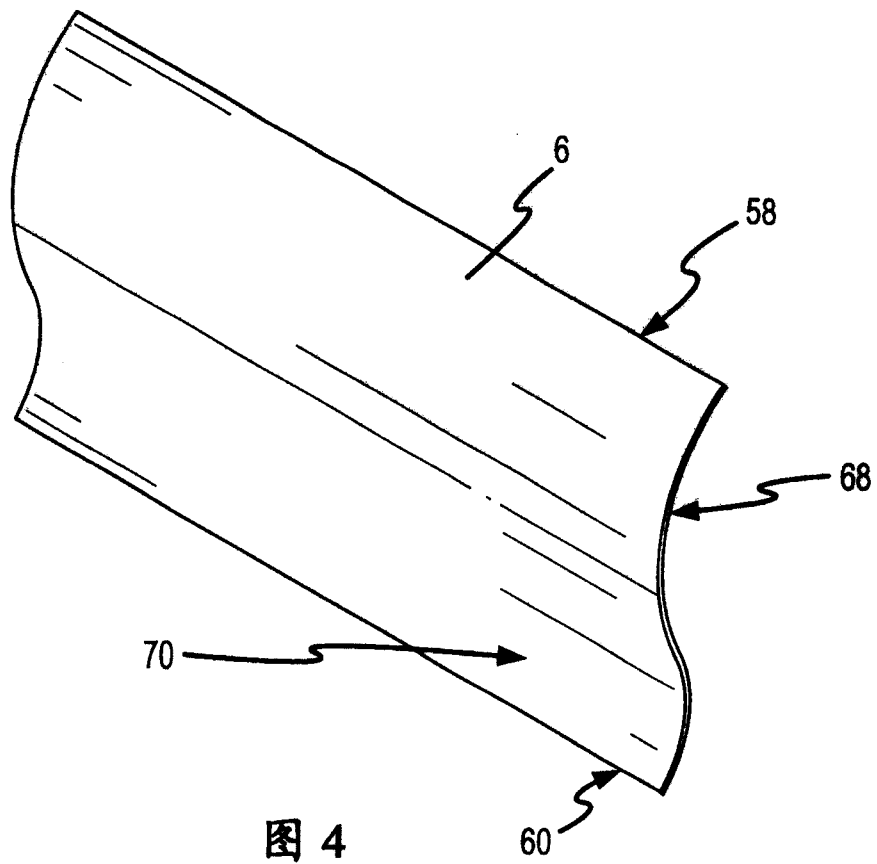


图 3



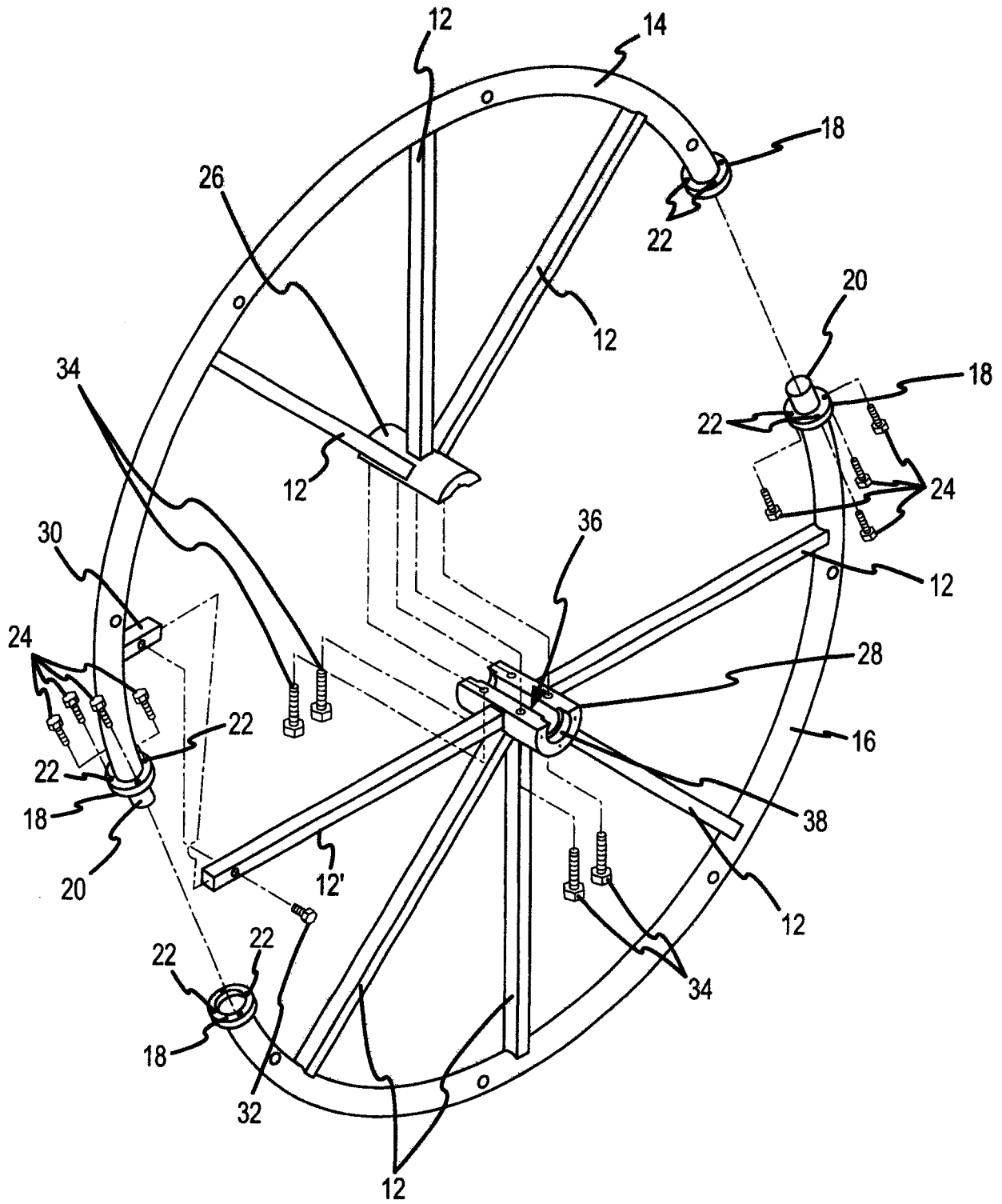


图 6

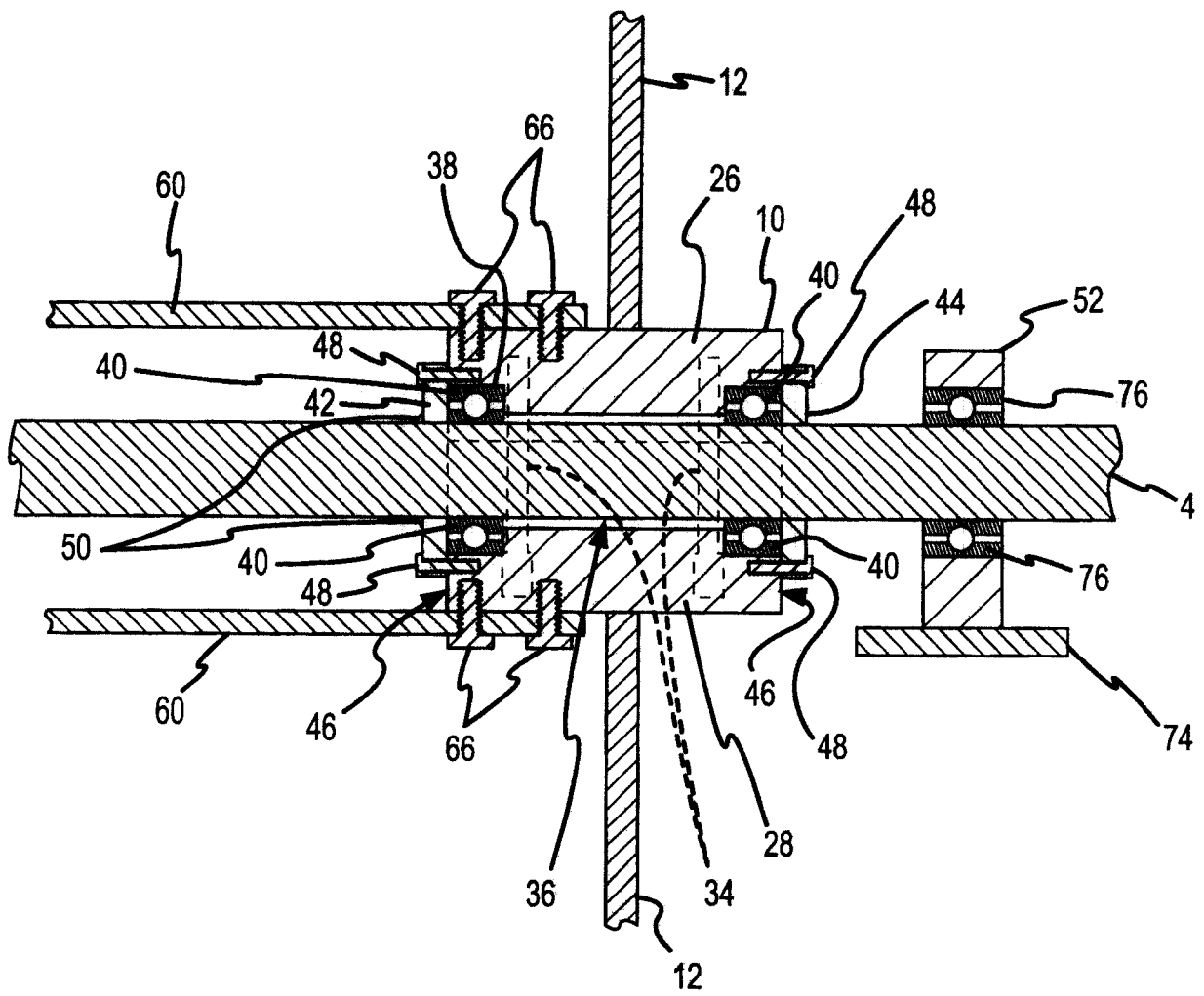


图 7

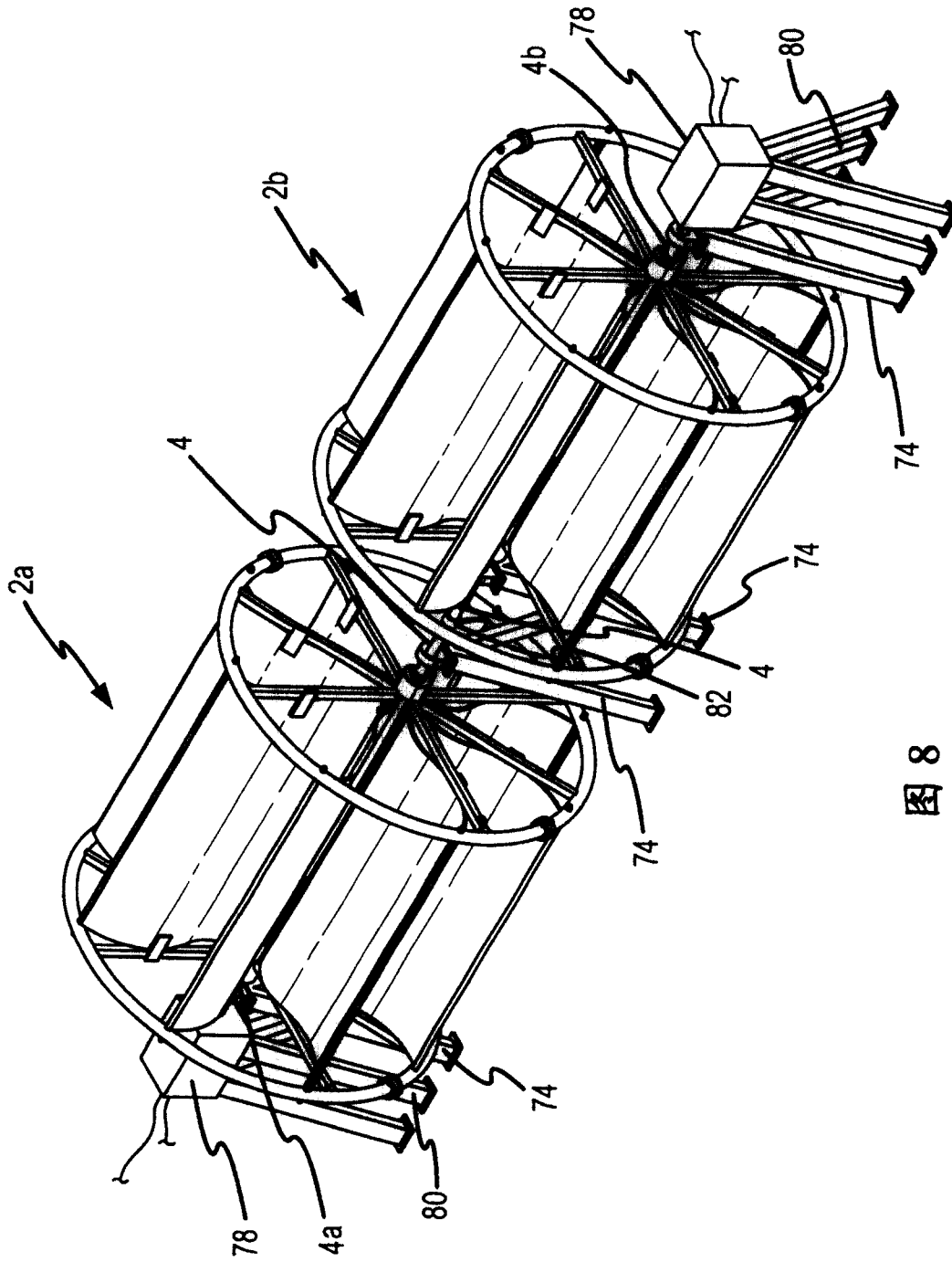


图 8

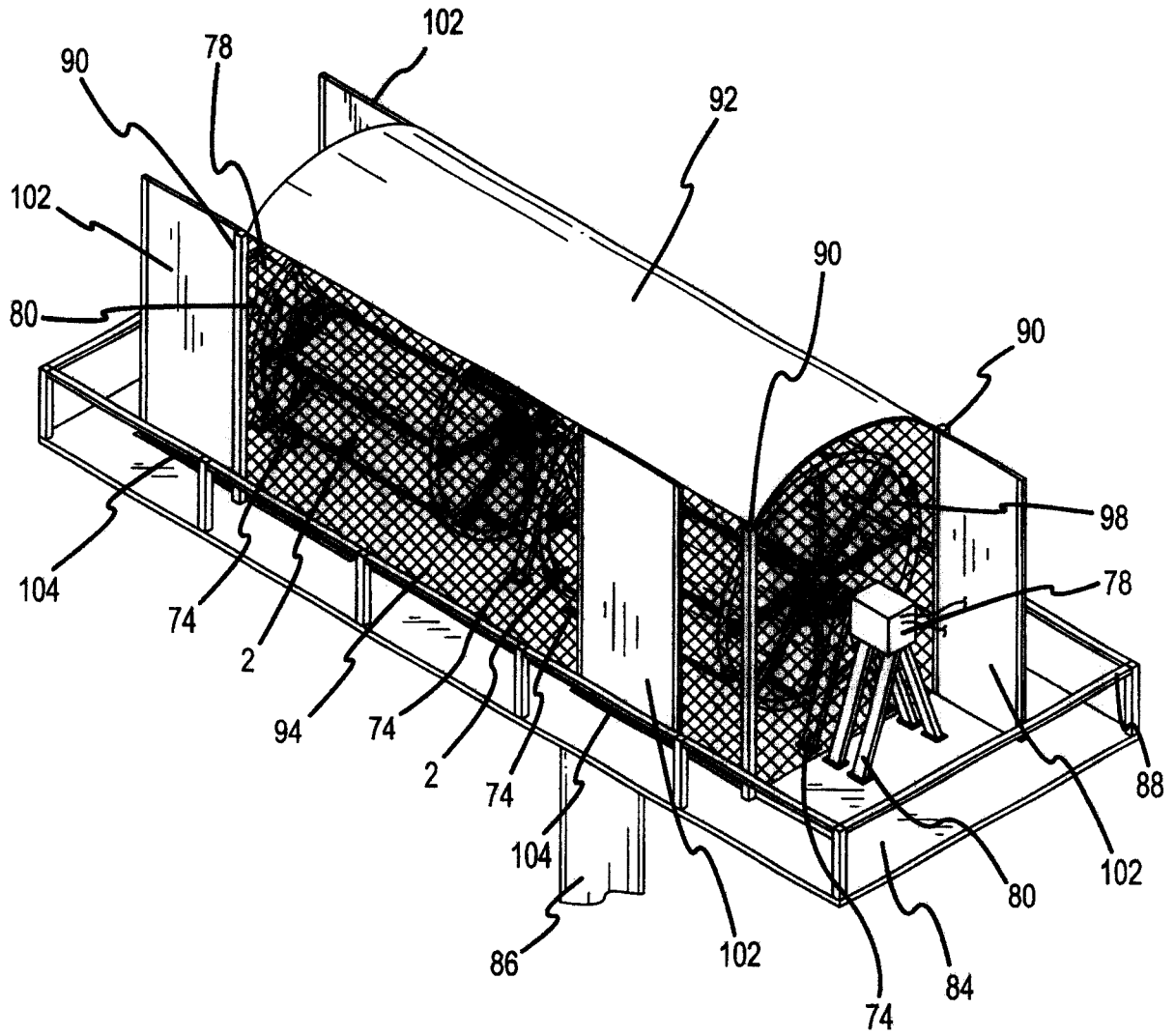


图 9

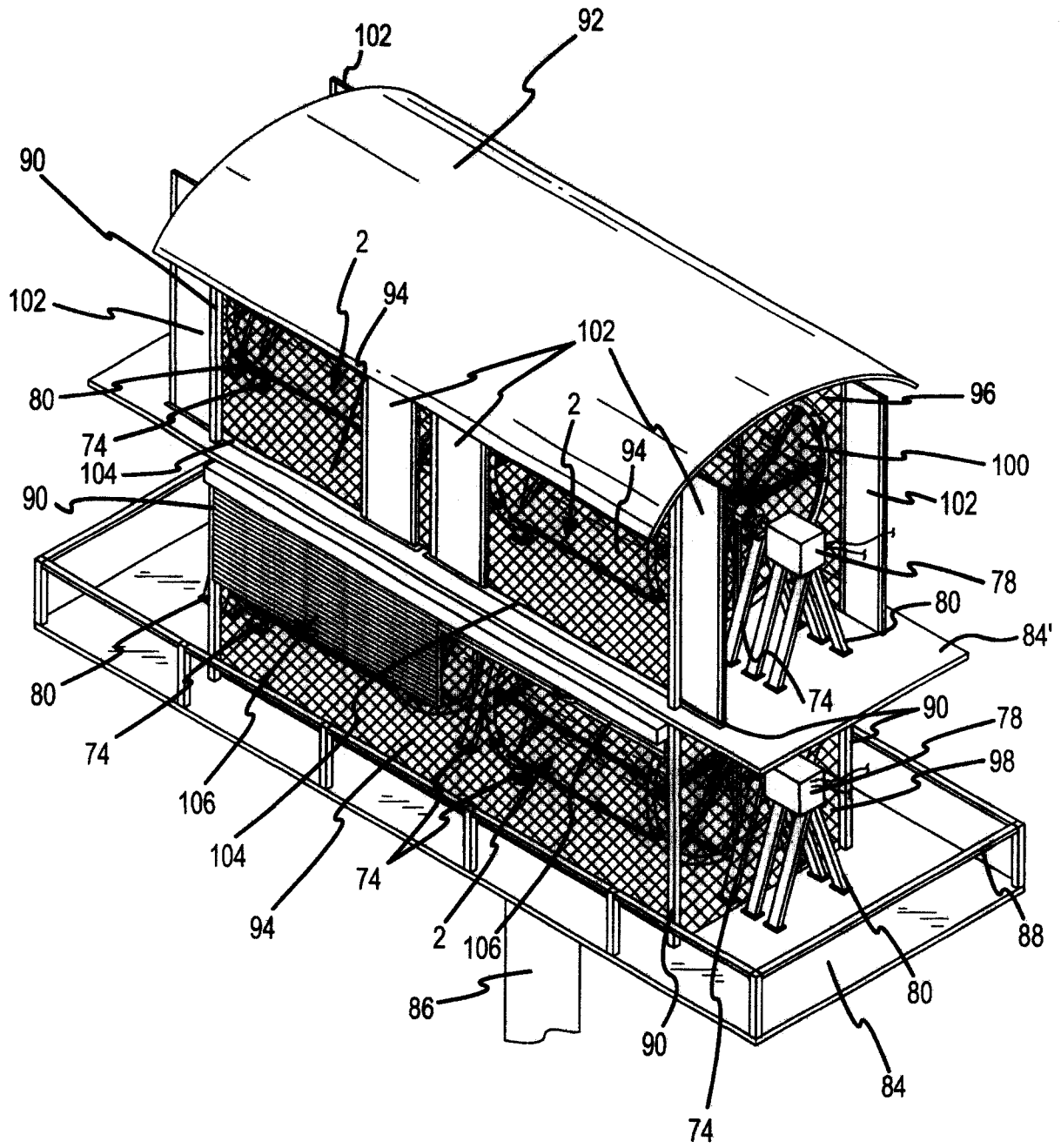


图 10