

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F03D 7/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510119985.0

[43] 公开日 2006年6月7日

[11] 公开号 CN 1782369A

[22] 申请日 2005.10.14

[21] 申请号 200510119985.0

[30] 优先权

[32] 2004.10.14 [33] EP [31] 04024520.1

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 P·罗加尔 P·阿亨贝克

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 张志醒

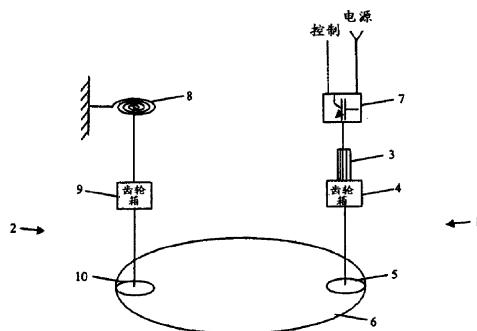
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

[54] 发明名称

用于风力涡轮机的倾角驱动系统

[57] 摘要

提供了一种用于风力涡轮机的倾角驱动系统，其包括用于在正常工作期间调整所述风力涡轮机的转子叶片的倾角的调整驱动装置(1)，所述调整驱动装置包括至少一条传动链(3, 4, 5)；和用于在紧急状况下使转子叶片倾转的应急驱动装置(2)，所述应急驱动装置包括至少一条传动链(8, 9, 10)，其中，应急驱动装置(2)的至少一条传动链(8, 9, 10)与调整驱动装置(1)的至少一条传动链(3, 4, 5)相互独立。



- 1、 用于风力涡轮机的倾角驱动系统，包括：
调整驱动装置（1），用于在正常工作期间调整所述风力涡轮机的转子叶片
5 的倾角，所述调整驱动装置包括至少一条传动链（3，4，5），和
应急驱动装置（2），用于在紧急状况下使转子叶片发生倾转，所述应急驱
动装置包括至少一条传动链（8，9，10），
其中，应急驱动装置（2）的至少一条传动链（8，9，10）与调整驱动装
置（1）的至少一条传动链（3，4，5）相互独立。
- 10 2、 根据权利要求1的系统，其中，应急驱动装置（2）包括至少另外
一条传动链（108，109，110）。
- 3、 根据权利要求1或2的系统，其中，
调整驱动装置和应急驱动装置的传动链每条均包括至少一个致动器（3，
8）、至少一个齿轮箱（4，9）、和小齿轮（5，10）。
- 15 4、 根据权利要求3的系统，其中，调整驱动装置（1）的致动器（3）
包括至少一台电动机。
- 5、 根据权利要求3或4的系统，其中，应急驱动装置（2）的致动器
（8）包括至少一个机械能量储存元件。
- 6、 根据权利要求5的系统，其中，机械能量储存元件是弹簧储存元件
20 或液压储存元件。
- 7、 根据权利要求3至6中任一项的系统，其中，小齿轮（5，10）与
内齿轮（6）的内齿啮合。
- 8、 根据权利要求3至6中任一项的系统，其中，小齿轮（5，10）与
齿轮（6）的外齿啮合。
- 25 9、 根据权利要求7或8的系统，其中，该倾角驱动系统被置于风力涡
轮机的轮毂内部。
- 10、 根据权利要求7或8的系统，其中，该倾角驱动系统至少部分地被
置于风力涡轮机的轮毂外部。
- 11、 一种用于倾角驱动系统的调整驱动装置，包括：
30 用于啮合齿轮（6）的小齿轮（5），

连接到小齿轮(5)的齿轮箱(4),和
至少两个连接到所述齿轮箱(4)的发动机(3', 3'')。

12、 根据权利要求11的调整驱动装置,其中,上述至少两个发动机(3', 3'')是电动机。

5 13、 根据权利要求1至10中任一项的倾角驱动系统,还包括至少一个
根据权利要求11或12的调整驱动装置。

14、 根据权利要求13的倾角驱动系统,还包括至少另外一个根据权利
要求11或12的调整驱动装置。

10 15、 一种风力涡轮机,包括一种根据权利要求1至10或14中任一项的
倾角驱动装置和/或根据权利要求11或12的调整驱动装置。

用于风力涡轮机的倾角驱动系统

5 技术领域

本发明涉及一种用于风力涡轮机的倾角驱动系统，特别涉及这样一种倾角驱动系统，它包括用于在正常工作过程中调整所述风力涡轮机的转子叶片倾角的调整驱动装置，和在紧急状况下使转子叶片发生倾转的应急驱动装置。本发明还涉及具有包括调整驱动装置和应急驱动装置的倾角驱动系统的风力涡轮机。

背景技术

通常，现代风力涡轮机具有可调倾斜角的转子叶片。通过置于转子轮毂上的倾角（pitch）驱动装置，转子叶片可以绕它们的纵轴旋转。通常，倾角驱动装置是由电力或液压致动的。通过调整转子叶片的倾斜角，可以控制风力涡轮机的发电，也可以实现转子的气动制动。具体地，当转子叶片运动至顺桨（feather）位置时会产生制动扭矩。从而，转子叶片保证转子不会被进一步加速并且，因此，转子叶片对风力涡轮机形成气动制动。

转子叶片的气动制动效应也用于在紧急状况下制动转子，例如当发生驱动系统失效时或风力涡轮机处于不受控制的状态时。于是，即使是当例如由于闪电使风力涡轮机被损坏或处于不受控制的状态时，应急系统也能绝对可靠的工作是非常重要的。尤其是，即使是处于断电的情况下，倾角驱动装置也要能发挥作用。

DE19720025 建议采用多余的机械代用系统。其中，倾角驱动装置由储存在弹簧中的能量致动，该弹簧通过与电力调整驱动装置相同的传动链连接到转子叶片上。这样，传动链的结构变得非常复杂。

作为应急备用问题的另一个解决方案，例如 E. Hau 在 Springer-Verlag, 2000, 236 和 237 页的“风力涡轮机（Windturbines）”的章节 8.4.6 中建议向倾角驱动装置提供不间断电源（UPS）。但是，这种方案在风力涡轮机的电子仪器损坏，例如由于闪电造成的情况下可能会失效。

上述现有技术的倾角驱动系统存在的另一问题是，电力驱动系统的失效会

导致风力涡轮机的停机，这样会出现收得率损失。

在 DE10116011 中，提出倾角驱动系统包括多于一个传动链，用于每一个转子叶片。但是，每个传动链包括具有用于应急的备用电池的电动机。于是，DE10116011 中的倾角驱动系统在风力涡轮机的电子设备损坏，例如由于闪电造成的情况下还是倾向于失效。

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种可以至少部分地克服现有技术中存在的上述问题的倾角驱动系统。此外，本发明的一个目的是提供一种具有改进的倾角驱动系统的风力涡轮机。

上述目的通过根据权利要求 1 的倾角驱动系统、根据权利要求 11 的调整驱动装置和根据权利要求 15 的风力涡轮机来实现的。本发明的其它方面、优点和特性根据从属权利要求、说明书和附图是显而易见的。

下文中，术语“控制驱动装置”和“调整驱动装置”是可以互换使用的。同样，术语“应急驱动装置”和“辅助驱动装置”也是可以互换使用的。

根据本发明的第一方面，提供了一种用于风力涡轮机的倾角驱动系统，它具有用于在正常工作状况下控制所述风力涡轮机的转子叶片的倾角的控制驱动装置和用于倾转转子叶片以实现应急停机的辅助驱动装置。控制驱动装置和辅助驱动装置每个均包括驱动部分，这些驱动部分是彼此分离的。

调整驱动装置和应急驱动装置的传动链的分离降低了单个传动链组件的复杂度。此外，倾角驱动系统可以以模块化方式进行设计，这样不仅可以有利于系统的装配，还可以提高操作的安全性和可靠性。尤其是，消除了由于调整驱动装置的齿轮箱失效所造成的应急驱动装置不可操作的风险。这种可靠性方面对于维护成本高昂、复杂并且维护时间间隔很长的近海应用（off-shore application）来说尤为重要。

根据本发明的另一个实施例，应急驱动装置包括至少另外一条传动链。

因此，提供了应急驱动装置的另外的裕量，使得倾角驱动系统的操作安全性和可靠性得到了进一步的提高。具体地，由于提高了裕量，因此将应急驱动装置分为两个或多个独立的传动链降低了应急驱动装置失效的风险。该实施例的另一个优点是可以建立应急驱动装置的模块化结构。例如，提供预定扭矩的应急驱动装置模块可以被独立地生产出来，而与风力涡轮机倾角驱动装置无

关。在形成所需尺寸的应急驱动装置时，将足够数目的这些模块组装起来以提供需要的总扭矩用于将转子叶片顺桨。此外，可将多于必需数目的应急驱动装置模块组装起来以提供裕量，这样，即使在一个或多个应急装置模块失效的情况下也可以提供足够的扭矩。

5 根据本发明的另一个方面，提供了用于倾角驱动系统的控制驱动装置，它包括用于与齿轮啮合的小齿轮、连接到该小齿轮的齿轮箱、和至少两个连接到上述齿轮箱的发动机。

当其中一个发动机失效时由于另一个发动机仍可以操作调整驱动装置，因此根据该方面的调整驱动装置可以防止系统停机。从而，该风力涡轮机可以保持运行并且生产率不会降低。此外，用于调整驱动装置的裕量需求并不像应急驱动装置那样高。因此。对于调整驱动装置来说，发生齿轮箱失效的小风险是可以接受的。关于调整驱动装置的更重要的方面是发动机连接到同一齿轮箱上，因此节省了空间。

附图说明

15 结合参照附图，说明书的其它部分更加具体地描述了包括最佳实施例在内的本发明完整的公开内容，其中：

图 1 示出了根据本发明的第一方面的倾角驱动系统。

图 2 示出了根据本发明的一个实施例的倾角驱动系统。

图 3 示出了根据本发明的第二方面的调整驱动装置。

20 图 4 示出了根据本发明的一个实施例的应急驱动装置。

图 5 示出了根据本发明的另一个实施例的倾角驱动系统。

图 6 示出了根据本发明的又一个实施例的倾角驱动系统。

图 7 示出了根据本发明的又一个实施例的倾角驱动系统。

图 8 示出了根据本发明的又一个实施例的倾角驱动系统。

25 图 9 示出了根据本发明的另一个实施例的倾角驱动系统。

图 10 示出了根据本发明的又一个实施例的倾角驱动系统。

图 11 示出了根据本发明的又一个实施例的倾角驱动系统。

具体实施方式

本发明的各种实施例都将会作详细的说明，附图中描绘了这些实施例的一个或多个实例。提供每个实例都是用于对本发明的解释，并不意味着对本发明

的限定。例如，作为一个实施例的一部分进行图示或描述的特征可以用于或结合其它实施例以形成另一个实施例。这意味着本发明包括这些修改和变化。

图 1 示出了根据本发明第一方面的本发明的一个实施例。其中，该倾角驱动系统包括调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2。该调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2 包括独立的传动链。从而，相对于调整驱动装置和应急驱动装置共享一条传动链的情况，独立传动链组件 1, 2 的复杂性降低了。

调整驱动装置 1 包括致动器 3、齿轮箱 4 和小齿轮 5。致动器 3 和齿轮箱 4 连接到一起，并且小齿轮 5 与内齿轮 6 的内齿啮合。致动器 3 通过伺服放大器 7 连接到电源和控制单元（未示出）。通常，致动器 3 是电动机，例如，直流电动机或三相异步电动机。此外，致动器 3 可以包括液压元件。

应急驱动装置 2 包括致动器 8、齿轮箱 9 和小齿轮 10。致动器 8 和齿轮箱 9 连接到一起，并且小齿轮 10 与内齿轮 6 的内齿啮合。通常，致动器 8 是机械能量储存装置，例如，弹簧储存装置。此外，致动器 8 还可以包括液压储存装置。

在正常工作中，通过调整驱动装置 1 控制与齿轮 6 连接的转子叶片的倾角。为此，向伺服放大器 7 提供控制信号并向发动机 3 提供动力。将发动机 3 的发动机扭矩通过齿轮箱 4 和小齿轮 5 提供到齿轮 6。从而，转子叶片绕着它的纵轴旋转。

当紧急情况发生并且倾角驱动系统的电气部分失效时，储存在致动器 8 中的机械能被释放，并且通过齿轮箱 9 和小齿轮 10 将扭矩提供到齿轮 6。从而，转子叶片绕着它的纵轴旋转至顺桨位置并且风力涡轮机被制动。通常，例如在国际专利申请 PCT/EP2004/008444 中描述的机械能量储存在弹簧储存装置中，这里将其引入以供参考。此外，也可以使用液压元件将机械能以液压的形式储存起来。

本发明的另一个实施例参照附图 2 进行说明。其中，倾角驱动系统包括与图 1 中所示相同的调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2。但是，调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2 的小齿轮 5 和 10 与齿轮 6 的外齿啮合。

接下来，参照图 3 说明本发明的第二方面。其中，示出了调整驱动装置。与图 1 和图 2 中的调整驱动装置不同的是，此实施例的调整驱动装置包括连接到同一个齿轮箱 4 的第一和第二致动器 3', 3''。根据本实施例的调整驱动装置，

在只有其中一个致动器失效时由于另一致动器仍可操作调整驱动装置，因此可以防止系统停机。从而，尽管倾角速度可能会降低，但该风力涡轮机可以继续工作并且产量不会降低。通常，致动器 3'，3''是电动机，例如，直流电动机或三相异步电动机。此外，每个致动器 3'，3''均可以包括液压元件。每个致动器 5 3'，3''都通过各自的伺服放大器 7'，7''连接到电源和控制单元。

图 4 示出了根据本发明另一个实施例的应急驱动装置。其中，第一致动器 8'和第二致动器 8''都连接到同一齿轮箱 9。从而，在紧急状况下可提供两倍扭矩。此外，应急驱动装置的裕量增加从而使得应急驱动装置更不可能失效。

图 5 示出了根据本发明的与图 1 中实施例具有相似结构的另一个实施例。10 但是，在该实施例中调整驱动装置 1 是根据图 3 中所示实施例构成的，也就是说，它包括两个连接到同一齿轮箱 4 的发动机 3'，3''。类似地，应急驱动装置 2 是根据图 4 中所示的实施例构成的，也就是说，它包括两个连接到相同齿轮箱 9 的机械能量储存装置 8'，8''。调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2 的小齿轮 5，10 与内齿轮 6 的内齿啮合。

图 6 中示出了一个与图 5 中所示实施例类似的替换实施例。其调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2 的原理设计与图 5 中所示的实施例是相同的。但是，小齿轮 5，10 与齿轮 6 的外齿啮合。15

由于图 5 和图 6 中所示实施例的裕量增加，因此调整驱动装置 1 或应急驱动装置 2 失效的风险都可显著地降低。

图 7 示出了本发明的另一个实施例。其中，调整驱动装置 1 是根据图 3 中的实施例构成的，也就是说，它包括两个连接到同一齿轮箱 4 的发动机 3'，3''。但是，应急驱动装置 2 包括两条独立的传动链，它们中的每一条都具有机械能量储存装置 8，108、齿轮箱 9，109、和小齿轮 10，110。调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2 的小齿轮 5，10，110 与内齿轮 6 的内齿啮合。20

图 8 中示出了一个与图 7 中的实施例相类似的替换实施例。其调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2 的原理设计与图 7 中所示的实施例相同。但是，小齿轮 5，10，110 与齿轮 6 的外齿啮合。25

与图 5 和图 6 所示的实施例相比，图 7 和图 8 中的实施例给出了应急驱动装置 2 进一步提高的裕量。具体地，由于两个齿轮箱 9,109 非常不可能同时失效，所以由于齿轮箱 9，109 失效而造成的严重损坏也显著的降低。此外，根30

据图 7 和图 8 的布置是有利的，因为可以使用具有预定工作扭矩的预制应急驱动装置模块。从而，模块的设计可以独立于倾角驱动装置的实际设计。在组装倾角驱动装置时，可以使用足够数目的应急驱动装置模块以使它们的总扭矩足以将转子叶片倾转到顺桨位置。这考虑了模块设计，并且因此，降低了倾角驱动系统的制造成本并同时增强了系统的工作可靠性。

如图 9 所示，可在调整驱动装置 1 上采用相同的模块设计理念。其中，调整驱动装置 1 包括两条独立的传动链，每条包括两个致动器 3', 3'', 103', 103''、齿轮箱 4, 104、和小齿轮 5, 105。从而，在调整驱动装置 1 上可以实现如上述参考图 7 和图 8 描述的模块设计的相同优点。

最后，图 10 中示出了图 7、图 8 和图 9 中的实施例的组合。其中，调整驱动装置 1 和应急驱动装置 2 都包括两条独立的传动链，这样，这种设计提供了最大的模块性和裕量。

图 11 中示出了对应于图 7 中实施例的一个本发明的具体实施例。其中，调整驱动装置包括两个连接至具有三个行星级的齿轮箱 4 的交流伺服电动机 3', 3''。齿轮箱提供的传动比为 206。齿轮箱 4 的输出轴连接到小齿轮 5，小齿轮 5 与内齿轮 6 的内齿啮合。内齿轮 6 是转子叶片轴承的一部分。小齿轮 5 与齿轮 6 之间的传动比为 14.32。应急驱动装置包括两条独立的传动链，其中每条均包括高达 8 圈的弹簧储存装置 8,108、具有一个传动比为 5.2 的行星级的齿轮箱 9, 109、和与内齿之间的传动比也是 14.32 的小齿轮 10, 110。

应当理解根据上述任一描述的实施例的倾角驱动系统可以置于转子轮毂内部或至少部分地位于转子轮毂的外部。此外，应当理解在调整驱动装置和应急驱动装置中也可以提供多于两条的传动链。同样，每个应急传动链可以包括超过一个或两个机械能量储存装置。另外，上述实施例的每种组合都在本发明的范围之内。特别地，在这些组合的每一个中，小齿轮既可以与内齿啮合，也可以与外齿啮合。

此外，根据本发明的另一方面，提供了具有根据上述任一实施例的倾角驱动系统的风力涡轮机。从而，提供了具有可靠性高、易于维护并且易于组装倾角驱动系统的风力涡轮机。这样的风力涡轮机在近海应用中是特别有优势的。

这样已对本发明进行了详细描述，对于本领域的技术人员来说，在不背离所附权利要求的精神和范围的前提下做出各种修改都是显而易见的。

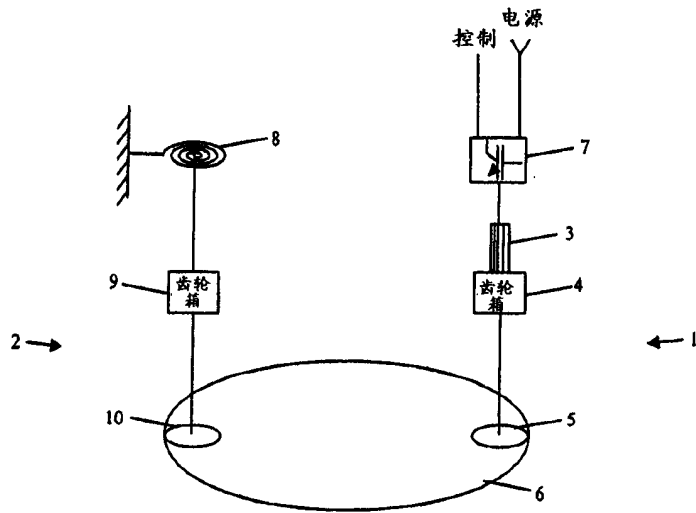


图 1

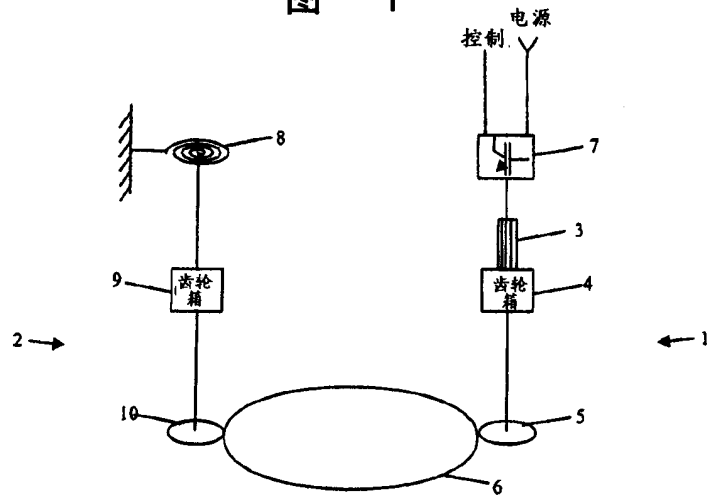


图 2

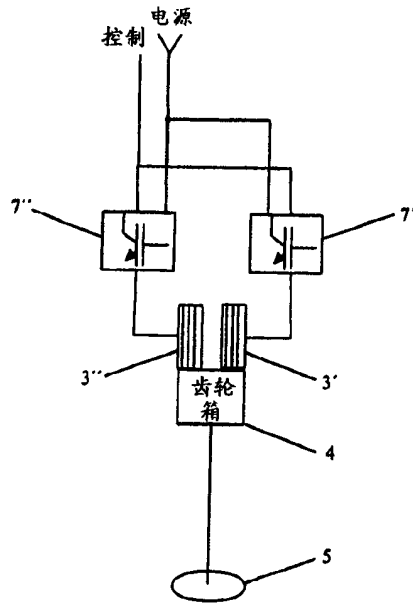


图 3

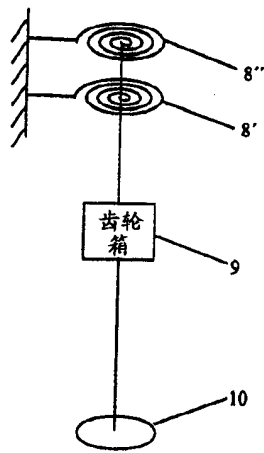


图 4

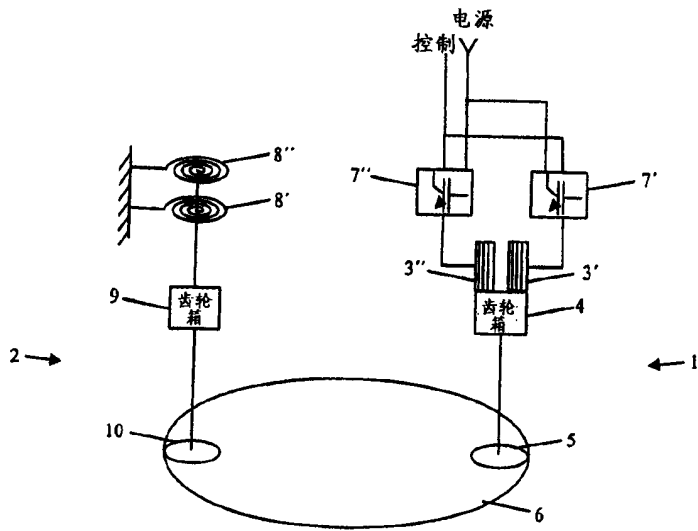


图 5

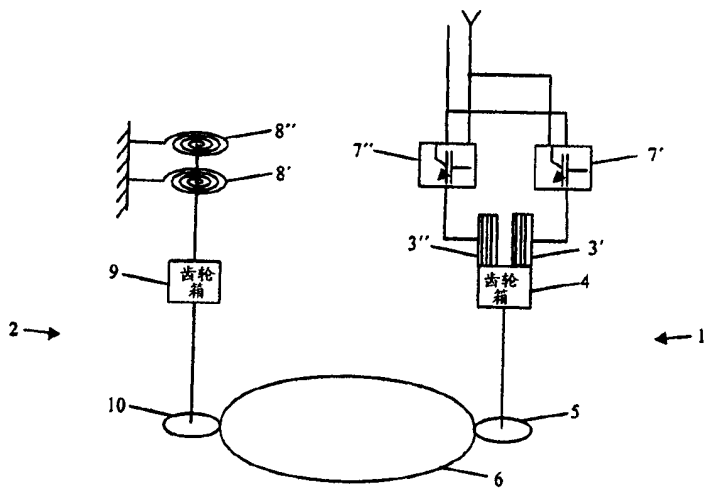


图 6

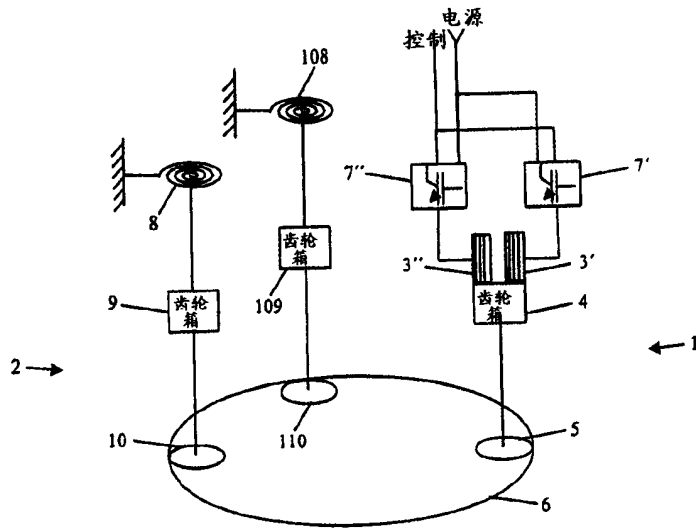


图 7

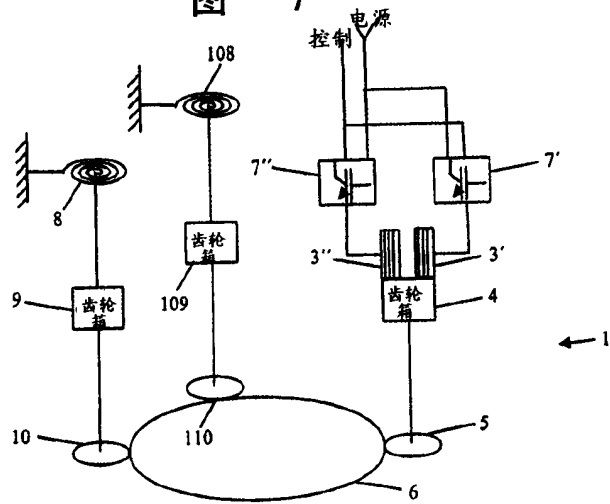


图 8

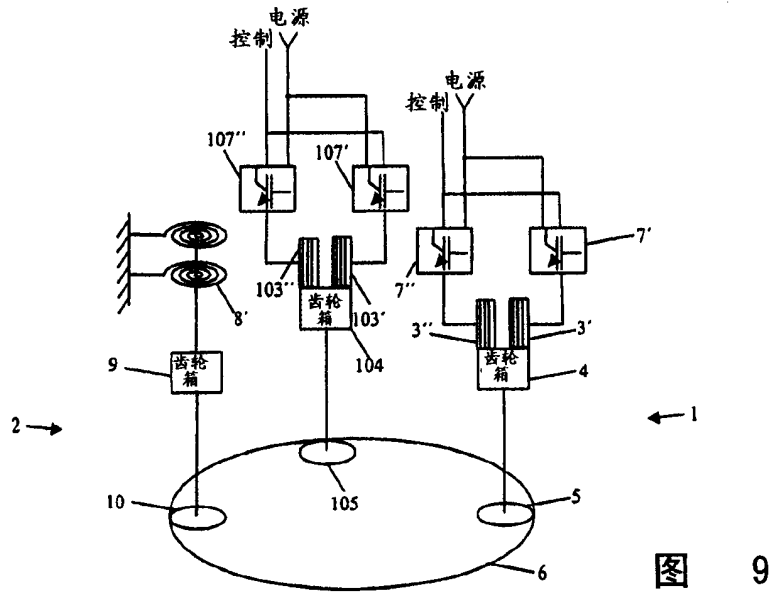


图 9

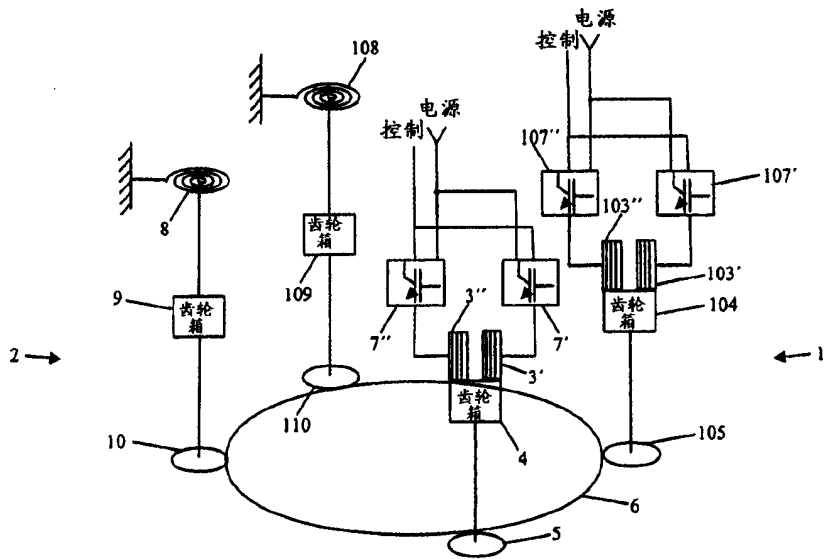


图 10

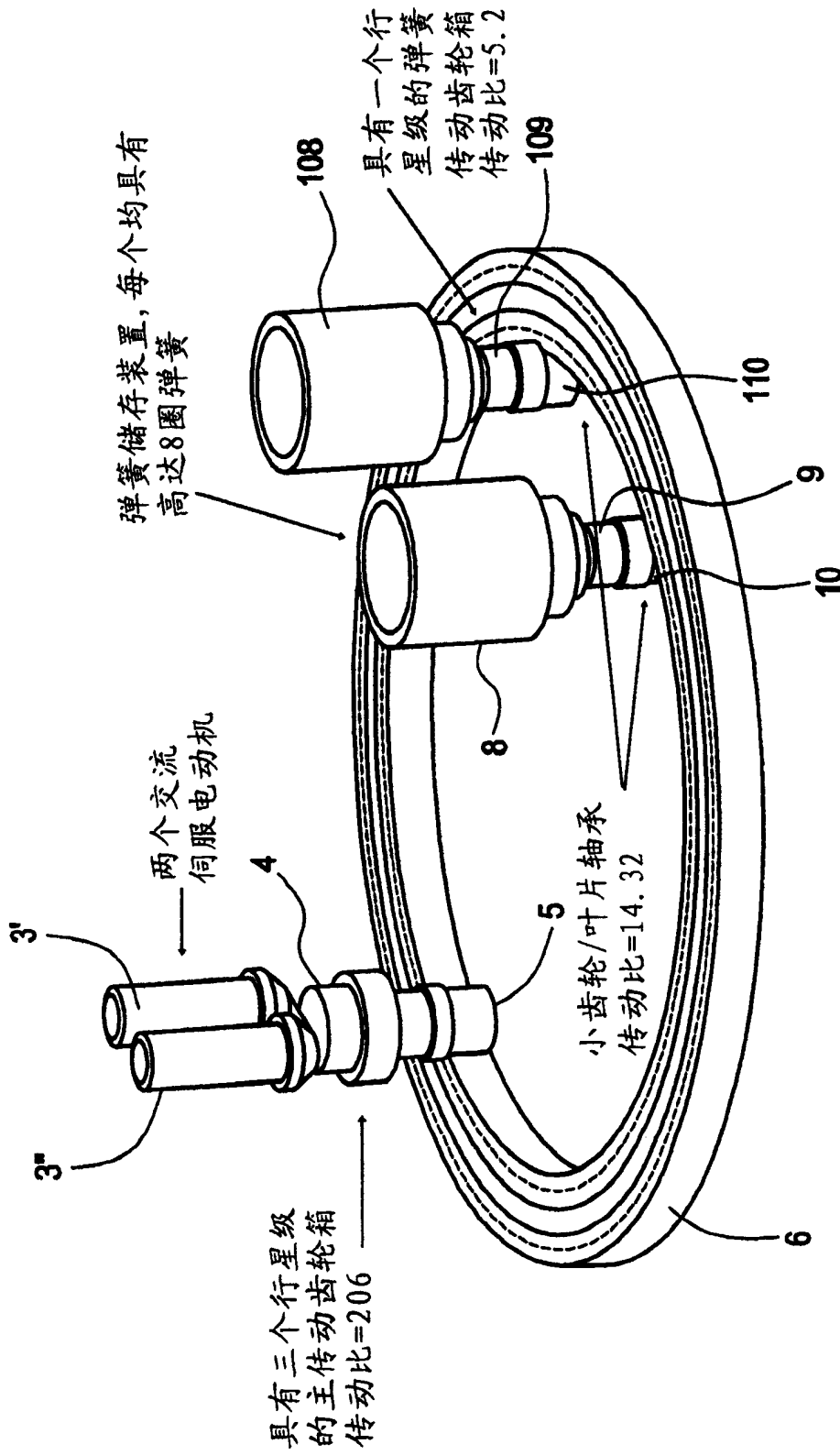


图 11