

(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
2016 年 1 月 21 日 (21.01.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/008288 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 31/0725 (2012.01) H01L 31/18 (2006.01)
H01L 31/074 (2012.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/070818
- (22) 国际申请日: 2015 年 1 月 16 日 (16.01.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410333956.3 2014 年 7 月 14 日 (14.07.2014) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。江苏省电力公司 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市鼓楼区上海路 215 号, Jiangsu 210024 (CN)。江苏省电力公司南京供电公司 (JIANGSU NANJING POWER SUPPLY COMPANY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 1 号, Jiangsu 210019 (CN)。
- (72) 发明人: 汪超 (WANG, Chao); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 1 号, Jiangsu 210019 (CN)。许洪华

(XU, Honghua); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 1 号, Jiangsu 210019 (CN)。李凯 (LI, Kai); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 1 号, Jiangsu 210019 (CN)。吴峻恒 (WU, Junheng); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 1 号, Jiangsu 210019 (CN)。王春宁 (WANG, Chunning); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 1 号, Jiangsu 210019 (CN)。

(74) 代理人: 南京天翼专利代理有限公司 (NANJING TIANYI PATENT AGENT CO., LTD); 中国江苏省南京市玄武区成贤街 118 号游富英, Jiangsu 210018 (CN)。

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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。

[见续页]

(54) Title: SOLAR CELL DEVICE BASED ON STRAIN TYPE HETEROJUNCTION QUANTUM DOTS AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置及其制备方法

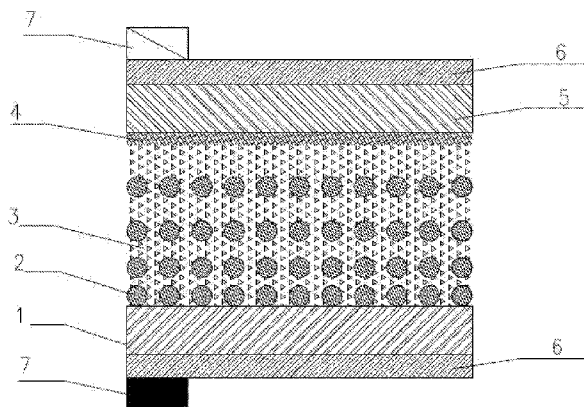


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to the field of solar cell material. Provided are a solar cell device based on strain type heterojunction quantum dots and manufacturing method thereof. The solar cell device comprises at least two Ge/Si quantum dot structural layers grown on a doped silica-based substrate (1); the Ge/Si quantum dot structural layers comprise Si film layers (3) having Ge quantum dots (2) of 2-7 nm in diameter, the innermost Si film layer (3) being 2-4 nm, and increasing incrementally therefrom; the outermost quantum dot structural layer is SiO₂ cover film layer (4) filling gaps between quantum dots, forming a multi-layer structure of quantum dot array filling film; a silicon doped layer protective film (5) of 10-20 nm in thickness is grown on the cover film layer (4); electrodes (7) are grown on the outer surfaces of the silicon doped layer (5) and the silica-based substrate (1). The energy band ranges from 0.4 eV to 0.22 eV and the corresponding conversion efficiency is 55%-57%, an increase of more than 7% compared to the prior art, significantly improving the photoelectric conversion efficiency of a solar cell.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/008288 A1



(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))。

一种基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置, 同时涉及其制备方法, 属于太阳能电池材料领域。该电池装置包括在掺杂硅基衬底(1)上生长的至少二层 Ge/Si 量子点结构层; Ge/Si 量子点结构层由含有直径 2-7nm 的 Ge 量子点(2)的 Si 薄膜层(3)构成, 最内层的 Si 薄膜层(3)为 2-4nm, 以后逐层递增; 最外层的量子点结构层为填充量子点间隙的 SiO₂ 覆盖薄膜层(4), 形成量子点阵列填充薄膜多层结构; 覆盖薄膜层(4)外生长有一层厚度 10-20nm 的硅掺杂层保护膜(5), 硅掺杂层(5)和硅基衬底(1)外表面生长有电极(7)。能带范围拓展到 0.4-0.22eV 之间, 对应的转换效率在 55-57% 之间, 相比现有技术可以提高 7% 以上, 显著提升了太阳能电池的光电转换效率。

说明书

基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置及其制备方法

技术领域

本发明涉及一种太阳能电池，具体涉及基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，同时涉及其制备方法，属于太阳能电池材料领域。

背景技术

太阳能是地球上取之不尽、用之不竭的可再生、清洁能源，对太阳能的高效使用是目前研究机构、工业界等重点关注的核心课题之一，其中包括基于光电转换效应的太阳能电池装置及应用。量子点太阳能电池技术是现行太阳能电池研究的新一代技术。

基于半导体量子点的太阳能电池具有以下特征：量子点的尺寸在数个纳米尺度，常被称为“人造原子”，能带结构受到三维量子尺寸效应，能级不连续，且量子点的尺度直接决定能级特征；量子点内的电子运动空间局限于德布罗意波长的范围内，在三维势阱下，电子各个方向均量子化；量子点太阳能电池共振隧穿效应能提高对光生载流子的收集率，从而增大光电流；量子点太阳能电池存在碰撞离化效应，一个高能量光子可以激发两个或数个热电子的存在；嵌入致密的量子点阵列的叠层结构的太阳能电池可产生中间带，调控量子点的尺寸和形状，能够直接使太阳能电池的能级尽可能与太阳光谱相匹配。理论和实践表明，量子点太阳能电池有着很高的转换效率等优点。锗材料、硅材料的量子点由于材料无毒性、资源多，且完全与目前成熟的微电子工艺体系相兼容。对 Ge 量子点、Si 量子点的技术研究成为当前一大热点和难点。

现有基于量子点太阳能电池及制备方法已经成熟，申请号为 200910033256.1、201110199377.0 以及 201210195987.8 的中国专利分别公开了一种实现纳米硅量子点可控掺杂的方法、基于异质结结构的硅量子点太阳能电池及制备方法、多结异质量子点阵列及太阳能电池的制备方法。这些多层结构的量子点太阳能电池，结构简单，光谱响应宽，与现有的硅基微电子工艺兼容。其中，

201110199377.0 采用包含 Si 量子点的氮化硅薄膜、非晶硅薄膜构建异质结构的硅量子点太阳能电池，并阐释了制备方法；201210195987.8 采用 Ge 量子点层、Si 量子点层交错排列来设计多结异质量子点阵列的太阳能电池及制备方法。对于 Ge 晶体材料、Si 晶体材料由于晶格常数的存在差异，对应的太阳能装置中必然会引入应变效应。然而，应变效应及其在太阳能电池中的有效利用上述专利文献及目前可知的相关文献均未报道。

发明内容

本发明的目的在于：针对上述现有技术存在的不足之处，提出一种基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，同时给出其制备方法，从而通过借助外层 Si 薄膜层厚度调制内部 Ge 量子点的应变大小、进而调节量子点的禁带宽度，以提高量子点与太阳光谱的匹配度、提升太阳能电池的光电转换效率。

为了达到以上目的，本发明基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置基本技术方案为：包括在掺杂硅基衬底上生长的至少二层 Ge/Si 量子点结构层；所述 Ge/Si 量子点结构层由含有直径 2-7nm 的 Ge 量子点的 Si 薄膜层构成，最内层的 Si 薄膜层厚度为 2-4nm，外层 Si 薄膜层的厚度范围为在上一层厚度范围两端点分别递增 2nm；最外层的量子点结构层为填充量子点间隙的 SiO₂ 覆盖薄膜层覆盖，形成量子点阵列填充薄膜多层结构；所述覆盖薄膜层外生长有一层厚度 10-20nm 的硅掺杂层保护膜；所述硅掺杂层和硅基衬底外表面生长有电极。

本发明基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置制备方法包括如下步骤：

步骤一. 采用真空化学气相沉积法，在清洗后的掺杂硅基衬底上通入锗烷气体，在硅基衬底上生长 Ge 薄膜层；

步骤二. 控制 Ge 薄膜层厚度在 2-7nm，并原位退火；

步骤三. 在生长出 Ge 薄膜层的硅基衬底上通入硅烷气体，在 Ge 薄膜层上生长 Si 薄膜层；

步骤四. 第一次生长的最内层 Si 薄膜层厚度控制在 2-4nm，以后逐层递增，Si 薄膜层生成后原位退火；

步骤五. 冷却生长成由含有直径 2-7nm Ge 量子点的 Si 薄膜层构成的 Ge/Si 量子点结构层；

步骤六. 根据所需预定层数，重复步骤三、步骤四，最内层之外的 Si 薄膜层的厚度范围为在上一层厚度范围两端点分别递增 2nm；

步骤七. 达到预定层数后, 通入硅烷和氧气, 氧化生长一层填充量子点间隙的 SiO_2 覆盖薄膜层, 厚度控制在 2-4nm, 形成量子点阵列填充薄膜多层结构;

步骤八. 通入四氯化硅和氢气外延生长一层硅掺杂层作为保护膜, 厚度控制在 10-20nm, 掺杂类型与硅基衬底类型相反 (如果硅基衬底为 n 型, 则硅掺杂层为 p 型);

步骤九. 分别在硅掺杂层和硅基衬底外表面生长电极。

理论分析可知, 由于 Ge 量子点阵列分别由不同厚度的 Si 晶体薄膜覆盖, 并且 Si 薄膜厚度自内而外 (自下而上) 逐渐增厚, 因此相邻的 Ge/Si 量子点结构层晶格常数存在差异, 导致在其材料交界面处存在应变分布。对于相同尺寸的 Ge 量子点而言, Si 薄膜层越厚, 产生的应变分布越大; 反之, 产生的应变分布就小。而应变导致其内部量子点的晶格常数变小、相邻原子间的波函数交叠变大、相邻原子之间的波函数相互作用变强, 结果原本简并的能级因受到增强的相互作用, 而使新能级之间的间距变大, 即禁带宽度变大; 反之, 禁带宽度变小。因此, 应变分布的大小差异会造成对应量子点的禁带宽度变化。根据光子与禁带宽度的匹配关系式: $E_g = h\nu = h \cdot (c/\lambda)$ (式中 E_g 为禁带宽度, 单位电子福特 eV; h 为普朗克常数; ν 为光子频率, 单位赫兹 Hz; c 为光速常数; λ 光波长, 单位埃, 即 0.1nm) 可知, 当 Ge 量子点的禁带宽度变小时, 波长 λ 变大, 此时可吸收低能量范围的太阳光谱; 反之, Ge 量子点的禁带宽度变大时, 可吸收高能量范围的太阳光谱。

依据上述理论, 本发明 Ge 量子点阵列分别由不同厚度的 Si 晶体薄膜覆盖、且 Si 薄膜厚度自内而外逐渐增厚, 可以进一步有效拓宽太阳能电池对太阳光的光谱响应范围, 提高与太阳光谱的匹配度, 从而提升太阳能电池的光电转换效率。

本发明基于 Ge 量子点与 Si 薄膜层之间的晶格常数差异, 利用 Si 薄膜层厚度差异引起 Ge 量子点内应变的改变来调控太阳能电池的性能。Ge 量子点与 Si 薄膜层构建异质结构的叠层结构太阳能电池装置, 其原理机制完全不同于上述现有专利。

试验证明, 本发明的太阳能电池装置的能带范围拓展到 0.4-0.22eV 之间, 对应的转换效率在 55-57%之间, 相比现有技术可以提高 7%以上, 显著提升了太阳能电池的光电转换效率。并且 Shockley-Queissr 多结能带理论 (参见 201210195987.8) ——应变可以导致 Ge 量子点的禁带宽度变小, 使本发明具有理论依据。

本发明进一步的完善是,所述硅掺杂层的掺杂类型与硅基衬底的掺杂类型相反。

本发明又进一步的完善是,所述 Ge 量子点的阵列中,相邻两个量子点外径表面之间的距离控制在 4nm 之内。

本发明更进一步的完善是,所述 Si 薄膜层共有四层,第一层、第二层、第三层、第四层的厚度自下而上逐渐增厚,分别为 2-4nm、4-6nm、6-8nm、8-10nm。本发明的 Si 薄膜层厚度指先用 Si 材料填充 Ge 量子点之间的间隙后,在球形硅量子点顶部的 Si 薄膜层的厚度。

本发明还进一步的完善是,所述硅掺杂层和硅基衬底的掺杂密度相同。

本发明再进一步的完善是,所述硅掺杂层和硅基衬底外表面分别生长有透明导电薄膜,所述透明导电薄膜外生长有外部接触电极。

本发明不仅具有结构简单、光谱响应宽、转换效率高等显著优点,而且与现有的硅基微电子工艺兼容,便于量子点太阳能电池的产业化、商业化推广,同时为太阳能电池的性能优化提供了一种新思路。

附图说明

下面结合附图对本发明作进一步的说明。

图 1 是本发明一个实施例的结构示意图。

具体实施方式

本实施例基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置如图 1 所示,包括在掺杂硅基衬底 1 上生长的四层 Ge/Si 量子点结构层。硅基衬底 1 为 n 型或 p 型均可,厚度为正常硅基片厚度。Ge/Si 量子点结构层由含有直径 2-7nm 的 Ge 量子点 2 (即异质型量子点的芯层)的 Si 薄膜层 3 (即异质型量子点的壳层)构成,所有的 Ge 量子点直径大小一致,Ge 量子点的阵列中,量子点之间的距离保持在 4nm 之内。最内的第一层 Si 薄膜层厚度 (即先用 Si 材料填充 Ge 量子点之间的间隙后,在球形硅量子点顶部的 Si 薄膜层的厚度) 为 2-4nm、第二为 4-6nm、第三层为 6-8nm、第四层为 8-10nm,形成第一层、第二层、第三层、第四层厚度自下而上逐渐增厚结构。最外层的量子点结构层为填充量子点间隙的 SiO₂ 覆盖薄膜层 4 覆盖,形成量子点阵列填充薄膜多层结构。覆盖薄膜层 4 外生长有一层厚度 10-20nm 的硅掺杂层 5 保护膜,该硅掺杂层 5 的掺杂类型与硅基衬底的掺杂类型相反 (如果硅基衬底 1 为 n 型,则硅掺杂层 5 为 p 型,反之也可),从而满足典

型太阳能电池 P-I-N 结构。硅掺杂层 5 和硅基衬底 1 的掺杂密度相同。硅掺杂层 6 和硅基衬底 1 外表面分别生长透明导电薄膜 6，透明导电薄膜 6 的外表面分别生长有电极 7。

制备本实施例基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置包括如下步骤：

步骤一. 采用真空化学气相沉积法，在利用微电子工艺进行清洗后的掺杂硅基衬底上通入作为前驱物的锗烷气体，在硅基衬底上生长 Ge 薄膜层；通入锗烷 (GeH_4) 的流量为 1sccm-2sccm、压强为 0.4-0.6Pa、生长温度为 350-420℃；

步骤二. 通过反射式高能电子衍射装置 (RHEED) 精确定位控制 Ge 薄膜层的生长过程，控制 Ge 薄膜层厚度在 2-7nm，并原位退火；原位退火温度为 580--620℃；

步骤三. 在生长出 Ge 薄膜层的硅基衬底上通入硅烷气体，在 Ge 薄膜层上生长 Si 薄膜层；通入硅烷 (SiH_4) 流量为 1sccm-2sccm、压强为 0.4-0.6Pa、生长温度为 350-420℃)；

步骤四. 采用原子力显微镜观测其形貌及生长厚度，第一次生长的最内层 Si 薄膜层厚度控制在 2-4nm，以后逐层递增，Si 薄膜层生成后原位退火；原位退火温度为 580--620℃；

步骤五. 冷却生长成由含有直径 2-7nmGe 量子点的 Si 薄膜层构成的 Ge/Si 量子点结构层；

步骤六. 根据所需预定层数，重复步骤三、步骤四，最内层之外的 Si 薄膜层的厚度范围为在上一层厚度范围两端点分别递增 2nm；

步骤七. 达到预定层数后，通入硅烷和氧气，氧化生长一层填充量子点间隙的 SiO_2 覆盖薄膜层，厚度控制在 2-4nm，形成量子点阵列填充薄膜多层结构；硅烷和氧气比例空载为 1:2±0.5、流量为 10sccm-25sccm 之间、压强为 100-150Pa、生长温度为 400-480℃；

步骤八. 通入四氯化硅 (SiCl_4) 和氢气外延生长一层硅掺杂层作为保护膜，厚度控制在 10-20nm，掺杂类型与硅基衬底类型相反；四氯化硅和氢气比例空载为 1:2±0.5、流量为 10sccm-20sccm 之间、压强为 100-140Pa、生长温度为 950-1050℃；

步骤九. 分别在硅掺杂层和硅基衬底外表面生长氧化铟锡透明电极 (ITO)，之后再生长接触电极。

试验证明，本实施例的基于应变效应的异质结构量子点太阳能电池利用了 Ge、Si 晶体材料本身的晶格参数的差异，材料的选取完全兼容微电子工艺、太阳能电池的工艺要求，并且制备工艺简单、能够精确控制；不引入其他缺陷，优化了太阳能电池结构，提高了与太阳光谱的匹配度，显著提高了光电转换效率，在工程上可推广应用。

由于量子点通过自组装生长是常见的典型工艺之一。自组装生长的材料晶体缺陷少、制备工艺简便成熟。借助分子束外延（MBE）或金属有机化学汽相淀积（MOCVD）在二维平面上生长时，随着生长厚度的增加，应变的积累引起外延层转变为三维岛状，进而生成均匀的量子点阵列；对于异质结构的量子点，由于两种生长材料晶格常数的差异，应变存在积累，应变分布直接影响到量子点器件的能带特征。因此，本实施例利用异质结构的量子点中两种材料的应变效应及对量子点的能带特征影响，应用在量子点阵列的太阳能电池的设计中进而提升光电转换效率，为硅基太阳能性能进一步优化提供一种新的、切实可行的技术路径。

权利要求书

1. 一种基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，包括在掺杂硅基衬底上生长的至少二层 Ge/Si 量子点结构层；其特征在于：所述 Ge/Si 量子点结构层由含有直径 2-7nm 的 Ge 量子点的 Si 薄膜层构成，最内层的 Si 薄膜层厚度为 2-4nm，外层 Si 薄膜层的厚度范围为在上一层厚度范围两端点分别递增 2nm；最外层的量子点结构层为填充量子点间隙的 SiO₂ 覆盖薄膜层覆盖，形成量子点阵列填充薄膜多层结构；所述覆盖薄膜层外生长有一层厚度 10-20nm 的硅掺杂层保护膜，所述硅掺杂层的掺杂类型与硅基衬底的掺杂类型相反；所述硅掺杂层和硅基衬底外表面生长有电极。

2. 根据权利要求 1 所述基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，其特征在于：所述硅掺杂层的掺杂类型与硅基衬底的掺杂类型相反。

3. 根据权利要求 2 所述基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，其特征在于：所述 Ge 量子点的阵列中，相邻两个量子点外径表面之间的距离控制在 4nm 之内。

4. 根据权利要求 3 所述基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，其特征在于：所述 Si 薄膜层共有四层，第一层、第二层、第三层、第四层的厚度自下而上逐渐增厚，分别为 2-4nm、4-6nm、6-8nm、8-10nm。

5. 根据权利要求 4 所述基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，其特征在于：所述硅掺杂层和硅基衬底的掺杂密度相同。

6. 根据权利要求 5 所述基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置，其特征在于：所述硅掺杂层和硅基衬底外表面分别生长有透明导电薄膜，所述透明导电薄膜外生长有外部接触电极。

7. 根据权利要求 1 至 6 任一所述基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置的制备方法，其特征在于包括如下步骤：

步骤一. 采用真空化学气相沉积法，在清洗后的掺杂硅基衬底上通入锗烷气体，在硅基衬底上生长 Ge 薄膜层；

步骤二. 控制 Ge 薄膜层厚度在 2-7nm，并原位退火；

步骤三. 在生长出 Ge 薄膜层的硅基衬底上通入硅烷气体，在 Ge 薄膜层上生长 Si 薄膜层；

步骤四. 第一次生长的最内层 Si 薄膜层厚度控制在 2-4nm, 以后逐层递增, Si 薄膜层生成后原位退火;

步骤五. 冷却生长成由含有直径 2-7nmGe 量子点的 Si 薄膜层构成的 Ge/Si 量子点结构层;

步骤六. 根据所需预定层数, 重复步骤三、步骤四, 最内层之外的 Si 薄膜层的厚度范围为在上一层厚度范围两端点分别递增 2nm;

步骤七. 达到预定层数后, 通入硅烷和氧气, 氧化生长一层填充量子点间隙的 SiO₂ 覆盖薄膜层, 厚度控制在 2-4nm, 形成量子点阵列填充薄膜多层结构;

步骤八. 通入四氯化硅和氢气外延生长一层硅掺杂层作为保护膜, 厚度控制在 10-20nm, 掺杂类型与硅基衬底类型相反 (如果硅基衬底为 n 型, 则硅掺杂层为 p 型);

步骤九. 分别在硅掺杂层和硅基衬底外表面生长电极。

8. 根据权利要求 7 所述基于应变型异质结量子点的太阳能电池装置的制备方法, 其特征在于:

所述步骤一中, 通入锗烷的流量为 1sccm-2sccm、压强为 0.4-0.6Pa、生长温度为 350-420℃;

所述步骤二中, 原位退火温度为 580--620℃;

所述步骤三中, 通入硅烷流量为 1sccm-2sccm、压强为 0.4-0.6Pa、生长温度为 350-420℃);

所述步骤四中, 原位退火温度为 580--620℃;

所述步骤七中, 硅烷和氧气比例空载为 1:2±0.5、流量为 10sccm-25sccm 之间、压强为 100-150Pa、生长温度为 400-480℃;

所述步骤八中, 四氯化硅和氢气比例空载为 1:2±0.5、流量为 10sccm-20sccm 之间、压强为 100-140Pa、生长温度为 950-1050℃。

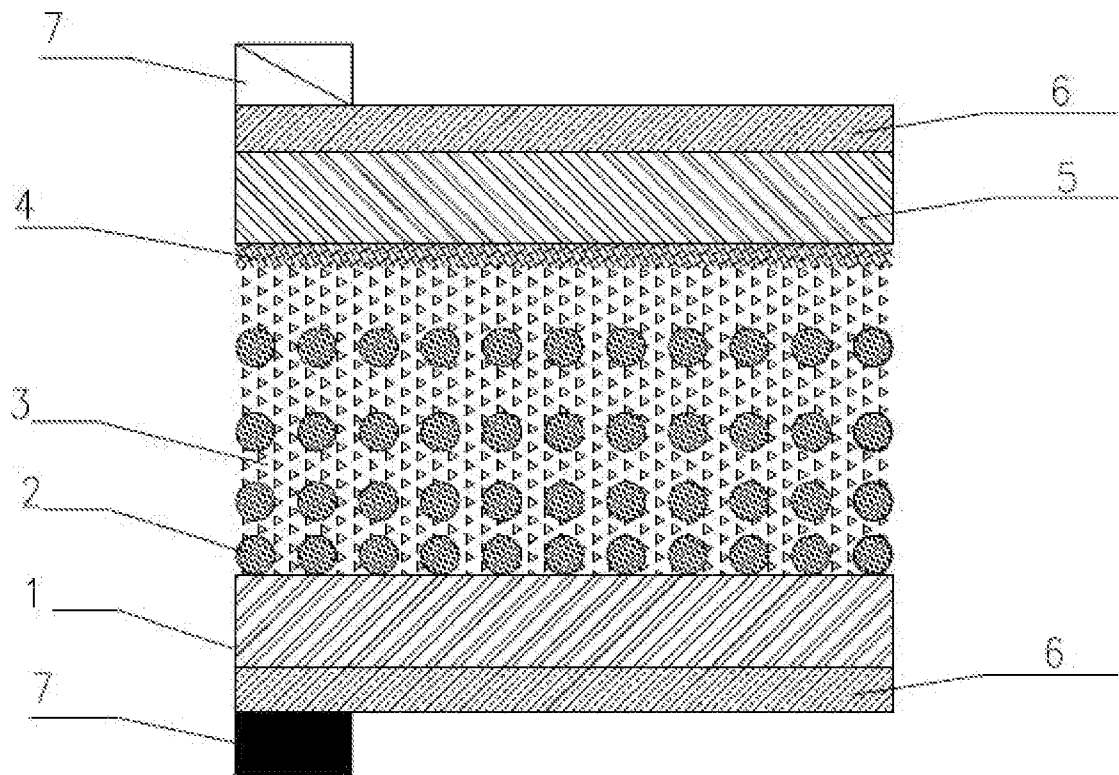


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/070818

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/0725 (2012.01) i; H01L 31/074 (2012.01) i; H01L 31/18 (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)

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)

WPI, EPODOC: solar cell, quantum dot, germanium, Ge, silicon, Si, thickness, layer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104091848 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA ET AL.) 08 October 2014 (08.10.2014) the whole document	1-8
PX	CN 204088347 U (STATE GRID CORPORATION OF CHINA ET AL.) 07 January 2015 (07.01.2015) the whole document	1-8
A	CN 103000742 A (UNIV NANJING) 27 March 2013 (27.03.2013) see description, paragraphs [0017]-[0112] and figure 1	1-8
A	CN 101950762 A (SHANGHAI SOLAR BATTERY RES & DEV CT) 19 January 2011 (19.01.2011) the whole document	1-8
A	CN 101378016 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 04 March 2009 (04.03.2009) the whole document	1-8
A	US 2009255580 A1 (DASGUPTA ET AL.) 15 October 2009 (15.10.2009) the whole document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 23 March 2015	Date of mailing of the international search report 03 April 2015
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer JIANG, Yujing Telephone No. (86-10) 62411559

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/070818

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104091848 A	08 October 2014	None	
CN 204088347 U	07 January 2015	None	
CN 103000742 A	27 March 2013	None	
CN 101950762 A	19 January 2011	None	
CN 101378016 A	04 March 2009	CN 101378016 B	08 December 2010
US 2009255580 A1	15 October 2009	WO 2009142677 A3	14 January 2010
		WO 2009142677 A2	26 November 2009
		US 8395042 B2	12 March 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/070818

A. 主题的分类

H01L 31/0725(2012.01)i; H01L 31/074(2012.01)i; H01L 31/18(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)

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))

CNPAT, CNKI: 太阳能电池, 量子点, 锗, Ge, 硅, Si, 厚度, 层 WPI, EPDOC :solar cell, quantum dot, germanium, Ge, silicon, Si, thickness, layer

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 104091848 A (国家电网公司等) 2014年 10月 8日 (2014 - 10 - 08) 全文	1-8
PX	CN 204088347 U (国家电网公司等) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 全文	1-8
A	CN 103000742 A (南京大学) 2013年 3月 27日 (2013 - 03 - 27) 说明书第17段至第112段, 图1	1-8
A	CN 101950762 A (上海太阳能电池研究与发展中心) 2011年 1月 19日 (2011 - 01 - 19) 全文	1-8
A	CN 101378016 A (中国科学院半导体研究所) 2009年 3月 4日 (2009 - 03 - 04) 全文	1-8
A	US 2009255580 A1 (DASGUPTA等) 2009年 10月 15日 (2009 - 10 - 15) 全文	1-8

☐ 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

2015年 3月 23日

国际检索报告邮寄日期

2015年 4月 3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)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

授权官员

蒋煜婧

电话号码 (86-10)62411559

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/070818

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	104091848	A	2014年 10月 8日	无			
CN	204088347	U	2015年 1月 7日	无			
CN	103000742	A	2013年 3月 27日	无			
CN	101950762	A	2011年 1月 19日	无			
CN	101378016	A	2009年 3月 4日	CN	101378016	B	2010年 12月 8日
US	2009255580	A1	2009年 10月 15日	WO	2009142677	A3	2010年 1月 14日
				WO	2009142677	A2	2009年 11月 26日
				US	8395042	B2	2013年 3月 12日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)