



(10) 授权公告号 CN 110729366 B

(45) 授权公告日 2023.05.16

(21) 申请号 201910978388.5

(22) 申请日 2015.03.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110729366 A

(43) 申请公布日 2020.01.24

(30) 优先权数据
14/228,646 2014.03.28 US

(62) 分案原申请数据
201580006029.3 2015.03.24

(73) 专利权人 迈可晟太阳能有限公司
地址 新加坡新加坡城

(72) 发明人 戈帕尔·克里尚·加尔格 林承范
彼得·约翰·卡曾斯

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 陈炜

(51) Int.Cl.
H01L 31/0475 (2014.01)
H01L 31/05 (2014.01)
H01L 31/068 (2012.01)
H02S 40/32 (2014.01)
H02S 40/34 (2014.01)

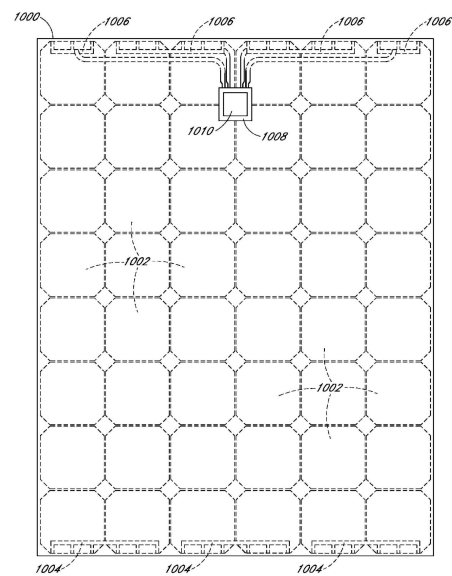
(56) 对比文件
CN 101714582 A, 2010.05.26
US 4612408 A, 1986.09.16

审查员 廉海峰

权利要求书3页 说明书10页 附图16页

(54) 发明名称
高压太阳能模块

(57) 摘要
本发明公开了一种光伏模块,所述光伏模块可包括高压光伏层压板,所述高压光伏层压板包括多个高压光伏电池,所述多个高压光伏电池中的每一者包括多个子电池。所述光伏模块还包括无升压转换装置,所述无升压转换装置可被配置为将来自所述高压光伏层压板的第一电压转换为第二电压。



1. 一种光伏模块,包括:

高压光伏层压板,所述高压光伏层压板包括多个高压光伏电池,其中所述多个高压光伏电池中的每一者被分割成多个物理上分离的子电池,且单个所述子电池由至少一个N型区域和至少一个P型区域形成;

所述多个物理上分离的子电池中的各子电池通过沟槽分隔开并且通过金属化结构接合,其中所述金属化结构具有直接面向所述沟槽的平坦表面,以及直接面向所述沟槽的所述金属化结构的平坦表面覆盖整个所述沟槽,所述金属化结构结合到分割的物理上分离的子电池的每一者的与光接收表面相背对的背表面上并且被配置成在所述多个高压光伏电池中的每一者的分割期间对所述多个高压光伏电池中的每一者进行支撑,所述金属化结构通过电连接一个所述子电池的至少一个N型区域和相邻子电池的至少一个P型区域电桥接多个物理上分离的子电池的至少两个;以及

无升压电压转换装置,所述无升压电压转换装置被配置为将来自所述高压光伏层压板的第一电压转换为第二电压,其中,所述多个高压光伏电池中的每一者的输出电压大于6V。

2. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述无升压电压转换装置是无升压微逆变器,其中所述第一电压是直流(DC)电压,所述第二电压是交流(AC)电压。

3. 根据权利要求1所述的光伏模块,还包括接线盒,其中所述无升压电压转换装置位于所述接线盒的外壳以内。

4. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述无升压电压转换装置包括具有大于100KHz的切换频率的高频隔离变压器。

5. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述多个高压光伏电池中的一个的所述多个物理上分离的子电池串联连接,并且其中所述多个高压光伏电池也串联连接。

6. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述无升压电压转换装置还被配置为将所述第二电压转换为第三电压。

7. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述无升压电压转换装置具有 $V_{mp} > 1.43V_{grid}$,其中 V_{mp} 表示最大电源电压, V_{grid} 表示电网电压。

8. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述无升压电压转换装置是具有隔离功能的无升压直流(DC)电力优化器,其中所述第一电压和所述第二电压是DC电压。

9. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述无升压电压转换装置被配置为将所述第二电压提供给电网。

10. 根据权利要求1所述的光伏模块,其中所述无升压电压转换装置还被配置为根据所述光伏模块的 V_{mp} 降低到阈值以下而以旁路模式操作,其中 V_{mp} 表示最大电源电压。

11. 一种光伏系统,包括:

第一高压光伏模块;以及

耦接至所述第一高压光伏模块的第一无升压微逆变器,其中所述第一无升压微逆变器被配置为将直流(DC)电压转换为交流(AC)电压,其中所述第一无升压微逆变器耦接至第二无升压微逆变器,所述第二无升压微逆变器耦接至第二高压光伏模块,其中所述第一高压光伏模块和第二高压光伏模块中的每一个均包括多个高压光伏电池,所述多个高压光伏电池中的每一者被分割成多个物理上分离的子电池,且单个所述子电池由至少一个N型区域和至少一个P型区域形成,以及所述多个物理上分离的子电池中的各子电池通过沟槽分隔

开并且通过金属化结构接合,其中所述金属化结构具有直接面向所述沟槽的平坦表面,以及直接面向所述沟槽的所述金属化结构的平坦表面覆盖整个所述沟槽,所述金属化结构结合到分割的物理上分离的子电池的每一者的与光接收表面相背对的背表面上并且被配置成在所述高压光伏电池中的每一者的分割期间对所述高压光伏电池中的每一者进行支撑,所述金属化结构通过电连接一个所述子电池的至少一个N型区域和相邻子电池的至少一个P型区域电桥接多个物理上分离的子电池的至少两个,其中,所述多个高压光伏电池中的每一者的输出电压大于6V。

12. 根据权利要求11所述的光伏系统,还包括:

耦接至所述第一高压光伏模块的接线盒,其中所述第一无升压微逆变器位于所述接线盒内。

13. 根据权利要求11所述的光伏系统,其中所述第一无升压微逆变器包括具有大于100KHz的切换频率的高频隔离变压器。

14. 根据权利要求11所述的光伏系统,还包括:

所述第二高压光伏模块;以及

耦接至所述第二高压光伏模块的第二无升压微逆变器,其中所述第二无升压微逆变器耦接至第三无升压微逆变器,所述第三无升压微逆变器耦接至第三高压光伏模块,其中所述第一高压光伏模块、所述第二高压光伏模块和所述第三高压光伏模块串联连接,其中所述第三高压光伏模块包括多个高压光伏电池,所述多个高压光伏电池中的每一者包括多个子电池,所述多个子电池中的各子电池通过沟槽分隔开并且通过金属化结构接合,其中所述金属化结构具有直接面向所述沟槽的平坦表面,以及直接面向所述沟槽的所述金属化结构的平坦表面覆盖整个所述沟槽。

15. 根据权利要求11所述的光伏系统,其中所述第一无升压微逆变器具有 $V_{mp} > 1.43V_{grid}$,其中 V_{mp} 表示最大电源电压, V_{grid} 表示电网电压。

16. 根据权利要求11所述的光伏系统,其中所述第一无升压微逆变器还被配置为至少部分地基于所述第一高压光伏模块的 V_{mp} 降低到阈值以下而切换到不同模式,其中 V_{mp} 表示最大电源电压。

17. 一种接线盒,包括:

耦接至光伏层压板的外壳;以及

处于所述外壳内的无升压微逆变器,其中所述微逆变器被配置为将直流(DC)电压转换为交流(AC)电压,其中所述光伏层压板是高压光伏层压板,其包括多个高压光伏电池,每个高压光伏电池被分割成多个物理上分离的子电池,且单个所述子电池由至少一个N型区域和至少一个P型区域形成,以及多个子电池中的各子电池通过沟槽分隔开并且通过金属化结构接合,其中所述金属化结构具有直接面向所述沟槽的平坦表面,以及直接面向所述沟槽的所述金属化结构的平坦表面覆盖整个所述沟槽;

所述金属化结构结合到分割的物理上分离的子电池的每一者的与光接收表面相背对的背表面上并且被配置成在所述高压光伏电池的中的每一者的分割期间对所述高压光伏电池的中的每一者进行支撑,所述金属化结构通过电连接一个所述子电池的至少一个N型区域和相邻子电池的至少一个P型区域电桥接多个物理上分离的子电池的至少两个;

其中,所述微逆变器包括隔离变压器,其中,所述多个高压光伏电池中的每一者的输出

电压大于6V。

18. 根据权利要求17所述的接线盒,其中所述隔离变压器具有大于100KHz的切换频率。

高压太阳能模块

[0001] 本申请是基于2015年3月24日提交的、申请号为201580006029.3、发明创造名称为“高压太阳能模块”的中国专利申请的分案申请。

背景技术

[0002] 光伏(PV)电池(常被称为太阳能电池)是熟知的用于将太阳辐射转换为电能的装置。一般来讲,照射在太阳能电池基板表面上并进入基板内的太阳辐射在基板主体中形成电子空穴对。电子空穴对迁移至基板中的p掺杂区域和n掺杂区域,从而在掺杂区域之间形成电压差。将掺杂区域连接到太阳能电池上的导电区域,以将电流从电池引导至外部电路。当将PV电池组合成阵列诸如PV模块时,从所有PV电池收集的电能可以特定电压和电流供电。

附图说明

[0003] 图1示出根据一些实施例的太阳能电池在分割以形成物理上分离的子电池之前的剖视图。

[0004] 图2示出根据一些实施例的太阳能电池在分割以形成物理上分离的子电池之后的剖视图。

[0005] 图3示出根据一些实施例使用金属作为电池分割的后挡板的一对已分割子电池的一部分的剖视图。

[0006] 图4示出根据一些实施例使用缓冲材料作为电池分割的后挡板的一对已分割子电池的一部分的剖视图。

[0007] 图5至图9示出根据一些实施例的各种示例性太阳能电池从各太阳能电池的金属化侧观察的平面图,其中所述太阳能电池已被切割成子电池。

[0008] 图10示出根据一些实施例的示例性高压PV模块。

[0009] 图11示出根据一些实施例的包括高压模块和无升压电压转换装置的系统的框图。

[0010] 图12A至图12C示出根据一些实施例的示例性96电池高压模块的示例性能。

[0011] 图13A至图13D示出示例性96电池高压模块的示例性遮蔽情形。

[0012] 图14A至图14C示出根据一些实施例的示例性60电池高压模块的示例性能。

具体实施方式

[0013] 以下具体实施方式在本质上只是说明性的,而并非意图限制本申请的主题的实施例或此类实施例的用途。如本文所用,词语“示例性”意指“用作例子、实例或举例说明”。本文描述为示例性的任何实施未必理解为相比其他实施优选的或有利的。此外,并不意图受前述技术领域、背景技术、发明内容或以下具体实施方式中提出的任何明示或暗示的理论的约束。

[0014] 本说明书包括对“一个实施例”或“实施例”的提及。短语“在一个实施例中”或“在实施例中”的出现不一定是指同一实施例。特定的特征、结构或特性可以任何与本公开一致

的合适方式加以组合。

[0015] 术语。以下段落提供存在于本公开(包括所附权利要求书)中的术语的定义和/或语境:

[0016] “包括”。该术语是开放式的。如在所附权利要求书中所用,该术语并不排除另外的结构或步骤。

[0017] “被配置为”。各种单元或部件可被描述或主张成“被配置为”执行一项或多项任务。在这样的语境下,“被配置为”用于通过指示该单元/部件包括在操作期间执行一项或多项那些任务的结构而暗示结构。因此,即使当指定的单元/部件目前不在操作(例如,未开启/激活)时,也可将该单元/部件说成是被配置为执行任务。详述某一单元/电路/部件“被配置为”执行一项或多项任务明确地意在对该单元/部件而言不援用35U.S.C. §112第六段。

[0018] 如本文所用的“第一”、“第二”等这些术语用作其之后的名词的标记,而并不暗示任何类型的顺序(例如,空间、时间和逻辑等)。例如,提及“第一”光伏模块并不一定暗示该光伏模块为某一序列中的第一个光伏模块;相反,术语“第一”用于区分该光伏模块与另一个光伏模块(例如,“第二”光伏模块)。

[0019] “基于”。如本文所用,该术语用于描述影响确定结果的一个或多个因素。该术语并不排除可影响确定结果的另外因素。也就是说,确定结果可以仅基于那些因素或至少部分地基于那些因素。考虑短语“基于B确定A”。尽管B可以是影响A的确定结果的因素,但这样的短语并不排除A的确定结果还基于C。在其他实例中,A可以仅基于B来确定。

[0020] “耦接”-以下描述是指元件或节点或结构特征被“耦接”在一起。如本文所用,除非另外明确指明,否则“耦接”意指一个元件/节点/结构特征直接或间接连接至另一个元件/节点/结构特征(或直接或间接与其连通),并且不一定是机械耦接。

[0021] 此外,以下描述中还仅为了参考的目的使用了某些术语,因此这些术语并非意图进行限制。例如,诸如“上部”、“下部”、“上方”或“下方”之类的术语是指附图中提供参考的方向。诸如“正面”、“背面”、“后面”、“侧面”、“外侧”和“内侧”之类的术语描述部件的某些部分在一致但任意的参照系内的取向和/或位置,通过参考描述所讨论的部件的文字和相关的附图可以清楚地了解所述取向和/或位置。这样的术语可以包括上面具体提及的词语、它们的衍生词语以及类似意义的词语。

[0022] 本文公开了高压太阳能电池(本文中也称为光伏电池)、太阳能模块(本文中也称为光伏模块)和它们的应用。在以下描述中,给出了许多具体细节,诸如具体的操作,以便提供对本公开的实施例的透彻理解。对本领域的技术人员将显而易见的是可在没有这些具体细节的情况下实施本公开的实施例。在其他实例中,没有详细地描述熟知的技术,以避免不必要地使本公开的实施例难以理解。

[0023] 本说明书首先描述形成高压晶片(例如,太阳能电池)和PV模块的示例性结构和技術,然后说明具有无升压电压转换装置的各种示例性高压模块。在整个说明书中提供了各种例子。

[0024] 在一些实施例中,太阳能电池可被切割成更小的单个二极管,例如2个、4个、16个等,使得电流因面积较小以及沿接触指的电流输送长度较短而减小。

[0025] 在一个实施例中,每个子电池可被切割然后互连在一起,而在其他实施例中,可通过使用金属化作为手段,以便能够在不增加模块互连件或不需要处理更小的电池的情况下

实现太阳能电池晶片的切割或分割,从而形成高压晶片和太阳能电池。在示例性实施例中,将单个太阳能电池(例如,125cm、156cm、210cm)细分成更小的电池,以实现模块电流和电压的灵活性以及金属化的灵活性。

[0026] 作为展示模块电流和电压灵活性的例子,考虑单晶硅P/N二极管具有0.6V至0.74V的开路电压(V_{oc})的情形。一些太阳能电池的最大电源电压(V_{mp})大致为0.63V。因而,单个二极管电池将具有0.63V的电压。在此类例子中,如果在单个全面积晶片上生成10个子二极管,并且将它们串联连接(如图9的例子所示),则整个电池的电压将是6.3V(对于标准电池,大概为1/10的电流,或约0.5A)。如果要具有该电压的96个电池串联布置在模块中,则所述模块的操作电压将为 $\sim 604.8V$ DC,从而形成高压模块,而不是标准模块的30至65V DC的 V_{mp} 。高压模块在本文中意指这样的模块:其 V_{mp} 比尺寸与高压模块相同的标准模块的 V_{mp} 高出约半个数量级。如本文所公开,具有该电压范围的高压模块的一个应用是能够简化、减小或甚至消除对逆变器或电力优化器内部的电力电子设备的需要。

[0027] 在一些实施例中,使用金属化方案来使子电池在母电池内保持在一起,并且为子电池提供机械完整性,使得在构建所述模块时不一定要额外的处理复杂性,而且电池保持物理上分离。一些实施例还涉及在子电池互连件内使用内置应变消除装置。所述实施例可允许扩展至更大的晶片,而不会带来制造中的处理复杂性或金属化问题或者增加现场可靠性问题。

[0028] 在各种实施例中,单片金属化结构可用作底板,以将子电池连结在一起,然后再分割。在此类实施例中,不需要与金属化结构的背面不同的单独底板。这种方法能够实现对母电池上的电池间连接,而不需要处理单独的子电池或增加额外的金属互连件。此外,该方法允许互连件的内置金属化,并且因此去除或显著减少传统互连焊盘中的无效空间。根据本文所述的实施例,下文更详细地描述了使用半电池、四分电池、10或6电池设计的若干示例性布局。注意,在一些布置中,设想了其他设计,诸如包括 3×3 、 4×4 或一些其他子电池与母电池配置的设计。一些实施例涉及背接触太阳能电池,并且一些实施例使得能够制造具有可控电压和电流的已切割的多二极管电池、具有可变电压和电流的模块以及制造相对大的电池。

[0029] 在各种实施例中,为电池间互连件内置应变消除装置的设计与上文所述的分割方法一起实施,以减小破裂风险。此外,在一些实施例中,实施了减小边缘损耗的方法。在一个此类实施例中,在对太阳能电池的光接收表面进行纹理化之前执行了预开槽。然后是裂片工艺和可能的隔离后钝化工艺。

[0030] 在各种实施例中,描述所述方法是为了应对基板或晶片(例如,硅)隔离工艺期间的金属损伤风险。在示例性实施例中,通过使用缓冲材料作为烧蚀挡板,使得金属不被直接刻绘,从而消除或至少减轻了损伤。

[0031] 额外风险可包括(例如)由于未完全隔离Si或让隔离的Si区域在循环期间彼此接触而产生穿过基部的分流。一个或多个实施例通过引入密封剂来填充各个硅部分之间的沟槽,以减轻分流和硅磨损的风险,从而解决此类问题。在一个此类实施例中,使用耐金属的钝化材料作为初级或次级抗反射涂层(ARC)来使边缘钝化或绝缘。

[0032] 如下文结合附图更详细地描述,本文所述的具体实施例可基于以下理解来实施:可使用具有大于约20微米的厚度的金属或金属化结构,来防止由于使用金属将电池保持在

一起而原本与太阳能电池中的硅(Si)破裂相关的电力损耗。本文所述的实施例提供结合到具有子电池的全面积晶片的金属结构(例如,电镀金属、金属箔、金属带等)。所述金属被图案化,使得子电池互连件在与子电池金属化相同的操作中形成。此外,子电池被布置在全电池内,使得Si可被隔离以提供整数的子二极管,所述子二极管通过所得的金属化结构连接。在使用具有足够厚度的金属化结构进行连接后,二极管可被隔离。在一个此类实施例中,可在电镀或形成期间对金属进行图案化,以便在电池之间包括应变消除特征,诸如具有圆形沟槽。在隔离之后,可使边缘钝化和/或绝缘,既能限制边缘处的重组引起的电力损耗,又可提供抗分流绝缘。

[0033] 作为本文涉及的一些概念的示例性表现,图1和图2分别示出根据本公开的实施例的太阳能电池在分割以形成物理上分离的子电池之前和之后的剖视图。

[0034] 参见图1,太阳能电池100包括上面设置有金属化结构104的基板102。太阳能电池100在基板102中或上方包括交替的N型区域和P型区域。在一个实施例中,金属化结构104是单片金属化结构,如下文更详细地描述。参见图2,太阳能电池100已被分割或切割以提供具有子电池108和110的太阳能电池106,所述子电池在物理上彼此分离。在一个实施例中,使用激光烧蚀来分割太阳能电池100,这将在下文更详细地描述。在实施例中,分割之后形成的所得沟槽112被填充有密封材料114,如图2所示。在实施例中,同样如图2所示,金属化结构104的一部分116桥接两个子电池108和110。在具体实施例中,子电池108和110提供串联或并联二极管结构,所述二极管结构的例子在下文有详细的描述。

[0035] 再次参见图1和图2,金属化结构104的部分116在切割期间(例如,在基板102材料的激光烧蚀期间)被同时用作机械支撑件和后挡板。在第一个具体例子中,图3示出根据本公开的实施例使用金属作为电池分割的后挡板的一对已分割子电池的一部分的剖视图。参见图3,子电池108和110在基板102的分割后形成,所述子电池之间具有沟槽112。金属化结构104的部分116直接形成于基板102的背表面上,所以,金属或含金属区域在分割期间被用作后挡板。

[0036] 在第二个具体例子中,图4示出根据本公开的实施例使用缓冲材料(例如,聚合物)作为电池分割的后挡板的一对已分割子电池的一部分的剖视图。参见图4,子电池108和110在基板102的分割后形成,所述子电池之间具有沟槽112。然而,金属化结构104的部分116形成于聚合物区域120上,而聚合物区域又直接形成于基板102的背表面上,所以,缓冲材料在分割期间被用作后挡板。在图3和图4的任一种情况下,应当认识到,在实施例中,金属化结构104可被视作单片金属化结构,如下文更详细地描述。此外,在实施例中,在任一种情况下,子电池互连件是在与子电池金属化相同的操作中制造。另选地,子电池互连件可在外部应用,但是需要额外的处理操作。

[0037] 再次参见图1至图3,更一般地说,在实施例中,太阳能电池包括多个子电池。子电池中的每一者具有已分割的物理上分离的半导体基板部分。已分割的物理上分离的半导体基板部分的相邻者之间具有沟槽。太阳能电池还包括金属化结构。金属化结构的一部分耦接多个子电池中的子电池。此外,已分割的物理上分离的半导体基板部分的相邻者之间的沟槽暴露金属化结构的一部分。

[0038] 在实施例中,金属化结构由箔(例如,导电箔,诸如具有或不具有额外晶种层的铝箔)制得,或通过电镀工艺制造。在一个此类实施例中,在使用相对厚(例如,>25um)的背垫

金属的情况下,可在一定程度上耐受激光烧蚀进入金属中。然而,如果使用薄的金属化结构(例如, $<25\mu\text{m}$),则可能需要中止烧蚀以避免对金属化结构的任何刻绘,以便维持金属经受住可靠性测试所需的电气完整性和物理完整性。金属化结构可通过电镀、印刷、使用结合工序(例如,就箔而言)来制造,或者可通过沉积、光刻和蚀刻方法来制造。

[0039] 在实施例中,在实施缓冲挡板的情况下(如结合图4所述),所述缓冲挡板是聚合物,诸如聚酰亚胺。所述聚合物可全局沉积然后图案化,或仅视需要而沉积,例如通过印刷来沉积。在其他实施例中,此类缓冲挡板由介电材料组成,诸如但不限于二氧化硅(SiO_2)、氮化硅(SiN)或氧氮化硅(SiON)。在一个此类实施例中,介电材料使用沉积技术形成,诸如但不限于低压化学气相沉积(LPCVD)、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)、高密度等离子体化学气相沉积(HDPCVD)或物理气相沉积(PVD)。

[0040] 应当认识到,本文所述的一个或多个实施例涉及对所有子电池实施单个级别的“单片”金属化。因而,所得的电池金属化可与互连件金属化相同,并且以相同工艺同时制造。在一个此类实施例中,单片金属化结构的使用使得在所有二极管被金属化后电池隔离的实施即已完成。然而,在其他实施例中,可使用多步骤工艺。在更具体的实施例中,结合缓冲或保护层(如图4所述)来实施单片金属化方法,使得单片金属化结构形成于缓冲或保护层上方。此类实施例可允许烧蚀挡板处于缓冲或保护层上而不暴露金属本身,如下文更详细地描述。

[0041] 如结合图2所述,已切割的太阳能电池还包括密封材料(例如,EVA、聚烯烃等),所述密封材料被设置在已分割的物理上分离的半导体基板部分的相邻者之间的沟槽中。在一个此类实施例中,密封剂在相邻子电池部分之间提供抗分流和耐磨性。在一个实施例中,密封材料具有大于约 $1000\text{V}/\text{cm}$ 的介电击穿强度,使得所述材料在相邻子电池之间充分地提供分流保护。在一个实施例中,密封剂在应用时具有足够低的黏度或足够高的熔流性,以确保密封材料流入分割产生的细沟槽中。在一个实施例中,密封剂对沟槽的填充能够通过形成Si/金属/聚合物复合材料而改进系统的机械强度。

[0042] 根据本公开的实施例,已切割的太阳能电池的每个子电池具有大致相同的电压特性和大致相同的电流特性。在实施例中,多个子电池是多个并联二极管、串联二极管或它们的组合。在实施例中,太阳能电池(以及从而子电池部分)是背接触太阳能电池,并且金属化结构被设置在已分割的物理上分离的半导体基板部分中每一者的与光接收表面相背对的背表面上。在一个此类实施例中,子电池中每一者的背表面具有大致相同的表面积。在具体实施例中,子电池中每一者的光接收表面是纹理化表面,如下文更详细地描述。在其他实施例中,太阳能电池是前接触太阳能电池。

[0043] 根据本公开的实施例,已分割的物理上分离的半导体基板部分中的每一者是诸如由N型单晶基板制得的块体单晶硅基板部分。在一个此类实施例中,每个硅部分包括形成于基本身中的一个或多个N⁺区域(例如,磷或砷掺杂区域)和一个或多个P⁺区域(例如,硼掺杂区域)。在其他实施例中,每个硅部分包括形成于硅基板上方的一个或多个多晶硅N⁺区域和一个或多个多晶硅P⁺区域。

[0044] 应当认识到,可在本文所述的实施例的精神和范围内设想已分割的太阳能电池内子电池的数量和电耦接的多种布置。而且,尽管图5至图9的例子示出各种示例性(例如, 2×2 或 2×1)子电池布置,但在一些实施例中,可使用其他布置(例如, 3×3 、 4×4 等)。另外,尽

管图5至图9的例子示出串联或并联布置,但在一些实施例中,可实施串联和并联组合布置。

[0045] 在第一个例子中,图5示出根据本公开的实施例已被切成四个子电池的太阳能电池400A从金属化侧观察的平面图。参见图5,太阳能电池400A被分割以提供四个子电池402A、404A、406A和408A。金属化线410A用来在子电池中的每一者汇合处将四分电池设计保持在一起。在一个实施例中,应变消除特征420A被包括在金属化线410A中,如图5所示。另外,示出了对第一邻接电池位置412A和第二邻接电池位置414A的金属化耦接。

[0046] 再次参见图5,二极管示意图450A示出并联四分电池设计的电气配置。在实施例中,各个子电池的电流是单个全尺寸二极管电池电流的 $1/4$,并且具有与单个二极管电池相同的电压,而组合的4个二极管全电池具有与单个全尺寸二极管电池相同的电流和相同的电压。可在具有最低隔离后重组水平的扩散区上执行刻绘切割。金属线长度是标准电池的 $1/2$,其中有 $1/4$ 的电池桥接长度,这使得能够降低相同尺寸电池的金属厚度,或允许扩展至更大的晶片而不需要增加金属厚度。

[0047] 在第二个例子中,图6示出根据本公开的另一个实施例已被切成四个子电池的另一个太阳能电池400B从金属化侧观察的平面图。参见图6,太阳能电池400B被分割以提供四个子电池402B、404B、406B和408B。金属化线410B用来在子电池中的每一者汇合处将四分电池设计保持在一起。在一个实施例中,应变消除特征420B被包括在金属化线410B中,如图6所示。另外,示出了对第一邻接电池位置412B和第二邻接电池位置414B的金属化耦接。

[0048] 再次参见图6,二极管示意图450B示出并联四分电池设计的电气配置。在实施例中,各个子电池的电流是单个全尺寸二极管电池电流的 $1/4$,并且具有与单个二极管电池相同的电压,而组合的4个二极管全电池具有与单个全尺寸二极管电池相同的电流和相同的电压。可在具有最低隔离后重组水平的扩散区上执行刻绘切割。金属线长度是标准电池的 $1/4$,这使得能够降低相同尺寸电池的金属厚度,或允许扩展至更大的晶片而不需要增加金属厚度。

[0049] 在第三个例子中,图7示出根据本公开的实施例已被切成并联布置的两个子电池的太阳能电池500A从金属化侧观察的平面图。参见图7,太阳能电池500A被分割以提供两个子电池502A和504A。金属化线510A用来在子电池中的每一者汇合处将两分电池设计保持在一起。在一个实施例中,应变消除特征520A被包括在金属化线510A中,如图7所示。另外,示出了对第一邻接电池位置512A和第二邻接电池位置514A的金属化耦接。

[0050] 再次参见图7,二极管示意图550A示出并联两分电池设计的电气配置。在实施例中,各个子电池的电流是单个二极管全电池电流的 $1/2$,并且具有与单个二极管电池相同的电压,而组合的2个二极管全电池具有与单个全尺寸二极管电池相同的电流和相同的电压。可在具有最低隔离后重组水平的扩散区上执行刻绘切割。金属线长度是标准电池的 $1/2$,以提供将两个半电池保持在一起的单个金属接合部。

[0051] 在第四个例子中,图8示出根据本公开的实施例已被切成串联布置的两个子电池的太阳能电池500B从金属化侧观察的平面图。参见图8,太阳能电池500B被分割以提供两个子电池502B和504B。金属化线510B用来在子电池中的每一者汇合处将两分电池设计保持在一起。在一个实施例中,应变消除特征520B被包括在金属化线510B中,如图8所示。另外,示出了对第一邻接电池位置512B和第二邻接电池位置514B的金属化耦接。

[0052] 再次参见图8,二极管示意图550B示出串联两分电池设计的电气配置。在实施例

中,子电池的电流是单个二极管全电池电流的1/2,电压相同,而组合的全电池电流是具有相同尺寸的单个二极管电池电流的1/2,但电压是其两倍。可沿发射极结执行刻绘切割。金属线长度是标准电池的1/2,以提供将两个半电池保持在一起的单个金属接合部。

[0053] 参见图9,示出了另一个例子。如图所示,图9示出太阳能电池500C中的由串联连接布置的10个子二极管制成的全尺寸电池。该组合电池的电压是具有相同尺寸的单个二极管电池的10倍。作为一个例子,该电压将是6.3V_{mp}。该组合电池中的电流将是原始电池电流的1/10(例如,约0.5A)。该类型的高压电池可在模块(例如,96电池模块)中使用,所述96电池模块将产生~600V的模块电压。该类型的电池设计使得电流减小10倍,这可降低电阻产热引起的峰值温度,从而改进可靠性和安全性。

[0054] 如本文所述,在使用逆变器的AC电力应用中或在使用DC电力优化器的应用中使用此类高压电池和高压模块,扩展电压以匹配逆变器或电力优化器输出可带来部件成本的节约(例如,减小或消除为了从标准面板电压(例如,~30-65V)升至典型住宅或商用电力需求(例如,~240V_{rms} AC)而对升压电力电子设备的需要))。

[0055] 现在转向图10,示出了示例性高压模块。PV模块的正面在正常工作期间面向太阳,其背面与正面相背对。PV模块可包括框架和包括多个PV电池的层压板。层压板可包括一个或多个围绕并包封PV电池的密封层。可将盖(例如玻璃或其他一些透明或基本透明的材料)层压至密封层。所述层可具有背板,背板是层压板最后面的层,提供保护层压板其余部分的防风雨电绝缘层。背板可以是聚合物背板,并且可被层压至层压板的密封层,或者可与密封层中的一者成一体。

[0056] 图10示出PV模块1000的背面。注意,某些部件,诸如PV电池、汇流条和连接器在图10中示为虚线,以表示这些部件将至少部分地由背板覆盖,并且因此在如图所示从背面观察时是不可见的。图10的这种描绘是为了易于理解PV模块1000的各种部件。

[0057] 如图所示,高压模块1000可包括多个高压PV电池。尽管PV模块1000示出48个PV电池1002的阵列,但其他PV模块可包括其他数量的PV电池,诸如60个电池、96个电池、128个电池等。此外,未详细示出的是,六个列被互连以使得给定列中相邻的PV电池1002被串联连接到该列中的一个或多个其他相邻的PV电池1002。如图所示,两列PV电池1002的组通过电池连接件1004串联连接。

[0058] 如本文所述,高压太阳能电池可包括(例如)根据本发明所公开的单片金属化/分割技术或根据常规技术而串联和/或并联连接的子二极管。例如,在一个实施例中,高压模块1000可以是96电池模块,其中所述电池具有图9所述的子电池布置,从而产生V_{mp}为~600V的模块。在各种实施例中,无论子电池如何互连(例如,串联、并联或它们的某种组合),包括那些互连的子电池的电池可以串联连接。

[0059] 在每列/每串电池的一端处,汇流条1006将电池串电耦接至接线盒1008。接线盒1008继而机械耦接至PV模块1000的背板(或框架)。在此类实施例中,汇流条1006穿透背板,使得可触及汇流条1006并将其耦接至接线盒1008。接线盒1008还可(例如,通过电缆)耦接至电力转换装置1010,诸如DC电力优化器的逆变器(例如,微逆变器)。如图所示,电力转换装置1010被容纳在接线盒1008的外壳内部/内,但在其他实施例中,电力转换装置1010可位于接线盒1008外部。如本文所述,高压模块的使用可最小化对电力转换装置中的电力电子设备的需要,从而减小电力转换装置所需的空间量。具体地讲,在一个实施例中,电力转换

装置可以是无升压电压转换装置。因此,在一个实施例中,电力转换装置的电子设备可以足够小,使得电力转换装置可装配在接线盒1008内。

[0060] 现在转向图11,示出了系统1100的框图,该系统包括高压模块1100a-1100n和无升压电压转换装置1110a-1110n。如图所示,高压模块1100a将高压1130a(例如,300V DC、600V DC等)作为输出提供给无升压电压转换装置1110a。因为该电压已经是高压,所以无升压电压转换装置1110a不包括升压级或降压-升压级和金属薄膜存储器。

[0061] 在各种实施例中,无升压转换装置1110a被配置为将第一电压(例如,高压DC)转换为第二电压。在一些实施例中,无升压转换装置1110a还可将第二电压转换为第三电压。例如,在一个实施例中,第一电压可以是来自高压模块的高压DC(例如,~600V),第二电压可以是半波整流中间电压,并且第三电压可以是电网就绪的AC电压(例如,120/240V AC)。在此类例子中,第二电压是中间电压。在一些实施例中,例如,在DC电力优化器应用中,第一电压和第二电压都是DC电压,并且无升压转换装置的输入端与输出端之间可能不存在中间电压。在各种实施例中,无升压电压转换装置具有 $V_{mp} > 1.43V_{grid}$ 。

[0062] 如图所示,无升压转换装置1110a包括高频隔离变压器1112a和AC非折叠级1114a。注意,在一些实施例中,例如,在无升压转换装置1110a是DC电力优化器(例如,具有隔离功能)的实施例中,AC非折叠级1114a可能不存在。

[0063] 在一个实施例中,高频隔离变压器1112a被配置为传输高压1130a,同时将高压模块1100a从下游部件隔离。高频隔离变压器1112a被称为高频,是因为其具有大于约100KHz的切换频率,并且因此被配置为在大于100KHz的频率下切换。可使用高频隔离变压器,因为所述切换是在高压下完成。此外,通过使用高频切换,可使用较小的磁性元件,从而允许具有较小热耗散的较小隔离变压器。因此,可使用较小的电压转换装置,从而可允许并入接线盒中。

[0064] 在无升压转换装置1110a是微逆变器的实施例中,高频隔离变压器1112a可将所传输的高压提供给AC非折叠级1114a。与隔离变压器的情况一样,AC非折叠级1114a可设计有高频(例如,>100KHz)切换装置。在一个实施例中,AC非折叠级1114a可以是基于循环变流器的AC非折叠级。AC非折叠级1114a可被配置为将电压转换为电网就绪的AC电压,如本文所述。

[0065] 在各种实施例中,若干高压面板和对应的无升压转换装置可以是系统的一部分。例如,在一个实施例中,第一高压PV模块耦接至第一无升压微逆变器,第二高压PV模块耦接至第二无升压微逆变器,以此类推。第二无升压微逆变器的输出端可被串联或并联组合在一起然后连结到电网。因此,该系统可包括成串的多个高压面板和无升压转换装置。

[0066] 在另一个实施例中,每个高压面板和无升压转换装置直接耦接至电网。在其他实施例中,可在无电网应用中实施本发明所公开的系统。

[0067] 尽管图11示出高压模块与无升压转换装置的一一对应,但在其他实施例中,多个高压模块可耦接至特定的无升压转换装置(例如,每个微逆变器2个高压模块),或多个无升压转换装置可耦接至特定的高压模块(例如,每个高压模块2个微逆变器)。在一个实施例中,可确定每个微逆变器的高压模块配置以符合 $V_{IN} < 1kV$ 。例如,如果高压模块具有1kV DC的 V_{mp} ,则仅一个高压模块可输出到特定的微逆变器,而如果每个高压模块具有300V的 V_{mp} ,则1个、2个或3个高压模块可输出到单个共享的微逆变器。其他例子也存在。

[0068] 图12A至图12C示出在图13A至图13D的遮蔽情形下示例性96电池高压模块的示例性能。如图所示,图13A至图13D示出具有8列12个电池的96电池模块上的遮蔽,其中每个电池被切割成9个子电池。图13A、图13B、图13C和图13D分别示出2%、5%、9%和17%的遮蔽。此类遮蔽可来自树、建筑结构(例如,烟囱、卫星天线等),并且尺寸和模式可在一天中变化。所以,这些遮蔽模式是示出特定高压模块性能的简单例子。图12A至图12C中的全部串联线意味着每个电池的子电池全部串联,全部并联线意味着每个电池的子电池全部并联,3×3意味着每个电池具有3个并联子电池的3个串联串。注意,还可存在不同于上述的全部串联、全部并联和3×3的其他例子。

[0069] 图12A示出,全部串联配置的最大电力百分比通常较大,尤其是在这些特定遮蔽模式的较低遮蔽水平下。图12B示出,全部串联配置的 V_{mp}/V_{oc} 百分比在较低遮蔽水平下比其他配置高,而在较高遮蔽水平下比其他配置低。图12C示出,全部串联配置的 V_{mp} 在大部分示例性遮蔽水平下通常比其他配置高。

[0070] 类似于图12A至图12C,图14A至图14C示出在类似于图13A至图13D的那些的遮蔽情形下,示例性60电池高压模块的示例性能,其中每个电池被切成16个子电池。

[0071] 与图12A至图12C的情况一样,图14A至图14C大体示出串联配置具有较好的性能,尤其是在这些特定遮蔽模式的较低遮蔽水平下。此外,96电池模块和60电池模块两者大体示出,具有高压电池的模块在没有遮蔽或部分遮蔽时可提供比常规模块高的 V_{mp} ,就电力和 V_{mp} 损耗而言,子电池全部串联连接可提供针对部分遮蔽的相对良好的耐受性(其中损耗与遮蔽条件诸如形状或密度有关)。

[0072] 注意,在任一示例性配置中, V_{mp} 在约10%遮蔽的情况下仍为约~300V,使得其仍可作为可与无升压电压转换装置一起使用的高压模块来操作。在一个实施例中,电压转换装置可被配置为以无升压模式操作,但还可被配置为切换至升压模式并以升压模式操作,例如,在遮蔽使 V_{mp} 降低到某一值(例如,300V、260V等)以下时,使得模块的输出可以仍是高压。在一个实施例中,无升压电压转换装置可被配置为以旁路模式操作,以便绕开模块,而不是切换至升压模式并以升压模式操作。

[0073] 本发明所公开的高压太阳能电池、模块可降低成本、体积和重量,并且提高无升压电压转换装置的效率。

[0074] 尽管上面已经描述了具体实施例,但即使相对于特定的特征仅描述了单个实施例,这些实施例也并非旨在限制本公开的范围。在本公开中所提供的特征的例子除非另有说明否则旨在为说明性的而非限制性的。以上描述旨在涵盖将对本领域的技术人员显而易见的具有本公开的有益效果的那些替代形式、修改形式和等效形式。

[0075] 本公开的范围包括本文所公开的任何特征或特征组合(明示或暗示),或其任何概括,不管其是否减轻本文所解决的任何或全部问题。因此,可以在本申请(或对其要求优先权的申请)的审查过程期间对任何此类特征组合提出新的权利要求。具体地讲,参考所附权利要求书,来自从属权利要求的特征可与独立权利要求的那些特征相结合,来自相应的独立权利要求的特征可以按任何适当的方式组合,而并非只是以所附权利要求中枚举的特定形式组合。

[0076] 在实施例中,光伏模块包括高压光伏层压板,所述高压光伏层压板包括多个高压光伏电池,其中所述多个高压光伏电池中的每一者包括多个子电池。光伏模块还包括无升

压电压转换装置,所述无升压电压转换装置被配置为将来自高压光伏层压板的第一电压转换为第二电压。

[0077] 在一个实施例中,无升压电压转换装置是无升压微逆变器,其中第一电压是直流(DC)电压,第二电压是交流(AC)电压。

[0078] 在一个实施例中,光伏模块还包括接线盒,其中无升压电压转换装置位于接线盒的外壳内部。

[0079] 在一个实施例中,无升压电压转换装置包括具有大于100KHz的切换频率的高频隔离变压器。

[0080] 在一个实施例中,光伏电池中特定一者的多个子电池串联连接,并且多个光伏电池也串联连接。

[0081] 在一个实施例中,无升压电压转换装置还被配置为将第二电压转换为第三电压。

[0082] 在一个实施例中,无升压电压转换装置具有 $V_{mp} > 1.43V_{grid}$ 。

[0083] 在一个实施例中,无升压电压转换装置是具有隔离功能的无升压直流(DC)电力优化器,其中第一电压和第二电压都是DC电压。

[0084] 在一个实施例中,无升压电压转换装置被配置为将第二电压提供给电网。

[0085] 在一个实施例中,无升压电压转换装置还被配置为根据高压光伏模块的 V_{mp} 降低到阈值以下而以旁路模式操作。

[0086] 在实施例中,光伏系统包括第一高压光伏模块、耦接至第一高压光伏模块的第一无升压微逆变器,其中第一无升压微逆变器被配置为将直流(DC)电压转换为交流(AC)电压,并且其中第一无升压微逆变器耦接至第二无升压微逆变器,第二无升压微逆变器耦接至第二高压光伏模块。

[0087] 在一个实施例中,光伏系统还包括耦接至第一高压光伏模块的接线盒,其中第一无升压微逆变器位于接线盒内。

[0088] 在一个实施例中,第一无升压微逆变器包括具有大于100KHz的切换频率的高频隔离变压器。

[0089] 在一个实施例中,第一高压光伏模块包括多个光伏电池,其中所述多个光伏电池中的每一者包括多个子电池。

[0090] 在一个实施例中,光伏系统还包括第二高压光伏模块和耦接至第二高压光伏模块的第二无升压微逆变器,其中第二无升压微逆变器耦接至第三无升压微逆变器,第三无升压微逆变器耦接至第三高压光伏模块,并且其中第一高压光伏模块、第二高压光伏模块和第三高压光伏模块串联连接。

[0091] 在一个实施例中,第一无升压微逆变器具有 $V_{mp} > 1.43V_{grid}$ 。在一个实施例中,第一无升压微逆变器还被配置为至少部分地基于第一高压光伏模块的 V_{mp} 降低到阈值以下而切换到不同模式。

[0092] 在实施例中,接线盒包括耦接至光伏层压板的外壳和处于外壳内的无升压微逆变器,其中所述微逆变器被配置为将直流(DC)电压转换为交流(AC)电压。

[0093] 在一个实施例中,光伏层压板是高压光伏层压板。在一个实施例中,微逆变器包括具有大于100KHz的切换频率的隔离变压器。

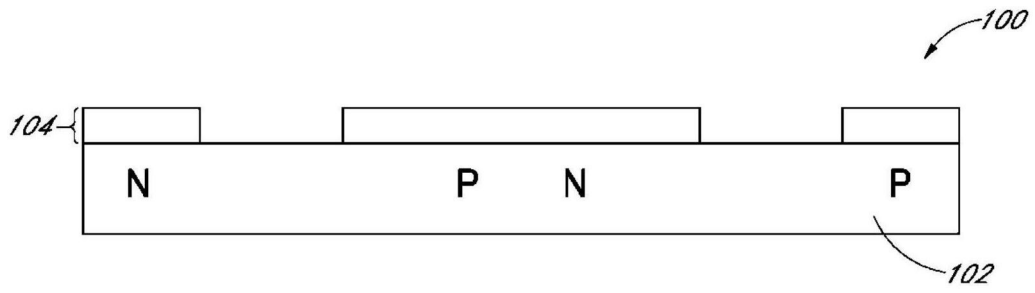


图1

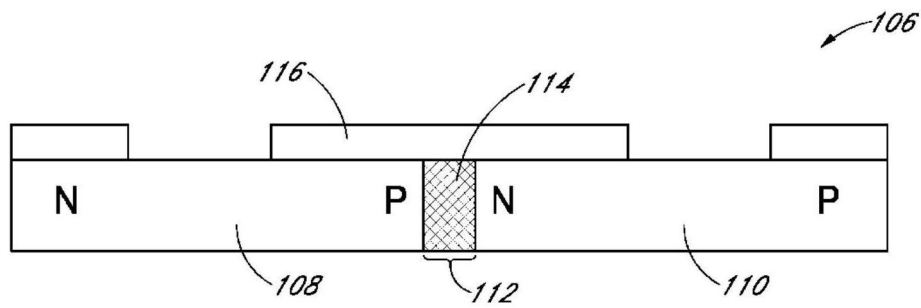


图2

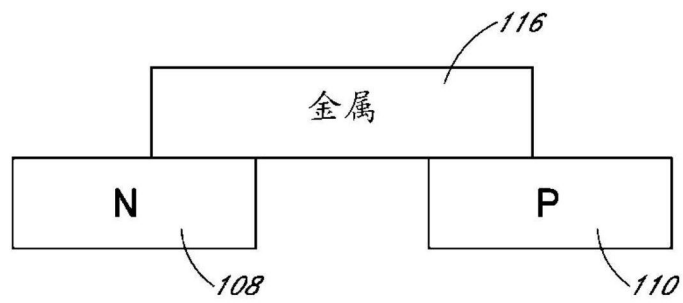


图3

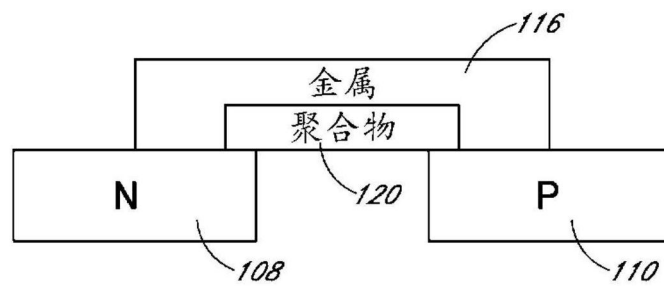


图4

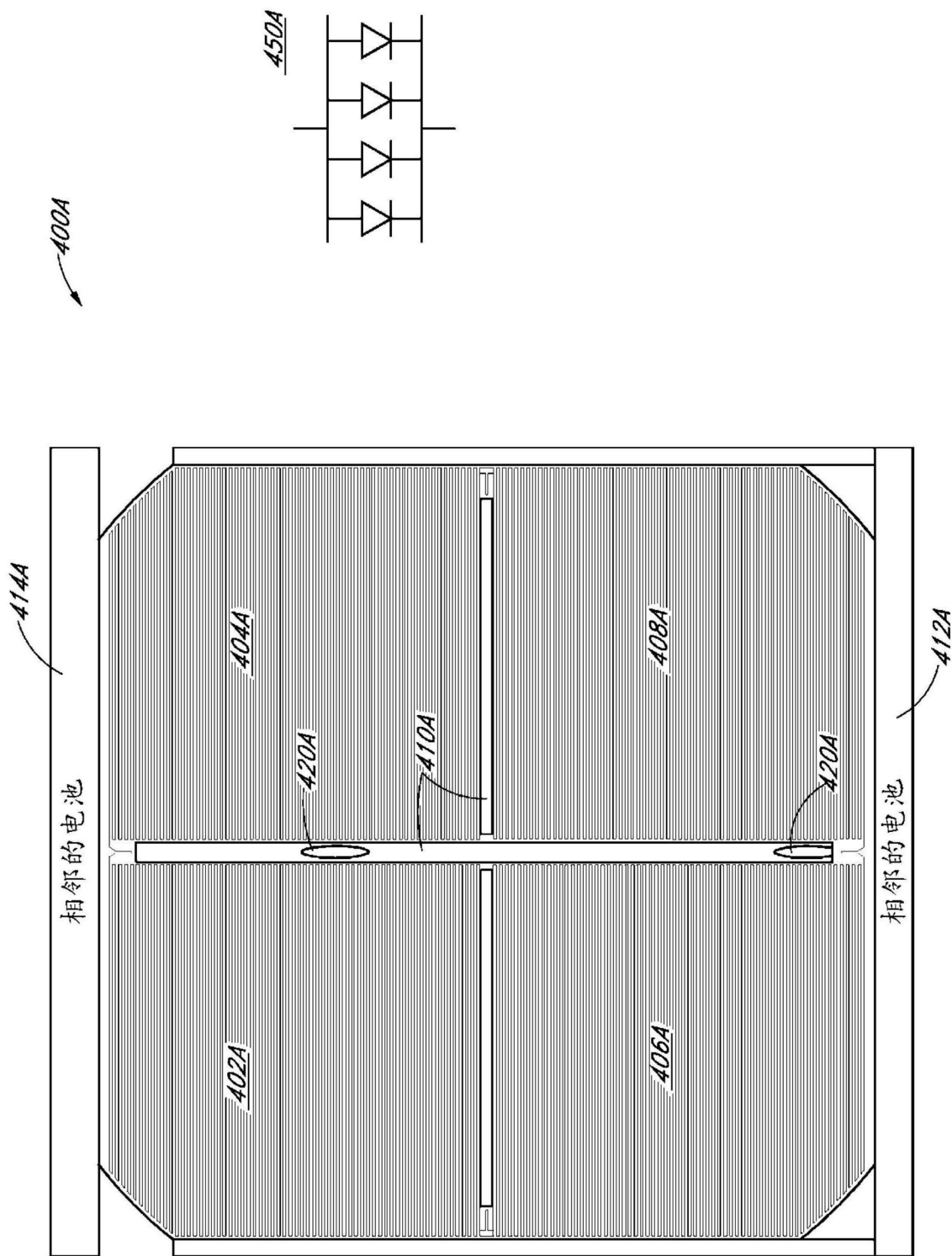


图5

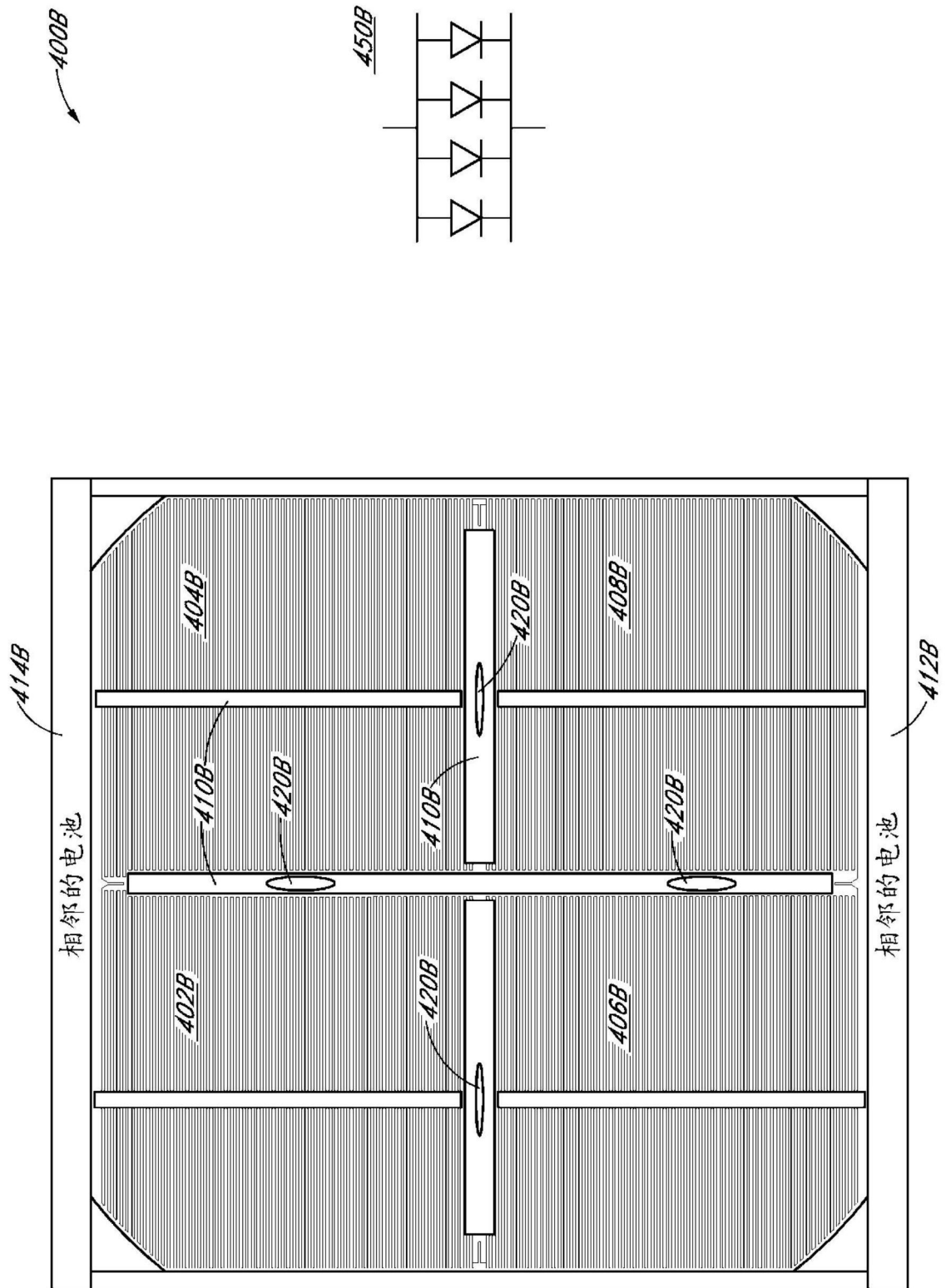


图6

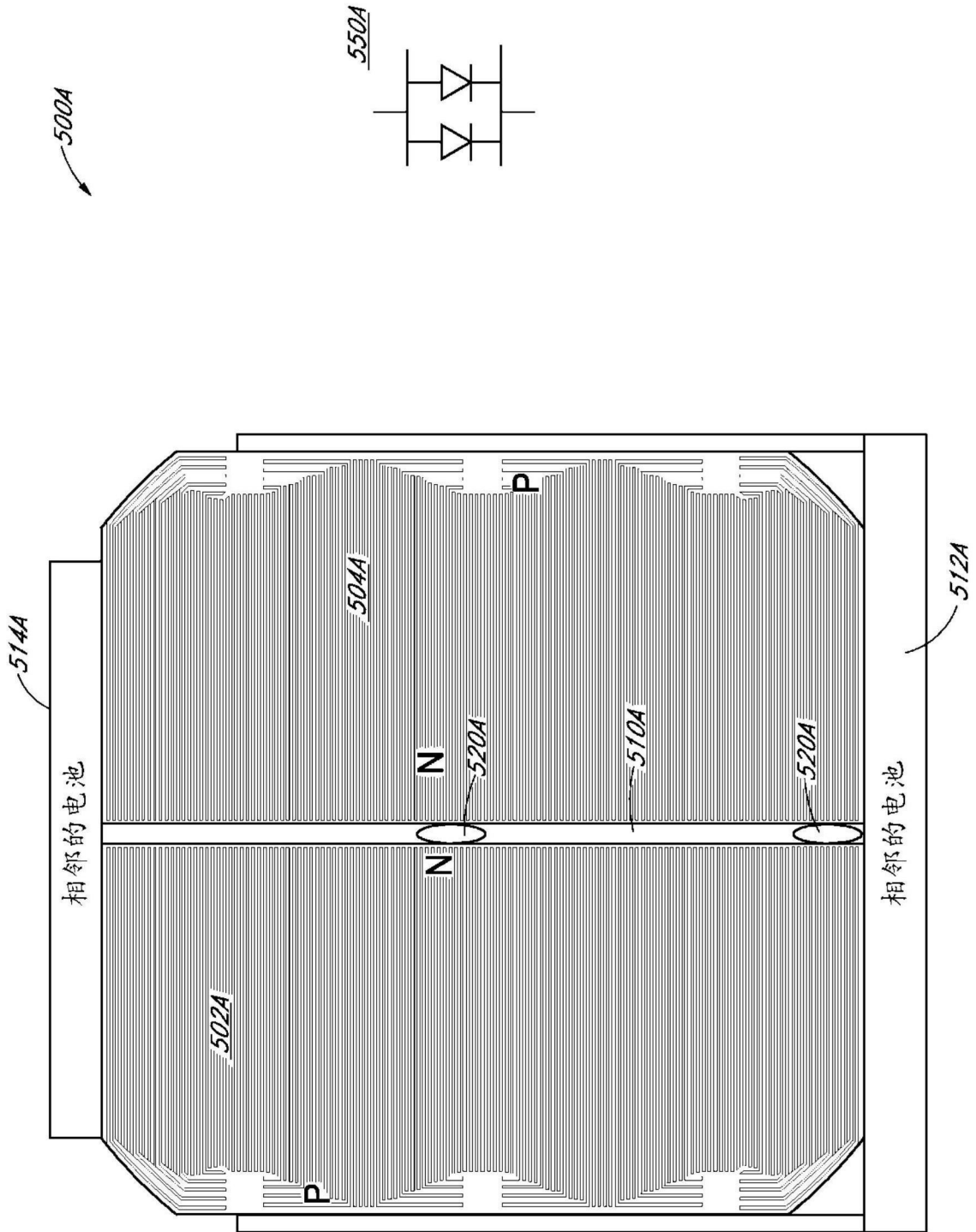


图7

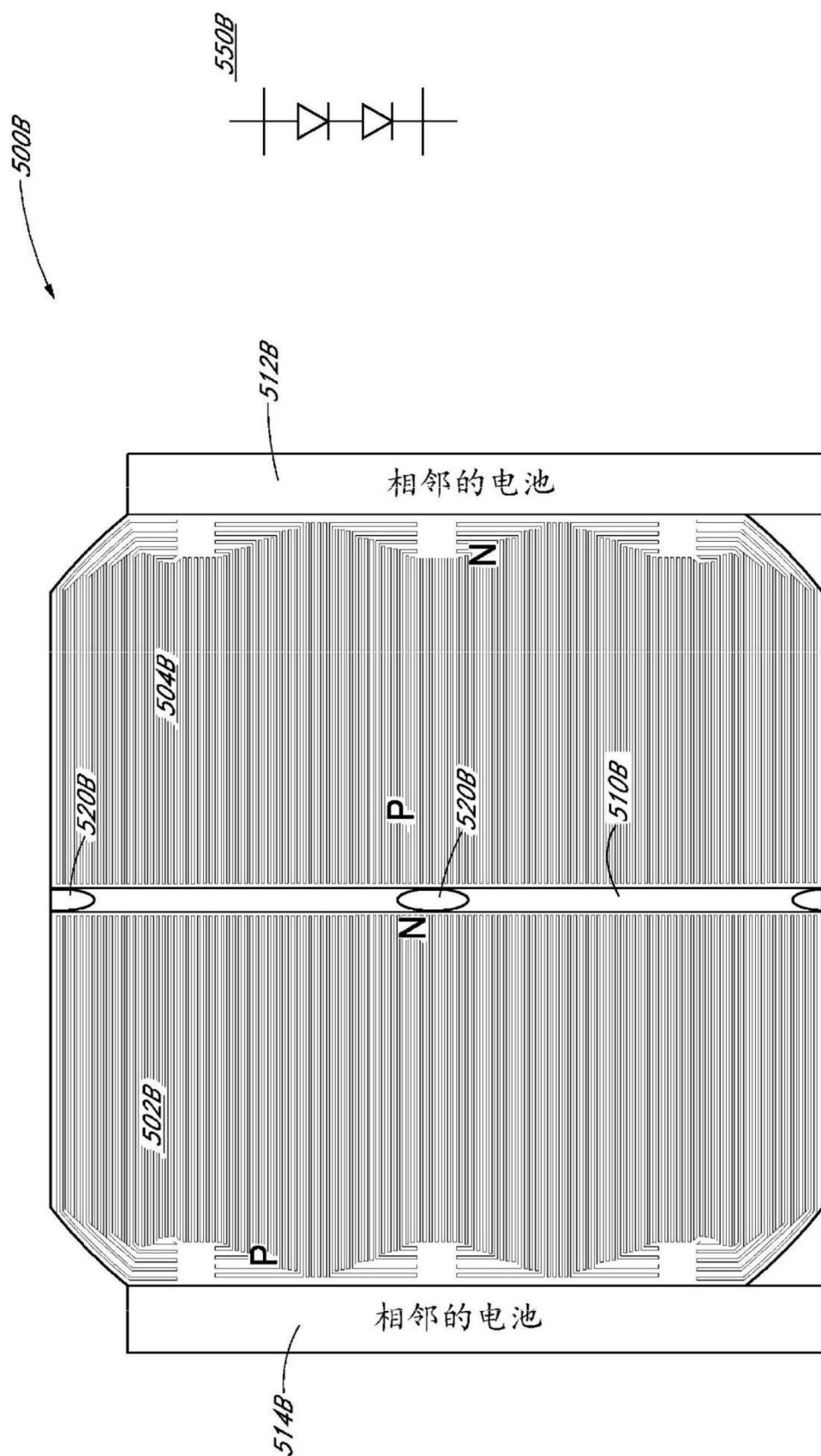


图8

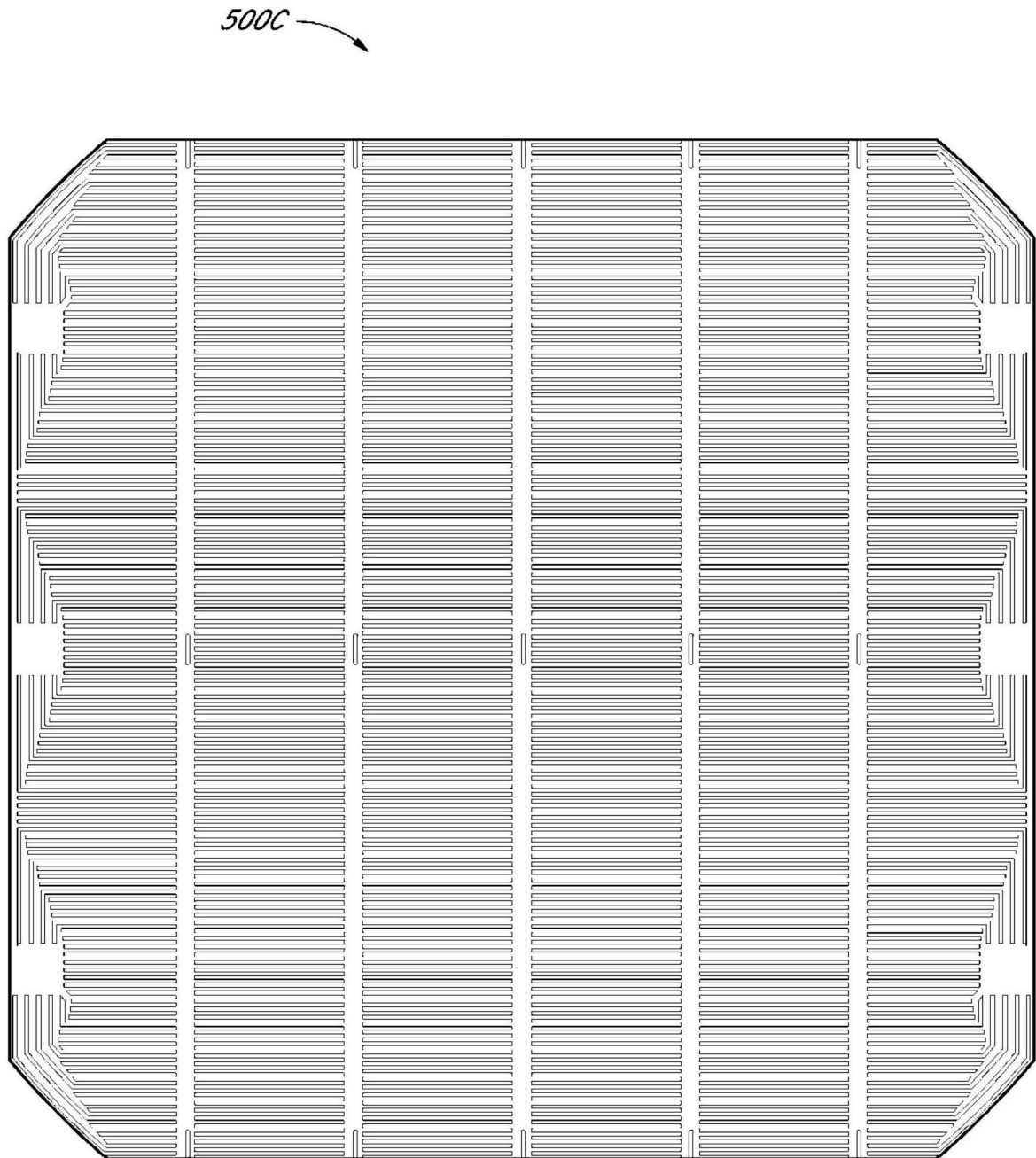


图9

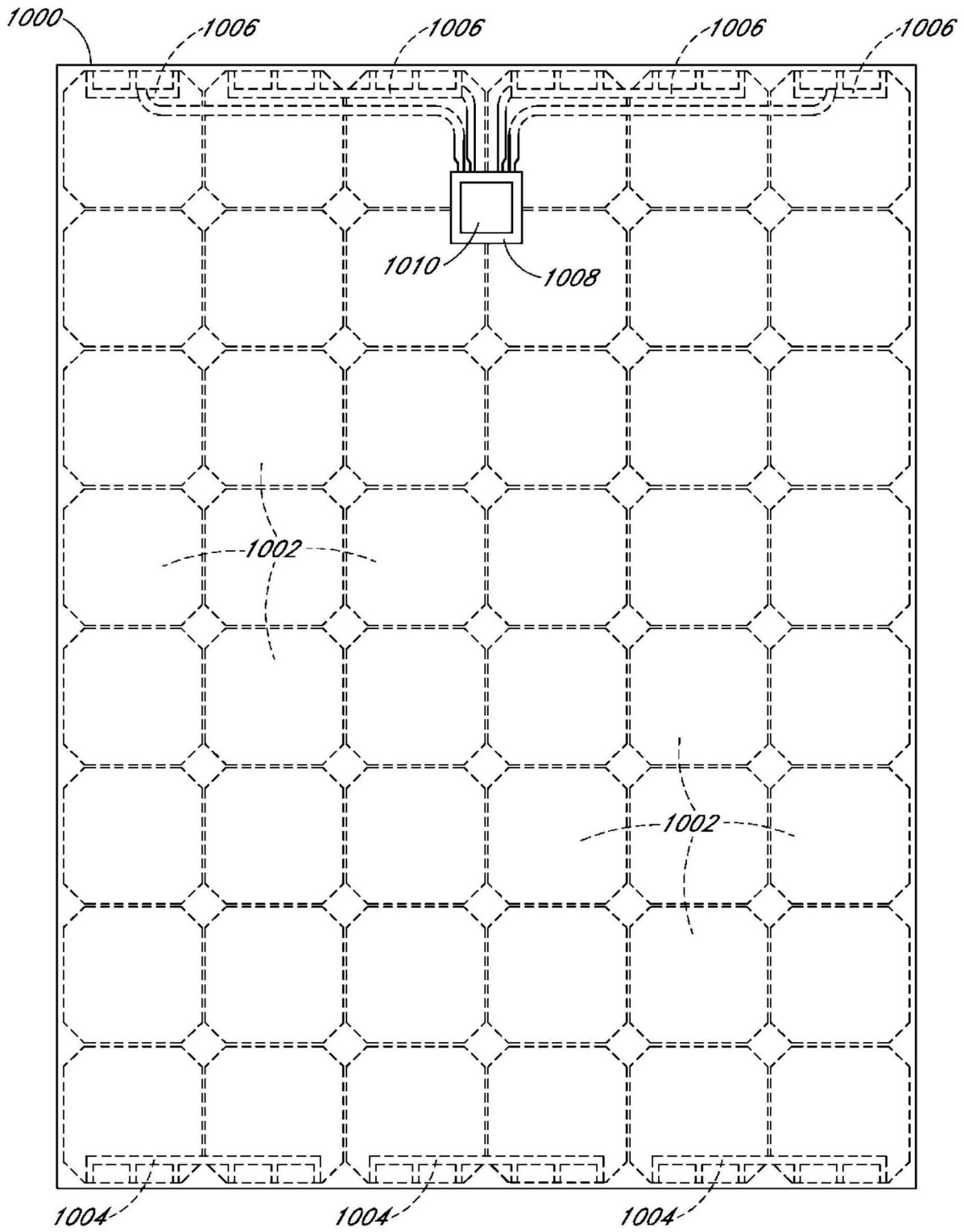


图10

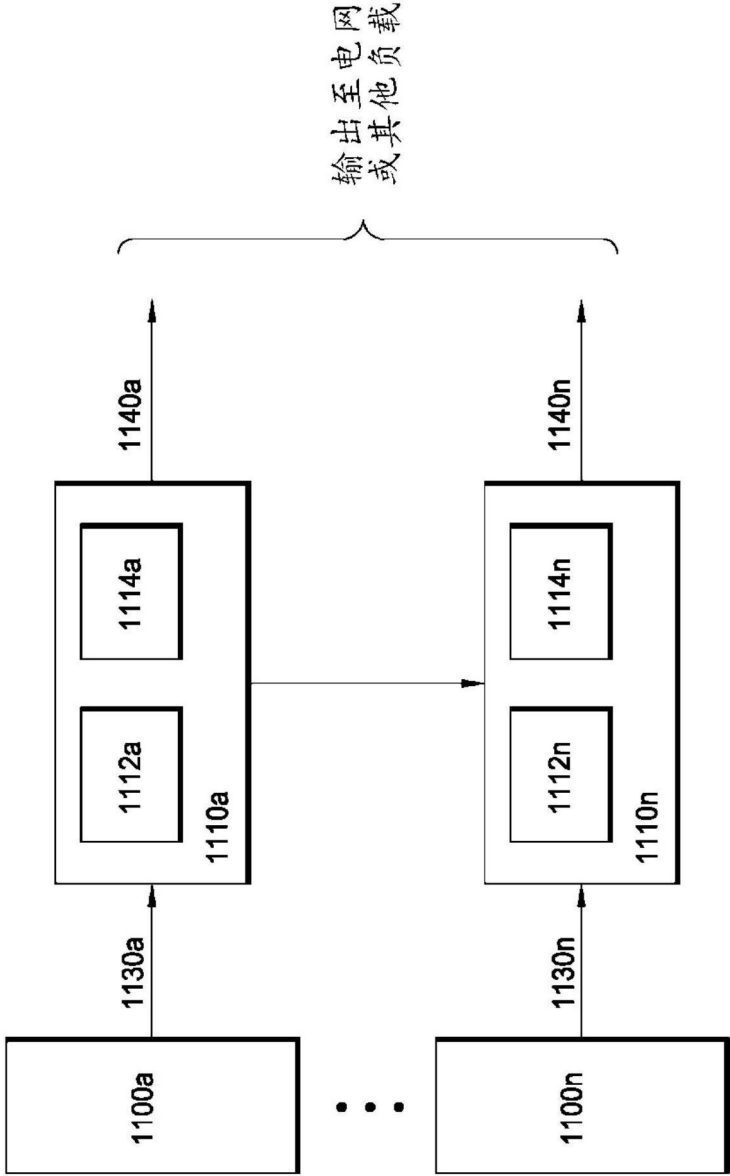


图11

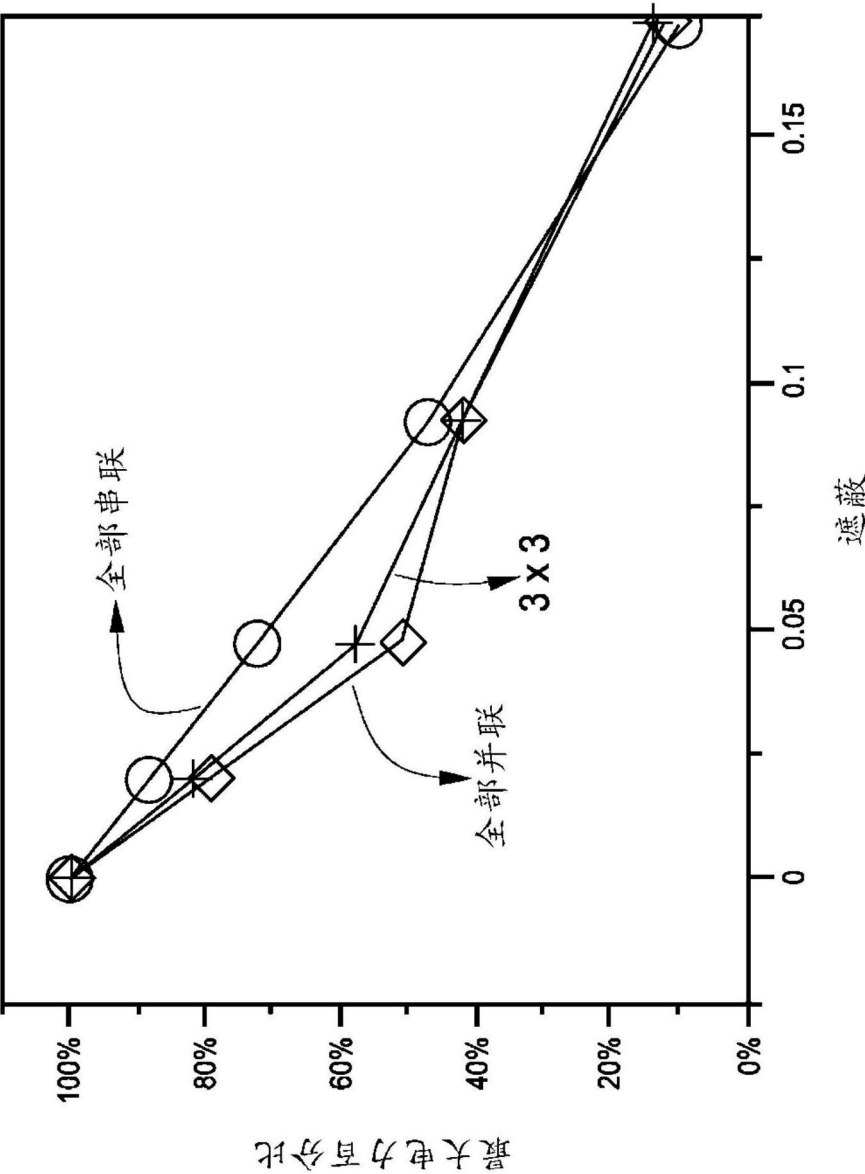


图12A

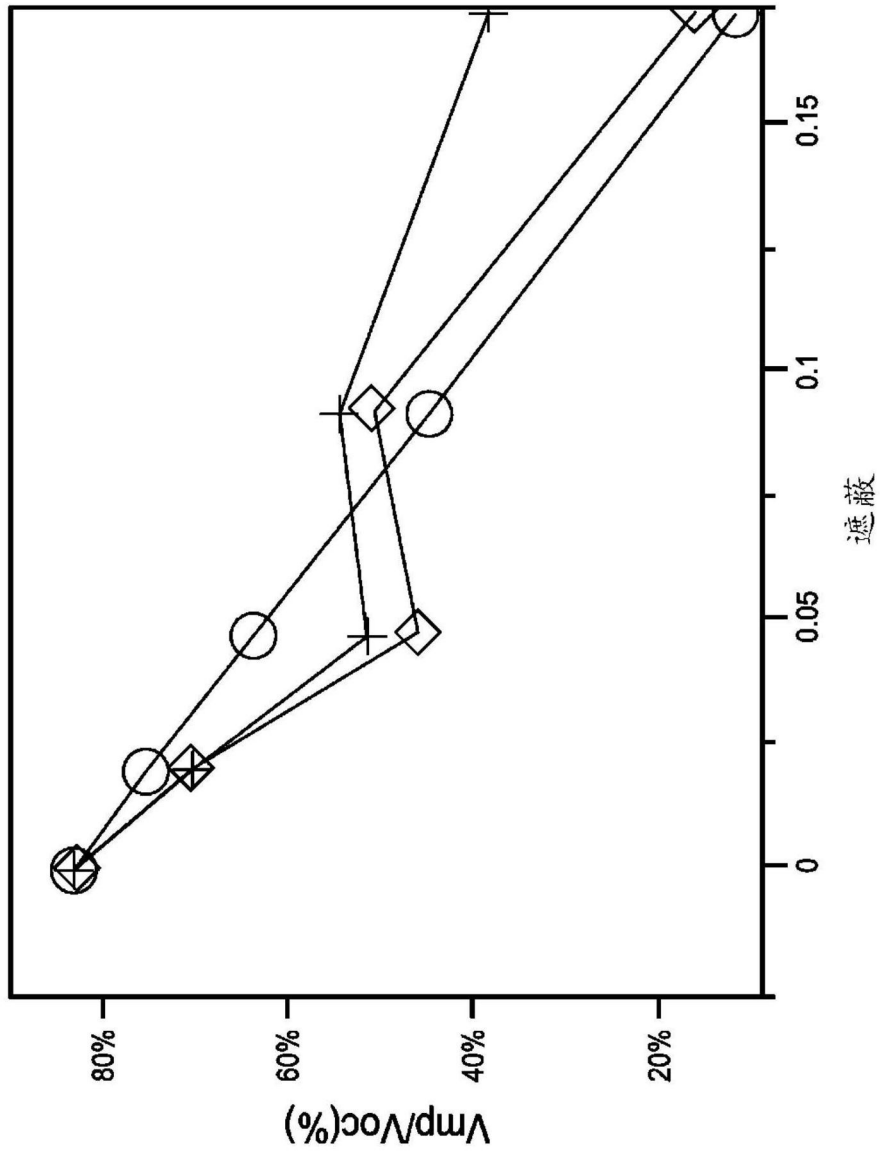


图12B

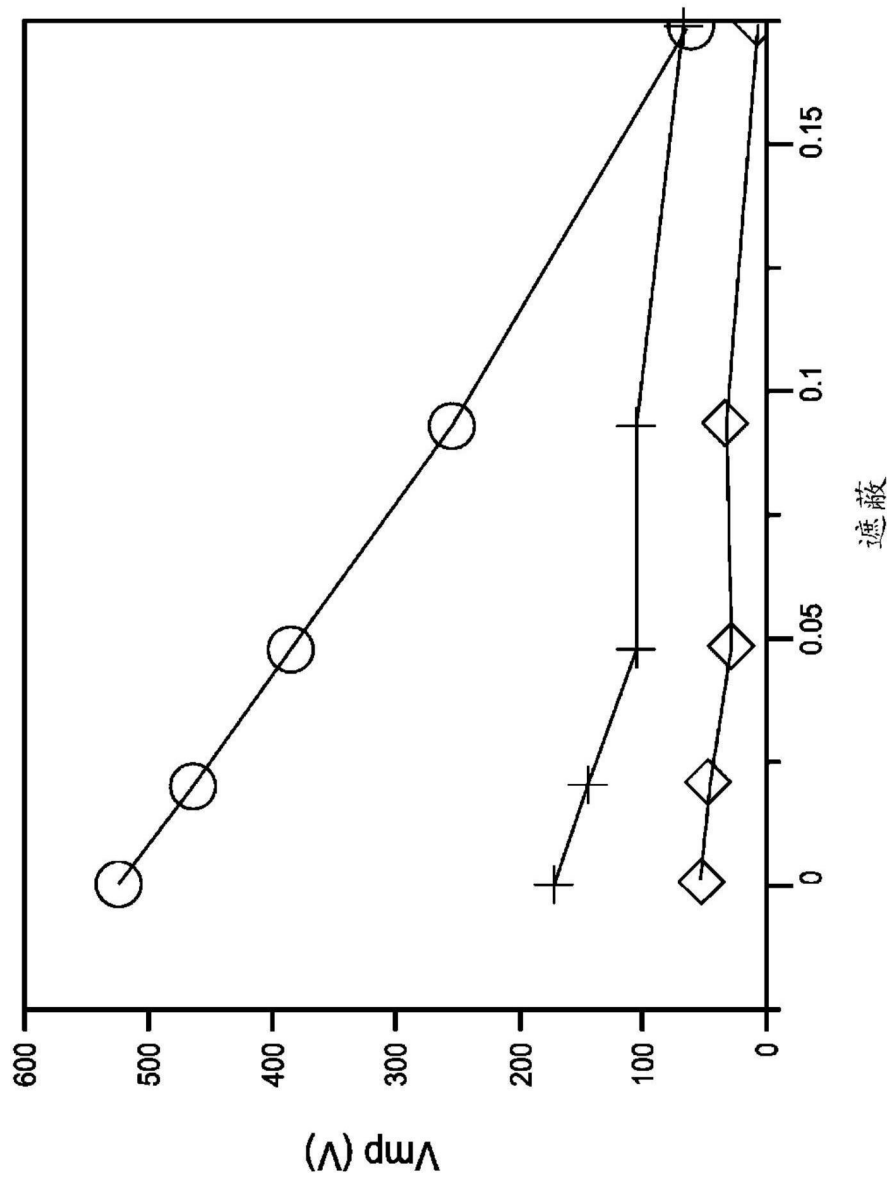


图12C

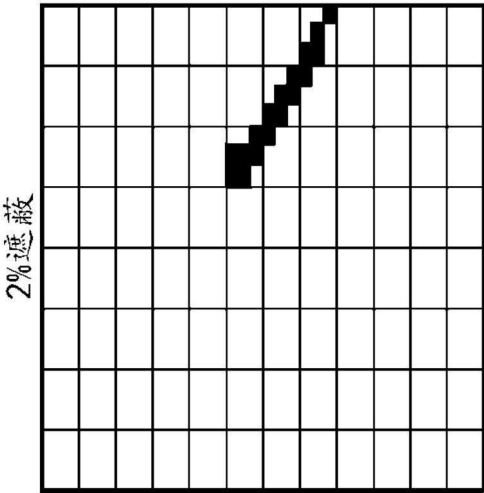


图13A

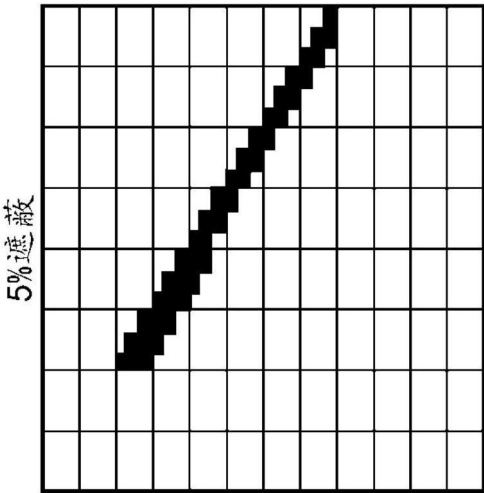


图13B

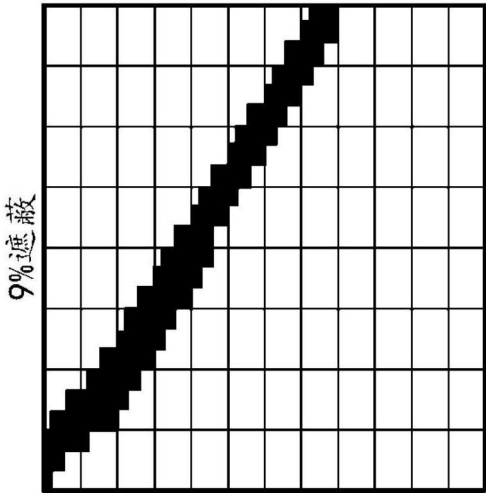


图13C

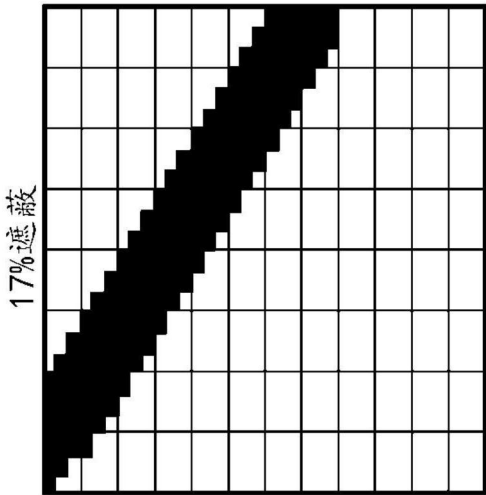


图13D

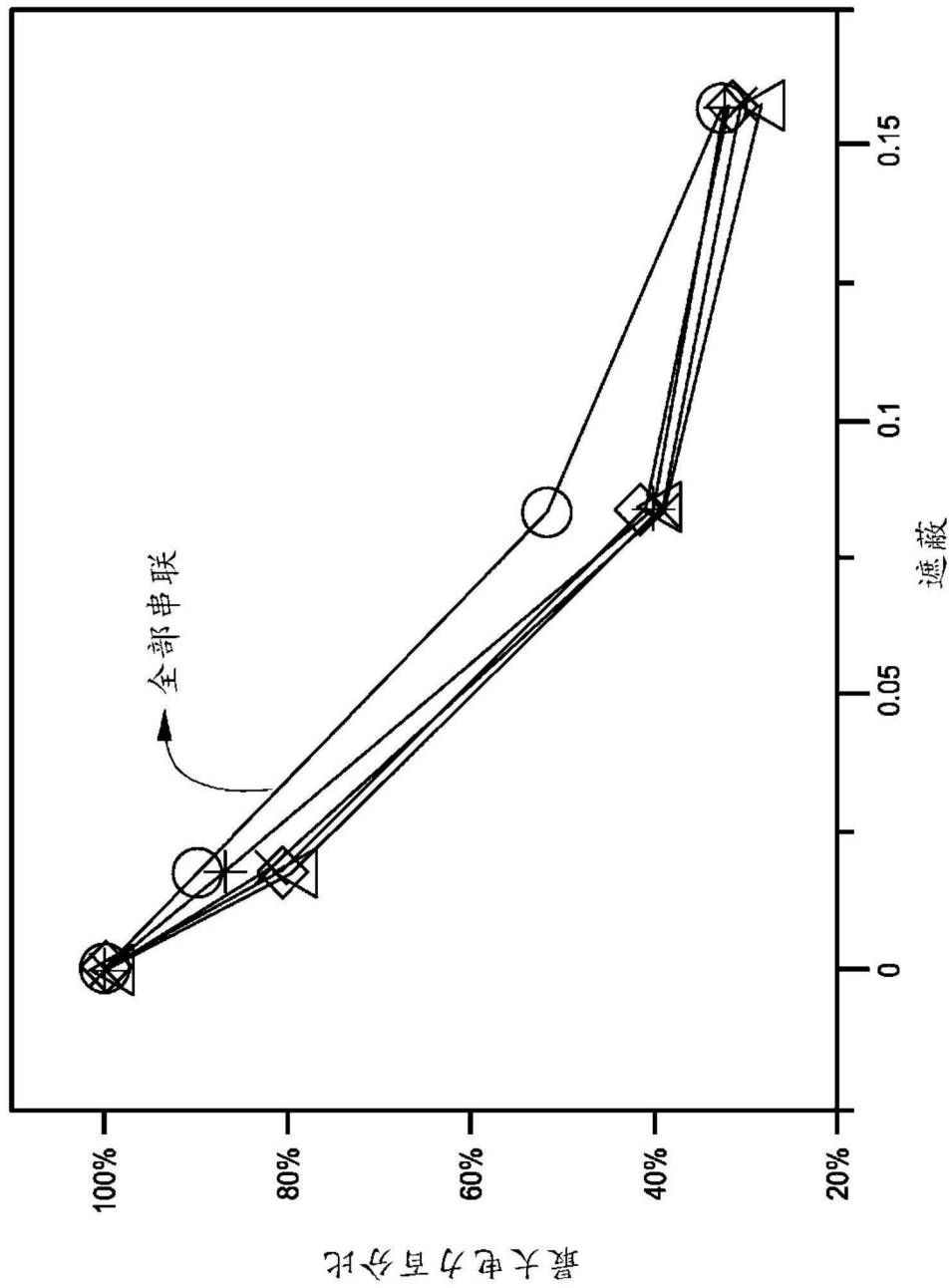


图14A

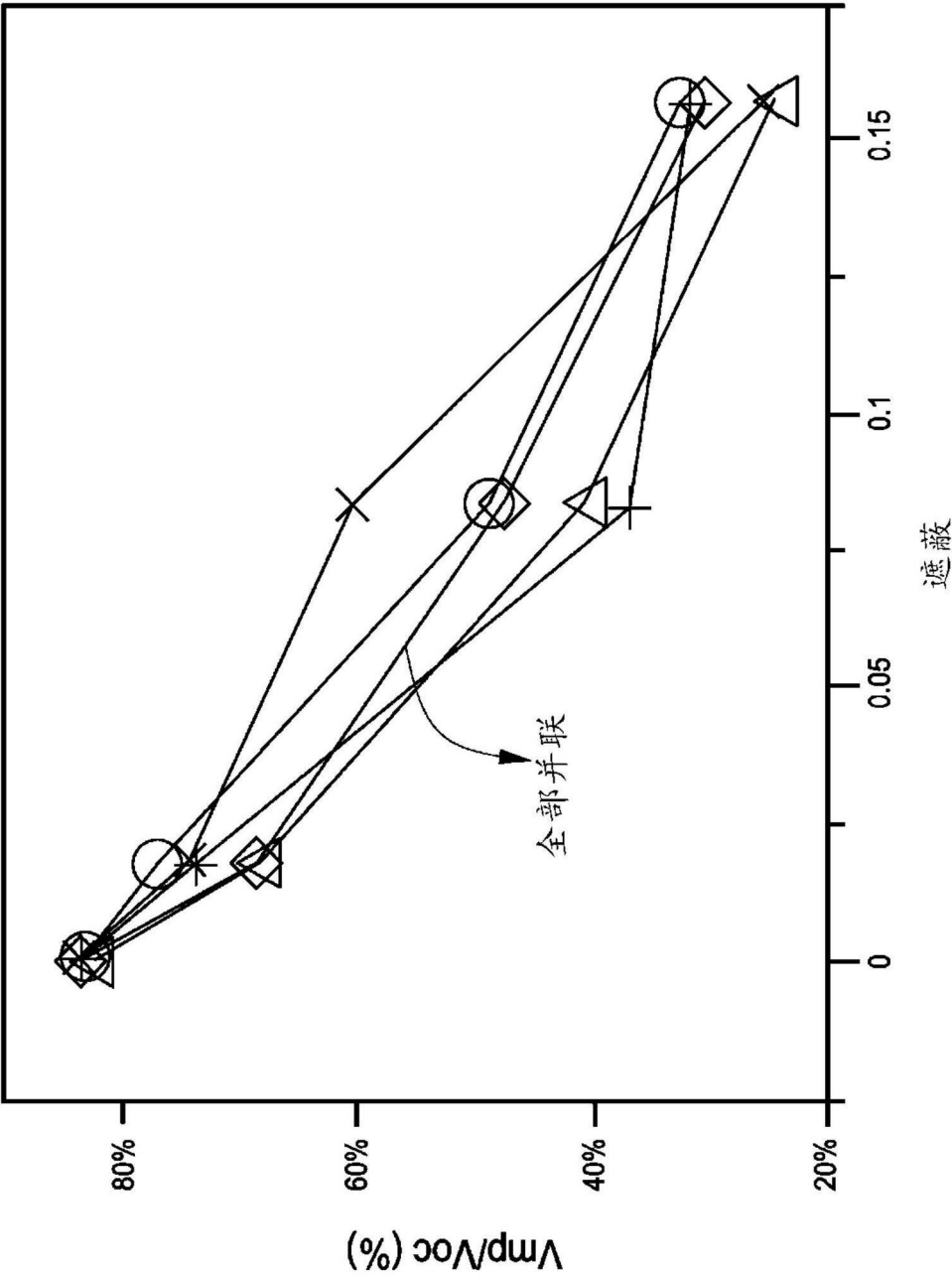


图14B

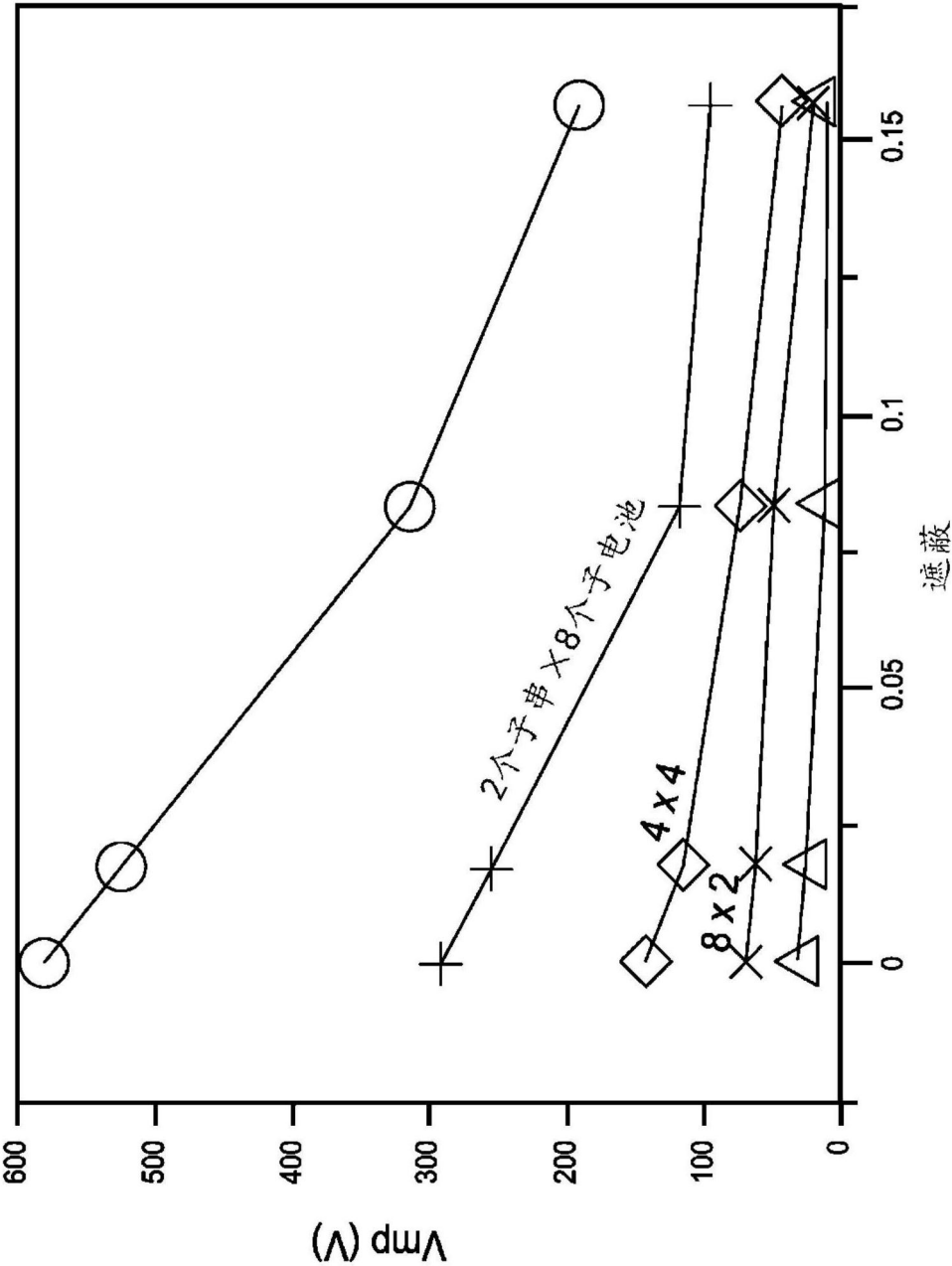


图14C