



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 新型說明書公告本

(11) 證書號數：TW M504354 U

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：103217903

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 08 日

(51) Int. Cl. :

*H01L31/042 (2014.01)**H01M10/36 (2010.01)*

(30) 優先權：2014/05/16

世界智慧財產權組織

PCT/EP2014/060163

(71) 申請人：艾克瑟格瑞典公司(瑞典) EXEGER SWEDEN AB (SE)

瑞典

(72) 新型創作人：林史多 亨瑞克 LINDSTROEM, HENRIK (SE)；菲力 吉歐凡尼 FILI, GIOVANNI (SE)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(NOTE) 備註：相同的創作已於同日申請發明專利(Another patent application for invention in respect of the same creation has been filed on the same date)

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：4 共 35 頁

(54) 名稱

染料敏化太陽能電池

A DYE-SENSITIZED SOLAR CELL

(57) 摘要

本創作關於一種染料敏化太陽能電池，其包括：一個光吸收層(1)；一個第一導電層(2)，其用於從該光吸收層取出光產生的電子；一對立電極，其包括一第二導電層(3)；一多孔絕緣層(5b)，其被配置在該第一與第二導電層之間；及，一導電媒介，其用於在對立電極與運作電極之間轉移電荷。該太陽能電池更包含一第三導電層(6b)，其被配置在多孔絕緣層(5b)與第二導電層(3)之間且與第二導電層為電氣接觸，且該第三導電層包括由絕緣材料所作成的一多孔基板(8)、以及導電粒子，其被容納在該多孔基板的細孔之中且形成透過該種絕緣材料的一導電網路(9)。

The present invention relates to a dye-sensitized solar-cell including a light absorbing layer (1), a first conducting layer (2) for extracting photo-generated electrons from the light absorbing layer, a counter electrode including a second conducting layer (3), a porous insulating layer (5b) disposed between the first and second conducting layers, and a conducting medium for transferring charges between the counter electrode and the working electrode. The solar cell further comprises a third conducting layer (6b) disposed between the porous insulating layer (5b) and the second conducting layer (3) and in electrical contact with the second conducting layer, and the third conducting layer includes a porous substrate (8) made of an insulating material and conducting particles accommodated in the pores of the porous substrate and forming a conducting network (9) through the insulating material.

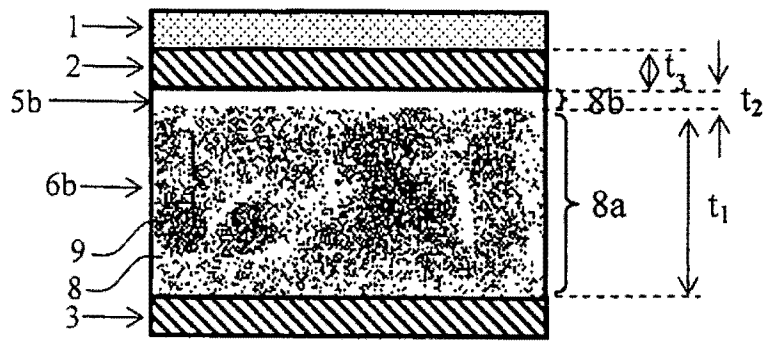


圖3

- 1 . . . 光吸收層
- 2 . . . 第一導電層
- 3 . . . 第二導電層
- 5b . . . 多孔絕緣層
- 6b . . . 第三導電層
- 8 . . . 多孔基板
- 8a . . . 第一部分
- 8b . . . 第二部分
- 9 . . . 導電粒子
- t₁ . . . 厚度
- t₂ . . . 厚度
- t₃ . . . 厚度

新型摘要

※ 申請案號：103217903

※ 申請日：103.10.8

※IPC 分類：H01L³¹/042 (2014.01)

【新型名稱】(中文/英文)

染料敏化太陽能電池

H01M¹⁰/36 (2010.01)

A dye-sensitized solar cell

【中文】

本創作關於一種染料敏化太陽能電池，其包括：一個光吸收層(1)；一個第一導電層(2)，其用於從該光吸收層取出光產生的電子；一對立電極，其包括一第二導電層(3)；一多孔絕緣層(5b)，其被配置在該第一與第二導電層之間；及，一導電媒介，其用於在對立電極與運作電極之間轉移電荷。該太陽能電池更包含一第三導電層(6b)，其被配置在多孔絕緣層(5b)與第二導電層(3)之間且與第二導電層為電氣接觸，且該第三導電層包括由絕緣材料所作成的一多孔基板(8)、以及導電粒子，其被容納在該多孔基板的細孔之中且形成透過該種絕緣材料的一導電網路(9)。

【英文】

The present invention relates to a dye-sensitized solar-cell including a light absorbing layer (1), a first conducting layer (2) for extracting photo-generated electrons from the light absorbing layer, a counter electrode including a second conducting layer (3), a porous insulating layer (5b) disposed between the first and second conducting layers, and a conducting medium for transferring charges between

the counter electrode and the working electrode. The solar cell further comprises a third conducting layer (6b) disposed between the porous insulating layer (5b) and the second conducting layer (3) and in electrical contact with the second conducting layer, and the third conducting layer includes a porous substrate (8) made of an insulating material and conducting particles accommodated in the pores of the porous substrate and forming a conducting network (9) through the insulating material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：光吸收層

2：第一導電層

3：第二導電層

5b：多孔絕緣層

6b：第三導電層

8：多孔基板

8a：第一部分

8b：第二部分

9：導電粒子

t₁：厚度

t₂：厚度

t₃：厚度

新型專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【新型名稱】(中文/英文)

染料敏化太陽能電池

A dye-sensitized solar cell

【技術領域】

【0001】 本創作關於一種染料敏化太陽能電池。本創作還關於一種製造染料敏化太陽能電池的方法。

【先前技術】

【0002】 染料敏化太陽能電池(DSC, dye-sensitized solar cell)在過去 20 年來已經有所發展且以如同光合作用的類似原理而運作。不同於矽太陽能電池，此等電池是運用其可便宜地、對環境無干擾且充裕地製造之染料而從陽光來得到能量。

【0003】 一種習用的夾層式染料敏化太陽能電池具有經沉積到一個透明導電基板上之一個數微米厚的多孔 TiO_2 電極層。 TiO_2 電極包含互連的 TiO_2 金屬氧化物粒子，其藉由在 TiO_2 粒子的表面上吸收染料分子所染色且形成一個運作電極。透明導電基板通常是將一種透明導電氧化物沉積到一個玻璃基板上。透明導電氧化物層適用作為一個電子集極，其從該運作電極取出光產生的電子。 TiO_2 電極是與一種電解質以及另一個透明導電基板(即：一個對立(counter)電極)為接觸。

【0004】 陽光是由染料所獲得，產生光激發的電子，其為注入到 TiO_2 粒子的導電帶中且進而由導電基板所收集。同時，在氧化還原電解質中的

I 離子將氧化後的染料還原且將所產生的電子受體物種傳送到對立電極。該二個導電基板是在邊緣處被密封，以便保護 DSC 模組為免於周圍的大氣且防止在電池內的 DSC 構件之蒸發或洩漏。

【0005】 在過去 5 到 10 年期間，已經開發出一種新的 DSC - 固態的染料敏化太陽能電池。在此情形，液體電解質是由數種固體的電洞型導電材料之其中一者所取代，諸如：CuI、CuSCN、P3HT 或螺旋(Spiro-) OMeTAD。具有 15.0%效率的固態 DSC 之製造是藉由一種混合式有機-無機鈣鈦礦(perovskite) $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 染料所達成。

【0006】 Chung 等人在自然(Nature)期刊第 485 冊報導一種染料敏化太陽能電池，其具有一種半導體 CsSnI_3 鈣鈦礦電洞型導體而不是一種液體電解質。

【0007】 WO 2013/171520 描述其具有一個感光層之一種光電裝置，該感光層包含一種多孔的鈣鈦礦或一種多孔的支架(scaffold)材料，其塗覆包含鈣鈦礦的一種半導體，且一種電荷傳送材料(電洞或電子傳送材料)被沉積在多孔材料的細孔內，使得其與鈣鈦礦半導體為接觸。鈣鈦礦被報導為典型作用為一種吸收光的材料以及電荷傳送半導體。該感光層被置放在第一個電極(背部接點)與第二個電極(對立電極)之間。

【0008】 WO 2011/096154 揭示一種夾層式 DCS 模組，其包括：一個多孔絕緣基板；一個運作電極，其包括經形成在多孔絕緣基板之頂部上的一個多孔導電金屬層且作成其形式為一個背部接點的一個電子集極；及，一個多孔半導體層，其含有經配置在多孔導電金屬層之頂部上的一個吸附染料；一個透明基板，其面對多孔半導體層，適以面對太陽且將陽光傳送

到多孔半導體層。該種 DCS 模組更包括：一個對立電極，其包括一個導電基板，經配置在相對於多孔絕緣基板之多孔半導體層的一側上、且相距多孔絕緣基板為一段距離，因而形成在多孔絕緣基板與導電基板之間的一個空間。一種電解質被填充在運作電極與對立電極之間的空間中。多孔導電金屬層可運用一種糊狀物所作成，該種糊狀物包括金屬性或金屬基的粒子，其藉由印製而被施加在多孔絕緣基板的頂部上且隨後為加熱、乾燥及烘烤。關於此種型式的 DSC 模組之一個優點是在於，運作電極的導電層被配置在多孔絕緣基板與多孔半導體層之間。因此，運作電池的導電層不必為透明，且可由高導電性的一種材料所作成，其提高該種 DSC 模組的電流掌控能力且確保該種 DSC 模組的高效率。

【0009】 圖 1 顯示一種先前技藝的單體式染料敏化太陽能電池之一個實例，該種染料敏化太陽能電池包含：其形式為一個光吸收層 1 之一個運作電極；用於從該光吸收層取出光產生的電子之一個第一導電層 2；一個多孔絕緣基板 4；以及一個對立電極，其包括經配置在多孔絕緣基板 4 的相對側上之一個第二導電層 3。光吸收層 1 可包括一種多孔金屬氧化物且具有經沉積在一個頂側上的光吸收物質。多孔絕緣基板 4 是例如由一種陶瓷微纖維所作成。第一導電層 2 是一層的多孔導電材料，其經沉積在多孔絕緣基板 4 的一側上。第二導電層 3 是一層的多孔導電材料，其經沉積在多孔絕緣基板 4 的另一側上。該第一與第二導電層是例如被印製在該多孔絕緣基板上。該多孔絕緣基板為電氣絕緣。二個導電層 2、3 均由其為足夠大而不會穿透該多孔基板的細孔之粒子所組成。基板 4 是用以實體且電氣分開該等導電層，藉以避免在導電層 2、3 之間直接電子式短路。再者，為了

允許第一與第二導電層 2、3 被印製在多孔基板上，該多孔基板應為適用於印製。

【0010】 在圖 1 之中的電極組態是用一種導電媒介而滲入在光吸收層的細孔中、在第一與第二導電層的細孔中、且在多孔基板(未顯示在圖 1)的細孔中。導電媒介在導電層的細孔內且在多孔絕緣基板的細孔內的導電層之間形成一個連續層，因而致能在對立電極與其包括光吸收層 1 的運作電極之間的電荷傳送。第一導電層是從光吸收層取出電子且經由一個外部電路而將該等電子傳送到對立電極(未顯示在圖 1)。對立電極是用以將該等電子轉移到導電媒介。導電媒介將電子轉移回到光吸收層，因而完成該種電路。

【0011】 視該導電媒介的性質而定，離子或電子與電洞可被傳送在該對立電極與運作電極之間。電解質被使用作為導電媒介以在該對立電極與運作電極的光吸收層之間傳送離子。電解質的實例是液體電解質(諸如：基於 I-/I³⁺-、氧化還原對(redox couple)、或如同氧化還原對的鈷複合物之彼等者)、膠體電解質、乾式聚合物電解質、與固體陶瓷電解質。當離子電荷傳送材料被使用作為導電媒介，該對立電極通常為配備有催化物質，其用以利於電子到電解質之轉移。

【0012】 半導體可被使用作為導電媒介以在該對立電極與運作電極的光吸收層之間傳送電子與電洞。半導體的實例是諸如 CuSCN 或 CuI 的無機半導體以及諸如例如 Spiro-OMeTAD 的有機半導體。當半導體被使用作為導電媒介，該對立電極通常被配備有一種物質，其用以在該對立電極與導電媒介之間建立一種良好的電氣接觸，即：低電阻的良好的歐姆接觸。用

於此類接觸之材料的實例是例如：金、銀、諸如石墨或石墨稀之含碳的材料、以及諸如 FTO、ITO 或摻鋁的 ZnO 之高度導電的金屬氧化物或諸如 PEDOT:PSS、聚噻吩 (polythiophene)、聚乙炔 (polyacetylene)、聚苯胺 (polyaniline)、聚吡咯 (polypyrrole)、等等之導電聚合物。在太陽能電池中使用半導體來作為導電媒介之一個優點是在於其為固體且對於洩漏而言存在較少的風險。關於半導體的一個缺點是其不良的導電性。

● **【0013】** 該導電媒介呈現對於傳送電荷的某個電阻。該電阻是隨著電荷傳送距離而增大。因此，當電荷被傳送在該對立電極與光吸收層之間，將在該導電媒介中總是有某個電阻損失。藉由將該多孔基板作成較薄，該電阻損失可被降低。然而，當該多孔基板變得較薄，其機械性亦變得較為脆弱。

【0014】 諸如半導體、離子液體為基的電解質、與鈷複合物電解質之某些導電媒介可能具有極低的導電性而造成極大的電阻損失。

【新型內容】

● **【0015】** 本創作之目的是提出一種單體式的染料敏化太陽能電池，其具有在導電媒介中之降低的電阻損失。

【0016】 此目的是藉由如申請專利範圍第 1 項所界定的一種染料敏化太陽能電池來達成。

【0017】 該種染料敏化太陽能電池包含：

一個光吸收層；

一個第一導電層，其用於從該光吸收層取出光產生的電子；

一個對立電極，其包括一個第二導電層；

一個多孔絕緣層，其被配置在該第一與第二導電層之間；

一個第三導電層，其被配置在該多孔絕緣層與該第二導電層之間且與該第二導電層為電氣接觸，且該第三導電層包括由一種絕緣材料所作成之一個多孔基板、以及其形成透過該種絕緣材料的一個導電網路之導電粒子；及

一個導電媒介，其用於在該對立電極與該光吸收層之間轉移電荷。

【0018】 關於術語“形成透過該種絕緣材料的一個導電網路之導電粒子”是意指：該等粒子形成透過在該層中的絕緣材料之一個或多個導電路徑。

【0019】 歸因於在多孔基板之中的導電網路，在對立電極與光吸收層之間的距離不再取決於該多孔基板的厚度。因此，絕緣層的厚度可被縮小，且藉此，在對立電極與光吸收層之間的距離可被縮小。是以，在導電媒介中的電阻損失被降低。歸因於在對立電極與光吸收層之間的距離不再取決於該多孔基板的厚度之事實，還可能使用其為足夠厚以供安全機械處置的一種基板。

【0020】 導電網路提供該對立電極之延伸，其延伸到多孔基板之中。本創作使得可能提供在光吸收層與對立電極之間的最小距離，藉以達成在導電媒介中的最小電阻損失。

【0021】 在該種太陽能電池之製造期間所處置的多孔基板將為第三導電層的多孔基板或其包含第三導電層的多孔基板與多孔絕緣層之一個整體基板。待處置的基板可因此具有適當的厚度，且其防止在第一與第二導電層之間的短路之多孔絕緣層可為薄且電阻損失可為最小化。

【0022】 多孔絕緣層防止在第一與第二導電層之間的短路。在第三導電層中的導電粒子形成其透過該基板的絕緣材料之一個導電網路。該導電網路是與對立電極的第二導電層為電氣接觸且將因此顯著增大該對立電極的導電表面積。該導電表面積是適用以將電子或電洞從該對立電極轉移到導電媒介。在基板中的導電網路及對立電極之因此增大的導電表面積降低在導電媒介與對立電極之間的電荷轉移阻力。此外，由於第三導電層形成其延伸透過基板的絕緣材料之一個導電網路，在光吸收層與第三導電層之間的距離是比在光吸收層與第二導電層之間的距離為短。因此，由於第三與第二導電層為電氣接觸，在光吸收層與第二導電層之間的距離為較短且在導電媒介中的電阻損失因此被降低。

【0023】 本創作使得可能設計多孔絕緣層為具有最佳的厚度，其視該絕緣層的電阻與機械性質之需求而定。本創作所達成的一個優點是在於：可能具有配置在第一與第二導電層之間的一個薄的多孔絕緣層且仍然使用具有充分良好的機械性質之一個厚的多孔基板以供印製第一與第二導電層。本創作使得可能使用一個厚的多孔基板，且仍然達成在該導電媒介中的最小電阻損失。

【0024】 本創作所達成的再一個優點是在於：對立電極的效率是歸因於第三導電層增大該對立電極的表面之事實而提高。

【0025】 本創作所達成的再一個優點是在於：在光吸收層與第二導電層之間的有效距離被縮減，且因此在導電媒介中的電阻損失同樣被減少而造成該種太陽能電池的較高效率。

【0026】 本創作所達成的再一個優點是在於：致使能夠使用具有較低

的導電性之導電媒介，諸如：固態電洞型導體、離子液體為基的電解質、或鈷複合物為基的電解質。

【0027】 在第三導電層中的導電粒子的尺寸是小於多孔基板的細孔的尺寸，且該等導電粒子被容納在多孔基板的細孔中。

【0028】 較佳而言，多孔絕緣層是比多孔基板為薄。較佳而言，多孔絕緣層也比第三導電層為薄。

【0029】 從第二導電層延伸到多孔絕緣層的多孔基板包含經滲入的導電粒子。多孔絕緣層是從多孔基板而延伸到第一導電層，且可經形成為該多孔基板的一個整體部分或為在該多孔基板上的一個單獨層。

【0030】 用於在對立電極與光吸收層之間轉移電荷的導電媒介可為任何適合的導電媒介。形式為離子、或電子與電洞的電荷可被傳送在對立電極與光吸收層之間。導電媒介可為例如一種液體電解質的液體、膠體、或諸如一種半導體的固體材料。

【0031】 用於轉移電荷的導電媒介被配置在光吸收層、第一導電層、多孔絕緣層與多孔基板的多孔材料的細孔之內。

【0032】 該種太陽能電池較佳為一種單體式染料敏化太陽能電池。一種單體式染料敏化太陽能電池是特徵在於：所有的諸層被直接或間接沉積在一個且為同一個多孔基板上。

【0033】 第一與第二導電層被定位在光吸收層的一個陰影側，即：相對於接收光線之側的該側。因此，第一與第二導電層被定位在光吸收層的相同側。

【0034】 根據本創作的一個實施例，多孔絕緣基板包含編織的微纖

維。編織的微纖維在機械上為強。較佳而言，編織的微纖維是陶瓷微纖維，諸如：玻璃纖維。微纖維是一種具有直徑小於 $10\ \mu\text{m}$ 且長度大於 $1\ \text{nm}$ 的纖維。陶瓷微纖維是由諸如玻璃、 SiO_2 、 Al_2O_3 或鋁矽酸鹽的一種折射性且惰性的材料所作成之纖維。多孔基板可更包含非編織的微纖維。非編織的微纖維可例如為有機微纖維。有機微纖維是由諸如聚合物(諸如例如：聚己內酯(polycaprolactone)、PET、PEO、等等)或纖維素(諸如例如：奈米纖維素(MFC)或木質紙漿)之有機材料所作成的纖維。非編織的微纖維亦可為無機，諸如：玻璃、 SiO_2 、 Al_2O_3 、或鋁矽酸鹽。

【0035】 根據本創作的一個實施例，第三導電層的厚度是小於 $1\ \text{mm}$ ，且較佳為小於 $100\ \mu\text{m}$ 。歸因於該第三導電層為極薄之事實，在該第三導電層的導電性之需求為相當低，且為低於在該第一與第二層的導電性之需求。因此，該種網路的導電粒子達成充分的導電性。

【0036】 根據本創作的一個實施例，多孔絕緣層的厚度是在 $0.1\ \mu\text{m}$ 與 $20\ \mu\text{m}$ 之間，且較佳為在 $0.5\ \mu\text{m}$ 與 $10\ \mu\text{m}$ 之間。因此，在該導電媒介中的電阻損失被降低，且仍然避免在該第一與第三導電層之間的短路。

【0037】 第一導電層的厚度亦是有利地被保持為薄，藉以具有在該光吸收層與第三導電層與對立電極之間的短距離。第一導電層的厚度可為在 $0.1\ \mu\text{m}$ 與 $40\ \mu\text{m}$ 之間，且較佳為在 0.3 與 $20\ \mu\text{m}$ 之間。

【0038】 根據本創作的一個實施例，在第三導電層中的導電粒子是由如同在第二導電層中所使用的相同材料所作成。該等導電粒子可由金屬、金屬合金、金屬氧化物、或其他導電材料所作成，例如：鈦、鈦合金、鎳、鎳合金、碳基材料、導電氧化物、導電氮化物、導電碳化物、導電矽化物、

或其混合物。舉例來說，在第三導電層中的導電粒子是由選自鈦、鈦合金、鎳、鎳合金、諸如石墨稀或石墨或碳黑或碳奈米管的碳基材料、導電氧化物、導電氮化物、導電碳化物、導電矽化物或其混合物所組成之群組的材料所作成。該等導電粒子亦可為催化性。

【0039】 較佳而言，第一與第二導電層是由選自鈦、鈦合金、鎳、鎳合金、石墨、非晶碳、或其混合物所組成之群組的材料所作成。最佳而言，導電層 2、3 是由鈦或鈦合金或其混合物所作成。其他型式之鍍鉑的導電粒子可被使用來代替 FTO，諸如例如：ATO、ITO、石墨、碳黑、石墨稀、或碳奈米管。再者，可能使用其為導電且催化性的粒子，諸如：金屬碳化物、金屬氮化物與金屬矽化物。

【0040】 根據本創作的一個實施例，多孔絕緣層是多孔基板的一部分。該種太陽能電池包含由一種絕緣材料所作成的一個多孔基板，該多孔基板包含其包括該等導電粒子的一個第一部分以及其不具有任何導電粒子的一個第二部分，第一部分形成該第三導電層而第二部分形成該多孔絕緣層。該多孔基板的第二部分可能比該多孔基板的第一部分為薄。在此實施例中，第三導電層與多孔絕緣層是同個多孔基板的的不同部分。因此，多孔絕緣層可被形成為多孔基板的一個整體部分或是在多孔基板上的一個單獨層。包含導電粒子之基板部分是從第二導電層延伸朝向第一導電層且終止在該基板的頂側之一段距離處，以形成多孔絕緣層。此實施例的一個優點是在於容易製造。

【0041】 根據本創作的一個實施例，多孔絕緣層被安置在該多孔基板的一側上，且該第二導電層被安置在該多孔基板的相對側上。舉例來說，

多孔絕緣層被印製在多孔絕緣基板上。在本創作的此實施例中，多孔絕緣層是如同一個單獨層而被形成在多孔基板上。

【0042】 根據本創作的一個實施例，該種太陽能電池是特徵在於：其包含從第二導電層延伸到一個多孔絕緣層的一個多孔基板，且包含形成與第二導電層為電氣接觸之一個導電網路的導電粒子。

【0043】 根據本創作的一個實施例，多孔基板與多孔絕緣層被形成為一種絕緣材料的整合層。

【0044】 根據本創作的一個實施例，多孔絕緣層是經沉積在多孔基板上的一個單獨層，且多孔絕緣層與多孔基板均為由一種絕緣材料所作成。

【0045】 根據本創作的一個實施例，多孔絕緣層與多孔基板包含一種絕緣材料，其包含編織的微纖維。編織的微纖維包括適用於容納該等導電粒子的細孔。多孔絕緣層可包括非編織的微纖維。

【0046】 根據本創作的一個實施例，導電媒介是一種鈷複合物為基的電解質。關於使用一種鈷複合物為基的電解質之一個優點是其高效率。

【0047】 根據本創作的一個實施例，導電媒介是一種離子液體為基的電解質。關於使用一種離子液體為基的電解質之一個優點是在於其可提供對於太陽能電池性能之高的長期穩定度。

【0048】 根據本創作的一個實施例，導電媒介是一種固態電洞型導體。一種固態電洞型導體是例如一種半導體。使用一種電洞型導體之一個優點是在於其為一種固體材料且因此降低該種太陽能電池之密封的需求。半導體的實例是諸如 CuSCN 或 CuI 的無機半導體、以及諸如例如 P3HT 或 Spiro-OMeTAD 的有機半導體。

【0049】 根據本創作的一個實施例，導電媒介是一種固態電洞型導體、或一種離子液體為基的電解質、或一種鈷複合物為基的電解質。如同 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ 或 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ 的半導體鈣鈦礦、或其他適合的鈣鈦礦可經使用。

【0050】 根據本創作的一個實施例，光吸收層包含一種鈣鈦礦，如同 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ 或 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ 。此外，其他適合的鈣鈦礦可經使用。使用一種鈣鈦礦之一個優點是在於可達成高的太陽能電池效率。

【0051】 根據本創作的一個實施例，一個鈣鈦礦層可被直接施加到鈦的一個第一導電層上且該鈦具有 TiO_2 的一個表面層。因此，單獨奈米層的 TiO_2 可被省略。

【0052】 根據本創作的一個實施例，光吸收層是具有吸收有機染料的一個多孔 TiO_2 奈米層。有機染料的實例是：N719、N907、B11、C101。此外，其他的有機染料可經使用。

【0053】 一種單體式染料敏化太陽能電池的製造可藉由將一個第一導電層沉積到一個多孔絕緣基板的一側上且將其包括一個第二導電層的一個對立電極沉積到該多孔絕緣基板的另一側上。光吸收層可被沉積到第一導電層上。此種結構具有數個優點，諸如：易於大規模製造且提供在第二導電層與光吸收層之間的適當界定且固定的距離。用於在對立電極與光吸收層之間轉移電荷之導電媒介的選取是受限於在導電媒介中的電阻損失。藉由使得在對立電極與光吸收層之間的距離最小化，可能使該電阻損失為最小化。藉由將多孔基板作成較薄，該電阻損失可被降低且將不會限制使用具有高電阻損失之用於轉移電荷的導電媒介。然而，極薄的多孔基板為

難以處置且可能不具有用於在生產設施中之處置的適當機械強度。

【0054】 本創作之另一個目的是提出一種用於製造根據本創作之單體式染料敏化太陽能電池的方法。

【0055】 此目的是藉由一種方法來達成。

【0056】 該種方法包含：

將一種阻斷劑沉積在由一種絕緣材料所作成之一個多孔基板的一個頂側上，以在該基板的一個第一部分之中形成一個阻斷層；

用具有尺寸為小於該基板的細孔尺寸之導電粒子來從該基板的一個底側滲入該多孔基板，以在該基板的一個第二部分之中形成一個第三導電層；

將包含導電粒子的一種油墨沉積在該絕緣基板的頂側上，以形成該第一導電層；

將包含導電粒子的一種油墨沉積在該多孔基板的底側上，以形成該第二導電層；且

熱處理已形成的結構以燒盡該阻斷層，因此形成該多孔絕緣層。

【0057】 該種方法步驟的順序可在申請專利範圍的範疇內而變化。舉例來說，該第二導電層可在第一導電層之前而作成。

【0058】 關於此種方法的一個優點是在於：易於製造根據本創作的該種染料敏化太陽能電池。

【0059】 根據本創作的一個實施例，該阻斷劑包含具有直徑在 1 nm 與 5 μ m 之間的纖維。

【0060】 阻斷層可由聚合物、陶瓷粒子、玻璃纖維、聚合物纖維、碳

奈米管(CNT, carbon nanotube)、奈米纖維素(nanocellulose)或微原纖化纖維素(MFC, microfibrillated cellulose)所組成。將纖維使用作為在阻斷層中的一個阻斷劑是有利的。使用具有極小的直徑之纖維是有利的。

【0061】 此目的還可藉由一種方法來達成。

【0062】 該種方法包含：

提供由一種絕緣材料所作成之一個多孔基板(8)；

用具有尺寸為小於該基板的細孔尺寸之導電粒子來滲入該多孔基板，以形成一個第三導電層(6a)；

將一層的絕緣材料沉積在該多孔基板的一個頂側上，以形成該多孔絕緣層(5a)；

將一個多孔導電層沉積在該多孔絕緣層(5a)之上，以形成該第一導電層；且

將包含導電粒子的一種油墨沉積在該絕緣基板的一個底側上，以形成該第二導電層。

【0063】 該種方法步驟的順序可在申請專利範圍的範疇內而變化。舉例來說，該第二導電層可在第一導電層之前而作成。舉例來說，一個多孔導電層之沉積是其包含導電粒子的一種油墨之沉積。

【0064】 多孔絕緣層可藉由網版印刷(screen printing)、狹縫式塗佈(slot die coating)、噴塗(spraying)、或濕式佈置(wet laying)而被沉積在該多孔基板上。第一與第二導電層可例如為藉由印刷所沉積。第一導電層可替代為藉由一個鈦層之蒸鍍或噴塗到多孔絕緣層上、或用於將一個薄層的鈦沉積到多孔絕緣層上之任何其他方法所形成。

【0065】 第一與第二導電層可替代為藉由一個鈦層之蒸鍍或噴塗到該多孔絕緣層上、或用於將一個薄層的鈦沉積到多孔絕緣層上之任何其他方法所形成。

【0066】 光吸收層是例如為藉由將一個多孔 TiO₂ 層沉積到第一導電層上所形成，且然後將一種染料吸收到 TiO₂ 層上。

【0067】 在一個替代實施例中，一層的鈣鈦礦是在第一導電層已處理之後而直接形成到第一導電層上，使得第一導電層的表面是由一個 TiO₂ 薄膜所作成。

【圖式簡單說明】

【0068】 本創作將藉由本創作的不同實施例之說明且關於隨附圖式來更為仔細解說。

圖 1 顯示一種先前技藝的染料敏化太陽能電池。

圖 2 顯示根據本創作之一種染料敏化太陽能電池的一個實例。

圖 3 顯示根據本創作之一種染料敏化太陽能電池的另一個實例。

圖 4 說明根據本創作之一種用於製造染料敏化太陽能電池的方法的一個實例。

【實施方式】

【0069】 圖 2 顯示根據本創作之一種染料敏化太陽能電池的第一個實例。該種染料敏化太陽能電池包含：形式為一個光吸收層 1 的一個運作電極；用於從光吸收層 1 取出光產生電子的一個第一導電層 2；包括一個第二導電層 3 的一個對立電極；經配置在第一與第二導電層之間的一個多孔絕緣層 5a；以及用於在對立電極與運作電極之間轉移電荷的一個導電媒介

(未顯示)。該種染料敏化太陽能電池更包含一個第三導電層 6a，其被配置在多孔絕緣層 5a 與第二導電層 3 之間且與第二導電層 3 為電氣接觸。

【0070】 第三導電層 6a 包括由一種絕緣材料所作成的一個多孔基板 4 以及其形成透過多孔基板 4 之一個導電網路的導電粒子 7。導電粒子被配置在多孔基板 4 的細孔中。多孔絕緣層 5a 是藉由將一層的絕緣材料印製在多孔基板 4 的一個頂側上而適當地形成。該種絕緣材料是例如一種無機材料，其被定位在第一與第三導電層之間以使第一與第三導電層彼此絕緣且在熱處理之後而作成在第一與第三導電層之間的一個多孔絕緣層。多孔基板 4 是從第二導電層 3 延伸到多孔絕緣層 5a。在此實施例中，多孔絕緣層 5a 是配置在多孔基板 4 的一側上之一個單獨層。舉例來說，第一導電層 2 是藉由將導電粒子印製在多孔絕緣層 5a 之上而形成。適合而言，層 1、2、3 與 5a 均為藉由印製所形成。舉例來說，多孔絕緣層 5a 是由陶瓷微纖維、或諸如 2D 材料或奈米層片之藉由使其層狀晶體脫層所得到的材料而作成。

【0071】 圖 3 顯示根據本創作之一種染料敏化太陽能電池的第二個實例。該種染料敏化太陽能電池包含：形式為一個光吸收層 1 的一個運作電極；一個第一導電層 2；包括一個第二導電層 3 的一個對立電極；以及由一種絕緣材料所作成的一個多孔基板 8。多孔基板 8 包含：一個第一部分 8a，其包括導電粒子 9 而形成在該多孔基板之絕緣材料中的一個導電網路；以及，一個第二部分 8b，其不具有任何導電粒子而形成一個多孔絕緣層 5b。因此，第一部分 8a 形成一個第三導電層 6b，而第二部分 8b 形成一個多孔絕緣層 5b。在此實施例中，多孔絕緣層 8b 被形成為多孔基板 8 的一個整體部分。

【0072】 導電層 2、3、6a、6b 為多孔的，以允許一種導電媒介穿透該等導電層。適合而言，該種導電媒介是一種固態電洞型導體、或離子液體為基的電解質、或鈷複合物為基的電解質。

【0073】 然而，導電媒介可能為任何適合的導電媒介。導電媒介可為一種液體、膠體、或固體材料，諸如：半導體。電解質的實例是液體電解質(諸如：基於 I-III-、氧化還原對或如同氧化還原對的鈷複合物之彼等者)、膠體電解質、乾式聚合物電解質、與固體陶瓷電解質。半導體的實例是諸如 CuSCN 或 CuI 的無機半導體與諸如例如 Spiro-OMeTAD 的有機半導體。

【0074】 多孔基板 4、8 是例如由微纖維所作成。微纖維是一種具有直徑小於 $10\ \mu\text{m}$ 且長度大於 $1\ \text{nm}$ 的纖維。適合而言，多孔基板包含編織的微纖維。陶瓷微纖維是由諸如玻璃、 SiO_2 、 Al_2O_3 與鋁矽酸鹽的一種折射性且惰性的材料所作成之纖維。有機微纖維是由諸如聚合物(諸如例如：聚己內酯、PET、PEO、等等)或纖維素(諸如例如：奈米纖維素(MFC)或木質紙漿)之有機材料所作成的纖維。多孔基板 4、8 可包含編織的微纖維以及其配置在編織的微纖維上之非編織的微纖維。多孔基板 4、8 的厚度是適合在 $10\ \mu\text{m}$ 與 $1\ \text{mm}$ 之間。此類的層提供需要的機械強度。

【0075】 多孔基板 4、8 可由導電粒子 7 所滲入，使得一個導電網路是透過該種絕緣材料而形成，且藉此，第三導電層 6a、6b 被達成。在第三層中的電氣粒子之網路是與第二導電層 3 為電氣接觸。多孔絕緣層 5a、5b 防止在第一與第二導電層之間的短路。該等導電粒子必須是小於基板 4、8 的細孔尺寸以便為有效滲入。該等導電粒子是透過基板的該種絕緣材料而形成一個導電網路 7、9。導電網路 7、9 是與該對立電極的第二導電層 3 為

直接實體且電氣接觸。該等導電粒子是用以將電子從對立電極轉移到導電媒介。在導電媒介中的電阻損失是歸因於在該基板中的導電網路而降低。因此，可能使用一個厚的多孔基板，且仍然達成在導電媒介中的最小電阻損失。

【0076】 由於導電粒子的網路是與對立電極為直接實體且電氣接觸且同時為滲入到基板中的某個距離，對於對立電極而言可能經由該等導電粒子來將電子有效轉移到導電媒介且為較接近於光吸收層，造成在該對立電極與光吸收層之間的較小的有效距離。因此，在導電媒介中的電阻損失可藉由將導電粒子滲入到基板中而被降低。在使用具有低導電性的一種半導體來作為一個導電媒介之情形中，必須透過光吸收層且透過電流收集層來滲入該半導體且進入到多孔基板為足夠深，俾使該半導體是與經滲入的導電粒子成為直接實體且電氣接觸。

【0077】 較佳而言，第三導電層 6a、6b 的厚度 t_1 是小於 1 mm，且最佳為小於 $100\ \mu\text{m}$ 。在此實例中，多孔基板 4 是從一個底側而被滲入有導電粒子。該等導電粒子亦可為催化性。該等導電粒子可由金屬、金屬合金、金屬氧化物、或其他導電材料所作成，例如：鈦、鈦合金、鎳、鎳合金、碳基材料、導電氧化物、導電氮化物、導電碳化物、導電矽化物、或其混合物。

【0078】 在第一與第二導電層之間的電氣接觸是由多孔絕緣層 5a、5b 所防止。舉例來說，多孔絕緣層的厚度 t_2 是在 $0.1\ \mu\text{m}$ 與 $20\ \mu\text{m}$ 之間，且較佳為在 $0.5\ \mu\text{m}$ 與 $10\ \mu\text{m}$ 之間。

【0079】 導電層 2、3、6a、6b 為多孔，以允許導電媒介為穿透過該

等導電層。形成導電層 2、3 的材料必須具有關於承受在該種太陽能電池中的環境之適合的耐蝕性，且較佳亦為耐受在空氣中之高於攝氏 500 度的溫度而不會損失適當的導電性。較佳而言，導電層 2、3 是由選自鈦、鈦合金、鎳、鎳合金、石墨、與非晶碳、或其混合物所組成之一個群組的一種材料所作成。最佳而言，導電層 2、3 是由鈦、鈦合金、或其混合物所作成。

【0080】 較佳而言，第一導電層 2 的厚度 t 是在 $0.1\ \mu\text{m}$ 與 $40\ \mu\text{m}$ 之間，或較佳為在 0.3 與 $20\ \mu\text{m}$ 之間。

● 【0081】 運作電極的光吸收層 1 可包括經沉積到第一導電層 2 之上的一個多孔 TiO_2 電極層。 TiO_2 電極層可包含 TiO_2 粒子，其藉由在 TiO_2 粒子的表面上將染料分子吸收而被染色。替代而言，第一導電層具有 TiO_2 的一個表面層且該光吸收層是一個鈣鈦礦層。多孔基板的多孔性將致能透過該基板的電荷傳送。

【0082】 下文將描述一種用於製造根據本創作之太陽能電池的第一個實例之方法的一個實例。

● 【0083】 由一種絕緣材料所作成的一個多孔基板 4 是用其具有尺寸為小於基板的細孔尺寸之導電粒子所滲入以形成一個第三導電層。該基板被滲入而使得導電粒子的一個網路被形成通過整個基板。一層的絕緣材料被沉積在多孔基板的一側上以形成一個多孔絕緣層。該種絕緣材料是例如由陶瓷或有機材料所作成的微纖維。一種包含導電粒子的油墨被沉積在該多孔絕緣層上以形成第一導電層，且一種包含導電粒子的油墨被沉積在該多孔基板的一個相對側上以形成第二導電層。舉例來說，多孔絕緣層是藉由網版印刷、狹縫式塗佈、噴塗或濕式佈置而沉積在多孔基板上。舉例來

說，多孔的第一與第二導電層是藉由網版印刷或任何其他適合的印製技術而沉積在多孔基板上。

【0084】 下文將描述一種關於圖 4 而用於製造根據本創作之太陽能電池的第二個實例之方法的一個實例。圖 4 說明在該種製造方法中的沉積順序。

【0085】 步驟 1：一種阻斷劑被沉積在由一種絕緣材料所作成之一個基板 8 的頂側上，以在基板 8 的一個第二部分 8b 之中形成一個阻斷層 10。該阻斷層被沉積，以便實際防止導電粒子被滲入直到基板的另一側。因此，阻斷層 10 防止在第一導電層與導電粒子之間直接實際及電氣接觸。阻斷層可由聚合物、陶瓷粒子、聚合物纖維、玻璃纖維、碳奈米管(CNT)、奈米纖維素或微原纖化纖維素(MFC)所組成。將纖維使用作為在阻斷層中的一個阻斷劑是有利的。使用具有極小的直徑之纖維是有利的。

【0086】 步驟 2：多孔基板 8 是用具有尺寸為小於該基板的細孔尺寸之導電粒子來從該基板的一個底側被滲入以在基板的一個第一部分 8a 之中形成一個第三導電層 6b。該等導電粒子可由如同在第二導電層中所使用的相同材料而組成。亦可能使用諸如碳基材料(石墨、碳黑、CNT、石墨烯、等等)之其他型式的粒子。亦可能使用諸如導電氧化物(ITO、FTO、ATO、等等)或碳化物、氮化物或矽化物之其他型式的粒子。

【0087】 步驟 3：包含導電粒子的一種油墨被印製在多孔基板 8 的頂側上，以形成第一導電層 2。

【0088】 步驟 4：包含導電粒子的一種油墨被印製在多孔基板 4 的底側上，以形成第二導電層 3。

【0089】 步驟 5：一個 TiO₂ 電極層被沉積在第一導電層 2 之上，以形成運作電極 1。

【0090】 步驟 6：該基板被熱處理以燒盡阻斷層 10，因此形成該多孔絕緣層 5b。

【0091】 下文，將描述用於製造根據本創作之一種太陽能電池的方法之二個更詳細的實例。

【0092】 實例 1

【0093】 液體氧化還原以電解質為基的染料敏化太陽能電池(DSC)

【0094】 在第一個步驟，一個 28 μm 的薄玻璃織物(MS1037，Asahi Kasei E 材料)是以一種含有 C 玻璃微纖維(纖維直徑：0.5 μm)與水基的膠態氧化矽之玻璃微纖維原料溶液來濕式佈置。經濕式佈置的玻璃織物是接著在一個帶式烤箱於空氣中以攝氏 110 度經乾燥達 5 分鐘。

【0095】 隨後，在第二個步驟，玻璃微纖維沉積的玻璃織物是接著以一種含有分散的玻璃微纖維與奈米纖維素之溶液來濕式佈置在另一側上，以便作成一個阻斷層。經添加到第二玻璃纖維原料之奈米纖維素是適用以作成一個阻斷層，其防止導電粒子為免於通過該阻斷層。阻斷效應可藉由提高添加到玻璃纖維原料之奈米纖維素的量而強化。因此，在第三導電層中之滲入的粒子可因此由該阻斷層所阻斷。

【0096】 第二個步驟的一個變化是省略將玻璃微纖維添加到其含有奈米纖維素的溶液且被使用以作成阻斷層。第二個步驟的另一個變化是將奈米纖維素的溶液印製或噴塗到經乾燥的玻璃微纖維處理的玻璃織物之一側上，以便作成一個阻斷層。第二個步驟的另一個變化是使用經分散的碳

奈米管或經分散的 2D 材料來代替奈米纖維素，以便作成一個阻斷層。

【0097】 隨後，在第三個步驟，一種含有鍍鉑的 FTO 粒子之油墨是藉由首先混合 80 nm 直徑的 FTO 粒子與一種六氯鉑酸(hexachloroplatinic acid)的異丙醇(isopropanol)溶液且接著為以攝氏 60 度來使該種混合物乾燥達 30 分鐘且接著將處理後的粉末在空氣中加熱到攝氏 400 度達 15 分鐘。在該熱處理之後，鍍鉑的 FTO 粉末是連同松脂醇(terpineol)在一種球磨機中作研磨以作成其在松脂醇中含有鍍鉑 FTO 粒子之最終的油墨。在下一個步驟中，具有一個阻斷層之雙面沉積的玻璃織物是藉由將含有鍍鉑 FTO 粒子的油墨印製(例如：網版印刷)在相對於阻斷層側之非編織的玻璃微纖維側上而滲入有導電的催化粒子。經印製的油墨接著為允許以攝氏 120 度在空氣中乾燥達 10 分鐘。

【0098】 第三個步驟的一個變化是使用其他型式之鍍鉑的導電粒子來代替 FTO，諸如例如：ATO、ITO、石墨、碳黑、石墨稀、或碳奈米管。第三個步驟的另一個變化是使用其為導電且催化性的粒子，諸如：金屬碳化物、金屬氮化物與金屬矽化物。

【0099】 隨後，在第四個步驟，一種油墨是藉由使用重量比為 50:50 來混合 TiH_2 與松脂醇所備製。該種油墨是接著使用 0.3 mm 的氧化鋯(zirconia)珠(bead)以 5000 RPM 來珠狀攪拌達 25 分鐘。該等氧化鋯珠接著為藉由過濾而從該種油墨所分離。經過濾的油墨接著被印製到其具有一個阻斷層與滲入的鍍鉑 FTO 粒子層之雙面沉積的玻璃織物上且接著為以攝氏 200 度經乾燥達 5 分鐘。隨後，經過濾的油墨被印製到玻璃織物的另一側上且接著為以攝氏 200 度經乾燥達 5 分鐘。隨後，經沉積的玻璃織物是以攝氏 600 度來

真空燒結。燒結期間的壓力是低於 0.0001 毫巴(mbar)。結果，第一導電層、第二導電層與第三導電層是在真空加熱過程之後而形成。

【0100】 隨後，在第五個步驟，一種 TiO₂ 基的油墨(Dyesol 18NR-T) 被網版印製在第一導電層的頂部上且然後以攝氏 120 度使乾燥達 10 分鐘。

【0101】 隨後，在第六個步驟，經處理的玻璃織物是在空氣中被加熱到攝氏 500 度而達 20 分鐘。結果，經沉積的 TiO₂ 層被燒結且奈米纖維素基的阻斷層是藉由燃燒而被移除。

● 【0102】 隨後，在第七個步驟，經處理的玻璃織物被浸入在甲氧基-丙醇(methoxy-propanol)的 1 mM Z907 染料之一種溶液中，且以攝氏 70 度來熱處理達 120 分鐘，然後以甲氧基-丙醇來沖洗且乾燥。結果，經燒結的 TiO₂ 薄膜被染料敏化：

【0103】 隨後，在第八個步驟，一種含有聚合物之碘化物/三碘化物 (I-/I₃, iodide/triodide)基的氧化還原電解質是以膠體的形式而被沉積在 TiO₂ 層的頂部上。

● 【0104】 隨後，在第九個步驟，該種電池是藉由將一個聚合物滲入在環繞該種 DSC 的邊緣且用玻璃來覆蓋二側所密封，同時考慮到對於第一與第二導電層的外部電氣連接。

【0105】 實例 2

【0106】 以固態電洞型導體為基的 DSC

【0107】 在第一個步驟，使用如同在實例 1 之中的第一個步驟的相同材料與程序。

【0108】 隨後，在第二個步驟，使用如同在實例 1 之中的第二個步驟

的相同材料與程序。

【0109】 隨後，在第三個步驟，一種含有碳粒子的油墨是藉由將 75 公克的石墨與 25 公克的碳黑(超級 P-Li)與 15 公克的 TiO₂ (20 nm 直徑)以及松脂醇混合且接著將該混合物在一個球磨機中研磨以產生最終的油墨所備製。在下一個步驟中，具有一個阻斷層之雙側沉積的玻璃織物是藉由將該油墨印製(例如：網版印刷)在相對於阻斷層側之非編織的玻璃微纖維側上而被滲入有導電的碳粒子。印製的油墨是接著被允許在空氣中以攝氏 120 度使乾燥達 10 分鐘。第三個步驟的一個變化是使用其為鍍金的碳粒子。

【0110】 第三個步驟的另一個變化是使用其對於諸如 FTO 或 ITO 的電洞型導體為具有充分的導電性以及低的歐姆電阻之其他型式的粒子。

【0111】 隨後，在第四個步驟，一種油墨是藉由使用重量比為 50:50 來混合 TiH₂ 與松脂醇所備製。該種油墨是接著使用 0.3 mm 的氧化鋯珠以 5000 RPM 來珠狀攪拌達 25 分鐘。該等氧化鋯珠接著為藉由過濾而從該種油墨所分離。經過濾的油墨接著被印製到其具有一個阻斷層與滲入的碳粒子層之雙面沉積的玻璃織物上且接著為以攝氏 200 度經乾燥達 5 分鐘。隨後，經過濾的油墨被印製到玻璃織物的另一側上且接著為以攝氏 200 度經乾燥達 5 分鐘。隨後，經沉積的玻璃織物是以攝氏 600 度來真空燒結。燒結期間的壓力是低於 0.0001 毫巴。結果，第一導電層、第二導電層與第三導電層是在真空加熱過程之後而形成。

【0112】 隨後，在第五個步驟，一種 TiO₂ 基的油墨(Dyesol 18NR-T)被網版印製在第一導電層的頂部上且然後以攝氏 120 度使乾燥達 10 分鐘。TiO₂ 基的油墨是在印製前而用松脂醇來稀釋 5 倍。一個變化是省略第五個

步驟且因此省略 TiO₂ 基的油墨之沉積。

【0113】 隨後，在第六個步驟，經處理的玻璃織物是在空氣中被加熱到攝氏 500 度而達 20 分鐘。結果，經沉積的 TiO₂ 層被燒結且奈米纖維素的阻斷層是藉由燃燒而被移除。

【0114】 就 TiO₂ 之沉積是在第五個步驟中被省略的情形而論，並無經沉積的 TiO₂ 層要被燒結且奈米纖維素將藉由燃燒而被移除。

【0115】 隨後，在第七個步驟，一個薄層之有機-無機的鈣鈦礦 (CH₃NH₃PbI₃) 的二甲基甲醯胺(dimethylformamide)溶液被超音波式噴塗到 TiO₂ 層上且以攝氏 125 度使乾燥達 30 分鐘。

【0116】 就 TiO₂ 之沉積是在第五個步驟中被省略的情形而論，有機-無機的鈣鈦礦是在第一導電層之燒結後而被直接噴塗到第一導電層上。

【0117】 第七個步驟的一個變化是使用諸如(CH₃NH₃PbI₃Cl_x)之混合的鹵化物。

【0118】 第七個步驟的另一個變化是使用諸如 CH₃NH₃SnI₃ 之錫基的鈣鈦礦。

【0119】 第七個步驟的另一個變化是藉由噴墨方法或藉由狹縫式塗佈來沉積鈣鈦礦的溶液。

【0120】 第七個步驟的另一個變化是以一種順序式的二步驟程序來沉積鈣鈦礦，藉由首先沉積 PbI₂ 溶液且接著乾燥且然後沉積 CH₃NH₃I 溶液且接著乾燥且然後加熱該二種經乾燥的沉積物以便完成在 PbI₂ 與 CH₃NH₃I 之間的反應而形成 CH₃NH₃PbI₃。

【0121】 第七個步驟的另一個變化是以一種二步驟程序來沉積鈣鈦

礦，藉由首先沉積 SnI_2 且接著乾燥且然後沉積 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ 且接著乾燥且然後加熱該二種沉積物以便完成在 SnI_2 與 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ 之間的反應而形成 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ 。

【0122】 隨後，在第八個步驟，一種螺旋 MeOTAD 的溶液(在 1 毫升的氯苯(chlorobenzene)之 84 毫克的螺旋 OMeTAD，經混合在乙腈(acetonitrile)之 7 微升的三級丁基吡啶(tert-butyl pyridine)和 15 微升的二(三氟甲基磺酰)亞胺鎂(LiTFSI, lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide))被超音波式噴塗在 TiO_2 層的頂部上且以攝氏 50 度經乾燥 5 分鐘。

【0123】 第八個步驟的一個變化是沉積 CuI 、 CuSCN 或 P3HT 的溶液來代替螺旋 OMeTAD 的溶液以作為一種電洞型導體。

【0124】 隨後，在第九個步驟，該種電池是藉由將一個聚合物滲入在環繞該種 DSC 的邊緣且用玻璃來覆蓋二側所密封，且同時考慮到對於第一與第二導電層的外部電氣連接。

【0125】 多孔絕緣層 5a 可藉由網版印刷、狹縫式塗佈、噴塗、或濕式佈置之中的任一者而被沉積在多孔基板上。

【0126】 本創作不受限於上述的實施例且可在申請專利範圍的範疇內而變化。舉例來說，用於製造染料敏化太陽能電池的方法可用諸多不同方式來實行。

【符號說明】

【0127】

1：光吸收層

2：第一導電層

3：第二導電層

4：多孔基板

5a、5b：多孔絕緣層

6a、6b：第三導電層

7：導電網路

8：多孔基板

8a：第一部分

8b：第二部分

9：導電粒子

10：阻斷層

t_1 ：厚度

t_2 ：厚度

t_3 ：厚度

申請專利範圍

1. 一種染料敏化太陽能電池，其包含：
 - 一光吸收層(1)；
 - 一第一導電層(2)，其用於從該光吸收層取出光產生的電子；
 - 一對立電極，其包括一第二導電層(3)；
 - 一多孔絕緣層(5a；5b)，其被配置在該第一與第二導電層之間；及
 - 一導電媒介，其用於在該對立電極與該光吸收層之間轉移電荷，其特徵在於該太陽能電池更包含一第三導電層(6a；6b)，其被配置在該多孔絕緣層與該第二導電層之間且與該第二導電層為電氣接觸，且該第三導電層包括由絕緣材料所作成的一多孔基板(4；8)、以及導電粒子，其被容納在該多孔基板的細孔中且形成透過該絕緣材料的一導電網路(7)。
2. 如申請專利範圍第 1 項之染料敏化太陽能電池，其中該多孔基板(4；8)包含編織的微纖維。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該第三導電層(6a；6b)的厚度(t1)是小於 1 mm，且較佳為小於 100 μm 。
4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該多孔絕緣層(5a；5b)的厚度(t2)是在 0.1 μm 與 20 μm 之間，且較佳為在 0.5 μm 與 10 μm 之間。
5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該第一導電層(2)的厚度(t3)是在 0.1 μm 與 40 μm 之間，或較佳為在 0.3 與 20 μm 之間。

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該等導電粒子是由如同在該第二導電層(3)所使用的相同材料所作成。
7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該等導電粒子是由選自鈦、鈦合金、鎳、鎳合金、碳基材料、導電氧化物、導電氮化物、導電碳化物、導電矽化物或其混合物所組成的群組之材料所作成。
8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該多孔基板(8)包含其包括導電粒子的該網路(7)之一第一部分(8a)及其不具有導電粒子之一第二部分(8b)，且該第一部分形成該第三導電層(6b)而該第二部分形成該多孔絕緣層(5b)。
9. 如申請專利範圍第 8 項之染料敏化太陽能電池，其中該多孔基板的該第二部分(8b)是比該多孔基板的該第一部分(8a)為薄。
10. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該多孔絕緣層(5a)被沉積在該多孔基板(4)的一側，且該第二導電層(3)被沉積在該多孔基板的相對側。
11. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該導電媒介是以離子液體為基的電解質。
12. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該導電媒介是以鈷複合物為基的電解質。
13. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該導電媒介是固態電洞型導體(solid state hole conductor)。
14. 如申請專利範圍第 13 項之染料敏化太陽能電池，其中該固態電洞型導

體是鈣鈦礦。

15. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該光吸收層(1)包含鈣鈦礦。
16. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之染料敏化太陽能電池，其中該第一導電層(2)具有 TiO_2 的一表面層且該光吸收層(1)是一鈣鈦礦層。

圖式

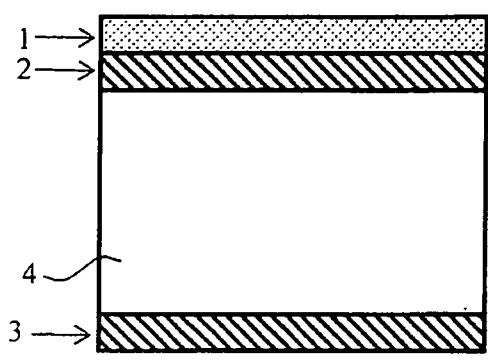


圖1 (先前技術)

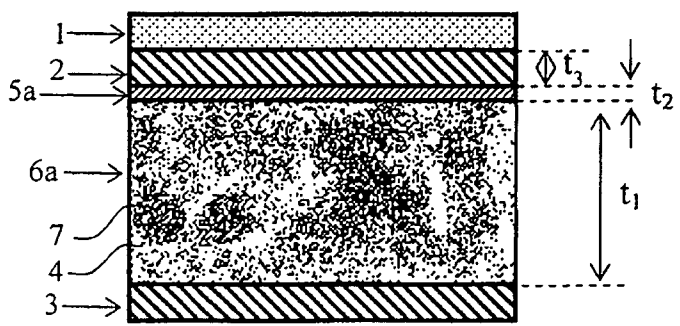


圖2

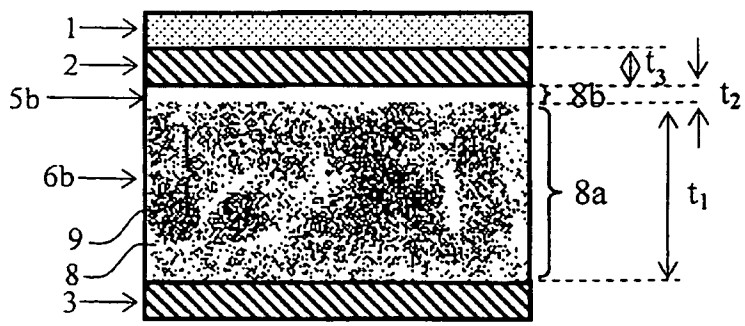
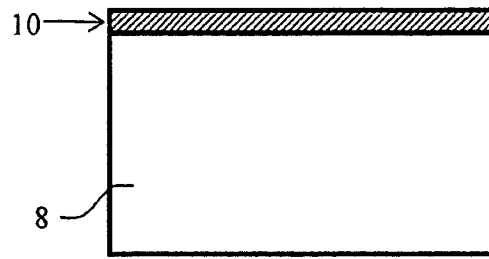


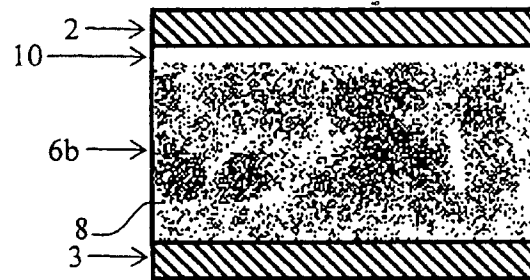
圖3



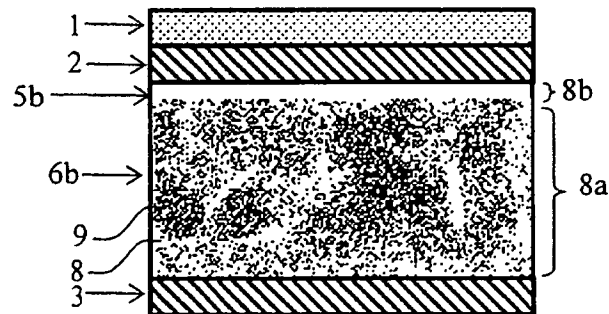
步驟1



步驟2



步驟3、4



步驟5、6

圖4