



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102201481 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 28

(21) 申请号 201110151204. 1

(22) 申请日 2011. 06. 07

(71) 申请人 合肥海润光伏科技有限公司

地址 230001 安徽省合肥市新站区工业园东
方大道与大禹路交叉口

(72) 发明人 高艳涛 邢国强 张斌 陶龙忠
沙泉 李晓强

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

H01L 31/072(2006. 01)

H01L 31/18(2006. 01)

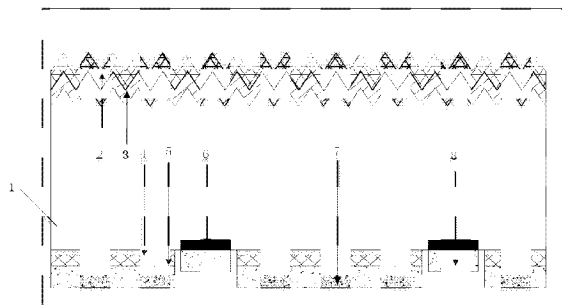
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池及制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池,其中 N 型硅衬底前表面覆有三氧化二铝薄膜,三氧化二铝层薄膜上覆有氮化硅薄膜;所述 N 型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和 P 型非晶硅,本征非晶硅和 P 型非晶硅上设有凹槽,凹槽底部为 N 型重掺杂区,凹槽内设有电极负极;P 型非晶硅背表面设有电池的正极。本发明还公开了上述电池的制备方法。本发明中利用激光掺杂和 PECVD 沉积非晶硅,使得整个过程没有高温扩散过程,最大限度的保留了硅衬底的少数载流子寿命,降低了高温过程对 N 型硅衬底的损伤;同时 IBC 结构的电池使得电池片充分利用太阳光谱,最大限度的提高电池的短路电流密度;没有 P 型重掺区,使得太阳电池的稳定性提高。



1. 一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池,其特征在于:它包括:N 型硅衬底(1)、氮化硅薄膜(2)、三氧化二铝薄膜(3)、本征非晶硅(4)、P 型非晶硅(5)、N 型重掺杂区(6)、电池的正极(7)、电池的负极(8);所述 N 型硅衬底(1) 前表面覆有三氧化二铝薄膜(3),三氧化二铝层薄膜(3) 上覆有氮化硅薄膜(2);所述 N 型硅衬底(1) 的背表面沉积本征非晶硅(4) 和 P 型非晶硅(5),本征非晶硅(4) 和 P 型非晶硅(5) 上设有凹槽,凹槽底部为 N 型重掺杂区(6),凹槽内设有电极负极(8);P 型非晶硅(5) 背表面设有电池的正极(7)。

2. 根据权利要求 1 所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,其特征在于:该方法的具体步骤如下:

(a) 选择 N 型硅衬底,且 N 型硅衬底的电阻率在 $0.3 \Omega \text{ cm}$ 到 $6 \Omega \text{ cm}$ 之间,少子寿命大于 300us;

(b) 对 N 型硅衬底表面绒面化并进行化学清洗;

(c) 在 N 型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和 P 型非晶硅;

(d) 制备 N 型重掺杂区;

(e) 在 N 型硅衬底的前表面制备三氧化二铝薄膜;

(f) 在三氧化二铝薄膜的前表面制备氮化硅薄膜;

(g) 制作电池的正极和负极;

(h) 退火。

3. 根据权利要求 2 所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(d) 制备 N 型重掺杂区的方法为:

(d11) 开槽:采用激光开槽,或印刷腐蚀浆料开槽;

激光开槽的方法为:采用 355nm 的 UV 激光在 N 型硅衬底的背表面开槽,去除本征非晶硅和 P 型非晶硅,开槽的宽度在 100nm 到 300nm;

印刷腐蚀浆料开槽的方法为:把腐蚀浆料印刷到开槽的位置,去除本征非晶硅和 P 型非晶硅,开槽的宽度在 100nm 到 300nm;开槽后用纯水把浆料洗掉;

(d12) 喷磷源:采用喷洒的方式在 N 型硅衬底表面涂上一层浓度为 5% 到 10% 磷酸;

(d13) 激光掺杂:用 355nm 的 UV 激光在开槽处激光掺杂。

4. 根据权利要求 2 所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(d) 制备 N 型重掺杂区的方法为:

(d21) 喷磷源:采用喷洒的方式在 N 型硅衬底表面涂上一层浓度为 5% 到 10% 磷酸;

(d22) 开槽、激光掺杂:采用 355nm 的 UV 激光在对本征非晶硅和 P 型非晶硅开槽的同时掺杂;掺杂的宽度在 100nm 到 300nm。

5. 根据权利要求 2 所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(c) 在 N 型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和 P 型非晶硅的方法为:

在 $180^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 的温度下生长 10nm ~ 20nm 的本征非晶硅,制备非晶硅的气体是 SiH_4 和 H_2 , SiH_4 和 H_2 的比例为 1:10 ~ 1:1,然后在 $180^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 的温度下生长 10nm ~ 25nm 的 P 型非晶硅,制备 P 型非晶硅气体为 SiH_4 、 H_2 和 TMB ($\text{B}(\text{CH}_3)_3$); SiH_4 和 H_2 的比例为 1:10 ~ 1:200, SiH_4 和 TMB 的比例为 1:1 ~ 1:4。

6. 根据权利要求 2 所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(e) 在 N 型硅衬底的前表面制备三氧化二铝薄膜的方法为:

在 400℃ 的温度下,原子层 ALD 沉积 30nm 的三氧化二铝薄膜,ALD 所用的源可以是 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 和 H_2O ,或者 O_3 ,或者 AlCl_3 和 H_2O ;三氧化二铝薄膜所带的负电荷是在 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 到 $3 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ 。

7. 根据权利要求 2 所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(f)制备氮化硅薄膜的方法为:采用等离子化学气相沉积的方法制备 73nm 到 79nm 厚的氮化硅薄膜;所用的源是: $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, 或者 SiH_4 和 N_2O 。

8. 根据权利要求 2 所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(h)退火是指电池在 150℃ 到 220℃ 的气氛中退火 30 分钟到 60 分钟。

一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及晶体硅太阳能电池制造领域,具体为一种新型 IBC (Interdigitated back-contacted) 结构 N 型硅异质结电池及制备方法。

背景技术

[0002] 在能源短缺、环境污染问题日益突出的背景下,发展可再生能源已成为全球的重大课题,利用太阳能则是发展可再生能源的一个重点方向,世界光伏市场在过去十年一直保持着年均 30% 以上的高速增长,2009 年增幅更是达到惊人的 152.8%。产量由 2008 年的 7.91GW 增至 2009 年的近 20GW。与国外先进电池制备技术相比,我国晶硅太阳电池制备技术还是相对落后,基本流程由在 P 型 N 型硅衬底上以制绒、扩散、刻蚀、沉积减反膜、丝网印刷方法制造太阳电池。

[0003] 然而 P 型晶硅电池受氧的影响会出现性能上的衰退。而 N 型电池硼含量少,性能的稳定性和寿命高于 P 型晶硅电池。同时由于 N 型电池的少子寿命更高,这对于制备更高效的太阳电池奠定了基础。

[0004] 目前,现有的 N 型晶硅太阳电池主要为前发射极 N 型电池,主要是通过 N 型衬底上通过表面硼扩散的方法制备 PN 结,然后通过丝网印刷,蒸镀等方法制备前电极。但是此种 N 型晶硅电池前表面的磷原子在紫外光的作用下,仍然可以和衬底中的氧形成硼氧键,在长时间的紫外光照射下,电池仍有衰退现象,因此不利于太阳电池效率的提升。同时此传统电池的有栅极的遮挡,并且在 900 度左右的高温硼扩散过程,降低了 N 型硅衬底的少子寿命,使得电池效率的进一步提高受到限制。

发明内容

[0005] 发明目的:为了解决现有技术中的问题,本发明提供了一种结构合理,工艺简单,光电转换率较高的 IBC 结构的 N 型异质结电池及其制造方法。

[0006] 技术方案:为了实现上述目的,本发明所述的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池,它包括:N 型硅衬底、氮化硅薄膜、三氧化二铝薄膜、本征非晶硅、P 型非晶硅、N 型重掺杂区、电池的正极、电池的负极;所述 N 型硅衬底前表面覆有三氧化二铝薄膜,三氧化二铝层薄膜上覆有氮化硅薄膜;所述 N 型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和 P 型非晶硅,本征非晶硅和 P 型非晶硅上设有凹槽,凹槽底部为 N 型重掺杂区,凹槽内设有电极负极;P 型非晶硅背表面设有电池的正极。

[0007] 本发明还公开了一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法,该方法的具体步骤如下:

(a) 选择 N 型硅衬底,且 N 型硅衬底的电阻率在 $0.3 \Omega \cdot \text{cm}$ 到 $6 \Omega \cdot \text{cm}$ 之间,少子寿命大于 300us;

(b) 对 N 型硅衬底表面绒面化并进行化学清洗;

(c) 在 N 型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和 P 型非晶硅;

- (d) 制备 N 型重掺杂区；
- (e) 在 N 型硅衬底的前表面制备三氧化二铝薄膜；
- (f) 在三氧化二铝薄膜的前表面制备氮化硅薄膜；
- (g) 制作电池的正极和负极；
- (h) 退火。

[0008]

本发明中所述(b)对 N 型硅衬底表面绒面化并进行化学清洗的方法为：对于 N 型硅衬底，采用氢氧化钠或氢氧化钾溶液在衬底的表面制备出金字塔形状的陷光结构，氢氧化钠或氢氧化钾溶液的浓度范围为 0.5% ~ 2.5%；随后用盐酸和氢氟酸混合溶液进行清洗；盐酸：氢氟酸配比为 1:2 ~ 1:3；盐酸和氢氟酸混合溶液的浓度为 0.8% ~ 1.2%。

[0009] 表面绒面化的目的是形成由金字塔形状的绒面，增加太阳光在表面的折射次数，增加光线在硅衬底中的光程，提高太阳光的利用率。

[0010] 化学清洗的目的是去除表面的杂质，为后续的扩散准备。

[0011] 本发明中所述步骤(d)制备 N 型重掺杂区的方法为：

- (d11) 开槽：采用激光开槽，或印刷腐蚀浆料开槽；
- (d12) 喷磷源：采用喷洒的方式在 N 型硅衬底表面涂上一层浓度为 5% 到 10% 磷酸；
- (d13) 激光掺杂：用 355nm 的 UV 激光在开槽处激光掺杂；

(d11)中，激光开槽的方法为：采用 355nm 的 UV 激光在 N 型硅衬底的背表面开槽，去除本征非晶硅和 P 型非晶硅，开槽的宽度在 100nm 到 300nm；

(d11)中，印刷腐蚀浆料开槽的方法为：把腐蚀浆料印刷到开槽的位置，去除本征非晶硅和 P 型非晶硅，开槽的宽度在 100nm 到 300nm；开槽后用纯水把浆料洗掉；

磷源的主要作用是为重掺杂 N 型区提供杂质源，激光掺杂是在开槽的区域形成 N 型重掺杂区。

[0012] 本发明中所述步骤(d)制备 N 型重掺杂区的方法还可采用如下方法：

- (d21) 喷磷源：采用喷洒的方式在 N 型硅衬底表面涂上一层浓度为 5% 到 10% 磷酸；

(d22) 开槽、激光掺杂：采用 355nm 的 UV 激光在对本征非晶硅和 P 型非晶硅开槽的同时掺杂；掺杂的宽度在 100nm 到 300nm。

[0013] 磷源的主要作用是为重掺杂 N 型区提供杂质源，激光掺杂是在开槽的区域形成 N 型重掺杂区。

[0014] 本发明中所述步骤(c)在 N 型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和 P 型非晶硅的方法为：

在 180°C ~ 250°C 的温度下生长 10nm ~ 20nm 的本征非晶硅，制备非晶硅的气体是 SiH₄ 和 H₂，SiH₄ 和 H₂ 的比例为 1:10 ~ 1:1，然后在 180°C ~ 250°C 的温度下生长 10nm ~ 25nm 的 P 型非晶硅，制备 P 型非晶硅气体为 SiH₄、H₂ 和 TMB (B(CH₃)₃)；SiH₄ 和 H₂ 的比例为 1:10 ~ 1:200，SiH₄ 和 TMB 的比例为 1:1 ~ 1:4。

[0015] 本征非晶硅主要起钝化的作用，P 型的非晶硅和本征非晶硅同单晶硅衬底形成异质结。

[0016] 本发明中所述步骤(e)在 N 型硅衬底的前表面制备三氧化二铝薄膜的方法为：

在 400°C 的温度下，原子层 ALD 沉积 30nm 的三氧化二铝薄膜，ALD 所用的源可以是

$\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 和 H_2O , 或者 O_3 , 或者 AlCl_3 和 H_2O ; 三氧化二铝薄膜所带的负电荷是在 $1 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ 到 $3 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ 。

[0017] 三氧化二铝薄膜主要除起到钝化作用; 再则因为三氧化二铝薄膜带负电荷而在前表面诱导出发射极。

[0018] 本发明中所述步骤(f) 制备氮化硅薄膜的方法为: 采用等离子化学气相沉积的方法制备 73nm 到 79nm 厚的氮化硅薄膜; 所用的源是: $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, 或者 SiH_4 和 N_2O ; 氮化硅薄膜的主要作用是电池的减反射层, 同时起到钝化作用。

[0019] 本发明中所述(g) 制作电池的正极和负极的制作方法为: 采用蒸镀或丝网印刷的方法在电池的背面做 Ag 电极; 电极的厚度为 0.2um 到 1um; 本发明中电池的正极和负极全部在电池的背面, 主要在电池中起收集电流的作用。

[0020] 本发明中所述步骤(h) 退火是指电池在 150°C 到 220°C 的气氛中退火 30 分钟到 60 分钟。

[0021] 有益效果: 本发明与现有技术相比具有如下优点: 本发明中利用激光掺杂和 PECVD 沉积非晶硅, 使得整个过程没有高温扩散过程, 最大限度的保留了硅衬底的少数载流子寿命, 降低了高温过程对 N 型硅衬底的损伤; 同时 IBC 结构的电池使得电池片充分利用太阳光谱, 最大限度的提高电池的短路电流密度, 为更高效的太阳电池提供了发展空间; 没有 P 型重掺杂区, 使得太阳电池的稳定性提高。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明所述电池的结构剖视图。

[0023] 图 2 为本发明实施例 1 和 2 的制备方法流程图。

[0024] 图 3 为本发明实施例 3 的制备方法流程图。

具体实施方式

[0025] 下面结合具体实施例, 进一步阐明本发明, 应理解这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围, 在阅读了本发明之后, 本领域技术人员对本发明的各种等价形式的修改均落于本申请所附权利要求所限定。

[0026] 实施例 1

如图 1 所示的一种新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池, 包括: N 型硅衬底 1、氮化硅薄膜 2、三氧化二铝薄膜 3、本征非晶硅 4、P 型非晶硅 5、N 型重掺杂区 6、电池的正极 7、电池的负极 8; 所述 N 型硅衬底 1 前表面覆有三氧化二铝薄膜 3, 三氧化二铝层薄膜 3 上覆有氮化硅薄膜 2; 所述 N 型硅衬底 1 的背表面沉积本征非晶硅 4 和 P 型非晶硅 5, 本征非晶硅 4 和 P 型非晶硅 5 上设有凹槽, 凹槽底部为 N 型重掺杂区 6, 凹槽内设有电极负极 8; P 型非晶硅 5 背表面设有电池的正极 7。

[0027] 上述新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法如下:

(a) 选择 N 型硅衬底, 且 N 型硅衬底的电阻率在 $6 \Omega \cdot \text{cm}$, 少子寿命大于 300us;

(b) 采用氢氧化钾溶液对 N 型单晶硅衬底表面绒面化, 在 N 型硅衬底的表面制备出金字塔形状的陷光结构, 并用盐酸和氢氟酸的混合溶液进行化学清洗; 氢氧化钾溶液的浓度范围为 2.5%; 盐酸和氢氟酸混合溶液中, 盐酸: 氢氟酸配比为 1:2.5; 盐酸和氢氟酸混合溶液

的浓度为 1.1%；

(c)在N型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和P型非晶硅；在250℃的温度下生长20nm的本征非晶硅，制备非晶硅的气体是SiH₄和H₂，SiH₄和H₂的比例为1:1，然后在250℃的温度下生长10nm的P型非晶硅，制备P型非晶硅气体为SiH₄、H₂和TMB（B(CH₃)₃）；SiH₄和H₂的比例为1:10，SiH₄和TMB的比例为1:1；

(d)制备N型重掺杂区；

(d11)开槽：采用激光开槽，采用355nm的UV激光在N型硅衬底的背表面开槽，去除本征非晶硅和P型非晶硅，开槽的宽度在220nm；

(d12)喷磷源：采用喷洒的方式在N型硅衬底表面涂上一层浓度为7%磷酸；

(d13)激光掺杂：用355nm的UV激光在开槽处激光掺杂；在开槽的区域形成N型重掺杂区；

(e)在N型硅衬底的前表面制备三氧化二铝薄膜；

在400℃的温度下，原子层ALD沉积30nm的三氧化二铝薄膜，ALD所用的源可以是Al(CH₃)₃和H₂O，三氧化二铝薄膜所带的负电荷是在 $3 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ ；

(f)在三氧化二铝薄膜的前表面制备氮化硅薄膜；

采用等离子化学气相沉积的方法制备79nm厚的氮化硅薄膜；所用的源是：SiH₄和N₂O；

(g)制作电池的正极和负极；采用蒸镀方法在电池的背面做Ag电极；电极的厚度为0.2μm；

(h)退火：在220℃的气氛中退火60分钟。

[0028] 实施例2

新型IBC结构N型硅异质结电池的结构同实施例1；

实施例2中新型IBC结构N型硅异质结电池的制备方法如下：

(a)选择N型硅衬底，且N型硅衬底的电阻率在 $5 \Omega \cdot \text{cm}$ ；

(b)采用氢氧化钾溶液对N型单晶硅衬底表面绒面化，在N型硅衬底的表面制备出金字塔形状的陷光结构，并用盐酸和氢氟酸的混合溶液进行化学清洗；氢氧化钾溶液的浓度为1.5%；盐酸和氢氟酸混合溶液中，盐酸：氢氟酸配比为1:2；盐酸和氢氟酸混合溶液的浓度为0.9%；

(c)在N型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和P型非晶硅；在200℃的温度下生长12nm的本征非晶硅，制备非晶硅的气体是SiH₄和H₂，SiH₄和H₂的比例为1:5，然后在220℃的温度下生长20nm的P型非晶硅，制备P型非晶硅气体为SiH₄、H₂和TMB（B(CH₃)₃）；SiH₄和H₂的比例为1:50，SiH₄和TMB的比例为1:2；

(d)制备N型重掺杂区；

(d11)开槽：印刷腐蚀浆料开槽，把腐蚀浆料印刷到开槽的位置，去除本征非晶硅和P型非晶硅，开槽的宽度在180nm；开槽后用纯水把浆料洗掉；

(d12)喷磷源：采用喷洒的方式在N型硅衬底表面涂上一层浓度为5%磷酸；

(d13)激光掺杂：用355nm的UV激光在开槽处激光掺杂；在开槽的区域形成N型重掺杂区；

(e)在N型硅衬底的前表面制备三氧化二铝薄膜；

在400℃的温度下，原子层ALD沉积30nm的三氧化二铝薄膜，ALD所用的源可以是O₃；

三氧化二铝薄膜所带的负电荷是在 $5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$;

(f) 在三氧化二铝薄膜的前表面制备氮化硅薄膜 ;

采用等离子化学气相沉积的方法制备 73nm 厚的氮化硅薄膜 ;所用的源是 : SiH_4 和 N_2O

;

(g) 制作电池的正极和负极 ;采用丝网印刷的方法在电池的背面做 Ag 电极 ;电极的厚度为 0.7 μm ;

(h) 退火 :在 200 $^\circ\text{C}$ 的气氛中退火 40 分钟。

[0029] 实施例 3

新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的结构同实施例 1 ;

实施例 3 中新型 IBC 结构 N 型硅异质结电池的制备方法如下 :

(a) 选择 N 型硅衬底,且 N 型硅衬底的电阻率在 0.3 $\Omega \cdot \text{cm}$;

(b) 采用氢氧化钾溶液对 N 型单晶硅衬底表面绒面化,在 N 型硅衬底的表面制备出金字塔形状的陷光结构,并用盐酸和氢氟酸的混合溶液进行化学清洗 ;氢氧化钾溶液的浓度为 0.5% ;盐酸和氢氟酸混合溶液中,盐酸 :氢氟酸配比为 1:3 ;盐酸和氢氟酸混合溶液的浓度为 0.8% ;

(c) 在 N 型硅衬底的背表面沉积本征非晶硅和 P 型非晶硅 ;在 180 $^\circ\text{C}$ 的温度下生长 15nm 的本征非晶硅,制备非晶硅的气体是 SiH_4 和 H_2 , SiH_4 和 H_2 的比例为 1:1,然后在 180 $^\circ\text{C}$ 的温度下生长 10nm 的 P 型非晶硅,制备 P 型非晶硅气体为 SiH_4 、 H_2 和 TMB ($\text{B}(\text{CH}_3)_3$); SiH_4 和 H_2 的比例为 1:60, SiH_4 和 TMB 的比例为 1:4 ;

(d) 制备 N 型重掺杂区 ;

(d21) 喷磷源 ;采用喷洒的方式在 N 型硅衬底表面涂上一层浓度为 10% 磷酸 ;

(d22) 开槽、激光掺杂 :采用 355nm 的 UV 激光在对本征非晶硅和 P 型非晶硅开槽的同时掺杂 ;掺杂的宽度在 100nm ;

(e) 在 N 型硅衬底的前表面制备三氧化二铝薄膜 ;

在 400 $^\circ\text{C}$ 的温度下,原子层 ALD 沉积 30nm 的三氧化二铝薄膜,ALD 所用的源可以是 AlCl_3 和 H_2O ;三氧化二铝薄膜所带的负电荷是在 $2 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$;

(f) 在三氧化二铝薄膜的前表面制备氮化硅薄膜 ;

采用等离子化学气相沉积的方法制备 77nm 厚的氮化硅薄膜 ;所用的源是 : SiH_4 和 N_2O ;

(g) 制作电池的正极和负极 ;采用丝网印刷的方法在电池的背面做 Ag 电极 ;电极的厚度为 1 μm ;

(h) 退火 :在 190 $^\circ\text{C}$ 的气氛中退火 30 分钟。

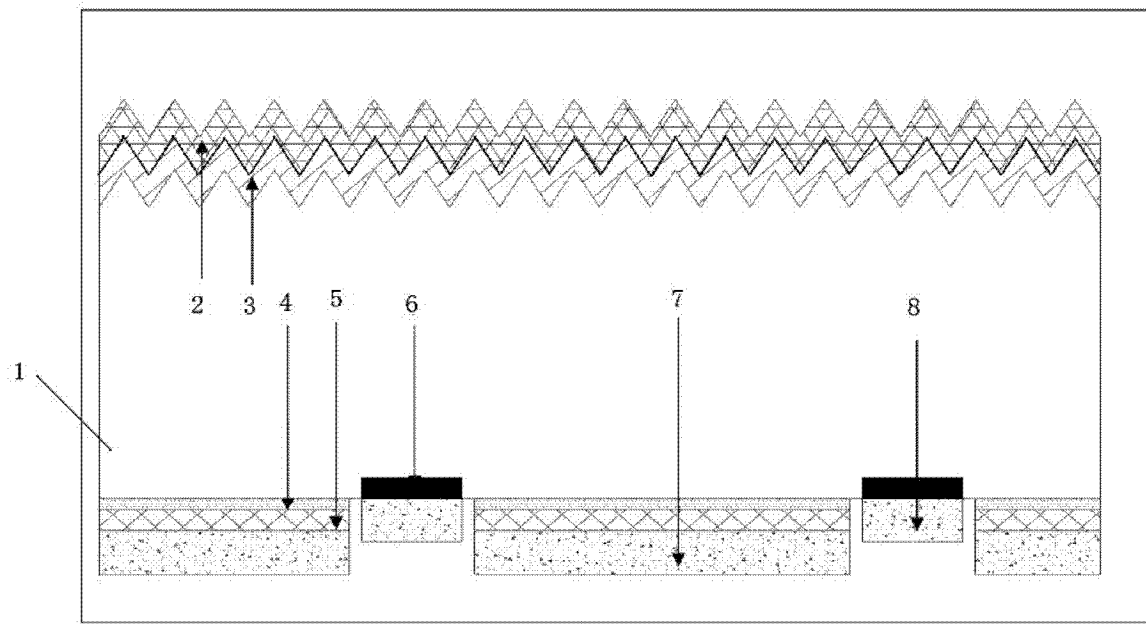


图 1

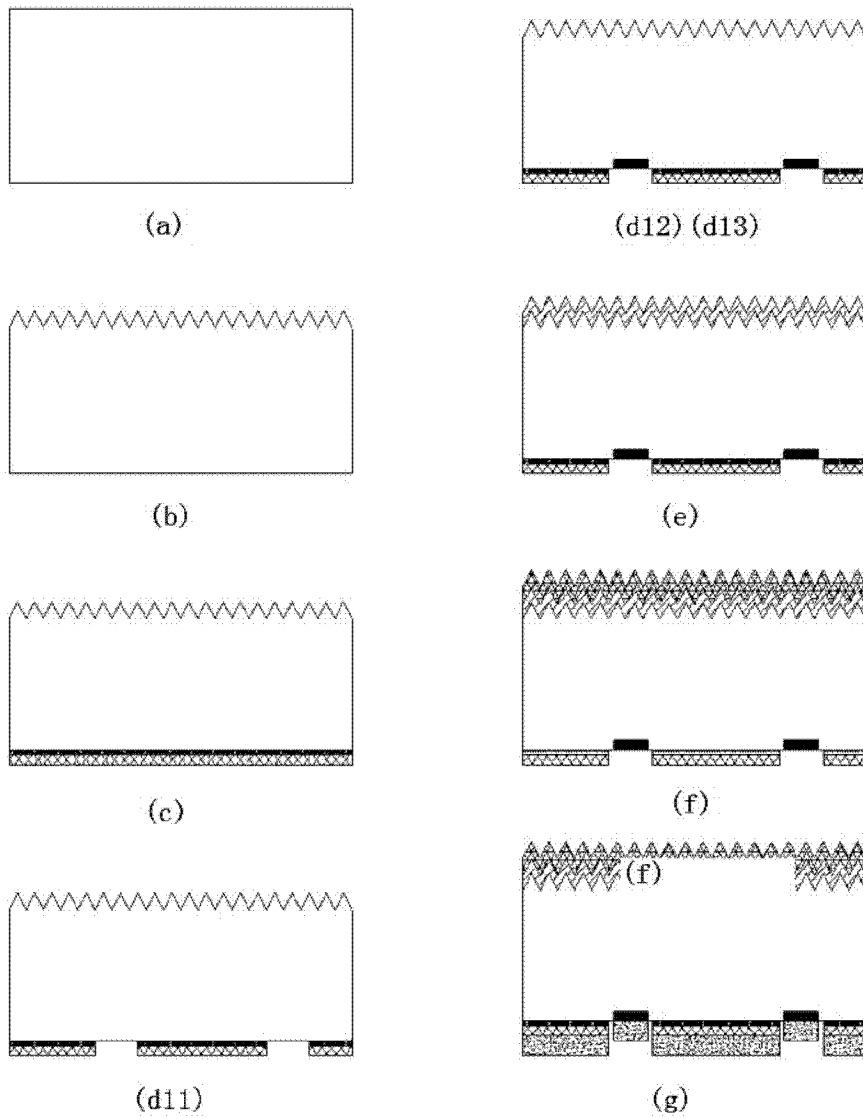


图 2

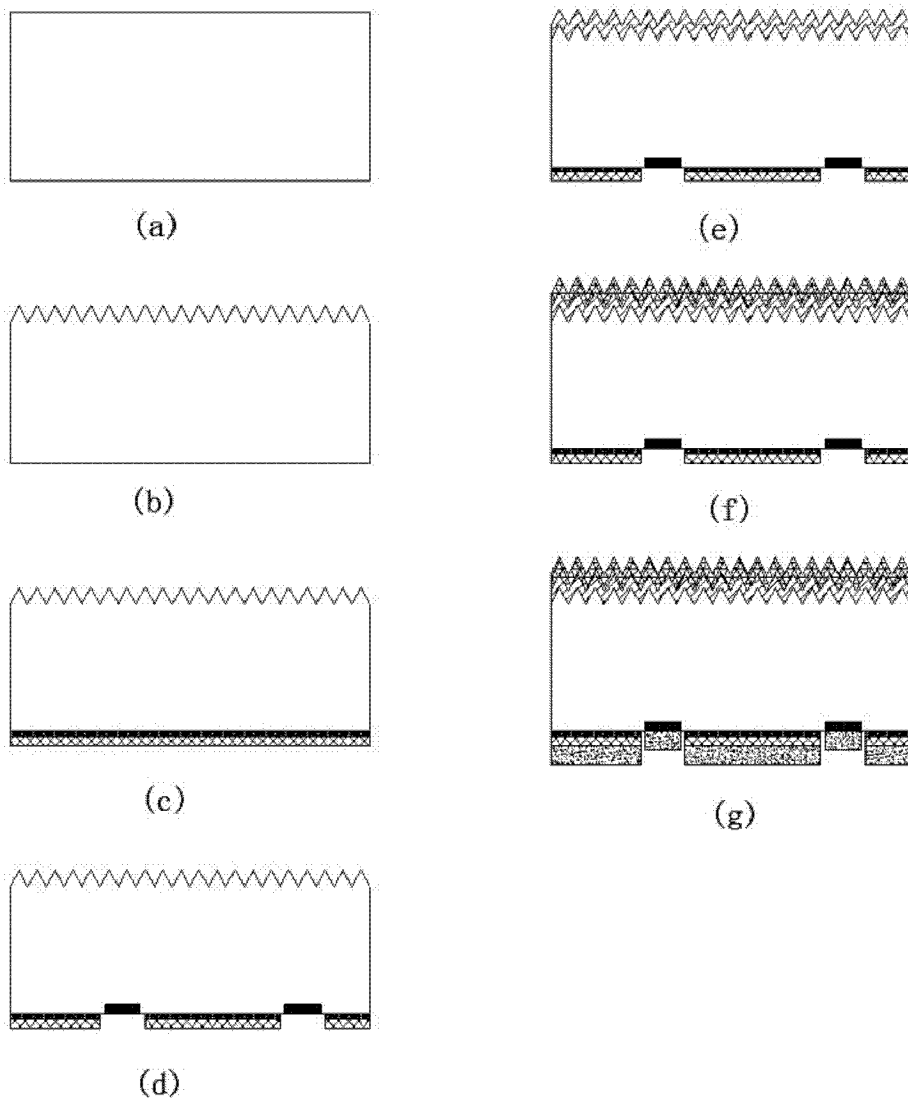


图 3