

新型光伏电池材料在电能效率中提升转换应用

冯展雄

广西电网有限责任公司贵港桂平供电局

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5451

[摘要] 随着科学技术的发展,人们对太阳能的利用研究越来越深入,新型光伏材料的研究也逐渐成为了重点方向。本文将对钙钛矿太阳能电池、量子点太阳能电池、有机/无机杂化太阳能电池等这几种新型光伏材料的最新进展进行总结和分析,并对其在实际应用中存在的问题进行分析和讨论,为相关科研人员提供一定帮助。

[关键词] 光伏电池; 新型电池; 绿色能源

中图分类号: TM912 **文献标识码:** A

New photovoltaic cell materials in the power efficiency to improve the conversion of applications

Zhanxiong Feng

Guangxi Power Grid Co., LTD Guigang Guiping Power Supply Bureau

[Abstract] With the development of science and technology, people's research on the utilization of solar energy is becoming more and more in-depth, and the research on new photovoltaic materials has gradually become a key direction. This paper will summarize and analyze the latest progress of several new photovoltaic materials, including perovskite solar cells, quantum dot solar cells and organic / inorganic hybrid solar cells, and analyze and discuss the problems existing in their practical application, so as to provide some help for relevant researchers.

[Key words] Photovoltaic cells; new cells; green energy

引言

太阳能是一种取之不尽、用之不竭的绿色能源,与传统能源相比,太阳能具有无污染、无损耗、储量丰富等优点,因此受到了人们的广泛关注。根据太阳能电池的原理,将太阳能转换成电能的方式有直接转换和间接转换两种形式。直接转换是指利用太阳辐射能将太阳光能直接转化为电能;间接转换是指利用光伏效应将光能转化为电能。在光伏电池的研究中,如何提高其转化效率已成为了现阶段研究的热点问题。当前,人们对光伏电池材料的研究已经取得了较大进展,新型光伏材料也在不断涌现。本文就几种新型光伏材料在电能效率提升转换应用方面进行分析和探讨,以期为提高我国光伏电池转换效率提供一定帮助,从而促进我国光伏发电行业的发展。

1 金属纳米结构材料

金属纳米结构材料,又被称为纳米晶或纳米材料,其具有很高的比表面积,且表面等离子体共振效应较强,因此可有效地将太阳能转化为电能。当前金属纳米结构材料主要应用于光电领域和能源领域中。对于光电领域的应用而言,其主要是通过金属表面涂上一层薄膜材料,使其具有一定的金属光泽,从而使金属粒子可以吸收太阳能;而对于能源领域的应用而言,其主要是

通过对金属颗粒进行化学处理或物理处理,从而使其具有一定的导电性和导热性。但目前,在太阳能电池领域中的金属纳米结构材料研究仍存在问题,如金属粒子与半导体界面的接触问题、金属粒子与电子传输层的接触问题等。当前研究人员也正在努力寻找解决这些问题的方法。目前比较常见的方法有两种:一是通过化学沉积法对金属纳米结构进行制备;二是通过物理沉积法对金属纳米结构进行制备。相比较而言,化学沉积法所需时间较短、工艺简单、成本较低,因此受到了人们的广泛关注。

除了化学沉积法外,物理沉积法也是一种应用较为广泛的制备方法。其主要是通过半导体界面上沉积一层膜材料而形成纳米结构。与化学沉积法相比,物理沉积法具有以下优点:首先是操作简单、成本低;其次是材料种类繁多、适用范围广;最后是容易进行大规模生产。但目前物理沉积法也存在一些不足之处:首先是沉积膜材料种类较少;其次是薄膜的厚度和均匀性较差等。

2 钙钛矿太阳能电池

钙钛矿太阳能电池是一种新型的光伏材料,其结构由钙钛矿层和导电层组成。钙钛矿层是由金属铅和卤素元素形成的层

状化合物,其中铅作为金属元素,卤素作为卤族元素。目前钙钛矿太阳能电池的效率已经达到了17%,并有望在不久的将来突破20%。

钙钛矿太阳能电池的原理是将光能转换成电能,并将电能储存在电池中,从而实现光能和电能之间的相互转换。钙钛矿太阳能电池的工作原理主要是利用光生电子和空穴在钙钛矿层中的传输来实现电能和光能转换。目前,钙钛矿太阳能电池已经取得了一定进展,其效率已经达到了11.5%。但是与传统光伏材料相比,钙钛矿太阳能电池的效率仍然处于较低水平,因此必须进一步提高其效率。

在提高钙钛矿太阳能电池的效率方面,主要有两个途径:第一是通过改进制备工艺来提高电池的效率;第二是在钙钛矿中引入其他导电材料和添加剂来增加其导电能力。在改进制备工艺方面,主要有以下几种方法:首先是采用溶液法制备钙钛矿层;其次是采用低温溶液法进行制备;再次是在钙钛矿表面涂覆一层导电薄膜;最后是在钙钛矿中掺杂其他材料来提高其导电性。另外,除了以上三种方法以外,还有其他一些方法也可以提高钙钛矿太阳能电池的效率。例如,采用多种导电材料和添加剂来增加其导电能力;采用低温溶液法进行制备;采用原位生长法来制备钙钛矿;利用有机阳离子或有机阴离子的自组装过程来制备钙钛矿层等。目前,在提高钙钛矿层的效率方面取得了较好成绩的研究包括:第一是采用高温溶液法制备钙钛矿层;第二是引入无机阳离子或无机阴离子来增加其导电能力;第三是采用低温溶液法制备钙钛矿层。然而,目前这些方法还存在一定问题,需要进一步改善。

3 量子点太阳能电池

量子点是一种由不同数量的量子点组成的新型半导体材料,其具有多种优异的光电性质,因此近年来被广泛研究和应用。量子点太阳能电池是一种新型的光电转换材料,其可以将光能转化为电能,且转换效率较高。与传统的硅太阳能电池相比,量子点太阳能电池具有低成本、低重量、高稳定性等优点,因此它具有很好的应用前景。

量子点太阳能电池一般都是在金属电极上连接一层半导体材料作为窗口层,其组成结构通常为量子点-金属-半导体-金属-半导体结构。量子点太阳能电池由于具有低成本、高稳定性、低重量等优点,目前已广泛应用于薄膜太阳能电池领域。然而,目前量子点太阳能电池还存在着很多问题需要解决:首先是量子点在空气中很容易氧化,造成光衰;其次是量子点在空气中很容易被氧化生成氧化物,造成电池短路;最后是量子点吸收光后其表面会形成一层薄膜,这种薄膜会阻碍光的吸收。

4 有机/无机杂化太阳能电池

有机/无机杂化太阳能电池是将有机光电材料与无机光电材料进行结合,由于有机光伏材料具有吸收光谱范围广、价格低廉、光稳定性好等优点,而无机材料具有低成本、高效率等优点,因此有机/无机杂化太阳能电池的研究成为了近几年的热门课题。有机/无机杂化太阳能电池作为一种新型的光伏材料,不仅

具有传统有机太阳能电池的优点,还克服了其缺点,在实际应用中具有较大的优势。同时,该电池材料也存在一些问题,如:由于材料结构不合理、能量转换效率较低、稳定性较差等原因,使得该电池的效率受到了限制。但随着科学技术的不断进步和研究的不断深入,该电池将会得到更广泛的应用。

有机/无机杂化太阳能电池的主要材料包括:聚合物、有机小分子、金属卤化物等。其中,聚合物具有吸收光谱范围广、价格低廉、容易制备和可加工性强等优点,是有机/无机杂化太阳能电池中最常用的材料。但是,聚合物在制备过程中往往会出现聚合物结晶性差、界面接触不好等问题,从而影响其光电转换效率。另外,聚合物的化学结构往往不够稳定,导致其容易被氧化。而金属卤化物作为一种有机半导体材料,具有良好的载流子传输性能,因而其在有机/无机杂化太阳能电池中具有较大的应用潜力。然而,金属卤化物材料一般具有较高的熔点和密度,因此,这会导致其制备过程较为复杂、成本较高等问题。

为了克服有机/无机杂化太阳能电池的缺点,并将其优势发挥到最大,人们将器件结构与制备工艺进行了优化。例如:将活性层的厚度设计为 $2\sim 3\mu\text{m}$,有机层的厚度设计为 $4\sim 6\mu\text{m}$,金属电极的厚度设计为 $1\sim 2\mu\text{m}$ 。这样可以提高光生电子的收集效率,增强光吸收能力,从而提高电池的光电转换效率。另外,将两种材料的界面接触面积增加也是提高电池效率的有效方法之一。通过界面接触面积的增加可以减少光生电子和空穴的复合损失,提高载流子在活性层中的传输效率,从而有效地提高电池能量转换效率。此外,利用界面接触面积增加来优化器件性能还可以减少电子在两种材料之间的转移损失,从而提高器件稳定性。

5 光活性染料分子

光活性染料分子在电池电能效率中的提升主要通过以下几个方面实现:

5.1 光电转换效率的提高

研究表明,通过优化染料敏化太阳能电池(DSSC)的结构和材料,可以显著提高其光电转换效率。例如,引入 TiO_2 光散射层可以改善大面积染料敏化太阳能电池的光收集,从而提高效率。此外,通过设计和制作高效的全柔性DSSC,并通过光散射层或施加机械压力,也能大幅度提高光电转化效率。

5.2 染料的选择和优化

选择合适的光活性染料对于提高DSSC的性能至关重要。研究显示,合成宽光谱响应的有机染料可以有效提升DSSC的光电转换效率。此外,使用各种计算化学方法研究专为DSSC应用而设计的各种类型的染料分子,如天然、有机和不含金属的有机染料,这些敏化剂在增强DSSC的光伏性能方面表现出巨大的潜力。

5.3 对电极的改进

对电极的材料和结构也是影响DSSC性能的一个重要因素。例如,使用氧化钒纳米颗粒作为DSSC中的对电极,可以提供增强的稳定性、成本效益和良好的光伏特性。

5.4 环境适应性

DSSC的环境适应性也是其性能提升的一个方向。研究表明,即使在光照较弱的环境中,如室内、多云或阴天,DSSC也能保持高效率工作。

通过上述方法,光活性染料分子在电池电能效率中的提升不仅体现在直接提高光电转换效率上,还包括通过材料和结构的优化来适应不同的环境条件,从而在实际应用中具有更广泛的适用性和更高的经济效益。

6 结语

太阳能是一种清洁、无污染的可再生能源,且太阳能电池转换效率较高,可以有效节约能源消耗。新型光伏电池材料的研究是太阳能利用的重要组成部分,对其进行研究具有重要的现实意义。目前,我国对于新型光伏电池材料的研究处于起步阶段,

且现阶段还存在着一些问题有待解决,例如:转换效率较低、稳定性差等。为了进一步提高太阳能电池转换效率,相关科研人员需要加大对新型光伏电池材料的研究力度,并且要完善太阳能电池制备工艺。随着科学技术的发展和进步,我国将会有更多的新型光伏材料被开发出来,并且应用到实际生产生活中。

[参考文献]

- [1]吴耀华.金属屋面光伏一体化发展现状与技术提升[J].建筑结构,2023,(02):8.
- [2]于守武,赵泽文,赵晋津,等.新型光伏储电原位集成电池研究进展[J].无机材料学报,2020,35(06):623-632.
- [3]陶锋.下转换材料在新型太阳能电池中的应用研究[D].浙江大学,2021.