



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102052267 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 201010545181. 8

(22) 申请日 2010. 11. 04

(30) 优先权数据

12/612501 2009. 11. 04 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 D·S·佩塞特斯基 王京

W·哈安斯 K·R·柯特利

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 杨楷

(51) Int. Cl.

F03D 11/02(2006. 01)

F03D 7/04(2006. 01)

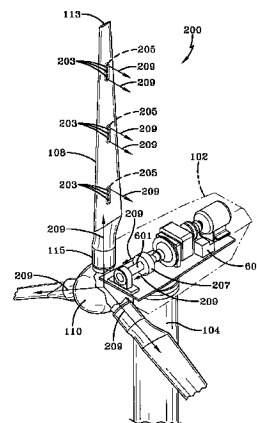
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 12 页

### (54) 发明名称

从风力涡轮机叶片表面或向其提供流体流的系统和方法

### (57) 摘要

本发明涉及从风力涡轮机叶片表面或向其提供流体流的系统和方法。具体而言,涉及风力涡轮机叶片系统(200),该风力涡轮机叶片系统(200)具有可旋转地连接到风力涡轮机(100)转子(106)上的叶片(108)。该系统还包括控制器(605)和一个或多个沿着叶片(108)至少一个表面布置的孔(203),以及设置并布置成提供流体至或自该一个或多个孔(203)的流体移动装置(207)。提供受控的流体量至该一个或多个孔(203)。该流体量由控制器(605)所确定。还公开了风力涡轮机(100),以及用于操作风力涡轮机(100)的方法。



1. 一种风力涡轮机叶片系统 (200), 其包括:  
控制器 (605);  
可旋转地连接到风力涡轮机 (100) 转子 (106) 上的叶片;  
一个或多个孔 (203), 其沿着所述叶片 (108) 的至少一个表面布置; 和  
流体移动装置 (207), 其设置并布置成提供流体至所述一个或多个孔 (203) 或自所述一个或多个孔 (203) 提供流体;  
其中, 由所述控制器 (605) 所确定的受控量的所述流体被提供至所述一个或多个孔 (203)。
2. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 还包括能测定操作条件的传感器。
3. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 所述孔 (203) 设置并布置在所述叶片 (108) 上, 以在所述流体提供至所述一个或多个孔 (203) 时, 改变所述叶片 (108) 的空气动力特性或负载。
4. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 提供足够的流体至所述一个或多个孔 (203), 以改变所述叶片 (108) 的升力。
5. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 所述孔 (203) 设置并布置在所述叶片 (108) 上, 以在从所述一个或多个孔 (203) 中吸出所述流体时, 改变所述叶片 (108) 的空气动力特性或负载。
6. 根据权利要求 5 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 从所述孔中吸出足够的流体, 以减少或消除空气动力学边界层。
7. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 还包括流体管道设置。
8. 根据权利要求 7 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 所述流体管道设置包括布置在其中的可调阻挡装置。
9. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 所述流体移动装置 (207) 是鼓风机。
10. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片系统 (200), 其特征在于, 所述孔设置成可控地允许流体流通过。

## 从风力涡轮机叶片表面或向其提供流体流的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及风力涡轮机,并且具体而言,涉及用于改变风力涡轮机叶片空气动力特性的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 随着对可替代能源需求的延续,风能和风力涡轮机的利用已经日益受到关注。风能可被认为是目前可用的最清洁、对环境最友好的能源之一。与传统化石燃料资源不同,风能是完全可再生的,并且不产生有害的或破坏环境的副产物。随着对从风能产生更多能量的日益关注,本领域中的技术进展已允许风力涡轮机的尺寸增加,并允许风力涡轮机构件的新设计。随着风力涡轮机的实际尺寸和可利用率增加,平衡制造风力涡轮机成本和操作风力涡轮机成本的需求也增加,以进一步允许风能比其它能源在成本上更具有竞争性。

[0003] 现在的风力涡轮机典型地包括塔架、发电机、齿轮箱、机舱(nacelle)及一个或多个叶片。叶片利用本领域中已知的空气动力学原理捕获风的动能。叶片以旋转能量的形式传递动能,使得将叶片连接到齿轮箱上的轴转动,或者如果不使用齿轮箱,直接连接到发电机上。发电机然后将机械能转换成可配置到公用电网(utility grid)的电能。

[0004] 叶片的尺寸、形状和重量是影响风力涡轮机能量效率(energy efficiency)的因素。例如,增加叶片尺寸可增加风力涡轮机的发电量,而减小重量也可提高风力涡轮机的价值。目前,大的商业风力涡轮机能产生 1.5MW 到 5MW 之间的功率。增加叶片尺寸和提高叶片空气动力特性的努力有助于风力涡轮机技术及利用风能作为可替代能源的不断发展。目前的风力涡轮机叶片在改变其空气动力特性方面仍具有有限的能力。

[0005] 因此,通过提供流体例如空气到叶片的表面上从而提供改变并因而提高其空气动力特性及风力涡轮机操作的系统和方法将是有利的。尤其是,以影响叶片空气动力特性例如升力的方式而提供受控的流体量到叶片表面上,将是有利的。

### 发明内容

[0006] 本发明的一个方面包括风力涡轮机叶片系统,其具有控制器和可旋转地连接到风力涡轮机转子上的叶片。该系统还包括沿着叶片至少一个表面布置的一个或多个孔,以及设置并布置成提供流体至该一个或多个孔或自该一个或多个孔提供流体的流体移动装置(fluid moving device)。提供受控的流体量至该一个或多个孔,且该受控的量由控制器所确定。

[0007] 本发明的另一方面包括控制器和多个可旋转地连接到风力涡轮机转子上的叶片。多个叶片的其中至少一个包括一个或多个孔。流体移动装置设置并布置成提供流体至该一个或多个孔或自该一个或多个孔提供流体。受控的流体量被提供至该一个或多个孔,且该受控的量由控制器所确定。

[0008] 本发明的还有另一个方面包括用于操作风力涡轮机的方法。该方法包括,提供具有一个或多个孔的叶片。该方法还包括,测定操作条件。根据所测定的操作条件确定所需

的流体流的量。该流体量被提供至该孔或自该孔提供。

[0009] 本发明的一个优点包括,能可控地改变风力涡轮机叶片的空气动力特性。

[0010] 本发明的另一优点包括,能使流体例如空气在风力涡轮机的构件之上流动,以用于例如在机舱中的冷却。

[0011] 本发明的还有另一个优点是,能以受控的方式控制在各个叶片之上的流体流,以平衡或者说控制各个叶片的空气动力特性或负载。

[0012] 本发明的还有另一个优点是,能将测量方法与包括反馈的控制系统结合,以更好地控制叶片的空气动力特性。

[0013] 从下面更详细描述的首选实施例中,并结合以示例的方式显示本发明原理的附图,本发明的其它特征和优点将变得显而易见。

## 附图说明

[0014] 图 1 是一风力涡轮机的示例性构造的示意图。

[0015] 图 2 包括一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0016] 图 3 包括根据一实施例的孔模块的放大图。

[0017] 图 4 包括另一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0018] 图 5 包括还有另一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0019] 图 6 包括还有另一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0020] 图 7 包括还有另一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0021] 图 8 包括还有另一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0022] 图 9 包括还有另一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0023] 图 10 包括还有另一示例性风力涡轮机叶片系统的局部剖视图。

[0024] 图 11 包括根据一实施例的叶片的透视图。

[0025] 图 12 包括一示例性可调阻挡装置 (variable blockage device) 的透视图。

[0026] 图 13 包括一种示例性方法的结构图。

[0027] 在附图中尽可能使用相同的附图标记来表示相同的或类似的部件。

## 具体实施方式

[0028] 下面的详细描述包括对附图的引用,附图也形成详细描述的一部分。附图通过图例的方式显示了可实施本发明的特定实施例。这些实施例,其在本文中也指为“示例”,被足够详细地描述以使本领域技术人员能实施本发明。可组合这些实施例,也可利用其它实施例,或可作出不脱离本发明范围的结构性的、逻辑性的或电气式的改变。因此,下面的详细描述不意图局限本发明,而且本发明的范围由所附权利要求和它们的等同物而限定。

[0029] 在本文中,用语“一”或“一个”,如专利文献中常见的那样,用来指包括一个或多于一个。在本文中,用语“或”用来指非排他性的“或” (nonexclusive or),除非另外指明。

[0030] 参见图 1,其公开了一个示例性风力涡轮机 100。风力涡轮机 100 包括安装在高塔架 104 顶上的机舱 102,在图 1 中仅仅显示了塔架 104 的一部分。机舱 102 容纳涡轮机构件,例如发电机 (未示出)、齿轮箱 (未示出)、控制装置 (未示出) 和其它涡轮机构件。风力涡轮机 100 还包括风力涡轮机转子 106,其包括一个或多个连接到旋转轮毂 110 上的叶

片 108。虽然图 1 中所示的风力涡轮机 100 包括三个叶片 108,但是,对于可用的叶片 108 数量并没有特别的限定。叶片 108 可包括中空的增强复合材料结构,其由已知用来形成叶片 108 的任何合适材料制成。如图 1 中所示,每个叶片 108 具有从叶尖 113(图 1) 延伸至叶根 115 或叶根部分的翼型 (airfoil) 部分 111,其可连接到风力涡轮机的轮毂 110 上。塔架 104 的高度基于本领域中已知的因素和条件而选择。

[0031] 不管叶片 108 在图 1 中如何显示,转子 106 可具有任何形状的叶片 108,并且可具有任何类型和 / 或任何构造的叶片 108,无论是否在本文中描述和 / 或显示了这样的形状、类型和 / 或构造。另一种类型、形状和 / 或构造的叶片 108 的一个示例是管道式转子 (ducted rotor) (未示出),其具有容纳在管道 (未示出) 中的涡轮机 (未示出)。另一种类型、形状和 / 或构造的叶片 108 的另一个示例是达里厄型风力涡轮机 (Darrieus wind turbine),有时也被称为“打蛋器型”涡轮机。另一种类型、形状和 / 或构造的叶片 108 的还有另一个示例是 Savonius 型风力涡轮机。另一种类型、形状和 / 或构造的叶片 108 的还有另一个示例是传统的用来取水的风车,例如但不限于,具有木制挡板 (wooden shutter) 和 / 或织物帆 (fabric sail) 的四叶片转子。而且,在一些实施例中,风力涡轮机 100 可以是,其中转子 106 大体上朝着上风向以利用风能产生动力的风力涡轮机,和 / 或可以是其中转子 106 大体上朝着下风向以利用风能产生动力的风力涡轮机。当然,在任何实施例中,转子 106 可以不是准确地朝着上风向和 / 或下风向,而可大体上朝着相对风的方向以从其能量中产生动力的任何角度 (角度可以是可变的)。

[0032] 参见图 2,此发明包括具有多个孔 203 的风力涡轮机叶片系统 200,孔 203 布置在叶片 108 上的孔模块 205 中。孔 203 设置成允许从叶片 108 内部到叶片 108 外部的流体通过。孔 203 也可设置成吸收外部流并将其传输到叶片 108 内部中。虽然孔 203 显示成作为孔模块 205 的部分,但是,本发明并不限于这样。在其它实施例中,孔 203 可直接形成到叶片 108 中,或可单独地或者组合在一起。孔模块 205 从叶片 108 内部提供可控的流体流到叶片 108 外部。在另一个实施例中,孔 203 从叶片 108 外部提供可控的流体流到叶片 108 内部。孔 203 和孔模块 205 可包括允许所控制的流体流通过的任何合适的几何形状或构造。在一个实施例中,模块 205 包括孔 203,其具有可提供定向或导向的几何形状,使得沿预定的方向引导穿过孔 203 流动的流体。用来引导该流体的合适构造可包括管道、喷嘴、可调阻挡装置、滑阀 (buiding valve)、百页窗板 (louver) 或其它流体引导构造,其可固定或可调整,以沿预定方向提供流体流。在其它实施例中,孔 203 可允许不规则的或不受限的流体流。本发明的叶片系统 200 还包括流体移动装置 207,例如但不限于,鼓风机 (blower)、风扇、压缩机、泵或能使流体移动或加速的其它装置。如所示的,流体移动装置 207 将流体流 209 引导到叶片 108 的内部部分。在一个实施例中,提供至孔 203 的流体是空气。可在任何合适位置将空气吸入涡轮机中。例如,可在机舱 102 中提供通气孔 (vent),以允许将空气吸入到系统 200 中。在其它实施例中,可利用叶片 108 或轮毂 110 中的通气孔来吸入空气。另一个实施例可包括经由一组孔 203 将空气吸入系统 200 中,并将空气提供至第二组孔 203。虽然空气被作为合适的流体描述,但是其它流体,例如气体,包括加压的或加热的气体,或流体,例如水或其它液体,可被提供至孔 203。

[0033] 在一个实施例中,孔模块 205 包括流体限制装置 301 (fluid restricting device) (见图 3)。流体限制装置 301 可包括板或实心构件,其可选择性地阻挡孔模块 205 的一个

或多个孔 203,以限制流体流。

[0034] 参见图 4,本发明包括风力涡轮机叶片系统 200 的另一个实施例,其具有布置在孔模块 205 上的多个孔 203。系统 200 包括上面图 1 中所示和所公开的叶片 108、具有孔 203 的孔模块 205 和轮毂 110 的设置。另外,系统 200 包括排出管道 401(exhaust duct)和吸入管道 403(suction duct)。排出管道 401 包括从流体移动装置 207 延伸至孔 203 的管道或其它流体传输空间(fluid conveying space),并且其从流体移动装置接受流体流 209。吸入管道 403 包括从入口区域(未示出)延伸至流体移动装置 207 的管道或其它流体传输空间。入口区域可以是内部通气孔或外部通气孔、机舱 102 中的位置、塔架 104 中的位置或流体源,例如包含管路的流体。排出管道 401 和吸入管道 403 的设置不限于所示的设置。另外,不限定排出管道 401 和吸入管道 403 的数量。在其它实施例中,可对每个孔 203 利用单独的排出管道 401。在其它实施例中,可使用闸门(damper)、集管或其它装置,以从孔 203 可控地传输和/或吸入流体。例如,在一个实施例中,可使用孔 203 或成组的孔 203 将空气吸到流体移动装置 207 中,而流体移动装置 207 将空气传输至其它孔 203 或成组的孔,或者将空气从系统 200 中排出。在其中利用吸入流体的实施例中,需要从孔吸入足够的流体,以减少或消除空气动力学边界层。一个实施例包括至少一个与流体移动装置 207 相连接的具有一系列孔 203 的模块 205,并包括至少另一个具有孔 203 的模块 205,使得流体移动装置 207 上游的模块 205 在边界层吸入模式(suction mode)下操作。这提供了有利的局部空气动力特性,并且流体移动装置 207 下游的模块 205 在边界层吹出模式(blowing mode)下操作,用来获得有利的局部空气动力特性。当沿着叶片 108 的跨度将处于吸入模式的模块 205 布置成定位在叶根附近,且处于吹出模式的模块 205 定位在叶尖附近时,由于吸入/吹出气流的离心抽吸作用(centrifugal pumping effect),降低了对流体移动装置 207 的功率要求,使得系统级别功率性能有改进。

[0035] 参见图 5,本发明包括风力涡轮机叶片系统 200 的另一个实施例,其具有布置在孔模块 205 上的多个孔 203。系统 200 包括上面图 1 中所示和所公开的叶片 108、具有孔 203 的孔模块 205 和轮毂 110 的设置。另外,在此实施例中,在轮毂 110 中提供了流体分配装置 501(fluid distribution device)。流体分配装置 501 从一个或多个流体移动装置(未示出)或从机舱 102 的内部空间接受流体流 209,并将流体流 209 分配到叶片 108 的内部空间。流体分配装置 501 可以是仅仅引导流体的一系列管路或管道,或者可包括使流体移动或加速的特征。流体分配装置 501 还可选择性地和可控地提供流体至叶片 108,如各个叶片所需的。例如,可提供更大量的流体流 209 至需要另外的空气动力学升力的叶片,而其它叶片 108 可接受较少的流体流或不接受流体流。还可将可选择的流体分配集成到操作控制中,通过在操作期间动态地提供所需的空气动力学作用至联机(on-line)叶片,使得增加风力涡轮机效率或降低风力涡轮机负载。

[0036] 参见图 6,本发明包括风力涡轮机叶片系统 200 的另一个实施例,其具有布置在孔模块 205 上的多个孔 203。系统 200 包括上面图 1 中所示和所公开的叶片 108、具有孔 203 的孔模块 205 和轮毂 110 的设置。在图 6 中还显示了控制器 605。控制器 605 提供对流控制装置如流体移动装置 207 和/或孔模块 205 的控制。控制器 605 还可提供对百页窗板 1105(见图 11)、可调阻挡装置 1201(见图 12)或其它流控制装置 207 的控制,以将受控的流体量传输至叶片 108。在此实施例中,流体移动装置安装在轴 601 上。如所示的,轴 601 是

低速轴,但根据此实施例的流体移动装置 207 可被安装在任何轴上,包括但不限于,可操作地连接至发电机(未示出)的低速轴或高速轴。根据此实施例的流体移动装置 207 可以是电动驱动的、液压驱动的或机械驱动的。例如,流体移动装置 207 可通过直接地或间接地连接至旋转轴 601 的传动装置或其它附加装置而驱动。流体移动装置 207 提供流体量 209 至轮毂 110,其允许流体流进到叶片 108 中。在另一个实施例中,流体移动装置可被安装在轴 601 上或其周围,并通过电动动力或液压动力驱动。图 6 中所示设置的优点包括利用已经呈现旋转结构的流体,因此减少或消除了用于固定至旋转框架(fixed-to-rotating frame)的连接,这样的连接对泄漏敏感。

[0037] 参见图 7,本发明包括风力涡轮机叶片系统 200 的另一个实施例,其具有布置在孔模块 205 上的多个孔 203。系统 200 包括上面图 1 中所示和所公开的叶片 108、具有孔 203 的孔模块 205 和轮毂 110 的设置。另外,如图 6 中所示,还有控制器 605。在此实施例中,流体移动装置安装在轴 601 中。根据此实施例的流体移动装置 207 可以是电动驱动的、液压驱动的或机械驱动的。例如,流体移动装置 207 可通过直接地或间接地连接至旋转轴 601 的传动装置或其它附加装置而驱动。流体移动装置 207 提供流体流 209 至轮毂 110,其允许流体流进到叶片 108 中。在另一个实施例中,流体移动装置可被安装在轴 601 上或其周围,并通过电动动力或液压动力驱动。图 7 中所示设置的优点包括利用已经呈现旋转结构的流体,因此减少或消除了用于固定到旋转结构的连接,这样的连接对泄漏敏感。另外,此实施例的设置还可利用轴作为旋转管道系统(ductwork),其减少了使流体移动所需的另外装置的数量。

[0038] 参见图 8,本发明包括风力涡轮机叶片系统 200 的另一个实施例,其具有布置在孔模块 205 上的多个孔 203。系统 200 包括上面图 1 中所示和所公开的叶片 108、具有孔 203 的孔模块 205 和轮毂 110 的设置。在此实施例中,流体移动装置 207 安装在靠近机舱 102 的塔架 104 中。流体移动装置 207 通过机舱 102 提供流体流 209 至轮毂 110,其允许流体流进到叶片 108 中。图 8 中所示设置的优点包括,能利用更大的装置作为流体移动装置 207。

[0039] 参见图 9,本发明包括风力涡轮机叶片系统 200 的另一个实施例,其具有布置在孔模块 205 上的多个孔 203。系统 200 包括上面图 1 中所示和所公开的叶片 108、具有孔 203 的孔模块 205 和轮毂 110 的设置。另外,如图 6 中所示,还有控制器 605。在此实施例中,流体移动装置 207 被安装在机舱 102 中。流体移动装置 207 提供通过机舱 102 至轮毂 110 的流体流 209,其允许流体流进到叶片 108 中。流体移动装置 207 的定位允许流体流,例如空气,在机舱 102 中的构件周围。流体流 209 还提供对构件如发电机的冷却,从而允许构件保持操作温度并延长构件寿命。图 9 中所示设置的优点包括,能利用更大的装置作为流体移动装置 207。

[0040] 参见图 10,本发明包括风力涡轮机叶片系统 200 的另一个实施例,其具有布置在孔模块 205 上的多个孔 203。系统 200 包括上面图 1 中所示和所公开的叶片 108、具有孔 203 的孔模块 205 和轮毂 110 的设置。另外,如图 6 中所示,还有控制器 605。在此实施例中,流体移动装置 207 被安装在塔架 104 基部处。在此实施例中,流体流 209 可在被传输至孔 203 之前先穿过塔架 104 和机舱 102。流体流 209 可提供对塔架 104 或机舱 102 中构件或装置的冷却。图 10 中所示设置的优点包括,能利用更大的装置作为流体移动装置 207,其中,这样的流体移动装置 207 不在涡轮机上外加重量负担。另外,如果流体移动装置 207 被

定位在塔架外面,其尺寸基本上不受限制,并且基本上没有重量负担。

[0041] 图 11 显示了具有孔模块 205 的叶片 108 的一个示例性实施例。如所示的,叶片 108 包括导边 1101(leading edge)和尾边 1103(trailing edge)。孔 203 沿着叶片 108 的表面朝着尾边的方向引导流体,例如空气。在叶片 108 表面之上的流体流提供这样的作用,例如增大空气动力学升力。孔模块 205 和 / 或孔 203 可包括百页窗板 1105,以进一步引导流体流,从而提供或改变叶片 108 的空气动力特性。通过流体流所提供的其它作用可以是,降低噪声或具有机械优点。可利用其它构造来引导流体流,例如,管道、喷嘴、引导阀或其它流体引导构造。特定转子设计的空气动力特性可通过引导流过或来自叶片 108 表面的流体流而提高或以不同的方式改变。例如,对应于叶片设计和 / 或几何形状,可为特定的径向位置和 / 或特定的弦向位置(chordwise location)选择由孔 203 所提供的流体流方向。对在叶片上流过的流体流的参数的这种选择可提高在所需方向上的空气动力特性(例如高的升力)。这样选择的流体流还可设置成减少或消除靠近叶根的径向(翼展方向)气流,该气流通常对发电起反作用。

[0042] 图 12 显示了可调阻挡装置 1201 的一个示例性实施例,其用于放置在叶片 108 内部或流体管道中。可调阻挡装置 1201 包括安装在引导线 1205 上的塞子(stopper)1203。塞子 1203 具有可填充流体限制板 1209 中孔 1207 的几何形状。可调阻挡装置 1201 可包括,例如,由聚合物材料所制成的塞子 1203,该聚合物材料例如聚氨酯,和由玻璃纤维所制成的限制板 1209,及由塑料、橡胶或其它合适材料所制成的引导线 1205。在一个实施例中,可调阻挡装置 1201 可允许流体流 209 将塞子 1203 沿着引导线 1205 移动至一个位置,以允许流体流通过。在此实施例中,塞子 1203 被安装在引导线 1205 上,但允许其沿着引导线 1205 基本上沿着它的轴线滑动。在另一个实施例中,塞子 1203 可附接在引导线 1205 上,且该引导线可被促动,或者说是被移动,例如,在能弹性变形的线上,以使塞子 1203 与孔 1207 接合和脱离。虽然图 12 显示了流体流 209 从底部流动到顶部(如图 12 中所示),但是,流体流 209 也可以沿相反的方向。对塞子 1203 的移动和 / 或促动可提供受控的流体流 209,其中,该流可被停止、减慢或基本上不受限制。可调阻挡装置 1201 不限于图 12 中所示的构造,而可包括其它阀或阻挡设置,其可选择性地和 / 或可控地允许流体流。虽然可调阻挡装置 1201 可被定位在叶片 108 的内部,但是,可调阻挡装置可定位在能通过其而影响流体的任何位置,包括在流体移动装置处,在管道或孔 203 中。

[0043] 参见图 13,本发明包括用于操作风力涡轮机的方法。该方法包括为风力涡轮机(框 1301)测定操作条件。该操作条件可包括许多条件,例如但不限于,风速、机械负载、叶片位置、风力涡轮机构造、偏转或可能要求改变叶片空气动力特性的其它参数。例如,操作条件可包括叶片方位角位置、转子位置、发电机位置或其它风力涡轮机构造。该方法进一步包括,确定是否需要流体流(框 1302)。基于操作条件,可由使用者预先确定这一步或者可自动确定这一步。如果不需要流体流,该方法回到测定操作条件。如果需要流体流,确定流体流的量(框 1303)。基于模型系统,由于传输到叶片或从叶片出来的流体流体积不同,对应于系统负载或叶片偏转的改变,可从预先确定的设置值中确定所需的流体流的流率或量。此关系可存储在控制器中,以确定所需的流体量。利用这些预先确定的值,在特定时刻所传输的特定量的流体可以与系统所需的负载量或偏转变化相关。所确定的特定量的流体还取决于风力涡轮机类型和风力涡轮机构造,并且可在安装位置和 / 或构造之间变化。

在其它实施例中,流体流可以简单地相关于涡轮机的构造,即,相对于塔架的叶片方位角位置。在确定流体流的量后,提供该流体至叶片或自叶片提供该流体(框 1304)。可通过流体移动装置或其它合适方法来提供流体。控制器提供指令给流体移动装置或流体限制装置(例如,百页窗板或可调阻挡装置)。

[0044] 本发明包括将受控流体传输到叶片表面的实施例,其利用了流体移动装置,和/或一个或多个入口,以及一个或多个出口,其中,该流体移动装置从该入口接受流体,该流体移动装置将流体传输至该出口。可通过改变施加至流体移动装置以控制由该装置所传输的体积流率(volumetric flow rate),来提供所提供至孔的受控的流体量。在该装置是以机械方式提供动力的情形下,机械系统设置成以机械方式或者通过改变机械系统的操作来测量流体。在某些实施例中,流体移动器,例如轴流式鼓风机,可具有入口静叶作为其部分设计,使得其可旋转地打开/关闭,从而控制流体量。位于出口处的流体流可通过流控制部件(flow controlling feature)来控制,该部件例如是百页窗板,其也可改变在弹到叶片表面上之后的流体流动方向(见图 11 中所示的百页窗板 1105)。通过在引导流体的管道中定位可调阻挡装置,例如阀,也可提供受控的流体流。在一个示例中,塞子被连接至引导线(见图 12)。该线可被主动地控制,或由单纯的离心力来影响。可在流体移动装置之前(上游)或者流体移动装置之后(下游)使用可调阻挡装置。受控的流体流可包括,引导流体流-无论是整体地还是部分地-至位于默认出口旁边的另一出口。此可选出口可位于叶片上,但也可定位在轮毂、机舱或塔架处。使流体流流过此可选出口,可防止当流体移动装置未被关掉同时阻挡流体流过正常出口(normal outlets)时,在流体控制系统中出现压力增大。可通过主动地关闭(整体或部分)朝着正常出口的压力通风室(plenum),同时打开朝着其它出口的压力通风室,来实现到其它出口的再引导。或者,可打开朝着可选出口的压力通风室,但不改变朝着正常出口的压力通风室,使流体流流过两组孔。

[0045] 虽然已经结合优选实施例描述了本发明,但是本领域技术人员可以理解,可作出各种改变,并且在不脱离本发明范围的情形下,可用等同物来替代其要素。另外,在不脱离其基本范围的情形下,可作出许多变型以使特定的情形或材料适应本发明的教导。因此,本发明不意图限于预期用来作为最佳模式实现本发明所公开的特定实施例,相反,本发明包括落在所附权利要求范围内的所有实施例。

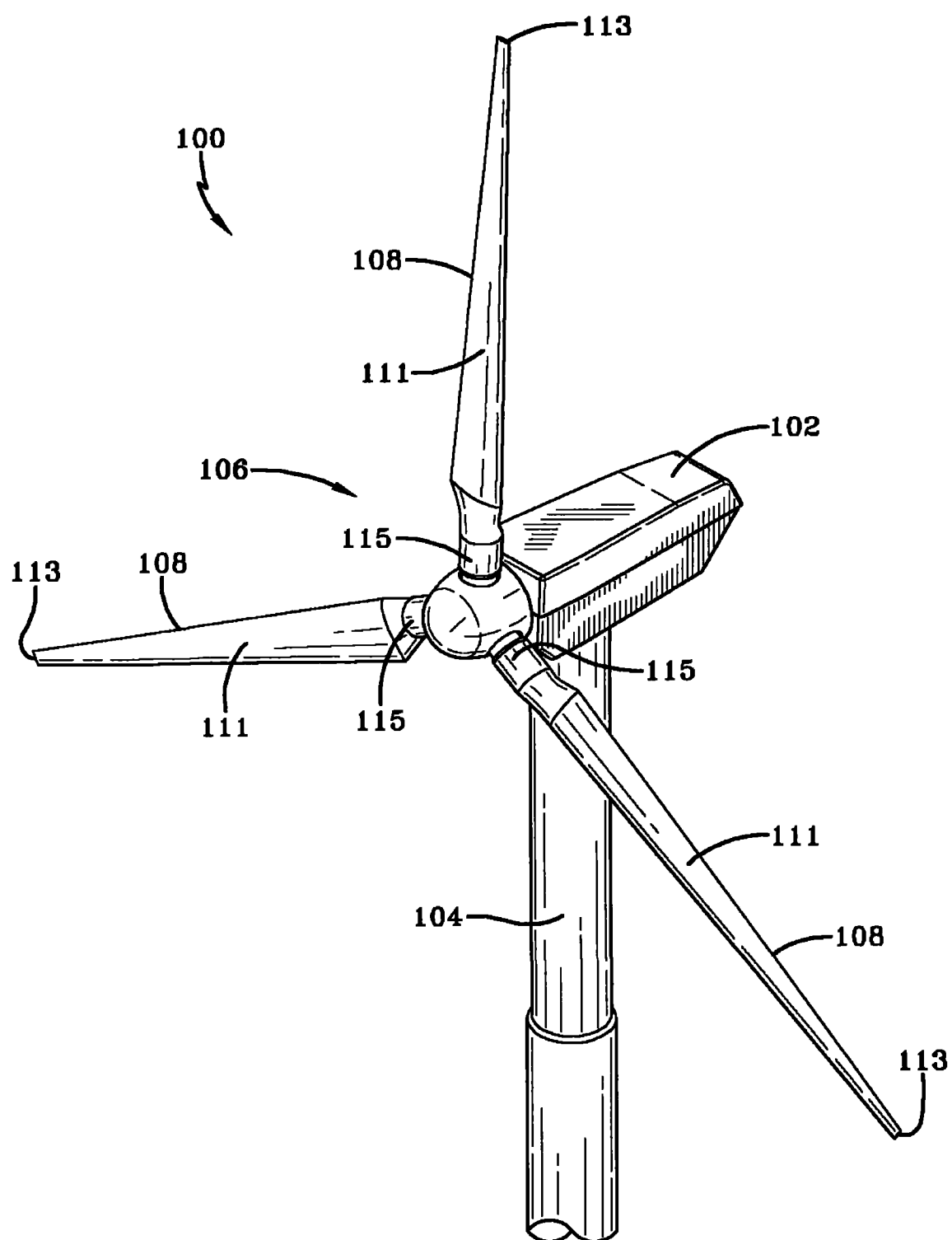


图 1

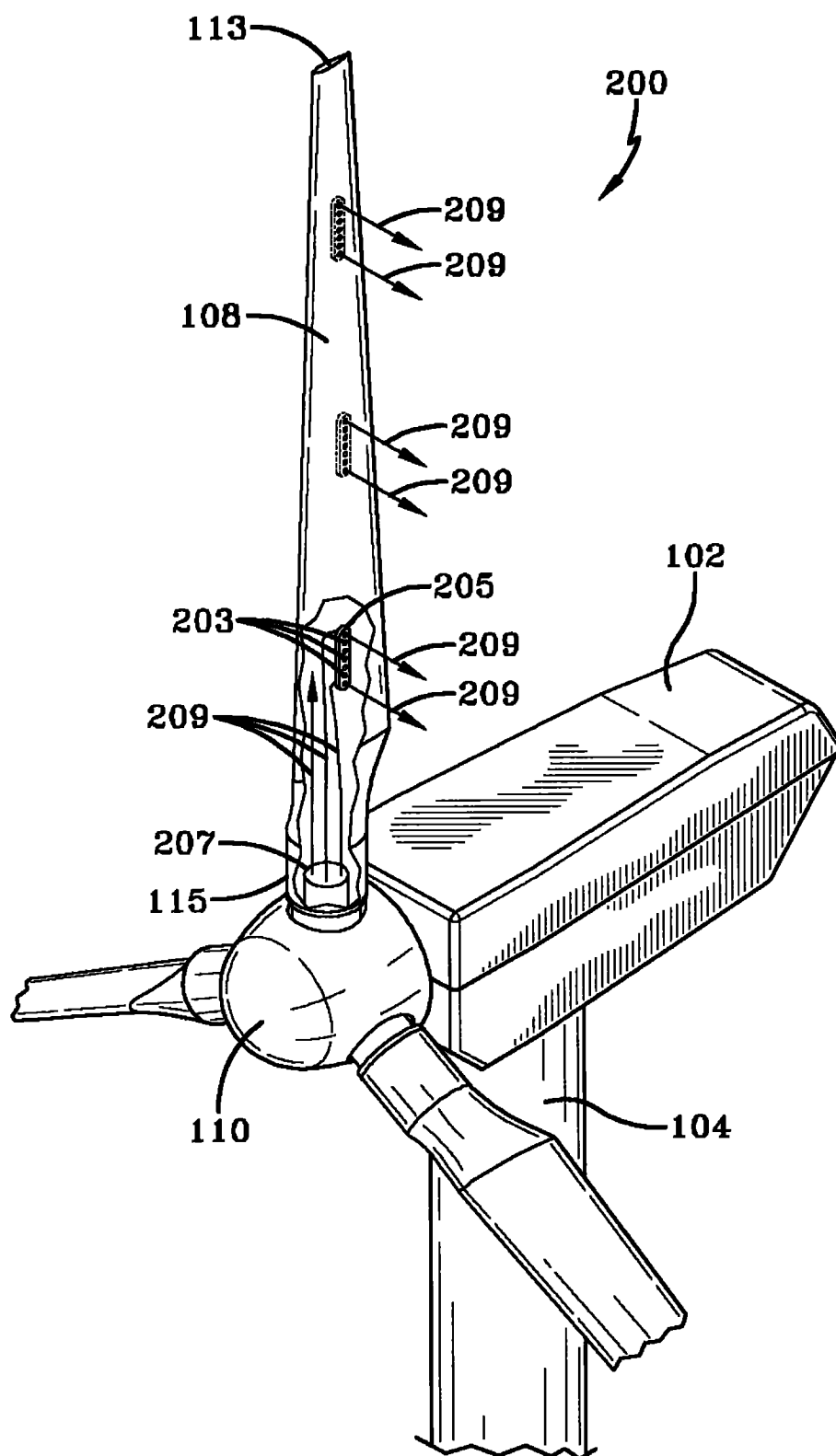


图 2

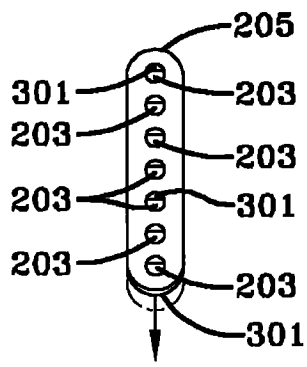


图 3

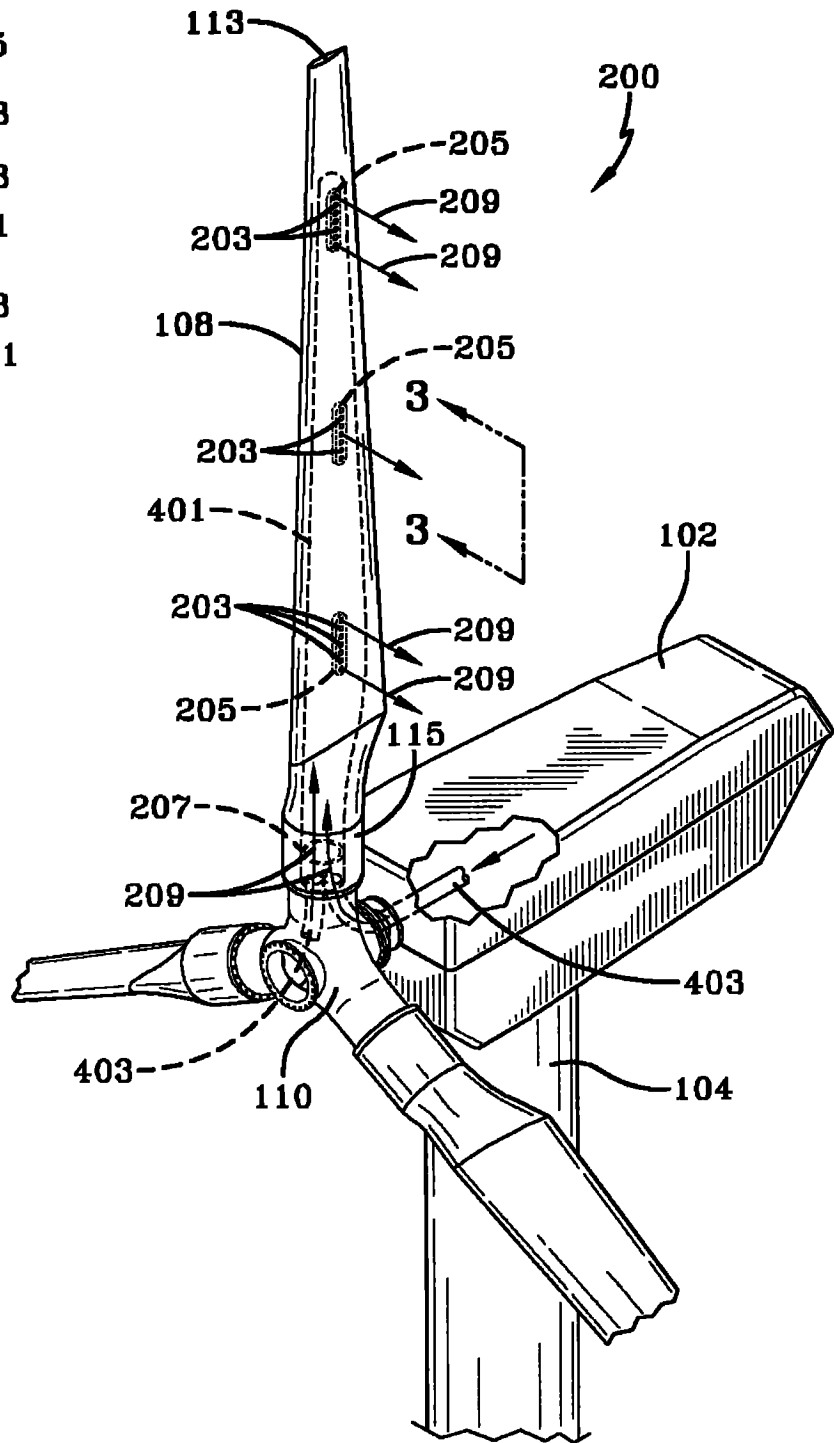


图 4

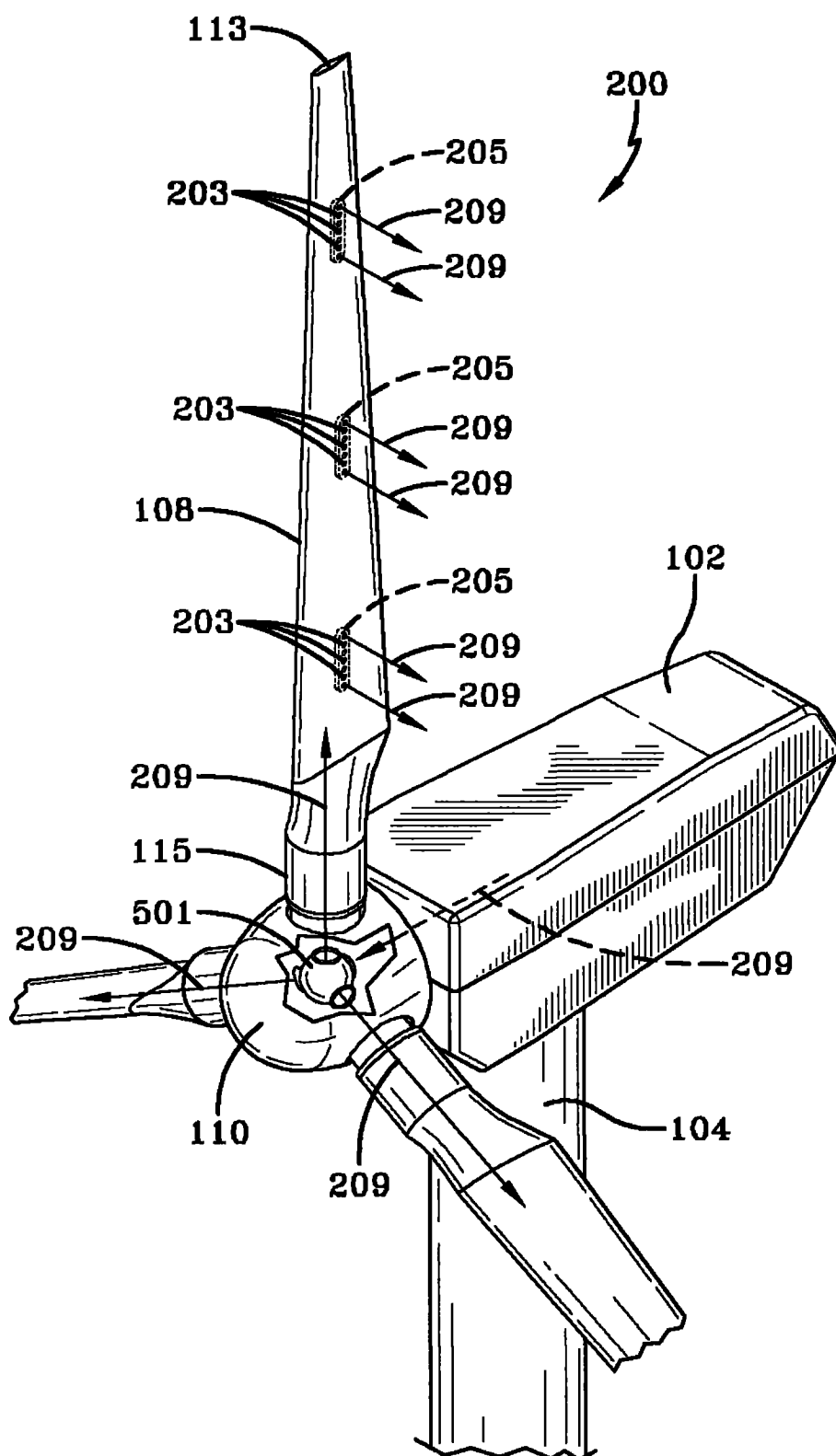


图 5

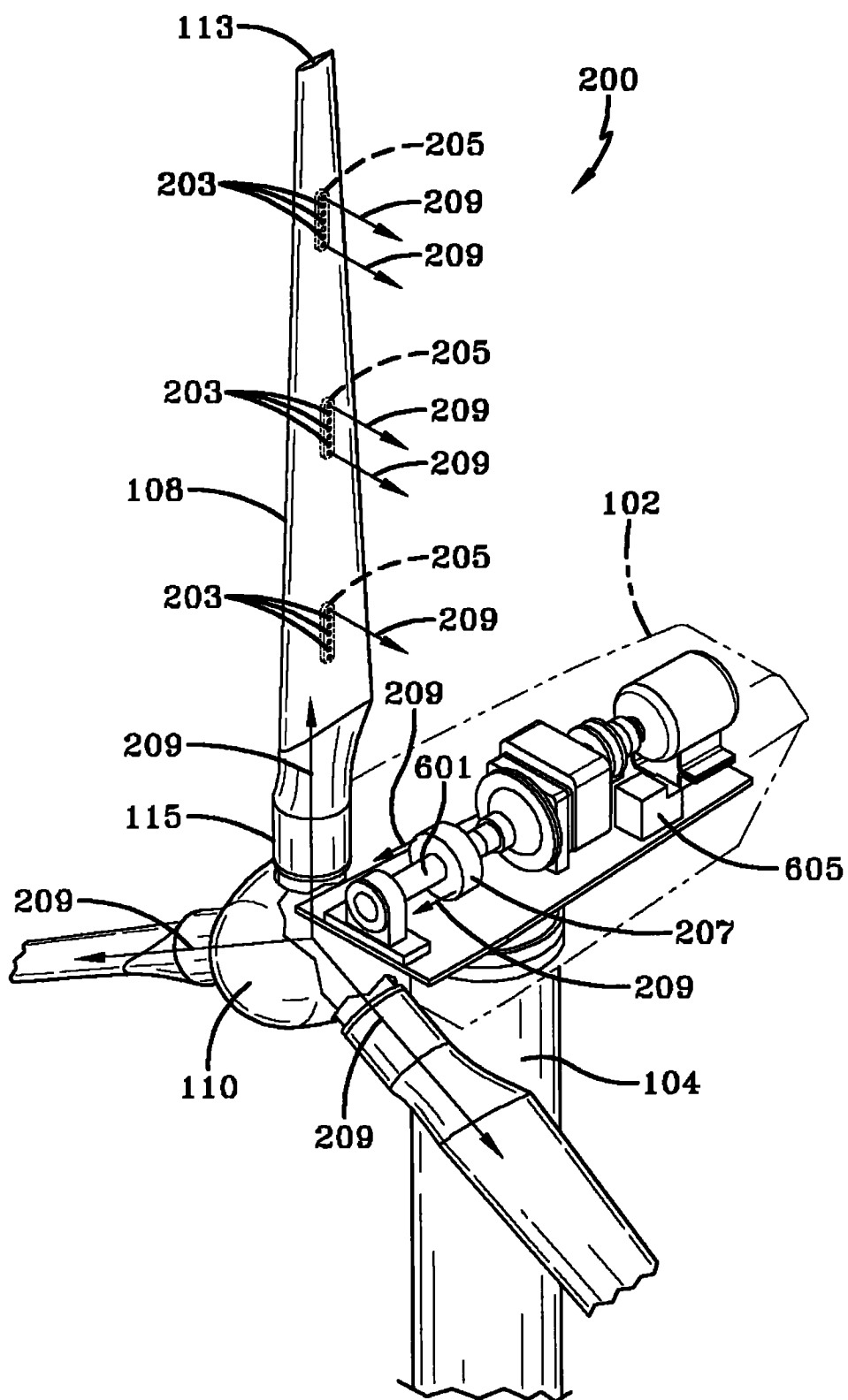


图 6

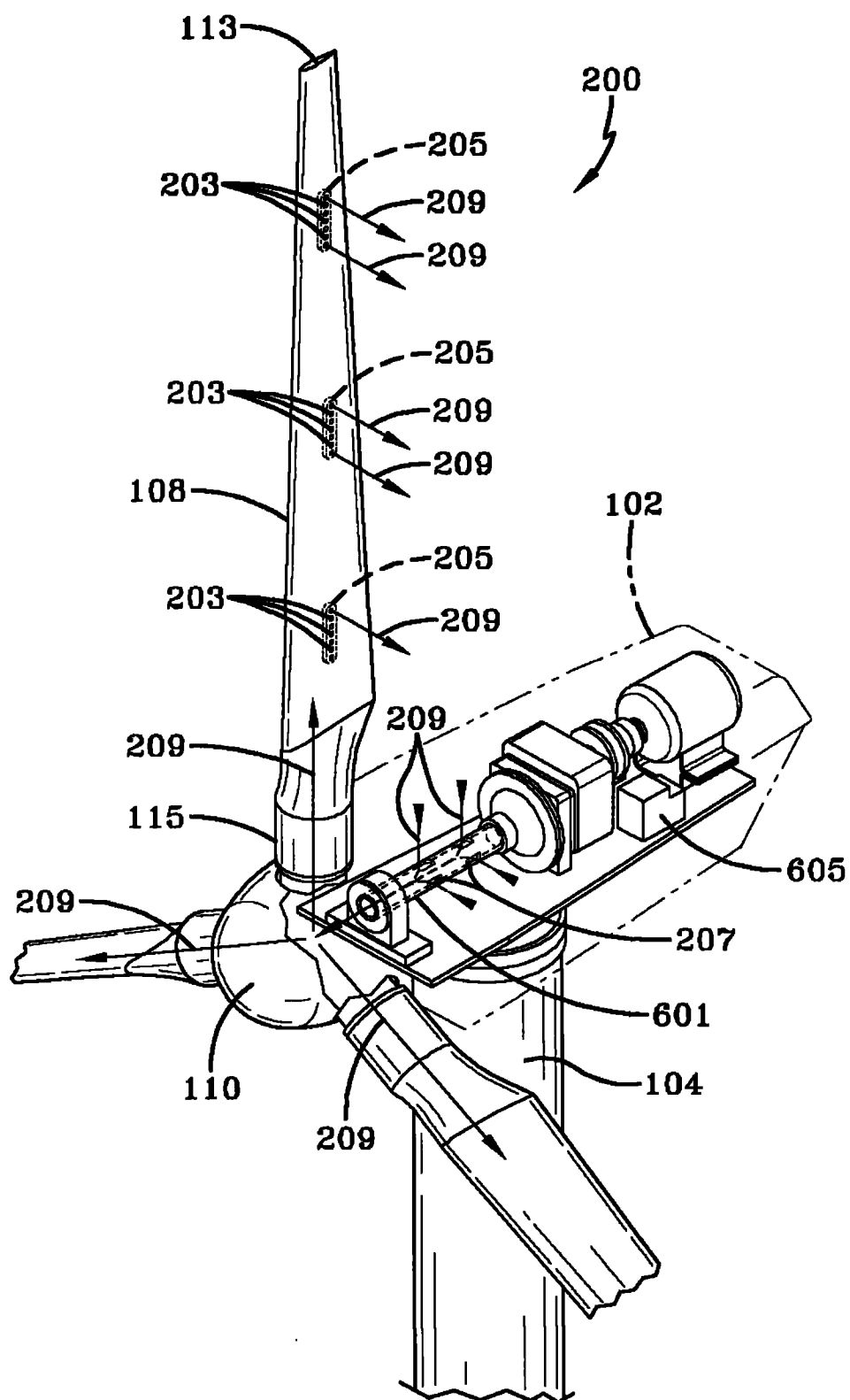


图 7

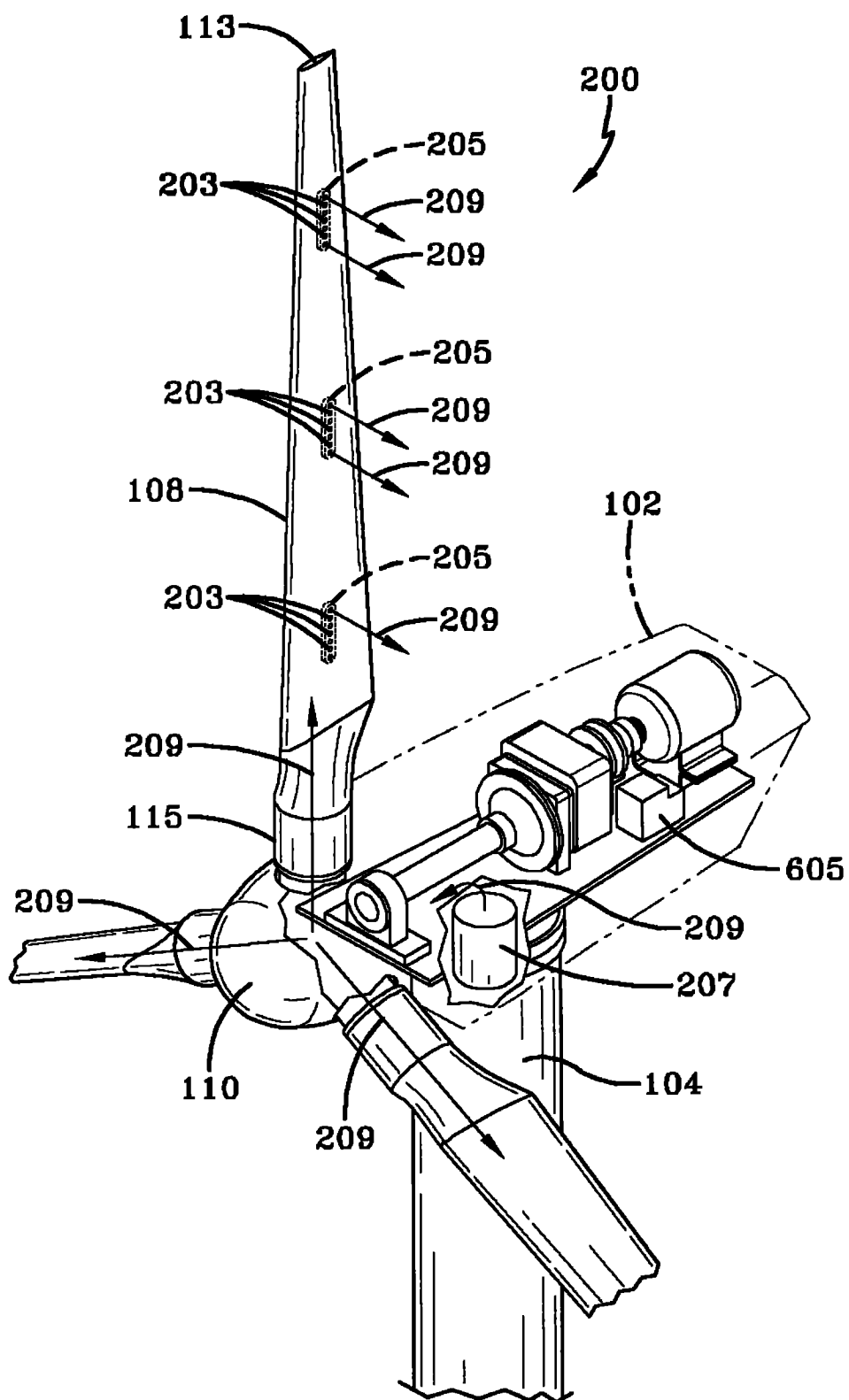


图 8

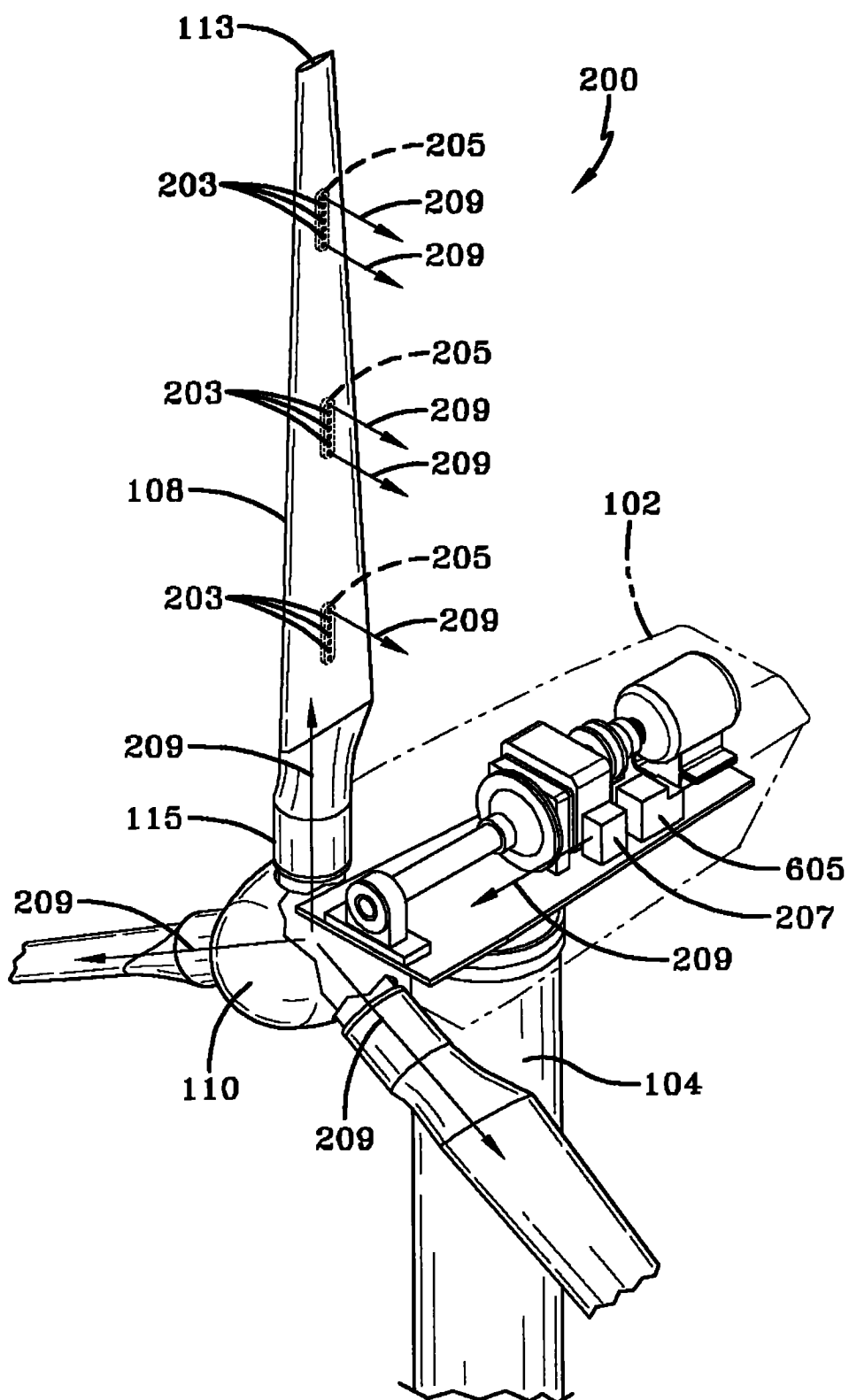


图 9

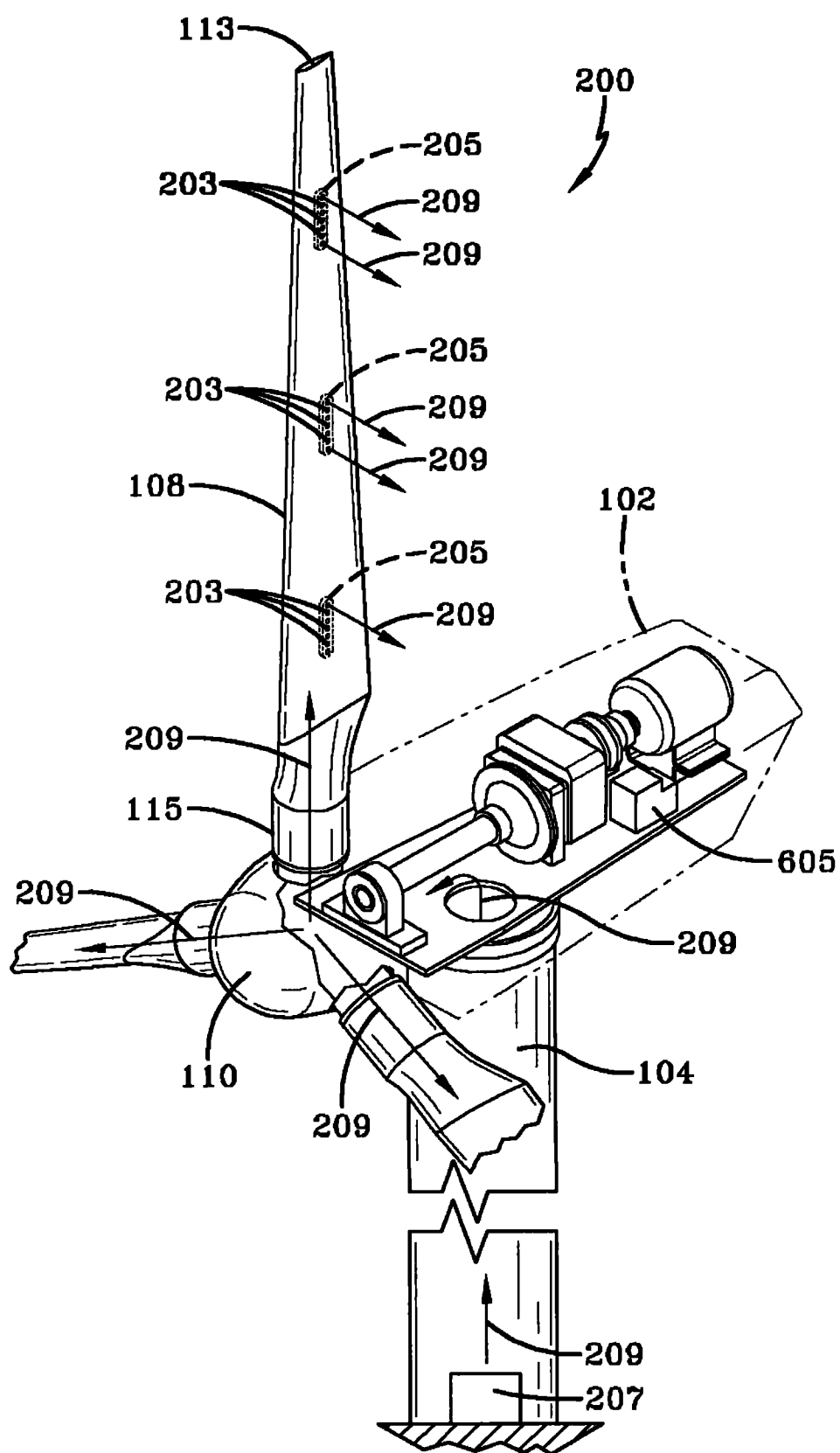


图 10

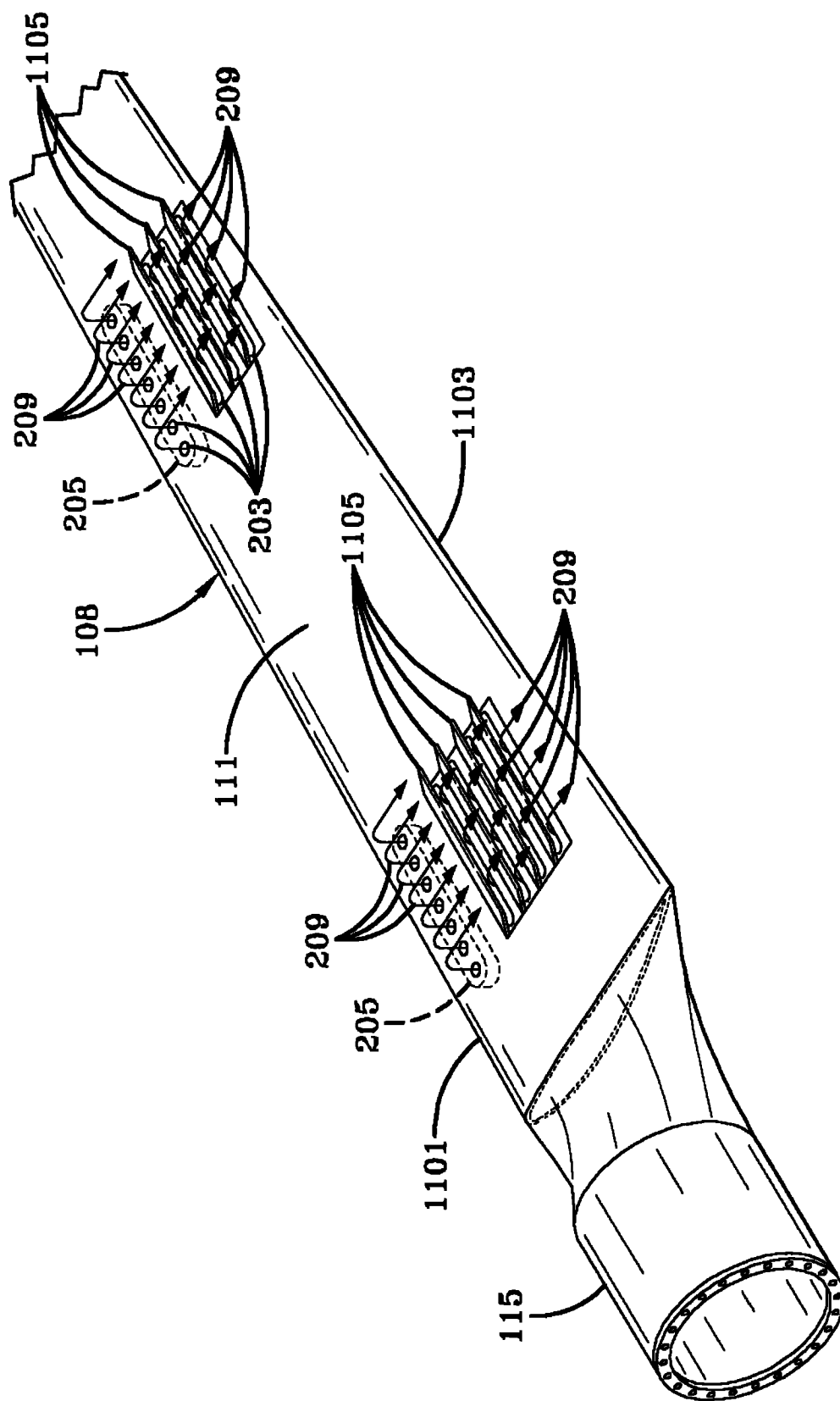


图 11

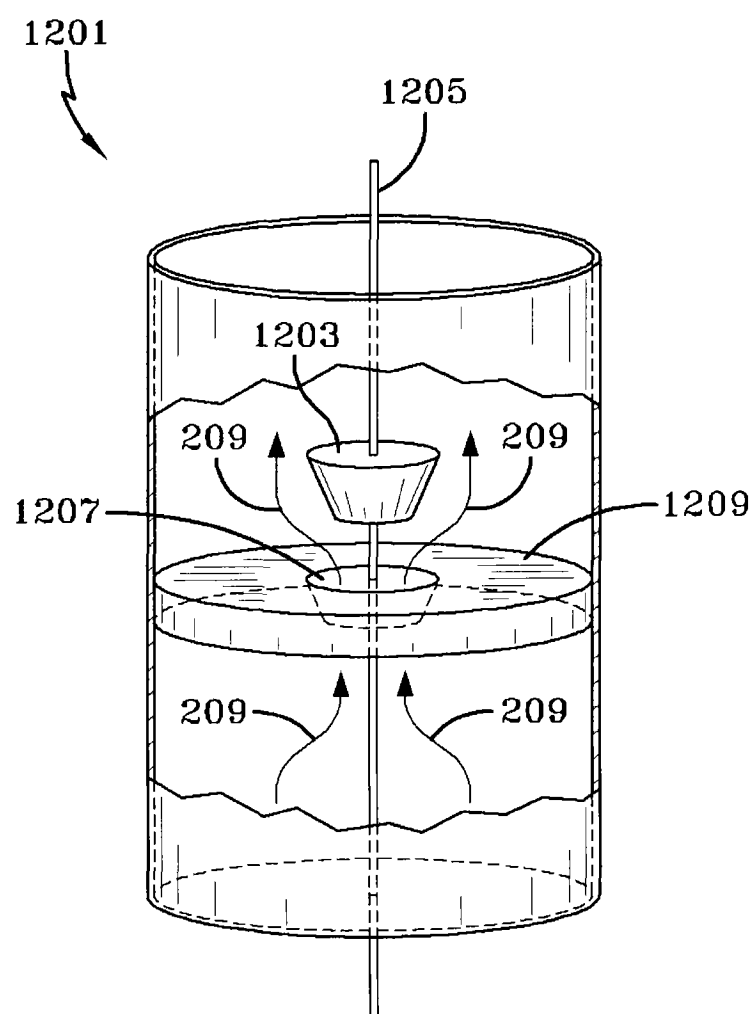


图 12

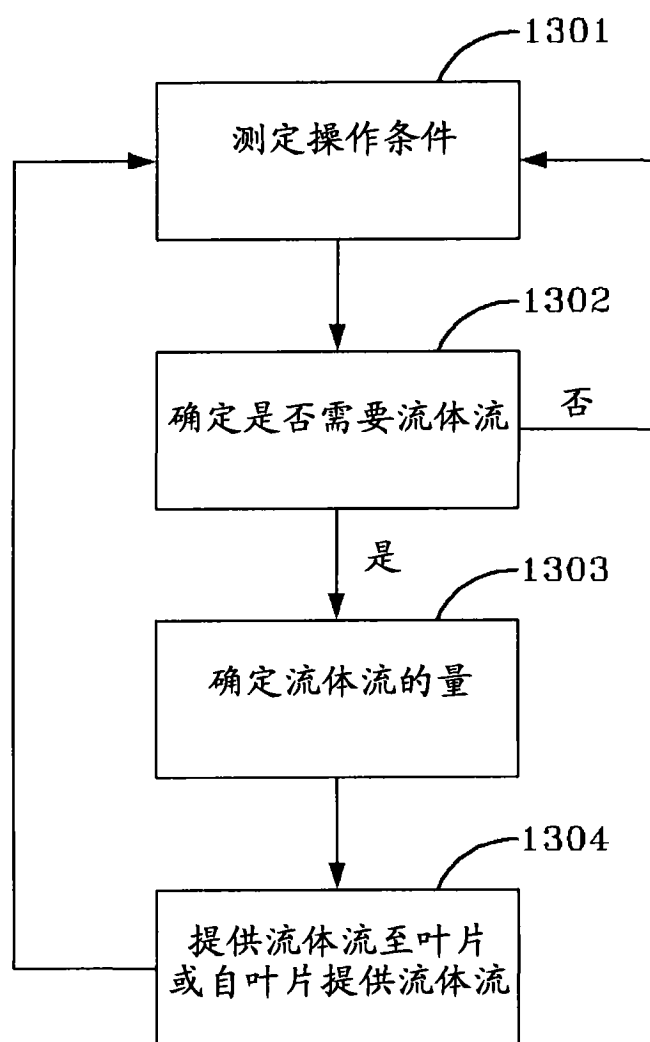


图 13