



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104143916 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201410190579. 2

(22) 申请日 2014. 05. 07

(30) 优先权数据

1308190. 6 2013. 05. 07 GB

(71) 申请人 控制技术有限公司

地址 英国波厄斯郡

(72) 发明人 科林·哈吉斯 马克·托尔斯

奥列克山大·梅尔内克

(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 陈炜 李德山

(51) Int. Cl.

H02M 3/28(2006. 01)

H02S 40/30(2014. 01)

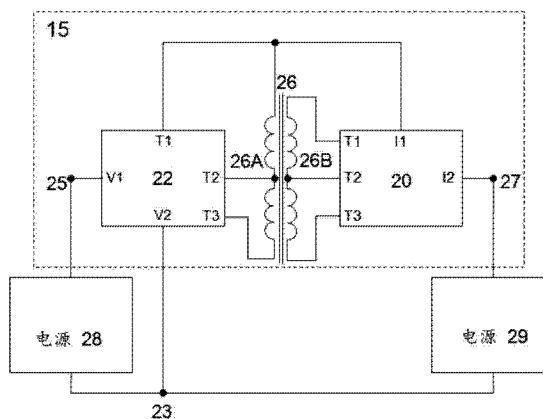
权利要求书2页 说明书13页 附图13页

(54) 发明名称

产生补偿电压的装置及使用该装置产生补偿电压的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种产生补偿电压的装置及使用该装置产生补偿电压的方法。一种产生补偿电压输出的装置,包括:耦合在第一节点和参考节点之间的第一电源或功率耗散器;耦合在第二节点和所述参考节点之间的第二电源或功率耗散器;偏置装置,其一部分耦合在所述第一节点和所述参考节点之间,且另一部分耦合在所述第一节点和所述第二节点之间;其中所述偏置装置能够在所述第一节点和所述第二节点之间产生任意极性的可控偏置电压以产生所述补偿电压输出。



1. 一种产生补偿电压输出的装置,其特征在于,包括:
耦合在第一节点和参考节点之间的第一电源或功率耗散器;
耦合在第二节点和所述参考节点之间的第二电源或功率耗散器;
偏置装置,其一部分耦合在所述第一节点和所述参考节点之间,且另一部分耦合在所述第一节点和所述第二节点之间;其中
所述偏置装置能够在所述第一节点和所述第二节点之间产生任意极性的可控偏置电压以产生所述补偿电压输出。
2. 如权利要求 1 所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述偏置装置的两个部分由变压器耦合。
3. 如权利要求 2 所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述偏置装置的两个部分都是有源的。
4. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述偏置装置被设计为:所述偏置装置的功率吞吐量只和所述偏置装置产生的偏置电压成比例。
5. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述第一电源和所述第二电源中的其中一个是光伏模块或光伏电池。
6. 如权利要求 5 所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,还包含多个串联在一起的光伏模块或电池,其中所述偏置装置和所述光伏模块组成具有电压输出端子的、可补偿的串联串。
7. 如权利要求 6 所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,包含多个并联的所述光伏模块组,从而所述光伏模块组的输出端子提供公共的光伏模块阵列输出。
8. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述偏置装置的一部分的额定值至少为其中一个所述电源或所述功率耗散器的最大电压值,而另一部分的额定值至少为其中一个所述电源或所述功率耗散器的最大额定电流。
9. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述装置设置为使流入耦合在所述第一节点和第二节点之间的所述偏置装置的一部分的电流方向反向。
10. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述装置能够设置为直接连接所述第一节点和第二节点以旁路所述偏置装置。
11. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述偏置装置的至少一部分包含 MOSFET 和 / 或 IGBT 开关。
12. 如权利要求 11 所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,设置所述开关以便消除所述开关的寄生二极管效应。
13. 如权利要求 12 所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,开关的寄生二极管效应能够通过串联第二开关进行消除,使所述开关之间的连接把两个寄生二极管的阳极或两个寄生二极管的阴极连接在一起。
14. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,耦合在所述第一节点和所述参考节点之间的所述偏置装置的一部分能够耦合在所述第二节点和所述参考节点之间。
15. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置,其特征在于,所述偏置装置进一步包括:

控制装置；

第一节点和第二节点电压测量装置；并且所述控制装置设置为能够控制施加在所述第一节点和所述第二节点之间的偏置电压以产生补偿电压输出。

16. 如权利要求 15 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述控制装置设置为控制流入所述偏置装置中的电流。

17. 如权利要求 15 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述控制装置包含用于接收控制信号的输入，且通过所述接收到的控制信号控制所述偏置电压。

18. 如权利要求 15 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述控制装置进一步包含数据通信装置以向监控装置提供电源工作数据，以便能够远程监控至少一个电源的工作参数。

19. 如权利要求 15 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述控制装置进一步设置为能够选择所述第一节点和所述第二节点之间的偏置电压的极性。

20. 如权利要求 15 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述控制装置设置为能够通过直接连接所述第一节点和所述第二节点来旁路所述偏置装置。

21. 如权利要求 5 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述第一电源和所述第二电源中的另一个包含光伏逆变器。

22. 如权利要求 1-3 任一所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述第一电源和所述第二电源中其中一个或两个包含逆变器的直流环节。

23. 如权利要求 22 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述逆变器的交流输出连接到电网。

24. 一种使用装置以提供补偿电压输出的方法，所述装置为如权利要求 1 所述的产生补偿电压输出的装置，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

采用偏置装置产生的偏置电压调制第一电压，使得所述第一电压可选择地被任一极性的可控偏置电压调制以产生所述补偿电压。

25. 如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，进一步包括以下步骤：

测量由所述第一电源或所述第二电源产生的或消耗的电能；

把测量数据输入到所述偏置装置中的控制装置的最大功率点算法中；

从所述控制装置中提供控制输出以控制由所述偏置装置施加在所述第一节点和第二节点之间的偏置电压。

26. 如权利要求 24 或 25 所述的方法，其特征在于，进一步包括以下步骤：

在所述控制装置接收来自于所述偏置装置处的电路外部装置的输入信号；并且调节所述控制输出，使得所述偏置电压能够由所述外部装置控制。

27. 如权利要求 24 或 25 所述的方法，其特征在于，进一步包括以下步骤：

向监控装置提供电源工作数据，使得能够远程监控所述电源的工作参数。

产生补偿电压的装置及使用该装置产生补偿电压的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电压补偿,特别地,涉及一种产生补偿电压的装置及方法。本发明涉及为给公共直流逆变器供电的装置阵列提供电压补偿。本发明适用于但不限于光伏发电系统。

背景技术

[0002] 在当前提倡绿色能源的驱使下,光伏面板的使用变得更加普及。然而,这些面板的使用仍然在发展中。因此,每个面板的单价相对较高。当与驱动器结合使用以高效地提供能量时,用户希望尽可能高效地使用光伏面板。

[0003] 光伏面板一般串联使用并产生直流电压,该直流电压在伴随的逆变器中或在相关电能处理系统中运行的其他变换器中转换为直流电压。

[0004] 在给定的光照度(暴露在阳光下)和温度下,每个光伏面板具有最优的直流工作电压,所述最优工作电压可通过相关电能处理系统中运行的自动最大功率点(MPP)跟踪算法来确定。该MPP算法搜索P-V(功率-电压)特性阵列的峰值。

[0005] 所述电能处理系统中的功耗是光伏面板高性价比运行的一个重要因素。该系统的一个特别难点是:由于光照度的自然变化使得阵列产生的平均功率比阵列的最大额定功率小的多。相关电能处理系统中的固定功耗是最大额定值的函数,因此相关电能处理系统中的固定功耗相对较高并对电能转换的整体效率具有不成比例的影响。

[0006] 在大规模的光伏面板阵列中,具有多个光伏面板组-光伏模块组包含串联连接的光伏面板-这些光伏面板组通常为并联连接。一般情况下,在所述并联连接的光伏面板组两端连接有公共的大容量逆变器。可采用多个功率器件(如半导体器件)设计高性价比的逆变器,并可控制这些器件,以便只启动常用发电量所要求的器件。因此所述单个器件的功耗(尤其是固定功耗)和发电量相匹配。

[0007] 这种方案的缺点是逆变器中的MPP跟踪算法只能调节通过所有光伏面板组的电压。阵列中每个光伏组件产生的电压差无法得以补偿,比如由于不同温度、阳光照射角度以及每个面板的非统一老化过程等造成的电压差。

[0008] 可选地,每个光伏面板的光伏面板组内可连接至其小逆变器。采用与每个光伏模块组相关的逆变器的优点是每个光伏面板组可以设置有独立的MPP跟踪算法和控制系统。单个逆变器的成本高。该方案在非最大额定功率点降低了效率,因为逆变器不能高性价比地适应功率需求。每个逆变器的固定功耗消耗了更高比例的每组光伏面板组产生的电能。

[0009] 因此,需要以高效、高性价比的方式提高光伏阵列发电量的适应性。解决此问题的传统方法是在光伏面板组和逆变器输入之间采用一些形式的DC/DC变换器。该方法的缺点是逆变器的整个功率吞吐量需要通过该额外的功率变换阶段,导致产生和该功率吞吐量成比例的功耗。

发明内容

[0010] 根据本发明的第一方面,提供了一种产生补偿电压输出的装置。

[0011] 本发明提供一种产生补偿电压输出的装置,包括:耦合在第一节点和参考节点之间的第一电源或功率耗散器(power sink),耦合在第二节点和所述参考节点之间的第二电源或功率耗散器,以及偏置装置,所述偏置装置的一部分耦合在所述第一节点和所述参考节点之间,且另一部分耦合在所述第一节点和所述第二节点之间,其中所述偏置装置能够在所述第一节点和所述第二节点之间产生任意极性的可控偏置电压以产生所述补偿电压输出。

[0012] 可选的,上述偏置装置的两个部分由变压器耦合。

[0013] 可选的,上述偏置装置的两个部分都是有源的。

[0014] 可选的,上述偏置装置被设计为:所述偏置装置的功率吞吐量只和所述偏置装置产生的偏置电压成比例。

[0015] 可选的,上述第一电源和第二电源中的其中一个是光伏模块或光伏电池。

[0016] 可选的,上述装置进一步包含多个串联在一起的光伏模块或电池,其中所述偏置装置和所述光伏模块组成具有电压输出端子的、可补偿的串联串。

[0017] 可选的,上述装置包含多个并联的光伏模块组,从而光伏模块组的输出端子提供公共的光伏模块阵列输出。

[0018] 可选的,上述偏置装置的一部分的额定值至少为其中一个所述电源的最大电压确定,而另一部分的额定值至少为其中一个所述电源的最大额定电流。

[0019] 可选的,上述装置设置为能够使流入耦合在所述第一节点和第二节点之间的所述偏置装置的一部分的电流方向反向。

[0020] 可选的,上述装置能够设置成如下方式,即能量能够从所述偏置装置的变压器的任意一侧转移到变压器的另一侧。

[0021] 可选的,上述装置能够设置成如下方式,即能够通过直接连接所述第一节点和所述第二节点以旁路该偏置装置。

[0022] 可选的,上述偏置装置的至少一部分包含 MOSFET 和 / 或 IGBT 开关。

[0023] 可选的,设置上述开关以便消除所述开关的寄生二极管效应。

[0024] 可选的,开关的寄生二极管效应能够通过串联第二开关来进行消除,使所述开关之间的连接把两个寄生二极管的阳极或两个寄生二极管的阴极连接在了一起。

[0025] 可选的,耦合在所述第一节点和所述参考节点之间的所述偏置装置的一部分也能够耦合在所述第二节点和所述参考节点之间。

[0026] 可选的,上述偏置装置的至少一部分包括推挽电路。

[0027] 可选的,上述偏置装置的至少一部分包括半桥电路。

[0028] 可选的,上述偏置装置的至少一部分包括全桥电路。

[0029] 可选的,上述偏置装置的至少一部分包括 NPC 半桥电路。

[0030] 可选的,上述偏置装置的至少一部分包括 NPC 全桥电路。

[0031] 可选的,上述偏置装置进一步包含控制装置,第一节点和第二节点电压测量装置,并且该控制装置设置为能够控制施加在所述第一节点和所述第二节点之间的偏置电压以产生补偿电压输出。

[0032] 可选的,上述控制装置设置为控制所述偏置装置中的电流。

[0033] 可选的,上述控制装置包含用于接收控制信号的输入,且通过所述接收到的控制信号控制所述偏置电压。

[0034] 可选的,上述控制装置进一步包含数据通信装置以向监控装置提供电源工作数据,以便能够远程监控至少一个电源的工作参数。

[0035] 可选的,上述控制装置进一步设置为能够选择所述第一节点和所述第二节点之间的偏置电压的极性。

[0036] 可选的,上述控制装置设置为能够通过直接连接所述第一节点和所述第二节点来旁路所述偏置装置。

[0037] 可选的,上述第一电源和第二电源中的另一个包含光伏逆变器。

[0038] 可选的,上述第一电源和第二电源中其中一个或两个包含逆变器的直流环节。

[0039] 可选的,上述逆变器的交流输出连接到电网。

[0040] 可选的,上述偏置电压的极性为能够选择的。

[0041] 根据本发明的第二方面,提供一种使用装置以提供补偿电压输出的方法,所述装置为如上所述的产生补偿电压输出的装置,所述方法包含以下步骤:采用偏置装置产生的偏置电压调制第一电压,使得所述第一电压可选择地被任一极性的可控偏置电压调制以产生所述补偿电压。

[0042] 可选的,上述方法进一步包含以下步骤:测量由所述第一电压或所述第二电源产生的或消耗的电能,把测量数据输入到所述偏置装置中的控制装置的最大功率点算法中,从所述控制装置中提供控制输出以控制由所述偏置装置施加在所述第一节点和第二节点之间的偏置电压。

[0043] 可选的,上述方法进一步包含以下步骤:在所述控制装置接收来自于所述偏置装置处的电路外部装置的输入信号并调节所述控制输出,使得所述偏置电压能够由所述外部装置控制。

[0044] 可选的,上述方法进一步包含以下步骤:向监控装置提供电源工作数据,使得能够远程监控至少一个所述电源的工作参数。

[0045] 可选的,上述方法进一步包含以下步骤:将至少一个所述光伏模块或光伏电池暴露在光线下,使得光伏模块或光伏电池能够产生所述第一电压。

[0046] 可选的,上述方法进一步包含以下步骤:为所述偏置装置选择升压或降压的操作模式以产生所述补偿电压。

[0047] 根据本发明的各方面,所有可选特性由上述描述中所定义。

[0048] 在这里所描述的所有实施例中提到与变换器操作有关的术语“双向”,应该明白其指的是变换器能够以任意的方向传输功率。在偏置变换器中,其中该偏置变换器连接到具有固定电流方向的系统(如光伏系统),从同一装置可产生任一极性的偏置电压。

附图说明

[0049] 下面将结合附图说明本发明的实施例:

[0050] 图 1A 为根据本发明所描述的实施例示出的一种变换器;

[0051] 图 1B 为根据本发明所描述的实施例示出的一种用于光伏面板的电压补偿系统;

[0052] 图 2 系统地示出设置有两个电源的变换器;

- [0053] 图 3 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含推挽-推挽电路;
- [0054] 图 4 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含半桥-推挽电路;
- [0055] 图 5 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含半桥-半桥电路;
- [0056] 图 6 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含全桥-推挽电路;
- [0057] 图 7 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含全桥-半桥电路;
- [0058] 图 8 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含全桥-全桥电路;
- [0059] 图 9 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC(中点嵌位型)半桥-推挽电路;
- [0060] 图 10 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 半桥-半桥电路;
- [0061] 图 11 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 半桥-全桥电路;
- [0062] 图 12 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 半桥-NPC 半桥电路;
- [0063] 图 13 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 全桥-推挽电路;
- [0064] 图 14 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 全桥-半桥电路;
- [0065] 图 15 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 全桥-全桥电路;
- [0066] 图 16 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 全桥-NPC 半桥电路;
- [0067] 图 17 示出包含双向电压补偿的实施例,其中双向电压补偿包含 NPC 全桥-NPC 全桥电路;
- [0068] 图 18 示出本发明的实施例,其中半导体开关的寄生二极管相对设置;
- [0069] 图 19 示出包含额外的“透明”模式的实施例;
- [0070] 图 20 示出本发明包含次级电路的实施例,以允许电流通过不产生偏置的一侧;
- [0071] 图 21 示出如图 3 所示的实施例,其中最大功率点跟踪控制器和相关的支持元件;
- [0072] 图 22 示出跟踪 MPP 时控制器操作的流程图;以及
- [0073] 图 23 示出可避免再循环电能的实施例。
- [0074] 在这些图形中,相同的元件使用相同的参考序号标识。
- [0075] 概述
- [0076] 综上所述,在电压补偿系统中,光伏模块的光伏模块组,或光伏模块组的并联组中,每个都设有串联至所述光伏模块组的、相关的 DC/DC 变换器。当光伏模块暴露在阳光下并因此产生直流电压时,该变换器在光伏模块组的直流电压上施加偏置电压。这样,该光伏模块组的电压不仅仅取决于在给定光照水平下的光伏模块光伏模块组的工作电压。
- [0077] MPP 跟踪算法控制该 DC/DC 变换器,这样可保持每个光伏模块组和变换器的最大功率输出点(或尽可能接近该功率点)。
- [0078] 当多个光伏模块组并联时,它们提供公共的阵列输出,公共逆变器可耦合到该阵

列。该逆变器以这样的方式受控以确定直流电压，并因此确定整个光伏面板阵列的电压。反过来，这又影响光伏模块组工作时的电压。

[0079] 在与一个或多个光伏电池共同使用的、传统的 DC/DC 变换器布局中，其可能和多个并联的光伏模块组具有相同的设置，来自光伏电池（或光伏电池组）的所有功率通过该 DC/DC 变换器。变换器的额定功率必须和电池或光伏模块组的额定功率一致。这导致 DC/DC 变换器的效率降低。

[0080] 图 1A 示出一种布局，其中光伏电池或光伏模块组 2 设置为和 DC/DC 变换器 4 相结合，这样电路的输出 8 来自于光伏电池或光伏模块组 2 和 DC/DC 变换器 4 的结合，而不是仅来自于变换器 4。由于这种电路布局，图 1A 的变换器 4 可以操作为向通过电池或光伏模块组 2 的电压提供偏置电压，这样电路的整体输出 8 和目标电压匹配。可以从电池或光伏模块组 2 产生的电压中加上或减去该偏置电压，这取决于需满足的目标电压。这由图 1A 中的双向箭头表示，选择性地指示该电路布局的“升压”和“降压”配置。

[0081] 由于图 1A 中的变换器 4 仅提供对光伏电池或光伏模块组 2 的电压或电流产生相对较小变化的偏置电压，故变换器 4 的传输的功率仅为偏置量的函数，而不是光伏模块组 2 和变换器 4 结合的整个输出 8。本领域技术人员应该明白，DC/DC 变换器的功耗是其运行功率的函数。

[0082] 因此，在图 1A 所示的布局中，DC/DC 变换器 4 的功耗仅仅和其提供的偏置量成比例。因此，变换器额定功率只需等于或超出最大偏置功率。它无需等于电池或光伏模块组 2 的最大功率。

[0083] 另外，可向每个光伏模块组串联单独的 DC/DC 变换器。由于每个光伏模块组有相关的变换器，不管逆变器参数如何变化，都可保持每个光伏模块的最优电压输出条件，以及每个光伏模块组的最大功率输出点。另外，每个光伏模块组都可以向阵列中其它光伏模块组输出不同的最优直流电压，因为相应变换器为该光伏模块组从阵列中其它光伏模块组提供隔离缓冲。

具体实施方式

[0084] 通过参照附图示例说明具体实施方式，其中：

[0085] 图 1B 示出一种布局。如图所示，多个光伏模块 10 耦合在光伏模块组 11 或成组的串接光伏模块组 11 中。光伏模块组也可包含单独的光伏模块或光伏电池。每个光伏模块组 11 具有输出端子 12A 和 12B。光伏模块组 11 可以和其它光伏模块组 11 并联以形成并联的光伏模块阵列 13。阵列 13 的并联布局使光伏模块组 11 可以配置为使阵列 13 具有公共阵列输出端子 14A 和 14B。这些公共端子 14A 和 14B 可连接到诸如电能处理系统的公共直流电路，例如逆变器 16。

[0086] 另外，在一定工作条件的要求下，光伏模块组 11 和子阵列（未示出）可以其它组合方式进行组合。

[0087] 内联 DC/DC 变换器 (inline DC/DC converter) 15 或其它稳压器与每个光伏模块组 11 的光伏模块串联。该变换器可位于光伏模块组的任何一点。可选择其具体的位置以满足物理限制，例如，由于光伏面板制造商不同，接地布局也具有不同的接地要求，或者通过输出端子 12A 和 12B 可以方便地连接到其它光伏模块组 11。可以由光伏阵列提供变换器

的电源以使额外的布线工作、成本以及与提供外部电源有关的功耗都达到最小化,如图 1B 中的连接 17 所示。如图 21 所示,每个变换器 15 具有相关的偏置控制系统,包含支持元件和在控制器内的最大功率点 (MPP) 跟踪算法。

[0088] 如上述背景部分所述,在给定光照度和温度下,每个光伏电池或模块具有最优直流工作电压。忽略其它任何电路影响,每个光伏模块组 11 会向变换器 15 提供最优直流光伏模块组电压,且其可根据工作条件变化。

[0089] 在实际运行中,如图 1B 所示的光伏模块组 11 暴露在阳光下时,MPP 算法以及控制系统调节变换器 15 以提供合适的偏置电压,该电压和光伏模块的光伏模块组的电压结合,以提供通过光伏模块组输出端子 12A 和 12B 的目标电压。因此,通过使用内联变换器 15,通过光伏模块的光伏模块组电压可以独立于输出端子 12A 和 12B 的直流电压而被调节。

[0090] 端子 12A 和 12B 的电压一般由逆变器 16 控制,且控制为恒定电压或可动态调节电压以优化系统的输出功率。每个变换器 15 可对其相关的光伏模块组施加偏置电压,这样每个光伏模块组 11 可以从端子 12A 和 12B 的电压去耦合。这样允许变换器 15 受控,以便使每个光伏模块组 11 可以以最优直流电压工作,只要满足该最优电压和端子 12A 和 12B 的电压之间的电压差不超过相关变换器 15 的最大偏置电压。

[0091] 该两级控制系统的净效果是每个变换器 15 中的控制器都工作以便通过在其额定偏置电压范围内调节变换器的偏置电压输出使每个变换器的输出功率最大化。与此同时,该逆变器控制器优化端子 14A 和 14B 的直流母线电压水平以确保达到最大系统功率输出。

[0092] 因此,实际上,变换器 15 总体上在光伏模块组的最优电压和光伏模块组在端子 12A 和 12B 的输出电压之间提供了一个'缓冲'。它根据外部电路对光伏模块组输出端子的影响而提供补偿,否则外部电路对光伏模块组输出端子的影响将会影响光伏模块组 11 的光伏模块的直流电压,使其偏离其最优输出电压。

[0093] 图 1B 显示了光伏阵列的布局,其中每个光伏模块组都具有偏置装置。公共逆变器 16 可通过公共阵列输出端子 14A 和 14B 耦合到光伏阵列。因此,逆变器 16 可以将阵列的输出端子 14A 和 14B 变换至交流输出 19,以适于连接到电气配电网络。这样可把电能传输回配电网络。

[0094] 甚至当逆变器 16 连接到阵列的公共输出端子 14A 和 14B 时,通过在光伏模块组产生的直流电压上施加偏置电压,可控制该内联变换器 15 使其可独立于其它光伏模块组对每个光伏模块组 11 的本地工作条件进行调节,且因此不受耦合到公共阵列输出端子 14A 和 14B 的逆变器 16 的任何影响。可根据整体 MPP 算法调节或优化公共逆变器 16,使其在不影响每个光伏模块组 11 效率的情况下符合其连接的任何配电网的参数。逆变器 16 参数的任何变化可能会影响逆变器 16 输入的特性,但不会影响每个光伏模块组 11 的最优直流输出电压,因为每个光伏模块组 11 的输出端子 12A 和 12B 的电压变化由内联变换器 15 补偿。这样变换器 15 对每个光伏模块组 11 的补偿允许耦合到阵列 13 的逆变器 16 适用于基于每个光伏模块组整体上平稳输出的最优工作效率。

[0095] 例如,逆变器 16 可以按照以下策略受控制:

[0096] 1) 逆变器 16 可以被设置为以特定的直流电压运行以最小化功耗,例如其最小允许的直流母线电压。在此情况下,变换器 15 应该具有提供系统的最大满功率点跟踪范围的能力,因变换器必须提供偏置电压以将光伏模块组的最大输出电压补偿至逆变器 16 的最

小允许直流母线电压。

[0097] 2) 逆变器 16 可设置为运行 MPP 跟踪算法, 该算法比变换器 15 的 MPP 跟踪算法响应要慢 (例如慢一个数量级), 这样两个算法不会冲突。

[0098] 策略 2 具有以下优点:

[0099] i. 可以最小化变换器电压 & 额定功率, 因为变换器只需提供偏置电压以补偿光伏模块组之间的不平衡, 因此具有低成本。这和策略 1 中提供系统最大满功率点跟踪范围形成对比。

[0100] ii. 在每个变换器的工作范围内, 逆变器的 MPP 跟踪算法可找到系统损耗之间的最佳平衡, 包括光伏模块组 MPP 不匹配、变换器损耗和逆变器损耗, 这些有助于最大化逆变器端子的功率输出。

[0101] 期望从同一装置提供正和负偏置电压 (双向), 例如可选择地工作在升压和降压模式, 该偏置变换器的输出电压可以减半以提供给定的 MPP 跟踪范围。例如, 200V MPP 跟踪系统 (单向) 可以由 100V 双向变换器提供。由于流经变换器在额定电流部分的电流不变, 这可大幅降低元器件的额定功率 (最大降低一半), 从而可降低成本。

[0102] 另外, 期望有增加的额定功率值, 因为也期望电压补偿系统提供尽可能高的偏置电压以提高灵活性, 从而可应对如光照度和光伏面板老化等变化情况。另外, 偏置包含有更多数量的面板的光伏阵列段会要求更高的额定电流, 因此更具有优势。偏置变换器 15 的典型额定功率为系统功率的 10-20%, 尽管期望该比例达到 100%。

[0103] 可以采用多种开关技术, 比如 IGBT 和 MOSFET 来实现该设计。采用 MOSFETS 可允许变换器工作在合理的高开关频率下, 如 100kHz, 从而可使磁性元件和滤波器件的尺寸 (以及成本) 最小化。

[0104] 相应地, 如图 2 所示, 偏置变换器 15 包含 ‘额定电流侧’ 20 和 ‘额定电压侧’ 22。这两侧由隔离变压器 26 分离并且组合在一起以提供适合于额定功率和额定电压两部分的偏置变换器拓扑。本领域技术人员应该明白, 变压器 26 包含绕组 26A 和 26B。且变压器 26 的连接由 T1、T2 和 T3 表示。根据在 20 和 22 侧使用的电路, 无需使用变压器 26 所有的连接。变压器设计 26 针对在 20 和 22 侧实施的电路被优化, 包括不实施未使用的变压器绕组。电源 / 功率耗散器 28 和额定电压侧 22 并联, 即在节点 23 和 25 处跨接在 V1 和 V2 两端。电源 / 功率耗散器 29 通过 I1 和 I2 和额定电流侧 20 串联, 并和节点 27 和 23 并联。节点 23 可以作为公共参考节点。

[0105] 电源 / 功率耗散器 28 和电源 / 功率耗散器 29 的其中一个可包含光伏电源, 即光伏电池、光伏电池组或光伏阵列, 而另外一个可包含光伏逆变器 16。

[0106] “两侧” 应该是有源布局而非无源布局, 以便提供双向系统, 从而能够提供降压偏置电压 (即逆变器输入电压低于光伏电池或光伏电池组输出电压) 和升压偏置电压 (即逆变器输入电压高于电池或电池组输出电压), 并在需要时能够可选择地以升压和降压模式提供。

[0107] 在双向设计中, 特别是图 2 中示出的 “侧” 布局提供了一种系统设计的优化方法。传统的全桥双向 DC/DC 变换器一般是对称的。在偏置变换器应用中, 输入和 “偏置” 电压可具有很大区别。

[0108] 结合上述不同拓扑组合, 可提供优化的 “额定电流” 和 “额定电压” 侧, 这样可优化

效率和成本,例如,使两侧均有效地使用变换器内相同的开关。

[0109] 相应地,提供了改进的电压补偿。

[0110] 实施

[0111] 可采用不同的拓扑以提供如图 2 所示的额定电压和额定电流侧。如图 3 至 17 所示,其中电压 A 表示电源 / 功率耗散器 28 在节点 25 和 23 之间的电压,电压 B 表示电源 / 功率耗散器 29 在节点 27 和 23 之间的电压,下面给出以下组合:

[0112]

附图	额定电压侧拓扑	额定电流侧拓扑
3	推挽	推挽
4	半桥	推挽
5	半桥	半桥
6	全桥	推挽
7	全桥	半桥
8	全桥	全桥
9	NPC 半桥	推挽
10	NPC 半桥	半桥
11	NPC 半桥	全桥
12	NPC 半桥	NPC 半桥
13	NPC 全桥	推挽
14	NPC 全桥	半桥
15	NPC 全桥	全桥
16	NPC 全桥	NPC 半桥
17	NPC 全桥	NPC 全桥

[0113]

[0114] 应该明白的是,一般不显示图 3 至 17 中的辅助元件。也可使用包括 IGBT 在内的其它器件取代 MOSFET 开关器件。

[0115] 图 3 至 17 的双向变换器示出了可在单个变换器内提供降压偏置电压和升压偏置电压的电路。在这些变换器中,可根据下面的工作模式将变压器的侧边当做初级侧或次级侧(本领域技术人员应该理解):

[0116] 为了避免疑问,原边被认为是在传统变换器的输入端带有有源开关的侧边,次级侧是输出,一般是无源的(尽管也可以为了降低功耗而设计成有源的)。

[0117] 在电流方向固定的系统中,比如光伏系统,其中开关 5 由包含寄生二极管的器件组成,如 MOSFET,根据降压模式或升压模式,需要反向系统的偏置部分的方向。这可以通过采用低频开关器件组合实现。如图 3 至 17 描述的两个单掷双极接触器仅为演示目的,当然也可使用多个单极单掷接触器、半导体开关或其它具有类似属性的器件。

[0118] 在升压模式,变换器中和系统电压并联的部分(额定电压侧)一般作为传统的初级侧,并相应地由开关 6 控制从而使电能从该侧转移到副次级侧。变换器中和系统电压串联的部分作为传统的次级侧,并可包含有源或无源整流以转移作为偏置电压的能量。为了工作在升压模式,开关 3 被设定到位置 A。应该明白的是,额定电压侧的有源开关 6 被调制为控制流经变压器的电流。在额定电流侧,开关 5 可作为有源整流器工作以减少功耗。电感 34 调节电流,该电流把电容 35 充电到偏置电压。一旦期望的电压达到额定电压调制,可调节开关 6 以保持升高的电压在期望的电压水平。

[0119] 在降压模式,产生偏置电压的部分以传统初级侧的模式受控,这样可将电能从该串联连接部分转移至与系统电压并联的变换器部分。以这种方式产生偏置电压。然后,与系统电压并联的变换器部分(额定电压侧)使用无源或有源整流,与输出滤波一起把电能传输到系统中。为了工作在降压模式,开关 3 被设定到位置 B。额定电流侧的开关 5 被禁用。这将阻止电流从光伏阵列(电压 A)流向逆变器(电压 B)。这将使光伏阵列在额定电流侧的电容 35 充电时接近其开路电压。额定电流侧的开关 5 被调制以保持所要求的电压通过电容 35 两端。在这种工作模式下,额定电压侧通过开关 6 以整流器的方式工作。可以是有源或无源整流器。

[0120] 变换器侧是否像传统 DC/DC 变换器那样作为初级侧或次级侧工作,这取决于变换器的工作模式(升压或降压)。在光伏应用中,电流的方向是从光伏阵列到逆变器。因此,偏置电压的方向将决定哪一侧吸收或传输功率。若变换器需要降低阵列的电压,则额定电流串联连接侧必须吸收功率,由于光伏阵列电压的升高,该侧必须输出功率。传统的初级侧是吸收功率的开关侧。在偏置变换器中,期望吸收功率的一侧将积极地切换为控制功率(如传统的初级侧方式工作),然而另一侧被控制为有源整流器(传统次级侧)。因此,使用如图 2 所示的额定电流侧和额定电压侧更方便。额定电流侧与逆变器 16 及光伏阵列(或光伏电池或电池组 11)均串联,额定电压侧与逆变器或光伏阵列(或光伏电池或电池组 11)并联,这取决于工作模式以及变换器拓扑方案。

[0121] 在升压模式,额定电流侧可以被配置为有源 DC/DC 变换器次级侧。然而,在降压模式,系统必须能够驱动电流通过变压器,这样它运行为传统开关电源的初级侧,本领域技术人员应该可以理解。

[0122] 如图 3 至 17 所示的拓扑图的优点是可进一步优化变换器并提供更高的功率。下面按照功率能力的升序排列:

- [0123] • 推挽
- [0124] • 半桥
- [0125] • 全桥
- [0126] • NPC 半桥

[0127] • NPC 全桥

[0128] 在上面的清单中,单个开关器件的电压应力逐渐下降(代价是使用额外的开关器件)。这样可使用更低电压、更少损耗的开关器件,并在更多器件中耗散热量。

[0129] 一般情况下,上述拓扑具有以下特性:

[0130] 从半桥变为全桥以及从 NPC 半桥变为 NPC 全桥会使变压器绕组所需的电流减半,但会使该开关拓扑侧所需要的开关器件增加一倍。

[0131] 从全桥转变为 NPC 会使变压器中的电流增加一倍,但会使开关的额定电压减半。

[0132] 从推挽转变为半桥可更有效地使用变压器,因为变压器绕组被充分利用而不是被分割,且使通过开关的电压减半。

[0133] 一般情况下,随着系统期望的功率等级增加,对于任何给定的系统规格,采用清单下端的拓扑性价比更高。

[0134] 图 3 至 17 所示的新的变换器拓扑能够产生电压补偿,该电压补偿可以合理的成本与效率有效地平衡(光伏阵列的)太阳能。

[0135] 若额定电流侧包含 MOSFET5(或其它具有寄生二极管 7 的开关器件),如图 3 所示,但也出现在图 4 至 17 中,则寄生二极管应该被设置为阻断偏置电压,否则可产生的最大偏置是二极管压降,例如,大约 0.6V。

[0136] 图 3 至 17 示出了适合大多数额定电流侧(推挽、半桥、全桥、NPC 半桥、NPC 全桥)布局的解决方案。这里,整个额定电流侧可以电气反向。这样可使系统配置成如下方式,即寄生二极管不会干涉电路工作。这里采用了 DPDT 接触器 3 作为示例,当然也可使用半导体开关、SPST 接触器或其它配置。

[0137] 若采用接触器,可使用常闭(NC)触点,这样当偏置变换器 15 未上电时,透明故障模式可以工作。这允许电压 A 和电压 B 在无偏置控制时耦合。这增加了故障电阻,因为若偏置变换器不工作,可通过使阵列 11 向逆变器 16 供电(尽管可能在次优化模式)避免阵列断开。这可以通过定位触点实现,从而线路 30 或 31 完成电压 A 和电压 B 之间的电路,如图 3 所示,并也同样适用于图 4 至 17。

[0138] 图 18 示出的另一个可以消除寄生二极管 7 的解决方案为通过将两个 MOSFET 以相反的方向并联,使 MOSFETs 再配置为半导体开关,这样寄生二极管相互对立,从而可以阻断任意极性的电压。采用这种布局,额定电流侧无需为了实现双向工作而使用如图 3-18 显示的接触器 3,但额定电流侧的开关在工作为升压模式时必须控制为有源整流器。这是因为寄生二极管被阻断,故当这些开关打开时没有电流通路。这种配置并不提供如上所述的透明故障模式。

[0139] 图 19 示出了可以提供透明故障模式的辅助电路 190。该电路也可用于减少具有透明故障方式的变换器的“透明”模式损耗。辅助电路 190 包含 NC 接触器 191 或其它开关以在偏置变换器不产生偏置时短路额定电流侧,及相应的控制电路 192。当需要偏置电压以进一步增加系统的容错能力时,辅助电路可被控制电路 192 禁用(位置 193)。

[0140] 可选地,如图 20 所示,次级电路 200 包含透明开通电路 201 和控制电路 202。次级电路可通过来自透明开通电路 201 的门极驱动信号 203 切换额定电流侧的一个或多个开关器件 5。因此,当没有偏置产生时,在电压 A 和电压 B 之间具有电流路径,因而可提供透明故障模式。

[0141] 如图 23 所示,本领域技术人员应该理解,为了最大化效率,期望在变换器内避免产生环流,。若变换器作为升压变换器工作,则在额定电压侧连接光伏阵列效率更高,因为流经变换器的电能为光伏阵列 13 - 额定电压侧 232 - 额定电流侧 231 - 逆变器 16。若变换器作为降压变换器工作,则在额定电压侧连接逆变器效率更高,这样流经变换器的电能为光伏阵列 13 - 额定电流侧 231 - 额定电压侧 232 - 逆变器 16。本领域技术人员应该明白,变换器两侧之间的能量转移通过变压器 26 (图 2) 实现。

[0142] 可选的,可通过开关 230 实时再配置该变换器拓扑。一般情况下当双向变换器开关从升压模式切换到降压模式 (或相反时),将采用这种方式。该开关可以是任何合适的开关装置,比如 MOSFET、IGBT 或其它半导体开关或机械接触器。

[0143] 可选地,也可以通过移动额定电流侧来实现上述配置,这要比图 23 更复杂的开关布局。

[0144] 控制

[0145] 如图 21 所示,下面实施例显示了推挽 - 推挽变换器作为如图 3 所示的偏置控制系统的一部分。

[0146] 控制器 210 和每个变换器 15 相关联。该控制包含调制开关的开关模式控制器和 MPP 跟踪算法。MPP 在变换器输出侧最有效地被跟踪,以便把变换器的损耗考虑进去。可通过软件方式把该算法下载到可编程控制器 210 中以提供该算法,但不仅局限于微控制器,或者为控制器中其它方式的硬件,如特定用途集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或传统数字或模拟电路。该支撑元件可以是低成本电阻元件,提供串接光伏模块组的测量点且使控制器 210 可获得应用 MPP 算法所基于的信息。

[0147] 该控制器 210 接收指示电压 A211 和调节的光伏模块组输出电压 (电压 B) 214 的串接光伏模块组输入。该控制器也接收指示模块组电流 212 和 / 或变换器电流 213 的信号。可选地,可以从模块组的正极侧或负极侧获得指示模块组电流 212 的信号。可选的,可以从变换器的额定电压侧,也可以在和电容 35 串联的电流侧获取指示变换器电流 213 的信号。可从测点 215 处的指示信号计算偏置电压或从电压 A 和电压 B 之差计算该偏置电压。如前所述,变换器 15 是独立设备,无需外部耦合到任何其它串接光伏模块组。控制器 210 可通过一个或多个输出 55 和 66 分别提供脉宽调制信号调制开关 5 和 / 或 6 或向变换器 15 中的电流提供其它普通切换方案来以响应如上所述的 MPP 跟踪算法的电压需求。输出 55 和 66 分别包含每个开关 5,6 的输出。这给串接光伏模块组的最优直流电压输出施加了相应的偏置,从而导致独立地可控制直流光伏模块组输出电压通过端子 12A 和 12B。

[0148] 可以采用任何前述控制方案控制该偏置电压。

[0149] 变换器 15 一般是独立的。但控制器 210 可具有数据通信功能。控制器 210 的单独控制输入 216 可被外部系统使用以向控制器 210 发送控制信号。例如,这可以调节变换器 15 的动作,从而可针对变换器 15 外部的原因调节施加到串接光伏模块组 11 的偏置电压,而不是保持通过串接光伏模块组的最优电压。输入 211 到 215 的本地测量可以由单独的控制输入 216 支配。另外,控制器 210 可以具有监控功能以把监控数据,比如串接光伏模块组工作参数,传输到远程监控装置,例如检测模块组的故障。

[0150] 图 21 所示的实施例包含控制器 210 用于每个光伏模块组的相应变换器。当然,也可以设置单个控制器用于监控和控制相应光伏模块组中的两个或更多变换器。这要求控制

器具有足够的处理速度和功率,从而在不影响控制器性能的情况下能够实现复用。

[0151] 如前面所述,开关 3 根据 MPP 跟踪算法是否需要降压或升压模式而受控制。本领域技术人员应该明白,控制器 210 可被编程以提供一个或多个输出 33 并基于提供的偏置电压的零点将开关设置为降压或升压运行所期望的位置。控制器可进一步被编程为以在运行模式变化时禁用变换器的功率级,例如,若开关 3 包含接触器(机械)。

[0152] 控制器 210 可被编程以在光伏阵列不提供电能时禁用变换器(例如,即通过把开关 3 设置为前述的透明模式)。若控制器和变换器由光伏阵列本身供电(如图 1B 中的连接 17),则这将是隐含的。

[0153] 控制器也可以被编程为以如图 22 所示的方式动作,以便可选择地确定偏置变换器是否对系统有益。例如,在很低的偏置电压,包括偏置变换器的 MPP 跟踪系统的损耗可能超出由于跟踪光伏模块组 MPP 所带来的额外功率产出。这可以通过以下方式确定,即定期性地禁用变换器,然后对比有变换器功率级以及无变换器功率级情况下的输出功率。这样,在步骤 220,若从光伏阵列可获得电能,或者若控制器设有外部电源,则控制器上电启动。在步骤 221,变换器功率级被启动,且控制器开始跟踪系统的 MPP。然后该流程在步骤 222 等待一段时间。在步骤 223,测量指示其具有已启用 MPP 跟踪的输出功率值或值(P_{mpp}),并将该值存储在控制器的存储器中或存储在与控制器有关的存储器中。在步骤 224,变换器功率级被禁用从而 MPP 跟踪也被停止。在步骤 225,测量指示其具有未启用 MPP 跟踪的输出功率值或值(P_{nompp}),并将该值存储在控制器的存储器中或存储在与控制器有关的存储器中。在步骤 226,将指示其具有已启用 MPP 跟踪的输出功率值或信号与指示其具有未启用 MPP 跟踪的输出功率值或信号相对比。若 P_{mpp} 大于 P_{nompp} ,则流程返回步骤 221 并且继续 MPP 跟踪。然而,若 P_{mpp} 小于或等于 P_{nompp} ,则流程在步骤 227 等待一段时间。等待时间到后,流程返回到步骤 221,即 MPP 跟踪被再次启用,且控制器再次执行上述步骤。

[0154] 可选地,图 22 中的等待时长(222,227)可以编程的方式设定为适应工作条件,即等待时长 = f (光伏阵列功率, MPP 偏置电压,功率级损耗特性)。其中一个实施例是按照 MPP 的偏置电压成比例增加等待时长 222(当 MPP 跟踪被使能时)以及减少等待时长 227(当 MPP 被禁止)。通过这种方式,在低的偏置电压下,可定期检查变换器带来的益处或优势。

[0155] 也可设定控制器使其通过一个或多个输出 55 向开关 5 提供信号以在升压模式启用有源整流,和/或通过一个或多个输出 66 在降压模式向开关 6 提供信号。

[0156] 另外,控制器可被设定为提供如图 19 和 20 中的辅助电路 190 和/或次级电路 200 的任何或所有功能和信号。

[0157] 图 21 中的控制器可以如图 4 至 20 和图 23 中所示的任意实施例的类似方式被使用。

[0158] 在另一实施例中,提供了可在两个低压源之间产生高偏置电压的变换器。该配置使用简单拓扑,比如全桥,与电源和更复杂拓扑并联,例如 NPC 拓扑和电源串联以产生偏置输出。这在一些应用中有益,但与采用全桥变换器的典型应用的对比下,采用这种配置获得的收益很小。因此,该实施例用于两个具有不同标称电压的电源之间产生偏置电压以允许电能在这两个电源之间传输。可选地,这两个电源可工作在类似的电压,且产生小的偏置电压以使系统以最高效率工作。

[0159] 图 3 至 17 中显示了包含二极管嵌位布局的 NPC 拓扑。本领域技术人员应该明白,

可在不改变本发明的设计本质的情况下采用其它电压平衡电路,包括飞跨电容、具有二极管嵌位的飞跨电容以及其它电压平衡布局。

[0160] 这样,可采用多个 DC/DC 变换器拓扑的两个初级侧并按偏置配置连接它们,从而创建双向偏置变换器。这是有优势的,因为在不同电压下使用不同的拓扑具有更高性价比。偏置变换器的‘额定电压’和‘额定电流’侧工作在不同的电压。这样,根据系统电压、偏置(调节)电压和功率需求,可以产生最优的双向解决方案。

[0161] 这里所描述的实施例可通过改造在现有的串接光伏模块组的 DC/DC 变换器实现。这可以取代现有的、用于转换串接光伏模块组或阵列整个输出的变换器,从而节约大量的电能。这里所描述的实施例也适用于无变换器的系统,但由于电压不平衡,功率会下降。

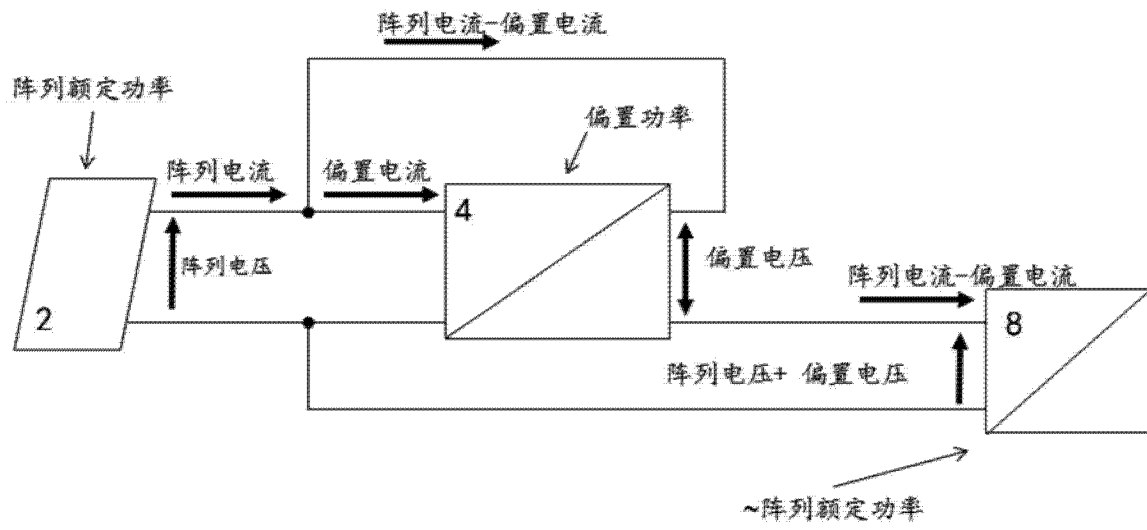


图 1A

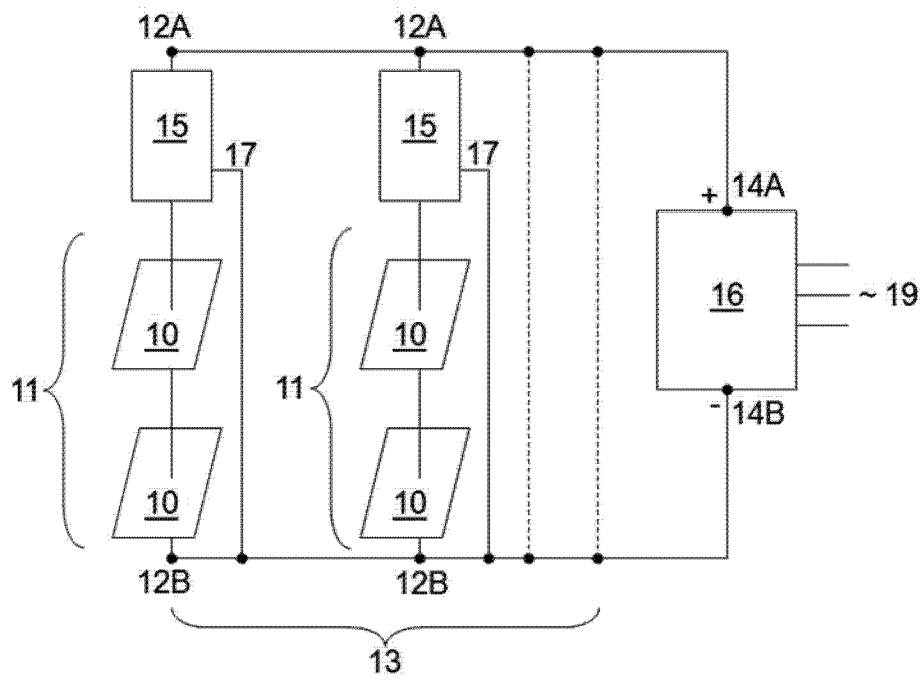


图 1B

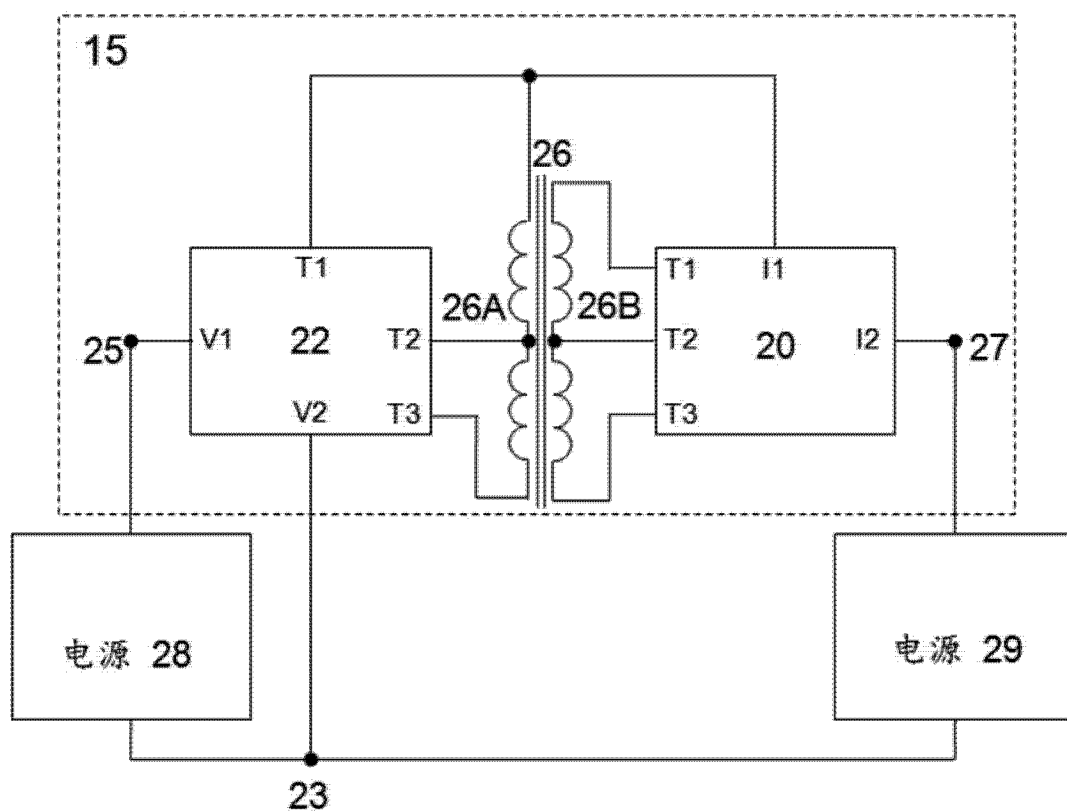


图 2

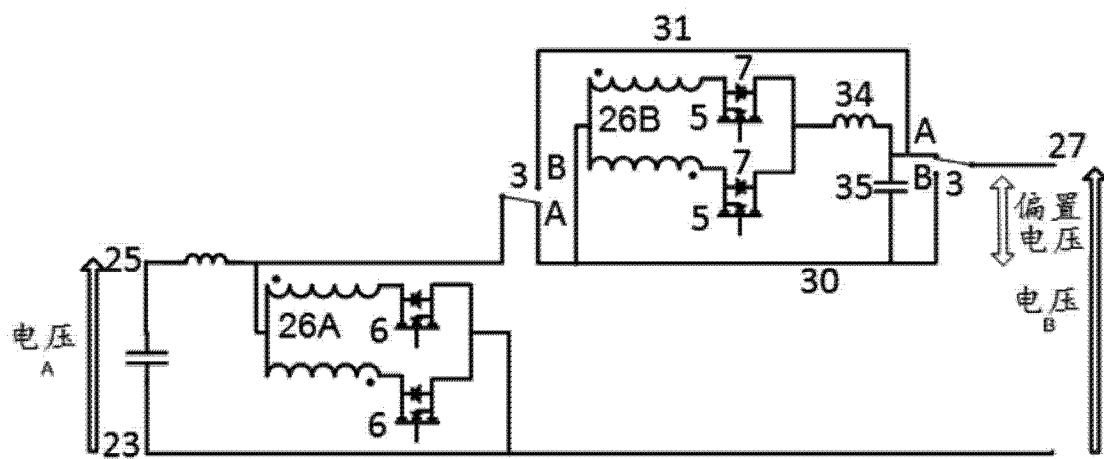


图 3

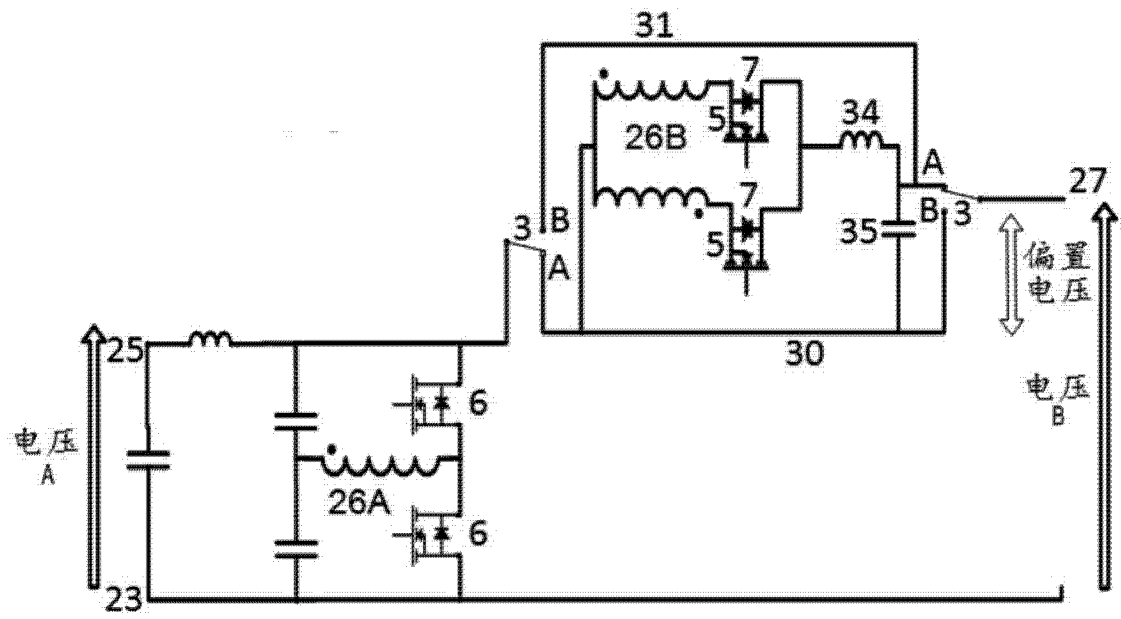


图 4

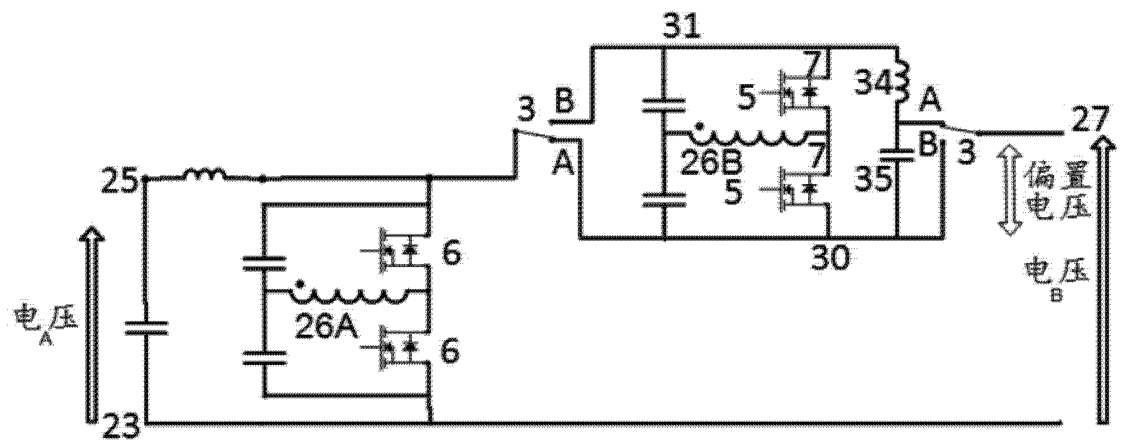


图 5

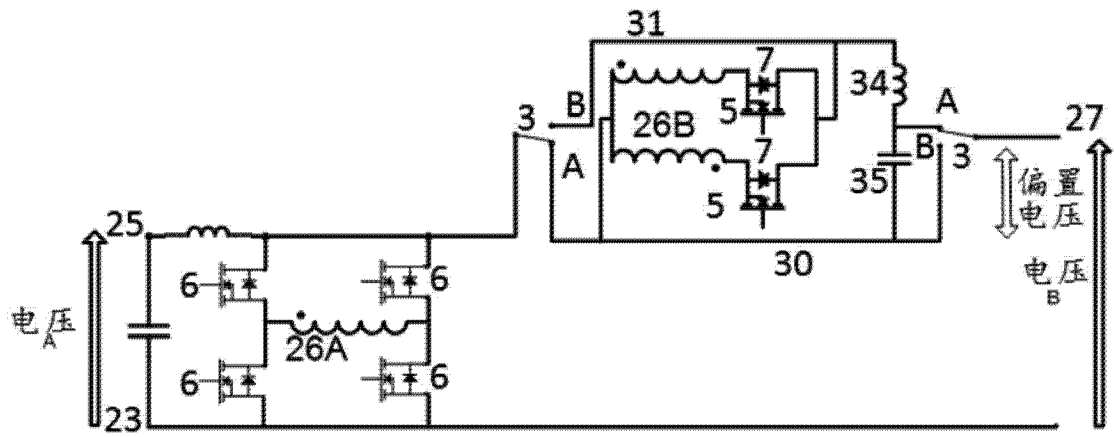


图 6

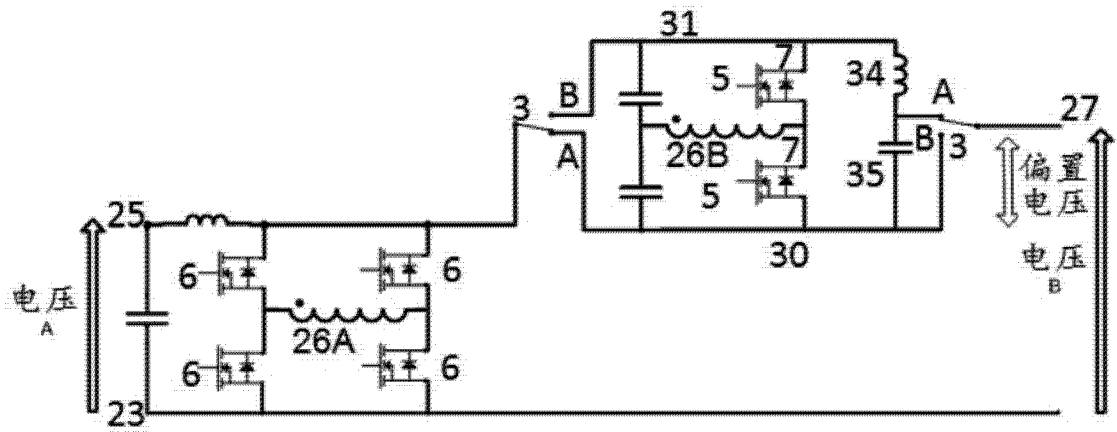


图 7

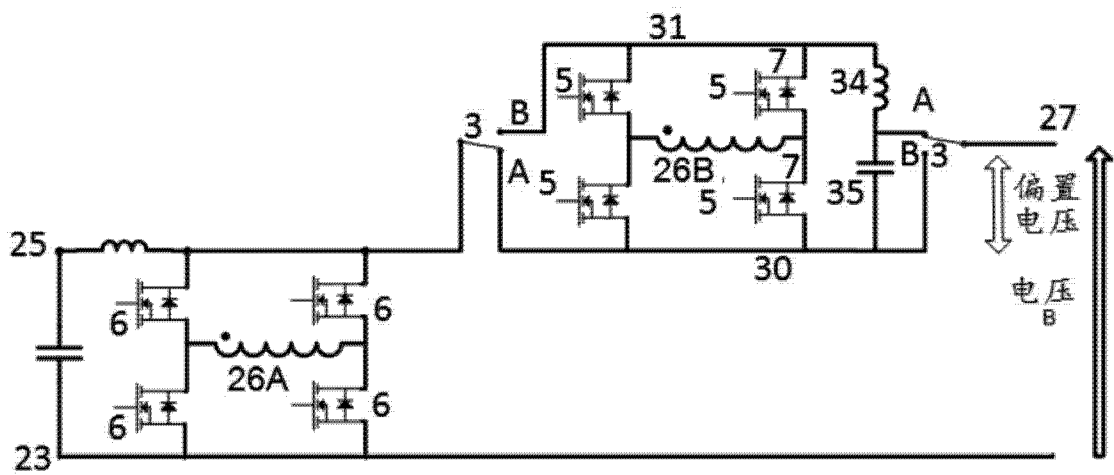


图 8

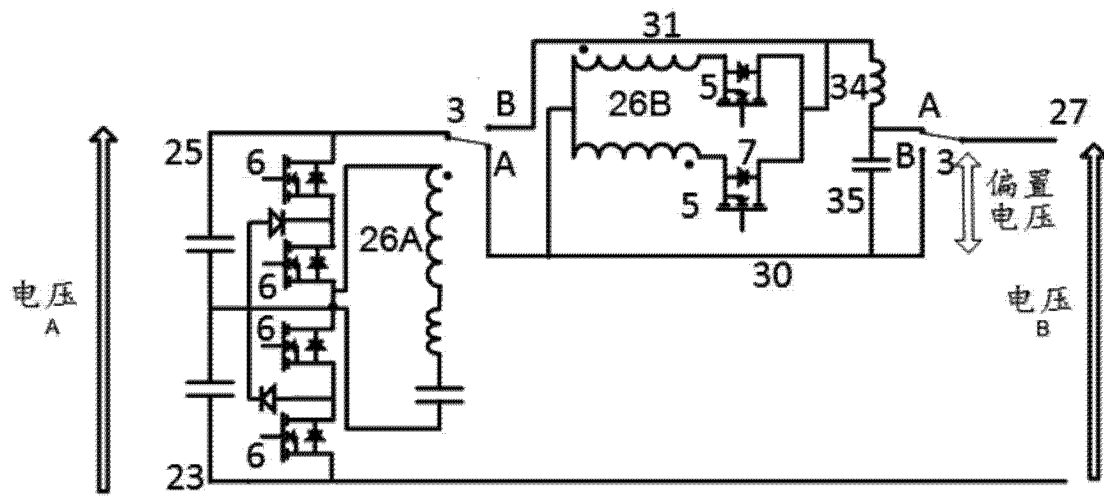


图 9

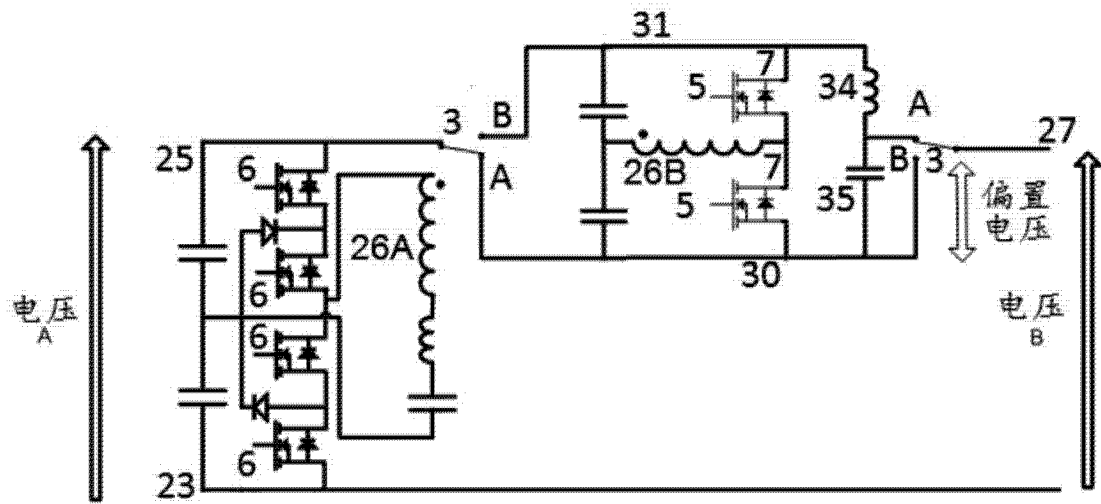


图 10

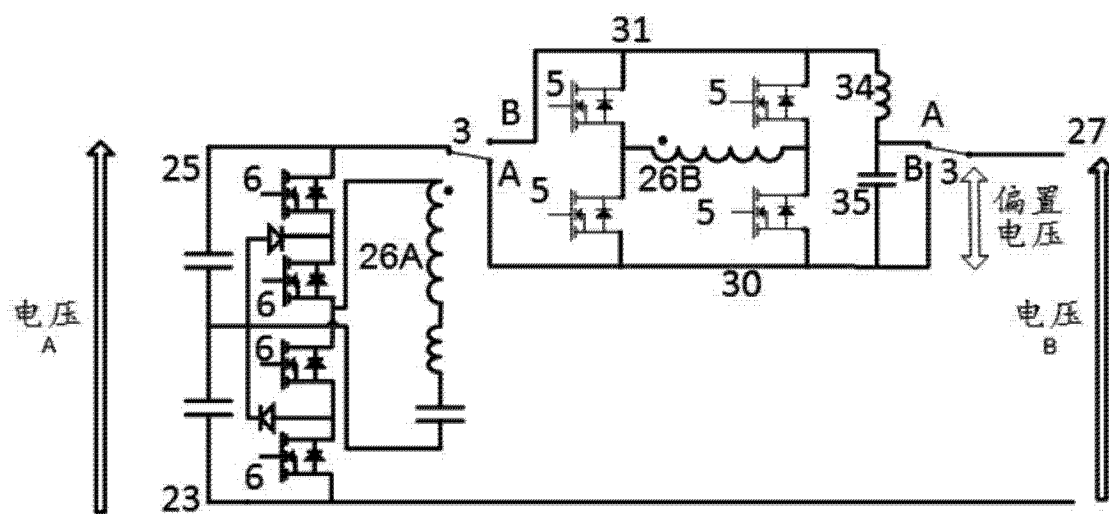


图 11

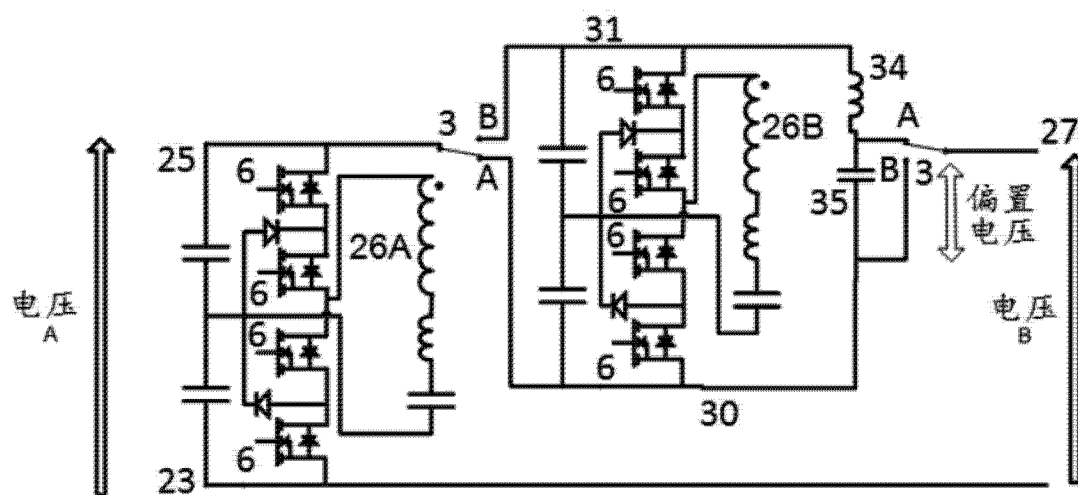


图 12

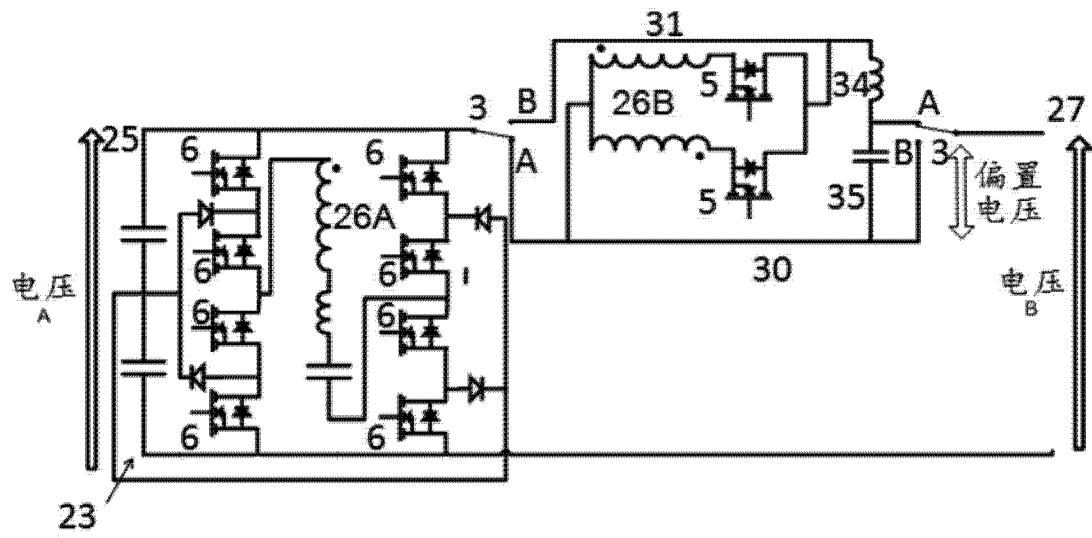


图 13

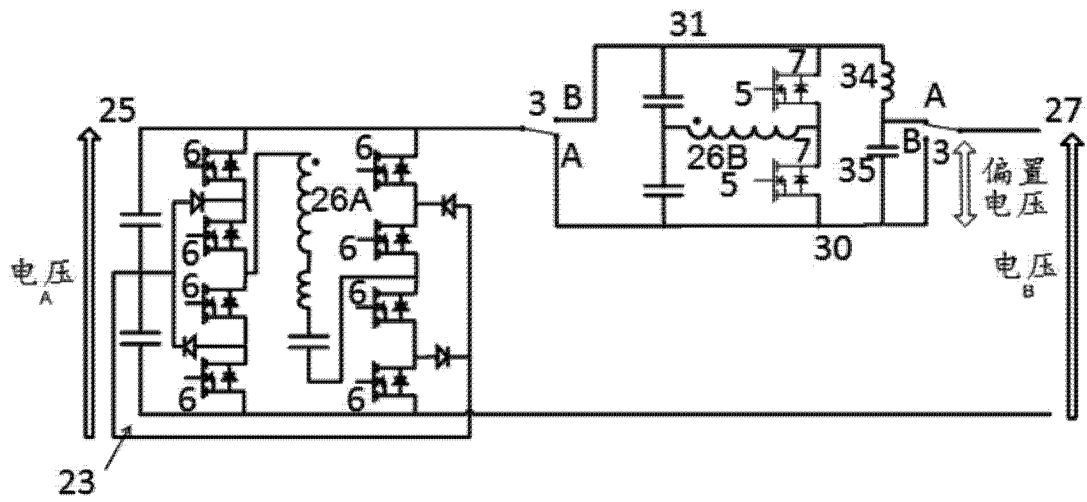


图 14

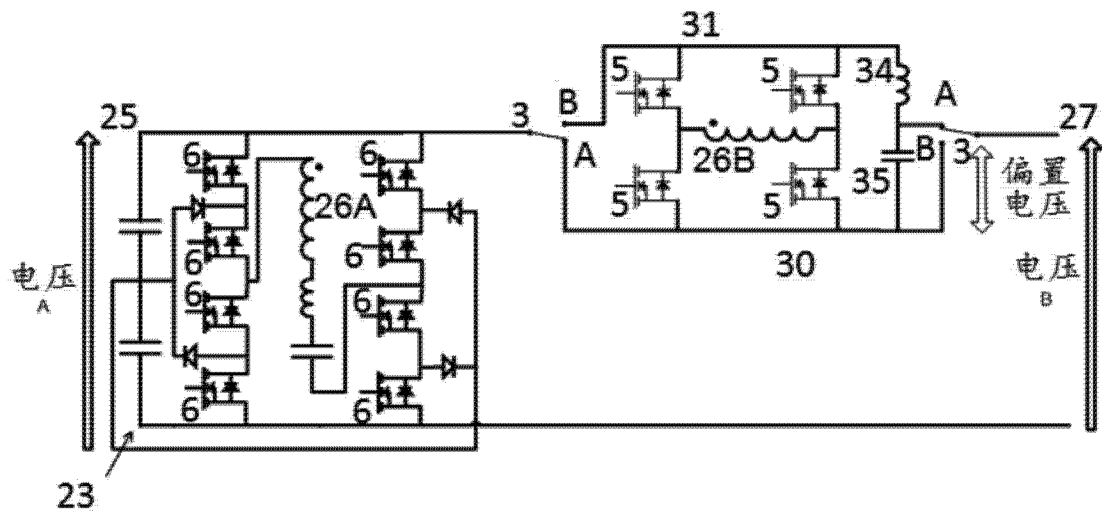


图 15

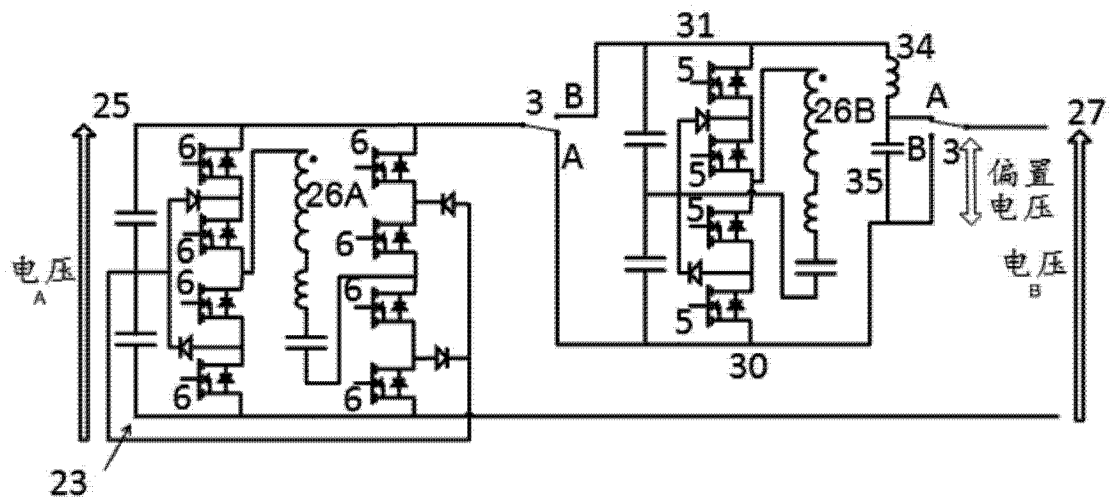


图 16

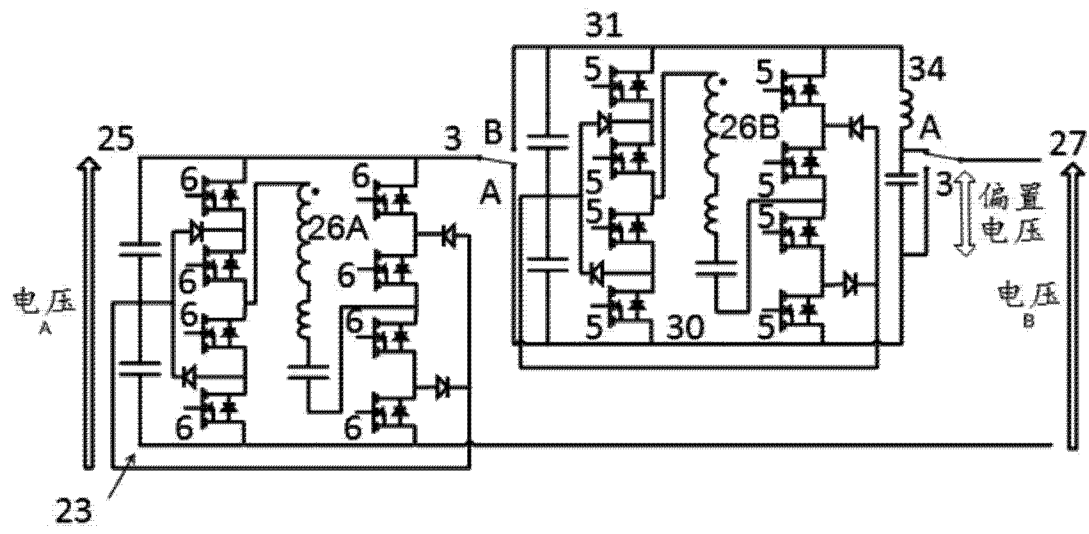


图 17

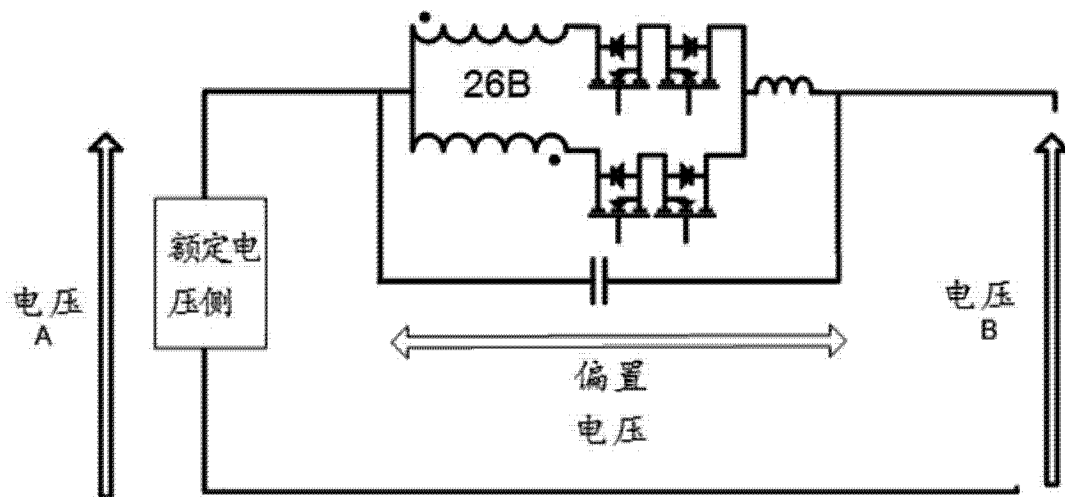


图 18

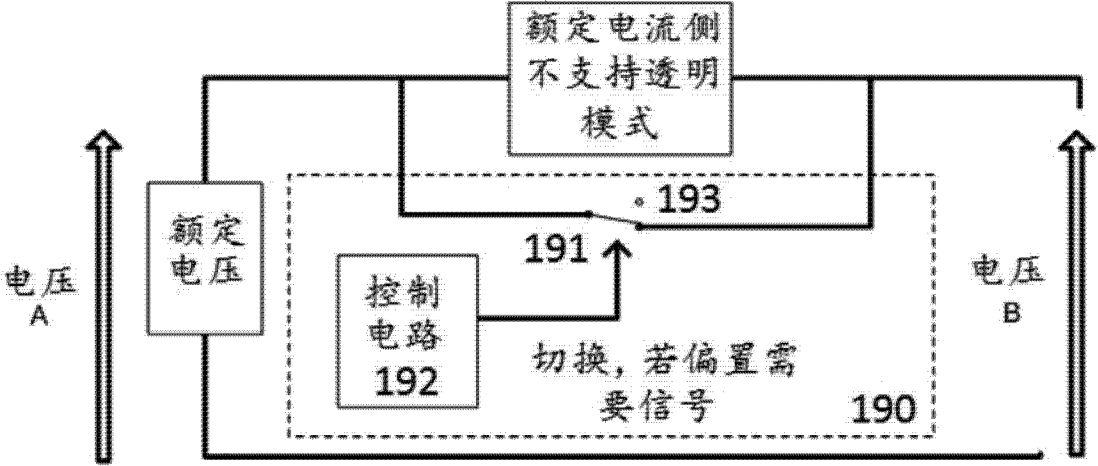


图 19

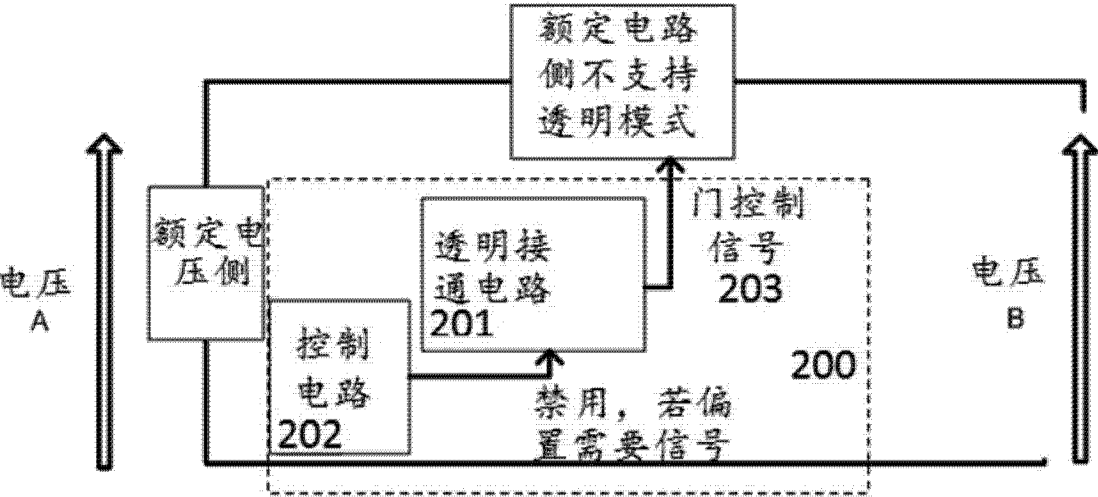


图 20

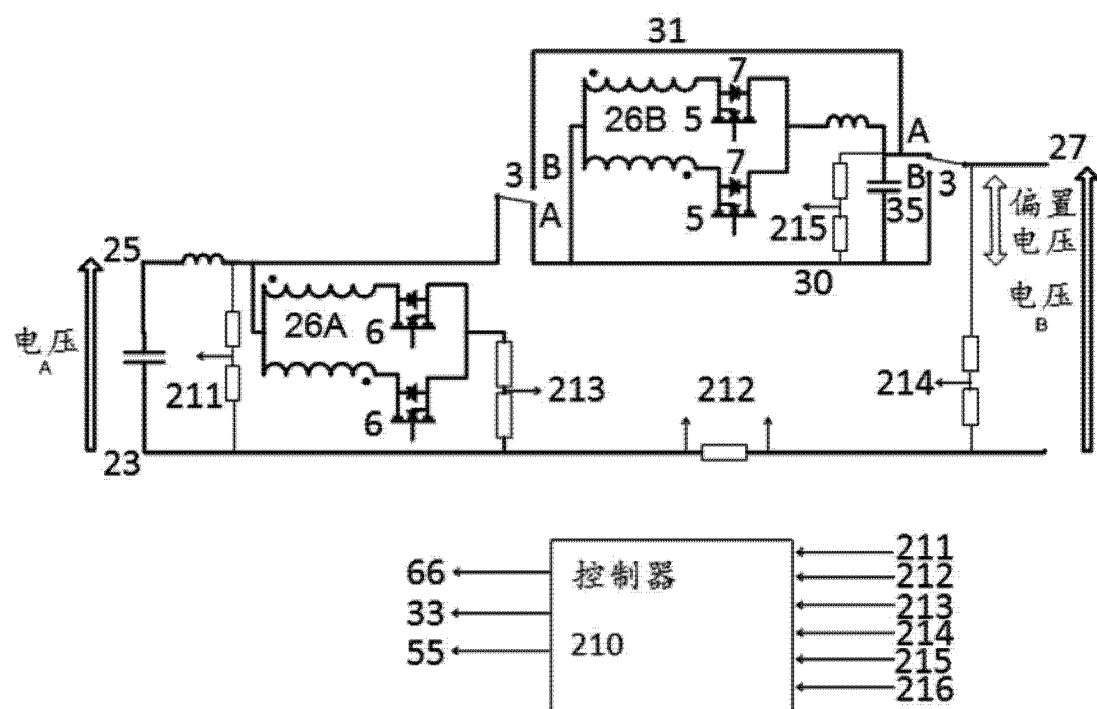


图 21

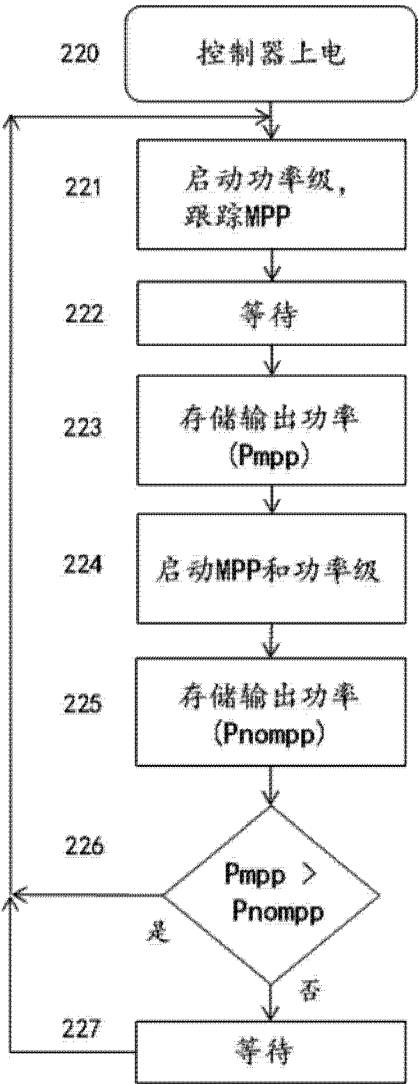


图 22

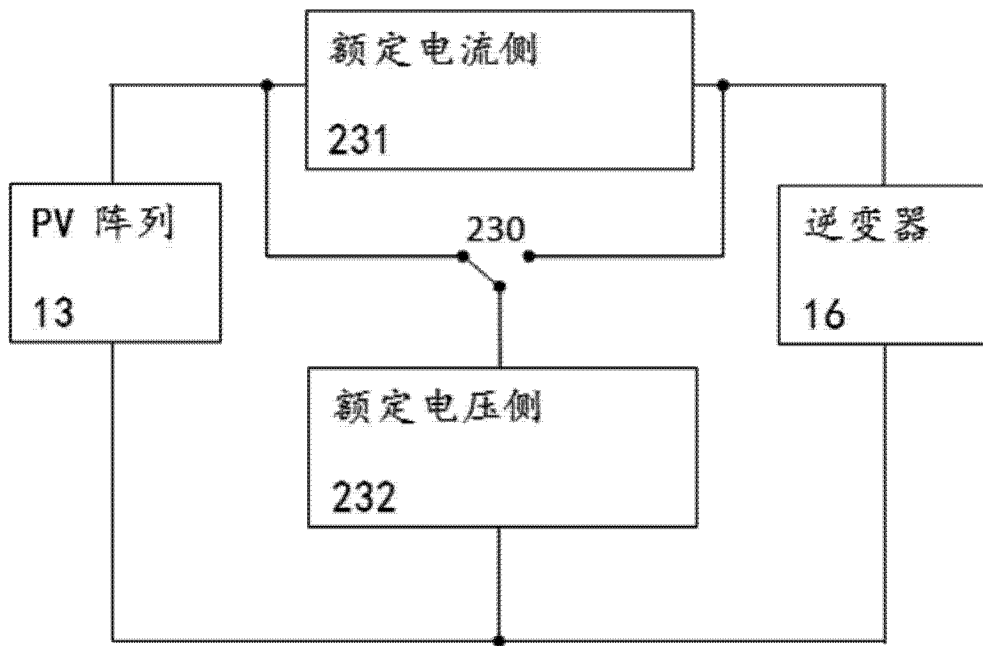


图 23