



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114843175 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 02

(21) 申请号 202210480356.4

(22) 申请日 2022.05.05

(71) 申请人 苏州联诺太阳能科技有限公司  
地址 215000 江苏省苏州市苏州工业园区  
集贤街88号1#楼806室

(72) 发明人 不公告发明人

(74) 专利代理机构 江苏瑞途律师事务所 32346  
专利代理师 吴雪健

(51) Int. Cl.

- H01L 21/205 (2006.01)
- H01L 31/0288 (2006.01)
- H01L 31/0368 (2006.01)
- H01L 31/0747 (2012.01)
- H01L 31/18 (2006.01)
- G23C 16/24 (2006.01)

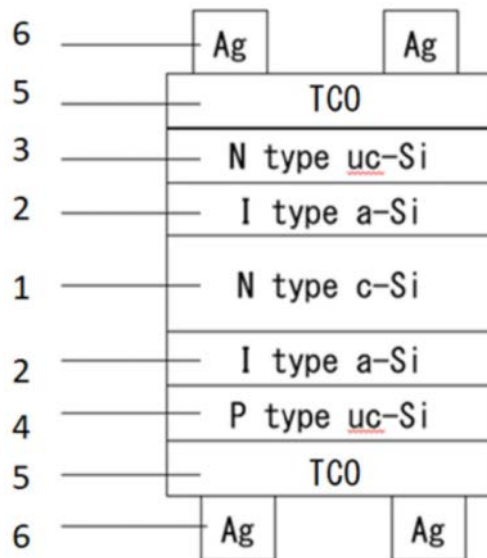
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

一种N型掺杂氧化微晶硅、异质结太阳能电池及两者的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种N型掺杂氧化微晶硅、异质结太阳能电池及两者的制备方法,属于太阳能电池技术领域。它包括将硅烷、氢气、N型掺杂源气体和一氧化二氮混合进行CVD反应,沉积得到N型掺杂氧化微晶硅;所述N型掺杂源气体中包括VA族和/或VIA族的元素。本发明能够有效提高入射光利用率,同时能够通过提高N型掺杂氧化微晶硅的结晶性来提高其导电性,从而提升太阳能电池的转换效率。



1. 一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,用于太阳能电池,其特征在于,将硅烷、氢气、N型掺杂源气体和一氧化二氮混合进行CVD反应,沉积得到N型掺杂氧化微晶硅;所述N型掺杂源气体中包括VA族和/或VIA族的元素。

2. 根据权利要求1所述的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,其特征在于,所述一氧化二氮和硅烷的流量比为10%~60%。

3. 根据权利要求1所述的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,其特征在于,具体步骤为:

(1) 将硅衬底放入CVD设备的腔体中,再对CVD设备抽真空;

(2) 按预定反应气体用量将硅烷、氢气、N型掺杂源气体和一氧化二氮通入CVD设备的真空腔体中;

(3) 开启CVD设备的电源对(2)步骤的气体进行解离,形成等离子型态原子,等离子型态原子结合后沉积在硅衬底上,得到N型掺杂氧化微晶硅。

4. 根据权利要求3所述的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,其特征在于,在(2)步骤中,所述硅烷的用量为50sccm~300sccm,所述氢气的用量为3000sccm~30000sccm,所述一氧化二氮的用量为10sccm~150sccm,所述N型掺杂源气体包括用量为250sccm~1500sccm的磷烷。

5. 根据权利要求3所述的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,其特征在于,在(3)步骤中,所述电源输出功率不低于1000W,沉积时间为1min~5min。

6. 根据权利要求2所述的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,其特征在于,所述一氧化二氮和硅烷的流量比为10%~30%。

7. 一种N型掺杂氧化微晶硅,其特征在于,由权利要求1~6任一项所述的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法制备得到。

8. 一种异质结太阳能电池,其特征在于,包括第一硅层和第二硅层;所述第一硅层为权利要求7所述的一种N型掺杂氧化微晶硅,所述第二硅层包括掺杂量或掺杂类型与第一硅层不同的晶硅或非晶硅层或微晶硅,第一硅层设于第二硅层上且两者之间具有空间电荷区。

9. 根据权利要求8所述的一种异质结太阳能电池,其特征在于,沿厚度方向依次包括相连的背面电极、TCO薄膜、P型掺杂微晶硅薄膜、本征非晶硅薄膜、N型单晶硅、本征非晶硅薄膜、所述N型掺杂氧化微晶硅、TCO薄膜和正面电极。

10. 一种异质结太阳能电池的制备方法,所述异质结太阳能电池为权利要求8或9所述的一种异质结太阳能电池,其特征在于,具体制备步骤为:

(1) 通过PECVD法在N型单晶硅的两面上沉积本征非晶硅薄膜;

(2) 通过PECVD法在N型单晶硅正面的本征非晶硅薄膜上沉积所述N型掺杂氧化微晶硅,在N型单晶硅背面的本征非晶硅薄膜上沉积P型掺杂微晶硅薄膜;

(3) 再通过PVD法在(2)步骤得到的薄膜两面沉积TCO薄膜;

(4) 最后通过丝网印刷法在(3)步骤得到的薄膜两面印刷银电极,制得异质结太阳能电池。

## 一种N型掺杂氧化微晶硅、异质结太阳能电池及两者的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于太阳能电池技术领域,更具体地说,涉及一种N型掺杂氧化微晶硅、异质结太阳能电池及两者的制备方法。

### 背景技术

[0002] 对于现有的HJT异质结太阳能电池,其中的N型掺杂层通常会采用氧化微晶制程工艺制备,N型氧化微晶工艺的优点在于可以使高吸收入射光的非晶N层变更为低吸收系数的微晶氧化N层。而现有的氧化微晶技术会使用二氧化碳(CO<sub>2</sub>)当作氧源进行掺杂,二氧化碳加入的目的在于使氧化微晶膜增加掺杂氧源,掺杂氧源的目的之一是让膜层的折射率可调(折射率 $n=1.8-3.7$ ),达到一个较好的抗光反射的作用,另一个目的是加入氧的微晶氧化N层可较无氧的微晶N层大幅降低薄膜的吸收系数,进而提升电池效率。

[0003] 但是,N型氧化微晶目前存在的问题是:现有的氧掺杂气体为二氧化碳,二氧化碳中氧源的加入会影响微晶N薄膜的结晶性(拉曼测量),使薄膜结晶性变低,而结晶性低了会直接增加薄膜电阻率。申请人发现,要避免电阻的过度增大,需要将二氧化碳的掺杂比例(CO<sub>2</sub>/SiH<sub>4</sub>)控制在0.5-2之间,但即使这样,在控制二氧化碳的掺杂比例的同时,光学抗反的折射率区间( $n=2.3\sim 2.9$ )不容易同时满足,进而导致电池转化效率降低。

[0004] 因此,有必要研究一种新的掺杂氧源来应对现有技术的不足,以解决或减轻上述问题。

### 发明内容

[0005] 1. 要解决的问题

[0006] 针对现有的N型半导体的氧化微晶技术难以同时满足薄膜电阻率和电池转化效率需求的问题,本发明提供一种N型掺杂氧化微晶硅、异质结太阳能电池及两者的制备方法;通过改变掺杂氧源并对掺杂工艺进行改进,从而有效解决上述问题。

[0007] 2. 技术方案

[0008] 为了解决上述问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0009] 本发明的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,用于太阳能电池,将硅烷、氢气、N型掺杂源气体和一氧化二氮混合进行CVD反应,沉积得到N型掺杂氧化微晶硅;所述N型掺杂源气体中包括VA族和/或VIA族的元素。

[0010] 对于N型掺杂源气体,其作用是向硅中掺杂自由电子,使得薄膜中的自由电子浓度大于空穴浓度。而VA族和/或VIA族元素的最外层电子相较于硅元素而言较多,将其氢化物进行掺杂均可以满足N型掺杂的需求,本发明以磷烷为例,在其他实施例中还可以是As、S、Se、Te等元素的化合物,对此不再赘述。

[0011] 优选地,所述一氧化二氮和硅烷的体积比为10%~60%。

[0012] 优选地,所述一氧化二氮和硅烷的体积比为10%~30%。

[0013] 优选地,具体步骤为:

[0014] (1) 将硅衬底放入CVD设备的腔体中,再对CVD设备抽真空;

[0015] (2) 按预定反应气体用量将硅烷、氢气、N型掺杂源气体和一氧化二氮通入CVD设备的真空腔体中;

[0016] (3) 开启CVD设备的电源对(2)步骤的气体进行解离,形成等离子型态原子,等离子型态原子结合后沉积在硅衬底上,得到N型掺杂氧化微晶硅。

[0017] 优选地,在(2)步骤中,所述硅烷的用量为50sccm~300sccm,所述氢气的用量为3000sccm~30000sccm,所述一氧化二氮的用量为10sccm~150sccm,所述N型掺杂源气体包括用量为250sccm~1500sccm的磷烷。

[0018] 优选地,在(3)步骤中,所述电源输出功率不低于1000W,沉积时间为1min~5min。

[0019] 本发明的一种N型掺杂氧化微晶硅,由本发明中所述的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法制备得到。

[0020] 本发明的一种异质结太阳能电池,其包括第一硅层和第二硅层;所述第一硅层为本发明中所述的一种N型掺杂氧化微晶硅,所述第二硅层包括掺杂量或掺杂类型与第一硅层不同的晶硅或非晶硅层或微晶硅,第一硅层设于第二硅层上且两者之间具有空间电荷区。

[0021] 优选地,沿厚度方向依次包括相连的背面电极、TCO薄膜、P型掺杂微晶硅薄膜、本征非晶硅薄膜、N型单晶硅、本征非晶硅薄膜、所述N型掺杂氧化微晶硅、TCO薄膜和正面电极。

[0022] 本发明的一种异质结太阳能电池的制备方法,所述异质结太阳能电池为本发明中所述的一种异质结太阳能电池,其具体制备步骤为:

[0023] (1) 通过PECVD法在N型单晶硅的两面上沉积本征非晶硅薄膜;

[0024] (2) 通过PECVD法在N型单晶硅正面的本征非晶硅薄膜上沉积所述N型掺杂氧化微晶硅,在N型单晶硅背面的本征非晶硅薄膜上沉积P型掺杂微晶硅薄膜;

[0025] (3) 再通过PVD法在(2)步骤得到的薄膜两面沉积TCO薄膜;

[0026] (4) 最后通过丝网印刷法在(3)步骤得到的薄膜两面印刷银电极,制得异质结太阳能电池。

[0027] 3. 有益效果

[0028] 相比于现有技术,本发明的有益效果为:

[0029] (1) 本发明的一种N型掺杂氧化微晶硅的制备方法,在CVD制备N型硅的过程中,通过掺杂一氧化二氮替代现有技术中的二氧化碳,能够使氧掺杂源更有效地进入到N型掺杂微晶硅薄膜内参与反应,有效降低N型掺杂氧化微晶硅的光折射率,将其用于太阳能电池的入射光面能够有效提高入射光利用率;同时能够通过提高该微晶硅的结晶性来提高其导电性,从而提升太阳能电池的转换效率。

[0030] (2) 本发明的一种异质结太阳能电池的制备方法,基于本发明的N型掺杂氧化微晶硅,有效提高了电池的电流和填充因子,进而提升了电池的转换效率。

## 附图说明

[0031] 图1为本发明的一种异质结太阳能电池结构示意图;

- [0032] 图2为包括对比例6的N型掺杂氧化微晶硅薄膜的异质结太阳能电池串联电阻测试图；
- [0033] 图3为图2中J1位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0034] 图4为图2中J10位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0035] 图5为图2中F5位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0036] 图6为图2中A1位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0037] 图7为图2中A10位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0038] 图8为包括实施例9的N型掺杂氧化微晶硅薄膜的异质结太阳能电池串联电阻测试图；
- [0039] 图9为图8中J1位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0040] 图10为图8中J10位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0041] 图11为图8中E6位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0042] 图12为图8中A1位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值；
- [0043] 图13为图8中A10位置的拉曼图谱及其对应的结晶性数值。
- [0044] 图中：
- [0045] 1、N型单晶硅衬底；2、本征非晶硅薄膜；3、N型掺杂氧化微晶硅薄膜；4、P型掺杂微晶硅薄膜；5、透明导电薄膜；6、电极。

### 具体实施方式

[0046] 下文对本发明的示例性实施例的详细描述参考了附图，该附图形成描述的一部分，在该附图中作为示例示出了本发明可实施的示例性实施例，其中本发明的特征由附图标记标识。下文对本发明的实施例的更详细的描述并不用于限制所要求的本发明的范围，而仅仅为了进行举例说明且不限对本发明的特点和特征的描述，以提出执行本发明的最佳方式，并足以使得本领域技术人员能够实施本发明。但是，应当理解，可在不脱离由所附权利要求限定的本发明的范围的情况下进行各种修改和变型。详细的描述和附图应仅被认为是说明性的，而不是限制性的，如果存在任何这样的修改和变型，那么它们都将落入在此描述的本发明的范围内。此外，背景技术旨在为了说明本技术的研发现状和意义，并不旨在限制本发明或本申请和本发明的应用领域。

[0047] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本发明；本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0048] 需要说明的是，当元件被称为“设于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件；当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件；本文所使用的术语“第一”、“第二”以及类似的表述只是为了说明的目的。

[0049] 下面结合具体实施例对本发明进一步进行描述。

[0050] 实施例1

[0051] 本实施例提供一种异质结太阳能电池，如图1所示，其层结构依次包括TCO-P-I-N-

I-N-TCO,其中,P层为P型掺杂层,I层为本征硅钝化层,N层为N型掺杂层,TCO为透明导电薄膜层,例如氧化铟锡导电薄膜层,TCO上均设有用于收集电流的银电极。该异质结太阳能电池具体制备方法如下:

[0052] (1) 将经过清洗制绒后的N型单晶硅衬底1放在承装载板上,将载板放入PECVD设备的腔体中,再对PECVD设备抽真空;

[0053] (2) 将硅烷和氢气通入抽真空的腔体中,通过PECVD对N型单晶硅衬底1的两面上沉积本征非晶硅薄膜2;

[0054] (3) 本征非晶硅薄膜2沉积后,至下一个制程腔体,将用量为100sccm的硅烷、用量为30000sccm的氢气,用量为20sccm的一氧化二氮和用量为500sccm的磷烷通入抽真空的腔体中,开启电源,电源输出功率设置为3000W,进行3min的增强式化学气相沉积,在N型单晶硅正面的本征非晶硅薄膜上制备得到N型掺杂氧化微晶硅薄膜3;

[0055] (4) N型掺杂氧化微晶硅薄膜3制备完成后,将载板取出至大气环境下,通过自动化将硅片翻至另一面,将载板放入PECVD设备的腔体中,再对PECVD设备抽真空,通过PECVD法在N型单晶硅背面的本征非晶硅薄膜上沉积P型掺杂微晶硅薄膜4;

[0056] (5) 再通过PVD(物理气象沉积)或RPD(反应式气象沉积)法在(4)步骤得到的薄膜两面沉积以ITO或AZO为主的透明导电薄膜5;

[0057] (6) 最后通过丝网印刷法或电镀法在(5)步骤得到的薄膜两面印刷包含银或铜的电极6,制得异质结太阳能电池。

[0058] 本实施例还提供一种上述(3)步骤制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3,对其进行折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率测试,检测结果记录于表1。其中在判断微晶结晶性的时候,本发明使用拉曼测量晶格的响应,在一定波长上响应值能判断出薄膜的结晶性。

[0059] 表1、各实施方式的N型掺杂氧化微晶硅薄膜的性能对比

实施方式	SiH <sub>4</sub> (sccm)	H <sub>2</sub> (sccm)	CO <sub>2</sub> (sccm)	N <sub>2</sub> O (sccm)	CO <sub>2</sub> or N <sub>2</sub> O /SiH <sub>4</sub> (%)	Power (w)	折射率 n	电阻率 (Ω·cm)	结晶率 Xc(%)
对比例 1	100	30000	<b>80</b>	0	80	3000	2.91	0.076	56
对比例 2	100	30000	<b>150</b>	0	150	3000	2.69	4.5	51
对比例 3	100	30000	<b>300</b>	0	300	3000	2.39	27	13
对比例 4	100	20000	<b>80</b>	0	80	3000	3.15	/	42
<b>对比例 5</b>	100	20000	<b>80</b>	0	80	4000	2.88	/	59
实施例 1	100	30000	0	<b>10</b>	10	3000	3.19	0.002	75
[0060] 实施例 2	100	30000	0	<b>20</b>	20	3000	2.67	0.13	63
实施例 3	100	30000	0	<b>30</b>	30	3000	2.28	8.8	29
实施例 4	100	30000	0	<b>60</b>	60	3000	1.85	∞	0
<b>实施例 5</b>	100	20000	0	<b>20</b>	20	4000	2.56	/	72
实施例 6	100	20000	0	<b>20</b>	20	2500	2.54	/	68
实施例 7	100	15000	0	<b>20</b>	20	2500	2.48	/	57
实施例 8	100	15000	0	<b>30</b>	30	2900	2.45	/	55
对比例 6	200	30000	200	0	100	6000	/	/	22~33
实施例 9	200	20000	0	40	20	5000	/	/	29~37

## [0061] 实施例2

[0062] 本实施例提供一种N型掺杂氧化微晶硅薄膜3和异质结太阳能电池,其结构和制备方法与实施例1基本相同,主要区别在于:

[0063] 1) 一氧化二氮的用量为20sccm。

[0064] 制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率测试结果记录于表1。

## [0065] 实施例3

[0066] 本实施例提供一种N型掺杂氧化微晶硅薄膜3和异质结太阳能电池,其结构和制备方法与实施例1基本相同,主要区别在于:

[0067] 1) 一氧化二氮的用量为30sccm。

[0068] 制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率测试结果记录于表1。

## [0069] 实施例4

[0070] 本实施例提供一种N型掺杂氧化微晶硅薄膜3和异质结太阳能电池,其结构和制备方法与实施例1基本相同,主要区别在于:

[0071] 1) 一氧化二氮的用量为60sccm。

[0072] 制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率

测试结果记录于表1。

[0073] 实施例5

[0074] 本实施例提供一种N型掺杂氧化微晶硅薄膜3和异质结太阳能电池,其结构和制备方法与实施例2基本相同,主要区别在于:

[0075] 1) 氢气的用量为20000sccm。

[0076] 制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率测试结果记录于表1。

[0077] 实施例6

[0078] 本实施例提供一种N型掺杂氧化微晶硅薄膜3和异质结太阳能电池,其结构和制备方法与实施例5基本相同,主要区别在于:

[0079] 1) 电源输出功率降低为2500W。

[0080] 制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率测试结果记录于表1。

[0081] 实施例7

[0082] 本实施例提供一种N型掺杂氧化微晶硅薄膜3和异质结太阳能电池,其结构和制备方法与实施例6基本相同,主要区别在于:

[0083] 1) 氢气的用量为15000sccm。

[0084] 制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率测试结果记录于表1。

[0085] 实施例8

[0086] 本实施例提供一种N型掺杂氧化微晶硅薄膜3和异质结太阳能电池,其结构和制备方法与实施例7基本相同,主要区别在于:

[0087] 1) 一氧化二氮的用量为30sccm;

[0088] 2) 电源输出功率降低为2900W。

[0089] 制得的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的折射率n测试、电阻率测试,对电池进行结晶率测试结果记录于表1。

[0090] 为了验证本发明使用一氧化二氮作为氧掺杂源的优势,本发明在此之前还对二氧化碳进行了相关实验。当氧化微晶N层掺入二氧化碳当作掺杂气体时,由于二氧化碳不容易解离加上不好掺入微晶N层内,导致薄膜折射率与电阻率偏高,为了解决这个问题,需增加大量制程的氢气与增强式化学气相沉积(PECVD)的输入功率去满足解离与折射率需求,常规的小腔体PECVD,氧化微晶N层的氢气用量会在数千到1万sccm间,但量产机台的氢气用量会在数万甚至10万间,已超过现有商用真空泵所能承受的抽速工作范围。

[0091] 对此本发明将二氧化碳的相关实验当做对比例,具体如下:

[0092] 对比例

[0093] 如图1所示,在N型单晶硅衬底1上,通过PECVD工艺依次进行本征非晶硅薄膜2、正面N型掺杂微晶硅薄膜3、背面P型掺杂微晶硅薄膜4、随后再通过PVD的工艺进行透明导电薄膜5的制备,最后通过丝网印刷进行Ag制电极6的印刷。

[0094] 其中正面N型掺杂微晶硅薄膜使采用增强式化学气相沉积(PECVD)沉积,工艺所通入的气体为硅烷( $\text{SiH}_4$ )、氢气( $\text{H}_2$ )、磷烷( $\text{PH}_3$ )和二氧化碳( $\text{CO}_2$ ),具体使用量参见表1,利用



PECVD对气体进行解离,形成等离子型态原子,等离子型态原子结合后,沉积在镀有本征非晶硅薄膜的N型单晶硅衬底上。根据掺杂量的不同和功率的不同进行了5个对比例的实验,从表1中可看到,二氧化碳掺杂的比例与N型掺杂微晶硅薄膜的折射率是强相关的,随着 $\text{CO}_2/\text{SiH}_4$  (%)比例的增加,折射率大幅下降,但同步N型掺杂微晶硅薄膜电阻率却大幅上升。

[0095] 因此,将本发明的实施例和对比例对比可知,当将N型掺杂微晶硅薄膜里的二氧化碳更换为改为一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )后,可以在与二氧化碳相接近的薄膜折射率获得较低的电阻率薄膜,主要是因为一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )解离率较好,里面的氧源可以更有效的进入到N型掺杂微晶硅薄膜参与反应。本发明的优势具体如下:

[0096] (1) 将N型掺杂微晶硅薄膜的掺杂气体由二氧化碳( $\text{CO}_2$ )改为一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ ),在相同功率4000W下的薄膜结晶性提升,折射率可容易匹配至较优区间,可维持较低电阻率与较高薄膜结晶率,以此判定为性能优异的N型掺杂微晶硅薄膜。

[0097] (2)  $\text{N}_2\text{O}$ 气体有氧化性,键能较低,在CVD电源输出较低功率下就能够解离,较 $\text{CO}_2$ 气体能够使用更低的功率获得相同的氧含量,使得生产成本降低,节能。

[0098] (3) N型掺杂微晶硅薄膜在掺二氧化碳气体时需要保证较高的氢气用来稀释才能获得较好的结晶性,而掺杂替换成 $\text{N}_2\text{O}$ 后由于其中的氮元素对结晶性的影响不如碳元素大,配套的氢气维持在低流量也能保证N型掺杂微晶硅薄膜的结晶性,从而做到降低氢气耗量降低成本,节约能源。具体对比如表2所示,表2中对比例的一行为N型掺杂微晶硅薄膜在掺二氧化碳气体时一般的工艺区间,当将二氧化碳气体更换为一氧化二氮的气体,优化的参数可见表2中实施例的一行,可明显看出,制程氢气的用量与机台使用功率大幅下降,更能有效的节约成本,符合光伏节约能源与环保的要求。

[0099] 表2、实施例和对比例的成本对比

[0100]

实施方式	$\text{SiH}_4$ (sccm)	$\text{H}_2$ (sccm)	$\text{N}_2\text{O}$ (sccm)	$\text{SiH}_4/\text{CO}_2$	Power (W)	折射率n
对比例	50-300	10000-50000	10-600	0.1-2	3000-8000	2.7-3.3
实施例	50-300	3000-30000	10-150	0.1-0.5	1000-5000	2.4-3.0

[0101] 另外,为了让气体更好的解离,在将微晶掺杂气体从二氧化碳( $\text{CO}_2$ )改为一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )的基础上,降低一氧化二氮的掺杂比例至20%左右。从表1可以看到,当一氧化二氮的掺杂比例在10%~30%时,薄膜折射率大幅下降,由此可确认一氧化二氮里的氧氮化物可以更有效地进入薄膜内,并且在该情况下,结晶性可得到有效满足,即较低折射率(2.45~2.56)下由42%~59%提升至55%~72%。

[0102] 对于该结晶性的测试,需要强调的是,实施例1~8和对比例1~5均是对电池片进行测试,拉曼测试使用的是研发机台,电池片里包含了N型单晶硅衬底1,且膜层厚度比较厚,所以拉曼结晶性相对较高。为了便于对比N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的结晶性,本发明还作了实施例9和对比例6,这两个实施方式的拉曼图谱是用量产机台进行测试,所以采用量测方式是同量产实际方式,具体是在玻璃基底上先镀6nm的非晶硅,再在6nm的非晶硅上镀20nm~30nm的N型掺杂氧化微晶硅薄膜3,因此测得的结晶率相对于实施例1~8和对比例1~5会比较低。实施例9和对比例6制备过程的相关参数和结晶率记录于表1,制备方法和前述对比例和实施例基本相同,从表1可以看出,本发明的制备方法能够有效提高N型掺杂氧化微晶硅薄膜3的结晶率。

[0103] 表3、实施例和对比例的电池性能对比

[0104]	类型	Eff	Voc	Isc	FF
	对比例	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	实施例	100.80%	100.02%	100.35%	100.43%

[0105] 为检测本实施例的异质结太阳能电池的性能,还分别对电池进行串联电阻测试、均匀性测试、以及转换效率、电压、电流和填充因子测试,具体如表3所示。在对比例5与实施例5均为最优化状况下,本发明实施例使用一氧化二氮( $N_2O$ )当参杂气体时的转换效率可增加0.8%,大幅提升电池的电流与填充因子,进而提升电池的性能。

[0106] 对于串联电阻,可参照图2和图8,以对比例6和实施例9为例,图中每个最小方格代表一组串联形成的电池组,多个方格代表产线上不同的电池组。对多个特定位置的电池组测试串联电阻并计算方差,可以得出本发明实施例制得的电池串连电阻 $R_s$ 均匀性相较于对比例的电池 $R_s$ 均匀性有较好的改善,串阻均匀性数值由18%下降到5%,而且串阻最高值也有降低,这在产线上有利于对电池电性能的把控。

[0107] 这从根本上来说,电阻的降低和均匀性地提升还是由于N型掺杂微晶硅薄膜结晶性的提升,在判断微晶结晶性的时候我们会使用拉曼测量晶格的响应,在一定波长上响应值能判断出薄膜的结晶性。由此,我们使用 $N_2O$ 代替 $CO_2$ 对比两者相互替代条件下的结晶性变化。

[0108] 参照图3~7和图9~13的对比,其中图3~7为使用 $CO_2$ 的拉曼双峰拟合结果,分别对图2中的均匀取点的五个位置进行测试,可以看到其均匀性较差。图9~13为使用 $N_2O$ 的拉曼结果,可看到中心点结晶性从32%提高到36%左右,边缘结晶性也有较大提升,这与导电性的提升相对应;而且结晶均匀性数值由18.7%降低到11.6%,即均匀性提高,这与电阻的均匀性相对应。由此可以判断结晶性的提高有利于光伏电池提高导电性,结晶均匀性的提高有利于光伏电池提高电阻均匀性或导电均匀性。

[0109] 在上文中结合具体的示例性实施例详细描述了本发明。但是,应当理解,可在不脱离由所附权利要求限定的本发明的范围的情况下进行各种修改和变型。详细的描述和附图应仅被认为是说明性的,而不是限制性的,如果存在任何这样的修改和变型,那么它们都将落入在此描述的本发明的范围内。此外,背景技术旨在为了说明本技术的研发现状和意义,并不旨在限制本发明或本申请和本发明的应用领域。

[0110] 更具体地,尽管在此已经描述了本发明的示例性实施例,但是本发明并不局限于这些实施例,而是包括本领域技术人员根据前面的详细描述可认识到的经过修改、省略、例如各个实施例之间的组合、适应性改变和/或替换的任何和全部实施例。权利要求中的限定可根据权利要求中使用的语言而进行广泛的解释,且不限于在前述详细描述中或在实施该申请期间描述的示例,这些示例应被认为是非排他性的。在任何方法或过程权利要求中列举的任何步骤可以以任何顺序执行并且不限于权利要求中提出的顺序。因此,本发明的范围应当仅由所附权利要求及其合法等同物来确定,而不是由上文给出的说明和示例来确定。

[0111] 除非另有限定,本文使用的所有技术以及科学术语具有与本发明所属领域普通技术人员通常理解的相同的含义。当存在矛盾时,以本说明书中的定义为准。流量、功率、折射率、时间、或者其它值或参数以范围、优选范围、或一系列上限优选值和下限优选值限定的范围表示时,这应当被理解为具体公开了由任何范围上限或优选值与任何范围下限或优选

值的任一配对所形成的所有范围,而不论该范围是否单独公开了。例如,1-50的范围应理解为包括选自1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49或50的任何数字、数字的组合、或子范围、以及所有介于上述整数之间的小数值,例如,1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8和1.9。关于子范围,具体考虑从范围内的任意端点开始延伸的“嵌套的子范围”。例如,示例性范围1-50的嵌套子范围可以包括一个方向上的1-10、1-20、1-30和1-40,或在另一方向上的50-40、50-30、50-20和50-10。

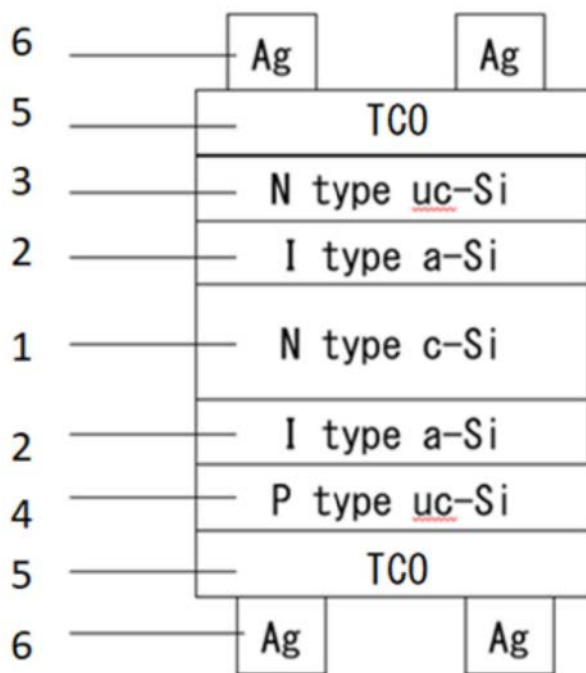


图1

	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	
1	3.85	3.23							3.46	4.32	
2	3.15	3.16							3.24	3.14	
3											
4											
5						3.19					
6					3.39	3.25					
7											
8											
9	3.33	3.26							3.48	3.83	
10	4.52	3.59							4.17	4.48	

图2

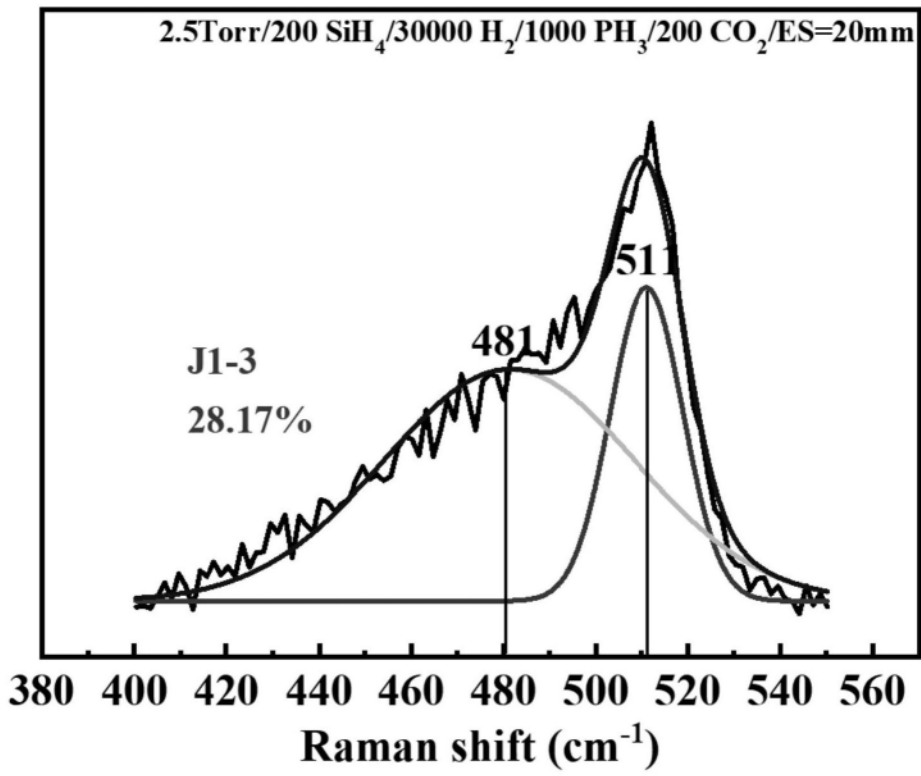


图3

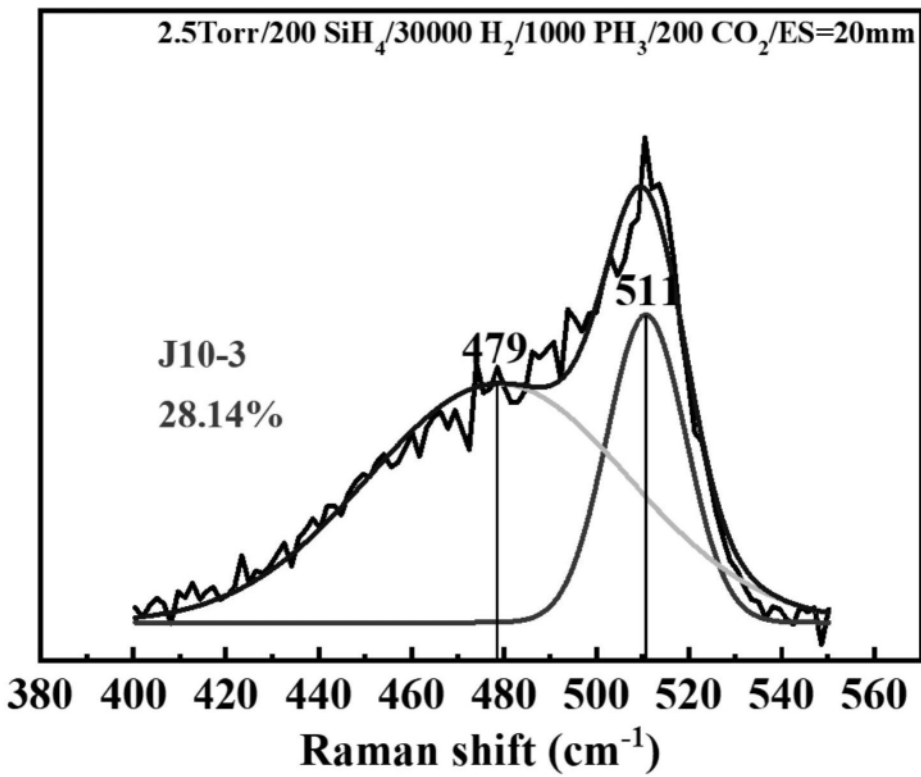


图4

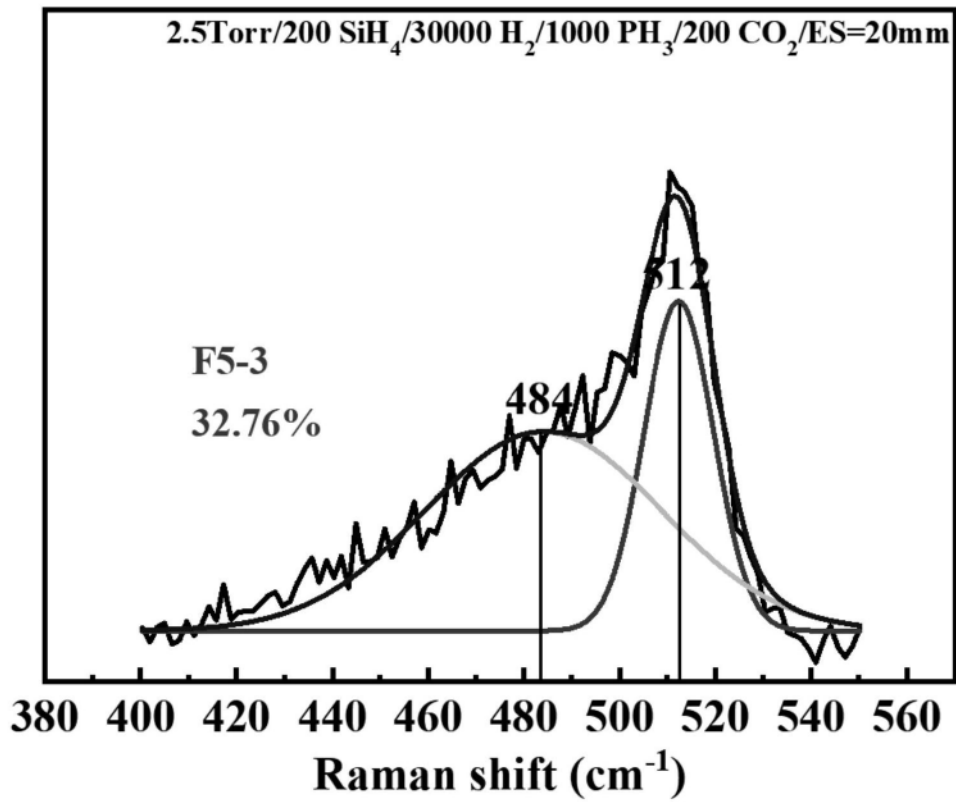


图5

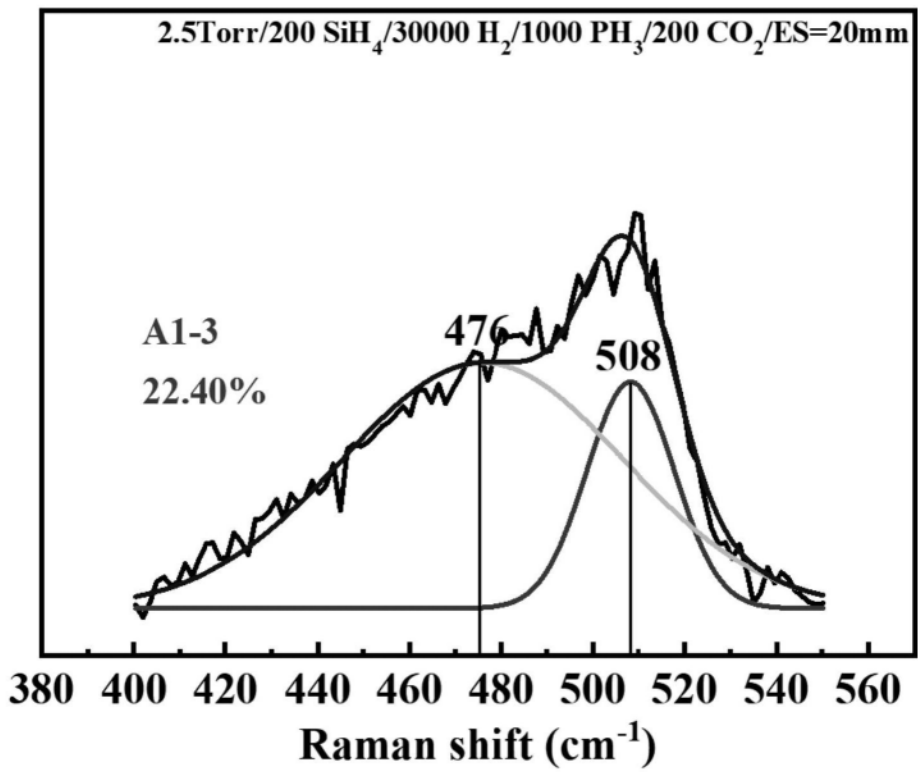


图6

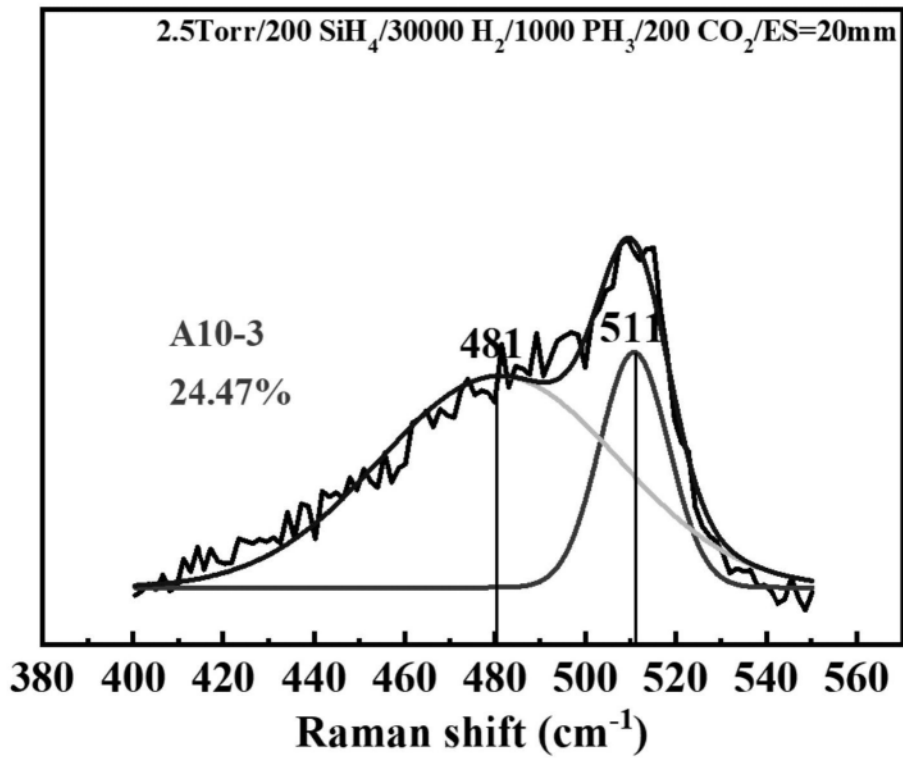


图7

Rs (Ω)										
J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	
3.48	3.36							3.28		1
3.19									3.37	2
		3.33					3.26			3
										4
					3.22					5
				3.45	3.55					6
										7
		3.29					3.27			8
3.54									3.33	9
3.44	3.41							3.20	3.49	10

图8

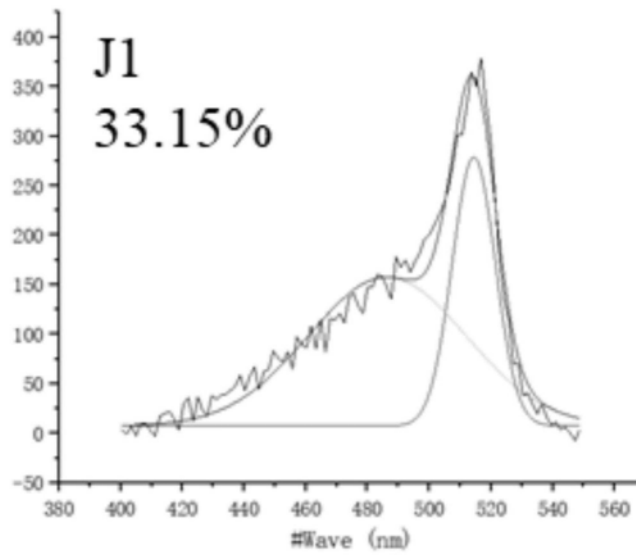


图9



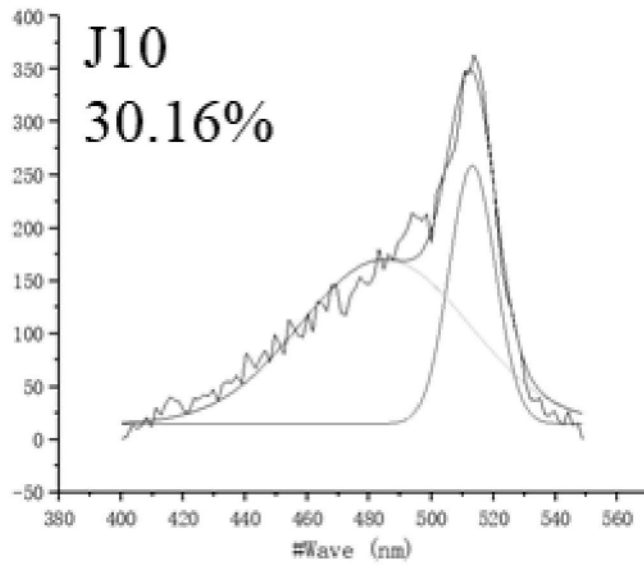


图10

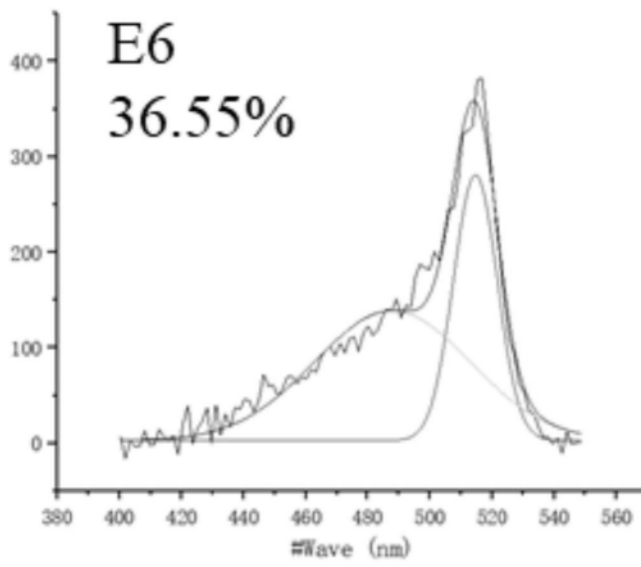


图11

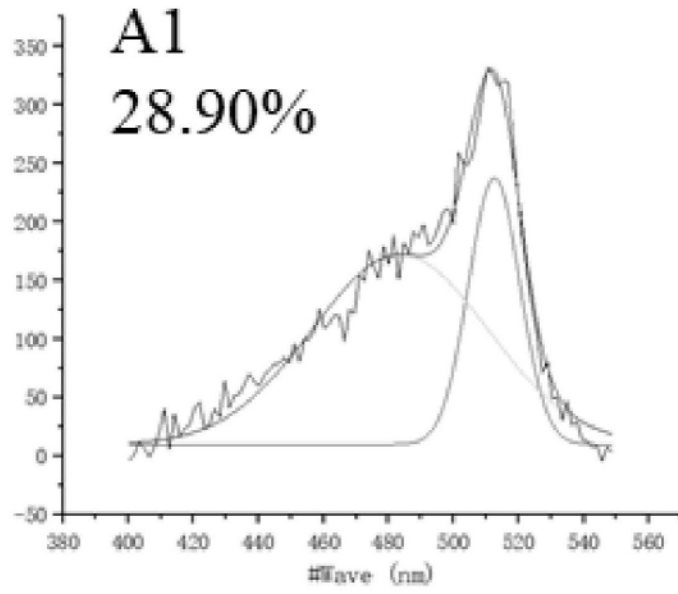


图12

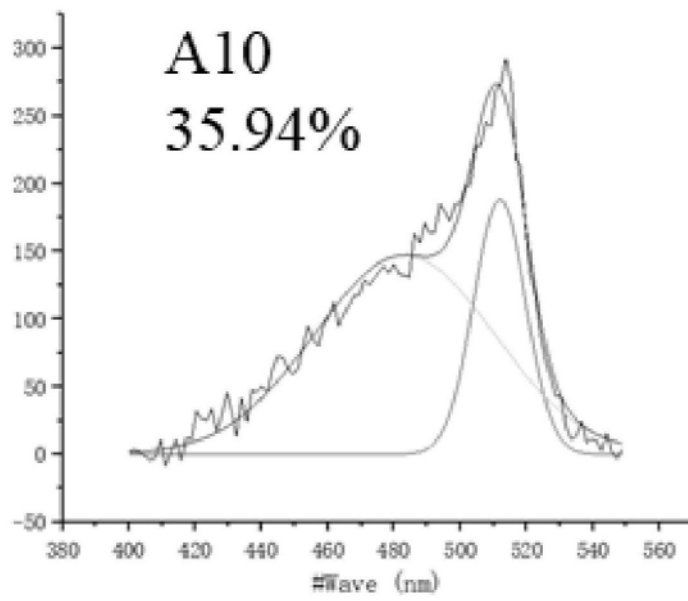


图13