



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104052391 B

(45)授权公告日 2017.12.12

(21)申请号 201410099109.5

(22)申请日 2014.03.17

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104052391 A

(43)申请公布日 2014.09.17

(30)优先权数据  
13/840,627 2013.03.15 US  
61/834,969 2013.06.14 US

(73)专利权人 索兰托半导体公司  
地址 加拿大渥太华

(72)发明人 R·K·奥尔 A·M·J·R·帕坎

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283  
代理人 罗攀 肖冰滨

(51)Int.Cl.  
H02S 40/30(2014.01)  
H02J 3/38(2006.01)

(56)对比文件  
CN 102598287 A,2012.07.18,  
CN 201623499 U,2010.11.03,  
CN 201327835 Y,2009.10.14,  
WO 2009051870 A1,2009.04.23,

审查员 李亚伟

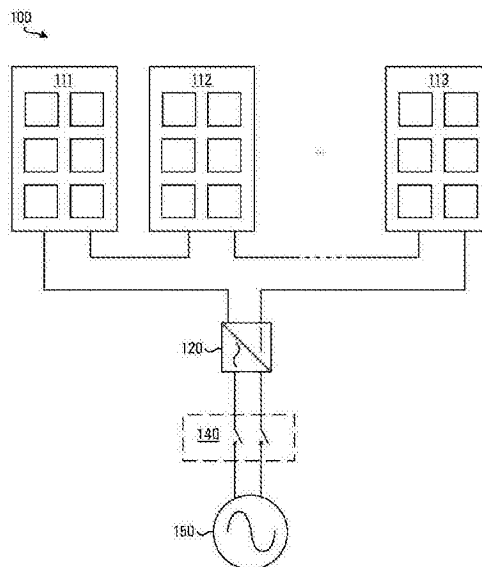
权利要求书5页 说明书18页 附图19页

(54)发明名称

光伏旁路和输出开关装置和方法

(57)摘要

一种光伏(PV)板开关装置,包括第一开关和第二开关,其中在一些实施方式中该第一开关和第二开关在DC转换器中。该第一开关被耦合在电力系统和PV板的电路路径的第一端之间,并且第二开关被耦合在(i)在所述第一开关和所述电力系统之间的点与(ii)在所述电路路径的第二端和所述电力系统之间的点之间。当PV板的电路路径将不被旁路时针对PV板的输出的DC转换来控制开关,并且根据对PV板的电路路径将被旁路的确定,将电路路径的第一端从电力系统断开以及闭合将电路路径旁路的旁路电路路径。



1. 一种光伏PV板旁路开关装置,包括:

第一开关,该第一开关被耦合在电力系统和所述PV板的电路路径的第一端之间,所述PV板的多个PV电池被连接在所述PV板的电路路径中,所述第一开关可控地将所述PV板的所述电路路径的所述第一端连接至电力系统以及将所述PV板的所述电路路径的所述第一端从所述电力系统断开;

第二开关,该第二开关被耦合在所述第一开关和所述电力系统之间的点与所述PV板的所述电路路径的第二端和所述电力系统之间的点之间,所述第二开关可控地断开和闭合将所述PV板的所述电路路径进行旁路的旁路电路路径;以及

控制器,该控制器可操作地耦合至所述第一开关和所述第二开关,以确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路,以及根据该确定控制所述第一开关和所述第二开关;

各自的PV电池子列开关,该各自的PV电池子列开关被耦合在多个PV电池的各自的子列两端,

所述控制器可操作地耦合至所述PV电池子列开关,以确定所述PV板的所述电路路径中的每个各自的PV电池子列是否将被旁路,以及根据对所述PV板的所述电路路径中的每个PV电池子列是否将被旁路的确定来控制所述PV电池子列开关。

2. 根据权利要求1所述的PV板开关装置,

所述第一开关和所述第二开关包括DC转换器,

所述控制器还被配置为根据对所述PV板的所述电路路径将不被旁路的确定来控制所述第一开关和所述第二开关以进行所述PV板输出的DC转换。

3. 根据权利要求1或2所述的PV板开关装置,还包括:

电压传感器,该电压传感器被耦合来测量所述PV板的所述电路路径中的PV电池两端的电压差;

所述控制器被耦合至所述电压传感器来根据由所述电压传感器测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路。

4. 根据权利要求1或2所述的PV板开关装置,还包括:

在所述控制器和所述PV板之间的电连接,用于从所述PV板向所述控制器提供电力,所述电连接包括稳压电路。

5. 根据权利要求4所述的PV板开关装置,所述稳压电路包括:

二极管,该二极管的阳极被耦合至所述PV板并且所述二极管的阴极被耦合至所述控制器的电力输入;

电容,该电容用于将所述二极管的阴极耦合至所述PV板的所述电路路径的第二端。

6. 根据权利要求1或2所述的PV板开关装置,所述控制器还被配置为在确定所述PV板的所述电路路径将被旁路之后,进一步确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统,并且根据该进一步确定控制所述第一开关和所述第二开关。

7. 根据权利要求1或2所述的PV板开关装置,还包括:

电压传感器,用于测量在所述PV板的所述电路路径中的PV电池两端的电压差,

所述控制器被耦合至所述电压传感器来根据由所述电压传感器测得的电压差来确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路,

所述控制器被配置为响应于确定所述PV板的所述电路路径将被旁路,断开所述第一开

关并且闭合所述第二开关，

所述控制器还被配置为随后闭合所述第一开关并且断开所述第二开关，以及根据由所述电压传感器在所述第一开关闭合并且所述第二开关断开时测得的电压差来进一步确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统，

所述控制器还被配置为根据所述进一步确定来控制所述第一开关和所述第二开关。

8. 根据权利要求1或2所述的PV板开关装置，还包括：

电压传感器，用于测量在所述PV板的所述电路路径中的PV电池的两端的电压，

所述控制器被耦合至所述电压传感器来根据由所述电压传感器测得的电压差来确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路，

所述控制器被配置为响应于确定所述PV板的所述电路路径将被旁路，断开所述第一开关并且闭合所述第二开关，

所述控制器还被配置为随后根据在所述第二开关闭合时所述第二开关两端的电压差来确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统，以及根据对所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定来控制所述第一开关和所述第二开关。

9. 根据权利要求1所述的PV板开关装置，还包括：

电压传感器，该电压传感器可开关地耦合在所述PV板的所述电路路径中的各自的电压测量点对之间，用于测量在各自的电压测量点之间的各自的电压差，各自的子列被连接在该各自的电压测量点对之间，

所述控制器被耦合至所述电压传感器来根据由所述电压传感器测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径中的PV电池子列是否将被旁路，

所述控制器被配置为响应于确定所述PV板的所述电路路径中的PV电池子列将被旁路，闭合耦合在该PV电池子列两端的PV电池子列开关，

所述控制器还被配置为在确定所述PV电池子列将被旁路之后，根据当所述PV电池子列开关闭合时所述PV电池子列开关两端的电压差来确定所述PV电池子列是否将被重新连接，以及根据对所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列的所述PV电池子列开关。

10. 根据权利要求1所述的PV板开关装置，还包括：

电压传感器，该电压传感器可开关地耦合在所述PV板的所述电路路径中的各自的电压测量点对之间，用于测量在各自的电压测量点之间的各自的电压差，各自的子列被连接在该各自的电压测量点对之间，

所述控制器被耦合至所述电压传感器来根据由所述电压传感器测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径中的PV电池子列是否将被旁路，

所述控制器被配置为响应于确定所述PV板的所述电路路径中的PV电池子列将被旁路，闭合耦合在该PV电池子列两端的PV电池子列开关，

所述控制器还被配置为随后断开所述PV电池子列开关并且根据由所述电压传感器在所述PV电池子列开关断开时测得的所述PV电池子列两端的电压差来进一步确定所述PV电池子列是否将被重新连接，以及根据对所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列的所述PV电池子列开关。

11. 根据权利要求2所述的PV板开关装置，所述DC转换器包括降压转换器。

12. 根据权利要求2所述的PV板开关装置,所述DC转换器还包括:

电感,该电感耦合在所述第一开关和第一端子之间,其中所述DC转换器将通过所述第一端子耦合至所述电力系统;

电容,所述电容耦合在所述第一端子和第二端子之间,其中所述DC转换器将通过所述第二端子耦合至所述电力系统。

13. 根据权利要求2所述的PV板开关装置,所述控制器被配置为针对DC转换控制所述第一开关和所述第二开关来将所述PV板维持在该PV板的最大功率点。

14. 根据权利要求13所述的PV板开关装置,所述控制器被配置为通过针对所述DC转换控制切换所述第一开关的占空比来将所述PV板维持在该PV板的最大功率点。

15. 一种光伏PV板系统,包括:

权利要求1或2中所述的PV板开关装置;

包括连接在所述电路路径中的所述多个PV电池的PV板。

16. 一种电力系统,包括:

多个根据权利要求15所述的PV板系统。

17. 一种光伏PV板旁路开关方法,包括:

确定光伏PV板的电路路径是否将被旁路,所述PV板的多个PV电池被连接在该PV板的电路路径中;

控制耦合在电力系统和所述PV板的所述电路路径的第一端之间的第一开关以根据所述确定将所述PV板的所述电路路径的所述第一端连接至电力系统或者将所述PV板的所述电路路径的所述第一端从所述电力系统断开;

控制耦合在所述第一开关和所述电力系统之间的点与所述PV板的所述电路路径的第二端和所述电力系统之间的点之间的第二开关以根据所述确定断开或闭合将所述PV板的所述电路路径进行旁路的旁路电路路径;

确定所述PV板的所述电路路径中的所述多个PV电池的各自子列中的每个是否将被旁路;

根据对所述PV板的所述电路路径中的每个PV电池子列是否将被旁路的确定,控制耦合在所述各自的PV电池子列两端的各自的PV电池子列开关。

18. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

根据确定所述PV板的所述电路路径将不被旁路,控制所述第一开关和所述第二开关以进行所述PV板输出的DC转换。

19. 根据权利要求17或18所述的方法,还包括:

测量所述PV板的所述电路路径中的PV电池两端的电压差;

所述确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路包括根据测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路。

20. 根据权利要求17或18所述的方法,还包括:

从所述PV板向控制器提供电力;

稳定被提供给所述控制器供电的电压,

其中,所述稳定包括:

提供稳压电路,该稳压电路包括:二极管,该二极管的阳极被耦合至所述PV板并且所述

二极管的阴极被耦合至所述控制器的电力输入;以及电容,该电容用于将所述二极管的阴极耦合至所述PV板的所述电路路径的第二端;

当所述电容放电至第一电压时,断开所述第一开关并且闭合所述第二开关;

当所述电容放电至高于所述第一电压的第二电压时,闭合所述第一开关并且断开所述第二开关。

21. 根据权利要求17或18所述的方法,还包括:在确定所述PV板的电路路径将被旁路之后,确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统;

根据对所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定,进一步控制所述第一开关和所述第二开关。

22. 根据权利要求17或18所述的方法,还包括:

测量在所述PV板的所述电路路径中的PV电池的两端的电压;

所述确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路包括根据测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路;

对所述第一开关的控制包括响应于确定所述PV板的所述电路路径将被旁路,断开所述第一开关;

对所述第二开关的控制包括响应于确定所述PV板的所述电路路径将被旁路,闭合所述第二开关,

该方法还包括:

随后闭合所述第一开关并且断开所述第二开关;

根据当所述第一开关闭合并且所述第二开关断开时测得的电压差来确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统;

根据对所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定来控制所述第一开关和所述第二开关。

23. 根据权利要求17或18所述的方法,还包括:

测量在所述PV板的所述电路路径中的PV电池两端的电压差;

所述确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路包括根据测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径是否将被旁路;

对所述第一开关的控制包括响应于确定所述PV板的所述电路路径将被旁路,断开所述第一开关;

对所述第二开关的控制包括响应于确定所述PV板的所述电路路径将被旁路,闭合所述第二开关,

该方法还包括:

随后根据当所述第二开关闭合时所述第二开关两端的电压差来确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统;

根据对所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定来控制所述第一开关和所述第二开关。

24. 根据权利要求17或18所述的方法,还包括:

测量在所述各自的PV电池子列两端的各自的电压差,

根据测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径中的每个各自PV电池子列是否将被

旁路，

对各自的PV电池子列开关的控制包括：响应于确定所述PV板的所述电路路径中的PV电池子列将被旁路，闭合耦合在该PV电池子列两端的PV电池子列开关，

该方法还包括：

随后根据当所述PV电池子列开关闭合时所述PV电池子列开关两端的电压差来确定所述PV电池子列是否将被重新连接；

根据对所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列的PV电池子列开关。

25. 根据权利要求17或18所述的方法，还包括：

测量在所述各自的PV电池子列两端的各自的电压差，

根据测得的电压差确定所述PV板的所述电路路径中的每个各自PV电池子列是否将被旁路；

对各自的PV电池子列开关的控制包括：响应于确定所述PV板的所述电路路径中的PV电池子列将被旁路，闭合耦合在该PV电池子列两端的PV电池子列开关，

该方法还包括：

随后断开所述PV电池子列开关；

根据当所述PV电池子列开关断开时在所述PV电池子列两端测得的电压差来确定所述PV电池子列是否将被重新连接至所述电力系统；

根据对所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列开关。

## 光伏旁路和输出开关装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及光伏(PV)板,并且尤其涉及改善其对遮蔽或对减少的日照的容差。

### 背景技术

[0002] 对于电网来说光伏(PV)太阳能板是重要的电源。具有几万PV板的庞大的兆瓦特PV设施变得越来越普遍。PV板阵列典型地被组织在板“列(string)”内,其中每个列由10至20个串联连接的PV板构成。在直流(DC)PV板系统中,PV板列的输出可以连接至将PV板的DC电力转换成适合于电网的AC电力的中央逆变器。逆变器输出的典型PV板列电压的范围从500V至1000V。

[0003] 典型的PV板被组织为串联连接的单独的PV电池(cell)。普通的配置是每个板72个PV电池。典型的在照射下的PV电池工作电压大约是0.7V。因此被照射的72个PV电池板将具有大约50伏特DC的输出电压。

[0004] 众所周知的串联连接PV板和PV电池的问题是由单独PV电池产生的不平均光电流。造成不平均光电流的原因可以是以下一个或多个:在PV板中的特别PV电池或PV电池组的遮蔽,在多板系统中的整个PV板的遮蔽,PV板的一部分或在多板系统中的整个PV板的污蚀,PV板相对于照明源的方向的不同,以及PV电池/板的制造的不同。由于在PV板中的所有PV电池是串联连接的,因此PV板的电流输出被具有最低光电流的PV电池限制。在PV电池被严重遮蔽的情况下,其他未被遮蔽的PV电池在该被遮蔽的PV电池上生成大的逆向偏压,迫使电流通过该被遮蔽的PV电池。这种逆向偏压会变得足够大以导致PV电池的灾难性的故障并且造成永久的损坏。

[0005] 这种问题的通常解决方法是增加与PV电池组并联的反并联旁路二极管。对于72个PV电池板的普通装置是具有三个各自有24个电池的“子列(sub-string)”,每个子列具有一个旁路二极管。旁路二极管预防了高逆向偏压的形成。旁路二极管通常是逆向偏压的。然而,当子列中的PV电池的一部分变得足够被遮蔽时,例如,旁路二极管将变得正向偏压并且导通其余的未被遮蔽的子列的光电流,防止对遮蔽的PV电池或部分地被遮蔽的子列的损坏。

[0006] 旁路二极管具有一些缺点。例如,它们易于故障。如果故障是开路故障,则偏压二极管的PV电池的子列不再受到保护并且PV板将受到灾难性的故障。如果偏压二极管故障是短路故障,则故障的二极管连接的PV电池子列将不会产生有用的电力。偏压二极管的另一个缺点是其电力浪费。由于每当偏压二极管变得正向偏压时消耗电力而降低了PV板的效率。偏压二极管具有大约0.7V的正向偏压。在典型PV板电流是8A时,每个正向偏压的二极管浪费5.6W。如果包括三个PV电池子列和三个偏压二极管的PV板被严重地遮蔽并且其三个偏压二极管变为正向偏压,则被完全旁路的PV板将实际会表现为消耗16.8W的负载。当一个或两个PV电池子列被旁路,正向偏压;旁路二极管会分别减少这种示例的PV板的5.6W和11.2W的电力输出。

## 发明内容

[0007] 一种PV板旁路开关装置 (arrangement) 包括: 第一开关, 该第一开关被耦合在电力系统和PV板的电路路径的第一端之间, 其中所述PV板的多个PV电池被连接, 所述第一开关可控地将所述PV板的电路路径的第一端连接至所述电力系统并且将所述PV板的电路路径的第一端从所述电力系统断开; 第二开关, 该第二开关被耦合在 (i) 在所述第一开关和所述电力系统之间的点与 (ii) 在所述PV板的电路路径的第二端和所述电力系统之间的点之间, 所述第二开关可控地断开和闭合将所述PV板电路路径旁路的旁路电路路径; 控制器, 该控制器可操作地耦合至所述第一开关以及所述第二开关, 以确定所述PV板的电路路径是否将被旁路, 并且根据该确定控制所述第一和第二开关。

[0008] 在一种实施方式中, 所述第一开关和第二开关包括DC转换器, 并且所述控制器还被配置为根据确定所述PV板的电路路径将不被旁路来为所述PV板的输出的DC转换控制所述第一和第二开关。

[0009] 在一种实施方式中, 开关装置还包括电压传感器, 该电压传感器被耦合来测量所述PV板的电路路径中的PV电池两端的电压差, 并且所述控制器被耦合至所述电压传感器来根据由所述电压传感器测得的电压差确定所述PV板的电路路径是否将被旁路。

[0010] 开关装置可以包括电压传感器, 该电压传感器被可开关地耦合在PV板的电路路径中的各自的电压测量点对之间, 其中多个所述PV电池中的各自子列被连接在各自的测量点对之间, 用于测量在各自的电压测量点之间的各自的电压差。而所述控制器可以被耦合至所述电压传感器来根据由所述电压传感器测得的电压差确定所述PV板的电路路径是否将被旁路。

[0011] 开关装置还可以包括: 各自的PV电池子列开关, 该各自的PV电池子列开关被耦合在多个PV电池中的各自的PV电池子列。所述控制器则可操作地耦合至所述PV电池子列开关, 以确定PV板的电路路径中的每个各自的PV电池子列是否将被旁路, 并且根据对PV板的电路路径中的每个PV电池子列是否将被旁路的确定来控制所述PV电池子列开关。

[0012] 在一种实施方式中, 开关装置包括在所述控制器和所述PV板之间的电连接, 用于从所述PV板向所述控制器提供电力, 并且所述电连接包括稳压电路。所述稳压电路可以包括: 二极管, 该二极管的阳极被耦合至所述PV板并且所述二极管的阴极被耦合至所述控制器的电力输入; 电容, 该电容将所述二极管的阴极耦合至所述PV板的电路路径的第二端。

[0013] 所述控制器可以被配置为在确定所述PV板的电路路径将被旁路之后, 进一步确定所述PV板是否可以被重新连接至所述电力系统, 并且根据该进一步的确定进一步控制所述第一和第二开关。在一种实施方式中, 通过DC转换器, 所述控制器可以被配置为根据所述PV板将被重新连接至所述电力系统的进一步确定为DC转换控制所述第一和第二开关。

[0014] 例如, 所述控制器可以被配置为响应于确定所述PV板的电路路径将被旁路而断开所述第一开关并且闭合所述第二开关。所述控制器则还可以被配置为在随后闭合所述第一开关并且断开所述第二开关, 以及根据由所述电压传感器在所述第一开关被闭合并且所述第二开关被断开时测得的电压差来进一步确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统, 并且根据该进一步的确定来控制所述第一和第二开关。这种根据进一步确定的控制可以包括根据PV板将被重新连接至电力系统的进一步确定为DC转换控制所述第一和第二开关。



[0015] 在另一种实施方式中,所述控制器还被配置为在随后根据当所述第二开关被闭合时所述第二开关两端的电压差来确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统,并且根据所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定来控制所述第一和第二开关。再次地,这种根据关于重新连接的确定的控制可以包括根据PV板将被重新连接至电力系统的确定为DC转换控制第一和第二开关。

[0016] 对于PV电池子列,所述控制器可以根据由所述电压传感器测得的电压差确定所述PV板的电路路径中的PV电池子列是否将被旁路。所述控制器还可以或替代地被配置为,响应于确定所述PV板的电路路径中的PV电池子列将被旁路而闭合跨该PV电池子列耦合的PV电池子列开关。所述控制器则还可以被配置为在确定所述PV电池子列将被旁路之后,根据当所述PV电池子列开关被闭合时所述PV电池子列开关两端的电压差来确定所述PV电池子列是否将被重新连接,并且根据所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列的PV电池子列开关。所述控制器可以替代地还被配置为随后断开所述PV电池子列开关,并且根据由所述电压传感器在所述PV电池子列开关被断开时测得的所述PV电池子列两端的电压差来进一步确定所述PV电池子列是否将被重新连接,并且根据所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列开关。

[0017] PV板系统可以包括这种开关装置和PV板,该PV板包括多个连接在所述电路路径中的PV电池。

[0018] 电力系统可以包括多个这种PV板系统。

[0019] 在一种实施方式中具有DC转换器,该DC转换器可以例如是降压(buck)转换器。

[0020] 在具有DC转换器的开关装置中的控制器可以被配置为为DC转换控制所述第一和第二开关来将PV板维持在其最大功率点,例如针对DC转换通过控制切换所述第一开关的占空比。

[0021] 所述DC转换器还可以包括:电感,该电感耦合在所述第一开关和第一端子之间,其中所述DC转换器通过所述第一端子耦合至所述电力系统;电容,所述电容耦合在所述第一端子和第二端子之间,其中所述DC转换器通过所述第二端子耦合至所述电力系统。

[0022] 一种方法,包括:确定光伏(PV)板的电路路径是否将被旁路,其中所述PV板的多个PV电池被连接在所述PV板的电路路径中;控制在电力系统和所述PV板的电路路径的第一端之间的第一开关以根据该确定将所述PV板的电路路径的第一端连接至所述电力系统或将所述PV板的电路路径的第一端从所述电力系统断开;控制被耦合在(i)在所述第一开关和所述电力系统之间的点与(ii)在所述PV板的电路路径的第二端和所述电力系统之间的点之间的第二开关以根据所述确定断开或闭合将所述PV板电路路径旁路的旁路电路路径。

[0023] 所述方法还可以包括根据确定所述PV板的电路路径将不被旁路来针对所述PV板的输出的DC转换控制所述第一和第二开关。

[0024] 方法还可以包括测量所述PV板的电路路径中的PV电池两端的电压差;在这种情况下,所述确定可以包括根据测得的电压差确定所述PV板的电路路径是否将被旁路。

[0025] 在一种实施方式中,方法还包括测量PV板电路路径中的多个PV电池中的各自子列两端的各自电压差。则所述确定可以包括根据测得的电压差确定所述PV板的电路路径是否将被旁路。

[0026] 方法可以包括确定所述PV板的电路路径中的每个各自PV电池子列是否将被旁路;

根据所述PV板的电路路径中的每个PV电池子列是否将被旁路的确定控制跨所述各自的PV电池子列耦合的各自的PV电池子列开关。

[0027] 可以从所述PV板为所述控制器提供电力,其中方法可以包括稳定被提供用于给所述控制器供电的电压。

[0028] 该稳压可以包括提供稳压电路,该稳压电路包括:二极管,该二极管的阳极被耦合至所述PV板并且所述二极管的阴极被耦合至所述控制器的电力输入;电容,该电容将所述二极管的阴极耦合至所述PV板的电路路径的第二端;当所述电容放电至第一电压时断开所述第一开关并且闭合所述第二开关;当所述电容充电至高于所述第一电压的第二电压时闭合所述第一开关并且断开所述第二开关。

[0029] 方法还可以包括:在确定所述PV板的电路路径将被旁路之后,确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统;根据所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定进一步控制所述第一和第二开关。这种对开关的进一步的控制可以包括根据确定所述PV板将被重新连接至所述电力系统来针对针对DC转换控制所述第一和第二开关。

[0030] 在对第一开关的控制包括响应于确定所述PV板的电路路径将被旁路而断开第一开关以及对第二开关的控制包括响应于确定所述PV板的电路路径将被旁路而闭合第二开关的情况下,该方法还可以包括随后闭合所述第一开关并且断开所述第二开关;根据当所述第一开关被闭合并且所述第二开关被断开时测得的电压差来确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统;根据所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定来控制所述第一和第二开关。在这种情况下,根据重新连接的确定对开关的控制可以包括根据确定所述PV板将被重新连接至所述电力系统针对DC转换控制所述第一和第二开关。

[0031] 在重新连接的又一种实施方式中,该方法包括:随后根据当所述第二开关被闭合时所述第二开关两端的电压差来确定所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统;根据所述PV板是否将被重新连接至所述电力系统的确定来控制所述第一和第二开关。

[0032] 对于PV电池子列,可以根据测得的电压差来确定所述PV板的电路路径中的PV电池子列是否将被旁路。对各自的PV电池子列开关的控制可以包括:响应于确定所述PV板的电路路径中的PV电池子列将被旁路来闭合跨该PV电池子列耦合的PV电池子列开关。该方法还可以包括:随后根据当所述PV电池子列开关被闭合时所述PV电池子列开关两端的电压差来确定所述PV电池子列是否将被重新连接;根据所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列的PV电池子列开关。在又一种实施方式中,该方法包括:随后断开所述PV电池子列开关;根据当所述PV电池子列开关被断开时所述PV电池子列两端测得的电压差来确定所述PV电池子列是否将被重新连接至电力系统;根据所述PV电池子列是否将被重新连接的确定来控制所述PV电池子列开关。

[0033] 另一种方法包括提供包括连接有多个PV电池的电路路径的PV板;提供第一开关来可开关地将所述PV板的电路路径的第一端连接至所述电力系统;提供第二开关,该第二开关可开关地连接(i)在所述第一开关和所述电力系统之间的点与(ii)在所述PV板的电路路径的第二端和所述电力系统之间的点;提供控制器以确定所述PV板的电路路径是否将被旁路,并且根据该确定控制所述第一和第二开关。

[0034] 根据又一种实施方式,方法包括:提供包括连接有多个PV电池的电路路径的PV板;提供DC转换器,该DC转换器包括第一开关来可开关地将所述PV板的电路路径的第一端连接

至电力系统,以及第二开关来可开关地连接(i)在所述第一开关和所述电力系统之间的点与(ii)在所述PV板的电路路径的第二端和所述电力系统之间的点;提供控制器以确定所述PV板的电路路径是否将被旁路,根据所述PV板的电路路径将不被旁路的确定针对PV板的输出的DC转换控制所述第一和第二开关,以及根据所述PV板的电路路径将被旁路的确定控制所述第一开关来将所述PV板的电路路径的第一端从所述电力系统断开以及控制第二开关来闭合将所述PV板的电路路径旁路的旁路电路路径。

### 附图说明

- [0035] 图1是示例PV装置的框图;
- [0036] 图2是示例PV板的原理图;
- [0037] 图3是示出了具有一个被旁路的PV电池子列的示例PV板中的电流的原理图;
- [0038] 图4A是示例PV板系统的原理图;
- [0039] 图4B是示出了示例PV板系统中流动的列电流和子列电流的原理图;
- [0040] 图4C是示出了示例电力系统中的PV板的旁路的原理图;
- [0041] 图4D是示出了示例电力系统中的PV板中流动的列电流和板电流的原理图;
- [0042] 图4E是包括PV板和另一旁路开关装置的示例PV板系统的原理图;
- [0043] 图5A是进一步的示例PV板系统的原理图;
- [0044] 图5B是示出了具有一个子列被旁路的示例PV板中流动的列电流和最大功率点(MPP)电流的原理图;
- [0045] 图5C是示出了PV板相对于列被DC功率优化器和旁路开关装置(DC-POB)全部旁路的原理图;
- [0046] 图5D是包含另一种DC-POB实施方式的示例PV板系统的原理图;
- [0047] 图6是具有DC-POB的示例PV装置的框图;
- [0048] 图6A是示例控制器的框图;
- [0049] 图6B和6C是示例可控开关的原理图;
- [0050] 图7A是另一种示例PV板系统的原理图;
- [0051] 图7B是另一种示例PV板系统的原理图;
- [0052] 图7C是电源电容电压-时间的示例图;
- [0053] 图8是示例方法的流程图;以及
- [0054] 图9是另一种示例方法的流程图。

### 具体实施方式

[0055] 图1是连接至电网的示例性PV设备的框图。示例设备100包括串联地连接在中央逆变器120的DC输入之间的DC PV板111,112,113。逆变器120的输出通过断开开关140连接至电网150。

[0056] 图2是示例PV板的原理图。示例PV板200包括PV电池子列211、212、213。每个PV电池子列包括N个PV电池的串联连接。与每个PV电池子列并联的是旁路二极管231、232、233。子列211包括光电池,在此也称为PV电池,221<sub>1</sub>、221<sub>2</sub>、...、221<sub>N-1</sub>、221<sub>N</sub>并且与旁路二极管231并联(或跨(across))。PV电池子列211、212、213彼此串联。虽然该示例PV板200具有三个子列

211、212、213,但具有更少或更多数量的子列的PV板也是可行的。

[0057] 如图2所示,在没有遮蔽(shading)、污蚀(soiling)或巨大制造变化的普通操作中,所有旁路二极管231、232、233被逆向偏压(bias)并且电流“ $I$ ”流经PV电池。

[0058] 图3是示意了具有一个被旁路(bypass)的子列311(例如由于污蚀)的示例PV板中的电流的原理图。示例PV板300具有与图2中的示例PV板200相同的结构,具有PV电池的三个子列311、312、313以及三个旁路二极管331、332、333。然而,图3示出了与图2不同的电流。

[0059] 在图3中,例如由于遮蔽,子列311具有更低的光电流,并且旁路二极管331被正向偏压。PV板光电流 $I'$ 经过子列312和313以及旁路二极管331。

[0060] 如上所述,旁路二极管具有缺点。图4A是包括PV板410和旁路开关装置440的示例PV板系统400的原理图。旁路开关装置440结合了旁路二极管功能并且被针对示例PV板410而设计,其在示出的示例中具有三个PV电池子列411、412、413。每个子列411、412、413具有 $N$ 个PV电池,针对子列411被标记为 $421_1, 421_2, \dots, 421_{N-1}, 421_N$ 。其他数量的子列可以被考虑。

[0061] 子列旁路开关441、442、443被耦合在其各自的子列411、412、413的端点之间或跨端点耦合(即并联)。子列电压 $V_{ss,1}, V_{ss,2}$ ,和 $V_{ss,3}$ 由各自的电压传感器461、462、463(示出的电压表)测量,且控制器接收该测量到的电压值。控制器450控制子列旁路开关441、442、443以及PV板旁路开关480和PV板串联开关470的操作。子列旁路开关441、442、443以及旁路开关480和PV板串联开关470可以通过使用任何多样的方法被实施,例如包括功率金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFETS)、绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、晶体闸流管和/或继电器。

[0062] 图4A中的482、484表示端子,PV板410的电路路径可以通过该端子被连接至电力系统,PV电池被连接在PV板410中。这种电力系统可以包括诸如示例PV板系统400的多PV板系统。

[0063] 在正常操作中,当在列中的所有PV板产生大体相同的电流时,子列旁路开关441、442、443断开,板旁路开关480断开,并且板串联开关470闭合。列电流流通PV电池子列411、412、413以及板串联开关470。PV板410与在板列中的其他PV板串联并且贡献列电压和电流。

[0064] 控制器450监控从电压传感器461、462、463接收到的测得的子列电压值。当检测到例如由于遮蔽导致的子列上的低电压,控制器450闭合该子列的旁路开关441、442、443。例如在图4A中,如果子列411两端的电压差低,则控制器450闭合旁路开关441,分路(shunt)子列周围的电流并且防止产生有害的逆向电压。MOSFET开关的导通电阻(on-resistance),例如可以是在一个毫欧姆( $m\Omega$ )范围内。因此,作为旁路开关441的MOSFET开关的功率消耗可以明显地低于常规旁路二极管的功率消耗。例如,相比较于上述的旁路二极管在8A列电流情况中的功率消耗是5.6W,当列电流同样是8A并且MOSFET开关导通电阻是 $1m\Omega$ 时,开关的功率消耗仅为64mW。

[0065] 在一种实施方式中,当子列旁路开关441、442、443连接的子列411、412、413两端的子列电压降低于某子列旁路阈值( $V_{SUB\_BY}$ )时,控制器450闭合子列旁路开关441、442、443。在一种实施方式中, $V_{SUB\_BY}$ 的值是零伏。在又一种实施方式中,当子列电压长于指定时间间隔的时间仍然低于阈值时,控制器450闭合子列旁路开关441、442、443。

[0066] 子列取消旁路(unbypass)

[0067] 在子列411、412、413已经通过闭合其旁路开关441、442、443被旁路之后,控制器450可以周期地检查以确定子列是否应该通过重新断开其旁路开关来取消旁路。例如,被旁

路的子列的照明可以改变得足够来未其取消旁路,这可以由控制器450从由电压传感器461、462、463测量的一个或多个电压来确定。在子列取消旁路的一个实施方式中,控制器450周期地断开之前闭合的子列旁路开关441、442、443,并且从电压传感器461、462、463接收测得的子列电压。在一种实施方式中,如果测得的电压已经升至高于 $V_{SUB\_BY}$ ,则控制器450保持子列旁路开关441、442、443断开,并且否则其重新闭合旁路开关。

[0068] 在又一种子列取消旁路的一个实施方式中,控制器450确定闭合的子列旁路开关441、442、443两端的电压。如果电压大于阈值,则控制器450通过断开子列旁路开关441、442、443来将子列取消旁路。

[0069] 图4B是示出了流经示例PV板系统的列电流和子列电流的原理图。PV板410通过端子482、484连接至电力系统(未示出)。PV板旁路开关480被断开并且板串联开关470被闭合,允许列电流 $I_{STRING}$ 流经PV板。子列旁路开关441被闭合,将子列411旁路。其余的子列旁路开关442、443被断开并且其各自的子列412、413不被旁路。图4B关于子列411被旁路的示例,并且因此出于该特定示例的目的只有电压传感器461被示出。

[0070] 流经闭合的子列旁路开关441的电流是列电流 $I_{STRING}$ 和子列411的子列电流 $I_{SUB-STRING}$ 之差。开关441两端的电压被电压传感器461测量。电压测量的极性由在电压传感器461上的标记“+”和“-”表示。当子列旁路开关441两端的电压小于零时,这表明了列电流大于子列电流。当子列旁路开关441两端的电压等于零时,这表明了列电流和子列电流相等。当子列旁路开关441两端的电压为正值时,这表明了子列电流大于列电流。若子列旁路开关441被闭合,子列411的子列电流基本等于其短路电流。在短路电流的对应的子列电压是零。因此,在一种实施方式中,当子列旁路开关441两端的电压大于零时,控制器450断开子列旁路开关441并且取消PV子列411的旁路。在这些情况下,取消旁路的PV子列411两端的子列电压将大于零并且子列将对电力系统贡献电力。

#### [0071] 全PV板旁路

[0072] 上述的子列旁路操作适于将示例PV板410中三个子列411、412、413中的多至两个进行旁路。当控制器450为其工作从PV板410接收电力时,通过使用子列旁路开关来将在PV板内的所有子列旁路会成为问题。如果检测到在示例PV板410中的所有三个子列411、412、413两端的低电压并且旁路开关441、442、443都被闭合,板410的输出电压不足以给控制器450供电并且控制器450不能够提供足够的驱动电压以操作任何开关441、442、443、471、480。

[0073] 在一种实施方式中,如果如电压传感器461、462、463测得的子列电压之和低于阈值( $V_{P\_BY}$ ),则控制器450闭合板旁路开关480并且断开板串联开关470和子列旁路开关441、442、443来完全地旁路PV板410。在一种实施方式中, $V_{P\_BY}$ 对应于控制器450的最小工作电压。

[0074] 图4C是示出了示例性电力系统中的PV板的完全旁路的原理图。在这种实施方式中,示例PV板410从端子482、484断开并且因此由断开的板串联开关470从电力系统PV板列中的其他PV板490、492分开。由PV板490、492产生的列电流流经闭合的板旁路开关480并且不通过PV板410。子列旁路开关441、442、443全部断开。连接有PV电池的PV板410电路路径两端的电压可以上升至足够给控制器450为其工作供电,即使当PV板被微弱地照明。

[0075] 在这种类型的旁路开关架构和控制中,列电流仅流经一个旁路开关(图4C中的开

关480)而不是串联连接的子旁路开关441、442、443。这可以降低电力消耗。

#### [0076] PV板取消旁路

[0077] 在PV板被完全旁路之后,控制器450可以周期地检查以确定PV板是否由于例如照明的改变应该被取消旁路。在这种类型的“唤醒”操作的一种实施方式中,控制器450周期地断开板旁路开关480,闭合板串联开关470并且从电压传感器461、462、463接收子列电压测量来确定PV板410是否应该仍然被旁路。

[0078] 如果子列电压的和低于PV板旁路阈值( $V_{P\_BY}$ ),则控制器450重新闭合板旁路开关480并且重新断开板串联开关470。如果子列电压之和高于旁路阈值( $V_{P\_BY}$ ),则板旁路开关480仍然断开并且板串联开关470仍然闭合。接下来控制器450确定(如果有的话)子列411、412、413中的哪一个应该由子列旁路开关441、442、443旁路。

[0079] 在唤醒操作的又一个实施方式中,控制器450闭合板串联开关470并且使用电压传感器461、462、463或集成电压传感器或测量能力来确定板旁路开关480两端的电压。如果电压大于阈值,控制器450断开板旁路开关480。图4D是示出了流经在示例性电力系统的PV板的列电流和板电流的原理图。流经板旁路开关480的电流是列电流 $I_{STRING}$ 和板电流 $I_{PANEL}$ 之差。当板旁路开关480两端的电压小于零时,这意味着列电流大于板电流。当板旁路开关480两端的电压等于零时,这意味着列电流和板电流相等。当板旁路开关480两端的电压是正值时,这意味着板电流大于列电流。电压测量的极性由在电压传感器461、462、463上的标记“+”和“-”表示。当板旁路开关480被闭合,板电流基本上等于PV板410的短路电流。在短路电流的对应PV板电压是零。因此,在一种实施方式中,当板旁路开关480两端的电压大于零时,控制器450断开板旁路开关480并且将PV板410取消旁路。在这些情况下,被取消旁路的PV板410的板电压将大于零并且PV板将向电力系统贡献电力。

#### [0080] 可开关(switchable)电压传感

[0081] 图4E是包括PV板410和另一种旁路开关装置445的示例PV板系统400的原理图。在该实施方式中没有电压表461、462和463(图4A、4B、4C、4D)并且电压传感器或电压测量功能被合并到控制器450内。在该实施方式中,控制器450通过对电压测量点464、465、466和467的连接测量子列电压。在该实施方式中,单子列两端的电压、串联的两个子列两端的电压、和/或所有子列两端的电压可以通过连接至适合的电压感测点,使用诸如在控制器450内的多可控开关的开关装置或其至电压测量点464、465、466和467的连接来测量。例如,子列411和412两端的组合的电压可以在测量点464和466之间被测得,或者所有子列的组合电压可以在电压感测点464和467之间被测得。类似的装置可以被用于测量板旁路开关480两端的电压以确定PV板410是否应该被取消旁路。因此,电压感测或测量可以如图4A-4D中所示,由单独的电压传感器464、462、463来执行,或者如图4E中所示由控制器450本身来执行。因此控制器450可以通过从电压传感器接收到测得的电压或通过测量电压来确定该电压。

#### [0082] DC电力优化

[0083] 图5A是包括PV板510和DC电优化器以及旁路开关装置(DC-POB)540的可替换PV板系统500的原理图。DC-POB 540合并了DC优化器和旁路二极管的功能,并且针对示例中所示的具有三个PV电池子列511、512、513的示例PV板510被设计。每个子列511、512、513具有N个PV电池,针对子列511被标记为 $521_1, 521_2, \dots, 521_{N-1}, 521_N$ 。其他数量的子列可以被考虑。

[0084] 子列旁路开关541、542、543跨其各自子列511、512、513的端被耦合或耦合在端之

间(例如并联)。子列电压 $V_{SS,1}$ 、 $V_{SS,2}$ 以及 $V_{SS,3}$ 由各自的电压传感器561、562、563(例如电压表)测量,并且测得的电压值由控制器550接收。控制器550控制子列旁路开关541、542、543的操作。

[0085] 图5A中的582、584表示端子,PV板510的电路路径可以通过该端子连接至电力系统,其中PV电池被连接在PV板510中。这种电力系统可以包括多PV板系统,例如图5A中的示例PV板系统500。

[0086] DC电优化器使用DC-DC转换器来最大化PV板的能量输出。DC电优化器也将其电流输出与列电流匹配。虽然在此使用了优化器、优化、最大化等术语,这些术语并不意在推断出绝对的优或者最大。例如,功率优化功能可以改善性能,但是不应该必定地得到理论最大值或最优功率产出或输出。

[0087] 在示例中所示的DC-DC转换器590包括开关570和580、电感586以及电容588。转换器590是“降压”型转换器并且将在一个级别的DC输入电压转换至在另一个更低级别的DC输出电压。其他类型的DC-DC转换器拓扑是可行的。转换器590的操作由控制器550控制。开关570和580以频率“F”来切换并且通常以互补的方式工作,从而当一个开关断开(ON),另一个开关将闭合(OFF)。

[0088] 当开关570被闭合并且开关580被断开时,来自板510的电流流进电感586,将能量储存进去。当开关570被断开并且开关580被闭合,电感586两端的电压逆向并且将电流输入电感588和端子582。转换器590的占空比“D”被定义为开关570的ON时间和开关周期T的比,并且通常被表达为百分比。占空比的范围可以从0到100%。例如,如果开关570在开关周期的70%是ON,则占空比是70%。转换器590的输出电压 $V_{OUT}$ 与其输入电压 $V_{IN}$ 的关系取决于占空比并且由公式给出:

$$[0089] \quad V_{OUT} = D \times V_{IN}$$

[0090]  $V_{OUT}$ 被定义为电容588两端的电压并且 $V_{IN}$ 被定义为开关570和580的串联组合两端的电压。

[0091] 输出电流 $I_{OUT}$ 与输入电流 $I_{IN}$ 的关系也取决于占空比由公式给出:

$$[0092] \quad I_{OUT} = \frac{I_{IN}}{D}$$

[0093] 在一种实施方式中控制器550操作转换器590来维持PV板510在其最大功率点(MPP)。板510的MPP是其输出电压和导致最大输出功率的电流的组合。在一种实施方式中控制器550还操作转换器590从而其输出电流匹配列电流。列电流从其他PV板系统流进端子584并且从端子582流出至其他PV板系统。

[0094] 图6是具有DC-POB和多PV板系统的示例性电力系统的框图。电力系统600包括PV板611、612、613、DC-POB 621、622、623、列逆变器620以及断电装置640,示意性为一组断开开关。列逆变器620的输出通过断电装置640连接至电网650。DC-POB 621、622、623的串联连接构成了一系列。列电流 $I_{STRING}$ 将由列逆变器640设置。在一种实施方式中,单独的DC-POB将其板的电流设置为最大功率点电流 $I_{MPP}$ 。则转换器的占空比为

$$[0095] \quad D = \frac{I_{MPP}}{I_{STRING}}$$

[0096] 对于在MPP的操作,对DC-POB的输入电压将是最大功率点电压 $V_{MPP}$ 。因此转换器的

输出电压为

$$[0097] \quad V_{OUT} = D \times V_{IN} = D \times V_{MPP}$$

[0098] 因此DC-POB能够将PV板维持在最大功率点并且通过改变其输出电压将其输出电流匹配于列电流。

[0099] 再次参照图5A,子列旁路开关541、542、543以及转换器开关570、580可以使用任何一种装置来被实施,例如包括功率金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFETS)、绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、晶体闸流管和/或继电器。

[0100] DC-POB 540执行旁路功能以及功率最优化功能。控制器550监控从电压传感器561、562、563接收到的子列电压的测量值。当检测到例如由于遮蔽导致的子列上的低电压,控制器550闭合子列的旁路开关541、542、543。例如在图5A中,如果子列511两端的电压差低,则控制器550闭合旁路开关541,分路围绕子列的电流并且防止产生有害的逆向电压。MOSFET开关的导通电阻,例如可以是在一个毫欧姆(mΩ)范围内。因此,作为旁路开关541的MOSFET开关的功率消耗可以明显地低于常规旁路二极管的功率消耗。例如,相比较于上述的旁路二极管在8A列电流情况中的功率消耗是5.6W,当列电流同样是8A并且MOSFET开关导通电阻是1mΩ时,开关的功率消耗仅为64mW。

[0101] 在一种实施方式中,当子列旁路开关541、542、543连接的子列511、512、513两端的子列电压降低于特定的子列旁路阈值( $V_{SUB\_BY}$ )时,控制器550闭合子列旁路开关541、542、543。在一种实施方式中, $V_{SUB\_BY}$ 的值是零伏。在又一种实施方式中,当子列电压在长于指定时间间隔的时间仍然低于阈值时,控制器550闭合子列旁路开关541、542、543。

#### [0102] 使用DC-POB的子列取消旁路

[0103] 在子列511、512、513已经通过闭合其旁路开关541、542、543被旁路之后,控制器550可以周期地检查以确定子列是否应该通过重新断开其旁路开关来取消旁路。例如,被旁路的子列的照明可以改变得足够来未其取消旁路,这可以由控制器550从一个或多个由电压传感器561、562、563测量的电压来确定。在子列取消旁路的一个实施方式中,控制器550周期地断开之前闭合的子列旁路开关541、542、543,并且从电压传感器561、562、563接收测得的子列电压。在一种实施方式中,如果测得的电压已经升至高于 $V_{SUB\_BY}$ ,则控制器550保持子列旁路开关541、542、543断开,并且否则其重新闭合旁路开关。

[0104] 在又一种子列取消旁路的一个实施方式中,控制器550确定闭合的子列旁路开关541、542、543两端的电压。如果该电压大于阈值,则控制器550通过断开子列旁路开关541、542、543来将子列取消旁路。

[0105] 图5B是示出了列电流和流入具有一个子列被旁路的示例PV板系统的MPP电流的原理图。PV板510通过DC-POB 540耦合至电力系统(未示出)。列电流 $I_{STRING}$ 流入端子584并且流出端子582。子列旁路开关541被闭合,分流子列511。其余的子列旁路开关542、543断开并且其各自的子列512、513不被旁路。图5B关于子列511被旁路的示例,并且因此为了该特定示例的目的只有电压传感器561被示出。

[0106] 旁路开关541不是理想开关,并且因此具有小但有限的电阻。因此当其闭合并且导通电流时有可测量到的其两端的电压。这种电压可以有益地被用于确定何时对子列511取消旁路。流进闭合的子列旁路开关541的电流是MPP电流 $I_{MPP}$ 和子列511的子列电流 $I_{SUB-STRING}$ 之差。开关541两端的电压可以由电压传感器561来测量。当子列旁路开关541两端的电压小



于零时,这意味着MPP电流大于子列电流。当子列旁路开关541两端的电压为零时,这意味着MPP电流和子列电流相等。当子列旁路开关541两端的电压为正值时,这意味着子列电流大于MPP电流。当子列旁路开关541被闭合,子列511的子列电流基本上等于其短路电流。在短路电流对应的子列电压为零。因此,在一种实施方式中,当子列旁路开关541两端的电压大于零时,控制器550断开子列旁路开关541并且将PV子列511取消旁路。在这些情况下,被取消旁路的PV子列511两端的子列电压将大于零并且子列将为电力系统贡献电力。

#### [0107] 使用DC-POB的全PV板旁路

[0108] 参照图5A,上述的子列旁路操作适于将示例PV板510中三个子列511、512、513中的多至两个旁路。当控制器550为其工作从PV板510接收电力时,通过使用子列旁路开关来将在PV板内的所有子列旁路会有问题。如果检测到在示例PV板510中的所有三个子列511、512、513两端的低电压并且旁路开关541、542、543都被闭合,板510的输出电压不足以为控制器550供电并且控制器550可能不能够提供足够的驱动电压以操作任何开关541、542、543、570、580。

[0109] 在一种实施方式中,如果电压传感器561、562、563测得的子列电压之和(板电压)低于阈值( $V_{P\_BY}$ ),则控制器550闭合开关580并且断开开关570和子列旁路开关541、542、543来将板从列断开。PV电池所连接的PV板电路路径两端的电压则可以上升至足够向控制器550为其工作供电的等级,即使在PV板被微弱地照明的時候。在一种实施方式中, $V_{P\_BY}$ 对应于控制器550的最小工作电压。在这种实施方式中转换器590的占空比基本上为零并且转换器本质上被关闭。

[0110] 图5C是示出了板510由DC-POB 540全部从列断开的原理图。在该实施方式中,示例PV板510从端子582、584断开并且因此通过断开的开关570从电力系统PV板列中的其他PV板断开。板510对于列被旁路并且由列中其它板产生的列电流流经闭合的开关580和电感586。电感586的寄生电阻优选地被选择为足够小来将功率损耗最小化。子列旁路开关541、542、543全部断开。

#### [0111] 使用DC-POB的PV板重新连接

[0112] 在PV板已经完全被旁路并且从列断开之后,控制器550可以周期地检查以确定PV板是否应该被重新连接(例如由于照明的改变)。在这种类型的“唤醒”操作的一种实施方式中,控制器550监控板电压并且当板电压达到或超过阈值时重启转换器590。开关570和580重新以非零占空比切换。

#### [0113] 可开关电压感测

[0114] 图5D是包含另一种DC-POB的实施方式的示例PV板系统的原理图。PV板系统504包括PV板510和DC-POB 545。在该实施方式中没有电压表561、562和563(图5A、5B、5C)并且电压传感器或电压测量功能被合并到控制器550内。在该实施方式中,控制器550通过对电压测量点564、565、566和567的连接来测量子列电压。在该实施方式中,单子列两端的电压、串联的两个子列两端的电压、和/或所有子列两端的电压可以通过连接至适合的电压感测点,使用诸如在控制器550内的多可控开关的开关装置或其连接至电压测量点564、565、566和567来被测量。例如,子列511和512的组合两端的电压可以在测量点564和566之间被测得,或者所有子列的组合电压可以在电压感测点564和567之间被测得。类似的结构可以被用于测量开关580和/或端子582和584两端的电压。因此,电压感测或测量可以如图5A-5C中所

示,由单独的电压传感器564、562、563来执行,或者如图5D中所示由控制器550本身来执行。因此控制器550可以通过从电压传感器接收到测得的电压或通过测量电压来确定电压。

#### [0115] 控制器/开关示例

[0116] 图6A是可以作为控制器450、550被实施的示例性控制器660的框图。在一种实施方式中稳压器670将各种PV板输出电压转换至恒定的控制器电源电压。开关驱动器62为子列旁路开关441、442、443以及图4A至4E中的开关470和480或者为子列旁路开关541、542、543以及图5A至5D中的开关570和580提供驱动信号来控制它们的断开和闭合。用于示例性控制器660的操作的固件被存储在存储器664中。在一种实施方式中,存储器664是诸如闪存的非易失性存储器、电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)、EPROM、ROM。该固件在示例中所示的中央处理单元 (CPU) 672中被执行。时钟668控制控制器操作的内部定时。用户界面 (UI) 674被提供来例如,向用户传输旁路开关结构的工作状态。在一个实施方式中,这些组件通过所示的控制和数据总线676彼此连接。

[0117] 在一种实施方式中,UI 674由发光二极管 (LED) 组成,其中发光二极管通过其颜色和照明来指示开关441、442、443 (图4A至4E) 的状态 (断开或闭合) 或者开关541、542、543 (图5A至5D) 的状态。在又一种实施方式中,LED指示子列511、512、513或PV板510 (图5A至5D) 内,或者子列411、412、413或PV板410 (图4A至4E) 内的故障,例如在子列中的开路。在又一种实施方式中,LED指示板410、510的旁路开关状态 (没有子列被旁路、一个子列被旁路、两个子列被旁路、PV板完全被旁路以及开关480、580闭合)。

[0118] 上文描述了PV板旁路开关结构的基本操作。附加的特征可以在一些实施方式中被提供以适合特定的操作条件。

[0119] 在极弱或没有照明的一些情况下,示例PV板410、510可能不能够生成足够的电能来操作控制器540、550。为了提供这种可能性,在一种实施方式中,开关480、580通过使用功率MOSFET来被实施。功率MOSFET具有形成在MOSFET的主体和漏极之间的自然出现的“内置 (built-in)”二极管。图6B是功率MOSFET作为示例可控开关的原理图。图6B中的示例是N型MOSFET 682,并且其内置二极管被单独地在684示出。内置二极管684在MOSFET源和漏极两端 (即与MOSFET 682的主导路径并联)。在控制器450、550不具有足够的电能来将MOSFET 682驱动导通的情况下,内置二极管684将变得正向偏压。当图6B的示例MOSFET被实施为开关480 (图4A至4E) 或开关580 (图5A至5D) 时,内置二极管684将导通列电流。在另一种实施方式中,独立二极管被布置为与开关480、580并联并且以类似的方式执行。图6C是这种可控开关的原理图,包括具有并联的二极管688的开关686。

#### [0120] 控制器电源电压稳定和电力采集

[0121] 如果PV板410、510被严重地遮蔽和/或在其他非理想情况下工作,或者在被旁路的过程中,被提供给控制器450、550的电压将明显地波动。例如,在图4C中,当板串联开关470断开并且板旁路开关480闭合,PV板410本质上是开路的并且即使其被严重地遮蔽或者遭受相对低的照明时,其电压会是几十伏。当板串联开关470闭合并且板旁路开关480断开来取消板的旁路,列电流被驱使通过PV板410。例如,如果PV板410仍然被严重地遮蔽,则板电压将迅速下降,也许降至低于控制器450的最小工作电压。在一种实施方式中,被提供给控制器的电压针对来自取消板旁路的波动而被稳定。

[0122] 图7A是另一种示例PV板系统700的原理图,该系统在其旁路开关结构740中合并了

控制器电压供给稳压的实施方式。图7A中没有示出电压传感器461、462、463(图4A至4D)以避免附图的拥挤。二极管710和电容720被连接在连接有PV电池的PV板的电路路径两端的电路路径中。控制器450从电容720接收电源电压。当PV板410被旁路时,电容720通过二极管710充电至PV板输出电压。如果当板旁路开关480被断开并且板串联开关470被闭合时由于列电流被驱使通过子列411、412、413而PV板输出电压下降,则二极管710将逆向偏压并且防止电容720放电。被提供给控制器450的电压将因此相对地保持恒定并且仅随着控制器从电容720提取电流而下降。电容720被控制尺寸从而其可以为控制器向控制器450提供足够的电能来完成唤醒操作。

[0123] 图7B是另一种在其旁路开关结构742中也合并了控制器电源电压稳压的实施方式的示例PV板系统702的原理图。图7B中没有示出DC-POB 540电压传感器561、562、563(图5A至5D)以避免附图的拥挤。二极管712和电容722被连接在PV板510两端的电路路径。控制器550从电容720接收电源电压。电容720通过二极管710充电至小于二极管压降的PV板输出电压。在板突然遮蔽的情况中,板电压可能突降至小于控制器550的最小工作电压的低值。在这种情况下二极管710将变为逆向偏压并且电容720将为控制器供电以防止其立即关闭。例如,这将使得控制器550有足够的时间来为被遮蔽的状况发现新的板MPP点。

[0124] 在另一种实施方式中,稳压电路被用于从PV板410、510获取额外电能。导通列电流的PV板只要电力系统的电压保持正的就继续向电力系统提供电力。在一些情况中,PV板电压会仍是正的但小于向控制器450、550提供的所需电压。为了确保控制器450、550被提供有其最小工作电压而在PV板410、510电压仍是正的时旁路PV板410、510会导致功率损失。

[0125] 在一种实施方式中,参照图7B,控制器550监控在电容722上的电压值。图7C是电源电容720、722的电压对时间的示例图。在时间 $t_1$ 电容电压变得与最小电压 $V_{MIN}$ 相等,并且控制器550通过断开开关570并且闭合开关580以及停止任何进一步的切换来关闭DC-DC转换器590。这将PV板510从列断开并且导致PV板电压上升。即使是在严重遮蔽或降低照明的情况下,PV板510的开路电压可以容易地达到几十伏并且足以为控制器550供电。PV板电压将正向偏压二极管712并且电容722将充电至小于二极管712两端的二极管压降的PV板电压。在图7C中,在时间 $t_2$ 电压上升至足够的级别从而控制器550重启转换器590。

[0126] PV板电压则将会随着转换器590从其得到电能而降低。接下来二极管712变得逆向偏压,然而电容722仍然在之前的电压。在时间 $t_2$ 之后电容722的电压随着控制器550继续工作和提取电流而缓慢地下降。在图7C中在时间 $t_3$ 电容722的电压再次降至 $V_{MIN}$ 并且该循环重复。图7C中所示的图仅以说明为目的。类似或不同的电压/时间特性可以在其它实施方式或实施中被观测到。

[0127] 类似的获取方案可以被采取至在低照明的周期期间从板410(图4A至4E)获取额外电能。在一种实施方式中,参照图7A,控制器450监控电容720的电压值。在时间 $t_1$ ,参照图7C,电容电压变得等于最小电压 $V_{MIN}$ 并且控制器450断开开关470、441、442以及443并且闭合开关480。这将PV板410从列断开并且PV板电压将升至PV板的开路电压。即使在严重地被遮蔽或降低照明的情况下,PV板410的开路电压很容易地达到几十伏,足以为控制器450供电。PV板电压将正向偏压二极管710并且电容720将充电至小于二极管710两端的二极管压降的PV板电压。一旦电容720被充电至足够的电压,控制器450断开板旁路开关480并且闭合板串联开关470。在图7C中这发生在时间 $t_2$ 。在一种实施方式中,这基本为PV板开路电压。PV板电

压将随着列电流经过而下降,然而只要电力系统电压持续为正,其将继续为电力系统供电。二极管710变得反向偏压,但是电容720仍然被充电为开路板电压。在时间 $t_2$ 之后,电容720的电压缓慢地随着控制器450继续工作以及提取电流而下降。在图7C中,在时间 $t_3$ 电容720的电压已经再次降至 $V_{MIN}$ 并且该循环重复。图7C中示出的图仅仅用于示例的目的。类似的或不同的电压/时间特性可以在其他实施方式或实施中看到。

#### [0128] 综述

[0129] PV板旁路开关特征在上文中被公开。再次参照图4A至4E以及7A,但是以多少更普遍的观念,诸如440、445、740的旁路开关结构可以包括第一开关470和第二开关480。第一开关470将被耦合在电力系统和PV板的PV电池连接于其中的PV板410的电路路径的第一端之间,并且第一开关可控地将PV板的电路路径的第一端连接至电力系统以及将PV板的电路路径的第一端从电力系统断开。第二开关480将被耦合在(i)在第一开关470和电力系统之间的点和(ii)在PV板410的电路路径的第二端和电力系统之间的点之间。第二开关480可控地断开和闭合将PV板410的电路路径旁路的旁路电路路径。

[0130] 控制器450可操作地耦合至第一开关470和第二开关480以确定PV板410的电路路径是否将被旁路,并且根据该确定来控制第一和第二开关。

[0131] 一种PV板旁路开关装置还可以包括电压传感器461、462、463来被耦合以测量在PV板410的电路路径中的PV电池的电压差。在图4A、4C和4D中所示的示例中有多个电压传感器461、462、463,但是在其它实施方式中可以有更多或更少的电压传感器。控制器450被耦合至电压传感器461、462、463来根据由电压传感器测得的电压差确定PV板410的电路路径是否将被旁路。

[0132] 在一种实施方式中,单个的电压传感器将被可开关地耦合在PV板510的电路路径中的各自电压测量点464、465、466、467(图4E)之间。

[0133] 如在此详细描述,控制器450可以确定PV板的电路路径中的每个各自PV电池子列411、412、413是否将被旁路,并且根据该确定来控制耦合在各自PV电池子列的两端的PV电池子列开关441、442、443。

[0134] 在一些实施方式中,在控制器450和第一开关470之间的电力连接从PV板410向控制器提供电力。电力连接可以包括稳压电路,其在图7A所述的示例中包括二极管710,其阳极耦合至第一开关470并且其阴极耦合至控制器450的电力输入,以及电容720将二极管的阴极耦合至PV板410的电路路径的第二端。

[0135] 当PV板或子列被旁路,控制器450可以随后确定PV板或子列是否应该被重新连接。例如,当控制器450被配置为响应于确定PV板410的电路路径将被旁路,断开板串联开关470并且闭合板旁路开关480,其可以随后闭合板串联开关并断开板旁路开关,并且根据由电压传感器在第一开关闭合并且第二开关断开时测得的一个或多个电压差来确定PV板410是否将被重新连接至电力系统,以及根据进一步的确定来控制第一和第二开关。

[0136] 在一种实施方式中,如上文中所详细描述,控制器450根据当板旁路开关480闭合时板旁路开关480两端的电压差来确定PV板是否将被重新连接至电力系统。对于PV电池子列,在子列开关441、442、443被闭合后,控制器450可以根据当PV电池子列开关闭合时PV电池子列开关两端的电压差来确定PV电池子列是否将被重新连接。在又一种实施方式中,在PV电池子列被旁路之后,控制器450随后断开PV电池子列开关并且根据当PV电池子列开

关断开时由电压传感器测得的PV电池子列两端的电压差来进一步确定PV电池子列是否将被重新连接,并且根据PV电池子列是否将被重新连接的确定控制PV电池子列的PV电池子列开关。

[0137] PV板DC功率优化和旁路开关特征也在上文中被公开。再次参照图5A至5D以及7B,但是以多少更普遍的观念,DC功率优化和旁路开关结构可以包括第一开关570和第二开关580。第一开关570将被耦合在电力系统和PV板的PV电池被连接于其中的PV板510的电路路径的第一端之间,并且第一开关可控地将PV板的电路路径的第一端连接至电力系统以及将PV板的电路路径的第一端从电力系统断开。第二开关580将被耦合在(i)在第一开关570和电力系统之间的点和(ii)在PV板510的电路路径的第二端和电力系统之间的点之间。第二开关580可控地断开和闭合将PV板510的电路路径旁路的旁路电路路径。控制器550可操作地耦合至第一开关570和第二开关580以确定PV板510的电路路径是否将被旁路,并且根据该确定来控制第一和第二开关。

[0138] 在图5A至5D以及7B中的示例PV板开关结构540、545、742包括DC转换器590,该DC转换器590可以被耦合在电力系统和PV板的多个PV电池被连接于其中的PV板510的电路路径之间。DC转换器590包括第一开关570和第二开关580。示例PV板开关结构540、545、742还包括可操作地耦合至第一开关570和第二开关580的控制器550,以确定PV板510的电路路径是否将被旁路,并且根据对PV板的电路路径不会被旁路的确定来为PV板输出的DC转换控制第一和第二开关。在一种实施方式中,控制器550还被配置为根据对PV板的电路路径将被旁路的确定控制第一开关将PV板的电路路径的第一端从电力系统断开,以及控制第二开关闭合将PV板的电路路径旁路的旁路电路路径。

[0139] 一种开关结构还可以包括电压传感器561、562、563,用于被耦合以测量在PV板510的电路路径中的PV电池两端的电压差。在图5A中所示的示例中有多个电压传感器561、562、563,但在其它实施方式中可以有更多或更少的电压传感器。控制器550被耦合至电压传感器561、562、563来根据由电压传感器测得的电压差确定PV板510的电路路径是否将被旁路。

[0140] 在一种实施方式中,单个的电压传感器将被可开关地耦合在PV板510的电路路径中的各自电压测量点564、565、566、567(图5D)之间。

[0141] 如在此详细描述,控制器550可以确定PV板510的电路路径中的每个各自PV电池子列511、512、513是否将被旁路,并且根据该确定来控制耦合在各自PV电池子列两端的PV电池子列开关541、542、543。

[0142] 在一些实施方式中,在控制器550和PV板510之间的电力连接从PV板510向控制器提供电力。电力连接可以包括稳压电路,其在图7B所述的示例中包括二极管710,其阳极耦合至第一开关570并且其阴极耦合至控制器550的电力输入,并且电容720将二极管的阴极耦合至PV板510的电路路径的第二端。

[0143] 当PV板或子列已经被旁路,控制器550可以随后确定PV板或子列是否应该被重新连接。例如,当控制器550被配置为响应于确定PV板510将被旁路而断开开关570并且闭合开关580,其可以随后根据由电压传感器在第一开关闭合并且第二开关断开时测得的一个或多个电压差确定PV板是否将通过DC-DC转换器590被重新连接至电力系统,以及根据该进一步确定来控制第一和第二开关。

[0144] 在一种实施方式中,控制器550根据PV板两端的电压差来确定PV板是否将被重新

连接至电力系统。对于PV电池子列,在子列开关541、542、543被闭合后,控制器550可以根据当PV电池子列开关被闭合时PV电池子列开关两端的电压差来确定PV电池子列是否将被重新连接。在另一种实施方式中,在PV电池子列被旁路之后,控制器550随后断开PV电池子列开关并且根据当PV电池子列开关被闭合时由电压传感器测得的PV电池子列两端的电压差来进一步确定PV电池子列是否将被重新连接,并且根据对PV电池子列是否将被重新连接的确定控制PV电池子列的PV电池子列开关。

[0145] 在包括DC转换器590的实施方式中,响应于PV板510将被重新连接至电力系统的确定,控制器550为DC转换控制开关570、580。

[0146] 在图5A至5D以及7B中所示的示例中,DC转换器590是降压转换器,并且包括耦合在第一开关570和第一端子582之间的电感586以及耦合在第一端子582和第二端子584之间的电容588,其中DC转换器通过第一端子582和第二端子584被耦合至电力系统。其它DC转换器类型是可行的。

[0147] 如上所述,针对DC转换的开关570、580的控制可以将PV板510维持在其最大功率点。这种类型的MPP跟踪可以通过控制DC转换中切换第一开关570的占空比来实现。

[0148] 图4A至4E、5A至5D、7A和7B将PV板410、510和PV板旁路开关结构440、445、540、545、740、742示为分开的部件。PV板系统400、401、500、501、700、702可以包括所有这些部件。在一些实施方式中,旁路开关结构440、445、540、545、740、742可以被整合至PV板。在一些实施方式中,旁路开关结构可以被整合至PV板的接线盒。如本文中所描述的,如果PV板410、510以及PV板旁路开关结构440、445、540、545、740、742被分别地制造或者被分别的提供,则PV板旁路开关结构的组件将被连接至或耦合至PV板以及电力系统。在整合的封装或产品中,或者在安装被单独提供的组件之后,例如这些连接可以已经在适当的位置。

#### [0149] 示例方法

[0150] 上述的实施方式主要在示例PV板系统的情况中被描述。其它的实施方式,例如包括方法也是被考虑的。图8是示例方法的流程图。

[0151] 示例方法800包括在802确定PV电池连接于其中的PV板的电路路径是否将被旁路。在804,耦合在电力系统和PV板电路路径的第一端之间的第一开关(例如图4A至4E以及7A中的470或者图5A至5D以及7B中的570)被控制,以根据在802所述的确定,将PV板电路路径的第一端耦合至电力系统或者将PV板电路路径的第一端从电力系统断开。在804的控制还包括根据在802的确定控制耦合在(i)在第一开关470和电力系统之间的点和(ii)在PV板的电路路径的第二端和电力系统之间的点之间的第二开关(例如图4A至4E以及7A中的480或者图5A至5D以及7B中的580)来断开或闭合将PV板的电路路径旁路的旁路电路路径。在804对开关的控制可以包括将开关的一个或两个维持在其当前的断开或闭合状态,和/或改变开关的一个或两个的状态。应该理解的是,在本文中连接和断开以及断开和闭合的含义将区别于DC-DC转换器的普通的开关操作,其中在DC-DC转换器中,图5A至5D以及图7B中的开关570和580以转换器的工作频率交替地断开和闭合。

[0152] 示例方法800是一种示例性实施方式。可以被执行的附加操作的示例,例如测量电压、旁路PV电池子列和/或重新连接被旁路的PV板或PV电池子列将从说明和关于装置和系统实施的附图中变得清晰。进一步的变形将会或变得明显。

[0153] 在这里参照图7A至7C描述的一种该变形关于电压稳定。在PV板旁路开关结构440、

445、740的情况下,稳压可以包括当电容720(图7A)放电至被示出为控制器450的最小工作电压的第一电压时断开板串联开关470并且闭合板旁路开关480,然后对电容充电。二极管710变为正向偏压,并且电容720被充电至高于第一电压的第二电压。该第二电压可以与PV板410开路电压一样高,该开路电压小于二极管710两端的压降。稳压的下一个步骤包括当电容720充电至第二电压时闭合板串联开关470并且断开板旁路开关480。PV板410可以因此被周期性地旁路,接下来其电压上升并且为电容720充电,PV板410被重新连接并且电容具有足够的存储电量来在一段时间内为控制器450供电,并且接下来该循环再次重复。这种机制是很有用的,因为即使在低输出电压的条件下能够在保持控制器450被供电的同时“收获”能量。

[0154] 在图5A至5D以及7B中的PV板旁路开关结构540、545、742的情况下,稳压可以包括当电容720(图7B)放电至被示出为控制器550的最小工作电压的第一电压时停止开关570和580的切换,并且接下来对电容充电。二极管712变为正向偏压,并且电容722充电至高于第一电压的第二电压。该第二电压可以与PV板510的开路电压一样高,该开路电压小于二极管712两端的降压。稳压的下一个步骤包括当电容722充电至第二电压时恢复开关570和580的切换。

[0155] 在这种实施方式中DC-DC转换器590被关闭,导致PV板电压上升并且为电容722充电,DC-DC转换器590然后被重启并且电容具有足够的存储电能来在一段时间内为控制器550供电,接下来该循环再次重复。这种机制是很有用的,因为即使在低输出电压的条件下能够在保持控制器550被供电的同时“收获”能量。

[0156] 另一种变形涉及提供DC转换的实施方式。这种方法可以包括在802确定PV板的多个PV电池连接其中的PV板的电路路径是否将被旁路。在804的开关控制可以包括根据确定PV板的电路路径将不被旁路,针对PV板输出的DC转换控制DC转换器的第一和第二开关。第一开关被耦合在电力系统和PV板的电路路径的第一端之间,并且第二开关被耦合在(i)在第一开关和电力系统之间的点与(ii)在PV板的电路路径的第二端和电力系统之间的点之间。在804的开关控制还可以包括根据确定PV板的电路路径将被旁路来控制第一开关将PV板的电路路径的第一端从电力系统断开,并且根据确定PV板的电路路径将被旁路来控制第二开关闭合将PV板的电路路径旁路的旁路电路路径。

[0157] 图9是另一个示例方法900的流程图,该方法涉及制造、建造和/或安装PV板系统。示例方法900包括在902提供PV板。该PV板包括连接有PV电池的电路路径。在904提供开关和控制器。开关包括第一开关(例如图4A至4E以及7A中的470),用于可开关地将PV板的电路路径的第一端连接至电力系统,以及第二开关(例如图4A至4E以及7A中的480),用于可开关地连接(i)在第一开关和电力系统之间的点与(ii)在电路路径的第二端和电力系统之间的点。在904提供控制器以确定PV板的电路路径是否将被旁路并且根据该确定控制第一和第二开关。这些示例性操作涉及制造或建立PV板系统。

[0158] 这种PV板系统的安装可以在随后在906被执行。在安装中,第一开关和PV板的电路路径的第二端被连接至电力系统。

[0159] 如同示例方法800,示例方法900是示例的目的,并且其他实施方式可以包括变形。

[0160] 在一种变形中,在902提供PV板,并且在904提供开关和控制器,包括:提供DC转换器,该DC转换器包括第一开关(例如图5A至5D以及7B中的570),用于可开关地将PV板的电路

路径的第一端连接至电力系统,以及第二开关(例如图5A至5D以及7B中的580),用于可开关地连接(i)在第一开关和电力系统之间的点与(ii)在PV板的电路路径的第二端和电力系统之间的点;以及提供控制器以确定PV板的电路路径是否将被旁路并且根据PV板的电路路径将不被旁路的确定针对PV板输出的DC转换控制第一和第二开关。控制器还可以根据PV板的电路路径将被旁路的确定来控制第一开关来将PV板的电路路径的第一端从电力系统断开并且控制第二开关来闭合将PV板的电路路径旁路的旁路电路路径。如上所述,这种PV板系统的安装可以在随后在906通过将第一开关和PV板的电路路径的第二端连接至电力系统来被执行。

[0161] 结论

[0162] 已经被描述的仅仅是本发明公开的实施方式的原型的说明。其他结构和方案可以被本领域技术人员实施。

[0163] 例如,虽然在本文的环境中主要以方法和系统来描述,其他的实施也是可以被考虑的。至少例如控制特征可以被实施为存储在永久计算机可读介质中的指令。

[0164] 应该理解的是,DC-POB的实施不被仅限于如图7B以及5A至5D中所示的基于降压转换器的设计。在此描述的示例DC-POB是DC-DC转换器功能可以被整合在旁路开关内而不需要任何附加开关部件的实施方式的示例。在图7B以及5A至5D中所示的实施方式中,开关570、580是两用开关,并且针对DC-DC转换器和板旁路开关而被切换。



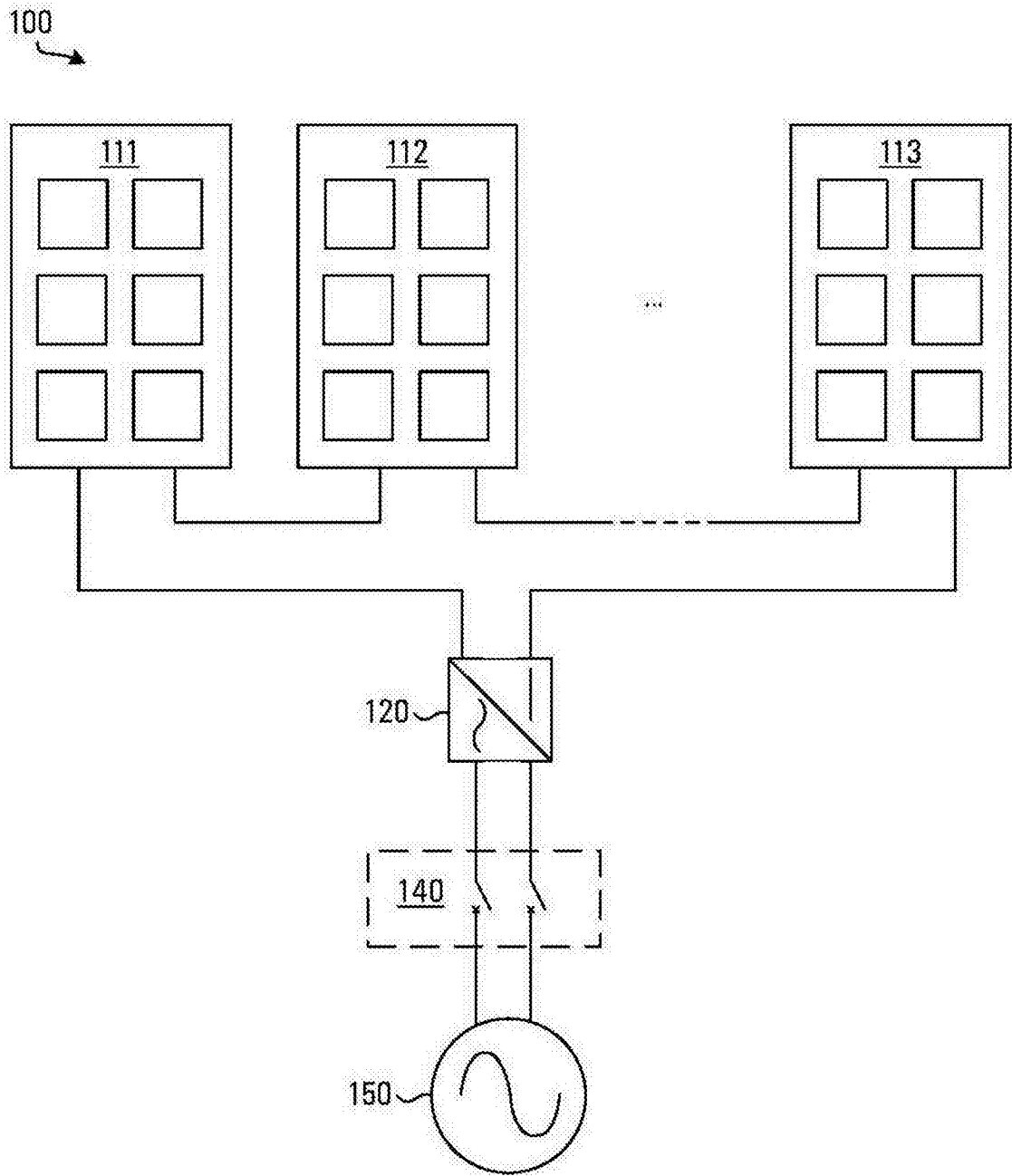


图1

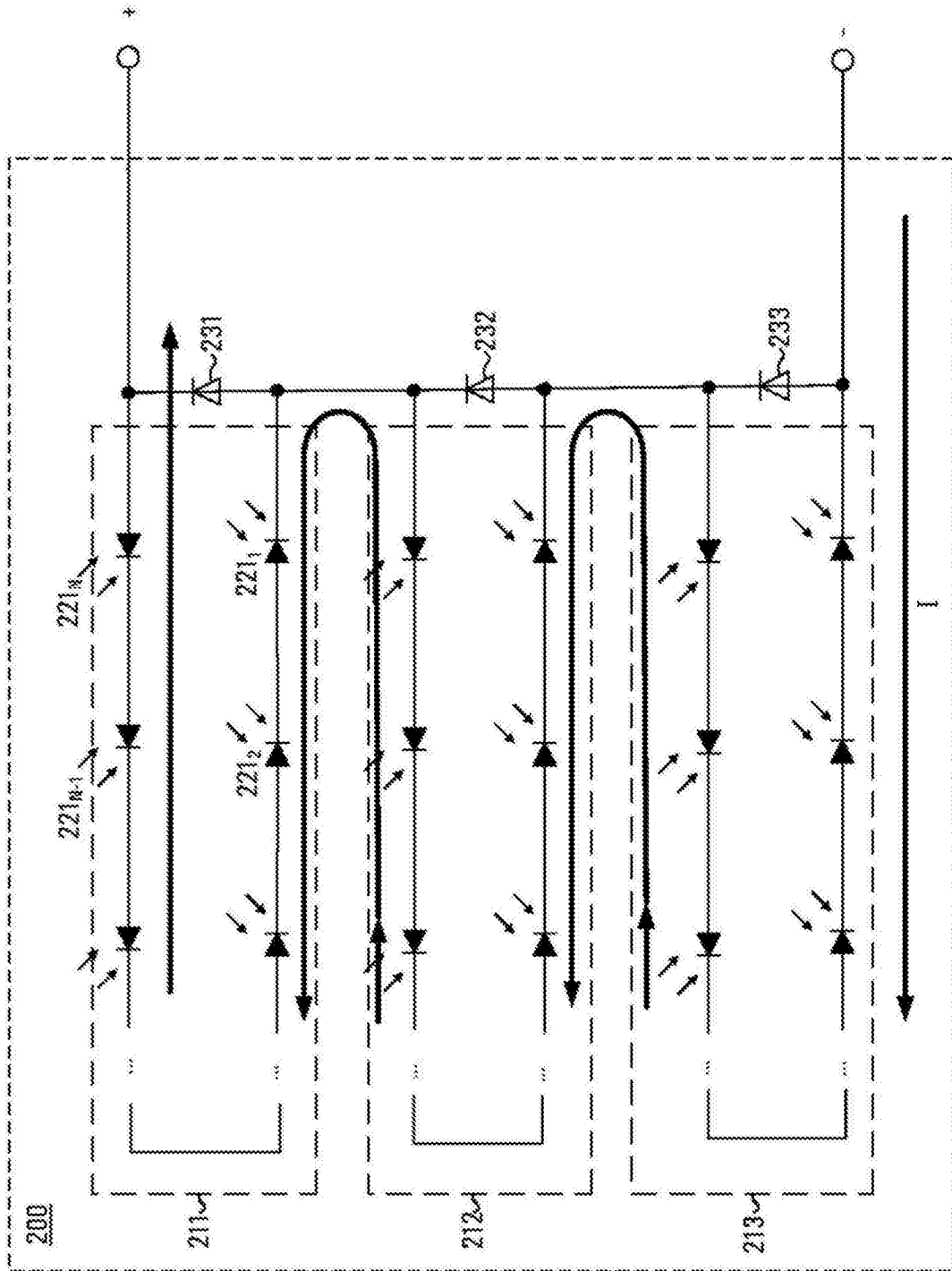


图2

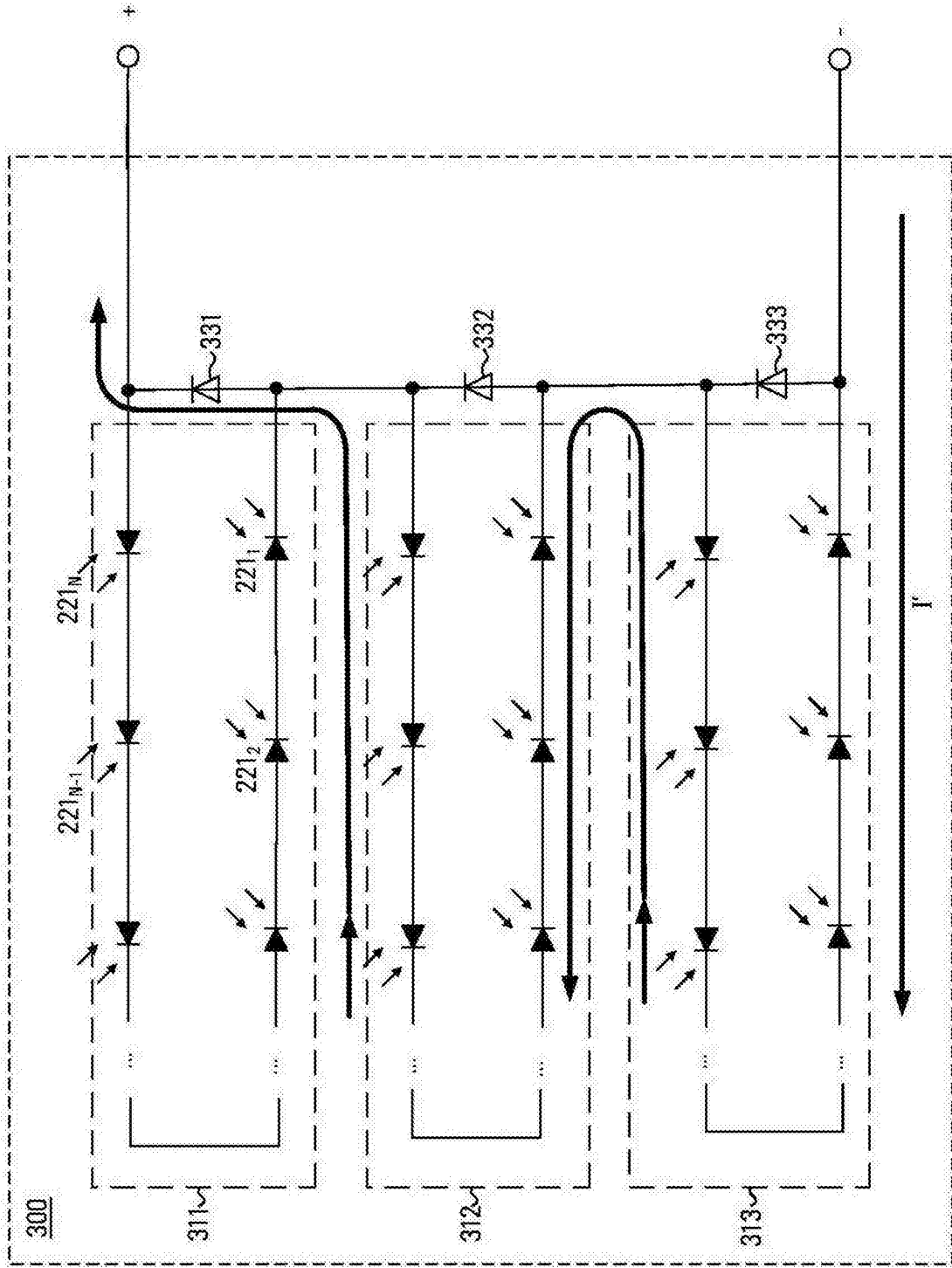


图3

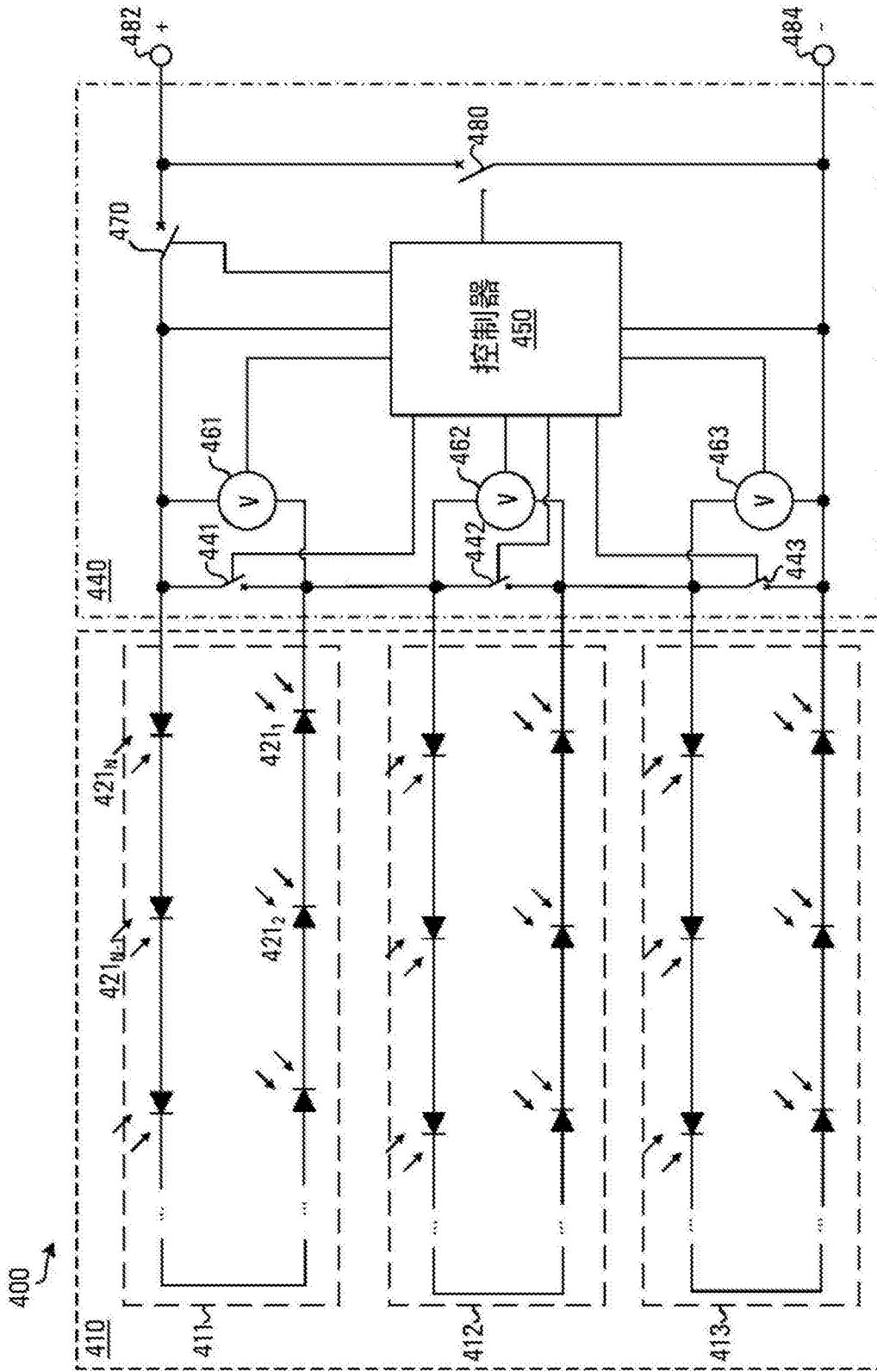


图4A

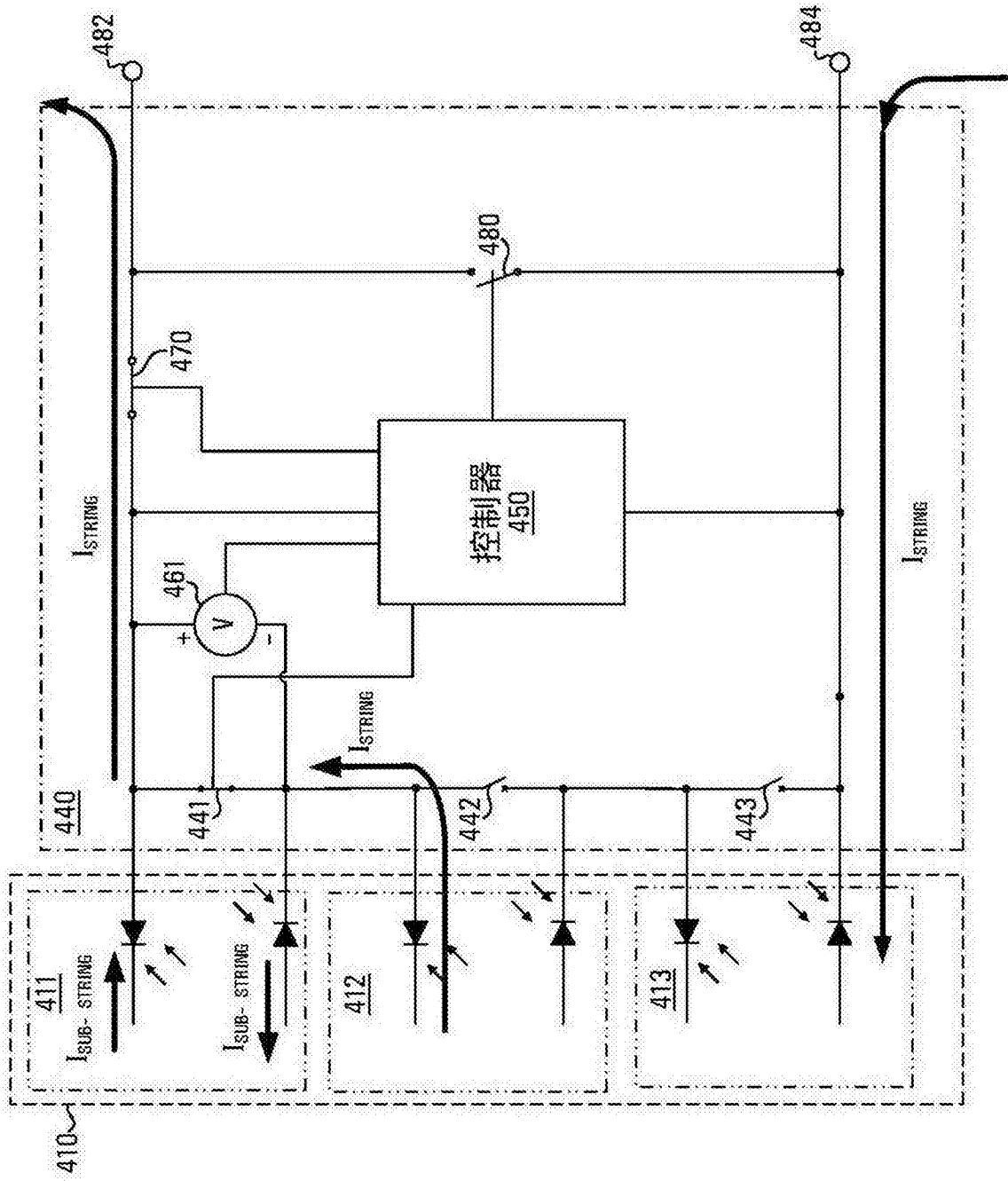


图4B

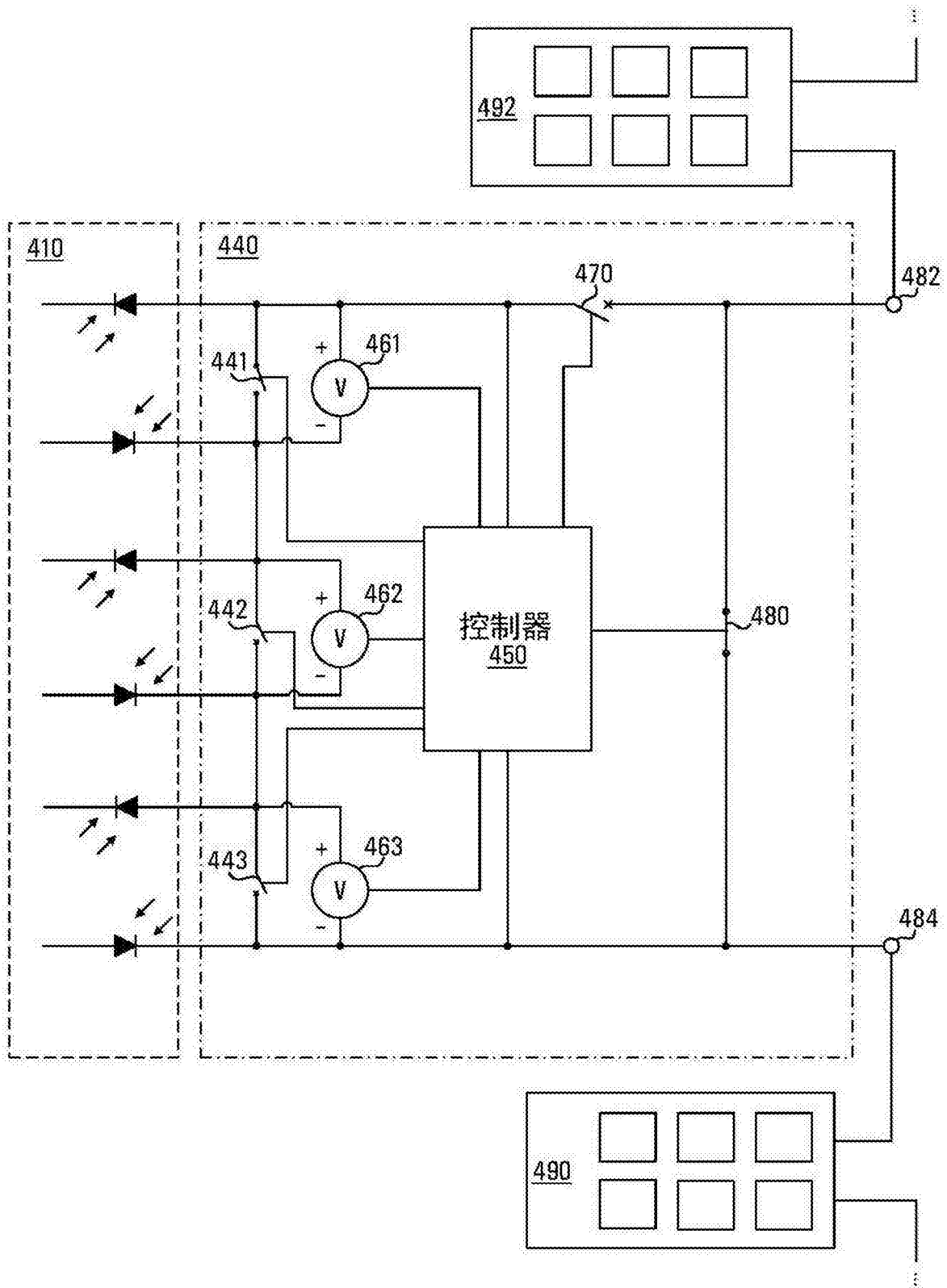


图4C

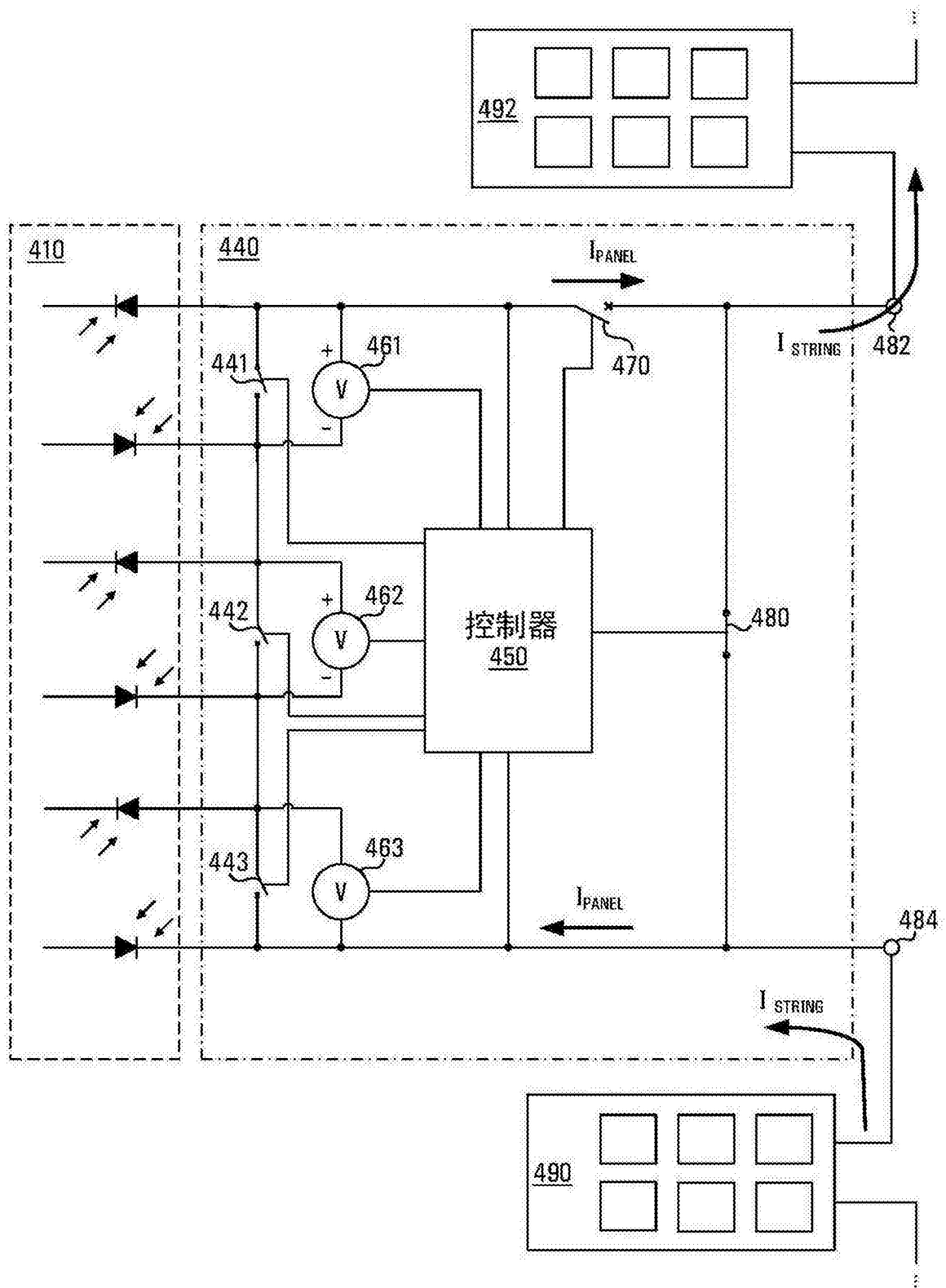


图4D

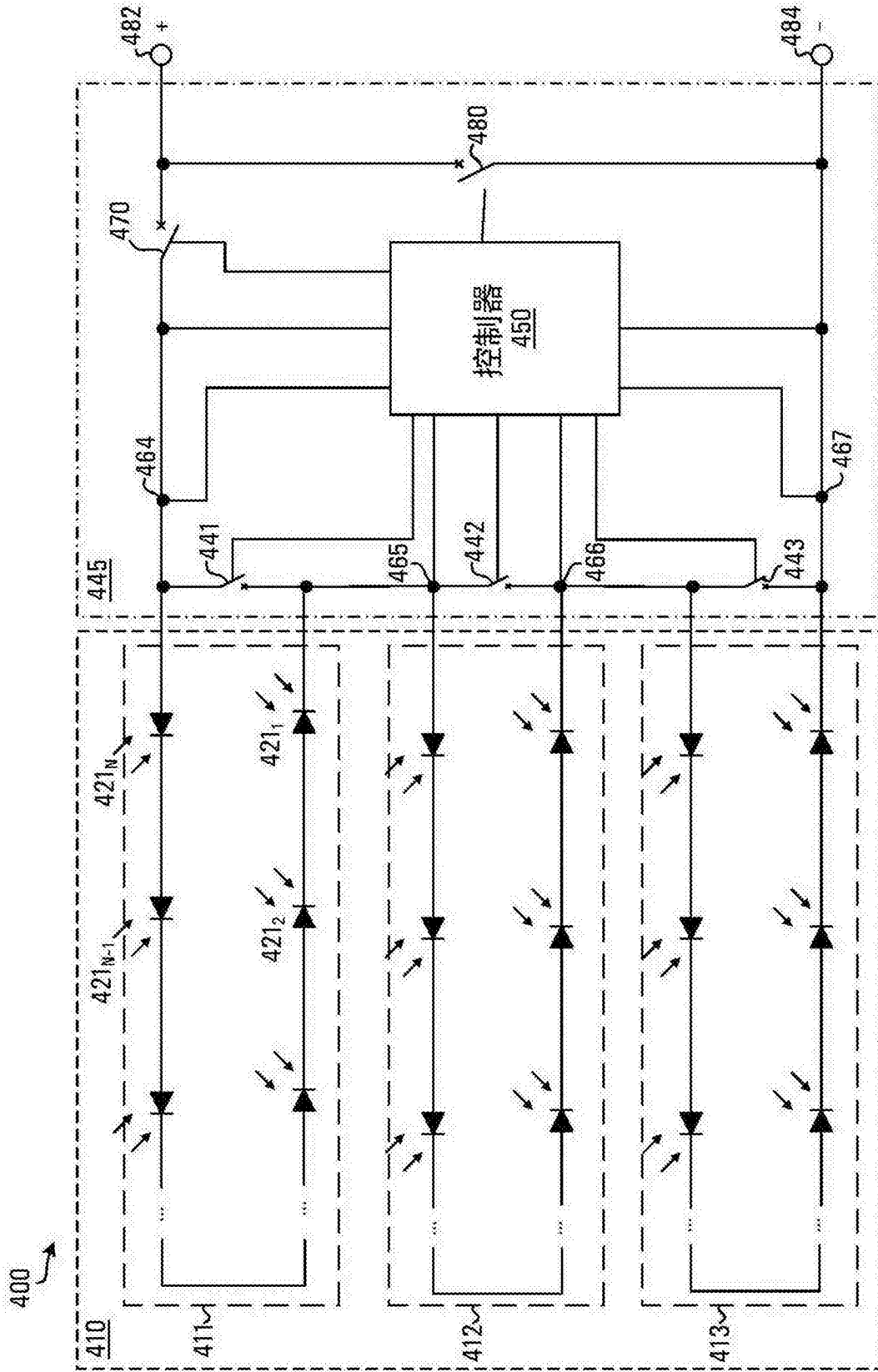


图4E



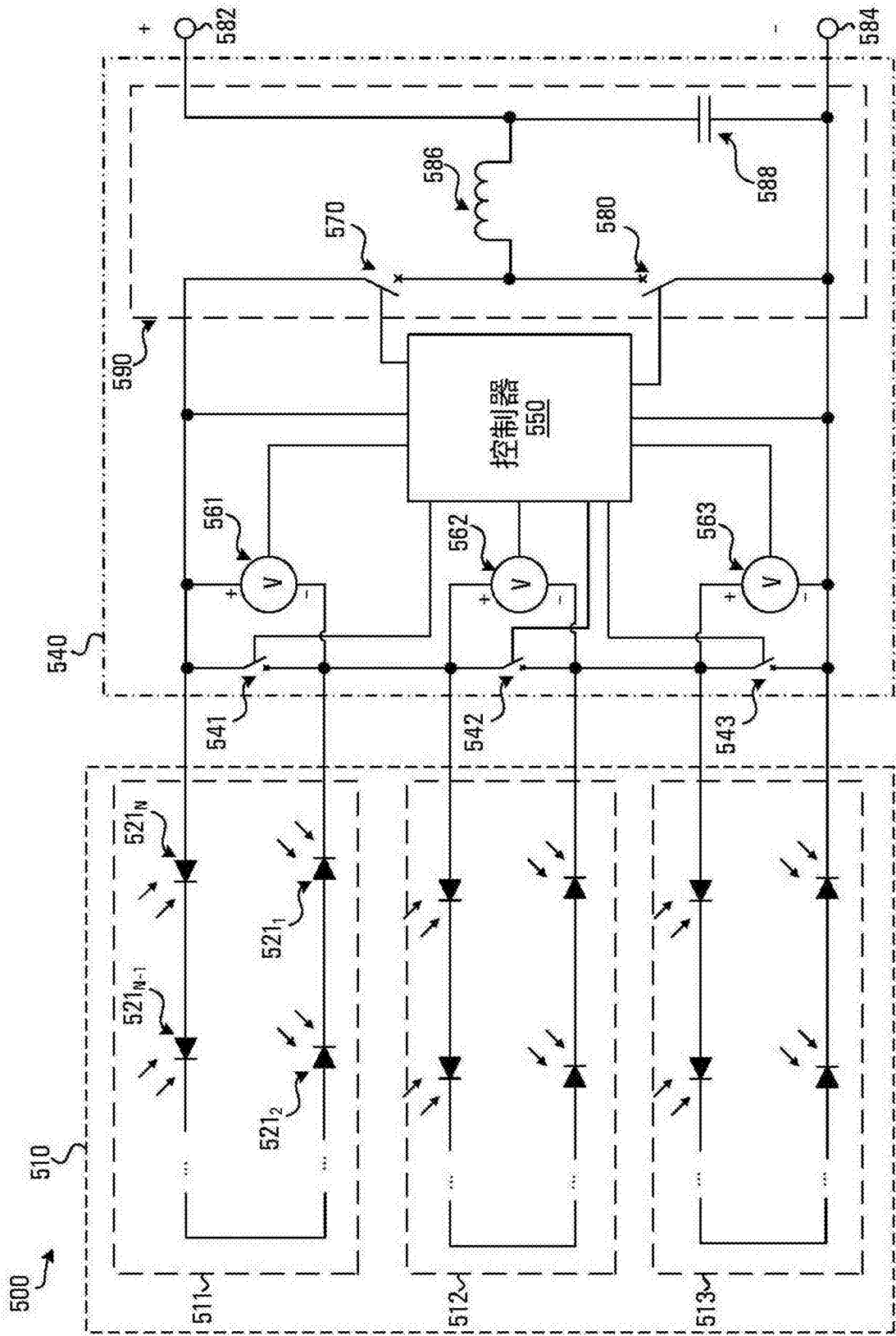


图5A

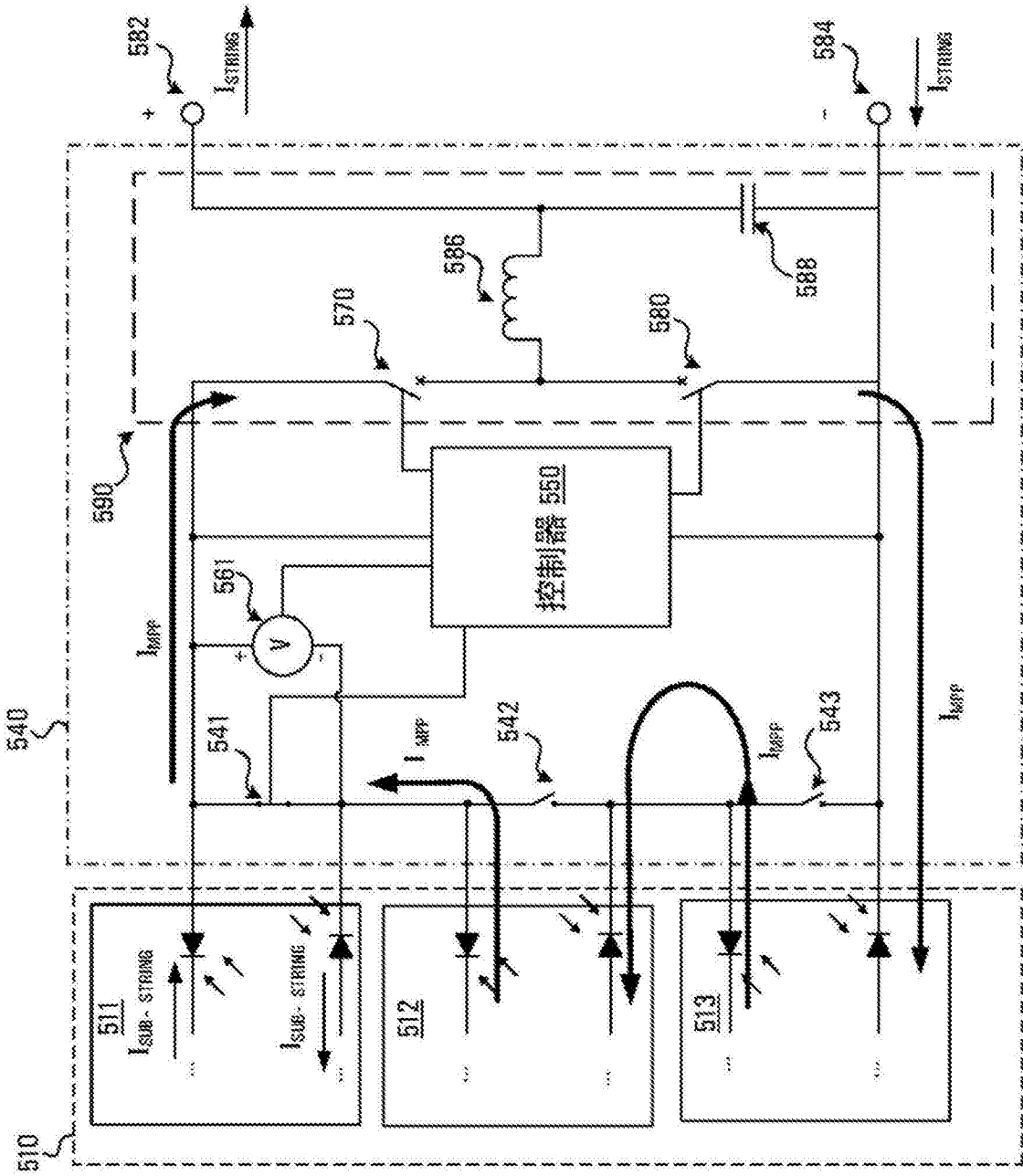


图5B

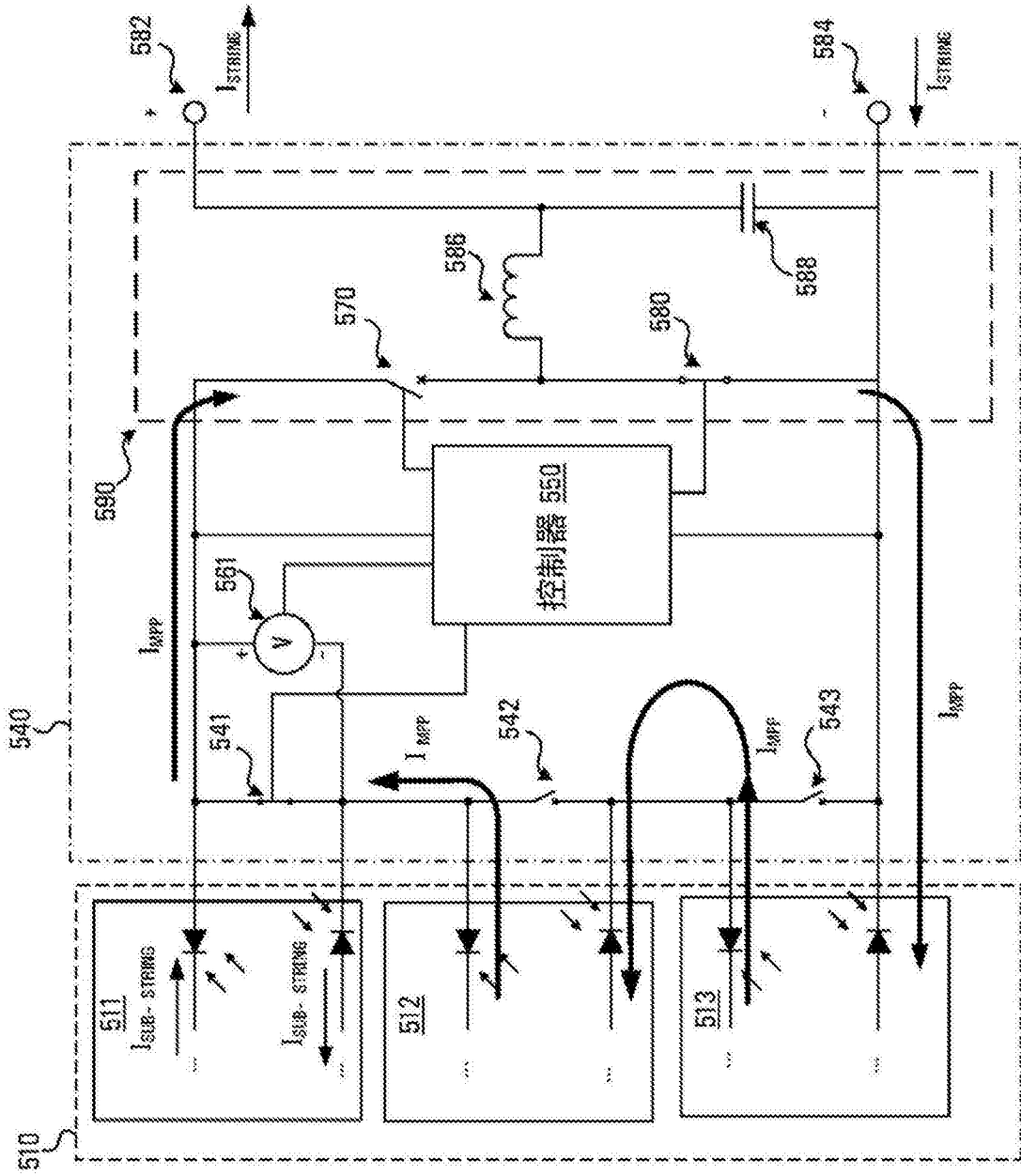


图5C

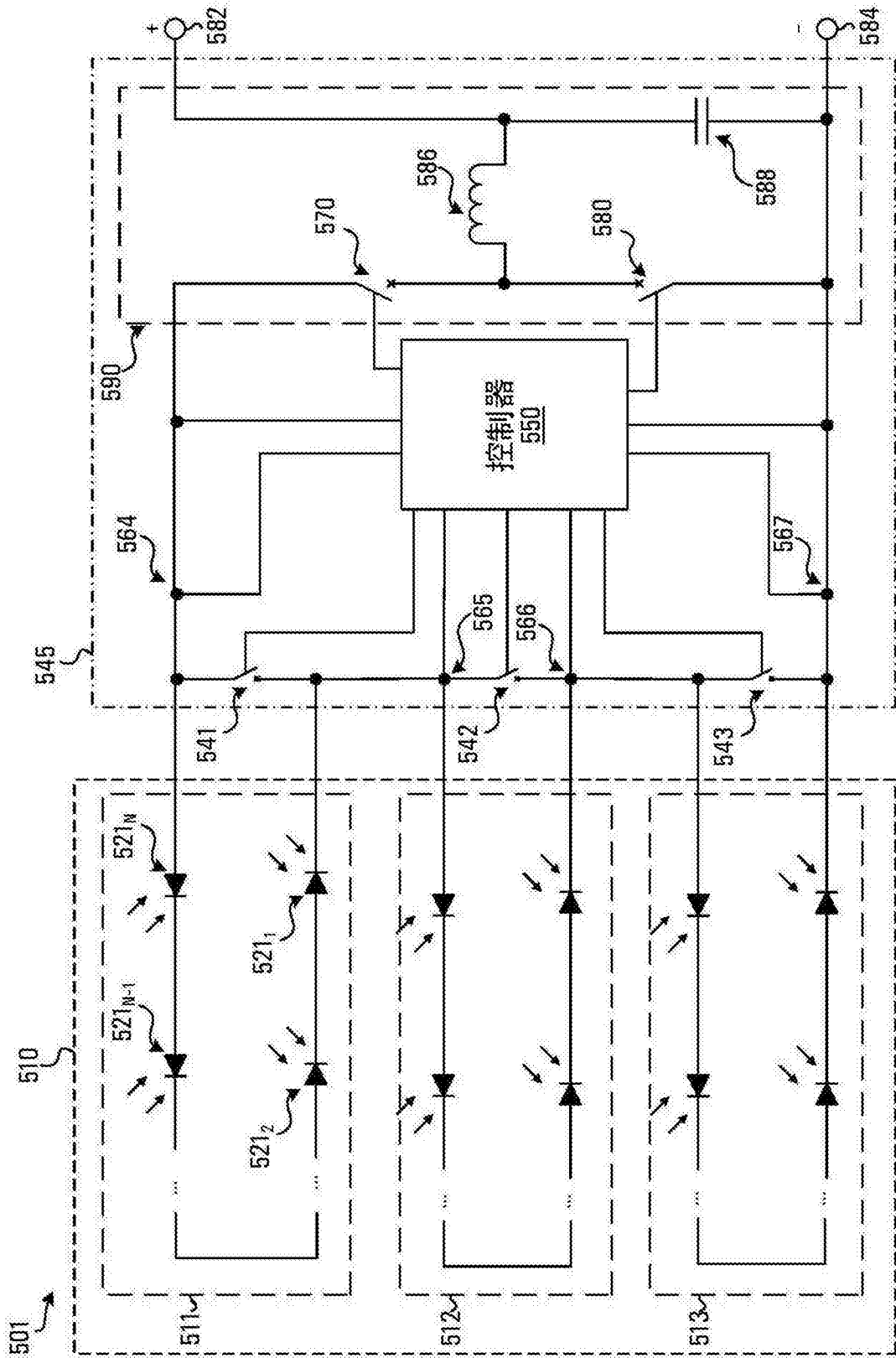


图5D

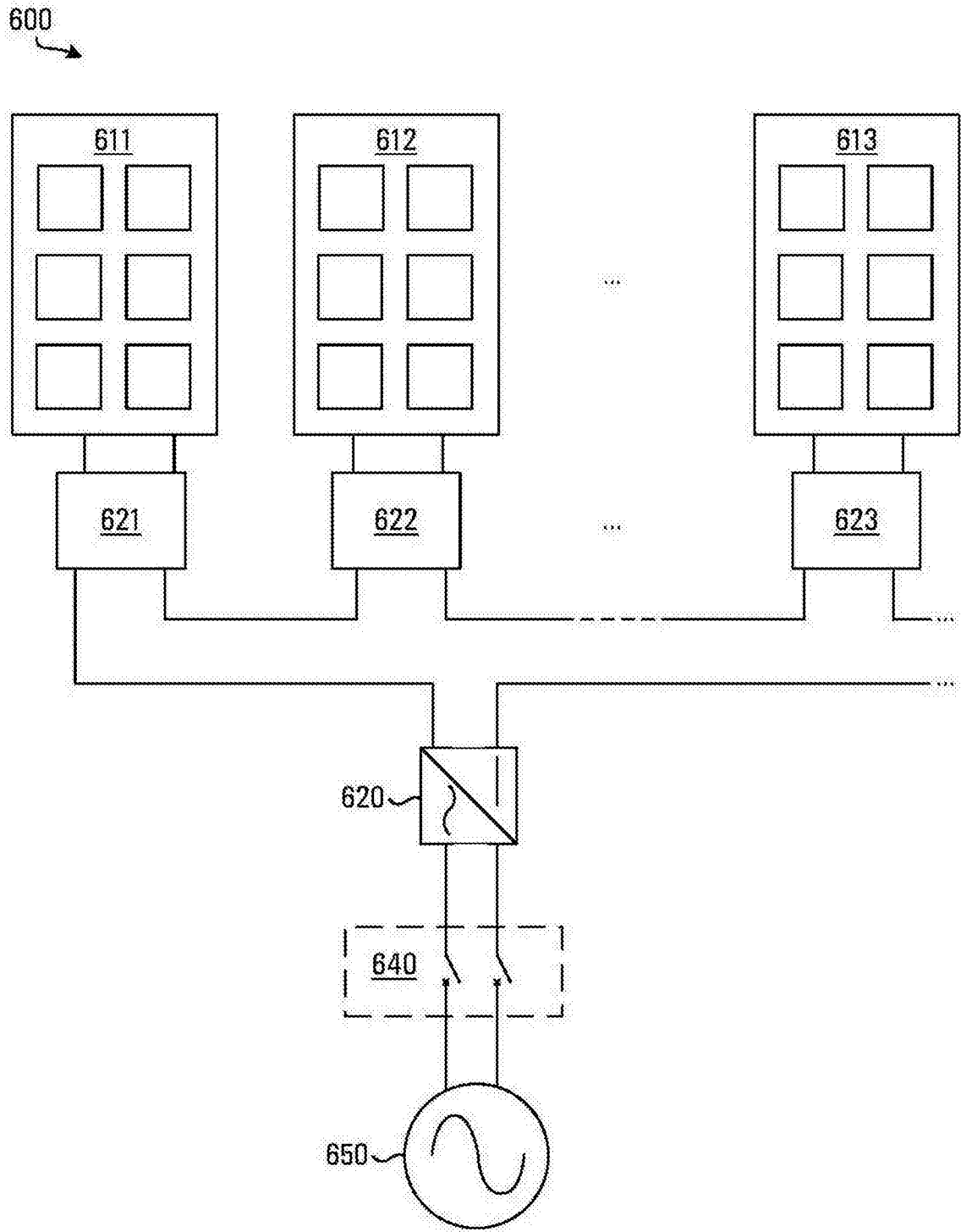


图6

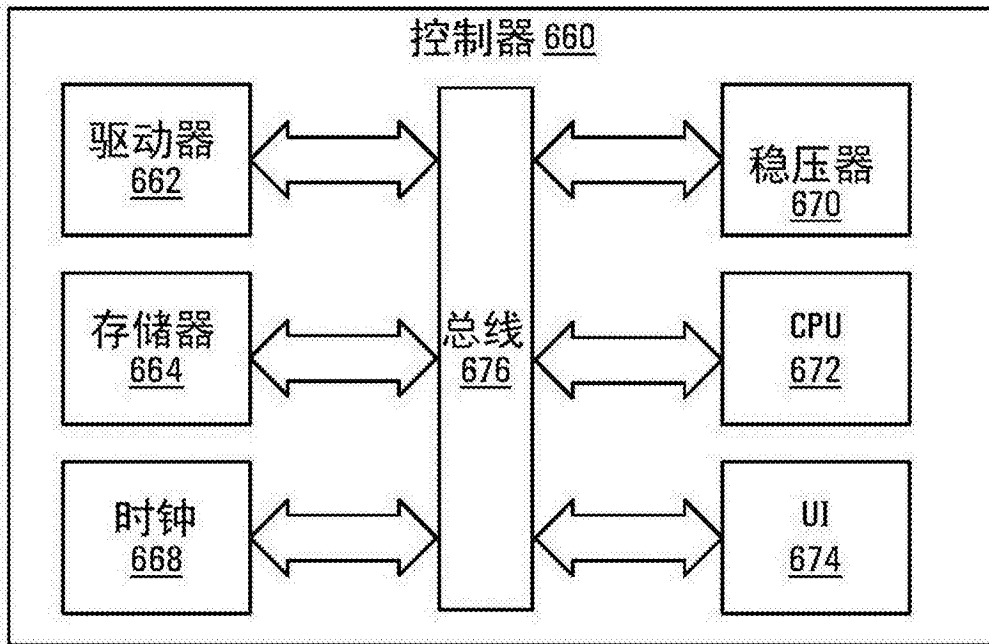


图6A

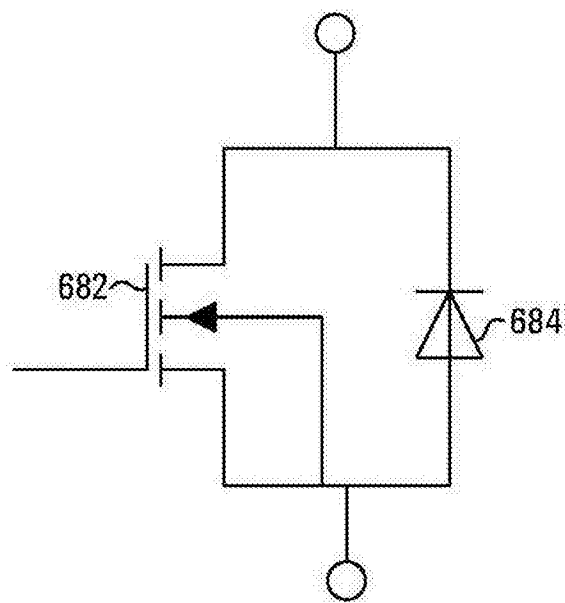


图6B

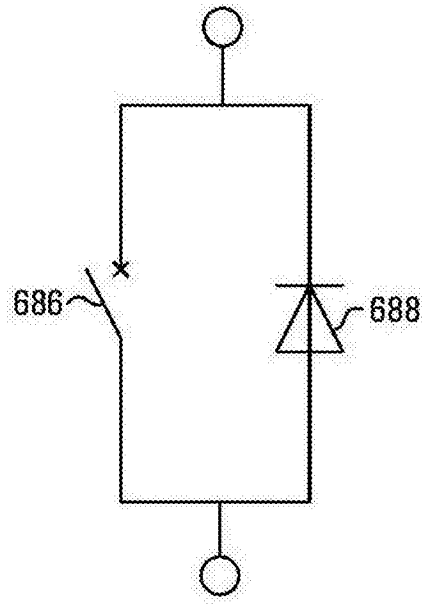


图6C

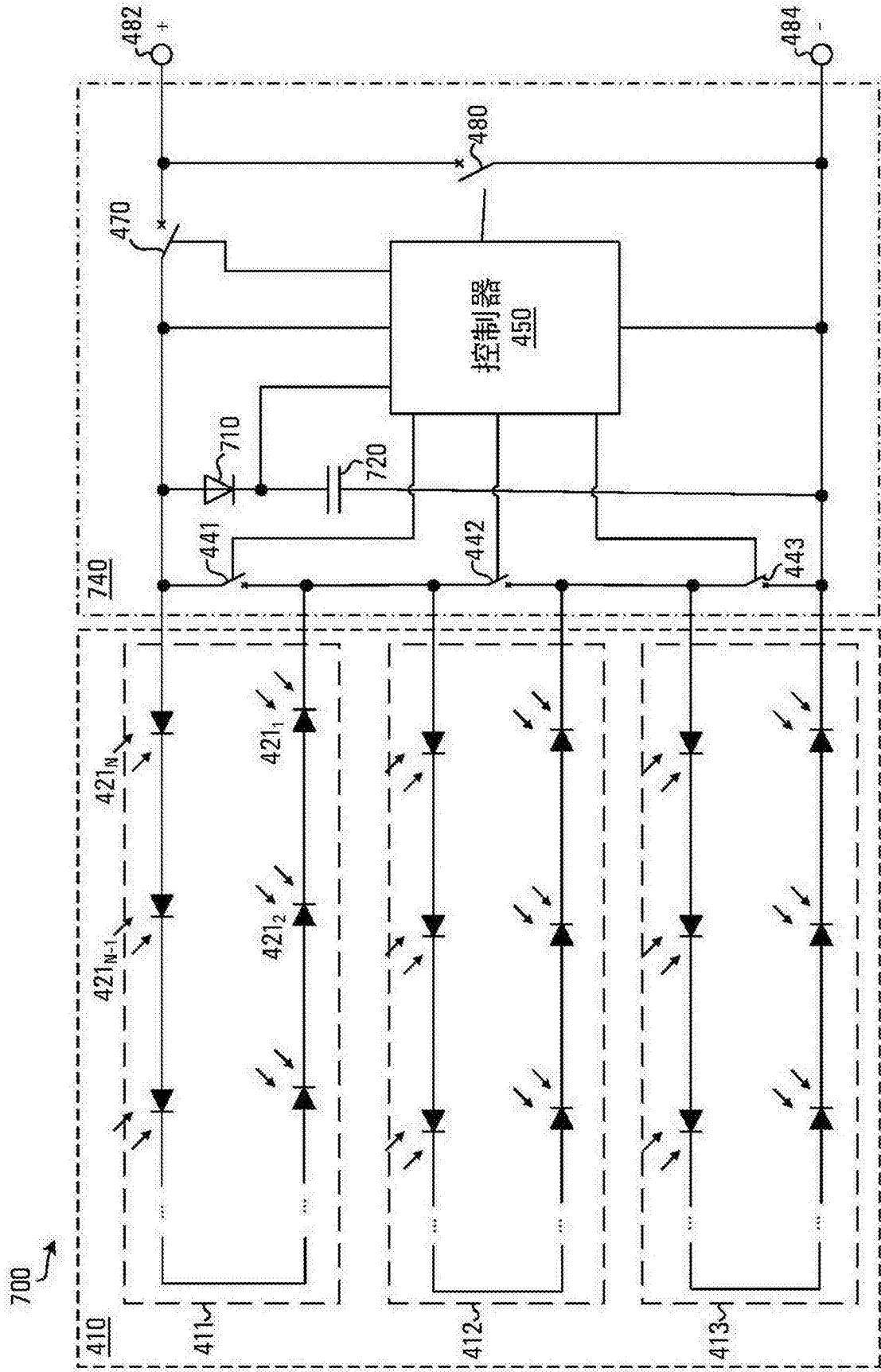


图7A



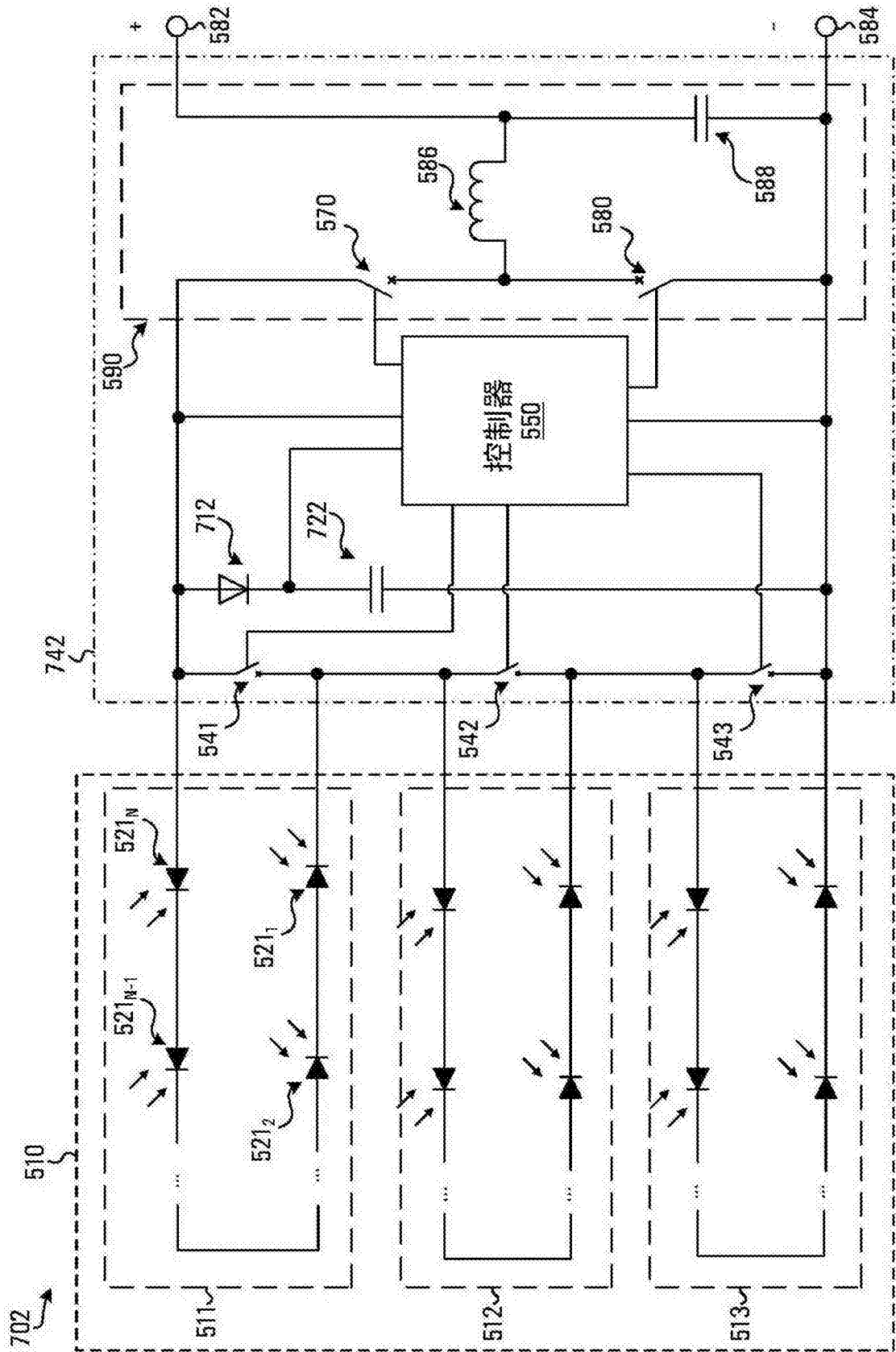


图7B

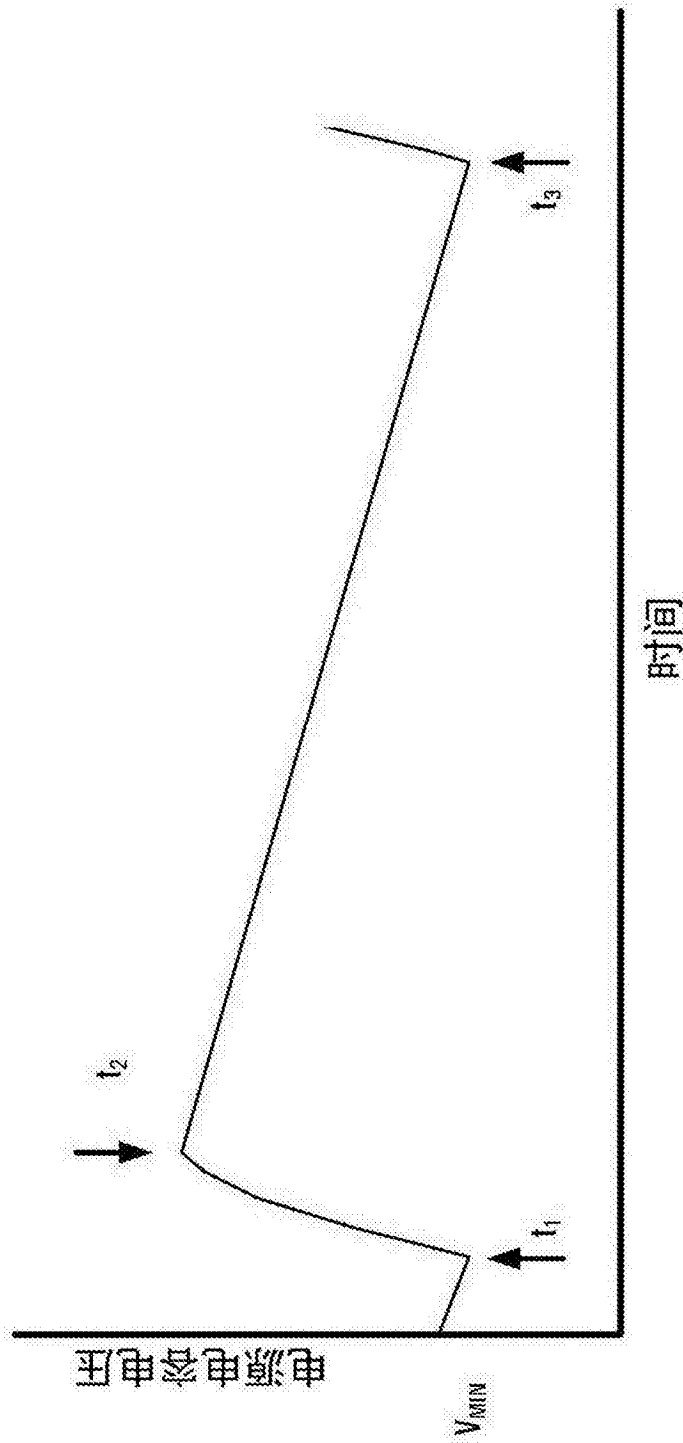


图7C

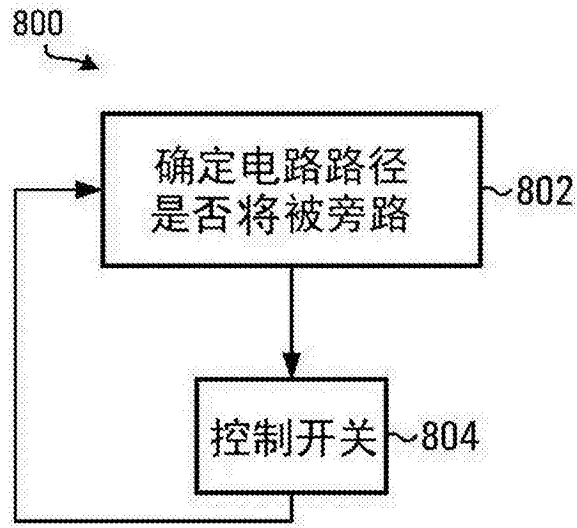


图8

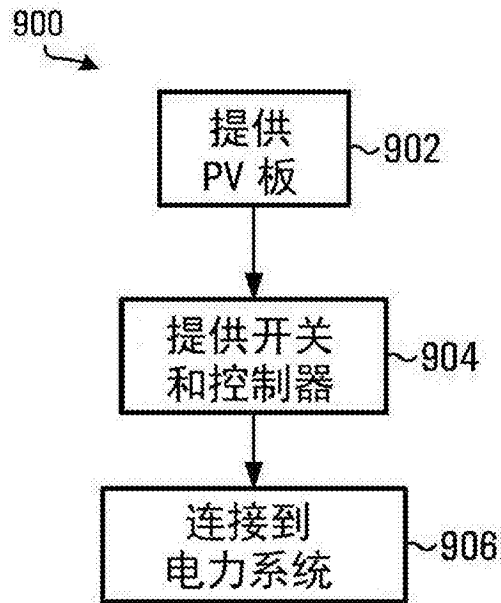


图9