

GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种太阳能电池的制作方法、太阳能电池和电池组件

相关申请的交叉引用

本申请要求 2023 年 10 月 8 日提交的、申请号为 202311296304.2 的中国专利申请的优先权和利益，其内容通过引用全部纳入本文。

5 技术领域

本申请涉及太阳能电池技术领域，尤其涉及一种太阳能电池的制作方法、太阳能电池和电池组件。

背景技术

太阳能电池是一种可以将光能转化为电能的半导体器件。具体的，当太阳能电池受到光照时，太阳能电池包括的半导体基底吸收光子并产生电子和空穴对。该电子和空穴对在 PN 结内建电场的作用下分离，并分别通过太阳能电池的发射极和背场引出，最终被设置在半导体基底上的电极结构所收集。

上述电极结构一般包括一体式印刷形成的主栅和细栅，在烧结过程中，随着腐蚀的同步进行，主栅和细栅均与硅基底接触。

15 但是，主栅在与硅基底接触的过程中，会严重破坏钝化层。此时，会导致开路电压（ U_{oc} ）降低，进而影响光电转换效率。

发明内容

本申请的目的在于提供一种太阳能电池的制作方法、太阳能电池和电池组件，用于减小或消除对钝化层的破坏，提高开路电压，以减小对光电转换效率的影响。

为了实现上述目的，第一方面，本申请提供了一种太阳能电池的制作方法。该太阳能电池的制作方法包括：

首先，提供一半导体基底。接下来，在半导体基底的一面形成发射极层。半导体基底和发射极层的导电类型相反。接下来，在发射极层上形成钝化层。接下来，在钝化层上形成绝缘层。接下来，在绝缘层上形成主栅。主栅沿第一方向延伸，且沿第二方向间隔分布，第一方向不同于第二方向。接下来，在绝缘层上形

成细栅。细栅沿第二方向延伸，且沿第一方向间隔分布。每条主栅与多条细栅相交，细栅穿过钝化层和绝缘层，并与发射极层连接。其中，主栅向发射极层方向延伸，主栅延伸的深度不超过钝化层厚度的 90%，且超过绝缘层厚度的 20%，深度方向、钝化层的厚度方向和绝缘层的厚度方向均与朝向半导体基底的方向一致。

本申请提供的太阳能电池的制作方法中，由于主栅形成在绝缘层上，且主栅向发射极层方向延伸，主栅延伸的深度不超过钝化层厚度的 90%，且超过绝缘层厚度的 20%。此时，延伸后的部分主栅（即主栅的部分区域）可能仅位于绝缘层内；也可能同时位于绝缘层和钝化层内，但不超过钝化层厚度的 90%。

当延伸后的部分主栅仅位于绝缘层内时，主栅并未破坏钝化层，保证了钝化层的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，以减小或避免对光电转换效率的影响。

当延伸后的部分主栅同时位于绝缘层和钝化层内，但不超过钝化层厚度的 90% 时，相比于现有技术中主栅穿过钝化层与硅基底连接的情况，减小了主栅对钝化层的破坏程度，确保了钝化层的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，进而减小对光电转换效率的影响。进一步地，上述主栅同时与绝缘层和钝化层连接，此时可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性。基于此，可以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，以确保太阳能电池的质量和性能。

在一种实现方式中，上述主栅延伸进钝化层内的深度，与钝化层的厚度的比值大于或等于 20%。

采用上述技术方案的情况下，主栅同时与绝缘层和钝化层连接，此时可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性，以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。

在一种实现方式中，上述主栅延伸进钝化层内的深度为 0。

采用上述技术方案的情况下，可以避免主栅破坏钝化层，以保证钝化层的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，避免对光电转换效率的影响。

在一种实现方式中，上述钝化层的厚度大于或等于 5nm，且小于或等于 20nm

时，主栅延伸进钝化层内的深度大于或等于 1nm，且小于或等于 18nm。

采用上述技术方案的情况下，由于深度大于或等于 1nm，此时可以确保主栅同时与绝缘层和钝化层连接。基于此，可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性，以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。进一步地，由于深度小于或等于 18nm，此时可以减小主栅对钝化层的破坏程度，确保钝化层的钝化效果，以提高开路电压，减小对光电转换效率的影响。

在一种实现方式中，上述绝缘层的厚度大于或等于 40 纳米，且小于或等于 100 纳米。

10 在一种实现方式中，主栅包括：主栅连接线和焊盘。多个焊盘沿第一方向间隔设置于主栅连接线，焊盘的宽度大于主栅连接线的宽度，焊盘的宽度方向和主栅连接线的宽度方向均与第二方向一致。

采用上述技术方案的情况下，在主栅连接线数量相同的情况下，相比于主栅连接线的宽度等于焊盘的宽度的情况，可以在确保主栅连接线收集电流能力满足实际需要的同时，减少制作主栅连接线的原料用量，节省原料成本。同时，还可以减少主栅连接线对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。进一步地，在后期制作电池组件时，焊带需要与焊盘连接。此时相比于主栅连接线的宽度等于焊盘的宽度的情况，焊带更易与焊盘连接，降低了制作难度，提高了制作效率。

20 在一种实现方式中，上述主栅的数量大于或等于 8，且小于或等于 25。和/或，主栅连接线的宽度大于或等于 35 微米，且小于或等于 60 微米。焊盘的宽度大于或等于 0.6 毫米，且小于或等于 1.3 毫米。

采用上述技术方案的情况下，通过控制主栅的数量、主栅连接线的宽度和焊盘的宽度，可以控制主栅对半导体基底的遮挡面积。此时，可以提高注入半导体基底的光线量，增加半导体基底的受光面积，以提高太阳能电池的电池效率。

在一种实现方式中，上述细栅的数量大于或等于 100，且小于或等于 200。细栅的宽度大于或等于 20 微米，且小于或等于 45 微米，细栅的宽度方向与第

一方向一致。

采用上述技术方案的情况下，可以提高细栅对电流的收集能力，以提高太阳能电池的电池效率。

5 在一种实现方式中，在绝缘层上形成主栅包括：首先，在绝缘层上印刷主栅原料，以形成初始主栅。接下来，处理初始主栅，以形成主栅。其中，主栅的宽度与初始主栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.1，主栅的宽度方向和初始主栅的宽度方向均与第二方向一致。

10 采用上述技术方案的情况下，通过控制最终形成的主栅在第二方向上延伸的尺寸，不仅可以减小对绝缘层和/或钝化层的不利影响，进而减小对太阳能电池的减反效果和/或钝化效果的不利影响。同时，还可以减少主栅对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

15 在一种实现方式中，在所述绝缘层上形成细栅包括：首先，在绝缘层上印刷细栅原料，以形成初始细栅。接下来，处理初始细栅，以形成细栅。其中，细栅的宽度与初始细栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.2，细栅的宽度方向和初始细栅的宽度方向均与第一方向一致。

采用上述技术方案的情况下，通过控制最终形成的细栅在第二方向上延伸的尺寸，不仅可以减小对绝缘层和/或钝化层的不利影响，进而减小对太阳能电池的减反效果和/或钝化效果的不利影响。同时，还可以减少细栅对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

20 在一种实现方式中，上述主栅原料中的金属固含量小于，细栅原料中的金属固含量。

25 采用上述技术方案的情况下，主栅向发射极层方向延伸的深度小于细栅向发射极层方向延伸的深度，此时可以减小主栅对钝化层的破坏程度，以保证钝化层的钝化效果。进一步地，在细栅原料中的金属固含量不变的情况下，相比于现有技术中主栅原料和细栅原料中的金属固含量相同的情况，不仅可以降低主栅原料的成本，以降低制作太阳能电池的制作成本。同时，还可以确保本申请中细栅向发射极层方向延伸的深度，与现有技术中细栅向发射极层方向延伸的深度

基本一致或一致，以确保细栅的性能不变。

第二方面，本申请还提供了一种太阳能电池。该太阳能电池包括：半导体基底、发射极层、钝化层、绝缘层、主栅和细栅。发射极层位于半导体基底的一面，半导体基底和发射极层的导电类型相反。钝化层位于发射极层上，绝缘层位于钝化层上。主栅位于绝缘层上，主栅沿第一方向延伸，且沿第二方向间隔分布，第一方向不同于第二方向。细栅位于绝缘层上，细栅沿第二方向延伸，且沿第一方向间隔分布，每条主栅与多条细栅相交。细栅穿过钝化层和绝缘层，并与发射极层连接。其中，主栅向发射极层方向延伸，主栅延伸的深度不超过钝化层厚度的90%，且超过绝缘层厚度的20%，深度方向、钝化层的厚度方向和绝缘层的厚度方向均与朝向半导体基底的方向一致。

本申请提供的太阳能电池中，由于主栅形成在绝缘层上，且主栅向发射极层方向延伸，主栅延伸的深度不超过钝化层厚度的90%，且超过绝缘层厚度的20%。此时，延伸后的部分主栅（即主栅的部分区域）可能仅位于绝缘层内；也可能同时位于绝缘层和钝化层内，但不超过钝化层厚度的90%。

当延伸后的部分主栅仅位于绝缘层内时，主栅并未破坏钝化层，保证了钝化层的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，以减小或避免对光电转换效率的影响。

当延伸后的部分主栅同时位于绝缘层和钝化层内，但不超过钝化层厚度的90%时，相比于现有技术中主栅穿过钝化层与硅基底连接的情况，减小了主栅对钝化层的破坏程度，确保了钝化层的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，进而减小对光电转换效率的影响。进一步地，上述主栅同时与绝缘层和钝化层连接，此时可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性。基于此，可以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，以确保太阳能电池的质量和性能。

在一种实现方式中，发射极层位于太阳能电池的背光面。

在一种实现方式中，发射极层通过在半导体基底的原有结构中进行掺杂来形成，或者在半导体基底的表面通过沉积工艺来形成。

在一种实现方式中，上述主栅延伸进钝化层内的深度，与钝化层的厚度的比

值大于或等于 20%。

采用上述技术方案的情况下，主栅同时与绝缘层和钝化层连接，此时可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性，以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。

5 在一种实现方式中，上述主栅延伸进钝化层内的深度为 0。

采用上述技术方案的情况下，可以避免主栅破坏钝化层，以保证钝化层的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，避免对光电转换效率的影响。

在一种实现方式中，上述钝化层的厚度大于或等于 5nm，且小于或等于 20nm 时，主栅延伸进钝化层内的深度大于或等于 1nm，且小于或等于 18nm。

10 采用上述技术方案的情况下，由于深度大于或等于 1nm，此时可以确保主栅同时与绝缘层和钝化层连接。基于此，可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性，以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。进一步地，由于深度小于或等于 18nm，此时可以减小主栅对钝化层的破坏程度，确保钝化层的钝化效果，以提高开路电压，减小对光电转换效率
15 的影响。

在一种实现方式中，绝缘层的厚度大于或等于 40 纳米，且小于或等于 100 纳米。

在一种实现方式中，主栅包括：主栅连接线和焊盘。多个焊盘沿第一方向间隔设置于主栅连接线，焊盘的宽度大于主栅连接线的宽度，焊盘的宽度方向和主
20 栅连接线的宽度方向均与第二方向一致。

采用上述技术方案的情况下，在主栅连接线数量相同的情况下，相比于主栅连接线的宽度等于焊盘的宽度的情况，可以在确保主栅连接线收集电流能力满足实际需要的同时，减少制作主栅连接线的原料用量，节省原料成本。同时，还可以减少主栅连接线对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太
25 阳能电池的光电转换效率。进一步地，在后期制作电池组件时，焊带需要与焊盘连接。此时相比于主栅连接线的宽度等于焊盘的宽度的情况，焊带更易与焊盘连接，降低了制作难度，提高了制作效率。

在一种实现方式中，上述主栅的数量大于或等于 8，且小于或等于 25；和/或，主栅连接线的宽度大于或等于 35 微米，且小于或等于 60 微米。焊盘的宽度大于或等于 0.6 毫米，且小于或等于 1.3 毫米。

5 采用上述技术方案的情况下，通过控制主栅的数量、主栅连接线的宽度和焊盘的宽度，可以控制主栅对半导体基底的遮挡面积。此时，可以提高注入半导体基底的光线量，增加半导体基底的受光面积，以提高太阳能电池的电池效率。

在一种实现方式中，上述细栅的数量大于或等于 100，且小于或等于 200。细栅的宽度大于或等于 20 微米，且小于或等于 45 微米，细栅的宽度方向与第一方向一致。

10 采用上述技术方案的情况下，可以提高细栅对电流的收集能力，以提高太阳能电池的电池效率。

第三方面，本申请还提供了一种电池组件。该电池组件包括多个焊带和多个间隔排布的如上述技术方案所述的太阳能电池，焊带与主栅对应连接。

15 与现有技术相比，本申请提供的电池组件的有益效果与上述技术方案所述太阳能电池的有益效果相同，此处不做赘述。

在一种实现方式中，上述主栅包括主栅连接线和焊盘时，焊带沿第一方向设置于焊盘，且覆盖主栅连接线。焊带的最大宽度小于或等于焊盘的宽度，焊带的宽度方向和焊盘的宽度方向均与第二方向一致。

20 采用上述技术方案的情况下，可以减少焊带对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

在一种实现方式中，上述焊带的宽度小于或等于主栅连接线的宽度，焊带的宽度方向和主栅连接线的宽度方向均与第二方向一致。

采用上述技术方案的情况下，可以减少焊带对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

25 在一种实现方式中，上述焊带的宽度与主栅连接线的宽度的比值，大于或等于 50%且小于或等于 90%。

采用上述技术方案的情况下，由于焊带包括金属材质的核心层和位于核心

层外表面的焊料层。在实际焊接焊带和焊盘的过程中，焊料层受热融化具有一定的流动性。由于上述比值大于或等于 50%且小于或等于 90%，流动的焊料可以分布在焊带和主栅连接线的界面处，给予其充分的流动空间。此时，可以避免焊料流动到半导体基底上，以避免焊料污染、遮挡半导体基底，进而确保太阳能电池的质量和性能。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

- 10 图 1 为现有技术中太阳能电池的结构示意图；
图 2 为本申请实施例中太阳能电池的结构示意图一；
图 3 为本申请实施例中太阳能电池的结构示意图二。

附图标记：

- | | | | |
|----|----------|---------|-----------|
| 15 | 1-半导体基底， | 2-发射极层， | 3-钝化层， |
| | 4-绝缘层， | 5-主栅， | 50-主栅连接线， |
| | 51-焊盘， | 6-细栅。 | |

具体实施方式

为了使本申请所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。“若干”的含义

是一个或一个以上，除非另有明确具体的限定。

在本申请的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

丝网印刷是太阳能电池制造生产过程中工艺管理的核心，丝网印刷主要应用于太阳能电池的电极成形。具体的，利用丝网图形部分网孔透浆料，非图形部分网孔不透浆料的基本原理进行印刷。印刷时在丝网一端倒入浆料，用刮刀在丝网的浆料部位施加一定压力，同时朝丝网另一端移动。浆料在移动中被刮板从图形部分的网孔中挤压到基片上，形成需要的图形。常规太阳能电池丝网印刷采用主流的 SP (Single Print, 单次印刷) 模式，即主细栅一体式印刷模式。网版设计上主栅和细栅同时兼顾，浆料在单次印刷后即形成主细栅线搭接。浆料在印刷后与绝缘层（例如 SiNx ）接触，浆料中含有的磷酸玻璃成份有一定腐蚀性，会在接触表面对 SiNx 及下层钝化层（例如 AlOx ）进行腐蚀，使浆料中 Ag 与 Si 形成银硅合金，进而形成较好的欧姆接触。

具体的，现有丝网印刷电极制作形成流程中，完成单次一体式浆料印刷的电池进入烧结炉。烧结第一阶段在 200°C ~ 400°C 温度区进行，在此阶段有机粘合剂，如乙基纤维素（ethyl cellulose）、聚乙烯醇（Polyvinyl Alcohol）等都将烧掉。第二阶段在 600°C ~ 900°C 下进行，该阶段是形成电极的重要步骤，在此阶段磷酸玻璃料高温下由固态转变为熔融态可腐蚀绝缘层（例如 SiNx ），起到拓宽窗口的作用，裹挟着金属导电相银颗粒前进，融化腐蚀下层介质膜（例如 AlOx ），银

颗粒经煅烧发生融化或其他反应，进一步与下膜层形成接触。在此过程中，SP 一体式印刷形成的主栅也对下层进行腐蚀，穿透绝缘层和钝化层（钝化层的厚度一般大于或等于 5nm 且小于或等于 20nm），最终停留深度与细栅一致。即，在烧结过程中，随着腐蚀的同步进行，主栅和细栅均与硅基底接触。但是，主栅在与硅基底接触的过程中，会严重破坏钝化层。此时，会导致开路电压（Uoc）降低，进而影响光电转换效率。参见图 1，主栅 5 与硅基底（即半导体基底 1）上的发射极层 2 接触，此时，也会导致开路电压（Uoc）降低，进而影响光电转换效率。应注意，发射极层 2 可以是在单晶硅半导体基底原有的结构中进行掺杂形成，例如采用扩散或者离子注入等行业通行的手段，也可以是在原有单晶硅半导体基底的表面通过沉积例如 LPCVD，PECVD 等工艺形成的额外的层。

为了解决上述技术问题，第一方面，本申请实施例提供了一种太阳能电池的制作方法。该太阳能电池的制作方法包括以下步骤：

参见图 2 和图 3，首先，提供一半导体基底 1。

在实际的应用过程中，上述半导体基底的具体结构可以根据实际应用场景确定，此处不做具体限定。例如：上述半导体基底可以仅是半导体衬底。示例性的，上述半导体衬底可以为单晶硅衬底、多晶硅衬底或非晶硅衬底等半导体材质的衬底。从导电类型方面来讲，半导体衬底可以为 N 型导电衬底或 P 型导电衬底。从结构方面来讲，半导体衬底的第一面可以为绒面，以提高太阳能电池向光面的陷光效果，进而提高太阳能电池对光线的利用率。当然，半导体衬底的第一面也可以为平面。至于半导体衬底的第二面，其可以为抛光面，也可以为绒面，此处不做具体限定。进一步地，上述半导体基底的尺寸可以是 182、210 或其他例如矩形的半导体基底。半导体基底的厚度一般大于或等于 100 微米，且小于或等于 180 微米。

接下来，在半导体基底 1 的一面形成发射极层 2。半导体基底 1 和发射极层 2 的导电类型相反，且发射极层 2 与半导体基底 1 共同形成 PN 结。

示例性的，发射极层是掺杂有与半导体基底的第一导电类型（例如 P 型）相反的第二导电类型（例如 N 型）的杂质的区域。进一步地，上述发射极层可以

是在单晶硅半导体基底原有的结构中进行掺杂形成，例如采用扩散或者离子注入等行业通行的手段，也可以是在原有单晶硅半导体基底的表面通过沉积等工艺形成的额外的层。再进一步地，上述发射极层位于半导体基底的受光面。此外，关于发射极层的其他描述可以参考现有技术，在此不做具体限定。

5 接下来，在发射极层 2 上形成钝化层 3。

示例性的，上述钝化层 3 的材质的材料可以包括三氧化二铝、氧化锌、氮化硅中的一种或多种。

接下来，在钝化层 3 上形成绝缘层 4。

10 示例性的，上述绝缘层 4 的材质的材料可以包括氧化硅、氮化硅、氮氧化硅中的一种或多种。

接下来，在绝缘层 4 上形成主栅 5。主栅 5 沿第一方向延伸，且沿第二方向间隔分布，第一方向不同于第二方向。

15 示例性的，上述第一方向和第二方向，二者可以为平行于半导体基底表面、且互不相同的任意两个方向。优选的，参见图 3，上述第一方向 A 和第二方向 B 正交。

接下来，在绝缘层 4 上形成细栅 6。细栅 6 沿第二方向延伸，且沿第一方向间隔分布。每条主栅 5 与多条细栅 6 相交，细栅 6 穿过钝化层 3 和绝缘层 4，并与发射极层 2 连接。

20 示例性的，朝向半导体基底 1 的方向，上述细栅可以通过钝化层和绝缘层上的开口，或通过钝化层和绝缘层上的通孔，或通过其他方式与发射极层连接，其他方式可以是沉积工艺，例如 PVD、CVD，以及电镀方式。应理解，只要可以实现细栅与发射极层连接即可，至于连接的方式不限于以上描述。

25 其中，主栅 5 向发射极层 2 方向 C 延伸，主栅 5 延伸的深度 D1 不超过钝化层 3 厚度 D2 的 90%，且超过绝缘层 4 厚度 D3 的 20%，深度方向、钝化层 3 的厚度方向和绝缘层 4 的厚度方向均与朝向半导体基底 1 的方向一致。示例性的，主栅 5 延伸的深度可以是钝化层 3 厚度的 0%、10%、15%、30%、50%、80% 或 90% 等。

本申请实施例提供的太阳能电池的制作方法中，由于主栅 5 形成在绝缘层 4 上，且主栅 5 向发射极层 2 方向延伸，主栅 5 延伸的深度不超过钝化层 3 厚度的 90%，且超过绝缘层厚度的 20%。此时，延伸后的部分主栅 5（即主栅的部分区域）可能仅位于绝缘层 4 内；也可能同时位于绝缘层 4 和钝化层 3 内，但不超过钝化层 3 厚度的 90%。

当延伸后的部分主栅 5 仅位于绝缘层 4 内时，主栅 5 并未破坏钝化层 3，保证了钝化层 3 的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，以减小或避免对光电转换效率的影响。

当延伸后的部分主栅 5 同时位于绝缘层 4 和钝化层 3 内，但不超过钝化层 3 厚度的 90% 时，相比于现有技术中主栅 5 穿过钝化层 3 与硅基底连接的情况，减小了主栅 5 对钝化层 3 的破坏程度，确保了钝化层 3 的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，进而减小对光电转换效率的影响。进一步地，在后期制作电池组件建立电连接时，焊带会覆盖在主栅 5 上。由于焊带带来的力学上的影响（包括但不限于应力、膨胀系数不匹配等），会对主栅 5 形成不利（例如主栅 5 可能由此而从太阳能电池中剥离）。当延伸后的部分主栅 5 同时位于绝缘层 4 和钝化层 3 内，但不超过钝化层 3 厚度的 90% 时，上述主栅 5 同时与绝缘层 4 和钝化层 3 连接，此时可以保证主栅 5 的力学性能，提高主栅 5 的抗拉特性。基于此，可以降低或消除主栅 5 从太阳能电池中脱离的概率，以确保太阳能电池的质量和性能。

在一种可选的方式，上述太阳能电池可以是背接触电池。在背接触太阳能电池中，发射极层位于太阳能电池的背光面，发射极层包括与半导体基底掺杂类型相反的掺杂类型，发射极层可通过在半导体基底的原有结构中掺杂形成，也可以通过额外的沉积工艺例如 LPCVD，PECVD 等来形成。

作为一种可能的实现方式，参见图 2，上述主栅 5 延伸进钝化层 3 内的深度，与钝化层 3 的厚度的比值大于或等于 20%。示例性的，比值可以是 20%、30%、35%、46%、50% 等。此时，主栅 5 同时与绝缘层 4 和钝化层 3 连接。基于此，可以保证主栅 5 的力学性能，提高主栅 5 的抗拉特性，以降低或消除主

栅 5 从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。

结合前文描述，当主栅 5 延伸进钝化层 3 后，主栅 5 延伸进钝化层 3 内的深度，与钝化层 3 的厚度的比值大于或等于 20%，且小于或等于 90%。

作为一种可能的实现方式，上述主栅 5 延伸进钝化层 3 内的深度为 0。即主栅 5 仅位于绝缘层 4，具体的，主栅 5 仅位于绝缘层 4 内部，或者，主栅 5 位于绝缘层 4 和钝化层 3 的交界处，或者，主栅 5 仅位于绝缘层 4 的表面。此时，可以避免主栅 5 破坏钝化层 3，以保证钝化层 3 的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，避免对光电转换效率的影响。

作为一种可能的实现方式，上述钝化层的厚度大于或等于 5nm，且小于或等于 20nm 时，主栅延伸进钝化层内的深度大于或等于 1nm，且小于或等于 18nm。例如，主栅延伸进钝化层内的深度可以是 1nm、5nm、9nm、13nm、15nm 或 18nm 等。

由于深度大于或等于 1nm，此时可以确保主栅同时与绝缘层和钝化层连接。基于此，可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性，以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。进一步地，由于深度小于或等于 18nm，此时可以减小主栅对钝化层的破坏程度，确保钝化层的钝化效果，以提高开路电压，减小对光电转换效率的影响。此外，可以保证钝化层 2nm 以上的厚度未被破坏。

作为一种可能的实现方式，上述发射极层包括重掺杂区和浅掺杂区。细栅与重掺杂区连接，并形成合金区域。合金区域延伸进发射极层内的深度小于发射极层的发射极的结深，深度方向和发射极的结深方向均与朝向半导体基底的方向一致。

在一种可选方式中，上述发射极的结深大于或等于 300 纳米，且小于或等于 1200 纳米时，合金区域延伸进发射极内的深度大于或等于 50 纳米，且小于或等于 1000 纳米。例如，合金区域延伸进发射极内的深度可以是 50 纳米、80 纳米、100 纳米、260 纳米、390 纳米、550 纳米或 1000 纳米等。由于深度大于或等于 50 纳米，此时可以使细栅与半导体基底形成合金，以形成较好的欧姆接

触。

优选的，发射极的结深大于或等于 300 纳米，且小于或等于 1200 纳米时，合金区域延伸进发射极内的深度大于或等于 50 纳米，且小于或等于 100 纳米。

作为一种可能的实现方式，上述绝缘层的厚度大于或等于 40 纳米，且小于或等于 100 纳米。例如，绝缘层的厚度可以是 40 纳米、50 纳米、60 纳米、70 纳米、80 纳米、90 纳米或 100 纳米等。

作为一种可能的实现方式，参见图 3，每一主栅 5 均包括：主栅连接线 50 和焊盘 51。多个焊盘 51 沿第一方向间隔设置于主栅连接线 50，焊盘 51 的宽度大于主栅连接线 50 的宽度，焊盘 51 的宽度方向和主栅连接线 50 的宽度方向均与第二方向一致。

参见图 2 和图 3，在主栅连接线 50 数量相同的情况下，相比于主栅连接线 50 的宽度等于焊盘 51 的宽度的情况，可以在确保主栅连接线 50 收集电流能力满足实际需要的同时，减少制作主栅连接线 50 的原料用量，节省原料成本。同时，还可以减少主栅连接线 50 对半导体基底 1 的遮挡，增加半导体基底 1 的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。进一步地，在后期制作电池组件时，焊带需要与焊盘 51 连接。此时相比于主栅连接线 50 的宽度等于焊盘 51 的宽度的情况，焊带更易与焊盘 51 连接，降低了制作难度，提高了制作效率。应理解，上述主栅连接线 50 和焊盘 51 的具体结构，制作材质等均可以参考现有技术，在此不做具体限定。

在一种可选方式中，参见图 3，上述主栅 5 的数量大于或等于 8，且小于或等于 25。例如，主栅 5 的数量可以是 8、10、12、15、18、20、22 或 25 等。和/或，主栅连接线 50 的宽度大于或等于 35 微米，且小于或等于 60 微米。例如，主栅连接线 50 的宽度可以是 35 微米、40 微米、45 微米、52 微米、55 微米或 60 微米等。焊盘 51 的宽度大于或等于 0.6 毫米，且小于或等于 1.3 毫米。例如，焊盘 51 的宽度可以是 0.6 毫米、0.8 毫米、1.0 毫米、1.16 毫米、1.23 毫米或 1.3 毫米等。

通过控制主栅 5 的数量、主栅连接线的宽度和焊盘的宽度，可以控制主栅 5

对半导体基底 1 的遮挡面积。此时，可以提高注入半导体基底 1 的光线量，增加半导体基底 1 的受光面积，以提高太阳能电池的电池效率。

作为一种可能的实现方式，参见图 3，上述细栅 6 的数量大于或等于 100，且小于或等于 200。例如，细栅 6 的数量可以是 100、120、150、180、195 或 200 等。细栅 6 的宽度大于或等于 20 微米，且小于或等于 45 微米，细栅 6 的宽度方向与第一方向一致。例如，细栅 6 的宽度可以是 20 微米、26 微米、30 微米、36 微米、40 微米或 45 微米等。此时，可以提高细栅 6 对电流的收集能力，以提高太阳能电池的电池效率。

作为一种可能的实现方式，在绝缘层上形成主栅包括：

10 首先，在绝缘层上印刷主栅原料，以形成初始主栅。

示例性的，上述主栅原料中含有玻璃料和金属。例如，上述玻璃料包括 PbO 、 B_2O_3 、 Na_2O 、 Li_2O 、 Bi_2O_3 、 WO_3 、 TeO_2 、 Te/W 中的一种或多种。上述金属包括但不限于银。进一步地，印刷主栅原料的方式可以是丝网印刷，至于具体的印刷过程可以参考现有技术，在此不做具体限定。

15 接下来，处理初始主栅，以形成主栅。

其中，主栅的宽度与初始主栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.1，主栅的宽度方向和初始主栅的宽度方向均与第二方向一致。例如，比值可以是 1.01、1.02、1.04、1.05、1.08、1.09 或 1.1 等。

20 在实际制作主栅的过程中，主栅不仅会向发射极层的方向延伸，同时还会向第二方向延伸。因此通过控制最终形成的主栅在第二方向上延伸的尺寸，不仅可以减小对绝缘层和/或钝化层的不利影响，进而减小对太阳能电池的减反效果和/或钝化效果的不利影响。同时，还可以减少主栅对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

25 此外，上述主栅并未延伸至半导体基底中。应注意，这里的不延伸至半导体基底中是指：主栅原料中的金属成分（例如银）不会进入半导体基底的界面，或者，主栅原料中的金属成分（例如银）不会跟半导体基底中的半导体材料形成合金（例如银硅合金）。

优选的，主栅的宽度与初始主栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.05。例如，比值可以是 1.01、1.02、1.03、1.04 或 1.05 等。

作为一种可能的实现方式，在绝缘层上形成细栅包括：

首先，在绝缘层上印刷细栅原料，以形成初始细栅。

5 示例性的，上述细栅原料中含有玻璃料和金属。例如，上述玻璃料包括 PbO 、 B_2O_3 、 Na_2O 、 Li_2O 、 Bi_2O_3 、 WO_3 、 TeO_2 、 Te/W 中的一种或多种。上述金属包括但不限于银。进一步地，印刷细栅原料的方式可以是丝网印刷，至于具体的印刷过程可以参考现有技术，在此不做具体限定。

接下来，处理初始细栅，以形成细栅。

10 其中，细栅的宽度与初始细栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.2，细栅的宽度方向和初始细栅的宽度方向均与第一方向一致。例如，比值可以是 1.01、1.02、1.04、1.05、1.08、1.09、1.1 或 1.2 等。

在实际制作细栅的过程中，细栅会向第二方向延伸，且细栅原料的腐蚀性大于主栅原料的腐蚀性。因此通过控制最终形成的细栅在第二方向上延伸的尺寸，
15 不仅可以减小对绝缘层和/或钝化层的不利影响，进而减小对太阳能电池的减反效果和/或钝化效果的不利影响。同时，还可以减少细栅对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

进一步地，上述细栅会延伸至发射极层，在磷酸玻璃的开窗作用下，细栅原料中的金属成分进入发射极层，并与半导体成分形成合金（例如银硅合金）。该
20 银硅合金形成区域极大地改善了接触性能，该银硅合金分布区域位于细栅覆盖的区域范围内。该银硅合金分布区域可以是连续地，但由于银粒子的迁移，银硅合金的分布可以是离散地不连续的形态，或者两种形态皆存。银硅合金分布区域的深度可根据工艺和细栅原料成份来调节，一般而言，玻璃料含量越高，细栅的延伸性能越强。

25 再进一步地，上述重掺杂区一般位于细栅下方，但是重掺杂区也可以位于主栅下方。在本申请实施例中，优选重掺杂区位于细栅下方，在主栅下方不设置重掺杂区。银硅合金分布在重掺杂区，但是，有时银硅合金也会横向迁移超出重掺

杂区域而进入相邻的浅掺杂区域，不过超出部分的含量较少，并且一般为离散型。进入相邻的浅掺杂区域的银硅合金总量不超过总的银硅合金的 10%，甚至 5% 或 2% 以下，银硅合金过渡地进入相邻的浅掺杂区域会带来不利的影响。

优选的，细栅的宽度与初始细栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.08。

5 例如，比值可以是 1.01、1.02、1.03、1.04、1.05、1.06、1.07 或 1.08 等。

在一种可选方式中，上述主栅原料中的金属固含量小于，细栅原料中的金属固含量。示例性的，上述主栅原料中的银固含量小于，细栅原料中的银固含量。

此时，主栅向发射极层方向延伸的深度小于细栅向发射极层方向延伸的深度。基于此，可以减小主栅对钝化层的破坏程度，以保证钝化层的钝化效果。进一步地，在细栅原料中的金属固含量不变的情况下，相比于现有技术中主栅原料和细栅原料中的金属固含量相同的情况，不仅可以降低主栅原料的成本，以降低制作太阳能电池的制作成本。同时，还可以确保本申请实施例中细栅向发射极层方向延伸的深度，与现有技术中细栅向发射极层方向延伸的深度基本一致或一致，以确保细栅的性能不变。

15 此外，调节主栅和细栅延伸深度时，可以通过控制主栅原料与细栅原料的具体成份来实现。例如，可以通过提高主栅原料和细栅原料中的玻璃料含量或金属含量来调节。

第二方面，本申请实施例还提供了一种太阳能电池。参见图 2 和图 3，该太阳能电池包括：半导体基底 1、发射极层 2、钝化层 3、绝缘层 4、主栅 5 和细栅 6。发射极层 2 位于半导体基底 1 的一面，半导体基底 1 和发射极层 2 的导电类型相反，且发射极层 2 与半导体基底 1 共同形成 PN 结。钝化层 3 位于发射极层 2 上，绝缘层 4 位于钝化层 3 上。主栅 5 位于绝缘层 4 上，主栅 5 沿第一方向延伸，且沿第二方向间隔分布，第一方向不同于第二方向。细栅 6 位于绝缘层 4 上，细栅 6 沿第二方向延伸，且沿第一方向间隔分布，每条主栅 5 与多条细栅 6 相交。细栅 6 穿过钝化层 3 和绝缘层 4，并与发射极层 2 连接。其中，主栅 5 向发射极层 2 方向延伸，主栅 5 延伸的深度 D1 不超过钝化层 3 厚度 D2 的 90%，且超过绝缘层 4 厚度 D3 的 20%，深度方向、钝化层 3 的厚度方向和绝缘层 4 的厚

度方向均与朝向半导体基底 1 的方向一致。示例性的，主栅 5 延伸的深度可以是钝化层 3 厚度的 0%、10%、15%、30%、50%、80%或 90%等。

上述半导体基底 1、发射极层 2、钝化层 3 和绝缘层 4 的相关信息可以参考第一方面的描述，在此不再赘述。进一步地，上述第一方向和第二方向，二者可以
5 以为平行于半导体基底 1 表面、且互不相同的任意两个方向。优选的，参见图 3，上述第一方向 A 和第二方向 B 正交。

本申请实施例提供的太阳能电池中，由于主栅 5 形成在绝缘层 4 上，且主栅 5 向发射极层 2 方向延伸，主栅 5 延伸的深度不超过钝化层 3 厚度的 90%，且超过绝缘层厚度的 20%。此时，延伸后的部分主栅 5（即主栅的部分区域）可能
10 能仅位于绝缘层 4 内；也可能同时位于绝缘层 4 和钝化层 3 内，但不超过钝化层 3 厚度的 90%。

当延伸后的部分主栅 5 仅位于绝缘层 4 内时，主栅 5 并未破坏钝化层 3，保证了钝化层 3 的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，以减小或避免对光电转换效率的影响。

当延伸后的部分主栅 5 同时位于绝缘层 4 和钝化层 3 内，但不超过钝化层
15 3 厚度的 90%时，相比于现有技术中主栅 5 穿过钝化层 3 与硅基底连接的情况，减小了主栅 5 对钝化层 3 的破坏程度，确保了钝化层 3 的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，进而减小对光电转换效率的影响。进一步地，上述主栅 5 同时与绝缘层 4 和钝化层 3 连接，此时可以保证主栅 5 的力学性能，提高主栅 5 的
20 抗拉特性。基于此，可以降低或消除主栅 5 从太阳能电池中脱离的概率，以确保太阳能电池的质量和性能。

作为一种可能的实现方式，参见图 2，上述主栅 5 延伸进钝化层 3 内的深度，与钝化层 3 的厚度的比值大于或等于 20%。示例性的，比值可以是 20%、30%、35%、46%、50%等。此时，主栅 5 同时与绝缘层 4 和钝化层 3 连接，此
25 时可以保证主栅 5 的力学性能，提高主栅 5 的抗拉特性，以降低或消除主栅 5 从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。

结合前文描述，当主栅 5 延伸进钝化层 3 后，主栅 5 延伸进钝化层 3 内的

深度，与钝化层 3 的厚度的比值大于或等于 20%，且小于或等于 90%。

作为一种可能的实现方式，上述主栅延伸进钝化层内的深度为 0。即主栅仅位于绝缘层，具体的，主栅仅位于绝缘层内部，或者，主栅位于绝缘层和钝化层的交界处，或者，主栅仅位于绝缘层的表面。此时，可以避免主栅破坏钝化层，
5 以保证钝化层的钝化效果。基于此，可以提高开路电压，避免对光电转换效率的影响。

作为一种可能的实现方式，上述钝化层的厚度大于或等于 5nm，且小于或等于 20nm 时，主栅延伸进钝化层内的深度大于或等于 1nm，且小于或等于 18nm。例如，主栅延伸进钝化层内的深度可以是 1nm、5nm、9nm、13nm、15nm 或 18nm。

10 由于深度大于或等于 1nm，此时可以确保主栅同时与绝缘层和钝化层连接。基于此，可以保证主栅的力学性能，提高主栅的抗拉特性，以降低或消除主栅从太阳能电池中脱离的概率，进而确保太阳能电池的质量和性能。进一步地，由于深度小于或等于 18nm，此时可以减小主栅对钝化层的破坏程度，确保钝化层的钝化效果，以提高开路电压，减小对光电转换效率的影响。

15 作为一种可能的实现方式，上述发射极层包括重掺杂区和浅掺杂区。细栅与重掺杂区连接，并形成合金区域。合金区域延伸进发射极层内的深度小于发射极层的发射极的结深，深度方向和发射极的结深方向均与朝向半导体基底的方向一致。

在一种可选方式中，上述发射极的结深大于或等于 300 纳米，且小于或等于 1200 纳米时，合金区域延伸进发射极内的深度大于或等于 50 纳米，且小于或等于 1000 纳米。例如，合金区域延伸进发射极内的深度可以是 50 纳米、80 纳米、100 纳米、260 纳米、390 纳米、550 纳米或 1000 纳米等。由于深度大于或等于 50 纳米，此时可以使细栅与半导体基底形成合金，以形成较好的欧姆接触。

25 优选的，发射极的结深大于或等于 300 纳米，且小于或等于 1200 纳米时，合金区域延伸进发射极内的深度大于或等于 50 纳米，且小于或等于 100 纳米。

作为一种可能的实现方式，上述绝缘层的厚度大于或等于 40 纳米，且小于

或等于 100 纳米。例如，绝缘层的厚度可以是 40 纳米、50 纳米、60 纳米、70 纳米、80 纳米、90 纳米或 100 纳米等。

作为一种可能的实现方式，参见图 3，每一主栅 5 均包括：主栅连接线 50 和焊盘 51。多个焊盘 51 沿第一方向间隔设置于主栅连接线 50，焊盘 51 的宽度
5 大于主栅连接线 50 的宽度，焊盘 51 的宽度方向和主栅连接线 50 的宽度方向均与第二方向一致。

在主栅连接线 50 数量相同的情况下，相比于主栅连接线 50 的宽度等于焊盘 51 的宽度的情况，可以在确保主栅连接线 50 收集电流能力满足实际需要的同时，减少制作主栅连接线 50 的原料用量，节省原料成本。同时，还可以减少
10 主栅连接线 50 对半导体基底 1 的遮挡，增加半导体基底 1 的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。进一步地，在后期制作电池组件时，焊带需要与焊盘 51 连接。此时相比于主栅连接线 50 的宽度等于焊盘 51 的宽度的情况，焊带更易与焊盘 51 连接，降低了制作难度，提高了制作效率。应理解，上述主栅连接线 50 和焊盘 51 的具体结构，制作材质等均可以参考现有技术，在此不做具体
15 限定。

在一种可选方式中，参见图 3，上述主栅 5 的数量大于或等于 8，且小于或等于 25。例如，主栅 5 的数量可以是 8、10、12、15、18、20、22 或 25 等。

和/或，主栅连接线 50 的宽度大于或等于 35 微米，且小于或等于 60 微米。例如，主栅连接线 50 的宽度可以是 35 微米、40 微米、45 微米、52 微米、55 微
20 米或 60 微米等。焊盘 51 的宽度大于或等于 0.6 毫米，且小于或等于 1.3 毫米。例如，焊盘 51 的宽度可以是 0.6 毫米、0.8 毫米、1.0 毫米、1.16 毫米、1.23 毫米或 1.3 毫米等。

通过控制主栅 5 的数量、主栅连接线的宽度和焊盘的宽度，可以控制主栅 5 对半导体基底 1 的遮挡面积。此时，可以提高注入半导体基底 1 的光线量，增
25 加半导体基底 1 的受光面积，以提高太阳能电池的电池效率。

作为一种可能的实现方式，参见图 3，上述细栅 6 的数量大于或等于 100，且小于或等于 200。例如，细栅 6 的数量可以是 100、120、150、180、195 或 200

等。细栅 6 的宽度大于或等于 20 微米，且小于或等于 45 微米，细栅 6 的宽度方向与第一方向一致。例如，细栅 6 的宽度可以是 20 微米、26 微米、30 微米、36 微米、40 微米或 45 微米等。此时，可以提高细栅 6 对电流的收集能力，以提高太阳能电池的电池效率。

5 第三方面，本申请实施例还提供了一种电池组件。该电池组件包括多个焊带和多个间隔排布的如上述技术方案所述的太阳能电池，焊带与主栅对应连接。

本申请实施例提供的电池组件的有益效果与上述技术方案所述太阳能电池的有益效果相同，此处不做赘述。

作为一种可能的实现方式，上述主栅包括主栅连接线和焊盘时，焊带沿第一
10 方向设置于焊盘，且覆盖主栅连接线。焊带的最大宽度小于或等于焊盘的宽度，焊带的宽度方向和焊盘的宽度方向均与第二方向一致。此时，可以减少焊带对半导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

在一种可选方式中，上述焊带的宽度小于或等于主栅连接线的宽度，焊带的宽度方向和主栅连接线的宽度方向均与第二方向一致。此时，可以减少焊带对半
15 导体基底的遮挡，增加半导体基底的受光面积，提高太阳能电池的光电转换效率。

在一种可选方式中，上述焊带的宽度与主栅连接线的宽度的比值，大于或等于 50% 且小于或等于 90%。例如，比值可以是 50%、60%、65%、70%、80% 或 90% 等。

由于焊带包括金属材质的核心层和位于核心层外表面的焊料层。在实际焊
20 接焊带和焊盘的过程中，焊料层受热融化具有一定的流动性。由于上述比值大于或等于 50% 且小于或等于 90%，流动的焊料可以分布在焊带和主栅连接线的界面处，给予其充分的流动空间。此时，可以避免焊料流动到半导体基底上，以避免焊料污染、遮挡半导体基底，进而确保太阳能电池的质量和性能。

在本申请实施例中，焊带的数量和主栅连接线的数量一致。

25 在上述实施方式的描述中，具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，

任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种太阳能电池的制作方法，其特征在于，包括：

提供一半导体基底；

在所述半导体基底的一面形成发射极层；所述半导体基底和所述发射极层的导电类型相反；

在所述发射极层上形成钝化层；

在所述钝化层上形成绝缘层；

在所述绝缘层上形成主栅；所述主栅沿第一方向延伸，且沿第二方向间隔分布；所述第一方向不同于所述第二方向；

在所述绝缘层上形成细栅；所述细栅沿第二方向延伸，且沿第一方向间隔分布；每条所述主栅与多条所述细栅相交；所述细栅穿过所述钝化层和所述绝缘层，并与所述发射极层连接；

其中，所述主栅向所述发射极层方向延伸，所述主栅延伸的深度不超过所述钝化层厚度的 90%，且超过所述绝缘层厚度的 20%；深度方向、所述钝化层的厚度方向和所述绝缘层的厚度方向均与朝向所述半导体基底的方向一致。

2. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池的制作方法，其特征在于，

所述主栅延伸进所述钝化层内的深度，与所述钝化层的厚度的比值大于或等于 20%；或，

所述主栅延伸进所述钝化层内的深度为 0。

3. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池的制作方法，其特征在于，所述钝化层的厚度大于或等于 5nm，且小于或等于 20nm 时，所述主栅延伸进所述钝化层内的深度大于或等于 1nm，且小于或等于 18nm。

4. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池的制作方法，其特征在于，所述主栅包括：主栅连接线和焊盘；

多个所述焊盘沿所述第一方向间隔设置于所述主栅连接线；

所述焊盘的宽度大于所述主栅连接线的宽度，所述焊盘的宽度方向和所述主栅连接线的宽度方向均与所述第二方向一致。

5. 根据权利要求 1 所述的太阳能电池的制作方法，其特征在于，
在所述绝缘层上形成主栅包括：
在所述绝缘层上印刷主栅原料，以形成初始主栅；
处理所述初始主栅，以形成所述主栅；
所述主栅的宽度与所述初始主栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.1；
所述主栅的宽度方向和所述初始主栅的宽度方向均与所述第二方向一致。
6. 根据权利要求 5 所述的太阳能电池的制作方法，其特征在于，
在所述绝缘层上形成细栅包括：
在所述绝缘层上印刷细栅原料，以形成初始细栅；
处理所述初始细栅，以形成所述细栅；
所述细栅的宽度与所述初始细栅的宽度的比值大于 1，且小于或等于 1.2；
所述细栅的宽度方向和所述初始细栅的宽度方向均与所述第一方向一致。
7. 根据权利要求 6 所述的太阳能电池的制作方法，其特征在于，所述主栅原料中的金属固含量小于，所述细栅原料中的金属固含量。
8. 一种太阳能电池，其特征在于，包括：
半导体基底；
发射极层，位于所述半导体基底的一面；所述半导体基底和所述发射极层的导电类型相反；
钝化层，位于所述发射极层上；
绝缘层，位于所述钝化层上；
主栅，位于所述绝缘层上；所述主栅沿第一方向延伸，且沿第二方向间隔分布；所述第一方向不同于所述第二方向；
细栅，位于所述绝缘层上；所述细栅沿第二方向延伸，且沿第一方向间隔分布；每条所述主栅与多条所述细栅相交；所述细栅穿过所述钝化层和所述绝缘层，并与所述发射极层连接；
其中，所述主栅向所述发射极层方向延伸，所述主栅延伸的深度不超过所述钝化层厚度的 90%，且超过所述绝缘层厚度的 20%；深度方向、所述钝化层的

厚度方向和所述绝缘层的厚度方向均与朝向所述半导体基底的方向一致。

9. 根据权利要求 8 所述的太阳能电池，其特征在于，所述发射极层位于所述太阳能电池的背光面。

10. 根据权利要求 8 所述的太阳能电池，其特征在于，所述发射极层通过在所述半导体基底的原有结构中进行掺杂来形成，或者在所述半导体基底的表面通过沉积工艺来形成。

11. 根据权利要求 8 所述的太阳能电池，其特征在于，
所述主栅延伸进所述钝化层内的深度，与所述钝化层的厚度的比值大于或等于 20%；或，

所述主栅延伸进所述钝化层内的深度为 0。

12. 根据权利要求 8 所述的太阳能电池，其特征在于，所述钝化层的厚度大于或等于 5nm，且小于或等于 20nm 时，所述主栅延伸进所述钝化层内的深度大于或等于 1nm，且小于或等于 18nm。

13. 根据权利要求 8 所述的太阳能电池，其特征在于，
所述绝缘层的厚度大于或等于 40 纳米，且小于或等于 100 纳米。

14. 根据权利要求 8 所述的太阳能电池，其特征在于，所述主栅包括：主栅连接线和焊盘；

多个所述焊盘沿所述第一方向间隔设置于所述主栅连接线；

所述焊盘的宽度大于所述主栅连接线的宽度，所述焊盘的宽度方向和所述主栅连接线的宽度方向均与所述第二方向一致。

15. 根据权利要求 14 所述的太阳能电池，其特征在于，
所述主栅的数量大于或等于 8，且小于或等于 25；和/或，
所述主栅连接线的宽度大于或等于 35 微米，且小于或等于 60 微米；所述焊盘的宽度大于或等于 0.6 毫米，且小于或等于 1.3 毫米。

16. 根据权利要求 8 或 14 或 15 所述的太阳能电池，其特征在于，

所述细栅的数量大于或等于 100，且小于或等于 200；

所述细栅的宽度大于或等于 20 微米，且小于或等于 45 微米；所述细栅的

宽度方向与所述第一方向一致。

17. 一种电池组件，其特征在于，包括多个焊带和多个间隔排布的如权利要求 8 至 16 任一项所述的太阳能电池；

所述焊带与所述主栅对应连接。

18. 根据权利要求 17 所述的电池组件，其特征在于，所述主栅包括主栅连接线和焊盘时，所述焊带沿所述第一方向设置于所述焊盘，且覆盖所述主栅连接线；所述焊带的最大宽度小于或等于所述焊盘的宽度；所述焊带的宽度方向和所述焊盘的宽度方向均与所述第二方向一致。

19. 根据权利要求 18 所述的电池组件，其特征在于，所述焊带的宽度小于或等于所述主栅连接线的宽度；所述焊带的宽度方向和所述主栅连接线的宽度方向均与所述第二方向一致。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的电池组件，其特征在于，所述焊带的宽度与所述主栅连接线的宽度的比值，大于或等于 50%且小于或等于 90%。

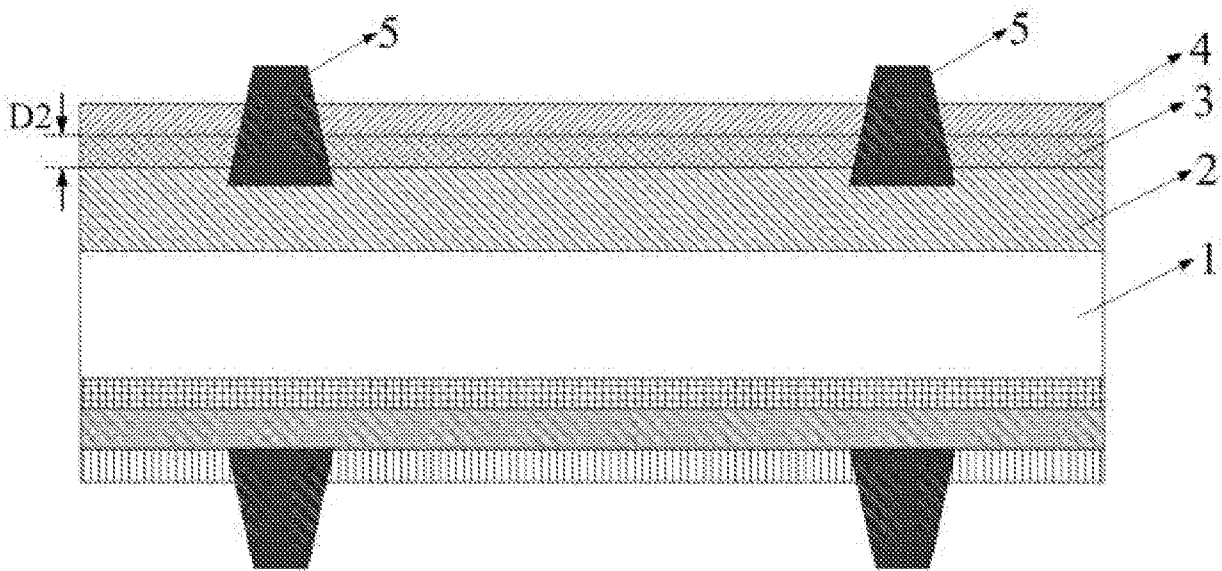


图 1

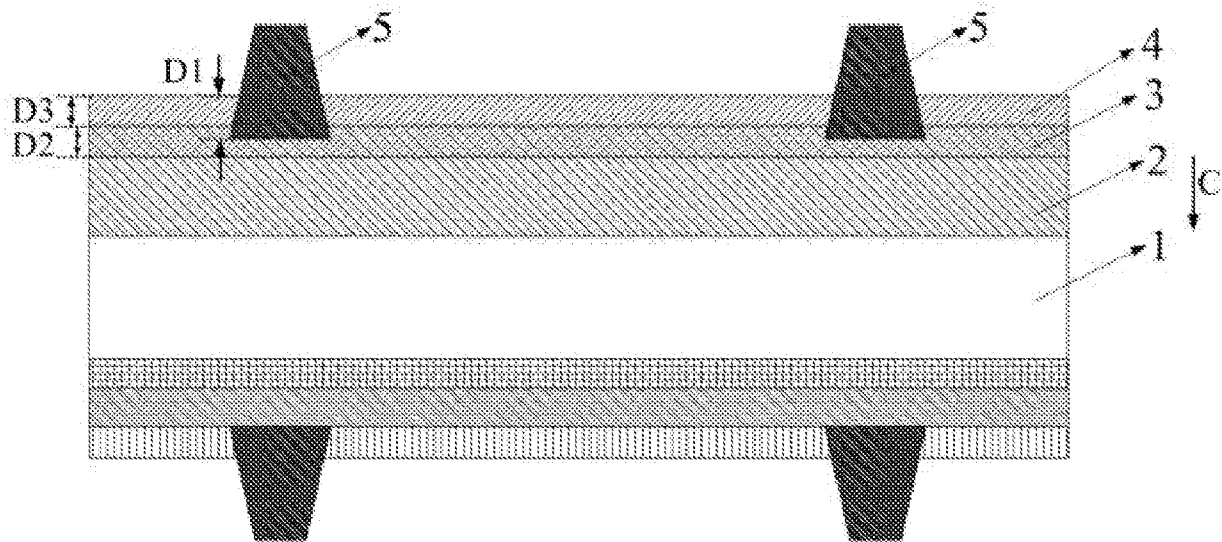


图 2

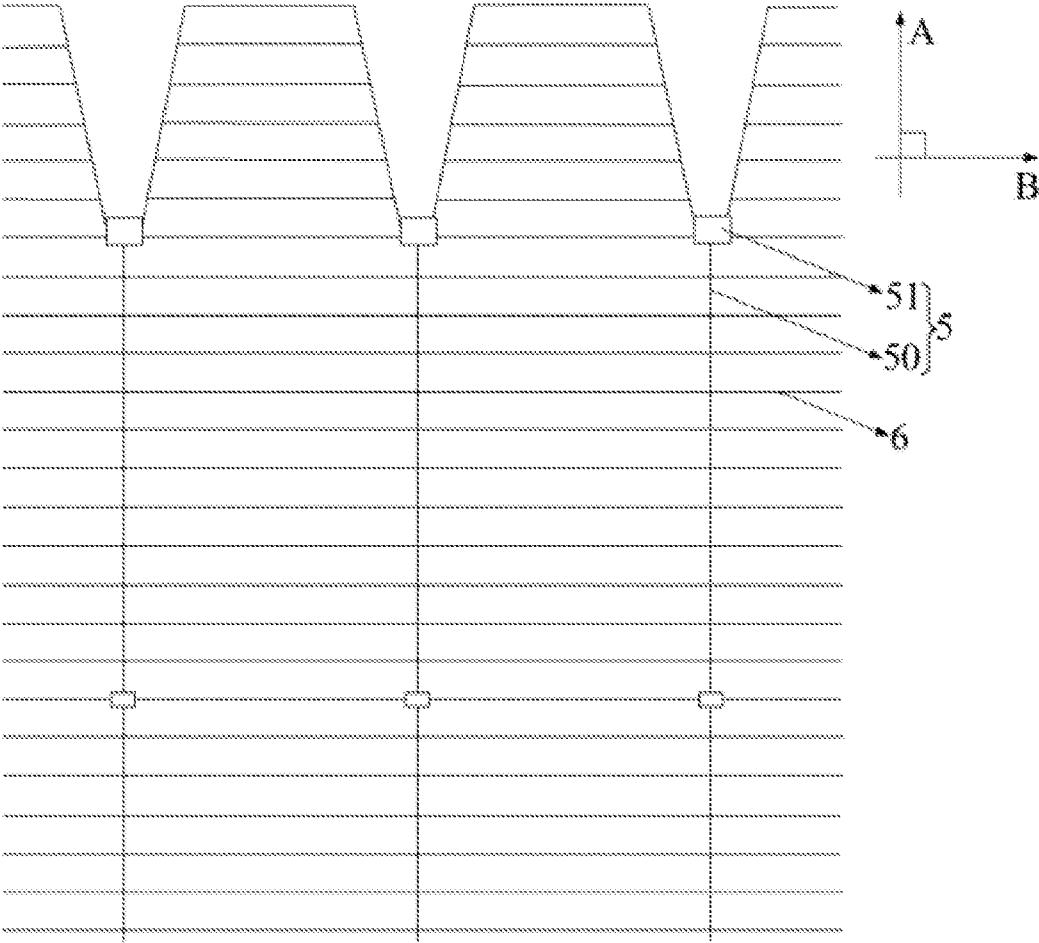


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/122949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L31/18(2006.01)i; H01L31/068(2012.01)i; H01L31/0224(2006.01)i; H01L31/0216(2014.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: H01L Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT; CNABS; WOTXT; EPTXT; USTXT; VEN; CNKI: 太阳, 光伏, 电池, 电极, 主栅, 剥离, 脱离, 脱落, 拉脱, 结合力, 结合强度, 嵌入, 不, 部分, 没有, 穿透, 烧穿, 钝化, 绝缘, solar, photovoltaic, cell, battery, electrode, gate line, grid line, peel, bongding strength, embed, penetrate, not, no, partly, passivation, insulation		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 117457788 A (XI'AN LONGI SOLAR TECHNOLOGY CO., LTD.) 26 January 2024 (2024-01-26) description, paragraphs [0068]-[0148], and figures 2 and 3	1-20
X	CN 114843352 A (TIANJIN AIXU SOLAR ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 02 August 2022 (2022-08-02) description, paragraphs [0062]-[0167], and figures 1-14	1-3, 5-13, 16-20
Y	CN 114843352 A (TIANJIN AIXU SOLAR ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 02 August 2022 (2022-08-02) description, paragraphs [0062]-[0167], and figures 1-14	4, 14, 15
Y	CN 112133767 A (LONGI SOLAR TECHNOLOGY (TAIZHOU) CO., LTD.) 25 December 2020 (2020-12-25) description, paragraphs [0038]-[0082], and figures 1-3	4, 14, 15
X	CN 103066135 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 24 April 2013 (2013-04-24) description, paragraphs [0046]-[0078], and figures 1-10	1-3, 5-13, 16-20
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 November 2024		Date of mailing of the international search report 27 November 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/122949

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 103066135 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 24 April 2013 (2013-04-24) description, paragraphs [0046]-[0078], and figures 1-10	4, 14, 15
A	CN 217239477 U (SUZHOU NUOFEI NANO SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 August 2022 (2022-08-19) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/122949

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	117457788	A	26 January 2024	None			
CN	114843352	A	02 August 2022	CN	217691185	U	28 October 2022
CN	112133767	A	25 December 2020	WO	2020258683	A1	30 December 2020
				AU	2019453945	A1	27 January 2022
				EP	3979332	A1	06 April 2022
				EP	3979332	A4	05 July 2023
				US	2022320355	A1	06 October 2022
				AU	2019453945	B2	13 July 2023
CN	103066135	A	24 April 2013	CN	103066135	B	02 March 2016
CN	217239477	U	19 August 2022	None			

A. 主题的分类

H01L31/18(2006.01)i; H01L31/068(2012.01)i; H01L31/0224(2006.01)i; H01L31/0216(2014.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H01L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT;CNABS;WOTXT;EPTXT;USTXT;VEN;CNKI: 太阳, 光伏, 电池, 电极, 主栅, 剥离, 脱离, 脱落, 拉脱, 结合力, 结合强度, 嵌入, 不, 部分, 没有, 穿透, 烧穿, 钝化, 绝缘, solar, photovoltaic, cell, battery, electrode, gate line, grid line, peel, bongding strength, embed, penetrate, not, no, partly, passivation, insulation

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 117457788 A (西安隆基乐叶光伏科技有限公司) 2024年1月26日 (2024 - 01 - 26) 说明书第[0068]-[0148]段, 附图2、3	1-20
X	CN 114843352 A (天津爱旭太阳能科技有限公司 等) 2022年8月2日 (2022 - 08 - 02) 说明书第[0062]-[0167]段, 附图1-14	1-3、5-13、16-20
Y	CN 114843352 A (天津爱旭太阳能科技有限公司 等) 2022年8月2日 (2022 - 08 - 02) 说明书第[0062]-[0167]段, 附图1-14	4、14、15
Y	CN 112133767 A (泰州隆基乐叶光伏科技有限公司) 2020年12月25日 (2020 - 12 - 25) 说明书第[0038]-[0082]段, 附图1-3	4、14、15
X	CN 103066135 A (中山大学) 2013年4月24日 (2013 - 04 - 24) 说明书第[0046]-[0078]段, 附图1-10	1-3、5-13、16-20
Y	CN 103066135 A (中山大学) 2013年4月24日 (2013 - 04 - 24) 说明书第[0046]-[0078]段, 附图1-10	4、14、15
A	CN 217239477 U (苏州诺菲纳米科技有限公司) 2022年8月19日 (2022 - 08 - 19) 全文	1-20

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年11月18日

国际检索报告邮寄日期

2024年11月27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

张弓

电话号码 (+86) 0512-88995669

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/122949

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	117457788	A	2024年1月26日	无			
CN	114843352	A	2022年8月2日	CN	217691185	U	2022年10月28日
CN	112133767	A	2020年12月25日	WO	2020258683	A1	2020年12月30日
				AU	2019453945	A1	2022年1月27日
				EP	3979332	A1	2022年4月6日
				EP	3979332	A4	2023年7月5日
				US	2022320355	A1	2022年10月6日
				AU	2019453945	B2	2023年7月13日
CN	103066135	A	2013年4月24日	CN	103066135	B	2016年3月2日
CN	217239477	U	2022年8月19日	无			