(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103931000 A
(43)申请公布日 2014.07.16

(21)申请号 201280056526.0
(22)申请日 2012.09.20
(30)优先权数据
1116253.4 2011.09.20 GB
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.05.16
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2012/052330 2012.09.20
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/041871 EN 2013.03.28
(71)申请人 埃特19有限公司
地址 英国剑桥郡
(72)发明人 约翰·理查德·菲森
尤根·弗雷德里克·温克尔
迈克尔·尼格曼
西蒙·巴恩斯菲尔德-加恩
(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 王漪
(51)Int.Cl.
H01L 31/02(2006.01)
G08B 13/14(2006.01)

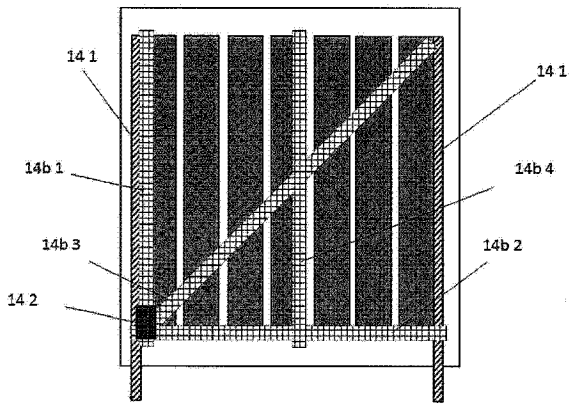
权利要求书4页 说明书11页 附图18页

(54)发明名称

具有防篡改功能的光伏设备

(57)摘要

为减少对太阳能电池的篡改，本发明提供了一种光伏设备，其包含安装于密封材料中的至少一个光伏电池，该密封材料构成至少一个光伏电池的保护性屏障，允许来自设备的电力输送的可操作开关；一旦设备受到篡改，安装于密封材料中的装置会使设备无法操作，优选永久性无法操作。



CN 103931000 A

1. 一种光伏设备，包含：

至少一个光伏电池，其安装于密封材料中，所述密封材料形成用于所述至少一个光伏电池的保护性屏障；

开关，其可操作以允许来自所述设备的电力输送；以及

装置，其同样安装于所述密封材料中，一旦所述设备受到篡改，所述装置致使所述设备无法操作，优选地永久性无法操作。

2. 根据权利要求 1 所述的光伏设备，其中，所述密封材料包含在所述设备前侧和后侧之上的屏障层。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置位于邻近电极处，所述电极或者为阳极电极，或者为阴极电极。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置位于支持电极的基座和所述密封材料之间。

5. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，其中，所述开关也安装于所述密封材料中。

6. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，其中，所述开关由集成电路控制。

7. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，其中，集成电路和 / 或开关包含所述光伏设备的整体部件。

8. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，包含用于连接到负载的端子。

9. 根据权利要求 8 所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置位于所述端子的上游或下游。

10. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，包含多个，即两个，三个或多于三个光伏电池。

11. 根据权利要求 10 所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置位于各个电池之间和 / 或位于第一个和 / 或最后一个电池与各自端子之间。

12. 根据权利要求 10 所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的装置位于汇流条之前或邻近所述汇流条，所述汇流条构成所述组件与连接到负载的所述端子之间的连接。

13. 根据权利要求 10-12 中的任意一项所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含使所述光伏组件的至少一个电池短路的装置。

14. 根据权利要求 10-13 中的任意一项所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含使每个电池短路的装置。

15. 根据权利要求 10-12 中的任意一项所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置可包含至少部分阻止，如中断相互连接的电池的电流的装置。

16. 根据权利要求 10-15 中的任意一项所述的光伏设备，其中，致使至少一个电池短路的所述装置可与旁路二极管并联连接。

17. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置可包含部分或完全中断（如遮蔽）所述至少一个电池的太阳能收集的装置。

18. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含一旦所述开关和 / 或如果存在的所述集成电路受到篡改则显露的通道。

19. 根据权利要求 18 所述的光伏设备，其中，所述通道形成于所述密封材料中的面对所述至少一个光伏电池的一侧。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的光伏设备，其中，所述通道形成于支撑电极的基座内，所述基座上安装所述至少一个光伏电池的至少一层。

21. 根据权利要求 18 所述的光伏设备，其中所述通道包含气囊或填充有与空气中的诸如氧气和 / 或水分的成分反应的材料。

22. 根据权利要求 21 所述的光伏设备，其中，所述设备还包含吸气材料，例如，蒸发的钡、铝、镁、钙、钠、锶、铯、磷（闪蒸吸气剂），湿态吸气剂，例如动态汞板、Sud-Chemie Desi 膏、沸石或沸石粘土。

23. 根据前述任意一项权利要求所述的光伏设备，其中，致使所述设备不可操作的所述装置可包含化学开关。

24. 根据权利要求 23 所述的光伏设备，其中，所述化学开关适于移除条形电极和 / 或汇流条之间的电气接口或使所述电气接口的性能下降。

25. 根据权利要求 23 或 24 所述的光伏设备，其中，所述化学开关可在屏障被刺穿后由于氧化或水（水蒸气）渗入而启动。

26. 根据权利要求 23-25 中的任意一项所述的光伏设备，其中，所述化学开关可包含与氧气或水分起反应的材料，以产生侵蚀所述设备的部件的侵蚀性化学物质，所述设备的部件例如为电极材料，所述材料例如可包含白磷。

27. 根据权利要求 23-26 中的任意一项所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置可包含遇水分膨胀的材料，如干淀粉、凝胶、可膨胀聚合物、矿物粘土或它们的混合物，以通过膨胀引起的物理分离来分离所述电极和所述汇流条。

28. 根据前述权利要求中任意一项所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置可包含形成（例如，所述汇流条与所述条形电极之间的）重要连接的导电液体，所述导电液体在所述开关受到篡改时泄漏。

29. 根据权利要求 1-27 中的任意一项所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置可包含导电液体，所述导电液体使所述至少一个光伏电池在所述开关受到篡改时短路。

30. 根据权利要求 28 或 29 所述的光伏设备，其中，所述导电液体可包含离子液体，如 1- 乙基 -3- 甲基咪唑二氰胺、$(C_2H_5)(CH_3)C_3H_3N^+_2.N(CN)^-_2$、或 1- 丁基 -3,5- 溴甲基吡啶；电解质溶液，如无机液体 / 溶液，例如，所述溶液可包含腈，如乙腈、丙烯腈及丙腈；亚砜，例如二甲基、二乙基、甲基乙基和甲基苄基亚砜，氨基化合物，例如二甲基甲酰胺及吡咯烷酮，如 N- 甲基吡咯烷酮，或碳酸盐如碳酸丙烯，以及电解质盐可包含季铵盐，如四乙铵四氟硼酸盐 $((Et)_4NBF_4)$、六取代胍盐；或液体金属或合金，如汞、镓、钠钾合金或镓铟锡合金。

31. 根据权利要求 28-30 中的任意一项所述的光伏设备，其中，一旦受到篡改，毛细管力用于引导液体流动。

32. 根据前述权利要求中的任意一项所述的光伏设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含例如通过毛细管力被输送到关键接口的腐蚀性或侵蚀性的一种或多种液体化学物质或侵蚀剂。

33. 根据权利要求 28-32 中的任意一项所述的光伏设备，其中，所述液体贮存于贮液器

内且在受到篡改时释放。

34. 根据权利要求 13 和 14 中的任意一项所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含光激活短路。

35. 根据权利要求 34 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置还包含光导部件。

36. 根据权利要求 34 或 35 所述的设备，其中，致使所述电池无法操作的所述装置包含氧化锌光敏二极管开关。

37. 根据权利要求 13 和 14 中的任意一项所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含至少一个场效应晶体管。

38. 根据权利要求 37 所述的设备，其中，所述晶体管的漏极和源极与至少一个太阳能电池的相对电极相连接。

39. 根据权利要求 37 和 38 所述的设备，其中用于单个晶体管的栅极和用于多个晶体管的共栅极受抗篡改控制箱控制。

40. 根据权利要求 17 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含至少一个可变换二极管，其端子与至少一个太阳能电池的相对电极相连接，能够从二极管特性转换到高导电性。

41. 根据权利要求 17 和 18 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含至少一个可变换二极管（从二极管特性转换到高导电性），其端子与至少一个太阳能电池的相对电极相连接，能够从二极管特性转换到高导电性。

42. 根据权利要求 17 和 18 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含至少一个电阻开关设备，其端子与至少一个太阳能电池的相对电极相连接。

43. 根据权利要求 37-42 所述的设备，其中，开关设备（晶体管，可变换二极管，电阻开关设备）受抗篡改控制箱提供的电气信号控制。

44. 根据权利要求 34-42 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置基于有机、无机或金属薄膜。

45. 根据权利要求 34 和 42 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置通过涂覆、印刷或图案形成技术被并入。

46. 根据权利要求 17 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含大体透明的材料层，其在所述开关受到篡改时变为不透明。

47. 根据权利要求 46 所述的设备，其中，所述层包含染料，如隐色染料，如结晶紫内酯、酚酞或百里酚酞。

48. 根据权利要求 46 所述的设备，其中，所述层包含一种或多种电致变色染料或双稳态液晶。

49. 根据权利要求 46 所述的设备，其中，致使所述设备无法操作的所述装置包含液体染料。

50. 根据权利要求 49 所述的设备，其中，所述液体贮存于贮液器内并在受到篡改时释放。

51. 根据权利要求 49 或 50 所述的设备，其中，所述液体贮存于密封条件下。

52. 根据前述权利要求中的任意一项所述的光伏设备，其中，所述光伏电池为有机光伏

电池。

具有防篡改功能的光伏设备

[0001] 本发明涉及将太阳能转化为电能的光伏设备。

[0002] 太阳能在为偏远地区或国家电网体系不提供服务的社区供电方面取得了巨大的进步。能源短缺是许多第三世界国家的所关心的一个主要问题，并带来了例如太阳能灯具代替了煤油灯的发展。这样的改善带来了巨大的健康效益及降低碳排放的环境优势。然而，太阳能的利用受到购买和管理太阳能源供应相关的巨大的成本障碍的妨碍，并且在诸如非洲和亚洲的许多部分的许多家庭甚至负担不起太阳能灯具。因此，已经提出了基于小额信贷或小额寄售业务计划的多种规划，在这种模式中消费者只需缴纳所产生的电费而不必购买设备。在 US2010/174642 中阐述了这样一个事例，付费提供了可用于太阳能充电器的一次或多次充放电周期的钥匙。

[0003] 本发明的第一个方面提供了一种光伏设备，所述设备包含：至少一个安装于密封材料中的光伏电池，密封材料构成至少一个光伏电池的屏障；开关，其可操作地允许来自设备的电力输出；以及装置，其同样安装于密封材料中，一旦设备受到篡改，会使设备无法操作，优选永久性无法操作。

[0004] 密封材料优选包含：屏障 (barrier)，在设备的前侧和后侧之上，或致使设备无法操作的装置，位于邻近为阳极或阴极电极的电极的位置。更优选地，致使设备无法操作的装置位于支持电极的基座和密封材料之间。

[0005] 可以使用黏合剂结合在设备的前侧和后侧之上的屏障。也可以使用热熔黏合剂以及其他黏合剂 / 复膜胶或粘性油脂。

[0006] 在一个优选的实施例中，开关也安装于密封材料内。

[0007] 可选地，开关可受集成电路控制。

[0008] 集成电路和 / 或开关可以为光伏设备的集成部件。

[0009] 致使设备无法操作的装置可永久地或可逆地致使光伏设备无法操作。

[0010] 光伏电池可为有机光伏电池。

[0011] 设备可拥有连接到负载的端子。

[0012] 装置可在端子的上游或下游。

[0013] 设备可包含多个，即两个、三个或多于三个光伏电池。致使设备无法操作的装置位于各个电池之间和 / 或在第一个和 / 或最后一个电池和各自端子之间。

[0014] 致使设备无法操作的装置可包含使至少一个电池短路的装置。

[0015] 致使设备无法操作的装置可包含使每个电池短路的装置。

[0016] 如果存在，多个电池可以被短路和 / 或整个设备可以被短路。

[0017] 致使设备无法操作的装置可包含至少部分阻止（例如中断）互相连接的电池的电流。

[0018] 如果存在，使至少一个电池短路的装置可与旁路二极管并联连接。

[0019] 致使设备无法操作的装置可包含部分或完全中断（如遮蔽）至少一个电池的太阳能收集的装置。

[0020] 如果存在，多个电池会使其太阳能收集受到致使设备无法操作的装置的中断（如

遮蔽）。

[0021] 致使设备无法操作的装置可包含一旦开关和/或集成电路（如果存在）受到篡改则显露的通道。所述通道可形成于密封材料中的面向至少一个光伏电池的一侧或形成于支撑电极的基座内，其上至少安装一个光伏电池的至少一层。

[0022] 通道可为气囊或填充了与空气中的成分（例如氧气和/或水分）发生反应的材料。

[0023] 设备中可包含吸气材料，如蒸发的钡、铝、镁、钙、钠、锶、铯、磷（闪蒸吸气剂），如动态汞板 (Dynic HG sheet)、Sud-Chemie Desi 膏、沸石类或沸石粘土的湿态吸气剂。

[0024] 致使设备无法操作的装置可包含化学开关。该化学开关可去除条形电极和汇流条之间的电气接口或使其性能降低。

[0025] 由于穿透屏障后的氧化或水（水蒸气）的渗入，化学开关会启动。

[0026] 化学开关可包含与氧气或水分发生反应的材料，以产生具有侵蚀性的化学物质，其侵蚀如电极材料的设备部件，例如，此材料可包含白磷。

[0027] 致使设备无法操作的装置可包含遇水分发生膨胀的材料，如干淀粉、凝胶、可膨胀聚合物、矿物粘土、或它们的混合物，以通过膨胀导致的物理分离来电隔离电极与汇流条。

[0028] 致使设备无法操作的装置可包含构成重要连接的导电液体，其在开关受到篡改时泄漏。

[0029] 致使设备无法操作的装置可包含在开关受到篡改时，使至少一个电池短路的导电液体。

[0030] 导电液体可包含离子液体，如 1- 乙基 -3- 甲基咪唑二氰胺 $(C_2H_5)(CH_3)C_3H_3N+_2.N(CH)^-_2$ 或 1- 丁基 -3,5- 溴甲基吡啶；电解质溶液，如无机液体/溶液，例如所述溶液可包含腈，如乙腈、丙烯腈或丙腈，亚砜，如二甲基、二乙基、甲基乙基及苯甲基亚砜，氨基化合物，如二甲基甲酰胺和吡咯烷酮，如 N- 甲基吡咯烷酮或碳酸盐（如碳酸丙烯），并且电解质盐可包含季铵盐，如四乙铵四氟硼酸盐 $((Et)_4NBF_4)$ 六取代胍盐；或液体金属或合金，如汞、镓、钠钾合金或镓铟锡合金。

[0031] 优选地，一旦受到篡改，毛细管力用于引出液体流。

[0032] 或者，例如通过毛细管力，致使设备无法操作的装置可包含传递到关键接口的腐蚀性或侵蚀性的液态化学品、化学物质或侵蚀剂。

[0033] 液体优选储存于贮液器，且受到篡改时释放。

[0034] 液体优选储存于密封条件下。

[0035] 致使设备无法操作的装置可包含光激活短路。

[0036] 致使设备无法操作的装置还可包含光导部件。

[0037] 如果存在，多个电池可能会短路或整个设备可能会短路。

[0038] 致使设备无法操作的装置包含氧化锌光敏二极管开关。

[0039] 致使设备无法操作的装置可包含至少一个场效应晶体管。

[0040] 致使设备无法操作的装置可包含大体上透明的材料层，在开关受到篡改时变为非透明。

[0041] 材料层可包含染料，如隐色染料，如结晶紫内酯，酚酞或百里酚酞。

[0042] 材料层可包含一种或多种电致变色染料或双稳态液晶。

[0043] 致使设备无法操作的装置可包含液体染料。

[0044] 液体优选贮存于贮液器中并在受到篡改时释放。

[0045] 液体优选密封储存。

[0046] 太阳能电池的嵌入式集成电路 (IC) 是大多数太阳能电池组件安装标准要求的延伸，确保太阳能组件在既定环境条件下以最佳状态运行，这通常通过最大峰值功率跟踪 (MPPT) 单元进行管理，其运用标准算法在电池上应用可变负载，以便设置转换器从设备中取电，从而产生获得的最大功率。

[0047] 利用某些改进，IC 已经提高了信息处理能力，众所周知，所涉及的集成电路可有利地被用于实现其他有用的功能，如统计性地日常监控电池的性能并将结果传送到中控设备。太阳能组件监控信息根据如早期故障检测，在可以获得如来自蜂窝三角测量或 GPS 无线电收发器的定位数据时生成日晒图进行使用，并可以在生产期间进行复杂的内联或发布前测试，及出厂发布前或日常运行中的甚至是可能的动态自我修复。

[0048] 也可以添加更为先进的功能，如所需要的能够进行小额支付或小额寄售计划的安全组件。这些计划的要求是具有安全认证过程并可以通过添加嵌入式安全组件来提供可信赖的硬件或适当加密的通信，能使其在原则上主要应用于进行安全支付。例如，根据它的某些操作记录，设备可以生成其自身的安全密钥。

[0049] 还可在 IC 拥有相关的合适的可信硬件的地方使用收集到的如碳信用账目的操作数据并获取碳信用。其他优势包括应用补贴、被保证人或信用、可检测到仿造并更具挑战性、提供序列 ID 或跟踪 ID、时间戳及日期戳、认证证书、服务及保障计划以及确保遵循可接受的标准（如通信）的能力。

[0050] 尽管所有的这些附加功能都可以由远离太阳能电池的 IC 提供，但是将电子控制系统的至少一个安全组件嵌入到太阳能电池构架中有很大益处。在这里嵌入的装置是同一组装的部分，或机械的部件，例如密封于同一个不受气候影响的密封包装或直接安装于太阳能组件上。在太阳能电池与嵌入式的部件之间有直接的电气连接的地方，也可以应用嵌入式的电子器件的阐述。

[0051] 除潜在的将电子器件嵌入太阳能组件的材料用途益处之外，还有一个附加好处就是，从系统本质上变得更加安全了，因为将 IC 与太阳能组件相分离更加困难，因此人们不太想盗取设备，特别是在设备需要安全认证才能正常运转的地方。另一个好处是使 IC 以一种方式运行，以便对太阳能组件受到篡改导致临时或永久性改变 IC 根据通过 IC 传输的信息的行为、及潜在改变设备电气产生功率的能力。

[0052] 嵌入式 IC 可极其简单，例如专门用于信号验证及功率切换。通常用于小额支付应用，其中要求有连接到设备汇流条的电子开关作为安全部件，以确保太阳能组件在移除后不启动，在此例中是分离通过物理电缆连接的小额支付控制单元。

[0053] 另外，按照定义，IC 通常是相对较大的太阳能电池上的相对较小的部件。意思是说用户可以从不受气候影响的密封材料中人为地移除 IC，或潜在隔离或规避 IC 的按键触点，以致 IC 无法操作。没有了 IC 的电气连接，任何使电池失灵的电子装置都将不会再工作。如果技术人员将太阳能组件与分离的 MPPT 单元部件进行电气连接，则验证及安全部件将会被规避且太阳能电池可有效运行。本发明通过使设备在受到篡改时不可操作、优选永久不可操作克服了这一劣势。

[0054] 当运用小额支付方法时 IC 的规避是一个特别的问题。而对于非小额支付解决方案，对于太阳能组件的威胁主要来自于盗取单元。小额支付计划通过重复使用和 / 或继续使用设备的收入来源对太阳能组件的原采购价给予补贴。因此，可能诱使这种设备的所有者试图规避这样的支付机制。

[0055] 光伏组件通常覆盖有透明屏障材料，有使设备更强大以应对物理性损害的优势，并保护其远离的部件。对于以硅为基础材料的设备，这个层可为涂层或铸层或应用屏障材料，如塑料基座或玻璃板。虽然近些年来已经开发出许多其他材料作为黏合剂层，具有改善的光和热稳定性、不受气候影响的能力等特性，但这些塑料基座通常应用 EVA（乙烯醋酸乙烯酯）制成的黏合剂。

[0056] 由于许多用于生产太阳能设备的材料在受潮或氧气存在时易降解，因此对于薄膜太阳能电池及组件，已开发了具有改善的水分和氧气传输特性的屏障。因此通常要求以这样的方式完全密封这些设备，确保无氧气或水分透过 PV 组件的前部、后部或其边缘渗入的发生，或以极大的降低速率极少地发生。屏障要求根据所使用的材料设置而有所不同，但作为有机光伏设备的例子，屏障薄膜性质在 10-4g/m2/ 日量级的 MVTR（水蒸气传导率），例如使用 MOCON 测试（通常在接近 100％湿度的高温下进行）所测量的，现要求提供在商业上可用的设备寿命。

[0057] 对于氧气和水分敏感的设备的一种选择是在前侧将设备用玻璃密封，因为这样具有极好的防护特性，虽然玻璃材料价格划算，但也有内在质量和 / 或易碎等缺点，特别是应用于较大组件的地方。

[0058] 透明侧的一种选择是使用带有集成屏障的聚合膜。高屏障膜通常采用确定最终防护品质的连续的多对无机 / 有机堆栈 (stack) 生产。另外的一种选择是在这些层内包含氧气及水分吸收 / 擦拭材料，进一步提高浸透率。这些高防护性材料的例子包括 Aclan 和 3M 生产的 Barix 多层和膜材料等。

[0059] 虽然在很多情况下并不要求后侧密封是透明的，但相似的材料也可用于后侧密封。更典型的构造是利用不透明屏障，因为这些可以以更低的成本生产，例如通过适合的高防护性金属层的热蒸发或甚至使用带有适合的电介质粘合剂层的薄金属板。

[0060] 从边缘渗入的氧气及水分可通过高防护性黏合剂（低水蒸汽传输系数 WVTR）被最小化，以将 2 个屏障粘贴于 PV 组件上。黏合剂在原则上可为任意类型，但达到正确的化学与机械协同作用是至关重要的。黏合剂可被涂覆，或是预先应用于屏障的压力敏感黏合剂。

[0061] 还有一种选择是将设备直接建造于屏障材料上，如上述的玻璃、塑料或基于金属的屏障材料，其根据设备架构可以为透明的或非透明的。

[0062] 在本发明的优选实施例中，组件提供了一系列的通道，一旦受到篡改导致太阳能组件的加速降解。导致降解的方式是通过水蒸气或氧气的直接渗入导致设备故障，其直接通过降解光伏层或开始化学过程，以导致电气短路或由于中断电池间或电池与汇流条之间的连接成为开放电路。

[0063] 可通过对熟悉这种技术的人来说是明显的多种方式形成通道。例如，通过直接激光交联和冲洗或应用层的激光消融术，它们可以被切分、压印、形成、刻蚀、印刷、压纹、通过遮掩紫外线交联层之后冲洗未暴露区域产生。通道可部分埋于 PET 基座中或形成于屏障材料中。通道也可以可选地通过上述的任意方法的粘合层的构建与构图、并将构图后的黏合

剂应用于组件，例如利用压力敏感黏合剂制成的组件。

[0064] 在所期望的通道图案中，通道也可通过印刷去湿剂使沉积层去湿的方法构成，所述去湿剂例如Fluoropel™(Cytonix公司)。另一种方法可以是在期望的通道图案沉积（如印刷）多孔结构，可以有选择性的进一步利用印刷或涂覆步骤或在粘合步骤期间进行平面化处理。产生局部低劣的接合线或其本身具有高氧分和/或水分渗透率的材料的沉积甚至会导致材料“通道”或图案暴露于空气中时加快降解。

[0065] 本发明的另一方面是通道可以有利地指向含有嵌入式IC或充电控制电路的区域，使得任何移除或篡改此单元的尝试都会导致屏障破裂并且使通道暴露于空气中，因此会激活或启动降解机制导致随后的设备故障。

[0066] 另一种选择是由于屏障破裂通过受到压差的潜在支持的毛细管作用将容器或贮液器中的液体释放到通道中。在这里，可选的一种方式就是在通道中存在导电流体并在屏障破裂时泄漏，导致各个电池条互连断开，因此阻止电流流过组件。

[0067] 本发明的目的是提供更安全的太阳能电池，如果被盗不会轻易运行，或如果在小额支付时使用不会被轻易修改，所述轻易修改能规避小额支付计划。本发明提供了使太阳能电池的发电能力失灵或降低的方式，该太阳能电池可选地包含在连接端子之前的内置IC，其通过阻断电流或在光伏设备汇流条前积累电压而禁止设备的供电能力。失灵效果用于防止盗窃或其他对设备的篡改。

[0068] 物理安全与电子安全的结合带来了更为安全的光伏系统，其优势是产生太阳能的部件很难分离和/或再使用。太阳能电池的电流产生机制受到阻碍，以便即使电池被移除并再次连电或再次附着不同的汇流条，也不能轻易产生电流。可选地与内置的相关安全电子器件或其他的安全相关的电气特征相结合，如果单元被盗，原封未动的太阳能板也将拒绝运行，因为在激活之前安全机制要求唯一的授权码或其他关键电子信号。

[0069] 附图简述

[0070] 为使本发明能被完全理解，现仅通过示例方式并参考附图对依据本发明的光伏组件的优选实施例描述如下：

[0071] 图1是太阳能电池的等效电路。

[0072] 图2是每一个电池及多个电池上跨接的旁路二极管。

[0073] 图3是阻断并从而使组件输出的电力失灵的多开关选择。

[0074] 图4是使电池短路并从而使组件输出的电力失灵的多个开关。

[0075] 图5是与开关相结合的二极管特征及等效电路。

[0076] 图6是除主动控制开关外的被动开关，以使组件抗篡改。

[0077] 图7是除主动控制开关外的被动开关，以使组件抗篡改。

[0078] 图8是电池的光激活短路。

[0079] 图9是电池的背面光激活短路。

[0080] 图10是相互串联连接的太阳能电池，其中各个电池可通过外部的安装于太阳能电池或嵌入式IC发出的信号切换到短路。

[0081] 图11是通过场效应晶体管切换。

[0082] 图12是带有旁路特性的开关晶体管。

[0083] 图13是电阻性开关设备。

[0084] 图 14a 是 IC 或安全设备的合理位置的示例。

[0085] 图 14b 是与嵌入式 IC 相关的通道位置的示例。

[0086] 图 15 是带有电池遮蔽的组件的示例。

[0087] 图 16 是带有本发明实施例的典型薄膜组件的示例。

[0088] 图 17a 是描述带有通道的设备的本发明的实施例的横切面图。

[0089] 图 17b 是描述带有通道的设备的本发明的可选实施例的横切面图。

[0090] 本发明的目的是使太阳能组件安全部件的旁路极具挑战性。通过阻止或大体上限制电流或电压到达至少一个组件汇流条，任何对于受保护的太阳能组件的篡改都会致使其实际上不可用。这可以通过很多种方法实现，这可以通过对太阳能电池及组件的等效电路的研究进行最佳描述。等效电路是为了便于分析的较复杂电路的最简单的形式。

[0091] 太阳能电池及组件的电子性质可以通过包含分离式电子部件的等效电路进行描述。图 1 表示的太阳能电池 (15) 的简单电路，其包含电流发生器 (11)。与电流发生器并联的二极管 (12) 表示暗电流特性。另外连接了两个电阻，一个 (13) 并联，另一个 (14) 串联。不同种类的太阳能电池可以通过该等效电路的变型进行描述。应注意，等效电路是实际电路性质的简化，在这里仅用于更好阐明本发明的部件。

[0092] 太阳能组件包含多个串联或并联的太阳能电池。串联与并联连接相结合也可以。各个电池的串联连接可以通过所有互连电池 (图 2 中的 21) 的恒定电流产生电压累积。对各电池的大面积遮蔽导致所产生的电流大幅下降并形成高电阻。因此，邻近电池产生的电压会在整个遮蔽电池上下降并会导致永久性损害。一种缓解的方法就是将旁路二极管与每个电池或多个电池相连接。

[0093] 单个光伏电池会通常会产生 0.5 到 1.2 伏范围内的电压。光伏薄膜组件大多由薄膜太阳能电池的连续电池条组成，邻近电池串联互连并产生有用的总和电压。这些电池条最终在组件的每一端处与电流携带汇流条相连接。这些汇流条通常由相对高导电性的材料构成，以便当电流通过汇流条时最小化与电阻相关的损耗。

[0094] 汇流条通常会印刷在太阳能组件上，例如使用丝网印刷机以沉积相对厚的 (5-20um) 的银膏层，或附着例如镀锡铜或镀锡铝的皮带尺，这可以应用焊接法或使用导电粘合剂层。经由可选峰值功率单元或其他控制机制，通过汇流条从太阳能组件中将电流提取到太阳能电池上的负载。所述负载通常是电池、电网 (通过转换器) 或一些电气设备，例如泵、加热器或其他装置。电极材料，尽管拥有与整个电池的条纹与条纹间，或条纹与汇流条之间的携带电流相当的导电性和携电能力，通常穿过不超过 1 厘米的区域，通常不会发挥与汇流条同样好的作用，这是由于其相对较薄的沉积层，且通常由于有限的单个电池条的导电性而限制了其传送有用电力的能力，单个电池条的长度通常在 20-200 厘米的范围。

[0095] 运用许多材料设置来准备太阳能电池，每一种都有其自身的优势和劣势。各种技术的密封要求不尽相同。硅基设备通常要密封并保护其不受环境因素的影响，屏障通常使用 EVA 层压或可选地仅涂覆不受气候影响的树脂。其他材料设置，如常用于有机光伏 (OPV)、染色敏化 (DSSC)、铜铟镓硒及镉 / 碲及基于混合无机 / 有机的太阳能电池，通常对水和氧气渗入非常敏感，并且需要更精密的密封，包含被设计成将氧气及水蒸气阻止在外部的屏障。一些 DSSC 的形式特别具有挑战性，因为它们使用侵蚀性 (aggressive) 的液体电解质。通常玻璃用于许多可选系统，因为其实际上使水与氧气的不能透入。在使用玻璃密

封电池的地方，连通汇流条自然会具有挑战性（除了密封包装之外的汇流条）。也可以获得基于塑料的备选屏障材料。非透明屏障可以像铝一样直接蒸发到塑料上，可以以很低的成本生产出很长的长度。然而，透明屏障材料在某种程度上更具有挑战性，有许多可以获得的溅射氧化膜堆叠 (stack)，通常由多个无机 / 有机堆叠构成，以便形成弯曲的路径，大大降低氧气分子与水分子的穿透活泼材料的习性。

[0096] 本发明提供了抗篡改开关机制，在发生盗窃，移除太阳能组件或任何尝试绕开电子安全机制时能够启动太阳能组件或使其失灵。电气启动及使太阳能组件失灵的优选机制是太阳能组件的整体部件的集成电路所产生的信号（如集成键盘）或由外部源通过电气连接提供的信号。在后一种情况下：

[0097] A) 信号被直接用于启动或禁用程序。这可以永久的调整（频率）或短暂的电压或电流，或者

[0098] B) 信号是提供给太阳能电池上的集成电路的加密信号。经认可的信号会导致开关状态的改变。

[0099] 禁用功能（或大大降低性能的功能）可以通过以下方式实现：i) 阻断相互连接的电池的电流，ii) 使单个电池或多个电池或所有电池短路，iii) 部分或完全遮蔽电池 / 组件。

[0100] 依靠技术实现，禁用功能可以是可逆的或永久性的。

[0101] 可以在太阳能组件的多点进行电流阻断（图 3）。这些点位于各个电池 (31) 之间或第一个电池和最后一个电池及各自的末端端子 (32) 之间。

[0102] 电池的短路可以在单个电池层面 (level) 进行，也可在多个电池或整个组件上进行。单个电池层面上的短路可能需要使多个电池短路，以大大降低组件的性能。图 4 示出了用于短路电池并因此使组件输出电力失灵的多个开关 (41)。使单个或多个电池短路的开关可以与旁路二极管并联。电子部件也可组合二极管和开关的特性。图 5 示出了与开关 (41) 相结合的二极管 (22) 的优选电气特性的电路图。

[0103] 部分或完全遮蔽电池条会阻止太阳能组件运行。图 16 描绘了典型的薄膜太阳能组件 (161)。如果整个的电池区域被遮蔽，即基本上阻止光落在至少一个电池上，在旁路二极管缺失时的组件。

[0104] 任何规避以上机制的篡改的企图将会通过人力或电子操纵开关状态或通过连接太阳能组件的电气触点 (contact) 来得以实现。因此当试图操纵开关或获得接入电气触点时，设备的抗篡改可通过破坏太阳能电池的整体部件（半导体，注入层）或通过改变电流（短路，阻断）得以实现。

[0105] 现在，以下几个示例阐明了这些可以实施本发明的不同方法。

[0106] 示例 1：与太阳能电池抗篡改接入相结合的一个端子和第一个太阳能电池之间的可逆阻断。

[0107] 一个端子和第一个太阳能电池之间的可逆阻断可通过作为集成电路部件的集成电子开关（如晶体管或继电器）实现。图 6 代表等效电路。为获得抗篡改系统，必须防止接入到开关 (61) 及接入到从开关到第一个电池以及后面的任何电池的电流携带引线 (62)。防止接入第一个电池的端子最具吸引力，因为它代表接入组件的最佳目标 (A 区域 (63))。这是因为它是一个可靠的组件触点（较厚的金属汇流条）并且可允许捕获全部组件能量。

到邻近电池 (B 区域 (64)) 的电气接入吸引力不足，因为其性能（电压）下降，可靠电气接触很难实现，并且太阳能组件的寿命有可能受到密封破裂的影响，特别是它们易受到水与氧气渗入的影响的地方。

[0108] 为在太阳能组件受到不期望的篡改时获得汇流条和电池条导体的隔离，启动基于例如化学变化或开关的开关机制，其移除或降解条形电极与汇流条之间的电气接口。例如，由于穿透材料屏障时的氧化或水（水蒸气）的渗入的结果，化学开关会被激活。在此构造中，用于汇流条到设备的接口的导电材料起有利地反应，以大体上形成非导电氧化物或氢氧化物，并且可使用金属吸气材料如钡、铝、镁，钙、钠、锶或铯等。另外，可以使用遇水迅速膨胀的材料（如干淀粉、凝胶、其他可膨胀聚合物、某些矿物粘土或它们的混合物）以通过膨胀引起的物理分离来分离电极和汇流条。

[0109] 示例 2 :IC 位于太阳能组件中，以这种方式导致（预形成的）通道被显露，一旦移除 IC 或损坏 IC 周边的区域会导致设备故障。图 14a 描述了 IC 或安全部件的有用位置的示例。在此示例中，汇流条 (141) 位于组件边缘，并且 IC 或安全设备 (142) 嵌入于一个汇流条与左侧电池电极 (85) 之间的连接上的密封材料的下方。通道可以为气囊或充满与空气中的成分反应的材料（例如氧气或水分）。图 15 阐明一旦应用密封片 (151)，在厚汇流条 (152) 及顶部电极的接合处形成的通道。密封通常通过黏合剂 (154) 使用，黏合剂可从压力敏感黏合剂、热固化黏合剂、环氧树脂或 UV 固化粘合剂中选择，如果不希望受到限制，取决于所选用的太阳能电池材料。这些选项中的第一种选择特别适合于太阳能电池材料系统，其中活泼区域暴露于氧气与水分会导致巨大的性能下降。在某些示例中，甚至仅仅由于密封材料的屏障破裂就将导致由于氧气和水分的渗入而渐进的但最终灾难性的设备性能的下降，并且在这种情况下，穿孔的屏障材料作为物理开关。然而，如果移除 IC 或触点受到穿过屏障材料的干扰，策略性放置于 IC 下（或邻近集成电气触点）的一系列通道会大大加速设备故障。通过层压于汇流条连接器带或突出于基座上的导线的屏障材料能可选地产生通道，在复膜胶不立即与电极连接的地方留有缝隙。

[0110] 在其本身不是对空气和水分敏感的太阳能电池材料中，这些通道可填充以与氧气和水分反应的材料，以产生侵蚀电极材料的侵蚀性化学物质，其中一个示例就是能够释放强酸的白磷。另外，在该区域中的电极与汇流条之间的接口或电极本身可由不与氧气和水分发生强烈反应的材料制成。例如，这种接口或电极材料可以从已知的如铝、钙、钠等的快速氧化物生成金属材料中选取，。

[0111] 用于对氧气和水蒸气在某种程度上敏感的系统的有利方法就是在通道中包含一定量的吸气材料。这将提高设备的使用寿命，但当氧气 / 水的屏障被穿孔后，由于吸气材料的消耗，仍会导致电池故障。已知吸气材料为例如蒸发钡（闪蒸吸气材料）、铝、镁、钙、钠、锶，铯或磷或本领域中众所周知的如动态汞板、Sud-Chemie Desi 膏、沸石及沸石粘土的湿态吸气剂。

[0112] 图 14b 表明通道的位置选择的一些可选位置。在此情况下，组件拥有嵌入式电路 (142)，以及通道结构 (14b1-4)，其部分位于嵌入式电路之上或之下，以确保在篡改嵌入式电路时的最大限度的性能降低。如图所示，特点是可以与电池条方向平行、垂直、成一定角度或其组合。优选的通道位置将很大程度上取决于所选择的阻断电流的方法，因为某些构造会比其他构造导致更快的性能下降。

[0113] 图17a与17b描述了相对于典型的第三代太阳能电池层的通道位置。在图17a中，按照标准性能鉴定试验 (PET) 基座生产的电池密封结构的横切面被示出为沿电池条方向。在2个电极172和173之间准备光激活层171(包含注入层)。底部电极173附着于PET基座174。整个结构使用某种形式的黏合剂176密封于2个屏障175之间。描述了一些能有效构成通道的一些区域，177。

[0114] 图17b描述了直接产生在屏障材料上的密封太阳能组件条纹的示意图。这里，光激活材料171与电极172和173直接放置于屏障材料174b上。最终的顶部屏障材料175使用黏合剂176附着于设备上。

[0115] 示例3：此方法利用填充了导电液体的通道形成重要连接，当发生破裂时该通道会发生泄漏。如果不希望受限，可使用以下液体之一：离子性液体，如1-乙基-3-甲基咪唑二氰胺、$(C_2H_5)(CH_3)C_3H_3N^+_2.N(CN)^-_2$和1-丁基-3,5-溴甲基吡啶；电解质溶液，对于某些太阳能电池材料来说，这将优选地不是水质溶液，而是一种无机液体/溶液。典型有机溶液包含但不限于腈，如乙腈、丙烯腈及丙腈；亚砜，如二甲基、二乙基、甲基乙基和甲基苄基亚砜；氨基化合物，如二甲基甲酰胺及吡咯烷酮，如N-甲基吡咯烷酮，碳酸盐如碳酸丙烯。典型电解质盐包含季铵盐，如四乙铵四氟硼酸盐 ($(Et)_4NBF_4$)、六取代胍盐 (比如在美国专利号5,726,856中公开的)。最后可使用液体金属或合金，如汞，镓、钠钾合金或镓铟锡合金。毛细管力可被设计成破裂时引起液体流动的方式。

[0116] 毛细管力也可作为期望的输送侵蚀性化学物质或侵蚀剂 (如到重要接口的酸) 的装置。在这种情况下，需要通过打破密封材料或移除IC来破除障碍物，以使贮存在贮液器中的液体能够被释放。液体优选包含在密封材料中。

[0117] 为确保移除IC能够创造出所需的结构，期望的是使用剥离层及强力黏合剂 (如氰基丙烯酸盐粘合剂)，以便确保移除IC以通过分层剥离使通道显露出来。

[0118] 示例4：篡改尝试所引起的单个或多个电池的不可逆短路通过光激活完成。使组件失灵的机制通过在尝试接入开关 (32) 或接入开关与第一个太阳能电池间的电气连接期间的光激活短路 (光敏开关 (71)) 启动。光敏开关覆有不透明保护层 (72) 作为电气引线及开关箱的覆盖物。

[0119] 移除覆盖物会导致开关暴露于光线中，因此导致电池短路。等效电路显示于图7中。

[0120] 光敏部件从低电阻欧姆性能 (短路) 转换到照射下的二极管特性。足够低的电阻会导致太阳能电池的电压的显著下降。在其二极管模式中，部件的电气特性 (例如，导通电压) 适于保护电池防止遮蔽组件部分的高压累积 (图5)。

[0121] 产生光激活开关的优选方法是通过基于氧化锌的机制。众所周知，已知氧化锌所吸收的氧气通过移除导电带上的电荷载流子可大大降低其导电性。暴露于太阳辐射 (具有足够的UV) 引起氧气的解吸并因此提高导电性。基于氧化锌的二极管可作为光敏二极管开关。人们熟知这种性质并且这种性质出现在很多刊物上，例如，Jin等人的Solution-Processed Ultraviolet Photodetectors Based on Colloidal ZnO Nanoparticles，NANO短文2008，第8卷，第6期，1649-1653；Olson，D.等人的The Effect of Atmosphere and ZnO Morphology on the Performance of Hybrid Poly(3-hexylthiophene)/ZnO Nanofiber Photovoltaic Devices，J.Phys.Chem.C2007，

111,16670-16678;及 Mandalapu 等人的 Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 第 891 卷,2006 材料研究学会,0891-EE08-07.1.

[0122] 薄膜太阳能组件光敏开关的实施显示在图 8 中。横断面表示基座 (81)、带有图案化电极 (82)、光激活层 (83) 和图案化顶部电极 (84)、密封层和 2 个不透明覆盖物 (86)。顶部电极之间的缝隙部分(而非组件的整个长度上)由光敏导体所覆盖 (8.8)(例如氧化锌)。

[0123] 缝隙的一边可以用 p 型半导体 (812) 覆盖以构成所需的旁路二极管。转向其导电状态,短路电流将直接从顶部电极流向底部电极(最短的距离(光激活层的厚度))。一旦除去覆盖物,从组件两边的照明就会生效。效果可通过引入光导部件 (811)(金属化覆盖物)得以提高。即使部分移除遮蔽带也会导致导电性的增强。或者,光敏层可包含在靠近半导体的两电极之间(图 9)。此布局可以使更大的电流流过增大的接口区。

[0124] 示例 5:高度集成的可逆抗篡改开关装置由一个或多个能可逆地从电阻性(太阳能电池电极之间短路)转向高电阻的(绝缘的)或二极管特性的部件(开关)提供(见图 10)。开关信号由集成电路提供或来自外部源。以下所描述的高集成度将使系统具有抗篡改能力。

[0125] 薄膜组件中的开关类型与实现

[0126] 图 11 表示带有集成在薄膜组件中的开关的构造

[0127] 示例 5a) 通过场效应晶体管开关:将使太阳能电池失灵的泄漏电流用从源极到漏极的电流表示。源极和漏极由顶部电极和底部电极表示(与邻近顶部电极相连接)。栅极电极 (116) 由电介质层 (115)(例如密封黏合剂)与这些电极隔离。外部电压将供给晶体管 (1113) 开关 (1114)。电压可部分由组件本身形成且部分由安全组件提供。由于无电流经过,因此能量消耗低。图 12 表示带有旁路特性的晶体管构造及相应的等效电路。晶体管存在于所谓的垂直通道构造中。有效的通道是由光激活层的厚度决定的。旁路二极管由 (1110) 表示。

[0128] 示例 5b) 电阻开关设备,如在 Quoyang 等人 (Quyang, J. Nano Reviews2010,1:5118) 的评论文章中所述的电阻开关设备,是两台使用纳米材料作为有效部件的终端设备,所述有效部件包含金属及半导体纳米粒子。通过应用阈值电压,状态可由高电阻变为导电(见图 13)。电压脉冲可由抗篡改控制箱应用。使组件失灵需要某个阈值 (132) 之上的反向偏压脉冲(与组件工作电压相反)。使组件运行需要相反极性的电压脉冲。

[0129] 示例 5c) 可变换二极管是双端子设备,允许从二极管特性到高导电性的可逆变换。通过运用偏压进行开关。机制基于极性变化的肖特基势垒的调整。

[0130] Lee 等人报道了在铂/铁酸铋/氧化锶钌 (SrRu03) 薄膜电容中的可开关铁电二极管效应及其物理机能 (Phys. Rev. B84,125305Polarity control of carrier injection at ferroelectric/metal interfaces for electrically switchable diode and photovoltaic effects,2011)。

[0131] 示例 5d) 另外还可以可选择地实现静电驱动微型机械开关。

[0132] 示例 6:电池条会在沿组件的电池系列连接中的受到通过由篡改(如试图移除 IC 或其他安全部件)引起的流体的毛细管芯吸影响。这需要切断通道或将通道形成在基座中,及带有适当“障碍物”的贮液器,其在势垒毁坏期间被打破。一种选择是使用可能由于汇

流条连接和示例 2 中所显示的层压密封材料边缘处的分离而存在的通道。选择包含使用导电液体使电池短路。这些液体可以是以下几种液体之一 :离子液体,如 1- 乙基 -3- 甲基咪唑二氰胺、$(C_2H_5)(CH_3)C_3H_3N^+_2.N(CN)^-_2$ 和 1- 丁基 -3,5- 溴甲基吡啶 ;电解质溶液,对于某些太阳能电池材料来说,其将优选不是水质溶液,而是一种无机液体 / 溶液。典型的有机溶液包含但不限于腈,如乙腈、丙烯腈及丙腈 ;亚砜,如二甲基、二乙基、甲基乙基和甲基苄基亚砜 ;氨基化合物,如二甲基甲酰胺及吡咯烷酮,如 N- 甲基吡咯烷酮和碳酸盐,如碳酸丙烯。典型的电解质盐包含季铵盐,如四乙铵四氟硼酸盐 ($(Et)_4NBF_4$)、六取代胍盐 (公开在美国专利号 5,726,856 中)。最后可使用液体金属或合金,如汞、镓、钠钾合金或镓铟锡合金。

[0133] 示例 7 :在受到篡改时变为非透明的大体透明材料层被添加在太阳能组件上或一个或多个条纹上。

[0134] 此示例通过正在生成的并覆盖敏感区域以阻止太阳能电池正确运转的染料或染料混合物来完成,尽管同时带有明显的干扰特性。在图 16 中阐释的其中一个电池条是变暗 (161) 的。应注意,从原理上讲,可选用任何太阳能电池。其中一个优势是染料无需涂在最终的密封材料内部。染料包含但不限于一种或多种隐色染料,如结晶紫内酯 (低 pH 着色的 pH 开关)、酚酞、百里酚酞 (高 pH 着色的 pH 开关)。可选择地,还可使用成色剂,正如任何已知的能够与氧气或水分发生反应产生浓烈颜色的材料。另一种选择是使用电变色染料或双稳态液晶,其具有透明状态与非透明状态。透明状态可通过按照分钟、日、月间隔的规则脉冲保持,这取决于双稳态液晶的要求。例如,示例双稳态液晶可由电子墨水生成。

[0135] 示例 8 :可产生液体染料的毛细芯吸。这需要切分通道或将通道形成在基座中及带有适当“障碍物”的液体贮液罐,其在在势垒毁坏期间被打破。只要其具有充足的光吸收并能够溶于所使用的溶液中,就可以使用任意已知的染料或染料混合物。

[0136] 这些示例是本发明的示例说明,任何本领域的技术人员都可以实现以上方法的结合与变化及其中的任意一种方法,其都可用于提供抗篡改的太阳能组件系统。

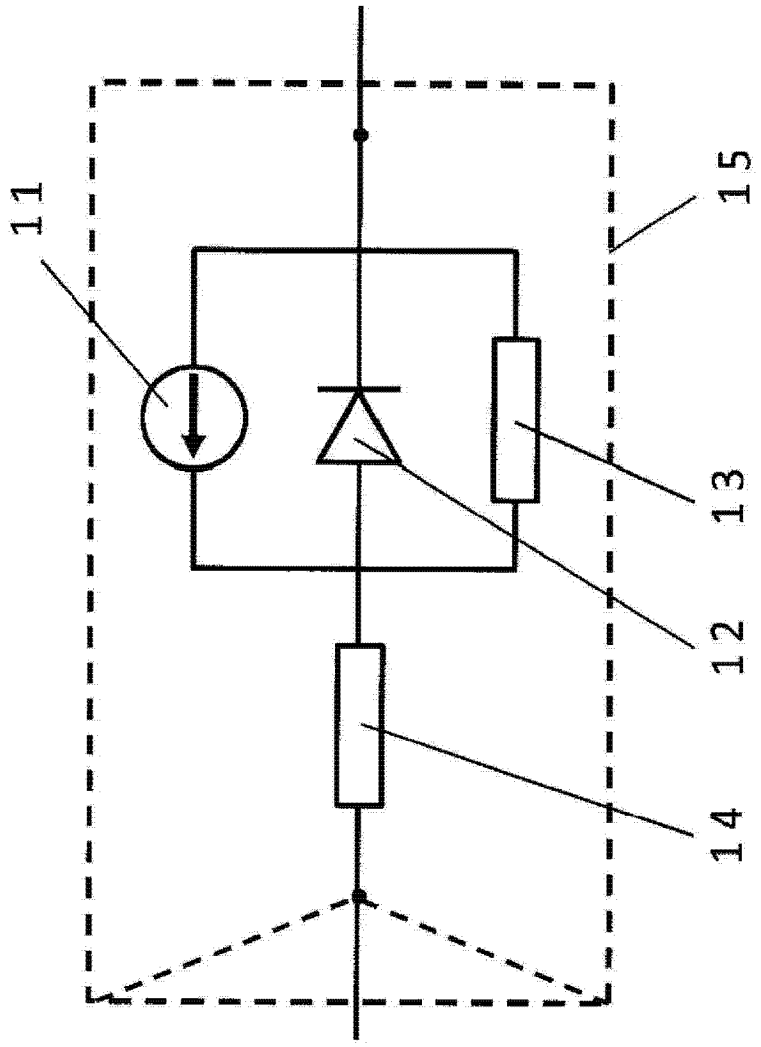


图 1

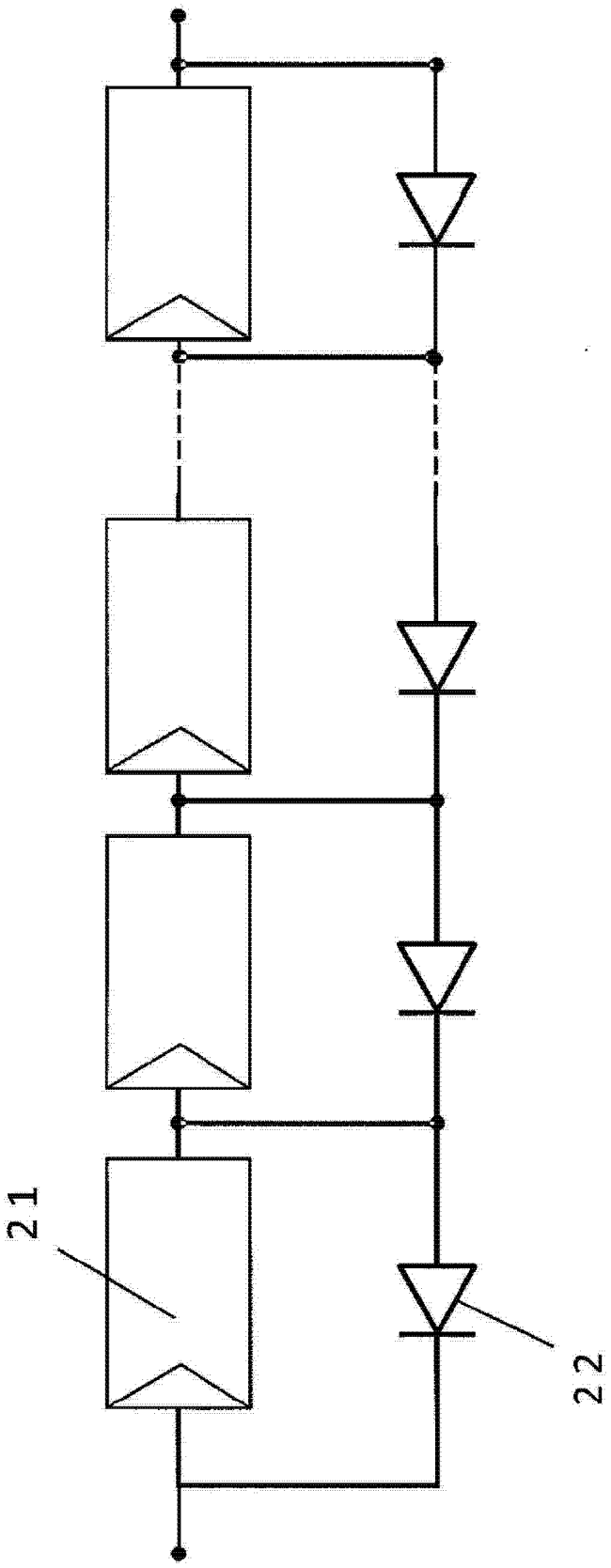


图 2

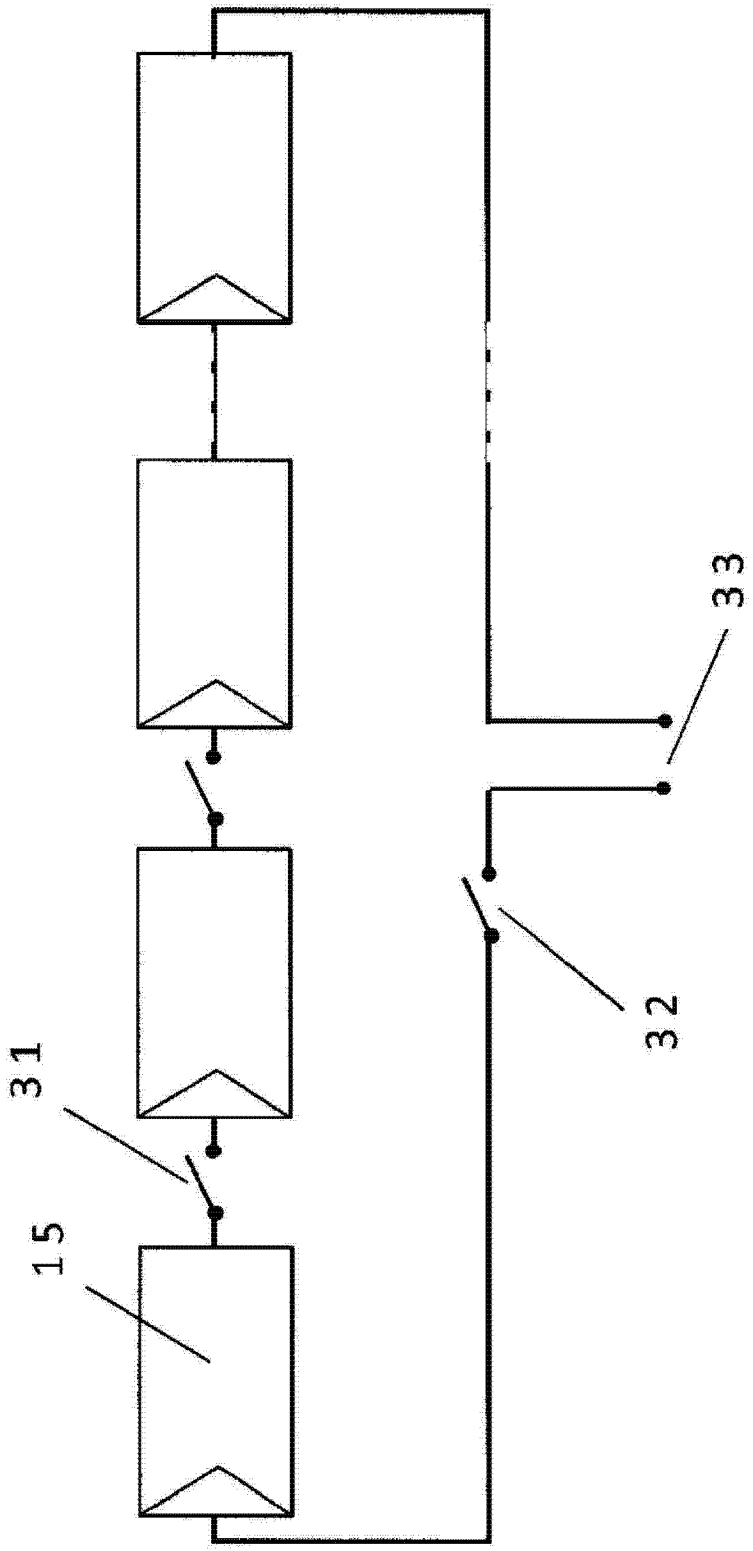


图 3

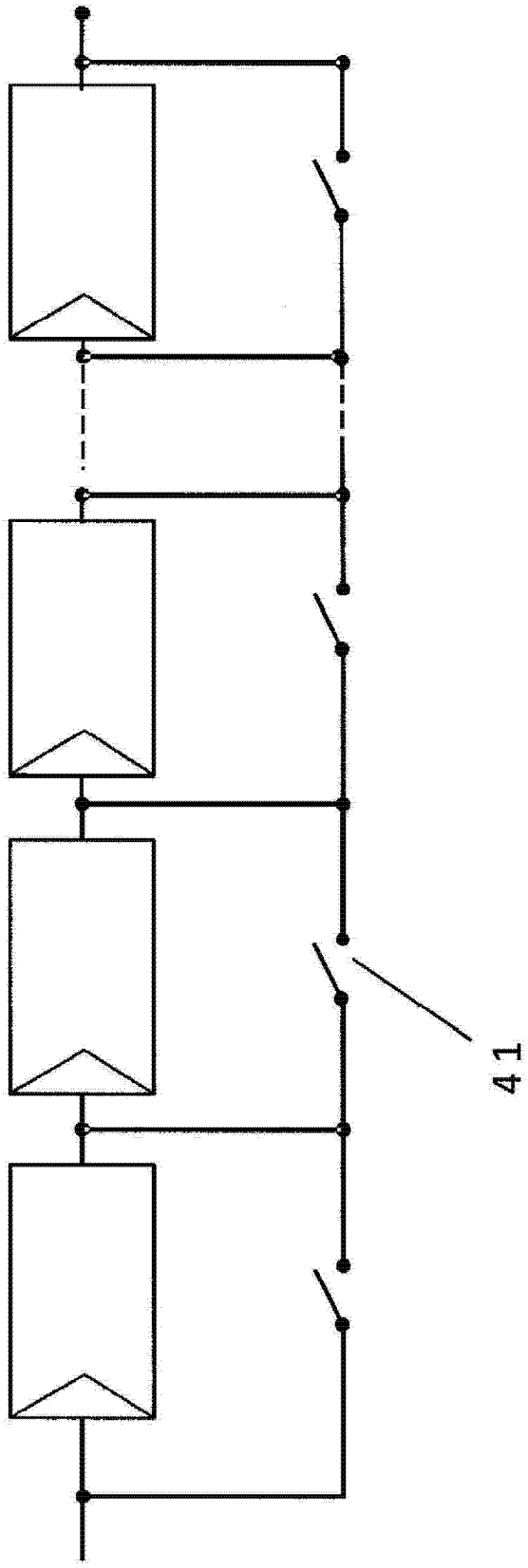


图 4

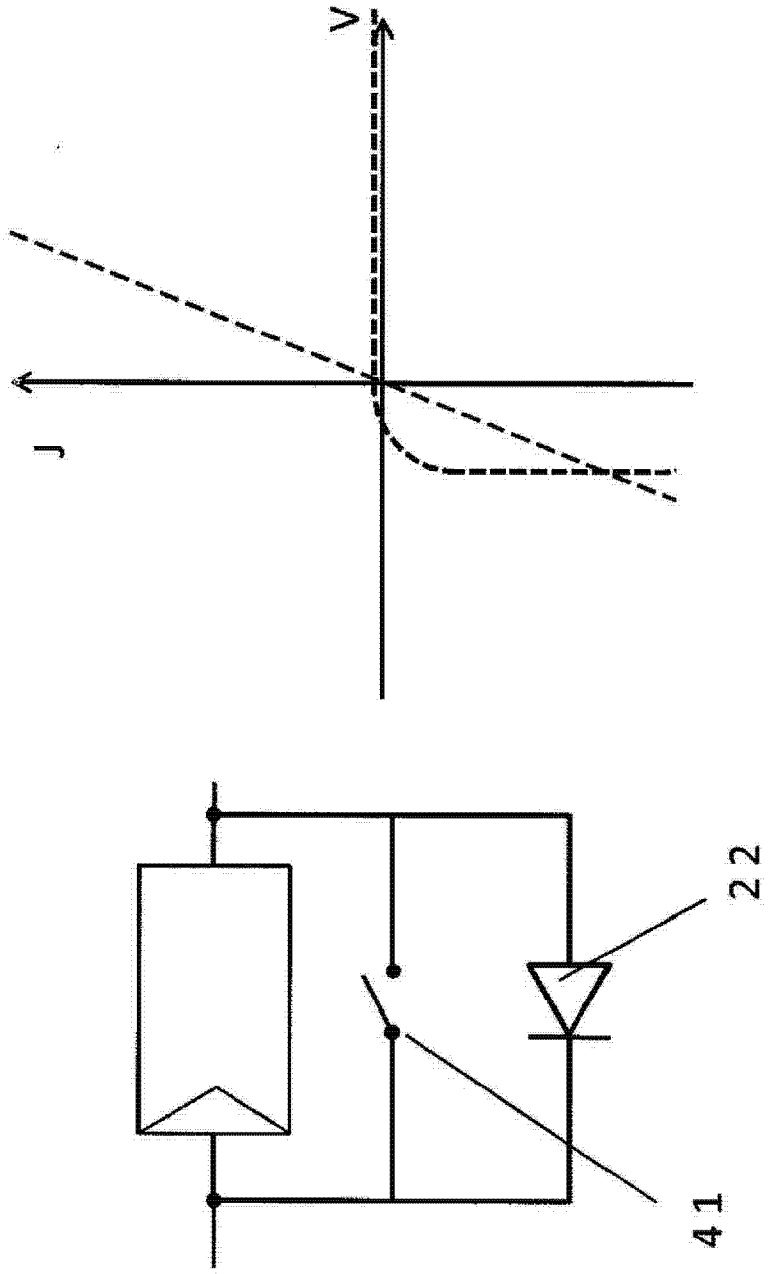


图 5

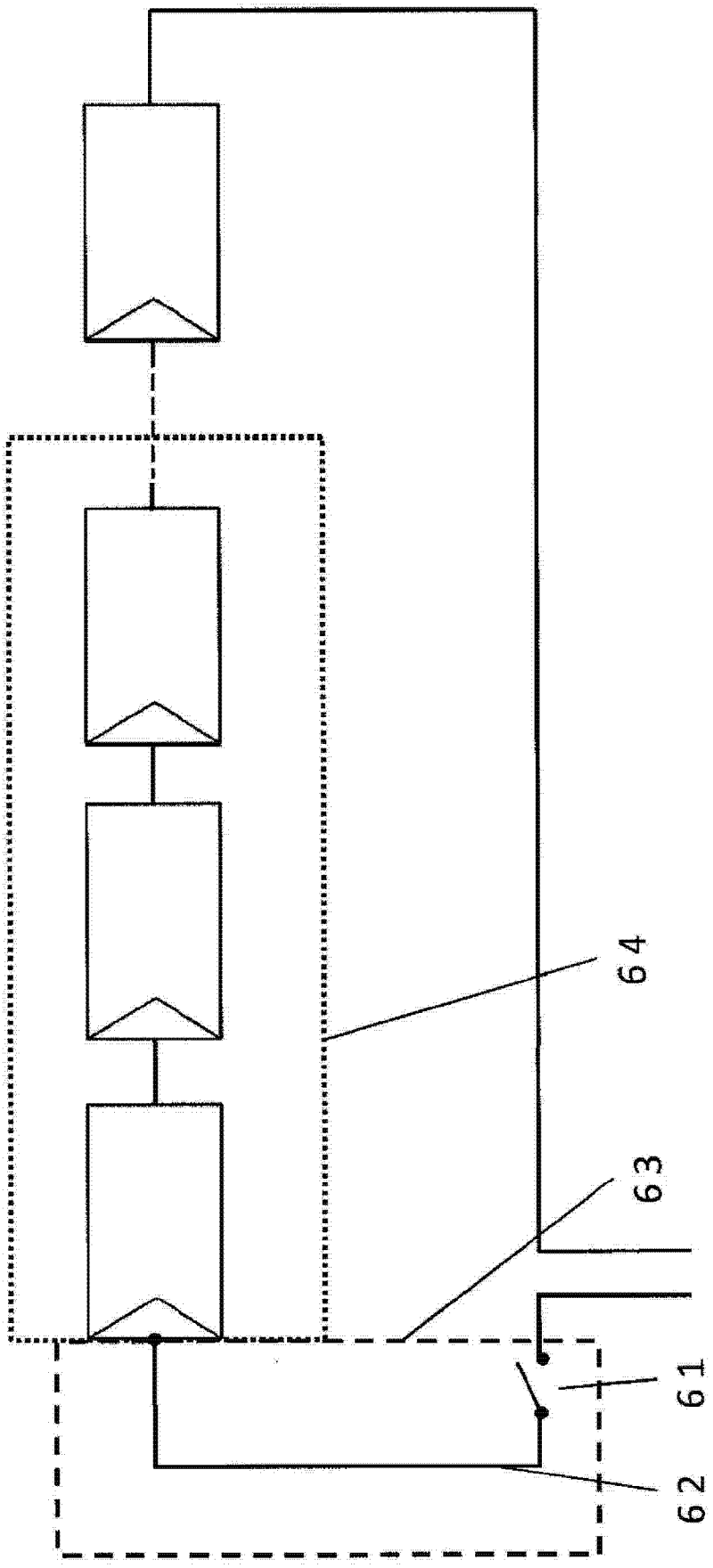


图 6

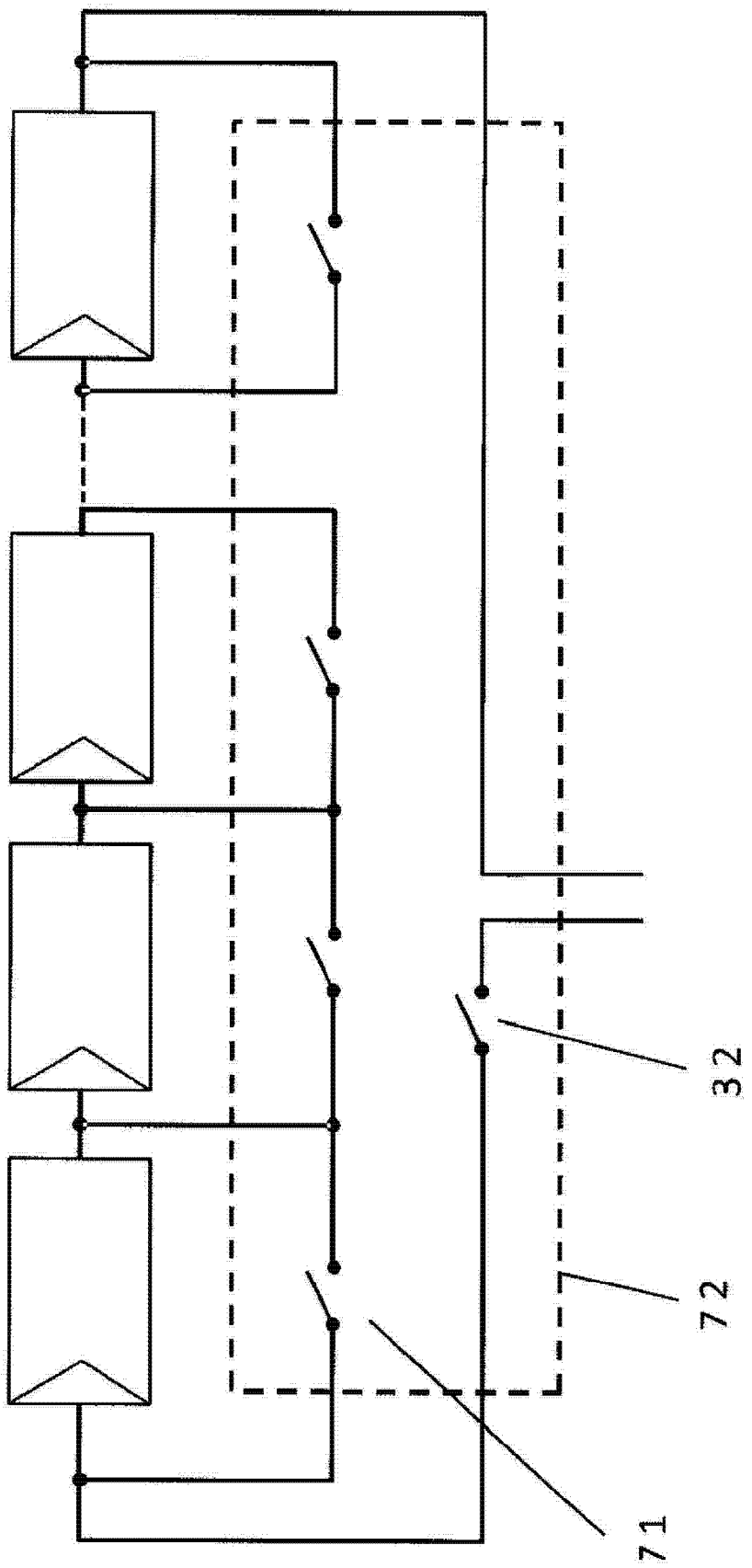


图 7

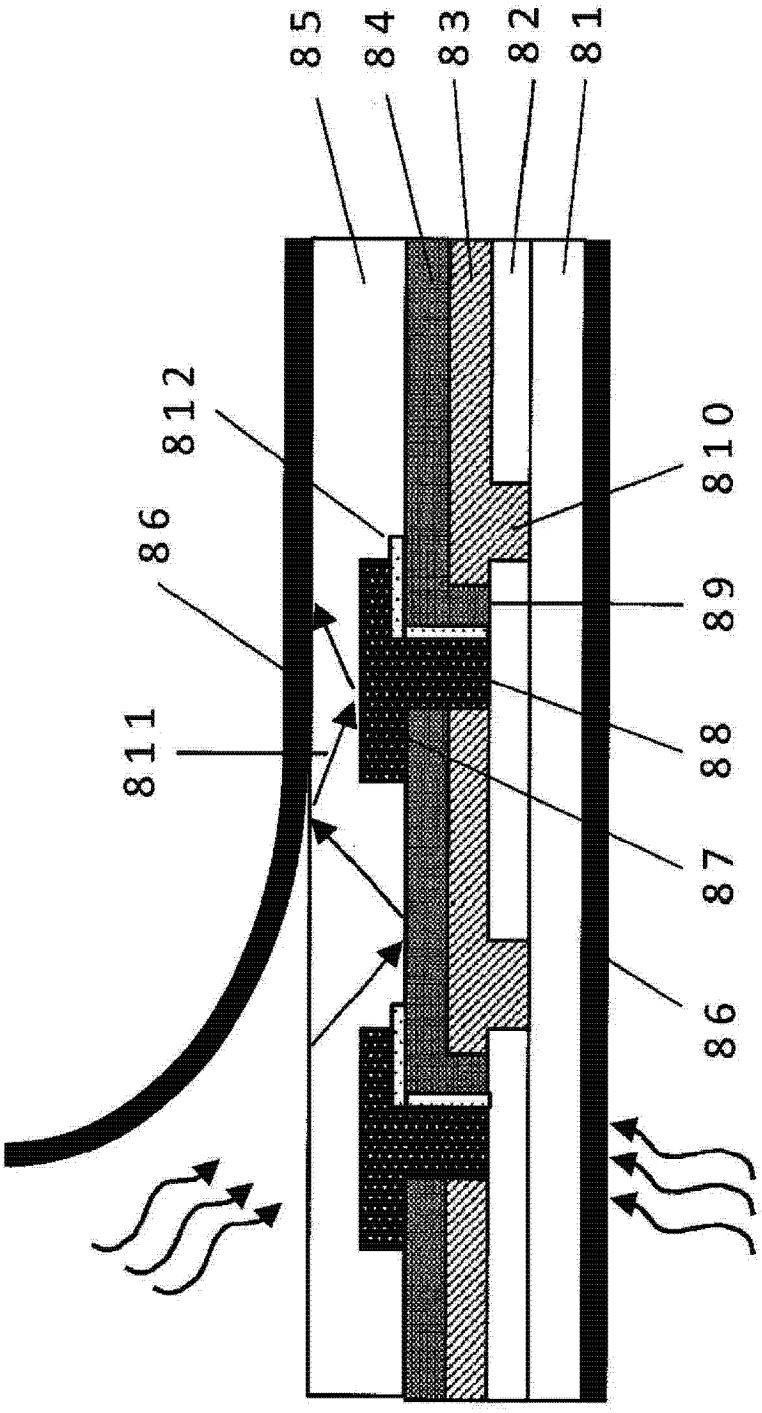


图 8

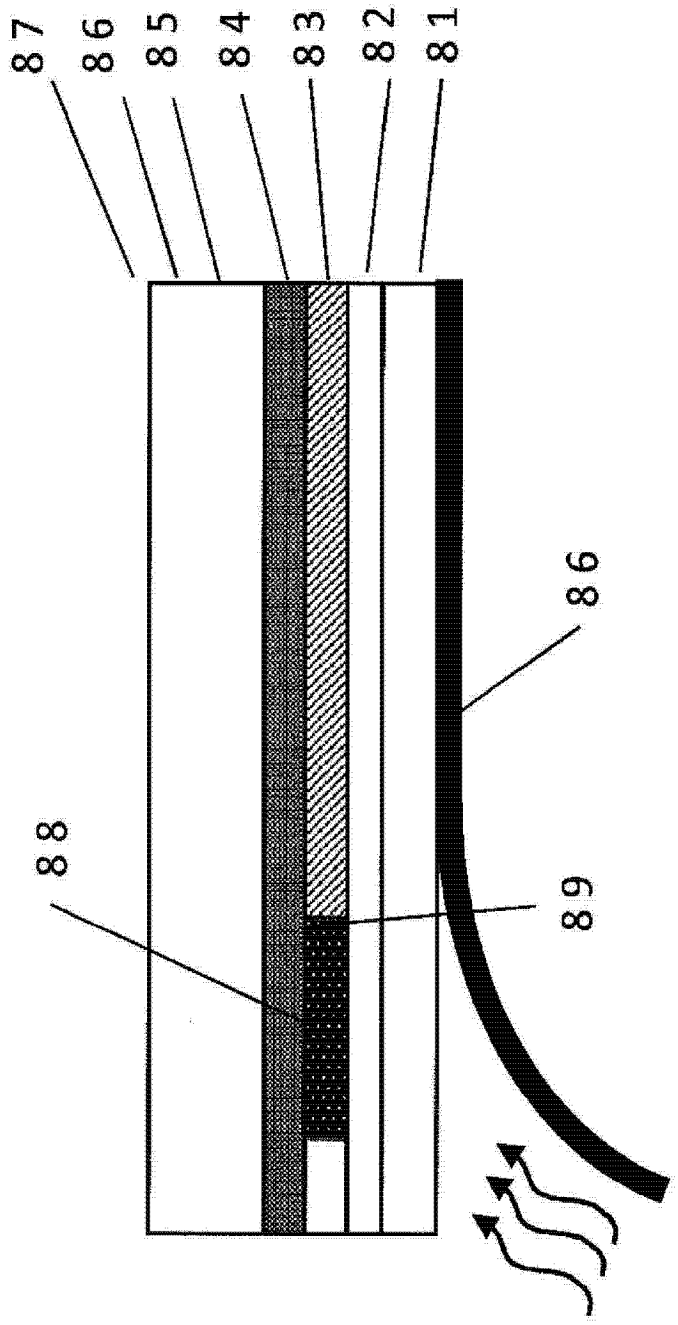


图 9

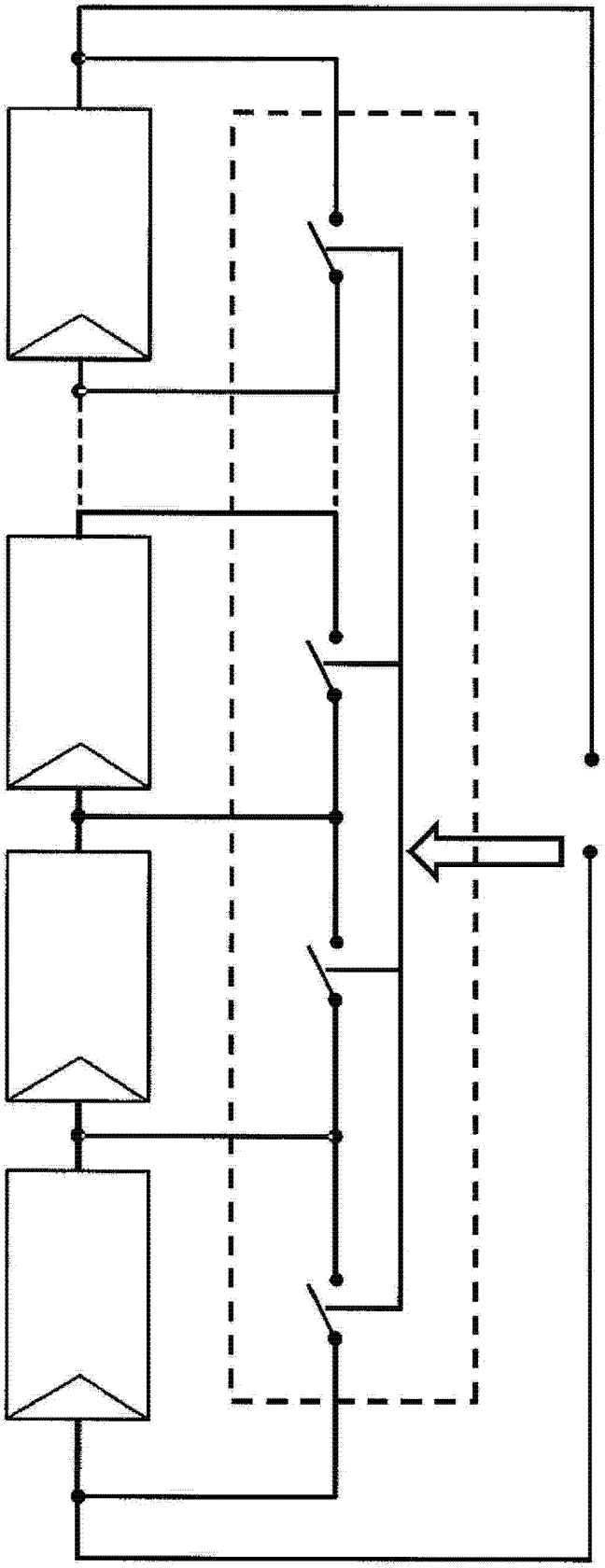


图 10

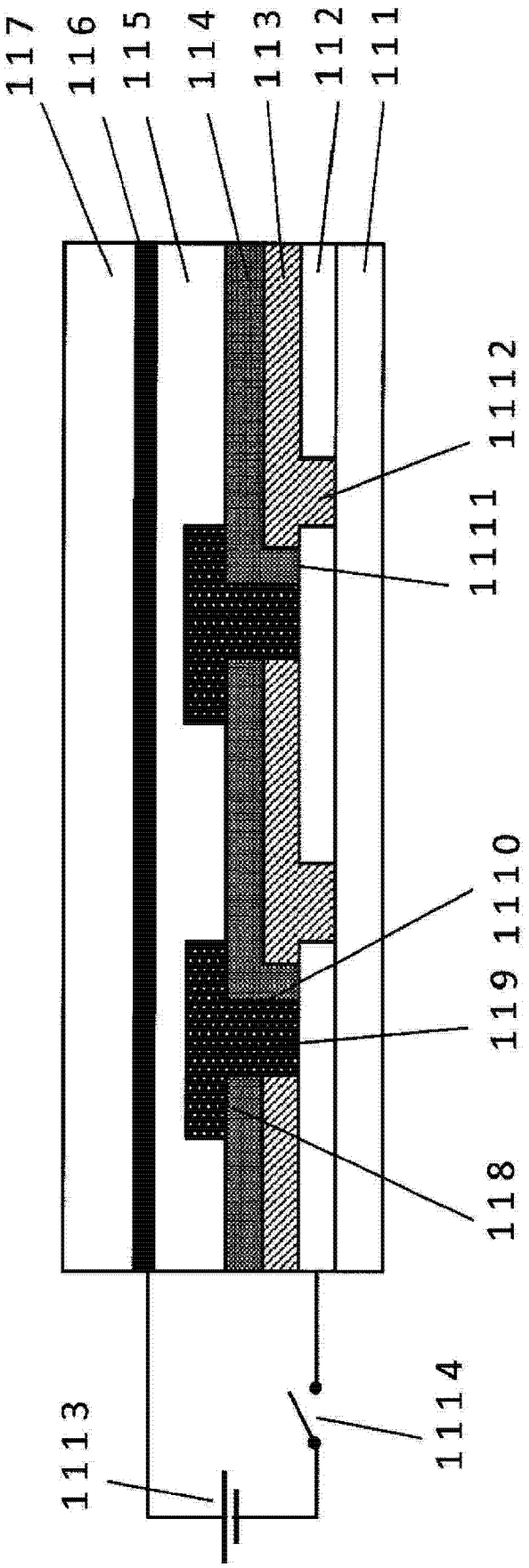


图 11

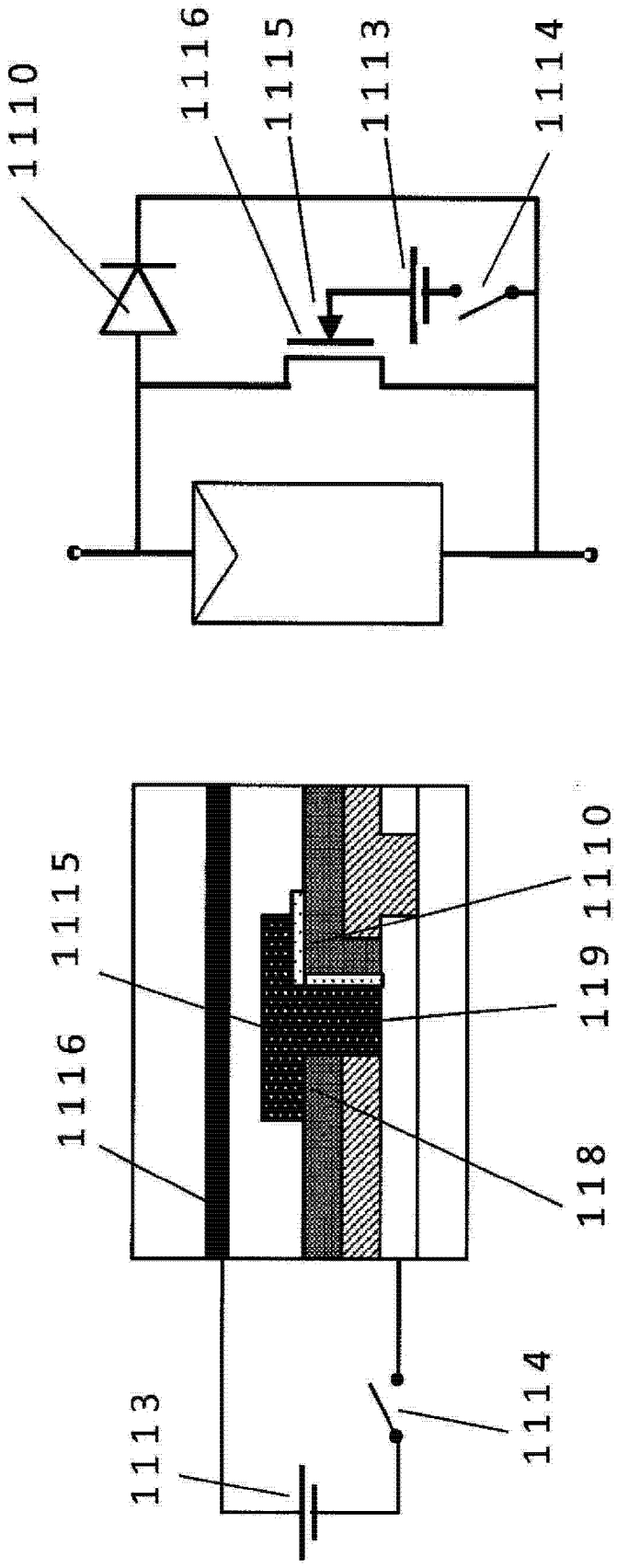


图 12

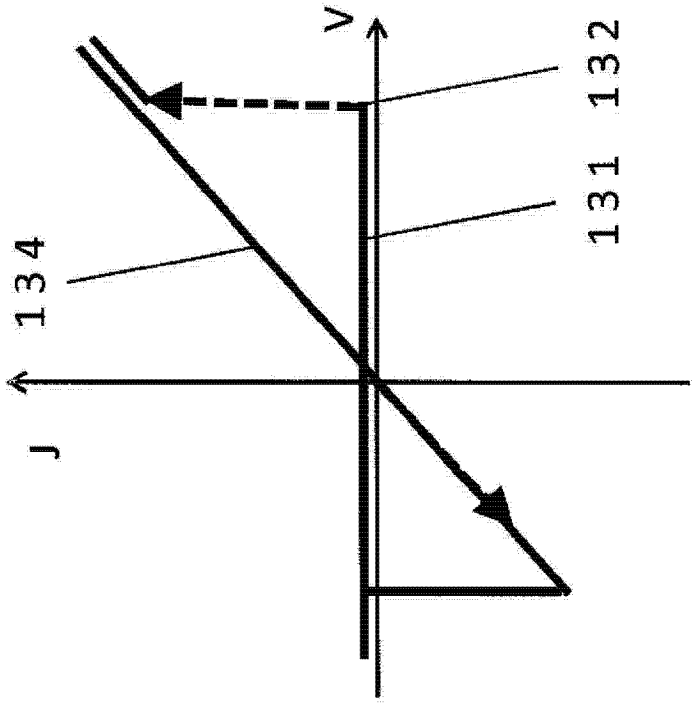


图 13

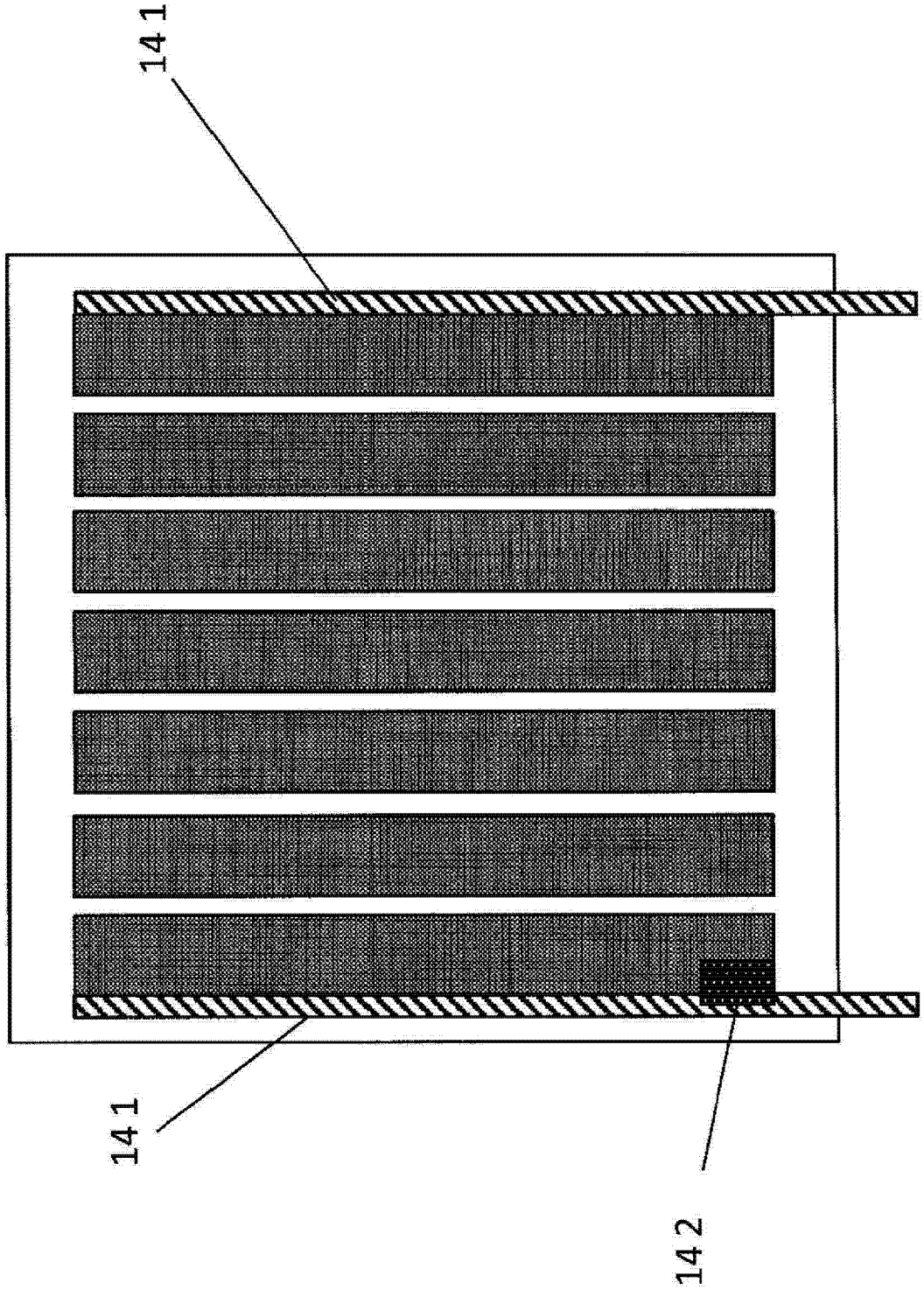


图 14

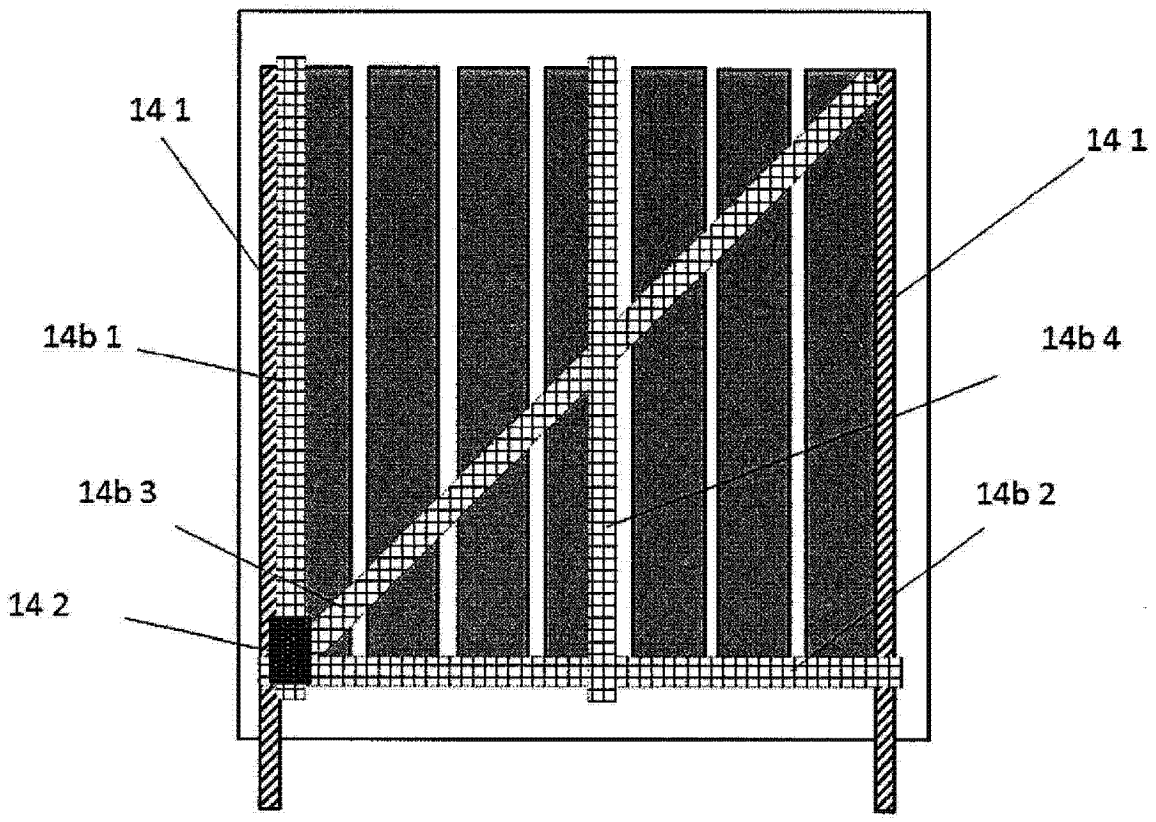


图 14b

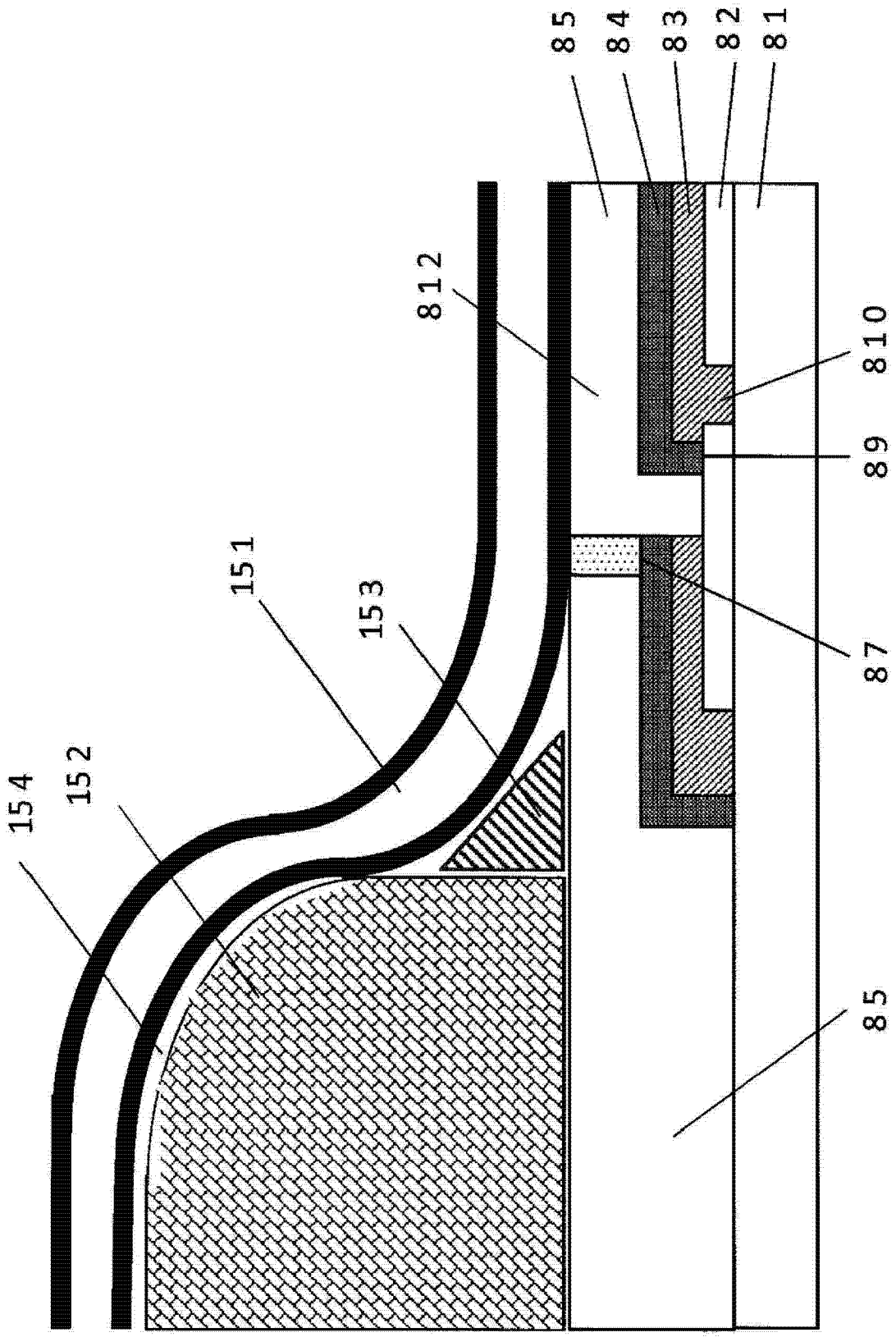


图 15

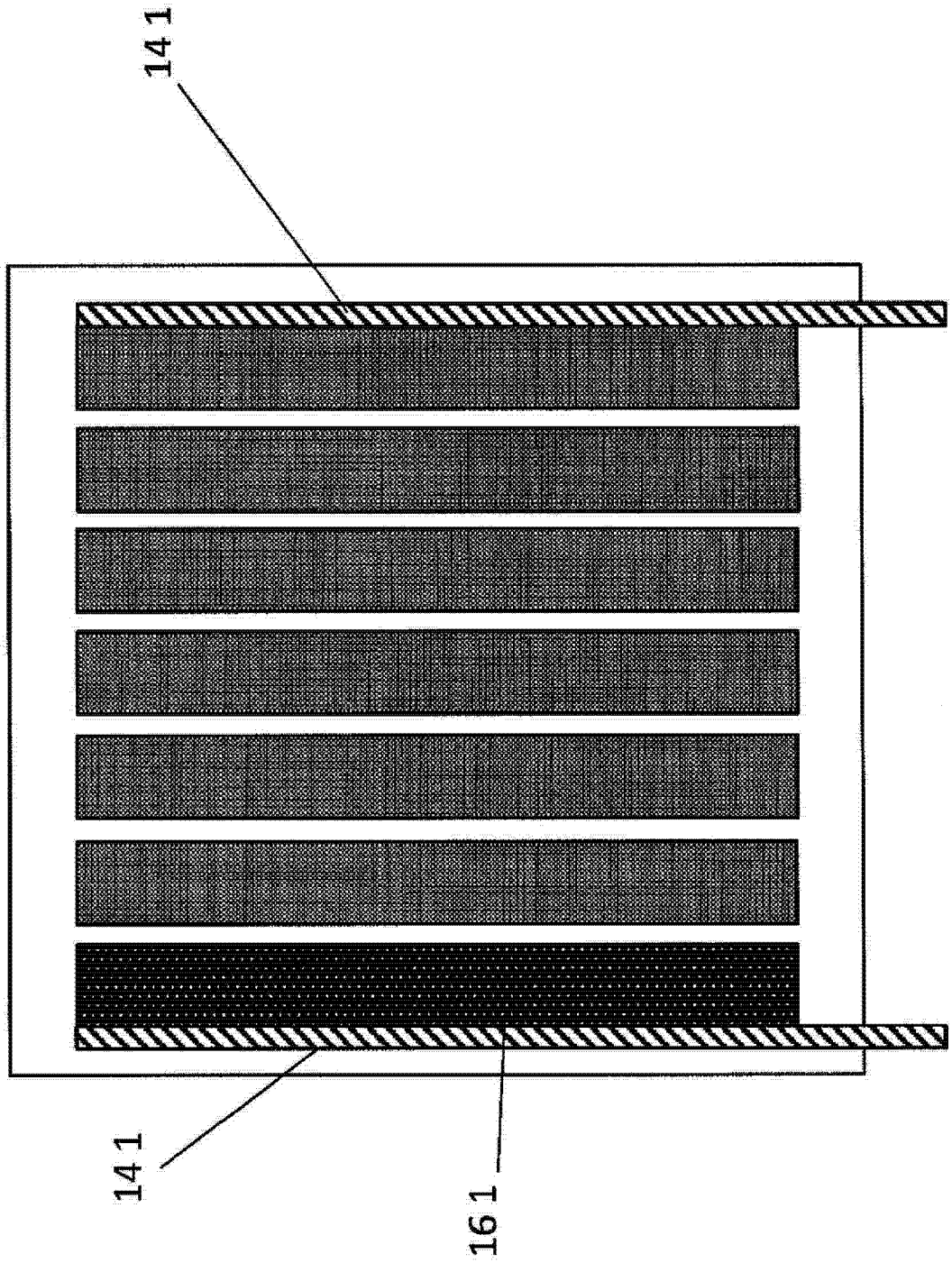


图 16

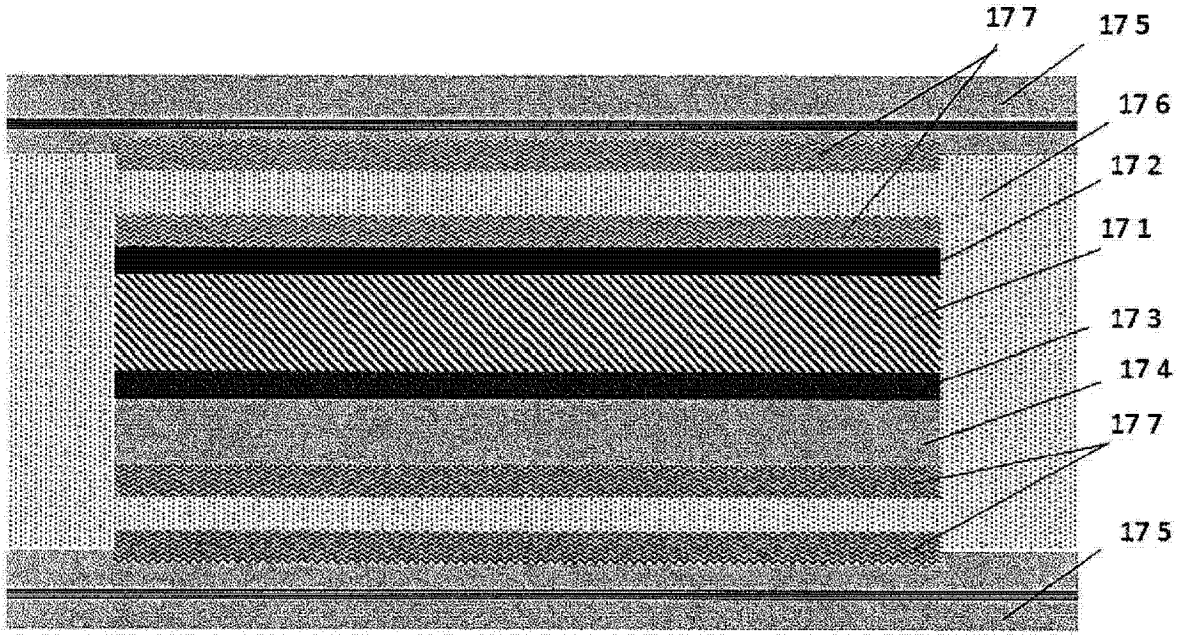

177
175
176
172
171
173
174
177
175

图 17a

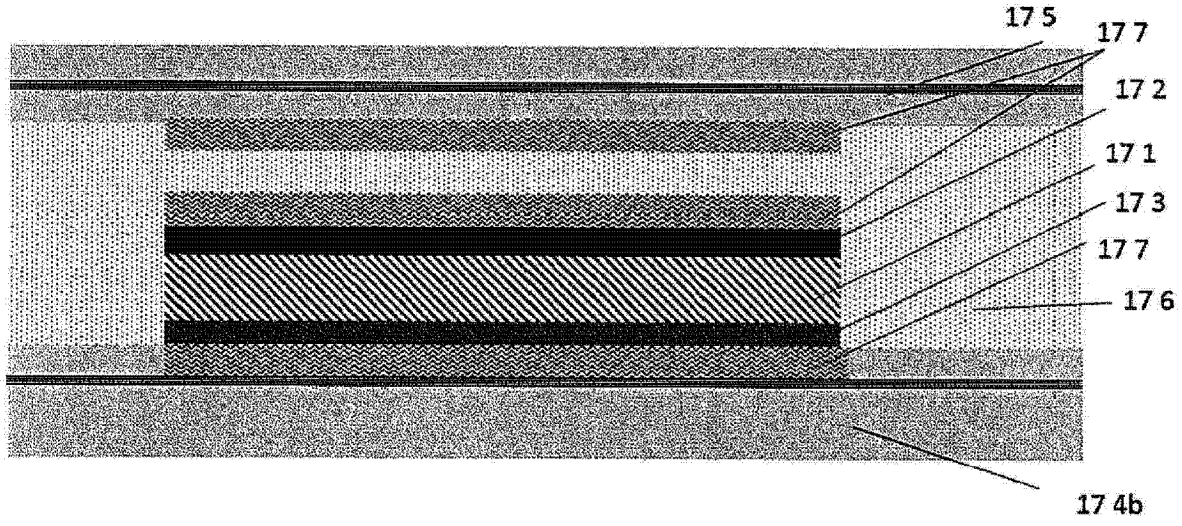

175
177
172
171
173
177
176
174b

图 17b