

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 8 月 8 日 (08.08.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/148774 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 31/0224 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/095476

(22) 国际申请日: 2018 年 7 月 12 日 (12.07.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810102469.4 2018年2月1日 (01.02.2018) CN

(71) 申请人: 北京铂阳顶荣光伏科技有限公司(BEIJING APOLLO DING RONG SOLAR TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市北京经济技术开发区荣昌东街 7 号院 6 号楼 3001 室, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 赵树利(ZHAO, Shuli); 中国北京市北京经济技术开发区荣昌东街 7 号院 6 号楼 3001 室, Beijing 100176 (CN)。 郭迺达(GUO, Lida); 中国北京市北京经济技术开发区荣昌东街 7 号院 6 号楼 3001 室, Beijing 100176 (CN)。 李新连(LI, Xinlian); 中国北京市北京经济技术开发区荣昌东街 7 号院 6 号楼 3001 室, Beijing 100176 (CN)。 陈涛(CHEN, Tao); 中国北京市北京经济技术开发区荣昌东街 7 号院 6 号楼 3001 室, Beijing 100176 (CN)。 杨立红(YANG, Lihong); 中国北京市北京经济技术开发区荣昌东街 7 号院 6 号楼 3001 室, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (BEIJING ZBSD PATENT&TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区交大东路 31 号 11 号楼 8 层, Beijing 100044 (CN)。

(54) Title: MANUFACTURING METHOD OF THIN FILM SOLAR CELL

(54) 发明名称: 薄膜太阳能电池的制备方法

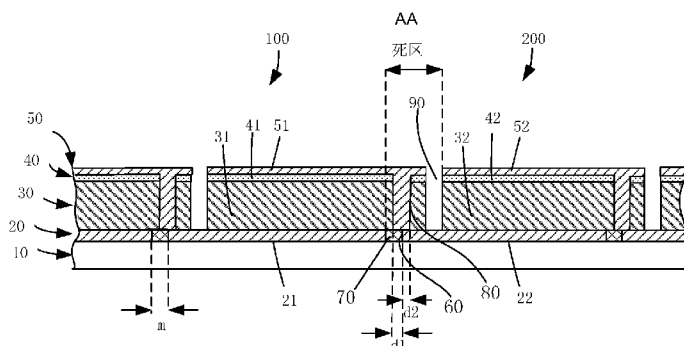


图 1 AA DEAD AREA

(57) Abstract: Disclosed is a manufacturing method of a thin film solar cell, comprising the following steps: a) performing a first scribing process on a back contact layer to form a plurality of first recesses; forming an insulation portion in each of the plurality of first recesses to form a plurality of insulation portions; c) sequentially forming a light-absorbing layer and a buffer layer on a surface of the back contact layer, and performing a second scribing process on the light-absorbing layer and the buffer layer to form a plurality of second recesses; d) forming a front contact layer on a surface of the buffer layer, the front contact layer extending to the plurality of second recesses, and performing a third scribing process on the front contact layer, the buffer layer and the light-absorbing layer to form a plurality of third recesses extending through the front contact layer, the buffer layer and the light-absorbing layer, thereby obtaining a plurality of cell units connected in series.

(57) 摘要: 本公开提供一种薄膜太阳能电池的制备方法, 其包括以下步骤: a) 在背电极层进行第一刻划而形成多个第一凹槽; b) 于所述多个第一凹槽的每个第一凹槽内都形成绝缘部从而形成多个绝缘部; c) 在所述背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层, 并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成多个第二凹槽; d) 在所述缓冲层的表面形成上电极层, 所述上电极层延伸至所述多个第二凹槽, 并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽, 而得到多个串联的电池单元。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

薄膜太阳能电池的制备方法

本申请要求于 2018 年 2 月 1 日提交中国专利局、申请号为 201810102469.4、发明名称为“薄膜太阳能电池组件的制备方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本公开涉及太阳能电池技术领域，尤其涉及一种薄膜太阳能电池的制备方法。

背景技术

太阳能薄膜电池又称为“太阳能芯片”或“光电池”，是一种利用太阳光直接发电的光电半导体元件。

薄膜太阳能电池的制备过程中的其中一些步骤为：利用至少 3 次激光/机械刻划工艺（根据刻划的先后顺序，分别命名为 P1 刻划、P2 刻划、P3 刻划），将整片薄膜太阳能电池划分成多个电池单元，并且实现所述多个电池单元之间的串联或并联。该工艺设计可保证薄膜太阳能电池以合适的电压和电流方式进行输出，实现薄膜太阳能电池的实际应用。

发明内容

本公开实施例提供一种薄膜太阳能电池的制备方法，包括以下步骤：

a) 提供一基底，并在所述基底上形成一背电极层，以及对所述背电极层进行第一刻划而在所述背电极层形成多个第一凹槽，所述多个第一凹槽均贯穿所述背电极层；

b) 于所述多个第一凹槽的每个第一凹槽内都形成一个绝缘部从而形成多个绝缘部；

c) 在形成有所述多个绝缘部的背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层，并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成多个第二凹槽，所述多个第二凹槽均贯穿所述光吸收层及缓冲层；以及

d) 在所述缓冲层的表面形成上电极层, 所述上电极层延伸至所述多个第二凹槽, 并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽, 而得到多个串联的电池单元。

附图说明

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

图 1 为本公开所述薄膜太阳能电池的结构示意图;

图 2 为本公开所述薄膜太阳能电池的制备工艺的示意图。

具体实施方式

下面将对本公开实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述, 显然, 所描述的实施方式仅仅是本公开一部分实施方式, 而不是全部的实施方式。基于本公开中的实施方式, 本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施方式, 都属于本公开保护的范围。

P1、P2、及 P3 刻划工艺虽然可形成多个串联/并联的电池单元, 但同时会在薄膜太阳能电池上产生不能进行光电转换的区域 (P1~P3 刻划线的位置和相邻刻划线之间的间隔区域), 即薄膜太阳能电池中所谓的“死区”。

P1、P2、P3 刻划过程是通过激光或者机械刻划实现的, 受限于现有刻划工艺技术水平 and 成本控制因素, P1~P3 刻划线的宽度和精度难以得到显著改善, 造成死区面积无法得到有效减少, 最终影响薄膜太阳能电池的光转换效率。

请参阅图 1, 本公开的一些实施例提供一种薄膜太阳能电池。所述薄膜太阳能电池包括基底 10 及设置于所述基底 10 上的多个串联且相互间隔设置的电池单元。多个电池单元中的每一个电池单元包括依次设置的背电极层 20、光吸收层 30、缓冲层 40、及上电极层 50。

多个电池单元中任意相邻的两个电池单元的背电极层 20 之间设有贯穿所述背电极层 20 的第一凹槽 60。所述第一凹槽 60 内填充有绝缘部 70，以使相邻的两个电池单元的背电极层 20 之间绝缘间隔。多个电池单元中的每一个电池单元开设有贯穿所述光吸收层 30 及所述缓冲层 40 的第二凹槽 80。一个电池单元的上电极层 50 覆盖所述电池单元的缓冲层 40 并延伸至所述电池单元的第二凹槽 80，从而接触相邻的另一电池单元的背电极层 20，进而将这两个相邻的电池单元串联。任意相邻的两个电池单元之间开设有第三凹槽 90，所述第三凹槽 90 将所述相邻的两个电池单元的上电极层 50 绝缘间隔。

所述薄膜太阳能电池具有以下优点：由于第一凹槽 60 内设置有绝缘部 70，这样可在绝缘部 70 的部分表面的上方形成所述第二凹槽 80，即所述第二凹槽 80 的位置与所述第一凹槽 70 的位置存在部分重叠，因而所述第二凹槽 80 与所述第一凹槽 70 的间距减小。采用这种方式，可使得死区的面积大大减少，从而所述薄膜太阳能电池组件的转换效率大大提高。

在本公开的一些实施例中，薄膜太阳能电池中第一刻划线（即 P1 刻划）所在的位置设置绝缘部 70，从而可在绝缘部 70 的部分表面对应的位置进行第二刻划（即 P2 刻划），进而可减少死区的面积。

在本公开的一些实施例提供的薄膜太阳能电池对应的制备方法中，通过第一刻划工艺形成第一凹槽 60 并通过掩模在第一凹槽 60 内形成绝缘部 70，从而可在所述绝缘部 70 的部分表面对应的位置进行第二刻划工艺。因而，第一刻划工艺的位置与第二刻划工艺的位置的间距减小，因此，使得死区的面积大大减少。该方法还具有工艺简单、高效可控的优点。

如图 1 所示，下面以薄膜太阳能电池中相邻的第一电池单元 100 及第二电池单元 200 为例来对所述薄膜太阳能电池的结构进行说明。

所述第一电池单元 100 与第二电池单元 200 相邻且结构相同。即，第一电池单元 100 与第二电池单元 200 实际为结构一致的重复的

电池单元，只是为了更好的说明相邻的两个电池单元内各元件的关系而采用不同命名。所述第一电池单元 100 包括依次设置的第一背电极层 21、第一光吸收层 31、第一缓冲层 41 及第一上电极层 51。所述第二电池单元 200 包括依次设置的第二背电极层 22、第二光吸收层 32、第二缓冲层 42 及第二上电极层 52。所述第一电池单元 100 及第二电池单元 200 共用基底 10。第一背电极层 21 与第二背电极层 22 通过第一绝缘部 70 而相间隔。请参阅图 2，所述第一光吸收层 31 及第一缓冲层 41 具有一沿所述第一光吸收层 31 及第一缓冲层 41 的厚度方向并贯穿所述第一光吸收层 31 及第一缓冲层 41 的第二凹槽 80。请参阅图 1，所述第一上电极层 51 覆盖所述第一缓冲层 41 并延伸至该第二凹槽 80 内而覆盖部分的第二背电极层 22，从而与第二背电极层 22 电连接，即，第一电池单元 100 与第二电池单元 200 电连接并实现串联。

在本公开的一些实施例中，所述第一上电极层 51 延伸至第二凹槽 80 内的部分覆盖所述绝缘部 70。在本公开的另一些实施例中，所述第一上电极层 51 延伸至第二凹槽 80 内的部分不覆盖所述绝缘部 70。即，所述第二凹槽 80 与第一刻划(P1 刻划)所形成的第一凹槽 60 可重叠，也可不重叠。

在本公开的一些实施例中，多个第二凹槽的每一个第二凹槽的底部均露出所述背电极层的一部分和多个绝缘部中一个绝缘部的一部分。

在本公开的一些实施例中，如图 1 所示，第一电池单元 100 的第二凹槽 80 的底部位于所述绝缘部 70 与相邻的第二电池单元 200 的背电极层 22 的交界处，位于所述第二凹槽 80 内的上电极层 51 覆盖部分绝缘部 70 以及相邻的第二电池单元 200 的部分的背电极层 22。此时，将所述第一上电极层 51 延伸至所述第二凹槽 80 内并与所述绝缘部 70 重叠的部分的宽度用 $d1$ 表示。所述绝缘部的宽度用 m 表示。本公开的一些实施例中， m 及 $d1$ 满足以下条件： $m > d1 > 0$ 。其中，之所以需要限定 $m > d1$ ，是为了避免所述第一上电极层 51 延伸至所

述第二凹槽 80 的部分与第一背电极层 21 相接触而导致短路。在一些实施例中， m 及 $d1$ 满足以下条件： $m-d1 \geq 30\mu\text{m}$ ，可以更好的避免这种短路。所述绝缘部 70 将第一背电极层 21 与第二背电极层 22 分隔而绝缘，从而实现第一电池单元 100 与第二电池单元 200 之间的相对独立性。在本公开的一些实施例中，所述绝缘部 70 的宽度 m 满足以下条件： $30\mu\text{m} \leq m \leq 60\mu\text{m}$ ，以更好的实现绝缘效果。

在本公开的一些实施例中，所述绝缘部 70 的材料包括 Si_3N_4 、 AlN 、 SiO_2 、 Al_2O_3 中的至少一种。例如，所述绝缘部 70 的材料为 Si_3N_4 。在本公开的另一些实施例中，所述绝缘部 70 的材料包括 Si_3N_4 、 AlN 、 SiO_2 、 Al_2O_3 中的多种。例如，所述绝缘部 70 的材料为 Si_3N_4 和 SiO_2 的复合膜层。

所述第二凹槽 80 的宽度可以为任意尺寸。在本公开的一些实施例中，但是为了更好的与电极连接并且考虑缩小死区的尺寸，第二凹槽 80 的宽度为 $50\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ ，这样可以更好的与电极连接并能缩小死区的尺寸。

在本公开的一些实施例中，所述第一电池单元 100 与第二电池单元 200 通过第三凹槽 90 间隔。所述第三凹槽 90 隔开第一上电极层 51 与第二上电极层 52，隔开第一缓冲层 41 与第二缓冲层 42 并隔开第一光吸收层 31 与第二光吸收层 32。

所述第三凹槽 90 与所述绝缘部 70 配合，实现所述第一电池单元 100 与第二电池单元 200 之间的“相对独立”。之所以说是“相对独立”，是因为所述第二凹槽 80 中的第一上电极层 51 实现了所述第一电池单元 100 与第二电池单元 200 之间的串联。

所述基底 10 的材料不限，可为玻璃、不锈钢或者柔性材料。所述基底 10 的厚度也不做限定。所述基底 10 起到承载太阳能电池的作用。

所述背电极层 20 的材料可为金属 Mo 、 Ti 、 Cr 、 Cu 或透明导电层。所述透明导电层包括铝掺杂氧化锌 (AZO)、硼掺杂氧化锌 (AZO)

和铟掺杂氧化锡 (ITO) 的一种或多种。所述背电极层 20 的厚度可以不做限定。在本公开的一些实施例中, 所述背电极层 20 的厚度为 200nm~800nm。在本公开的另一些实施例中, 所述绝缘部 70 的厚度与所述背电极层 20 的厚度相同。在本公开的另一些实施例中, 绝缘部 70 的厚度大于背电极层 20 的厚度, 以有效地防止形成短路。

所述光吸收层 30 的材料为铜铟镓硒、铜铟硒、铜铟镓硫中的一种。所述光吸收层 30 的厚度可以不做限定。在本公开的一些实施例中, 可为 0.5 μ m~3 μ m。

所述缓冲层 40 的材料为硫化锌、硫化镉、硫化铟中的一种。所述缓冲层 40 的厚度可以不做限定。在一些实施例中, 所述缓冲层 40 的厚度为 30nm~100nm。

所述上电极层 50 的材料为透明导电层 AZO、BZO、ITO 中的一种。所述上电极层 50 的厚度可以不做限定。在一些实施例中, 所述上电极层 50 的厚度为 100nm~1 μ m。

在本公开的一些实施例中电极层、光吸收层、缓冲层和上电极层中的任意两个层之间也可以增设其它功能层, 如氧化锌层、氧化锌镁层等, 以使层与层之间亲密结合以及利于光吸收和转换。

请参阅图 2, 本公开实施例还提供一种薄膜太阳能电池的制备方法。该制备方法包括以下步骤:

a) 提供一基底 10, 并在所述基底 10 上形成一背电极层 20, 以及对所述背电极层 20 进行第一刻划而在所述背电极层 20 形成多个贯穿所述背电极层 20 的第一凹槽 60;

b) 于多个第一凹槽 60 的每个第一凹槽 60 内形成绝缘部 70 从而形成多个绝缘部; 以及

c) 在形成有所述多个绝缘部 70 的背电极层 20 的表面依次形成光吸收层 30 及缓冲层 40, 并对所述光吸收层 30 及缓冲层 40 进行第二刻划而形成多个贯穿所述光吸收层 30 及缓冲层 40 的第二凹槽 80; 以及

d) 在缓冲层 40 的表面形成上电极层 50, 所述上电极层 50 延伸至所述多个第二凹槽 80, 并对所述上电极层 50、缓冲层 40、及光吸收层 30 进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层 50、缓冲层 40、及光吸收层 30 的多个第三凹槽 90, 而得到多个串联的电池单元。

所述光吸收层 30 的说明可参照上述第一光吸收层 31 及第二光吸收层 32 的描述。所述缓冲层 40 的说明可参照上述第一缓冲层 41 及第二缓冲层 42 的描述。所述上电极层 50 的说明可参照上述第一上电极层 51 及第二上电极层 52 的描述。在此不再赘述。

在步骤 a) 中, 形成所述背电极层 20 的方法可为化学气相沉积法、磁控溅射法、原子层沉积法等。所述背电极层 20 经过第一刻划后可形成多个相互间隔的类似于第一背电极层 21 及第二背电极层 22 等的“子背电极层”。该“子背电极层”例如为图 1 示出的第一背电极层 21 及第二背电极层 22。步骤 c) 及 d) 中第二刻划及第三刻划, 即为对光吸收层 30、缓冲层 40 和上电极层 50 进行刻划形成相对独立且串联的电池单元。图 1 所示出的第一电池单元 100 及第二电池单元 200 是为了更好的说明相邻的两个电池单元中各元件之间的关系而命名, 实际上, 第一电池单元 100 与第二电池单元 200, 以及它们各自具有的对应该元件的结构相同。

在步骤 b) 中, 提供一掩模 (图中未示出), 并通过所述掩模于所述第一凹槽 60 内形成绝缘部 70。形成绝缘部 70 的方法可为磁控溅射法、旋涂法、喷涂法或化学气相沉积法中的任意一种。其中, 旋涂法及喷涂法的过程为: 将绝缘材料与溶剂如乙醇、水等混合得到混合物, 然后将该混合物进行旋涂或喷涂工艺, 干燥得到绝缘部 70。在一些实施例中, 采用磁控溅射法形成所述绝缘部 70。

在步骤 c) 中, 对所述光吸收层 30 及缓冲层 40 进行第二刻划而形成所述第二凹槽 80。该第二刻划所形成的第二凹槽 80 可以与第一刻划所形成的第一凹槽 60 部分地相重叠; 第二凹槽 80 也可与第一凹槽 60 相间隔开, 即二者不重叠。在一些实施例中, 所述第二凹槽 80 与第一凹槽 60 部分重叠, 即通过第二凹槽 80 而使得所述绝缘部 70

的部分表面暴露。

所述绝缘部 70 的宽度用 m 表示。所述绝缘部 70 通过所述第二凹槽 80 而暴露的部分的宽度用 $d1$ 表示，在本公开的一些实施例中，所述绝缘部 70 的宽度 m 大于 $d1$ 。例如， $m-d1 \geq 30\mu\text{m}$ 。

步骤 a)、步骤 c) 中及步骤 d) 中，第一刻划、第二刻划及第三刻划均可通过机械刻划或激光刻划实现。在本公开的一些实施例中，所述第一刻划的方法为激光刻划；第二刻划及第三刻划为机械刻划。所形成的第一凹槽 60、所述第二凹槽 80 及第三凹槽 90 的开口的宽度不做限定。在本公开的一些实施例中，所述第二凹槽 80 及第三凹槽 90 的宽度可为 $60\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ 。在本公开的另一些实施例中，所述第二凹槽 80 与第三凹槽 90 之间的间隔 $\geq 30\mu\text{m}$ 。

所述薄膜太阳能电池及其制备方法具有以下优点：

由于在第一刻划所形成的第一凹槽 60 内设置有绝缘部 70，即多个电池单元中的背电极层通过绝缘部 70 而间隔设置，从而可在绝缘部 70 的部分表面的上方进行第二刻划。第二刻划形成第二凹槽 80，所述绝缘部 70 可通过所述第二凹槽 80 而暴露，第二刻划的位置与第一刻划的位置的间距减小，因此，使得死区的面积大大减少，从而所述薄膜太阳能电池的转换效率大大提高。

该制备方具有工艺简单、高效可控的优点。

以下，将通过以下具体实施例对所述薄膜太阳能电池及其制备方法做进一步的说明。

实施例 1

本实施例 1 提供一种薄膜太阳能电池及其制备方法。该薄膜太阳能电池的制备方法如下：

a) 提供一基底，并基底上通过磁控溅射法形成背电极层。然后对所述背电极层进行第一刻划，而在所述背电极层形成多个贯穿所述背电极层的第一凹槽。

所述基底的材料为玻璃，所述背电极层为金属 Mo 层，磁控溅

射法中参数为：以氩气为气源，以金属 Mo 为靶材，真空度 0.1 Pa~0.7Pa；所述第一刻划为激光刻划，所述第一凹槽的宽度为约 60 μ m。

b) 提供一掩模，通过磁控溅射法于所述多个第一凹槽内分别形成材料为 Si₃N₄ 的多个绝缘部。

c) 在形成有多个绝缘部的背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层，并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成贯穿所述光吸收层及缓冲层的多个第二凹槽，其中，所述第二刻划为机械刻划，所述第二刻划形成的第二凹槽的宽度为约 50 μ m，所述绝缘部通过所述第二凹槽而暴露的部分的宽度 d1 为约 30 μ m，所述光吸收层为厚度为约 3 μ m 的铜铟镓硒化物，所述缓冲层为厚度为约 80nm 的硫化镉。

d) 在缓冲层的表面形成上电极层，所述上电极层延伸至第二凹槽，并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽，而得到多个相互串联的电池单元，其中所述第三刻划为机械刻划，第三凹槽与第二凹槽之间的间距（即第二凹槽的右侧边缘与相邻的第三凹槽的左侧边缘之间的距离）为 40 μ m，所述上电极层为厚度为约 800nm 的 AZO 透明导电薄膜，所述第三凹槽的宽度为约 60 μ m。

所得到的薄膜太阳能电池中第一凹槽至第三凹槽之间的宽度（即第一凹槽的左侧边缘至相邻的第三凹槽的右侧边缘之间的宽度，下同）为约 180 μ m。

实施例 2

本实施例 2 提供一种薄膜太阳能电池及其制备方法。该薄膜太阳能电池的制备方法如下：

a) 提供一基底，并基底上通过磁控溅射法形成背电极层。然后对所述背电极层进行第一刻划，而在所述背电极层形成多个贯穿所述背电极层的第一凹槽。

所述基底的材料为玻璃，所述背电极层为金属 Mo 层，磁控溅射法中的参数为：以氩气为气源，以金属 Mo 为靶材，真空度 0.1 Pa~

0.7Pa; 所述第一刻划为激光刻划, 所述第一凹槽的宽度为约 50 μm 。

b) 提供一掩模, 通过磁控溅射法于所述多个第一凹槽内分别形成材料为 Si_3N_4 的多个绝缘部。

c) 在形成有多个绝缘部的背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层, 并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成贯穿所述光吸收层及缓冲层的多个第二凹槽, 其中所述第二刻划为机械刻划, 所述第二凹槽的宽度为约 70 μm , 所述绝缘部通过所述第二凹槽而暴露的部分的宽度 d1 为约 15 μm , 所述光吸收层为厚度为约 3 μm 的铜铟镓硒化物, 所述缓冲层为厚度为约 80nm 的硫化镉。

d) 在缓冲层的表面形成上电极层, 所述上电极层延伸至第二凹槽, 并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽, 而得到多个串联的电池单元, 其中所述第三刻划为机械刻划, 第三凹槽与第二凹槽之间的间距为 40 μm , 所述上电极层为厚度为约 30 微米的 AZO 透明导电薄膜, 所述第三凹槽的宽度为约 70 μm 。

实施例 2 的薄膜太阳能电池的制备方法与实施例 1 的基本相同, 区别在于, 所述绝缘部通过所述第二凹槽而暴露的部分的宽度 d1, 以及, 第一凹槽、第二凹槽和第三凹槽的宽度。

所得到的薄膜太阳能电池中第一凹槽至第三凹槽之间的宽度为约 215 μm 。

实施例 3

本实施例 3 提供一种薄膜太阳能电池及其制备方法。该薄膜太阳能电池的制备方法如下:

a) 提供一基底, 并基底上通过磁控溅射法形成背电极层。然后对所述背电极层进行第一刻划, 而在所述背电极层形成多个贯穿所述背电极层的第一凹槽。

所述基底的材料为玻璃, 所述背电极层为金属 Mo 层, 磁控溅射法中的参数为: 以氩气为气源, 以金属 Mo 为靶材, 真空度 0.1 Pa~

0.7Pa; 所述第一刻划为激光刻划, 所述第一凹槽的宽度为约 40 μm 。

b) 提供一掩模, 通过磁控溅射法于所述多个第一凹槽内分别形成材料为 Si_3N_4 的多个绝缘部。

c) 在形成有多个绝缘部的背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层, 并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成贯穿所述光吸收层及缓冲层的多个第二凹槽, 其中所述第二刻划为机械刻划, 所述第二凹槽的宽度为约 80 μm , 所述绝缘部通过所述第二凹槽而暴露的部分的宽度 d1 为约 5 μm , 所述光吸收层为厚度为约 3 μm 的铜铟镓硒化物, 所述缓冲层为厚度为约 80nm 的硫化镉。

d) 在缓冲层的表面形成上电极层, 所述上电极层延伸至第二凹槽, 并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽, 而得到多个串联的电池单元, 其中所述第三刻划为机械刻划, 第三凹槽与第二凹槽之间的间距为 40 μm , 所述上电极层为厚度为约 30 微米的 AZO 透明导电薄膜, 所述第三凹槽的宽度为约 80 μm 。

实施例 3 的薄膜太阳能电池的制备方法与实施例 1 的基本相同, 但所述绝缘部通过所述第二凹槽而暴露的部分的宽度 d1 不同; 第一凹槽、第二凹槽及第三凹槽的宽度不同。

所得到的薄膜太阳能电池中第一凹槽至第三凹槽之间的宽度为 235 μm 。

实施例 4

本实施例 4 提供一种薄膜太阳能电池及其制备方法。该薄膜太阳能电池的制备方法如下:

a) 提供一基底, 并基底上通过磁控溅射法形成背电极层。然后对所述背电极层进行第一刻划, 而在所述背电极层形成多个贯穿所述背电极层的第一凹槽。

所述基底的材料为玻璃, 所述背电极层为金属 Mo 层, 磁控溅射法中的参数为: 以氩气为气源, 以金属 Mo 为靶材, 真空度 0.1 Pa~

0.7Pa; 所述第一刻划为激光刻划, 所述第一凹槽的宽度为约 $40\mu\text{m}$ 。

b) 提供一掩模, 通过磁控溅射法于所述多个第一凹槽内分别形成材料为 Si_3N_4 的多个绝缘部。

c) 在形成有多个绝缘部的背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层, 并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成贯穿所述光吸收层及缓冲层的多个第二凹槽, 其中所述第二刻划为机械刻划, 所述第二凹槽的宽度为约 $60\mu\text{m}$, 所述绝缘部没有从所述第二凹槽暴露 (即所述绝缘部通过所述第二凹槽而暴露的部分的宽度 d_1 为 0), 所述第二凹槽与第一凹槽的间隔为 $10\mu\text{m}$, 所述光吸收层为厚度为约 $3\mu\text{m}$ 的铜铟镓硒化物, 所述缓冲层为厚度为约 80nm 的硫化镉。

d) 在缓冲层的表面形成上电极层, 所述上电极层延伸至第二凹槽, 并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽, 而得到多个串联的电池单元, 其中所述第三刻划为机械刻划, 第三凹槽与第二凹槽之间的间距为 $40\mu\text{m}$, 所述上电极层为厚度为约 30 微米的 AZO 透明导电薄膜, 所述第三凹槽的宽度为约 $60\mu\text{m}$ 。

实施例 4 的薄膜太阳能电池的制备方法与实施例 1 的基本相同, 但实施例 4 中的所述第一刻划的位置与第二刻划的位置是间隔开的, 即实施例 4 的步骤 c) 中第二刻划后, 所述绝缘部没有通过所述第二凹槽而暴露。另外, 实施例 4 中第一凹槽的宽度也与实施例 1 中的不同。

所得到的薄膜太阳能电池中第一凹槽至第三凹槽之间的宽度为约 $210\mu\text{m}$ 。

为了更好的说明本公开所述薄膜太阳能电池的优异性能, 还提供一对比例。

对比例

本对比例提供一薄膜太阳能电池及其制备方法。该薄膜太阳能电池的制备方法如下:

a) 提供一基底, 并基底上通过磁控溅射法形成背电极层。然

后对所述背电极层进行第一刻划，而在所述背电极层形成多个贯穿所述背电极层的第一凹槽。

所述基底的材料为玻璃，所述背电极层为金属 Mo 层，磁控溅射法中参数为：以氩气为气源，以金属 Mo 为靶材，真空度 0.1 Pa~0.7Pa；所述第一刻划为激光刻划，所述第一凹槽的宽度为约 60 μ m。

b) 在形成有多个第一凹槽的背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层，并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成贯穿所述光吸收层及缓冲层的多个第二凹槽，其中所述第二刻划为机械刻划，所述第二凹槽的宽度为约 60 μ m，第二凹槽与第一凹槽之间的间距为 40 μ m，所述光吸收层为厚度为约 3 μ m 的铜铟镓硒化物，所述缓冲层为厚度为约 80nm 的硫化镉。

c) 在缓冲层的表面形成上电极层，所述上电极层延伸至第二凹槽，并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽，从而得到多个串联的电池单元，其中所述第三刻划为机械刻划，所述上电极层为厚度为约 800nm 的 AZO 透明导电薄膜，所述第三凹槽的宽度为约 60 μ m，第三凹槽与第二凹槽之间的间距为 40 μ m。

本对比例的薄膜太阳能电池的制备方法与实施例 4 的基本相同，区别在于，本对比例不包括在第一凹槽内形成绝缘部的步骤，即本对比例中直接在所述背电极层上形成光吸收层，即，第一凹槽内填充的是光吸收层。

所得到的薄膜太阳能电池中第一凹槽至第三凹槽之间的宽度为约 260 μ m。可见，相对于实施例 1，对比例的死区部分的面积较大。从上述的实施例 1 至实施例 4 可以看出，薄膜太阳能电池的死区面积可大大减小，因而，在应用时，薄膜太阳能电池的光电转换效率可大大提高。

如上所描述的三个凹槽的宽度可以按照实施工艺进行调整，不限于以上所述尺寸，并且以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能

的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。以上所述实施例仅表达了本公开的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对公开专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本公开构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本公开的保护范围。因此，本公开专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权 利 要 求 书

1、一种薄膜太阳能电池的制备方法，包括以下步骤：

a) 提供一基底，并在所述基底上形成一背电极层，以及对所述背电极层进行第一刻划而在所述背电极层形成多个第一凹槽，所述多个第一凹槽均贯穿所述背电极层；

b) 于所述多个第一凹槽的每个第一凹槽内都形成绝缘部从而形成多个绝缘部；

c) 在形成有所述多个绝缘部的背电极层的表面依次形成光吸收层及缓冲层，并对所述光吸收层及缓冲层进行第二刻划而形成多个第二凹槽，所述多个第二凹槽均贯穿所述光吸收层及缓冲层；以及

d) 在所述缓冲层的表面形成上电极层，所述上电极层延伸至所述多个第二凹槽，并对所述上电极层、缓冲层、及光吸收层进行第三刻划而形成贯穿所述上电极层、缓冲层、及光吸收层的多个第三凹槽，而得到多个串联的电池单元。

2、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述多个第二凹槽的位置配置成使得：

所述多个第二凹槽的每一个第二凹槽的底部均露出部分的所述背电极层。

3、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述多个第二凹槽的位置配置成使得：

所述多个第二凹槽的每一个第二凹槽的底部均露出所述背电极层的一部分和所述多个绝缘部中一个绝缘部的一部分。

4、如权利要求 3 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，

当所述多个第一凹槽中的一个第一凹槽分隔开第一电池单元的背电极层和与所述第一电池单元相邻的第二电池单元的背电极层，并填充有第一绝缘部时，

部分的所述第一绝缘部以及所述第二电池单元的部分的背电极层自所述多个第二凹槽中的贯穿所述第一电池单元的光吸收层及所述缓冲层的第二凹槽的底部露出，

所述第一电池单元的上电极层覆盖部分的所述第一绝缘部以及部分的所述第二电池单元的背电极层。

5、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，步骤 b) 中于所述多个第一凹槽的每个第一凹槽内都形成一个绝缘部从而形成多个绝缘部的过程具体为：提供一掩模，并通过所述掩模于所述多个第一凹槽内形成所述多个绝缘部。

6、如权利要求 5 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述多个绝缘部的形成方法为磁控溅射法、旋涂法、喷涂法和化学气相沉积中的任意一种。

7、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述多个绝缘部的每一个的材料为 Si_3N_4 、 AlN 、 SiO_2 、 Al_2O_3 中的至少一种。

8、如权利要求 3 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述多个绝缘部的每个绝缘部的宽度用 m 表示，所述多个绝缘部中的每个绝缘部通过对应的第二凹槽而暴露的部分的宽度用 $d1$ 表示， m 及 $d1$ 满足以下条件： $m > d1 > 0$ 。

9、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，在所述背电极层与光吸收层之间、或光吸收层与缓冲层之间、或缓冲层与上电极层之间设置至少一个氧化锌层。

10、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述多个第二凹槽的每个第二凹槽及所述多个第三凹槽的每个第三凹槽的宽度均为 $50\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ 。

11、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述多个绝缘部的每一个绝缘部的厚度均大于等于所述背电极层的厚度。

12、如权利要求 1 所述的薄膜太阳能电池的制备方法，其中，所述光吸收层的材料为铜铟镓硒、铜铟硒、铜铟镓硫中的任意一种。

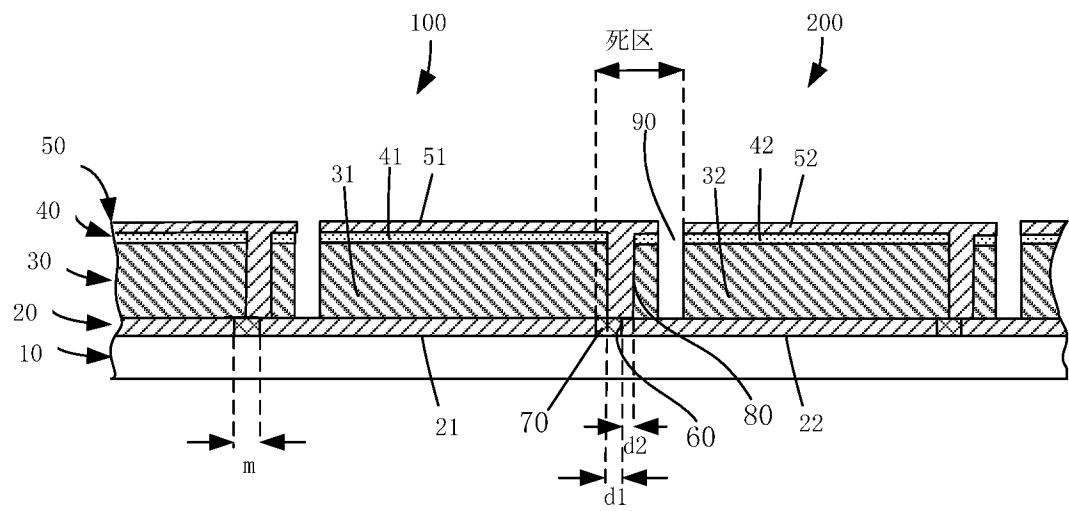


图 1

2/2

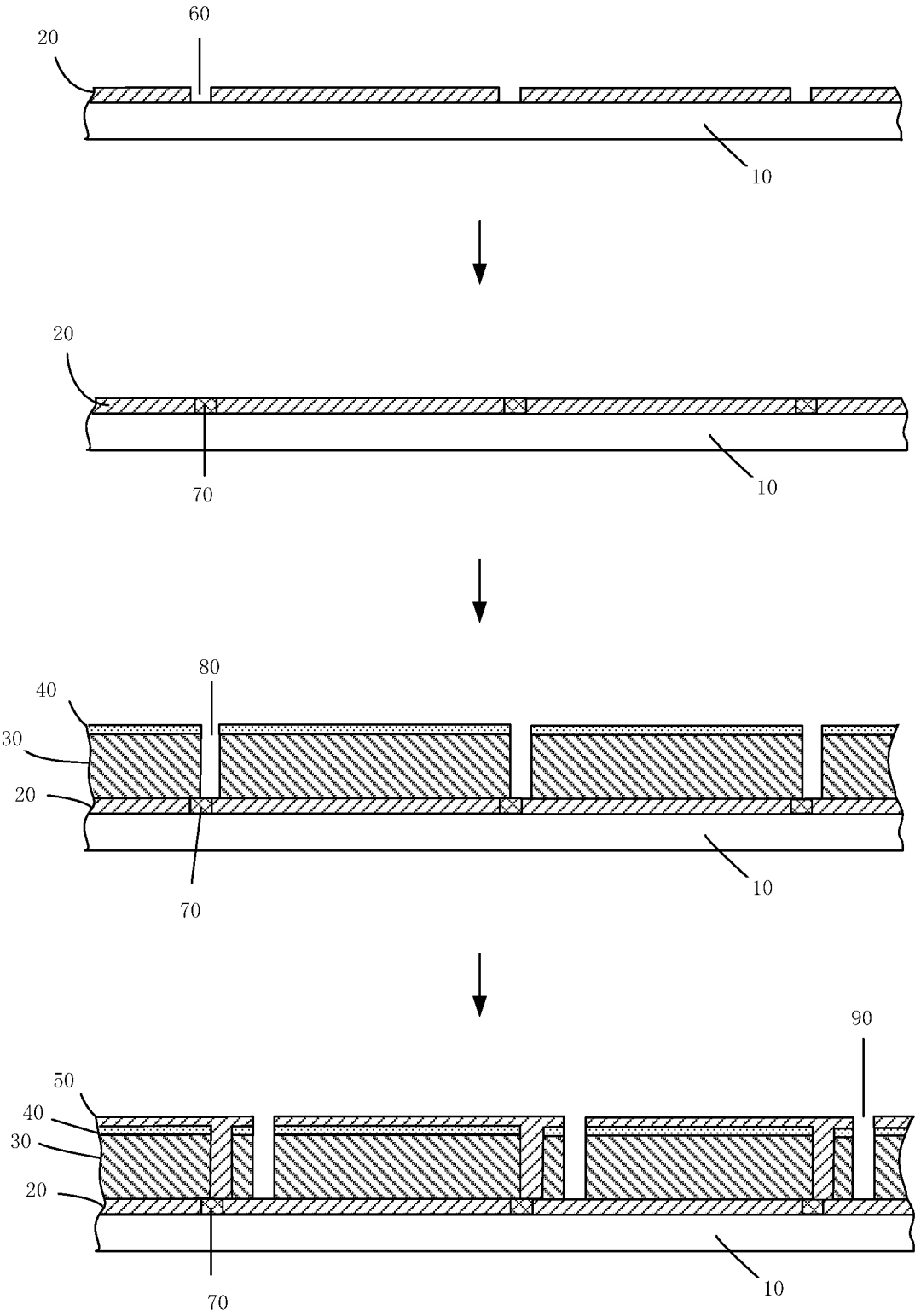


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/095476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/0224(2006.01)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)

H01L31/-

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)

CNXTX; CNABS; VEN; WOTXT; USTXT; EPTXT; CNKI: 光伏, 太阳能, 电池, 薄膜, 硅, 凹, 沟, 槽, 开口, 孔, 非活性区, 死区, 无源区, 暴露, 露出, 减小, 减少, 缩小, 重叠, 电极, 绝缘, photovoltaic, solar, cell, battery, thin film, silicon, concave, trench, groove, open, hole, non-active region, expose, decrease, overlap, electrode, insulate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102449780 A (LG INNOTEK CO., LTD.) 09 May 2012 (2012-05-09) description, paragraphs 33-189, and figures 9-19	1-3, 7-12
Y	CN 102449780 A (LG INNOTEK CO., LTD.) 09 May 2012 (2012-05-09) description, paragraphs 33-189, and figures 9-19	4-6
Y	CN 107210324 A (STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND) 26 September 2017 (2017-09-26) description, paragraphs 37-55, and figures 1-8	4-6
A	CN 103988317 A (LG INNOTEK CO., LTD.) 13 August 2014 (2014-08-13) entire document	1-12
A	CN 106328728 A (TRIUMPH PHOTOVOLTAIC MATERIALS CO., LTD.) 11 January 2017 (2017-01-11) entire document	1-12
A	JP 2001308362 A (KANEGAFUCHI CHEMICAL IND) 02 November 2001 (2001-11-02) entire document	1-12



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

“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

29 September 2018

Date of mailing of the international search report

31 October 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/095476

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106229353 A (ZHONGSHAN RUIKE NEW ENERGY CO., LTD.) 14 December 2016 (2016-12-14) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/095476

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102449780	A	09 May 2012	CN	102449780	B	05 August 2015
				JP	2012522393	A	20 September 2012
				EP	2416376	A2	08 February 2012
				EP	2416376	A4	05 July 2017
				WO	2010114294	A3	31 March 2011
				US	2014041725	A1	13 February 2014
				WO	2010114294	A2	07 October 2010
				US	2012186634	A1	26 July 2012
				KR	20100109314	A	08 October 2010
				KR	101055019	B1	05 August 2011
				KR	20100109313	A	08 October 2010
				KR	999797	B1	08 December 2010
CN	107210324	A	26 September 2017	WO	2016102326	A1	30 June 2016
				US	2017373208	A1	28 December 2017
				TW	201635563	A	01 October 2016
				EP	3238270	A1	01 November 2017
				IN	201727022035	A	18 August 2017
				NL	2014041	C	12 October 2016
CN	103988317	A	13 August 2014	WO	2013055008	A1	18 April 2013
				US	2014326290	A1	06 November 2014
				CN	103988317	B	09 March 2018
				KR	101189309	B1	09 October 2012
CN	106328728	A	11 January 2017	CN	106328728	B	04 August 2017
JP	2001308362	A	02 November 2001	JP	4804611	B2	02 November 2011
CN	106229353	A	14 December 2016	CN	106229353	B	24 November 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/095476

A. 主题的分类

H01L 31/0224 (2006.01) 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)

H01L31/-

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))

CNXTXT;CNABS;VEN;WOXTXT;USTXT;EPTXT;CNKI;光伏, 太阳能, 电池, 薄膜, 硅, 凹, 沟, 槽, 开口, 孔, 非活性区, 死区, 无源区, 暴露, 露出, 减小, 减少, 缩小, 重叠, 电极, 绝缘, photovoltaic, solar, cell, battery, thin film, silicon, concave, trench, groove, open, hole, non-active region, expose, decrease, overlap, electrode, insulate

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
X	CN 102449780 A (LG伊诺特有限公司) 2012年 5月 9日 (2012 - 05 - 09) 说明书第33-189段, 附图9-19	1-3、7-12
Y	CN 102449780 A (LG伊诺特有限公司) 2012年 5月 9日 (2012 - 05 - 09) 说明书第33-189段, 附图9-19	4-6
Y	CN 107210324 A (荷兰能源研究中心基金会) 2017年 9月 26日 (2017 - 09 - 26) 说明书第37-55段, 附图1-8	4-6
A	CN 103988317 A (LG伊诺特有限公司) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 全文	1-12
A	CN 106328728 A (凯盛光伏材料有限公司) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-12
A	JP 2001308362 A (KANEGAFUCHI CHEMICAL IND) 2001年 11月 2日 (2001 - 11 - 02) 全文	1-12
A	CN 106229353 A (中山瑞科新能源有限公司) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-12

☐ 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

“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

2018年 9月 29日

国际检索报告邮寄日期

2018年 10月 31日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10) 62019451

受权官员

廖艳闺

电话号码 86-(20)-28958731

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/095476

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	102449780	A	2012年 5月 9日	CN	102449780	B	2015年 8月 5日
				JP	2012522393	A	2012年 9月 20日
				EP	2416376	A2	2012年 2月 8日
				EP	2416376	A4	2017年 7月 5日
				WO	2010114294	A3	2011年 3月 31日
				US	2014041725	A1	2014年 2月 13日
				WO	2010114294	A2	2010年 10月 7日
				US	2012186634	A1	2012年 7月 26日
				KR	20100109314	A	2010年 10月 8日
				KR	101055019	B1	2011年 8月 5日
				KR	20100109313	A	2010年 10月 8日
				KR	999797	B1	2010年 12月 8日
CN	107210324	A	2017年 9月 26日	WO	2016102326	A1	2016年 6月 30日
				US	2017373208	A1	2017年 12月 28日
				TW	201635563	A	2016年 10月 1日
				EP	3238270	A1	2017年 11月 1日
				IN	201727022035	A	2017年 8月 18日
				NL	2014041	C	2016年 10月 12日
CN	103988317	A	2014年 8月 13日	WO	2013055008	A1	2013年 4月 18日
				US	2014326290	A1	2014年 11月 6日
				CN	103988317	B	2018年 3月 9日
				KR	101189309	B1	2012年 10月 9日
CN	106328728	A	2017年 1月 11日	CN	106328728	B	2017年 8月 4日
JP	2001308362	A	2001年 11月 2日	JP	4804611	B2	2011年 11月 2日
CN	106229353	A	2016年 12月 14日	CN	106229353	B	2017年 11月 24日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)