

發明專利說明書

※申請案號：097127476

※IPC分類：H01L 31/0216 H01L 31/042

一、發明名稱：

摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池及其製造方法
The Dye-Sensitized Solar Cell with TiO_2 - C_{60} Composite Film and Their Fabrication

二、中文發明摘要：

一種摻雜碳六十(C_{60})於二氧化鈦(TiO_2)之染料光敏化太陽能電池及其製造方法，乃將微米等級的二氧化碳粉末摻入微米等級的純化碳六十所製作之漿體，塗佈於工作電極並藉由鍛燒的處理過程後，可得到較佳的導電率及較高的多孔質程度之二氧化鈦-碳六十(TiO_2 - C_{60})之複合薄膜層，從而可改善光敏化染料的吸附特性，以提升染料光敏化太陽能電池的光電轉換效率。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第2圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 11...第一透明導電基板
- 12...透明導電材料
- 21...多孔質複合薄膜層
- 22...二氧化鈦(TiO_2)
- 23...碳六十(C_{60})
- 31...光敏化染料層
- 41...第二透明導電基板
- 42...透明導電材料
- 51...電解液
- 60...太陽光
- 71...碳膜

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

[0001] 本發明係有關一種染料光敏化太陽能電池，特別是指一種摻雜碳六十(C_{60})於二氧化鈦(TiO_2)之染料光敏化太陽能電池及其製造方法。

【先前技術】

[0002] 相較於一般傳統的矽太陽能電池，由於染料光敏化太陽能電池(Dye-Sensitized Solar Cell；簡稱DSSC)具備有大面積、可透光、製程簡便、以及成本低廉等優點，因而它已成為新一代太陽能電池技術發展之主流。

[0003] DSSC的材料是以二氧化鈦(TiO_2)半導體、電解質、以及有機染料為主，因此完全不受矽原料短缺的影響。 TiO_2 半導體材料的物理特性優異、化學性質穩定、製備簡單、以及無毒性等優點，早已廣泛地應用於顏料、塗料、填充劑、以及研磨劑等用途。製造 TiO_2 所需之鈦原料純度不需太高，因此材料成本極低。此外，因DSSC電極的製造是採用化學製程，與矽晶或薄膜電池所需的高真空半導體製程相較，無論在設備或生產環境所需的投資都可大幅節省，製程時間也較短，可顯著降低太陽能電池的製作成本。

[0004] 然而，由於 TiO_2 只能吸收紫外光(波長在387 nm以下)，故早期的 TiO_2 太陽能電池效能十分有限。1960年代，開始利用染料結合 TiO_2 以吸收可見光(波長範圍380 nm~780 nm)，提升太陽能電池的光電轉換效率，惟其效率始終難有顯著突破，直到1991年瑞士科學家Gratzel教授提出以奈米結構電極材料及染料組成光電效率超過7%的光電池，DSSC才有了商業應用的可能性。近年來，DSSC相關技術發展已有關鍵性發展，若能將光電轉換效率提升到10%以上，未來就有機會取代矽晶電池，甚至傳統的能源，其發展潛力實不容小覷。

【發明內容】

[0005] 本發明的主要目的在於提供一種摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池及其製造方法，係利用添加碳六十及配合鍛燒的製程，來改善二氧化鈦薄膜的導電性與多孔質程度，藉以提高光敏化染料的吸附量，並大體上解決先前技術之太陽能電池光電轉換效率不

高的問題。

- [0006] 本發明的另一目的在於提供一種摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池及其製造方法，不僅可增加一般未摻入碳六十之太陽能電池的導電率，使其發電效率提高，且因其製作流程容易，具低危險性、高化學穩定性，成本相較於多晶矽或單晶矽太陽能電池為低。
- [0007] 因此，為達上述目的，本發明所揭露之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，首先是將包含有微奈米等級之二氧化鈦粉末與奈米等級的純化碳六十的漿體，塗佈於第一透明導電基板後再進行鍛燒處理，而製得一多孔質複合薄膜層，並且將碳六十含量控制在10.0重量百分比以下；然後，將多孔質複合薄膜層浸泡於光敏化染料溶液之內，再將已吸附有光敏化染料之第一透明導電基板和第二透明導電基板相貼合，並於兩基板之間隙內注入氧化還原性電解液。而上述二氧化鈦-碳六十($\text{TiO}_2-\text{C}_{60}$)之多孔質複合薄膜層，乃具有較佳的導電率及較高的多孔質程度，而可提高光敏化染料的吸附量，以及增加染料光敏化太陽能電池之光能轉電能的效率。
- [0008] 本發明中，更可透過對於碳六十進行微波消化技術的純化處理，進一步提高多孔質複合薄膜層之多孔質程度，與增加吸附光敏化染料的量，以使其光電轉換效率大幅提升。
- [0009] 為使對本發明的目的、特徵及其功能有進一步的了解，茲配合圖式詳細說明如下：
- 【實施方式】
- [0010] 請依序參照第1A~1C圖，顯示本發明之實施例所提供之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池的製作流程。以下詳細說明本實施例之各個步驟。
- [0011] 首先，如第1A圖所示，將微奈米等級之二氧化鈦粉末之中，摻入0~10%重量百分比的奈米等級之純化碳六十，並添加重量比例為3:3:1的聚乙二醇(PEG)、分散劑、以及去離子水等，混合製成適當粘性的膏狀漿體，並利用刮刀成膜方法，塗佈於第一透明導電基板10表面，塗佈完成之後，再放置於箱型爐之內，先行烘乾而其次地進行鍛燒處理，鍛燒處理溫度大約為400~450°C，而製得一二氧化鈦-碳六十($\text{TiO}_2-\text{C}_{60}$)之多孔質複合薄膜層20。此多孔質複合薄膜層20之厚度大約為51~100奈米。
- [0012] 由於未純化處理的碳六十含有許多雜質(如金屬觸媒粒子、非晶質碳以及石墨片等)，不利於其染料吸附量的提升。在此，為了提升先前以微米級數或奈米級數的二氧化鈦，製作染料光敏化太陽能電池的光電轉換效率，碳六十係可先經由由熱退火處理，以去除碳六十上的非晶質含碳粒子，再透過微波消化技術的純化處理，使碳六十純化，並破壞碳六十表面產生COOH官能基，以增加碳六十微孔中之吸附位置，並完全去除原來用來成長碳六十且存留的金屬觸媒，再進行後續的清洗、過濾及乾燥過程，即可獲得純化後的碳六十。藉此，本發明將使多孔質複合薄膜層20之導電性得以提升，並可增加其多孔質程度及後續吸附光敏化染料的吸附量。再者，本實施例之製作過程當中，乃選用微米等級、奈米等級、或微米等級與奈米等級混合之二氧化鈦粉末；其次地，再摻雜奈米等級之富勒烯 C_{60} (Fullerence C_{60})，將可以達到減少成本之利益效果。
- [0013] 接著，如第1B圖所示，將鍛燒處理後的第一透明導電基板10，放入有機高分子材料之光敏化染料30內浸泡，以使多孔質複合薄膜層20表面，充分地吸附光敏化染料30。
- [0014] 之後，取一第二透明導電基板40鍍上厚度為0.5~2.0微米之碳膜70，並將已吸附有光敏化染料30之第一透明導電基板10和第二透明導電基板40互相貼齊，再於兩基板10與40之間隙內注入電解液50，如第1C圖。注入完成後，將兩透明導電基板10、40進行密封處理，即完成本實施例之染料光敏化太陽能電池元件。
- [0015] 請參照第2圖所繪示，為本發明之實施例所提供之染料光敏化太陽能電池，其基本構造可分為(1)做為工作電極之第一透明導電基板11、多孔質複合薄膜層21與光敏化染料層31；(2)做為相對電極之第二透明導電基板41；以及(3)電解液層51。
- [0016] 其中，第一與第二透明導電基板11、41分別位於最上層與最下層，均為表面塗佈有透明導電材料12、42之導電玻璃，譬如氧化銦錫(ITO)、氟氧化錫(FTO)、氧化鋁鋅(AZO)或氧化銦鋅(IZO)玻璃基板，且第二透明導電基板41之透明導電材料42上方更覆有碳膜71。兩透明導電基板11、41之間則夾有二氧化鈦22摻雜碳六十23($\text{TiO}_2-\text{C}_{60}$)之多孔質複合薄膜層21、對太陽光60有敏化作用的光敏化染料層31、以及幫助導電的電解液層51。
- [0017] 本實施例中光能轉換成電能的機制為：當光敏化染料層31接收到太陽光60(含有不同波長的光波)的能量之後，會經由化學的氧化還原反應來產生電子、電洞的分離。因為配對結合的電子電洞對得到充足的能量，進而分離出獨立的電子、電洞；電洞從陽極板移動出來，電子從陰極板移動出來，然後形成一個具有循環不斷的電流。電解液層51主要的功能是在幫助電子的移動，以增加導電率。
- [0018] 而本發明利用添加碳六十及配合鍛燒的製程所製得的二氧化鈦-碳六十($\text{TiO}_2-\text{C}_{60}$)之多孔質複合薄膜層，其導電率與多孔質程度皆較先前技術未摻入碳六十的二氧化鈦薄膜為高，可提高光敏化染料的吸附量，提升太陽能電池光能轉電能的效率。再者，本發明所提供之染料光敏化太陽能電池係對於各種波長可依不同顏色染料有效吸收，顏色上比一般太陽能電池的種類多彩化，其應用範圍大，而且製作流程容易，具低危險性、高化學穩定性、成本上也較一般太陽能電池便宜，在產業貢獻上將可望達到降低成本與材料短缺，以及減少對地球與人類的污染之目標。
- [0019] 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。
- 【圖式簡單說明】
- [0032] 第1A~1C圖依序為本發明之實施例所提供之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池的製作流程。

[0033] 第2圖為本發明之實施例所提供之染料光敏化太陽能電池之剖面示意圖。

【主要元件符號說明】

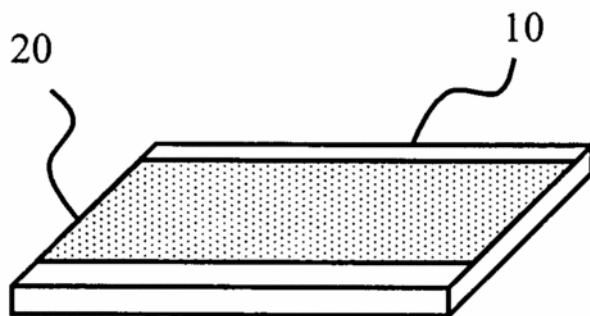
- [0020] 10、11 . . . 第一透明導電基板
 [0021] 12 . . . 透明導電材料
 [0022] 20、21 . . . 多孔質複合薄膜層
 [0023] 22 . . . 二氧化鈦(TiO_2)
 [0024] 23 . . . 碳六十(C_{60})
 [0025] 30 . . . 光敏化染料
 [0026] 31 . . . 光敏化染料層
 [0027] 40、41 . . . 第二透明導電基板
 [0028] 42 . . . 透明導電材料
 [0029] 50、51 . . . 電解液
 [0030] 60 . . . 太陽光
 [0031] 70、71 . . . 碳膜

七、申請專利範圍：

1. 一種摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其包含：一第一透明導電基板；一多孔質複合薄膜層，係由包含微奈米等級之二氧化鈦(TiO_2)與奈米等級之碳六十(C_{60})的漿體，塗佈於該第一透明導電基板上並經鍛燒處理所構成，其中該碳六十含量為10.0重量百分比以下；一光敏化染料層，吸附於該多孔質複合薄膜層表面；一第二透明導電基板，位於該光敏化染料層下方；及一電解液層，位於該光敏化染料層與該第二透明導電基板之間。
2. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該第一透明導電基板與該第二透明導電基板，係為一表面塗佈有透明導電材料之導電玻璃。
3. 如申請專利範圍第2項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該透明導電材料係為氧化銦錫(ITO)、氟氧化錫(FTO)、氧化鋁鋅(AZO)、或氧化銦鋅(IZO)。
4. 如申請專利範圍第2項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，更包含一碳膜，形成於該第二透明導電基板之該透明導電材料與該電解液層之間。
5. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該碳膜之厚度係微0.5~2.0微米。
6. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該多孔質複合薄膜層之厚度係為51~100奈米。
7. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該多孔質複合薄膜層係利用刮刀成膜法塗佈該漿體於該第一透明導電基板所製得。
8. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該碳六十係經過微波消化技術處理，以提高多孔質複合薄膜層之多孔質程度及吸附該光敏化染料層的量。
9. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該漿體更包含有聚乙二醇(PEG)、分散劑與去離子水。
10. 如申請專利範圍第9項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該聚乙二醇(PEG)、該分散劑與該去離子水之重量比例為3:3:1。
11. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該微奈米等級之二氧化鈦係為微米級二氧化鈦、奈米級二氧化鈦或微米級與奈米級混合之二氧化鈦。
12. 如申請專利範圍第1項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池，其中該鍛燒處理之溫度係400~450°C。
13. 一種摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其步驟包含：將包含複數微奈米等級之二氧化鈦(TiO_2)粉末與奈米等級之碳六十(C_{60})的漿體，塗佈於一第一透明導電基板上並經鍛燒處理，而形成一多孔質複合薄膜層，其中該碳六十含量為10.0重量百分比以下；將該多孔質複合薄膜層浸泡並吸附一光敏化染料；將該形成有多孔質複合薄膜層與吸附有該光敏化染料之第一透明導電基板和一第二透明導電基板相貼合；及將一電解液注入於該第一透明導電基板與該第二透明導電基板之間。
14. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該第一透明導電基板與該第二透明導電基板係為一表面塗佈有透明導電材料之導電玻璃。
15. 如申請專利範圍第14項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該透明導電材料係為氧化銦錫(ITO)、氟氧化錫(FTO)、氧化鋁鋅(AZO)或氧化銦鋅(IZO)。
16. 如申請專利範圍第14項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，更包含形成一碳膜於該第二透明導電基板之該透明導電材料與該電解液層之間的步驟。
17. 如申請專利範圍第16項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該碳膜之厚度係微0.5~2.0微米。
18. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該多孔質複合薄膜層之厚度係為51~100奈米。
19. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該多孔質複合薄膜層係利用刮刀成膜法塗佈該漿體於該第一透明導電基板所製得。
20. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方

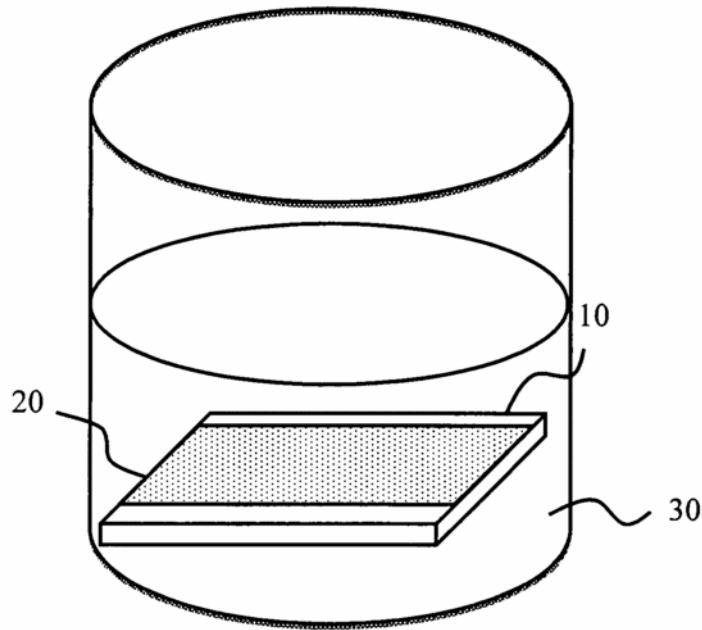
- 法，其中該形成該多孔質複合薄膜層之步驟，更包含一對於該碳六十微波消化技術處理之步驟，以提高該多孔質複合薄膜層之多孔質程度及吸附該光敏化染料之量。
21. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，更包含一將該第一透明導電基板與該第二透明導電基板加以密封的步驟。
22. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該漿體更包含有聚乙二醇(PEG)、分散劑與去離子水。
23. 如申請專利範圍第22項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該聚乙二醇(PEG)、該分散劑與該去離子水之重量比例為3:3:1。
24. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該微奈米等級之二氧化鈦係為微米級二氧化鈦、奈米級二氧化鈦或微米級與奈米級混合之二氧化鈦。
25. 如申請專利範圍第13項所述之摻雜碳六十於二氧化鈦之染料光敏化太陽能電池之製造方法，其中該鍛燒處理之溫度係400~450°C。

八、圖式：



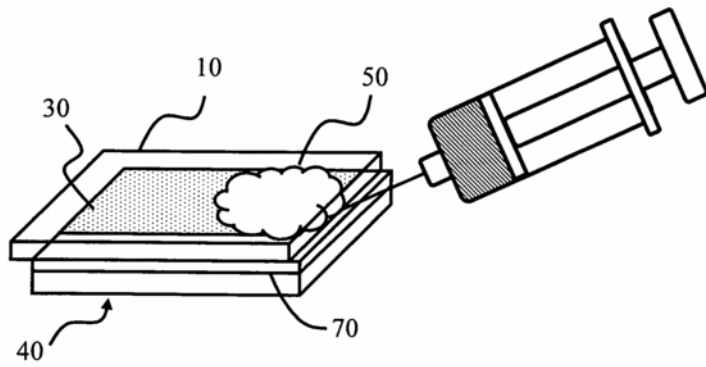
第1A圖

第1A圖



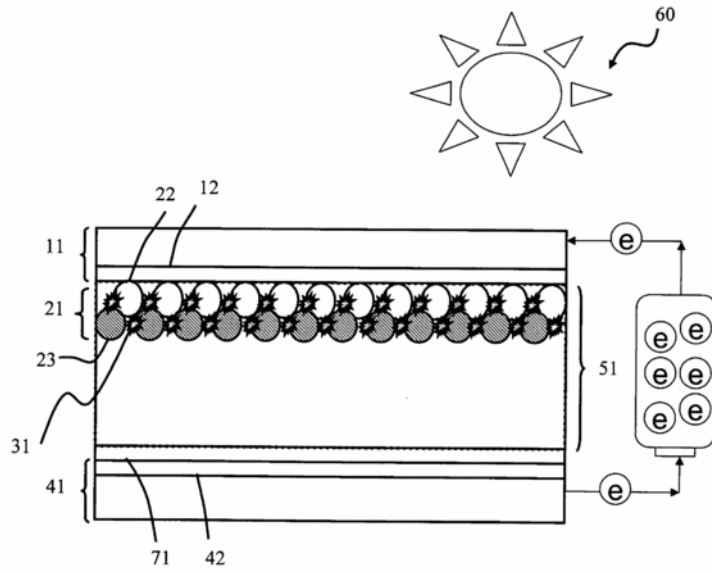
第1B圖

第1B圖



第1C圖

第1C圖



第2圖

第2圖