

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 31/04 (2006.01)

H01L 31/0256 (2006.01)

H01L 31/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410037843.5

[45] 授权公告日 2007年2月14日

[11] 授权公告号 CN 1300858C

[22] 申请日 2004.5.12

[21] 申请号 200410037843.5

[73] 专利权人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村3号

[72] 发明人 梁春军 李丹 邓振波 黄世华
高银浩

[56] 参考文献

US6657378B2 2003.12.2

审查员 王磊

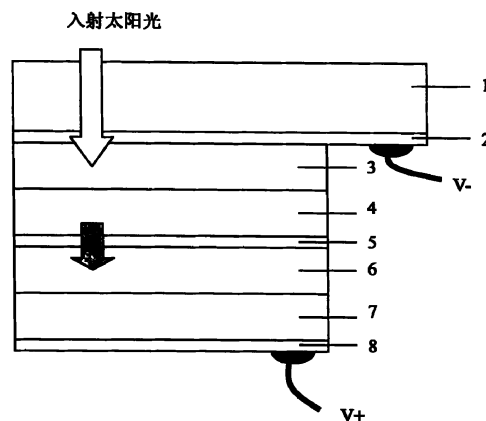
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

[54] 发明名称

多带隙串联结构有机太阳能电池

[57] 摘要

多带隙串联结构有机太阳能电池，涉及一种太阳能电池器件。一个两带隙串联结构有机太阳能电池的实例是在 ITO 透明导电玻璃(1、2)上，经涂敷或真空蒸镀方法，依次制备多层膜结构：二氧化钛 TiO_2 (3)、聚 2-甲氧基 5-(2-乙基己氧基)对苯乙炔 MEH-PPV(4)、薄层透明中间电极金 Au(5)、二苯并咪唑代-3,4,9,10-四羧基茈 PTCBI(6)、酞菁铜 CuPc(7)、背电极金 Au(8)。将两种或两种以上具有不同吸收波段范围的有机光伏单元电池，依次制备在同一块衬底上，获得多电池串联系统。由于太阳光中不同能量的光子分别被与之相对应的单电池吸收，减少了带内弛豫引起的能量损耗，大大增加对太阳光的能量转换效率。



1. 多带隙串联结构有机太阳能电池，其特征在于：在同一块衬底上，通过涂敷或真空蒸镀的方法，依次制备两种或两种以上具有不同吸收波段范围的有机光伏单元电池，获得一种多电池的串联系统，入射太阳光的不同频段分别被不同的单元电池吸收。

多带隙串联结构有机太阳能电池

技术领域

本发明涉及一种太阳能电池器件。

背景技术

以硅等半导体为基础的太阳能电池技术已经较为成熟，但目前这些太阳能电池的成本仍然较高，只能在一些特殊的场合使用。要使太阳能发电得到大规模推广，就必须降低太阳能电池成本，或找到更廉价的太阳能电池材料和技术。

有机半导体，包括小分子和聚合物材料，是国际上正在兴起的一类新型太阳能材料。同无机半导体相比，有机材料光吸收强，可通过旋涂、喷墨、真空热蒸发等简单方法制备成膜。因此有望大规模制备低成本、轻薄、可卷曲、可灵活使用的有机太阳能电池。然而目前有机太阳能电池的转换效率还较低，低于 5%。需要进一步提高。

现有的太阳能电池，包括无机和有机电池存在一个能量效率极限，约为 33%左右。原因是对于某特定的光伏材料，太阳光谱中只有能量大于其禁带宽度的光子才会被吸收并引起光生载流子，而且被吸收的光子，不管其能量有多高，它对外电路的能量贡献不会超过其禁带宽度的数值，其余能量被白白消耗在带内的弛豫过程中，转化成热量。对于太阳光谱，存在一个最佳的禁带宽度，为 1.4 eV 左右。然而即使采用这个最佳数据，由于上述原因，理论上最理想的单元电池的能量转换效率极限仅为 33%左右。

发明内容

本发明所解决的技术问题是：提高有机太阳能电池的能量转换效率。

本发明的技术方案是：

多带隙串联结构有机太阳能电池，在同一块衬底上，通过涂敷或真空蒸镀的方法，依次制备两种或两种以上具有不同吸收波段范围的有机光伏单元电池，获得一种多电池的串联系统，入射太阳光的不同频段分别被不同的单元电池吸收

由于该系统中各个单元电池的吸收波段范围不同，因此要求不同的单元电池中的有机材料应具有不同的带隙宽度。

将一系列吸收波段范围不同的光伏电池从短波到长波依次串联起来，让太阳光从吸收

波段较短的电池端入射，则入射光在频谱上将按照能量从大到小的顺序分别被这些电池吸收。吸收波段较短的单元电池，由于其中有机材料带隙较宽，会产生较高光电压。吸收波段长的电池则输出较低电压。整个系统输出电压为所有单个电池电压之和。在这个系统中几乎所有频谱的太阳光都会被吸收，并且能量大的光子并不会把大部分的能量消耗在带内弛豫过程中，而是对外电路有较大的能量贡献。因此这种多带隙串联结构将大大增加对太阳光的能量转换效率。如果串联的电池足够多，并且每个单元器件都达到最理想性能，则整个系统的能量转换效率将远远超过单电池的效率极限，成倍增加。这个能让光依次通过、看似简单的串联电池系统，由于无机太阳能电池材料和制备工艺的限制，并不容易实现。然而有机材料的广泛可选择性、有机薄膜制备方法的简单性以及器件中的中间电极可以很薄（几纳米，因而透光性好）等特点决定了这种效率极高的串联电池系统可采用有机功能材料来实现。另外，在无机太阳能电池上制备有机太阳能电池而形成的串联系统也可实现。

本发明的有益效果是：由于采用多带隙串联结构，太阳光中不同能量的光子分别被与之相对应的单电池吸收，减少了带内弛豫引起的能量损耗，大大增加对太阳光的能量转换效率。

附图说明

图 1 两个不同吸收波段范围的光伏电池组成串联结构的一个具体实例。

图中：透明玻璃衬底 1、ITO 导电薄膜 2、二氧化钛 TiO_2 3、聚 2-甲氧基 5-(2-乙基己氧基)对苯乙炔 MEH-PPV 4、透明中间电极金 Au 5、二苯并咪唑代-3,4,9,10-四羧基花 PTCBI 6、酞菁铜 CuPc 7、背电极金 Au 8。

具体实施方式

图 1 为两个不同吸收波段范围的太阳能电池组成串联结构的一个具体实例。它是在 ITO 透明导电玻璃上，通过涂敷或真空蒸镀的方法，依次制备如图所示的多层膜结构：二氧化钛 TiO_2 3、聚 2-甲氧基 5-(2-乙基己氧基)对苯乙炔 MEH-PPV 4、薄层透明中间电极金 Au 5、二苯并咪唑代-3,4,9,10-四羧基花 PTCBI 6、酞菁铜 CuPc 7、背电极金 Au 8，这样就制成一个两带隙串联结构有机太阳能电池。其结构可表示为两个不同吸收波段范围太阳能电池 ITO/ TiO_2 /MEH-PPV/Au 和 Au/PTCBI/CuPc/Au 组成的串联结构。由于 MEH-PPV 的带隙比 PTCBI 和 CuPc 宽，入射光短波部分被第一个电池吸收，产生较高输出电压 0.9 伏左右，长波部分被第二个电池吸收，产生较低输出电压 0.5 伏左右。整个系统输出电压为这两个单电池电压之和。经过层厚优化后，串联电池的能量转换效率高于其中任意一个单电池的效率。

同理，可以实现多个不同吸收波段范围的太阳能电池组成的串联系统。选择几种分别具有不同吸收波段范围的有机光伏电池结构。制备器件时，在透明衬底上按照吸收波段长短，通过涂敷或真空蒸镀的方法，依次制备这些有机光伏电池，最终获得一种多电池的串联系统。让太阳光从短吸收波段电池端入射并依次通过这些电池，入射光在频谱上按照能量从大到小的顺序分别被这些电池吸收。吸收波段短的电池，由于其中有机材料的带隙较宽，会产生较高的光电压。吸收波段长的电池则输出较低电压。整个系统输出电压为所有单个电池电压之和。经过优化后，串联电池的能量转换效率高于其中任意一个单电池的效率。

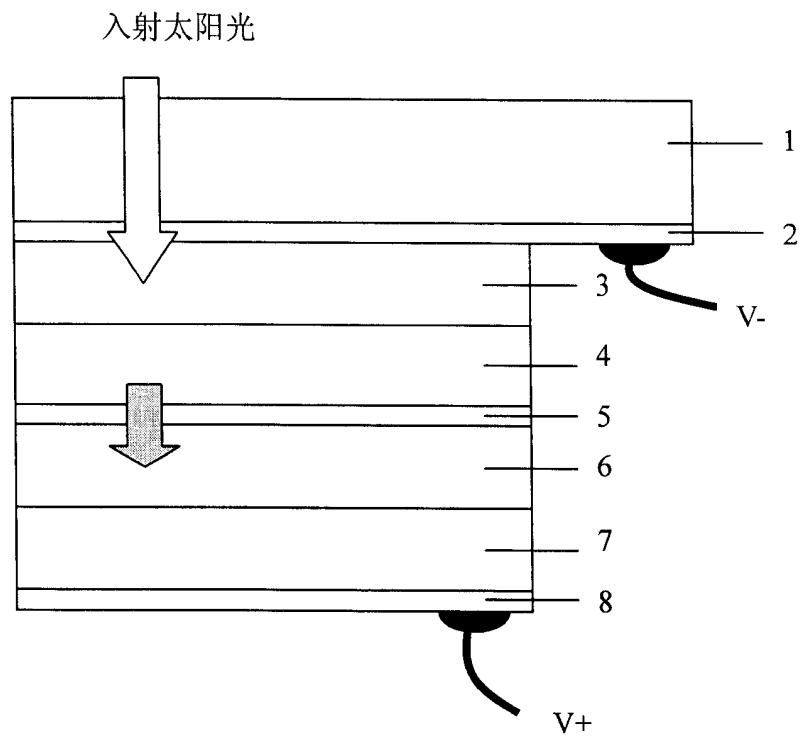


图 1