



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111448672 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 14

(21) 申请号 201980005033.6
 (22) 申请日 2019.04.11
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111448672 A
 (43) 申请公布日 2020.07.24
 (30) 优先权数据
 62/658,443 2018.04.16 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.04.10
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2019/027005 2019.04.11
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/204119 EN 2019.10.24
 (73) 专利权人 迈可晟太阳能有限公司
 地址 新加坡新加坡市

(72) 发明人 林亚福 戴维·雅各布
 (74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
 责任公司 11240
 专利代理师 沈敬亭

(51) Int.Cl.
 H10F 10/14 (2025.01)
 H10F 77/00 (2025.01)
 H10F 77/16 (2025.01)
 H10F 77/30 (2025.01)
 H10F 77/70 (2025.01)
 H10F 71/00 (2025.01)

(56) 对比文件
 CN 101743640 B, 2012.12.19
 CN 101933156 A, 2010.12.29
 CN 103258881 A, 2013.08.21

审查员 许可

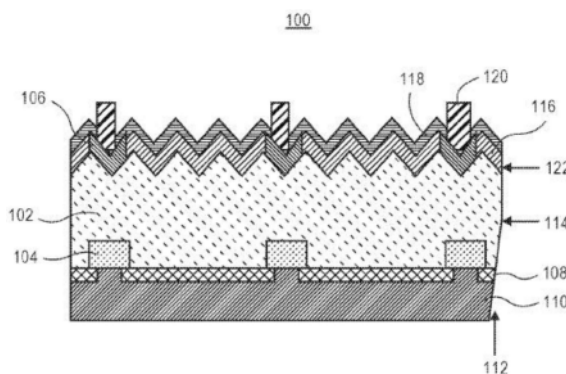
权利要求书1页 说明书19页 附图24页

(54) 发明名称

具有从切割边缘缩回的结的太阳能电池

(57) 摘要

本发明提供了制造具有从切割边缘缩回的结的太阳能电池的方法,以及所得太阳能电池。在一个实例中,太阳能电池包括具有光接收表面、背表面和侧壁的基板。发射极区在所述基板中,所述发射极区在所述基板的所述光接收表面处。所述发射极区具有从所述基板的所述侧壁横向缩回的侧壁。钝化层在所述发射极区的所述侧壁上。



1. 一种太阳能电池,包括:
基板,所述基板具有光接收表面、背表面和侧壁,其中所述光接收表面是纹理化的;
所述基板上的发射极区,所述发射极区在所述基板的所述光接收表面处,所述发射极区具有从所述基板的所述侧壁横向缩回的侧壁;以及
钝化层,所述钝化层在所述发射极区的所述侧壁上,其中所述发射极区的所述横向缩回的侧壁平行于所述钝化层的侧壁,
其中所述钝化层在所述发射极区的对应侧壁和所述基板的对应侧壁之间的对应沟槽中,并且隔离的发射极区部分保持为横向邻近所述太阳能电池的外周的钝化层,以及
其中所述太阳能电池是通过所述基板的切割形成的,切割基板包括切割穿过横向邻近所述沟槽的所述发射极区的一部分。
2. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池,进一步包括:
所述基板的所述光接收表面上的钝化层,其中所述发射极区的所述侧壁上的所述钝化层与所述基板的所述光接收表面上的所述钝化层连续。
3. 根据权利要求 2 所述的太阳能电池,其中所述基板的所述光接收表面上的所述钝化层和所述发射极区的所述侧壁上的所述钝化层包含氧化硅 (SiO_x) 和氮化硅 (SiN_x)。
4. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池,其中所述发射极区包含一定浓度的导电类型的掺杂物,所述太阳能电池进一步包括:
所述发射极区内的导电类型的掺杂物区域,所述导电类型的掺杂物区域的所述导电类型的掺杂物的浓度高于所述发射极区的所述导电类型的掺杂物的浓度。
5. 根据权利要求 4 所述的太阳能电池,其中所述导电类型为 n 型,并且所述掺杂物选自自由以下项组成的组:磷掺杂物和砷掺杂物。
6. 根据权利要求 4 所述的太阳能电池,进一步包括:
导电触点,所述导电触点电连接至所述发射极区内的所述导电类型的掺杂物区域。
7. 根据权利要求 6 所述的太阳能电池,其中所述导电触点被丝网印刷并且烧制穿过所述基板的所述光接收表面上的钝化层。
8. 根据权利要求 6 所述的太阳能电池,其中所述导电触点包含银。
9. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池,其中所述基板为 p 型单晶硅基板。
10. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池,其中所述发射极区包含 n 型掺杂物,所述太阳能电池进一步包括:
所述基板的所述背表面处的 p 型掺杂物区域。
11. 根据权利要求 10 所述的太阳能电池,进一步包括:
导电触点,所述导电触点电连接至所述基板的所述背表面处的所述 p 型掺杂物区域。
12. 根据权利要求 11 所述的太阳能电池,其中所述导电触点设置为穿过所述基板的所述背表面上的底部钝化和封盖层中的开口。

具有从切割边缘缩回的结的太阳能电池

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求于2019年4月11日提交的美国临时申请No. 16/381,482的优先权,该美国临时申请要求早前于2018年4月16日提交的美国临时专利申请No. 62/658,443的优先权,其全部内容通过引用方式整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开的实施例属于可再生能源领域,并且具体地讲,涉及制造具有从切割边缘缩回的结的太阳能电池的方法,以及所得太阳能电池。

背景技术

[0004] 光伏电池(常称为太阳能电池)是熟知的用于将太阳辐射直接转换为电能的装置。一般来讲,使用半导体加工技术在基板的表面附近形成p-n结,从而在半导体晶片或基板上制造太阳能电池。照射在基板表面上并进入基板内的太阳辐射在基板块体中形成电子和空穴对。所述电子和空穴对迁移至基板中的p掺杂区和n掺杂区,从而在掺杂区之间产生电压差。将掺杂区连接至太阳能电池上的导电区,以将电流从电池引导至与其耦接的外部电路。

[0005] 电转换效率是太阳能电池的重要特性,因其直接与太阳能电池的发电能力有关;更高的效率为最终客户提供了附加价值;并且在其他所有条件相同的情况下,更高的效率也降低了每瓦特的制造成本。同样,简化的制造方法还可通过降低生产单位成本来降低制造成本。因此,提高太阳能电池效率的技术和简化太阳能电池的制造的技术是普遍需要的。本公开的一些实施例允许通过提供制造太阳能电池结构的新工艺而提高太阳能电池转换效率和/或降低制造成本。本公开的一些实施例允许通过提供新型太阳能电池结构来提高太阳能电池效率和/或降低制造成本。

[0006] 附图简要说明

[0007] 图1示出具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括不受保护的边缘。

[0008] 图2A示出根据本公开的一个实施例的具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括缩回的受保护的边缘。

[0009] 图2B示出根据本公开的另一个实施例的具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括缩回的受保护的边缘。

[0010] 图2C示出根据本公开的另一个实施例的具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括缩回的受保护的边缘。

[0011] 图3示出根据本公开的一个实施例的形成具有发射极区的太阳能电池的平面图,该发射极区包括缩回的受保护的边缘。

[0012] 图4示出根据本公开的一个实施例以叠盖方式布置、串联连接的太阳能电池串的横截面示意图,其中相邻太阳能电池的端部重叠,从而形成叠盖的超级电池。

[0013] 图5为根据本公开的另一个实施例的可用于形成叠盖的超级电池的示例性矩形太阳能电池的前(太阳侧)表面和前表面金属化图案的示意图。

[0014] 图6A为示出根据本公开的另一个实施例的一种示例性方法的示意图,利用该方法可将标准尺寸和形状的伪正方形硅太阳能电池分离(例如,切割或划分)成两个不同长度的矩形太阳能电池,这两个矩形太阳能电池可用于形成叠盖的超级电池。

[0015] 图6B和6C示出根据本公开的一个实施例的另一种示例性方法的示意图,利用该方法可将伪正方形硅太阳能电池分离成矩形太阳能电池。

[0016] 图6D和6E示出根据本公开的一个实施例的一种示例性方法的示意图,利用该方法可将正方形硅太阳能电池分离成矩形太阳能电池。

[0017] 图7示出根据本公开的一个实施例的示例性矩形超级电池的前表面的片段视图,该矩形超级电池包括如图5所示的矩形太阳能电池,其按照如图4所示的叠盖方式进行布置。

[0018] 图8A示出包括多个叠盖的矩形超级电池的示例性矩形太阳能模块的示意图,其中每个超级电池长边的长度近似等于模块短边长度的一半。根据本公开的一个实施例,成对超级电池以首尾相连的方式布置成行,其中超级电池的长边平行于模块的短边。

[0019] 图8B示出包括多个叠盖的矩形超级电池的另一个示例性矩形太阳能模块的示意图,其中每个超级电池长边的长度近似等于模块短边的长度。根据本公开的一个实施例,超级电池布置为其长边平行于模块的短边。

[0020] 图8C示出包括多个叠盖的矩形超级电池的另一个示例性矩形太阳能模块的示意图,其中每个超级电池长边的长度近似等于模块长边的长度。根据本公开的一个实施例,超级电池布置为其长边平行于模块的边。

[0021] 图8D示出包括多个叠盖的矩形超级电池的示例性矩形太阳能模块的示意图,其中每个超级电池长边的长度近似等于模块长边长度的一半。根据本公开的一个实施例,成对超级电池以首尾相连的方式布置成行,其中超级电池的长边平行于模块的长边。

[0022] 图8E示出根据本公开的一个实施例包括半切割电池的太阳能电池模块的平面图。

[0023] 图8F示出根据本公开的一个实施例的图8E的太阳能电池模块的一部分的放大视图。

[0024] 图8G示出根据本公开的一个实施例的太阳能电池模块的平面图,该太阳能电池模块包括具有矩形条带布置的垂直叠盖绞合。

[0025] 图8H示出根据本公开的一个实施例的太阳能电池模块的平面图,该太阳能电池模块包括具有叠盖的倒角电池布置的垂直绞合。

[0026] 图8I示出根据本公开的一个实施例的太阳能电池模块的平面图,该太阳能电池模块包括具有叠盖电池和中心线布置的垂直绞合。

[0027] 图9示出三行超级电池的示例性布置,这三行超级电池与柔性电互连件互连,以使超级电池在各行内彼此串联,并且使各行彼此平行。根据本公开的一个实施例,这些可为图8D的太阳能模块中的三行。

[0028] 图10A示出根据本公开的一个实施例的图8D中的细节A:图8D的示例性太阳能模块的剖视图,示出结合至超级电池行的背表面端子触点的柔性电互连件的剖视图细节。

[0029] 图10B示出根据本公开的一个实施例的图8D中的细节C:图8D的示例性太阳能模块的剖视图,示出结合至超级电池行的前(太阳侧)表面端子触点的柔性电互连件的剖视图细节。

[0030] 图10C示出根据本公开的一个实施例的图8D中的细节B:图8D的示例性太阳能模块的剖视图,示出布置成互连一行中串联的两个超级电池的柔性互连件的剖视图细节。

[0031] 图11和12示出根据本公开的一个实施例的阵列的简化剖视图,其中阵列包括多个组装成叠盖布置的模块。

[0032] 图13为根据本公开的实施例的表示太阳能电池制造方法中的各个操作的流程图。

具体实施方式

[0033] 以下具体实施方式本质上只是示例性的,并非意图限制所述主题的实施例或此类实施例的应用和用途。如本文所用,词语“示例性”意指“用作实例、例子或举例说明”。本文描述为示例性的任何实施方式未必理解为相比其他实施方式是优选的或有利的。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。

[0034] 本说明书包含对“一个实施例”或“某个实施例”的参考。短语“在一个实施例中”或“在某个实施例中”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进行组合。

[0035] 术语。以下段落提供存在于本公开(包含所附权利要求书)中术语的定义和/或语境:

[0036] 如本文所用,“区域”或“部分”可用于说明具有可定义特性但不一定有固定边界的物体或材料的离散区域、体积、部分或位置。

[0037] “包括”。该术语是开放式的。如在所附权利要求书中所用,该术语并不排除其他结构或步骤。

[0038] “构造为”。各个单元或部件可描述或声明成“构造为”执行一项或多项任务。在此类语境下,“构造为”用于通过指示所述单元/部件包含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,可以说是将所述单元/部件构造为即使当指定的单元/部件目前不在运作(例如,未开启/激活)时也可执行任务。详述某一单元/电路/部件“构造为”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35 U.S.C. §112第六段。

[0039] “第一”“第二”等,如本文所用,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”太阳能电池并不一定暗示该太阳能电池是某一序列中的第一个太阳能电池;相反,术语“第一”用于区分该太阳能电池与另一个太阳能电池(例如,“第二”太阳能电池)。

[0040] “耦接”-以下描述是指元件或节点或结构特征“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/特征直接或间接连接至另一个元件/节点/特征(或直接或间接与其连通),并且不一定是机械连接。

[0041] 此外,以下描述中还可能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”和“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。此类术语可包含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。

[0042] “阻止”-如本文所用,阻止用于描述减小影响或使影响降至最低。当组件或特征被描述为阻止行为、运动或条件时,它完全可以彻底地防止某种结果或后果或未来的状态。另外,“阻止”还可以指减少或减小可能会发生的某种后果、性能和/或效应。因此,当部件、元件或特征被称为阻止结果或状态时,它不一定完全防止或消除该结果或状态。

[0043] 本文描述了制造具有从切割边缘缩回的结的太阳能电池的方法,以及所得太阳能电池。在下面的描述中,阐述了诸如具体的工艺流程操作的许多具体细节,以便提供对本公开实施例的透彻理解。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践本公开的实施例。在其他实例中,没有详细地描述熟知的制造技术,诸如平版印刷和图案化技术,以避免不必要地使本公开的实施例难以理解。此外,应当理解,在图中示出的多种实施方案是示例性的展示并且未必按比例绘制。

[0044] 本发明公开了太阳能电池。在一个实施例中,太阳能电池包括具有光接收表面、背表面和侧壁的基板。基板中的发射极区在基板的光接收表面处。发射极区具有从基板的侧壁横向缩回的侧壁。钝化层在发射极区的侧壁上。

[0045] 本文还公开了制造太阳能电池的方法。在一个实施例中,一种制造太阳能电池的方法包括在基板中形成发射极区,该发射极区在基板的光接收表面处。在发射极区中形成分离区或沟槽。在基板的光接收表面上和沟槽中形成钝化层。切割基板以形成太阳能电池,该太阳能电池具有侧壁和发射极区,该发射极区具有从太阳能电池的侧壁横向缩回的侧壁。

[0046] 本文所述的一个或多个实施例涉及用于从切割边缘分离太阳能电池结的低成本工业解决方案。可实施用于制造叠盖电池的实施例。本文所述的方法可用于实施正面接触太阳能电池制造或背接触太阳能电池制造,这些方法将电池切割和划分为较小的电池以进行模块组装,诸如半切割电池模块。

[0047] 为提供语境,可通过切割电池(诸如P型电池),然后将切割后的电池叠盖在一起以形成太阳能电池串。在该过程中,可形成非钝化的切割边缘和暴露的结。此类非钝化切割边缘和/或暴露的结可导致2%至3%的初始功率损耗并且降低低照明条件下的性能。

[0048] 根据本公开的一个或多个实施例,描述了一种工业上可行的方法来形成钝化的分离区或沟槽,该方法将正面的结边缘与切割的裸露硅边缘隔离。随后可对氮化硅实施硅热氧化等离子体增强的化学气相沉积,以钝化沟槽和结边缘。在一个实施例中,显著降低了暴露的结上的泄漏电流,从而提高了效率和低光照条件下的性能。

[0049] 为提供进一步的语境,与使用相同电池的高效率模块工艺相比,叠盖工艺可表现出约10%的相对效率提升潜力。然而,实际上,此类叠盖电池的相对效率只能提高约6%至7%,其原因在于切割边缘导致功率损耗。应当理解,关于切割边缘可存在两个主要问题:(1)暴露的结,和(2)非钝化的裸露硅边缘,其可能伴有一定的激光损伤。不受理论束缚,应当理解,暴露的结贡献了大约三分之二的损耗,而第二个问题贡献了大约三分之一的损耗。本文所述的实施例可被视为主要解决问题(1),该问题可能对于低照明条件下的性能至关重要。

[0050] 为提供例示性语境,图1示出具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括不受保护的边缘。

[0051] 参考图1,太阳能电池100包括具有光接收表面、背表面和侧壁的p型基板102。基板

102中的轻掺杂发射极区116在基板102的光接收表面处。发射极区116具有与基板102的侧壁对准(或齐平)的侧壁。钝化层118在基板的光接收表面上。

[0052] 再次参考图1,导电触点120电连接至发射极区116内具有n型导电性的重掺杂物区域106。上述案例为选择性发射极方法。对于均匀发射极,116和106具有相同的掺杂。通过对银膏进行丝网印刷并且在炉中烧制穿过钝化层118以形成电触点,从而形成导电触点120。太阳能电池100进一步包括基板102的背表面处的p型掺杂物区域104。导电触点110通过例如底部钝化和封盖层108诸如 AlO_x/SiNy 中的开口电连接至基板102的背表面处的p型掺杂物区域104。区域110为丝网印刷 Al 膏,并且该膏在区域102中的硅反应以形成p型掺杂区域104。

[0053] 再次参考图1,太阳能电池100的侧壁可包括激光切割边缘112、非钝化边缘114和暴露的结122中的一个或多个。可实施本公开的实施例以解决与暴露的结122相关联的问题。实施可涉及提高电池效率和低光照条件下的性能,并且成本可相对较低。

[0054] 应当理解,叠盖的太阳能电池串接可包括选择性发射极加工。本文所述的实施例可引入额外的工艺操作,在通过掺杂PSG层进行选择性发射极制造的相同操作中打开固态掺杂层诸如磷硅酸盐玻璃(PSG)层。打开固态掺杂层能够使用激光烧蚀或丝网印刷或喷墨蚀刻膏图案化操作来移除所形成的发射极区的一部分。然后可在后续的工艺操作中钝化发射极区中被移除的部分,诸如通过形成钝化层来实现。钝化层可为钝化材料或绝缘材料,诸如但不限于 SiO_x 、 SiNx 、 TiO_x 、它们的组合、单层抗反射涂层(ARC)或多层ARC。在后续的激光切片和切割过程中形成瓦板时,执行的切割必须发生在沟槽限定的区域内或其附近。在一个实施例中,使用完整分离区或完整沟槽方法。在另一个实施例中,使用部分分离区或部分沟槽方法。

[0055] 作为具有钝化的结的太阳能电池的一个实例,图2A示出根据本公开的一个实施例的具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括缩回的受保护的边缘。

[0056] 参考图2A的部分(A),太阳能电池200A包括基板202A,该基板202A具有光接收表面、背表面和侧壁。基板202A中的发射极区216A在基板202A的光接收表面处。发射极区216A具有从基板202A的侧壁横向缩回的侧壁。钝化层224A/226A在发射极区216A的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,钝化层224A/226A在发射极区216A的对应侧壁与基板202A的对应侧壁之间的对应凹陷部分中。在一个此类实施例中,如图所示,钝化层224A/226A的对应边缘与基板202A的对应侧壁竖直对齐。

[0057] 参考图2A的部分(B),太阳能电池250A包括基板252A,该基板252A具有光接收表面、背表面和侧壁。基板252A中的发射极区266A在基板252A的光接收表面处。发射极区266A具有从基板252A的侧壁横向缩回的侧壁。钝化层274A/276A在发射极区266A的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,钝化层274A/276A在发射极区266A的对应侧壁与基板252A的对应侧壁之间的对应沟槽中。在一个此类实施例中,如图所示,隔离的发射极区部分275A/277A保持为横向邻近太阳能电池250A的外周的钝化层274A/276A。

[0058] 参照图2A的部分(A)和(B),钝化层218A或268A分别在基板202A或252A的光接收表面上。发射极区216A或266A的侧壁上的钝化层224A/226A或274A/276A分别与基板202A或252A的光接收表面上的钝化层218A或268A连续。在一个实施例中,钝化层216A/224A/226A或266A/274A/276A包括氧化硅(SiO_x)或氮化硅(SiNx)或者一层氧化硅(SiO_x)和一层氮化

硅(SiNx)的组合。

[0059] 再次参考图2A的部分(A)和(B),在一个实施例中,发射极区216A或266A包括一定浓度的导电类型的掺杂物,并且太阳能电池进一步包括分别在发射极区216A或266A内的导电类型的掺杂物区域206A或256A。在一个实施例中,导电类型的掺杂物区域206A或256A具有的导电类型的掺杂物的浓度分别高于发射极区216A或266A的导电类型的掺杂物的浓度。在一个实施例中,导电类型为n型,并且掺杂物选自自由以下项组成的组:磷掺杂物和砷掺杂物。

[0060] 再次参考图2A的部分(A)和(B),导电触点220A或270A分别电连接至发射极区216A或266A内的导电类型的掺杂物区域206A或256A。在一个此类实施例中,如图所示,导电触点220A或270A分别通过丝网印刷Ag膏并烧制穿过钝化层218A或268A而形成,该钝化层218A或268A分别在基板202A或252A的光接收表面上。

[0061] 在一个实施例中,导电触点220A或270A包含银。在一个此类实施例中,导电触点220A或270A使用导电膏诸如银基导电膏来形成。在一个具体的此类实施例中,导电膏包括银(Ag)粉和溶剂或树脂。在一个实施例中,导电膏进一步包括玻璃料。在另一实施方案中,导电膏不包含玻璃料。在任一种情况下,在一个实施例中,银膏可分别烧制或烧结到钝化层218A或268A上,以分别形成导电触点220A或270A。

[0062] 再次参考图2A的(A)和(B),在一个实施例中,基板202A或252A为p型单晶硅基板。在一个实施例中,基板202A或252A的光接收表面发生纹理化,以提供纹理化光接收表面。在一个具体实施例中,采用基于氢氧化物的湿法蚀刻剂使基板202A或252A的光接收表面纹理化。

[0063] 再次参考图2A的部分(A)和(B),在一个实施例中,发射极区216A或266A包括n型掺杂物,并且太阳能电池200A或250A分别进一步包括在基板202A或252A的背表面上的重掺杂p型掺杂物区域204A或254A。在一个实施例中,p型掺杂物为来自新一代膏的铝掺杂物或硼掺杂物。

[0064] 再次参考图2A的部分(A)和(B),导电触点210A或260A分别电连接至基板202A或252A的背表面的p型掺杂物区域204A或254A。在一个实施例中,导电触点210A或260A为丝网印刷并且烧制的Al,但是可能不限于此。导电触点210A或260A分别通过丝网印刷并且烧制Al膏穿过底部钝化和封盖层208A或258A中的开口而形成,该底部钝化和封盖层208A或258A分别在基板202A或252A的背表面上。在一个实施例中,底部钝化和封盖层208A或258A为氮化硅层或非晶硅层。

[0065] 因此,再次参考图2A的部分(A)和(B),根据本公开的一个或多个实施例,隔离沟槽方案包括制造完整沟槽或部分沟槽,后者可与更快的加工时间相关联。应当理解,在任一种方案中,金属可远离沟槽,以避免分流。

[0066] 作为具有钝化的结的太阳能电池的另一个实例,图2B示出根据本公开的另一个实施例的具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括缩回的受保护的边缘。

[0067] 参考图2B的部分(A),太阳能电池200B包括基板202B,该基板202B具有光接收表面、背表面和侧壁。基板202B上的发射极区216B在基板202B的光接收表面处。发射极区216B具有从基板202B的侧壁横向缩回的侧壁。钝化层226B在发射极区216B的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,钝化层226B在发射极区216B的对应侧壁与基板202B的对应侧壁之间的

对应凹陷部分中。在一个此类实施例中,如图所示,钝化层226B的对应边缘与基板202B的对应侧壁竖直对齐。

[0068] 参考图2B的部分(B),太阳能电池250B包括基板252B,该基板252B具有光接收表面、背表面和侧壁。基板252B中的发射极区266B在基板252B的光接收表面处。发射极区266B具有从基板252B的侧壁横向缩回的侧壁。钝化层276B在发射极区266B的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,钝化层276B在发射极区266B的对应侧壁与基板252B的对应侧壁之间的对应沟槽中。在一个此类实施例中,如图所示,隔离的发射极区部分保持为横向邻近太阳能电池250B的外周的钝化层276B。

[0069] 参照图2B的部分(A)和(B),钝化层218B或268B分别在基板202B或252B的光接收表面上。发射极区216B或266B的侧壁上的钝化层226B或276B分别与基板202B或252B的光接收表面上的钝化层218B或268B连续。在一个实施例中,钝化层216B/226B或266B/276B包括氧化硅(SiO_x)或氮化硅(SiN_x)或氧化铝(AlO_x)或者一层氧化硅(SiO_x)、一层氮化硅(SiN_x)和/或一层氧化铝(AlO_x)中的两个或更多的组合。

[0070] 再次参考图2B的部分(A)和(B),导电触点220B或270B分别电连接至发射极区216B或266B内的导电类型的掺杂物区域206B或256B。导电触点210B或260B分别电连接至基板202B或252B的背表面上的区域204B或254B,其导电性与206B和266B的导电性相反。

[0071] 作为具有钝化的结的太阳能电池的另一个实例,图2C示出根据本公开的一个实施例的具有发射极区的太阳能电池的剖视图,该发射极区包括缩回的受保护的边缘。

[0072] 参考图2C的部分(A),太阳能电池200C包括基板202C,该基板202C具有第一(例如,顶部)和第二(例如,底部)光接收表面和侧壁。基板202C的本征层215C上的发射极层216C1在基板202C的第一光接收表面处。发射极区216C1具有从基板202C的侧壁横向缩回的侧壁。透明导电氧化物层226C在发射极区216C1的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,透明导电氧化物层226C在发射极区216C1的对应侧壁与基板202C的对应侧壁之间的对应凹陷部分中。在一个此类实施例中,如图所示,透明导电氧化物层226C的对应边缘与基板202C的对应侧壁竖直对齐。导电触点220C电连接至发射极区216C1上的透明导电氧化物层210C。

[0073] 再次参考图2C的部分(A),基板202C的本征层215C上的发射极层216C2在基板202C的第二光接收表面处。发射极区216C2具有的导电类型与发射极区216C1的导电类型相反。发射极区216C2具有从基板202C的侧壁横向缩回的侧壁。透明导电氧化物层226C在发射极区216C2的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,透明导电氧化物层226C在发射极区216C2的对应侧壁与基板202C的对应侧壁之间的对应凹陷部分中。在一个此类实施例中,如图所示,透明导电氧化物层226C的对应边缘与基板202C的对应侧壁竖直对齐。导电触点220C电连接至发射极区216C2上的透明导电氧化物层210C。

[0074] 参考图2C的部分(B),太阳能电池250C包括基板252C,该基板252C具有第一(例如,顶部)和第二(例如,底部)光接收表面和侧壁。基板252C的本征层265C上的发射极层216C1在基板252C的第一光接收表面处。发射极区266C1具有从基板252C的侧壁横向缩回的侧壁。透明导电氧化物层276C在发射极区266C1的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,透明导电氧化物层276C在发射极区266C2的对应侧壁与基板252C的对应侧壁之间的对应沟槽中。在一个此类实施例中,如图所示,隔离的发射极区部分保持为横向邻近太阳能电池250C的外周的透明导电氧化物层276C。导电触点270C电连接至发射极区266C1上的透明导电氧化物

层260C。

[0075] 再次参考图2C的部分(B),基板252C的本征层265C上的发射极层266C2在基板252C的第二光接收表面处。发射极区266C2具有的导电类型与发射极区266C1的导电类型相反。发射极区266C2具有从基板252C的侧壁横向缩回的侧壁。透明导电氧化物层276C在发射极区266C2的侧壁上。根据一个实施例,如图所示,透明导电氧化物层276C在发射极区266C2的对应侧壁与基板252C的对应侧壁之间的对应沟槽中。在一个此类实施例中,如图所示,隔离的发射极区部分保持为横向邻近太阳能电池250C的外周的透明导电氧化物层276C。导电触点270C电连接至发射极区266C2上的透明导电氧化物层260C。

[0076] 作为一个示例性处理工艺方案,图3示出根据本公开的一个实施例的形成具有发射极区的太阳能电池的平面图,该发射极区包括横向缩回的受保护的边缘。

[0077] 参考图3的部分(A),一种制造太阳能电池的方法包括在基板300中形成发射极区,该发射极区在基板300的光接收表面处。参考部分(B)或(C),在发射极区中形成沟槽。在基板的光接收表面上和沟槽中形成钝化层218或268。切割基板以形成太阳能电池,该太阳能电池具有侧壁和发射极区,该发射极区具有从太阳能电池的侧壁横向缩回的侧壁。

[0078] 具体地参考图3的部分(B),在一个实施例中,切割基板包括在沟槽中切割穿过钝化层以形成电池302,这些电池302各自具有在对应凹陷部分中的钝化层224/226,如上文结合图2的部分(A)所述。具体地参考图3的部分(C),在另一实施例中,切割基板包括切割穿过横向邻近沟槽的发射极区的一部分以形成电池304,这些电池304各自具有在对应沟槽中的钝化层274/276,如上文结合图2A的部分(B)所述。

[0079] 在一个实施例中,在基板300的发射极区中形成沟槽包括使用激光烧蚀。在另一个实施例中,在基板300的发射极区中形成沟槽包括使用蚀刻膏。总体而言,根据本公开的一个或多个实施例,可使用激光或喷墨或丝网印刷蚀刻膏以形成隔离沟槽,该隔离沟槽还可用于完全切割或甚至部分切割(例如,半切割)电池,以改善低光照条件下的性能。在一个实施例中,即使在叠盖下的边缘可能不太重要,两个切割边缘也得到钝化,因为电池的扩散长度远小于重叠长度。在其他实施例中,根据上述工艺仅钝化单个边缘。

[0080] 图13为根据本公开的实施方案的表示太阳能电池制造方法中的各个操作的流程图1300。在操作1302处,方法包括在基板中形成发射极区,该发射极区在基板的光接收表面处。在操作1304处,方法包括在发射极区中形成沟槽。在操作1306处,方法包括在基板的光接收表面上和沟槽中形成钝化层,以钝化发射极边缘。在操作1308处,方法包括切割基板以形成太阳能电池,该太阳能电池具有侧壁和发射极区,该发射极区具有从太阳能电池的侧壁横向缩回的侧壁。在一个实施例中,使用全沟槽方法。在另一个实施例中,使用部分沟槽方法。

[0081] 根据本公开的一个或多个实施例,本文描述了太阳能电池模块中硅太阳能电池的高效叠盖布置。作为一个实例,图4示出以叠盖方式布置、串联连接的太阳能电池402串的剖视图,其中相邻太阳能电池的端部重叠并且电连接以形成超级电池400。每个太阳能电池402均包括半导体二极管结构及其电触点,太阳能电池402被光照射时其中产生的电流可通过该半导体二极管结构及其电触点而提供给外部负载。

[0082] 在本说明书描述的实例中,每个太阳能电池402都是晶体硅太阳能电池,其具有前表面(太阳侧)金属化图案和背表面(阴影侧)金属化图案,前表面金属化图案设置在n型导

电性的半导体层上,背表面金属化图案设置在p型导电性的半导体层上,这些金属化图案为n-p结的相对两侧提供电接触。然而,采用任何其他合适的材料体系、二极管结构、物理尺寸或电接触布置方式的任何其他合适的太阳能电池可代替或辅助本说明书中所述的太阳能电池模块中的太阳能电池402。例如,前表面(太阳侧)金属化图案可设置在p型导电性的半导体层上,背表面(阴影侧)金属化图案可设置在n型导电性的半导体层上。

[0083] 再次参考图4,超级电池400中相邻太阳能电池402在下述特定区域内彼此导电接合:在该区域内,相邻太阳能电池通过导电接合材料实现重叠,该导电接合材料将一个太阳能电池的前表面金属化图案电连接到相邻太阳能电池的背表面金属化图案。适用的导电接合材料可包括例如导电粘合剂、导电粘合剂膜和胶带,以及常规焊料。优选地,导电胶粘接材料在相邻太阳能电池之间的接合中提供机械顺应性,其适应由导电胶粘接材料的热膨胀系数(CTE)和太阳能电池的热膨胀系数(例如,硅的CTE)之间的失配引起的应力。为提供此类机械顺应性,在一些变型形式中,将导电接合材料选择为具有小于或等于约0°C的玻璃化转变温度。为进一步减小和适应与CTE失配引起的太阳能电池重叠边缘平行的应力,导电接合材料可任选地仅在沿太阳能电池的重叠区域的离散的位置施加,而不是在基本上沿太阳能电池的边缘长度延伸的连续线上施加。

[0084] 由导电接合材料形成的相邻重叠太阳能电池之间的导电接合的厚度,从垂直于太阳能电池的前表面和背表面方向上测量,可为例如小于约0.1mm。此类薄接合减小了电池之间互连位置的电阻损失,并且还促进了热量沿超级电池从超级电池中可能在运行期间形成的任何热点的流动。

[0085] 图5示出可用于超级电池400中的示例性矩形太阳能电池402的前表面。太阳能电池402也可使用其他合适的形状。即,太阳能电池402不一定为矩形。在例示的示例中,太阳能电池402的前表面金属化图案包括汇流条500和指状物502,该汇流条500被定位成与太阳能电池402的一条长边的边缘相邻并且平行于长边延伸基本上该长边的长度,并且指状物502垂直附接到汇流条并且彼此平行延伸并且平行于太阳能电池402的短边延伸基本上该短边的长度。

[0086] 在图5的示例中,太阳能电池402具有约156mm的长度、约26mm的宽度,因此具有约1:6的纵横比(短边长度/长边长度)。可在标准尺寸156mm×156mm的硅晶片上制得六个此类太阳能电池,然后将其分离(切割)以提供如图所示的太阳能电池。在其他变型形式中,可由标准硅晶片制得八个太阳能电池402,这些太阳能电池402具有约19.5mm×156mm的尺寸,因此具有约1:8的纵横比。更一般地,太阳能电池402可具有例如约1:2至约1:20的纵横比,并且可由标准尺寸晶片或任何其他合适尺寸的晶片制成。应当理解,可使用大于156mm×156mm的硅晶片,诸如具有156.75mm×156.75mm、158.75mm×158.75mm、161.75mm×161.75mm或甚至更大面积的硅晶片。在其他实施例中,可使用小于156mm×156mm的硅晶片。

[0087] 图6A示出一种示例性方法,该方法可用于切割、划分或以其他方式分割标准尺寸和形状的伪方形硅太阳能电池晶片600以形成矩形太阳能电池,如上文所述。在该实例中,从晶片的中心部分切出若干完整宽度的矩形太阳能电池,另外,从晶片的端部切出若干较短的矩形太阳能电池402S,并且并丢弃晶片的倒角或圆角。太阳能电池可用于形成一种宽度的叠盖超级电池,并且太阳能电池402S可用于形成宽度较窄的叠盖超级电池。

[0088] 图6B和6C示出伪正方形晶片600的前视图和后视图,该伪正方形晶片600可沿图6C

所示的虚线切割以提供多个具有类似于图5所示的前表面金属化图案的太阳能电池402以及两个具有前表面金属化图案的倒角太阳能电池402。

[0089] 在图6B所示的示例性前表面金属化图案中,互连分立的接触垫500的薄导体的两个端部围绕太阳能电池的倒角延伸,并且随着距太阳能电池长边的距离增加而逐渐变细,分立的接触垫沿该太阳能电池的长边布置。此类逐渐变细是任选的,但是可有利地在不显著增加电阻损耗的情况下,减少金属使用以及太阳能电池活性区域的阴影。

[0090] 图6D和6E示出完美正方形晶片606的前视图和后视图,该完美正方形晶片606可沿图6E所示的虚线切割以提供多个具有类似于图5所示的前表面金属化图案的太阳能电池402。

[0091] 倒角矩形太阳能电池可用于形成超级电池,这些超级电池仅包括倒角太阳能电池。附加地或另选地,可将一个或多个此类倒角矩形太阳能电池与一个或多个无倒角矩形太阳能电池(例如,图5)结合使用以形成超级电池。例如,超级电池的末端太阳能电池可为倒角太阳能电池以及中间太阳能电池无倒角太阳能电池。如果在超级电池或更一般地在太阳能模块中结合使用倒角太阳能电池与无倒角太阳能电池,则可能希望使用尺寸合适的太阳能电池,使得具有相同的前表面区域的倒角和无倒角太阳能电池在太阳能电池操作过程中暴露于光照下。通过这种方式匹配太阳能电池区域,可匹配在倒角和无倒角太阳能电池中产生的电流,从而改善包括倒角和无倒角太阳能电池的串联连接的电池串的性能。从同一个伪方形晶片上切出的倒角和无倒角太阳能电池的区域可匹配,例如,通过调整切成晶片的线的位置,使倒角太阳能电池在垂直于其长轴的方向上略宽于无倒角太阳能电池,以补偿倒角太阳能电池上缺少的角。

[0092] 太阳能模块仅可包括由无倒角矩形太阳能电池形成的超级电池,或仅包括由倒角矩形太阳能电池形成的超级电池,或仅包括由倒角和无倒角太阳能电池形成的超级电池,或者这三种变型形式的超级电池的任意组合。

[0093] 在一些实例中,靠近晶片边缘的标准尺寸正方形或伪正方形太阳能电池晶片(例如,晶片600或晶片606)的部分可将光转换为电能的效率低于远离边缘的晶片的部分的转换效率。为改善所得的矩形太阳能电池的效率,在一些变型形式中,在晶片切片之前,修剪晶片的一个或多个边缘以移除效率较低的部分。从晶片边缘修剪切割的部分可具有例如为约1mm至约5mm的宽度。另外,如图6B和6C所示,要从晶片上切下的两端太阳能电池402的前表面可取向为其前表面汇流条(或分立的接触垫)500沿其外边缘并由此沿晶片的两个边缘延伸。由于在本说明书中公开的超级电池中,汇流条(或分立的接触垫)500通常被相邻的太阳能电池重叠,因此沿晶片的两个边缘的较低的光转换效率通常不影响太阳能电池的性能。因此,在一些变型形式中,如前文所述,修剪平行于矩形太阳能电池的短边的正方形或伪正方形晶片的边缘,但是不修剪平行于矩形太阳能电池的长边的晶片的边缘。在其他变型形式中,修剪正方形晶片(例如,图6D中的晶片606)的一个、两个、三个或四个边缘,如前文所述。在其他变型形式中,修剪伪正方形晶片的一个、两个、三个或四个长边缘,如前文所述。

[0094] 如图所示,具有长且窄的纵横比并且面积小于标准156mm×156mm太阳能电池的太阳能电池可有利地用于减小本说明书中所公开的太阳能电池模块的电阻功率损耗。具体地,与标准尺寸的硅太阳能电池相比,太阳能电池402的减小的面积减小了太阳能电池中产

生的电流,从而直接减小了太阳能电池以及串联连接的此类太阳能电池串中的电阻功率损耗。另外,将此类矩形太阳能电池布置在超级电池400中,使得流过平行于太阳能电池的短边的超级电池可减小电流必须流过半导体材料以到达前表面金属化图案中的指状物502的距离,并且减小所需的指状物的长度,其也可减小电阻功率损耗。

[0095] 如上所述,与常规突出的串联连接的太阳能电池串相比,将重叠的太阳能电池402在它们的重叠区域中彼此结合以串联电连接太阳能电池,缩短了相邻太阳能电池之间电连接的长度。这也减小了电阻功率损耗。

[0096] 再次参考图5,在所示的实例中,太阳能电池402上的前表面金属化图案包括与汇流条500平行延伸并且与之间隔开的任选的旁路导体504。(此类旁路导体也可任选地用于图6B和6D所示的金属化图案中。)旁路导体504与指状物502互连以电绕过可在汇流条500和旁路导体504之间形成的裂纹。此类可在靠近主栅线500的位置切断指状物502的裂纹可通过其他方式将太阳能电池402的区域与主栅线500隔离。旁路导体在此类切断的指状物和汇流条之间提供替代的电路径。所示的示例示出与汇流条500平行定位的旁路导体504,其围绕汇流条的整个长度延伸,并且互连每个指状物502。该布置方式可为优选的,但并非必需的。如果存在,旁路导体不一定与汇流条平行延伸,也不一定沿汇流条的整个长度延伸。另外,旁路导体互连至少两个指状物,但不一定互连所有指状物。例如,可使用两个或更多个短旁路导体来代替较长的旁路导体。可使用任何合适的布置的旁路导体。

[0097] 图5的示例性前表面金属化图案还包括任选的末端导体506,该末端导体506在指状物502的远端与其互连,该远端与汇流条500相对。(此类末端导体也可任选地用于图6B和6D所示的金属化图案中。)导体506的宽度可例如与指状物502的宽度大约相同。导体506与指状物502互连以电绕过可形成于旁路导体504和导体506之间的裂纹,从而为太阳能电池402中否则可能由此类裂纹引起电隔离的区域的汇流条500提供电流通路。

[0098] 尽管所示的实例中的一部分示出以均匀的宽度基本上沿太阳能电池402的长边长度延伸的前汇流条500,但是前汇流条500并非必需的。例如,如上文所提到的,前汇流条500可由两个或更多个前表面分立的接触垫500代替,所述接触垫500可例如沿太阳能电池402的侧面彼此成行布置,例如图6B所示。此类分立的接触垫可任选地通过在它们之间延伸的较薄的导体互连,例如上文提到的附图所示。在此类变型形式中,垂直于太阳能电池的长边测量的接触垫的宽度可为例如互连接触垫的薄导体的宽度的约2倍至约20倍。前表面金属化图案中的每个指状物可具有单独的(例如,小)接触垫,或者每个接触垫可连接至两个或更多个指状物。例如,前表面接触垫500可为正方形或具有平行于太阳能电池的边缘伸长的矩形形状。前表面接触垫500可具有例如约1mm至约1.5mm的垂直于太阳能电池的长边的宽度,并且具有例如约1mm至约10mm的平行于太阳能电池长边的长度。例如,平行于太阳能电池的长边测量的接触垫500之间的间距可为约3mm至约30mm。

[0099] 另选地,太阳能电池402可同时缺少前汇流条500与分立的前接触垫500,并且仅包括前表面金属化图案中的指状物502。在此类变型形式中,原本由前汇流条500或接触垫500执行的集流功能可相反地或部分地由上述重叠配置中用于将两个太阳能电池402彼此结合的导电材料来执行。

[0100] 同时缺少前汇流条500与接触垫500的太阳能电池可包括旁路导体504,或不包括旁路导体504。如果不存在汇流条500和接触垫500,则旁路导体504可布置为绕过形成于旁

路导体和前表面金属化图案的一部分之间的裂纹,该前表面金属化图案的部分导电地结合至重叠的太阳能电池。

[0101] 包括汇流条或分立的接触垫500、指状物502、旁路导体504(如果存在)和末端导体506(如果存在)的前表面金属化图案可例如由通常用于此类目的的银膏通过例如传统的丝网印刷方法沉积而形成。另选地,前表面金属化图案可由电镀铜形成。也可使用任何其他合适的材料和工艺。在其中前表面金属化图案由银形成的变型形式中,使用分立的前表面接触垫500而不是沿电池边缘的连续汇流条500减少了太阳能电池上的银含量,其可有利地降低成本。在其中前表面金属化图案由铜或由比银廉价的另一种导体形成的变型形式中,可采用连续汇流条500,而不存在成本缺点。

[0102] 图6C和6E示出太阳能电池的示例性背表面金属化图案。在这些实例中,背表面金属化图案包括分立的背表面接触垫602,其沿太阳能电池的背表面的长边之一布置,并且金属触点604基本上覆盖太阳能电池的剩余背表面中的全部。在叠盖超级电池中,接触垫602例如结合至汇流条或沿相邻的重叠太阳能电池的上表面边缘布置的分立的接触垫,以将两个太阳能电池串联电连接。例如,每个分立的背表面接触垫602可通过仅将导电接合材料施加至分立的接触垫而与重叠的太阳能电池的前表面上对应的分立的前表面接触垫500对齐并结合到其上。分立的接触垫602可为正方形或具有平行于太阳能电池的边缘伸长的矩形形状(例如,图6C和6E)。接触垫602可具有例如约1mm至约5mm的垂直于太阳能电池长边的宽度,并且具有例如约1mm至约10mm的平行于太阳能电池长边的长度。例如,平行于太阳能电池的长边测量的接触垫602之间的间距可为约3mm至约30mm。

[0103] 触点604可由例如铝和/或电镀铜形成。形成的铝背触点604通常提供一个背表面电场,该背表面电场减少了太阳能电池中的背表面复合,从而提高了太阳能电池效率。如果触点604由铜而不是铝形成,则触点604可与另一种钝化方案(例如,氧化铝)结合使用,以类似地减少背表面复合。分立的接触垫602可由例如银膏形成。使用分立的银接触垫602而不是沿电池边缘布置的连续的银接触垫减少了背面表面金属化图案中的银含量,其可有利地降低成本。

[0104] 另外,如果太阳能电池依赖由形成铝触点所提供的背表面电场来减少背表面重组,则使用分立的银触点而不是连续的银触点可提高太阳能电池效率。这是因为银背表面触点不提供背表面电场,因此趋于促进载流子复合并且在银触点上方的太阳能电池中产生死(无效)体积。在常规的带状突出太阳能电池串中,那些死体积通常由太阳能电池前表面上的条带和/或汇流条遮挡,因此不造成任何额外的效率损失。然而,在本文所公开的太阳能电池和超级电池中,背表面银接触垫602上方的太阳能电池的体积通常不受任何前表面金属化的影响,并且由于使用银背表面金属化而导致的任何死体积降低了电池的效率。因此,使用分立的银接触垫602而不是沿太阳能电池的背表面边缘连续的银接触垫,减小了任何对应的死区的体积,并且提高了太阳能电池的效率。

[0105] 尽管将图中所示的特定示例性太阳能电池描述为具有前表面和背表面金属化图案的特定组合,但是更一般地,可使用任何合适的前表面和背表面金属化图案的组合。例如,一种合适的组合可采用包括分立的接触垫500、指状物502和任选的旁路导体504的银前表面金属化图案,以及包括铝触点604和分立的银接触垫602的背表面金属化图案。另一种合适的组合可采用包括连续的汇流条500、指状物502和任选的旁路导体504的铜前表面金

属化图案,以及包括连续的汇流条602和铜触点604的背表面金属化图案。更一般地,太阳能电池402可采用任何合适的前表面和背表面金属化图案。

[0106] 图7示出了示例性矩形超级电池400的前表面的一部分,该矩形超级电池400包括如图5所示的按照图4所示的叠盖方式布置的太阳能电池402。由于叠盖几何结构,成对太阳能电池402之间无物理间隙。此外,尽管超级电池400一端的太阳能电池402的汇流条500可见,但其他太阳能电池的汇流条(或前表面接触垫)隐藏在相邻太阳能电池的重叠部分下方。因此,超级电池400高效利用其在太阳能模块中占据的区域。尤其是,与常规的突出的太阳能电池布置以及在太阳能电池受照表面上包括大量可见汇流条的太阳能电池布置相比,该区域中的更大一部分可用于发电。

[0107] 在图7所示的实例中,旁路导体504隐藏在相邻电池的重叠部分中。另选地,包括旁路导体504的太阳能电池可按照图7所示的类似方式重叠,而不覆盖旁路导体。

[0108] 超级电池400一端的暴露的前表面汇流条500和超级电池400另一端的太阳能电池的背表面金属化为超级电池提供了负极和正极(端子),这些端子可用于根据需要将超级电池400电连接至其他超级电池和/或其他电气部件。

[0109] 超级电池400中的相邻太阳能电池可重叠任何合适的量,例如约1毫米(mm)至约5mm。

[0110] 如图8A-8D所示,例如,前文所述的叠盖超级电池可高效填充太阳能模块的区域。例如,太阳能模块可为正方形或矩形。如图8A-8D所示的矩形太阳能模块的短边的长度可为例如约1米,而长边的长度可为例如约1.5米至约2.0米。太阳能模块也可使用任何其他合适的形状和尺寸。在太阳能模块中,可使用任何合适的布置方式的超级电池。

[0111] 在正方形或矩形太阳能电池模块中,超级电池通常平行于太阳能模块的短边或长边成行布置。每行可包括一个、两个或更多个以首尾相连的方式布置的超级电池。形成此类太阳能模块的一部分的超级电池400可包括任何合适数量的太阳能电池402,并且可以有任意合适的长度。在一些变型形式中,超级电池400各自具有的长度近似等于它们所组成的矩形太阳能模块的短边长度。在其他变型形式中,超级电池400各自具有的长度近似等于它们所组成的矩形太阳能模块的短边长度的一半。在其他变型形式中,超级电池400各自具有的长度近似等于它们所组成的矩形太阳能模块的长边长度。在其他变型形式中,超级电池400各自具有的长度近似等于它们所组成的矩形太阳能模块的长边长度的一半。制造具有这些长度的超级电池所需的太阳能电池的数量当然取决于太阳能模块的尺寸、太阳能电池的尺寸以及相邻太阳能电池重叠的量。超级电池还可使用任何其他合适的长度。

[0112] 在其中超级电池400的长度近似等于矩形太阳能模块短边长度的变型形式中,超级电池可包括例如56个尺寸为约19.5毫米(mm)乘以约156mm的矩形太阳能电池,其中相邻太阳能电池重叠约3mm。可从常规的156mm正方形或伪正方形晶片分离出八个此类矩形太阳能电池。另选地,此类超级电池可包括例如38个矩形太阳能电池,其尺寸为约26mm乘以约156mm,其中相邻太阳能电池重叠约2mm。可从常规的156mm正方形或伪正方形晶片分离出六个此类矩形太阳能电池。在其中超级电池400的长度近似等于矩形太阳能模块短边长度一半的变型形式中,超级电池可包括例如28个尺寸为约19.5毫米(mm)乘以约156mm的矩形太阳能电池,其中相邻太阳能电池重叠约3mm。另选地,此类超级电池可包括例如19个尺寸为约26mm乘以约156mm的矩形太阳能电池,其中相邻太阳能电池重叠约2mm。

[0113] 在其中超级电池400的长度近似等于矩形太阳能模块长边长度的变型形式中,超级电池可包括例如72个尺寸为约26mm乘以约156mm的矩形太阳能电池,其中相邻太阳能电池重叠约2mm。在其中超级电池400的长度近似等于矩形太阳能模块长边长度一半的变型形式中,超级电池可包括例如36个尺寸为约26mm乘以约156mm的矩形太阳能电池,其中相邻太阳能电池重叠约2mm。

[0114] 图8A示出示例性矩形太阳能模块800,该矩形太阳能模块包括二十个矩形超级电池400,每个矩形超级电池的长度近似等于太阳能模块的短边长度的一半。超级电池以首尾相连的方式成对布置,以形成十行超级电池,其中超级电池行和超级电池的长边取向为平行于太阳能模块的短边。在其他变型形式中,每行超级电池可包括三个或更多个超级电池。另外,类似构造的太阳能模块也可包括行数多于或少于该实例所示的超级电池。

[0115] 应当理解,在其中每行超级电池被布置成使得它们中的至少一个在与该行中的其他超级电池相邻的超级电池的端部具有前表面末端触点的变型形式中,间隙可有利于沿太阳能模块的中心线与超级电池400的前表面末端触点实现电接触。例如,该行中的两个超级电池可布置成使得一个超级电池具有沿太阳能模块的中心线的前表面末端触点,并且另一个超级电池具有沿太阳能模块的中心线的背表面末端触点。在此类布置中,一行中的两个超级电池可通过沿太阳能模块的中心线布置的互连件串联电连接,并且结合至一个超级电池的前表面末端触点以及另一个超级电池的背表面末端触点。(参见例如下文所述的图10C。)在其中每行超级电池包括三个或更多个超级电池的变型形式中,超级电池之间可存在额外的间隙,并且可类似地促进与远离太阳能模块侧面的前表面末端触点的电接触。

[0116] 图8B示出示例性矩形太阳能模块803,该矩形太阳能模块包括十个矩形超级电池400,每个矩形超级电池的长度近似等于太阳能模块短边的长度。超级电池被布置成平行的十行,其长边被取向为与模块的短边平行。类似构造的太阳能模块也可包括这种边长的超级电池,但其列数比该实例所示的列数多或少。

[0117] 图8B还示出当太阳能模块800中超级电池行中的相邻超级电池之间不存在间隙时,图8A的太阳能模块800的外观。应当理解,可例如通过以下方式消除间隙:将超级电池布置成使得每行中的两个超级电池均具有沿模块的中心线的背表面末端触点。在这种情况下,由于无需沿模块的中心触及超级电池的前表面,因此超级电池可布置成彼此几乎邻接,它们之间仅存在极小的额外间隙或不存在额外的间隙。另选地,一行中的两个超级电池400可布置成使得一个超级电池具有沿模块的侧面的前表面末端触点和沿模块的中心线的背表面末端触点,并且另一个超级电池具有沿模块的中心线的前表面末端触点和沿模块的相对侧的背表面末端触点,并且超级电池的相邻端部重叠。柔性互连件可夹在超级电池的重叠端部之间,而不遮蔽太阳能模块的前表面的任何部分,以提供与超级电池中的一个的前表面末端触点与另一个超级电池的背表面末端触点的电连接。对于包含三个或更多个超级电池的,可将这两种方法结合使用。

[0118] 图8A和8B中示出的超级电池和成行超级电池可通过任何合适的串联和并联的电连接的组合互连。超级电池之间的互连可例如使用类似于下面相对于图8C和8D所述的柔性互连件来实现。

[0119] 图8C示出示例性矩形太阳能模块804,该矩形太阳能模块包括六个矩形超级电池400,每个矩形超级电池的长度近似等于太阳能模块长边的长度。超级电池被布置成平行的

六列,其长边被定向为与模块的长边平行。类似构造的太阳能模块也可包括这种边长的超级电池,但其列数比该实例所示的列数多或少。本实例中(以及以下多个实例中)的每个超级电池包括72个矩形太阳能电池,其中每个矩形太阳能电池具有近似等于156mm正方形或伪正方形晶片的宽度的1/6的宽度。也可使用具有任何其他合适尺寸的任何其他合适数量的矩形太阳能电池。在本实例中,超级电池的前表面端子触点彼此通过柔性互连件806电连接,这些柔性互连件806被定位成与模块的一条短边的边缘相邻并且平行于该边缘延伸。超级电池的背表面端子触点类似地彼此通过柔性互连件电连接,这些柔性互连件被定位成与太阳能模块后面的另一条短边的边缘相邻并且平行于该边缘延伸。背表面互连件在图8C中被隐藏。这种布置方式将长六模块的超级电池并联电连接。

[0120] 图8D示出示例性矩形太阳能模块812,该矩形太阳能模块包括十二个矩形超级电池400,每个矩形超级电池的长度近似等于太阳能模块的长边长度的一半。超级电池以首尾相连的方式成对布置,以形成六行超级电池,其中超级电池行和超级电池的长边取向为平行于太阳能模块的长边。在其他变型形式中,每行超级电池可包括三个或更多个超级电池。另外,类似构造的太阳能模块也可包括行数多于或少于该实例所示的超级电池。本实例中(以及以下多个实例中)的每个超级电池包括36个矩形太阳能电池,其中每个矩形太阳能电池具有近似等于156mm正方形或伪正方形晶片的宽度的1/6的宽度。也可使用具有任何其他合适尺寸的任何其他合适数量的矩形太阳能电池。应当理解,间隙可用于促进沿太阳能模块的中心线与超级电池400的前表面末端触点的电接触。在该实例中,柔性互连件806定位成与模块的一个短边的边缘相邻并且平行于该边缘延伸,以电互连超级电池中的六个的前表面端子触点。类似地,柔性互连件定位成与模块后面的模块的另一个短边的边缘相邻并且平行于该边缘延伸,以电连接另外六个超级电池的背表面端子触点。柔性互连件(在该图中未示出)可沿每对超级电池的间隙串联定位,并且可任选地横向延伸以互连并联的相邻行。这种布置方式将六行超级电池并联电连接。任选地,在第一组超级电池中,每行中的第一超级电池与其他每行中的第一超级电池并联电连接,在第二组超级电池中,第二超级电池与其他各行中的第二超级电池并联电连接,并且两组超级电池串联电连接。随后的布置使两组超级电池中的每组分别与旁路二极管并联。

[0121] 图8D中的细节A标识图10A中示出的超级电池的背表面端子触点沿模块的一个短边的边缘的互连的剖视图的位置。细节B类似地标识图10B中示出的超级电池的前表面端子触点沿模块的另一个短边的边缘的互连的剖视图的位置。细节C标识图10C中示出的超级电池在沿间隙808的行内的串联互连的剖视图的位置。

[0122] 在其他实例中,利用半切割太阳能电池制造太阳能电池模块。根据本公开的一个实施例,图8E示出包括半切割电池的太阳能电池平台的平面图,并且图8F示出图8E的太阳能电池模块的一部分的放大视图。

[0123] 参考图8E和8F,模块820包括半切割太阳能电池822。在一个实施例中,如图8F所示,电池布置在向上的半切割电池822A和向下的半切割电池822B交替列中。如图8E所示,模块820的布置中可包括中心线824。在其他实施例中,不包括此类中心线。

[0124] 应当理解,可制造其他叠盖模块布置。作为一个实例,图8G示出根据本公开的一个实施例的太阳能电池模块的平面图,该太阳能电池模块包括具有矩形条带布置的竖直叠盖绞合。参考图8G,模块830包括矩形太阳能电池834的竖直条带832。

[0125] 作为另一实例,图8H示出根据本公开的一个实施例的太阳能电池模块的平面图,该太阳能电池模块包括具有叠盖的倒角电池布置的竖直绞合。参考图8H,模块840包括倒角太阳能电池842的竖直条带。

[0126] 作为另一实例,图8I示出根据本公开的一个实施例的太阳能电池模块的平面图,该太阳能电池模块包括具有叠盖电池和中心线布置的竖直绞合。参考图8I,模块850包括倒角太阳能电池854的竖直条带852。在其他实施例中,使用矩形电池。如图所示,模块850的布置中可包括中心线856。在其他实施例中,不包括此类中心线。

[0127] 图9比图8C和8D更详细地示出三行超级电池的示例性布置,这三行超级电池与柔性电互连件互连,以使超级电池在各行内彼此串联,并且使各行彼此平行。例如,这些可为图8D的太阳能模块中的三行。在图9的实例中,每个超级电池400具有导电结合至其前表面端子触点的柔性互连件806,以及导电结合至其背表面端子触点的另一个柔性互连件。每行内的两个超级电池通过共享的柔性互连件串联电连接,该柔性互连件导电结合至一个超级电池的前表面端子触点和另一个超级电池的背表面端子触点。每个柔性互连件都定位在与其相结合的超级电池的端部附近并与其平行,并且可横向延伸至超级电池以外,以导电结合至相邻行中超级电池上的柔性互连件,与相邻行并联电连接。图9中的虚线示出柔性互连件的部分,这些部分通过重叠超级电池的部分而被隐藏,或示出超级电池的部分,这些部分通过重叠柔性互连件的部分而被隐藏。

[0128] 柔性互连件806可通过例如上文所述的用于结合重叠的太阳能电池的机械顺应性导电接合材料而电结合至超级电池。任选地,导电接合材料可仅位于沿超级电池的边缘的分立的位置而不是在基本上沿超级电池的边缘长度延伸的连续线中,以减少或适应由导电接合材料或互连件与的热膨胀系数与超级电池的热膨胀系数之间的不匹配而引起的平行于超级电池边缘的应力。

[0129] 例如,柔性互连件806可由薄铜片形成或包括薄铜片。柔性互连件806可任选地被图案化或以其他方式构造为增加其垂直于和平行于超级电池的边缘的机械顺应性(柔韧性),以减少或适应由互连件的CTE与超级电池的CTE之间的不匹配而引起的垂直于和平行于超级电池边缘的应力。此类图案化可包括例如狭缝、狭槽或孔。互连件806的导电部分可具有例如小于约100微米、小于约50微米、小于约30微米或小于约25微米的厚度,以增加互连件的柔韧性。柔性互连件的机械顺应性及其与超级电池的结合,应足以使互连的超级电池经受如下文相对于制造太阳能电池模块的方法所详述的层压过程中由CTE不匹配而引起的应力,并且经受约-40°C至约85°C之间的温度循环测试期间由于CTE不匹配而产生的应力。优选地,柔性互连件806对平行于其结合的超级电池端部的电流表现出小于或等于约0.015欧姆、小于或等于约0.012欧姆或小于或等于约0.01欧姆的电阻。

[0130] 如图10A-10C的剖视图所示,例如,本说明书中所述的太阳能模块通常包括具有层压结构,该层压结构具有超级电池以及夹在透明前板1000和背板1002之间的一种或多种封装材料808。透明前板可为例如玻璃。任选地,背板也可为透明的,其可允许太阳能模块双面运行。背板可为例如聚合物板。另选地,太阳能模块可为玻璃-玻璃模块,该模块同时具有前玻璃板和后玻璃板。

[0131] 图10A的剖视图(图8D的细节A)示出柔性互连件806的一个实例,该柔性互连件806导电结合至太阳能模板边缘附近并且在超级电池下方向内延伸的超级电池的背表面端子

触点,其从太阳能模块的正面观察时处于隐藏状态。如图所示,额外的封装剂条1004可设置在互连件806和超级电池的背表面之间。如图所示,还可包括胶合或焊接接头1006。

[0132] 图10B的剖视图(图8B的细节B)示出柔性互连件806的一个实例,该柔性互连件806导电结合至超级电池的前表面端子触点。如图所示,还可包括胶合或焊接接头1008。

[0133] 图10C的剖视图(图8B的细节C)示出共享的柔性互连件806的一个实例,该柔性互连件806导电结合至一个超级电池的前表面端子触点以及另一个超级电池的背表面端子触点,以将这两个超级电池串联电连接。互连件上可包括任意的黑膜或涂层1014。如图所示,还可包括胶合或焊接接头1010和/或1012。

[0134] 根据实施例,模块本身可叠盖在一起,使得顶部条带被相邻的模块覆盖。图11示出了此类布置1100的简化剖视图,其中相邻模块1102的端部1101用于与即时模块1106的顶部带1104重叠。每个模块本身包括多个叠盖的太阳能电池1107。即时模块1106的底部带1108被掩埋。它位于即时叠盖模块的升高侧,以便重叠下一个相邻的叠盖模块。该叠盖的模块配置还可在模块上为其他元件提供附加的区域,而对模块阵列的最终暴露面积无不利影响。可定位在重叠区域中的模块元件的示例可包括但不限于接线盒(j盒)1110和/或汇流带。

[0135] 图12示出叠盖的模块配置1200的另一个实施例。其中,各个相邻的叠盖模块1206和1208的j盒1202、1204处于配合布置1210中,以便实现它们之间的电连接。通过消除布线,这样简化了叠盖模块阵列的配置。在某些实施例中,j盒可得到增强和/或与附加的结构支架结合。此类配置可创建集成式倾斜模块屋顶安装架解决方案,其中接线盒的尺寸决定了倾角。在平屋面上安装叠盖模块阵列时,此类实施方式可特别适用。如果模块包括玻璃基板和玻璃盖(玻璃-玻璃模块),则可通过缩短模块的整体长度(并因此缩短由叠盖引起的暴露长度L)来使用模块,而无需使用附加框架构件。此类缩短将使倾斜阵列的模块能够承受预期的物理载荷(例如,5400Pa雪载荷限值),而不在应变下断裂。

[0136] 应当理解,超级电池结构的使用包括将多个单独的太阳能电池以叠盖方式组装在一起,可易于适应改变模块的长度,以符合由物理载荷及其他要求决定的特定长度。

[0137] 还应当理解,可实施上文描述的一个或多个工艺以制造太阳能电池。可实现上述工艺的全部,或者可实现上述一个或多个工艺的部分以制造太阳能电池。尽管上文详细描述了正面接触太阳能电池,但是应当理解,叉指式背接触(IBC)太阳能电池制造工艺也可获益于实现本文所公开的实施例。

[0138] 虽然参考上述实施例具体描述了某些材料,但是在此类实施例中,可用其他材料来容易地取代其中的一些材料,这些实施例仍然在本公开实施例的精神和范围内。例如,在某个实施例中,可使用不同材料的基板,诸如III-V族材料的基板,来代替硅基板。此外,应当理解,在针对太阳能电池的背表面上的发射极区具体描述P+型和随后N+型掺杂的顺序的情况下,设想的其他实施方案包括相反的导电类型顺序,分别为例如N+型和随后P+型掺杂。在其他实施方案中,使用P型掺杂基板来代替N型掺杂基板。在其他实施方案中,上述方法可适用于太阳能电池以外的制造。例如,发光二极管(LED)的制造可受益于本文所述的方法。

[0139] 因此,已公开了制造具有从切割边缘缩回的结的太阳能电池的方法,以及所得太阳能电池。

[0140] 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。除非另有说明,否则本公开中所提供的特征

的实例旨在为示例性的而非限制性的。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。

[0141] 本公开的范围包含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,不管它是否减轻本文所解决的任何或全部问题。因此,可在本申请(或要求其优先权的申请)的审查过程期间针对任何此类特征组合提出新的权利要求。具体地,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。

[0142] 下列实施例涉及更多的实施例。不同实施例的各种特征可与包括的一些特征和排除的其他特征进行各种组合,以适应各种不同的应用。

[0143] 示例性实施例1:一种太阳能电池包括具有光接收表面、背表面和侧壁的基板。发射极区在基板中位于基板的光接收表面处,该发射极区具有从基板的侧壁横向缩回的侧壁。钝化层在发射极区的侧壁上。

[0144] 示例性实施例2:根据示例性实施例1所述的太阳能电池,其中钝化层在发射极区的对应侧壁和基板的对应侧壁之间的对应凹陷部分中。

[0145] 示例性实施例3:根据示例性实施例2所述的太阳能电池,其中钝化层的对应边缘与基板的对应侧壁竖直对齐。

[0146] 示例性实施例4:根据示例性实施例1所述的太阳能电池,其中钝化层在发射极区的对应侧壁和基板的对应侧壁之间的对应沟槽中。

[0147] 示例性实施例5:根据示例性实施例1、2、3或4所述的太阳能电池,进一步包括基板的光接收表面上的钝化层,其中发射极区的侧壁上的钝化层与基板的光接收表面上的钝化层连续。

[0148] 示例性实施例6:根据示例性实施例5所述的太阳能电池,其中基板的光接收表面上的钝化层和发射极区的侧壁上的钝化层包含氧化硅(SiO_x)和氮化硅(SiN_x)。

[0149] 示例性实施例7:根据示例性实施例1、2、3、4、5或6所述的太阳能电池,其中发射极区包含一定浓度的导电类型的掺杂物,太阳能电池可进一步包括发射极区内的导电类型的掺杂物区域,该导电类型的掺杂物区域的导电类型的掺杂物的浓度高于发射极区的导电类型的掺杂物的浓度。

[0150] 示例性实施例8:根据示例性实施例7所述的太阳能电池,其中导电类型为n型,并且掺杂物选自自由以下项组成的组:磷掺杂物和砷掺杂物。

[0151] 示例性实施例9:根据示例性实施例7或8所述的太阳能电池,进一步包括导电触点,这些导电触点电连接至发射极区内导电类型的掺杂物区域。

[0152] 示例性实施例10:根据示例性实施例9所述的太阳能电池,其中导电触点被丝网印刷并且烧制穿过基板的光接收表面上的钝化层。

[0153] 示例性实施例11:根据示例性实施例9或10所述的太阳能电池,其中导电触点包含银。

[0154] 示例性实施例12:根据示例性实施例1、2、3、4、5、6、7、8、9、10或11所述的太阳能电池,其中基板为p型单晶硅基板。

[0155] 示例性实施例13:根据示例性实施例1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11或12所述的太阳

能电池,其中发射极区包含n型掺杂物,太阳能电池进一步包括基板的背表面上的p型掺杂物区域。

[0156] 示例性实施例14:根据示例性实施例13所述的太阳能电池,进一步包括导电触点,该导电触点电连接至基板的背表面上的p型掺杂物区域。

[0157] 示例性实施例15:根据示例性实施例14所述的太阳能电池,其中导电触点被设置为穿过基板的背表面上的底部钝化和封盖层中的开口。

[0158] 示例性实施例16:一种制造太阳能电池的方法包括在基板中形成发射极区,该发射极区在基板的光接收表面处。该方法还包括在发射极区中形成沟槽。该方法还包括在基板的光接收表面上和沟槽中形成钝化层,以钝化发射极边缘。该方法还包括切割所述基板以形成太阳能电池,该太阳能电池具有侧壁和发射极区,该发射极区具有从太阳能电池的侧壁横向缩回的侧壁。

[0159] 示例性实施例17:根据示例性实施例16所述的方法,其中切割基板包括切割穿过沟槽中的钝化层。

[0160] 示例性实施例18:根据示例性实施例16所述的方法,其中切割基板包括切割穿过横向邻近的沟槽的发射极区的一部分。

[0161] 示例性实施例19:根据示例性实施例16、17或18所述的方法,其中使用激光烧蚀形成沟槽。

[0162] 示例性实施例20:根据示例性实施例16、17或18所述的方法,其中使用由丝网印刷或喷墨递送的蚀刻膏形成沟槽。

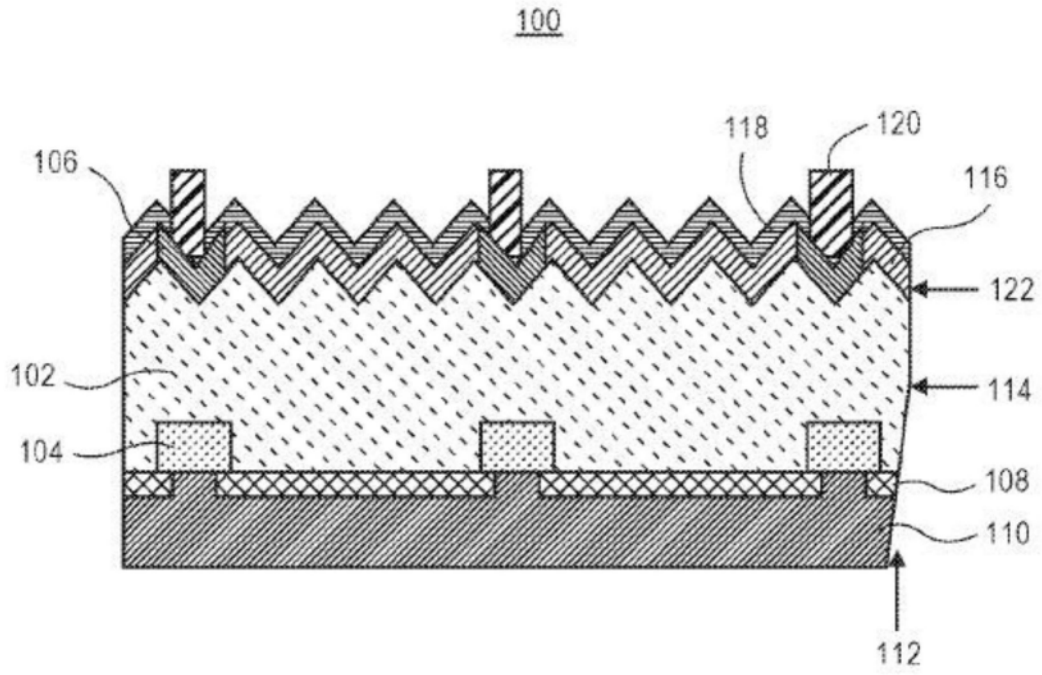


图1

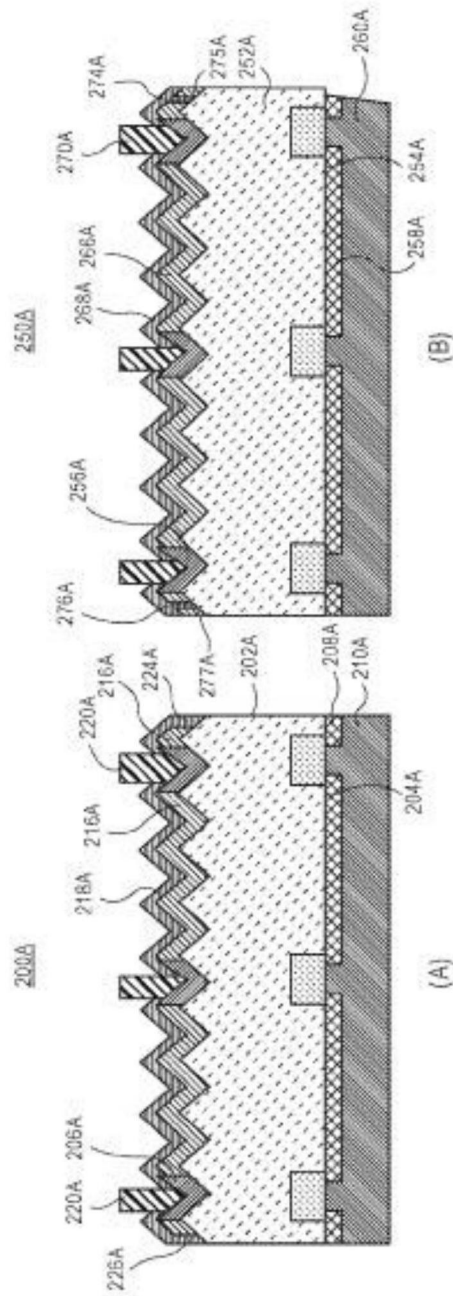


图2A

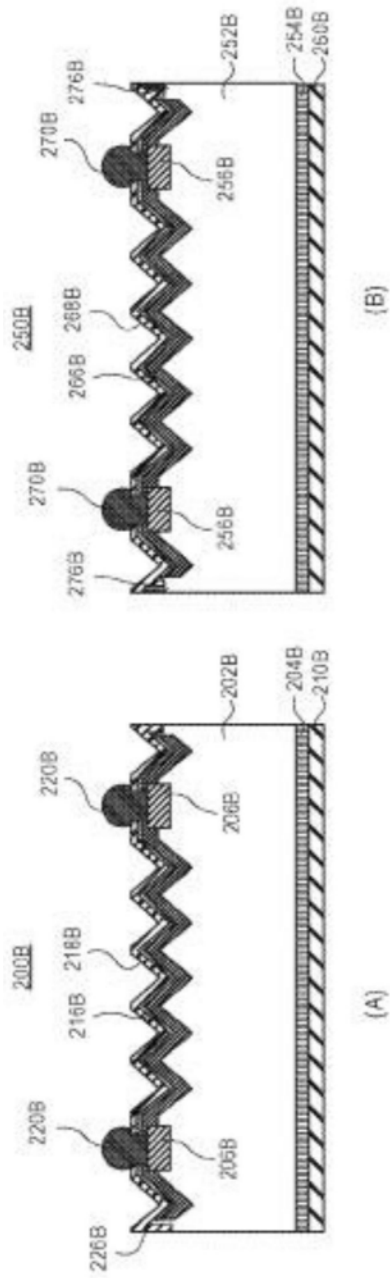


图2B

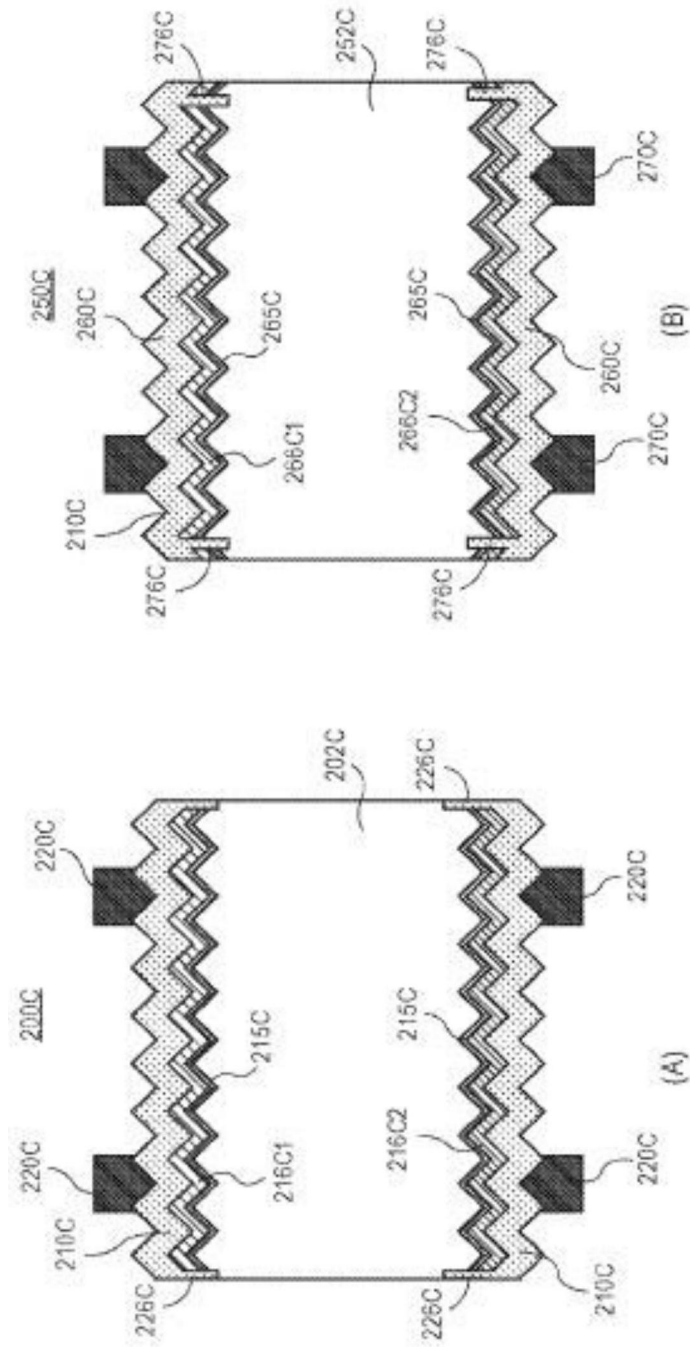


图2C

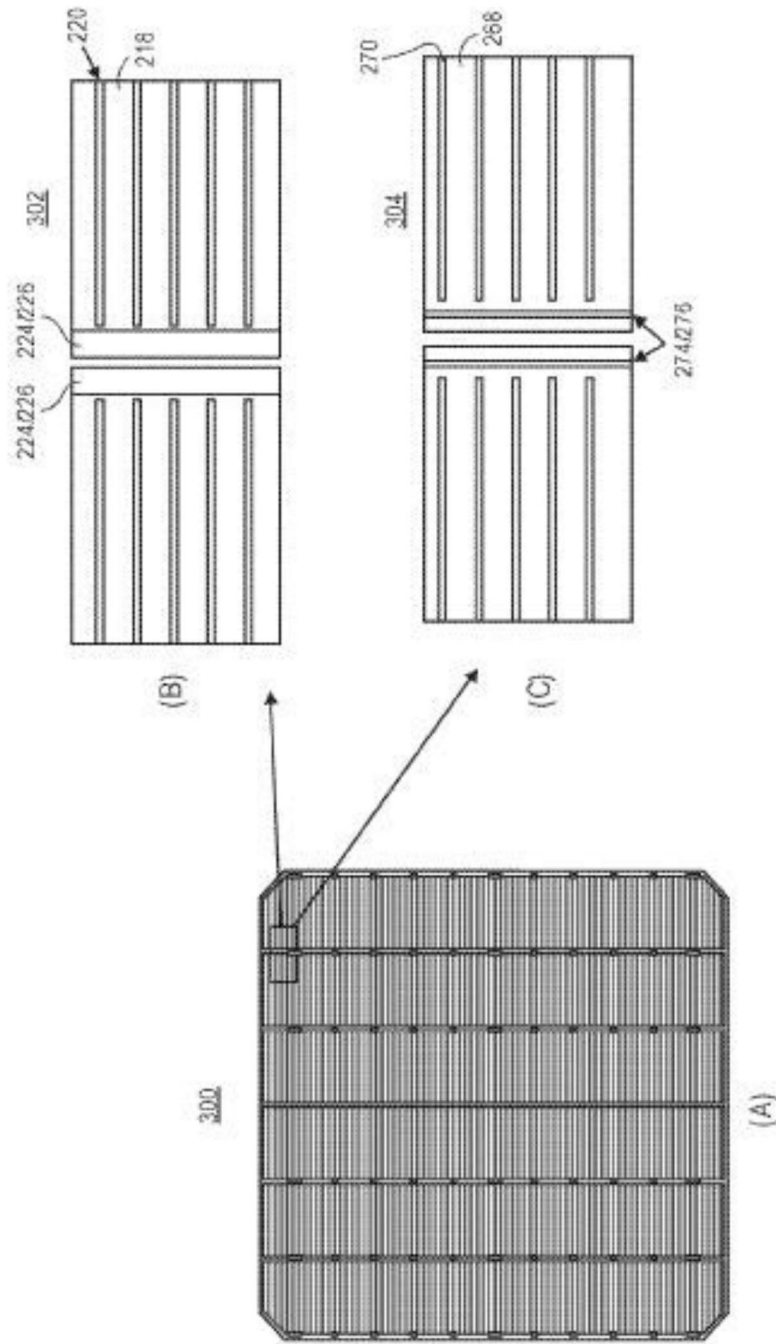


图3



图4

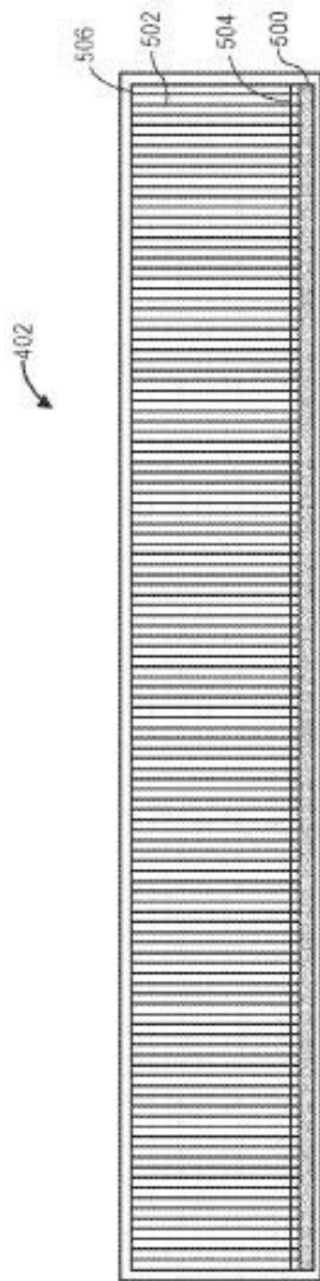


图5

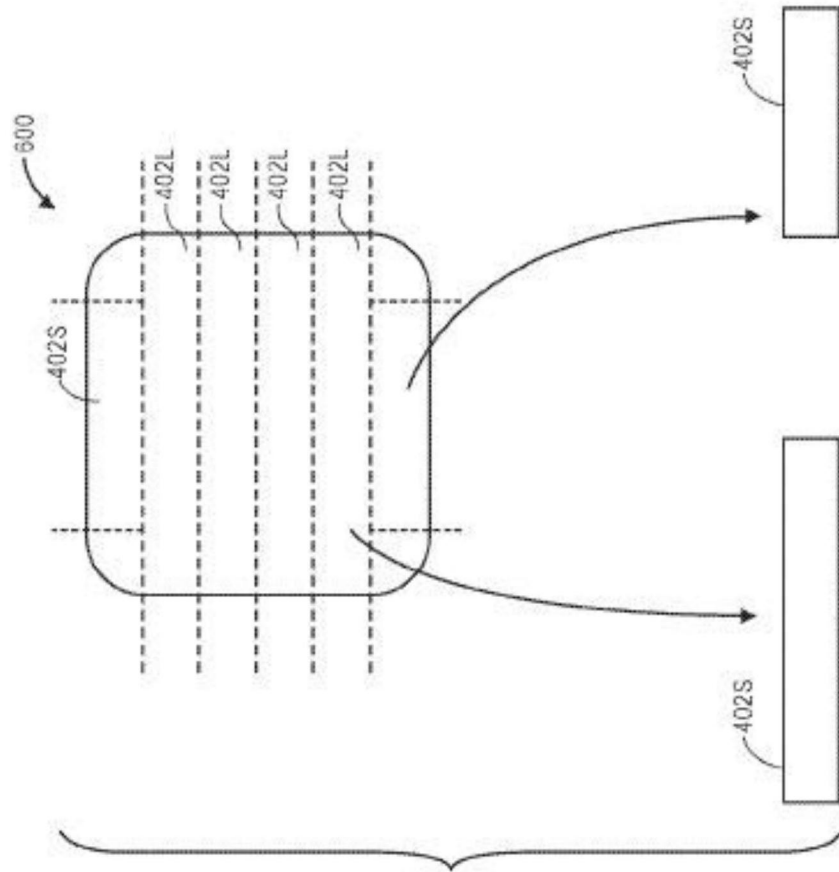


图 6A

图6A

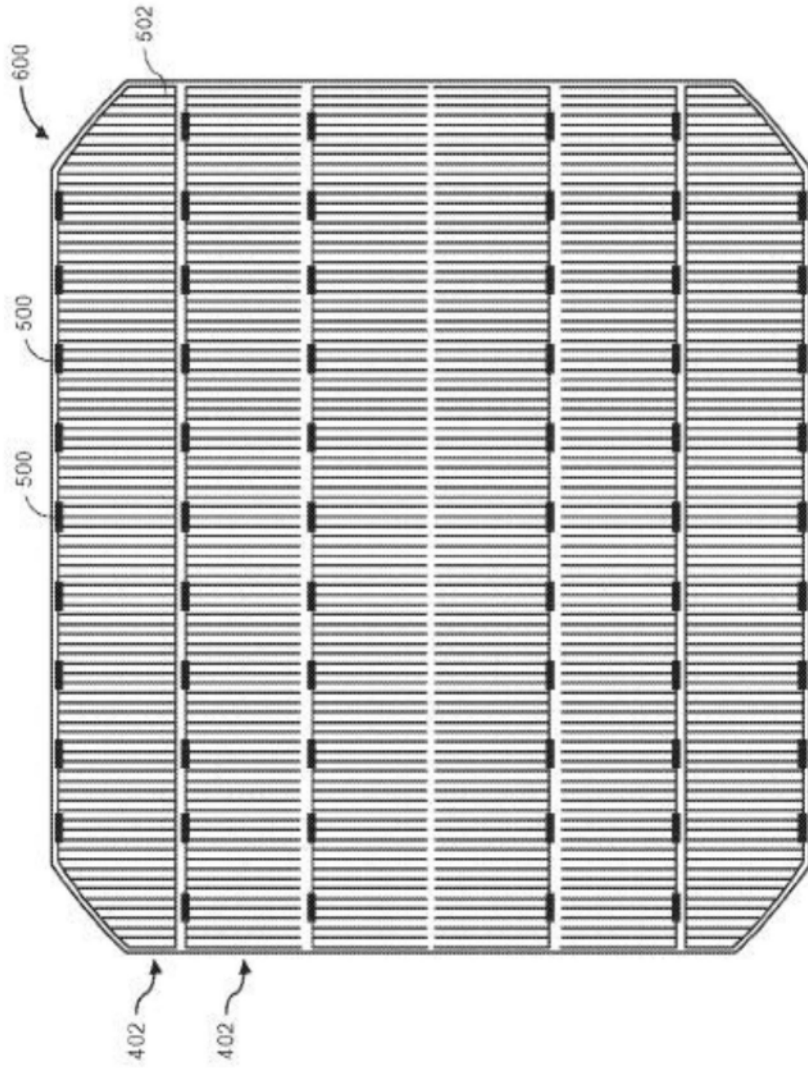


图6B

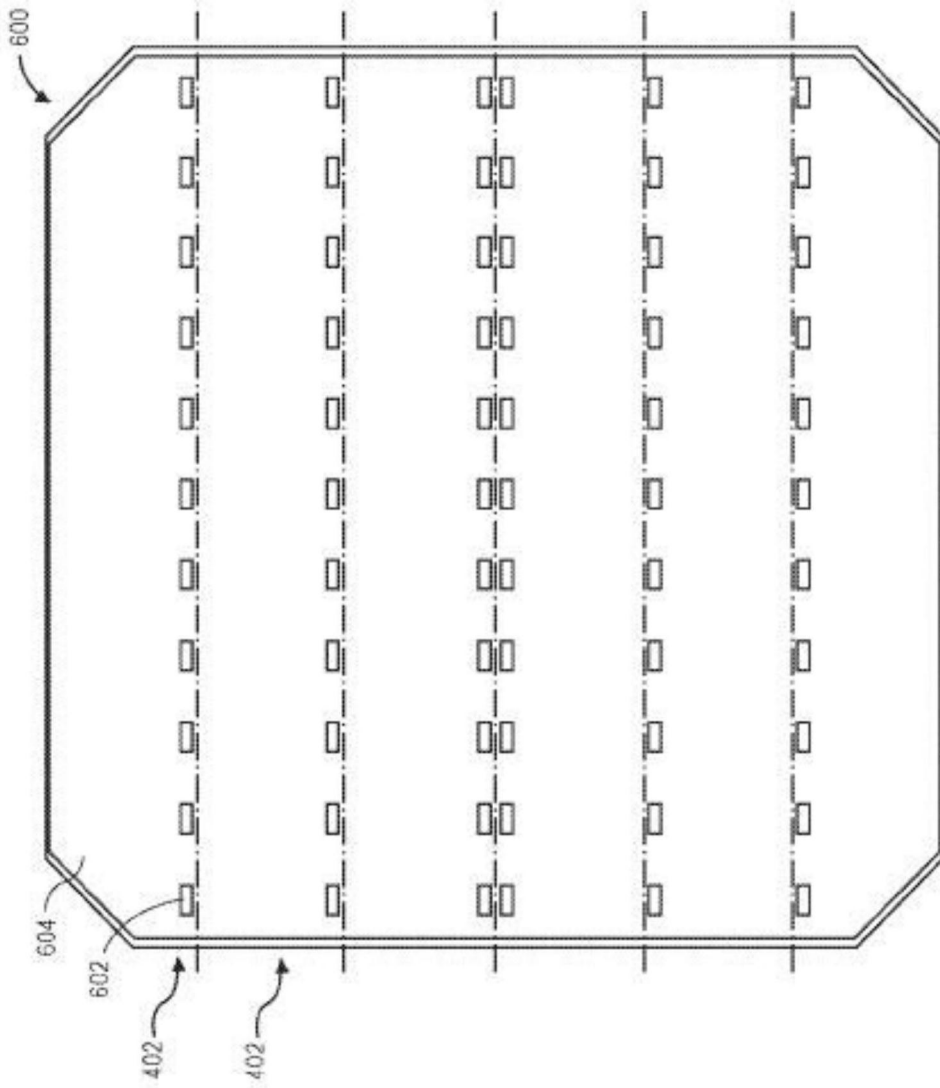


图6C

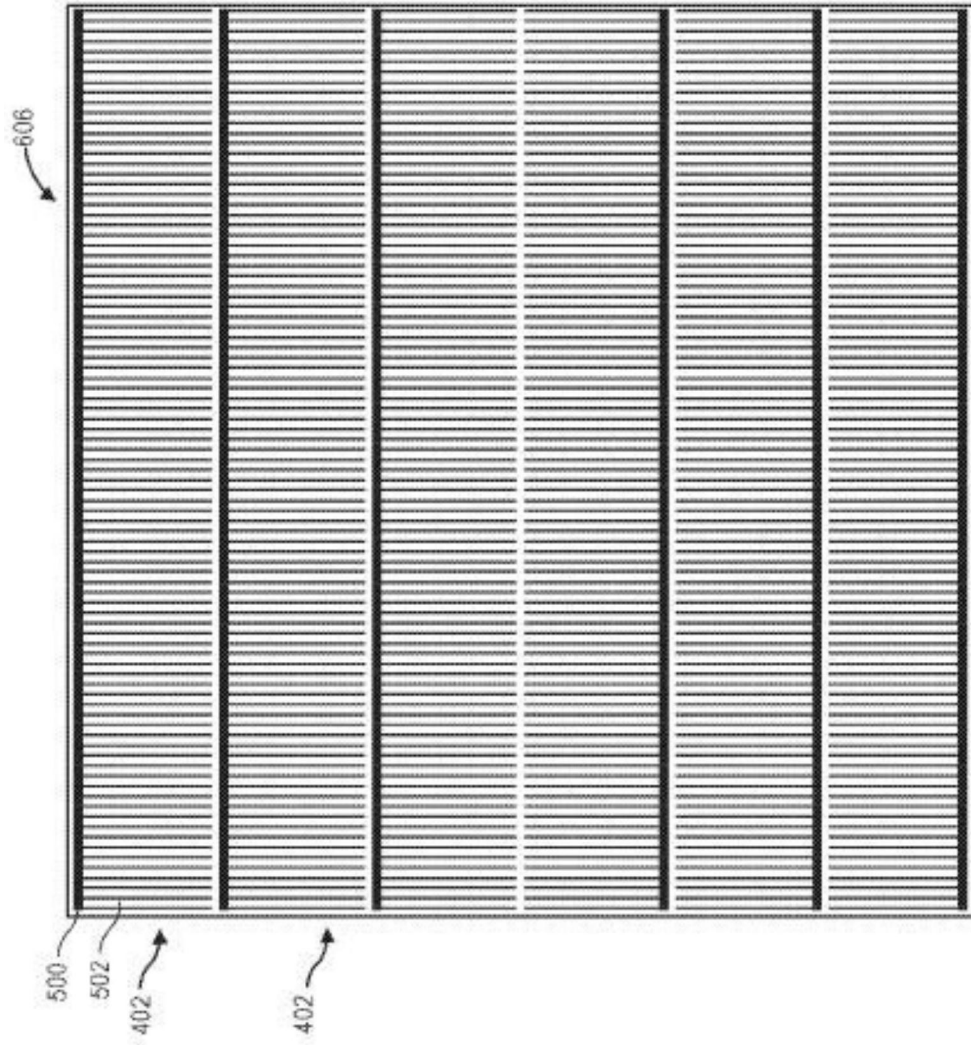


图6D

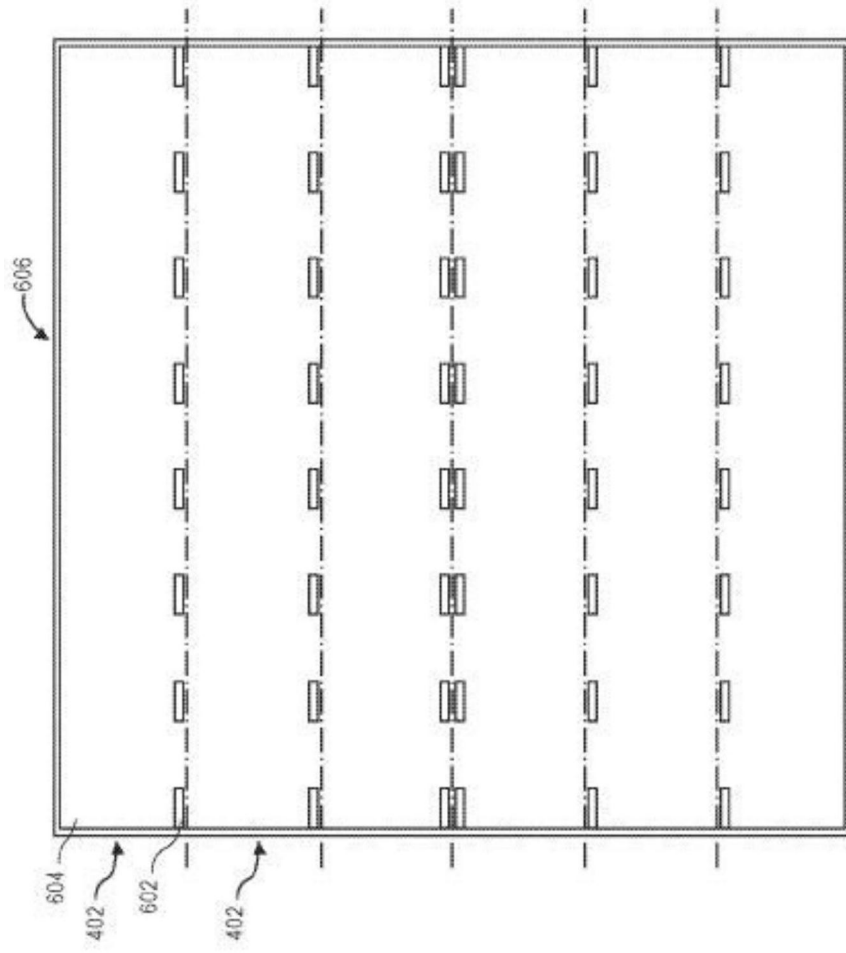


图6E

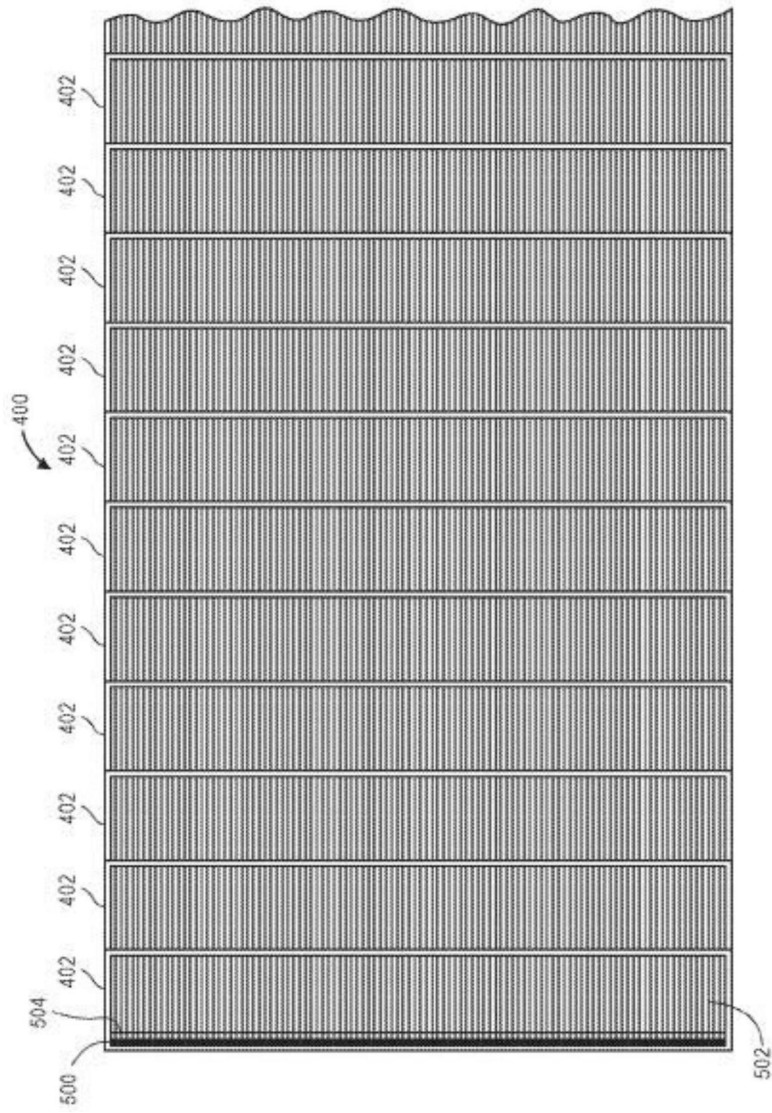


图7

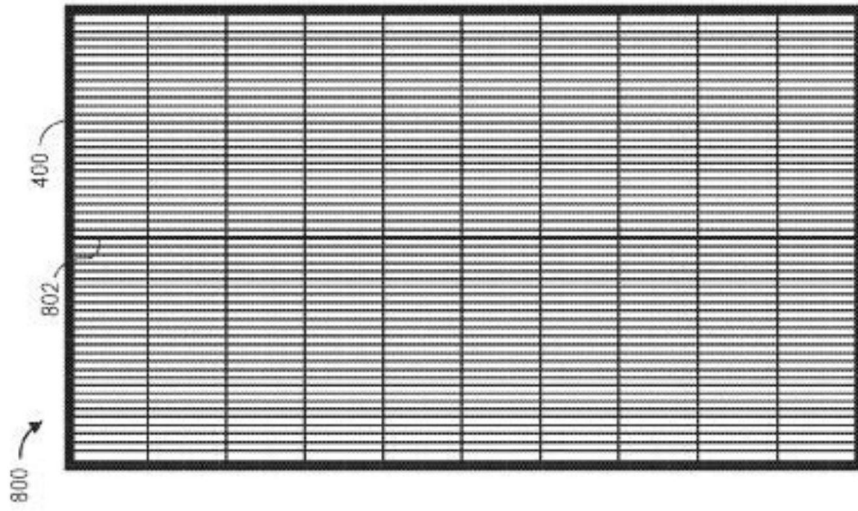


图8A

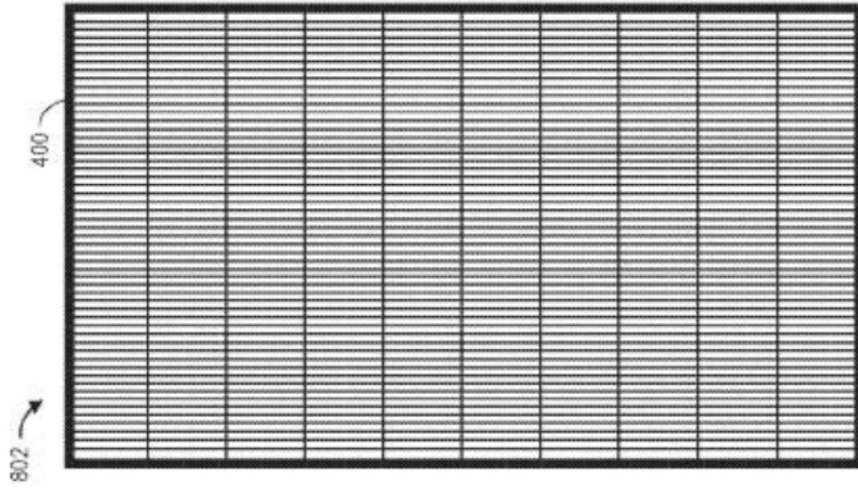


图8B

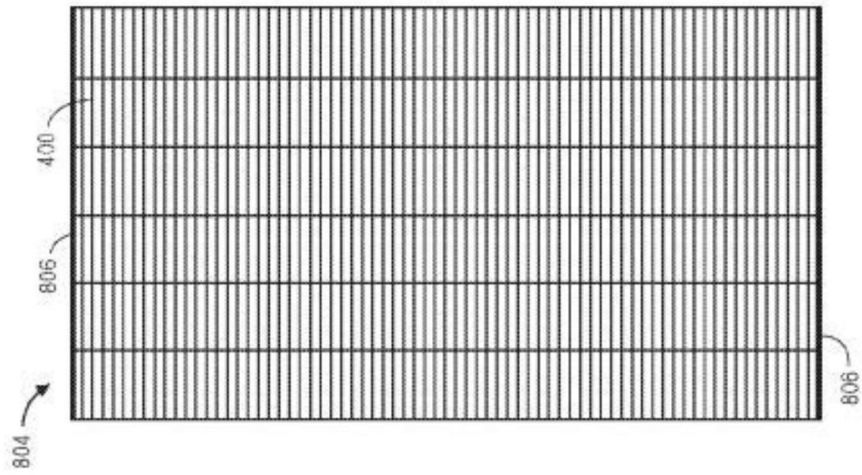


图8C

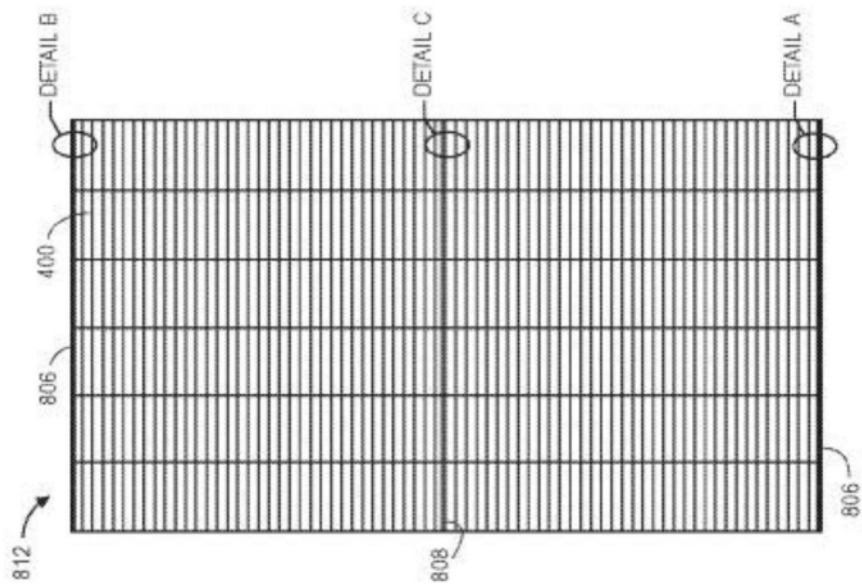


图8D

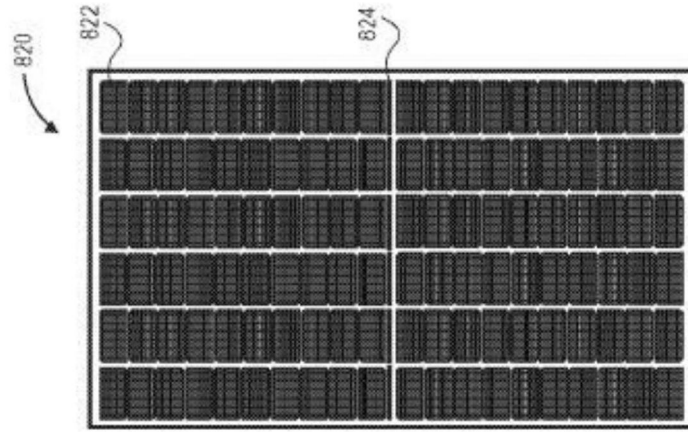


图8E

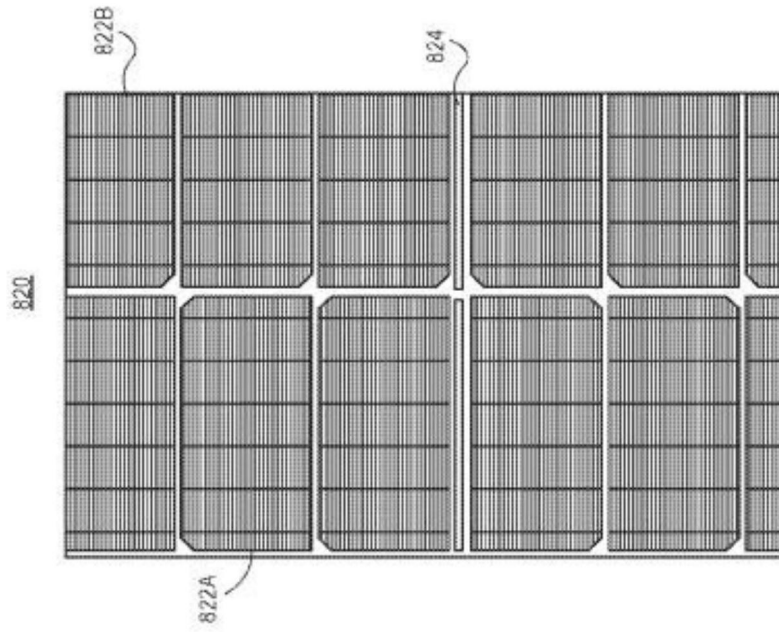


图8F

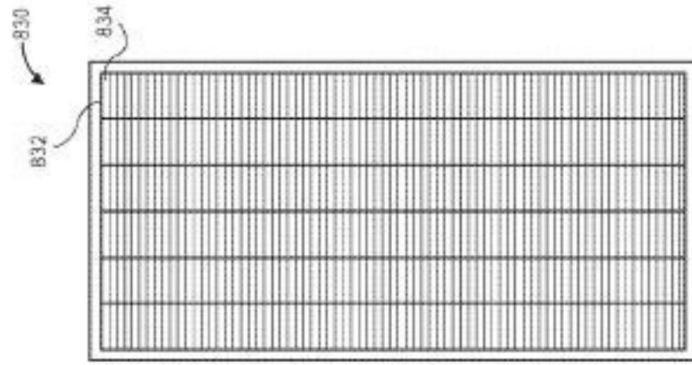


图8G

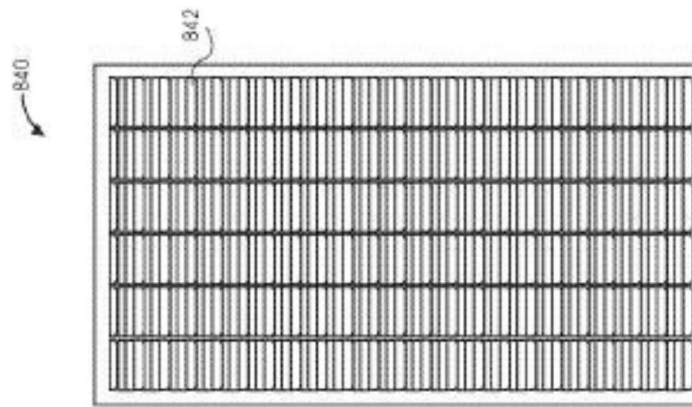


图8H



图8I

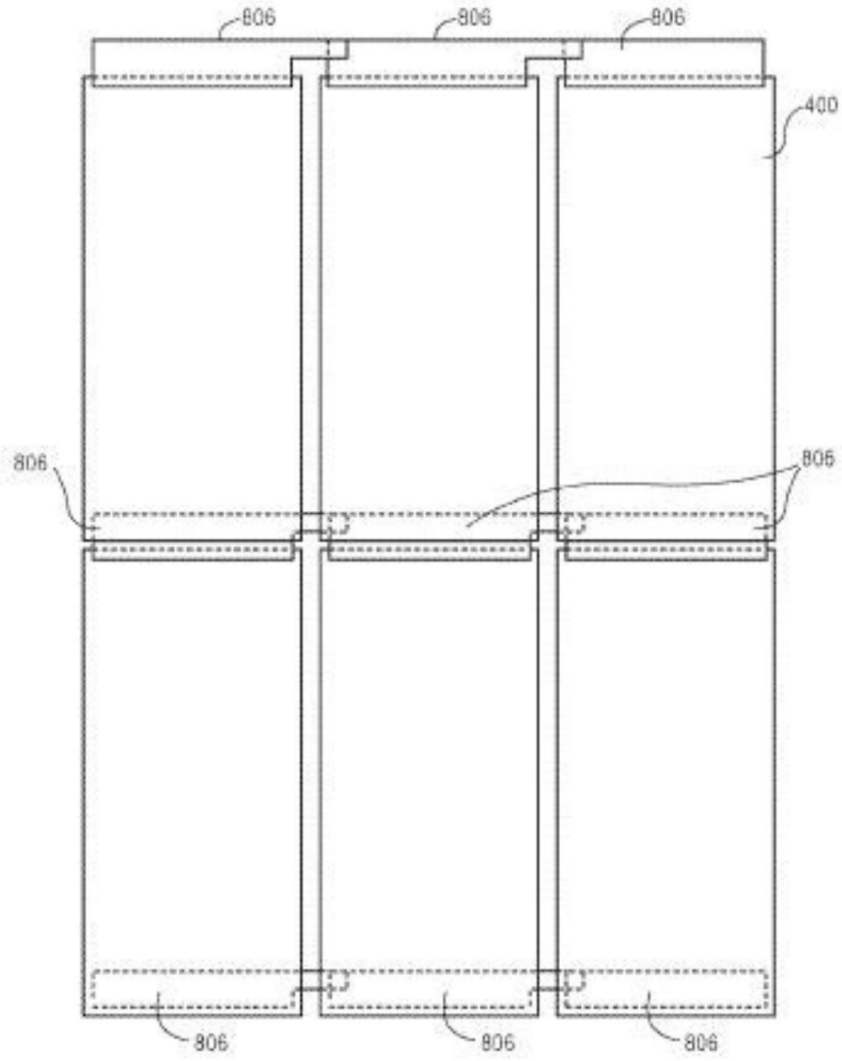


图9

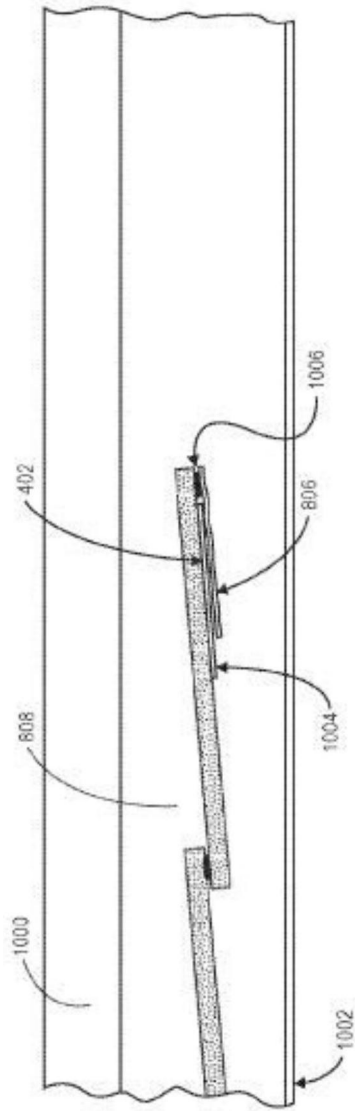


图10A

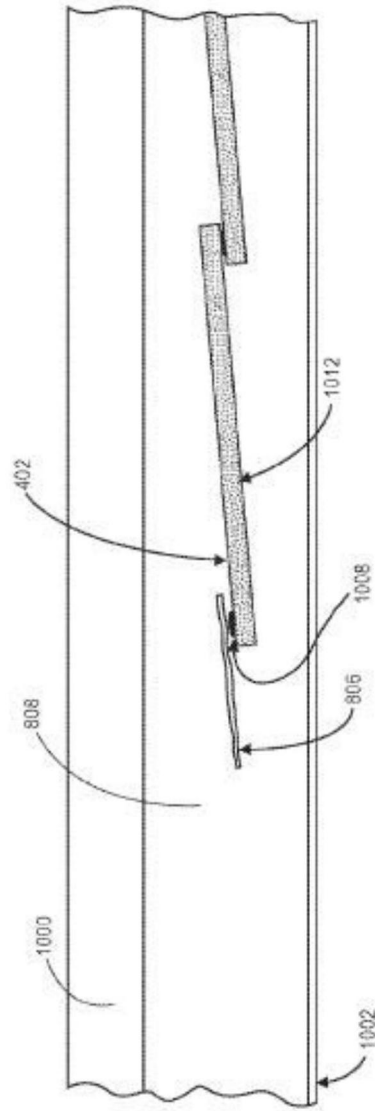


图10B

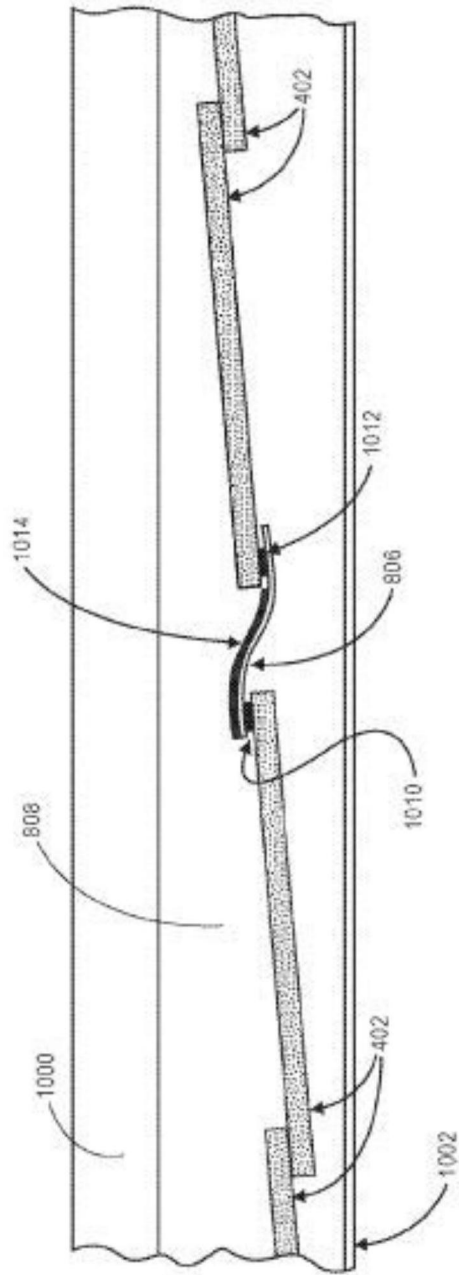


图10C

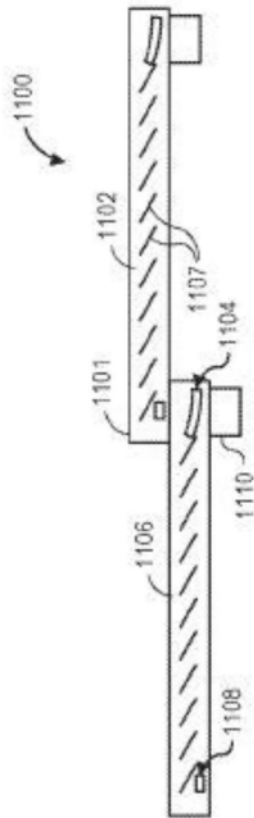


图11

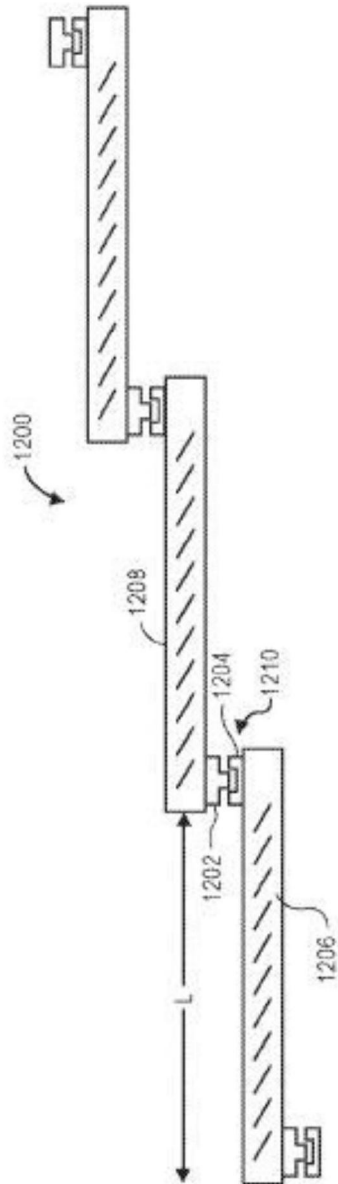


图12

流程图 1300

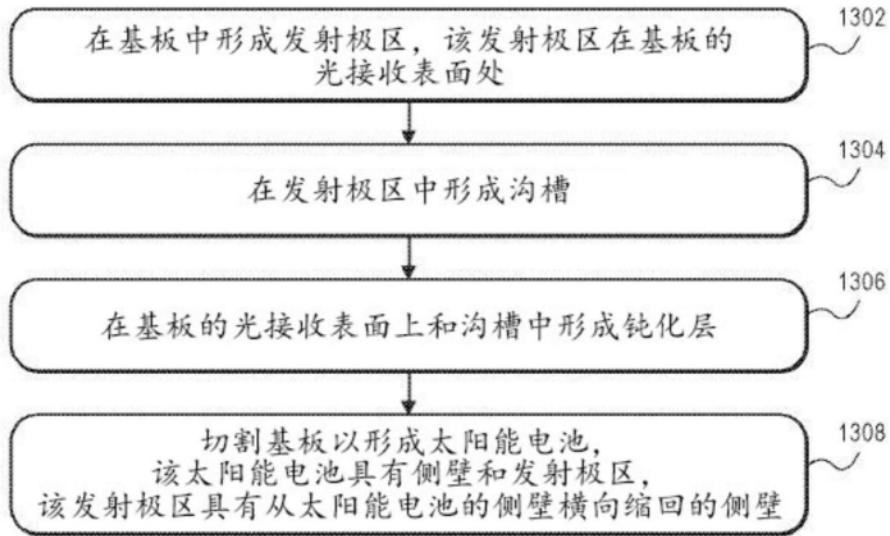


图13