



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101737247 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 05

(21) 申请号 200910225059. X

(22) 申请日 2009. 11. 17

(30) 优先权数据

12/272, 219 2008. 11. 17 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 D·门科

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 严志军 杨松龄

(51) Int. Cl.

F03D 1/00(2006. 01)

H02P 3/12(2006. 01)

F03D 7/04(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1748356 A, 2006. 03. 15, 说明书第 5 页第 21 行 - 第 7 页第 11 行、第 8 页第 17-19 行、图 1、图 5.

CN 1748356 A, 2006. 03. 15, 说明书第 5 页第 21 行 - 第 7 页第 11 行、第 8 页第 17-19 行、图 1、

图 5.

CN 1967961 A, 2007. 05. 23, 说明书第 5 页第 8-15 行、图 1.

US 7276807 B2, 2007. 10. 02, 全文.

US 6239511 B1, 2001. 05. 29, 全文.

审查员 侯小锋

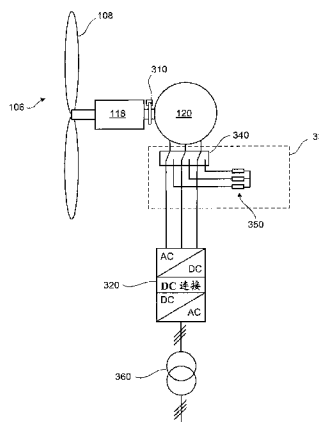
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

用于风力涡轮机的保护系统

(57) 摘要

本发明提供一种用于风力涡轮机的制动系统(330), 风力涡轮机包括具有至少一个叶片的转子。发电机包括具有多个相位的多个定子绕组。制动系统包括多个电阻器(350), 以及连接在定子绕组和电阻器之间的至少一个开关(340)。开关能够构造使定子绕组通过电阻器彼此连接, 以实现风力涡轮机的转子的减速或停止。



1. 一种用于风力涡轮机的制动系统,所述风力涡轮机包括:具有至少一个叶片的转子;具有多个定子绕组的发电机,所述多个定子绕组包括多个相位;以及频率变换器,所述制动系统包括:

至少一个电阻器或分流器;

连接到所述频率变换器上且连接在所述发电机的所述多个定子绕组和所述至少一个电阻器或分流器之间的至少一个开关,所述至少一个开关能够构造成处于第一模式和第二模式中,所述第一模式允许电力从所述发电机流到所述频率变换器,同时使所述至少一个电阻器或分流器与所述发电机和频率变换器隔离开,所述第二模式使所述频率变换器与所述发电机隔离开;

其中,在所述至少一个开关构造成处于所述第二模式中时,所述制动系统使所述多个定子绕组通过所述至少一个电阻器或分流器彼此连接,以实现所述风力涡轮机的所述转子的减速;

所述至少一个电阻器或分流器是至少一个电阻器;

所述制动系统进一步包括:

AC / DC 变换器,所述 AC / DC 变换器连接到所述至少一个开关上;

电流传感器;

开关装置,所述至少一个电阻器连接在所述 AC / DC 变换器和所述开关装置之间;

控制装置;

其中,所述控制装置控制所述开关装置,以使所述多个定子绕组通过所述至少一个电阻器彼此连接,所述控制装置(460)通过所述电流传感器(465)和所述开关装置(455)来调整所述至少一个电阻器(450)上的电流。

2. 根据权利要求1所述的制动系统,其特征在于,所述制动系统进一步包括控制系统,其中,所述至少一个开关由所述控制系统控制。

3. 根据权利要求1所述的制动系统,其特征在于,所述开关装置由绝缘栅双极性晶体管组成。

4. 根据权利要求1所述的制动系统,其特征在于,所述制动系统进一步包括:

连接到所述发电机上的速度传感器;

其中,所述速度传感器由控制装置监测,如果检测到超速情况就启动所述制动系统,并且其中,所述控制装置提供独立的制动功能,使得不需要来自主风力涡轮机控制器的信号。

5. 一种用于风力涡轮机的制动系统,所述风力涡轮机包括:具有至少一个叶片的转子;具有多个定子绕组的发电机,所述多个定子绕组包括多个相位;以及频率变换器,所述制动系统包括:

至少一个电阻器或分流器;

连接到所述频率变换器上且连接在所述发电机的所述多个定子绕组和所述至少一个电阻器或分流器之间的至少一个开关,所述至少一个开关能够构造成处于第一模式和第二模式中,所述第一模式允许电力从所述发电机流到所述频率变换器,而所述第二模式使所述多个定子绕组通过所述至少一个电阻器或分流器彼此连接,以实现所述风力涡轮机的所述转子的减速;连接到所述发电机上的速度传感器;

其中,所述速度传感器由控制装置监测,如果检测到超速情况就启动所述制动系统,并

且其中,所述控制装置提供独立的制动功能,使得不需要来自主风力涡轮机控制器的信号。

6. 根据权利要求 5 所述的制动系统,其特征在于,所述至少一个开关进一步包括整流装置和 AC / DC 变换器中的至少一个。

7. 根据权利要求 6 所述的制动系统,其特征在于,所述至少一个电阻器或分流器为至少一个分流器,并且所述控制装置控制所述至少一个开关,以使所述多个定子绕组通过所述至少一个分流器彼此连接。

8. 根据权利要求 7 所述的制动系统,其特征在于,所述至少一个分流器由一个或多个电阻器组成。

用于风力涡轮机的保护系统

技术领域

[0001] 本发明大体涉及风力涡轮机,且更具体地涉及用于在停机或紧急停止期间保护风力涡轮机的系统。

背景技术

[0002] 最近,作为环保且成本相对低廉的替代能源,风力涡轮机已经受到越来越多的关注。随着这种不断增加的兴趣,已做出大量努力来发展可靠且高效的风力涡轮机。

[0003] 通常,风力涡轮机包括具有多个叶片的转子。转子安装到位于桁架或管状塔筒顶部的壳体或外罩上。公用级风力涡轮机(即设计成为公共电网提供电能的风力涡轮机)可以具有大型转子(例如直径为30米或更长)。这些转子上的叶片将风能转换成旋转扭矩或力,旋转扭矩或力驱动可通过齿轮箱旋转地联接到转子上的一個或多个发电机。齿轮箱将涡轮转子的固有的低的旋转速度提高,以使发电机将机械能有效地转换成电能,电能被供给到公共电网中。

[0004] 风力涡轮机需要冗余的制动系统,以便满足安全要求。第一制动系统通常使用气动制动来使涡轮机叶片变桨到顺桨叶位置上,且第一制动系统包括存储的能源,从而使得在公共电网掉电之后能发生叶片变桨。第二制动系统通常包括不能克服全部风扭矩而停止涡轮机的盘式制动器。叶片变桨已经在具有可容易地用液压蓄能器或具有电池备份和DC马达的电气DC系统支持的液压缸和旋转联接布置的商用风力涡轮机上得到实现。第三制动器解决方案是通过偏航启动(例如90°)使叶片从风中移出。但是,已经知道所有这些已知的制动系统都失败了,且在一些情况下,风力涡轮机发生了灾难性的损伤。

发明内容

[0005] 本发明的一个方面提供了一种用于风力涡轮机的制动系统。该风力涡轮机包括具有至少一个叶片的转子。发电机包括具有多个相位的多个定子绕组。制动系统包括多个电阻器,以及连接在定子绕组和电阻器之间的至少一个开关。开关能够构造成使定子绕组通过电阻器彼此连接,以实现风力涡轮机的转子的减速或停止。

[0006] 本发明的另一个方面提供了一种用于风力涡轮机的制动系统。该风力涡轮机包括具有至少一个叶片的转子,以及具有多个定子绕组的发电机,该多个定子绕组具有多个相位。制动系统包括定子绕组短路系统,制动系统具有连接在多个定子绕组和定子绕组短路系统之间的至少一个开关。开关能够构造成使定子绕组通过定子绕组短路系统彼此连接,以实现风力涡轮机的转子的减速。

[0007] 本发明的又一个方面提供了一种用于风力涡轮机的制动系统。风力涡轮机包括具有至少一个叶片的转子,以及具有多个定子绕组的发电机,该多个定子绕组具有多个相位。制动系统包括连接在定子绕组之间的至少一个开关。开关能够构造成使定子绕组彼此连接,以实现风力涡轮机转子的减速。

附图说明

[0008] 图 1 是风力涡轮机的示例性构造的示意图。

[0009] 图 2 是图 1 所示的且包括已知的齿轮传动系的示例性风力涡轮机构造的外罩的剖面透视图；

[0010] 图 3 是根据本发明的一个方面的可与图 1 的风力涡轮机一起使用的辅助性制动系统的简化示意图；

[0011] 图 4 是根据本发明的另一个方面的可与图 1 的风力涡轮机一起使用的辅助性制动系统的简化示意图；

[0012] 图 5 是根据本发明的又一个方面的可与图 1 的风力涡轮机一起使用的辅助性制动系统的简化示意图；

[0013] 图 6 是根据本发明的又一个方面的可与图 1 的风力涡轮机一起使用的辅助性制动系统的简化示意图；

[0014] 部件列表

[0015]	100	风力涡轮机
[0016]	102	外罩
[0017]	104	塔筒
[0018]	106	转子
[0019]	108	叶片
[0020]	110	毂
[0021]	112	控制面板
[0022]	114	变桨驱动器
[0023]	116	轴
[0024]	118	齿轮箱
[0025]	120	发电机
[0026]	122	联轴器
[0027]	124	偏航驱动器
[0028]	126	塔筒顶平台
[0029]	128	气象杆
[0030]	130	主轴承
[0031]	132	主机架
[0032]	310	制动器
[0033]	320	频率变换器
[0034]	330	制动系统
[0035]	340	开关
[0036]	350	电阻器
[0037]	360	变压器
[0038]	430	制动系统
[0039]	440	开关
[0040]	445	AC/DC 变换器

[0041]	450	电阻器
[0042]	455	晶体管
[0043]	460	控制器
[0044]	465	电流传感器
[0045]	470	速度传感器
[0046]	530	制动系统
[0047]	550	分流器
[0048]	630	制动系统
[0049]	645	二极管
[0050]	647	晶闸管
[0051]	650	分流器
[0052]	655	控制信号
[0053]	660	控制器

具体实施方式

[0054] 在一些构造中,且参看图 1,风力涡轮机 100 包括容纳发电机(未在图 1 中示出)的外罩 102。外罩 102 安装在高塔筒 104 的顶上,在图 1 中仅示出了高塔筒 104 的一部分。风力涡轮机 100 还包括转子 106,转子 106 包括附连到旋转毂 110 上的一个或多个转子叶片 108。尽管图 1 所示的风力涡轮机 100 包括三个转子叶片 108,但是本发明不需要对转子叶片 108 的数量进行具体的限制。

[0055] 在一些构造中,且参看图 2,各种构件都容纳在风力涡轮机 100 的塔筒 104 的顶上的外罩 102 中。基于本领域已知的因素和条件来选择塔筒 104 的高度。在一些构造中,控制面板 112 内的一个或多个微控制器/处理器包括用于整个系统监测和控制的控制系统。在备选实施例中,控制面板 112 可位于塔筒 104 中或远离风力涡轮机 100。在一些构造中使用了备选的分布式或集中式控制结构。

[0056] 在一些构造中,提供了可变的叶片变桨驱动器 114 来控制叶片 108(未在图 2 中示出)的变桨,叶片 108 由于风而驱动毂 110。在一些构造中,叶片 108 的变桨角度由叶片变桨驱动器 114 单独地控制。毂 110 和叶片 108 一起组成风力涡轮机转子 106。

[0057] 风力涡轮机的传动系包括主转子轴 116(也称为“低速轴”),主转子轴 116 通过主轴承 130 连接到毂 110 上,且(在一些构造中)在轴 116 的相对端处连接到齿轮箱 118 上。齿轮箱 118 驱动发电机 120 的高速轴。在其它构造中,主转子轴 116 直接联接到发电机 120 上。高速轴(未在图 2 中标示)用来驱动安装在主机架 132 上的发电机 120。在一些构造中,转子扭矩通过联轴器 122 传递。在本发明的一些构造中,发电机 120 是永磁发电机。本发明也适于具有电励磁机的同步发电机,且本发明与直接驱动(即无齿轮箱)还是带有齿轮箱的风力涡轮机无关。

[0058] 偏航驱动器 124 和塔筒顶平台 126 为风力涡轮机 100 提供偏航定向系统。气象杆 128 为涡轮机控制系统提供可包括风向和/或风速的信息。在一些构造中,偏航系统安装在设置在塔筒 104 的顶上的法兰上。

[0059] 图 3 示出了根据本发明的一个方面的、可与风力涡轮机 100 结合使用的能量转换

系统的简化示意图。制动系统 310 通常包括盘和卡钳布置,且用于使转子 106 的旋转停止。制动系统 310 可设置在低速轴、高速轴上或发电机上。已知的系统依靠变桨驱动器 114、频率变换器 320 和制动器 310 来帮助使转子 106 制动或停止。频率变换器 320 可通过从发电机 120 获得扭矩且通过变压器 360 将其供给到电网中(假定电网可用于吸收此能量)来帮助停机程序。但是,已知的是,这些系统可能会失败或电网可能会出现故障,且转子 106 会在“失控”条件下运行。此“失控”条件对于风力涡轮机是潜在的危险,且已知其会导致灾难性的故障。如果有更可靠的制动系统来增加安全性和可靠性,则将是有益的。

[0060] 根据本发明的各方面,辅助性制动系统 330 可连接在发电机 120 和频率变换器 320 之间。发电机 120 可用作驱动器,以减低转子速度。如果旋转的话,PM 发电机 120 会在没有电励磁机的情况下发电。如果发电机 120 正在高速运行,且绕组是连接在一起的(例如,使定子绕组短路),则会产生依赖于流过的电流的扭矩。

[0061] 辅助性制动系统 330 包括将发电机 120 的所有定子绕组连接到外部电阻器 350 上的电力接触器开关 340。在备选实施例中,电阻器 350 可构造成一个或多个分流器。电阻器 350 限制流过定子绕组的电流。电流依赖于电阻器值和发电机 120 产生的电压。实际上,永磁发电机 120 的定子绕组可通过闭合开关 340 来短路。开关 340 可由控制面板 112 内的一个或多个微控制器或由任何其它适合的控制设备控制。

[0062] 在非制动模式中,开关 340 构造成使得能量被传递到频率变换器 320。这对应于风力涡轮机 100 的正常发电状态。当开关 340 改变成通过电阻器 350 使定子绕组短路时,电流会以提供动态制动的方式流过定子绕组。

[0063] 图 4 示出了根据本发明的另一方面的、可与风力涡轮机 100 结合使用的能量转换系统的简化示意图。这是基于微控制器的系统,其读取发电机 120 的实际电流和转速,且通过开关装置控制扭矩。

[0064] 辅助性制动系统 430 包括电力接触器开关 440、AC/DC 变换器 445、电阻器或分流器 450、晶体管 455、控制器 460、电流传感器 465 和速度传感器 470。晶体管 455 可为任何适合的开关装置,包括但不限于,绝缘栅双极性晶体管(IGBT)。在图 4 中示出了一个晶体管 455,但是,应当理解也可使用多个晶体管(并联和/或串联)。

[0065] 电力接触器开关 440 可以使发电机 120 连接到 AC/DC 变换器 445 上。开关 440 可由控制面板 112 内的一个或多个微控制器或由任何其它适合的控制设备控制。AC/DC 变换器 445 将来自发电机 120 的 AC 电压转换成 DC 电压。控制器 460 通过速度传感器 470 来测量速度,且计算必须在电阻器 450 上流过的电流,以跟随期望的扭矩特征曲线。扭矩特征曲线可存储在控制器 460 中或其它内部或外部的存储器(未示出)中,且扭矩特征曲线可由期望的负载限制来限定。

[0066] 图 5 示出了根据本发明的又一个方面的、可与风力涡轮机 100 结合使用的能量转换系统的简化示意图。此实施例示出了基于发电机的制动系统,且可与具有永久性励磁机(PSM)或电励磁机的同步发电机一起使用。

[0067] 辅助性制动系统 530 包括 AC/DC 变换器 445、电阻器或分流器 550、晶体管 455、控制器 460、电流传感器 465 和速度传感器 470。晶体管 455 可为任何适合的开关装置,包括但不限于,绝缘栅双极性晶体管(IGBT)。在图 5 中示出了一个晶体管 455,但是,应当理解,也可使用多个晶体管(并联和/或串联)。电阻器或分流器 550 可包括并联或串联连接的

一个或多个装置。

[0068] 晶体管 455 可由控制器 460 或由任何其它适合的控制设备控制。AC/DC 变换器 445 将来自发电机 120 的 AC 电压转换成 DC 电压。控制器 460 通过速度传感器 470 来测量速度,且计算必须在电阻器或分流器 550 上流过的电流,以跟随期望的扭矩特征曲线。扭矩特征曲线可存储在控制器 460 或其它内部或外部的存储器(未示出)中,且扭矩特征曲线可由期望的负载限制来限定。另外,控制器 460 可通过速度传感器 470 测量发电机 120 的旋转速度,如果发生超速情况,可启动制动过程。在备选实施例中,发电机 120 或风力涡轮机 100 的其它构件的速度和 / 或温度可由控制器 460 监测和使用,以启动制动过程。速度传感器 470 可为增量式传感器、绝对编码器、连接到定子绕组上的电压频率传感器,或任何其它适合的传感器。

[0069] 图 6 示出了结合了整流电路的能量转换系统的简化示意图。辅助性制动系统 630 包括由二极管 645 和晶闸管 647 构成的整流电路,以及电阻器或分流器 650、控制器 660、电流传感器 465 和速度传感器 470。整流电路可包括二极管、晶闸管、可控硅整流器 (SCRs) 和任何其它适合的装置中的所有或它们的组合。仅作为一个实例,整流电路可包括六个晶闸管。控制器 660 可通过控制型号 655 控制晶闸管 647。这样,控制器 660 可选择性地启动制动系统 630。电阻器或分流器 650 还可包括并联或串联连接的一个或多个装置。

[0070] 可在有开关 440 或没有开关 440 的情况下实现图 4 和 5 所示的实施例。一个或多个分流器或电阻器或它们的组合可用于元件 450 和 550。AC/DC 变换器 445 还可通过任何三相整流装置、桥接电路或任何其它适合的整流装置或电路来实现。本文描述的制动系统可为独立系统,且可不需要任何外部或远程的启动。在一个实例中,控制器 460 自身启动制动系统。

[0071] 控制器 460 通过电流传感器 465 和晶体管 455 来调整电阻器 450 上的电流 / 扭矩。对于此系统,可以在不损伤任何涡轮机构件的情况下,驱动优选的扭矩曲线来使涡轮机停止。本文描述的辅助性制动系统提供独立于频率变换器和电网电压的独立制动系统。旋转的发电机提供辅助性制动系统所需要的能量。

[0072] 控制器 460 包括任何适当的大功率的固态的开关或计算装置。如图所示,控制器 460 表现为微计算机或微处理器。但是,这仅是本发明的范围内的适当的大功率控制器的示例。例如但不限制本发明,控制器 460 可包括可控硅整流器 (SCR)、晶闸管、可控 MOS 晶闸管 (MCT)、绝缘栅场效应装置 (FET) 和绝缘栅双极性晶体管 (IGBT) 中的至少一个。在所示的实施例中,控制器实现为单个专用集成电路,例如 ASIC,其具有用于整个系统级控制的主要或中央处理器部分,以及在中央处理器部分的控制下专门执行各种不同的具体组合、功能和其它过程的单独的部分。本领域技术人员将理解,控制器还可使用各种单独的专用的或可编程的集成的或其它电子电路或装置来实现,诸如包括离散元件电路或可编程逻辑装置(例如 PLDs、PALs、PLAs 等)的硬布线的电子或逻辑电路。控制器还可通过单独使用或结合一个或多个外围数据和信号处理装置使用适当地编程的通用计算机来实现,例如微处理器或微控制器,或诸如 CPU 或 MPU 的其它处理器装置。总的来说,有限状态机可在其上实现如申请中所示的流图的任何装置或类似的装置都可用作控制器。

[0073] 如上所述,示例性实施例可采用计算机实现的过程和用于实践那些过程的设备的形式。示例性实施例还可采用实施在诸如软盘、CDROM、硬盘或任何其它计算机可读存储介

质的实体的介质中的包含指令的计算机程序代码的形式,其中,当计算机程序代码由计算机载入和执行时,计算机就变成实践示例性实施例的设备。示例性实施例还可采用例如不论是存储在存储介质中的、由计算机载入和 / 或执行的,还是通过一些传输介质(例如通过电线或电缆,通过光纤或通过电磁辐射)传输的计算机程序代码的形式,其中,当计算机程序代码由计算机载入和执行时,计算机就变成用于实践示例性实施例的设备。当在通用微处理器上实现时,计算机程序代码段使微处理器构造成建立特定的逻辑电路。计算机程序代码的技术效果是为了评估和计算使发电机 120 和 / 或转子 106 减速和 / 或停止所需的期望运行特性。

[0074] 虽然已经根据多种特定的实施例对本发明进行了描述,但是本领域技术人员将认识到,可以权利要求书的精神和范围内的修改来实施本发明。

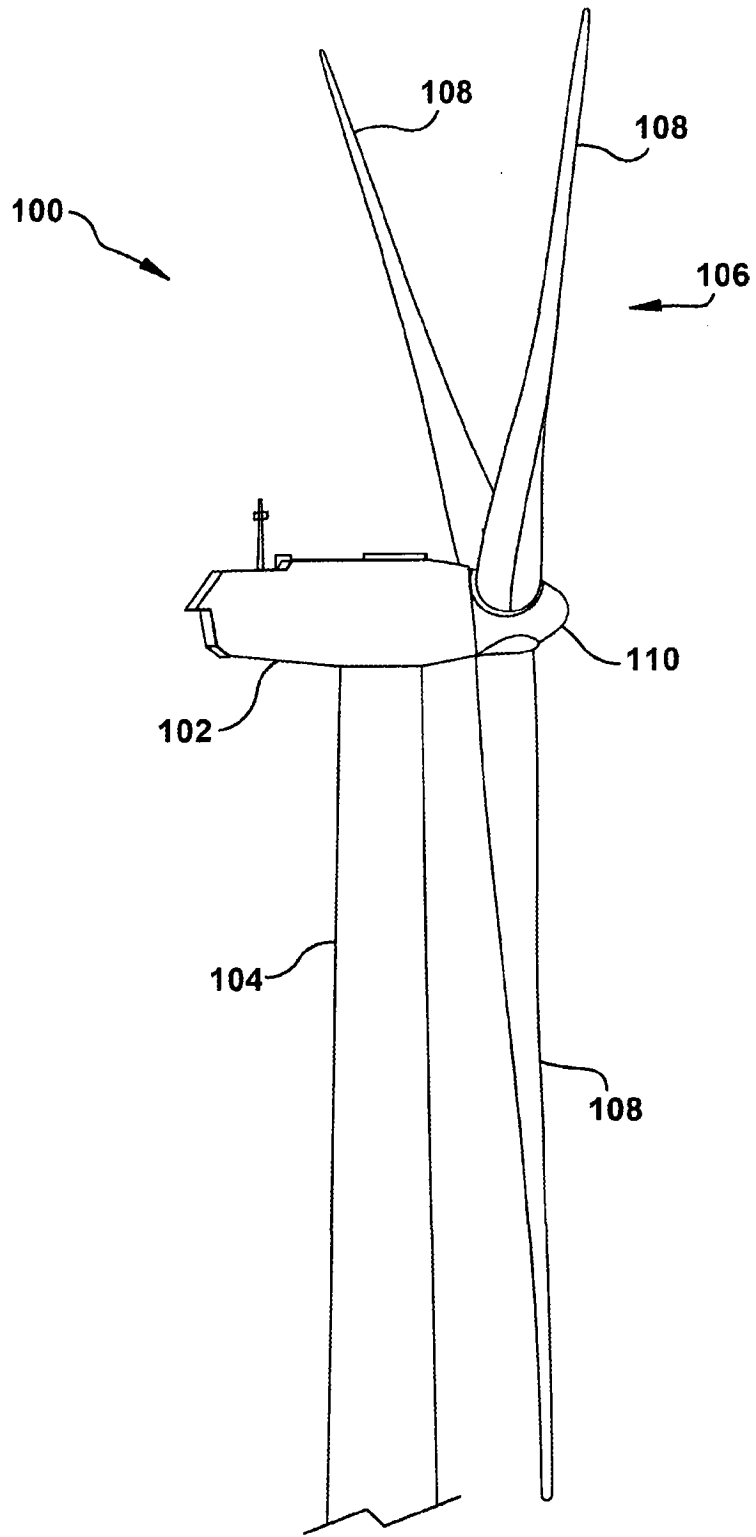


图 1

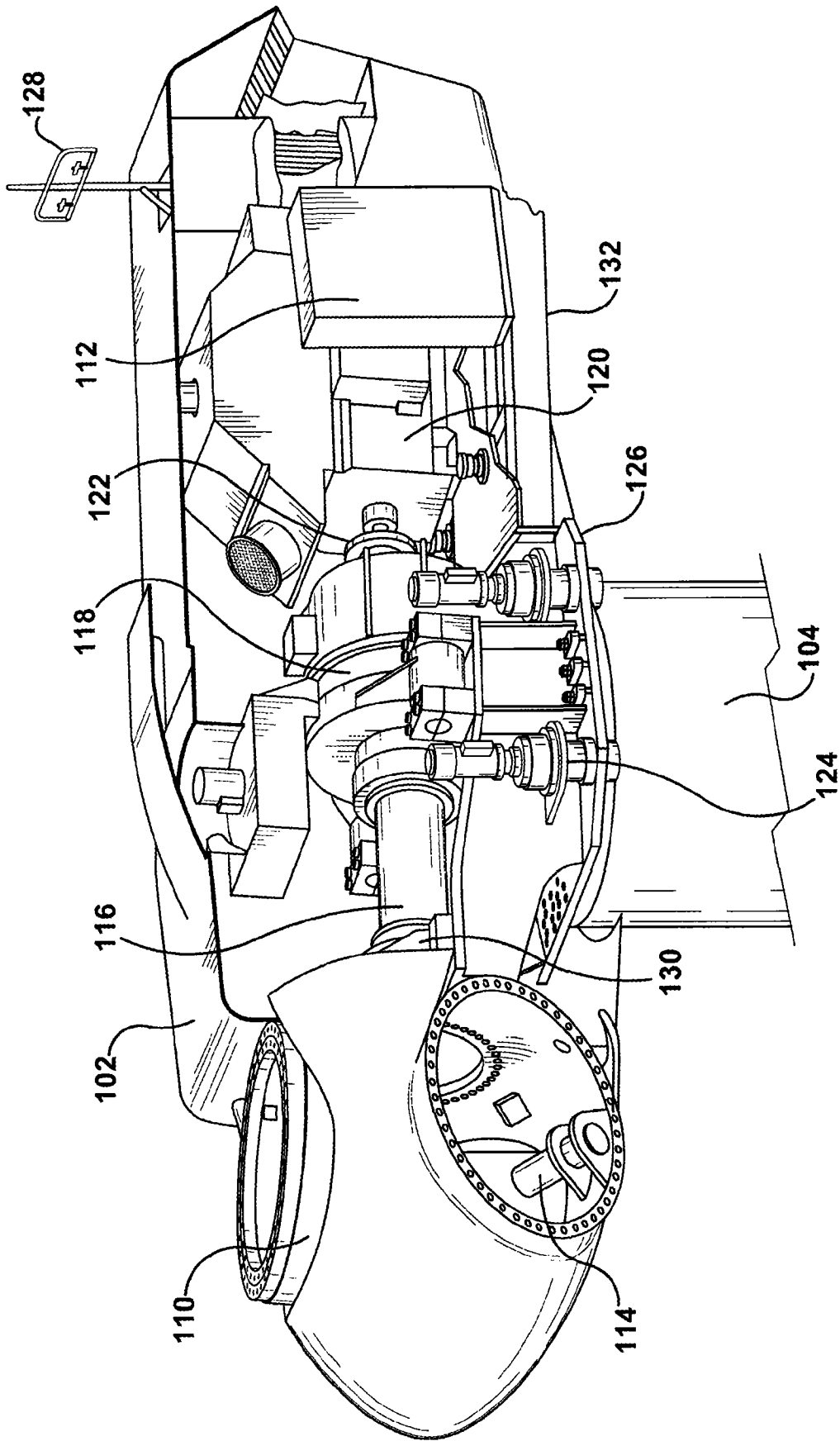


图 2

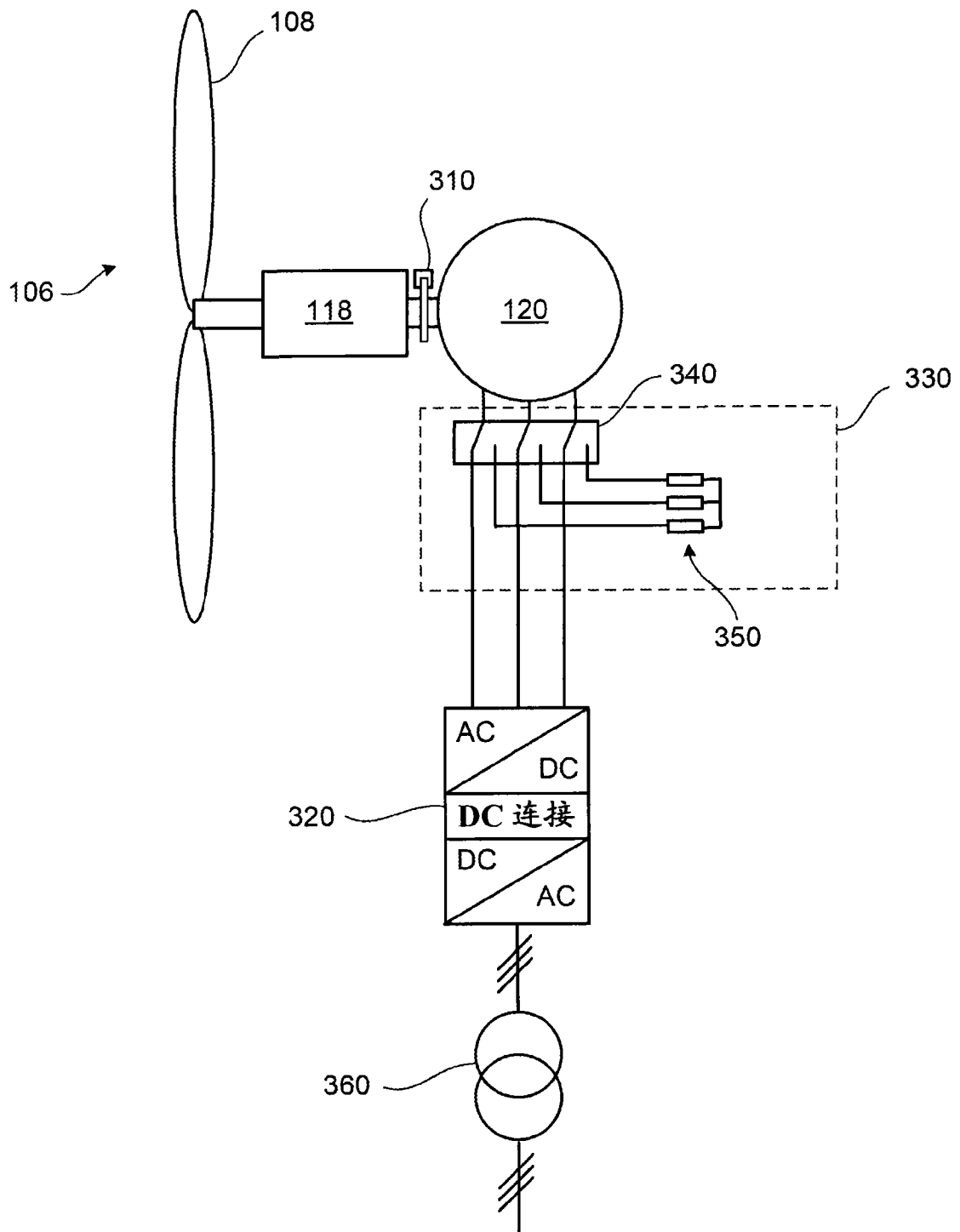


图 3

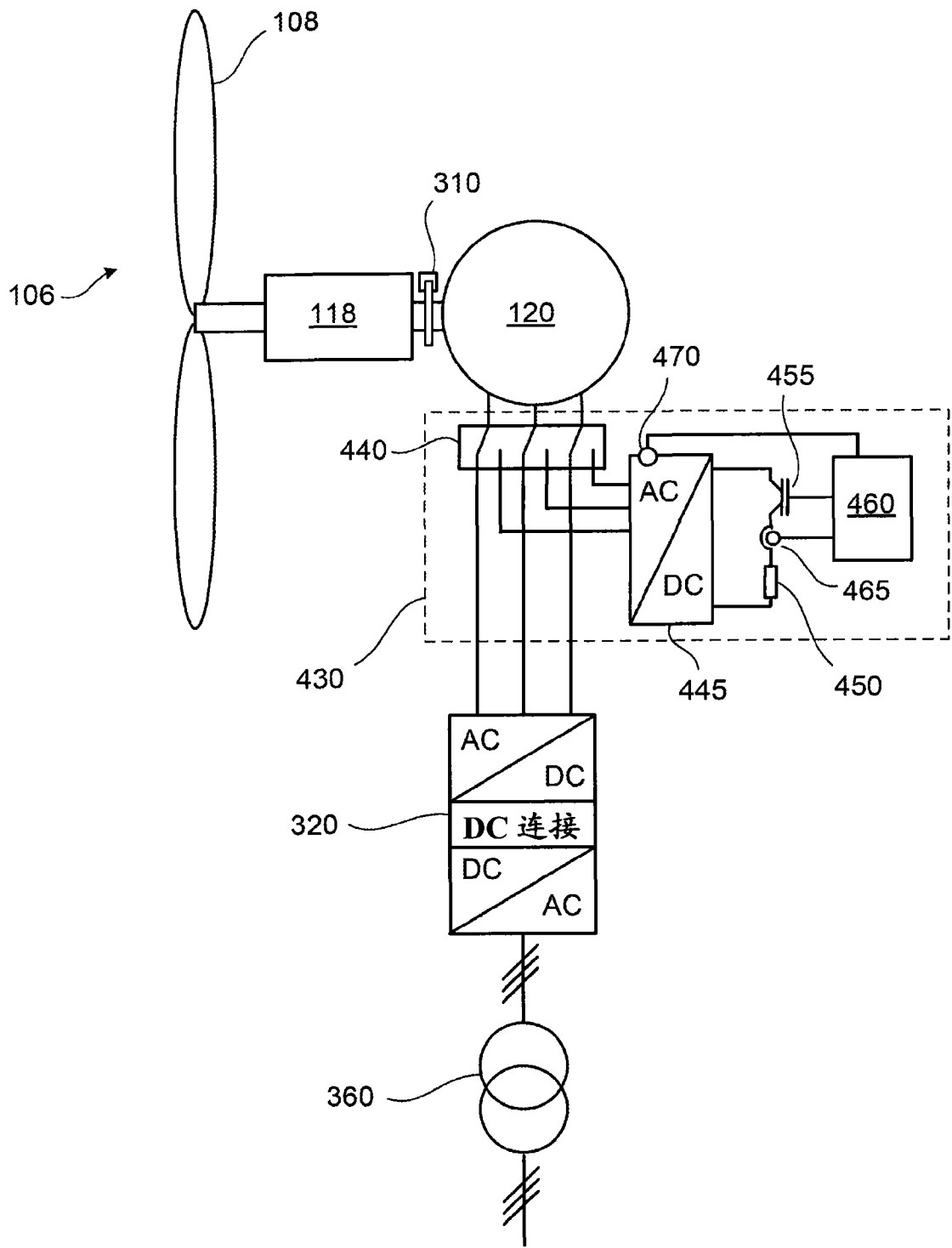


图 4

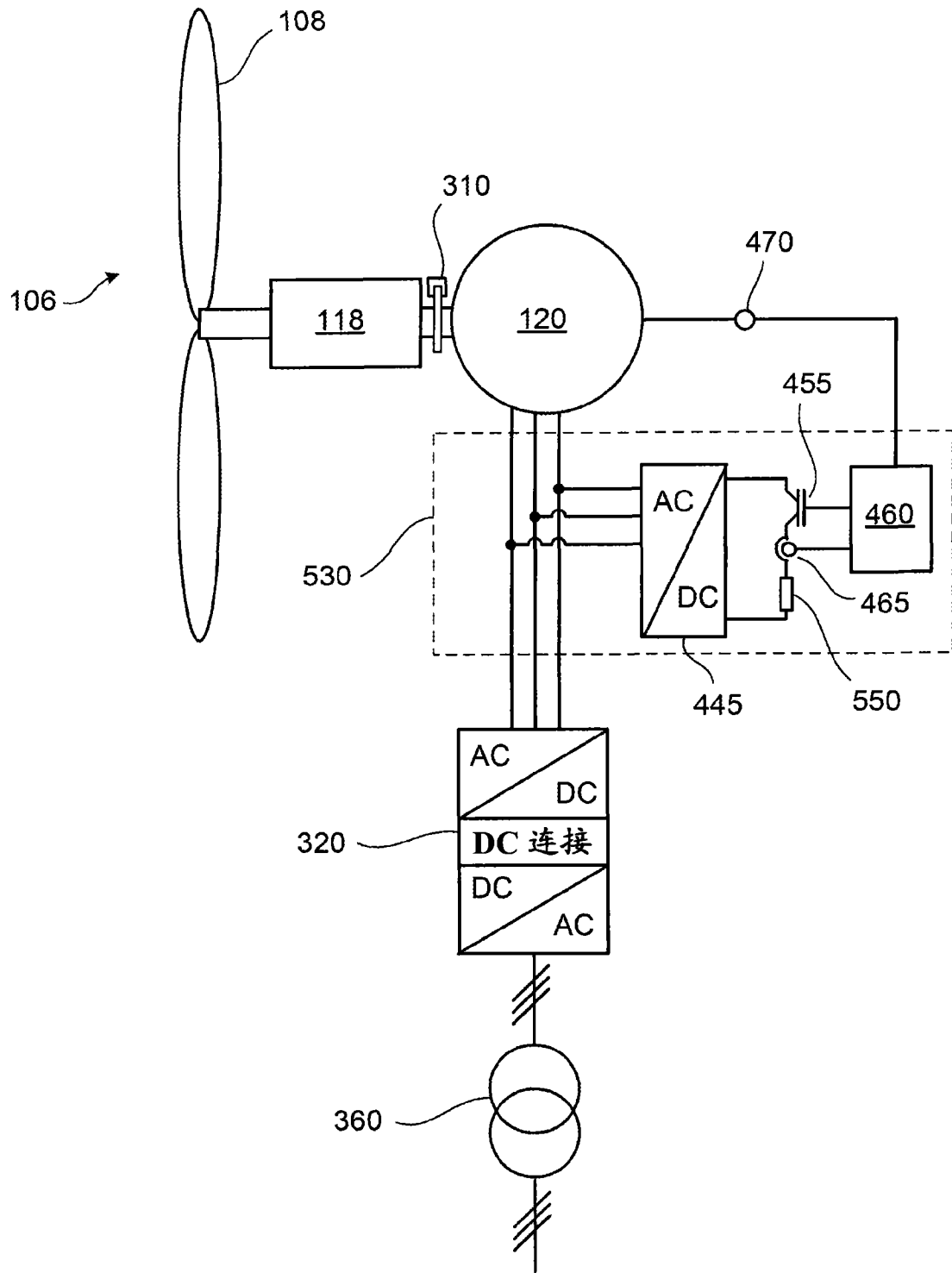


图 5

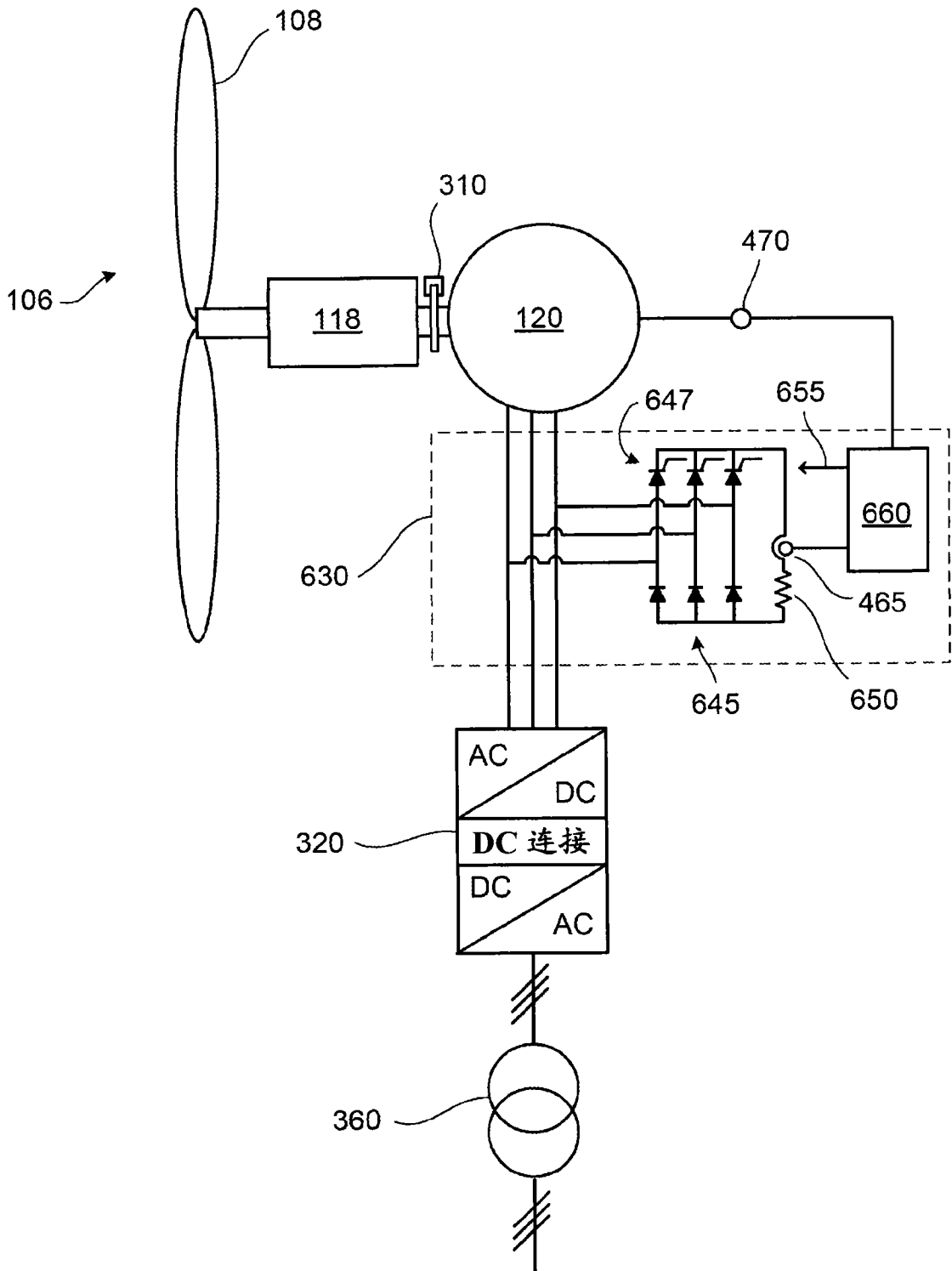


图 6