



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112689931 A

(43) 申请公布日 2021. 04. 20

(21) 申请号 201980059737.1

(22) 申请日 2019.08.22

(30) 优先权数据

102018122586.5 2018.09.14 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/072490 2019.08.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/052937 DE 2020.03.19

(71) 申请人 乌本产权有限公司

地址 德国奥里希

(72) 发明人 罗伯托·罗索 森克·恩格尔肯

马尔科·利塞雷

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 丁永凡 周涛

(51) Int.Cl.

H02J 3/16 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

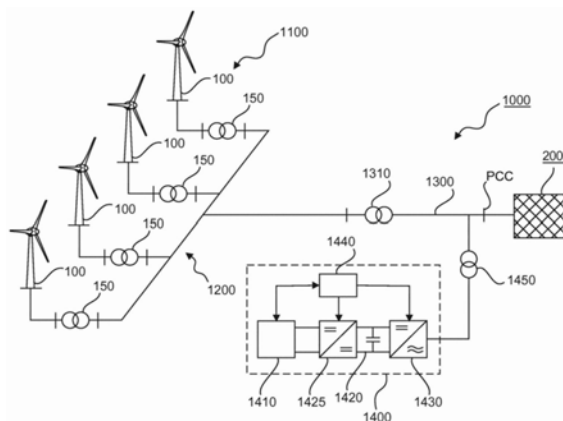
(54) 发明名称

具有稳定单元的风电场以及这种稳定单元

(57) 摘要

本发明涉及一种用于将电功率馈入到供电网 (2000) 中的、具有风电场额定功率的风电场 (1000), 包括: 多个风能设施 (1100); 将多个风能设施 (1100) 连接的风电场电网 (1200), 所述风电场电网借助于风电场变压器 (1310) 在电网连接点 (FCC) 处连接于供电网 (2000); 和稳定单元 (1400), 所述稳定单元与风电场电网 (1200) 连接并且设置在多个风能设施 (1100) 和供电网 (2000) 之间, 以便提高风电场 (1000) 的稳定性, 至少包括: 电储能器 (1410), 所述电储能器设立用于, 提供电功率; 与电储能器 (1410) 连接的直流电压中间回路 (1420), 所述直流电压中间回路设立用于, 至少引导由电储能器 (1410) 提供的电功率; 与直流电压中间回路 (1420) 连接的逆变器 (1430), 所述逆变器设立用于, 至少形成由电储能器 (1410) 经由直流电压中间回路 (1420) 提供的电功率; 和控制单元 (1440), 所述控制单元设立用于, 至少操控逆变器 (1430), 使得稳定单元

(1400) 在风电场 (1000) 处在静态上和在动态上如机电的同步机那样表现。



1. 一种风电场(1000),所述风电场具有风电场额定功率,用于将电功率馈入到供电网(2000)中,所述风电场包括:

- 多个风能设施(1100),
- 连接所述多个风能设施(1100)的风电场电网(1200),所述风电场电网
- 借助于风电场变压器(1310)在电网连接点(PCC)处连接于供电网(2000),和
- 稳定单元(1400),所述稳定单元与所述风电场电网(1200)连接并且设置在多个所述风能设施(1100)和所述供电网(2000)之间,以便提高所述风电场(1000)的稳定性,至少包括:

- 电储能器(1410),所述电储存器设立用于,提供电功率,
- 与所述电储能器(1410)连接的直流电压中间回路(1420),所述直流电压中间回路设立用于,至少引导由所述电储能器(1410)提供的电功率,
- 与所述直流电压中间回路(1420)连接的逆变器(1430),所述逆变器设立用于,至少形成由所述电储能器(1410)经由所述直流电压中间回路(1420)提供的电功率,和
- 控制单元(1440),所述控制单元设立用于,至少操控所述逆变器(1430),使得所述稳定单元(1400)在所述风电场(1000)处在静态上和在动态上如机电的同步机那样表现。

2. 根据权利要求1所述风电场(1000),其中

- 所述稳定单元(1400)基本上以外加电压的方式工作。

3. 根据权利要求1或2所述的风电场(1000),其中

- 所述稳定单元(1400)还包括直流电压转换器(1425),所述直流电压转换器设置在所述电储能器(1410)和所述直流电压中间回路(1420)之间。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000),其中

- 所述稳定单元(1400)设置在所述电网连接点(PCC)处,优选地设置在风电场变压器(1310)和供电网(2000)之间。

5. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000),其中

- 所述稳定单元(1400)还具有变压器(1450),所述变压器设置在所述逆变器(1430)的输出端处,以便将所提供的功率的电压变压。

6. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000),其中

- 所述稳定单元(1400)设立用于,所述风电场(1000)在供电网(2000)处以低短路比运行。

7. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000),其中

- 在考虑所述风电场额定功率和在稳定单元(1400)和所述风电场(1000)之间的距离的条件下设计所述稳定单元(1400)的所述电储存器(1410)。

8. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000),其中

- 所述电储存器(1410)具有所述风电场额定功率的至少1百分比、优选至少5百分比、特别优选至少10百分比。

9. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000),其中

- 所述稳定单元(1400)设立用于,将电功率馈入到所述供电网(2000)中和/或馈入到所述风电场电网(1200)中和/或从所述供电网(2000)中提取电功率和/或从所述风电场电网(1200)中提取电功率。

10. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000), 其中
 - 所述稳定单元(1400) 设立用于, 借助于有功功率频率特征曲线和/或无功功率电压特征曲线来支持所述供电网(2000)。
11. 根据上述权利要求中任一项所述的风电场(1000), 其中
 - 所述风能设施(100) 或所述风能设施(1100) 中的多个尤其借助于全功率变流器基本上以外加电流的方式工作。
12. 一种用于风电场(1000) 的稳定单元(1400), 所述风电场尤其具有多个风能设施(1000), 所述稳定单元用于与风电场电网(1200) 连接, 至少包括:
 - 电储能器(1410), 所述电储存器设立用于, 提供电功率,
 - 与所述电储能器(1410) 连接的直流电压中间回路(1420), 所述直流电压中间回路设立用于, 至少引导由所述电储能器(1410) 提供的电功率,
 - 与所述直流电压中间回路(1420) 连接的逆变器(1430), 所述逆变器设立用于, 至少形成由所述电储能器(1410) 经由所述直流电压中间回路(1420) 提供的电功率, 和
 - 控制单元(1440), 所述控制单元设立用于, 至少操控所述逆变器(1430), 使得所述稳定单元(1400) 在所述风电场(1000) 处在静态上和在动态上如机电的同步机那样表现。
13. 根据权利要求12所述的稳定单元(1400), 其中
 - 所述稳定单元设立用于, 以外加电压的方式工作。
14. 根据权利要求12或13所述的稳定单元(1400), 还包括:
 - 直流电压转换器(1425), 所述直流电压转换器设置在所述电储存器(1410) 和所述直流电压中间回路(1420) 之间。
15. 根据权利要求12至14中任一项所述的稳定单元(1400), 还包括:
 - 变压器(1450), 所述变压器设置在所述逆变器(1430) 的输出端处, 以便对所提供的功率的电压进行变压。

具有稳定单元的风电场以及这种稳定单元

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有稳定单元的风电场以及这种稳定单元。

背景技术

[0002] 风电场通常具有多个风能设施,所述风能设施经由共同的风电场电网彼此连接。

[0003] 为了将借助于风能设施产生的电功率馈入到供电网中,风电场电网通常还借助于连接线路和变压器在电网连接点处连接于供电网。

[0004] 为了产生电功率本身,风能设施还通常还具有变流器,所述变流器通常构成为外加电流。

[0005] 这造成,需要特定的同步单元用于电网识别,尤其以便变流器能够符合规定地、尤其同步地借助供电网或在供电网处运行。

[0006] 但是,这种同步单元能够危害变流器的稳定性并进而危害供电网的稳定性,尤其当同步单元由不同的变流器相互影响或相互振荡时如此。

[0007] 尤其在弱的电网连接点、即具有低的短路功率的电网连接点处,同步单元的这种振荡会导致,风电场不能够稳定地在供电网处运行或者使供电网不稳定和从而必须与电网分离。

[0008] 德国专利商标局在本申请的优先权申请中检索到如下现有技术:DE 10 2016 124 602 A1、DE 10 2006 047 792 A1和DE 10 2014 016 664 A1。

发明内容

[0009] 本发明的目的因此是,解决上述问题之一,改进常见的现有技术或对迄今已知方案提供备选方案。尤其地,要改进风电场的稳定性,所述风电场连接于弱的电网连接点,即所述电网连接点具有低的短路比(英语专业术语为:short circuit ratio;简称为SCR),例如小于10。

[0010] 根据本发明因此提出一种根据权利要求1的用于将电功率馈入到供电网中的风电场。

[0011] 因此提出一种风电场,所述风电场具有风电场额定功率并且设立用于,将电功率馈入到供电网中。

[0012] 风电场对此包括:多个风能设施;将多个风能设施连接的风电场电网,所述风电场电网借助于风电场变压器在电网连接点处连接于供电网;和根据本发明的稳定单元,所述稳定单元与风电场电网连接并且设置在多个风能设施和供电网之间,尤其以便提高风电场的稳定性。

[0013] 稳定单元对此例如可以与风电场或在风电场变压器和电网连接点之间的连接线路连接。只要稳定单元例如设置在风电场变压器和电网连接点之间,稳定单元就可以特别好地模拟同步机,尤其在风电场层面。在稳定单元设置在风电场电网中的情况下,可以在风能设施层面进一步地改进稳定性。

[0014] 稳定单元本身对此包括:至少一个电储能器,所述电储能器设立用于,提供电功率;与电储能器连接的直流电压中间回路,所述直流电压中间回路设立用于,至少引导由电储能器提供的电功率;与直流电压中间回路连接的逆变器,所述逆变器设立用于,至少形成由电储存器经由直流电压中间回路提供的电功率;和控制单元,所述控制单元设立用于,至少操控逆变器,使得稳定单元在风电场处在静态上和在动态上如机电的同步机那样表现。

[0015] 电储存器对此例如可以构成为电池或者包括多个电容器组。优选地,电储能器的大小在此根据风电场额定功率选择,更确切地说尤其为,使得稳定单元设立用于,执行在上文中或在下文中描述的功能,使得稳定风电场。

[0016] 在一个优选的实施方式中,电储存器此外设立用于,借助于稳定单元的其他构件从供电网或风电场电网中提取电功率,以便对电储能器充电和/或将电功率馈入到供电网或风电场电网中,优选以外加电压的方式,以便稳定风电场。

[0017] 此外在一个优选的实施方式中,直流电压中间回路设立用于,同样从供电网或风电场电网中提取电功率,尤其以便对电储存器充电。

[0018] 在另一优选的实施方式中,直流电压中间回路此外具有滤波器,例如LCL滤波器,所述滤波器设立用于,平滑直流电压中间回路中的电压谐波。

[0019] 优选地,逆变器此外构成为全功率变流器。即逆变器不仅设立用于,从直流电压回路中提取电功率并且将其馈入到供电网或风电场电网中,而且从供电网或风电场电网中提取功率并且将其馈入到直流电压中间回路中,尤其以便对电储存器充电。

[0020] 此外,控制单元优选也设立用于,检测电储能器的至少一个充电状态,以便在控制逆变器时考虑所述充电状态。

[0021] 在另一优选的实施方式中,在控制单元中保存有多个运行模式,其激活与电储存器的充电状态相关。例如,当电储存器的充电状态小于20百分比时,不执行运行模式。这具有如下优点,能够为特定的运行模式保留电储存器的预定的容量。例如,为运行模式:电网故障保留20百分比。在该情况下,稳定单元设立用于,在任何时刻都针对电网故障馈送,以便标识供电网中的故障部位。

[0022] 在另一优选的实施方式中,控制单元还设立用于,控制设置在直流电压中间回路中的直流电压转换器。

[0023] 此外尤其提出,稳定单元如虚拟同步机那样运行。

[0024] 根据本发明尤其提出,电池馈送的虚拟同步机与风电场并行地以外加电压的方式运行,以便提高风电场的稳定性。

[0025] 优选地,稳定单元基本上以外加电压的方式工作。

[0026] 因此尤其提出,稳定单元的逆变器借助外加电压的控制方法运行,尤其使得稳定单元在其输出端处为风电场预设稳定的电压。

[0027] 在一个优选的实施方式中,逆变器还设立用于,以外加电压的方式工作。

[0028] 逆变器因此也可以称作为外加电压的逆变器。

[0029] 外加电压的逆变器可以也在空转中提供电压,或者无需电流/功率馈入。由此,尤其对于外加电流的风能设施可以提供电网角度,这尤其能够实现提供正确的相位。在一个优选的实施方式中,外加电压的逆变器或稳定单元不具有同步单元。

[0030] 优选地,稳定单元还包括直流电压转换器,所述直流电压转换器设置在电储存器

和直流电压中间回路之间。

[0031] 特别有利的在此是,电储存器与供电网或与风电场电网尤其电流隔离。

[0032] 因此例如可能的是,与供电网或电场电网的运行状态无关地,对电储存器充电或放电。

[0033] 优选地,稳定单元设置在电网连接点处,优选地设置在风电场变压器和供电网之间。

[0034] 稳定单元因此优选地、尤其靠近电网连接点、并且不在风电场电网之内设置。风电场和稳定单元因此构成功能单元。

[0035] 优选地,稳定单元还具有变压器,所述变压器设置在逆变器的输出端处,以便对所提供的功率的电压变压。

[0036] 稳定单元因此也包括变压器,所述变压器设立用于,将稳定单元与风电场电网和/或供电网连接。

[0037] 稳定单元和变压器在此优选地构成功能单元。这尤其表示,稳定单元和所述变压器在地点上可以彼此分开地设立。

[0038] 在一个特别优选的实施方式中,稳定单元和变压器安装在集装箱中。

[0039] 在此特别有利的是,根据本发明的稳定单元能够以简单的和适当的方式和方法在已经现存的风电场中加装。

[0040] 在另一优选的实施方式中,稳定单元还如在上文中或在下文中描述的那样构成。

[0041] 优选地,稳定单元设立用于,风电场在供电网处以低的短路比运行,例如小于10、优选小于8、特别优选小于6、尤其更优选小于4、尤其小于2的短路比。

[0042] 因此尤其提出,部件、如例如电储存器设计成,使得稳定单元能够实现,特定的额定功率的风电场在电网连接点处以特定的短路比运行,例如电储存器对此在短路比小于8时具有风电场的额定功率的10百分比。

[0043] 优选地,稳定单元的电储存器在考虑风电场额定功率和在稳定单元和风电场或风电场变压器之间的距离的条件下设计。

[0044] 优选地,电储存器具有风电场额定功率的至少1百分比,优选至少5百分比,特别优选至少10百分比。

[0045] 优选地,稳定单元设立用于,将有功功率和无功功率馈入到供电网中和/或馈入到风电场电网中和/或从供电网中提取和/或从风电场电网中提取。

[0046] 在一个特别优选的实施方式中,稳定单元还设立用于,将电功率馈入到供电网中和/或馈入到风电场电网中和/或从供电网中提取和/或从风电场中提取。

[0047] 因此尤其提出,稳定单元可以在四象限运行中运行。即,稳定单元可以关于有功功率和无功功率用作为消耗器和发生器。例如,稳定单元可以将无功电功率馈入到供电网中并且同时从供电网中提取有功电功率。

[0048] 优选地,稳定单元设立用于,借助于有功功率频率特征曲线和/或无功功率电压特征曲线来支持供电网。

[0049] 因此尤其提出,逆变器和控制单元设立用于,借助于有功功率频率特征曲线和/或无功功率电压特征曲线运行,尤其使得支持供电网,优选借助于对应于特征曲线地馈入有功和/或无功功率。

[0050] 例如,控制单元对此具有寄存器,在所述寄存器中保存有特征曲线。在需要时,那么所述特征曲线可以激活,例如通过电网运营商或风电场控制单元。

[0051] 在一个特别优选的实施方式中,电存储器对此具有风电场的额定功率的至少20百分比。因此根据本发明已认识到,电存储器必须具有最小尺寸,以便除了稳定风电场之外承担其他功能。

[0052] 优选地,风能设施尤其借助于全功率变流器基本上以外加电流的方式工作。

[0053] 因此根据本发明此外已知的是,根据本发明的稳定单元引起,在风电场中或在风电场附近不需要其他外加电压的发生器。

[0054] 在此特别有利的一方面是,根据本发明的稳定单元简单地在已经以外加电流的方式工作的风电场中加装,并且另一方面在尚要搭建的风电场中能够放弃在风能设施中的外加电压的控制方法。

[0055] 此外,根据本发明提出一种稳定单元,尤其用于风电场,所述稳定单元如在上文中或在下文中描述的那样构成。

附图说明

[0056] 本发明现在在下文中示例性地根据实施例参照附图详细阐述。

[0057] 图1示出根据本发明的风电场的风能设施的示意图,和

[0058] 图2示出一个实施方式的根据本发明的风电场的示意构造。

具体实施方式

[0059] 图1示出根据本发明的风电场的风能设施100,所述风电场如例如在图2中示出。

[0060] 风能设施100对此具有塔102和吊舱104。在吊舱104处设置有具有三个转子叶片108和整流罩110的空气动力学转子106。转子106在运行中通过风置于转动运动并从而驱动吊舱104中的发电机。所述发电机由此产生电流,所述电流借助于以外加电流的方式工作的全功率变流器提供给风能设施变压器,所述风能设施与风电场电网连接。

[0061] 图2示出一个实施方式的根据本发明的风电场100的示意构造。

[0062] 具有风电场额定功率的风电场1000为了馈入电功率借助于具有风电场变压器1310的连接线路1300在电网连接点PCC处与供电网2000连接。

[0063] 风电场1000对此包括多个风能设施1100,例如四个风能设施100,如优选在图1中示出的那样。

[0064] 风能设施100分别以外加电流的方式构成并且经由变压器150与连接多个风能设施1100的风电场1200彼此连接。

[0065] 为了稳定风电场1000此外设有根据本发明的稳定单元1400,所述稳定单元借助于变压器1450在电网连接点PCC附近与连接线路1300连接。

[0066] 稳定单元1400包括电存储器1410、具有直流电压转换器1425的直流电压中间回路1420、逆变器1430和控制单元1440。

[0067] 电存储器1410设立用于,提供电功率,例如风电场额定功率的10百分比。

[0068] 直流电压中间回路1420借助于直流电压转换器1425与电存储器1410和还与逆变器1430连接。此外,直流电压中间回路1420设立用于,至少引导由电存储器1410提供的电功

率。优选地,直流电压中间回路1420还具有带有LCL特征的滤波器。

[0069] 逆变器1430与直流电压中间回路1420并且此外与变压器1450连接。此外,逆变器1430设立用于,至少形成由电存储器1410经由直流电压回路1420提供的电功率。

[0070] 控制单元1440优选与电存储器1410、直流电压转换器1425和逆变器1430连接。此外,控制单元1440至少设立用于,操控逆变器1430,使得稳定单元1400在风电场处在静态上和动态上与机电的同步机那样表现。

[0071] 稳定单元1400因此优选地以外加电压的方式构成并且如虚拟同步机那样运行。

[0072] 稳定单元1400、尤其控制单元1440和电存储器1410在此还优选地构成为,使得风电场1000在供电网处能够以低短路比运行。

[0073] 对此,电存储器1410优选在考虑风电场额定功率和在稳定单元1400和风电场1000之间的距离的条件下设计,尤其在考虑在风电场变压器1310和稳定单元1400之间的电网阻抗的条件下。

[0074] 此外,稳定单元1400设立成,将电功率馈入到供电网2000中和/或馈入到风电场电网1200中和/或从供电网2000中提取电功率和/或从风电场电网1200中提取电功率。

[0075] 此外,稳定单元1400设计用于,借助于有功功率频率特征曲线和/或无功功率电压特征曲线来支持供电网2000。

[0076] 本发明提供一系列的优点,所述优点如在下文中并且不排除地列举:

[0077] 1.提高连接于弱的电网连接点的风电场的稳定性可以通过使用根据本发明的稳定单元来实现,所述稳定单元的额定功率小于电厂功率的10%。因此,提高了相对于迄今的已知方案特别低成本的变型形式。

[0078] 2.通过稳定单元如虚拟同步机那样运行,对于风电场的稳定所需的功率相对于例如已知的STATCOM以多倍降低。由此,根据本发明的解决方案也比迄今已知的备选方案更低成本。

[0079] 3.稳定单元原则上配置用于,满足系统服务并且能够通过在上文中描述的尺寸设计和操控也以简单的方式为此设立。

[0080] 4.稳定单元还可以设立用于,安装到所谓的集装箱中。即其可以简单地运输和在已经存在的风电场中实现。

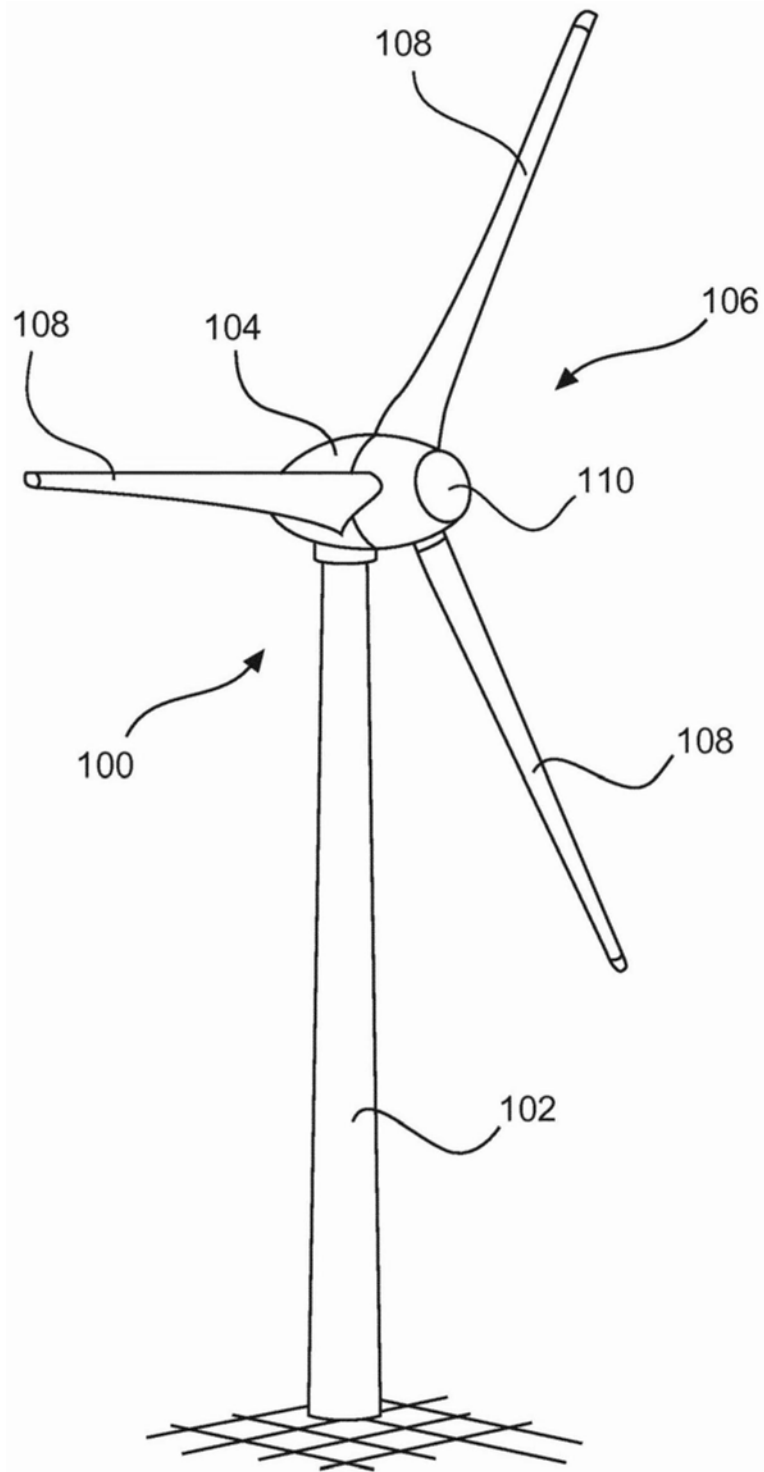


图1

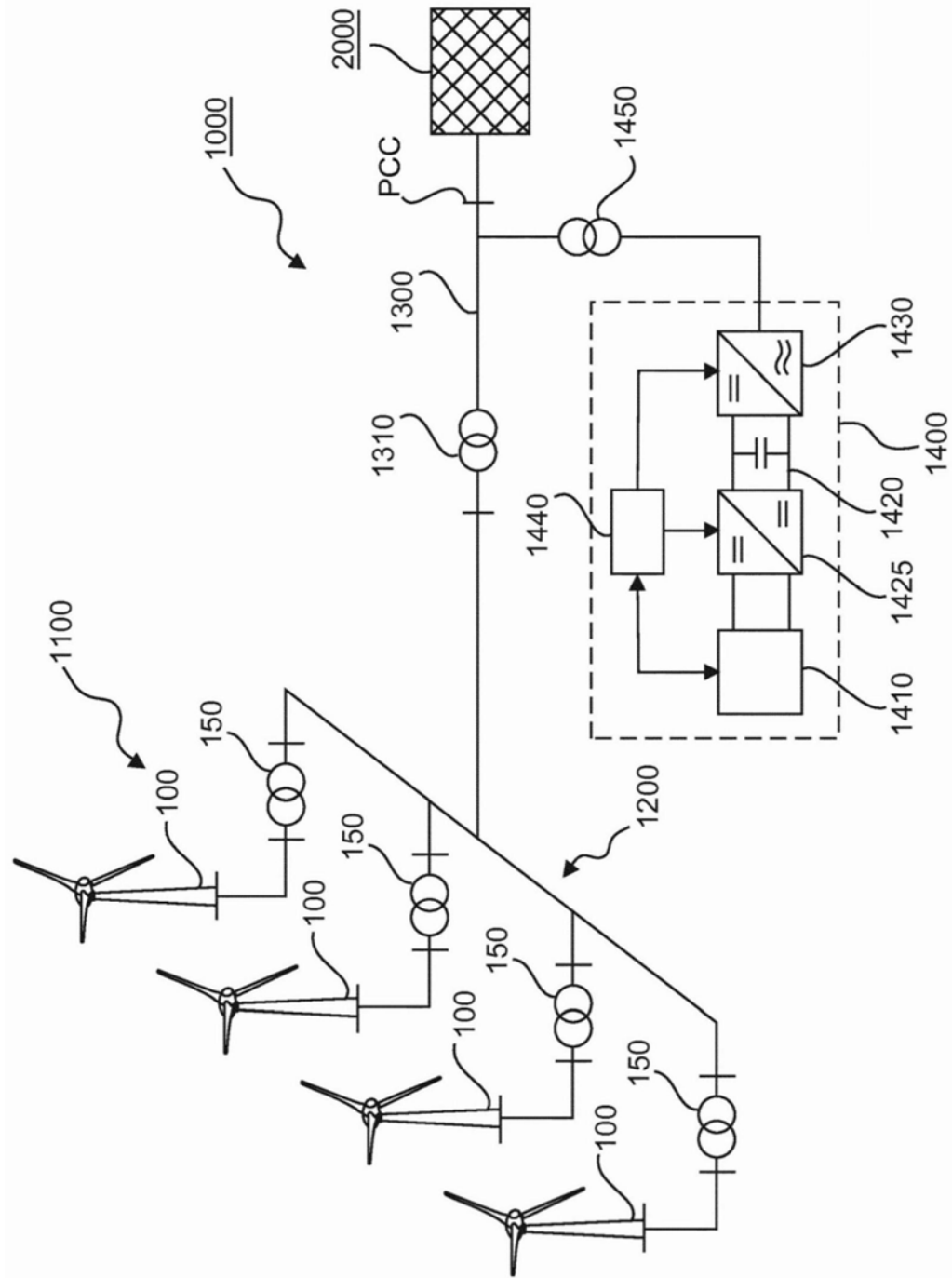


图2