

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94140549

※申請日期：94.11.18 ※IPC 分類：H01L 31/0224

一、發明名稱：(中文/英文)

電極、光電轉換元件，及染料敏感化太陽能電池

ELECTRODE, PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, AND
DYE-SENSITIZED SOLAR CELL

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

藤倉股份有限公司

FUJIKURA LTD.

代表人：(中文/英文)

大橋一彥/OHASHI, KAZUHIKO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都江東區木場1丁目5番1號

5-1, KIBA 1-CHOME, KOHTOH-KU, TOKYO, JAPAN

國籍：(中文/英文)

日本/JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 松井浩志/MATSUI, HIROSHI

2. 田邊信夫/TANABE, NOBUO

國籍：(中文/英文)

日本/JAPAN

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本； 2004.11.22； 特願2004-337530

2. 日本； 2004.11.22； 特願2004-337531

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係關於一電極、一光電轉換元件及一染料敏感
5 化太陽電池。

本專利申請案主張於2004年11月22日提申的日本專利
申請案第2004-337530及2004-337531號，該案揭露內容在此
併入本案以為參考資料。

【先前技術】

10 發明背景

染料致敏太陽電池已經於瑞士由Michael Graetzel研發
出來，且此新型太陽電池是以具有一高轉換效率及低成本
而受到注目(參閱例如日本專利案第2664194號；以及
Michael Graetze, Nature, United Kingdom, 1991, vol. 737,
15 p.353)。

一般而言，於此型染料致敏太陽電池中，一工作電極
之建構是於一透明導電基材上形成一具有例如二氧化鈦奈
米顆粒或類似氧化物半導體微粒之孔隙性薄膜，然後將一
致敏染料配置於此孔隙性薄膜上。此工作電極會搭配使用
20 一對偶電極，其中該工作電極會面對此對偶電極，且兩電
極之間會填充一包含一例如碘分子/碘離子(I_2/I_3^-)還原對組
之電解質溶液。

此種染料致敏太陽電池可供用為一光電轉換元件，此
元件是於氧化物半導體微粒被一可吸收例如太陽光之入射

光的致敏染料致敏時能夠將光能轉變為電，藉此於工作電極與對偶電極之間產生一電子動力。

就一用為對偶電極之材料而言，所欲是可促進於電極表面上進行還原對組之氧化還原反應的材料，且其較佳是鉑。就染料致敏太陽電池而言，一具有於玻璃表面上形成一例如一白金導電層之導電玻璃已被廣泛使用為一對偶電極。用以形成白金層之方法係包含：例如濺鍍方法或揮發方法之真空薄膜形成方法以及濕式薄膜形成方法，於後者之方法中，係於基材表面上施加一例如鉑酸氯溶液之包含鉑的溶液後，由引入例如200°C或更高溫之加熱處理來釋出鉑。

傳統電極係由於使用鉑而昂貴。再者，真空薄膜形成方法會遭遇低導電性、高設備成本及類似之缺點。就濕式薄膜形成方法來看，其將由於需要加熱處理而難以施加於塑膠基材上。此外，傳統染料致敏太陽電池之對偶電極具有一缺點是在於其較諸一具有一氧化物半導體孔隙性薄膜而言，係難以增加可有利於反應之電極表面有效表面積。

當使用鉑作為電極時，由真空薄膜形成方法所形成之電極會遭遇如上述之低導電性及高設備成本。再者，另一缺點是在於其較諸一裝設於相對邊上之孔隙性薄膜工作電極而言，係難以獲得一具有一有效大面積之白金層。濕式薄膜形成方法係如上文所述由於需要加熱處理而難以施加於塑膠基材上。

【發明內容】

發明概要

本發明是針對上述狀況來進行改善，因此一本發明目標是提供一可由低成本來製造且會具有一增加有效面積之電極及光電轉換元件。

5 本發明係針對解決上述問題來提供一電極，此電極係包含一基材及一導電層，該導電層係包含碳顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之碳顆粒的導電性黏劑，其中數個自一該導電層表面延伸之空隙會被界定於該導電層中。

於本發明電極中，碳顆粒係較佳是呈有如一主要組份
10 來包含類似奈米顆粒之碳顆粒。

於本發明電極中，導電性黏劑係較佳是呈有如一主要組份來包含一導電性聚合物。

導電性聚合物實例係包含聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)及其衍生物。

15 再者，本發明係提供一光電轉換元件，其包含一電極，此電極係包含一基材及一導電層，該導電層係包含碳顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之碳顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於碳顆粒之間。

再者，本發明係提供一染料致敏光伏打電池，其包含
20 一電極，此電極係包含一基材及一導電層，該導電層係包含碳顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之碳顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於碳顆粒之間。

本發明係針對解決上述問題來提供一電極，此電極係

包含一基材及一導電層，該導電層係包含鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之鉑顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於鉑顆粒之間。

於本發明電極中，鉑顆粒係較佳是呈有如一主要組份
5 來包含類似奈米顆粒之鉑顆粒。

再者，本發明係提供一光電轉換元件，其包含一電極，此電極係包含一基材及一導電層，該導電層係包含鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之鉑顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於鉑顆粒之間。

10 再者，本發明係提供一染料致敏光伏打電池，其包含一電極，該導電層係包含鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之鉑顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於鉑顆粒之間。

就本發明電極而言，可以由使用低成本步驟來製造一
15 能夠展現穩定性質之電極。再者，由使用導電性黏劑來黏結碳顆粒，可以形成一由其表面具有空隙而呈孔隙性結構之電極，且藉此可增加電極之有效面積(表面積)。再者，可以由不需要高溫加熱處理來形成導電層。因此，甚至於基材是使用一例如塑膠製造之具有低加熱抗性基底材料時，
20 皆能夠避免產生例如基底材料裂解之問題。再者，由使用導電性黏劑來黏結鉑顆粒，可以形成一由其表面具有空隙而呈孔隙性結構之電極，且藉此可增加電極之有效面積(表面積)。

就本發明光電轉換元件而言，由於電極表面增加有效

面積(表面積)，因此能夠獲得優良的光電轉換效率。

就本發明光電轉換元件而言，由於入射光是由致敏染料來致敏，因此其可以容易地將光能轉變為電。此外，由於電極本身之有效面積(表面積)增加，因此能夠獲得優良的光電轉換效率。

圖式簡單說明

第1A圖是闡釋一本發明第一電極實施具體例之剖面圖；

第1B圖是闡釋一本發明第一光電轉換元件實施具體例之剖面圖；

第2圖是一具有一包含碳顆粒及聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)(PEDOT)之導電層的電極表面電子顯微鏡影像圖；

第3圖是一如第2圖所顯示電子顯微鏡影像圖之中心部分的放大影像圖；

第4圖是一於其玻璃頂面形成一白金層之玻璃表面的電子顯微鏡影像圖，其中該玻璃係具有一形成於其頂面之氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜；

第5A圖是闡釋一本發明第二電極實施具體例之剖面圖；以及

第5B圖是闡釋一本發明第二光電轉換元件實施具體例之剖面圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

第一實施具體例

以下是本發明參照其一第一實施具體例來作描述。

第1A圖是闡釋一本發明第一電極實施具體例之剖面圖。一電極(亦稱為一電極基材)1係包含例如：一基材2及一導電層3，該導電層3係包含碳顆粒及一用以黏結該被形成於基材2上之碳顆粒的導電性黏劑。

基材2之實例係包含但不限制是由一碳、一玻璃、一塑膠、一金屬、一陶瓷、或類似物所製成之層片或層板。

可使用為基材2之玻璃係包含例如：矽酸硼玻璃、石英玻璃、碳酸鈉玻璃、磷酸鹽玻璃及類似物。可使用為基材2之塑膠係包含例如：聚對酞酸乙烯酯(PET)、聚對苯酸乙烯酯(PEN)、聚對酞酸丁烯酯(PBT)、一聚醯亞胺及類似物。可使用為基材2之金屬係包含例如：鈦、鎳及類似物。

基材2可以裝設一第二導電層(沒有顯示)，此導電層是由一例如錫摻雜氧化銦(ITO)、氟摻雜氧化錫(FTO)或氟摻雜氧化錫/錫摻雜氧化銦(FTO/ITO)之導電性金屬氧化物所構成；或者基材2可以形成一於其表面將裝設導電層3之金屬。構成基材及第二導電層之材料是一可於接觸電解質時具有電解質抗性之材料實例。於其中一包含碘之電解質被使用之情形中，例如銅及銀會由於其等會遭受碘攻擊導致容易地溶解入電解質而不適合被使用。

導電層3係包含：碳顆粒、一用以黏結碳顆粒之導電性黏劑及由被界定於碳顆粒之間來連通一該導電層3表面3a之空隙。換句話說，數個自該導電層3表面3a朝向深度方向延伸之空隙會被界定於導電層3的內部，再換句話說，數個

自該導電層3表面3a朝向深度方向延伸之空隙會被界定於碳顆粒之間，且此數個空隙係界定一電解質滲流流通之通路。

就本發明之碳顆粒而言，碳顆粒是例如但不特定限制是例如以薄膜形成性質及表面積之觀點被認定為類似奈米顆粒者以及具有良好導電性之碳顆粒。當被使用於本案時，術語本發明“類似奈米顆粒”是意指具有一長軸或短軸粒徑為1000奈米或更低者。具有一軸向延伸長度超過1000奈米之奈米碳管、碳纖維、奈米碳角皆可以於其短軸直徑是1000奈米或更短之情形下被認為是本發明類似奈米顆粒。

類似奈米碳顆粒之特定實例係包含例如奈米碳管、碳纖維、奈米碳角、碳黑、富勒烯及類似之顆粒。這些材料可以使用熟知之方法來製造或使用可商業購買之產品。

適用於本發明之奈米碳管實例係包含：具有一單一石墨層之單壁式奈米碳管(SWCNT)、具有多層(二或數層)石墨層之多壁式奈米碳管(MWCNT)。

就碳黑而言，可使用一科琴黑(Ketjen black)。

就富勒烯而言，可使用C₆₀及C₇₀富勒烯。

於本發明電極1之導電層3中，碳顆粒是由一導電性黏劑來黏結，俾以於基材2頂面形成一碳顆粒薄膜。導電性黏劑係較佳是該等不需求高溫處理且可由容易施加來形成一薄膜者，且一導電性聚合物之較佳具體例是以其具有之性質觀點來決定。此種導電性聚合物實例係包含例如：聚噻

吩、聚苯胺、聚吡咯及此等之衍生物。導電性黏劑可以單獨使用一單一之導電性聚合物或使用一由數種導電性聚合物所組成之組合。

5 就聚噻吩及其衍生物而言，可使用一於噻吩環上具有未取代氫原子之聚噻吩，或者使用該等具有例如一或數個取代型烷基基團、鹵素原子、烷氧基基團、氰基基團或類似基團之聚噻吩。此等聚噻吩實例是聚(3-烷基噻吩)、聚(3,4-二烷基噻吩)及例如聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)(PEDOT)之聚(3,4-伸烷基二氧噻吩)。

10 就聚吡咯及其衍生物而言，可使用一於吡咯環上具有未取代氫原子之聚吡咯，或者使用該等具有例如一或數個取代烷基基團、鹵素原子、烷氧基基團、氰基基團或類似基團之聚吡咯。此等聚吡咯實例是聚(3-烷基吡咯)、聚(3,4-二烷基吡咯)及聚(3,4-伸烷基二氧吡咯)或類似者。

15 就聚苯胺及其衍生物而言，其實例是聚苯胺、聚(N-烷基苯胺)、聚(芳基胺)、聚(伸苯基二胺)及聚(胺基芘)或類似者。

20 當導電層3其中的碳顆粒是使用導電性黏劑來黏結形成於基材2之頂面時，所形成之空隙內係於碳顆粒之間不存有導電性黏劑。於此情形中，此空隙是連通導電層3之表面3a的孔隙，且此空隙係界定一電解質溶液或類似電解質滲流流通之通路。因此，於此電極實施例中，電解質會滲流流入空隙中，且此空隙整個內部表面皆可供用為一進行電荷轉移、反應及類似運作之有效面積。

可有效形成空隙之實例係特別是該等使用具有一高度體積對比重量比例之碳奈米顆粒者。

此外，由於一碳顆粒薄膜是由使用導電性黏劑來形成，因此可以由不需要高溫加熱處理來形成導電層3，且可容許於例如一由塑膠製成且具有低加熱抗性之基材材料上形成薄膜。

當使用是一具有高度體積對比重量比例之碳奈米顆粒時，會為了改善薄膜形成性質及薄膜強度而使用一相當大量之黏劑。基於此因素，當使用一例如聚酯、聚胺酯、聚乙烯叉二氟(PVdF)、聚乙烯叉二氟-六氟丙烯共聚物(PVdF-HFP)或類似絕緣樹脂來作為黏劑時，此黏劑會由於抑制塑膠顆粒彼此進行接觸而降低電極1之導電性。黏劑之添加數量及混合狀態將難以控制。相反地，使用一展現導電性之黏劑會由於抑制顆粒間存有黏劑及一內部抗性增加，而能夠有利地抑制導電性降低。此外，就術語導電層3之組成物及混合方法而言係幾乎不受限制。

碳奈米顆粒對比導電性黏劑之化合比例是依照所使用之碳奈米顆粒型態及導電性黏劑來作適當的選擇。當較諸導電性黏劑之數量而言，存在太多碳顆粒時，碳顆粒會不黏結且可能不會形成一薄膜。因此，導電性黏劑是呈一使碳顆粒能夠有利地進行彼此黏結之化合比例來添加。當較諸導電性黏劑之數量而言，存在太少碳顆粒時，碳顆粒會被包埋於導電性黏劑中且可能不會形成空隙。

碳顆粒對比導電性黏劑之化合比例並無特定限制，惟

必須是由導電性黏劑質量除以碳顆粒質量所獲得之數值，意即碳/黏劑之質量比值，且此數值是例如落在-0.5-5之範圍內或落在-1-2之範圍內。

用以形成本發明電極1之方法並無特定限制，惟導電層3必須能夠由例如將碳顆粒及導電性黏劑分散或溶解入一溶劑，然後將此所產生混合物施加於基材2頂面其後乾燥來形成。此施加混合物之方法並無特定限制，因此可使用多種例如手術刀方法、旋轉塗佈方法、浸泡方法、列印方法及類似之塗覆方法。

10 溶劑實例係包含但不特定限制是四氫呋喃、乙基甲基酮、二甲基甲醯胺、乙腈、甲氧基乙腈、丙腈、伸丙基碳酸酯、一碳酸二乙酯、甲醇、 γ -丁醯內酯及N-甲基吡咯酮。

所欲是碳顆粒及導電性黏劑被盡可能均勻分散或溶解入溶劑中，因此較佳之溶劑選擇是將碳顆粒及導電性黏劑之散浮性及溶解度皆列入考慮。所欲是導電性黏劑具有針對溶劑為足夠充分之溶解度及散浮性。

就此電極實施例來看，具有穩定性質之電極可以由不使用鉑來容易地製造。再者，由使用導電性黏劑來黏結碳顆粒，可使所形成之導電層3具有一於其表面3a上具有空隙之孔隙結構，藉此可增加電極1之有效面積(表面積)。再者，能夠由不需要高溫加熱處理來形成導電層3。因此，即使於基材2是使用一例如一由塑膠製成之具有低加熱抗性基底材料時，皆能夠避免例如基底材料裂解之問題。

接續將參照第1B圖來闡釋一本發明第一光電轉換元件實施具體例。一於第1B圖所顯示之光電轉換元件10是一由具有如第1A圖所顯示電極1來作為一對偶電極之染料致敏太陽電池。此染料致敏太陽電池10係包含：一透明電極基

5 材6、一具有一於透明電極基材6頂面由氧化物半導體微粒形成氧化物半導體孔隙薄膜7之工作電極8以及一呈面對工作電極8來裝設之對偶電極1。一致敏染料會被配置於氧化物半導體孔隙薄膜7之頂面，且一包含還原對組之電解質層9會被配置於工作電極8與對偶電極1之間。

10 被使用為工作電極8之透明電極基材6可以由將一以一以一玻璃板、一塑膠層片或類似物製成之導電層5形成於一以一導電性材料製成之透明基底材料4頂面來製造。由於具有此一結構，因此透明電極基材6可供用為一視窗，經由此視窗可將光自外界導入。

15 當就其功能來考慮時，透明基底材料4係較佳是以一具有優良光學穿透性質之材料製成。除了一玻璃板之外，亦可使用一以聚對酞酸乙烯酯(PET)、聚對苯酸乙烯酯(PEN)、聚碳酸酯(PC)、聚乙醚砜(PES)或類似物製成之透明塑膠層片；一例如氧化鈦、氧化鋁或類似之拋光陶瓷板。

20 就工作電極8之導電層5而言，當透明電極基材6之光穿透性被列入考慮時，可由單獨或呈一由兩種或數種此等氧化物半導體所組成之混合物來使用例如錫摻雜氧化銦(ITO)、二氧化錫(SnO_2)、氟摻雜氧化錫(FTO)或類似之具有優良穿透性質之氧化物半導體。然而，材料並沒有限定，

其可使用任何一種具有光穿透性及導電性適合用為導電層5之適當材料。再者，為了改善目前自氧化物半導體孔隙薄膜7或電解質層9收集電流之效率，因此一以金、銀、鉑、鋁、鎳、鈦或類似物製成之金屬電線層之使用會組合該透明導電層，但有條件是該金屬電線層之面積比例必須落在不會顯著破壞光穿透該透明電極基材6之範圍內。於使用一此種金屬電線層時，此金屬電線層係較佳是具有一類似網格、類似條紋或類似梳齒之圖案，俾使光能夠盡可能均勻地穿越透明電極基材6。

10 用以於透明基底材料4頂面形成導電層5之方法並沒有特定限制，此方法實例係包含任何一種已知之薄膜形成方法，當導電層5是由一例如錫摻雜氧化銦(ITO)之金屬半導體材料來形成時，可使用例如濺鍍方法、化學氣相沉積(CVD)方法、噴灑裂解方法(SPD)或揮發方法。

15 氧化物半導體孔隙薄膜7是一由一包含氧化物半導體微粒來作為主要組份之孔隙性薄膜，該氧化物半導體微粒是由氧化鈦(TiO_2)、氧化錫(SnO_2)、氧化鎢(WO_3)、氧化鋅(ZnO)、及氧化鈮(Nb_2O_5)所製成，其等可以單獨使用或使用一由兩種或數種材料所組成之組合，且該氧化物半導體微粒會具有一1-1000奈米之平均粒徑。

用以形成氧化物半導體孔隙薄膜7之方法並沒有特定限制，此形成薄膜方法係例如是使用一例如網版印刷方法、一噴墨列印方法、一滾筒塗覆方法、一手術刀方法、一旋轉塗佈方法、一噴灑塗佈方法或類似之已知塗覆方

法，其中所使用散浮液是一將可商業購買之氧化物半導體微粒散浮入一所欲之散浮媒質來獲得之散浮溶液，或者一由設若為所需之所欲添加劑被添加後使用一溶膠方法來製備之膠狀溶液。其他的方法係包含：一移動式電子解離方法，其中透明電極基材6是由浸泡入膠狀溶液，來使氧化物半導體微粒是由電泳來黏附透明電極基材6；一方法，其中一起泡試劑被混合入一膠狀溶液或散浮溶液，其後由塗覆及烘烤來形成一孔隙性材料；一方法，其中聚合物微型珠粒會被混合然後施加，其後這些聚合物微型珠粒是由加熱處理或化學處理來移除，並藉由界定出空隙來形成一孔隙性材料。

配製入氧化物半導體孔隙薄膜7之染料並沒有特定限制，因此其可以使用於一配位基中包含雙吡啶結構、聯吡啶結構及類似結構之鈦錯合物或鐵錯合物；例如卟啉及酞花青之金屬錯合物；以及例如曙紅、若丹明(rhodamine)及美若花青(melocyanine)之有機染料。染料可以依照應用及氧化物半導體孔隙薄膜7所使用之半導體材料來選擇。

就被使用為電解質層9之電解質溶液而言，可以使用一包含一還原對組之有機溶劑或離子性液體(室溫熔融鹽)。再者，亦可使用一被已知為“膠體電解質”，其係呈半固態來降低可流動性，且是由將一適當的凝膠試劑添加入電解質溶液來製得。再者，亦可使用一具有電子移轉能力之聚合物固體電解質或類似電解質。

有機溶劑實例係包含：乙腈、甲氧基乙腈、丙腈、伸

丙基碳酸酯、碳酸二乙酯及 γ -丁醯內酯。

離子性液體實例係包含由陽離子或陰離子所構成之鹽，其中陽離子是例如四級咪唑根離子系列之陽離子，陰離子是例如碘離子、二三氟甲基硫醯亞胺陰離子、二氟基醯胺陰離子及類似之陰離子。

就膠體形態之電解質而言，可使用一例如日本專利申請案第2003-347193號所述之包含一離子性液體或金屬氧化物顆粒及/或導電性顆粒之電解質組成物。

配製入膠體形態電解質之金屬氧化物顆粒可以是一選擇自於由下列所組成群組之成員或一由兩個或數個成員所組成之混合物：氧化鈦(TiO_2)、氧化錫(SnO_2)、氧化鎢(WO_3)、氧化鋅(ZnO)、錫摻雜氧化銦(ITO)、氧化鋇鈦(BaTiO_3)、氧化鈮(Nb_2O_5)、氧化銦(In_2O_3)、二氧化鋯(ZrO_2)、氧化鉭(Ta_2O_5)、氧化釧(La_2O_3)、氧化鋇鈦(SrTiO_3)、氧化釷(Y_2O_3)、氧化鈦(Ho_2O_3)、氧化鉍(Bi_2O_3)、氧化鈾(CeO_2)及氧化鋁(Al_2O_3)。

配製入膠體形態電解質之還原對組並無特定限制。因此可以添加之對組係例如碘分子/碘離子、溴分子/溴離子及類似之還原對組。

設若為電解質溶液所需，可添加例如三級-丁基吡啶及類似之添加劑。

用以形成該由電解質組成物所構成且係配置於工作電極8與對偶電極1之間之電解質層9的方法並無特定限制。此方法實例係包含例如：一方法，其中工作電極8與對偶電極

1二者係呈彼此面對來配置，然後由電解質填充於電極1與8
之間來形成電解質層9；或者一方法，其中電解質是由滴注
或施加於對偶電極1或工作電極8的頂面來形成電解質層
9，其後將另一電極堆疊於電解質層9頂面。再者，為了避
5 免電解質自工作電極8與對偶電極1之間的空隙滲漏，較佳
是使用一設若為所需之薄膜來密封工作電極8與對偶電極1
之間的間隙，或者將工作電極8、電解質層9及對偶電極1裝
設於一適當的容器內。

如上文所述，由於此實施例之光電轉換元件10具有如
10 上文所述之電極，因此該元件可以由不使用鉑來獲得電極
有效面積(表面積)增加及具有優良的光電轉換效率。

於傳統的染料致敏太陽電池中，雖然一工作電極之表
面積可由使用氧化物半導體孔隙性層體來增加，然而由於
對偶電極表面是由一濺鍍層所製成，因此其有效面積仍將
15 偏低。基於此緣故，典型會使用一昂貴的鉑來獲得一令人
滿意之光電轉換效率。相反地，於本實施例之染料致敏太
陽電池中，由於其係使用本發明第一電極具體例來作為對
偶電極1，因此導電層3之有效面積會由於該對偶電極1之表
面而增加，且可以由不使用昂貴的鉑來達成等同鉑電極之
20 光電轉換效率。

實施例

製造用於實施例1-1至1-8之電極

將列述於表1且係用以配製成一組成物之碳顆粒及一
導電性黏劑溶解及散浮入一溶劑中。於使用一手術刀來將

所產生液體材料施加至一基材後，由徹底乾燥該塗覆材料，來獲得一將被使用為一對偶電極之電極。

5 基材是使用一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其頂面之可商業購買玻璃，或者是使用一具有一聚對酞酸乙酯(PET)薄膜形成於其頂面之錫摻雜氧化銦(ITO)薄膜。再者，導電性黏劑是使用可溶性聚苯胺、可溶性聚吡咯或聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)。於表1，“PEDOT”係意指聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)。

製造用於比較實施例1-1之電極

10 一鉑層是由濺鍍來將一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其頂面之玻璃上，藉此使該玻璃具有一厚度達 1000\AA (=100奈米)且將被使用為電極之鉑層。必須瞭解的是此實施例之導電層皆不包含碳顆粒及一黏劑。

製造用於比較實施例1-2及1-3之電極

15 將列述於表1且係用以配製成一組成物之碳顆粒及一絕緣性黏劑溶解及散浮入一溶劑中。於使用一手術刀來將所產生液體材料施加至一基材後，由徹底乾燥該塗覆材料，來獲得一將被使用為一對偶電極之電極。基材是使用一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其頂面之可商業
20 購買玻璃。

於表1，“PVdF-HFP”是意指聚乙烯又二氟-六氟丙烯共聚物。

用以評估電極薄膜強度之方法

實施例1-1至1-8及比較實施例1-1至1-3之電極是由目

視來檢測導電層是否剝落，且其結果是使用A、B及C三種等級來評分，其中“A”是意指觀測之導電層沒有產生剝落，“B”是意指觀測到輕微剝落，“C”是意指觀測到顯著剝落。

觀測電極表面

- 5 實施例1-1至1-8及比較實施例1-1至1-3之電極表面是由場發射電子顯微鏡(FE-SEM)來進行觀測。一具有一包含碳顆粒及聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)(PEDOT)之導電層的電極表面電子顯微鏡影像圖被顯示於第2及3圖。第4圖是顯示一於其頂面形成一白金層之玻璃表面的電子顯微鏡影像圖，
- 10 其中該玻璃係具有一形成於其頂面之氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜。

如第2及3圖所顯示(第3圖是第2圖所顯示電子顯微鏡影像圖之中心部分的放大影像圖)，其證明於該由導電性聚合物來黏結奈米碳管之情形中，一配置於一導電層中之奈米碳管基質是由一黏劑聚合物來黏結。此外，數個自該導電層表面朝向深度方向延伸之空隙會被形成，且藉此可呈

15 一大面積來曝露奈米碳管。於該由黏劑聚合物來黏結之部分，奈米碳管會被該黏劑聚合物覆蓋。

於此電極中，據信由於黏劑聚合物(PEDOT)亦具有導電性，因此於該電極表面上呈曝露及被黏劑聚合物覆蓋部分之奈米碳管皆可由具有電荷轉移、反應及類似功能而為有效面積。

20

相反地，就於導電層中是由例如聚乙烯又二氟-六氟丙烯共聚物(PVdF-HFP)之絕緣性聚合物來黏結奈米碳管而

言，雖然會形成類似之空隙，然而其將由於黏結部分不具有導電功能，而導致電極有效面積減少。

如第4圖所顯示，於一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其頂面之玻璃的情形中，觀測到具有一尺寸為數百奈米之FTO顆粒的晶粒邊界是呈有如網狀之黑暗部分，且該位於FTO薄膜頂面之鈷層表面會形成輕微的起伏。

製造染料致敏光伏打電池

具有以實施例1-1至1-8及比較實施例1-1至1-3之電極來作為對偶電極之染料致敏光伏打電池是使用下述步驟來製造。

於該如第1B圖所顯示之染料致敏太陽電池10中，將一包含一具有一平均顆粒尺寸為13-20奈米之氧化鈦奈米顆粒施加至一具有一FTO薄膜(透明電極基材6)形成於其頂面之玻璃基材的FTO薄膜(導電層5)表面，然後進行乾燥，其後由加熱及450°C烘烤1小時來形成一氧化物半導體孔隙薄膜7。其後該具有一氧化物半導體孔隙薄膜7形成於其頂面之透明電極基材6是由浸泡入一用以進行染料致敏之染料溶液來形成一工作電極。此染料是使用一釩二吡啶錯合物(一N3染料)。

電解質溶液是使用一參照下述所配製成之離子性液體系列電解質溶液。此電解質溶液配製是使用1-己基-3-甲基咪唑碘(HMIm-I)來作為離子性液體，然後將適當數量之碘化鋰、碘及4-三級-丁基吡啶添加入此離子性液體中。

工作電極8會被堆疊於對偶電極1頂面，然後由該電解

質溶液施加於電極之間來形成一用為一測試電池之染料致敏太陽電池10。

用以量測染料致敏光伏打電池之光電轉換效率的方法

- 此等電池之光電轉換性能是在一1.5AM(空氣質量)及一照射強度為100毫瓦/平方公分(mW/cm^2)之光照射條件下進行評估。

測試結果

電極之薄膜強度評估結果及染料致敏光伏打電池之光電轉換效率的量測結果皆被列述於表1。

10

表1

	基材	碳顆粒	黏劑	鉑/黏劑之 化合比例 (重量/重量)	薄膜 強度	光電轉換 效率(%)
實施例1-1	玻璃/FTO 薄膜	MWCNT	可溶性 聚苯胺	2:1	A	3.9
實施例1-2	玻璃/FTO 薄膜	MWCNT	可溶性 聚吡咯	2:1	A	4.0
實施例1-3	玻璃/FTO 薄膜	MWCNT	PEDOT	2:1	A	4.8
實施例1-4	玻璃/FTO 薄膜	MWCNT	PEDOT	1:1	A	4.3
實施例1-5	玻璃/FTO 薄膜	SWCNT	PEDOT	2:1	A	4.5
實施例1-6	玻璃/FTO 薄膜	C ₆₀	PEDOT	2:1	A	4.0
實施例1-7	玻璃/FTO 薄膜	科琴黑 (Ketjen black)	PEDOT	2:1	A	4.2
實施例1-8	PET/FTO 薄膜	MWCNT	PEDOT	2:1	A	3.7
比較實施例 1-1	玻璃/ 白金層	-	-	-	-	4.5
比較實施例 1-2	玻璃/FTO 薄膜	MWCNT	PVdF-HFP	2:1	A	1.6
比較實施例 1-3	玻璃/FTO 薄膜	MWCNT	PVdF-HFP	5:1	B	3.2

實施例1-1至1-8之電極係個別皆展現等同或甚至優於那些具有一白金層之玻璃者。再者，如實施例1-8所顯示，甚至於本發明第一具體例被施加至一塑膠基材時，仍能夠獲得一優良之電極及一染料致敏光伏打電池。

5 另一方面，如比較實施例1-2所顯示，當使用一為絕緣性黏劑之聚乙烯又二氟-六氟丙烯共聚物(PVdF-HFP)來黏結碳顆粒時，電極之導電層將由於碳顆粒之間的電性連通受到絕緣性樹脂抑制而降低導電性，且因此導致光電轉換效率降低。再者，如比較實施例1-3所顯示，於使用絕緣性
10 黏劑之情形中，當為了改善碳顆粒之間的電性連通而使用一較諸碳顆粒數量而言呈偏低之黏劑數量時，其光電轉換效率會於仍低於那些本發明實施例之下呈一略微改善。此外，由於導電層薄膜強度降低，因此塗覆薄膜將由於不穩定而容易產生剝落。

15 如上文所述，由於本發明第一電極具體例具有一較大之表面積以及較高之導電性，因此證明其由被施加來供用為一染料致敏太陽電池之對偶電極時，會展現理想之光電轉換特性。

第二實施具體例

20 以下是本發明參照其一第二實施具體例來作描述。

第5A圖是闡釋一本發明第二電極實施具體例之剖面圖。一電極(亦稱為一電極基材)21係包含例如：一基材22及一導電層23，該導電層23係包含鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材22上之鉑顆粒的導電性黏劑。

性顆粒或類似之鉑顆粒。其中較佳是具有一大表面積之類似樹針狀顆粒、類似棘刺狀顆粒及孔隙性顆粒。

於本發明電極21之導電層23中，鉑顆粒是由一導電性黏劑來黏結，俾以於基材22頂面形成一鉑顆粒薄膜。導電性黏劑係較佳是該等不需求高溫處理且可由容易施加來形成一薄膜者，且一導電性聚合物之較佳具體例是以其具有之性質觀點來決定。此種導電性聚合物實例係包含例如：聚噻吩、聚苯胺、聚吡咯及此等之衍生物。一導電性黏劑可以單獨使用一單一之導電性聚合物或使用一由數種導電性聚合物所組成之組合。

就聚噻吩及其衍生物而言，可使用一於噻吩環上具有未取代氫原子之聚噻吩，或者使用該等具有例如一或數個取代型烷基基團、鹵素原子、烷氧基基團、氰基基團或類似基團之聚噻吩。此等聚噻吩實例是聚(3-烷基噻吩)、聚(3,4-二烷基噻吩)及例如聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)(PEDOT)之聚(3,4-伸烷基二氧噻吩)。

就聚吡咯及其衍生物而言，可使用一於吡咯環上具有未取代氫原子之聚吡咯，或者使用該等具有例如一或數個取代烷基基團、鹵素原子、烷氧基基團、氰基基團或類似基團之聚吡咯。此等聚吡咯實例是聚(3-烷基吡咯)、聚(3,4-二烷基吡咯)及聚(3,4-伸烷基二氧吡咯)或類似者。

就聚苯胺及其衍生物而言，其實例是聚苯胺、聚(N-烷基苯胺)、聚(芳基胺)、聚(伸苯基二胺)及聚(胺基芘)或類似者。

當導電層23其中的鉑顆粒是使用導電性黏劑來黏結形成於基材22之頂面時，所形成之空隙內係於鉑顆粒之間不存有導電性黏劑。於此情形中，此空隙是連通導電層23之表面23a的孔隙，且此空隙係界定一電解質溶液或類似電解質滲流流通之通路。因此，於此電極實施例中，電解質會滲流流入空隙中，且此空隙整個內部表面皆可供用為一進行電荷轉移、反應及類似運作之有效面積。

可有效形成空隙之實例係特別是該等使用具有一高度體積對比重量比例之鉑奈米顆粒者。

此外，由於一鉑顆粒薄膜是由使用導電性黏劑來形成，因此可以由不需要高溫加熱處理來形成導電層23，且可容許於例如一由塑膠製成且具有低加熱抗性之基材材料上形成薄膜。

當使用是一具有高度體積對比重量比例之碳奈米顆粒時，會為了改善薄膜形成性質及薄膜強度而使用一相當大量之黏劑。基於此因素，當使用一例如聚酯、聚胺酯、聚乙烯叉二氟(PVdF)、聚乙烯叉二氟-六氟丙烯共聚物(PVdF-HFP)或類似絕緣樹脂來作為黏劑時，此黏劑會由於抑制塑膠顆粒彼此進行接觸而降低電極21之導電性。黏劑之添加數量及混合狀態將難以控制。相反地，使用一展現導電性之黏劑會由於抑制顆粒間存有黏劑及一內部抗性增加，而能夠有利地抑制導電性降低。此外，就術語導電層3之組成物及混合方法而言係幾乎不受限制。

鉑奈米顆粒對比導電性黏劑之化合比例是依照所使用

之鉑奈米顆粒型態及導電性黏劑來作適當的選擇。當較諸導電性黏劑之數量而言，存在太多鉑顆粒時，鉑顆粒會不黏結且可能不會形成一薄膜。因此，導電性黏劑是呈一使鉑顆粒能夠有利地進行彼此黏結之化合比例來添加。當較諸導電性黏劑之數量而言，存在太少鉑顆粒時，鉑顆粒會被包埋於導電性黏劑中且可能不會形成空隙。

用以形成本發明電極21之方法並無特定限制，惟導電層23必須能夠由例如將鉑顆粒及導電性黏劑分散或溶解入一溶劑，然後將此所產生混合物施加於基材22頂面其後乾燥來形成。

溶劑實例係包含但不特定限制是四氫呋喃、乙基甲基酮、二甲基甲醯胺、乙腈、甲氧基乙腈、丙腈、伸丙基碳酸酯、碳酸二乙酯、甲醇、 γ -丁醯內酯及N-甲基吡咯酮。

所欲是鉑顆粒及導電性黏劑被盡可能均勻分散或溶解入溶劑中，因此較佳之溶劑選擇是將鉑顆粒及導電性黏劑之散浮性及溶解度皆列入考慮。所欲是導電性黏劑具有針對溶劑為足夠充分之溶解度及散浮性。

施加混合物之方法並無特定限制，因此可使用多種例如手術刀方法、旋轉塗佈方法、浸泡方法、列印方法及類似之塗覆方法。

再者，可以由數次重複進行塗覆及乾燥混合物之步驟來堆疊具有兩層或數層導電層23之疊層。參照本發明來看，由於空隙會連通層體之間，因此該由堆疊數層導電層23所增加之薄膜厚度可增加有效面積。

相反地，當例如一鉑層是使用一真空薄膜形成方法時，由於僅有最外層表面積可被使用為有效面積，因此不能由堆疊數層導電層來獲得有效面積增加之效果。

就此電極實施例來看，其係由簡單且低成本之步驟來製造一具有穩定性質之電極。再者，由使用導電性黏劑來黏結鉑顆粒，可使所形成之導電層23具有一於其表面23a上具有空隙之孔隙結構，藉此可增加電極21之有效面積(表面積)。再者，能夠由不需要一高溫加熱處理來形成導電層23。因此，即使於基材22是使用一例如一由塑膠製成之具有低加熱抗性基底材料時，皆能夠避免例如基底材料裂解之問題。藉由使用一塑膠基材來作為基材22，可製造能夠用於多項應用之輕量型電極或可撓電極。

接續將參照第5B圖來闡釋一本發明第二光電轉換元件實施具體例。一於第5B圖所顯示之光電轉換元件30是一由具有如第5A圖所顯示電極21來作為一對偶電極之染料致敏太陽電池。此染料致敏太陽電池30係包含：一透明電極基材26、一具有一於透明電極基材26頂面由氧化物半導體微粒形成氧化物半導體孔隙薄膜27之工作電極28以及一呈面對工作電極28來裝設之對偶電極21。一致敏染料會被配置於氧化物半導體孔隙薄膜27之頂面，且一包含還原對組之電解質層29會被配置於工作電極28與對偶電極21之間。

被使用為工作電極28之透明電極基材26可以由將一以一玻璃板、一塑膠層片或類似物製成之導電層25形成於一以一導電性材料製成之透明基底材料24頂面來製造。由於

具有此一結構，因此透明電極基材26可供用為一視窗，經由此視窗可將光自外界導入。

當就其功能來考慮時，透明基底材料24係較佳是以一具有優良光學穿透性質之材料製成。除了一玻璃板之外，亦可使用一以聚對酞酸乙烯酯(PET)、聚對苯酸乙烯酯(PEN)、聚碳酸酯(PC)、聚乙醚砜(PES)或類似物製成之透明塑膠層片；一例如氧化鈦、氧化鋁或類似之拋光陶瓷板。

就工作電極28之導電層25而言，當透明電極基材26之光穿透性被列入考慮時，可由單獨或呈一由兩種或數種此等氧化物半導體所組成之混合物來使用例如錫摻雜氧化銦(ITO)、二氧化錫(SnO_2)、氟摻雜氧化錫(FTO)或類似之具有優良穿透性質之氧化物半導體。然而，材料並沒有限定，其可使用任何一種具有光穿透性及導電性適合用為導電層25之適當材料。再者，為了改善目前自氧化物半導體孔隙薄膜27或電解質層29收集電流之效率，因此一以金、銀、鉑、鋁、鎳、鈦或類似物製成之金屬電線層之使用會組合該透明導電層，但有條件是該金屬電線層之面積比例必須落在不會顯著破壞光穿透該透明電極基材26之範圍內。於使用一此種金屬電線層時，此金屬電線層係較佳是具有一類似網格、類似條紋或類似梳齒之圖案，俾使光能夠盡可能均勻地穿越透明電極基材26。

用以於透明基底材料24頂面形成導電層25之方法並沒有特定限制，此方法實例係包含任何一種已知之薄膜形成方法，當導電層25是由一例如錫摻雜氧化銦(ITO)之金屬半

導體材料來形成時，可使用例如濺鍍方法、化學氣相沉積(CVD)方法、噴灑裂解方法(SPD)或揮發方法。

5 氧化物半導體孔隙薄膜27是一由包含氧化物半導體微粒來作為一主要組份之孔隙性薄膜，該氧化物半導體微粒是由氧化鈦(TiO_2)、氧化錫(SnO_2)、氧化鎢(WO_3)、氧化鋅(ZnO)、及氧化鈮(Nb_2O_5)所製成，其等可以單獨使用或使用一由兩種或數種材料所組成之組合，且該氧化物半導體微粒會具有一1-1000奈米之平均粒徑。

用以形成氧化物半導體孔隙薄膜27之方法並沒有特定限制，此形成薄膜方法係例如是使用一例如網版印刷方法、一噴墨列印方法、一滾筒塗覆方法、一手術刀方法、一旋轉塗佈方法、一噴灑塗佈方法或類似之已知塗覆方法，其中所使用散浮液是一將可商業購買之氧化物半導體微粒散浮入一所欲之散浮媒質來獲得之散浮溶液，或者一由設若為所需之所欲添加劑被添加後使用一溶膠方法來製備之膠狀溶液。其他的方法係包含：一移動式電子解離方法，其中透明電極基材26是由浸泡入膠狀溶液，來使氧化物半導體微粒是由電泳來黏附透明電極基材26；一方法，其中一起泡試劑被混合入一膠狀溶液或散浮溶液，其後由塗覆及烘烤來形成一孔隙性材料；一方法，其中聚合物微型珠粒會被混合然後施加，其後這些聚合物微型珠粒是由加熱處理或化學處理來移除，並藉由界定出空隙來形成一孔隙性材料。

配製入氧化物半導體孔隙薄膜27之染料並沒有特定限

制，因此其可以使用於一配位基中包含雙吡啶結構、聯吡啶結構及類似結構之鈎錯合物或鐵錯合物；例如卟啉及酞花青之金屬錯合物；以及例如曙紅、若丹明(rhodamine)及美若花青(melocyanine)之有機染料。染料可以依照應用及

5 氧化物半導體孔隙薄膜27所使用之半導體材料來選擇。

就被使用為電解質層29之電解質溶液而言，可以使用一包含一還原對組之有機溶劑或離子性液體(室溫熔融鹽)。再者，亦可使用一被已知為“膠體電解質”，其係呈半固態來降低可流動性，且是由將一適當的凝膠試劑添加入

10 電解質溶液來製得。再者，亦可使用一具有電子移轉能力之聚合物固體電解質或類似電解質。

有機溶劑實例係包含：乙腈、甲氧基乙腈、丙腈、伸丙基碳酸酯、碳酸二乙酯及 γ -丁醯內酯。

離子性液體實例係包含由陽離子或陰離子所構成之

15 鹽，其中陽離子是例如四級咪唑根離子系列之陽離子，陰離子是例如碘離子、二三氟甲基硫醯亞胺陰離子、二氰基醯胺陰離子及類似之陰離子。

就膠體形態之電解質而言，可使用一例如日本專利申請案第2003-347193號所述之包含一離子性液體或金屬氧化物顆粒及/或導電性顆粒之電解質組成物。

20

配製入膠體形態電解質之金屬氧化物顆粒可以是一選擇自於由下列所組成群組之成員或一由兩個或數個成員所組成之混合物：氧化鈦(TiO_2)、氧化錫(SnO_2)、氧化鎢(WO_3)、氧化鋅(ZnO)、錫摻雜氧化銦(ITO)、氧化鋇鈦

(BaTiO₃)、氧化鈮(Nb₂O₅)、氧化銦(In₂O₃)、二氧化鋯(ZrO₂)、氧化鉭(Ta₂O₅)、氧化釧(La₂O₃)、氧化鋇鈦(SrTiO₃)、氧化釷(Y₂O₃)、氧化鈦(Ho₂O₃)、氧化鉍(Bi₂O₃)、氧化鈹(CeO₂)及氧化鋁(Al₂O₃)。

- 5 配製入膠體形態電解質之還原對組並無特定限制。因此可以添加之對組係例如：碘分子/碘離子、溴分子/溴離子及類似之還原對組。

設若為電解質溶液所需，可添加例如三級-丁基吡啶及類似之添加劑。

- 10 用以形成該由電解質組成物所構成且係配置於工作電極28與對偶電極21之間之電解質層29的方法並無特定限制。此方法實例係包含例如：一方法，其中工作電極28與對偶電極21二者係呈彼此面對來配置，然後由電解質填充於電極21與28之間來形成電解質層29；或者一方法，其中
- 15 電解質是由滴注或施加於對偶電極21或工作電極28的頂面來形成電解質層29，其後將另一電極堆疊於電解質層29頂面。再者，為了避免電解質自工作電極28與對偶電極21之間的空隙滲漏，較佳是使用一設若為所需之薄膜來密封工作電極28與對偶電極21之間的間隙，或者將工作電極28、
- 20 電解質層29及對偶電極21裝設於一適當的容器內。

於傳統的染料致敏太陽電池中，雖然一工作電極之表面積可由使用氧化物半導體孔隙性層體來增加，然而由於對偶電極表面是由一濺鍍層所製成，因此其有效面積仍將偏低。相反地，由於此實施例之光電轉換元件30具有如上

文所述之電極，因此該元件之有效面積(表面積)會增加。因此，此實施例之光電轉換元件30可達成之光電轉換效率係等同甚至優於一具有一以一濺鍍白金薄膜作為電極者。

製造用於實施例2-1至2-5之電極

- 5 將列述於表2且係用以配製成一組成物之鉑顆粒及一導電性黏劑溶解及散浮入一溶劑中。於使用一手術刀來將所產生液體材料施加至一基材後，由徹底乾燥該塗覆材料，來獲得一將被使用為一對偶電極之電極。

10 基材是使用一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其頂面之可商業購買玻璃，或者是一具有一聚對酞酸乙烯酯(PET)薄膜形成於其頂面之錫摻雜氧化銦(ITO)薄膜。再者，導電性黏劑是使用可溶性聚苯胺、可溶性聚吡咯或聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)。於表1，“PEDOT”係意指聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)。

- 15 製造用於比較實施例2-1之電極

一鉑層是由濺鍍來將一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其頂面之玻璃上，藉此使該玻璃具有一厚度達 1000\AA (=100奈米)且將被使用為電極之鉑層。必須瞭解的是此實施例之導電層皆不包含鉑顆粒及一黏劑。

- 20 製造用於比較實施例2-2之電極

將如表2所顯示之鉑顆粒溶解及散浮入一溶劑中。於使用一手術刀來將所產生液體材料施加至一基材後，由徹底乾燥該塗覆材料，來獲得一將被使用為一對偶電極之電極。基材是使用一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其

頂面之可商業購買玻璃。

製造用於比較實施例2-3之電極

將如表2所顯示之鉑顆粒及絕緣性黏劑溶解及散浮入一溶劑中。於使用一手術刀來將所產生液體材料施加至一
5 基材後，由徹底乾燥該塗覆材料，來獲得一將被使用為一對偶電極之電極。基材是使用一具有一氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜形成於其頂面之可商業購買玻璃。

於表2，“PVdF-HFP”是意指聚乙烯又二氟-六氟丙烯共聚物。

10 用以評估電極薄膜強度之方法

實施例2-1至2-5及比較實施例2-1至2-3之電極是由目視來檢測導電層是否剝落，且其結果是使用A、B及C三種等級來評分，其中“A”是意指觀測之導電層沒有產生剝落，“B”是意指觀測到輕微剝落，“C”是意指觀測到顯著剝落。

15 觀測電極表面

實施例2-1至2-5及比較實施例2-1至2-3之電極表面是由場發射電子顯微鏡(FE-SEM)來進行觀測。其證明鉑顆粒是由一黏劑聚合物來黏結。此外，數個自該導電層表面朝向深度方向延伸之空隙會被形成，且藉此可呈一大面積來
20 曝露鉑顆粒。於該由黏劑聚合物來黏結之部分，鉑顆粒會被該黏劑聚合物覆蓋。

於實施例2-1至2-5之電極中，據信由於黏劑聚合物(PEDOT)亦具有導電性，因此於該電極表面上呈曝露及被黏劑聚合物覆蓋部分之鉑顆粒皆可由具有電荷轉移、反應

及類似功能而為有效面積。

相反地，於比較實施例2-3之電極中，據信由於聚乙烯又二氟-六氟丙烯共聚物(PVdF-HFP)具有一絕緣性質，因此被此黏劑聚合物覆蓋之部分將由於不具有電荷轉移或反應功能，而導致電極有效表面積減少。

製造染料致敏光伏打電池

具有以實施例2-1至2-5及比較實施例2-1至2-3之電極來作為對偶電極之染料致敏光伏打電池是使用下述步驟來製造。

- 10 於該如第5圖所顯示之染料致敏太陽電池30中，將一包含一具有一平均顆粒尺寸為13-20奈米之氧化鈦奈米顆粒施加至一具有一FTO薄膜(透明電極基材26)形成於其頂面之玻璃基材的FTO薄膜(導電層25)表面，然後進行乾燥，其後由加熱及450°C烘烤1小時來形成一氧化物半導體孔隙薄膜27。
- 15 其後該具有氧化物半導體孔隙薄膜27形成於其頂面之透明電極基材26是由浸泡入一用以進行染料致敏之染料溶液來形成一工作電極。此染料是使用一釘二吡啶錯合物(一N3染料)。

- 20 電解質溶液是使用一參照下述所配製成之離子性液體系列電解質溶液。此電解質溶液配製是使用1-己基-3-甲基咪唑碘(HMIm-I)來作為離子性液體，然後將適當數量之碘化鋰、碘及4-三級-丁基吡啶添加入此離子性液體中。

工作電極28會被堆疊於對偶電極21頂面，然後由該電解質溶液施加於電極之間來形成一用為一測試電池之染料

致敏太陽電池30。

用以量測染料致敏光伏打電池之光電轉換效率的方法

此等電池之光電轉換性能是在一1.5AM(空氣質量)及一照射強度為100毫瓦/平方公分(mW/cm^2)之光照射條件下進行評估。

測試結果

電極之薄膜強度評估結果及染料致敏光伏打電池之光電轉換效率的量測結果皆被列述於表2。

表2

	基材	鉑顆粒	黏劑	鉑/黏劑之 化合比例 (重量/重量)	薄膜 強度	光電轉換效率 (%)
實施例2-1	玻璃/FTO 薄膜	粒徑大約9奈 米之 角狀晶粒	PEDOT	9:1	A	1.3
實施例2-2	玻璃/FTO 薄膜	粒徑大約120 奈米之樹針 狀晶粒晶粒	PEDOT	9:1	A	4.9
實施例2-3	玻璃/FTO 薄膜	粒徑大約120 奈米之樹針 狀晶粒晶粒	PEDOT	4:1	A	4.5
實施例2-4	玻璃/FTO 薄膜	粒徑大約120 奈米之樹針 狀晶粒晶粒	可溶性聚 吡咯	9:1	A	4.5
實施例2-5	PET/FTO 薄膜	粒徑大約120 奈米之樹針 狀晶粒晶粒	PEDOT	9:1	A	3.9
比較實施例 2-1	PET/FTO 薄膜	濺鍍 白金層	-	-	-	4.5
比較實施例 2-2	玻璃/FTO 薄膜	粒徑大約120 奈米之樹針 狀晶粒晶粒	-	-	C	無量測可能性
比較實施例 2-3	玻璃/FTO 薄膜	粒徑大約120 奈米之樹針 狀晶粒晶粒	PVdF-HFP	4:1	A	0.9

10 實施例2-1至2-5之電極係個別皆展現等同或甚至優於那些具有一白金層之玻璃者。再者，如實施例2-5所顯示，甚至於本發明第二具體例被施加至一塑膠基材時，仍能夠獲得一優良之電極及一染料致敏光伏打電池。

另一方面，如比較實施例2-3所顯示，當使用一為絕緣性黏劑之聚乙烯又二氟-六氟丙烯共聚物(PVdF-HFP)來黏結碳顆粒時，電極之導電層將由於鉑顆粒之間的電性連通受到絕緣性樹脂抑制而降低導電性，且因此導致光電轉換效率降低。

如比較實施例2-2所顯示，當鉑顆粒被散浮入不使用一黏劑之溶液且由此溶液塗覆於基材上來形成薄膜時，該鉑顆粒會由不黏附基材而導致薄膜容易剝落。其一結果是於比較實施例2-2中不能製造一染料致敏光伏打電池。

如上文所述，由於本發明第二電極具體例具有一較大之表面積以及較高之導電性，因此證明其由被施加來供用為一染料致敏太陽電池之對偶電極時，會展現理想之光電轉換特性。

雖然本發明實施具體例已於上文被描述且闡釋，然而必須瞭解的是這些本發明實例係不應被認為是限制。添加、省略、取代及其他修改皆可以在不偏離本發明精義或範疇之下進行。因此，本發明不應被認為是受上文描述所限制，且係僅受限檢附申請專利範圍所涵蓋之範疇。

【圖式簡單說明】

第1A圖是闡釋一本發明第一電極實施具體例之剖面圖；

第1B圖是闡釋一本發明第一光電轉換元件實施具體例之剖面圖；

第2圖是一具有一包含碳顆粒及聚(3,4-伸乙基二氧噻

吩)(PEDOT)之導電層的電極表面電子顯微鏡影像圖；

第3圖是一如第2圖所顯示電子顯微鏡影像圖之中心部分的放大影像圖；

第4圖是一於其玻璃頂面形成一白金層之玻璃表面的電子顯微鏡影像圖，其中該玻璃係具有一形成於其頂面之氟摻雜氧化錫(FTO)薄膜；

第5A圖是闡釋一本發明第二電極實施具體例之剖面圖；以及

第5B圖是闡釋一本發明第二光電轉換元件實施具體例之剖面圖。

【主要元件符號說明】

- 1, 21...電極
- 2, 22...基材
- 3, 23...導電層
- 3a, 23a...導電層表面
- 4, 24...透明基底材料
- 5, 25...導電層
- 6, 26...透明電極基材
- 7, 27...氧化物半導體孔隙薄膜
- 8, 28...工作電極
- 9, 29...電解質層
- 10, 30...光電轉換元件

五、中文發明摘要：

一本發明電極係包含一基材及一導電層，該導電層係包含碳顆粒或鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之碳顆粒或鉑顆粒的導電性黏劑。由使用導電性黏劑來黏結碳顆粒或鉑顆粒，可以形成一具有孔隙性結構之電極，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於該等碳顆粒或鉑顆粒之間，且藉此可增加電極之有效面積(表面積)。本發明光電轉換元件或者本發明染料致敏光伏打電池或太陽電池，皆可以由低成本來製造且會由具有一增加有效面積，來使其能夠獲得優良之光電轉換效率。

六、英文發明摘要：

An electrode according to the present invention includes a substrate, and a conductive layer containing carbon particles or platinum particles and a conductive binder for binding the carbon particles or platinum particles formed above the substrate. By binding the carbon particles or the platinum particles with the conductive binder, it is possible to form an electrode with a porous structure where spaces that communicate with a surface of the conductive layer are defined between the corresponding carbon particles or platinum particles, thereby increasing the effective area (surface area) of the electrode. The photoelectric conversion elements and the dye-sensitized photovoltaic or solar cells according to the present invention can be manufactured at a low cost and have an increased effective area, making it possible to obtain excellent photoelectric conversion efficiency.

十、申請專利範圍：

1. 一種電極，其包含：
 - 一基材；以及
 - 一導電層，其包含碳顆粒及一用以黏結該被形成於
5 基材上之碳顆粒的導電性黏劑，
其中數個自一該導電層表面延伸之空隙會被界定於該導電層中。
2. 如申請專利範圍第1項之電極，其中該碳顆粒是呈有如一主要組份來包含類似奈米顆粒之碳顆粒。
- 10 3. 如申請專利範圍第1項之電極，其中該導電性黏劑是呈有如一主要組份來包含一導電性聚合物。
4. 如申請專利範圍第3項之電極，其中該導電性聚合物是聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)及其衍生物。
5. 一種光電轉換元件，其包含：
 - 15 一電極，該電極包含一基材及一導電層，該導電層包含碳顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之碳顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於該等碳顆粒之間。
6. 一種染料致敏光伏打電池，其包含：
 - 20 一電極，此電極包含一基材及一導電層，該導電層包含碳顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之碳顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於該等碳顆粒之間。
7. 一種電極，其包含：

一 基材；以及

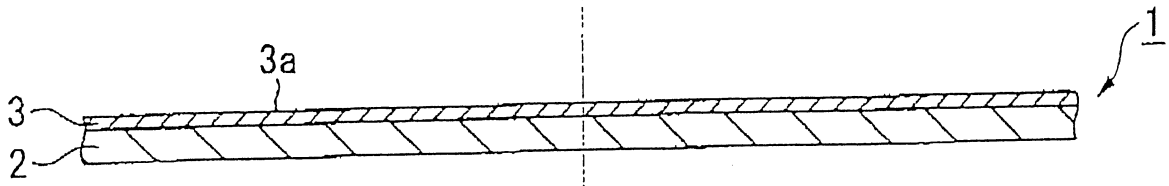
一 導電層，其包含鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之鉑顆粒的導電性黏劑，

其中數個自一該導電層表面延伸之空隙會被界定於該等鉑顆粒中。

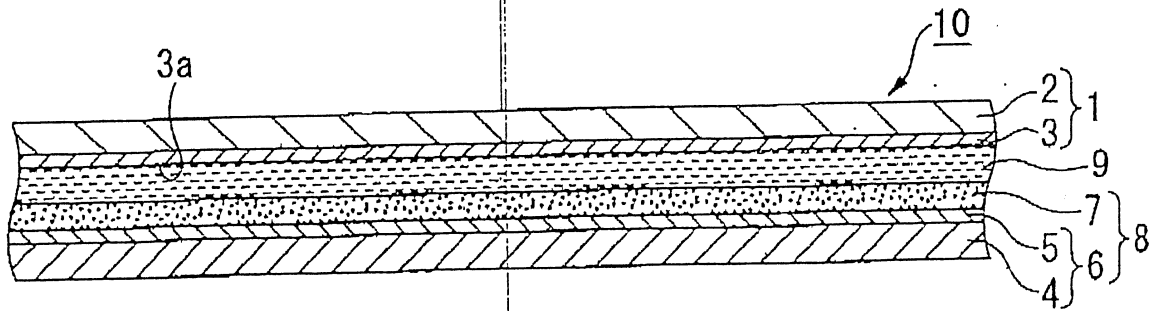
- 5
8. 如申請專利範圍第7項之電極，其中該鉑顆粒是呈有如一主要組份來包含類似奈米顆粒之鉑顆粒。
9. 如申請專利範圍第7項之電極，其中該導電性黏劑是呈有如一主要組份來包含一導電性聚合物。
- 10
10. 如申請專利範圍第9項之電極，其中該導電性聚合物是聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)及其衍生物。
11. 一種光電轉換元件，其包含：
- 一電極，該電極包含一基材及一導電層，該導電層包含鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之鉑顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於該等鉑顆粒之間。
- 15
12. 一種染料致敏光伏打電池，其包含：
- 一電極，此電極包含一基材及一導電層，該導電層包含鉑顆粒及一用以黏結該被形成於基材上之鉑顆粒的導電性黏劑，其中連通一該導電層表面之空隙會被界定於該等鉑顆粒之間。
- 20
13. 如申請專利範圍第1項之電極，其中該基材是由一選擇自於由碳、玻璃、塑膠、金屬及陶瓷所組成群組之材料所形成。

14. 如申請專利範圍第13項之電極，其中該基材是由塑膠來形成。
15. 如申請專利範圍第1項之電極，其係更進一步包含一形成於該基材與該導電層之間之第二導電層。
- 5 16. 如申請專利範圍第15項之電極，其中該第二導電層包含導電性金屬氧化物。
17. 如申請專利範圍第3項之電極，其中該導電性聚合物是至少一選擇自於由一聚噻吩、聚苯胺、聚吡咯及其衍生物所組成群組之成員。
- 10 18. 如申請專利範圍第1項之電極，其中一該碳顆粒對比該導電性黏劑之質量比例是大約0.5-5。
19. 如申請專利範圍第7項之電極，其中一該鉑顆粒對比該導電性黏劑之質量比例是落在大約4:1至9:1。
- 15 20. 如申請專利範圍第5項之光電轉換元件，其係更進一步包含一金屬電線層，該金屬電線層係具有一選擇自於由一類似網格、類似條紋或類似梳齒圖案所組成群組之圖案。

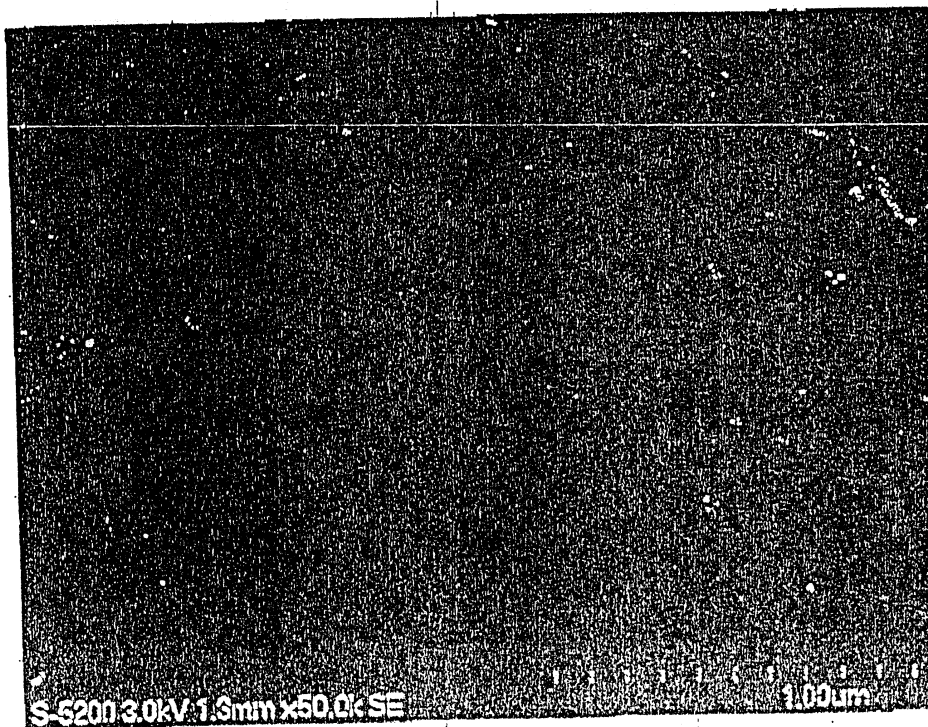
第 1A 圖



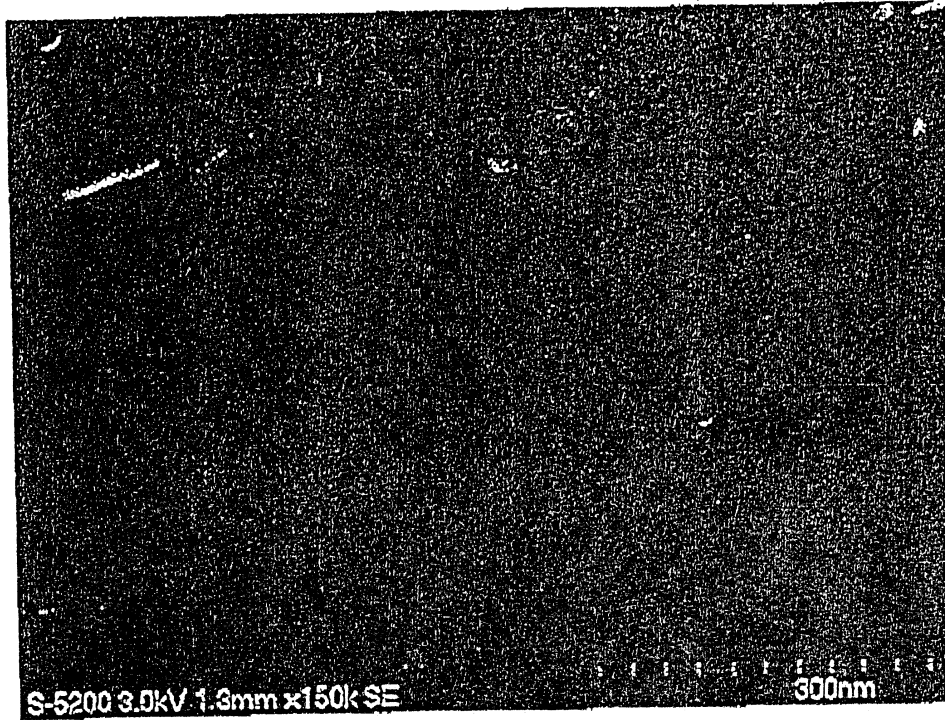
第 1B 圖



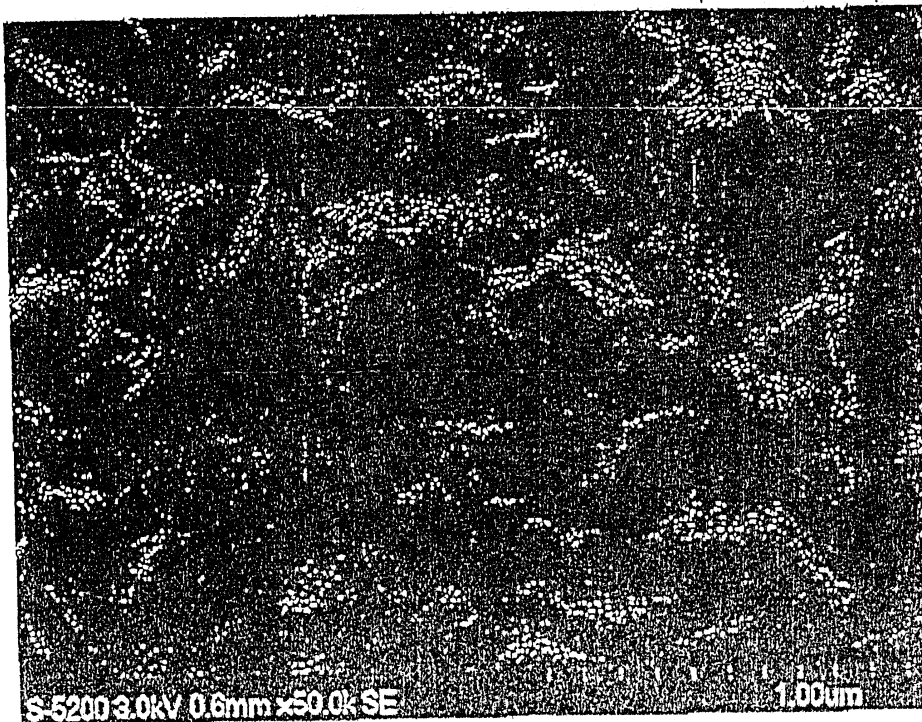
第 2 圖



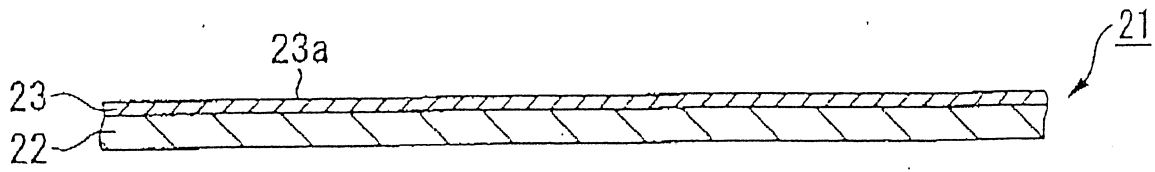
第 3 圖



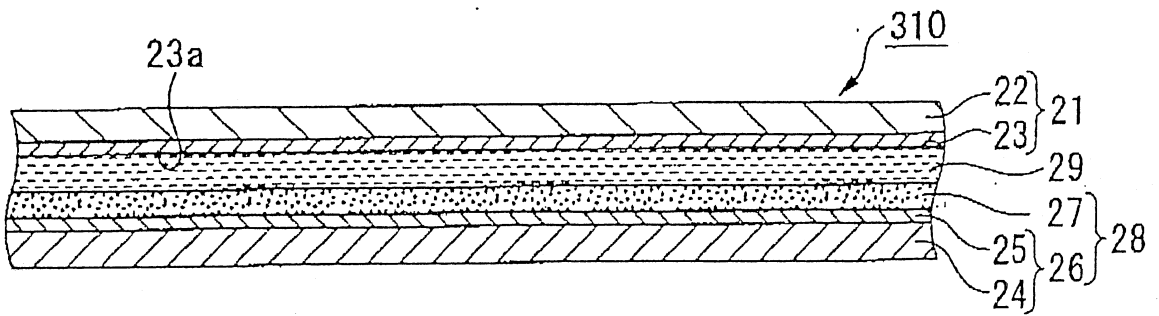
第 4 圖



第 5A 圖



第 5B 圖



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1…電極

2…基材

3…導電層

3a…導電層表面

4…透明基底材料

5…導電層

6…透明電極基材

7…氧化物半導體孔隙薄膜

8…工作電極

9…電解質層

10…光電轉換元件

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：