



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780029088.8

[43] 公开日 2009年8月5日

[11] 公开号 CN 101501977A

[22] 申请日 2007.8.3

[21] 申请号 200780029088.8

[30] 优先权

[32] 2006.8.4 [33] GB [31] 0615562.6

[32] 2006.10.25 [33] US [31] 60/854,081

[86] 国际申请 PCT/GB2007/002972 2007.8.3

[87] 国际公布 WO2008/015461 英 2008.2.7

[85] 进入国家阶段日期 2009.2.4

[71] 申请人 塞瑞斯知识产权有限公司

地址 英国西苏塞克斯

[72] 发明人 查理·理查德·埃利奥特

克里斯托弗·约翰·埃文斯

斯蒂芬·詹姆斯·沃特金斯

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司
代理人 王新华

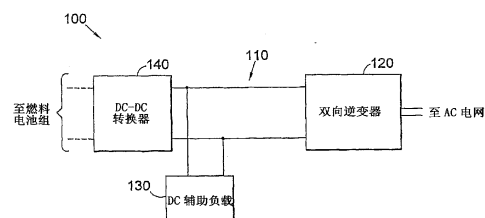
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称

发电机的供能控制

[57] 摘要

本申请公开了一种用于将燃料电池组连接至 AC 电网以给之供电的系统(100)，其中 DC 总线(110)设置成与所述燃料电池组连接，双向逆变器(120)与 DC 总线(110)连接，并且连接在 DC 总线(110)和 AC 电网之间。燃料电池组的至少一个 DC 辅助负载(130)设置成与 DC 总线(110)连接。DC-DC 转换器(140)设置在燃料电池组和 DC 总线(110)之间。



- 1.一种用于将燃料电池组连接至 AC 电网以给之供电的系统，包括：
与所述燃料电池组连接的 DC-DC 转换器；
与 DC-DC 转换器连接的电压调节 DC 总线；
与所述 DC 总线连接并且连接在所述 DC 总线和所述 AC 电网之间的双向逆变器；以及
与所述 DC 总线连接的所述燃料电池组的至少一个 DC 辅助负载。
- 2.如权利要求 1 所述的系统，其中所述双向逆变器包括 AC-DC 转换器。
- 3.如权利要求 1 或 2 所述的系统，其中所述双向逆变器布置用来调节在 DC 总线上的电压。
- 4.如前面权利要求中任一项所述的系统，其中所述双向逆变器布置用来在该系统与 AC 电网连接时调节在所述 DC 总线上的电压。
- 5.如前面权利要求中任一项所述的系统，其中所述 DC-DC 转换器布置用来调节在所述 DC 总线上的电压。
- 6.如权利要求 5 所述的系统，其中所述 DC-DC 转换器布置用来在该系统没有与所述 AC 电网连接时调节在所述 DC 总线上的电压。
- 7.如前面权利要求中任一项所述的系统，还包括至少一个连接在双向逆变器的 AC 电网侧上的 AC 辅助负载。
- 8.如权利要求 7 所述的系统，其中所述 AC 辅助负载为燃料电池组的辅助负载。
- 9.如前面权利要求中任一项所述的系统，其中所述系统布置用来在燃料电池组没有为至少一个 DC 辅助负载提供足够的电能时至少部分从 AC 电网通过所述 DC 总线给至少一个 DC 辅助负载提供 DC 电能。
- 10.如权利要求 9 所述的系统，其中所述双向逆变器用来在至少部分从所述 AC 电网给所述 DC 辅助负载供电时给所述 DC 辅助负载提供主动功率因子校正。
- 11.如前面权利要求中任一项所述的系统，其中所述系统布置用来在燃

料电池组给至少一个 DC 辅助负载提供足够电能时从燃料电池组通过 DC 总线给至少一个 DC 辅助负载提供电能。

12.如前面权利要求中任一项所述的系统，还包括至少一个与所述 DC 总线连接的电能存储设备。

13.如权利要求 12 所述的系统，还包括连接在所述 DC 总线和所述电能存储设备之间的另一个 DC-DC 转换器。

14.一种用于控制发电系统的方法，所述发电系统包括给 AC 电网供电的燃料电池组，所述方法包括给电压调节 DC 总线以及与所述 DC 总线连接的燃料电池组的至少一个 DC 辅助负载提供电能，其中：

在第一模式中，通过电压调节 DC 总线从 AC 电网给至少一个 DC 辅助负载提供电压调节 DC 电能；并且

在第二模式中，通过电压调节 DC 总线从所述燃料电池组给至少一个 DC 辅助负载提供电压调节 DC 电能。

15.如权利要求 14 所述的方法，其中在第一模式的第一子模式中，只是从 AC 电网给至少一个 DC 辅助负载提供电能。

16.如权利要求 15 所述的方法，其中在第一模式的第二子模式中，从 AC 电网和燃料电池组两者给至少一个 DC 辅助负载提供电能。

17.如权利要求 15 或 16 所述的方法，其中所述第一模式的第一子模式在所述燃料电池组没有产生出任何电能时进行。

18.如权利要求 16 所述的方法，其中所述第一模式的第二子模式在所述燃料电池组正在产生比所述至少一个 DC 辅助负载所需的电能更少的电能时进行。

19.如权利要求 14 至 18 中任一项所述的方法，其中在第一模式中通过在 AC 电网和 DC 总线之间的 AC-DC 转换器来调节 DC 总线电压。

20.如权利要求 14 至 19 中任一项所述的方法，其中在第二模式中，通过在 AC 电网和 DC 总线之间的 AC-DC 转换器来调节 DC 总线电压。

21.如权利要求 14 至 20 中任一项所述的方法，其中在第二模式中从燃料电池组给 AC 电网提供电能。

22.如权利要求 14 至 18 中任一项所述的方法，其中所述第二模式在所述燃料电池组正在产生出比所述至少一个 DC 辅助负载所需的电能更多的

电能时进行。

23.如权利要求 14 至 22 中任一项所述的方法，还包括第三模式，其中发电系统与 AC 电网隔离并且通过 DC-DC 转换器来调节 DC 总线电压。

24.如权利要求 23 所述的方法，其中在第三模式中，通过在本地 AC 电网和 DC 总线之间的 AC-DC 转换器来提供本地 AC 电网。

25.如权利要求 14 至 24 中任一项所述的方法，还包括第四模式，其中没有从燃料电池组获取任何电能，没有给任何辅助负载供电，并且给系统控制器供电。

26.如权利要求 25 所述的方法，其中在第四模式中，还给至少一个系统 AC 辅助负载供电。

27 如权利要求 14 至 26 中任一项所述的方法，其中 DC 总线电压为 300 至 500 伏 DC 之间。

28.如权利要求 27 所述的方法，其中所述 DC 总线电压大约为 400 伏 DC。

29.一种基本上如前面参照任一个附图所述的系统。

30.一种基本上如前面参照任一个附图所述的方法。

31.一种发电设备，其包括如权利要求 1 至 13 中任一项所述的系统。

32.如权利要求 31 所述的发电设备，所述设备配置用来产生可用热量。

发电机的供能控制

技术领域

本发明涉及发电领域。具体地说，本发明涉及用于控制燃料电池组和 AC 电网的连接的系统。

背景技术

燃料电池对于发电而言可以是一种实用、有效并且对环境友好的解决方案。它们的运动部分较少，并且在将包含在燃料中的能量转换成可用电能并且在一些情况中转换成可用热能时非常有效。燃料电池产生出直流电流(DC)。一般来说，燃料电池将产生出大约 1V 的 DC，并且在负载工作时将产生出 0.3V 至 0.8V 的 DC。电压随着燃料电池的工作参数和所承担的负载而变化。

一般来说，来自一个燃料电池的能量不足以满足配备燃料电池的电器的电力负荷要求。因此将多个燃料电池连接在一起形成燃料电池组，并且最好将这些燃料电池串联连接。燃料电池组包括附加部件，包括空气和燃料歧管装置 (manifolding) 和从燃料电池组获取电能的装置。

燃料电池系统将结合有至少一个这种燃料电池组以及燃料和空气处理部件(例如吹风机、阀门和过滤器)、控制系统和功率电子部件以使得燃料电池的电能够转换成正确形式以给与之连接的电负载供电。这些电负载可以为直流负载(DC 负载)或交流负载(AC 负载)。这些负载的示例包括电池、泵和吹风机、马达、本地电源、本地电网和国家电网。

燃料电池组可以用来给交流(AC)“电网”(例如英国的国家电网)。可选的“电网”可以包括与 DC 电源连接的发电机或独立逆变器，实际上任意 AC 系统。这种燃料电池系统在与电网连接时形成分布式发电网络，并且尤其用来在电能需求高峰时即在电网负荷很重时给电网提供额外的电

能。由于其工作特性，即需要在适当的温度条件下给燃料电池提供燃料和空气并且在一些情况中提供压力，所以燃料电池系统不会瞬时开始和停止发电。相反，它们在完全断开和其工作容量之间具有“上坡”和“下坡”时期。另外，燃料电池系统需要辅助装置，这些装置使得燃料电池组能够工作。这些辅助装置的示例有用来使得工作温度保持在适当水平的吹风机和用来给燃料电池组提供燃料以使得它们能够产生出电能的燃料泵等等。因为燃料电池组产生出 DC 电压，而电网需要 AC 电压，所以在给电网提供电能时燃料电池系统需要对 DC 电能进行转换。因为燃料电池组的上坡下坡时间，所以在必须从电网给辅助负载供电时需要时间，从而即使在燃料电池组没有提供电能时也总是给它们提供了工作电能。

发明内容

本发明目的是克服或改善现有技术中存在的缺点中的至少一个。

本发明的实施方案提供了 DC 总线，该 DC 总线连接在至少一个燃料电池和 AC 电网之间，本发明的实施方法提供 DC 辅助负载，其可以是与 DC 总线连接并且从中获得能量的至少一个燃料电池的寄生负载。

在本发明的实施方案中，在至少一个燃料电池和 DC 总线之间设有 DC-DC 逆变器。它们可以将由至少一个燃料电池产生出的电压转变成施加在 DC 总线上的电压。在一些实施方案中，DC-DC 逆变器将电压从有至少一个燃料电池输出的未调电压升高至施加在 DC 总线上的调节电压，该电压高于至少一个燃料电池的输出电压。DC-DC 逆变器可以是例如其频率为 20KHz 至 100KHz 的高频变压器。可以使用不同类型的 DC/DC 逆变器，包括但不限于半桥、全桥或推挽式（push-pull）逆变器。在一个实施方案中，可以使用具有隔离变压器的全桥式逆变器。

在本发明的实施方案中，DC 总线为经调节的电压。在本发明的实施方案中，在 DC 总线和 AC 电网之间设有双向逆变器。在本发明的实施方案中，双向逆变器可以控制在 DC 总线上的电压，并且可以提供电压调节。在本发明的实施方案中，双向逆变器布置成在该系统与 AC 电网连接时调节在 DC 总线上的电压，以及类似操作。

在本发明的实施方案中，DC 辅助负载为至少一个燃料电池的寄生负

载，即至少一个燃料电池工作所需的负载。在本发明的实施方案中，DC 辅助负载包括用于至少一个燃料电池的吹风机。在一些实施方案中，辅助负载包括用于至少一个燃料电池的燃料泵。

在本发明的实施方案中，该系统包括连接在 DC-DC 转换器和双向逆变器之间的电压调节 DC 总线，双向逆变器还与 AC 电网连接，并且 DC-DC 转换器也与至少一个燃料电池连接，其中至少一个燃料电池的至少一个 DC 辅助负载与电压调节 DC 总线连接。该系统因此可以明显做得更小更轻，并且效率损失更少。

通过在 DC 总线上设置至少一个燃料电池的 DC 辅助负载，从而避免了至少一个燃料电池产生出的电流从 DC 转变成电源 AC 并且返回到 DC 以给辅助负载供电。这样，只需要单个转换阶段来给 DC 负载提供电能，而不论它是否来自至少一个燃料电池或者来自 AC 电网。

另外，如果通过来自至少一个燃料电池而不是来自 DC 总线的未调节输出给辅助负载供电，则在燃料电池没有产生任何电能时的启动期间，该系统必须反向运行以给与燃料电池连接的负载供电。在该情况中，需要接触器来避免向燃料电池施加电压，这是不期望的。这些接触器通常较大、昂贵并且有噪音。

加在未调 DC 电能系统上的 DC 负载通常设计用于特定范围的 DC 电压(例如 40-60V)以应付燃料电池的工作条件。但是，这意味着如果产生出稍微更高的功率单元例如具有多层或者具有相同的功率输出但是具有不同的电压电流比的单元，则需要重新设计 DC 负载。

另外，为了通过来自 AC 电网的电能用未调 DC 电压给寄生装置供电，则 DC/DC 阶段必须是双向的。这明显增加了该系统的成本和复杂性。在本发明的实施方案中，可以采用非双向 DC-DC 转换器。

在本发明的实施方案中，在 DC 总线上的电压调节是基于平均电压，而不是将电压控制为完全恒定。在用于频率为 50KHz 的 AC 电网的实施方案中，假设调节电压为大约 10V 的 100Hz 纹波 (ripple) 电流。这是因为单相电能实际上总是以 100Hz 输送；DC 总线用来将这滤出，从而从燃料电池获取的电能是纯 DC。

在本发明的实施方案中，至少一个 AC 辅助负载连接在双向逆变器的

AC 电网侧部。该 AC 辅助负载可以为燃料电池组的辅助负载。

在本发明的实施方案中，将电能存储设备与 DC 总线连接。存储设备可以通过可控 DC-DC 转换器与 DC 总线连接。必要时可以设置一个以上的这种存储设备。

在本发明的实施方案中，可以在系统外面设置第二电压调节 DC 总线以将燃料电池组与 AC 电网连接。外部 DC 总线可以与系统的电压调节 DC 总线连接。可以通过一个或多个 DC-DC 转换器将一个或多个存储设备与这个另外的 DC 总线连接。另外，DC 总线可以具有与之连接的另一个燃料电池系统。该另外的燃料电池系统可以与上述的燃料电池组不同。在本发明的实施方案中，可以设置内部和外部两个存储设备。在本发明的实施方案中，可以在系统外面设置多个存储设备和/或燃料电池组。

存储设备可以为一个或多个蓄电池、电容器、储能轮或其他这种能量存储设备中的任意一个或多个。

在操作中，在本发明的实施方案中，该系统可以按照不同的模式工作。在第一模式中，可以通过电压调节 DC 总线从 AC 电网给至少一个燃料电池的至少一个 DC 辅助提供电压调节 DC 电能。在第二模式中，可以通过电压调节 DC 总线从至少一个燃料电池给至少一个 DC 辅助负载提供电压调节 DC 电能。在本发明的实施方案中，在第一模式的第一子模式中，只是从 AC 电网给至少一个 DC 辅助负载提供电能。在本发明的实施方案中，从 AC 电网和至少一个燃料电池给至少一个 DC 辅助负载提供电能。第一模式的第一子模式可以在至少一个燃料电池没有产生任何电能时进行。第一模式的第二子模式可以在至少一个燃料电池正在产生比至少一个 DC 辅助负载所需的电能更少的电能时进行。在系统处于第二模式时，可以从至少一个燃料电池给 AC 电网提供电能。第二模式可以在至少一个燃料电池正在产生比至少一个 DC 辅助负载所需电能更多的电能时进行。该系统还可以在第三模式中工作，其中燃料电池发电系统与 AC 电网隔离并且通过 DC-DC 转换器来调节电压。DC 总线电压可以在 300 至 500 伏 DC 之间调节。可以将 DC 总线电压调节至大约 400 伏 DC。如果设有存储设备，则也可以从一个或多个存储设备来给该系统启动供电。在该模式中，在燃料电池组启动期间，可以从一个或多个存储设备而不是从 AC 电网给至少一

个辅助负载提供电能。

因此，根据本发明的第一方面，提供一种根据权利要求 1 所述的用于将燃料电池组连接至 AC 电网以给其供电的系统。根据本发明的第二方面，提供了一种如权利要求 14 所述的方法。

附图说明

下面将参照附图仅仅以实施例的方式对本发明的实施方案进行说明，其中：

图 1a 显示出根据本发明第一实施方案的示意性控制系统；

图 1b 显示出根据第一实施方案的变型的示意性控制系统；

图 2a 显示出根据本发明第二实施方案的示意性控制系统；

图 2b 和 2c 显示出第二实施方案的变型；

图 3 显示出在图 2a 的系统的各种操作模式中的能流示意图；并且

图 4 显示出在图 2a 和 3 的不同系统操作模式之间的切换规则的示意图。

具体实施方式

图 1a 是本发明一个实施方案的系统的示意图。系统 100 包括要与燃料电池组（可以包括一个或者多个燃料电池）连接的电压调节的 DC 总线 110，连接至 DC 总线 110 并且连接在 DC 总线 110 和 AC 电网（grid）之间的双向逆变器 120，和至少一个连接至 DC 总线 110 的燃料电池组的 DC 辅助负载 130。在燃料电池组和 DC 总线之间设置 DC-DC 升压转换器 140。DC-DC 转换器 140 将燃料电池组与 DC 总线隔离开，并将来自燃料电池组的未经调节的电压升高至 DC 总线上的调节电压。尽管图中仅显示了一个 DC 辅助负载 130，但是可以理解，可以在 DC 总线上连接更多的辅助负载。

DC 辅助负载 130 从 DC 总线 110 获取电能。根据系统 100 的操作，可以将用于辅助负载 130 的电能提供给 DC 总线，以由辅助负载 130 从燃料电池组、AC 电网或者这些的结合处获取。双向逆变器 120 调节 DC 总线 110 上的电压。在本实施方案中，DC 总线上的电压调节是根据平均电压进行的，而不是将电压控制为准确的恒定值。在调节电压上叠加了 10V 级别的

100Hz的脉动电流(ripple current)。提供这个电流是因为单相功率实际以100Hz传送；DC总线用于将其滤出，从而从燃料电池中获取的是纯的DC。

图1b是第一实施方案的控制系统的变型。在该变型中，相同的元件使用相同的附图标记。在该变型中，与上述图1a所讨论的有些不同的是，多设置了一个DC-DC转换器150，它连接至电压调节的DC总线110。电能存储设备160通过该DC-DC转换器150连接至DC总线110。在本实施方案中存储设备是一个蓄电池系统。但是本领域技术人员也了解其他的存储设备，包括电容、储能轮等。

图2a显示了本发明的第二实施方案。第二实施方案与第一实施方案类似，具有与第一实施方案相同的特征。设置了DC总线210，它是通过双向逆变器220进行电压调节。在本实施方案中，双向逆变器220以简化的方式显示，包括一个AC-DC转换器。DC辅助负载230连接至DC总线210。如第一实施方案，可以理解，可以在DC总线210上连接更多的辅助负载。例如，可以在DC总线上设置燃料泵，和/或其他的辅助负载。

DC-DC转换器240设置在燃料电池组250（包括一个或者多个燃料电池）和DC总线210之间，它将燃料电池组250连接至DC总线210。DC-DC转换器240不是双向的，也就是仅允许功率从燃料电池组250流向DC总线210，不允许功率从DC总线210流回燃料电池组250。本实施方案的适当的燃料电池组可以操作于产生高达10KW左右的功率输出。燃料电池组电压根据以下讨论的与系统操作有关的因素可以发生变化。

在本实施方案中，DC辅助负载230是DC无刷发动机，它如图所示是三相电机，它也可以例如是燃料电池组250的吹风机。也可以设置更多的或者替换的DC辅助负载。也设置AC辅助负载270，尽管在本实施方案中没有显示，但是也可以是燃料电池组250的寄生负载。也可以设置更多的AC辅助负载。AC辅助负载270连接至AC电网280。

设置开关285将系统200与AC电网280隔离。在本实施方案中，当开关285打开时，AC辅助负载270与AC电网280隔离；AC辅助负载270不在隔离开关285的AC电网280侧。可选择的，可以设置开关285（或者设置更

多的开关), 从而在需要的情况下, 当开关打开时AC辅助负载不与AC电网280隔离。在AC电网280与双向逆变器220之间设置滤波器290。

设置控制器300, 它控制燃料电池组250、DC-DC转换器240、双向逆变器220和滤波器290。在一个实施方案中, 控制器300分成两个不同的控制元件300A和300B。第一元件300A控制燃料电池组250、DC负载230和DC-DC转换器240, 还可以控制AC辅助负载270。第二元件300B控制双向逆变器220、以及开关285等。在系统200的整体控制中, 控制器300的两个元件可以是分开的, 可以单独起作用。控制元件300A和300B可以彼此相通。

图2b和2c显示了第二实施方案的两个变型。图中相同的元件使用相同的附图标记。图2b所示的变型对应于图2a所示的方案, 但是DC: DC转换器310连接至DC总线210。电能存储设备320通过DC: DC转换器310连接至DC总线210。DC: DC转换器310也包括控制器, 控制在存储设备320和DC总线210之间的能量转移。DC: DC转换器310中的控制器连接至控制器300。

图2c显示了第二实施方案的变型, 其中设置了DC: DC转换器310a, 它与DC总线210连接, 并也连接至在系统200外的另一个DC总线410。一个或者多个DC存储设备320a连接至DC总线410。另外的或者替用的一个或者多个燃料电池系统可以连接至DC总线410。

图3显示出在根据图2a所示的系统中在不同的工作模式中的能流的示意图。在该图中的箭头显示出在每种模式中的电流流动的方向。这里涉及在图2a中由其附图标记表示的该系统200的各个元件。

在第一模式中, 图2a的系统200的电流和操作显示出在燃料电池组250正在产生出比DC辅助负载230工作所需的电能更少的电能的时候。该情况通常例如在燃料电池组250的启动或切断期间出现。在该情况中, 通过DC-DC转换器240给DC总线210提供由燃料电池组250产生出的任何电能(如果燃料电池组没有在第一模式的第一子模式中工作, 则没有任何电能产生)。控制器300的第一元件300A为主控元件并且根据燃料电池的启动/切断要求控制所获取的电流。通过控制器300的第一元件300A来控制DC-DC转换器240从燃料电池组250获取所需的电流量, 在该情况

中燃料电池组250正在提供一些电能，在第一模式的第二子模式中提供到DC总线210上，从而确保不会将来自AC电网280的任何DC电能泵入到燃料电池组250中。

从AC电网280通过双向逆变器220将DC辅助负载230所需的剩余电能提供给DC总线210。通过控制器300的第二元件300B来控制双向逆变器220以通过改变来自电网280的AC输入电流将DC总线210调节至在当前实施方案中的400V(该系统处于电流控制模式，并且进行了功率因数校正，这将在下面进行说明)。直接从AC电网280给AC辅助负载270供电。

在第二模式中，图2a的系统200的电流和操作显示出在燃料电池组250正在产生出比DC辅助负载230所需的电能更多的电能的时候。该情况通常在燃料电池组250处于正常操作时出现。在该情况中，控制器300的第一元件300A控制燃料电池组250来根据例如用户要求、时间、其他所期望的需求电涌控制燃料电池组250应该产生出什么电流。控制器300因此调节燃料流、气流和其他需求。控制DC-DC控制器240从燃料电池获取这种大电流并且将它施加在DC总线210上。在第二模式中，逆变器重新处于电流控制模式中，AC电网设定电压和频率，并且双向逆变器同相地将电流推入到AC电网。

通过控制器300控制双向逆变器220通过AC输出电流将DC总线210调节至400V。该系统如此配置，从而它不会跟随在DC总线210上出现的 $2x$ 电压频率(在英国(UK)中为100Hz)振荡。从双向转换器220输出的一些电能用来给AC辅助负载270供电，并且将剩余电能输出给AC电网280。

在第三模式中，图2a的系统200通过打开隔离开关285与电网隔离。该系统200现在如局部电力孤岛一样运行，与AC电网280断开。双向逆变器220现在以电压控制模式运行，其中通过控制器300对它进行控制以通过限定电压和频率来产生出本地“电网”，并且给AC辅助负载270供电。DC-DC转换器240现在用来将DC总线210调节至400V，并且受到控制以提供校正电能以使DC辅助负载230运行。控制器300的第一元件300A现在为从动装置，并且因此通过改变燃料流量、气流流量和其他系统参数来对DC-DC电流反应。

在第四模式中，系统关闭。在该模式中，DC和AC负载230、270断开。没有从燃料电池组250获取任何电能。DC总线210没有受到调节，逆变器220断开并且辅助电源(未示出)是开启的并且给控制器300供电。

一般来说，系统如此配置，从而在电压调节总线上的最低振荡点大于电源AC电压的峰值。该峰值可以为规定的设定点，或者它可以受到监测并且调节电压以确保调节电压不大于电源电压的瞬时峰值。

图4显示出在图2a和3的系统的不同工作模式之间的切换规则的示意图。在系统200处于第一工作模式并且来自燃料电池组250的电能变得大于由DC辅助负载230所获取的电能时，例如在燃料电池组250的启动期间，一旦燃料电池组250开始提供比DC辅助负载230所需的电能更多的电能，则该系统将切换至第二模式。当系统200处于第二模式并且例如在燃料电池组250断开过程中时，燃料电池组250提供的电能下降至低于DC辅助负载230所需的电能，系统200切换至第一模式。为了避免系统200在第一模式和第二模式之间“抖动(chattering)切换”，系统包括一些磁滞，以在功率分布的变化检测和模式间切换之间提供延迟。也可以例如通过仅允许每个电源循环一个过渡以避免“抖动切换”。

另外，如果当系统200在第二模式中操作时，检测到AC电网280已经丢失，系统200成为电力孤岛，系统200从第二模式切换至第三模式。相反，当检测到AC电网280正在被恢复，系统200从第三模式切换回第二模式。

如果需要，系统可以从任何其他模式移动至第四模式、切换模式。

现在参考2a，图2a的系统200的元件如下操作。当系统200在第二模式操作时，控制双向逆变器220(用作AC至DC变流器)以与AC电网280上的主电压同相的输送正弦电流。双向逆变器220通过改变脉冲宽度调制(PWM)信号的工作循环来形成该波形。滤波器290设置用于平滑来自双向逆变器220的输出，以提取PWM信号的高频分量，留下下面的正弦曲线以输出至AC电网280。

输送给AC电网280的瞬时功率是电压和电流的乘积，这两者都是以电源频率(在英国(UK)是50Hz)交变。所得到的功率因此是 \sin^2 波，这是一个处于双倍电源频率的正弦波，在0和两倍的平均功率之间振荡。

因此从燃料电池组250获取的功率以及电流是纯DC的，也就是不会暴露于任何AC频率，不管是功率还是电流频率。为了实现这个简化，控制DC-DC转换器240作为电流源，并且从燃料电池组250将功率平滑地推出至DC总线210。DC-DC转换器将燃料电池组250的电压升高至更高的电压水平，其高于AC电网280的电压峰值。如上所讨论的，该峰值电源电压可以通过多种方式确定。在本实施方案中，DC-DC转换器240通过将来自燃料电池组250的电压变为高频AC，将其经过变压器成为新的电压，然后将其整流为DC。即使来自燃料电池组250的电压是变化的并且因此是未经调节的，DC-DC转换器240也能因此确保DC总线210上的电压是恒定的。

为了实现DC总线210处的能量平衡，使用电容器组或者其他的能量存储设备或者系统（可以位于AC-DC转换器230中），它可以库源控制（sink and source）电流至DC总线210上，因此提供了输出处所需要的两倍电源频率功率输出。DC总线210上的电压可以在两倍的电源电压变化，因为功率被引导至电容中，通常在390V和410V之间。通过将来自燃料电池组250获取的功率平衡至输送给AC电网280的平均功率，保持DC总线210上的平均电压。

在本实施方案中，DC辅助负载230是无刷DC电机，它被缠绕以用于高电压。通过使用本发明的一个实施方案的系统，可以避免使用更多的变压器和更多的变流步骤以从高压DC或者AC产生通常用于供应无刷DC电机的低电压，通常是24V或者48V，这会减少能量转换损耗以及元件数量、系统200的成本和尺寸，提高效率。

当系统200在第一模式操作时，至少某些用于DC辅助负载230的电能必须来自AC电网280。如果这是通过提供桥式整流器将电源转换为DC以及平滑电容器来做到的，则会从AC电网280拉出失真的电流波形，这会需要有源电路来校正它。这种电路可能使用在桥式整流器的输出端以及平滑电容器之间的电压调压器，来将所获取的输入电流有源校正为正弦。这种附加电路增加了系统的尺寸和成本。在本实施方案中，逆变器220和滤波器290可以反过来使用。在第一模式中，逆变器220的切换受到控制，从而从AC电网280获取的电流是正弦的，并向DC辅助负载230

提供有源功率因子校正，这会防止逆变器220感应谐波回到AC电网280上。滤波器290（它在第二模式平滑输出，以除去PWM信号）内的感应器现在与逆变器220中的开关结合使用，以提供电压调压器。逆变器220内的电容器组再一次将功率中的两倍AC电网频率库源控制（sink and source）。DC辅助负载230因此可以如同正常的从DC总线210那样操作。DC辅助负载230因此是“隐蔽的（blind）”，不论系统200是否在第一模式或第二模式操作，也就是不论DC总线是接受来自燃料电池组250的功率，还是AC电网280的功率，或者是来自他们的结合的功率。

在图2b和2c所示的系统中，在燃料电池组的向上供电或者向下供电的过程中，电能存储设备可以用于代替AC电网，或者与其结合。

本发明的实施方案已经以非限制性的方式通过实施例进行了描述，可以理解，对于本领域技术人员来说，它们可以有许多的替换、省略、取代或者增加，这些替换、省略、取代或者增加属于本发明的精神和范围之内。可以理解，本发明的实施方案可以用于和引入到分布式发电用途、微型发电、小型发电或者更大型的应用中，例如发电厂或者发电站。另外，如上所讨论的，AC电网可以是国家或者区域性的功率电网，或者可以是局部的电网，或者可以是连接至DC源的发电机或者单机逆变器，也就是承载AC的任何系统。

除非文字中明确另有要求，此处使用的“包括”等词是包括性的，而不是排除性的，是“包括，但不限于”。

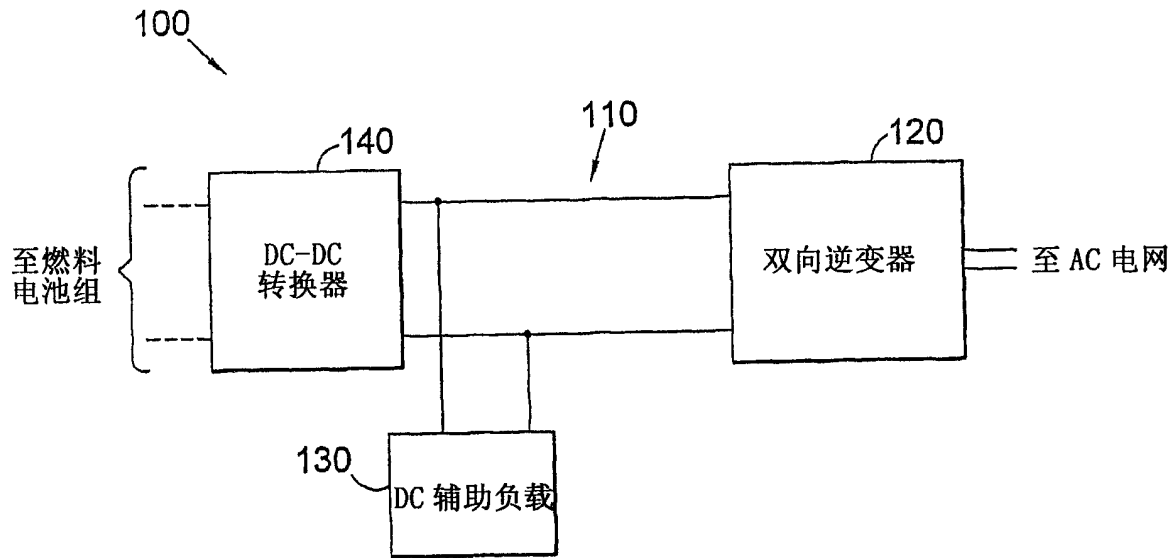


图 1a

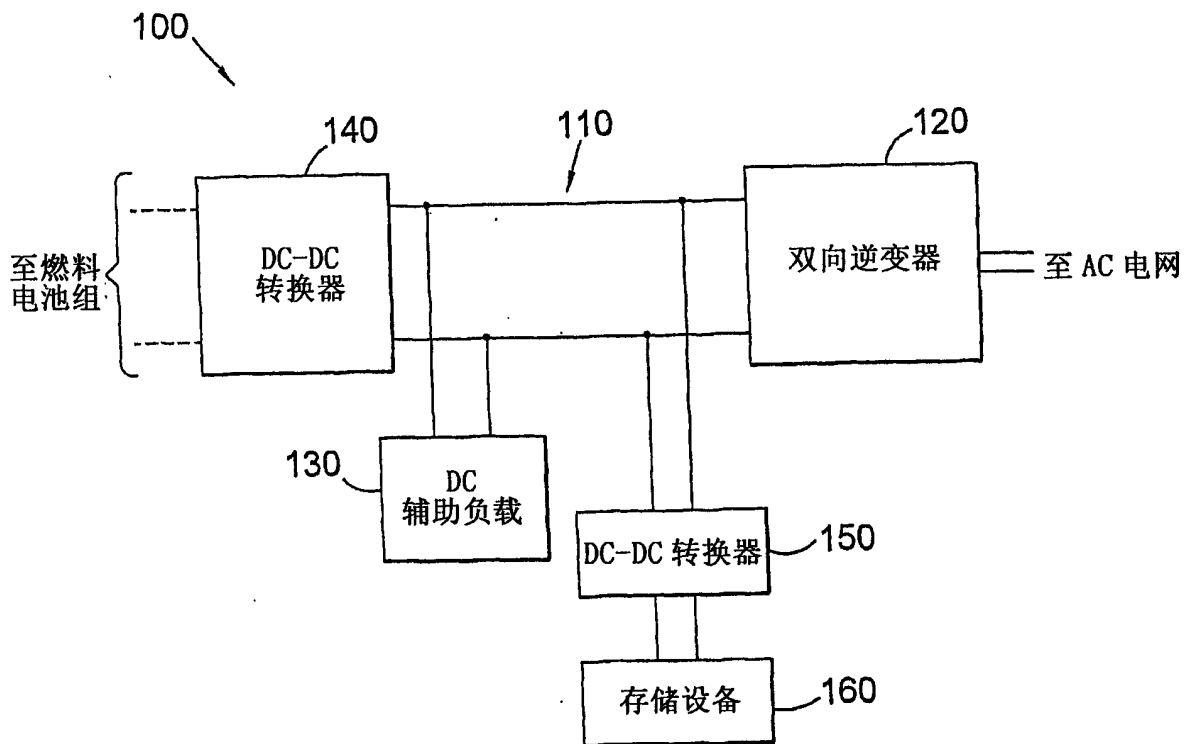


图 1b

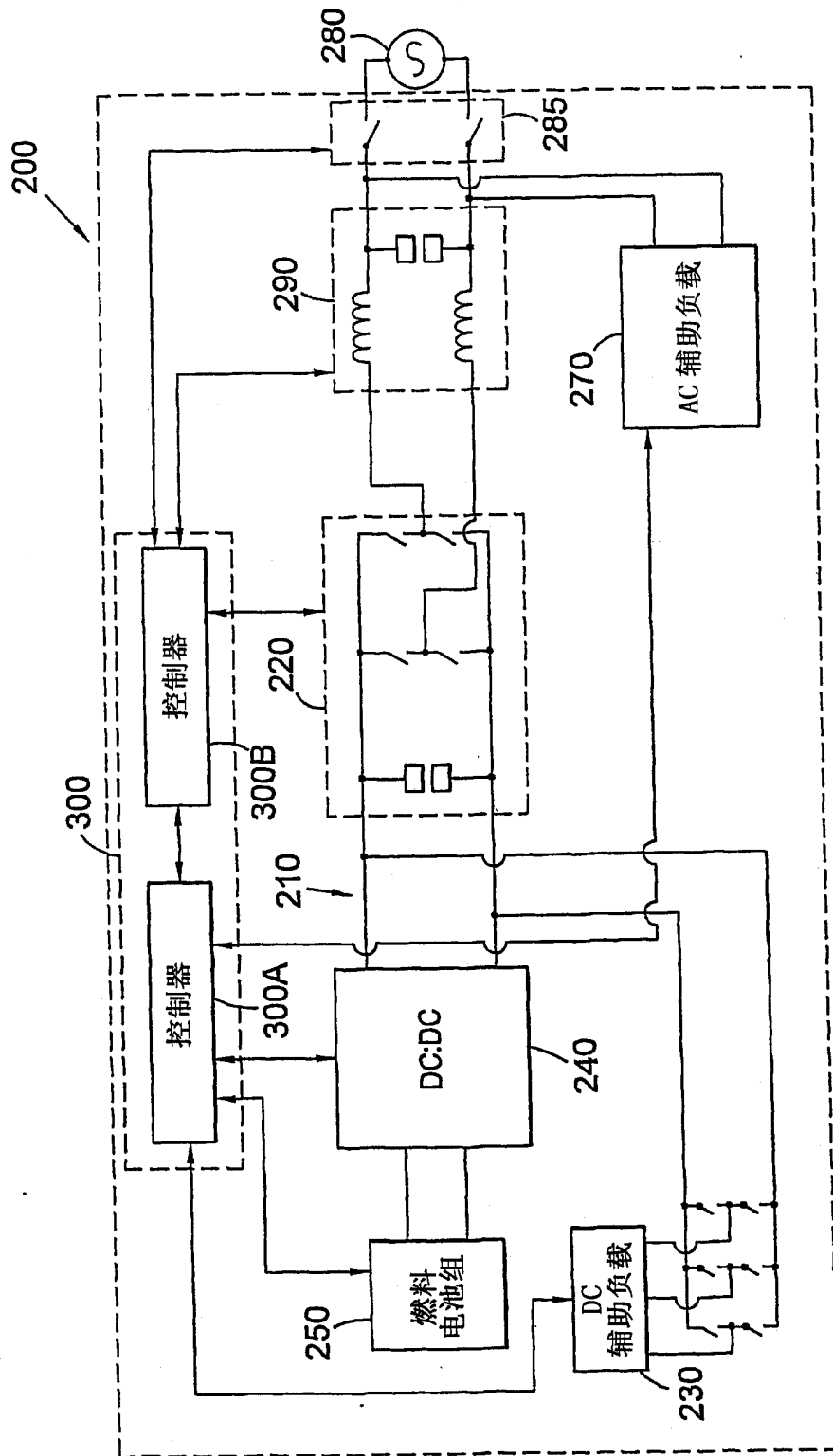


图 2a

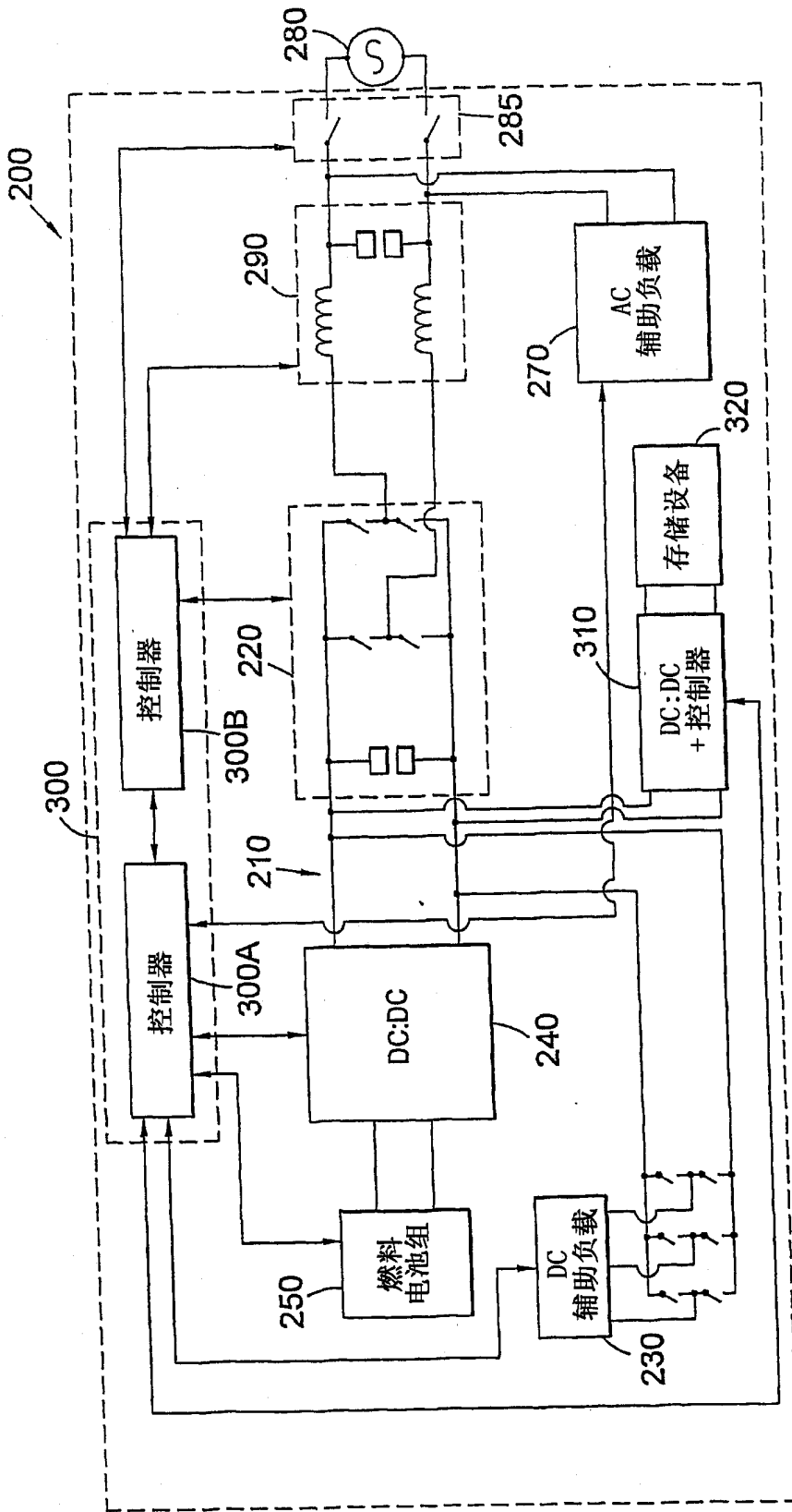


图 2b

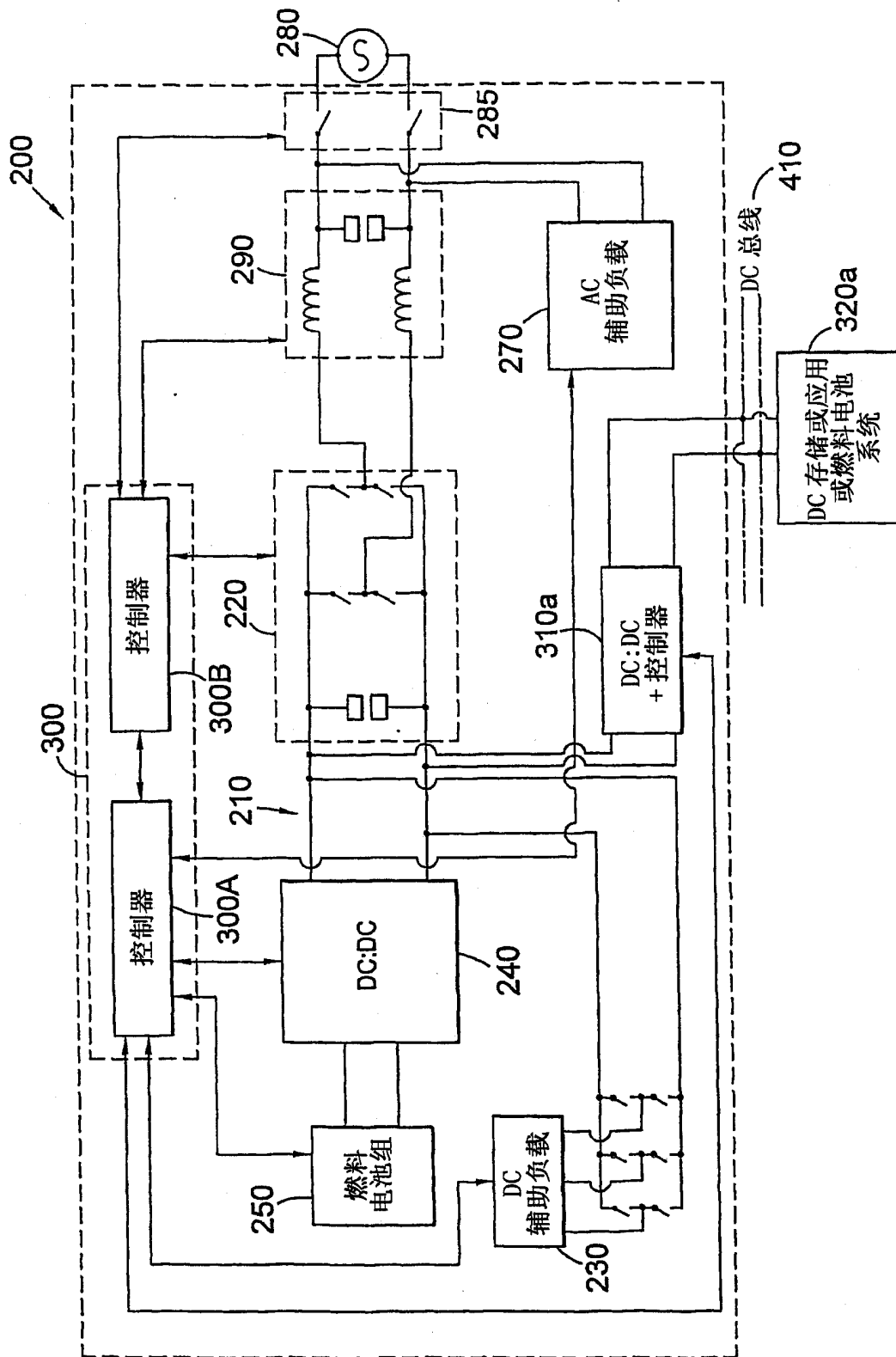


图 2c

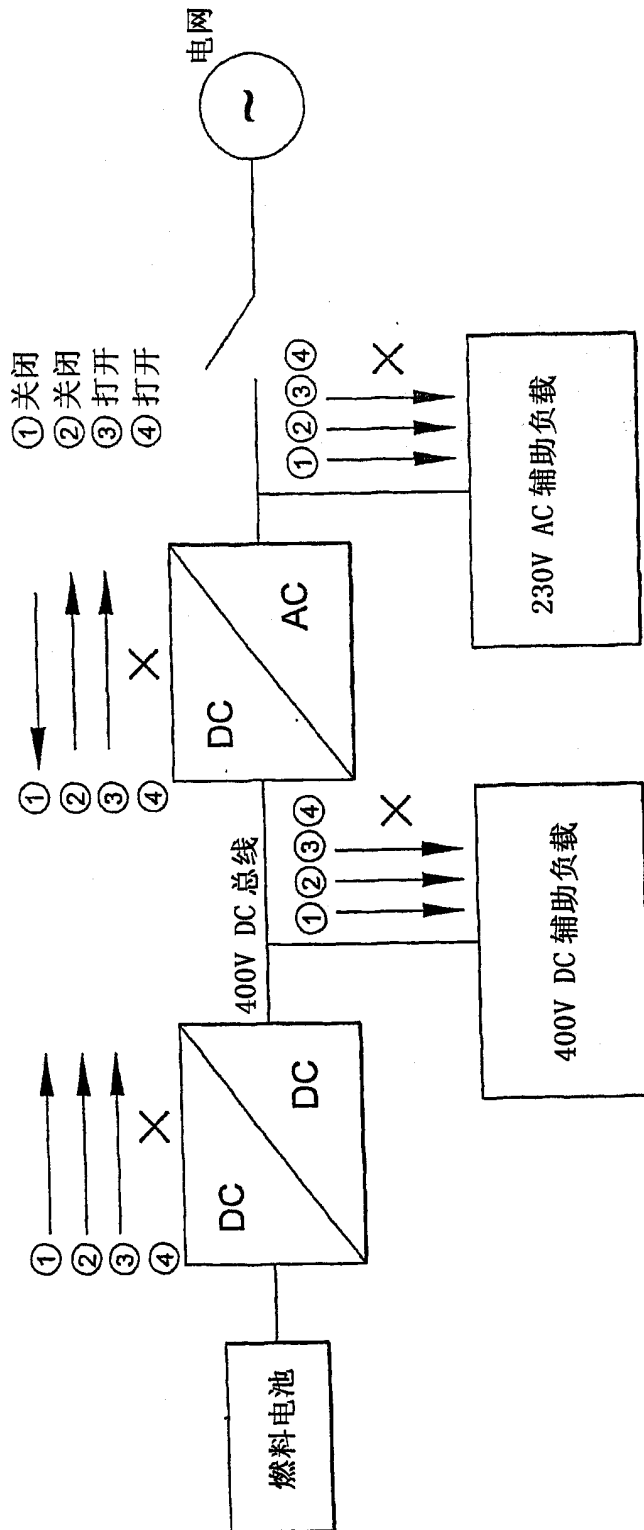


图 3

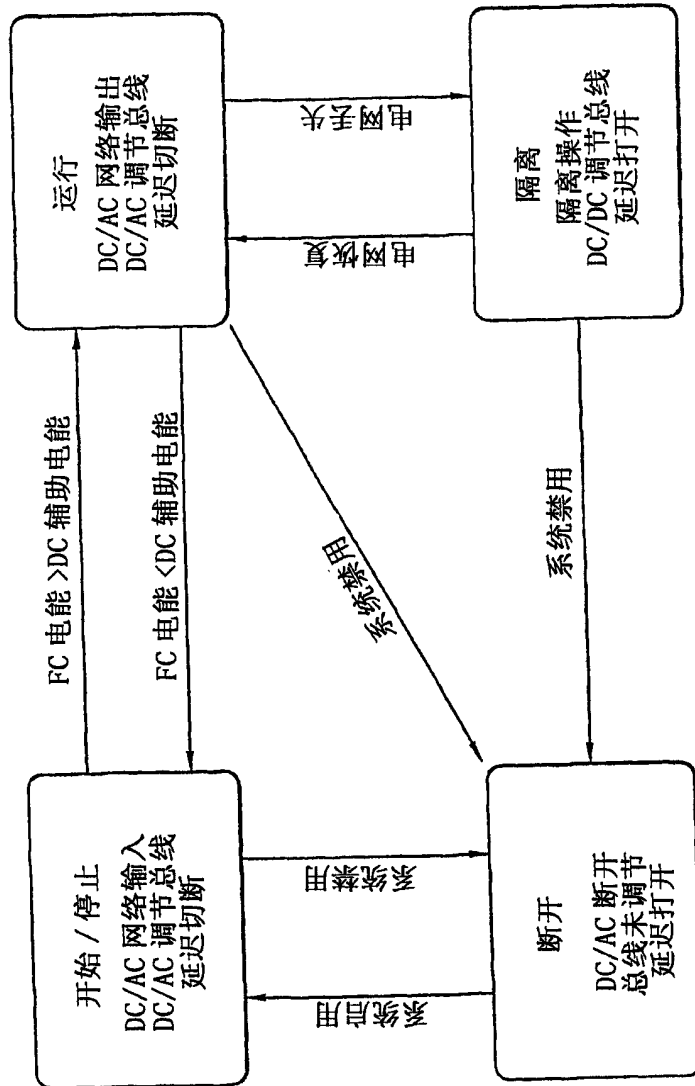


图 4