

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910117183.4

[51] Int. Cl.

H01G 9/042 (2006.01)

H01G 9/022 (2006.01)

H01G 9/20 (2006.01)

H01M 14/00 (2006.01)

H01L 51/44 (2006.01)

H01L 51/46 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 11 月 18 日

[11] 公开号 CN 101582332A

[51] Int. Cl. (续)

H01L 51/42 (2006.01)

H01L 51/48 (2006.01)

[22] 申请日 2009.6.29

[21] 申请号 200910117183.4

[71] 申请人 中国科学院等离子体物理研究所

地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路 350 号

[72] 发明人 戴松元 张玉香 张昌能 胡林华
孔凡太 潘 旭

[74] 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理有限公司

代理人 余成俊

权利要求书 1 页 说明书 4 页

[54] 发明名称

下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用

[57] 摘要

本发明公开了一种下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，是将粒径为 5 – 50nm 的纳米颗粒和核 – 壳结构的磷酸盐、硅酸盐和钒酸盐为基质的稀土掺杂的下转换发光材料覆盖于染料敏化太阳电池表面、掺入纳米 TiO₂、纳米 ZnO 或 SnO₂半导体材料多孔薄膜中制备具有下转换功能的纳米半导体光电极或分散于染料敏化太阳电池电解质中。本发明利用下转换发光材料，将紫外光转换为可见光，既解决了紫外光造成太阳电池的不稳定，又可以通过量子裁剪技术吸收紫外光谱发射可见光，使电池最大程度地利用太阳光，提高电池的光电转化效率和性能稳定性。

-
- 1、下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于：将下转换发光材料掺入覆盖于染料敏化太阳电池的受光表面的透光薄膜中，或掺入纳米 TiO₂、纳米 ZnO 或 SnO₂半导体材料的多孔薄膜层中，制备成具有下转换功能的光电极，或分散掺入染料敏化太阳电池电解质中；使得太阳光谱中的紫外光转变为染料敏化太阳电池的可吸收的可见光。
 - 2、根据权利要求 1 所述的下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于所述的下转换发光材料是指将紫外光转变为染料敏化太阳电池的光谱响应光的材料，如纳米颗粒和核-壳结构的磷酸盐、或硅酸盐、或钒酸盐为基质的稀土离子掺杂材料，其颗粒粒径为 5nm~50nm。
 - 3、根据权利要求 1 所述的下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于覆盖于染料敏化太阳电池的受光表面的透光薄膜是将下转换发光材料分散于有机分子中通过现场固化、提拉法、薄膜热压粘接、旋转涂覆、或丝网印刷等方法成膜，膜的厚度为 0.01 mm~5 mm，的具有下转换功能的发光薄膜；所述的有机分子是选用高分子有机基质、小分子有机基质，所述的下转换发光材料在薄膜中的重量比为 0.01 %~20%。
 - 4、根据权利要求 1 所述的下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于下转换发光材料掺入纳米 TiO₂、纳米 ZnO 或 SnO₂半导体材料的多孔薄膜层中的掺入量、分散掺入染料敏化太阳电池电解质中的重量比均为 0.01~20 %。

下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用

技术领域

本发明涉及染料敏化太阳电池应用领域，具体是下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用。

背景技术

染料敏化太阳电池利用有机光敏功能分子与半导体纳米材料结合的复合体系对太阳光进行光电转换，它综合了有机和无机光电功能材料的特点：利用有机光敏染料高效采集可见光的性能，半导体材料的快速电荷转移与分离优势，结合纳晶半导体薄膜的多孔性和高比表面积，充分利用有机分子的设计灵活性以及半导体纳米材料不同于体材料的一些新特性。

在染料敏化太阳电池中应用较好的染料敏化剂是 Ru 的联吡啶类配合物，这种染料有较宽的可见光谱吸收范围，其中 400 nm ~ 600 nm 可见光范围的单色光量子效率超过 80%。然而在太阳辐射的光谱中，99%的能量集中在大约 276 nm ~ 4960 nm 之间，约 7%的能量在紫外区域。这部分紫外光虽然能量很高，也只能产生一个光生电子，剩余的能量将被转换为热量而散失，不可被染料敏化太阳电池有效利用。因此，染料敏化太阳电池对太阳光的有限利用制约了其光电转化效率的进一步提高。

利用下转换发光材料吸收紫外光发射可见光，能更有效激发染料产生电子，拓宽了太阳电池的光谱响应范围，从而提高电池的光电性能。下转换材料发光，是指吸收一个高能光子的紫外光，发射两个或多个低能光子的现象。由于下转换发光可将一个高能光子转换为两个以上的可被利用的低能光子，在理论上量子效率可达到 200%以上。太阳电池理论计算这种材料，其光电转化效率可提高到 38.6%。稀土离子 Ce³⁺具有宽带和高吸收截面，可以吸收一个 250 nm ~ 400nm 短波光子，通过 Ce-Yb 共合作能量转移，发射两个 425 nm、980nm 长波光子，实现紫外光的高效利用。将纳米技术与发光材料相结合，给发光材料研究领域带来了勃勃生机。近年来，人们对稀土掺杂纳米发光材料的发光性能研究正逐步展开，已观察到了一系列与颗粒尺寸相关的新颖特性。例如，彭洪尚等观察到 5nm 的立

方 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 纳米晶在 579.9 nm 处出现新的宽化激发峰。

综上所述，传统的染料敏化太阳电池由于染料敏化剂存在光谱响应局限，影响了电池的光电转化效率，单纯从拓展染料敏化剂至全光谱响应范围难度极大。

发明内容

本发明提供了下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其提高了染料敏化太阳电池的光电转换效率和电池稳定性。

本发明的技术方案为：

下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于：将下转换发光材料掺入覆盖于染料敏化太阳电池的受光表面的透光薄膜中，或掺入纳米 TiO_2 、纳米 ZnO 或 SnO_2 半导体材料的多孔薄膜层中，制备成具有下转换功能的光电极，或分散掺入染料敏化太阳电池电解质中；使得太阳光谱中的紫外光转变为染料敏化太阳电池的可吸收的可见光。

所述的下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于所述的下转换发光材料是指将紫外光转变为染料敏化太阳电池的光谱响应光的材料，如纳米颗粒和核-壳结构的磷酸盐、或硅酸盐、或钒酸盐为基质的稀土离子掺杂材料，其颗粒粒径为 5nm ~ 50nm。

所述的下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于覆盖于染料敏化太阳电池的受光表面的透光薄膜是将下转换发光材料分散于有机分子中通过现场固化、提拉法、薄膜热压粘接、旋转涂覆、或丝网印刷等方法成膜，膜的厚度为 0.01 mm ~ 5 mm，的具有下转换功能的发光薄膜；所述的有机分子是选用高分子有机基质、小分子有机基质，所述的下转换发光材料在薄膜中的重量比为 0.01 % ~ 20%。

所述的下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，其特征在于下转换发光材料掺入纳米 TiO_2 、纳米 ZnO 或 SnO_2 半导体材料的多孔薄膜层中的掺入量、分散掺入染料敏化太阳电池电解质中的重量比均为 0.01 ~ 20 %。

制备具有下转换功能的太阳电池的具体步骤是：

1、将具有下转换功能的材料如：0.01 wt% ~ 20wt% 的纳米颗粒和核-壳结构的磷酸盐、硅酸盐、钒酸盐为基质的稀土离子掺杂材料均匀分散到高分子有机基质中，采用挤压，热压粘贴方式制备出均匀的具有下转换功能薄膜，在染料敏化

太阳电池外表面覆盖厚度为 0.01 mm ~ 2 mm 具有将紫外光转化成可见光的下转换功能发光薄膜。

2、将具有下转换功能的材料如：0.01 wt% ~ 20wt%的纳米颗粒和核-壳结构的磷酸盐、硅酸盐、钒酸盐为基质的稀土离子掺杂材料均匀分散到小分子有机基质中，采用提拉法、或旋转涂覆、或丝网印刷等方法在染料敏化太阳电池表面上，覆盖厚度为 0.01 mm ~ 2 mm 的具有将紫外光转化成可见光的下转换功能发光薄膜。

3、将具有下转换功能的材料如：0.01 wt% ~ 20wt%的纳米颗粒和核-壳结构的磷酸盐、硅酸盐、钒酸盐为基质的稀土离子掺杂材料通过物理分散或化学溶液反应掺入纳米 TiO₂、或纳米 ZnO、或纳米 SnO₂半导体材料多孔薄膜中，制备成具有下转换功能的纳米半导体光电极。

4、将具有下转换功能的材料如：0.01 wt% ~ 20wt%的纳米颗粒和核-壳结构的磷酸盐、硅酸盐、钒酸盐为基质的稀土离子掺杂材料均匀分散在电解质中，制备成具有下转换功能的染料敏化太阳电池适用的电解质。

本发明利用下转换发光材料，将紫外光转换为可见光，既解决了紫外光造成太阳电池的不稳定，又可以通过量子裁剪技术吸收紫外光谱发射可见光，使电池最大程度地利用太阳光，提高电池的光电转化效率和性能稳定性。

具体实施方式

下转换发光材料在染料敏化太阳电池上的应用，是将纳米颗粒和核-壳结构的磷酸盐、硅酸盐和钒酸盐为基质的稀土掺杂的下转换发光材料覆盖于染料敏化太阳电池表面、掺入纳米 TiO₂、纳米 ZnO、或 SnO₂半导体材料多孔薄膜中制备具有下转换功能的纳米半导体光电极或分散于染料敏化太阳电池电解质中，所述的颗粒的粒径为 5~50nm。

实施例 1：

首先用 95%的酒精清洗染料敏化太阳电池及组件的外表面 (5 cm²)，接着用丙酮清洗，再用脱脂棉去除染料敏化太阳电池及组件的外表面污渍等。

取 1 克 LaVO₄ 纳米颗粒（颗粒粒径为 10 nm）均匀分散在 10 克聚氨酯中，搅拌均匀后，将其均匀涂抹在染料敏化太阳电池的外表面，采用 50℃现场固化成膜 48 小时制成厚度约 1mm 的下转换材料薄膜。将此表面涂覆下转换材料薄膜的

导电玻璃应用于染料敏化太阳电池，达到将紫外光转化为可见光的目的。

实施例 2:

首先用 95%的酒精清洗染料敏化太阳电池及组件的外表面 (5 cm^2)，接着用丙酮清洗，再用脱脂棉去除染料敏化太阳电池及组件的外表面污渍等。

将1 克 LaVO_4 (颗粒粒径为 10 nm) 和5 克 乙酰水杨酸共同溶在50 mL乙腈中，然后加入2 克 三乙胺，过滤后缓慢加入10 克 邻菲罗啉的乙腈溶液。抽滤出沉淀后，再将沉淀转移到50 mL的圆底烧瓶中，并加入50 mL乙腈进行磁力搅拌，洗涤沉淀并干燥得到所需稀土配合物。称取适量稀土配合物溶于10mL三氯乙烷中，5 g聚氯乙烯 (PVC) 粉末溶于100 mL四氢呋喃。取10克 PVC 的四氢呋喃溶液与配合物的三氯乙烷溶液混合，震荡15 min，使之充分混匀。将此混和溶液平铺在导电玻璃板上置于真空干燥器中成膜，4 h后即可得到含有稀土配合物的发光PVC 膜覆盖的导电玻璃。将此表面涂覆下转换材料薄膜的导电玻璃应用于染料敏化太阳电池，达到将紫外光转换为可见光。

实施例 3:

首先用 95%的酒精清洗染料敏化太阳电池及组件的外表面 (5 cm^2)，接着用丙酮清洗，再用脱脂棉去除染料敏化太阳电池及组件的外表面污渍等。

将 1 克 LaVO_4 纳米颗粒 (颗粒粒径为 10 nm) 混合于 10 克的松油醇中，超声分散 1 小时。采用一次或多次丝网印刷方法在染料敏化太阳电池及组件的外表面丝印厚度为 0.05 mm 的上转换功能发光薄膜并应用于染料敏化太阳电池，可以实现将紫外光转化为可见光。

实施例 4:

取1克 LaVO_4 纳米颗粒 (10nm) 和10克纳米 TiO_2 颗粒于研钵中，再加入20 ml乙酰丙酮，研磨10小时至成胶体后，通过丝网印刷方法得到薄膜并应用于染料敏化太阳电池，达到将紫光转化为可见光。

实施例 5:

将 1 克 LaVO_4 纳米颗粒 (10 nm) 加入 10 克染料敏化太阳电池的电解质中，超声分散 60 分钟，制备成具有上转换功能的染料敏化太阳电池电解质中并将应用于染料敏化太阳电池，可以实现紫外光转化为可见光的目的。