

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610114454.7

[51] Int. Cl.

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/042 (2006.01)

H01L 51/44 (2006.01)

H01L 51/42 (2006.01)

H01M 14/00 (2006.01)

H01G 9/20 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100505325C

[22] 申请日 2006.11.10

[21] 申请号 200610114454.7

[73] 专利权人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路 5 号

[72] 发明人 邹德春 范兴 简蓉

[56] 参考文献

CN1571169A 2005.1.26

CN1674304A 2005.9.28

CN1851933A 2006.10.25

CN1815759A 2006.8.9

审查员 黄道许

[74] 专利代理机构 北京君尚知识产权代理事务所
(普通合伙)

代理人 贾晓玲

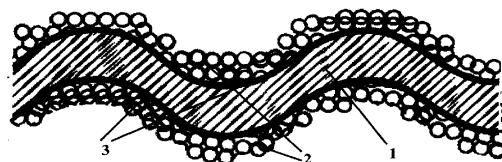
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

染料敏化太阳能电池及其工作电极

[57] 摘要

本发明提供一种基于丝状工作电极的染料敏化太阳能电池结构,属于染料敏化太阳能电池技术领域。该工作电极包括导电丝状基体和敏化半导体薄膜,敏化半导体薄膜为由吸附敏化染料分子的大小各异的半导体粒子构成的多孔薄膜结构,敏化半导体薄膜包附在导电丝状基体表面。由于导电丝状基体具有来源丰富、体积小、形变自由、加工方便、易于串并联等优点,本发明为在狭小异形空间内的光能供电提供了一种廉价而高效的解决方案。



- 1、一种染料敏化太阳能电池工作电极，其特征在于：包括导电性丝状基体和敏化半导体薄膜，敏化半导体薄膜为由吸附有敏化染料分子的大小各异的半导体粒子构成的多孔薄膜结构，在导电性丝状基体的外表面涂敷一层致密半导体材料层，敏化半导体薄膜包附在上述致密半导体材料层上。
- 2、如权利要求 1 所述的工作电极，其特征在于：导电性丝状基体由导电性材料制成，其为实心结构或空心结构。
- 3、如权利要求 1 所述的工作电极，其特征在于：导电性丝状基体包括一芯和若干层皮，芯和皮由导电性材料或非导电性材料制成，皮逐层包裹在芯的外侧，最外层的皮采用导电性材料。
- 4、如权利要求 1 所述的工作电极，其特征在于：敏化半导体薄膜的厚度范围为 1 微米-100 微米。
- 5、如权利要求 1 所述的工作电极，其特征在于：所述导电性丝状基体为有机导电材料或无机导电材料或有机/无机复合导电材料。
- 6、一种染料敏化太阳能电池，包括：工作电极、电解质层和对电极，其特征在于：工作电极由导电性丝状基体和敏化半导体薄膜组成，敏化半导体薄膜为由吸附敏化染料分子的大小各异的半导体粒子构成的多孔薄膜结构，敏化半导体薄膜包附在导电性丝状基体外表面，工作电极与对电极相互缠绕，电解质充填在工作电极与对电极之间的空隙中。
- 7、如权利要求 6 所述的电池，其特征在于：对电极由导电性材料制成，其为实心结构或空心结构。
- 8、如权利要求 6 所述的电池，其特征在于：对电极包括一芯和若干层皮，芯为导电性材料或非导电性材料，皮逐层包裹在芯的外侧，最外层的皮

为导电性材料。

- 9、如权利要求 7 或 8 所述的电池，其特征在于：所述导电性材料为有机导电材料或无机导电材料或有机/无机复合导电材料。
- 10、如权利要求 6、7 或 8 所述的电池，其特征在于：对电极的表面涂敷有催化层，催化层厚度范围在 1nm 至 1000nm 之间。
- 11、如权利要求 6、7 或 8 所述的电池，其特征在于：工作电极与对电极的间隙范围在 0.001mm 至 1cm 之间。

染料敏化太阳能电池及其工作电极

技术领域

本发明属于染料敏化太阳能电池技术领域,是一种染料敏化太阳能电池结构及其工作电极。

背景技术

染料敏化太阳能电池主要由工作电极、电解质层和对电极构成;其中电解质层可以是固体,也可以是液体。工作电极包括导电基体、半导体材料多孔膜和敏化染料。由于传统太阳能电池的材料与加工技术的限制,工作电极的导电基板通常是平板结构。当组成电池阵列的时候只能通过外加导线连接。在很多场合,尤其是目前飞速发展的便携式电子器件,可利用的空间非常有限并且往往具有非规整形状,甚至会随使用场合的改变而改变(如高集成度的智能服装、外饰等)。传统太阳能电池的平板式结构极大的限制了其本身的适用范围,并且束缚了设计者的思维。且在实际电子电路的供电中,往往要求较高的驱动电压($>3V$),电流则无需太高,这就要求电池通过串联等方式组成电池阵列供电,传统外加导线的连接方式,使微电子器件内部本来就狭小的空间更加紧张。

而且目前限制染料敏化太阳能电池大规模应用的主要瓶颈还在于电池成本。由于工艺的限制,具有特殊形状的平板式传统光伏电池的制造成本往往难以为民用级商品化应用所接受。

发明内容

针对上述现有太阳能电池所存在的问题和不足,本发明的目的是提供一种可以自由形变的,易于串并联连接的,廉价太阳能电池,特别适用于要求特定驱动电源的狭小异形空间。

本发明的上述目的是通过如下的技术方案予以实现的:

一种染料敏化太阳能电池工作电极,其包括导电性丝状基体和敏化半导体薄膜,敏化半导体薄膜为由吸附有敏化染料分子的大小各异的半导体粒子构成的多孔薄膜结构,在导电性丝状基体的外表面涂敷一层致密半导体材料层,敏化半导体薄膜包附在上述致密半导体材料层上。

导电性丝状基体可以由导电性材料制得的实心结构或空心结构,也可以包括一芯和若干层皮,芯为导电性材料或非导电性材料,皮逐层包裹在芯的外侧,最外层的皮为导电性材料。该导电性丝状基体为有机导电材料或无机导电材料或有机/无机复合导电材料。

敏化半导体薄膜附着在导电丝状基体上的厚度可为1微米-100微米。

一种染料敏化太阳能电池,其包括工作电极、电解质层和对电极,工作电极由导电性丝状基体和敏化半导体薄膜组成,敏化半导体薄膜为由吸附敏化染料分子的大小各异的半导体粒子构成的多孔薄膜结构,敏化半导体薄膜包附在导电性丝状基体外表面,工作电极与对电极相互缠绕,电解质充填在工作电极与对电极之间的空隙中。

电解质层可以为液态电解液、固态无机或有机半导体、离子液体、

无机或有机凝胶电解质或固态无机快离子导体。

对电极可以是由导电性材料制成的实心结构或空心结构,也可以包括一芯和若干层皮,芯为导电性材料或非导电性材料,皮逐层包裹在芯的外侧,最外层的皮为导电性材料。导电性材料为有机导电材料或无机导电材料或有机/无机复合导电材料。对电极外表面可以为具有任意曲率的弯曲或弯折的致密或多孔表面。

对电极表面可增加涂敷一层催化层,其厚度可以在 1nm 至 1000nm 之间。

工作电极通过缠绕,紧密并排或附着等方式与对电极结合,工作电极与对电极外的间隙范围在 0.001mm 至 1cm 之间

本发明的技术效果:

本发明为一种染料敏化太阳能电池,其工作电极采用导电丝状基体结构,具有来源丰富、体积小、易形变、加工方便、易于串并联等优点,本发明为在狭小异形空间内的光能供电提供了一种廉价而高效的解决方案。

附图说明

下面结合附图,对本发明作详细描述。

图 1 是本发明中染料敏化太阳能电池丝状工作电极轴向剖面的结构示意图;

图 2 是本发明中染料敏化太阳能电池丝状工作电极径向剖面的结构

示意图;

图 3 是本发明实施例中所用染料敏化太阳能电池侧面结构示意图;

图 4 是将图 3 从 A-A 处剖开后的断面结构示意图;

其中 1—导电丝状基体, 2—敏化半导体薄膜, 3—致密层, 4—对电极, 5—电解质, 6—丝状工作电极。

具体实施方式

下面介绍本发明的一具体实施实例;

如图 1、图 2 所示, 染料敏化太阳能电池工作电极包括导电性丝状基体 1 和敏化半导体薄膜 2, 敏化半导体薄膜 2 为由吸附敏化染料分子的大小各异的半导体粒子构成的多孔薄膜结构, 敏化半导体薄膜 2 包附在导电性丝状基体 1 外表面。

染料敏化太阳能电池工作电极中敏化半导体薄膜的制备方法为: 在导电性丝状基体上多次喷涂和烧结半导体材料, 将带有烧结好的半导体材料的导电丝状基体置于染料中敏化即可。

半导体材料为适合于染料敏化太阳能电池的工作电极的任何半导体材料, 最具代表性的就是纳米级的 TiO_2 , ZnO 等。纳米粒子的大小及分布与用于通常的染料敏化太阳能电池的纳米粒子相同。其涂敷方法也可延用通常的方法; 如: 喷涂、印刷、浸泡, 提拉、刮涂等方式。

所有适合于传统染料敏化太阳能电池的染料也都适合于本工作电极的半导体材料敏化, 并且可以使用完全相同的敏化方法。

敏化半导体薄膜 2 附着在导电丝状基体 1 上的厚度在 1 微米至 100

微米之间。

在保证足够的机械强度以及导电性的同时，为了保证良好的柔性，导电丝状基体 1 的直径原则上不超过 1mm，其表观电阻率 $<100\text{ }\Omega\cdot\text{cm}^{-1}$ 。

导电丝状基体 1 可采用金属丝，如采用不锈钢丝、合金丝等制作的丝状结构，也可以使用非金属导电丝线，如碳纤维、导电高分子、无机导电化合物纤维以及有机/无机导电复合纤维等。还可以在导电性材料或非导电性材料制成的丝状芯外层包裹导电性材料皮，或导电丝状基体 1 还可以是在气体介质或真空介质外包裹导电性材料制成。

参考图 3、图 4，采用直径约为 100 微米不锈钢丝为工作电极的导电丝状基体 1；采用直径约为 100 微米的 Pt 丝作对电极 4。所制备的电池的有效长度为 5cm^2 ，工作电极的具体制备过程如下：

将准备好的不锈钢丝先用丙酮等有机溶剂清洗，然后用基板清洗剂清洗，在 400°C – 500°C 的温度下灼烧 15 分钟，室温自然冷却；将灼烧后的不锈钢丝，于红外灯烘烤下，喷涂钛酸四乙酯/乙酰丙酮的乙醇溶液，再于 500°C 下烧结 30 分钟，并自然冷却，这样在不锈钢丝上得到厚度约为 0.9 微米半导体材料 TiO_2 致密层。在致密层上喷涂染料敏化太阳能电池通常用的半导体材料 TiO_2 乳液，然后在 500 度下烧结 30 分钟，重复以上的喷涂和烧结过程两次后，不锈钢丝上的半导体材料 TiO_2 层总厚度达到 4–9 微米。将烧结好的带有半导体材料 TiO_2 的工作电极 6 与 Pt 丝对电极 5 进行适当缠绕以后，置于浓度为 $3\times 10^{-4}\text{mole/L}$ 的 N3 染料/乙醇溶液中敏化 12 小时以上，取出室温下风干。敏化半导体薄膜 2 包覆在导电丝状基体 1 表面。

为了改善工作电极的导电性, 活性以及稳定性, 以及从半导体到导电丝状基体的电荷传递特性, 界面粘结特性等, 可以考虑对丝状结构导电丝状基体 1 的表面进行物理或化学修饰, 如表面处理、表面涂层等; 比如, 为了改善电池性能, 还可以在导电丝状基体 1 的表面上涂上由半导体或绝缘材料制成的致密层 3, 防止电解质 5 与导电丝状基体 1 直接接触。

制备致密层的方法有溅射法, 真空热蒸镀法、喷涂法、电化学法。

将在通常液态染料敏化太阳能电池的标准电解液中浸泡 5 秒后, 电解质 5 充填在丝状工作电极 6 与对电极 4 之间的空隙中, 制得本发明染料敏化太阳能电池。

在 AM1.5 (ASTM E892), 一倍太阳光强条件下对电池性能进行了测试; 测得的结果为电池开路电压 580mV, 短路电流密度 0.025mA/cm, 光电总能量转换效率为 0.91%。

对电极 4 既可以是由导电性材料制成的实心结构或空心结构, 也可以是由芯和若干层皮组成, 芯和皮可以由导电性材料或非导电性材料制成, 包裹在最外层的皮由导电性材料制成。对电极 4 中所用到的导电性材料可以为有机导电材料、无机导电材料(含金属类材料)或有机/无机复合导电材料。

为了改善对电极 4 的电化学活性, 同时降低对电极成本, 可以在对电极 4 表面增加高效催化层, 比如在不锈钢丝表面镀 Pt。

对电极 4 的外表面可以为具有任意形状与曲率的弯曲或弯折的致密或多孔表面。丝状工作电极 6 可以通过缠绕, 紧密并排或附着等方式与

对电极 4 外表面排列。丝状工作电极 6 与对电极 4 外表面的间距在 0.001mm 至 1cm 之间。

综上所述，本发明公开了一种染料敏化太阳能电池的工作电极以及基于该工作电极的染料敏化太阳能电池结构。上面描述的应用场景和实施例，并非用于限定本发明，任何本领域技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，可做各种的更动和润饰，因此本发明的保护范围视权利要求范围所界定。

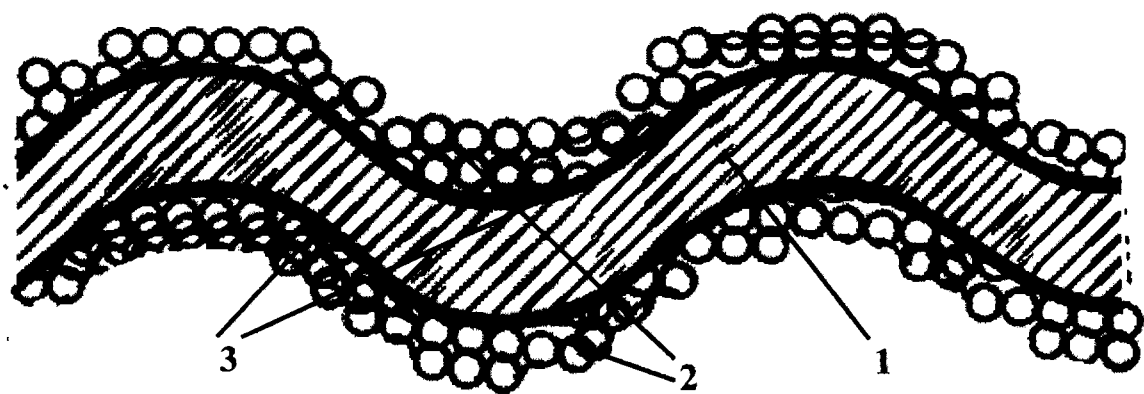


图 1

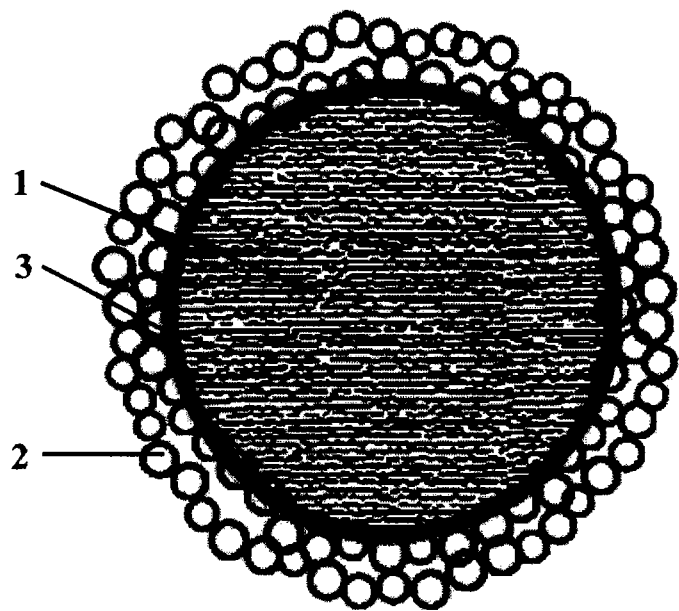


图 2

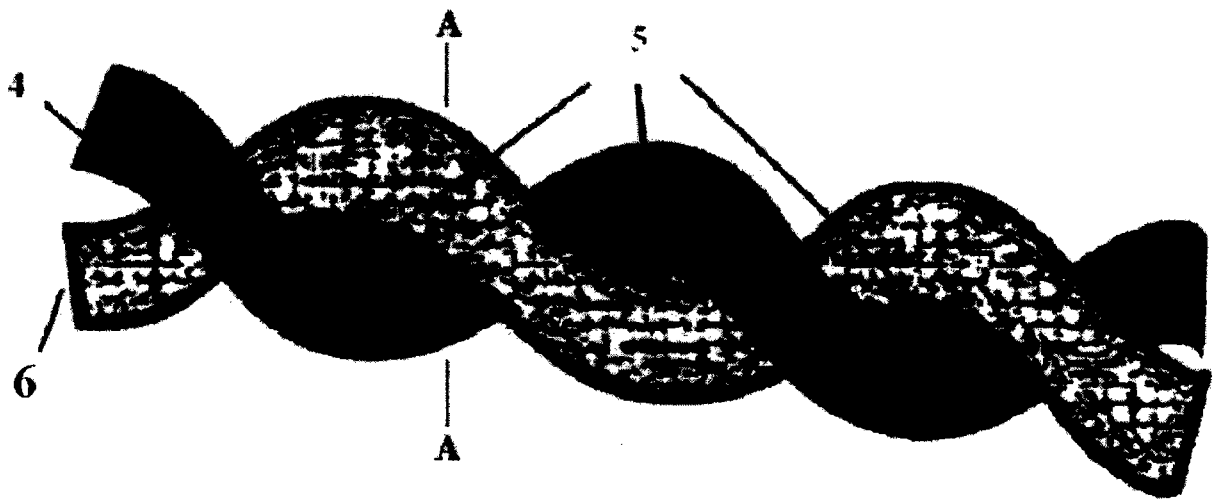


图 3

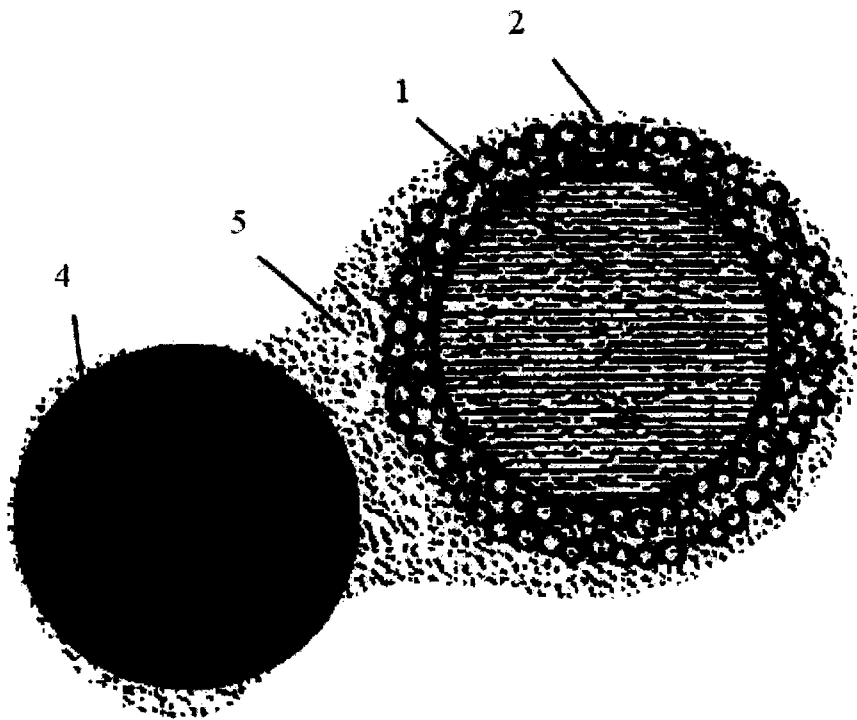


图 4