



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I450403 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：098141672

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 07 日

(51)Int. Cl. : H01L31/042 (2014.01)

H01M14/00 (2006.01)

H01L31/18 (2006.01)

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：盧明德 LU, MING DE (TW)；童永樑 TUNG, YUNG LIANG (TW)；王凱平 WANG, KAI PING (TW)；鄧熙聖 TENG, HSISHENG (TW)；蕭博聰 HSIAO, PO TSUNG (TW)

(74)代理人：洪澄文；顏錦順

(56)參考文獻：

TW 200919742A

王凱平，二氧化鈦膜結構設計以增進染料敏化太陽電池的電子傳遞，國立成功大學化學工程學系，2009/07

Kai-Ping Wang et al. , " Zinc-doping in TiO₂ films to enhance electron transport in dye-sensitized solar cells under low-intensity illumination " , Physical Chemistry Chemical Physics , Vol. 11 , No. 41 , 18 August 2009, pages 9489 to 9496

審查人員：謝靜旻

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：8 共 0 頁

(54)名稱

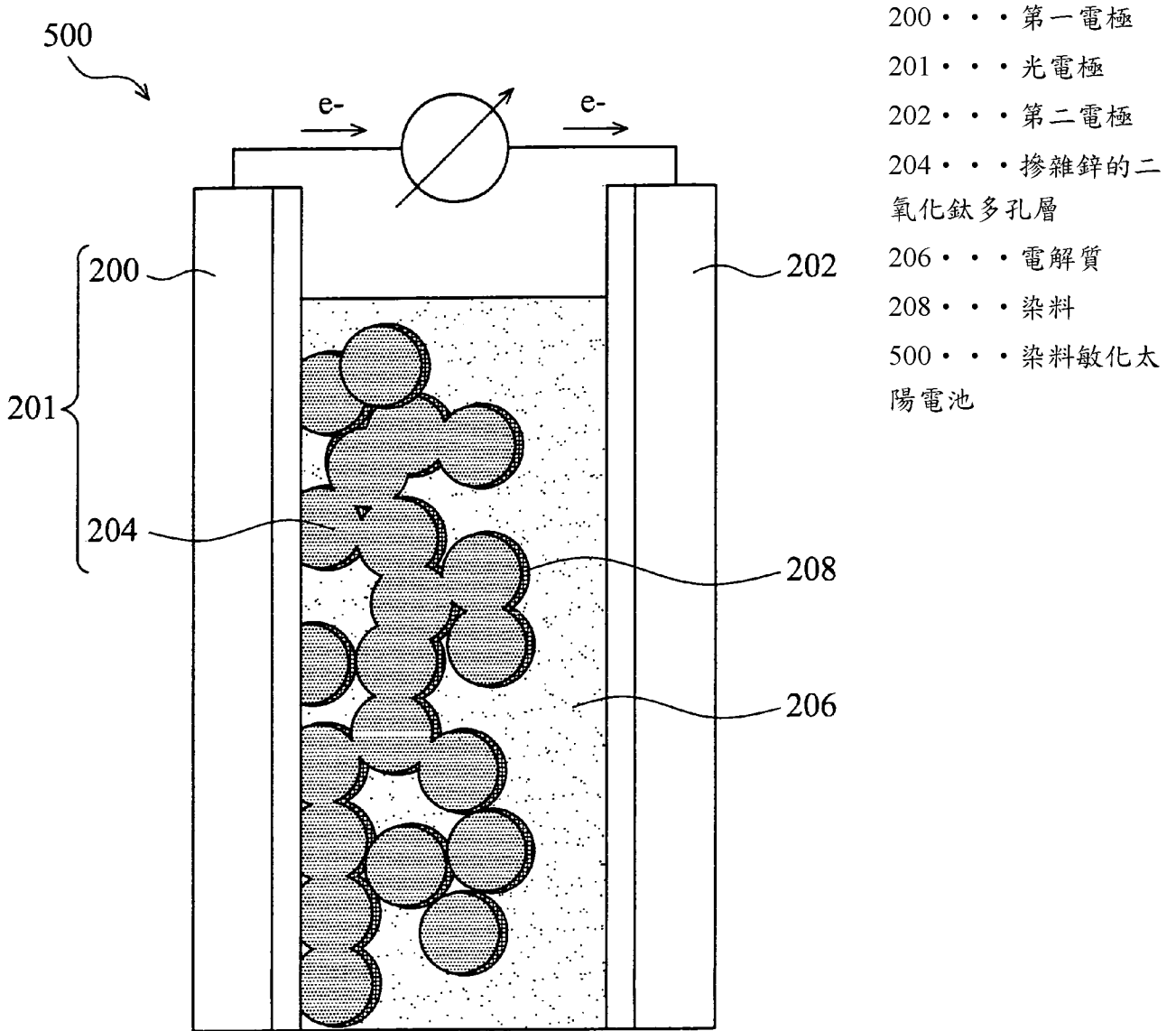
染料敏化太陽電池及其製造方法

DYE-SENSITIZED SOLAR CELL AND METHOD FOR FABRICATING THE SAME

(57)摘要

本發明提供一種染料敏化太陽電池及其製造方法，上述染料敏化太陽電池包括一光電極，其包括一第一電極及設置於上述第一電極上的一摻雜鋅的二氧化鈦多孔層，其中上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層係吸附一染料；一第二電極，設置於上述光電極的相對位置，其中上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層係設置於上述第一電極和上述第二電極之間；一電解質，設置於上述光電極和上述第二電極之間。

A dye-sensitized solar cell and method for fabricating the same are provided. The dye-sensitized solar cell includes a photo electrode comprising a first electrode and a Zn-doped TiO₂ porous layer disposed on the first electrode, wherein the Zn-doped TiO₂ porous layer absorbs a dye. A second electrode is disposed opposite to the photo electrode, wherein the Zn-doped TiO₂ porous layer is disposed between the first and second electrodes.



第 1 圖

發明專利說明書

修正本
99年8月12日修正替換頁本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※ 申請案號：98141672

※ 申請日：98.12.7

※IPC 分類：H01L 31/042 (2006.01)

H01M 14/00 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

染料敏化太陽電池及其製造方法 / Dye-sensitized solar cell and method for fabricating the same

二、中文發明摘要：

本發明提供一種染料敏化太陽電池及其製造方法，上述染料敏化太陽電池包括一光電極，其包括一第一電極及設置於上述第一電極上的一摻雜鋅的二氧化鈦多孔層，其中上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層係吸附一染料；一第二電極，設置於上述光電極的相對位置，其中上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層係設置於上述第一電極和上述第二電極之間；一電解質，設置於上述光電極和上述第二電極之間。

三、英文發明摘要：

A dye-sensitized solar cell and method for fabricating the same are provided. The dye-sensitized solar cell includes a photo electrode comprising a first electrode and a Zn-doped TiO₂ porous layer disposed on the first electrode, wherein the Zn-doped TiO₂ porous layer absorbs a dye. A second electrode is disposed opposite to the photo electrode, wherein the Zn-doped TiO₂ porous layer is disposed between the first and second electrodes.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200~第一電極；

201~光電極；

202~第二電極；

204~摻雜鋅的二氧化鈦多孔層；

206~電解質；

208~染料；

500~染料敏化太陽電池。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：
無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種染料敏化太陽電池及其製造方法，特別係有關於一種染料敏化太陽電池的光電極及其製造方法。

【先前技術】

太陽能是許多替代能源中受到矚目的一種，其原因之一在於太陽能可源源不絕傳送到地表而符合永續發展的需求，其二在於太陽能本身不會帶來任何的污染而符合環保的概念。

太陽能電池的基本原理是利用特定物質被光照射時，其電子、電洞分離。利用一電路來引導這些電子便可得到電能。舉例而言，染料敏化太陽能電池(DSSC)是先將金屬半導體氧化物燒結於導電基板上，習知的材料為二氧化鈦(TiO_2)，再將光敏物質(染料)吸附於金屬半導體氧化物表面形成光電極。光電極和陰極之間是透過一電解質來幫助導電。上述染料敏化太陽能電池由於其光致電子轉移(photo-induced electron transfer)的效率很高，使其成為開發低成本太陽能電池中受到重視的太陽能電池類型之一。而隨著染料敏化太陽能電池的日益發展，可攜式的電源供應的需求也漸漸浮現。低光源的應用將更重要。

另外，二氧化鈦(TiO_2)或氧化鋅(ZnO)、氧化錫(SnO_2)及硫化鎘(CdS)也可應用於常見的半導體光觸媒，其中二氧化鈦(TiO_2)因具有強大的氧化還原能力、高化學穩定度及無

毒的特性，常被用來作為光觸媒的材料，但一般光觸媒摻雜金屬離子，其目的常在於產生氧空穴，提高可見光利用，與染料敏化太陽電池用法相異。

在此技術領域中，有需要一種染料敏化太陽電池及其製造方法，其於低光源應用時，具有減少電子損失，提高光電轉換效率等優點。

【發明內容】

有鑑於此，本發明之實施例係提供一種染料敏化太陽電池及其製造方法，上述染料敏化太陽電池包括一光電極，其包括一第一電極及設置於上述第一電極上的一摻雜鋅的二氧化鈦多孔層，其中上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層係吸附一染料；一第二電極，設置於上述光電極的相對位置，其中上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層係設置於上述第一電極和上述第二電極之間；一電解質，設置於上述光電極和上述第二電極之間。

本發明之另一實施例係提供一種染料敏化太陽電池的製造方法，包括(a)將二氧化鈦粉體、含鋅化合物及鹼性水溶液混合形成一混合物並進行一加熱製程以形成摻雜鋅的二氧化鈦粉體；(b)提供一結合劑溶液與摻雜鋅的二氧化鈦粉體混合形成一漿料；(c)將上述漿料塗佈至一第一電極上，上述漿料經燒結以形成一摻雜鋅的二氧化鈦多孔層，其與上述第一電極構成一光電極；(d)將上述光電極上的上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層吸附染料後，再將一第二電極

設置於上述光電極的相對位置；(e)將一電解質設置於上述光電極和上述第二電極之間。

【實施方式】

以下以各實施例詳細說明並伴隨著圖式說明之範例，做為本發明之參考依據。在圖式或說明書描述中，相似或相同之部分皆使用相同之圖號。且在圖式中，實施例之形狀或是厚度可擴大，並以簡化或是方便標示。再者，圖式中各元件之部分將以分別描述說明之，值得注意的是，圖中未繪示或描述之元件，為所屬技術領域中具有通常知識者所知的形式，另外，特定之實施例僅為揭示本發明使用之特定方式，其並非用以限定本發明。

本發明實施例係提供一種染料敏化太陽電池，其中光電極包括摻雜鋅的二氧化鈦(Zn-doped TiO_2)多孔層，具有較連續之電子傳遞路徑，可減少電子損失，提高光電轉換效率，尤其於低光源時效率提升更顯著。

第 1 圖為本發明一實施例的染料敏化太陽電池(DSSC)500 的示意圖。染料敏化太陽電池 500 的主要元件可包括一光電極 201 和一第二電極 202，彼此相對設置，其中光電極 201 包括第一電極 200 及設置於第一電極 200 上的一摻雜鋅的二氧化鈦(Zn-doped TiO_2)多孔層 204。在本發明一實施例中，第一電極 200 可為一透明導電電極，例如為氟摻雜氧化錫(FTO)或氧化銦錫(ITO)導電玻璃，以供來自外界的光線從第一電極 200 進入染料敏化太陽電池

500 中。第二電極 202 視為一對應電極(counter)，用以將電子由外部電路傳送回染料敏化太陽電池中形成電流迴路，其材質可包括鉑、導電高分子、碳或複合材料。一摻雜鋅的二氧化鈦多孔層 204，其係吸附一染料 208，設置於第一電極 200 和第二電極 202 之間。在本發明一實施例中，染料 208 可包括有機染料或無機染料。一電解質 206，用以做為氧化還原的介質，設置於光電極 201 和第二電極 202 之間。在本發明一實施例中，電解質 206 可包括液態或固態電解質。

當本發明一實施例的染料敏化太陽電池 500 運作時，外界的光線從第一電極 200 進入染料敏化太陽電池 500 中的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層 204，上述摻雜鋅的二氧化鈦多孔層 204 將光線的光能轉換為電能。

在本發明一實施例中，染料敏化太陽電池 500 的製造方法可包括將摻雜鋅的二氧化鈦多孔層 204 設於彼此相對設置的第一電極 200 和第二電極 202 之間。利用注入或塗佈方式，將一電解質 206 設置於光電極 201 和第二電極 202 之間。其中摻雜鋅的二氧化鈦多孔層 204 的製造方法可包括下列步驟：

(a)將二氧化鈦粉體、含鋅化合物及鹼性水溶液置於高壓釜(autoclave)內混合形成一混合物。在本發明一實施例中，二氧化鈦粉體可為市售二氧化鈦光觸媒(Degussa 公司的 P25)；含鋅化合物可包括含鋅之無機金屬鹽類或有機鋅化合物，例如為 $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 或 $Zn(CH_3COO)_2 \cdot xH_2O$ ；鹼性水溶液可為氫氧化鈉(NaOH)水溶液，其當量濃度可介

於 5~15 N 之間，較佳為 10N。

(b)對上述混合物進行第一加熱製程。在本發明一實施例中，第一加熱製程可為水熱合成(Hydrothermal Synthesis)製程，其中第一加熱製程的製程時間可介於 20~40 小時之間，較佳為 20 小時。第一加熱製程的製程溫度可介於 110~140°C 之間，較佳為 130°C。經過第一加熱製程之後，係形成片狀的混合物。

(c)以酸性水溶液對上述混合物進行水洗(washing)製程，以中和上述鹼性水溶液，直到混合物的酸鹼值為 1.5~4 為止，此時會形成含鋅的二氧化鈦多層奈米管結構。在本發明一實施例中，酸性水溶液可為硝酸(HNO₃)或鹽酸(HCl)水溶液，其當量濃度可介於 0.02~0.2N 之間，較佳為 0.1N。

(d)對上述混合物進行第二加熱製程，使上述混合物再結晶，以使更多的鋅摻雜於二氧化鈦中，經過第二加熱製程之後，形成摻雜鋅的二氧化鈦粉體。在本發明一實施例中，第二加熱製程可為水熱合成(Hydrothermal Synthesis)，其中第二加熱製程的製程時間可介於 10~20 小時之間，較佳為 12 小時。第二加熱製程的製程溫度高於第一加熱製程的製程溫度，其值可介於 180~250°C 之間，較佳為 240°C。

(e)提供一結合劑(binder)溶液與摻雜鋅的二氧化鈦粉體混合形成一漿料。在本發明一實施例中，結合劑溶液中的溶劑可為水(H₂O)、一到四個碳的醇類、松油醇(terpineol)、卡必醇(carbitol)。結合劑溶液中的結合劑可包括羧甲酸纖維素鈉(sodium carboxymethyl cellulose)、羧甲基纖維素(carboxymethyl cellulose, CMC)、聚乙二醇(polyethylene

glycol, PEG)、乙基纖維素(ethyl cellulose, EC)或壓克力(arcylic resin)。其中以水為溶劑，聚乙二醇(polyethylene glycol, PEG)為結合劑(binder)形成的結合劑溶液的實施例，其摻雜鋅的二氧化鈦的重量百分比介於 30~50wt% 之間，較佳為 40wt%。

(f)利用刮刀塗佈或網印製備，將上述漿料塗佈至一第一電極 200 上，經燒結以形成摻雜鋅的二氧化鈦多孔層 204，其與第一電極 200 構成一光電極 201。

(g)將一第二電極 202 設置於光電極 201 的相對位置上，以使摻雜鋅的二氧化鈦多孔層 204 夾設於第一電極 200 和該第二電極 202 之間並吸附染料。

第 2 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與利用本發明實施例之製造方法形成的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極的 X 光繞射圖。相較於習知二氧化鈦(以下簡稱 TiO_2)的光電極的 X 光繞射曲線 20，利用本發明實施例之製造方法形成的摻雜原子百分比 0.2% 鋅的二氧化鈦多孔層(以下簡稱 TZ02)形成的光電極的 X 光繞射曲線 22、摻雜原子百分比 0.4% 鋅的二氧化鈦多孔層(以下簡稱 TZ04)形成的光電極的 X 光繞射曲線 24、摻雜原子百分比 0.7% 鋅的二氧化鈦多孔層(以下簡稱 TZ07)形成的光電極的 X 光繞射曲線 26 和摻雜原子百分比 1.2% 鋅的二氧化鈦多孔層(以下簡稱 TZ12)形成的光電極的 X 光繞射曲線 28 的繞射波峰逐漸會朝角度較小的方向位移，可以得知本發明實施例之製造方法形成的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極，原子半徑較大的鋅原子(Zn^{2+} : 0.74Å, Ti^{4+} : 0.6Å)會摻雜進入二氧化鈦的晶格中並撐大晶格。因此可由第 2 圖得知，本

發明實施例之製造方法形成的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極的化學結構式為 $Ti_{(1-x)}Zn_xO_2$ 。

另一方面，摻雜鋅的二氧化鈦可用作為光觸媒的材料，其中鋅離子會於製程中氧化成氧化鋅(ZnO)的結構或鋅離子進入二氧化鈦晶格中，造成材料組成改變，因而影響二氧化鈦對光的特性表現。但是上述用於光觸媒材料的摻雜鋅的二氧化鈦，其目的與本發明實施例之摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極完全不同，光觸媒目的為提供氧空缺，增加可見光吸收以提高觸媒活性，但本發明目的為提供一快速傳導的電子通道且製法也有別於光觸媒的製作方法。

第 3 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極以施加之偏壓(以 Ag/AgCl 為參考電極)對電容平方的倒數做成的 Mott-Schottky 圖。第 4a~4b 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明一實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之能帶示意圖。第 1 表為由第 3 圖的截距獲得光電極之平帶電位(E_F)及第 3 圖計算得知的施體密度(donor density)結果。

第 1 表

	TiO ₂	TZ02	TZ04	TZ07	TZ12
平帶電位(E_F (V vs Ag/AgCl))	-0.556	-0.568	-0.583	-0.640	-0.677

施體密度 (donor density (cm ⁻³))	3.4x10 ¹⁹	3.9x10 ¹⁹	4.8x10 ¹⁹	4.6x10 ¹⁹	4.5x10 ¹⁹
--	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

由第 3 圖和第 1 表得知，相較於習知 TiO₂ 形成的光電極(標示為曲線 30)，利用本發明實施例之製造方法形成的 TZ02 形成的光電極(標示為曲線 32)、TZ04 形成的光電極(標示為曲線 34)、TZ07 形成的光電極以及 TZ12 形成的光電極皆具有較高的平帶電位和施體密度，再如第 4a 圖所示，習知 TiO₂ 形成的光電極具有數目較多的空的電子捕抓陷阱(unoccupied state trap) t，因此電子傳遞時易被空的電子捕抓陷阱捕捉而產生電子損失，電子傳遞路徑 P₁ 較不連續。第 4b 圖顯示利用本發明實施例之製造方法形成的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極擁有較高的電子費米能階 E_{Fn}，使能帶 CB 較為彎曲，可以減少空的電子捕抓陷阱(unoccupied state trap)t 數目，提供一較連續之電子傳遞路徑 P₂，因此增加電子傳遞，使得電池在低光源時仍能擁有高效率。

第 5 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極(厚度為 15μm)與本發明不同實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極(厚度為 15μm)之電流密度與電壓特性曲線(J-V)比較圖，在模擬太陽光源(100mW/cm⁻²)照射下，施予一偏壓掃瞄觀察其光電流隨電位變化情形。由第 5 圖可知，利用本發明實施例之製造方法形成的 TZ04 形成的光電極(標示為曲線 54)、TZ07 形成的光電極(標示為曲線 56)以及 TZ12 形成的光電極(標示為曲線 58)的電流密度介於 14~16

mA cm⁻² 之間，尤以 TZ04 形成的光電極為最佳(16.2 mA cm⁻²)，次之為 TZ07 形成的光電極與習知未摻雜 TiO₂ 形成的光電極約略相同(15.5 mA cm⁻²)。

第 6a 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明不同實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之光強度(light intensity(mWcm⁻²))與短路電流密度/光強度(Jsc/I(AW⁻¹))特性曲線比較圖。第 6b 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明不同實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之光強度(light intensity(mWcm⁻²))與光電轉換效率($\eta\%$)特性曲線比較圖。由第 6a 圖可知，習知未摻雜鋅的二氧化鈦形成的光電極(標示為曲線 60)所製備的染料敏化太陽電池，易隨著光強度的減弱而使短路電流密度/光強度(Jsc/I(AW⁻¹))比值大為減少，而利用本發明實施例之製造方法形成的 TZ04 形成的光電極(標示為曲線 64)並不隨著光強度的改變而影響短路電流密度/光強度(Jsc/I(AW⁻¹))比值，特別是在低光源情況下，仍具有極高的電流輸出，而 TZ07 形成的光電極(標示為曲線 66)與習之未摻雜鋅的二氧化鈦光電極(標示為曲線 60)效率相當接近，其中在部分光強度下有效率較高結果，但若鋅摻雜量過高時(例如 TZ12 形成的光電極(標示為曲線 68))，短路電流密度/光強度(Jsc/I(AW⁻¹))比值會劣於習知未摻雜鋅的二氧化鈦形成的光電極(標示為曲線 60)。另外，如第 6b 圖所示，在光強度為 11 mW/cm⁻² 之低光源情況下，TZ04 形成的光電極(標示為曲線 74)比習知未摻雜鋅的二氧化鈦形成的光電極(標示為曲線 70)增加了 23 % 的光電轉換效率，而 TZ07

形成的光電極(標示為曲線 76)與習之未摻雜鋅的二氧化鈦形成的光電極效率相當接近，其中在部分光強度下有效率較高結果，但若鋅摻雜量過高時(例如 TZ12 形成的光電極(標示為曲線 78))，有可能造成部分晶體缺陷，反而不利於電子傳遞，而降低光電轉換效率表現。因此，TZ12 形成的光電極係做為比較例。

本發明實施例係提供一種染料敏化太陽電池及其製造方法，其中光電極由摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成，化學結構式為 $Ti_{(1-x)}Zn_xO_2$ ，其中 Zn/Ti 原子百分比為大於 0，小於等於 0.7%。利用本發明實施例之製造方法形成的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極擁有較高的電子費米能階，使能帶較為彎曲，可以減少空的電子捕抓陷阱(unoccupied state trap)數目，具有較連續之電子傳遞路徑，因此增加電子傳遞，使得電池在低光源時仍能擁有高效率，特別是在低光源情況下，仍具有極高的電流輸出。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為本發明一實施例的染料敏化太陽電池的示意圖。

第 2 圖為本發明不同實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極的 X 光繞射圖。

第 3 圖為本發明一實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之平帶電壓圖。

第 4a~4b 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明一實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之能帶示意圖。

第 5 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明不同實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之電流密度與電壓特性曲線比較圖。

第 6a 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明不同實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之光強度與短路電流密度/光強度特性曲線比較圖。

第 6b 圖為習知未摻雜二氧化鈦形成的光電極與本發明不同實施例的摻雜鋅的二氧化鈦多孔層形成的光電極之光強度與光電轉換效率特性曲線比較圖。

【主要元件符號說明】

200~第一電極；

201~光電極；

202~第二電極；

- 204~摻雜鋅的二氧化鈦多孔層；
- 206~電解質；
- 208~染料；
- 20、22、24、26、28、30、32、34、50、54、56、58、
60、64、66、68、70、74、76、78~曲線；
- E_{Fn} ~電子費米能階；
- CB~能帶；
- t ~空的電子捕抓陷阱；
- P_1 、 P_2 ~電子傳遞路徑；
- 500~染料敏化太陽電池。

七、申請專利範圍：

102年11月29日修正對照頁(本)

1. 一種染料敏化太陽電池的製造方法，包括下列步驟：

(a)將二氧化鈦粉體、含鋅化合物及鹼性水溶液混合形成一混合物並進行一加熱製程以形成摻雜鋅的二氧化鈦粉體；

(b)提供一結合劑溶液與摻雜鋅的二氧化鈦粉體混合形成一漿料；

(c)將該漿料塗佈至一第一電極上，該漿料經燒結以形成一摻雜鋅的二氧化鈦多孔層，其與該第一電極構成一光電極；

(d)將該光電極上的該摻雜鋅的二氧化鈦多孔層吸附染料後，再將一第二電極設置於該光電極的相對位置；以及

(e)將一電解質設置於該光電極和該第二電極之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中該加熱製程更包括：

(a)對該混合物進行第一加熱製程；

(b)以酸性水溶液對該混合物進行水洗製程；以及

(c)對該混合物進行第二加熱製程。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中含鋅化合物包括含鋅之無機金屬鹽類或有機鋅化合物。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中第一加熱製程和該第二加熱製程為可為水

第一項 第一加熱製程。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中第一加熱製程的製程時間介於 20~40 小時之間。

6. 如申請專利範圍第 2 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中第一加熱製程的製程溫度介於 110~140°C 之間。

7. 如申請專利範圍第 2 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中第二加熱製程的製程時間介於 10~20 小時之間。

8. 如申請專利範圍第 2 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中第二加熱製程的製程溫度介於 180~250°C 之間。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中鹼性水溶液為氫氧化鈉水溶液。

10. 如申請專利範圍第 2 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中酸性水溶液為硝酸水溶液。

11. 如申請專利範圍第 2 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中經過水洗製程的該混合物的酸鹼值為 1.5~4。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中該摻雜鋅的二氧化鈦多孔層的化學結構式為 $Ti_{(1-x)}Zn_xO_2$ ，其中 $0 < x \leq 0.007$ 。

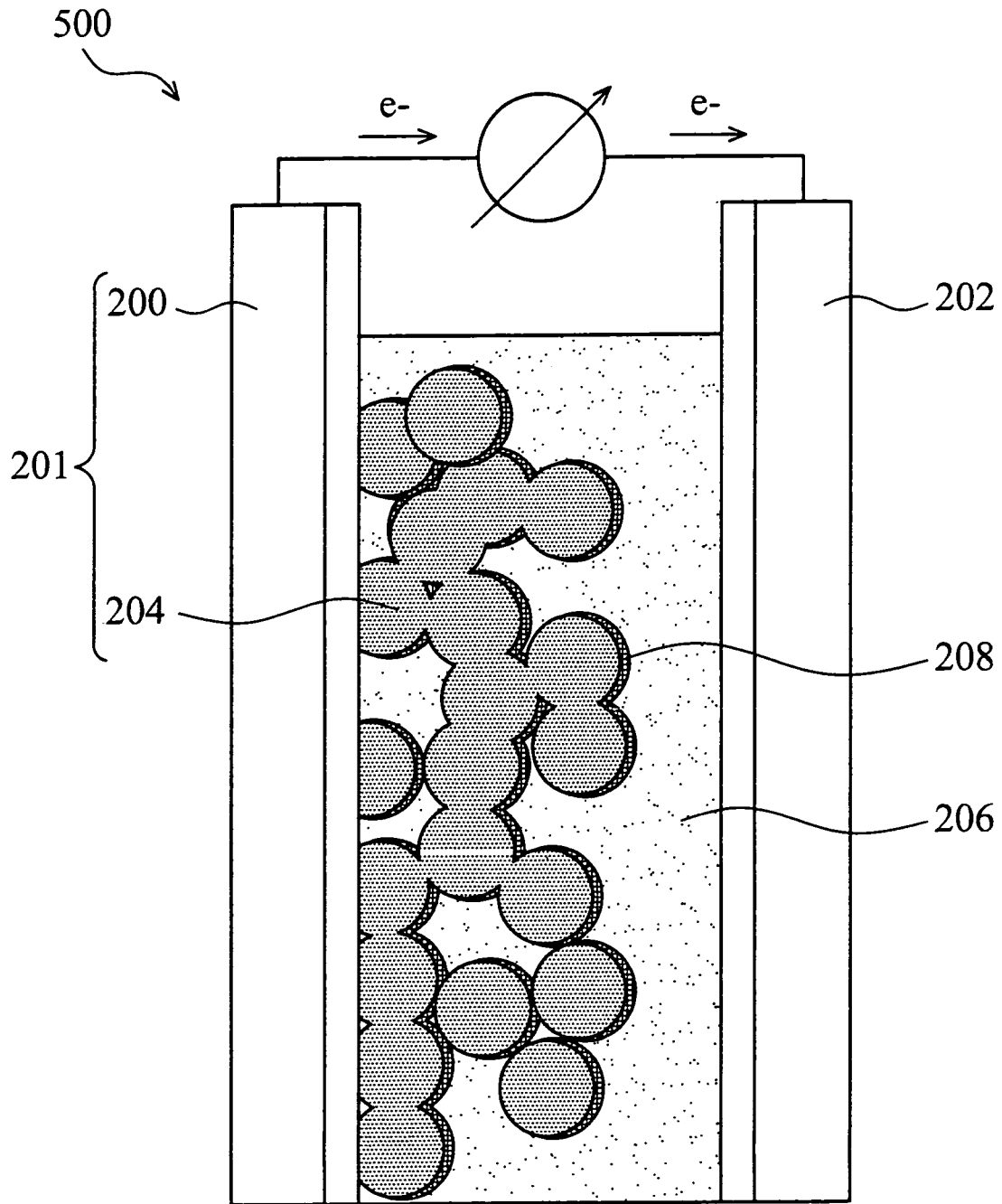
13. 如申請專利範圍第 1 項所述之染料敏化太陽電池的製造方法，其中該結合劑溶液中的溶劑包括水(H₂O)、一

到四個碳的醇類、松油醇(terpineol)或卡必醇(carbitol)，且該結合劑溶液中的結合劑包括羧甲酸纖維素鈉(sodium carboxymethyl cellulose)、羧甲基纖維素(carboxymethyl cellulose, CMC)、聚乙二醇(polyethylene glycol, PEG)、乙基纖維素(ethyl cellulose, EC)或壓克力(arcylic resin)。

修正頁(本)
劃線
102年11月29日

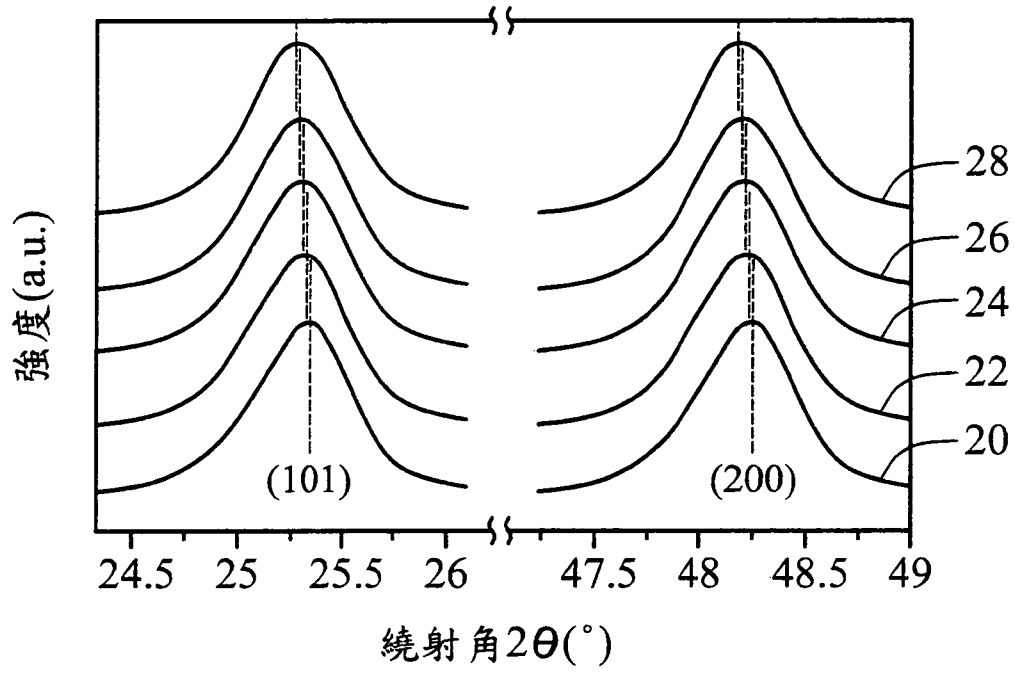
八、圖式：(如後所示)

99年8月>日 修正頁(本)
對線

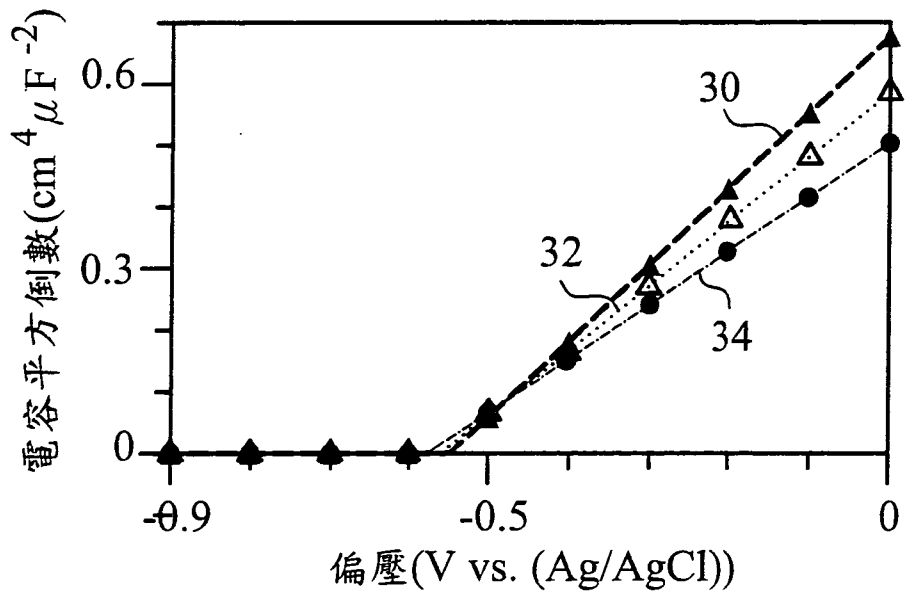


第 1 圖

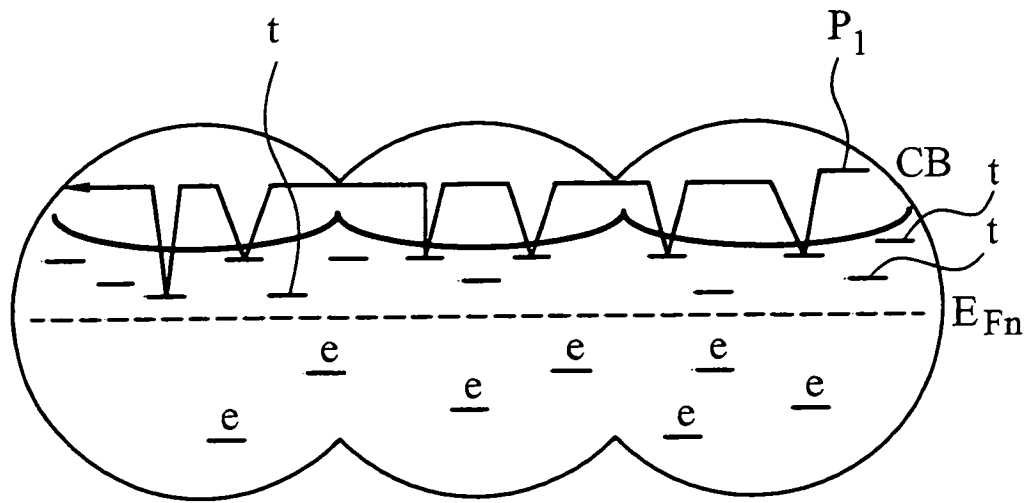
99年8月12日 修正頁(本) 劃線



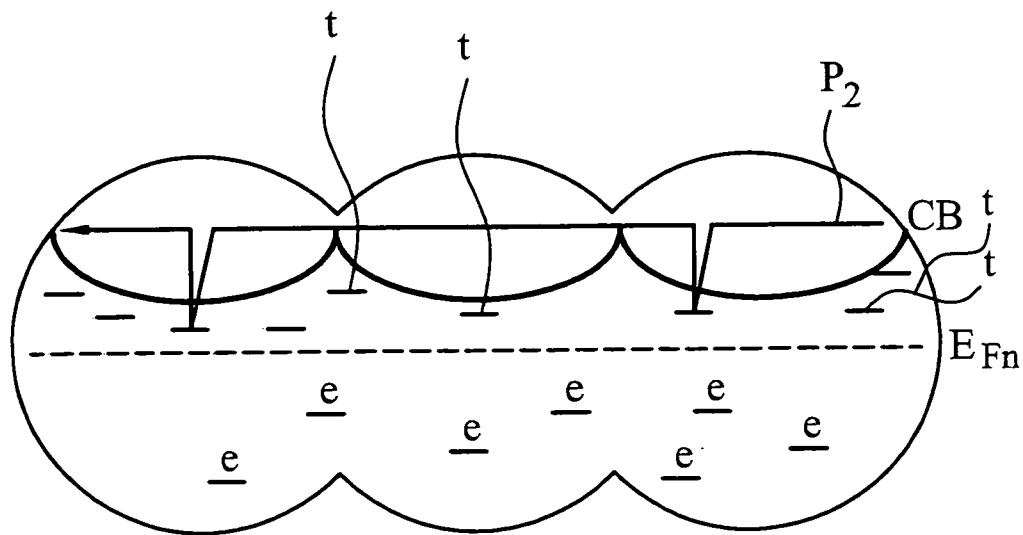
第 2 圖



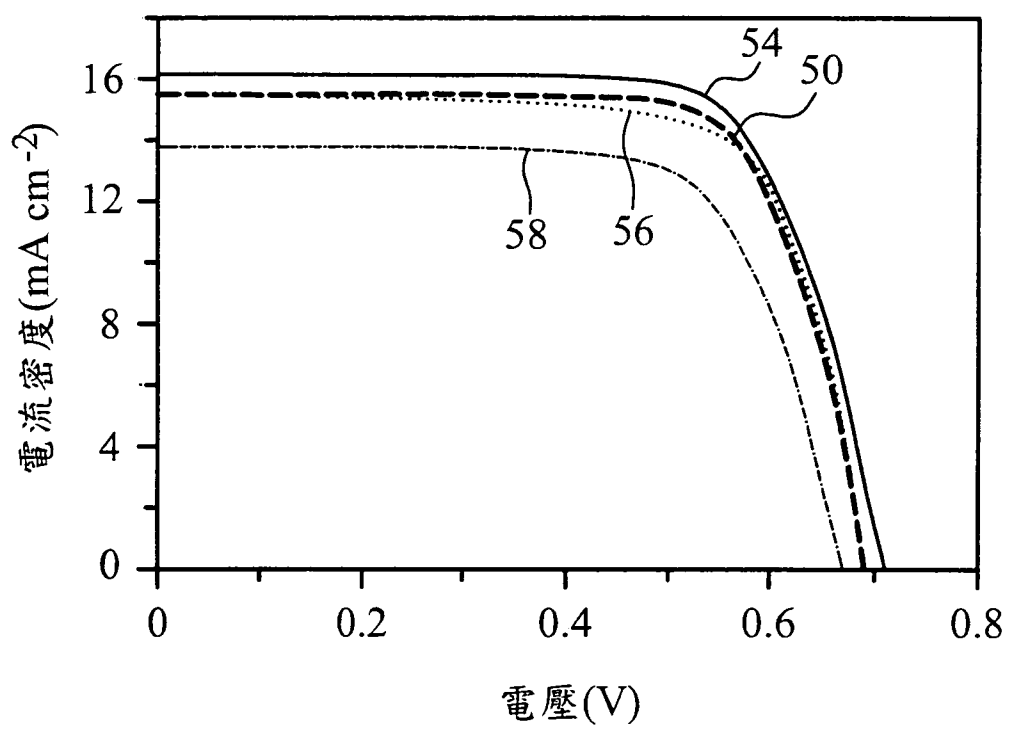
第 3 圖



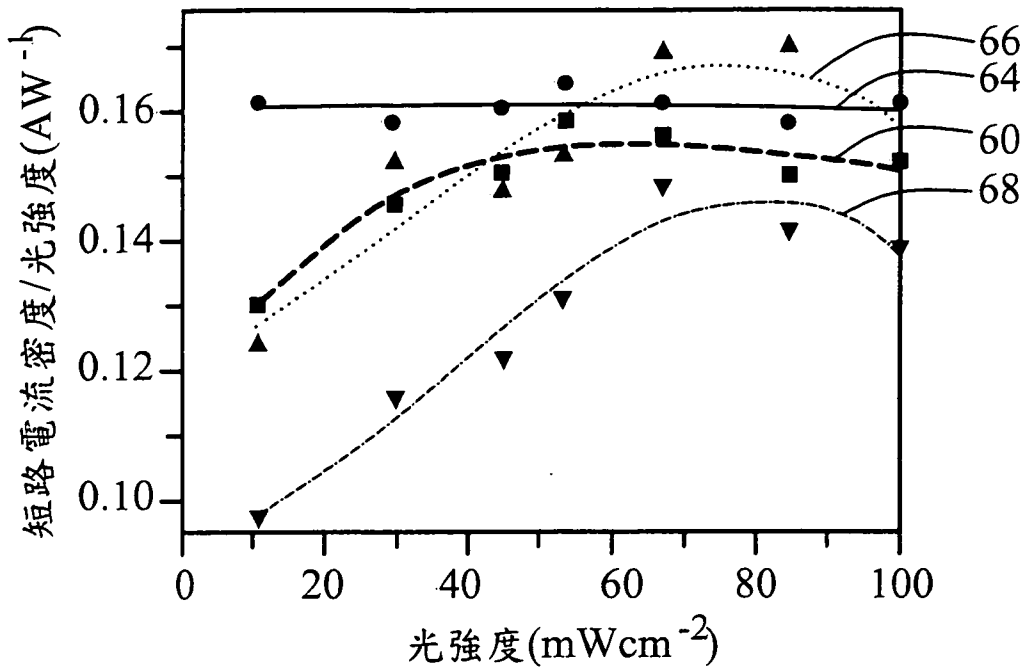
第 4a 圖



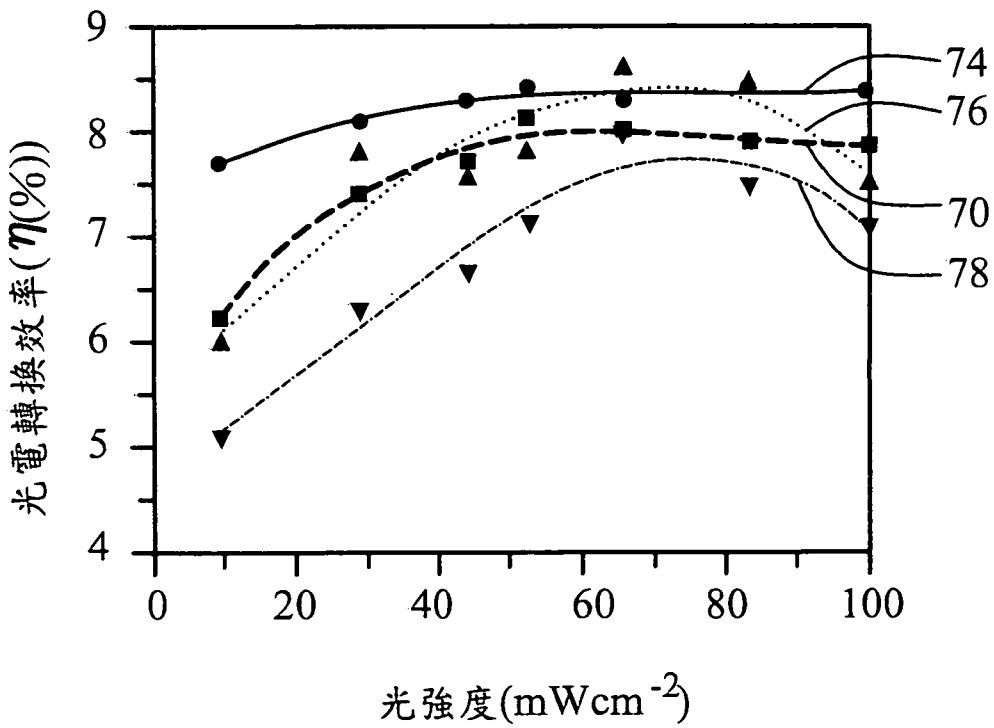
第 4b 圖



第 5 圖



第 6a 圖



第 6b 圖