



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108807559 A

(43)申请公布日 2018. 11. 13

(21)申请号 201810631159.1

(22)申请日 2018.06.19

(71)申请人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市江干区下沙高
教园区学源街258号中国计量大学

(72)发明人 严永强 金尚忠 王赞 孟彦龙

(51)Int. Cl.

H01L 31/0216(2014.01)

H01L 31/055(2014.01)

H01L 31/068(2012.01)

H01L 31/048(2014.01)

H01L 31/18(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池

(57)摘要

本发明公开了一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池。在N型PERT双面太阳能电池的基础上,通过制绒工艺在电池双面形成高效的表面陷光结构黑硅绒面。为了进一步提高效率,本发明在电池正反面加入了光致发光层,光致发光层中含有光致发光材料,并且正反面进行了不同设计,能够将晶硅电池不能响应或响应较低的光谱转换成响应较强的光谱,并且兼顾了透光率。另外封装层采用了聚烯烃弹性体(POE)作为封装材料,能够很好的避免电池的电势诱导衰减,使N型PERT太阳能电池更加稳定高效的工作。

111			
109			
108			
106	103	106	
101			
100			
102			
107	104	107	
	105		
108			
110			
111			

1. 一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池,其特征在于,包括:
N型硅基底;
黑硅绒面,形成于N型硅基底的正反面;
n+掺杂层,形成在所述硅片基底的正面;
正面钝化减反层,形成在所述n+掺杂层上;
负电极,引出于所述n+掺杂层;
p+掺杂层,形成在所述硅片基底的背面;
背面钝化减反层,形成在所述p+掺杂层上;
正电极,引出于所述p+掺杂层;
封装层,位于正面钝化减反层以及背面钝化减反层之上;
光致发光层,位于封装层之上;
光伏玻璃层,位于光致发光层之上。
2. 如权利要求1所述的一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池,其特征在于,所述黑硅绒面其微观结构孔径约为200nm-250nm,深度约为150-200nm。
3. 如权利要求1所述的一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池,其特征在于,所述正面钝化减反层为单层膜,而背面钝化减反层为叠层膜。
4. 如权利要求1和3所述正面钝化减反层为SiNx单层膜,其厚度为70nm-90nm,折射率为1.8-2.4。
5. 如权利要求1和3所述背面钝化减反层为Al₂O₃/SiNx叠层膜,其中Al₂O₃膜的厚度为6nm-10nm,折射率为1.5-1.7,SiNx膜的厚度为70nm-90nm,折射率为1.8-2.4。
6. 如权利要求1所述的一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池,其特征在于,所述封装层采用的封装材料为聚烯烃弹性体POE,其厚度为400μm-600μm。
7. 如权利要求1所述的一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池,其特征在于,所述的光致发光层分为正面光致发光层和背面光致发光层,是含有粒度均匀光致发光材料的薄层,其厚度为8μm-12μm。
8. 如权利要求1和7所述的光致发光层,其特征在于正面光致发光层是将光致发光材料薄层等间隔地涂覆于正面光伏玻璃层内表面。
9. 如权利要求1和7所述的光致发光层,其特征在于背面光致发光层由内向外包括光致发光材料薄层和薄反射层,等间隔地涂覆于背面光伏玻璃层内表面,并且与正面光致发光层透光面互补。

一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池

技术领域

[0001] 本发明提出了一种效率得到提升的N型PERT (钝化发射极背表面全扩散) 双面太阳能电池,属于太阳能电池技术领域。

背景技术

[0002] 当下P型PERC (钝化发射极背面接触) 电池以其稳定的效率提升,成为产业化电池的优选方案,未来几年其市场份额将占到50%左右。但是P型电池有着非常严重的光致衰减,会导致电池的性能严重下降。而N型电池与传统P型电池结构相比,具有低光致衰减,少子寿命高、金属离子污染容忍度高、转化效率高而且适合制作双玻组件的特点,是当今研究和产业化的热点。并且PERT电池采用背面全扩散结构比PERC电池结构有更小的串联电阻等优点。另外电池双面发电也是当下提高发电效率的流行趋势。所以未来N型PERT双面电池有着非常好的产业化前景。

[0003] 对于太阳能电池来说,最重要的就是转换效率。而影响转换效率原因有:

[0004] 1) 大气太阳光谱能量利用率低。观察图2是大气太阳光谱能量分布。可以看出紫外光能量占6%左右,可见光占50%左右,红外光占44%左右。而观察图3是晶硅电池响应光谱,可以发现晶硅电池对于可见光和近红外有着较好的光谱相应,而对于紫外、蓝光和1100nm以外的红外光光谱响应较差。对比观察图2和图3,可以发现,在大气太阳光谱能量较高的一些波段,如1.1微米以外的红外光,晶硅太阳能电池响应很小,或者根本不能响应。

[0005] 2) 电势诱导衰减。太阳能电池传统的封装材料使用的是乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)。在潮湿、高温的环境下,乙烯-醋酸乙烯共聚物易与进入电池组件内部的水蒸气发生水解反应,产生醋酸。而醋酸又和玻璃中的纯碱发生化学反应生成钠离子。而太阳能电池的使用往往需要进行串联或并联,常常使电池片和接地金属框架之间的电压高达几百伏。在高电压作用下,出现离子迁移的现象,发生电势诱导衰减,导致电池组件性能极大下降。

发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明提出了一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池。在N型PERT电池的基础上,通过一些技术方案,进一步提高电池的转换效率。

[0007] 本发明通过以下技术方案实现:

[0008] 一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池,其特征在于,包括:

[0009] N型硅基底;

[0010] 黑硅绒面,形成于N型硅基底的正反面;

[0011] n+掺杂层,形成在所述硅片基底的正面;

[0012] 正面钝化减反层,形成在所述n+掺杂层上;

[0013] 负电极,引出于所述n+掺杂层;

[0014] p+掺杂层,形成在所述硅片基底的背面;

[0015] 背面钝化减反层,形成在所述p+掺杂层上;

[0016] 正电极,引出于所述p+掺杂层;

[0017] 封装层,位于正面钝化减反层以及背面钝化减反层之上;

[0018] 光致发光层,位于封装层之上;

[0019] 光伏玻璃层,位于光致发光层之上。

[0020] 在本发明的一个实施例中,所述黑硅绒面其微观结构孔径约为200nm-250nm,深度约为150-200nm。

[0021] 在本发明的一个实施例中,所述正面钝化减反层为单层膜,而背面钝化减反层为双层膜。

[0022] 在本发明的一个实施例中,所述正面钝化减反层为SiNx单层膜,其厚度为70nm-90nm,折射率为1.8-2.4。

[0023] 在本发明的一个实施例中,所述背面钝化减反层为Al₂O₃/SiNx叠层膜,其中Al₂O₃膜的厚度为6nm-10nm,折射率为1.5-1.7,SiNx膜的厚度为70nm-90nm,折射率为1.8-2.4。

[0024] 在本发明的一个实施例中,所述封装层采用的封装材料为聚烯烃弹性体POE,其厚度为400μm-600μm。

[0025] 在本发明的一个实施例中,所述的光致发光层分为正面光致发光层和背面光致发光层,是含有粒度均匀光致发光材料的薄层,其厚度为8μm-12μm。

[0026] 在本发明的一个实施例中,所述的正面光致发光层是将光致发光材料薄层等间隔地涂覆于正面光伏玻璃层内表面。

[0027] 在本发明的一个实施例中,所述的背面光致发光层由内向外包括光致发光材料薄层和薄反射层,等间隔地涂覆于背面光伏玻璃层内表面,并且与正面光致发光层透光面互补。

[0028] 由于本发明采用以上技术方案,使之与现有技术方案相比有以下优点和积极效果

[0029] 1) 在N型PERT双面电池的基础上,通过制绒工艺在电池双面形成高效的表面陷光结构黑硅绒面。常见的金字塔结构绒面由于其尺寸通常为微米级别,对光线的传播方向比较敏感。并且与常规的N型硅电池相比,在350nm-600nm和红外波段黑硅的反射率明显降低。黑硅绒面对光线的传播方向不敏感、更加有利于载流子的运输、电流的收集能够提高对近红外波段的陷光效果。本发明制作黑硅的技术方案中,对黑硅的表面尖锐微观结构进行了化学腐蚀,减小了表面积,从而降低了表面复合,有利于提高了钝化效果。观察图4通过本发明技术方案制备的黑硅绒面和金字塔绒面的光谱反射率图像,可以看出黑硅绒面相较于金字塔绒面反射率整体下降。同时观察图5本发明技术方案制备的黑硅绒面与金字塔结构绒面的外量子效率图,可以看出黑硅绒面的整体光谱外量子效率均高于金字塔结构的光谱外量子效率,尤其是在紫外、蓝光、红外波段,黑硅绒面的外量子效率有了较为显著的提升。

[0030] 2) 为了进一步提高效率,我们在电池结构中加入了光致发光层,光致发光层中含有斯托克斯材料或反斯托克斯材料或者两者的混合,能够将晶硅电池不能响应或响应较低的光谱转换成响应较强的光谱,以提高转换效率。观察图6是应用于本发明一个实施例中的具有协同增强效应的荧光粉YbF₃:11%Er³⁺,在短波369nm、长波980nm和协同激发下的荧光光谱。可以看出协同激发下的光谱能量大于短波或者长波单独激发时的能量,也就是意味着可以同时利用部分紫外光和红外光的能量,并且发射光在晶硅电池响应较高的波段内,这也意味着电池转换效率提升和一定程度上降低电池的温度。

[0031] 观察图7是用 $\text{YbF}_3:11\%\text{Er}^{3+}$ 制作的光致发光薄膜的光谱透射率图,我们发现晶硅电池效应较高的波段其透射率较低,小于50%。这也是所有的光致发光层都存在的问题,也就是透射率过低。

[0032] 另外通过观察图8各种常见地面的反射率可以看出,一般的地面的反射率都较低,常常小于20%甚至更低。而且我们知道由于在晶体硅中的光谱吸收长度不同,波长大于 $1.1\mu\text{m}$ 左右的光很容易透过电池。

[0033] 综合考虑,本发明提出了一种不同的正反面光致发光层结构以达到较优的光谱能量利用率。通过本发明技术方案在正面光伏玻璃内表面以较优面积比例等间距涂覆一层厚度为 $8\mu\text{m}$ – $12\mu\text{m}$ 的透明薄光致发光层,而在光致发光薄膜之间的间隔为透光面。而在背面通过掩模在光伏玻璃上先制作一层等间隔铝反光膜,铝反光膜用于反射正面透过光线或者经背面光致发光转换后的光线。随后以同样尺寸的掩模板再镀上光致发光层,背面的涂覆面积与正面的透光面积呈现互补关系。使有更多的响应较高的光线能够透过正面光致发光层,并使红外波段的光在正面得到转换利用,同时兼顾地面反射光的透过和来自正面的透过硅片的红外光经过背面光致发光转换后又被反射回硅片中再吸收,正面光线的透过率平均提高了10%–30%,提高了红外光的利用效率,进而提高了转换效率。

[0034] 3) 采用聚烯烃弹性体POE作为封装材料,代替EVA以避免电势诱导衰减。观察图9是通过本发明技术方案得到N型PERT电池使用POE封装和EVA封装,在相同电势诱导衰减测试强度下,得到的归一化最大功率图。可以看出本发明技术方案使用POE封装时,其最大功率几乎不会发生衰减,而使用EVA封装时,效率出现了大幅度的下降,甚至功率衰减达到了30%。可以得出本发明技术方案使用POE将使电池工作更加稳定,高效。

[0035] 综合以上技术方案,本发明能够将N型PERT的转换效率提高0.5%–2%左右,并且工作更加稳定。

附图说明

[0036] 图1是本发明一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池的示意图。

[0037] 图2是大气太阳光谱能量分布图。

[0038] 图3是晶硅电池的光谱响应图。

[0039] 图4是本发明技术方案得到黑硅绒面光谱反射率图。

[0040] 图5是N型PERT电池绒面为黑硅和金字塔结构时的外量子效率图。

[0041] 图6是本发明实施例中光致发光材料的荧光光谱图。

[0042] 图7是本发明实施例中光致发光材料制作的全覆盖薄层的光谱透射率图。

[0043] 图8是常见地面的反射率图。

[0044] 图9是N型PERT电池分别采用POE封装和EVA封装在相同电势诱导衰减测试下的归一化最大功率图。

[0045] 标号说明:

[0046] 100—N型硅片基底,101—n+掺杂层,102—p+掺杂层,103—正面钝化减反层,104—反面钝化层,105—反面减反层,106—负电极,107—正电极,108—封装层,109—正面光致发光层,110—反面光致发光层,111—光伏玻璃层

具体实施方式

[0047] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述。需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比率,仅用于方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0048] 请参考附图1,如图1所示,本发明实施例提供的一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池,包括硅片基底100;硅片基底100的正面形成有n+掺杂层101,在n+掺杂层101上形成有正面钝化减反层103。在n+掺杂层101引出负电极106。硅片基底100的背面形成有p+掺杂层102,p+掺杂层102上形成有背面钝化减反层,背面钝化减反层由内向外包括背面钝化层104和背面减反层105。在p+掺杂层102上引出正电极107。在正面钝化减反层以及背面钝化减反层之外是封装层108,在封装层108之外为正面光致发光层109和背面光致发光层110,在正面光致发光层109和背面光致发光层110之外为光伏玻璃层111。

[0049] 结合说明书附图,一种效率得到提升的N型PERT双面太阳能电池的一个实施例,可以通过以下步骤制备获得:

[0050] S1:提供N型硅片基底100;

[0051] S2:对所述N型硅片基底100进行去除表面损伤层并双面制绒;

[0052] 具体地,先将N型硅片基底100分别用丙酮和无水乙醇进行超声振动清洗10分钟去除表面杂质;在硫酸和双氧水体积比为4:1的溶液中煮沸1小时,去除有机物和金属粒子;用质量分数5%的HF溶液浸泡3分钟,用体积比 $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:1:5$ 溶液在80℃下保温60min;

[0053] 接下来将清洗后的硅片放入HF为4.0mol/L, AgNO_3 为0.005mol/L的混合水溶液中,刻蚀一分钟,沉积银纳米粒子;下一步,将反应后的硅片放入1.55mol/L的HF和0.35mol/L的 H_2O_2 的溶液中腐蚀180秒;下一步将样品放入 NH_4OH 的质量分数为25%, H_2O_2 的质量分数为30%,体积比 $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2=3:1$ 的混合溶液中去除多余的银纳米粒子;下一步将硅片放入质量分数为1%的NaOH溶液中进行扩孔50秒;下一步将硅片放入质量分数为0.01%-0.1%的NaOH溶液中50-300秒,进行黑硅表面微观结构的修饰。

[0054] 反应结束后经过清洗,在室温下用氮气吹干,即可得到黑硅绒面。通过观察黑硅绒面的SEM图,可以看到观察到黑硅绒面为纳米孔,孔径约为200nm-250nm,深度约为150-200nm。

[0055] S3:对所述N型硅片基底100的正面进行高温磷扩散掺杂形成n+掺杂层101;

[0056] 具体地,在840-900℃炉温下,通入 POCl_3 扩散源配合 N_2 , O_2 气体,并控制适当流量,进行10分钟恒温处理,10分钟通源处理,12分钟吹气处理,进行预扩散;接下来在在850-900℃炉温下配合 O_2 ,并控制适当流量,进行20分钟通源,20分钟吹气,进行主扩散;测得n+掺杂层101的扩散方阻为50-100ohm/sq;

[0057] S4:刻蚀硅片边缘和背面的扩散层;

[0058] 具体地,可以利用等离子刻蚀或硝酸、氢氟酸和硫酸的水溶液进行刻蚀硅片边缘和背面的扩散层。

[0059] S5:对N型硅片基底100的背面进行抛光并清洗去除扩散形成的PSG;

[0060] 具体地,利用3%-6%氢氟酸在室温下漂洗2-4分钟;

- [0061] S6:对N型硅片基底100的背面进行离子注入形成p+掺杂层102,
- [0062] 具体地,以 BF_3 为气体源,通过离子注入机,利用强电场加速将 B^+ 离子注入到硅基底中,退火后测得p+掺杂层102的扩散方阻为40-80 Ω/sq
- [0063] S7:对N型硅片基底100进行800℃-1100℃退火处理,激活硼杂质;
- [0064] S8:制作正面钝化减反膜和背面钝化减反膜。
- [0065] 具体地,通过管式PECVD方法形成正面钝化减反层 SiN_x 单层膜,控制温度为420-450℃;沉积压强为150-200Pa;射频功率为2.0-3.0kW; SiH_4 气体流量为400-500sccm; NH_3/SiH_4 流量比为6.5-8.5;反应时间为30-40分钟;得到的膜厚度为70nm-90nm,折射率为1.8-2.4。
- [0066] 通过热ALD方法先在背面形成 Al_2O_3 膜,具体地,将含有三甲基铝(TMA)前驱体气体脉冲地输入反应腔,然后,用惰性气体将反应后剩余的TMA分子和反应产物甲烷一起用真空泵抽到腔室外,接着将水蒸气脉冲地输入到反应腔,再用真空泵抽出多余气体,重复以上过程3-5分钟,可得到 Al_2O_3 膜的厚度为6nm-10nm,折射率为1.5-1.7,
- [0067] 通过同样的管式PECVD方法可以在背面形成 SiN_x 膜的厚度为70nm-90nm,折射率为1.8-2.4。
- [0068] S9:在N型硅片基底100的背面印刷银铝浆形成正电极108,在其正面印刷银浆形成负电极107,并进行共烧。
- [0069] 具体地,电极的印刷工艺参数如下:印刷速度180-260mm/s,丝网间距-1200至-2000 μm ,刮刀高度-850至-1070 μm ,印刷压力60-85N;电极的厚度约为20-25 μm 。得到的电极主栅线4条,宽度1.5mm左右。副栅线均匀分布,根数为90-110条,宽度为40-75 μm 相邻栅线间距1.4-1.6mm。
- [0070] S10:制作光致发光层;
- [0071] 优选地,我们选取具有协同增强效应的 $\text{YbF}_3:11\%\text{Er}^{3+}$ 作为光致发光材料;该光致发光材料可以通过共沉淀法获得,其具体步骤如下:
- [0072] 1) 称取一定质量高纯度的 Yb_2O_3 和 Er_2O_3 粉末,在加热的条件下溶解于盐酸(36-38%)中,配置成0.2mol/L XCl_3 ($\text{X}=\text{Yb},\text{Er}$) 溶液,
- [0073] 2) 按比例 $\text{Yb}_{1-x}\text{F}_3\text{Er}$ ($x=11\text{mol}\%$) 计算出需要的 XCl_3 的体积,然后加入50ml水混合搅拌。称量2g NH_4F 溶于10ml水中,边搅拌边滴加到混合液中。
- [0074] 3) 将混合液离心分离并用一级蒸馏水洗涤3次,然后在60摄氏度加热干燥8小时后得到白色粉末。再将白色粉末在 HF 气氛中750摄氏度退火2小时即可得到光致发光材料。
- [0075] 下一步分别制作正面光致发光层和背面光致发光层。
- [0076] 在制作正面光致发光层时先需要配置浆料。粘结剂为松油醇:乙基纤维素=10:1在60℃下搅拌24h得到。浆料通过光致发光材料 $\text{YbF}_3:11\%\text{Er}^{3+}$ 配合低熔点玻璃粉、粘结剂、分散剂,以光致发光材料:低熔点玻璃粉:粘结剂=1:3:2混合,通过高速分散机配合一定量的分散剂使得荧光粉均匀分散获得。通过丝网印刷技术,涂覆到光伏玻璃上,再通过有氧600-700℃加热,保温30分钟;优选地,涂覆面和透光面比例为1:2,以获得较优的透光率和光致发光转换效率。
- [0077] 背面的光致发光层是先在光伏玻璃上通过掩模板用真空蒸镀机等间隔地镀上一层厚度约为2-4 μm 铝膜,紧接着通过丝网印刷以相同尺寸的掩模板镀上光致发光材料。通过

掩模板的厚度和涂覆速度与掩模板到光伏玻璃的距离可以将光致发光层的厚度控制在12微米左右。并且背面的涂覆层面积与正面的透光层面积互补。

[0078] S11:对按照设计要求完成焊接的电池串进行真空层压封装;具体地,按照光伏玻璃、POE、电池串、POE、光伏玻璃的顺序放入层压机中,一边抽真空一边加热加压,使它们粘合成整体。

[0079] 显然,本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

111				
109				
108				
	106	103	106	
101				
100				
102				
	107	104	107	
		105		
108				
110				
111				

图1

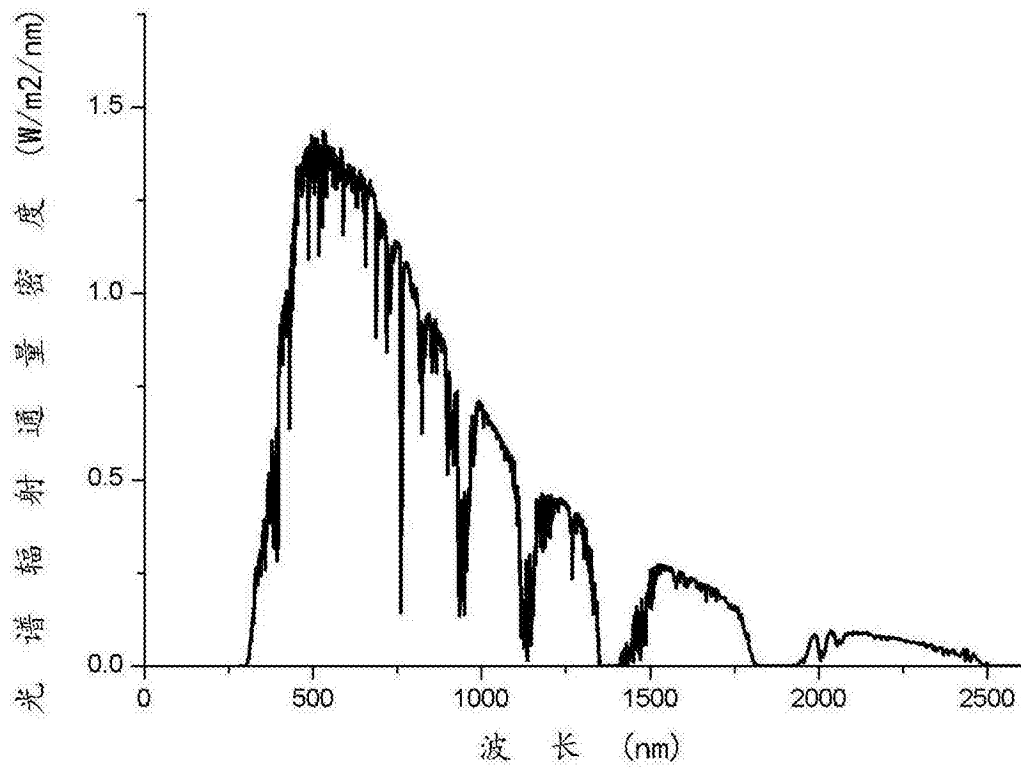


图2

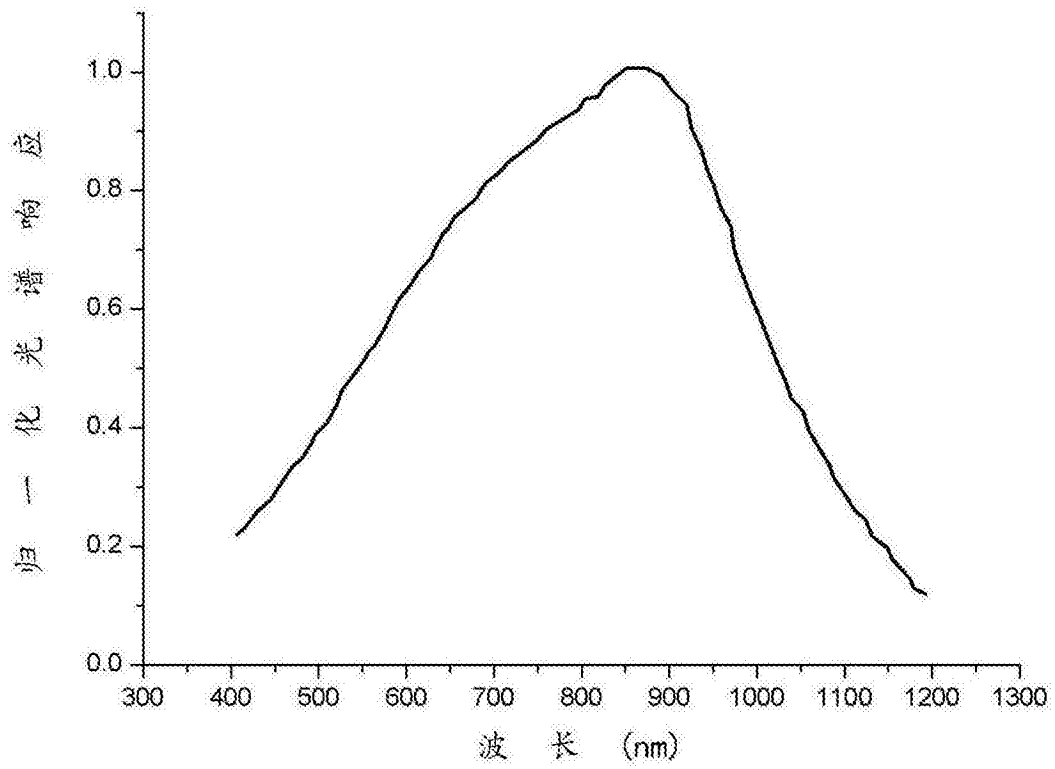


图3

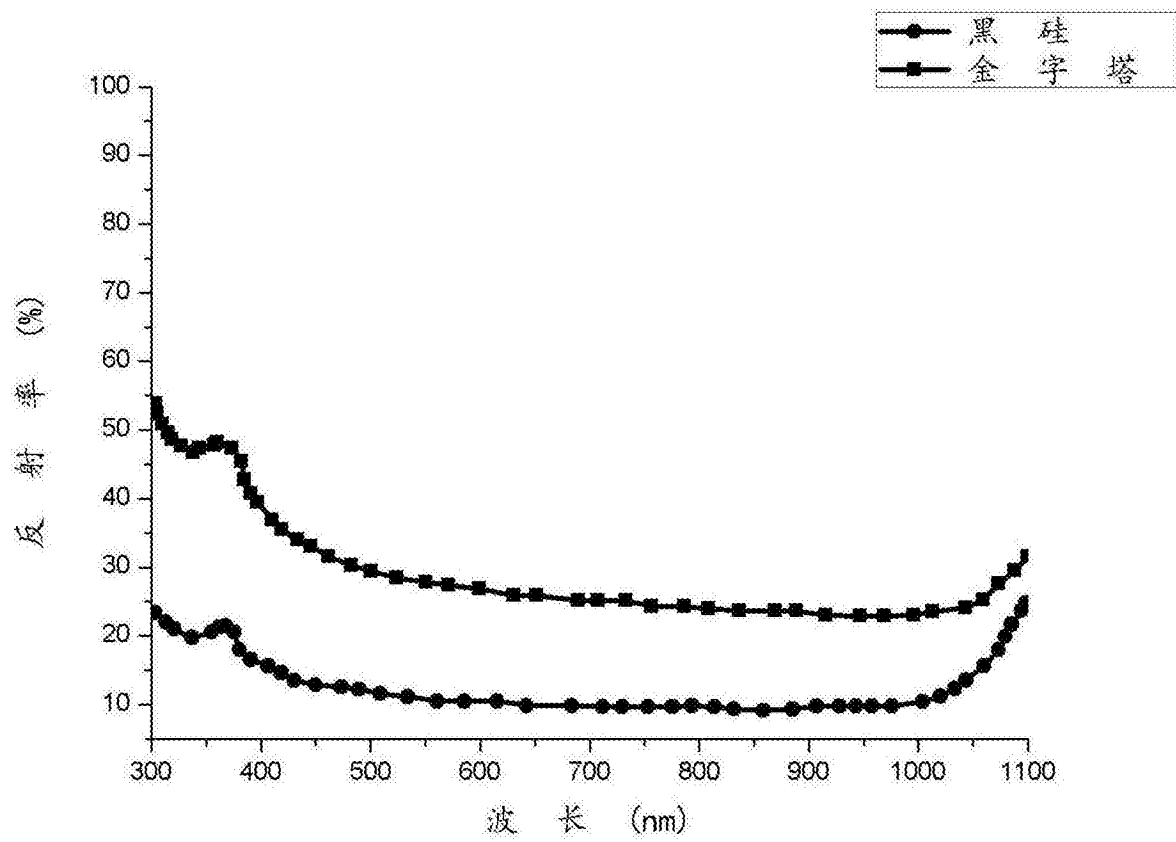


图4

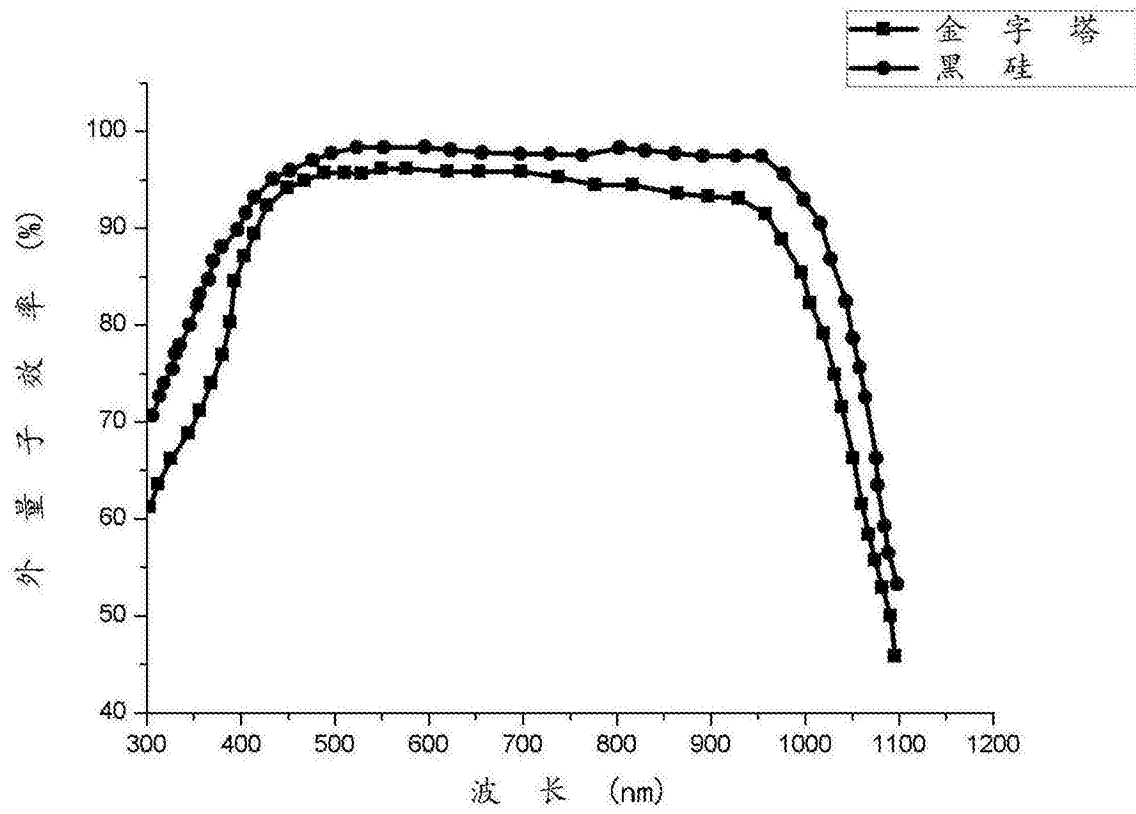


图5

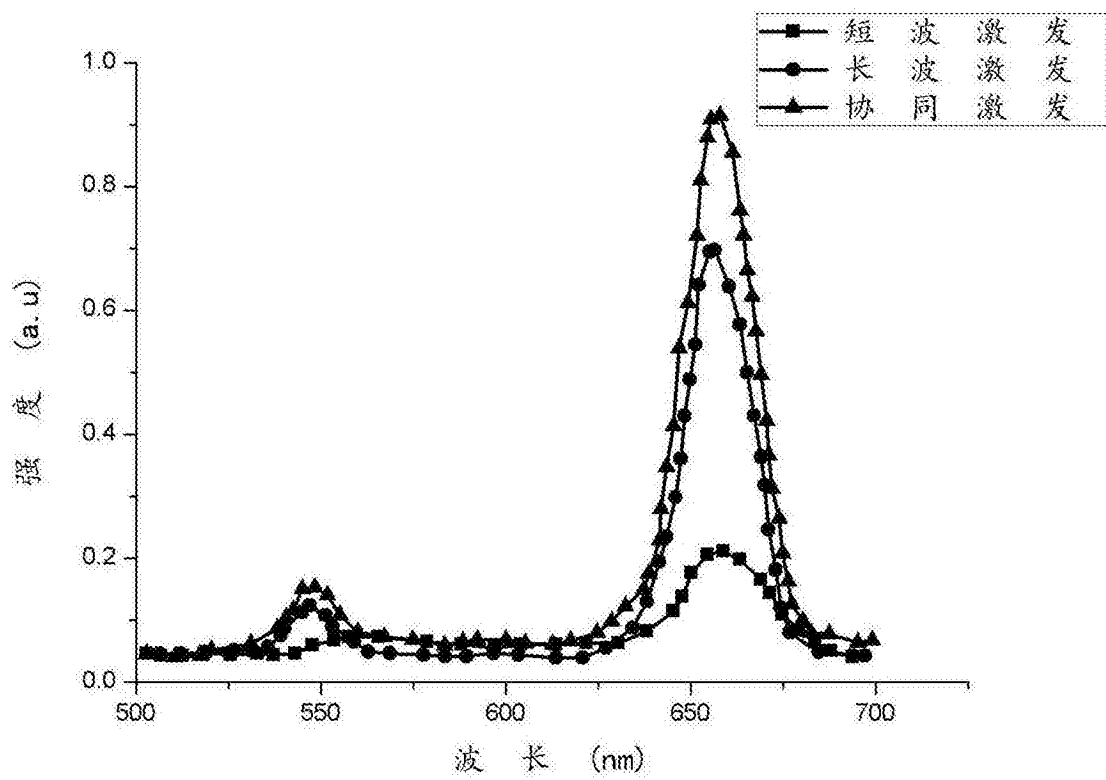


图6

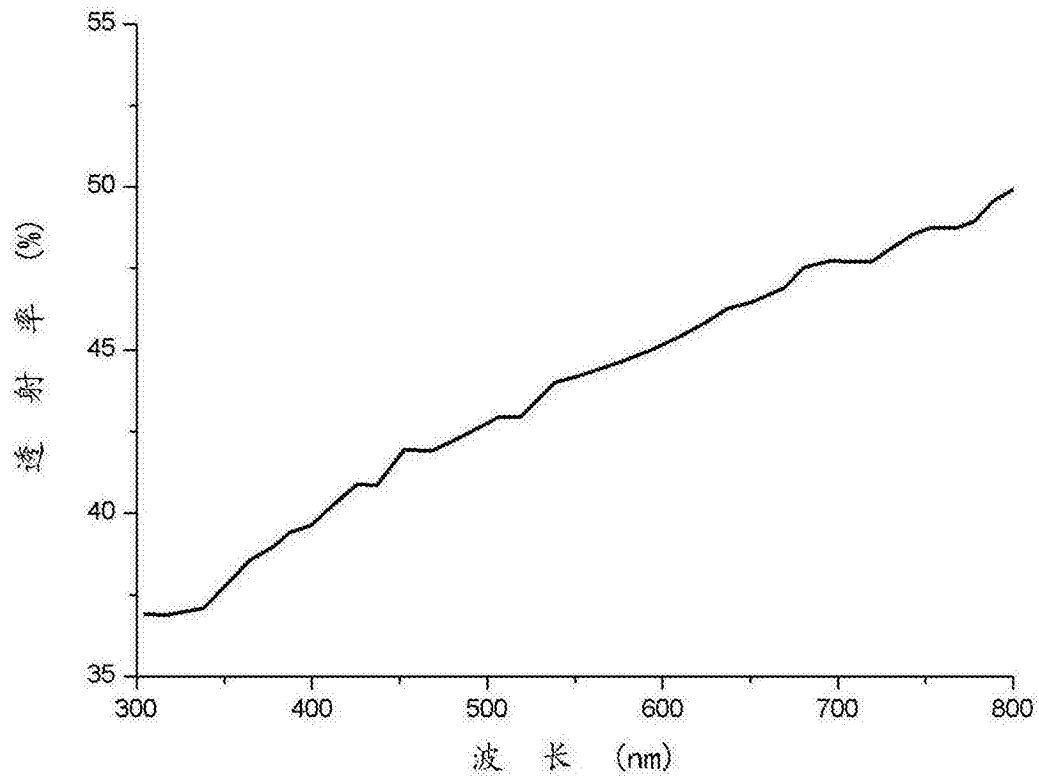


图7

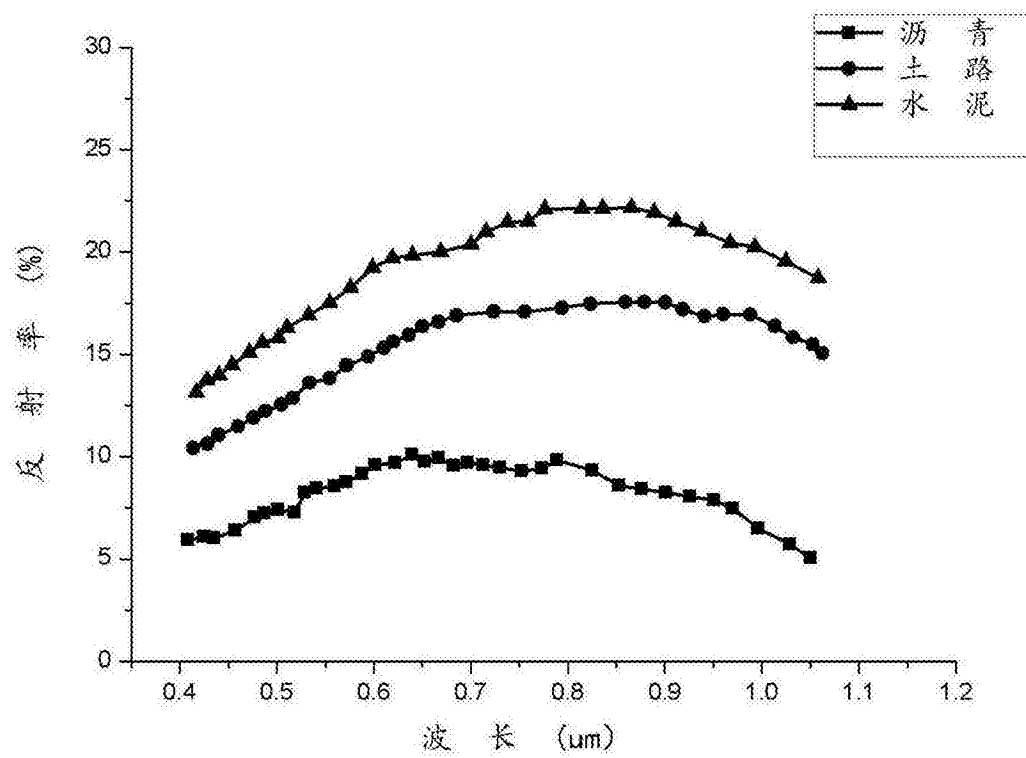


图8

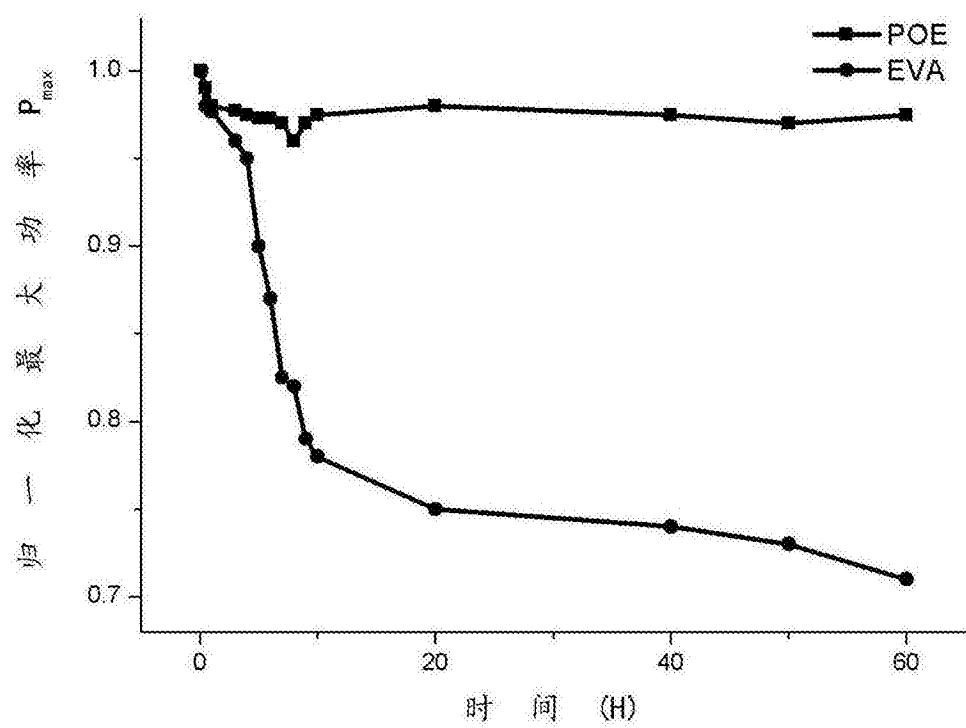


图9