

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；惟已有申請案號者請填寫)

※申請案號：**97107052**

※申請日期：**97.2.29**

※IPC 分類：**H01L 31/068(2006.01)**

一、發明名稱：(中文/英文)

高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文)

吳重雨

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文)

中華民國

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 陳方中 2. 曾信展 3. 葛祖榮

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國

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：

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。

五、中文發明摘要：

本發明係為一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法，其中有機主動層溶液係包括：有機主動層材料；第一有機溶劑；以及第二有機溶劑。第一有機溶劑之沸點係介於 50°C 至 200°C 之間，而第二有機溶劑之沸點則係介於 150°C 至 300°C 之間。本發明係藉由將第二有機溶劑加入至第一有機溶劑中，藉此溶解有機主動層材料。由於第二有機溶劑具有較高的沸點(較慢的揮發速率)，所以可直接降低有機主動層溶液的揮發速率，因此可簡化高分子太陽能電池之製程，更可達到提高高分子太陽能電池之光電轉換效率之功效。

六、英文發明摘要：

七、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：

S10 高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法

S11 提供一有機主動層材料

S12 溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑

S13 加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法，特別為一種應用於簡化高分子太陽能電池之製程，以及提昇高分子太陽能電池光電轉換效率之有機主動層溶液及其製造方法。

【先前技術】

第 1 圖係為一種高分子太陽能電池 10 之結構示意圖。如第 1 圖所示，高分子太陽能電池 10 係包括一基板 11、一導電層 12、一導電高分子層 13、一有機主動層 14、以及一電極 15。高分子太陽能電池 10 係藉由吸收光能而使得有機主動層 14 中的電子和電洞分別被激發，以使得電子和電洞得以在導電層 12 及電極 15 間進行傳輸，進而在導電層 12 及電極 15 間產生電位差，以使得高分子太陽能電池 10 得以產生電力。

基板 11 係可使用可撓曲之基板，例如塑膠基板…等，而導電層 12 則例如氧化銦錫(Indium Tin Oxide, ITO)…等。高分子太陽能電池 10 之製造方式為將導電層 12 先成長在基板 11 上，並再塗佈上導電高分子層 13，之後再沈積有機主動層 14 於導電高分子層 13 上。並以退火等步驟處理有機主動層 14 後，在蒸鍍上一層電極 15。電極 15 可以為一鈣電極，而為了再保護鈣電極，可再蒸鍍上一鋁電極，以完成高分子有機太陽能電池 10 之製程。

為了提高高分子太陽能電池 10 的光電轉換效率，可藉由

退火處理有機主動層 14，退火處理係例如熱退火或溶劑退火…等方式。其中，溶劑退火係為先將有機主動層 14 溶解於有機溶劑後，再沈積於導電高分子層 13 上，並藉由降低有機溶劑揮發的速率，以使得有機主動層 14 中的有機高分子在有機溶劑揮發的過程重新進行排列，藉此使得有機主動層 14 中的有機高分子排列得更為整齊。而有機主動層 14 之材料係可使用例如聚 3-己基噻吩 (Poly(3-HexylThiophene), P3HT) 及苯基 C61-丁酸-甲基酯 ([6,6]-Phenyl C61-Butyric acid Methyl ester, PCBM) 之混合物。

然而，為了降低有機溶劑揮發的速率，需要將高分子太陽能電池 10 靜置於高飽和蒸汽壓或是密閉的環境中，而且靜置的時間需要數十個小時以上，相當的費時。所以，將溶劑退火方法應用於實際量產時，不僅需要預備一個高飽和蒸汽壓或是密閉的環境，其製程也非常耗時，不但耗費物力，也非常不符合經濟效益。

【發明內容】

本發明係為一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法，藉由加入第二有機溶劑於第一有機溶劑中，以溶解有機主動層材料，其中第一有機溶劑具有低沸點(較高揮發度)之特性，而第二有機溶劑則具有高沸點(較低揮發度)之特性。藉由加入具有較高沸點之第二有機溶劑，可使得有機主動層溶液在溶劑退火時，直接降低有機主動層溶液的揮發速率，而無須額外提供高飽和蒸汽壓或是密閉的環境，因此可縮短完

成溶劑退火所需的時間，藉以簡化高分子太陽能電池之製程，並可提高高分子太陽能電池之光電轉換效率。

為達上述目的，本發明係提供一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液，其包括：一有機主動層材料；一第一有機溶劑，其沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及一第二有機溶劑，其沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。

為達上述目的，本發明又提供一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法，其包括下列步驟：提供一有機主動層材料；溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑，其中第一有機溶劑之沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑，其中第二有機溶劑之沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。

藉由本發明的實施，至少可達到下列進步功效：

- 一、縮短溶劑退火的時間，以簡化高分子太陽能電池之製程程序。
- 二、製程簡單，並且無須使用特殊的製程環境，藉此可降低高分子太陽能電池之製造成本。

為了使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點，因此將在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點。

【實施方式】

第2圖係為本發明之一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法 S10 流程實施例圖。第3圖係為 1,2-二氯苯之化學式圖。第4圖係為 1-氯萘之化學式圖。第5圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之電壓-電流密度關係實施例圖。第6圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之元件特性實施例圖。第7圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層之紫外光吸收光譜實施例圖。第8圖係為本發明之一種加入不同體積百分比之第二有機溶劑之有機主動層之 X 射線繞射實施例圖。

<有機主動層溶液實施例>

本實施例係為一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液，其包括：一有機主動層材料；一第一有機溶劑；以及一第二有機溶劑。

有機主動層材料，其係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合。有機主動層材料係可用以對光線起反應，並使 P 型半導體材料中的電洞及 N 型半導體材料中的電子被激發，而被激發的電子和電洞可在有機主動層材料進行傳遞以產生電流。

為了使高分子太陽能電池的光電轉換效率提高，需要提高有機主動層材料中有機高分子的排列程度，因為當有機高分子以較佳結晶性及有秩序性的排列方式排列，可使得有機高分子具有較長的有效共軛長度，與較佳的載子移動率，藉此可增加

電子和電洞的傳遞速率。也就是說，有機高分子的排列程度越低、越混雜，會使得電子和電洞的傳遞受到阻礙，而提高有機主動層的串聯電阻值。反之，有機高分子的排列程度越高，電子和電洞的傳遞速率越快，也可降低有機主動層的串聯電阻值，並提高高分子太陽能電池的光電轉換效率。

P 型半導體材料係可選自聚噻吩(polythiophene)、聚芴(polyfluorene)、聚苯撐亞乙烯(polyphenylenevinylene)、聚噻吩衍生物、聚芴衍生物、聚苯撐亞乙烯衍生物、共軛之寡聚物及小分子所組成群組之其中之一。

上述之聚噻吩衍生物可以為聚 3-己基噻吩、聚芴衍生物可以為聚雙辛基芴(poly(dioctylfluorene))、聚苯撐亞乙烯衍生物可以為聚[2-甲氧基-5-(2-乙基-己氧基)-1,4-聚苯撐亞乙烯(poly[2-methoxy-5-(2-ethyl-hexyloxy)-1,4-phenylene vinylene])]、共軛之寡聚物可以為六吩(sexithiophene)、而小分子係可選自並五苯(pentacene)、並四苯(tetracene)、六苯並苯(hexabenzcoronene)、三款鈦青素(phthalocyanine)、卟啉類化合物(porphyrines)、並五苯衍生物、並四苯衍生物、六苯並苯衍生物、三款鈦青素衍生物、卟啉類化合物衍生物所組成群組之其中之一。

N 型半導體材料係可選自 C60、C60 衍生物、C70、C70 衍生物、奈米碳管(Carbon nanotubes)、奈米碳管衍生物、3,4,9,10- 芘四羧基 - 雙 - 苯並咪唑 (3,4,9,10-perylene tetracarboxylic-bis-benzimidazole, PTCBI)、N,N'- 二甲基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺、3,4,9,10-芘四羧基-雙-苯並咪唑

衍生物、N,N'-二甲基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺衍生物(N,N'-dimethyl-3,4,9,10-Perylenetetracarboxylic acid diimide, Me-PTCDI)、高分子及半導體奈米粒子所組成群組之其中之一。

上述之 C60 衍生物可以為苯基 C61-丁酸-甲基酯(phenyl C61-butyric acid methyl ester, PCBM)、高分子係可選自聚 2,5,2',5'-四己氧基-7,8'-二氰基-雙-對位-苯撐亞乙烯 (poly(2,5,2',5'-tetrahexyloxy-7,8'-dicyano-di-p-phenylenevinylene, CN-PPV)) 及聚 9,9'-二辛基芴-co-苯並噻二唑 (poly(9,9'-dioctylfluorene-co-benzothiadiazole, F8BT)) 所組成群組之其中之一、奈米碳管係可選自多壁奈米碳管及單壁奈米碳管所組成群組之其中之一，且奈米碳管之截面直徑係可小於 100 奈米，而半導體奈米粒子係可選自二氧化鈦、硒化鎘及硫化鎘所組成群組之其中之一。

第一有機溶劑，其沸點係介於 50°C 至 200°C 之間，第一有機溶劑係用以溶解有機主動層材料。第一有機溶劑係可以為 1,2-二氯苯(1,2-dichlorobenzene)、三氯甲烷(chloroform)、氯苯(chlorobenzene)、甲苯(toluene)、或二甲苯(xylenes)…等。

第二有機溶劑，其沸點係介於 150°C 至 300°C 之間，第二有機溶劑係用以加入第一有機溶劑中，而加入之第二有機溶劑之體積百分比可介於 2% 至 50% 之間。舉例來說，第一有機溶劑係可先溶解有機主動層材料，再將第二有機溶劑加入至溶解有機主動層材料之第一有機溶劑，或是可先將第二有機溶劑加入第一有機溶劑中，再將有機主動層材料溶解於第一有機溶

劑及第二有機溶劑中。第二有機溶劑係可以為 1-氯萘(1-chloronaphthalene)、1-甲萘(1-methylnaphthalene)、或 1,2,4-三氯苯(1,2,4-trichlorobenzene)…等。

因為第二有機溶劑具有高沸點(較低揮發度)的特性，所以第二有機溶劑不容易被揮發，換句話說也就是第二有機溶劑的揮發速率較慢。因此，可藉由第二有機溶劑直接降低有機主動層溶液的揮發速率，藉以使得有機主動層溶液中的有機高分子能夠有足夠的時間重新進行排列，而提高有機高分子的排列程度越高，進而增加高分子太陽能電池的光電轉換效率。而且，無須再將有機主動層溶液放置於高飽和蒸汽壓或是密閉的環境中，藉此可簡化高分子太陽能電池之製程。

<有機主動層溶液製造方法實施例>

如第 2 圖所示，本實施例之一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法 S10，其包括下列步驟：提供一有機主動層材料 S11；溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑 S12；以及加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑 S13。

提供一有機主動層材料 S11：有機主動層材料係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合，P 型半導體材料及 N 型半導體材料已描述於有機主動層溶液實施例中，在此不再多加贅述。

溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑 S12：因為有機主動層材料係為一種固態材料，因此可使用第一有機溶劑用以溶解有機主動層材料。第一有機溶劑之沸點係可介於 50°C 至 200

°C之間，相較於第二有機溶劑的沸點而言，第一有機溶劑具有較高之沸點，也就是說，第一有機溶劑具有較快之揮發速率。第一有機溶劑係可以為 1,2-二氯苯、三氯甲烷、氯苯、甲苯、或二甲苯…等。

加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑 S13：將第二有機溶劑加入於溶解有機主動層材料的第一溶劑中，藉此獲得有機主動層溶液。此外，也可將第二有機溶劑加入至第一有機溶劑中，再將有機主動層材料溶解於第一有機溶劑及第二有機溶劑中。第二有機溶劑之沸點係可介於 150°C 至 300°C 之間，相較於第一有機溶劑而言，第二有機溶劑具有較高之沸點，也就是說第二有機溶劑可具有較慢的揮發速率。

因為第二有機溶劑具有較慢的揮發速率，所以可藉由第二有機溶劑直接降低有機主動層溶液的揮發速率，而無須再將有機主動層溶液放置於高飽和蒸汽壓或是密閉的環境中，藉此可簡化高分子太陽能電池之製程。此外，由於第二有機溶劑具有較慢的揮發速率，因此可增加有機主動層溶液中的有機高分子在第二有機溶劑緩慢揮發時自我重新排列的時間，並且使有機高分子可以較佳結晶性及有秩序性的排列方式重新排列，藉此提高高分子太陽能電池的光電轉換效率。

第二有機溶劑係可以使用 1-氯萘、1-甲萘、或 1,2,4-三氯苯…等。根據加入不同體積百分比之第二有機溶劑，可影響有機主動層溶液揮發時間的長短以及高分子太陽能電池的元件特性，其中第二有機溶劑加入的體積百分比可約介於 2% 至 50% 之間。

為了方便瞭解本實施例之功效，以下以聚 3-己基噻吩/苯基 C61-丁酸-甲基酯(P3HT/PCBM)作為有機主動層材料、以 1,2-二氯苯作為第一有機溶劑、以及以 1-氯萘(以下簡稱為氯萘)作為第二有機溶劑製造有機主動層溶液，並以添加不同體積百分比氯萘之主動層有機溶液所製造的高分子太陽能電池的元件特性詳細描述本實施例之功效。如第 3 圖所示，其為 1,2-二氯苯之化學式圖。1,2-二氯苯之沸點約介於 178°C 至 180°C 之間，並且在 20°C 時之飽和蒸汽壓約為 1.2 毫米汞柱。如第 4 圖所示，其為 1-氯萘之化學式圖。1-氯萘之沸點約為 259°C，並且在 20°C 時之飽和蒸汽壓約為 0.038 毫米汞柱。

首先說明，高分子太陽能電池各項元件特性之定義。在高分子太陽能電池負載阻抗無限大的狀態下，也就是說外部電流斷路(電流值為零)時的電壓稱為開路電壓(V_{OC})，而當電壓為零時，所得到的電流密度稱為短路電流密度(J_{SC})，另外在高分子太陽能電池的電流密度-電壓特性曲線中，任何一工作點的輸出功率(P)等於該點所對應的電壓(V)及電流密度(J)的乘積($P=V \times J$)，其中有一工作點(V_m, J_m)具有最大輸出功率($P_m, P_m=V_m \times J_m$)。而最大輸出功率與開路電壓、短路電流密度的乘積之比定義為填充因子(Filling Factor, FF)($FF=(V_m \times J_m)/(V_{OC} \times J_{SC})$)。

對於具有較佳元件特性的高分子太陽能電池，除了要具備高開路電壓及短路電流密度外，填充因子的數值要盡量接近 1，因為填充因子表示最大輸出功率與開路電壓、短路電流密度乘積接近的程度。而高分子太陽能電池的光電轉換效率(η)係定義為輸出能量與輸入光能(P_{in})之比值($\eta=(V_{OC} \times J_{SC} \times$

FF)/ P_{in})，因此當填充因子的數值越接近 1，也就表示光電轉換效率越高。

如第 5 圖所示，其係為加入 3%、9%、15%、及 30%之氯萘之有機主動層溶液所製造的高分子太陽能電池，在不同電壓下的短路電流密度。如第 6 圖所示，其係為加入 3%、9%、15%、及 30%氯萘之有機主動層溶液沈積在導電高分子層 13 上的厚度及揮發時間，以及高分子太陽能電池的各項元件特性。

如第 5 圖所示，當增加氯萘加入的體積百分比，高分子太陽能電池之開路電壓不會隨著氯萘的體積百分比的增加而降低。如第 6 圖所示，有機主動層溶液沈積厚度皆約為 250 奈米時，高分子太陽能電池之開路電壓皆約為 0.6 伏。如第 5 圖所示，隨著氯萘加入的體積百分比增加，高分子太陽能電池之短路電流與填充因子卻有正面提升的效果。如第 6 圖所示，在加入 15%的氯萘時，高分子太陽能電池之短路電流有最大值約為 11 毫安培，此外高分子太陽能電池之光電轉換效率也具有最大值約為 4.32%。

如第 6 圖所示，當加入 15%的氯萘時，所製造的高分子太陽能電池可具有最大的光電轉換效率，而且有機主動層溶液所需的揮發時間，也可縮短至約 18 分鐘。因此，可得知藉由本實施例之實施，將可將有機主動層溶液的揮發時間由數小時大幅縮短至數十分鐘，而且高分子太陽能電池的光電轉換效率也可有所提昇。

第 7 圖係為分別針對 3%、9%、15%、及 30%氯萘揮發後的有機主動層之紫外光吸收光譜圖。如第 7 圖所示，當光譜向

右偏移時，即表示有機主動層的吸收光量增加。也就是說，加入有 15% 及 30% 氯苯揮發後的有機主動層可較 3% 及 9% 氯苯揮發後的有機主動層吸收更多的光量。此外，當光譜出現最高點 (peak) 時，即表示有機主動層中的有機高分子排列程度越好、越整齊，也使得有機主動層中的串聯電阻越小，進而使得有機主動層中可導通的電流值越高。

如第 8 圖所示，其係為使用荷蘭帕納科(PANalytical)公司生產型號為 X'Pert Pro 的 X 射線繞射儀，分別針對 3%、9%、15%、及 30% 氯苯揮發後的聚 3-己基噻吩進行繞射而得到之 X 射線繞射圖。由第 8 圖中可得知，當 X 射線繞射的兩倍入射角 (2θ 角) 為 5.4 度時，加入 15% 氯苯的繞射強度最高，即表示有機主動層中的有機高分子排列程度最高。

藉由第二有機溶劑之加入，可直接使得有機主動層溶液自身即具有低揮發度之特性，進而直接降低有機主動層溶液的揮發速率，以提高有機主動層溶液中之有機高分子的排列程度。因此將本實施例之製造方法應用於實際量產時，不需要另外提供特殊的製造環境，例如高飽和蒸汽壓或是密閉的環境，即可提高高分子太陽能電池之光電轉換效率，並可簡化高分子太陽能電池之製程。

惟上述各實施例係用以說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故凡其他未脫離本發明所揭示之精神而完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為一種高分子太陽能電池之結構示意圖。

第 2 圖係為本發明之一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法流程實施例圖。

第 3 圖係為 1,2-二氯苯之化學式圖。

第 4 圖係為 1-氯萘之化學式圖。

第 5 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之電壓-電流密度關係實施例圖。

第 6 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之元件特性實施例圖。

第 7 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層之紫外光吸收光譜實施例圖。

第 8 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比之第二有機溶劑之有機主動層之 X 射線繞射實施例圖。

【主要元件符號說明】

- 10..... 高分子太陽能電池
- 11..... 基板
- 12..... 導電層
- 13..... 導電高分子層
- 14..... 有機主動層
- 15..... 電極

- S10..... 高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法
- S11..... 提供一有機主動層材料
- S12..... 溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑
- S13..... 加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑

十、申請專利範圍：

1. 一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液，其包括：
 - 一有機主動層材料；
 - 一第一有機溶劑，其沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及
 - 一第二有機溶劑，其沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該有機主動層材料係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合，其中該 P 型半導體材料係選自聚噻吩、聚芴、聚苯撐亞乙烯、聚噻吩衍生物、聚芴衍生物、聚苯撐乙烯衍生物、共軛之寡聚物及小分子所組成群組之其中之一，而該 N 型半導體材料係選自 C60、C60 衍生物、C70、C70 衍生物、奈米碳管、奈米碳管衍生物、3,4,9,10-芘四羧基-雙-苯並咪唑、N,N'-二甲基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺、3,4,9,10-芘四羧基-雙-苯並咪唑衍生物、N,N'-二甲基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺衍生物、高分子及半導體奈米粒子所組成群組之其中之一。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之有機主動層溶液，其中該聚噻吩衍生物係為聚 3-己基噻吩。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之有機主動層溶液，其中該 C60 衍生物為苯基 C61-丁酸-甲基酯。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該第一有機溶劑係為 1,2-二氯苯、三氯甲烷、氯苯、甲苯、或二甲苯。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該第

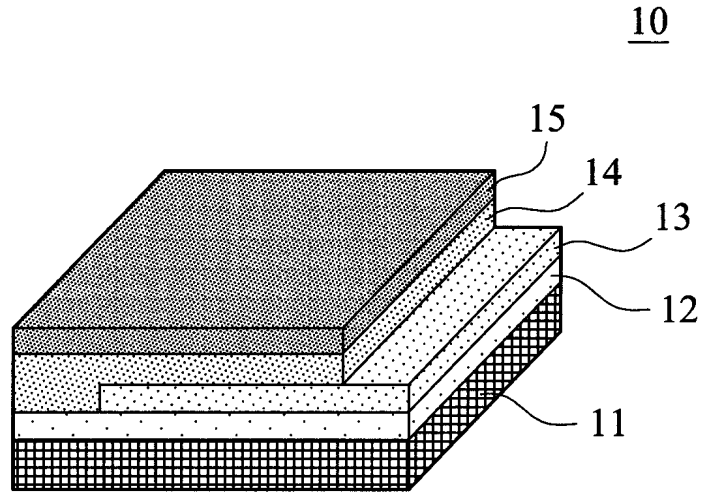
二有機溶劑係為 1-氯苯、1-甲苯、或 1,2,4-三氯苯。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該第二有機溶劑之體積百分比介於 2% 至 50% 之間。
8. 一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法，其包括下列步驟：
 - 提供一有機主動層材料；
 - 溶解該有機主動層材料於一第一有機溶劑，其中該第一有機溶劑之沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及
 - 加入一第二有機溶劑於該第一有機溶劑，其中該第二有機溶劑之沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該有機主動層材料係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合，其中該 P 型半導體材料係選自聚噻吩、聚芴、聚苯撐亞乙烯、聚噻吩衍生物、聚芴衍生物、聚苯撐乙烯衍生物、共軛之寡聚物及小分子所組成群組之其中之一，而該 N 型半導體材料係選自 C60、C60 衍生物、C70、C70 衍生物、奈米碳管、奈米碳管衍生物、3,4,9,10-萘四羧基-雙-苯並咪唑、N,N'-二甲基-3,4,9,10-萘四羧酸二醯亞胺、3,4,9,10-萘四羧基-雙-苯並咪唑衍生物、N,N'-二甲基-3,4,9,10-萘四羧酸二醯亞胺衍生物、高分子及半導體奈米粒子所組成群組之其中之一。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該聚噻吩衍生物係為聚 3-己基噻吩。
11. 如申請專利範圍第 9 項所述之有機主動層溶液製造方法，

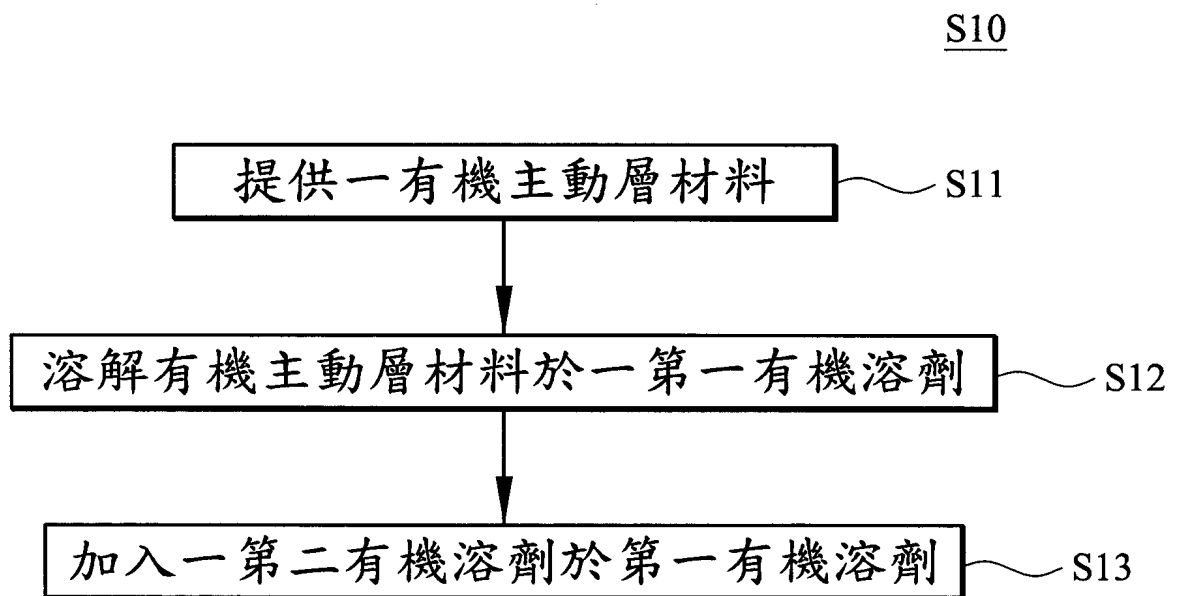
其中該 C60 衍生物為苯基 C61-丁酸-甲基酯。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該第一有機溶劑係為 1,2-二氯苯、三氯甲烷、氯苯、甲苯、或二甲苯。
13. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該第二有機溶劑係為 1-氯萘、1-甲萘、或 1,2,4-三氯萘。
14. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該第二有機溶劑之體積百分比介於 2% 至 50% 之間。

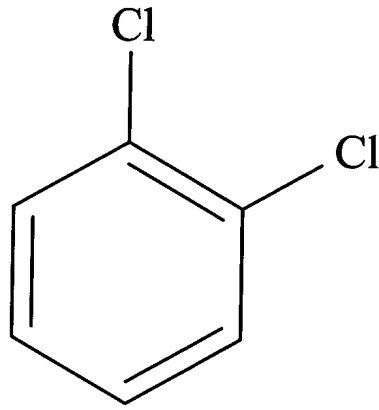
十一、圖式：



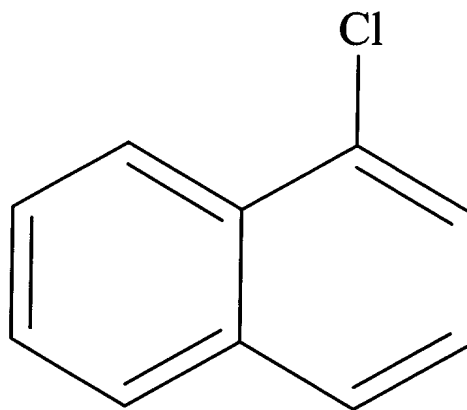
第 1 圖



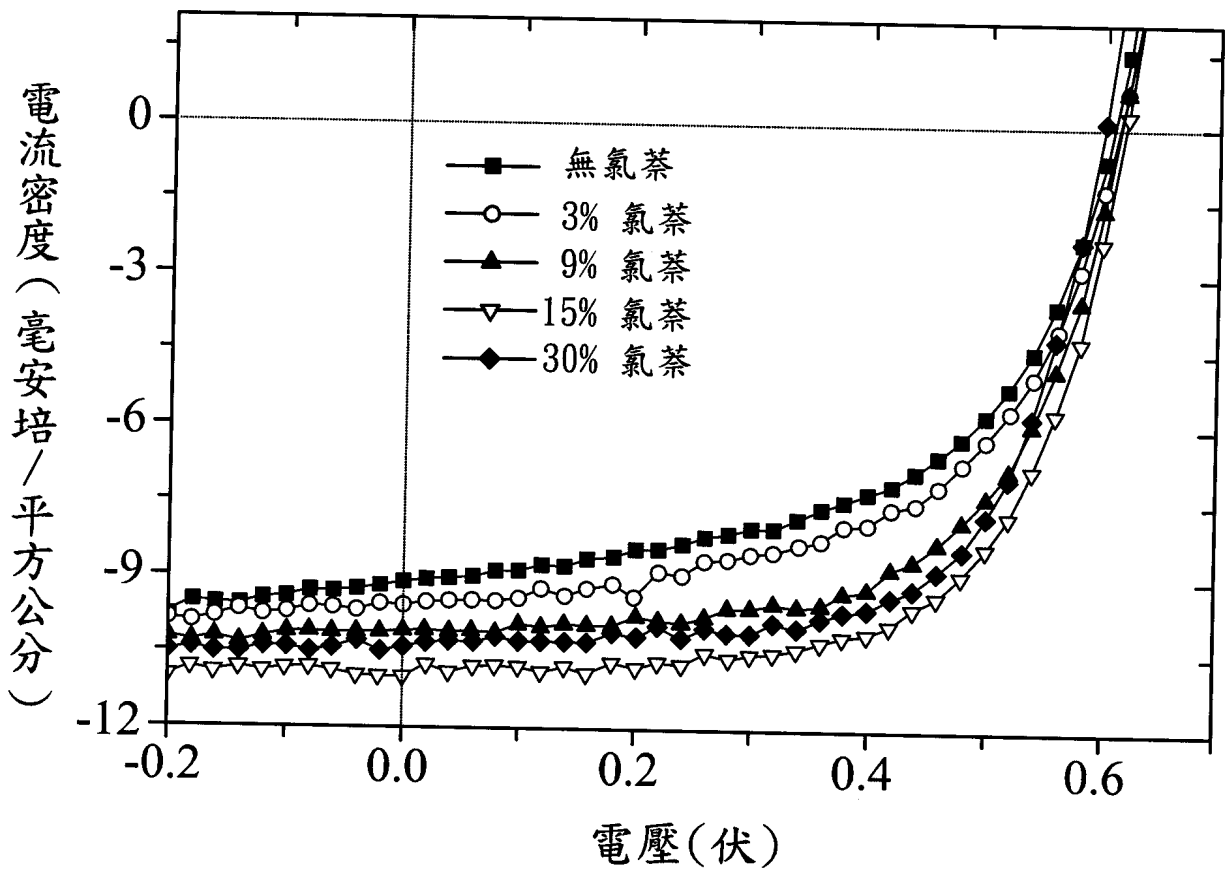
第 2 圖



第 3 圖



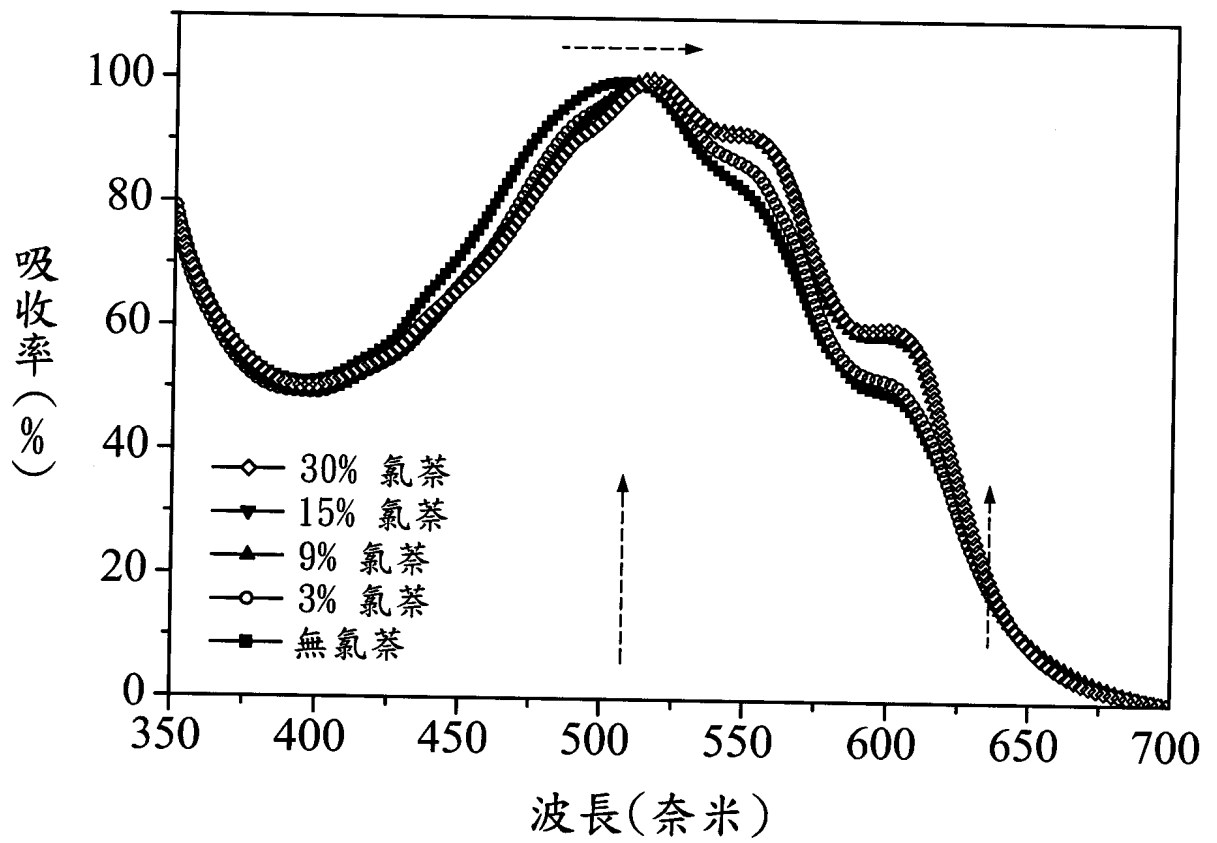
第 4 圖



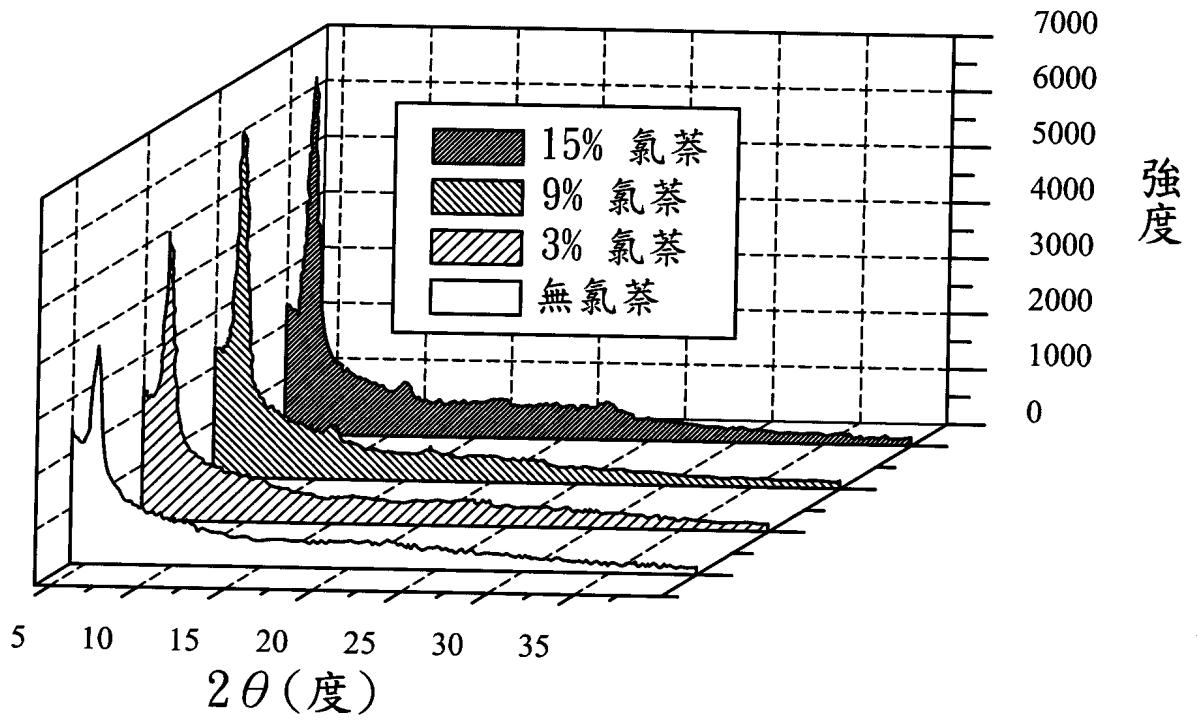
第 5 圖

	揮發時間 (分鐘)	厚度 (奈米)	短路電流 密度 (毫安培)	開路電壓 (伏)	填充因子	光電轉換 效率 (%)
無氣茶	6	250	9.14	0.61	0.55	3.04
3%氣茶	8	250	9.59	0.61	0.57	3.32
9%氣茶	12	255	10.1	0.61	0.62	3.83
15%氣茶	18	250	11	0.61	0.64	4.32
30%氣茶	36	257	10.4	0.59	0.66	4.07

第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖

發明專利說明書

97年5月2日修正
補充

(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：97107057

※ 申請日期：97.5.29

※IPC 分類：H01L 31/068(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文)

吳重雨

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文)

中華民國

三、發明人：(共3人)

姓 名：(中文/英文)

1. 陳方中 2. 曾信展 3. 葛祖榮

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國

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：

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。

五、中文發明摘要：

本發明係為一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法，其中有機主動層溶液係包括：有機主動層材料；第一有機溶劑；以及第二有機溶劑。第一有機溶劑之沸點係介於 50°C 至 200°C 之間，而第二有機溶劑之沸點則係介於 150°C 至 300°C 之間。本發明係藉由將第二有機溶劑加入至第一有機溶劑中，藉此溶解有機主動層材料。由於第二有機溶劑具有較高的沸點(較慢的揮發速率)，所以可直接降低有機主動層溶液的揮發速率，因此可簡化高分子太陽能電池之製程，更可達到提高高分子太陽能電池之光電轉換效率之功效。

六、英文發明摘要：

七、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：

S10高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法

S11提供一有機主動層材料

S12溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑

S13加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法，特別為一種應用於簡化高分子太陽能電池之製程，以及提昇高分子太陽能電池光電轉換效率之有機主動層溶液及其製造方法。

【先前技術】

第 1 圖係為一種高分子太陽能電池 10 之結構示意圖。如第 1 圖所示，高分子太陽能電池 10 係包括一基板 11、一導電層 12、一導電高分子層 13、一有機主動層 14、以及一電極 15。高分子太陽能電池 10 係藉由吸收光能而使得有機主動層 14 中的電子和電洞分別被激發，以使得電子和電洞得以在導電層 12 及電極 15 間進行傳輸，進而在導電層 12 及電極 15 間產生電位差，以使得高分子太陽能電池 10 得以產生電力。

基板 11 係可使用可撓曲之基板，例如塑膠基板…等，而導電層 12 則例如氧化銦錫(Indium Tin Oxide, ITO)…等。高分子太陽能電池 10 之製造方式為將導電層 12 先成長在基板 11 上，並再塗佈上導電高分子層 13，之後再沈積有機主動層 14 於導電高分子層 13 上。並以退火等步驟處理有機主動層 14 後，在蒸鍍上一層電極 15。電極 15 可以為一鈣電極，而為了再保護鈣電極，可再蒸鍍上一鋁電極，以完成高分子有機太陽能電池 10 之製程。

為了提高高分子太陽能電池 10 的光電轉換效率，可藉由

退火處理有機主動層 14，退火處理係例如熱退火或溶劑退火…等方式。其中，溶劑退火係為先將有機主動層 14 溶解於有機溶劑後，再沈積於導電高分子層 13 上，並藉由降低有機溶劑揮發的速率，以使得有機主動層 14 中的有機高分子在有機溶劑揮發的過程重新進行排列，藉此使得有機主動層 14 中的有機高分子排列得更為整齊。而有機主動層 14 之材料係可使用例如聚 3-己基噻吩 (Poly(3-HexylThiophene), P3HT) 及苯基 C61-丁酸-甲基酯 ([6,6]-Phenyl C61-Butyric acid Methyl ester, PCBM) 之混合物。

然而，為了降低有機溶劑揮發的速率，需要將高分子太陽能電池 10 靜置於高飽和蒸汽壓或是密閉的環境中，而且靜置的時間需要數十個小時以上，相當的費時。所以，將溶劑退火方法應用於實際量產時，不僅需要預備一個高飽和蒸汽壓或是密閉的環境，其製程也非常耗時，不但耗費物力，也非常不符合經濟效益。

【發明內容】

本發明係為一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液及其製造方法，藉由加入第二有機溶劑於第一有機溶劑中，以溶解有機主動層材料，其中第一有機溶劑具有低沸點(較高揮發度)之特性，而第二有機溶劑則具有高沸點(較低揮發度)之特性。藉由加入具有較高沸點之第二有機溶劑，可使得有機主動層溶液在溶劑退火時，直接降低有機主動層溶液的揮發速率，而無須額外提供高飽和蒸汽壓或是密閉的環境，因此可縮短完

成溶劑退火所需的時間，藉以簡化高分子太陽能電池之製程，並可提高高分子太陽能電池之光電轉換效率。

為達上述目的，本發明係提供一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液，其包括：一有機主動層材料；一第一有機溶劑，其沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及一第二有機溶劑，其沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。

為達上述目的，本發明又提供一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法，其包括下列步驟：提供一有機主動層材料；溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑，其中第一有機溶劑之沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑，其中第二有機溶劑之沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。

藉由本發明的實施，至少可達到下列進步功效：

- 一、縮短溶劑退火的時間，以簡化高分子太陽能電池之製程程序。
- 二、製程簡單，並且無須使用特殊的製程環境，藉此可降低高分子太陽能電池之製造成本。

為了使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點，因此將在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點。

【實施方式】

第 2 圖係為本發明之一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法 S10 流程實施例圖。第 3 圖係為 1,2-二氯苯之化學式圖。第 4 圖係為 1-氯萘之化學式圖。第 5 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之電壓-電流密度關係實施例圖。第 6 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之元件特性實施例圖。第 7 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層之紫外光吸收光譜實施例圖。第 8 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比之第二有機溶劑之有機主動層之 X 射線繞射實施例圖。

<有機主動層溶液實施例>

本實施例係為一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液，其包括：一有機主動層材料；一第一有機溶劑；以及一第二有機溶劑。

有機主動層材料，其係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合。有機主動層材料係可用以對光線起反應，並使 P 型半導體材料中的電洞及 N 型半導體材料中的電子被激發，而被激發的電子和電洞可在有機主動層材料進行傳遞以產生電流。

為了使高分子太陽能電池的光電轉換效率提高，需要提高有機主動層材料中有機高分子的排列程度，因為當有機高分子以較佳結晶性及有秩序性的排列方式排列，可使得有機高分子具有較長的有效共軛長度，與較佳的載子移動率，藉此可增加

電子和電洞的傳遞速率。也就是說，有機高分子的排列程度越低、越混雜，會使得電子和電洞的傳遞受到阻礙，而提高有機主動層的串聯電阻值。反之，有機高分子的排列程度越高，電子和電洞的傳遞速率越快，也可降低有機主動層的串聯電阻值，並提高高分子太陽能電池的光電轉換效率。

P 型半導體材料係可選自聚噻吩(polythiophene)、聚芴(polyfluorene)、聚苯撐亞乙烯(polyphenylenevinylene)、聚噻吩衍生物、聚芴衍生物、聚苯撐亞乙烯衍生物、共軛之寡聚物及小分子所組成群組之其中之一。

上述之聚噻吩衍生物可以為聚 3-己基噻吩、聚芴衍生物可以為聚雙辛基芴(poly(dioctylfluorene))、聚苯撐亞乙烯衍生物可以為聚[2-甲氧基-5-(2-乙基-己氧基)-1,4-聚苯撐亞乙烯(poly[2-methoxy-5-(2-ethyl-hexyloxy)-1,4-phenylene vinylene])、共軛之寡聚物可以為六吩(sexithiophene)、而小分子係可選自並五苯(pentacene)、並四苯(tetracene)、六苯並苯(hexabenzcoronene)、三款鈦青素(phthalocyanine)、卟啉類化合物(porphyrines)、並五苯衍生物、並四苯衍生物、六苯並苯衍生物、三款鈦青素衍生物、卟啉類化合物衍生物所組成群組之其中之一。

N 型半導體材料係可選自 C60、C60 衍生物、C70、C70 衍生物、奈米碳管(Carbon nanotubes)、奈米碳管衍生物、3,4,9,10- 芘四羧基 - 雙 - 苯並咪唑 (3,4,9,10-perylene tetracarboxylic-bis-benzimidazole, PTCBI)、N,N'- 二甲基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺、3,4,9,10-芘四羧基-雙-苯並咪唑

衍生物、N,N'-二甲基-3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺衍生物(N, N'-dimethyl-3,4,9,10-Perylenetetracarboxylic acid diimide, Me-PTCDI)、高分子及半導體奈米粒子所組成群組之其中之一。

上述之 C60 衍生物可以為苯基 C61-丁酸-甲基酯(phenyl C61-butyric acid methyl ester, PCBM)、高分子係可選自聚 2,5,2',5'-四己氧基-7,8'-二氰基-雙-對位-苯撐亞乙烯 (poly(2,5,2',5'-tetrahexyloxy-7,8'-dicyano-di-p-phenylenevinylene, CN-PPV)) 及聚 9,9'-二辛基芴-co-苯並噻二唑 (poly(9,9'-dioctylfluorene-co-benzothiadiazole, F8BT)) 所組成群組之其中之一、奈米碳管係可選自多壁奈米碳管及單壁奈米碳管所組成群組之其中之一，且奈米碳管之截面直徑係可小於 100 奈米，而半導體奈米粒子係可選自二氧化鈦、硒化鎘及硫化鎘所組成群組之其中之一。

第一有機溶劑，其沸點係介於 50°C 至 200°C 之間，第一有機溶劑係用以溶解有機主動層材料。第一有機溶劑係可以為 1,2-二氯苯(1,2-dichlorobenzene)、三氯甲烷(chloroform)、氯苯(chlorobenzene)、甲苯(toluene)、或二甲苯(xylenes)…等。

第二有機溶劑，其沸點係介於 150°C 至 300°C 之間，第二有機溶劑係用以加入第一有機溶劑中，而加入之第二有機溶劑之體積百分比可介於 2% 至 50% 之間。舉例來說，第一有機溶劑係可先溶解有機主動層材料，再將第二有機溶劑加入至溶解有機主動層材料之第一有機溶劑，或是可先將第二有機溶劑加入第一有機溶劑中，再將有機主動層材料溶解於第一有機溶

劑及第二有機溶劑中。第二有機溶劑係可以為 1-氯萘(1-chloronaphthalene)、1-甲萘(1-methylnaphthalene)、或 1,2,4-三氯苯(1,2,4-trichlorobenzene)…等。

因為第二有機溶劑具有高沸點(較低揮發度)的特性，所以第二有機溶劑不容易被揮發，換句話說也就是第二有機溶劑的揮發速率較慢。因此，可藉由第二有機溶劑直接降低有機主動層溶液的揮發速率，藉以使得有機主動層溶液中的有機高分子能夠有足夠的時間重新進行排列，而提高有機高分子的排列程度越高，進而增加高分子太陽能電池的光電轉換效率。而且，無須再將有機主動層溶液放置於高飽和蒸汽壓或是密閉的環境中，藉此可簡化高分子太陽能電池之製程。

<有機主動層溶液製造方法實施例>

如第 2 圖所示，本實施例之一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法 S10，其包括下列步驟：提供一有機主動層材料 S11；溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑 S12；以及加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑 S13。

提供一有機主動層材料 S11：有機主動層材料係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合，P 型半導體材料及 N 型半導體材料已描述於有機主動層溶液實施例中，在此不再多加贅述。

溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑 S12：因為有機主動層材料係為一種固態材料，因此可使用第一有機溶劑用以溶解有機主動層材料。第一有機溶劑之沸點係可介於 50°C 至 200

°C 之間，相較於第二有機溶劑的沸點而言，第一有機溶劑具有較低之沸點，也就是說，第一有機溶劑具有較快之揮發速率。第一有機溶劑係可以為 1,2-二氯苯、三氯甲烷、氯苯、甲苯、或二甲苯…等。

加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑 S13：將第二有機溶劑加入於溶解有機主動層材料的第一溶劑中，藉此獲得有機主動層溶液。此外，也可將第二有機溶劑加入至第一有機溶劑中，再將有機主動層材料溶解於第一有機溶劑及第二有機溶劑中。第二有機溶劑之沸點係可介於 150°C 至 300°C 之間，相較於第一有機溶劑而言，第二有機溶劑具有較高之沸點，也就是說第二有機溶劑可具有較慢的揮發速率。

因為第二有機溶劑具有較慢的揮發速率，所以可藉由第二有機溶劑直接降低有機主動層溶液的揮發速率，而無須再將有機主動層溶液放置於高飽和蒸汽壓或是密閉的環境中，藉此可簡化高分子太陽能電池之製程。此外，由於第二有機溶劑具有較慢的揮發速率，因此可增加有機主動層溶液中的有機高分子在第二有機溶劑緩慢揮發時自我重新排列的時間，並且使有機高分子可以較佳結晶性及有秩序性的排列方式重新排列，藉此提高高分子太陽能電池的光電轉換效率。

第二有機溶劑係可以使用 1-氯萘、1-甲萘、或 1,2,4-三氯苯…等。根據加入不同體積百分比之第二有機溶劑，可影響有機主動層溶液揮發時間的長短以及高分子太陽能電池的元件特性，其中第二有機溶劑加入的體積百分比可約介於 2% 至 50% 之間。

為了方便瞭解本實施例之功效，以下以聚 3-己基噻吩/苯基 C61-丁酸-甲基酯(P3HT/PCBM)作為有機主動層材料、以 1,2-二氯苯作為第一有機溶劑、以及以 1-氯萘(以下簡稱為氯萘)作為第二有機溶劑製造有機主動層溶液，並以添加不同體積百分比氯萘之主動層有機溶液所製造的高分子太陽能電池的元件特性詳細描述本實施例之功效。如第 3 圖所示，其為 1,2-二氯苯之化學式圖。1,2-二氯苯之沸點約介於 178°C 至 180°C 之間，並且在 20°C 時之飽和蒸汽壓約為 1.2 毫米汞柱。如第 4 圖所示，其為 1-氯萘之化學式圖。1-氯萘之沸點約為 259°C，並且在 20°C 時之飽和蒸汽壓約為 0.038 毫米汞柱。

首先說明，高分子太陽能電池各項元件特性之定義。在高分子太陽能電池負載阻抗無限大的狀態下，也就是說外部電流斷路(電流值為零)時的電壓稱為開路電壓(V_{OC})，而當電壓為零時，所得到的電流密度稱為短路電流密度(J_{SC})，另外在高分子太陽能電池的電流密度-電壓特性曲線中，任何一工作點的輸出功率(P)等於該點所對應的電壓(V)及電流密度(J)的乘積($P=V \times J$)，其中有一工作點(V_m, J_m)具有最大輸出功率($P_m, P_m=V_m \times J_m$)。而最大輸出功率與開路電壓、短路電流密度的乘積之比定義為填充因子(Filling Factor, FF)($FF=(V_m \times J_m)/(V_{OC} \times J_{SC})$)。

對於具有較佳元件特性的高分子太陽能電池，除了要具備高開路電壓及短路電流密度外，填充因子的數值要盡量接近 1，因為填充因子表示最大輸出功率與開路電壓、短路電流密度乘積接近的程度。而高分子太陽能電池的光電轉換效率(η)係定義為輸出能量與輸入光能(P_{in})之比值($\eta=(V_{OC} \times J_{SC} \times$

FF)/ P_{in})，因此當填充因子的數值越接近 1，也就表示光電轉換效率越高。

如第 5 圖所示，其係為加入 3%、9%、15%、及 30%之氣萘之有機主動層溶液所製造的高分子太陽能電池，在不同電壓下的短路電流密度。如第 6 圖所示，其係為加入 3%、9%、15%、及 30%氣萘之有機主動層溶液沈積在導電高分子層 13 上的厚度及揮發時間，以及高分子太陽能電池的各項元件特性。

如第 5 圖所示，當增加氣萘加入的體積百分比，高分子太陽能電池之開路電壓不會隨著氣萘的體積百分比的增加而降低。如第 6 圖所示，有機主動層溶液沈積厚度皆約為 250 奈米時，高分子太陽能電池之開路電壓皆約為 0.6 伏。如第 5 圖所示，隨著氣萘加入的體積百分比增加，高分子太陽能電池之短路電流與填充因子卻有正面提升的效果。如第 6 圖所示，在加入 15%的氣萘時，高分子太陽能電池之短路電流有最大值約為 11 毫安培，此外高分子太陽能電池之光電轉換效率也具有最大值約為 4.32%。

如第 6 圖所示，當加入 15%的氣萘時，所製造的高分子太陽能電池可具有最大的光電轉換效率，而且有機主動層溶液所需的揮發時間，也可縮短至約 18 分鐘。因此，可得知藉由本實施例之實施，將可將有機主動層溶液的揮發時間由數小時大幅縮短至數十分鐘，而且高分子太陽能電池的光電轉換效率也可有所提昇。

第 7 圖係為分別針對 3%、9%、15%、及 30%氣萘揮發後的有機主動層之紫外光吸收光譜圖。如第 7 圖所示，當光譜向

右偏移時，即表示有機主動層的吸收光量增加。也就是說，加入有 15% 及 30% 氯苯揮發後的有機主動層可較 3% 及 9% 氯苯揮發後的有機主動層吸收更多的光量。此外，當光譜出現最高點 (peak) 時，即表示有機主動層中的有機高分子排列程度越好、越整齊，也使得有機主動層中的串聯電阻越小，進而使得有機主動層中可導通的電流值越高。

如第 8 圖所示，其係為使用荷蘭帕納科(PANalytical)公司生產型號為 X'Pert Pro 的 X 射線繞射儀，分別針對 3%、9%、15%、及 30% 氯苯揮發後的聚 3-己基噻吩進行繞射而得到之 X 射線繞射圖。由第 8 圖中可得知，當 X 射線繞射的兩倍入射角 (2θ 角) 為 5.4 度時，加入 15% 氯苯的繞射強度最高，即表示有機主動層中的有機高分子排列程度最高。

藉由第二有機溶劑之加入，可直接使得有機主動層溶液自身即具有低揮發度之特性，進而直接降低有機主動層溶液的揮發速率，以提高有機主動層溶液中之有機高分子的排列程度。因此將本實施例之製造方法應用於實際量產時，不需要另外提供特殊的製造環境，例如高飽和蒸汽壓或是密閉的環境，即可提高高分子太陽能電池之光電轉換效率，並可簡化高分子太陽能電池之製程。

惟上述各實施例係用以說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故凡其他未脫離本發明所揭示之精神而完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為一種高分子太陽能電池之結構示意圖。

第 2 圖係為本發明之一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法流程實施例圖。

第 3 圖係為 1,2-二氯苯之化學式圖。

第 4 圖係為 1-氯萘之化學式圖。

第 5 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之電壓-電流密度關係實施例圖。

第 6 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層溶液，所製造之高分子太陽能電池之元件特性實施例圖。

第 7 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比第二有機溶劑之有機主動層之紫外光吸收光譜實施例圖。

第 8 圖係為本發明之一種加入不同體積百分比之第二有機溶劑之有機主動層之 X 射線繞射實施例圖。

【主要元件符號說明】

10..... 高分子太陽能電池

11..... 基板

12..... 導電層

13..... 導電高分子層

14..... 有機主動層

15..... 電極

S10.....高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法

S11.....提供一有機主動層材料

S12.....溶解有機主動層材料於一第一有機溶劑

S13.....加入一第二有機溶劑於第一有機溶劑

十、申請專利範圍：

1. 一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液，其包括：
 - 一有機主動層材料；
 - 一第一有機溶劑，其沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及
 - 一第二有機溶劑，其沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該有機主動層材料係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合，其中該 P 型半導體材料係選自聚噻吩、聚芴、聚苯撐亞乙烯、聚噻吩衍生物、聚芴衍生物、聚苯撐乙烯衍生物、共軛之寡聚物及小分子所組成群組之其中之一，而該 N 型半導體材料係選自 C60、C60 衍生物、C70、C70 衍生物、奈米碳管、奈米碳管衍生物、3,4,9,10-萘四羧基-雙-苯並咪唑、N,N'-二甲基-3,4,9,10-萘四羧酸二醯亞胺、3,4,9,10-萘四羧基-雙-苯並咪唑衍生物、N,N'-二甲基-3,4,9,10-萘四羧酸二醯亞胺衍生物、高分子及半導體奈米粒子所組成群組之其中之一。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之有機主動層溶液，其中該聚噻吩衍生物係為聚 3-己基噻吩。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之有機主動層溶液，其中該 C60 衍生物為苯基 C61-丁酸-甲基酯。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該第一有機溶劑係為 1,2-二氯苯、三氯甲烷、氯苯、甲苯、或二甲苯。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該第

二有機溶劑係為 1-氯萘、1-甲萘、或 1,2,4-三氯苯。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之有機主動層溶液，其中該第二有機溶劑之體積百分比介於 2% 至 50% 之間。

8. 一種高分子太陽能電池之有機主動層溶液製造方法，其包括下列步驟：

提供一有機主動層材料；

溶解該有機主動層材料於一第一有機溶劑，其中該第一有機溶劑之沸點係介於 50°C 至 200°C 之間；以及

加入一第二有機溶劑於該第一有機溶劑，其中該第二有機溶劑之沸點係介於 150°C 至 300°C 之間。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該有機主動層材料係為一 P 型半導體材料及一 N 型半導體材料之組合，其中該 P 型半導體材料係選自聚噻吩、聚芴、聚苯撐亞乙烯、聚噻吩衍生物、聚芴衍生物、聚苯撐乙烯衍生物、共軛之寡聚物及小分子所組成群組之其中之一，而該 N 型半導體材料係選自 C60、C60 衍生物、C70、C70 衍生物、奈米碳管、奈米碳管衍生物、3,4,9,10-萘四羧基-雙-苯並咪唑、N,N'-二甲基-3,4,9,10-萘四羧酸二醯亞胺、3,4,9,10-萘四羧基-雙-苯並咪唑衍生物、N,N'-二甲基-3,4,9,10-萘四羧酸二醯亞胺衍生物、高分子及半導體奈米粒子所組成群組之其中之一。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該聚噻吩衍生物係為聚 3-己基噻吩。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述之有機主動層溶液製造方法，

其中該 C60 衍生物為苯基 C61-丁酸-甲基酯。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該第一有機溶劑係為 1,2-二氯苯、三氯甲烷、氯苯、甲苯、或二甲苯。
13. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該第二有機溶劑係為 1-氯萘、1-甲萘、或 1,2,4-三氯苯。
14. 如申請專利範圍第 8 項所述之有機主動層溶液製造方法，其中該第二有機溶劑之體積百分比介於 2% 至 50% 之間。