



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102403406 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201110374032. 4

(22) 申请日 2011. 11. 22

(71) 申请人 苏州阿特斯阳光电力科技有限公司  
地址 215129 江苏省苏州市苏州高新区鹿山路 199 号

申请人 阿特斯(中国)投资有限公司

(72) 发明人 吴坚 王栩生 章灵军

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有  
限公司 32103

代理人 陶海锋 陆金星

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006. 01)

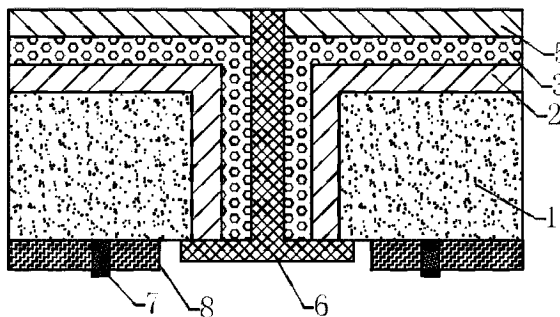
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种背接触硅太阳能电池的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种背接触硅太阳能电池的制备方法,包括如下步骤:(1)在硅片的受光面进行制绒,然后开设孔洞;(2)在上述硅片的受光面进行涂源扩散制结,在受光面和孔洞内形成PN结;(3)在上述受光面和孔洞内的PN结上设置透明导电膜;(4)周边刻蚀,然后在硅片受光面的透明导电膜上镀设减反射膜;(5)在上述硅片的非镀膜面上制备贯孔电极、背金属电极、背钝化场,即可得到所述背接触硅太阳能电池;所述贯孔电极与透明导电膜电连通。本发明制备得到的背接触硅太阳能电池的受光面没有电极遮挡,避免了遮光损失,显著提高了光电转化效率;需要开设的孔洞也大大减少,从而大大降低了碎片率,而且简化了制备工序。



1. 一种背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:
  - (1) 在硅片的受光面进行制绒,然后开设孔洞;
  - (2) 在上述硅片的受光面进行涂源扩散制结,在受光面和孔洞内形成 PN 结;
  - (3) 去除磷硅或硼硅玻璃后,在上述受光面和孔洞内的 PN 结上设置透明导电膜;
  - (4) 周边刻蚀,去除硅片周边的透明导电膜;然后在硅片受光面的透明导电膜上镀设减反射膜;
  - (5) 在上述硅片的非镀膜面上制备贯孔电极、背金属电极、背钝化场,即可得到所述背接触硅太阳能电池;所述贯孔电极与透明导电膜电连通。
2. 根据权利要求 1 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(1)中孔洞的数量为 2~500 个。
3. 根据权利要求 2 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(1)中孔洞的数量为 9~100 个。
4. 根据权利要求 1 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(3)中的透明导电膜为 ITO 薄膜、SnO<sub>2</sub> 薄膜、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜、ZnO 薄膜、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub> 薄膜或 FTO 薄膜。
5. 根据权利要求 1 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(3)中的透明导电膜的厚度为 80~1000 nm。
6. 根据权利要求 5 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述透明导电膜的厚度为 100~500 nm。
7. 一种背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:
  - (1) 在硅片表面开设孔洞,然后在其受光面进行制绒;
  - (2) 在上述硅片的受光面进行涂源扩散制结,在受光面和孔洞内形成 PN 结;
  - (3) 去除磷硅或硼硅玻璃后,在上述受光面和孔洞内的 PN 结上设置透明导电膜;
  - (4) 周边刻蚀,去除硅片周边的透明导电膜;然后在硅片受光面的透明导电膜上镀设减反射膜;
  - (5) 在上述硅片的非镀膜面上制备贯孔电极、背金属电极、背钝化场,即可得到所述背接触硅太阳能电池;所述贯孔电极与透明导电膜电连通。
8. 根据权利要求 7 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(1)中孔洞的数量为 2~500 个。
9. 根据权利要求 7 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(3)中的透明导电膜为 ITO 薄膜、SnO<sub>2</sub> 薄膜、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜、ZnO 薄膜、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub> 薄膜或 FTO 薄膜。
10. 根据权利要求 7 所述的背接触硅太阳能电池的制备方法,其特征在于:所述步骤(3)中的透明导电膜的厚度为 80~1000 nm。

## 一种背接触硅太阳能电池的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种背接触硅太阳能电池的制备方法,属于晶体硅太阳能电池制造领域。

### 背景技术

[0002] 常规的化石燃料日益消耗殆尽,在现有的可持续能源中,太阳能无疑是一种最清洁、最普遍和最有潜力的替代能源。目前,在所有的太阳能电池中,硅太阳能电池是得到大范围商业推广的太阳能电池之一,这是由于硅材料在地壳中有着极为丰富的储量,同时硅太阳能电池相比其他类型的太阳能电池,有着优异的电学性能和机械性能,硅太阳能电池在光伏领域占据着重要的地位。因此,研发高性价比的硅太阳能电池已经成为各国光伏企业的主要研究方向之一。

[0003] 硅太阳能电池的发电原理是基于半导体 PN 结的光伏效应。目前太阳能电池有很多种类和结构,比较普遍的做法是将太阳能电池的正负极分别置于其受光面和背光面,同类太阳能电池可通过低电阻的金属实现正负互联。然而,这类太阳能电池因其受光面上很多区面积被电极遮挡而存在较大的遮光损失,从而损失了一部分电流。

[0004] 为改善上述结构带来的光电转化的损失,现有多种结构的太阳能电池被开发,其中有一类称为“背接触”电池,其特点是电池的正负极均设于背光面,该结构可减少受光面的遮光损失,增加光电转换效率,而且有利于太阳能电池之间的相互连接。

[0005] 现有技术中,实现“背接触”太阳能电池器件有以下几种方案:

一种是 PN 结设置在器件的背光面,而受光面没有 PN 结,可参考文献 (R. A. Sinton, Y. Kwark, J. Y. Gan, R. M. Swanson, IEEE Electron Device Letters, Vol. ED- 7. No. 10, October 1986);该结构的电池需要质量极佳的硅片(主要是少数载流子寿命足够大),以保证受光面产生的电流能穿越整个基区达到背光面的电极;所以,该类太阳能电池对原材料十分挑剔,在目前的制造水平下很难有大规模推广,而且制造成本很高。

[0006] 第二种方案是 MWT 电池(Metal wrap through),其 PN 结仍然做在器件的受光面,同时制作十几至几十个贯穿整个器件的孔洞,孔洞内壁设有低电阻的电极与受光面电极相连接;于是受光面产生的光电流可由孔洞内电极传导至器件的背光面相应电极处。该方案很好地解决了前述背接触太阳能电池的弱点,可以利用现有水平的硅片生产制造更高光电转化效率的太阳能电池,同时几乎不增加成本。目前已有多个专利公开了其相应技术,如 W02010126346、JP2010080576、JP2010080578、US20100276772、US20090188550、US20090178707 和 KR1020100098993 等,这些结构的共同特征是受光面还保留少部分的电极,因而还会存在一定的遮光损失,影响了光电转化效率的进一步提高。

[0007] 为了解决上述问题,又有研究者提出了受光面无电极的新结构电池器件(Emitter wrap through,简称 EWT);其特点是 PN 结仍然做在器件的受光面,同时制作数万个贯穿整个器件的孔洞,孔内壁高浓度掺杂有 PN 结,且通过低电阻的电极与背光面的相应电极连接,于是受光面产生的光电流可由孔洞内电极传导至器件的背光面处。多个专利涉及了相

应技术,如 US7851696、CA2596827、US7144751、CA2530743、US20090320922、US20110086466、W02005006402、CA2530684、US7649141、W02005018007、W02005076959、W02005076960、W02006029250、US7863084 以及 KR1020110011053。尽管该技术避免了正面电极带来的遮光损失,但是为了保证受光面电流无损失地传输至背面,需要设置上万个孔洞,且孔洞内需要形成高浓度掺杂,这些条件既导致了其制备工艺十分复杂,成本高;同时,过多的孔洞也影响了器件的机械强度,生产时会出现大量硅片破碎的情况。

## 发明内容

[0008] 本发明目的是提供一种背接触硅太阳能电池的制备方法。

[0009] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:一种背接触硅太阳能电池的制备方法,包括如下步骤:

- (1) 在硅片的受光面进行制绒,然后开设孔洞;
- (2) 在上述硅片的受光面进行涂源扩散制结,在受光面和孔洞内形成 PN 结;
- (3) 去除磷硅或硼硅玻璃后,在上述受光面和孔洞内的 PN 结上设置透明导电膜;
- (4) 周边刻蚀,去除硅片周边的透明导电膜;然后在硅片受光面的透明导电膜上镀设减反射膜;
- (5) 在上述硅片的非镀膜面上制备贯孔电极、背金属电极、背钝化场,即可得到所述背接触硅太阳能电池;所述贯孔电极与透明导电膜电连通。

[0010] 上文中,所述硅片可以是 p 型或 n 型。所述背钝化场是与所述硅片导电类型相同的掺杂物质或者介质钝化膜,或者是两种均有。背钝化场和背金属电极电连通,且两者与贯孔电极仅靠空气绝缘隔离且电极极性相反。

[0011] 所述步骤 (5) 中的硅片的非镀膜面是指硅片未镀设减反膜的面,即硅片非镀减反射膜面。

[0012] 所述涂源扩散制结是现有技术,是指采用丝网印刷或旋涂或喷墨打印的方式将含有掺杂元素成分的浆料或溶液或墨水覆盖在需要制结的硅片表面,再经过高温处理即得到 PN 结。所述掺杂元素成分,是指含磷或者硼元素,比如 p 型硅片应覆盖含掺磷元素的浆料或溶液或墨水,而 n 型硅片应覆盖含掺硼元素的浆料或溶液或墨水。

[0013] 上述技术方案中,所述步骤 (1) 中孔洞的数量为  $2 \sim 500$  个。优选的,所述步骤 (1) 中孔洞的数量为  $9 \sim 100$  个。

[0014] 上述技术方案中,所述步骤 (3) 中的透明导电膜为 ITO 薄膜、 $\text{SnO}_2$  薄膜、 $\text{In}_2\text{O}_3$  薄膜、ZnO 薄膜、 $\text{Cd}_2\text{SnO}_4$  薄膜或 FTO 薄膜。这些都是现有技术,其中,ITO 薄膜是指锡掺杂的氧化铟透明导电膜,FTO 薄膜是指  $\text{SnO}_2$  掺杂 F 的透明导电膜。当然,上述透明导电膜还可以选自  $\text{CuGaO}_2$ 、 $\text{CuInO}_2$ 、 $\text{SrCu}_2\text{O}_2$ , 或 ZnO 掺 B、Al、Ga、In 等。

[0015] 上述技术方案中,所述步骤 (3) 中的透明导电膜的厚度为  $80 \sim 1000$  nm。优选的,所述透明导电膜的厚度为  $100 \sim 500$  nm。

[0016] 与之相应的另一种技术方案,一种背接触硅太阳能电池的制备方法,包括如下步骤:

- (1) 在硅片表面开设孔洞,然后在其受光面进行制绒;
- (2) 在上述硅片的受光面进行涂源扩散制结,在受光面和孔洞内形成 PN 结;

- (3) 去除磷硅或硼硅玻璃后,在上述受光面和孔洞内的 PN 结上设置透明导电膜;
- (4) 周边刻蚀,去除硅片周边的透明导电膜;然后在硅片受光面的透明导电膜上镀设减反射膜;
- (5) 在上述硅片的非镀膜面上制备贯孔电极、背金属电极、背钝化场,即可得到所述背接触硅太阳能电池;所述贯孔电极与透明导电膜电连通。

[0017] 上述技术方案中,所述步骤(1)中孔洞的数量为 $2\sim 500$ 个。

[0018] 上述技术方案中,所述步骤(3)中的透明导电膜为ITO薄膜、 $\text{SnO}_2$ 薄膜、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 薄膜、ZnO薄膜、 $\text{Cd}_2\text{SnO}_4$ 薄膜或FTO薄膜。

[0019] 上述技术方案中,所述步骤(3)中的透明导电膜的厚度为 $80\sim 1000$  nm。

[0020] 由于上述技术方案运用,本发明与现有技术相比具有下列优点:

1. 本发明制备得到了一种新的背接触硅太阳能电池,与现有的MWT电池相比,本发明的电池受光面没有电极遮挡,避免了遮光损失,显著提高了光电转化效率;与现有的EWT电池相比,本发明的电池需要开设的孔洞大大减少,因而大大降低了碎片率,而且简化了制备工序。

[0021] 2. 本发明的制备方法简单,且不需要高质量的硅片,因而成本低廉、适于规模化生产。

[0022] 3. 本发明利用透明导电膜代替受光面上的电极,兼顾了透光与电流收集,因而没有受光面电极的遮挡,显著提高了光电转化效率,且外观统一美观。

## 附图说明

[0023] 附图1~8是本发明实施例一的制备过程示意图;

附图9是本发明实施例一中背接触硅太阳能电池的结构示意图。

[0024] 其中:1、硅片;2、PN结;3、透明导电ITO薄膜;4、孔洞;5、减反射膜;6、贯孔电极;7、背金属电极;8、背钝化场。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合实施例对本发明作进一步描述:

### 实施例一

参见图1~9所示,一种背接触硅太阳能电池的制备方法,硅片为p型,包括如下步骤:

第一步,制绒,其目的是通过化学反应使原本光亮的硅片表面形成凹凸不平的结构以延长光在其表面的传播路径,从而提高硅片1对光的吸收;制绒后硅片的结构示意图如图1所示;

第二步,在硅片上开设孔洞4,数目为100个,其作用是在孔洞4内可以设置电极将电池片受光面的电流引到电池片的背光面,这样就可以使得电池片的正极和负极都位于电池片的背面;可以采用激光、机械钻孔或化学腐蚀的方式进行开孔;开孔后硅片的结构示意图如图2所示;

第三步,在硅片受光面丝网印刷含磷浆料,经过 $800^\circ\text{C}$ 热处理后在受光面形成PN结2,同时孔洞4内壁也形成PN结2,再用氢氟酸去除磷硅玻璃;形成PN结后的结构示意图如图3所示;

第四步,将 500nm 厚的透明导电 ITO 薄膜 3 镀在 PN 结上,包括孔洞 4 内壁和硅片周边,如图 4 所示;这里透明导电 ITO 薄膜的目的是代替传统的金属电极,有效地收集传导受光面产生的光电流,而不遮挡入射光;镀 ITO 薄膜的方法有很多种,比如磁控溅射、有机金属气相沉积、真空蒸发法、化学气相沉积法、喷涂法、溶胶-凝胶法、静电喷雾辅助气相沉积等方法;在本实施例中,ITO 薄膜采用磁控溅射的方式镀膜;

第五步,周边刻蚀,目的是去除孔硅片周边的透明导电 ITO 薄膜,避免短路;在本发明实施例中,采用等离子气体对硅片 1 的侧面刻蚀 15min,其中等离子气体中  $SF_6$  的流量为 200sccm,  $O_2$  的流量为 30sccm,  $N_2$  的流量为 300sccm,压力选择为 100Pa,辉光功率选择为 700W;硅片周边刻蚀后的结构示意图如图 5 所示;

第六步,在透明导电 ITO 薄膜 3 上镀氮化硅减反射膜 5,该膜的作用是减小阳光的反射,最大限度地利用太阳能;在本实施例中,采用 PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, 等离子体增强化学气相沉积法) 在硅片上形成减反射膜;镀减反射膜 5 后硅片的结构示意图如图 6 所示;

第七步,在硅片非镀减反射膜面上丝网印刷贯孔电极 6 作为负极;在本实施例中,还可以通过真空蒸发、溅射等方法将贯孔电极 6 沉积在硅片 1 上;制备贯孔电极 6 与透明导电 ITO 薄膜 3 电连通,其的结构示意图如图 7 所示;

第八步,在硅片非镀减反射膜面上丝网印刷背金属电极 7 作为正极;在本实施例中,还可以通过真空蒸发、溅射等方法将背金属电极 7 沉积在硅片上;制备背电极 7 的结构示意图如图 8 所示;

第九步,在硅片非镀减反射膜面上丝网印刷铝背钝化场 8;在本实施例中,还可以通过真空蒸发、溅射等方法将铝背钝化场沉积在硅片上;制备铝背钝化场 8 的结构示意图如图 9 所示;其中,背钝化场 8 与背金属电极 7 电连通,这两者与贯孔电极 6 仅靠空气绝缘隔离。

[0026] 图 9 是根据本发明方法制备得到的背接触硅太阳能电池的结构示意图。

#### [0027] 实施例二

一种背接触硅太阳能电池的制备方法,硅片为 n 型,包括如下步骤:

第一步,制绒;其目的是通过化学反应使原本光亮的硅片表面形成凸凹不平的结构以延长光在其表面的传播路径,从而提高硅片对光的吸收;

第二步,在硅片上开设孔洞,数目为 60 个,其作用是在通孔内可以设置电极将电池片受光面的电流引到电池片的背光面,这样就可以使得电池片的正极和负极都位于电池片的背面;在本实施例中,可以采用激光、机械钻孔或化学腐蚀的方式进行开孔;

第三步,在硅片的表面丝网印刷含硼浆料,经过 800°C 热处理后在受光面形成 PN 结,同时孔洞内壁也形成 PN 结,并用氢氟酸去除硼硅玻璃;

第四步,将 300 nm 厚的透明导电  $SnO_2:F$  薄膜 (FTO) 镀在 PN 结上,包括孔洞内壁和硅片周边;这里透明导电  $SnO_2:F$  薄膜的目的是代替传统的金属电极,有效地收集传导受光面产生的光电流,而不遮挡入射光;镀  $SnO_2:F$  薄膜的方法有很多种,比如磁控溅射、有机金属气相沉积、真空蒸发法、化学气相沉积法、喷涂法、溶胶-凝胶法、静电喷雾辅助气相沉积等方法;在实施例中, $SnO_2:F$  薄膜采用磁控溅射方法镀膜;

第五步,周边刻蚀;目的是去除周边的透明导电  $SnO_2:F$  薄膜和 PN 结,避免短路;在实施例中,采用等离子气体对硅片的侧面刻蚀 15min,其中等离子气体中  $SF_6$  的流量为 200sccm,  $O_2$

的流量为 30scm,  $N_2$  的流量为 300scm, 压力选择为 100Pa, 辉光功率选择为 700W;

第六步, 采用 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, 等离子体增强化学气相沉积法)在  $SnO_2:F$  薄膜上镀二氧化硅减反射膜, 该膜的作用是减小阳光的反射, 最大限度地利用太阳能; 在本实施例中, 在硅片上形成减反射膜;

第七步, 在硅片非镀减反射膜面上丝网印刷贯孔银电极作为正极; 在本实施例中, 还可以通过真空蒸发、溅射等方法将贯孔电极沉积在硅片上; 制备贯孔电极与透明导电  $SnO_2:F$  薄膜电学连通;

第八步, 在硅片非镀减反射膜面上丝网印刷背银电极作为负极; 在本实施例中, 还可以通过真空蒸发、溅射等方法将背电极沉积在硅片上;

第九步, 在硅片非镀减反射膜面进行丝网印刷磷浆掺杂并用 PECVD 法生长氮化硅, 作为复合的背钝化场; 其中, 复合背钝化层与背银电极电学连通, 这两者与贯孔银电极仅靠空气绝缘隔离; 即可得到背接触硅太阳能电池。

[0028] 以上所述仅是本申请的优选实施方式, 使本领域技术人员能够理解或实现本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的, 本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下, 在其它实施例中实现。因此, 本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例, 而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

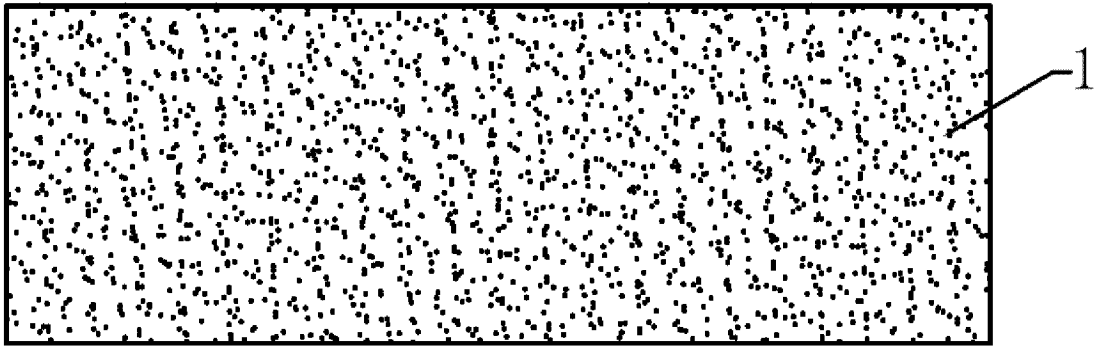


图 1

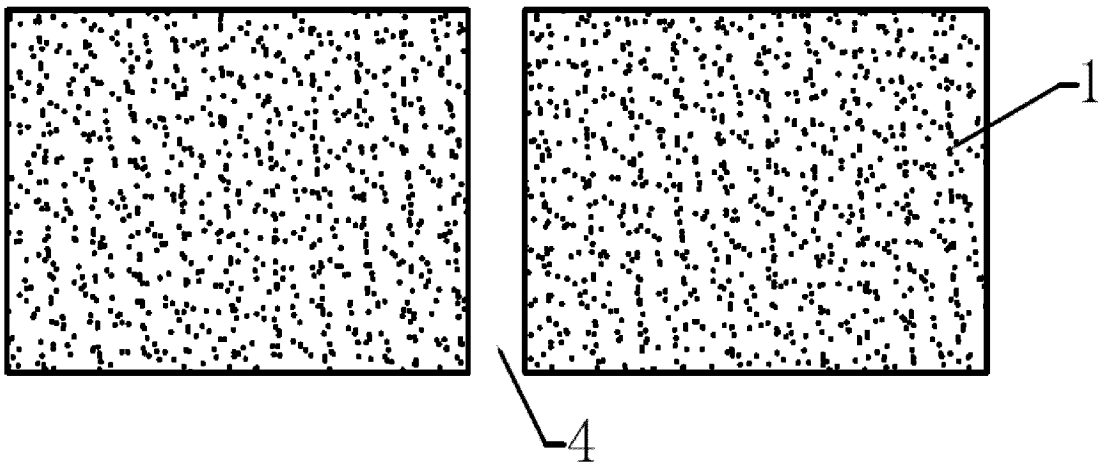


图 2

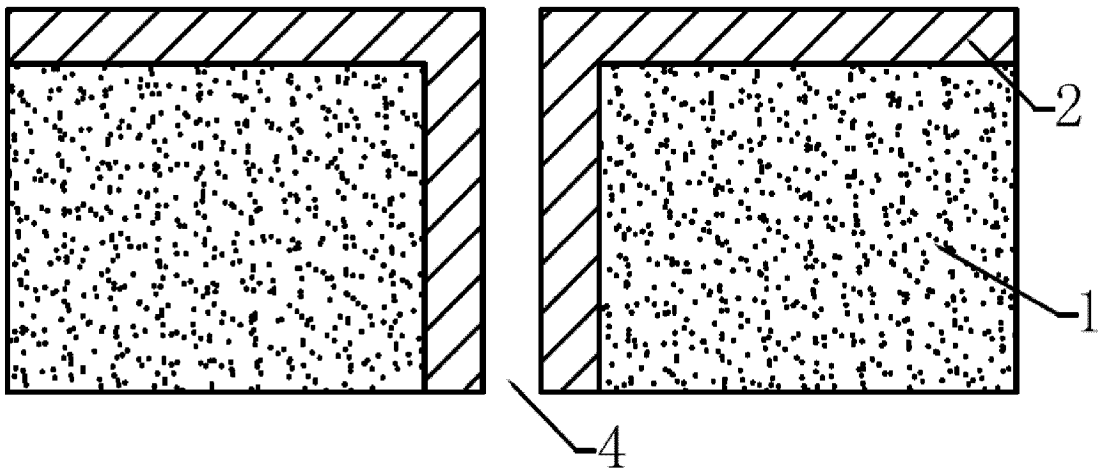


图 3

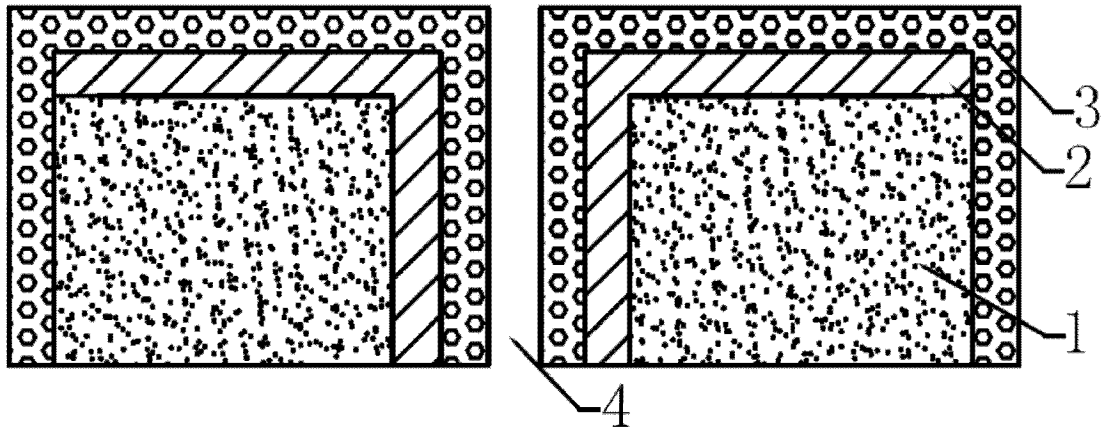


图 4

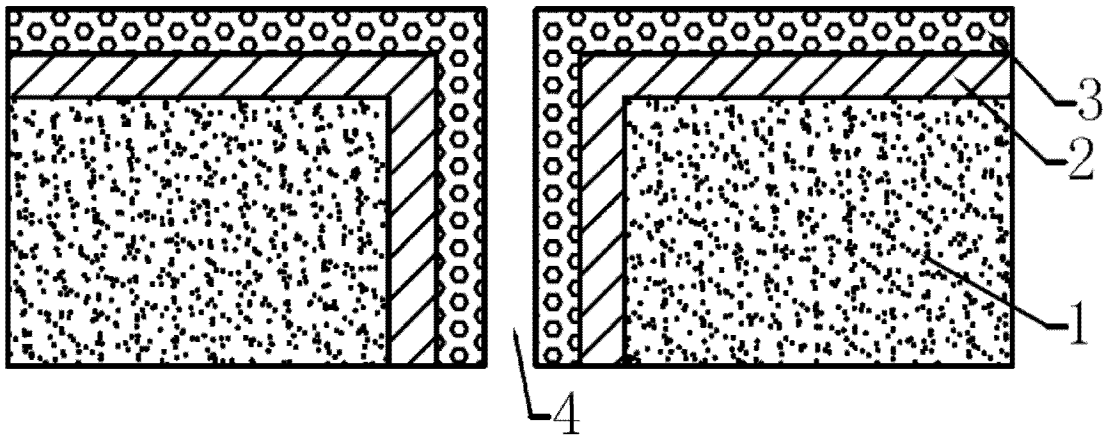


图 5

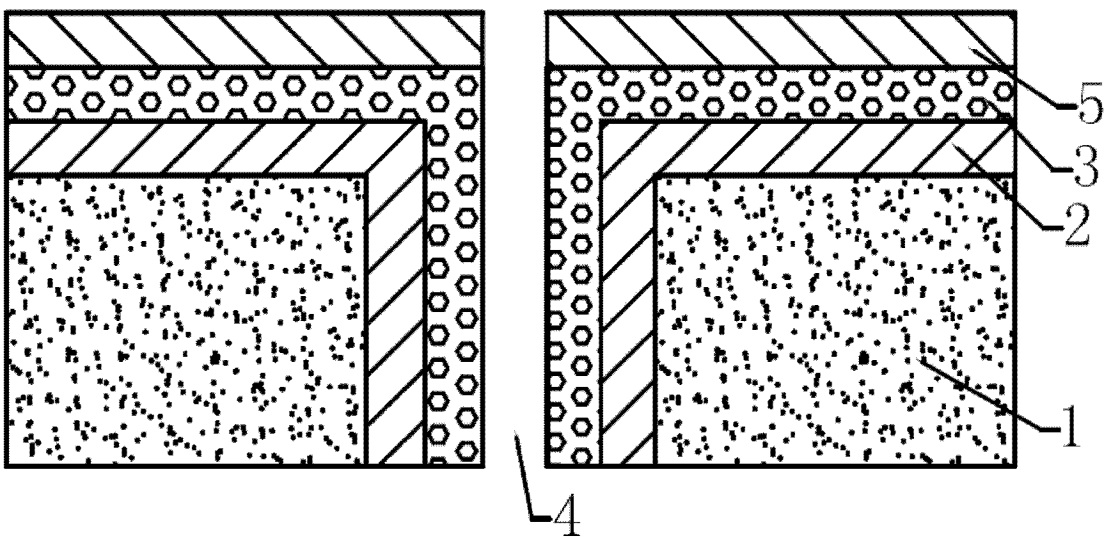


图 6

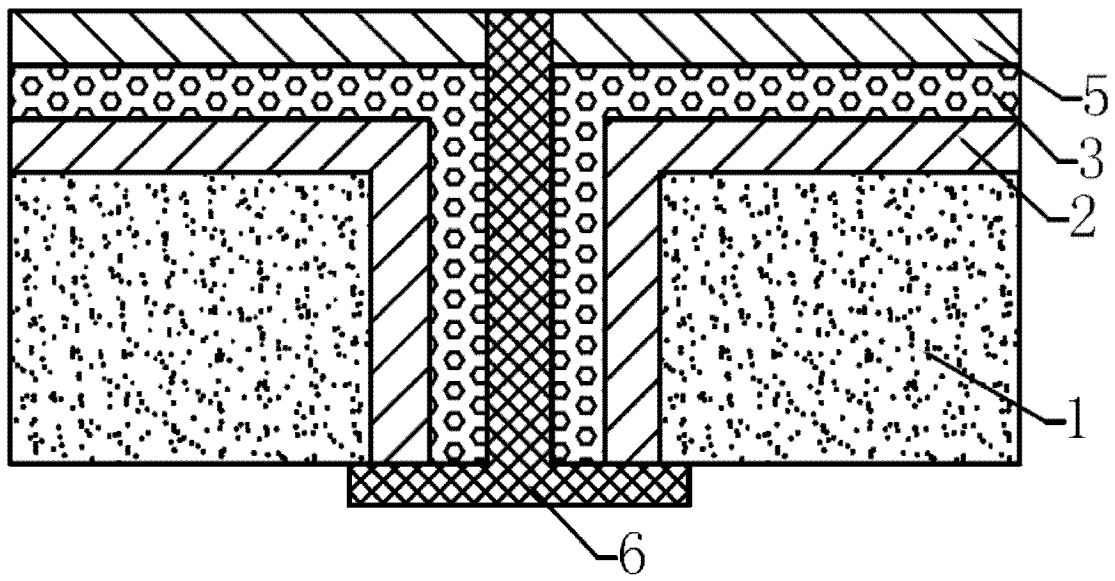


图 7

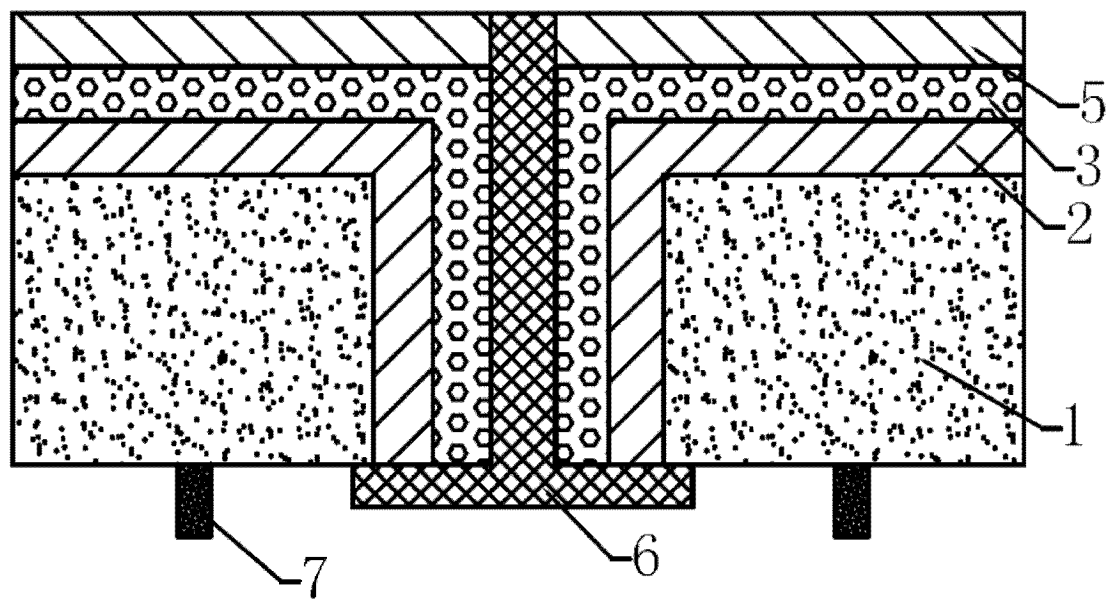


图 8

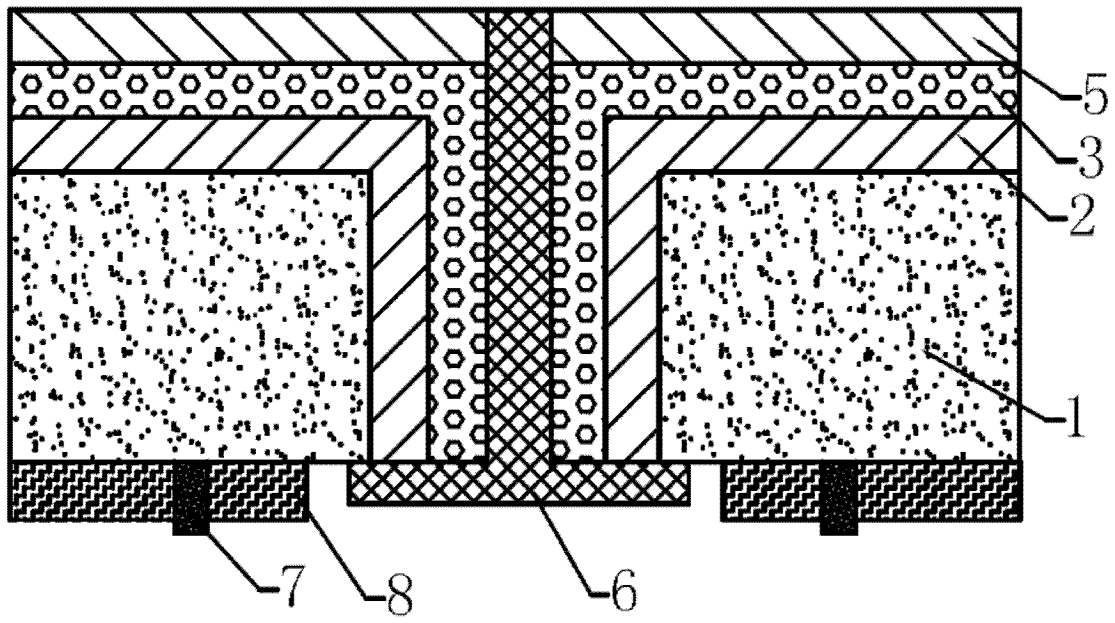


图 9