



量子點於 染料敏化電池模組 開發與應用

Development and Application of Quantum Dots
for Dye-Sensitized Solar Cell Module

孟瑩

國立臺灣大學光電所
北京大學物理所軟件與微電子學院組

林晉安

國立臺灣大學光電所

黃漢雯

工業技術研究院材料與化工研究所

黃昆平

工業技術研究院機械與系統研究所

何志浩

國立臺灣大學光電所

關鍵詞(Keywords)

- 太陽能電池 solar cell
- 染料敏化電池 dye-sensitized solar cells, DSCs
- 量子點 quantum dots, QDs
- 敏化劑 sensitizer

摘要(Abstract)

本文主要介紹量子點在染料敏化太陽能電池中的開發與應用。量子點具有的量子侷限效應、多激子激發效應以及次能帶效應，使其可以替代染料作為染料敏化電池的敏化劑，有助於實現全光譜吸收並將電池理論效率提升到44%，開發前景廣闊。另一方面，作為染料敏化電池的對電極，

隨著奈米尺寸的對電極材料日益受到關注，量子點的研究也開始展開，可以期待不久的將來會有更多量子點材料應用到對電極上。

Developments and applications of QDs for DSCs were discussed in this manuscript. Due to the unique effect, such as quantum confinement, multiple excitation generation (MEG), and subband, QDs is considered an ideal candidate as the sensitizer for the DSCs. Modulation of band energies through size can help control photoresponse and photo conversion efficiency, and with the help of MEG, the theoretical maximum efficiency can reach 44%. On the other hand, introducing nanostructure material into counter electrode has been attracting more attentions, the study of QDs works as the catalyst is also worth developing in the future.



1 前言

染料敏化電池(dye-sensitized solar cells, DSCs), 是 1991 年由瑞士 Grätzel 教授所提出的一種新式第三代奈米薄膜太陽電池, 因其原料成本低、製程容易, 設備簡單, 受到了廣泛關注, 目前 DSCs 的最大效率已經超過 12% [1]。

染料敏化電池主要由作為奈米多孔隙半導體陽極、敏化劑、氧化還原電解質、對電極(作為陰極)等幾部分組成, 其中奈米多孔隙半導體陽極薄膜通常為金屬氧化物(二氧化鈦、二氧化錫、氧化鋅等), 使用多孔隙材料可以增加吸收染料的表面積, 正負極間填充的是含有氧化還原電對的電解質, 最常用的是 I_3^-/I^- , 對電極則通常是在帶有透明導電膜的玻璃上鍍上白金, 作為催化劑。染料敏化電池區別於其他太陽能電池最大的一點, 就是其電子傳輸、光吸收以及電洞的傳輸過程均是在不同的材料中發生[2]。

作為模組, 染料敏化電池有一些矽電池不具備的優點, 具大尺寸、量產製程的能力。比如可

以做成用於門窗的透明電池, 可以製作出裝飾性較強的各種顏色和圖案, 還可以做成便於攜帶和安裝的柔性可撓式模組。由於電池本身對光入射角不敏感, 因此, 一方面電池可安置在建築物的牆上, 不用佔用太多空間; 另一方面電池對弱光有明顯的光電反應, 在早晚和陰天尤其能夠體現出相對於矽電池的優勢。圖 1 給出了該電池做成模組後的一些應用[3]。

但是, 傳統染料敏化電池有自身的侷限, 在成本方面, 目前較常用的染料 N719 是鈦金屬化合物, 鈦為稀有金屬, 且染料的純化製備程序複雜, 發展十數年來, 成本仍然居高不下, 為了克服成本於與原料稀少的問題, 近年內有不少科學家致力研究不含貴金屬的純有機染料; 在光吸收方面, 染料敏化劑存在的一個共同問題是吸收光譜的範圍比較窄, 比如 N719 對 540 nm 左右波段有較大吸收效率, 高於此波長吸收效率很低, 約在 720 nm 後就完全無光電轉換效應, 且有研究顯示, 此種基於鈦化合物的染料可以實現的理論效率最高只能達到 13.8% [2]; 在壽命方面, 由於染

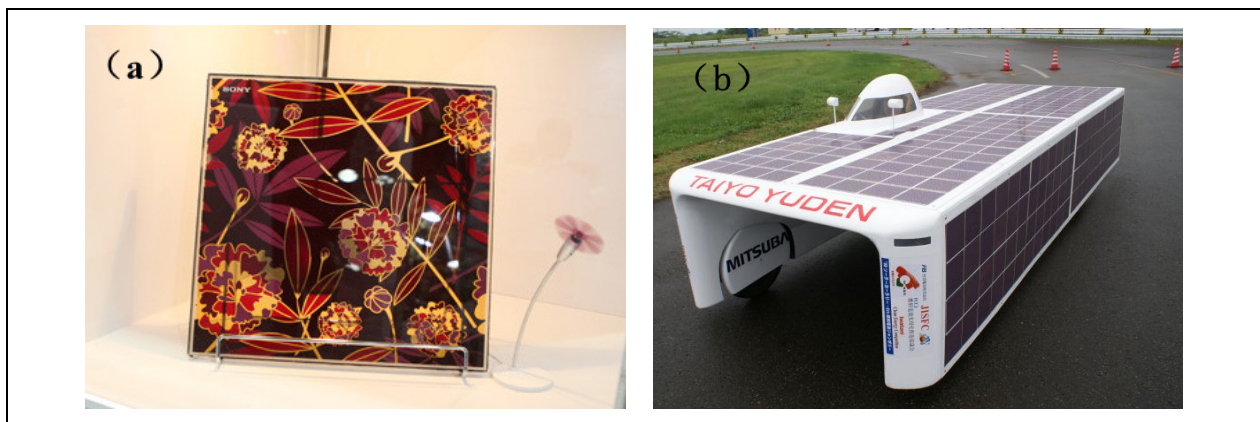


圖 1 (a)日本 Sony 公司發表的新概念彩繪電池模型; (b)日本東京大學內田教授與日本太陽誘電公司(Taiyo Yoden)合作的世界上第一台染料敏化太陽能電池汽車, 曾在日本 2008 年國際太陽能汽車拉力賽上順利跑完全程。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】363期・102年6月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw