



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113708721 A

(43) 申请公布日 2021.11.26

(21) 申请号 202110858752.1

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2017.08.28

H02S 40/30 (2014.01)

(30) 优先权数据

H02S 40/34 (2014.01)

15/250,068 2016.08.29 US

H02S 40/36 (2014.01)

(62) 分案原申请数据

201710749388.9 2017.08.28

(71) 申请人 太阳能安吉科技有限公司

地址 以色列荷兹立亚

(72) 发明人 亚基尔·洛温斯腾

伊兰·约瑟考维奇

大卫·布拉金斯基

察希·格罗文斯基 伊扎克·阿希亚

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 于小宁

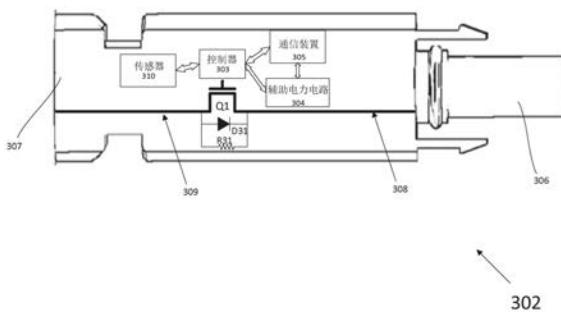
权利要求书6页 说明书22页 附图25页

(54) 发明名称

用于光伏系统的安全开关

(57) 摘要

本文中所描述的各种实施方案涉及用于通过装置在电力系统的某些部分处断开元件的方法和设备。所述方法可以包含：在系统的某些位置处测量操作参数和/或从指示潜在不安全状况的控制装置中接收消息；作为响应断开系统元件和/或使系统元件短路；并且在重新连接系统元件安全时重新连接系统元件。某些实施例涉及用于在不同模式的系统操作期间提供操作电力到安全开关的方法和设备。



1. 一种装置，包括：

晶体管，包括第一端子、第二端子和第三端子；

二极管，被并联耦接到所述晶体管；

电阻器，被并联耦接到所述晶体管；以及

电力电路，被并联耦接到所述晶体管，其中，所述电力电路被配置为接收所述晶体管的第一端子和所述晶体管的第二端子之间的电压作为输入，并且向所述晶体管的第三端子输出电压，其中所述电力电路包括直流电到直流电 (DC/DC) 转换器，以及

其中所述晶体管的第一端子被耦接到第一光伏产生器的端子，并且所述晶体管的第二端子被耦接到第二光伏产生器的端子。

2. 根据权利要求1所述的装置，其中，所述晶体管包括金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET)，并且所述二极管包括内置体二极管。

3. 根据权利要求1所述的装置，其中，所述电阻器的电阻在 $10\Omega$ 与 $5k\Omega$ 之间。

4. 根据权利要求1所述的装置，其中，所述晶体管被集成到所述第一光伏产生器的接线盒中。

5. 根据权利要求1所述的装置，其中，当所述晶体管处于接通状态时，所述第一光伏产生器和所述第二光伏产生器串联连接，并且其中当所述晶体管处于断开状态时，所述第一光伏产生器和所述第二光伏产生器断开连接。

6. 根据权利要求1所述的装置，其中，所述电力电路还被配置为：

控制所述晶体管到接通状态，以将所述第一端子连接到所述第二端子，以及

响应于潜在不安全状况的指示，控制所述晶体管到断开状态，以将所述第一端子与所述第二端子断开连接。

7. 一种装置，包括：

第一端子，被配置为耦接到第一电力设备端子；

第二端子，被配置为耦接到第一电源；

第三端子，被配置为耦接到第二电力设备端子；

第四端子，被配置为耦接到第二电源；

切换元件，被串联耦接在所述第二端子和所述第四端子之间；以及

控制器，被配置为控制所述切换元件的状态，其中所述控制器被配置为响应于指示潜在不安全状况的传感器测量值，将所述第一电源与所述第二电源断开连接。

8. 根据权利要求7所述的装置，其中，所述第一电力设备端子和所述第二电力设备端子是电力设备的两个输入端子，并且其中所述电力设备包括直流电到直流电 (DC/DC) 转换器或直流电到交流电 (DC/AC) 转换器中的一个。

9. 根据权利要求7所述的装置，其中，所述第一电力设备端子是到第一电力设备的输入端子，所述第一电力设备包括直流电到直流电 (DC/DC) 转换器或直流电到交流电 (DC/AC) 转换器中的一个，并且所述第二电力设备端子是到第二电力设备的输入端子，所述第二电力设备包括直流电到直流电 (DC/DC) 转换器或直流电到交流电 (DC/AC) 转换器中的一个。

10. 根据权利要求7所述的装置，其中所述切换元件包括金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET)。

11. 根据权利要求8所述的装置，还包括容纳所述切换元件和所述电力设备的外壳。

12.一种装置,包括:

晶体管,包括第一端子、第二端子和第三端子;

二极管,被并联耦接到所述晶体管;

电阻器,被并联耦接到所述晶体管;以及

电力电路,被串联耦接到所述晶体管,其中,所述电力电路的第一输入端子被耦接到第一光伏产生器的端子,并且所述电力电路的第二输入端子被耦接到所述晶体管的第一端子,其中所述电力电路被配置为向所述晶体管的第三端子输出电压,其中所述电力电路包括直流电到直流电转换器,并且

其中所述晶体管的第二端子被耦接到第二光伏产生器的端子。

13.根据权利要求12所述的装置,其中,所述晶体管包括金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET),并且所述二极管包括内置体二极管。

14.根据权利要求12所述的装置,其中,所述电阻器的电阻在 $10\Omega$ 与 $5k\Omega$ 之间。

15.根据权利要求12所述的装置,其中,所述晶体管被集成到所述第一光伏产生器的接线盒中。

16.根据权利要求12所述的装置,其中,所述电力电路还被配置为:

控制所述晶体管到接通状态,以将所述第一端子连接到所述第二端子,以及

响应于潜在不安全状况的指示,控制所述晶体管到断开状态,以将所述第一端子与所述第二端子断开连接。

17.一种装置,包括:

第一连接器,被配置为连接到第一光伏(PV)产生器;

第二连接器,被配置为连接到第二PV产生器;

切换元件,包括:

晶体管;

二极管,被并联耦接到所述晶体管;以及

电阻器,被并联耦接到所述晶体管;

控制器电路,被配置为改变所述晶体管的状态;

第一导体,被耦接在所述切换元件和所述第一连接器之间;

第二导体,被耦接在所述切换元件和所述第二连接器之间;以及

辅助电力电路,被耦接到所述第一导体或所述第二导体中的至少一个,所述辅助电力电路被配置为向所述控制器电路提供电力。

18.根据权利要求17所述的装置,其中,所述第一连接器包括公连接器,并且所述第二连接器包括母连接器。

19.根据权利要求17所述的装置,其中,所述切换元件包括以下中的至少一个:金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、绝缘栅双极结型晶体管(IGBT)、双极结型晶体管(BJT)或结型栅极场效应晶体管(JFET)。

20.根据权利要求17所述的装置,其中,所述切换元件包括并联连接的多个晶体管。

21.根据权利要求17所述的装置,其中,所述二极管是所述晶体管的体二极管。

22.根据权利要求17所述的装置,其中,所述切换元件还包括并联耦接到所述二极管的旁路二极管。

23. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述二极管被配置为响应于所述晶体管处于断开位置而防止所述二极管的正向偏置。

24. 根据权利要求17所述的装置,其中所述电阻器被配置为调节跨越所述晶体管的断开状态电阻。

25. 根据权利要求17所述的装置,还包括通信设备,所述通信设备被配置为:

从外部设备接收用于改变所述晶体管的状态的命令;以及

向所述控制器电路发送所述命令。

26. 根据权利要求25所述的装置,其中,所述通信设备还被配置为经由以下中的至少一个与所述外部设备通信:

电力线通信 (PLC) ,

在所述第一导体和所述第二导体上传输的声音通信,

Wi-Fi,

ZigBee,

Bluetooth,或

蜂窝通信。

27. 根据权利要求25所述的装置,其中,所述通信设备还被配置为向系统电力设备或数据收集设备中的至少一个发送传感器测量值。

28. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述控制器电路包括以下中的至少一个:

模拟电路,

微处理器,

数字信号处理器 (DSP) ,

专用集成电路 (ASIC) ,或

现场可编程门阵列 (FPGA) 。

29. 根据权利要求17所述的装置,还包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置为测量与所述第一导体或所述第二导体中的至少一个相关联的一个或多个参数。

30. 根据权利要求29所述的装置,其中所述一个或多个传感器包括以下中的至少一个:

电流传感器,被配置为测量通过所述第一导体或所述第二导体中的至少一个的电流;

电压传感器,被配置为测量跨越所述晶体管的电压降;或

温度传感器,被配置为测量与所述第一连接器、所述第二连接器或所述晶体管中的至少一个相关联的温度。

31. 根据权利要求29所述的装置,还包括传感器接口,所述传感器接口被配置为将所测量的一个或多个参数发送到所述控制器电路。

32. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述控制器电路还被配置为基于通过所述第一导体和所述第二导体的测量电流高于阈值,将所述晶体管的状态改变为断开状态。

33. 根据权利要求17所述的装置,其中,所述控制器电路还被配置为基于与所述第一导体相关联的测量温度高于阈值,将所述晶体管的状态改变为断开状态。

34. 一种装置,包括:

第一连接器,被配置为连接到第一光伏 (PV) 产生器;

第二连接器,被配置为连接到第二PV产生器;

- 控制器电路；  
第一导体，被耦接在所述切换元件和所述第一连接器之间；  
第二导体，被耦接在所述切换元件和所述第二连接器之间；  
一个或多个传感器，被配置为测量与所述第一导体或所述第二导体中的至少一个相关联的一个或多个参数；  
通信设备，被配置为向外部设备发送所测量的一个或多个参数；以及  
辅助电力电路，被耦接到所述第一导体或所述第二导体中的至少一个，所述辅助电力电路被配置为向所述控制器电路、所述一个或多个传感器或所述通信设备中的至少一个提供电力。
35. 根据权利要求34所述的装置，其中，所述第一连接器包括公连接器，并且所述第二连接器包括母连接器。
36. 根据权利要求34所述的装置，其中，所述通信设备还被配置为经由以下中的至少一个与所述外部设备通信：
- 电力线通信 (PLC) ,  
在所述第一导体和所述第二导体上传输的声音通信，  
Wi-Fi，  
ZigBee，  
Bluetooth, 或  
蜂窝通信。
37. 根据权利要求34所述的装置，其中，所述外部设备是系统电力设备或数据收集设备中的至少一个。
38. 根据权利要求34所述的装置，其中，所述控制器电路包括以下中的至少一个：  
模拟电路，  
微处理器，  
数字信号处理器 (DSP) ,  
专用集成电路 (ASIC) , 或  
现场可编程门阵列 (FPGA) 。
39. 根据权利要求34所述的装置，其中所述一个或多个传感器包括以下中的至少一个：  
电流传感器，被配置为测量通过所述第一导体或所述第二导体中的至少一个的电流；  
电压传感器，被配置为测量跨越所述第一导体或所述第二导体中的至少一个的电压；  
或  
温度传感器，被配置为测量与所述第一连接器或所述第二连接器中的至少一个相关联的温度。
40. 根据权利要求34所述的装置，其中所述一个或多个传感器包括传感器接口，所述传感器接口被配置为将所测量的一个或多个参数发送到所述控制器电路或所述外部设备中的至少一个。
41. 一种辅助电力电路，包括：  
第一输入端子，被配置为耦接到晶体管的源极端子；  
第二输入端子，被配置为耦接到所述晶体管的漏极端子；

超低压直流电到直流电转换器(ULVC)电路,被耦接到所述第一输入端子和所述第二输入端子;

控制器电路,被耦接到所述ULVC电路;以及

输出端子,被耦接到所述控制器电路和所述晶体管的栅极端子。

42. 根据权利要求41所述的辅助电力电路,其中,所述控制器电路包括以下中的至少一个:

模拟电路,

微处理器,

数字信号处理器(DSP),

专用集成电路(ASIC),或

现场可编程门阵列(FPGA)。

43. 根据权利要求41所述的辅助电力电路,其中,所述控制器电路被配置为经由所述输出端子向所述晶体管的栅极端子提供电压。

44. 根据权利要求41所述的辅助电力电路,其中,所述ULVC电路被配置为接收低于1V的第一电压以及输出高于1V的第二电压。

45. 根据权利要求41所述的辅助电力电路,其中,所述ULVC电路包括以下中的至少一个:振荡器充电泵或多个转换级。

46. 一种辅助电力电路,包括:

第一输入端子,被耦接到第一结;

第二输入端子;

输出端子;

晶体管,被耦接到所述第一结;

第一二极管,被串联耦接到所述晶体管并耦接到第二结;

电容器,被耦接在所述第一结和所述第二结之间;

第二二极管,被耦接在所述第二结和所述第二输入端子之间;

直流电到直流电(DC到DC)转换器,具有被并联耦接所述电容器的输入端子;以及

控制器电路,被耦接到所述DC到DC转换器并耦接到所述输出端子。

47. 根据权利要求46所述的辅助电力电路,其中,所述第一输入端子被配置为耦接到第二晶体管的源极端子,

其中,所述第二输入端子被配置为耦接到所述第二晶体管的漏极端子,并且

其中,所述输出端子被配置为耦接到所述第二晶体管的栅极端子。

48. 根据权利要求46所述的辅助电力电路,其中,所述第一二极管包括齐纳二极管,所述齐纳二极管被配置为将反向偏置电压限制并保持在预定值。

49. 根据权利要求46所述的辅助电力电路,其中,所述第一二极管具有4V的反向偏置电压。

50. 根据权利要求46所述的辅助电力电路,其中,所述第二二极管包括:

阳极,被耦接到所述第二输入端子;以及

阴极,被耦接到所述第一二极管的阴极。

51. 根据权利要求46所述的辅助电力电路,其中,所述晶体管的漏极端子被耦接到所述

第一二极管的阳极，其中所述晶体管的源极端子被耦接到所述第一结，并且其中所述控制器电路被配置为控制所述晶体管的栅极电压。

## 用于光伏系统的安全开关

[0001] 本申请是申请日为2017年8月28日、申请号为201710749388.9、发明名称为“用于光伏系统的安全开关”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉参考

[0003] 本申请主张2016年8月29日递交的标题为“用于光伏系统的安全开关 (Safety Switch for Photovoltaic Systems)”的第15/250,068号美国非临时专利申请的优先权，所述专利申请以全文引用的方式并入本文中。本申请还涉及2016年4月5日递交的标题为“优化器加兰 (Optimizer Garland)”的第62/318,303号美国专利申请，以及2016年5月25日递交的标题为“光伏电力装置和布线 (Photovoltaic Power Device and Wiring)”的第62/341,147号美国专利申请，所述专利申请以全文引用的方式并入本文中。

### 背景技术

[0004] 安全法规可要求在光伏设备中出现不安全状况的情况下断开一个或多个光伏 (PV) 产生器或其它组件和/或使一个或多个光伏产生器或其它组件短路。举例来说，安全法规要求在不安全状况的情况下(例如，火灾、短路、维修工作的进行)，在光伏设备中任一点处的最大电压可能并不超过安全电压水平。在一些光伏系统中，可能需要断开一个或多个光伏产生器和/或使一个或多个光伏产生器短路以实现安全电压要求。虽然光伏系统可以使用几十年，但是安全法规可能以较短时间间隔发生改变(例如，每几年)。将会有利的是具有可控安全开关，所述可控安全开关可以在安全危害的情况下受到控制以断开PV产生器或使PV产生器短路，并且所述可控安全开关可以受到控制以在系统再次安全时重新连接光伏产生器。对于可控安全开关而言期望的是具由成本效益且易于使用。

### 发明内容

[0005] 以下概述是仅出于说明性目的对本发明概念中的一些概念的简短概述，而并不意图限制或约束本发明以及详细描述中的实例。所属领域的技术人员根据详细描述将认识到其它新颖的组合和特征。

[0006] 本文中的实施例可以采用安全开关和相关联的设备以及用于控制穿过分支的电流和/或在光伏 (PV) 设备中的节点处的电压的方法。

[0007] 根据本公开的第一方面，提供了一种装置，包括：晶体管，包括第一端子、第二端子和第三端子；二极管，被并联耦接到所述晶体管；电阻器，被并联耦接到所述晶体管；以及电力电路，被并联耦接到所述晶体管，其中，所述电力电路被配置为接收所述晶体管的第一端子和所述晶体管的第二端子之间的电压作为输入，并且向所述晶体管的第三端子输出电压，其中所述电力电路包括直流电到直流电 (DC/DC) 转换器，以及其中所述晶体管的第一端子被耦接到第一光伏产生器的端子，并且所述晶体管的第二端子被耦接到第二光伏产生器的端子。

[0008] 根据本公开的第二方面，提供了一种装置，包括：第一端子，被配置为耦接到第一电力设备端子；第二端子，被配置为耦接到第一电源；第三端子，被配置为耦接到第二电力

设备端子；第四端子，被配置为耦接到第二电源；切换元件，被串联耦接在所述第二端子和所述第四端子之间；以及控制器，被配置为控制所述切换元件的状态，其中所述控制器被配置为响应于指示潜在不安全状况的传感器测量值，将所述第一电源与所述第二电源断开连接。

[0009] 根据本公开的第三方面，提供了一种装置，包括：晶体管，包括第一端子、第二端子和第三端子；二极管，被并联耦接到所述晶体管；电阻器，被并联耦接到所述晶体管；以及电力电路，其被串联耦接到所述晶体管，其中，所述电力电路的第一输入端子被耦接到第一光伏产生器的端子，并且所述电力电路的第二输入端子被耦接到所述晶体管的第一端子，其中所述电力电路被配置为向所述晶体管的第三端子输出电压，其中所述电力电路包括直流电到直流电转换器，并且其中所述晶体管的第二端子被耦接到第二光伏产生器的端子。

[0010] 根据本公开的第四方面，提供了一种装置，第一连接器，被配置为连接到第一光伏(PV)产生器；第二连接器，被配置为连接到第二PV产生器；切换元件，包括：晶体管；二极管，被并联耦接到所述晶体管；以及电阻器，被并联耦接到所述晶体管；控制器电路，被配置为改变所述晶体管的状态；第一导体，被耦接在所述切换元件和所述第一连接器之间；第二导体，被耦接在所述切换元件和所述第二连接器之间；以及辅助电力电路，被耦接到所述第一导体或所述第二导体中的至少一个，所述辅助电力电路被配置为向所述控制器电路提供电力。

[0011] 根据本公开的第五方面，提供了一种装置，包括：第一连接器，被配置为连接到第一光伏(PV)产生器；第二连接器，被配置为连接到第二PV产生器；控制器电路；第一导体，被耦接在所述切换元件和所述第一连接器之间；第二导体，被耦接在所述切换元件和所述第二连接器之间；一个或多个传感器，被配置为测量与所述第一导体或所述第二导体中的至少一个相关联的一个或多个参数；通信设备，被配置为向外部设备发送所测量的一个或多个参数；以及辅助电力电路，被耦接到所述第一导体或所述第二导体中的至少一个，所述辅助电力电路被配置为向所述控制器电路、所述一个或多个传感器或所述通信设备中的至少一个提供电力。

[0012] 根据本公开的第六方面，提供了一种辅助电力电路，包括：第一输入端子，被配置为耦接到晶体管的源极端子；第二输入端子，被配置为耦接到所述晶体管的漏极端子；超低压直流电到直流电转换器(ULVC)电路，被耦接到所述第一输入端子和所述第二输入端子；控制器电路，被耦接到所述ULVC电路；以及输出端子，被耦接到所述控制器电路和所述晶体管的栅极端子。

[0013] 根据本公开的第七方面，提供了一种辅助电力电路，包括：第一输入端子，被耦接到第一结；第二输入端子；输出端子；晶体管，被耦接到所述第一结；第一二极管，被串联耦接到所述晶体管并耦接到第二结；电容器，被耦接在所述第一结和所述第二结之间；第二二极管，被耦接在所述第二结和所述第二输入端子之间；直流电到直流电(DC到DC)转换器，具有被并联耦接所述电容器的输入端子；以及控制器电路，被耦接到所述DC到DC转换器并耦接到所述输出端子。

[0014] 在包括一个或多个电力系统的说明性实施例中，一组电气安全开关可以可电连接到多个电力源。电气安全开关可以是可控的以维持电力系统的安全操作。

[0015] 在说明性电力系统中，安全开关可以部署在光伏设备中的串联连接的光伏产生器

之间。在一些实施例中，安全开关可以安装在每一对PV产生器之间。在一些实施例中，安全开关的数量和位置可以相对于现行安全法规选择，并且在一些实施例中，安全开关的数量和位置可以相对于预期的“最坏情况”安全法规选择。举例来说，在添加、重新配置和/或移除系统组件容易且便宜的场所中，安全开关可以根据构建设备时的安全法规部署在PV设备中。在添加、重新配置和/或移除系统组件可能困难且昂贵的场所中，安全开关可以按符合未来法规的“最坏情况”(即，最严格)预测的方式部署。

[0016] 根据一些实施例的说明性安全开关可以改造到现有光伏设备和组件中。根据一些实施例的说明性安全开关可以集成在其它PV系统组件(例如，连接器、PV产生器、电力装置、组合器盒、电池和/或逆变器)中，潜在地降低安全开关的设计和制造的成本。

[0017] 在一些实施例中，辅助电力电路用于提供电力到安全开关和相关联的控制器。在一些实施例中，当安全开关在特定状态中时(例如，当安全开关在接通状态中时)安全开关位于并不携带显著电力的系统点处。在本文中揭示了说明性辅助电力电路以及在不考虑安全开关的状态的情况下用于提供电力到辅助电力电路和安全开关的相关联的方法。

[0018] 在一些实施例中，可以选择安全开关的组件和设计以在说明性安全开关在接通状态或断开状态中时调节或承受电气参数。举例来说，一些说明性安全开关可以包括分流电阻器，所述分流电阻器经大小设定以在安全开关在断开位置中时调节流过安全开关的电流。

[0019] 另外的实施例包含光伏电力装置，所述光伏电力装置包括内部电路系统，所述内部电力系统被配置成在潜在不安全状况的情况下限制输入终端与光伏电力装置之间的电压，同时连续地提供操作电力到光伏电力装置。

[0020] 另外的实施例包含用于互连光伏产生器和光伏电力装置的电气电路，所述电气电路被配置成在连续地提供操作电力到光伏电力装置时限制各种系统节点之间的电压。

[0021] 另外的实施例包含具有相关联的安全开关的一连串的预先连接的光伏电力装置，这可以提供具成本效益的且容易的方式对光伏产生系统以及相关联的安全开关进行接线。

[0022] 在一些实施例中，安全开关可以与随附的系统装置(例如，系统控制装置)和/或终端用户装置(例如，图形用户界面)进行通信以用于监测应用程序。

[0023] 另外的实施例包含用于监测在说明性电力系统中通过安全开关测量的状态和参数的用户界面。系统拥有者或操作者可以能够查看系统安全开关的列表、相关联的开关状态和由此测量的电气参数。在一些实施例中，列表可以是计算装置上可查看的图形用户界面(GUI)，所述计算装置例如是计算机显示器、平板计算机、智能电视、智能手机或类似物。在一些实施例中，系统操作者可以能够手动地控制安全开关(例如，通过按压按钮)。

[0024] 如上文所指出，此概述仅仅是本文所描述的特征中的一些特征的概述，并且提供本概述以便用简化形式介绍下文在具体实施方式中进一步描述的概念的选择。所述概述是非详尽性的，并非意图识别所主张的标的物的关键特征或基本特征，并且并非对权利要求的限制。

## 附图说明

[0025] 根据以下描述、权利要求书和图式将更好地理解本发明的这些及其它特征、方面和优势。本发明借助于实例说明并且不受附图限制。

- [0026] 图1A说明根据本发明的各种方面的光伏系统配置。
- [0027] 图1B说明根据本发明的各种方面的光伏系统配置。
- [0028] 图2说明根据本发明的各种方面的光伏系统配置的部分。
- [0029] 图3说明根据本发明的各种方面的安全开关。
- [0030] 图4A到图4B说明根据本发明的各种方面的安全开关。
- [0031] 图5A说明根据本发明的各种方面的光伏系统配置的部分。
- [0032] 图5B说明根据本发明的各种方面的光伏产生器。
- [0033] 图6说明根据本发明的各种方面用于操作安全开关的方法。
- [0034] 图7A到图7C说明根据本发明的各种方面用于提供操作电力到安全开关的电路。
- [0035] 图7D说明根据本发明的各种方面描绘安全开关的操作参数中的一些的时序图。
- [0036] 图7E说明根据本发明的各种方面用于提供操作电力到安全开关的电路。
- [0037] 图7F说明根据本发明的各种方面描绘安全开关的操作参数中的一些的时序图。
- [0038] 图7G说明根据本发明的各种方面用于提供操作电力到安全开关的电路。
- [0039] 图7H说明根据本发明的各种方面用于提供操作电力到安全开关的电路。
- [0040] 图7I说明根据本发明的各种方面指示用于操作晶体管的可能的操作点的说明性数据表的部分。
- [0041] 图8说明根据本发明的各种方面的光伏系统配置。
- [0042] 图9说明根据本发明的各种方面的光伏电力装置。
- [0043] 图10说明根据本发明的各种方面的光伏系统配置。
- [0044] 图11A到图11B说明根据本发明的各种方面的光伏电力装置。
- [0045] 图12说明根据本发明的各种方面的光伏系统配置。
- [0046] 图13A说明根据本发明的各种方面的安全开关的电路系统。
- [0047] 图13B说明根据本发明的各种方面的光伏电力装置的电路系统。
- [0048] 图14说明根据本发明的各种方面的一连串的光伏电力装置的一部分。
- [0049] 图15是根据说明性实施例的用于电力系统的用户界面的说明性模型。

## 具体实施方式

[0050] 在各种说明性实施例的以下描述中,参考附图,这些附图形成实施例的一部分并且其中借助于说明示出了本发明的各个方面可被实践的各种实施例。应理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以利用其它实施例并且可以作出结构和功能修改。

[0051] 现在参考图1A,其示出了根据说明性实施例的光伏(PV)系统。PV系统100可以包括并联耦接在接地总线与电力总线之间的多个PV串104。PV串104中的每一个可以包括多个串联连接的PV产生器101和多个安全开关102。PV产生器101可以包括一个或多个光伏电池、模块、面板或叠瓦。在一些实施例中,PV产生器101可以被替换为直流电(DC)电池或交替的直流电或交流电(AC)电源。

[0052] 在图1A的说明性实施例中,安全开关102安置在与每一对PV产生器101之间。在一些实施例(例如,图2中所示的实施例)中,安全开关102可以安置在与一个以上串联连接的PV产生器的群组之间。安全开关102可以包括控制装置和通信装置,并且可以在接收到断开PV产生器的命令(例如,经由通信装置)时操作以断开邻近PV产生器。

[0053] 在一些实施例中,可以将电力总线和接地总线输入到系统电力装置110。在一些实施例中,系统电力装置110可包含DC/AC逆变器,且可将交流电(AC)电力输出到电力网、家庭或其它目的地。在一些实施例中,系统电力装置110可包括汇流箱、变压器和/或安全断开电路。举例来说,系统电力装置110可包括用于从多个PV串104接收DC电力并输出组合的DC电力的DC汇流箱。在一些实施例中,系统电力装置110可包含耦接到每个串104以用于过流保护的保险丝,和/或用于断开一个或多个PV串104的一个或多个断开开关。

[0054] 在一些实施例中,系统电力装置110可包含或耦接到用于控制安全开关102或与安全开关102通信的控制装置和/或通信装置。举例来说,系统电力装置110可以包括被配置成控制系统电力装置110的操作的控制装置,例如,微处理器、数字信号处理器(DSP)和/或现场可编程门阵列(FPGA)。在一些实施例中,系统电力装置110可以包括多个相互作用的控制装置。系统电力装置110可进一步包括通信装置(例如,电力线通信电路和/或无线收发器),所述通信装置被配置成与包含于安全开关102中的经链接通信装置通信。在一些实施例中,系统电力装置110可包括控制装置和通信装置两者,控制装置被配置成确定PV电力装置(例如,电力装置103)所期望的操作模式,且通信装置被配置成传输操作命令且从包含于PV电力装置中的通信装置接收报告。

[0055] 系统电力装置110可以耦接到任何数量的其它装置和/或系统,例如,PV系统100(举例来说,例如断开连接件的各种离散和/或互连装置、PV电池/阵列、逆变器、微逆变器、PV电力装置、安全装置、仪表、中断器、AC主线、接线盒、相机等)、网络/企业内部网/互联网、计算装置、智能手机装置、平板计算机装置、相机、可以包含数据库和/或工作站的一个或多个服务器。系统电力装置110可以被配置成用于控制PV系统100内的组件的操作和/或用于控制与耦接到PV系统100的其它元件的相互作用。

[0056] 在一些实施例中,电力总线和接地总线可进一步耦接到能量存储装置,例如,电池、飞轮或其它存储装置。

[0057] 在常规操作状况期间且在潜在地不安全的状况期间,安全法规可以限定PV系统100中的接地总线与任何其它电压点之间的最大可允许电压。类似地,安全法规可以限定PV系统100中的任何两个电压点之间的最大可允许电压。在一些情境中,PV系统100中的不安全状况可能需要断开PV串104中的PV产生器101中的一个或多个或使PV串104中的PV产生器101中的一个或多个短路。

[0058] 作为数字实例,说明性PV串104可以包括20个串联连接的PV产生器101。每个PV产生器101可以具有45V的开路电压。在不安全状况(例如,火灾、在PV系统100中某处电弧或危险短路的检测)的情况下,安全法规可能要求系统电力装置110中止从PV串104中汲取电力,引起跨越PV串104的 $45 \cdot 20 = 900V$ 的开路电压。安全法规可能进一步要求在不安全状况的情况下,PV系统100中的任何两个点之间的最大电压可能并不超过例如80V。为了符合安全法规,安全开关102可能断开包括PV串104的多个PV产生器101,使得PV产生器101(不包括耦接到接地总线和电力总线的PV产生器101)具有相对于地面的“浮动”电压,以及每个PV产生器的两个终端之间的约45V的电压降。

[0059] 在一些实施例中,系统电力装置110可通过限制跨越每个PV串104的电压响应于潜在地不安全的系统状况的指示。举例来说,在潜在不安全状况的情况下系统电力装置110可以包括被配置成调节跨越每个PV串104的约60V的电压的逆变器。

[0060] 根据本文中本发明的各方面,系统电力装置110(或改造安全装置)可通过使每个PV串104短路而响应于潜在地不安全的系统状况的指示。举例来说,系统电力装置110可以包含开关(未明确地示出),所述开关跨越到系统电力装置110(在电力总线与接地总线之间)的输入安置,并且响应于潜在地不安全的电力状况的指示(例如,检测到在允许范围之外的电网电流、电压、频率或谐波含量,或者响应于手动地激活的按钮),系统电力装置110(或改造安全装置)可以激活开关以基本上将电力总线连接到接地总线,使PV串104短路。如果PV串104短路,那么包含于PV串104中的安全开关102可检测到(例如,通过电流传感器)PV串104的电流已经显著上升,并且可以移动(例如,通过接收电流测量值并且相应地控制开关的控制器)到断开状态,以降低串电压。

[0061] 作为另一实例,系统电力装置110(或连接在系统电力装置110的输入处的改造安全装置)可以包含在到系统电力装置110的输入中的一个或多个处串联安置的开关(未明确地示出)(在电力总线与系统电力装置之间,和/或在接地总线与系统电力装置之间),并且响应于潜在地不安全电力状况的指示(例如,检测到在允许范围之外的电网电流、电压、频率或谐波含量,或者响应于手动地激活的按钮),系统电力装置110(或改造安全装置)可激活(例如,通过移动开关到断开状态)开关以从PV串104中断开电力总线和/或接地总线。如果PV串104断开,那么包含于PV串104中的安全开关102可检测到(例如,通过电流传感器)PV串104的电流已经显著下降,并且可以移动(例如,通过接收电流测量值并且相应地控制开关的控制器)到断开状态,以降低串电压。

[0062] 现在参考图1B,其说明了耦接到系统电力装置110的单个PV串104。在潜在地不安全的系统状况的情况下,安全开关102可以断开(即,每个开关可移动到断开状态),并且系统电力装置110可施加电压到PV串104。在图1B的数字实例中,假定每个PV产生器将在45V的开路电压下操作,并且系统电力装置110可施加跨越PV串104的60V的电压。根据本文所揭示的实施例,安全开关102可被配置成提供并且承受与PV产生器相反极性的电压降。在图1B的数字实例中,PV串104包括二十个PV产生器101和二十个安全开关102。每个PV产生器具有45V的正电压降,并且每个安全开关102具有42V的负电压降,提供 $(45-42) \cdot 20 = 60V$ 的串电压。可注意到PV系统中的每一对位置之间的电压降并不超过60V。

[0063] 应注意,光伏产生器与安全开关的比率以及安全开关的位置可以取决于光伏产生器的电气参数和安全法规而改变。举例来说,如果低电压PV产生器(例如,具有10V的开路电压的PV产生器)被用作PV产生器101,并且在潜在不安全状况的情况下安全法规允许55V的最大点对点电压,那么可以每五PV产生器101安置单个安全开关102。如果在潜在不安全状况的情况下安全法规发生变化以允许45V的最大点对点电压,那么可以添加额外的安全开关102。

[0064] 安全开关102可以包括电阻器,以用于在开关处于断开状态时调节穿过安全开关102的电流。举例来说,安全开关102中的每一个可以包括具有约 $1k\Omega$ 的电阻的分流电阻器(例如,图3的电阻器R31),以调节断开状态电流为约 $42V/1k\Omega = 42mA$ 。一般来说,分流电阻器的值可以根据预期的断开状态电压和电流而改变,并且可以在 $10\Omega$ 与 $5k\Omega$ 之间。

[0065] 在一些实施例中,所述值可以取决于通过系统电力装置110提供的稳定电压和每个PV产生器101的开路电压而改变。举例来说,串104可以包括十个PV产生器和十个安全开关,每个PV产生器具有30V的开路电压,并且系统电力装置110可提供跨越PV串104的50V的

电压。在这种情况下,每个安全开关可以操作以具有25V的负电压,提供 $(30-25) \cdot 10 = 50V$ 的串电压。

[0066] 现在参考图2,其示出了根据说明性实施例的光伏串。PV串204可以包括多个PV产生器101和安全开关102。PV产生器101可以与图1A的PV产生器101类似或相同,并且安全开关102可以与图1的安全开关102类似或相同。安全开关102可以安装在每一对PV产生器101之间,使得每个PV产生器101(不包括连接到接地总线和电力总线的PV产生器)具有连接到不同PV产生器101的第一终端和连接到安全开关102的第二终端。图2中所说明的布置在其中最大所允许的安全电压大于或等于单个PV产生器101的开路电压的两倍的系统中可以是合适的。举例来说,如果每个PV产生器101具有45V的开路电压并且最大所允许的安全电压是100V,或者每个PV产生器101具有30V的开路电压并且最大所允许的安全电压是80V,那么图2中所说明的布置可以通过减少安全开关的所需的数量同时仍然遵守安全法规而降低成本。

[0067] 现在参考图3,其说明了根据说明性实施例的安全开关。安全开关302可用作图1A和图2中的安全开关102。安全开关可以包括公连接器306和母连接器307,公连接器306被设计成通过PV产生器(例如,PV产生器101)配合母连接器特征,并且母连接器307被设计成通过PV产生器配合公连接器特征。导体308可提供到公连接器306的电连接,并且导体309可提供到母连接器307的电连接。在一些实施例中,可以使用各种互连连接器。安全开关302可以包含安置在导体308与导体309之间的切换元件。在图3的说明性实施例中,晶体管Q1可用作安置在导体308与导体309之间的切换元件。安全开关302可以进一步包含用于控制晶体管Q1的操作的控制器303。晶体管Q1可以使用各种电气装置实现,例如,金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、绝缘栅双极结型晶体管(IGBT)、双极结型晶体管(BJT)、结型栅极场效应晶体管(JFET)或其它合适的装置。在一些实施例中,晶体管Q1可以使用多个并联连接的晶体管实现,以改进电气性能(例如,以降低损失)。在本文中所揭示的说明性实施例中,晶体管Q1和类似切换元件将被假定为是包括体二极管的MOSFET。二极管D31可以是晶体管Q1的体二极管。在一些实施例中(例如,在Q1是包括低质量体二极管的MOSFET的情况下),单独的二极管可以并联耦接到二极管D31以充当交替的旁路二极管。当晶体管在断开位置中时二极管D31可以定向为防止二极管D31的正向偏置。电阻器R31可以跨越晶体管Q1的终端安置。电阻器R31可以经大小设定以调节跨越晶体管Q1的终端的断开状态电阻。举例来说,如果跨越晶体管Q1的预期的断开状态电压降是40V,那么穿过安全开关302的所需的断开状态泄漏电流是20mA,R31可以是约 $40V / 20mA = 2000 \Omega$ 。在一些实施例中,R31可能并不是起重要作用的(例如,如果不存在调节断开状态泄漏电流的需要或希望)。

[0068] 安全开关302可以包括用于与其它装置通信的通信装置305和用于控制晶体管Q1的操作(例如,接通和断开)的控制器303。控制器303可以是模拟电路、微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)和/或现场可编程门阵列(FPGA)。在一些实施例中,通信装置305可从外部装置中接收命令以改变晶体管Q1的状态,并且通信装置305可以将命令传送到控制器303。通信装置305可以使用例如电力线通信(PLC)、在导体308和309上传输的声音通信和无线通信协议(例如,Wi-Fi™、ZigBee™、Bluetooth™、蜂窝式通信等)的各种技术与外部装置通信。

[0069] 辅助电力电路304可以耦接到导体308和/或309,并且可以提供电力到控制器303、

传感器/传感器接口310和/或通信装置305。通过本文中所揭示的说明性实施例(例如,在图7A-图7C、图7E、图7H中),辅助电力电路304可以不同地实现。在一些实施例中,控制器303、辅助电力电路304和通信装置305中的两个或大于两个可以集成为单个单元。举例来说,在图7C中,通信装置305可以接收PLC信号,所述信号也提供电力到控制器303。

[0070] 在一些实施例中,安全开关302可进一步包括测量传感器和/或传感器接口310以用于测量例如电流、电压和/或温度的参数。举例来说,传感器/传感器接口310可以包含:电流传感器,其用于测量穿过导体308或导体309的电流;和/或电压传感器,其用于测量跨越晶体管Q1的电压降;和/或温度传感器,其用于测量在公连接器306、母连接器307和/或晶体管Q1处或公连接器306、母连接器307和/或晶体管Q1附近的温度。在一些实施例中,传感器/传感器接口310可以提供测量值到控制器303,其中根据接收到的测量值控制器303被配置成采取行动(例如,改变晶体管Q1的状态)。举例来说,如果测量到高电流穿过导体309,或者如果在公连接器306附近测量到高温,那么控制器303可被配置成将Q1的状态设置为断开。在一些实施例中,控制器303可以将从传感器/传感器接口310获得的测量值提供到通信装置305,其中通信装置305被配置成将测量值传输到系统控制器或数据采集装置(未明确地描绘),例如,图1的系统电力装置110。在一些实施例中,传感器/传感器接口310可以绕过控制器303将测量值直接地提供到通信装置305。

[0071] 应注意虽然本发明的优选实施例包含提供晶体管Q1用于安全特征(例如,将两个PV产生器彼此断开的能力),但是本文中所包含的其它实施例可能并不包含晶体管Q1。传感器/传感器接口310、辅助电力电路304和通信装置305可以组合以提供测量值和数据报告特征,即使没有通过安全晶体管Q1提供的安全优点(例如,断开光伏产生器的能力)也是如此。

[0072] 现在参考图4A到图4B,其说明了根据说明性实施例的安全开关的连接性。安全开关402可以与图3的安全开关302类似或相同。安全开关402可以包括用于连接到连接器403的公连接器406,其中连接器403连接到携带由第一PV产生器产生的电力的导体404(未明确地描绘)。类似地,安全开关402可以包括用于连接到连接器408的母连接器407,其中连接器408连接到携带由第二PV产生器产生的电力的导体409(未明确地描绘)。在一些常规的光伏系统中,第一光伏产生器和第二光伏产生器可以通过将连接器403连接到连接器408而串联连接。在设备的构造期间或作为在稍后时间的改造特征,安全开关402可以被设计成在一端上无缝地连接到连接器403并且在另一端上无缝地连接到连接器408、添加安全断开、控制和/或监测特征到光伏设备。

[0073] 图4A示出了根据说明性实施例在连接之前的安全开关402以及连接器408和连接器403,而图4B示出了包括连接到连接器408和连接器403的安全开关402的连接点400(组件边界通过虚线指示)。

[0074] 在一些实施例中,优点可以通过将安全开关402集成到光伏产生器连接器或PV产生器接线盒中获得。举例来说,安全开关402可以构建到PV产生器的连接器403或连接器408中,在PV产生器中提供安全切换功能性而无需一定需要额外组件和连接。将安全开关集成在PV产生器连接器或接线盒中可降低成本(例如,通过不需要用于安全开关的单独的外罩和连接器)并且简化安装(由于不需要连接额外组件)。

[0075] 现在参考图5A,其示出了特征在于根据说明性实施例的安全开关的光伏(PV)串的部分。PV串500可以是经由连接点400连接到彼此的PV产生器101的串的部分(例如,与图1A

的PV串104类似或相同的串的部分,其包括与图1A和图2的PV产生器101类似或相同的产生器)。连接点400可以与图4A和图4B的连接点400类似或相同,并且可以包含耦接在两个PV产生器连接器(例如,连接器403和连接器408)之间的安全开关(例如,安全开关402)。每个PV产生器101可以包括:导体404和导体409,以用于从包括PV产生器的PV电池中运载光伏电力;以及连接器403和连接器408,以用于连接到安全开关402。

[0076] 现在参考图5B,其说明了包括根据说明性实施例的安全开关的PV产生器。PV产生器101可以包括接线盒511以及导体404和导体409。图5B可说明在PV产生器上的背侧,其中PV电池安装在PV产生器的前侧上(未明确地示出)。在一些实施例中,PV电池可以安装在PV产生器的两侧上,或者PV产生器的背侧可以构造成允许太阳辐射从PV产生器的两侧到达PV电池。接线盒511可以包括用于从PV电池中收集光伏电力的电连接512和电连接513,并且经由导体409和导体404提供光伏电力。

[0077] 在本文中所揭示的示意性实施例中,安全开关502可以安置在导体404与电连接512之间。安全开关502可以在功能上与图3的安全开关302类似或相同,而无需物理外罩以及公连接器306和母连接器307。晶体管Q1、二极管D31、传感器/传感器接口510、控制器503、通信装置505和/或辅助电力电路504可以集成在接线盒511中。在一些实施例中,电阻器可以跨越晶体管Q1的终端耦接(类似于图3的电阻器R31)以用于调节穿过安全开关502的断开状态电流。在一些实施例中,辅助电力电路504可以耦接在导体404与导体409之间以用于接收由PV产生器101产生的光伏电力,并且可以提供电力到控制器503、通信装置505和/或传感器/传感器接口510。

[0078] 在一些实施例中,接线盒511可以进一步包含与图9的PV电力装置903类似或相同的集成式PV电力装置。PV电力装置903可以耦接在导体404和导体409与电连接512和电连接513之间。举例来说,图9的电力转换器900可以从电连接512和电连接513中接收电力,并且可以将电力输出到导体404和导体409。安全开关502可以安置在PV电力装置903与电连接512之间,或者在一些实施例中,可以集成到PV电力装置903中。

[0079] 现在参考图6,其示出了用于操作安全开关(例如,图1A的安全开关102、图3的安全开关302)的方法。方法600可以通过与图3的控制器303类似或相同的控制器执行。在步骤601处,初始状况可以为开关在接通状态中,允许电流在耦接到开关的两个导体(例如,图5A的导体404和导体409)之间流动。在步骤601期间,耦接到安全开关的辅助电力电路可以提供电力到控制器和/或栅极驱动器以用于将开关维持在接通状态中(例如,实施安全开关的一些类型的晶体管可以是“通常断开的”,在此情况下辅助电力电路可以为施加到晶体管栅极节点的电压信号供电以维持接通状态)。在步骤602处,控制器可以接收命令以将开关转动到断开状态。在一些实施例中,可以经由与系统控制装置通信的通信装置(例如,通信装置305)接收到命令。在一些实施例中,在步骤602处,替代于接收命令以将开关转动到断开状态,控制器可以独立地确定可能存在不安全状况(例如,由于传感器报告高电流或温度,或传感器检测到流过开关的电流中的快速改变,或基于比较两个电气参数以及检测到大量的失配)并且确定开关应当转动到断开状态。在一些实施例中,可以响应于不接收信号而作出开关应当转动到断开状态的确定。举例来说,在一些说明性系统中,系统控制装置连续提供“保持运作”信号到相关联的安全开关和PV电力装置。不接收“保持运作”信号可以指示潜在不安全状况并且可以引起开关应当转动到断开状态的确定。

[0080] 仍然参考图6,在步骤603处,控制器将开关转动到断开状态。在一些实施例中(例如,如果开关是“通常接通的”晶体管),那么将开关转动到断开状态可以包含施加电压到晶体管终端,并且在一些实施例中(例如,如果开关是“通常断开的”晶体管),那么将开关转动到断开状态可以包含停止施加电压到晶体管终端。在步骤604处,控制器等待接收命令以将开关转动回到接通位置。一般而言,一旦已经解决了不安全状况,则系统控制装置可以提供指示重新连接PV产生器并且恢复提供电力是安全的信号。在一些实施例中,在步骤604处,控制器可以独立地确定将开关返回到接通位置是安全的(例如,由于传感器报告不再存在不安全状况)。

[0081] 在步骤605处,控制器确定是否已经接收到将开关转动到接通状态的命令(或在一些实施例中,自身确定)。如果未接收到此类命令(或确定),那么执行方法600的控制器返回到步骤604。如果已经接收到转动开关到接通状态的命令(或在一些实施例中,自身确定),那么执行方法600的控制器前进到步骤606,将开关转动回到接通状态(例如,通过施加电压到晶体管节点,或从晶体管节点中移除所施加的电压)并且返回到步骤601。

[0082] 用于提供连续电力供应到根据本文中所揭示的实施例的安全开关的辅助电路可以不同地实施。辅助电力电路可以提供电力以用于在不同状况之下且在各种时间处操作安全开关。举例来说,辅助电力电路可以在三个时间处提供操作电力到安全开关:在初始启动处(即,当包括安全开关的系统第一次被使用时);在稳态接通时间处(即,在普通操作状况期间,当开关接通时,当系统是启动并且运行时);以及在稳态断开时间处(在潜在不安全状况期间,当开关断开时,当系统是启动并且运行时)。

[0083] 现在参考图7A,其说明了根据说明性实施例的包括辅助电力电路的安全开关702a。安全开关702a可以包括导体708和导体709、晶体管Q1、控制器710以及辅助电力电路704。安全开关702a可进一步包括与图3的通信装置305类似或相同的通信装置(未明确地描绘以减少视觉噪音)。晶体管Q1可以与相对于图3所描述的晶体管Q1类似或相同,电阻器R31可以与图3的R31相同,二极管D31可以与图3的D31相同,控制器710可以与图3的控制器303类似或相同,并且导体708和导体709可以相应地与图3的导体308和导体309类似或相同。

[0084] 辅助电力电路704可以与晶体管Q1并联耦接。辅助电力电路704的第一输入可以耦接到导体708,并且辅助电力电路704的第二输入可以耦接到导体709。

[0085] 在一些实施例中,辅助电力电路704可以包括被配置成提供合适的控制信号到晶体管Q1的模拟电路系统。在一些实施例中,辅助电力电路704可以提供电力到控制器710,其中控制器710被配置成提供控制信号到晶体管Q1。

[0086] 现在参考图7B,其说明了根据说明性实施例的包括辅助电力电路的安全开关702b。安全开关702b可以包括导体708和导体709、晶体管Q1、控制器710以及辅助电力电路714。安全开关702b可进一步包括与图3的通信装置305类似或相同的通信装置(未明确地描绘以减少视觉噪音)。晶体管Q1可以与相对于图3所描述的晶体管Q1类似或相同,电阻器R31可以与图3的R31相同,二极管D31可以与图3的D31相同,控制器710可以与图3的控制器303类似或相同,并且导体708和导体709可以相应地与图3的导体308和导体309类似或相同。

[0087] 辅助电力电路714可以与晶体管Q1串联耦接。辅助电力电路714的第一输入可以耦接到导体708,并且辅助电力电路704a的第二输入可以耦接到晶体管Q1。

[0088] 现在参考图7C,其描绘了根据说明性实施例的辅助电力电路。辅助电力电路704a

可用作图7A的辅助电力电路704。到辅助电力电路704a的第一输入可以耦接到晶体管(例如,图7A的Q1)的源极端,并且到辅助电力电路704a的第二输入可以耦接到晶体管的漏极端。辅助电力电路704a的输出可以耦接到晶体管的栅极端。辅助电力电路704a可以包括超低压直流电到直流电(DC/DC)转换器(ULVC)720。控制器710可以是模拟或数字控制器,并且可以与图3的控制器303类似。控制器710可以与辅助电力电路304a集成或与辅助电力电路304a分离。在一些实施例中,ULVC 720的输出可以耦接到控制器710的输入,其中控制器710施加电压到晶体管的栅极。ULVC 720可被配置成在其输入处接收非常低的电压(例如,几十或几百毫伏),并且输出基本上较大的电压(例如,若干伏)。ULVC 720可以不同地实施。在一些实施例中,ULVC可以包括振荡器充电泵和/或若干转换级。说明性电路的变体在“使用65nm CMOS的启动电路中具有正向体偏置的0.18-V输入充电泵(0.18-V Input Charge Pump with Forward Body Biasing in Startup Circuit using 65nm CMOS)”(P.H.Chen等人,©IEEE 2010)中发现,“用于能量采集应用的低压集成充电泵电路(Low voltage integrated charge pump circuits for energy harvesting applications)(W.P.M.Randhika Pathirana,2014)”可用作ULVC 720或ULVC 720的部分。

[0089] 现在参考图7D,其示出了根据说明性实施例的用于操作图7C的辅助电力电路704a的时序图。作为数字实例,辅助电力电路704a可以如上文所述耦接到MOSFET的终端。ULVC 720可以耦接在MOSFET的源极端(V<sub>s</sub>)与漏极端(V<sub>d</sub>)之间。当MOSFET在断开位置中时,终端V<sub>s</sub>与终端V<sub>d</sub>之间的电压降可以是大量的,例如,接近PV产生器的开路电压。当MOSFET在断开位置中时,ULVC 720可以被绕过或停用,其中终端V<sub>s</sub>与终端V<sub>d</sub>之间的大量的电压降得到处理以提供电力到控制器710。控制器710可以将MOSFET栅极端与源极端之间的电压保持到低值(例如,0V或1V,在2V的最小源极栅极阈值之下),维持MOSFET在断开位置中。

[0090] 仍然参考图7D,控制器710可以经由通信电路(未明确地描绘)接收命令以将MOSFET转动到接通状态。控制器710可以增大栅极到源极电压到约5V。在说明性PV系统中,在操作的某些点处流过PV串的电流可以是约10A。在5V的栅极到源极电压和10A的漏极到源极电流下,漏极到源极电压可以是约90mV。ULVC 720可以将90mV的漏极到源极电压升压到若干伏或更大的电压(例如,5V、10V、12V或20V)以用于为控制器710供电。控制器710可以连续地将栅极到源极电压保持在约5V处直至接收到转动MOSFET断开的命令。在一些实施例中,MOSFET在每天结束时断开,即,当由于夜幕降临PV产生器中止产生大量电力时。当是时间转动MOSFET断开时,控制器可以降低栅极到源极电压回到约0V或1V。

[0091] 根据图7D的说明性时序图操作辅助电力电路704a可以提供若干优点。举例来说,通过安全开关702a使用辅助电力电路704a消耗的稳态电力可以较低,在此说明性实例中,当在接通位置中时是90mV\*10A=900mW,并且当在断开位置中时是30V\*10uA=0.3mW。此外,当在接通位置中时跨越安全开关702a的稳态电压可以基本上是恒定的(例如,90mV)。

[0092] 现在参考图7E,其描绘了根据说明性实施例的辅助电力电路。辅助电力电路704b可用作图7A的辅助电力电路704。到辅助电力电路704b的第一输入可以耦接到晶体管(例如,图7A的Q1)的源极端,并且到辅助电力电路704b的第二输入可以耦接到晶体管的漏极端。辅助电力电路704b的输出可以耦接到晶体管的栅极端。辅助电力电路704b可以包括电容器C2、二极管D2、二极管Z2、晶体管Q70和直流电到直流电转换器721。在一些实施例中,电容器C2可以由不同的充电装置(例如,电池)替换。控制器710可以是模拟或数字的,并且可

以类似于图3的控制器303。控制器710可以与辅助电力电路304a集成或与辅助电力电路304a分离。二极管Z2可以是设计成限制和保持逆偏置电压到预先确定的值的齐纳二极管。在此说明性实施例中，二极管Z2被假定为具有4V的逆偏置电压。到辅助电力电路704b的第一输入可以耦接到晶体管(例如，图7A的Q1)的源极端，并且到辅助电力电路704b的第二输入可以耦接到晶体管(例如，Q1)的漏极端。辅助电力电路704b的输出可以耦接到晶体管(例如，Q1)的栅极端。在一些实施例中，转换器721的输出可以耦接到控制器710的输入，其中控制器710施加电压到晶体管的栅极。转换器721可被配置成在其输入处接收若干伏的电压(例如，3V到10V之间)，并且输出电压以用于为控制器710供电或控制晶体管栅极端的栅极电压。

[0093] 二极管D2的阳极可以耦接到晶体管漏极端(Vd)，并且二极管D2的阴极可以耦接到二极管Z2的阴极和电容器C2的第一终端。二极管Z2的阳极可以耦接到晶体管Q70的漏极端，其中晶体管Q70的源极端耦接到晶体管源极端(Vs)并且耦接到电容器C2的第二终端。晶体管Q70的栅极电压可以受到控制器710的控制(未明确地描绘控制线路)。转换器721的输入可以与电容器C2并联耦接。

[0094] 辅助电力电路704a到704b和714可以操作以根据安全和有效系统操作要求提供跨越安全开关702的终端的电压降。当安全开关702在“稳定接通状态”中时，即，当开关提供用于光伏电力流动穿过PV串的较低阻抗路径时，在普通系统操作期间可能期望漏极到源极电压较低。当安全开关702在“稳定断开状态”中时，安全开关702可能需要提供约PV产生器的开路电压的漏极到源极电压而无需提供用于电流的较低阻抗路径。

[0095] 返回参考图7E，控制器710可以操作图7A的晶体管Q70和晶体管Q1以根据安全和有效系统操作要求提供跨越安全开关702的终端的电压降。在“稳定断开状态”中，晶体管Q1和晶体管Q70可以保持在断开状态中。在“稳定接通状态”中，晶体管Q1可以接通，提供漏极端与源极端之间的低阻路径，并且晶体管Q70可以接通或断开。可能需要的是在“稳定接通状态”期间临时移动Q1到“临时断开状态”达较短的时间周期，以允许电容器C2再充电并且继续提供操作电力到控制器710。在“临时断开”状态中，晶体管Q1可以断开并且晶体管Q70可以接通。二极管Z2可以提供跨越电容器C2的终端的有限的充电电压(例如，4V)，其中电容器C2提供用于PV串的电流的电流路径。

[0096] 现在参考图7F，其示出了根据说明性实施例的用于操作图7E的辅助电力电路704b的时序图。作为数字实例，辅助电力电路704a可以如上文所述耦接到MOSFET的终端。转换器721可以耦接在MOSFET的源极端(Vs)与漏极端(Vd)之间。当MOSFET在稳定断开状态中时，终端Vs与终端Vd之间的电压降可以是大量的，例如，接近PV产生器的开路电压。当MOSFET在稳定断开位置中时，转换器721可以被绕过或停用，其中终端Vs与终端Vd之间的大量的电压降得到处理以提供电力到控制器710。在一些实施例中，当MOSFET在稳定断开状态中时，转换器721可以处理漏极到源极电压以提供电力到控制器710。控制器710可以将MOSFET栅极端与源极端之间的电压保持到较低值(例如，0V或1V，在2V的最小源极栅极阈值之下)，维持MOSFET在断开位置中。当MOSFET在稳定断开状态中时，电容器C2可以充电到约漏极端与源极端之间的电压。在一些实施例中，二极管Z2可以断开(例如，通过转动Q70到断开状态)，以在MOSFET在稳定断开状态中时增大漏极到源极电压。在一些实施例中，当MOSFET在稳定断开状态中时具有较大的漏极到源极电压(例如，约与PV产生器开路电压相同的电压)通过减

小跨越PV产生器和随附的安全开关的总电压而增大了系统安全性。

[0097] 仍然参考图7F,控制器710可以经由通信电路(未明确地描绘)接收命令以将MOSFET转动到接通状态。控制器710可以增大Q1的栅极到源极电压到约6V。在说明性PV系统中,在操作的某些点处流过PV串的电流可以是约10A。在6V的栅极到源极电压和10A的漏极到源极电流下,漏极到源极电压可以是约65mV。二极管D2可能并不是正向偏置的(例如,如果二极管具有0.6V的正向电压,65mV的漏极到源极电压可能无法使二极管D2正向偏置),那么从漏极端中断开电容器C2。电容器C2可以通过提供电力到转换器721而缓慢地放电。转换器721可以包含电路系统(例如,模拟比较器)以监测跨越电容器C2的电压,并且可以响应于跨越电容器C2的电压下降到第一阈值以下。如果跨越电容器的电压下降到第一阈值以下,那么控制器710可以减少栅极到源极电压到约0V或1V,引起MOSFET移动到断开状态。二极管D2可随后变为正向偏置的,并且二极管Z2可以将漏极到源极电压限制到第二阈值。晶体管Q70可以保持在接通状态中,允许二极管Z2调节漏极到源极电压。电容器C2可随后快速充电回到约第二阈值的电压电平,其中当电容器C2达到第二阈值电压时控制器710被配置成增大栅极到源极电压回到6V。当MOSFET在“稳定接通状态”模式中操作时这种迭代过程本身可以重复。在图7F中所说明的说明性实施例中,第一阈值是2V,并且第二阈值是4V。跨越电容器C2的电压在两个电平之间改变,其中栅极到源极电压在约0V与约6V之间交替,并且漏极到源极电压在4V与65mV之间交替。

[0098] 根据图7F的说明性时序图操作辅助电力电路704b可以提供若干优点。举例来说,设计成接收2V到30V之间的输入电压的转换器(例如,转换器721)可以是便宜的、有效的且易于实施的。在一些实施例中,一个或多个额外的齐纳二极管可以与二极管Z2串联耦接,增大第一电压。增大第一阈值电压(例如,相应地到10V、15V或20V)可以提供优点,例如,减小在电容器C2上充电-放电循环的频率,并且可以提供更容易的处理的电压到转换器721。

[0099] 应理解包括65mV和90mV的MOSFET漏极到源极电压、5V和6V的MOSFET栅极到源极电压以及10A的MOSFET漏极到源极电流的说明性操作点是出于说明性目的使用的且并非意图限制结合本文中所揭示的说明性实施例使用的操作点。在一些实施例中,多个MOSFET晶体管可以并联耦接以减少接通状态电阻,由此当在接通状态中时减少跨越MOSFET的漏极到源极电压。举例来说,并联耦接五个MOSFET可以从65mV到15mV的减少漏极到源极接通状态电压。

[0100] 现在参考图7G,其描绘了根据说明性实施例的辅助电力电路。辅助电力电路704c可用作图7A的辅助电力电路704。辅助电力电路704c可以类似于辅助电力电路704b,其修改在于二极管Z2的阳极耦接到晶体管Q1的漏极端(V<sub>s</sub>),并且晶体管Q70的漏极端也耦接到晶体管Q1的源极端(V<sub>s</sub>)。当安全开关702在“稳定接通状态”中时,晶体管Q1和晶体管Q70可以接通,提供用于PV串电流的低阻路径。当安全开关702在“稳定断开状态”中时,晶体管Q1和晶体管Q70可以断开,防止用于PV串电流的低阻路径并且,并且提供跨越安全开关702的终端的大量的电压降(例如,与PV产生器开路电压相比相同的电压或略微较低的电压)。当安全开关702在“临时断开状态”中时,晶体管Q1可以断开并且晶体管Q70可以接通,二极管Z2提供充电电压到电容器C2并且Q70提供用于PV串电流的低阻抗电流路径。

[0101] 现在参考图7H,其说明了根据说明性实施例的包括辅助电力电路的安全开关。安

全开关702c可以包括导体708和导体709、晶体管Q1、控制器710以及辅助电力电路715。辅助电力电路715可用作图7B的辅助电力电路714。在此说明性实施例中，辅助电力电路715可以作为电力线通信(PLC)装置而加倍。电感器L4、电容器C3和电阻器R可以并联耦接，其中电感器L4的第一节点耦接到导体708，并且电感器L4的第二节点耦接到晶体管Q1的源极端。可以选择电感器L4和电容器C3的值以在谐振频率(例如，60kHz)处谐振。

[0102] 仍然参考图7H，外部装置(例如，图1的系统电力装置110)可以在导体708上传输PLC高频交流电信号(例如，使用频移键控、幅度调制或其它调制方案)。PLC信号可以诱发跨越电阻器R的终端的高频交流电的电压降，其中当跨越电阻器R的电压为正时(即，在导体708处的电压高于在晶体管Q1的源极端处的电压)二极管D7提供到控制器710的电压。在一些实施例中，当跨越R的电压非零(正或负)时二极管D7可以由提供电压到控制器710的二极管的“全桥”替换。在一些实施例中，跨越电阻器R的PLC感应电压可以服务于双重目的。PLC信号可以通过改变跨越电阻器R的电压降而提供操作信息到控制器710。另外，在一些实施例中，PLC信号可以提供操作电力到控制器710。控制器710可以从包括电阻器R、电容器C3和电感器L4的谐振电路中汲取电力，并且使用所汲取的电力来设置晶体管Q1的状态。

[0103] 如图7H中所示实施辅助电力电路715可以提供某些优点。举例来说，图7H的辅助电力电路715可以作为通信装置加倍，减少安全开关702c中的总组件计数。此外，集成控制和电力信号可以降低对控制器710进行编程所需的复杂度。举例来说，“接通”信号可以通过系统控制器在较高电力处传播，并且“断开”信号可以通过系统控制器在较低电力处传播。辅助电力电路715可以直接地将所转换的电力信号施加到晶体管Q1的栅极，其中“接通”信号的电力可以足够将Q1保持在接通状态中，并且“断开”信号的电力可能无法足够将Q1保持在接通状态中。

[0104] 辅助电力电路704a、704b和715的元件可以不同地组合。举例来说，图7B的辅助电力电路714可以添加到图7A的安全开关702a，辅助电力电路714充当PLC电路并且在辅助电力电路704中故障的情况下被配置成提供电力到控制器710。在一些实施例中，辅助电力电路714可以在系统设置处提供初始电力到控制器710，其中在“稳定状态”操作期间辅助电力电路704提供电力到控制器710。

[0105] 现在参考图7I，其说明了根据说明性实施例的MOSFET数据表的部分。曲线770可以描绘穿过MOSFET的漏极到源极电压与漏极到源极电流之间的关系。当被施加到MOSFET的栅极到源极电压是5V时，曲线771可以描绘电流-电压关系。当施加到MOSFET的栅极到源极电压是6V时，曲线771可以描绘电流-电压关系。操作点A可以指示当施加到MOSFET的栅极到源极电压是6V并且流过MOSFET的漏极到源极电流是10A时，跨越MOSFET的漏极到源极电压是约65mV。这可以对应于根据图7F操作的MOSFET的可能操作点。操作点B可以指示当施加到MOSFET的栅极到源极电压是5V并且流过MOSFET的漏极到源极电流是10A时，跨越MOSFET的漏极到源极电压是约90mV。这可以对应于根据图7D操作的MOSFET的可能操作点。如上文所指出，这些操作点仅仅是说明性的，并且可以通过并联连接的多个MOSFET调适以获取新操作点。

[0106] 现在参考图8，其示出了根据说明性实施例的光伏(PV)系统。PV系统800可以包括在接地总线与电力总线之间并联耦接的多个PV串804。PV串804中的每一个可以包括多个光伏产生器801、多个安全开关802和多个PV电力装置803。PV产生器801可以与图1A的PV产生

器101类似或相同，并且安全开关802可以与图1A的安全开关102、图3的安全开关302和/或图7A到图7C的安全开关702a到安全开关702c类似或相同。

[0107] 在一些实施例中，可以将电力总线和接地总线输入到系统电力装置810。在一些实施例中，系统电力装置810可包含DC/AC逆变器，且可将交流电(AC)电力输出到电力网、家庭或其它目的地。在一些实施例中，系统电力装置810可包括汇流箱、变压器和/或安全断开电路。举例来说，系统电力装置810可包括用于从多个PV串804接收DC电力并输出组合的DC电力的DC汇流箱。在一些实施例中，系统电力装置810可包含耦接到每个串804以用于过流保护的保险丝，和/或用于断开一个或多个PV串804的一个或多个断开开关。在一些实施例中，系统电力装置810可以包括：系统控制器(例如，模拟控制电路、微控制器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)和/或现场可编程门阵列(FPGA))，以用于将命令提供到PV电力装置803和安全开关802以及从PV电力装置803和安全开关802中接收数据。

[0108] 每个安全开关802可以耦接在第一PV产生器的第一输出与第二输出产生器的第二输出之间，并且每个PV电力装置可以具有两个输入终端：耦接到第一PV产生器的第二输出的第一输入终端；以及耦接到第二PV产生器的第一输出的第二输入终端。在此“二对一”布置中，每一对PV产生器801有效地串联耦接，其中两个PV产生器的组合的电压和电力被提供到PV电力装置803的输入。每个安全开关802安置在两个PV产生器之间，以用于在潜在不安全状况的情况下断开所述对PV产生器。

[0109] 一些常规的PV安装特征在于类似布置，其中每一对PV产生器801直接地彼此连接而无需安置于产生器之间的安全开关。在不安全状况的情况下，PV电力装置803可以停止从PV产生器中汲取电力，引起PV电力装置输入终端处的开路电压约为每个PV电力产生器的开路电压的两倍。在一些系统中，这种电压可以高达80伏、100伏或甚至120伏，这可能高于由安全法规限定的所允许的安全电压。

[0110] 通过根据本文中所揭示的设备和方法操作安全开关802，在不安全状况的情况下(例如，通过系统电力装置810、PV电力装置803和/或安全开关802检测到的)，一个或多个安全开关802可以移动到断开状态，减少每个PV电力装置803的输入终端之间的电压降到约40伏到60伏，这可以是充分安全电压电平。

[0111] 每个PV电力装置803可以从耦接到PV电力装置803的输入的两个光伏产生器801中接收电力，并且可以在PV电力装置803的输出处提供两个光伏产生器的组合的电力。多个PV电力装置803的输出可以串联耦接以形成PV串804，其中多个PV串804并联耦接以提供电力到系统电力装置810。

[0112] 虽然图8说明其中两个PV产生器801并联耦接到每个PV电力装置803的布置，但是可以轻易地获得各种布置。举例来说，每个PV电力装置从三个或更多个串联连接的PV产生器801中接收电力，其中安全开关802安置在PV产生器之间。在一些实施例中，一些PV电力装置803可以从单个PV产生器801中接收电力，一些PV电力装置可以从两个PV产生器801中接收电力，并且一些PV电力装置可以从两个以上PV产生器801中接收电力。在一些实施例中，PV电力装置803可以从PV产生器801多个并联连接的串联串中接收电力，其中安全开关802安置于在串联串中。本文中所揭示的实施例包含上述修改，并且其它修改将是对所属领域的一般技术人员显而易见的。

[0113] 现在参考图9，其说明了根据说明性实施例可以在例如PV电力装置903的电力装置

中存在的电路系统。PV电力装置903可以与图8的PV电力装置803类似或相同。在一些实施例中，PV电力装置903可以包含电力转换器900。电力转换器900可以包括直流电-直流电(DC/DC)转换器，例如，降压、升压、降压/升压、降压+升压、库克(Cuk)、返驰和/或正向转换器。在一些实施例中，电力转换器900可以包括直流电-交流电(DC/AC)转换器(也被称作逆变器)，例如，微型逆变器。电力转换器900可以具有两个输入终端和两个输出终端，它们可以与PV电力装置903的输入终端和输出终端相同。在一些实施例中，PV电力装置903可以包含最大功率点跟踪(MPPT)电路906，所述MPPT电路被配置成从电力装置所耦接到的电源中提取增加的电力。根据本文中的本发明的一些方面，电力转换器900可以包含MPPT功能。在一些实施例中，MPPT电路906可以实施阻抗匹配算法以从电力装置所耦接到的电源中提取增加的电力。PV电力装置903可进一步包括控制器905，例如，微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)和/或现场可编程门阵列(FPGA)。

[0114] 仍然参考图9，控制器905可以在共用总线920上控制PV电力装置903的其它元件和/或与PV电力装置903的其它元件通信。根据本文中的本发明的特征，PV电力装置903可以包含被配置成直接地测量参数的电路系统和/或传感器/传感器接口904，或从被配置成在电源上或电源附近测量参数的所连接的传感器和/或传感器接口904中接收所测量的参数，例如，通过电源的电压和/或电流输出和/或通过电源的电力输出。在一些实施例中，电源可以是包括PV电池的PV产生器，并且传感器或传感器接口可以直接地测量或接收通过PV电池接收到的辐射的测量值，和/或在PV产生器上或PV产生器附近的温度。

[0115] 仍然参考图9，根据本文中本发明的各方面，PV电力装置903可以包含通信装置911，所述通信装置被配置成发射数据和/或命令和/或从其它装置中接收数据和/或命令。通信装置911可以使用电力线通信(PLC)技术或无线技术(例如，ZigBee<sup>TM</sup>、Wi-Fi、蜂窝通信或其它无线方法)通信。在一些实施例中，PV电力装置903可以包含存储器装置909，以用于记录通过传感器/传感器接口904获取的测量值以存储代码、操作协议或其它操作信息。存储器装置909可为闪存、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、随机存取存储器(RAM)、固态装置(SSD)或其它类型的适当存储器装置。

[0116] 仍然参考图9，在一些实施例中，PV电力装置903可以包含安全装置907(例如，保险丝、断路器和剩余电流检测器)。安全装置907可以为无源或有源。举例来说，安全装置907可以包括一个或多个无源保险丝，所述无源保险丝安置在PV电力装置903内并且被设计成在一定电流流过它时熔断，断开PV电力装置903的部分以避免损坏。在一些实施例中，安全装置907可以包括有源断开开关，其被配置成从控制器(例如，控制器905或外部控制器)中接收命令以断开PV电力装置903的部分，或者被配置成响应于通过传感器测量到的测量值(例如，通过传感器/传感器接口904测量或获得的测量值)断开PV电力装置903的部分。在一些实施例中，PV电力装置903可以包括辅助电力电路908，其被配置成从耦接到PV电力装置903的电源中接收电力，并且输出适用于操作其它电路系统组件(例如，控制器905、通信装置911等)的电力。PV电力装置903的各种组件之间的通信、电耦接和/或数据共享可以在共用总线920上执行。

[0117] 仍然参考图9，在一些实施例中，PV电力装置903可以包括耦接在电力转换器900的输入之间的晶体管Q9。晶体管Q9可以受控制器905控制。如果检测到不安全状况，那么控制器905可以设置晶体管Q9接通，使到电力转换器900的输入短路。晶体管Q9可以结合图8的安

全开关802受到控制。当安全开关802和晶体管Q9断开时，图8的PV产生器801中的每一对断开，每个PV产生器在其输出终端处提供开路电压。当安全开关802和晶体管Q9接通时，图8的PV产生器801中的每一对是连接且短路的，所述对PV产生器提供约为零的电压到电力转换器900。在两种情境中，在所有系统位置处的安全电压可以得到维持，并且两个情境可以交错以在开路和短路PV产生器之间交替。这种操作模式可以允许到系统控制装置的连续电力供应，以及提供用于维持安全电压的备份机制(即，在安全开关802故障的情况下，晶体管Q9的操作可以允许持续的安全操作状况)。

[0118] 现在参考图10，其示出了根据说明性实施例的光伏(PV)系统。PV系统1000可以包括在接地总线与电力总线之间并联耦接的多个PV串1004。PV串1004中的每一个可以包括多个光伏产生器1001和多个PV电力装置1003。PV产生器1001可以与图8的PV产生器801类似或相同。在一些实施例中，电力总线和接地总线可以输入到系统电力装置1010，系统电力装置1010可以与图8的系统电力装置810类似或相同。

[0119] 光伏电力装置1003中的每一个可以包括四个输入终端：T1、T2、T3和T4。T1和T2可以耦接到第一PV产生器并且从第一PV产生器中接收电力，并且T3和T4可以耦接到第二PV产生器并且从第二PV产生器中接收电力。在一些实施例中，PV电力装置1003可以基本上与图8的PV电力装置803相同，其中增加的安全开关802集成到PV电力装置1003中并且连接在PV电力装置1003的终端T2和T3之间。

[0120] 现在参考图11A，其示出了根据说明性实施例的光伏电力装置。PV电力装置1103a可用作图10的PV电力装置1003。PV电力装置1103a可以包括与图8的PV电力装置803或图9的PV电力装置903类似或相同的PV电力装置。为方便起见，在图11A和图11B的说明性实施例中，将假定PV电力装置1103a包括图9的PV电力装置903。

[0121] PV电力装置1103a可以包括晶体管Q3、Q4和Q5。晶体管Q3到Q5可以是MOSFET、JFET、IGBT、BJT或其它合适的晶体管。对于图11A的说明性实施例，晶体管Q3到Q5将被假定为MOSFET。晶体管Q3可以连接在输入终端T2与输入终端T3之间。晶体管Q4可以连接在输入终端T2与输入终端T4之间。晶体管Q1可以连接在输入终端T1与输入终端T3之间。晶体管Q3到Q5可以通过例如PV电力装置903的控制器905的一个或多个控制器受到控制(例如，具有所提供的栅极信号)。包括PV电力装置1103a的元件可以通过外罩1108共同地包封。

[0122] 第一PV产生器(未明确地描绘)可以耦接在终端T1与终端T2之间，并且第二PV产生器(未明确地描绘)可以耦接在终端T3与终端T4之间。在正常操作状况之下，晶体管Q3可以接通，并且晶体管Q4和Q5可以断开。在这些状况下，两个光伏产生器可以串联连接，其中两个PV产生器的组合的串联电压提供在终端T1与终端T4之间。当检测到潜在不安全状况时，控制晶体管Q3的控制器可以转动Q3到断开状态，减少终端T1与终端T4之间的电压降。

[0123] 即使当晶体管Q3断开时，电力仍然可以提供在到PV电力装置903的输入处。举例来说，在一些实施例中，控制晶体管Q4和晶体管Q5的控制器可以在Q3断开时将Q4和Q5切换到接通状态，引起终端T1到终端T3短路，并且终端T2到终端T4短路。在这些状况下，第一光伏产生器和第二光伏产生器可以在终端T1与T4之间并联耦接，允许PV电力装置903从PV产生器中汲取电力(例如，用于为例如控制器905、通信装置911、辅助电力电路908和图9中描绘的其它装置的装置供电)。在一些实施例中，Q4或Q5可能并不包含于PV电力装置1103a中。举例来说，可能并不包含Q4，在此情况下当Q3断开时通过转动Q5到接通位置，电力通过单个PV

产生器(耦接在T3与T4之间)被提供到PV电力装置903。类似地,可能并不包含Q5,在此情况下当Q3断开时通过转动Q4到接通位置,电力通过单个PV产生器(耦接在T1与T2之间)被提供到PV电力装置903。

[0124] 现在参考图11B,其示出了根据说明性实施例的光伏电力装置。PV电力装置1103b可用作图10的PV电力装置1003。PV电力装置1103b可以包括与图8的PV电力装置803或图9的PV电力装置903类似或相同的PV电力装置。为方便起见,在图11A和图11B的说明性实施例中,将假定PV电力装置1103a包括图9的PV电力装置903。

[0125] 晶体管Q6可以与图11A的晶体管Q3类似或相同。PV电力装置1103b可进一步包括二极管D3和二极管D4。在节点N1处二极管D3的阳极可以耦接到终端T3并且二极管D3的阴极可以耦接到PV电力装置903的正输入。在节点N1处二极管D4的阳极可以耦接到终端T1并且二极管D3的阴极可以耦接到PV电力装置903的正输入。包括PV电力装置1103b的元件可以通过外罩1108共同地包封。

[0126] 仍然参考图11B,第一PV产生器(未明确地描绘)可以耦接在终端T1与终端T2之间,并且第二PV产生器(未明确地描绘)可以耦接在终端T3与终端T4之间。在正常操作状况之下,晶体管Q3可以接通,连接终端T2和终端T3。在终端T1处的电压可以高于在终端T2处的电压(例如,如果PV产生器的正输出耦接到终端T1并且PV产生器的负输出耦接到终端T2),因此二极管D4可以正向偏置并且二极管D3可以反向偏置。在节点N1处的电压可以约为在终端T1处的电压(假定跨越二极管D4的不显著的电压降),引起输入到PV电力装置903的电压约与终端T1和终端T4之间的电压相等。

[0127] 当检测到潜在不安全状况时,控制晶体管Q6的控制器可以转动Q6到断开状态,断开终端T2和终端T3的耦接。在节点N1处的电压可以是在终端T1处的电压或在终端T3处的电压,是两个中较大的。虽然在节点N1处的电压可能并不是预先确定的,但是在任一可能的情境中,PV产生器可以耦接到PV电力装置903的输入,提供电力到PV电力装置903(例如,用于为例如控制器905、通信装置911、辅助电力电路908和图9中描绘的其它装置的装置供电)。

[0128] 现在参考图12,其示出了根据说明性实施例的光伏(PV)系统。PV系统1200可以包括并联耦接在接地总线与电力总线之间的多个PV串1204。PV串1204中的每一个可以包括多个光伏产生器1201、多个安全开关1202和多个PV电力装置1203。PV产生器1001可以与图8的PV产生器801类似或相同。在一些实施例中,电力总线和接地总线可以输入到系统电力装置1210,系统电力装置1210可以与图8的系统电力装置810类似或相同。

[0129] 每个PV电力装置1203可以被设计成耦接到一个以上PV电力产生器1201。举例来说,在PV系统1200中,每个PV电力装置1203(除了耦接到电力总线的PV电力装置之外)耦接到两个PV电力产生器并且耦接到两个安全开关1202,其中每个安全开关1202(除了耦接到接地总线的安全开关1202之外)耦接到两个PV产生器1201和两个PV电力装置1203。

[0130] 在正常操作状况之下,每个PV电力装置1203可以从两个PV产生器1201中接收电力,并且可以沿着PV串1204朝向电力总线转送电力。在正常操作状况之下,每个安全开关1202可以提供两个PV产生器1201之间的连接并且可以提供两个PV电力装置1203之间的连接以用于沿着PV串1204转送电力。举例来说,在正常操作状况之下,安全开关1202a提供PV产生器1201a与PV产生器1201b之间的连接。PV电力装置1203a可以接收由PV产生器1201a和PV产生器1201b产生的电力,其中安全开关1202b安置在PV电力装置1203a与PV电力装置

1203b之间,向PV电力装置1203a提供用于转发电力到PV电力装置1203b的连接。类似地,安全开关1202b提供PV产生器1201c与PV产生器1201d之间的连接,其中PV电力装置1203b从PV产生器1201c和PV产生器1201d中接收电力。

[0131] 在不安全状况的情况下,安全开关1202a可以操作以从PV产生器1201b中断开PV产生器1201a,并且从接地总线中断开PV电力装置1203a。类似地,安全开关1202b可以操作以从PV产生器1201d中断开PV产生器1201c,并且断开PV电力装置1203a和PV电力装置1203b。以此方式操作安全开关1202可以将PV系统1200中的各个位置处的电压降低到安全电压电平。

[0132] 现在参考图13A,其示出了说明根据说明性实施例的安全开关1205。安全开关1205可以包括终端T1到终端T4、晶体管(例如,MOSFET)Q7和晶体管Q8、电容器C4和电容器C5,以及电感器L4和电感器L5。电感器L4可以提供在终端T3与终端T1之间以减少从终端T1流动到终端T3的电流中的波纹和/或尖峰,并且电感器L5可以提供在终端T4与中点节点X之间以减少从晶体管Q7流动到终端T4的电流中的波纹和/或尖峰。在一些实施例中,可能并不提供电感器L4和电感器L5。在一些实施例中,晶体管Q7和晶体管Q8可以由替代的切换元件替换,例如,IGBT、BJT、JFET或其它切换元件。电容器C4可以耦接在终端T1与终端T2之间。晶体管Q7可以耦接在终端T2与中点节点X之间,并且电容器C5可以耦接在终端T1与中点节点X之间。晶体管Q8可以与电容器C5并联耦接在终端T1与中点节点X之间。在一些实施例中,可能并不提供电容器C5和/或电容器C4。

[0133] 在正常系统操作期间,晶体管Q7可以保持在接通状态中,并且晶体管Q8可以处于断开状态。电容器C5可随后与电容器C4并联,并且第一PV产生器可以耦接在终端T1与终端T2之间,施加电压到电容器C4和C5并且在终端T1和终端T2处提供电力。终端T4可以耦接到第二PV产生器的输出终端,并且终端T3可以耦接到PV电力装置1203的输入终端。在终端T1和终端T2处到安全开关1205的电力输入可以在终端T3和终端T4处输出到第二PV产生器和PV电力装置1203。

[0134] 晶体管Q7和晶体管Q8可以通过与图7A的控制器710类似或相同的控制器(未明确地描绘)受到控制。在一些实施例中,控制器可以通过电容器C4供电(例如,控制器输入电力终端可以耦接到终端T2或终端T1以用于从电容器C4中接收电力)。安全开关1205可进一步包括通信装置(例如,与图3的通信装置305类似或相同)以用于从系统控制装置中接收操作命令。

[0135] 当检测到不安全状况时,控制器可以将晶体管Q7切换到断开状态并且将晶体管Q8切换到接通状态。电容器C5可以通过晶体管Q8短路,而电容器C4可以维持施加在终端T1与终端T2之间的电压。

[0136] 现在参考图13B,其示出了根据一个说明性实施例的光伏电力装置的内部电路系统中的一些。在一些实施例中,PV电力装置1203可以包括降压+升压式DC/DC转换器的变体。电力装置可以包含具有两个输入终端(表示为Vin和共用)以及输出相同电压Vout的两个输出终端的电路。输出电压与共用终端有关。电路可以包含耦接在共用终端与Vin终端之间的输入电容器Cin、耦接在共用终端与Vout终端之间的输出电容器。电路可以包含用于参考的两个中心点。电路可以包含多个开关(例如,MOSFET晶体管)Q11、Q12、Q13和Q14,其中Q11连接在Vin与第一中心点之间,且Q12连接在共用终端与第一中心点之间。Q13可以连接在Vout

终端与第二中心点之间,且Q14可以连接在共用终端与第二中心点之间。电路可进一步包含耦接在两个中心点之间的电感器L6。

[0137] PV电力装置1203中的降压+升压式DC/DC转换器的操作可以不同地配置。如果需要小于其输入电压的输出电压,那么Q13可静态地接通,Q14可静态地断开,且其中Q11和Q12以互补方式彼此脉冲宽度调制(PWM)切换,电路暂时等效于降压式转换器,且输入电压被降压。如果需要高于其输入电压的输出电压,那么Q11可静态地接通,Q12可静态地断开,且其中Q13和Q14以互补方式彼此PWM切换,输入电压被升压。通过交错切换开关Q11和Q12,电路可将输入电压Vin转换为输出电压Vout。如果电流通过Vin和共用终端输入到电路,且跨越电容器Cin和Cout的电压降相应地为大约恒定的电压Vin和Vout,那么输入到电路的电流在电感器L6处组合以形成等于Vin和共用终端处输入的电流的总和的电感器电流。电感器电流可归因于对电容器Cin和Cout的充电和放电而含有波纹,但如果跨越电容器Cin和Cout的电压降大约恒定,那么电容器上的电压波纹较小,且类似地,电感器电流波纹可较小。电感器电流可由所述对输出终端Vout输出。在一些实施例中,视需要,可包含单个输出终端,且系统设计者可在外部拆分输出终端(即,在PV电力装置电路外部)。

[0138] 在说明性实施例中,PV电力装置1203可以与图9的PV电力装置903类似或相同,其中图9的电力转换器900包括图13B的降压+升压式转换器。在一些实施例中,将输入到PV电力装置1203的电压升压可能并不是必要的,在此情况下PV电力装置1203可以包括类似于图13B的降压+升压式转换器的降压式转换器,其中开关Q14被移除(即,由开路替换)并且开关Q13被导线替换(即,将Vout终端连接到第二中心点)。

[0139] 返回参考图12,安全开关1202b可以耦接到光伏产生器1201c和光伏产生器1201d,并且耦接到PV电力装置1203a和PV电力装置1203b。终端T2可以连接到PV产生器1201c的正输出,并且终端T4可以连接到PV产生器1201d的负输出。终端T1可以耦接到PV电力装置1203a的第一Vout终端,并且终端T3可以耦接到PV电力装置1203b的共用终端。PV产生器1201d的正输出终端可以耦接到PV电力装置1203b的Vin终端,并且PV产生器1201c的负输出终端可以耦接到PV电力装置1203a的第二Vout终端。在正常操作状况之下,PV产生器1201c和PV产生器1201d串联耦接,PV产生器1201c和PV产生器1201d的组合电压输入在PV电力装置1203b的共用终端与Vin终端之间。如果检测到不安全状况,那么安全开关1202b可以断开终端T2与终端T4之间的连接(例如,通过设置图13A的晶体管Q7断开)并且耦接终端T3与终端T4(例如,通过设置图13A的晶体管Q8接通)。因此,PV产生器1201d可以耦接在PV电力装置1203b的共用终端与Vin终端之间,并且PV产生器1201c可以耦接在安全开关1202b的终端T1与终端T2之间。

[0140] 在图12中说明的系统拓扑结构可以提供某些优点。举例来说,在正常系统操作期间,两个PV产生器1201提供组合的电压和电力到PV电力装置1203,需要减少数量的PV电力装置来处理由PV产生器产生的电力。此外,在正常操作期间且在潜在不安全状况期间连续的操作电力(即,用于为例如控制器和晶体管的装置组件供电的电力)被提供到所有PV电力装置1203和安全开关1202。

[0141] 现在参考图14,其示出了根据说明性实施例的一连串的光伏装置的部分。链条1400可以包括多个PV电力装置1203和多个安全开关1202。每个安全开关1202可以使用在两个PV电力装置1203之间的导体连接。安全开关1202的终端T1可以连接到第一PV电力装置的

Vout终端，并且安全开关1202的终端T3可以连接到第二PV电力装置的共用终端。终端T2和终端T4可以是经由与图4A的连接器406和连接器407类似或相同的外部连接器可访问的。类似地，每个PV电力装置1203的Vout终端和Vin终端可以是经由与图4A的连接器406和连接器407类似或相同的外部连接器可访问的。将PV电力装置终端(例如，共用终端)连接到安全开关终端(例如，终端T3)的导体可以经大小设定以有助于将链条1400连接到多个PV产生器，如图12中所描绘。举例来说，在PV产生器通常是1米到2米宽的场所中，安置在安全开关1202与PV电力装置1203之间的每个导体可以是约1米到2米长。链条1400可以是组装的并且作为单个单元销售，在构建与图12的PV系统1200类似或相同的PV设备时节省成本和时间。

[0142] 参考图15，示出了在智能手机、平板计算机、计算机、工作站、移动装置(例如，蜂窝装置)和/或类似计算装置上运行的说明性应用程序。应用程序可以提供安置在电力系统(例如，图1的PV系统100)中的安全开关的列表。应用程序可以指示每个安全开关的序列号或其它识别信息，以及所耦接的PV产生器的识别信息和/或每个安全开关所耦接到的PV串的识别信息。在一些实施例中，应用程序可以指示每个安全开关的状态和/或一个或多个安全开关的电气参数，例如，跨越一个或多个安全开关的电压或穿过一个或多个安全开关的电流。在一些实施例中，应用程序可以提供触摸屏按钮或类似输入控制器以用于控制一个或多个开关的状态。举例来说，激活按钮151可以将相关联的安全开关移动到断开状态，并且激活按钮152可以将相关联的安全开关移动到接通状态。激活按钮153可以将所有安全开关移动到断开状态，并且激活按钮154可以将所有安全开关移动到接通状态。在一些实施例中，激活按钮151到激活按钮154可以基于用户访问级别受到限制。举例来说，应用程序可以使得按钮151到按钮154能够仅在“安装者/管理者”模式中运行时限制单纯的用户的动作。

[0143] 仍然参考图15，激活按钮155可以使得用户能够重新配置阈值。举例来说，可以指示电弧状况且触发系统响应(例如，移动一个或多个安全开关到断开状态)的电气电压、电流或电力阈值可以通过使用图15的应用程序的用户重新配置。激活按钮156可以显示由应用程序表示的电力系统的图形布局，包含一个或多个安全开关的物理位置细节。激活按钮157可以下载电流或过去操作系统数据，例如，安全开关的状态，和/或通过安全开关测量的电参数测量值。取决于用户授权的水平，按钮155到按钮157可以类似地受到限制。

[0144] 图15的应用程序可以经由无线通信(例如，蜂窝通信或通过互联网)直接地与安全开关通信。在一些实施例中，应用程序可以与系统电力装置(例如，图1的系统电力装置110)通信，其中系统电力装置被配置成经由无线通信或有线通信(例如，电力线通信)中继应用程序与安全开关之间的通信。

[0145] 在本文中所揭示的说明性实施例中，光伏产生器被用作可以利用所揭示的新颖特征的电源的实例。每个PV产生器可以包括一个或多个太阳能电池，一个或多个太阳能电池串，一个或多个太阳能电池子串，一个或多个太阳能面板，一个或多个太阳能叠瓦，或其组合。根据本发明的各方面，除了光伏产生器之外或替代于光伏产生器，电源还可以包含电池、飞轮、风力涡轮机或水电涡轮机、燃料电池或其它能源。使用PV产生器的本文中所揭示的系统、设备和方法可以同样适用于使用额外电源的替代系统，并且这些替代系统包含在本文中所揭示的实施例中。

[0146] 应注意，本文中在元件之间阐述各种连接。这些连接一般描述为直接或间接连接，并且除非另外规定，否则这些连接可以是直接或间接连接；本说明书并不意图在这方面进

行限制。另外，相对于一个实施例所描述的元件和/或特征可以与来自其它实施例的元件和/或特征在合适的组合或子组合中进行组合。举例来说，一个实施例的PV电力装置电路系统可以与不同实施例的电力装置电路系统进行组合和/或交换。举例来说，PV电力装置903的晶体管Q9可以安置在接线盒511的电连接512与电连接513之间并且操作以使到图5A的PV产生器101的输入短路。

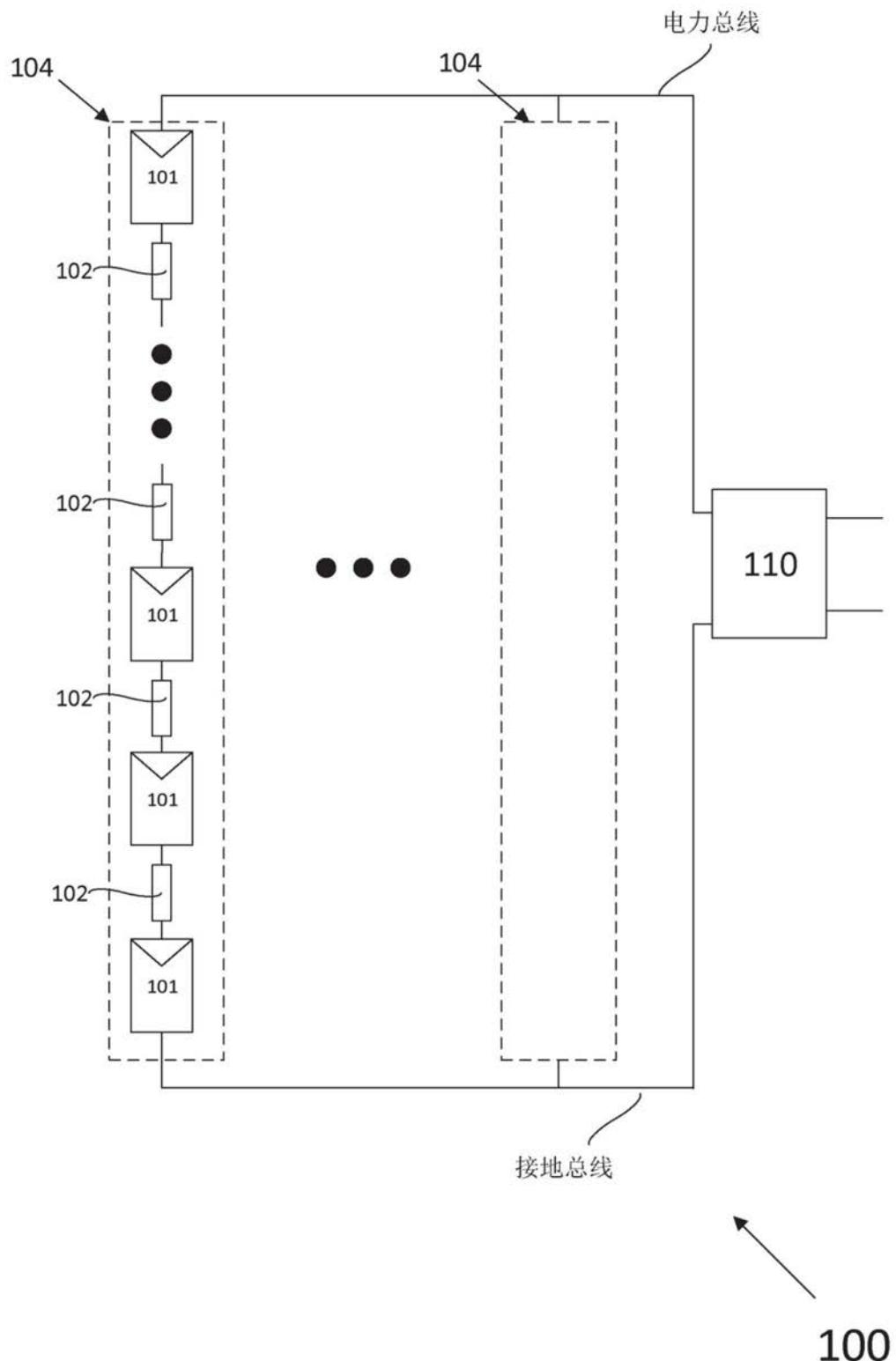


图1A

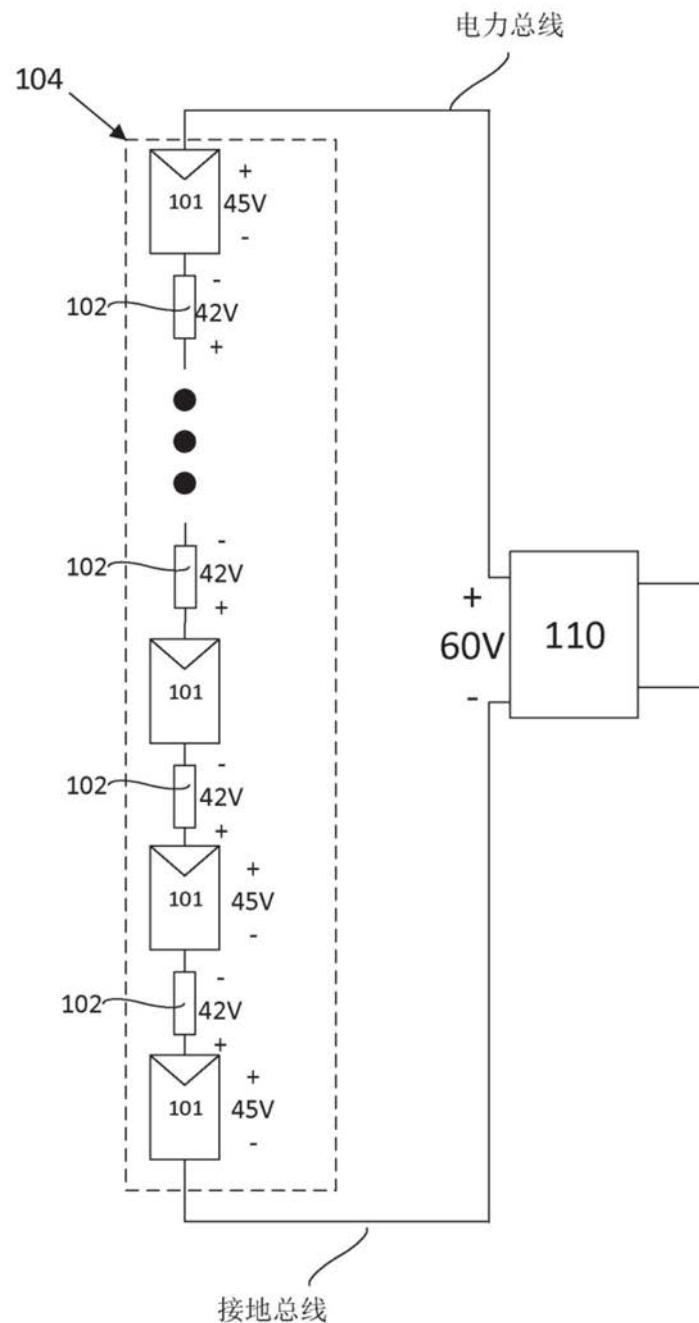


图1B

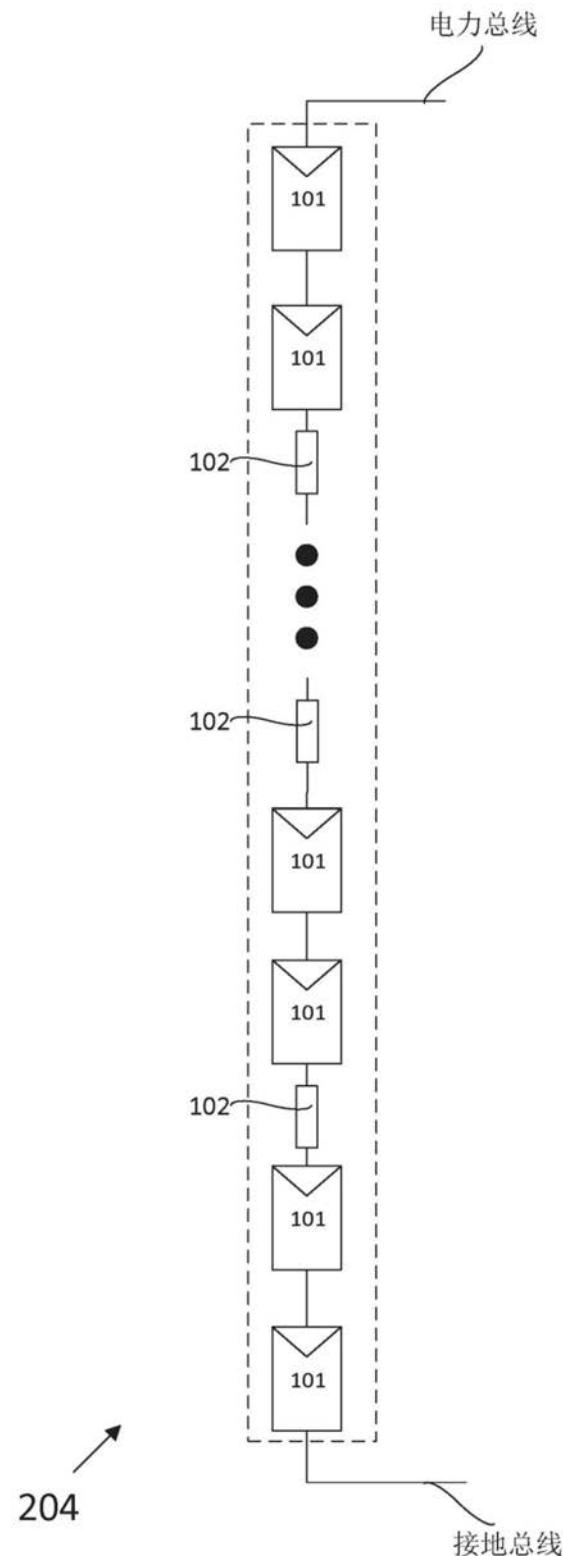


图2

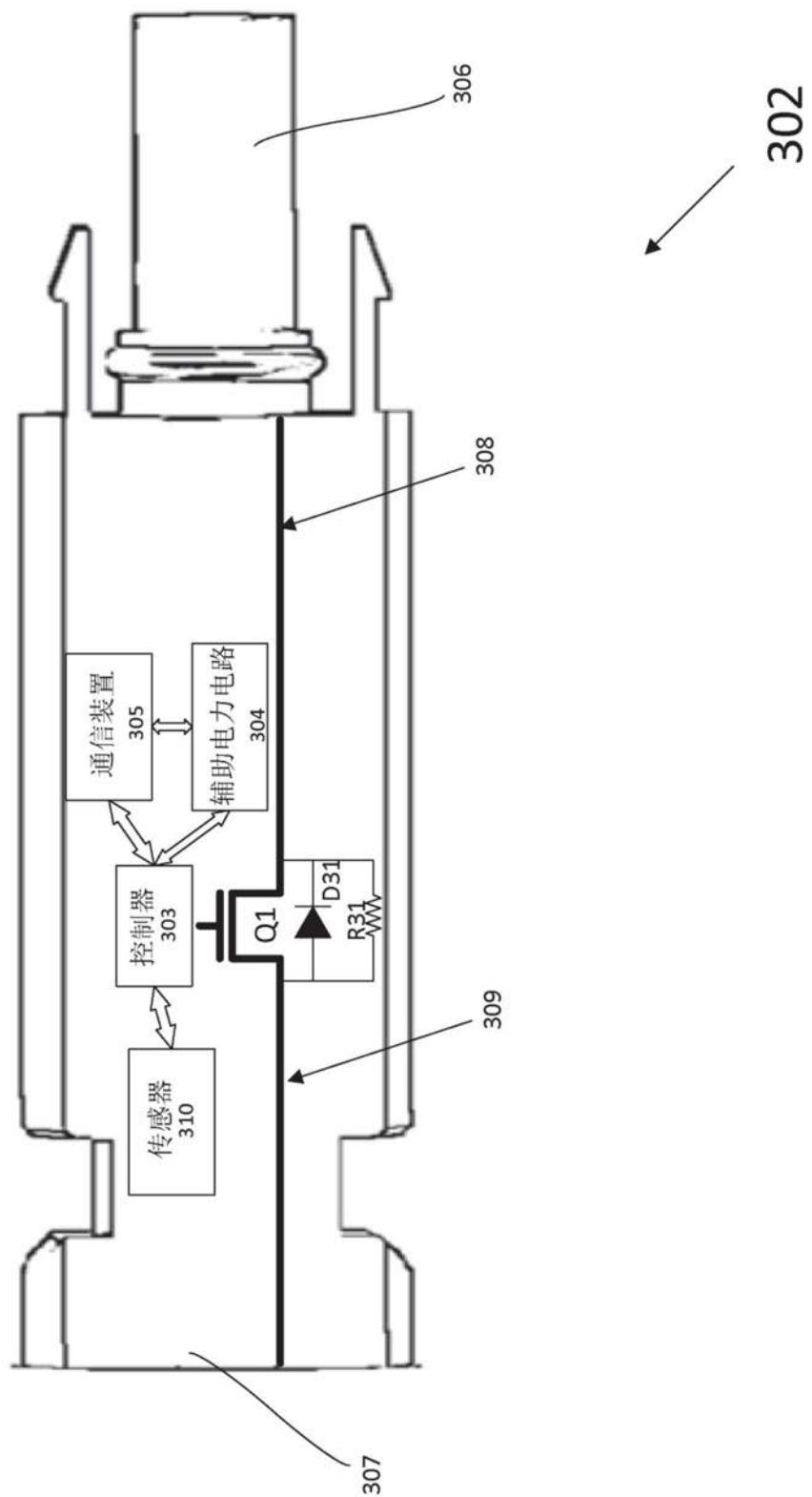


图3

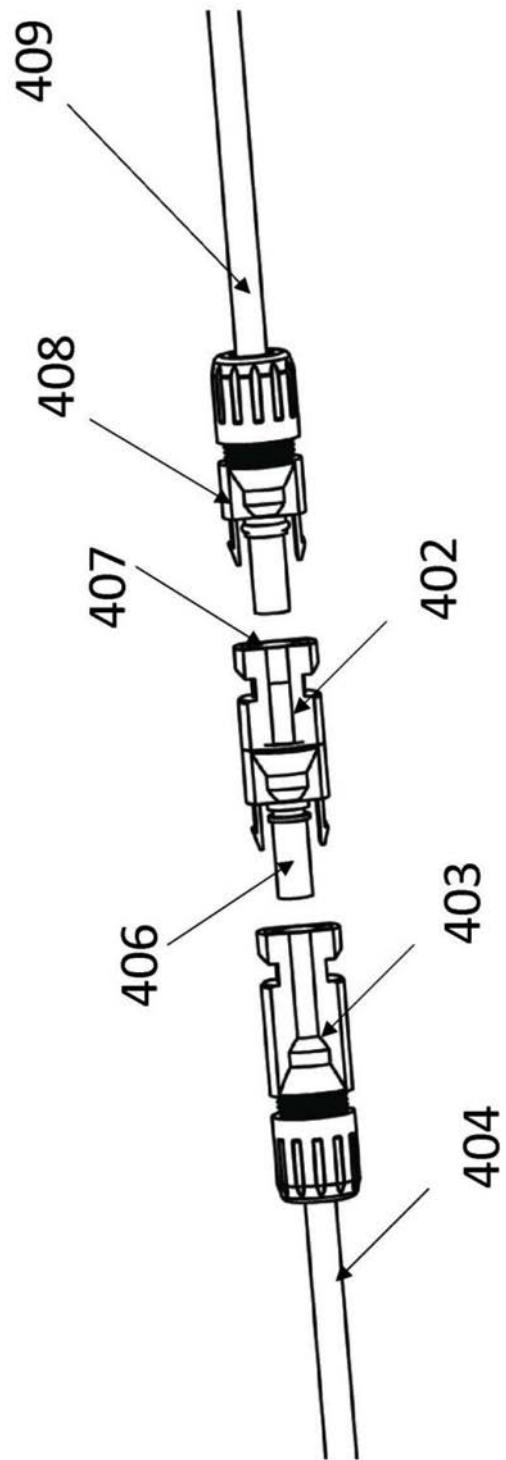


图4A

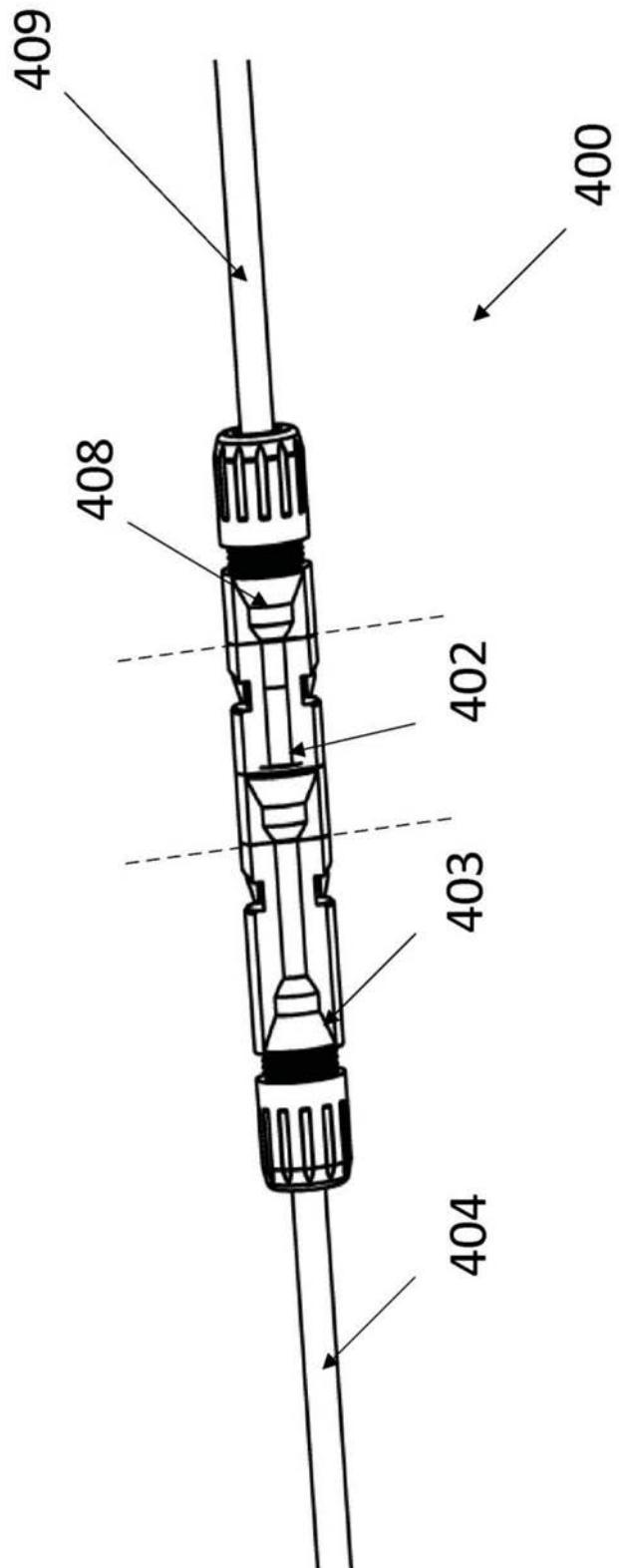


图4B

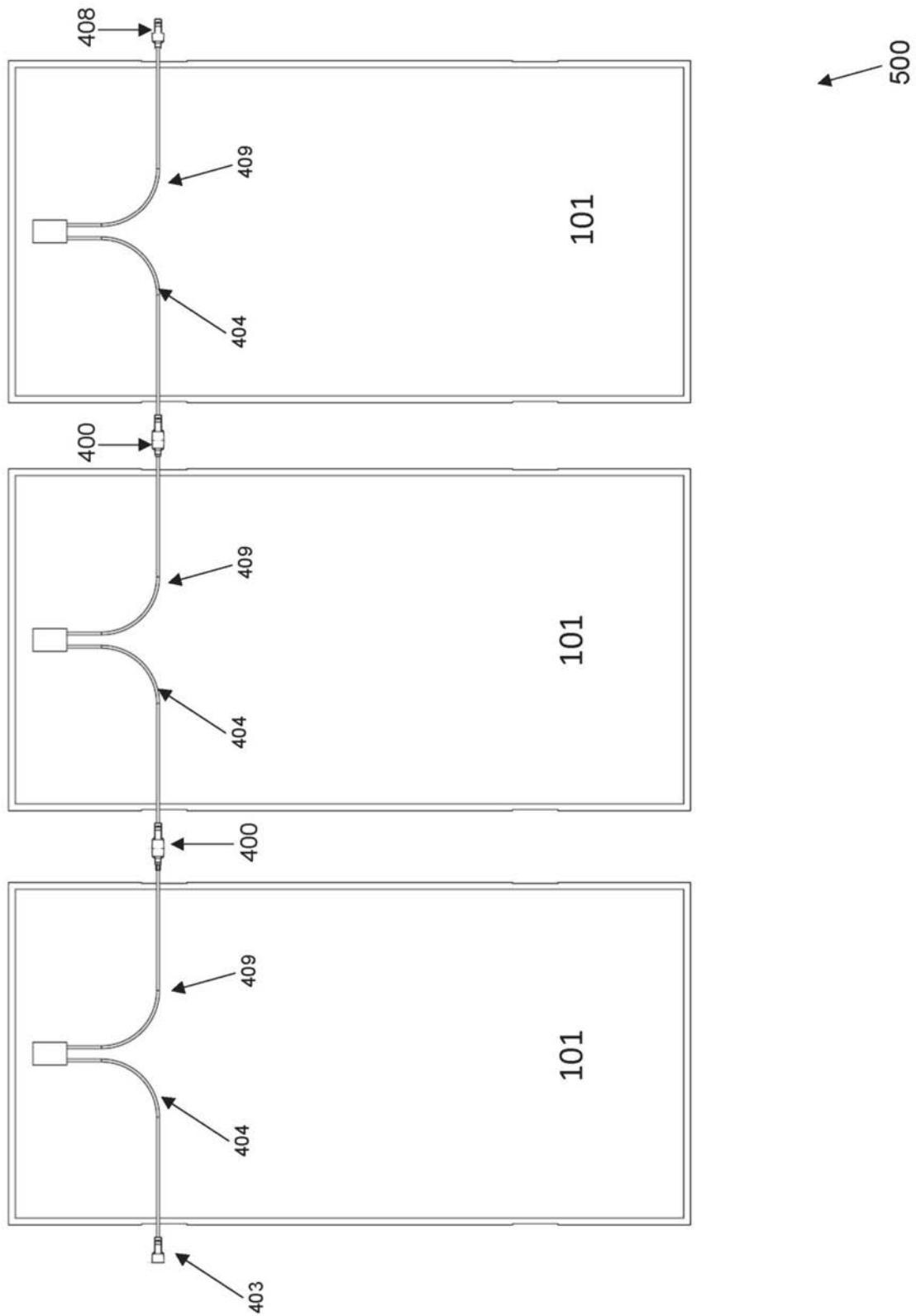


图5A

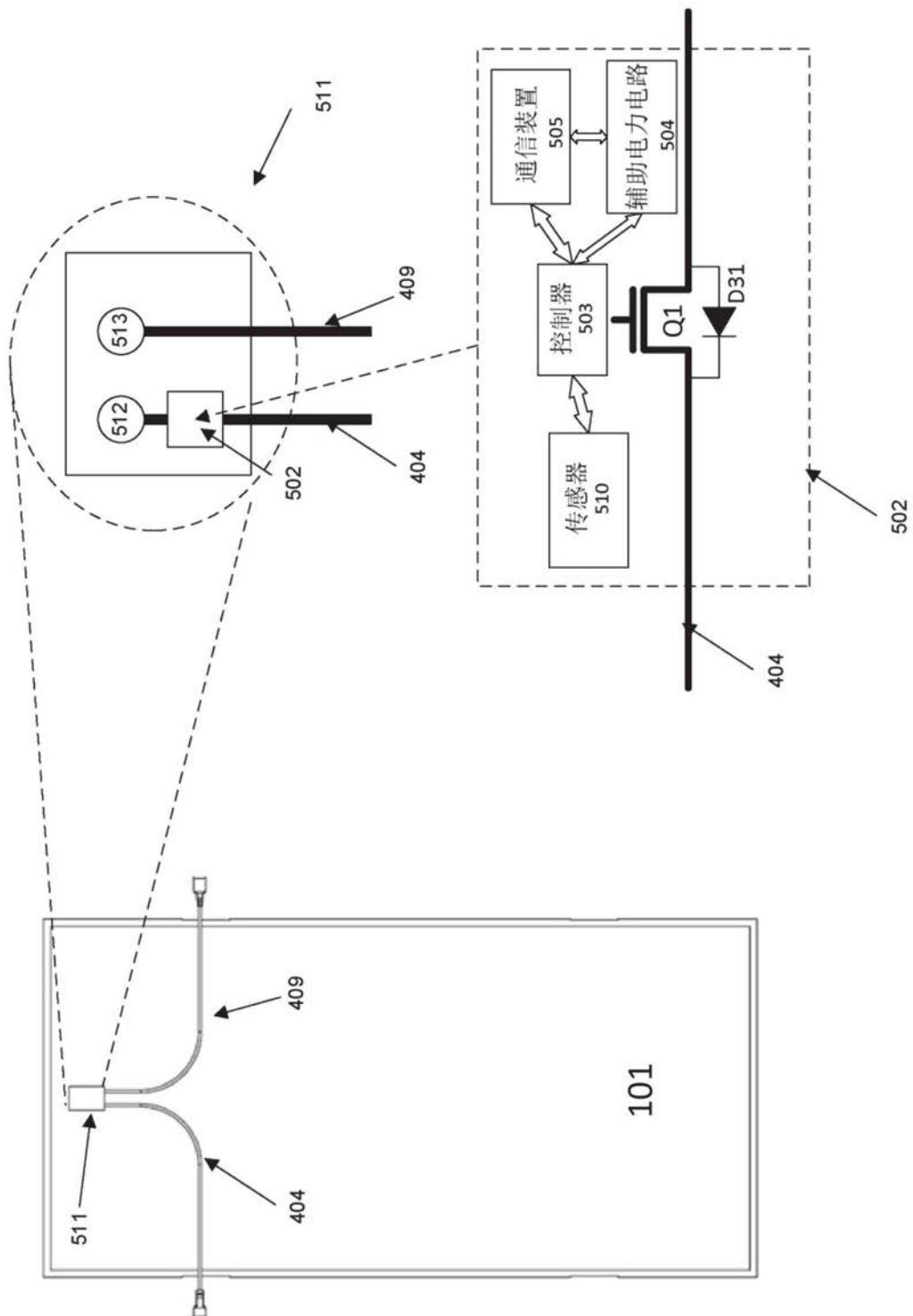


图5B

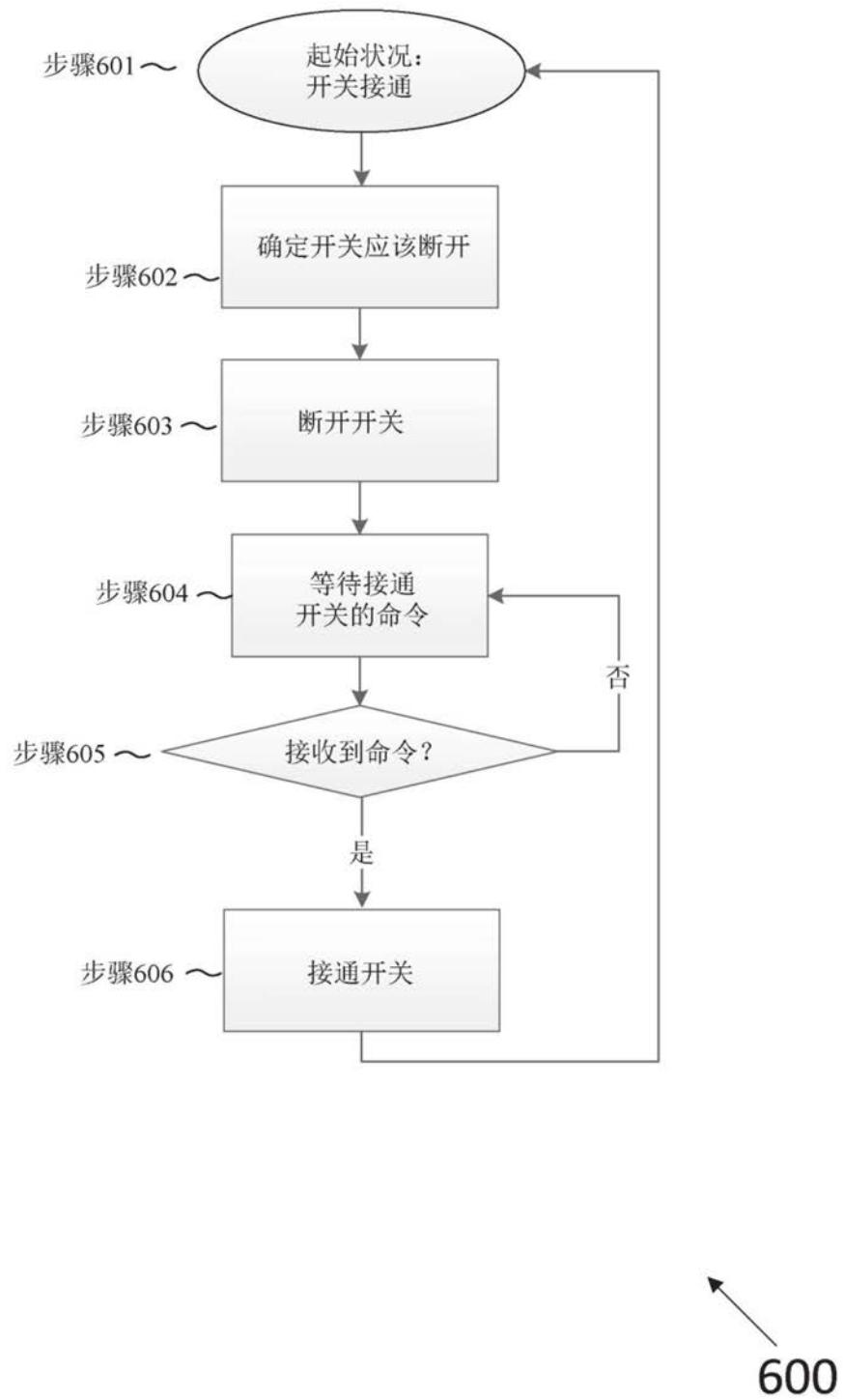


图6

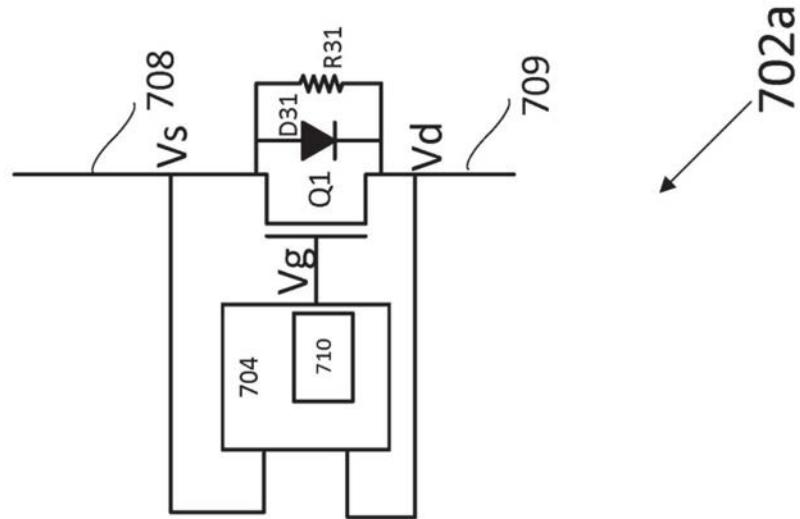


图7A

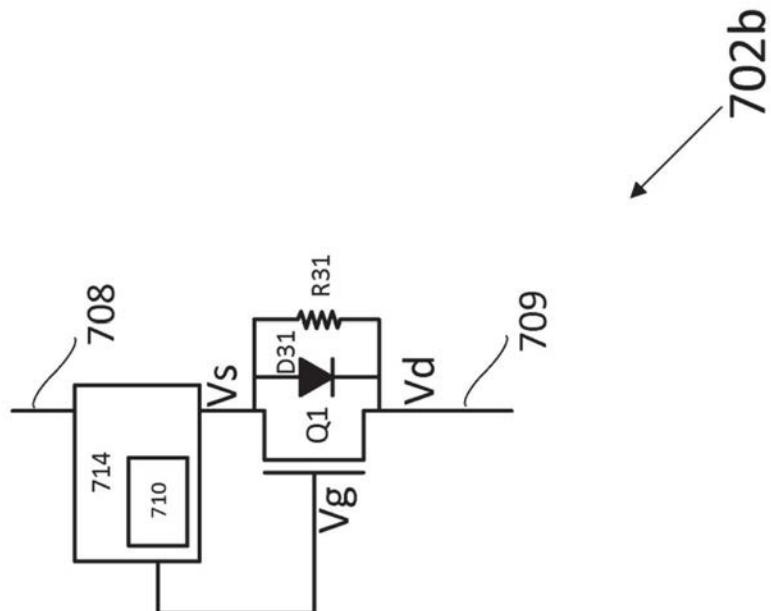


图7B

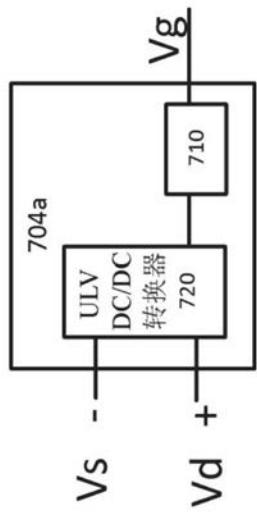


图7C

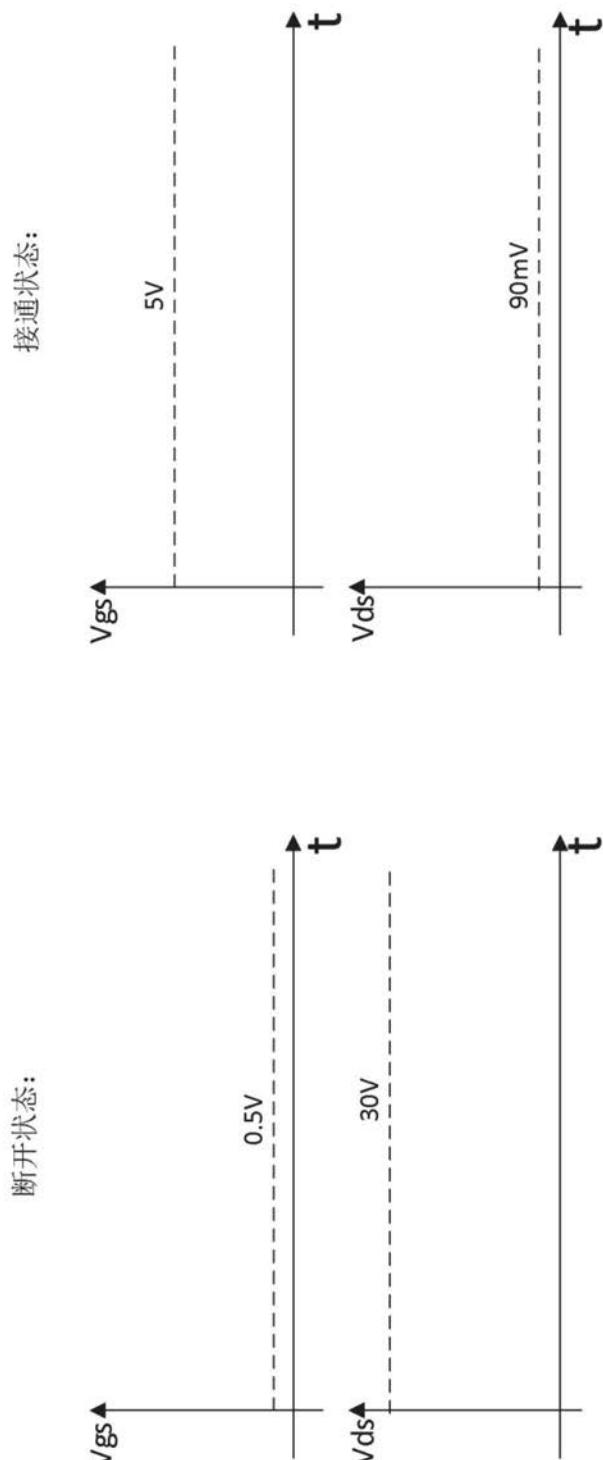


图7D

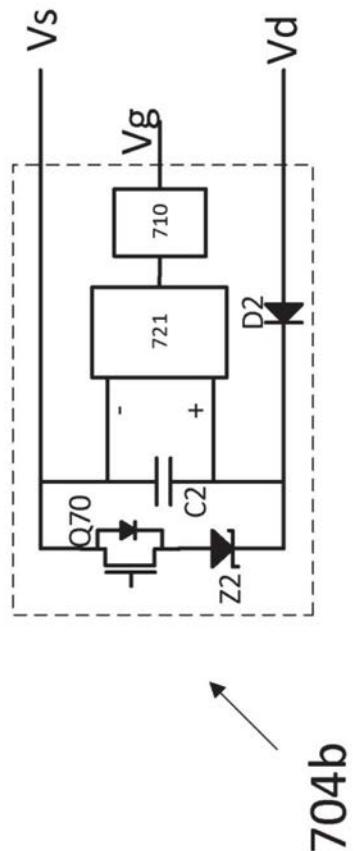


图7E

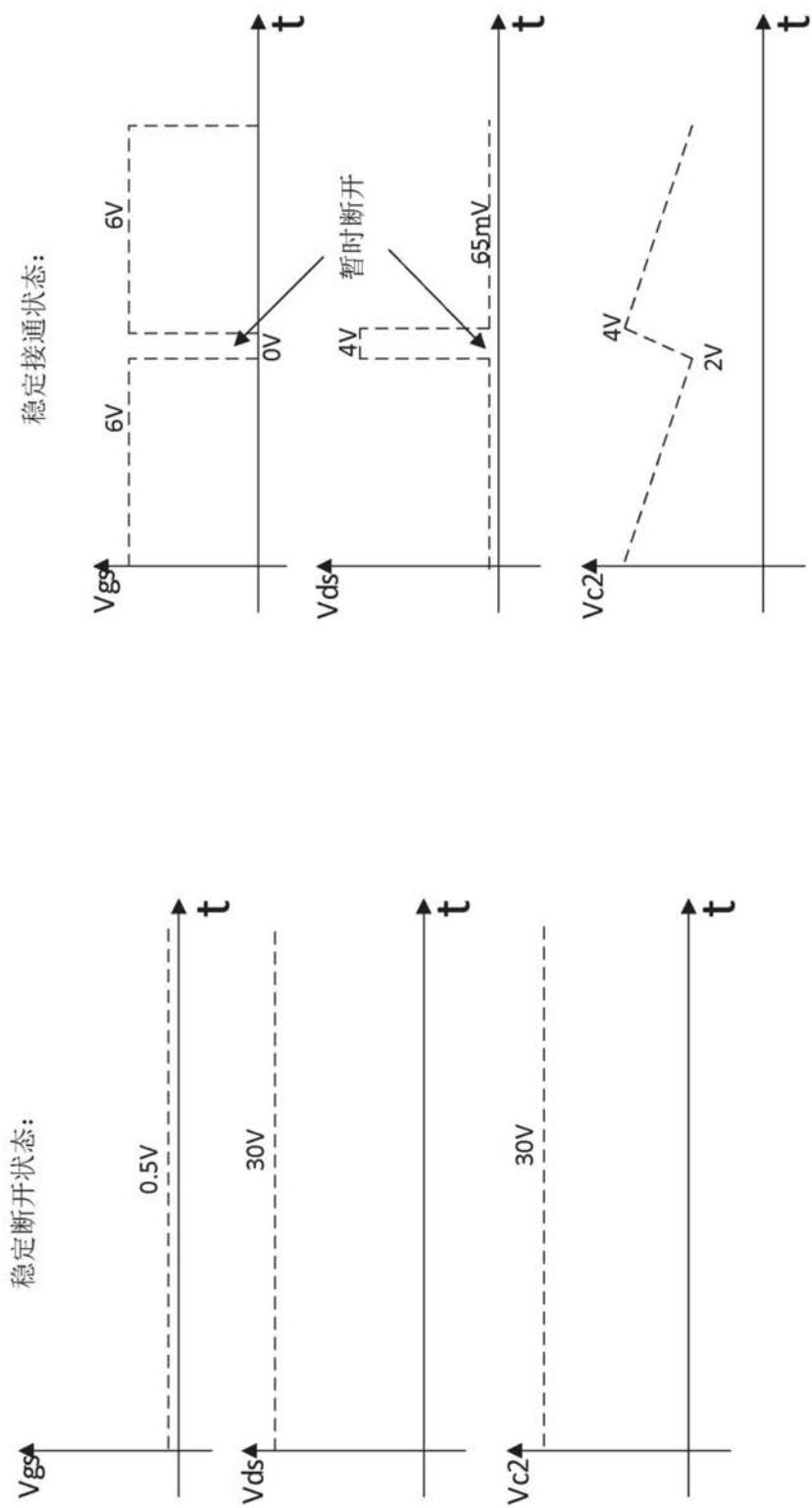


图7F

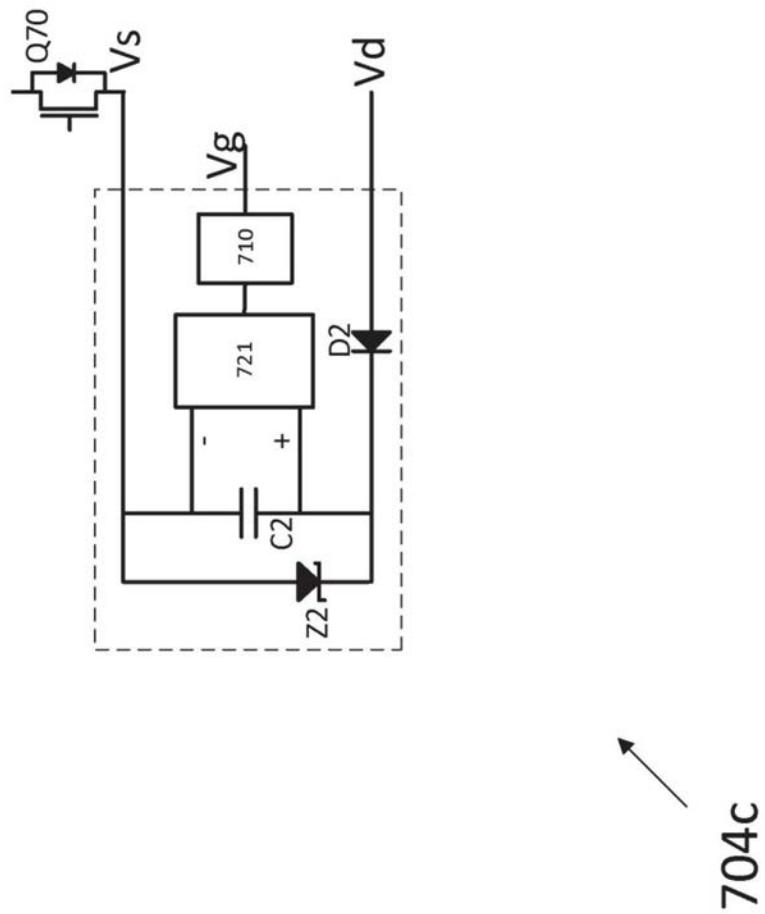


图7G

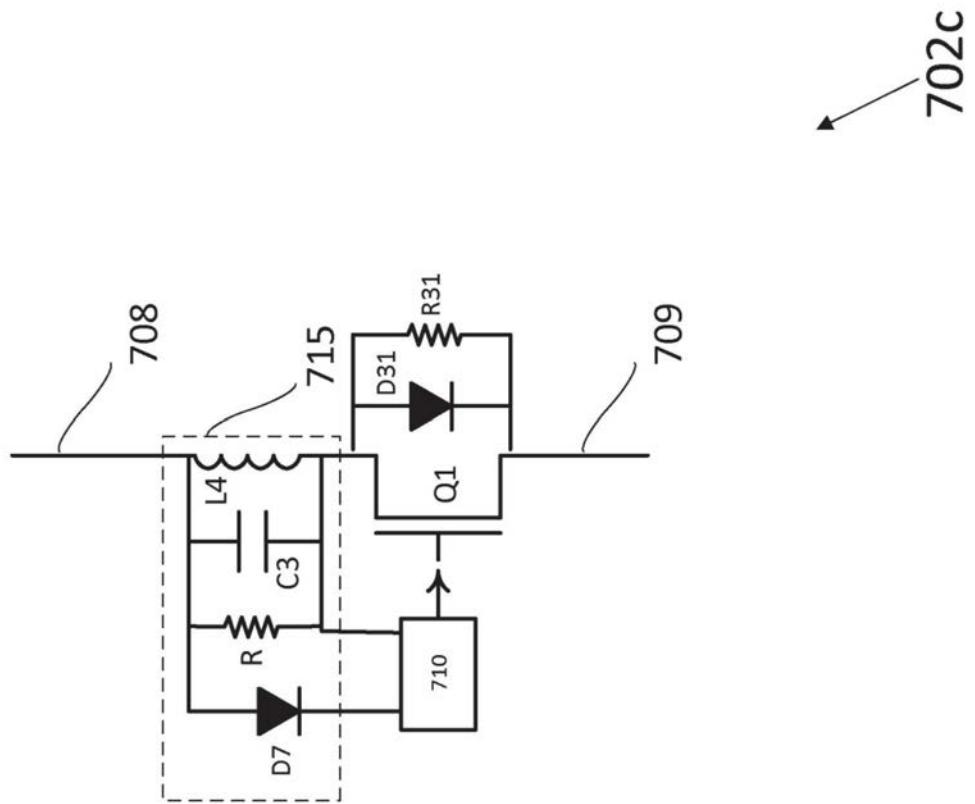


图7H

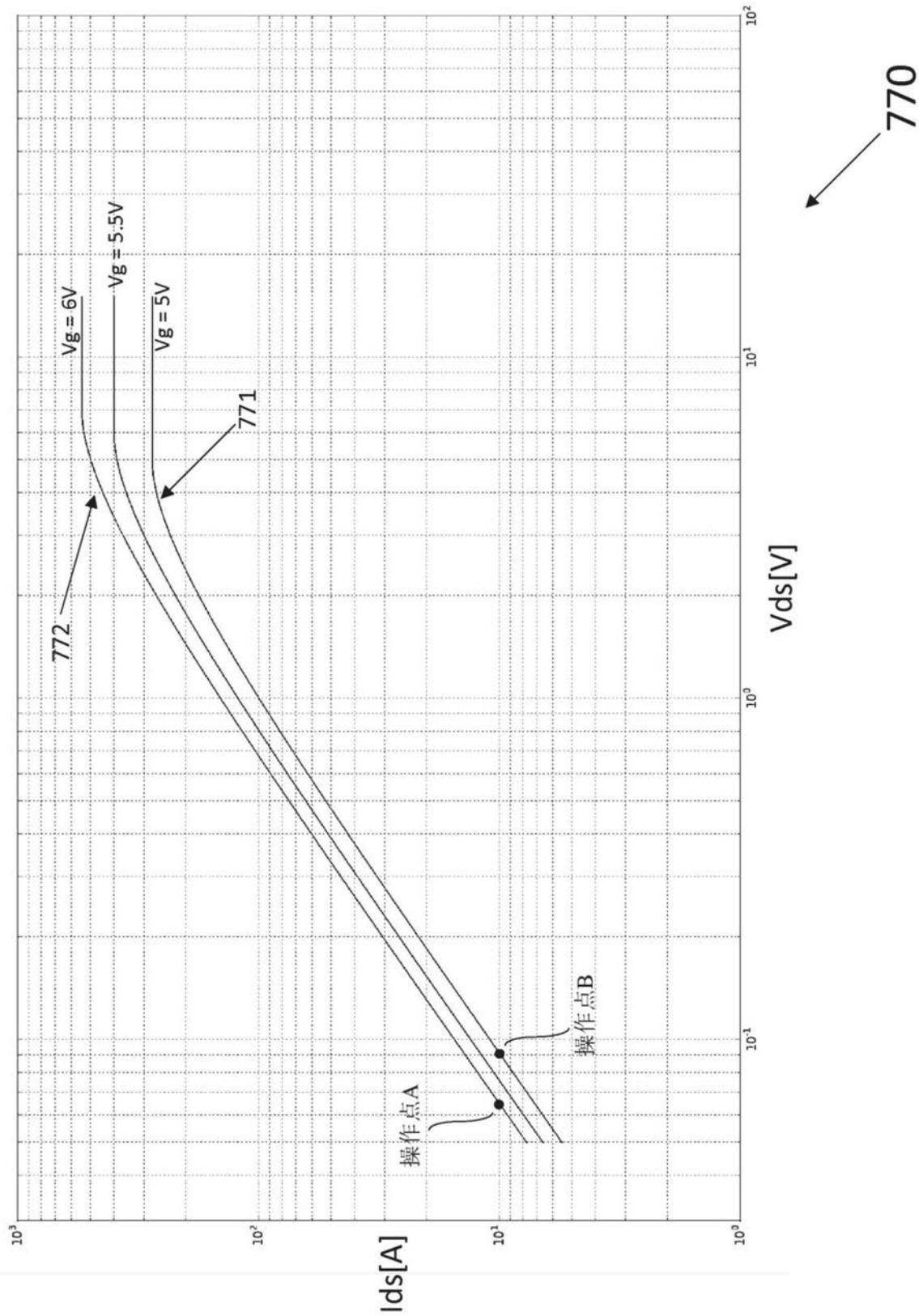


图7I

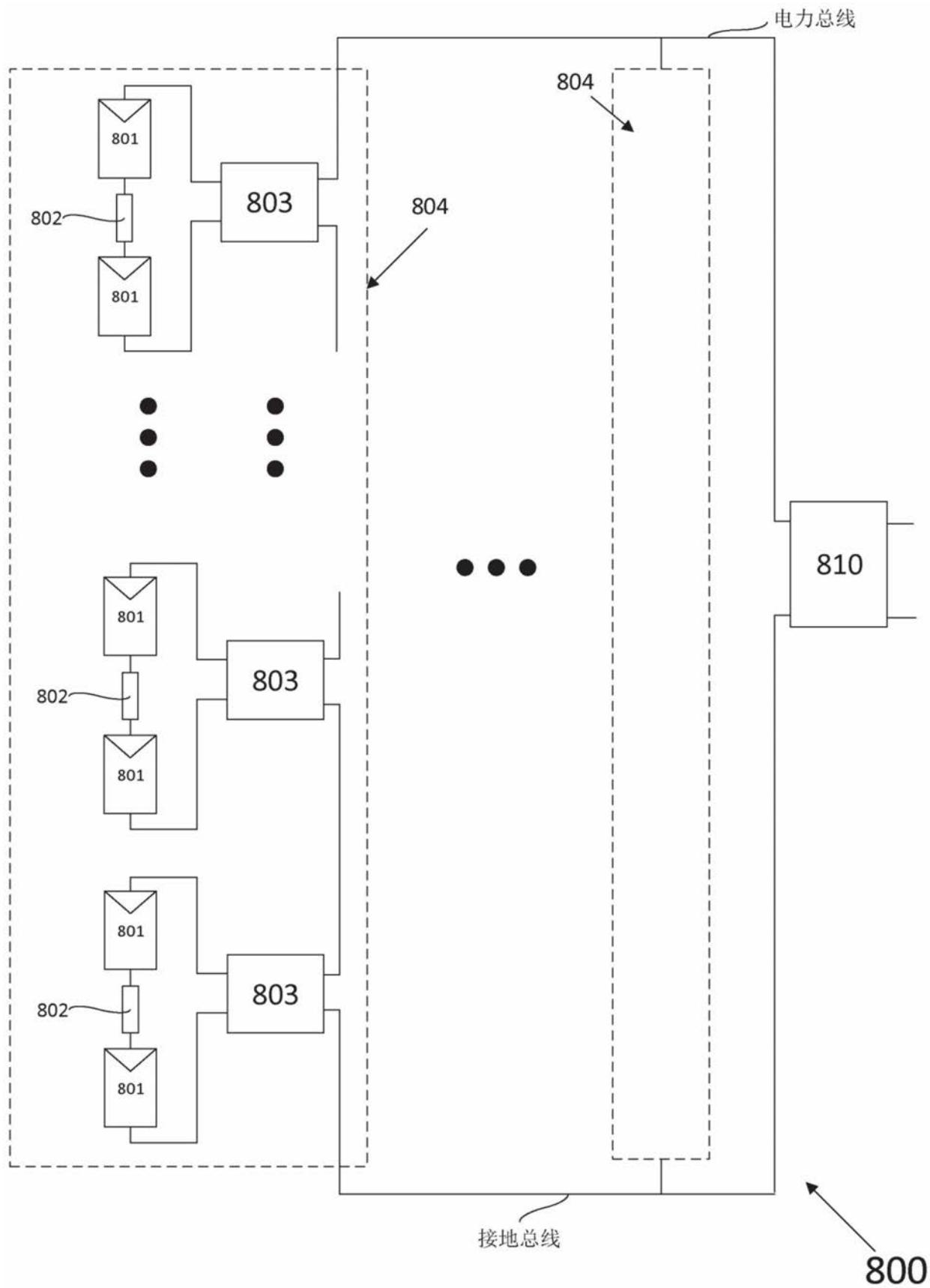


图8

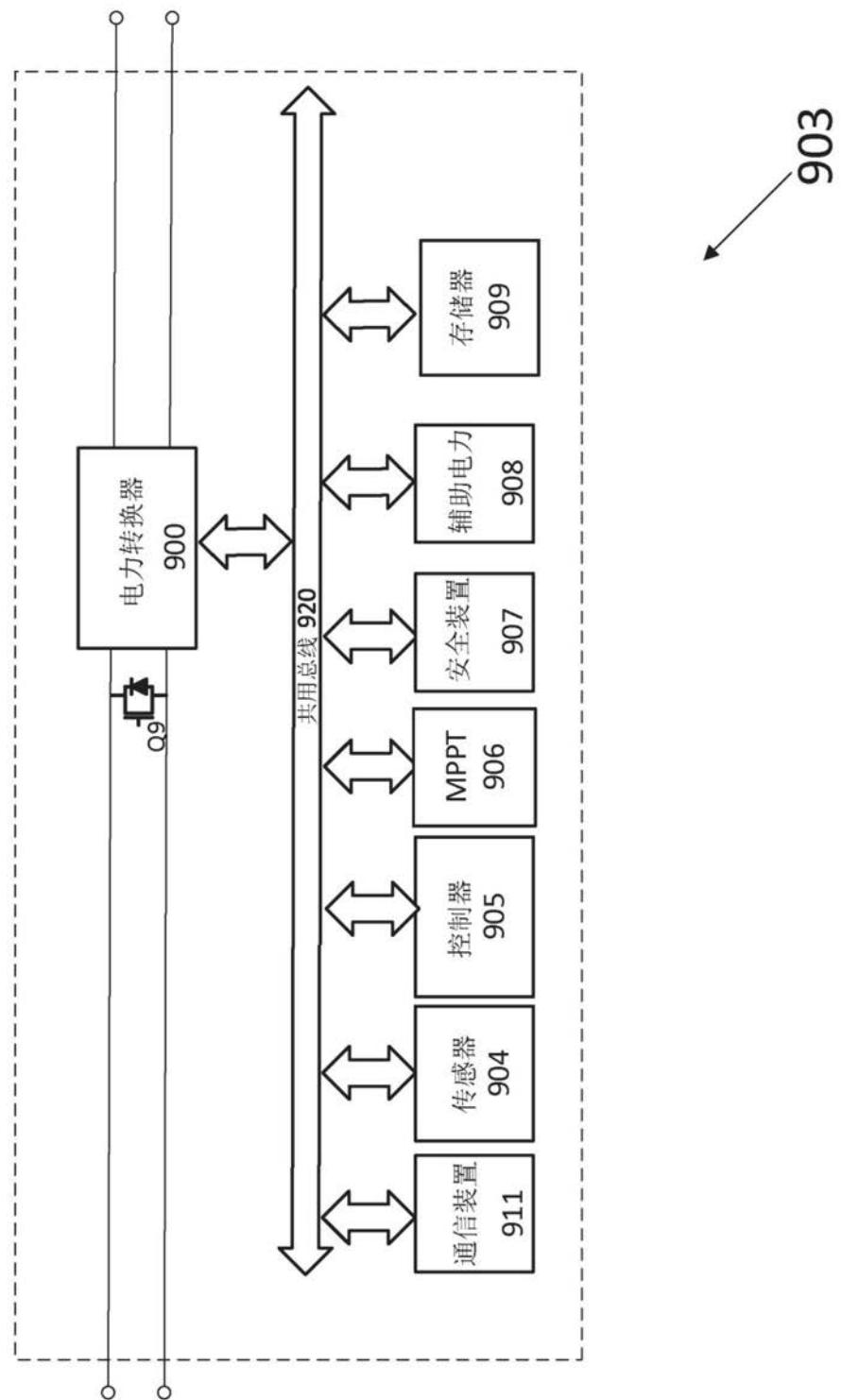


图9

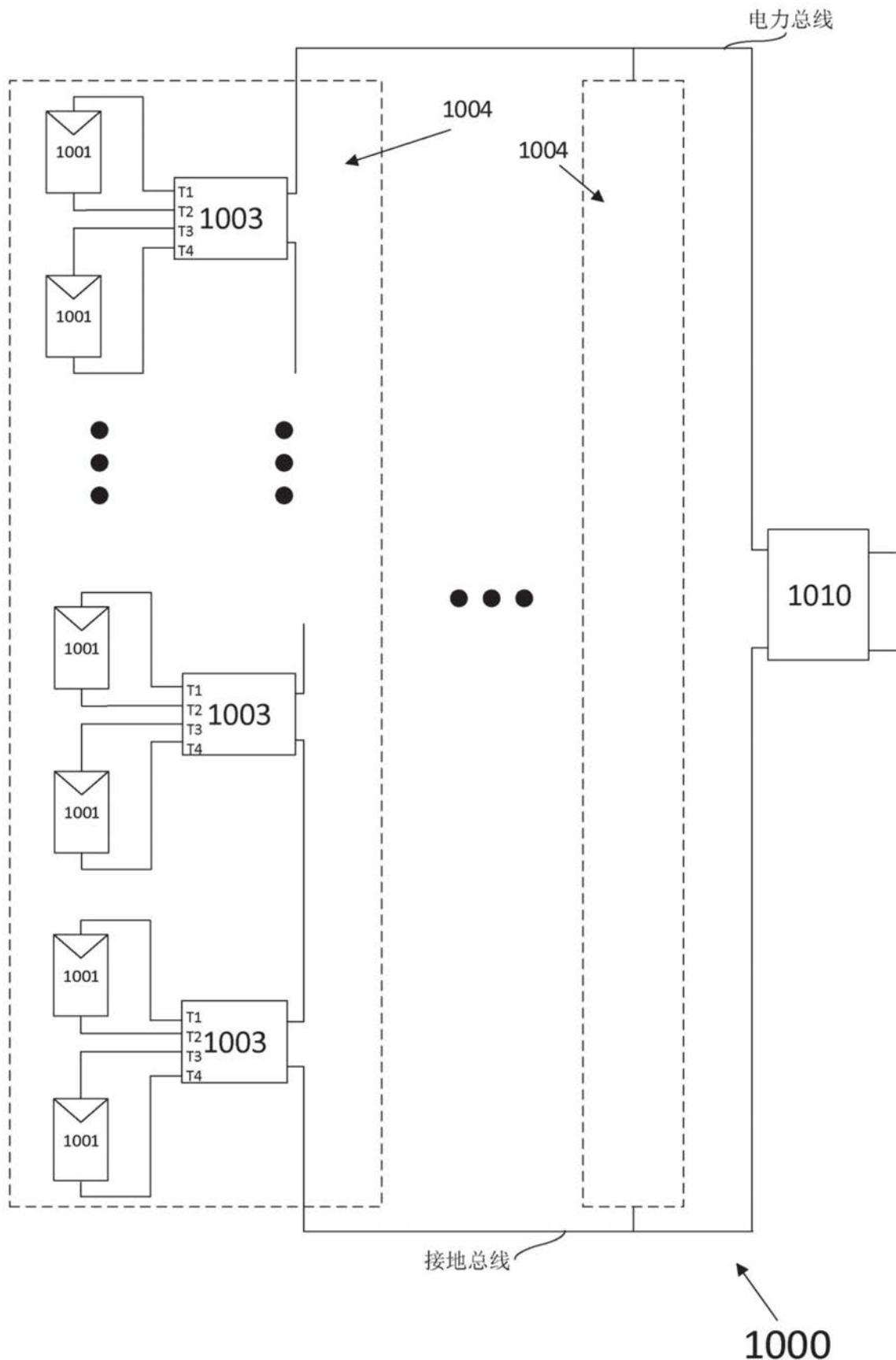


图10

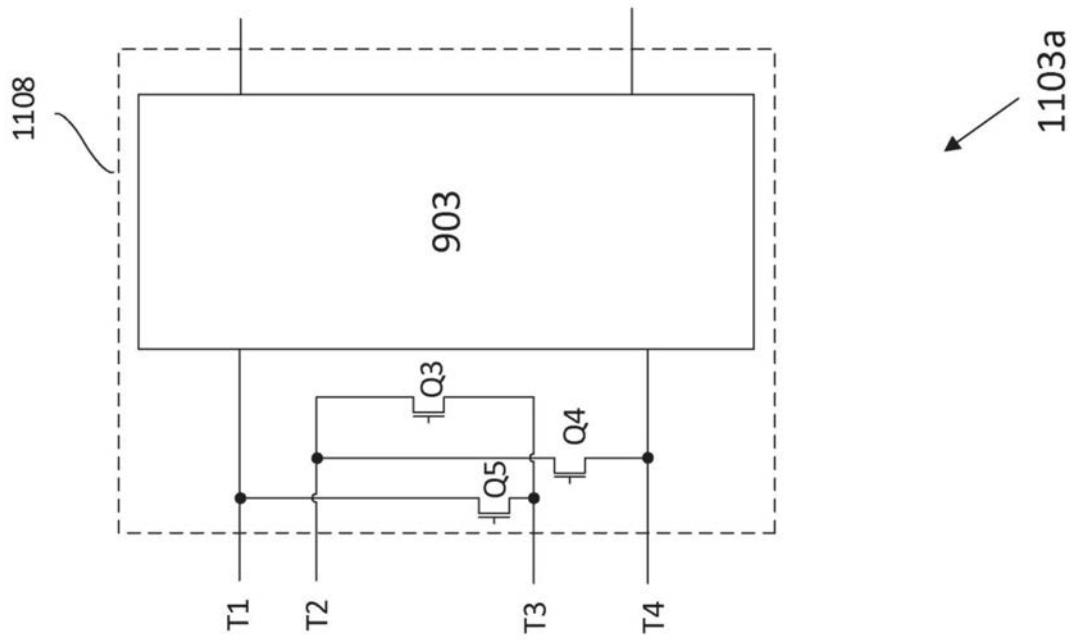


图11A

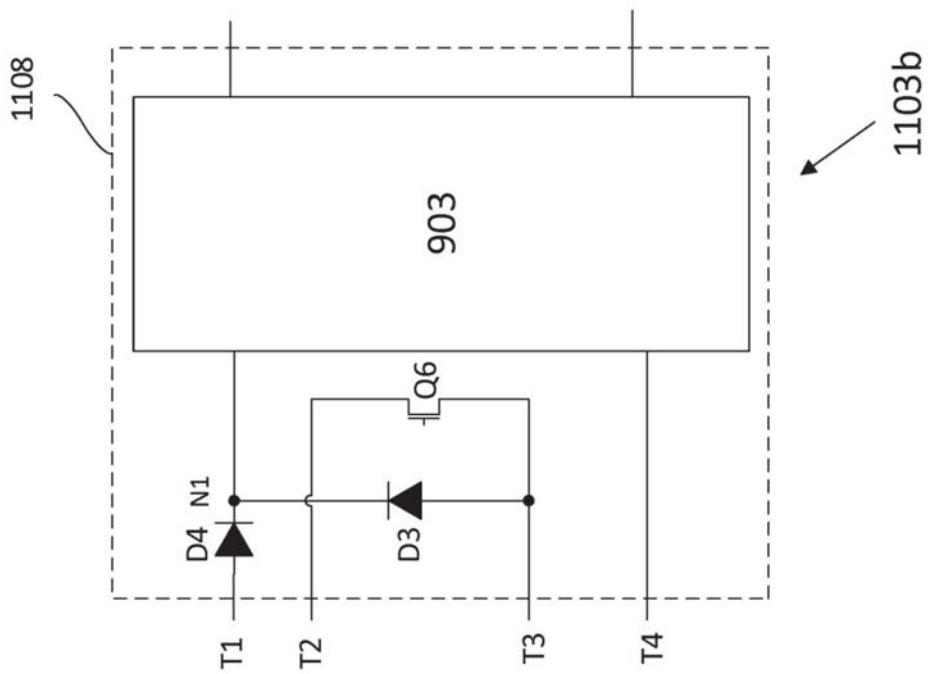


图11B

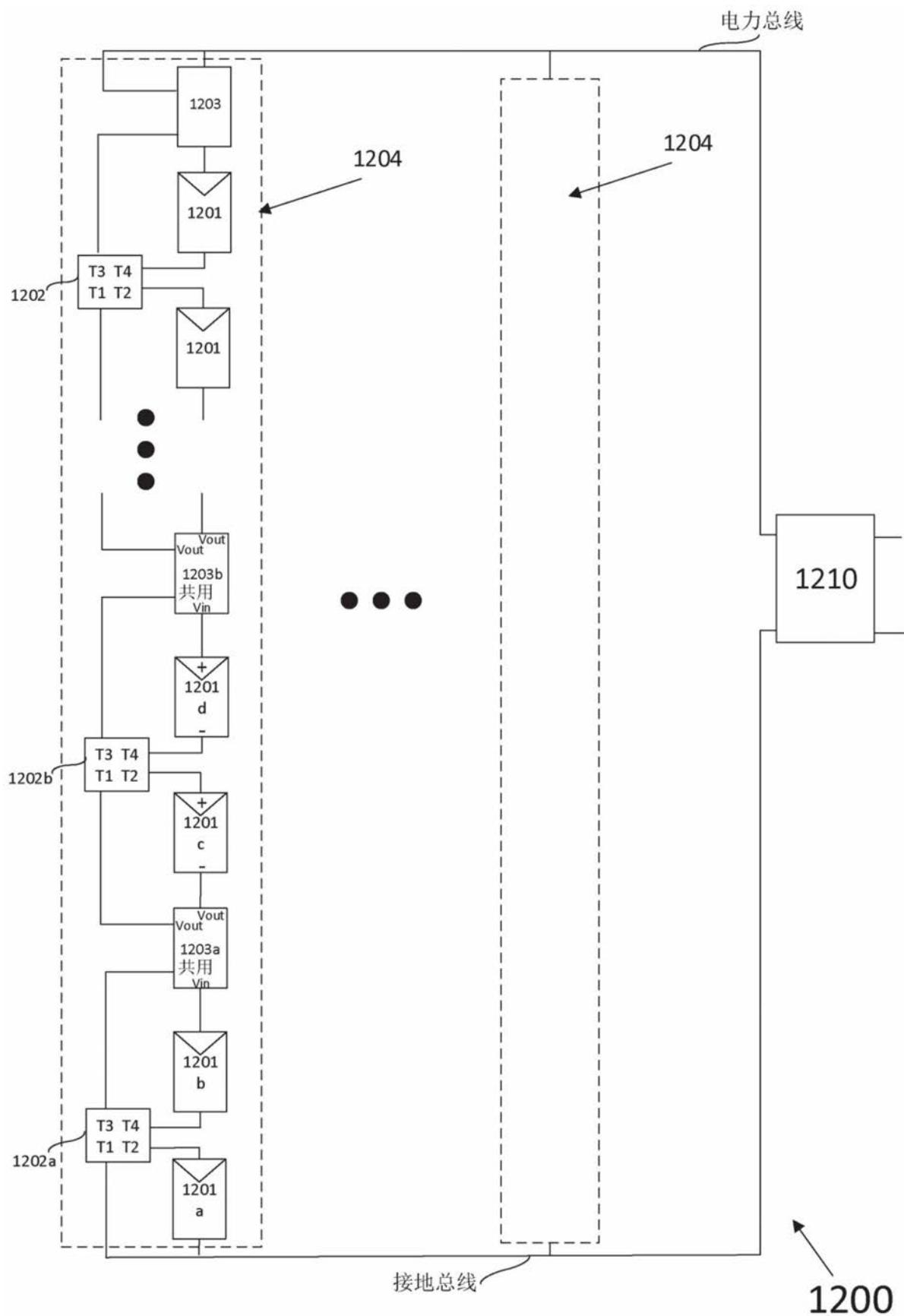


图12

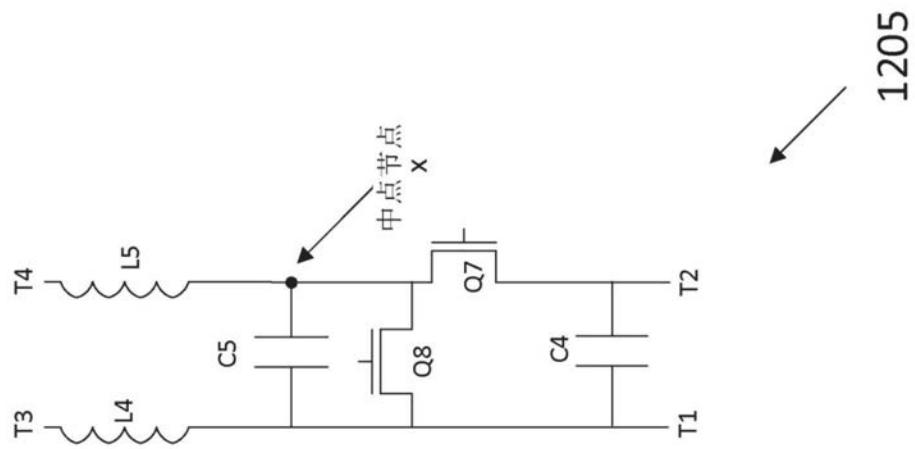


图 13A

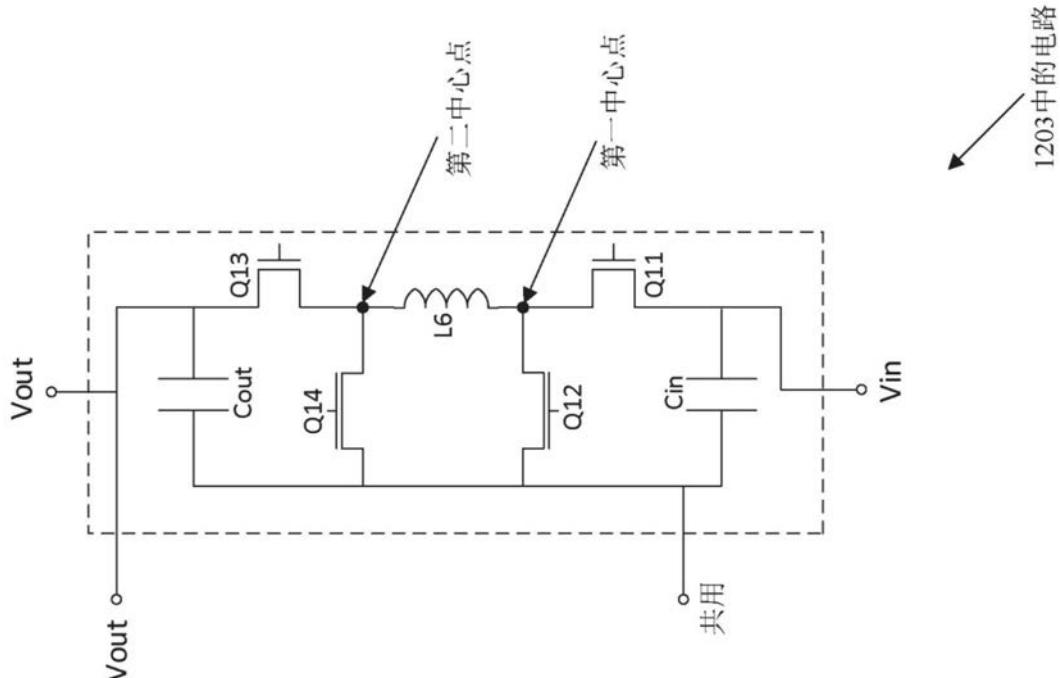


图 13B

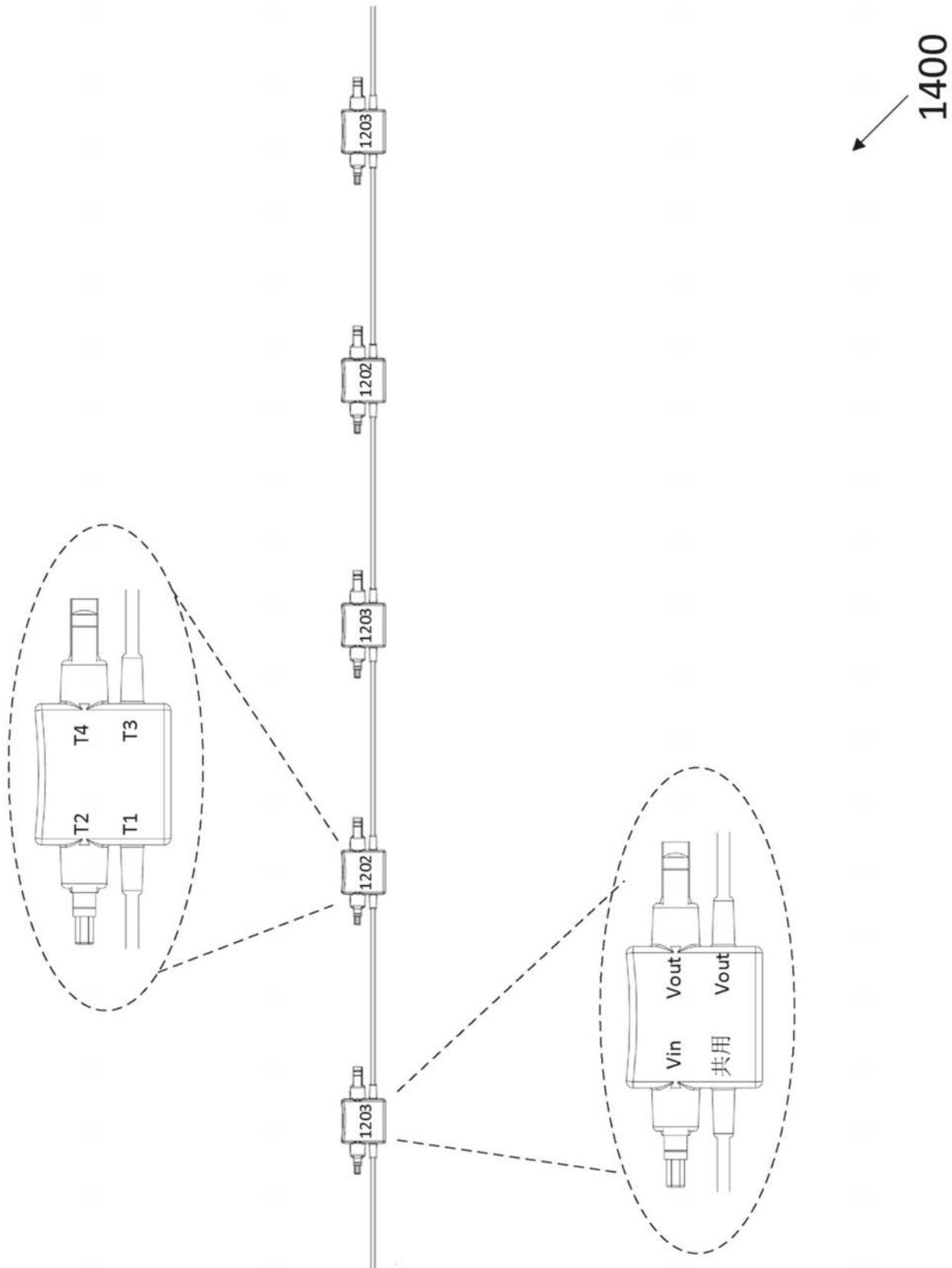


图14

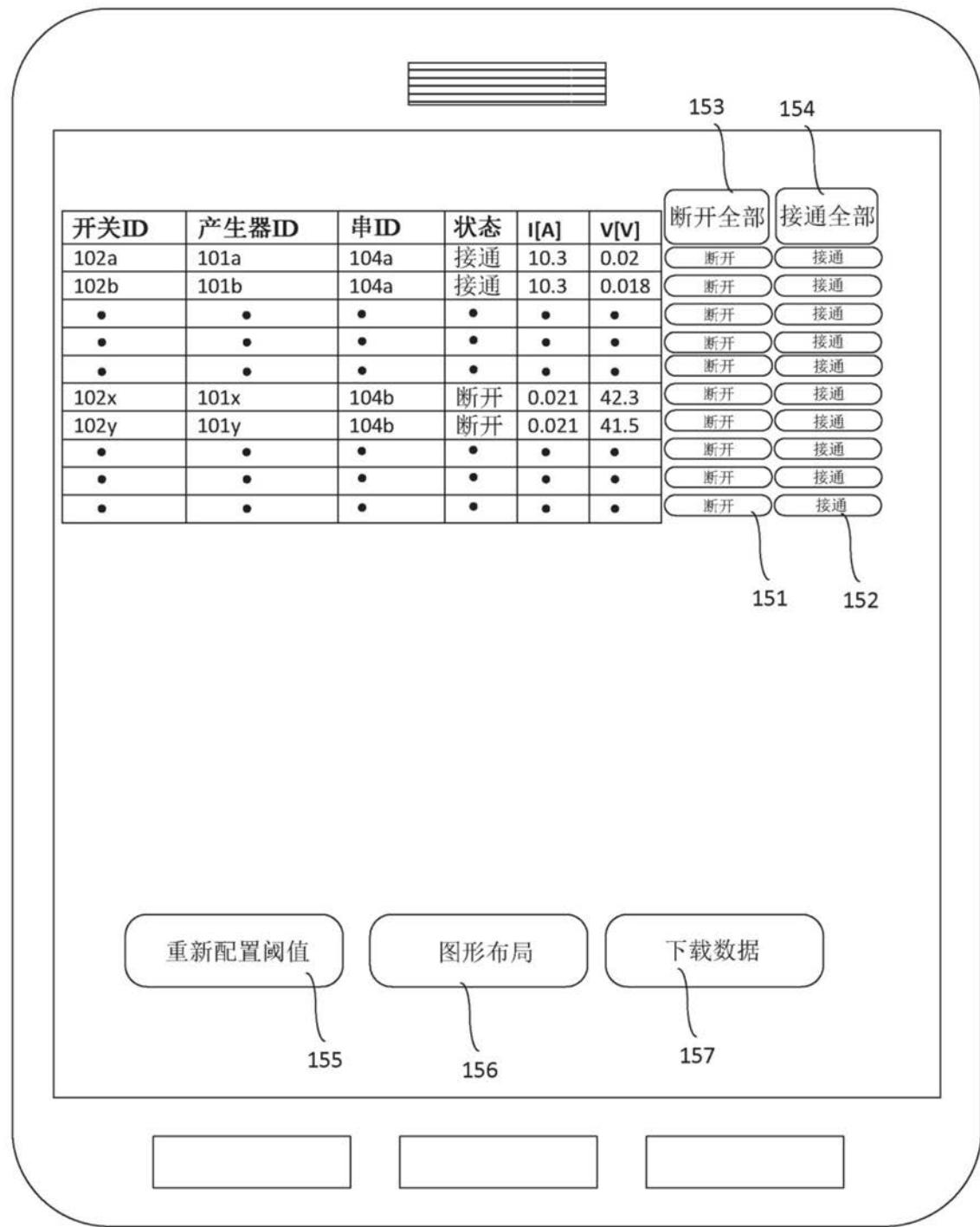


图15