



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101969075 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 09

(21) 申请号 201010249434. 7

(22) 申请日 2010. 08. 10

(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 张凤 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

(51) Int. Cl.

H01L 31/0216(2006. 01)

H01L 31/18(2006. 01)

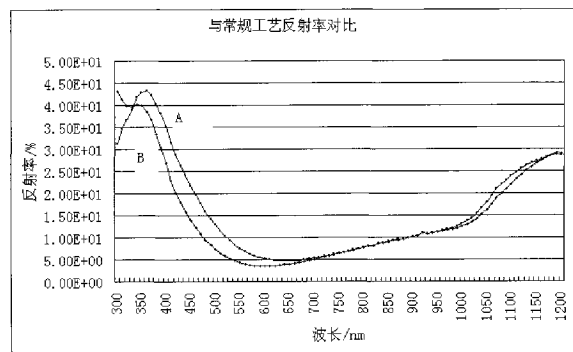
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜,该减反射膜是由两层膜构成,第一层膜设在晶体硅太阳能电池的硅片衬底的表面,第二层膜设在第一层膜的表面,第一层膜为二氧化硅薄膜,其厚度为 10 ~ 20nm,折射率为 1. 45 ~ 1. 47 ; 第二层膜为二氧化钛薄膜,其厚度为 50 ~ 60nm,折射率为 2. 15 ~ 2. 45。本发明的减反射膜可以明显降低电池表面对光的反射,提高晶体硅太阳能电池的光电转化效率。



1. 一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜,该减反射膜是由两层膜构成,第一层膜设在晶体硅太阳能电池的硅片衬底的表面,第二层膜设在第一层膜的表面,其特征在于:第一层膜为二氧化硅薄膜,其厚度为 10 ~ 20nm,折射率为 1.45 ~ 1.47;第二层膜为二氧化钛薄膜,其厚度为 50 ~ 60nm,折射率为 2.15 ~ 2.45。

2. 根据权利要求 1 所述的晶体硅太阳能电池双层减反射膜,其特征在于:第一层膜和第二层膜的综合膜厚为 60 ~ 80nm,综合折射率 2.06 ~ 2.18。

3. 一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜的制备方法,包括如下步骤:

按照电池常规前道工序处理方法,对硅片进行硅片清洗制绒、扩散制备 PN 结、刻蚀去除硅片四周的 PN 结、清洗去除磷硅玻璃,

其特征在于,然后包括以下步骤:

(1) 采用热氧化方法在硅片衬底的表面生长一层二氧化硅薄膜,薄膜的折射率为 1.45 ~ 1.47,厚度为 10 ~ 20nm;

(2) 采用溶胶凝胶法在步骤 (1) 的二氧化硅薄膜表面形成折射率为 2.15 ~ 2.45、厚度为 50 ~ 60nm 的二氧化钛薄膜;

(3) 在上述二氧化钛薄膜上印刷正反面电极、背场,后进行烧结操作。

4. 根据权利要求 3 所述的制备方法,其特征在于:二氧化硅薄膜和二氧化钛薄膜的综合膜厚为 60 ~ 80nm,综合折射率 2.06 ~ 2.18。

5. 根据权利要求 3 所述的制备方法,其特征在于:所述步骤 (1) 的工艺温度为 800 ~ 900℃,反应气体  $N_2$  流量为 10 ~ 30L/min,  $O_2$  流量为 10 ~ 30L/min,反应时间为 10 ~ 60min。

6. 根据权利要求 3 所述的制备方法,其特征在于,所述步骤 (2) 包括如下步骤:

(1) 将钛酸盐前躯体与醇类溶剂混合,搅拌形成透明溶液,再滴加蒸馏水,搅拌得到淡黄色溶胶;

(2) 将二氧化钛粒子加入上述溶胶中,超声分散处理 30 ~ 60min,形成二氧化钛粒子充分分散的涂覆浆体;

(3) 将上述二氧化钛涂覆浆体采用丝网印刷方法在二氧化硅薄膜表面印刷二氧化钛薄膜,形成折射率为 2.15 ~ 2.45、厚度为 50 ~ 60nm 的二氧化钛薄膜。

7. 根据权利要求 6 所述的制备方法,其特征在于:所述步骤 (1) 中的钛酸盐前躯体为钛酸正丁酯、钛酸异丙酯或四氯化钛,所述醇类为无水乙醇、异丙醇或正丁醇。

8. 根据权利要求 6 所述的制备方法,其特征在于:所述步骤 (2) 中二氧化钛粒子和步骤 (1) 的溶胶的重量比为 1 : 15 ~ 30。

## 一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种减反射膜及其制备方法,具体涉及一种应用于晶体硅太阳能电池表面的减反射膜及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 当今世界,常规能源的持续使用带来了能源紧缺以及环境恶化等一系列经济和社会问题,发展太阳能电池是解决上述问题的途经之一。因此,世界各国都在积极开发太阳能电池,而高转换效率、低成本是太阳能电池发展的主要趋势,也是技术研究者追求的目标。

[0003] 目前,晶体硅太阳能电池制造包括如下步骤:(1) 硅片清洗制绒;(2) 扩散制备 PN 结;(3) 刻蚀去除硅片四周的 PN 结;(4) 清洗去除磷硅玻璃;(5) 制备减反射膜;(6) 丝网印刷背电极银浆,背电场铝浆,正电极银浆;(7) 背电极、背场及正面电极共烧合金化;(8) 测试分选。

[0004] 其中,步骤(5)的减反射膜又称增透膜,最简单的增透膜是单层膜,它是镀在光学零件光学表面上的一层折射率较低的薄膜。如果膜层的光学厚度是某一波长的四分之一,相邻两束光的光程差恰好为  $\pi$ ,即振动方向相反,叠加的结果使光学表面对该波长的反射光减少。适当选择膜层折射率,这时光学表面的反射光可以完全消除。一般情况下,采用单层增透膜很难达到理想的增透效果,为了在单波长实现零反射,或在较宽的光谱区达到好的增透效果,往往采用双层、三层甚至更多层数的减反射膜。

[0005] 现有技术中,大规模生产采用的是 PECVD 法制备  $\text{SiN}_x$  膜,但其反射率还不是很低。减反射膜是应用最广、产量最大的一种光学薄膜,因此,它至今仍是光学薄膜技术中重要的研究课题,研究的重点是寻找新材料,设计新膜系,改进淀积工艺,使之用最少的层数,最简单、最稳定的工艺,获得尽可能高的成品率,达到最理想的效果。

### 发明内容

[0006] 本发明目的是提供一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜及其制备方法,使减反射膜降低电池表面对光的反射,提高晶体硅太阳能电池的光电转化效率。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜,该减反射膜是由两层膜构成,第一层膜设在晶体硅太阳能电池的硅片衬底的表面,第二层膜设在第一层膜的表面,第一层膜为二氧化硅薄膜,其厚度为  $10 \sim 20\text{nm}$ ,折射率为  $1.45 \sim 1.47$ ;第二层膜为二氧化钛薄膜,其厚度为  $50 \sim 60\text{nm}$ ,折射率为  $2.15 \sim 2.45$ 。

[0008] 上述技术方案中,第一层膜和第二层膜的综合膜厚为  $60 \sim 80\text{nm}$ ,综合折射率  $2.06 \sim 2.18$ 。

[0009] 一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜的制备方法,包括如下步骤:

[0010] 按照电池常规前道工序处理方法,对硅片进行硅片清洗制绒、扩散制备 PN 结、刻蚀去除硅片四周的 PN 结、清洗去除磷硅玻璃,然后包括以下步骤:

[0011] (1) 采用热氧化方法在硅片衬底的表面生长一层二氧化硅薄膜,薄膜的折射率为

1.45 ~ 1.47, 厚度为 10 ~ 20nm ;

[0012] (2) 采用溶胶凝胶法在步骤 (1) 的二氧化硅薄膜表面形成折射率为 2.15 ~ 2.45、厚度为 50 ~ 60nm 的二氧化钛薄膜 ;

[0013] (3) 在上述二氧化钛薄膜上印刷正反面电极、背场, 后进行烧结操作。

[0014] 上述技术方案中, 二氧化硅薄膜和二氧化钛薄膜的综合膜厚为 60 ~ 80nm, 综合折射率 2.06 ~ 2.18。

[0015] 上述技术方案中, 所述步骤 (1) 的工艺温度为 800 ~ 900℃, 反应气体 N<sub>2</sub> 流量为 10 ~ 30L/min, O<sub>2</sub> 流量为 10 ~ 30L/min, 反应时间为 10 ~ 60min。

[0016] 上述技术方案中, 所述步骤 (2) 包括如下步骤 :

[0017] (1) 将钛酸盐前躯体与醇类溶剂混合, 搅拌形成透明溶液, 再滴加蒸馏水, 搅拌得到淡黄色溶胶 ;

[0018] (2) 将二氧化钛粒子加入上述溶胶中, 超声分散处理 30 ~ 60min, 形成二氧化钛粒子充分分散的涂覆浆体 ;

[0019] (3) 将上述二氧化钛涂覆浆体采用丝网印刷方法在二氧化硅薄膜表面印刷二氧化钛薄膜, 形成折射率为 2.15 ~ 2.45、厚度为 50 ~ 60nm 的二氧化钛薄膜。

[0020] 上述技术方案中, 所述步骤 (1) 中的钛酸盐前躯体为钛酸正丁酯、钛酸异丙酯或四氯化钛, 所述醇类为无水乙醇、异丙醇或正丁醇。

[0021] 上述技术方案中, 所述步骤 (2) 中二氧化钛粒子和步骤 (1) 的溶胶的重量比为 1 : 15 ~ 30。

[0022] 现有技术中, TiO<sub>2</sub> 薄膜的制备方法很多, 本发明在热氧化的 SiO<sub>2</sub> 薄膜表面采用溶胶凝胶法制备 TiO<sub>2</sub> 薄膜, 采用钛酸盐前躯体, 醇类和水来形成溶胶, 此钛酸盐前躯体经过水解和聚合的过程形成溶胶, 钛酸盐前躯体水解形成水解相, 水解相与醇盐发生聚合反应形成新的 TiO<sub>2</sub> 网络结构, 再通过后续的丝网烧结形成锐钛矿晶型的 TiO<sub>2</sub> 薄膜。

[0023] 其中, 溶胶凝胶法是一种广泛应用于薄膜沉积的方法, 其具有设备简单, 对样品的尺寸没有要求, 不需要特殊的高压或真空的环境, 且制备得到的薄膜均匀性好等优点。

[0024] 上文中, 所述晶体硅可以是单晶硅或多晶硅。

[0025] 由于上述技术方案的采用, 与现有技术相比, 本发明具有如下优点 :

[0026] 1. 本发明得到了由二氧化硅薄膜和二氧化钛薄膜组成的双层氮化硅膜, 该减反射膜可以明显降低电池表面对光的反射, 提高晶体硅太阳能电池的光电转化效率 ; 与现有的氮化硅减反射膜相比, 本发明的太阳能电池在光谱范围 300 ~ 1200nm 之间的反射率降低 10% 以上, 取得了显著的效果。

[0027] 2. 本发明采用的溶胶凝胶法具有设备简单、对样品的尺寸没有要求、不需要特殊的高压或真空的环境等优点, 且制备得到的薄膜均匀性较好。

[0028] 3. 本发明的制备方法简单, 适合规模化生产。

#### 附图说明

[0029] 图 1 是本实施例一的反射率对比曲线图 ;

[0030] 图 2 是本实施例二的反射率对比曲线图 ;

[0031] 图 3 是本实施例三的反射率对比曲线图 ;

## 具体实施方式

[0032] 下面结合实施例对本发明作进一步描述：

### [0033] 实施例一

[0034] 一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜的制备方法,包括如下步骤:按照电池常规前道工序处理方法,对硅片进行硅片清洗制绒、扩散制备PN结、刻蚀去除硅片四周的PN结、清洗去除磷硅玻璃,然后包括以下步骤:

[0035] 第一步:在硅片表面先采用热氧化方法生长一层SiO<sub>2</sub>薄膜,反应气体N<sub>2</sub>为10L/min,O<sub>2</sub>为15L/min,工艺温度为880℃,时间20min,形成一层折射率为1.46,厚度为10nm的SiO<sub>2</sub>薄膜;

[0036] 第二步:取一定量的钛酸正丁酯缓慢滴加到正丁醇中,其溶液浓度为0.5mol/L,将此溶液采用磁力搅拌器搅拌0.5h后,再滴加1~3mL蒸馏水,搅拌得到淡黄色溶胶;

[0037] 第三步:将TiO<sub>2</sub>粒子以1:15质量比添加到上述溶胶中,超声分散处30min,形成TiO<sub>2</sub>粒子充分分散的涂覆浆体;

[0038] 第四步:将上述TiO<sub>2</sub>浆体采用丝网印刷方法在SiO<sub>2</sub>薄膜表面印刷TiO<sub>2</sub>薄膜,折射率为2.3,薄膜的厚度为60nm;

[0039] 从而在硅片表面形成综合折射率为2.18,综合膜厚为70nm的SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>双层减反射薄膜;

[0040] 第五步:在上述二氧化钛薄膜上印刷正反面电极、背场,后进行烧结操作。

### [0041] 对比例一

[0042] 按照电池常规前道工序处理方法,对硅片进行硅片清洗制绒、扩散制备PN结、刻蚀去除硅片四周的PN结、清洗去除磷硅玻璃,然后用PECVD法制备SiN<sub>x</sub>减反射膜,其折射率为2.1,膜厚80nm;然后采用常规工艺制备得到太阳能电池。

[0043] 采用D8积分反射仪对上述实施例一和对比例一进行镀膜后硅片表面光反射率测试,测定结果参见图1所示,其中,A为对比例一的常规电池片的反射率曲线,B为本实施例一的双层膜反射率曲线,可见,在光谱范围300~1200nm之间,本实施例一的太阳能电池的反射率比对比例一的太阳能电池的反射率低出12%左右。

### [0044] 实施例二

[0045] 一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜的制备方法,包括如下步骤:按照电池常规前道工序处理方法,对硅片进行硅片清洗制绒、扩散制备PN结、刻蚀去除硅片四周的PN结、清洗去除磷硅玻璃,然后包括以下步骤:

[0046] 第一步:在硅片表面先采用热氧化方法生长一层SiO<sub>2</sub>薄膜,反应气体N<sub>2</sub>为20L/min,O<sub>2</sub>为30L/min,工艺温度为880℃,时间40min,形成一层折射率为1.46,厚度为20nm的SiO<sub>2</sub>薄膜;

[0047] 第二步:取一定量的钛酸异丙酯缓慢滴加到异丙醇中,其溶液浓度为0.4mol/L,将此溶液采用磁力搅拌器搅拌0.5h后,再滴加1~3mL蒸馏水,搅拌得到淡黄色溶胶;

[0048] 第三步:将TiO<sub>2</sub>粒子以1:20质量比添加到上述溶胶中,超声分散处30min,形成TiO<sub>2</sub>粒子充分分散的涂覆浆体;

[0049] 第四步:将上述TiO<sub>2</sub>浆体采用丝网印刷方法在SiO<sub>2</sub>薄膜表面印刷TiO<sub>2</sub>薄膜,折射

率为 2.3, 薄膜的厚度为 50nm ;

[0050] 从而在硅片表面形成综合折射率为 2.06, 综合膜厚为 70nm 的  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$  双层减反射薄膜 ;

[0051] 第五步 : 在上述二氧化钛薄膜上印刷正反面电极、背场, 后进行烧结操作。

[0052] 将本实施例与对比例一进行镀膜后硅片表面光反射率测试, 测定结果参见图 2 所示, 其中, C 为对比例一的常规电池片的反射率曲线, D 为本实施例二的双层膜反射率曲线, 可见, 在光谱范围 300 ~ 1200nm 之间, 本实施例的反射率比对比例一的反射率低出 15% 左右。

[0053] 实施例三

[0054] 一种晶体硅太阳能电池双层减反射膜的制备方法, 包括如下步骤 : 按照电池常规前道工序处理方法, 对硅片进行硅片清洗制绒、扩散制备 PN 结、刻蚀去除硅片四周的 PN 结、清洗去除磷硅玻璃, 然后包括以下步骤 :

[0055] 第一步 : 在硅片表面先采用热氧化方法生长一层  $\text{SiO}_2$  薄膜, 反应气体  $\text{N}_2$  为 30L/min,  $\text{O}_2$  为 30L/min, 工艺温度为 840°C, 时间 60min, 形成一层折射率为 1.46, 厚度为 20nm 的  $\text{SiO}_2$  薄膜 ;

[0056] 第二步 : 取一定量的四氯化钛缓慢滴加到无水乙醇中, 其溶液浓度为 0.3mol/L, 将此溶液采用磁力搅拌器搅拌 0.5h 后, 再滴加 1 ~ 3mL 蒸馏水, 搅拌得到淡黄色溶胶 ;

[0057] 第三步 : 将  $\text{TiO}_2$  粒子以 1 : 20 质量比添加到上述溶胶中, 超声分散处 30min, 形成  $\text{TiO}_2$  粒子充分分散的涂覆浆体 ;

[0058] 第四步 : 将上述  $\text{TiO}_2$  浆体采用丝网印刷方法在  $\text{SiO}_2$  薄膜表面印刷  $\text{TiO}_2$  薄膜, 折射率为 2.3, 薄膜的厚度为 50nm ;

[0059] 从而在硅片表面形成综合折射率为 2.06, 综合膜厚为 70nm 的  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$  双层减反射薄膜 ;

[0060] 第五步 : 在上述二氧化钛薄膜上印刷正反面电极、背场, 后进行烧结操作。

[0061] 将本实施例与对比例一进行镀膜后硅片表面光反射率测试, 测定结果参见图 3 所示, 其中, E 为对比例一的常规电池片的反射率曲线, F 为本实施例三的双层膜反射率曲线, 可见, 在光谱范围 300 ~ 1200nm 之间, 本实施例的反射率比对比例一的反射率低出 10% 左右。

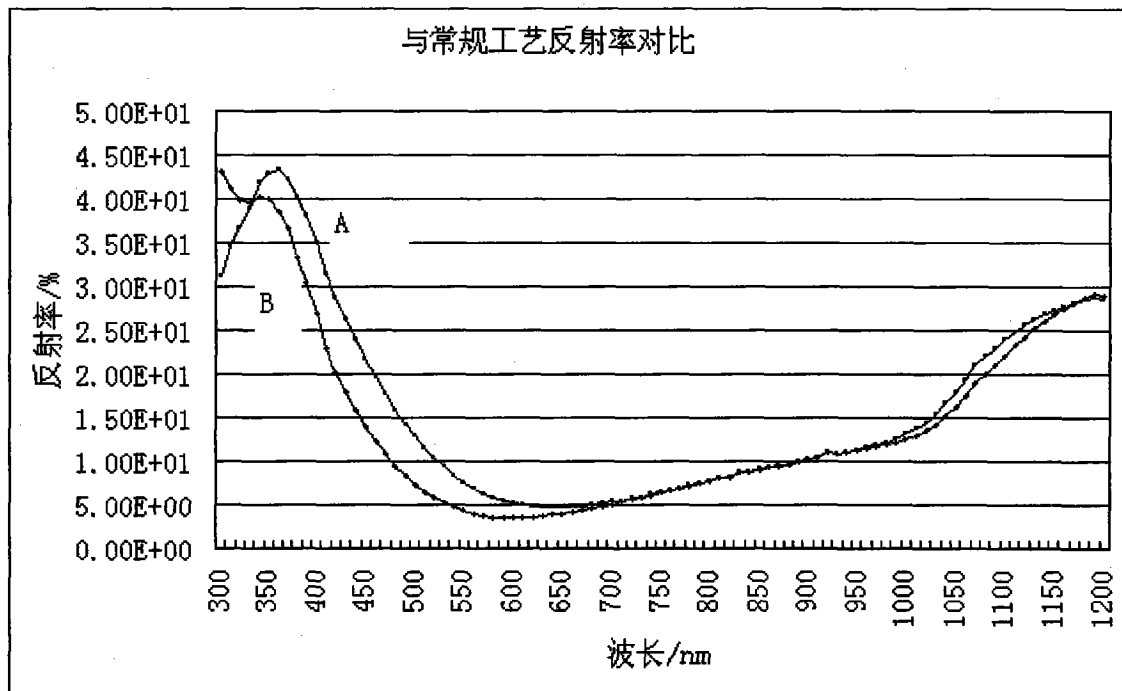


图 1

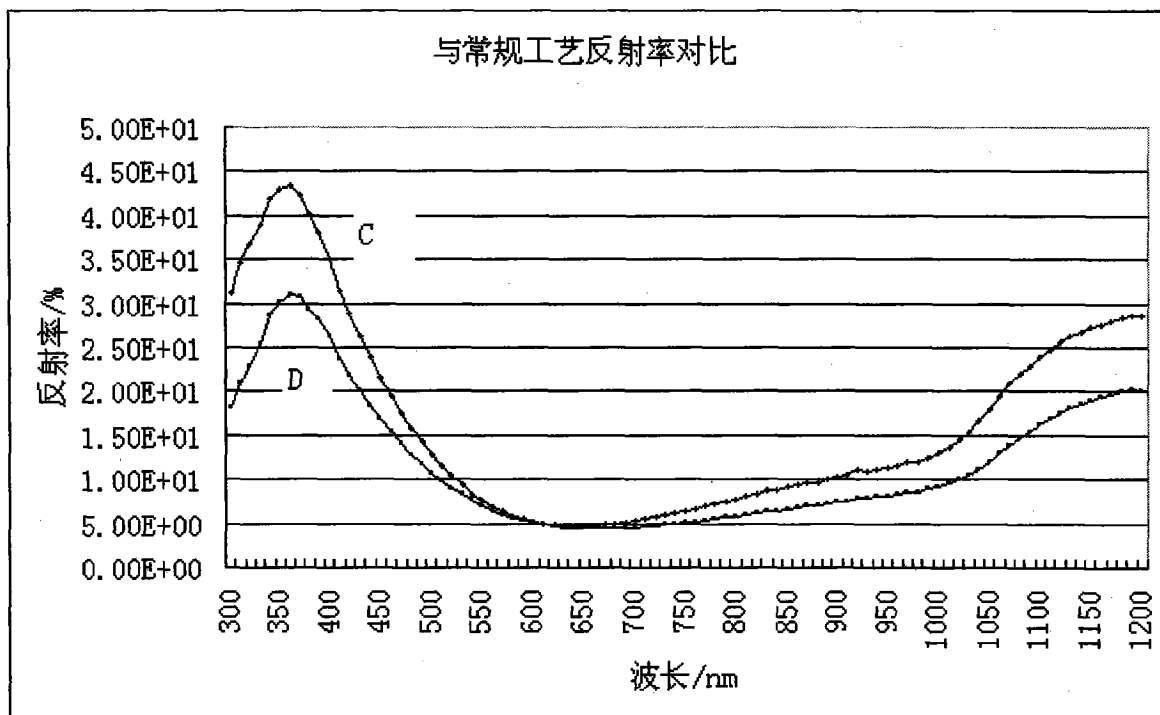


图 2

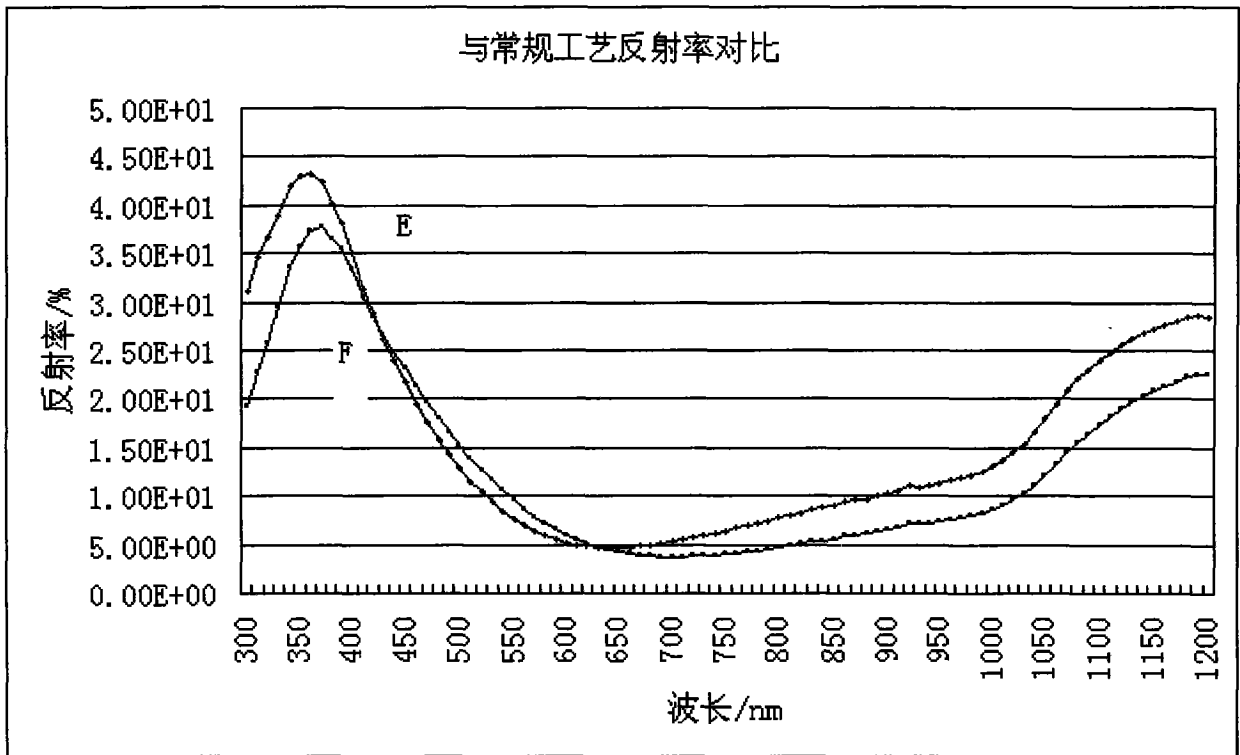


图 3