



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102270704 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 07

(21) 申请号 201110216366. 9

(22) 申请日 2011. 07. 29

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 王希军

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006. 01)

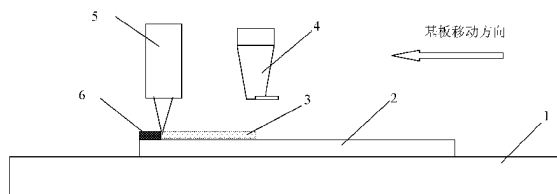
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

### (54) 发明名称

太阳能电池硅薄膜制备方法及实现该方法的装置

### (57) 摘要

本发明涉及一种太阳能电池硅薄膜制备方法及实现该方法的装置,该方法及装置通过高精度移动平台带动太阳能电池基板作匀速直线运动,使给粉装置送出的超细硅粉均匀覆于基板上;在基板移动过程中,利用高能线激光光束照射基板,使覆于基板表面的硅粉在经过高能线激光光束照射区域时熔融,移出光束区后通过再结晶过程,在基板表面形成硅薄膜。本发明采用高能线激光光束照射硅粉,使硅粉瞬间熔融,当硅粉移出光束区后在自然条件下再结晶得到硅薄膜。与传统的制造方法相比,工艺环节简单,污染小,减小了能耗,降低了劳动强度。



1. 一种太阳能电池硅薄膜制备方法,其特征在于:通过水平传动装置带动太阳能电池基板作匀速直线运动,使给粉装置送出的硅粉均匀覆于基板上;在基板移动过程中,利用高能线激光光束照射基板,使覆于基板表面的硅粉在经过高能线激光光束照射区域时熔融,移出光束区后通过再结晶过程,在基板表面形成硅薄膜。

2. 根据权利要求1所述的太阳能电池硅薄膜制备方法,其特征在于所述高能线激光光束由功率为1000~2000瓦,波长为1064nm的激光器经光束整形、准直和聚焦得到。

3. 根据权利要求2所述的太阳能电池硅薄膜制备方法,其特征在于所述给粉装置的送分量为40~50克/分钟,基板移动速度为480~600毫米/分钟,硅粉涂层宽50毫米;激光器功率为1000~2000瓦,波长为1064nm,高能线激光光束线宽为0.6~0.8毫米,长度与硅粉涂层的宽度相同。

4. 根据权利要求3所述的太阳能电池硅薄膜制备方法,其特征在于给粉装置的送分量为50克/分钟,基板移动速度为480毫米/分钟,硅粉涂层宽50毫米;激光器功率为1000瓦,波长为1064nm,高能线激光光束线宽为0.6mm,长度与硅粉涂层的宽度相同。

5. 根据权利要求3所述的太阳能电池硅薄膜制备方法,其特征在于给粉装置的送分量为40克/分钟,基板移动速度为500毫米/分钟,硅粉涂层宽50毫米;激光器功率为2000瓦,波长为1064nm,高能线激光光束线宽为0.8mm,长度与硅粉涂层的宽度相同。

6. 一种太阳能电池硅薄膜制备装置,其特征在于包括基板(2),水平传动装置(1),给粉装置(4),高能线激光光源(5);所述的基板(2)固定于水平传动装置(1)上,给粉装置(4)和高能线激光光源(5)位于基板(2)的上方;基板(2)在水平传动装置(1)的带动下作直线移动,使给粉装置(4)送出的硅粉均匀覆于基板(2)上;高能线激光光源(5)发出的线激光光束照射到基板(2)上,使覆于基板(2)表面的硅粉在经过高能线激光光束照射区域时熔融。

7. 根据权利要求6所述的太阳能电池硅薄膜制备装置,其特征在于所述给粉装置(4)包括恒压装置(45)、粉盒(41)及插板(43);所述粉盒(41)的上部通过气管(44)接恒压装置(45),粉盒(41)的下部开有长条形给粉孔(42),给粉孔(42)处安装可沿垂直于给粉孔长度方向移动的插板(43)。

8. 根据权利要求7所述的太阳能电池硅薄膜制备装置,其特征在于所述恒压装置(45)采用带有压力阀的气泵。

## 太阳能电池硅薄膜制备方法及实现该方法的装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能电池硅薄膜制备方法及实现该方法的装置。

### 背景技术

[0002] 太阳能电池是利用光电材料吸收光能后发生光电子转换反应,从而为我们提供电能。太阳能是人类取之不尽用之不竭的可再生能源,也是清洁能源,不产生任何的环境污染。在太阳能的有效利用当中,太阳能光电利用是近些年来发展最快,最具活力的研究领域,而太阳能电池是其中最受瞩目的研究项目之

[0003] 硅是理想的太阳能电池材料,这也是太阳能电池以硅材料为主的主要原因。

[0004] 薄膜硅太阳能电池主要有单晶硅、非晶硅和多晶硅薄膜太阳能电池。其中单晶硅太阳能电池转换效率最高,一般可达到 15%左右,最高的仅 24%。但是受单晶硅材料价格及繁琐的电池工艺影响,只是单晶硅成本价格居高不下。从制作成本上来讲,多晶硅太阳能电池比单晶硅太阳能电池要便宜一些,材料制造简便,节约电耗,总的生产成本较低。但是多晶硅太阳能电池光电转换效率比较低,其光电转换效率约 12%左右。非晶硅光电池一般采用高频辉光放电方法使硅烷气体分解沉积而成,易于大面积化,成本较低,小面积转换效率达到 14.6%,大面积大量生产转换效率为 8-10%。

[0005] 传统的多晶硅电池薄膜制备方法有:化学气相沉积法(包括低压化学气相沉积(LPCVD)和等离子增强化学气相沉积(PECVD))、液相外延法(LPPE)和溅射沉积法等。制备多晶硅薄膜的工艺流程一般是:首先,利用 LPCVD 等方法在衬底上沉积一层较薄的非晶硅层,再将这层非晶硅层退火,得到较大的晶粒;然后再通过再结晶技术(固相结晶法和中区熔再结晶法)在这层籽晶上沉积厚的多晶硅薄膜。可见,传统的制备方法工艺环节多而复杂,生产效率低,由于制备过程中使用了有毒的化学药品,污染大。

### 发明内容:

[0006] 本发明要解决的一个技术问题是提供一种工艺环节少、耗电少、污染小、操作人员劳动强度低、并且生产效率高的太阳能电池硅薄膜制备方法。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明的太阳能电池硅薄膜制备方法,其特征在于:通过水平传动装置带动太阳能电池基板作匀速直线运动,使给粉装置送出的硅粉均匀覆于基板上;在基板移动过程中,利用高能线激光光束照射基板,使覆于基板表面的硅粉在经过高能线激光光束照射区域时熔融,移出光束区后通过再结晶过程,在基板表面形成硅薄膜。

[0008] 本发明采用高能线激光光束照射硅粉,使硅粉瞬间熔融,当硅粉移出光束区后在自然条件下再结晶得到硅薄膜。与传统的制造方法相比,工艺环节简单,污染小,减小了能耗,降低了劳动强度。

[0009] 高能线激光光束的长度根据所需硅薄膜的尺寸确定,高能线激光光束功率、基板的移动速度、给粉装置的送粉量可通过实验确定。

[0010] 所述高能线激光光束由功率为 1000 ~ 2000 瓦,波长为 1064nm 的激光器经光束整

形、准直和聚焦得到。

[0011] 所述硅粉的粒度为  $3\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ 。

[0012] 本发明中,所述给粉装置的送分量为  $40 \sim 50$  克/分钟,基板移动速度为  $480 \sim 600$  毫米/分钟,制成宽 50 毫米的涂层;激光器功率为  $1000 \sim 2000$  瓦,波长为  $1064\text{nm}$ ,高能线激光光束线宽为  $0.6 \sim 0.8$  毫米,长度与硅粉涂层的宽度相同。

[0013] 在上述工艺条件下得到的硅粉厚度约  $0.5 \sim 0.8$  毫米,获得的硅粉加热温度为  $1400 \sim 1800$  度。硅粉熔融后再结晶得到的硅薄膜为单晶硅、多晶硅和非晶硅的混合物,其厚度为  $0.3 \sim 0.5$  毫米;硅薄膜中单晶硅占  $10 \sim 20\%$ 、多晶硅占  $30 \sim 50\%$ 、非晶硅占  $30 \sim 60\%$ ,光电转换效率可达  $12 \sim 18\%$ 。

[0014] 本发明要解决的另一个技术问题是提供一种太阳能电池硅薄膜制备装置。

[0015] 为了解决上述技术问题,本发明的太阳能电池硅薄膜制备装置包括基板,水平传动装置,给粉装置,高能线激光光源;所述的基板固定于水平传动装置上,给粉装置和高能线激光光源位于基板的上方;水平传动装置带动太阳能电池基板作匀速直线运动,使给粉装置送出的硅粉均匀覆于基板上;在基板移动过程中,利用高能线激光光源发出的线激光光束照射基板,使覆于基板表面的硅粉在经过高能线激光光束照射区域时熔融,移出光束区后通过再结晶过程,在基板表面形成硅薄膜。

[0016] 所述给粉装置包括恒压装置、粉盒及插板;所述粉盒的上部通过气管接恒压装置,粉盒的下部开有长条形给粉孔,给粉孔处安装可沿垂直于给粉孔长度方向移动的插板。

[0017] 所述恒压装置采用带有压力阀的气泵。

[0018] 所述给粉装置的送粉量可以通过插板进行粗调,通过压力阀进行微调。

[0019] 所述高能线激光光源由激光器、光束整形系统、准直系统和聚焦系统组成;激光器发出的激光光束经光束整形系统、准直系统和聚焦系统后变换为高能线激光光束。线激光光束能量集中、分布均匀,且功率可控。

[0020] 通过调节水平传动装置的传送速度、给粉装置的送分量可方便控制硅粉涂层的厚度。通过调节激光器的功率可调节硅粉的加热温度,通过调节水平传动装置的传送速度可调节硅粉的加热时间,从而得到单晶硅、多晶硅、非晶硅比例不同的硅薄膜。

[0021] 本发明的有益效果:

[0022] 1. 与传统的太阳能电池硅薄膜制造方法相比,工艺环节简单,污染小,从而减小了能耗和降低了劳动强度。

[0023] 2. 通过调节给粉装置的送粉量可方便的调节生成的硅薄膜厚度;调节激光光源的功率及传送速率即可对硅的熔融和再结晶的速度进行控制,从而对生成硅薄膜的晶态进行控制。

[0024] 3. 与制作工艺最简单的非晶硅电池相比较,可以简化制背电极和高温加热两道工序,其中高温加热是高耗能工艺。本发明节能效果明显。

## 附图说明

[0025] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0026] 图 1 为本发明的太阳能电池硅薄膜制备装置结构示意图。

[0027] 图 2 为硅粉涂层的俯视图。

[0028] 图 3 为给粉装置结构示意图。

[0029] 图 4 为高能线激光光源结构框图。

### 具体实施方式

[0030] 如图 1 所示,本发明的太阳能电池硅薄膜制备装置包括如图 1 所示,本发明的太阳能电池硅薄膜制备装置包括基板 2,水平传动装置 1,给粉装置 4,高能线激光光源 5;所述水平传动装置 1 采用高精度移动平台;所述的基板 2 固定于高精度移动平台上,给粉装置 4 和高能线激光光源 5 位于基板 2 的上方;水平传动装置 1 带动太阳能电池基板 2 作匀速直线运动,使给粉装置 4 送出的硅粉 3(粒度为  $3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ ) 均匀覆于基板 2 上;在基板 2 移动过程中,利用高能线激光光源 5 发出的线激光光束照射基板 2,使覆于基板 2 表面的硅粉 3 在经过高能线激光光束照射区域时熔融,移出光束区后通过再结晶过程,在基板 2 表面形成硅薄膜 6。

[0031] 如图 3 所示,所述给粉装置 4 包括恒压装置 45、粉盒 41 及插板 43;所述粉盒 41 的上部通过气管 44 接恒压装置 45,粉盒 41 的下部开有长条形给粉孔 42,给粉孔 42 处安装可沿垂直于给粉孔 42 长度方向移动的插板 43。

[0032] 所述恒压装置 45 采用带有压力阀的气泵。

[0033] 所述给粉装置 4 的送粉量可以通过插板 43 的移动进行粗调,通过压力阀进行微调。

[0034] 如图 4 所示,所述高能线激光光源 5 由激光器 51、光束整形系统 52、准直系统 53 和聚焦系统 54 组成;激光器 51 发出的激光光束经光束整形系统 52、准直系统 53 和聚焦系统 54 后变换为高能激光光束。线激光光束能量集中、分布均匀,且功率可控。

[0035] 通过调节高精度移动平台的传送速度、给粉装置 4 的送分量可方便控制硅粉 3 涂层的厚度。通过调节激光器 51 的功率可调节硅粉的加热温度,通过调节高精度移动平台的传送速度可调节硅粉的加热时间,从而得到单晶硅、多晶硅、非晶硅比例不同的硅薄膜 6。

[0036] 实施例 1

[0037] 给粉装置 4 的送分量为 50 克 / 分钟,基板 2 移动速度为 480 毫米 / 分钟,如图 2 所示,制成的涂层宽度  $L_1$  等于 50mm;激光器 51 的功率为 1000 瓦,波长为 1064nm,线激光光束的线宽  $L_2$  为 0.6mm、线激光光束的长度与硅粉涂层的宽度  $L_2$  相同。

[0038] 在上述工艺条件下得到的硅粉厚度约 0.8mm,获得的硅粉加热温度为 1500 度。硅粉熔融后再结晶得到的硅薄膜为单晶硅、多晶硅和非晶硅的混合物,其厚度为 0.5mm;硅薄膜中单晶硅占 20%、多晶硅占 50%、非晶硅占 30%,光电转换效率可达 18%。

[0039] 实施例 2

[0040] 给粉装置 4 的送分量为 50 克 / 分钟,基板 2 移动速度为 600 毫米 / 分钟,如图 2 所示,制成的涂层宽度  $L_1$  等于 50mm 的;激光器 51 的功率为 1000 瓦,波长为 1064nm,线激光光束的线宽  $L_2$  为 0.6mm、线激光光束的长度与硅粉涂层的宽度  $L_2$  相同。

[0041] 在上述工艺条件下得到的硅粉厚度约 0.5mm,获得的硅粉加热温度为 1450 度。硅粉熔融后再结晶得到的硅薄膜为单晶硅、多晶硅和非晶硅的混合物,其厚度为 0.3;硅薄膜中单晶硅占 10%、多晶硅占 30%、非晶硅占 60%,光电转换效率可达 12%。

[0042] 实施例 3

[0043] 给粉装置 4 的送分量为 50 克 / 分钟, 基板 2 移动速度为 550 毫米 / 分钟, 如图 2 所示, 制成的涂层宽度  $L_1$  等于 50mm 的; 激光器 51 的功率为 1000 瓦, 波长为 1064nm, 线激光光束的线宽  $L_2$  为 0.6mm、线激光光束的长度与硅粉涂层的宽度  $L_2$  相同。

[0044] 在上述工艺条件下得到的硅粉厚度约 0.8mm, 获得的硅粉加热温度为 1480 度。硅粉熔融后再结晶得到的硅薄膜为单晶硅、多晶硅和非晶硅的混合物, 其厚度为 0.5mm; 硅薄膜中单晶硅占 12%、多晶硅占 30%、非晶硅占 58%, 光电转换效率可达 13%。

[0045] 实施例 4

[0046] 给粉装置 4 的送分量为 40 克 / 分钟, 基板 2 移动速度为 500 毫米 / 分钟, 如图 2 所示, 制成的涂层宽度  $L_1$  等于 50mm 的; 激光器 51 的功率为 2000 瓦, 波长为 1064nm, 线激光光束的线宽  $L_2$  为 0.8mm、线激光光束的长度与硅粉涂层的宽度  $L_2$  相同。

[0047] 在上述工艺条件下得到的硅粉厚度约 0.7mm, 获得的硅粉加热温度为 1800 度。硅粉熔融后再结晶得到的硅薄膜为单晶硅、多晶硅和非晶硅的混合物, 其厚度为 0.4mm; 硅薄膜中单晶硅占 15%、多晶硅占 30%、非晶硅占 55%, 光电转换效率可达 15%。

[0048] 实施例 5

[0049] 给粉装置 4 的送分量为 50 克 / 分钟, 基板 2 移动速度为 550 毫米 / 分钟, 如图 2 所示, 制成的涂层宽度  $L_1$  等于 50mm 的; 激光器 51 的功率为 2000 瓦, 波长为 1064nm, 线激光光束的线宽  $L_2$  为 0.8mm、线激光光束的长度与硅粉涂层的宽度  $L_2$  相同。

[0050] 在上述工艺条件下得到的硅粉厚度约 0.8mm, 获得的硅粉加热温度为 1720 度。硅粉熔融后再结晶得到的硅薄膜为单晶硅、多晶硅和非晶硅的混合物, 其厚度为 0.5mm; 硅薄膜中单晶硅占 13%、多晶硅占 27%、非晶硅占 60%, 光电转换效率可达 13%。

[0051] 实施例 6

[0052] 给粉装置 4 的送分量为 50 克 / 分钟, 基板 2 移动速度为 600 毫米 / 分钟, 如图 2 所示, 制成的涂层宽度  $L_1$  等于 50mm 的; 激光器 51 的功率为 2000 瓦, 波长为 1064nm, 线激光光束的线宽  $L_2$  为 0.8mm、线激光光束的长度与硅粉涂层的宽度  $L_2$  相同。

[0053] 在上述工艺条件下得到的硅粉厚度约 0.7mm, 获得的硅粉加热温度为 1650 度。硅粉熔融后再结晶得到的硅薄膜为单晶硅、多晶硅和非晶硅的混合物, 其厚度为 0.4mm; 硅薄膜中单晶硅占 12%、多晶硅占 28%、非晶硅占 60%, 光电转换效率可达 13%。

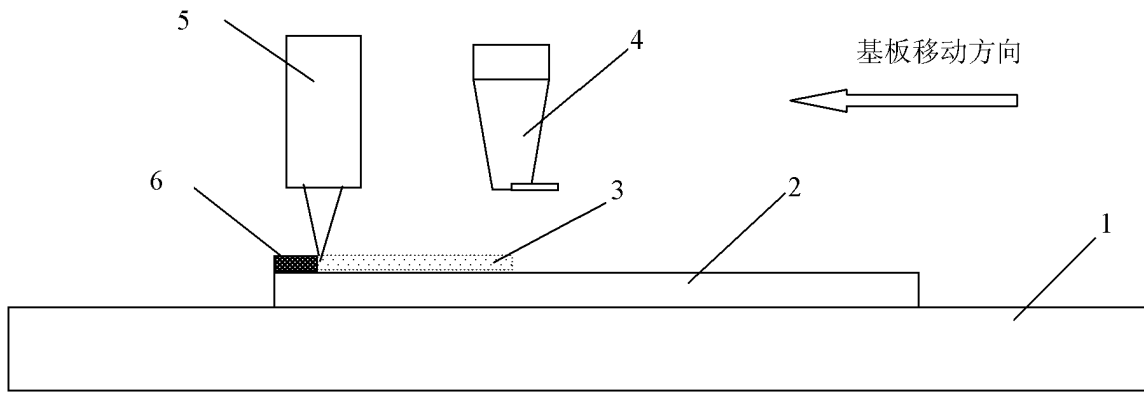


图 1

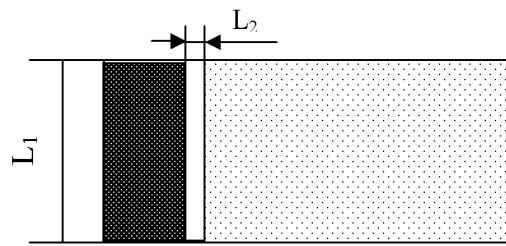


图 2

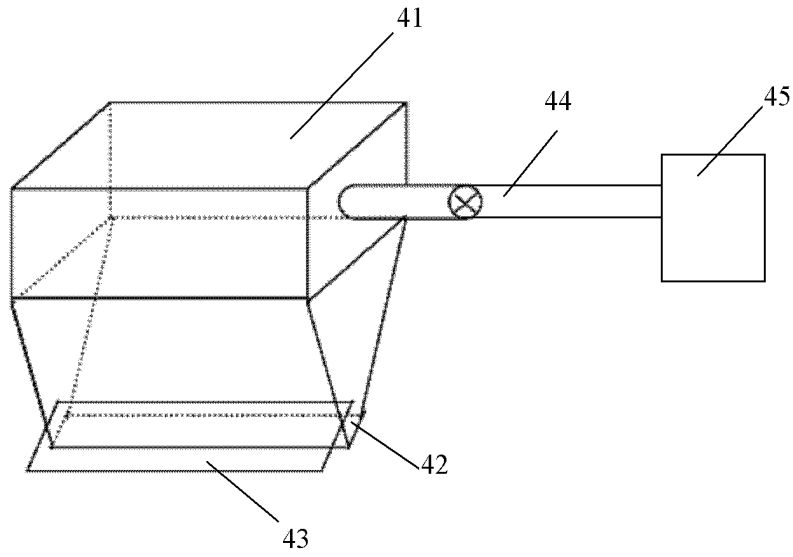


图 3

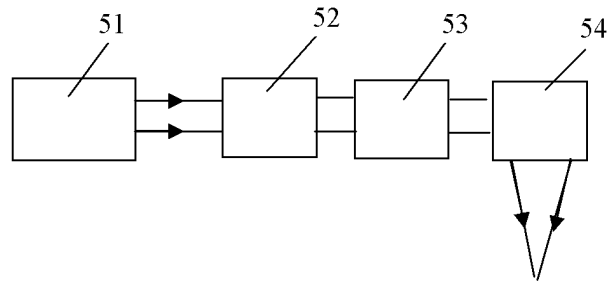


图 4