



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103299501 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201280005103. 6

(22) 申请日 2012. 01. 04

(30) 优先权数据

13/004, 962 2011. 01. 12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 07. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/020161 2012. 01. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/096807 EN 2012. 07. 19

(73) 专利权人 施耐德电气美国股份有限公司

地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 布雷特·E·拉尔森

加里·W·斯科特

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 周靖 郑霞

(51) Int. Cl.

H02H 1/00(2006. 01)

H01L 25/00(2006. 01)

H01L 31/00(2006. 01)

H02M 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5289998 A, 1994. 03. 01,

CN 1373368 A, 2002. 10. 09,

US 7030769 B2, 2006. 04. 18,

US 2008/0278003 A1, 2008. 11. 13,

CN 1906556 A, 2007. 01. 31,

审查员 曹小丽

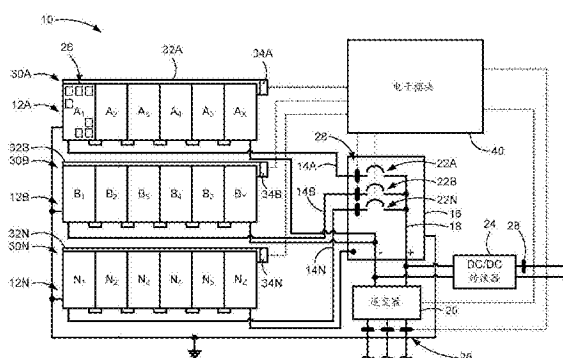
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

光伏系统的电弧故障缓解

(57) 摘要

本发明介绍了用于缓解光伏系统中的电弧故障事件的系统、方法和设备。本公开的一个方面涉及用于产生电能的光伏系统。该光伏系统包括一个或多个太阳能电池板、以及一个或多个遮蔽组件, 其中的每一个遮蔽组件都配置成选择性地限制由太阳能电池板中的一个或多个所接收到的光的量。一个或多个感测设备检测光伏系统中的电弧故障事件, 并输出指示该事件的信号。控制模块可操作地连接到遮蔽组件和感测设备。所述控制模块配置为响应于指示光伏系统中有电弧故障事件的输出信号引导一个或多个遮蔽组件减少由一个或多个太阳能电池板中的至少一个所接收到的光的量。



1. 一种用于产生电能的光伏系统,该光伏系统包括:

一个或多个太阳能电池板,其中每一个太阳能电池板都包括至少一个光伏电池;

一个或多个遮蔽组件,其中每一个遮蔽组件都配置为选择性地限制由所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个接收到的光的量;

一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器或一个或多个 DC-AC 逆变器和 DC-DC 转换器两者,其电连接到所述一个或多个太阳能电池板;

一个或多个感测设备,其中每一个感测设备都可操作地检测在所述光伏系统中的电弧故障事件的特性并输出指示所述特性的信号;以及

一个或多个控制模块,其可操作地连接到所述一个或多个遮蔽组件、所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器以及所述一个或多个感测设备;所述一个或多个控制模块配置为响应于来自所述一个或多个感测设备的所输出的信号指示有电弧故障事件,引导所述一个或多个遮蔽组件来减少由所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个所接收到的光的量,并且关断所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器或断开所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器与所述一个或多个太阳能电池板的电连接或者关断所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器并断开所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器与所述一个或多个太阳能电池板的电连接两者。

2. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中所述光伏系统包括 DC-AC 逆变器,所述系统还包括:

汇流箱,其将所述一个或多个太阳能电池板电连接到所述 DC-AC 逆变器,所述汇流箱包括一个或多个电开关,每个电开关被配置为选择性地所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个从所述 DC-AC 逆变器断开,

其中,所述控制模块还配置为响应于所输出的信号指示有电弧故障事件,引导所述一个或多个遮蔽组件来减少由所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个所接收到的光的量,或引导所述一个或多个电开关中的至少一个选择性地所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个从所述 DC-AC 逆变器断开,或两者兼有。

3. 根据权利要求 2 所述的光伏系统,还包括手动超控部件,所述手动超控部件配置成选择性地打开所述汇流箱中的所有电开关、关闭所有的遮蔽组件、以及关断所述 DC-AC 逆变器。

4. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中所述光伏系统包括电连接到所述一个或多个太阳能电池板的 DC-AC 逆变器,且其中,所述控制模块配置为响应于所输出的信号指示有电弧故障事件,关断所述 DC-AC 逆变器并引导所述一个或多个遮蔽组件来减少由所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个所接收到的光的量。

5. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中,所述一个或多个太阳能电池板包括多个太阳能电池板,并且其中,所述控制模块还配置为相对于所述多个太阳能电池板中的一个或一些来确定是否发生电弧故障事件,并响应性地引导所述一个或多个遮蔽组件仅减少由所述多个太阳能电池板中的所确定的一个或一些所接收的光的量。

6. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中,所述控制模块还配置为传送通知用户电弧故障事件的指示和提供电弧故障事件的位置的指示。

7. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中,所述一个或多个遮蔽组件中的每一个都包

括细长的不透明片,所述细长的不透明片在第一位置和第二位置之间是可移动的,在所述第一位置处,所述细长的不透明片实质上未覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个的光接收表面,在所述第二位置处,所述细长的不透明片实质上覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个的光接收表面。

8. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中,所述一个或多个遮蔽组件中的每一个都包括:

实质上透明的容器,其覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个的光接收表面的至少一部分;

储存器,其容纳实质上不透明的流体;以及

流体导管,其将所述储存器流体地耦合到所述容器,使得所述实质上不透明的流体在所述储存器和所述容器之间是可转移的。

9. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中,所述一个或多个遮蔽组件中的每一个都包括可电切换的玻璃平板,所述可电切换的玻璃平板覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个的光接收表面的至少一部分,所述可电切换的玻璃平板具有随着将电压应用到所述可电切换的玻璃平板而可改变的可变不透明度。

10. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中,所述一个或多个遮蔽组件中的每一个都包括液晶显示平板,所述液晶显示平板覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个的光接收表面的至少一部分,所述液晶显示平板具有随着将电场应用到该液晶显示平板而可改变的可变不透明度。

11. 根据权利要求 1 所述的光伏系统,其中所述一个或多个遮蔽组件中的每一个都包括一个或多个板条,所述板条可操作地在第一方位和第二方位之间枢转,在所述第一方位处,所述板条实质上未覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个的光接收表面,在所述第二方位处,所述板条实质上覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个的光接收表面。

12. 一种缓解具有一个或多个太阳能电池板和电连接到所述一个或多个太阳能电池板的一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器或一个或多个 DC-AC 逆变器和 DC-DC 转换器两者的光伏系统中的电弧故障事件的方法;每个所述太阳能电池板都包括至少一个光伏电池,所述方法包括:

监测所述光伏系统内的一个或多个位置处的系统特性,所述系统特性包括电压或电流、或两者兼有;

通过对所监测到的系统特性应用电弧检测算法规则,来确定在所述光伏系统内是否发生电弧故障事件;以及

响应于确定所述光伏系统内有电弧故障事件,减少由所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个太阳能电池板所接收到的光的量,并且关断所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器或断开所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器与所述一个或多个太阳能电池板的电连接或者关断所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器并断开所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器与所述一个或多个太阳能电池板的电连接两者。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,还包括:响应于确定所述光伏系统内发生电弧故障事件,通知用户发生了所述电弧故障事件、所述电弧故障事件的类型、所述电弧故障事件在

所述光伏系统内的位置、或由所述电弧故障事件所影响的系统组件、或它们的任意组合。

14. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 减少光的量包括跨所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个太阳能电池板定位细长的片, 以便覆盖所述至少一个太阳能电池板的光接收表面的至少一部分。

15. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 减少光的量包括通过流体导管将实质上不透明的流体从储存器传输到实质上透明的容器, 所述实质上透明的容器覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个太阳能电池板的光接收表面的至少一部分。

16. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 减少光的量包括增加可电切换的玻璃平板的不透明度, 所述可电切换的玻璃平板覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个太阳能电池板的光接收表面的至少一部分。

17. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 减少光的量包括增加液晶显示平板的不透明度, 所述液晶显示平板覆盖所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个太阳能电池板的光接收表面的至少一部分。

18. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 减少光的量包括跨所述一个或多个太阳能电池板中的所述至少一个太阳能电池板定位一个或多个板条, 以便实质上覆盖所述至少一个太阳能电池板的光接收表面的至少一部分。

19. 根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 所述光伏系统包括将所述一个或多个太阳能电池板电连接到所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器的汇流箱, 所述汇流箱包括一个或多个电开关, 每个所述电开关配置为选择性地将所述一个或多个太阳能电池板中的至少一个从所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器断开, 其中, 所述方法包括: 响应于确定所述光伏系统中有电弧故障事件, 减少由所述太阳能电池板接收的光的量、打开所述汇流箱中的所有电开关、或关断所述一个或多个 DC-AC 逆变器或 DC-DC 转换器、或其任意组合。

20. 一种缓解光伏系统中的电弧故障事件的方法, 所述光伏系统包括多个太阳能电池板以及汇流箱, 每个所述太阳能电池板包括至少一个光伏电池, 所述汇流箱选择性地所述多个太阳能电池板电连接到 DC-AC 逆变器, 所述方法包括:

连续监测所述光伏系统内的多个位置处的系统特性, 所述系统特性包括与所述光伏系统相关联的电压和电流;

检测光伏电池板的电特性;

检测 DC-AC 逆变器的特性;

检测网络阻抗特性;

通过对所监测到的系统特性、所检测到的光伏电池板的电特性、所检测到的 DC-AC 逆变器特性、以及所检测到的网络阻抗特性应用电弧检测算法规则, 确定所述光伏系统内是否发生电弧故障事件; 以及

响应于确定在所述光伏系统内有电弧故障事件, 实质上消除由所述多个太阳能电池板所接收到的光、关断所述 DC-AC 逆变器、或断开所述多个太阳能电池板经由所述汇流箱与所述 DC-AC 逆变器的电连接、或其任意组合。

光伏系统的电弧故障缓解

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及光伏系统,并且更具体地涉及用于缓解光伏系统中的电弧故障的系统、方法和设备。

背景技术

[0002] 光伏学是有关通过使用表现出光伏(PV)效果的导体将光能转换成电流而产生电能的科学领域。在大多数 PV 应用中,光能是来自太阳光的辐射,并且,由于这个原因,PV 器件通常称为太阳能电池。光伏发电通常采用一个或多个太阳能电池板,其中每一个太阳能电池板都包括多个太阳能电池。各个太阳能电池包括一种展现出称为光电效应的属性的光电发射材料,其中,所述材料吸收光的光子,并且一旦暴露于超过一定阈值频率的电磁辐射,就反应性地发射出或喷射出电子。所得的电子流产生电流,其可以用作电能。PV 电池目前采用的一些材料包括单晶硅、多晶硅、非晶硅、碲化镉、以及硒化 / 硫化铜铟。

[0003] 太阳能 PV 阵列通常包括成串的相互电连接的 PV 电池板布置。在 PV 阵列中的一串 PV 电池板可以是串联在一起的 PV 电池板布置。PV 阵列一般是由多串 PV 电池板构成。每个串的输出可以在一个称为组合器的设备中接收,该组合器将来自每个串的电“组合”到更大的导体中,其被称为馈线。馈线向下游设备(例如,电流流动远离 PV 电池板的方向),如断开开关、可能的其他的较低级别的组合器进行馈送,并最终到达逆变器。逆变器可以是 DC-AC 逆变器,其将由 PV 阵列中的每个串所产生的 DC 电流转换成相应的 AC 电流。组合器可以从一个或多个 PV 阵列接收这些串。

[0004] 通常设计一种实用的电弧故障检测系统来区分正常电弧和破坏性电弧。正常电弧可能发生在被设计成控制电弧的表面之间,如开关触点、电动机换向器和保险丝元件。破坏性的电弧通常会通过失灵的绝缘材料或通过不是旨在控制电弧的表面之间的空气而发生。当瓦数变得足够大时,例如跨越一个电开关的每个电极 600Vac 以及通过两个电极 600Vdc (300Vdc/ 电极),当开关打开或关闭时,开关触点之间的电子流可能足以电离在触点之间的空气分子,而形成正常的电弧。存在各种可能会造成破坏性的电弧故障的条件,比如接触压力不足,来自反复超载的、腐蚀的、磨损的或老化的线路或绝缘体的电应力,等等。在光伏系统中,电弧可以发生在不同地点,例如太阳能电池板、配电线、断开板、逆变器、和 / 或分支电路布线。可能发生的不同类型的电弧包括串联(如电弧穿过损坏的导电路径)、并联(如电弧通过损坏的绝缘体)、以及接地故障(如电弧达到接地组件)。

[0005] 电弧非常热,并且可能会损坏 PV 系统中的绝缘体、布线和其他组件。目前所追求的用于缓解 PV 系统中的电弧故障的解决方案包括如果在系统上检测到电弧故障就打开汇流箱(combiner box)中的电路或关断逆变器。这种方法对于系统内的串联故障可能很有效,但一般对于电路导线或接地电路导体之间的并联故障是不会有有效的。在这些情况下,打开电路会潜在增加电弧路径中的能量,这会使情况恶化。也已经尝试了对太阳能电池板的输出进行短路的方法,但可能会在串联电弧故障危害上引起额外的应力。因此,需要在光伏设施中有更加有效和高效的电弧故障缓解。

发明内容

[0006] 公开了用于缓解光伏系统中电弧故障的系统、方法和设备。在本公开的一些方面，该系统实质上“关断”太阳能电池板的发电，这消除了在太阳能设备中电弧事件中的能量。例如，示例性的配置将 PV 遮蔽件与电弧故障检测电子器件和固件结合起来，以便在光伏系统中提供更加有效和高效的电弧故障缓解。可以检测到的电弧放电类型包括在配电系统中的任何地方的串联、并联、和接地故障。一些所公开的特征的优点包括减少电弧故障产生的损坏和火灾。其他益处包括能够将系统置于安全状态以便系统维护，以及在安装系统处便于急救人员应对火灾。此外，遮蔽件允许在太阳能电池阵列上的维护和布线时减少触电的危险。也可以部署机械遮蔽件和卷滚遮蔽件以便额外保护不受冰雹和其他潜在的不利天气条件伤害。此外，在 PV 电池板的顶部、底部、或侧部的端部机械遮蔽件可以具有反射性的暴露表面，并在打开时能够按一定角度放置以增加入射到电池板上的太阳能辐射。比如，如果遮蔽件是平的，则端部遮蔽件可保持以大约 135 度从电池板表面向外，以将额外的光反射到阵列上。

[0007] 根据本公开的一些方面，介绍了一种用于产生电能的光伏(PV)系统。该 PV 系统包括一个或多个太阳能电池板，其每一个都包括至少一个光伏电池、以及一个或多个遮蔽组件，遮蔽组件中的每一个都配置成选择性地限制由至少一个太阳能电池板接收到的光的量。一个或多个感测设备检测 PV 系统中的电弧故障事件的特性，并输出指示这些特性的信号。控制模块可操作地连接到遮蔽组件和感测设备。所述控制模块被配置为响应于指示 PV 系统中存在电弧故障事件的输出信号，引导所述一个或多个遮蔽组件来减少由至少一个太阳能电池板接收到的光的量。

[0008] 根据本公开的其他方面，其特征是一种缓解光伏系统中的电弧故障事件的方法。光伏系统包括一个或多个太阳能电池板，每个太阳能电池板具有至少一个光伏电池。该方法包括：在光伏系统内的一个或多个位置处监测系统的特性，所述特性包括电压或电流、或两者兼有；通过对所监测的系统特性应用电弧检测算法规则，来确定光伏系统内是否发生电弧故障事件；以及，响应于确定光伏系统内存在电弧故障事件，减少由一个或多个太阳能电池板中的至少一个所接收到的光的量。

[0009] 根据本发明的其他方面，介绍了一种缓解光伏(PV)系统中的电弧故障事件的方法。PV 系统包括多个太阳能电池板，每一个太阳能电池板包括一个或多个光伏电池。PV 系统还包括汇流箱，该汇流箱选择性地将太阳能电池板电连接到逆变器。该方法包括：在 PV 系统内的多个位置处连续监测系统的特性，所述特性包括与 PV 系统相关联的电压和电流；检测 PV 电池板的电特性；检测逆变器的特性；检测网络阻抗特性；通过对所监测的系统特性、所检测到的 PV 电池板的电特性、所检测到的逆变器特性、以及所检测到的网络阻抗特性应用电弧检测算法规则，以确定光伏系统内是否发生电弧故障事件；以及，响应于确定在光伏系统内存在电弧故障事件，实质消除光透射到多个太阳能电池板、关断逆变器、或电断开所述多个太阳能电池板经由汇流箱与逆变器的连接、或其任意组合。

[0010] 上述概述并非为了表示本公开的每一个实施例或各个方面。相反，前面的概述仅提供了本文所包括的一些新颖特征的范例。在结合附图和所附的权利要求时，从下面的详细实施例描述和用于实现本发明的实施最佳方式中，本公开的上述特点和优点、以及其它

特征和优点将是明显的。

附图说明

[0011] 图 1 是根据本公开的各个方面的具有 PV 遮蔽件和电弧故障检测电子器件的示例性光伏系统的示意图。

[0012] 图 2A 和图 2B 是根据本公开的各个方面的示例性 PV 遮蔽组件的示意图。

[0013] 图 3A 和图 3B 是根据本公开的各个方面的另一示例性的 PV 遮蔽组件的示意图。

[0014] 图 4A 和图 4B 是根据本公开的各个方面的又一示例性的 PV 遮蔽组件的示意图。

[0015] 图 5A 和图 5B 是根据本公开的各个方面的又一示例性的 PV 遮蔽组件的示意图。

[0016] 图 6 是根据本公开的至少一些方面的对应于由控制器执行的指令的算法的流程图。

[0017] 虽然本发明可接受各种修改和替代形式,但是仍在附图中通过举例说明的方式示出了具体的实施方式,并且这些具体实施方式将在本文中进行详细地描述。然而,应当理解,不是要将本发明限制于所公开的具体形式。相反,本公开将覆盖所有落入由随附权利要求限定的本发明的精神范围之内的改进、等同物和替换物。

具体实施方式

[0018] 现在参照附图,其中,在这几个视图中相同的附图标记指代相同的部件。图 1 示出根据本公开的各个方面的一种示例性的光伏系统或装置组件,其一般标记为 10。光伏(PV)系统 10 包括一个或多个串(如第一个 12A、第二个 12B、和第 N 个 12N 串)串联连接的 PV 电池板,分别表示为 A_1-A_X 、 B_1-B_Y 、 N_1-N_Z 。每一个串 12A、12B、... 12N 连接到在第一级的汇流箱 16 中的一个相应的电池板馈送 14A、14B、... 14N。在第一串 12A 中的串联连接的 PV 电池板 X 的数目与在第二和第 N 个串 12B、12N 中的串联连接的 PV 电池板 Y 和 Z 的数目可以是相同的或不同的。每个 PV 电池板通常包括光伏电池阵列(示意性地示于电池板 A1 中的 26 以作参考之用),该光伏电池阵列将太阳能或其它的光能转换成相应的电流,该电流可以存储在例如电池或其它存储设备中和 / 或用于向 DC 或 AC 电负载供电。

[0019] 汇流箱 16 接收来自 PV 电池板串的 DC 电流的单独馈送,并将那些 DC 电流中的每一个都聚集或“结合”到单个导体 18 上,该导体 18 通常称为馈线。导体 18 将由来自每个串 12 的每个单独 DC 电流所构成的 DC 电流传输到例如 DC-AC 逆变器 20、DC/DC 转换器 24、或传输到下游的组合器(未示出),组合器可以将来自直接从 PV 电池板串接收的直流电流的其他第一级组合器的直流电流输出结合起来。PV 电池板和组合器可以布置在层次结构中,其中成套的电池板向第一级组合器进行馈送,而成组的第一级组合器向下游的组合器进行馈送,其最终馈送入 DC-AC 逆变器,如图 1 所示的逆变器 20。总的来说, PV 电池板串 12A、12B、... 12N 组成了 PV 阵列,组合器 16 可以接收来自单个 PV 阵列(如在图 1 中所示)或多个 PV 阵列中的串。汇流箱 16 可以设置有密闭件,例如金属壳体,其中容纳并保护汇流箱 16 的部件比如不受物理入侵和环境污染。

[0020] 在结构上,电池板馈送 14A、14B、... 14N 可以对应于电导体,而在功能上,电池板馈送 14A、14B、... 14N 可以承载来自每一个对应的串 12A、12B、... 12N 的直流电流。实质上,电池板馈送 14A、14B、... 14N 将 DC 电流传送到组合器 16,而组合器 16 又将单独的 DC 电流

合并成组合的 DC 电流,以便输出到 DC-AC 逆变器 20 或 DC/DC 转换器 24。组合器 16 可包括电池板馈送路径中的保护设备、电阻元件、和可选的保护二极管的不同组合。每个电池板馈送 14A、14B、... 14N 可以进行类似的配置、每个可以采取不同的配置、或者其间的任意组合。

[0021] 一种典型的配置可包括跨电池板馈送中的保险丝元件两端引出的电压,但也可以实现其他的配置。通过非限制性举例的方式,电池板馈送 14A 连接到第一电池板串 12A,第一电池板串 12A 具有一个数目为 X 个的串联连接的 PV 电池板 A,如上面所述。在这个示例性的布置中,可选的阻断二极管(未示出)可以串联连接到第一电池板馈送 14A。阻断二极管保护 PV 系统 10 中的电池板 A₁-A_X(和其他电耦合的电池板 B₁-B_Y和 N₁-N_Z),这是通过允许直流电流从 PV 电池板 A₁-A_X流入第一电池板馈送 14A,但阻挡反向电流流回 PV 电池板 A₁-A_X。各开关 22A、22B... 22N 诸如继电器开关或断路器连接在 PV 电池板 A₁...A_X、B₁...B_Y、N₁...N_Z 和逆变器 20 之间。每个电开关 22A、22B 和 22C 选择性地从逆变器 20 断开在 PV 电池板串 12A、12B... 12N 中相应的一个。保险丝或其他可选的保护设备可以串联连接到每个电池板馈送 14A、14B、... 14N,以防止例如导体中的过电流。在不脱离本公开的范围和精神的情况下,其他布置同样是适用的。

[0022] 继续参考图 1,组合器 16 包括正极端 + 和负极端 -,该正极端 + 和负极端 - 连接到逆变器 20 和转换器 24,或者在替代的配置中连接到下游的组合器和 / 或电负载。负极端 - 连接到 PV 电池板串 12A、12B、... 12N,而正极端 + 连接到开关 22A、22B... 22N,用于当开关 22A、22B... 22N 闭合时接收复合的 DC 电流。组合器 16 还可以包括其他电器部件,例如通信模块、可选的接口、可选的报警模块、和可选的本地显示器,其中的任何一个或所有都可被容纳驻留在汇流箱 16 内或位于远离汇流箱 16 的位置处。

[0023] 图 1 中的每一个 PV 电池板串 12A、12B、... 12N 都具有相应的遮蔽组件,分别被指定为 30A、30B、... 30N。在另一种布置中,只有被选择出的个别 PV 电池板串 12A、12B、... 12N 或个别单独的 PV 电池板 A₁-A_X、B₁-B_Y、N₁-N_Z设置有遮蔽组件。遮蔽组件 30A、30B... 30N 设计成选择性地限制由一个或多个 PV 电池板 A₁-A_X、B₁-B_Y、N₁-N_Z中的至少一个接收到的光的量。在某些应用中,可能希望遮蔽组件 30A、30B... 30N (无论是单独地或是共同地)选择性地限制或消除由所有的 PV 电池板 A₁-A_X、B₁-B_Y、N₁-N_Z所接收到的光的量。比如,第一遮蔽组件 30A 包括由遮蔽件致动器 34A 所激活的光限制结构 32A。同样地,第二遮蔽组件 30B 包括由遮蔽件致动器 34B 激活的光限制结构 32B,而第 N 个遮蔽组件 30N 包括由遮蔽件致动器 34N 激活的光限制结构 32N。如下所述,光遮蔽件致动器 34A、34B... 34N 由控制模块 40 控制,控制模块 40 可以是电子控制模块(ECU),以便选择性地降低或以其他方式消除由对应的 PV 电池板串 12A、12B、... 12N 接收到的光的量。各种代表性的遮蔽组件可以集成到图 1 的 PV 系统 10 中,其中的一些在图 2A 至图 5B 中示出。在一种可选的布置中,例如,通过对所有的 PV 电池板串 12A、12B、... 12N、被选择出的个别串 12A、12B、... 12N、或个别单独的 PV 电池板 A₁-A_X、B₁-B_Y、N₁-N_Z调节角度或旋转以远离光源,从而选择性地减少或消除接收到的光的量。

[0024] 图 2A 和图 2B 是示例性的 PV 遮蔽组件 130 的示意图。遮蔽组件 130 包括图 2A 中示出的细长的不透明片 132,例如通过螺旋弹簧 136 将不透明片 132 偏压入卷绕或收起位置。当处于收起位置(这里也称为“第一位置”)时,该细长片偏离并因此实质上不覆盖太阳

能电池板的串 12 的光接收表面 13。片 132 可通过例如电动机 134 从收起位置移动到如图 2B 所示的未卷绕或阻挡位置。当在阻挡位置(这里也称为“第二位置”)时,细长片 132 延伸穿过并实质上覆盖太阳能电池板的串 12 的光接收表面 13。此遮挡方法最大限度地减少或以其他方式移除电源(例如,太阳光),这对于缓解包括接地故障的串联和并联故障都是有效的。在另一种配置中,片 132 可以是被偏压到阻挡位置(图 2B)并通过电动机 134 选择性地移动到收起位置(图 2A)的弹簧。为此目的,可以选择性地将片 132 移动到在收起位置和阻挡位置之间的任何位置,例如,以便仅限制预定部分的光源。

[0025] 图 3A 和图 3B 是另一种示例性的 PV 遮蔽组件 230 的示意图。遮蔽组件 230 包括透明的或实质透明的流体容器 232,流体容器 232 覆盖太阳能电池板串 12 的全部的或至少一部分的光接收表面 13。储存器 236 存储不透明或实质上不透明的流体 238,其经由流体导管 240 流体耦合到容器 232,流体导管 240 可以是例如流体管道或液压控制单元的形式。流体导管 240 允许流体 238 在储存器 236 和容器 232 之间往复传输。在图 3A 和图 3B 所示的示例性配置中,由控制模块 40 可操作地控制的机动液压泵 234 将流体泵送到流体储存器 236 和 / 或从流体储存器 236 泵送出来。通过示意性而不是限制的方式,图 3A 示出了排出任何流体 238 使得光容易透射过 PV 电池板的串 12 的光接收表面 13 的容器 232。流体可通过重力、液压泵 234、或任何其他公知的方法从容器 232 中排出。可以激活液压泵 234 以迫使流体 238 通过流体导管 240 进入容器 232,如图 3B 所示。流体 238 的作用是限制或完全阻挡光透射到 PV 电池板的串 12。转移到该容器 232 中的流体的量能够是变化的,例如以便仅限制预定部分的光源。类似于图 2A 和图 2B 所示的结构,可以控制图 3A 和图 3B 的遮蔽系统 230 以最大限度减少或移除电源(例如,太阳光),这对于缓解包括接地故障的串联和并联故障是有效的。

[0026] 图 4A 和图 4B 是另一种示例性的 PV 遮蔽组件 330 的示意图。PV 遮蔽组件 330 包括挡光平板 332,该挡光平板 332 覆盖了太阳能电池板串 12 的所有的或至少一部分的光接收表面 13。平板 332 具有可变的不透明度,其可以通过催化因素(如电压或电流)的应用而修改。在一个非限制性的示例中,挡光平板 332 是可电切换的玻璃平板(也称为“智能玻璃”或“E 玻璃”),它覆盖太阳能电池板的串 12 的光接收表面 13。可电切换玻璃响应于应用电压 / 电流而改变透光性,并因此可以控制透过的光与热的量。在授予 John Libretto 等人的题为“电致变色玻璃控制设备”的美国专利 7375871B2 中提出了一种进行同样的控制的这种智能玻璃组件和设备,通过引用将其全部内容并入本文。在另一种可选的配置中,挡光平板 332 是一种液晶显示(LCD)平板,它可以是一种薄膜晶体管(TFT)或超扭曲向列(STN)点矩阵型液晶平板,其覆盖太阳能电池板的串 12 的光接收表面 13。将电流应用到 LCD 电池板中的作用在于重新排列其中的像素,从而允许选择性地控制(例如,增加或者降低)LCD 平板的不透明度。例如,在授予 John D. Bingley 等人的标题是“使用可变光传输的太阳能电池阵列输出稳压器”的美国专利 5289998 中公开了一种这样的 LCD 平板,通过引用将其全部内容并入本文。

[0027] 图 5A 和图 5B 是另一种示例性的 PV 遮蔽组件 430 的示意图。遮蔽组件 430 包括一个或多个示于图 5A 中的、以曝光或未覆盖方向排列的板条 432。当处于未覆盖方位(在此也称为“第一方位”)时,板条 432 位于使得实质上不覆盖太阳能电池板的串 12 的光接收表面 13 的位置。此外,每一个板条 432 可以配有反射表面,从而使得当遮蔽组件 430 处于

曝光方位时,板条 432 可以按一定角度定位,以增加电池板上的入射太阳辐射。在例如如图 5A 所示的未覆盖方位和例如如图 5B 所示的覆盖方位之间,板条 432 例如通过电动机 434 是可枢转的或以其他方式可移动的。当在覆盖方位(在此也称为“第二方位”)中时,板条 432 实质上覆盖太阳能电池板串 12 的光接收表面 13。在这样做时,板条 432 反射光,这移除了电源,并因此有效地缓解了包括接地故障的串联和并联故障。

[0028] 根据本公开的各个方面,PV 系统 10 通过安装在整个系统中的传感器和电子电路进行连续监测以得出电弧故障的特性。回过来参考图 1,例如,光伏系统 10 包括一个或多个感测设备 28,感测设备 28 可以是电流传感器、电压传感器、和电弧故障电路断流器(AFCI),其中的每一个都可操作地用于检测光伏系统中的电弧故障事件的特性并输出其相应的指示信号。例如,电弧故障事件可以通过对已知的故障电弧特性进行直流(DC)信号分析和模式匹配而检测到。也可以采用其它已知的方法。已经公开了用于检测电路中的电弧故障事件的各种感测设备和方法,例如,在授予 Stanley J. Brooks 等人的题为“电弧放电故障检测系统”的美国专利 5682101 中、在授予 Gary W. Scott 的题为“区域电弧故障检测”的美国专利 5986860 中、在授予 Andy A. Haun 等人的题为“电弧故障检测系统”的美国专利 6259996 中、以及在授予 Robert F. Dvorak 等人的题为“电弧故障电路断路器系统”的美国专利 7151656 中,所有这些专利文件的各自全部内容都通过引用并入本文。

[0029] 感测设备 28 可以分散在整个光伏系统 10 中,以便测量和 / 或监测在各个位置处的故障电弧特性。例如,可以在每个单独的太阳能电池阵列和相应的 DC/DC 转换器之间进行电压和 / 或电流测量。如果在太阳能电池阵列和 DC/DC 转换器之间有电开关或断路器,则可以从开关的下游处测量电路电压。为此,对电压和电流的测量可以从 DC/DC 转换器的下游处,例如在 DC/DC 转换器和 DC/AC 逆变器之间进行。在有多个 DC/DC 转换器(例如,每个太阳能电池阵列有一个)的配置中,对电压和 / 或电流的测量可以从太阳能电池阵列的直流输出相结合的位置的下游处,例如,从 DC/AC 逆变器的上游处进行。同样地,对电压和 / 或电流的测量可以从如图 1 所示的汇流箱的上游处进行。作为最后一个例子,对电压和 / 或电流的测量可以从 DC/AC 逆变器的下游处进行。当然,不是所有的上述各个位置都需要进行监测。根据例如系统设计,可以改变这些测量位置。但是,在一般情况下,感测设备可位于系统内的有源部件(例如,逆变器、转换器、开关、断路器等)之前或之后。例如,可以在每个断路器的断开点(例如开关 22)的一侧监测电压和电流。在一些配置中,每串 PV 模块的输出都具有 DC 断路器、在 DC-DC 转换器前具有 DC 断路器断开点、如果适用的话在 DC-AC 逆变器前具有 DC 断路器、以及在逆变器后具有 AC 断路器。如果电压和电流信号指示有电弧时,这些断路器中的每一个都可以跳闸。

[0030] 控制模块 40 可以包括各种部件,其中包括但不限于电压监测器、电流监测器、在下面进一步详细描述的电弧故障算法、遮蔽件控制部件、跳闸电路,电弧故障信号调节装置、也在下面进一步详细描述的紧急止动件、测试电路、电源、存储器和处理器。电压监测器可操作地监测电压,并确定指示电弧的异常电压电平和波动电压。电流监测器可操作地监测电流,并确定指示电弧的异常电流电平和波动电流。预期并一般认为波动对于系统是正常的,例如,是由于正常的逆变器操作、云、阴影等。电弧故障检测算法设计成区分正常波动和电弧引起的波动。响应于电弧检测信号或紧急止动,遮蔽件控制部件可以从事或以其他方式触发来激活遮蔽系统,该遮蔽系统阻挡或限制光进入 PV 阵列。另外,响应于电弧检测

信号,跳闸电路可以发送信号到适当的断路器、遮蔽件控制模块、和 / 或逆变器,以便电隔离 PV 系统中发生故障的部分,来防止由于电弧造成的损坏和防止来自其他电源的反馈。对于故障信号调节而言,放大器和滤波器把传感器信号调节到发现电弧的范围。一般认为实际的电弧检测是在 100kHz 以下,并且预期峰值电弧电流为小于两倍的最大的 PV 电流。系统电容和电感将与电弧信号相互作用,以产生独特的电弧标记,该电弧标记从一个 PV 系统到另一个 PV 系统会发生改变。此系统可以考虑系统阻抗作为检测方案的一部分。可以包括测试传感器、遮蔽件驱动器和其他组件的测试电路可以被纳入到 PV 系统中,以起到适当的作用。此测试既可周期性地自动完成也可应系统操作员的请求完成。

[0031] 控制模块 40 可操作地连接到遮蔽组件 30A、30B... 30N 和各个感测设备 28。控制模块 40 操纵 PV 系统 10 内的各类组件以缓解电弧故障事件的发生。控制模块 40 的一个反应可能是引导一个或多个遮蔽组件 30A、30B... 30N 来减少或消除由太阳能电池板相应的串 12A、12B... 12N 接收的光的量。也就是说,当在 PV 系统 10 中检测到故障状态时,控制模块 40 发送信号给控制光限制结构 32A、32B... 32N 的致动器 34A、34B... 34N 以阻挡或以其他方式防止太阳光到达太阳能电池 26。一旦关闭,遮蔽组件 30A、30B... 30N 将移除被提供给光伏系统 10 中的能量,这反过来又消灭了电弧故障。PV 系统 10 也可以选择性地操作来仅关闭其中发生故障的 PV 串 12A、12B... 12N 的一个或多个遮蔽组件 30A、30B... 30N。这样一来,当电弧故障事件发生时就不需要关闭整个系统。

[0032] 在 PV 系统 10 中检测电弧故障事件的其他反应包括打开一个或多个断路器(例如,图 1 的电气开关 22A、22B 和 22C)的控制模块 40,以选择性地从逆变器断开一个或多个 PV 串 12A、12B... 12N。此外,响应于来自感测设备 28 的、表示在 PV 系统 10 中有电弧故障事件的输出信号,该系统 10 可以关断逆变器 20。应当理解,该系统可以采取包括上述反应的任意组合的行动,以缓解电弧故障事件的发生。控制模块 40 也可以通知用户发生了电弧故障事件并提供电弧故障事件的位置。此外,控制模块 40 可确定电弧故障事件是否发生在特定的一个或多个太阳能电池板内,并相应地仅激活这些太阳能电池板的遮蔽组件。

[0033] 可以提供手动超控部件来打开汇流箱中的所有电器开关、关闭所有的遮蔽组件、并关断也可能被提供的逆变器。例如,该系统可以允许手动紧急止动按钮关闭所有的遮蔽件(即,激活所有遮光机构)、打开所有的断路器、并关断逆变器,从而将该装置置于电气安全状态下。对于在安装有太阳能电池的建筑物上救火时面临触电危险的消防人员而言,这是很重要的。

[0034] 所公开的功能的一些优点包括:从受保护电路完全除去可用能量,这不仅对缓解串联电弧故障也对于并联电弧故障和接地故障将是有效的。相比之下,其他建议的解决方案留下至少一部分通电的 PV 系统,这仍然会有电弧路径和危险电压。因而一些所公开的功能确保整个系统移动到“电气安全”状态下。此外,这些方面减少了对系统和周围财产所造成的破坏的量,并且在具有手动超控部件的系统中,允许操作者通过关闭遮蔽件、打开断路器、并关断逆变器把系统置于电气安全的状态下。

[0035] 图 6 表示了对应于至少一些指令的算法,所述至少一些指令的执行可以例如由控制模块 40 来进行以便执行与所公开的概念相关的在上面或下面描述的功能和特性。本说明书关于图 1 和图 2A- 图 5B 中所示的结构描述了图 6 的方法或算法 500。然而,除非在权利要求中明确指出,否则,要求保护的本公开的方法并不限于此处所示的结构。

[0036] 在框 501 处,该方法包括在 PV 系统内的一个或多个位置处监测系统的特性,所述特性包括与 PV 系统有关的电压和电流。可连续地、间歇地、或以其他方式在上述的任何或所有的位置处监测电压和电流。框 503、505 和 507 分别表示 PV 电池板的电特性、逆变器的特点、和网络阻抗特性被检测并输入到方框 509 所表示的电弧检测算法中。可以输入到电弧检测算法中的一些 PV 电池板的电特性包括一个或多个串的工作电压、一个或多个串的最大工作电流、由于经过的云或其他障碍物所导致的一个或多个串中电压和电流的预期最大变化率、和 / 或受到保护的串的电容。可以输入到电弧检测算法中的一些逆变器的特性,包括电流和电压、开关频率、预期的谐波畸变、作为最大功率算法结果的电压和频率的变化、和逆变器输入和输出阶段的等效电感和电容。可以输入到电弧检测算法中的网络阻抗特性包括会减弱试图要测量的电弧信号的线 / 总线阻抗。网络阻抗包括直至第一直流转换设备(逆变器或直流 - 直流转换器)的模块串和线路的电感、电阻、电容。

[0037] 在框 509 处,确定光伏系统内是否发生了电弧故障事件。在一个非限制性的例子中,确定是否发生电弧故障事件包括将电弧检测算法规则应用到所监测的系统特性、所检测到的 PV 电池板的电特性、所检测到的逆变器特性、或所检测到的网络阻抗特性或它们的任意组合。在一般情况下,该算法在系统内寻找不被视为“正常的”和具有电弧特性的操作参数。虽然并不总是必需的,但这样的做法使检测更加准确并通过知道电池板的串、逆变器、和转换器的工作参数而消除了误判。也可以通过知道系统阻抗和被测量的信号的衰减来帮助消除误判。下面是一些可以在算法内监测和评估的参数:(1)与预期值比较的系统内的电压和电压波动;(2)与预期值比较的系统内的电流和电流波动;(3)用于检测接地故障的系统内的差动电流;以及(4)与预期值比较的电流的高频分量。

[0038] 响应于确定在光伏系统内有电弧故障事件,框 513 包括断开到达系统内的电弧位置的所有能量源。这可以包括实质上消除光到相应的一个或多个太阳能电池板的透射。根据检测到的问题,框 513 也可以包括关断逆变器、经由汇流箱(例如,打开汇流箱中的断路器)将太阳能电池板从逆变器电断开、打开主 DC 断路器、打开主 AC 断路器、或打开 AC 系统内的分支断路器或上述的任何组合。

[0039] 在框 515 处,向最终用户或其他监督实体通知问题。能够供应的一些信息是故障类型、故障位置、故障所影响的组件等。在块 517 处,完成了系统修复,而在框 519 处,手动复位系统。

[0040] 在一些实施例中,方法 500 至少包括上面列举的那些步骤。在本公开的范围和精神之内,可省略一些步骤、包括额外步骤、和 / 或修改在图 6 中呈现的顺序。

[0041] 虽然已经示出和描述了本公开的特定实施例和应用,但是应当理解的是,本公开并不限于本文所公开的精确结构和组合物,而且各种更改、变化和改变可从前面的描述中明显,而不背离如所附权利要求书中限定的本发明的精神和范围。

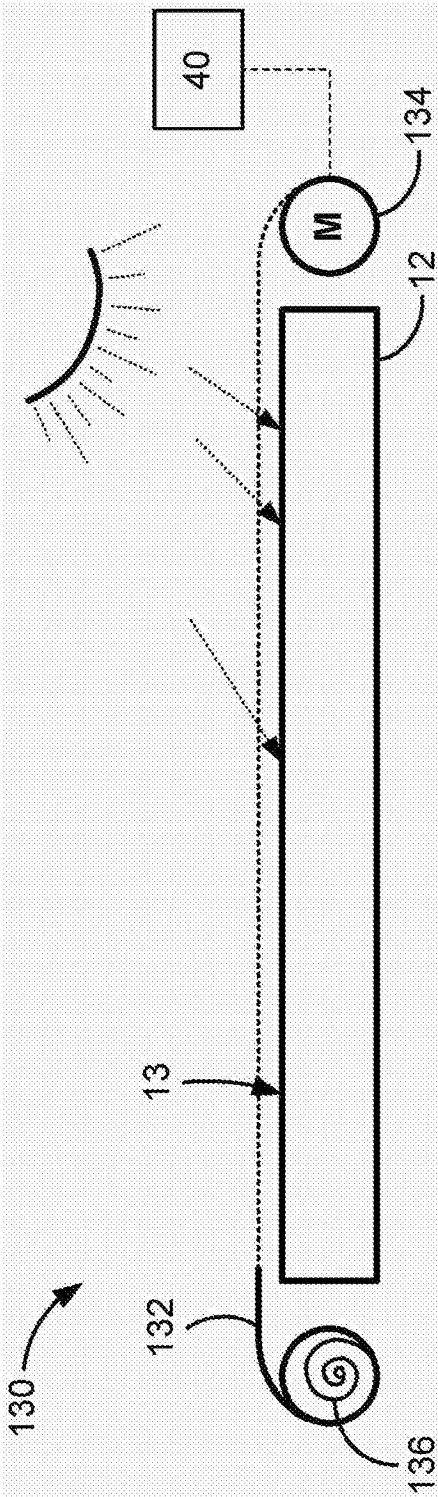


图 2A

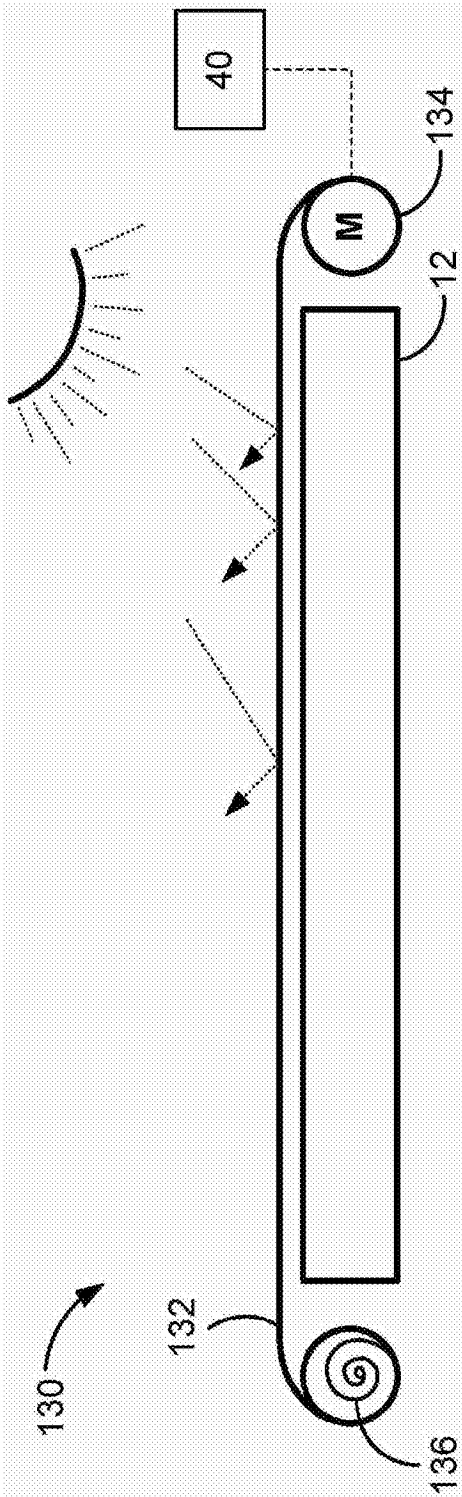


图 2B

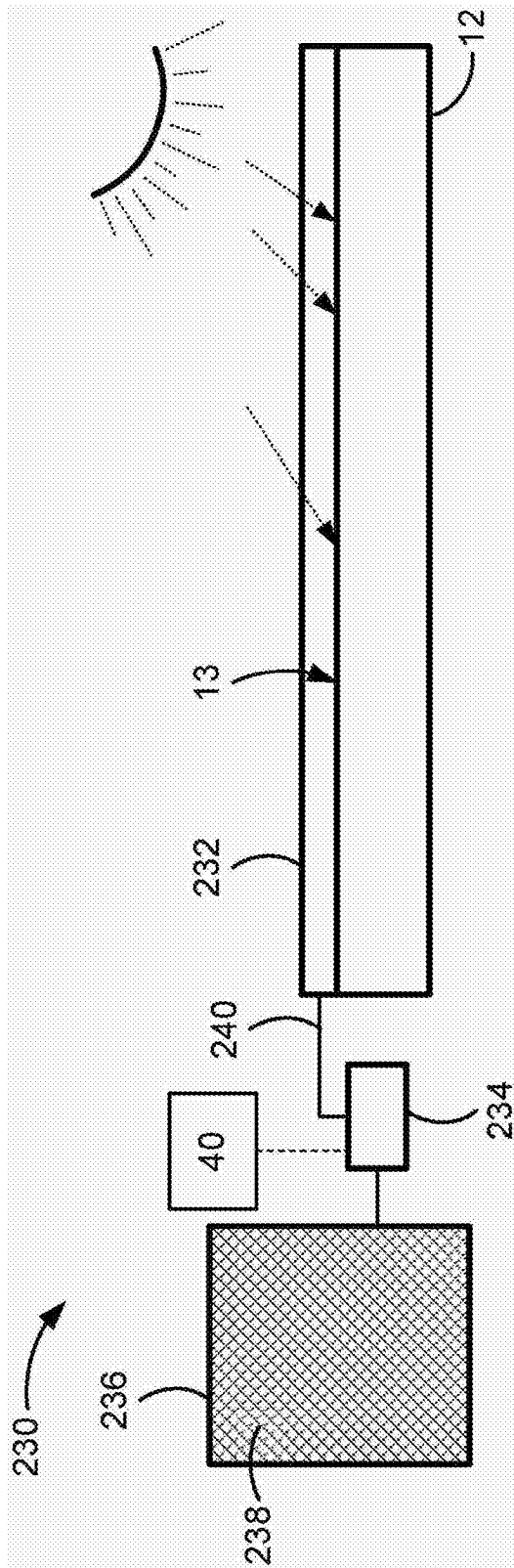


图 3A

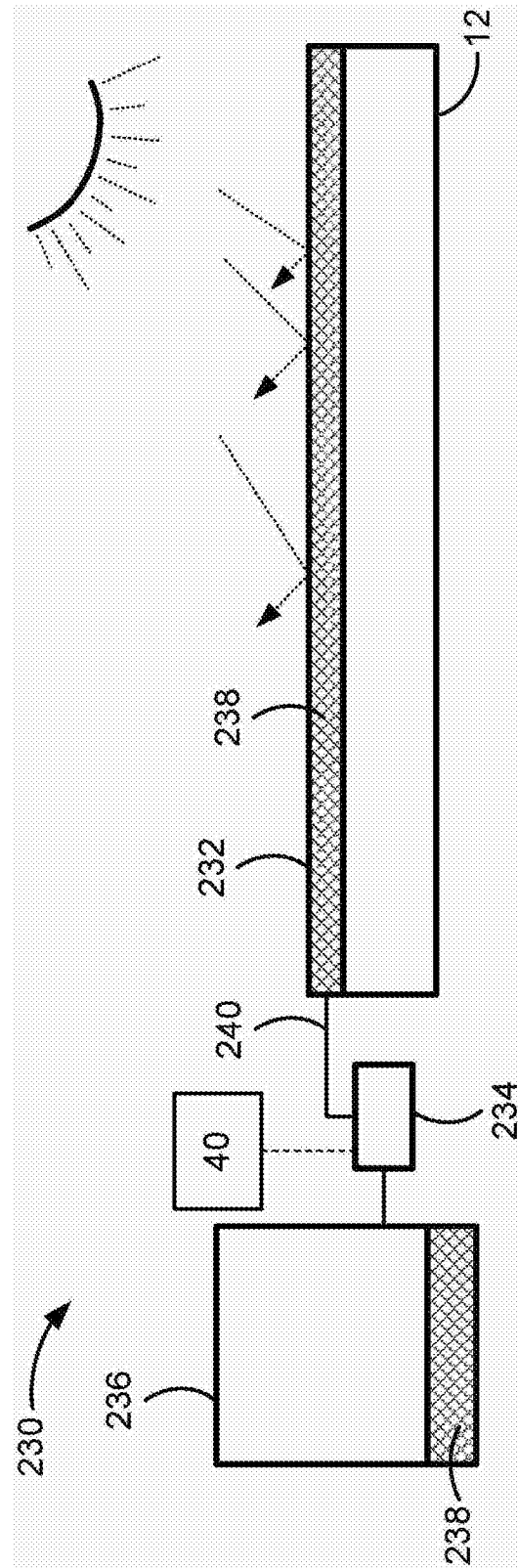


图 3B

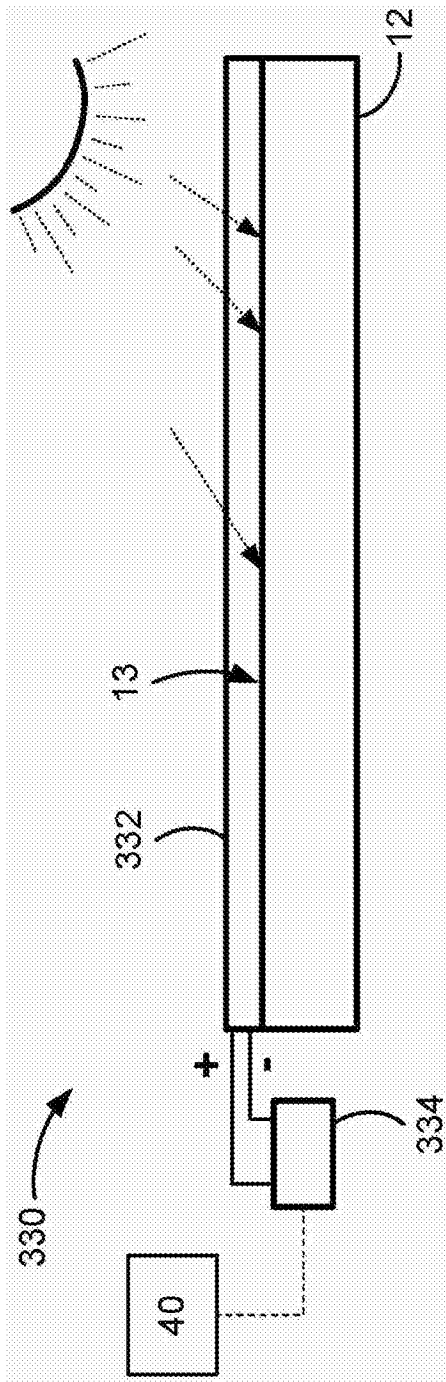


图 4A

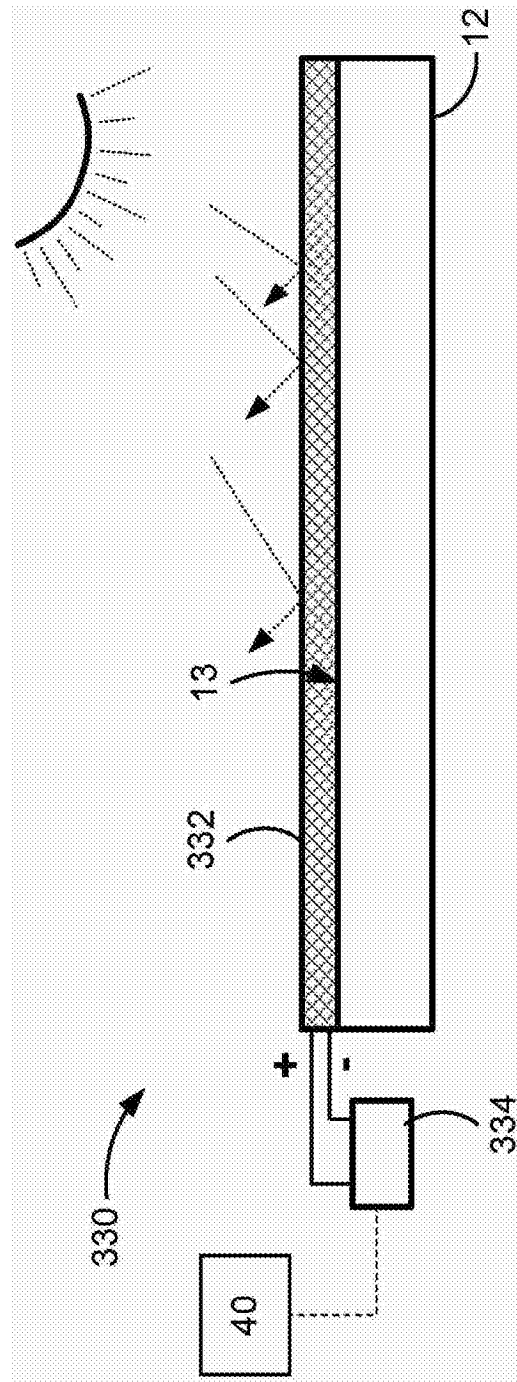


图 4B

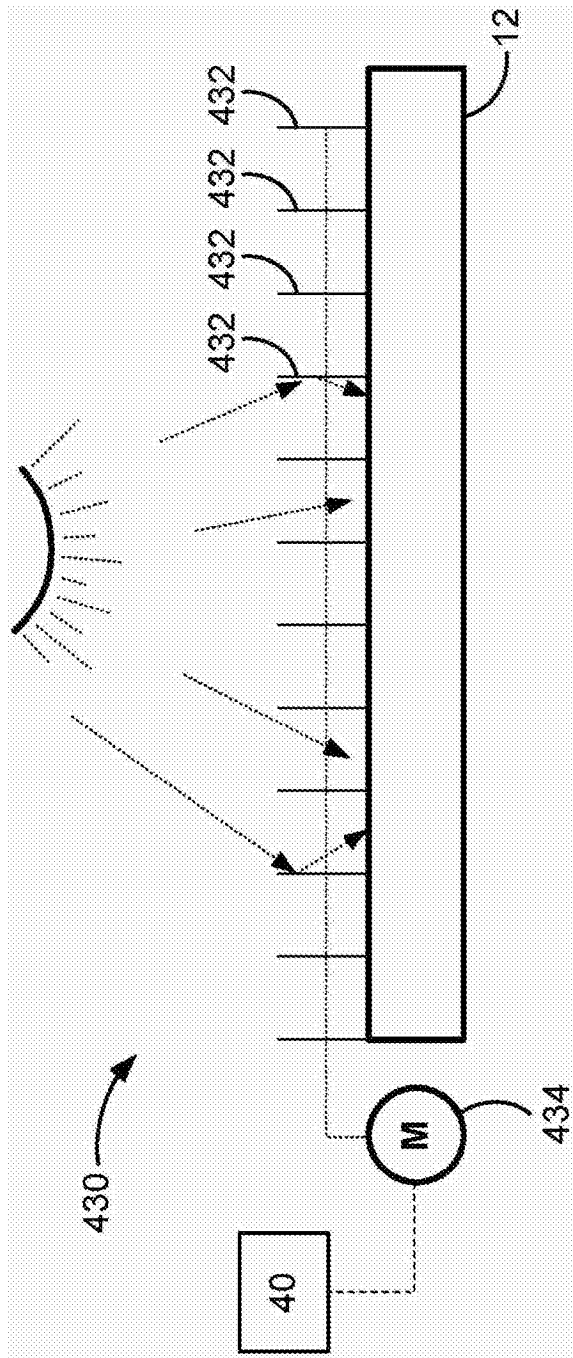


图 5A

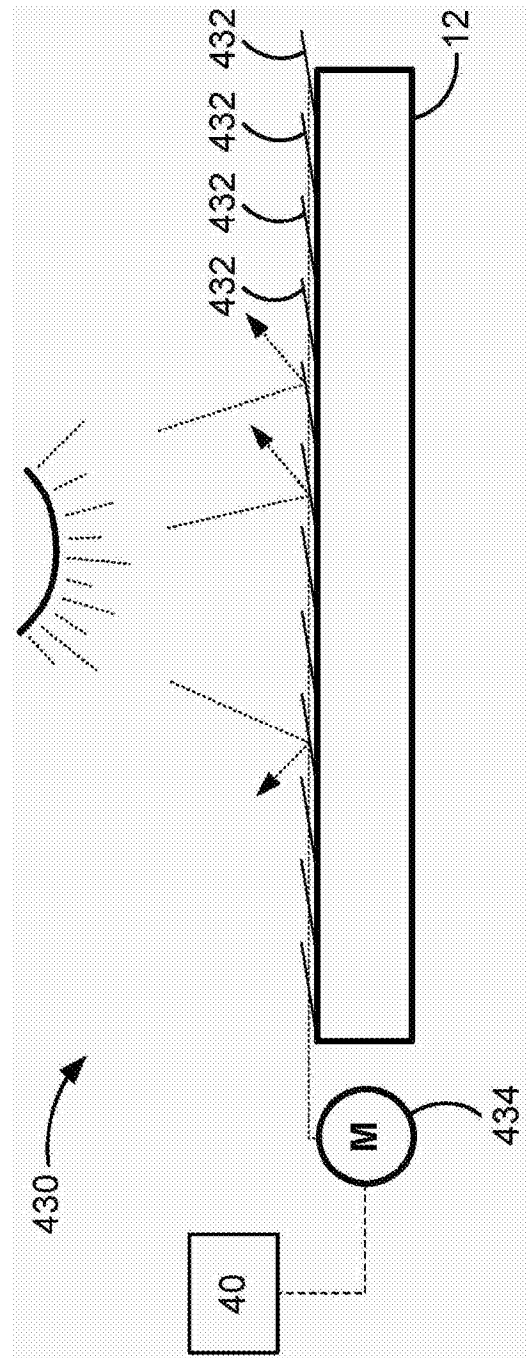


图 5B

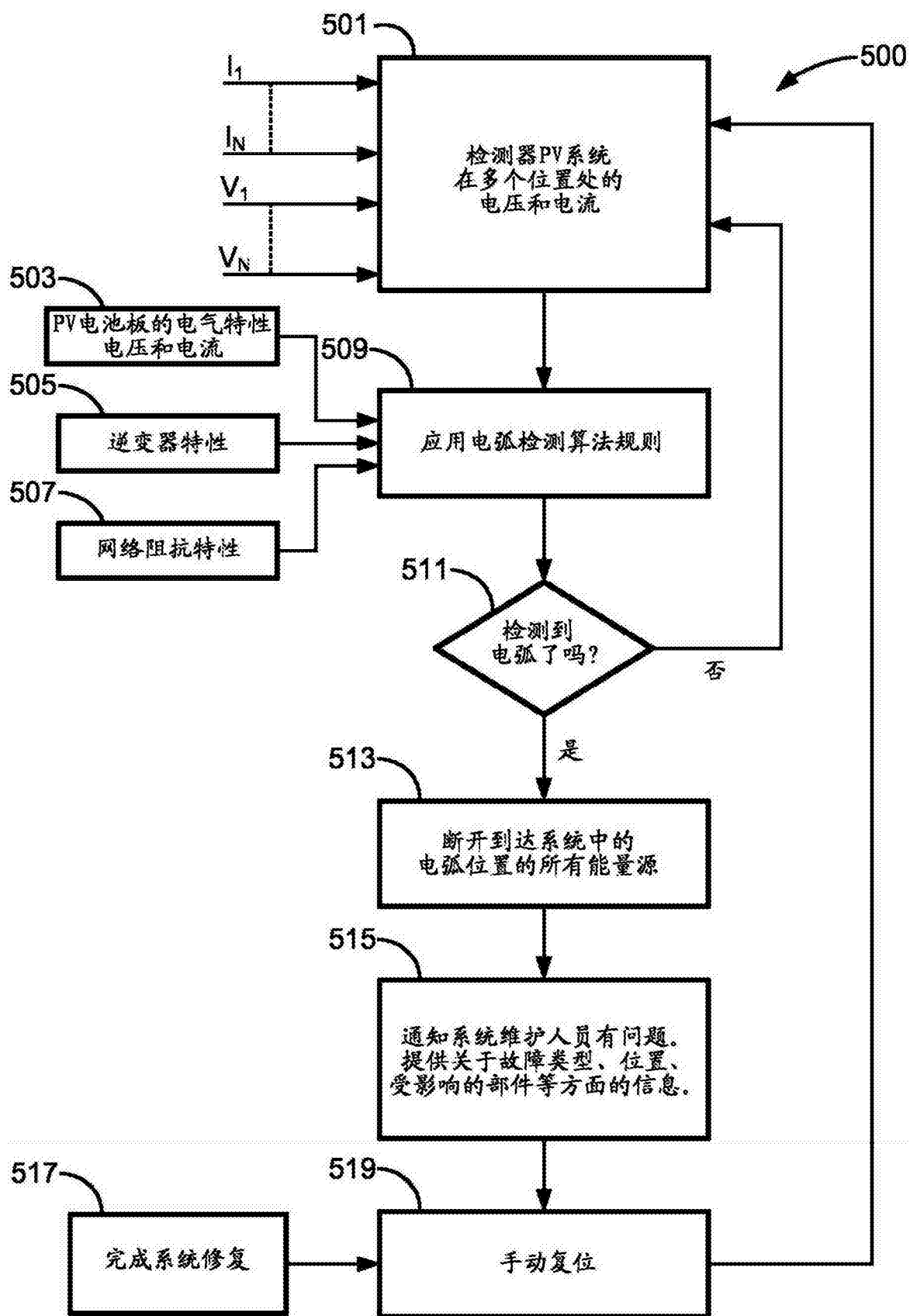


图 6