

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：97118809

※申請日期：97 5 21

※IPC 分類：H01L 51/42 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

有機半導體之紅外線接收裝置

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章)

國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文)(簽章) 吳重雨/WU CHUNG-YU

住居所或營業所地址：(中文/英文) 新竹市大學路 1001 號/ NO.1001,
DASYUE RD., HSINCHU CITY 300, TAIWAN (R. O. C.)

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TAIWAN(R. O. C.)

三、發明人：(共3人)

姓 名：(中文/英文)

1. 孟心飛/HSIN-FEI MENG

2. 洪勝富/SHENG-FU HORNG

3. 楊家銘/CHIA-MING YANG

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國/TAIWAN(R. O. C.)

2. 中華民國/TAIWAN(R. O. C.)

3. 中華民國/TAIWAN(R. O. C.)

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：

本發明係揭露一種有機半導體之紅外線接收裝置，其包含一電極層，係具有一正極層與一負極層以形成一電場；一傳輸層於此正極層與此負極層之間，具有預定比例混合之一第一預定材以及一第二預定材，且其混合介面接受一外部光源所產生之預定紅外線之波長區間能量，但此第一預定材與第二預定材對紅外光區並無吸收或光反應特性。藉由增加此傳輸層厚度提高紅外光區吸收度，產生介面激子(電子電洞對)，並拆解產生複數個電子電洞，在此電場驅動下使此複數個電子電洞對分別鄰靠至此正極層與此負極層，釋出一預定光電流。

六、英文發明摘要：

七、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：

- 10：紅外線光源；
- 111：P3HT LUMO；
- 112：P3HT HOMO；
- 113：PCBM LUMO；
- 114：PCBM HOMO；
- 121：正極層；
- 122：P3HT；
- 123：PCBM；
- 124：負極層；
- 125：介面激子；
- 126：交界面處；
- 1261：電子；
- 1262：電洞；以及
- 13：紅外線。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種有機半導體之紅外線接收裝置，特別是有關於一種有機導電高分子之光致轉換電能之感測裝置。

【先前技術】

近年來，有機半導體取代無機半導體為工作層材料來製程新型之光伏半導體元件。與傳統無機半導體元件相比較，有機半導體具有輕薄、可彎曲、成本便宜、製程方便等優點。因早期，有機半導體之能量轉換效率只有 3%，今日則以提升效率 5%~10% 左右，有機半導體分為小分子與高分子兩大類，小分子有機半導體需使用真空蒸鍍等製程，製程上較不簡便，而高分子有機半導體可採用溶液製程，利用旋轉塗佈、入液塗佈等簡易且便宜方式加工製備各種之元件，大幅下降元件製造的成本。

傳統上光偵測器由無機物質為感測材料，如以矽參雜不同光感測波長之無機半導體，此在成本上較高且製程不易，而有機半導體因自身特性關係，感測光區多落在紫外光與可見光，對紅外光區並無光反應，而本發明提高傳輸層厚度以增加吸收度，使兩混參預定材之介面激子數增加，克服有機物自身吸收上的障礙，達到以有機高分子半導體吸收紅外光並產生光電流之感測元件裝置，此預定可使用於距離感測、生物感測、光感測等多項應用上。

【發明內容】

有鑑於習知技藝之各項問題，本發明之目的就是在提供一種有機半導體之紅外線接收裝置，係可接收偵測來自一光源之一預定紅外線之波長區間能量，此有機半導體之接收裝置包含一電極層，係具有一正極層與一負極層以形成一電場；一傳輸層係於此正極層與此負極層之間，具有預定比例混合之一第一預定材以及一第二預定材，且此第一預定材與此第二預定材之混合介面吸收此預定紅外線之波長區間能量，形成複數個電子電洞對並拆解為複數個電子與電洞，在此電場驅動此複數個負電子與複數個電洞分別鄰靠至此正極層與此負極層，釋出一預定光電流。

【實施方式】

以下將參照相關圖式，說明依本發明較佳實施例之有機半導體之紅外線接收裝置，為使便於理解，下述實施例中之相同元件係以相同之符號標示來說明。

請參閱第 1 圖，其係為本發明之有機半導體之紅外線接收方式之示意圖。圖中，有機半導體之紅外線接收裝置可接收來自一光源 10 之一預定紅外線 13 之波長區間能量。紅外線接收裝置所包含之一第一預定材 122 之一最低未填滿分子軌域 (the Lowest Unoccupied Molecular Orbital, LUMO) 能階 111，其中第一預定材 122 可為一 P3HT (Poly(3-hexylthiophene))，其化學結構式如第 5 圖所示，而第一預定材 P3HT 其 LUMO 大約為 2.7，紅外線接收裝置所包含之第一預定材 122 之一最高填滿分子軌域 (the

Highest Occupied Molecular Orbital, HOMO)能階 112, 第一預定材 P3HT 其 HOMO 大約為 4.8, 紅外線接收裝置所包含之一第二預定材 123 之一最低未填滿分子軌域(the Lowest Unoccupied Molecular Orbital, LUMO)能階 113, 而第二預定材 123 為 PCBM(6, 6-phenylC61_butyric Acid Methyl Ester), 其化學結構式如第 6 圖所示, 而其 LUMO 大約為 3.8, 而紅外線接收裝置所包含之第二預定材 123 之一最高填滿分子軌域(the Highest Occupied Molecular Orbital, HOMO)能階 114, 第二預定材 PCBM 其 HOMO 大約為 6.1。而紅外線接收裝置更包含一正極層 121、一負極層 124 及一傳輸層。

此有機半導體之接收紅外線裝置具有一電極層, 其具有一正極層與一負極層以形成一電場, 且此正極層與此負極層之間, 一負偏壓跨在此正極層與此負極層。一傳輸層於正極層與負極層之間, 具有預定比例 1:1 混合之一第一預定材 122 以及一第二預定材 123, 且第一預定材 122 與第二預定材 123 之分子交界面處接受預定紅外線波長區間能量 13, 以此兩預定材吸收光源 10 之光子產生複數個介面激子 125, 例如電子電洞對, 並利用與 P3HT122 與 PCBM123 介面電位之能差使複數個電子電洞對分離, 產生自由電子 1261 與自由電洞 1262, 在因逆偏壓的關係而被陰極與陽極收集形成光電流, 亦即是光致電荷轉移之過程, 因吸光後產生之電洞 1262 由正極層 121 之氧化銦錫透明導電鍍膜 (Indium Tin Oxides, ITO)所收集, 電子 1261 大多是利用鋁或是有功函數適合之金屬材料修飾之鋁負極層 124 所收

集，在經過外部電路導通後，即可產生電流。

請參閱第 2 圖，其係為本發明之有機半導體之紅外線接收裝置之示意圖。圖中，有機半導體之紅外線接收裝置包含一紅外線光源 10、一玻璃基板 21、氧化銦錫透明導電鍍膜 (Indium Tin Oxides, ITO) 221、一 P3HT (Poly(3-hexylthiophene)) 122、一 PCBM (6, 6-phenylC61-butylric Acid Methyl Ester) 123、鋁金屬 222、一導電層 223 以及一外加電壓 23。其中，有機半導體之紅外線接收裝置，係運用簡單製程方式旋轉塗佈或入液塗佈製作而成，其中傳輸層 12 包含一 P3HT (Poly(3-hexylthiophene)) 122 可大約吸收可見光，以及一 PCBM (6, 6-phenylC61-butylric Acid Methyl Ester) 大致上可吸收紫外光 123。第一預定材 122 與第二預定材 123 為預定比例 1:1 混合之導電高分子，以增加第一預定材 122 與第二預定材 123 之交界之面接觸面積，以形成更多複數電子電洞對。當傳輸層 12 受到紅外線光源 10 激發與外加電壓 23 時，電子由成對且反向的單一基態躍遷至激發態。對於導電高分子而言，受光之電子電洞對係以成對方式移動，於介面中相互分離，藉由兩預定材之不同 HOMO 與 LUMO，在接面以增加電子電洞對分離之可能性，電子電洞對分離後，可分別在電子受體與電子供應中傳遞，最後再由兩端之電極收集，電洞被高功函數之電極為氧化銦錫透明導電鍍膜 (Indium Tin Oxides, ITO) 221 收集，電子被低功函數之鋁金 222 (其係作為一電極) 所收集，導電層 PEDOT: PSS [Poly(3, 4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrene

sulfonate)] 223 可增加導電度以維持電洞傳輸路徑管道暢通，其為非常重要之需求。

請參閱第 3 圖，其繪示本發明之有機半導體之紅外線接收裝置的厚度為 200 奈米之傳輸層 12 對於吸收度之曲線圖。圖中，曲線 31 為紅外線接收裝置對於可見光波長區間能量之吸收率曲線，而曲線 32 為光致電轉換效率曲線。在提供一負電壓 -5V 偏壓 (bias) 以及傳輸層 12 吸收一預定紅外線波長區間能量的條件下，有機半導體之紅外線接收裝置在外加負偏壓下，其光致電轉換效率 (the incident photon to current conversion efficiency, IPCE) 可達到 80%。

請參閱第 4 圖，其係繪示本發明之有機半導體之紅外線接收裝置的厚度 14 微米之傳輸層 12 在外加不同負偏壓之光致電轉換效率之曲線圖。圖中，曲線 41 係為外加 0 伏特之紅外光區之光致電轉換效率曲線，而曲線 42 係為外加 -100 伏特之紅外光區之光致電轉換效率曲線，而曲線 43 係為外加 -200 伏特之紅外光區之光致電轉換效率曲線。從圖中可觀察出，-200 伏特之紅外光區之光致電轉換效率於波長 750 奈米大約為 60%。與負偏壓 0 伏特之紅外光區之光致電轉換效率相比，-200 伏特之紅外光區之光致電轉換效率高出許多，即表示本發明之有機半導體之紅外線接收裝置對於吸收光子之換率之靈敏性相當高。

承上所述，因依本發明之具有以有機半導體之紅外線接收裝置，具有以下優點：

(1) 此有機半導體之紅外線接收裝置可藉由導電有機高分子材料，藉此可提高有機半導體之感測裝置的製程之

便利性。

(2) 此有機半導體之紅外線接收裝置可藉由導電有機高分子材料的電子受體與電子供應之交界面位能差的不同，感測紅外光光區波長，產生出光電流。

以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

● **【圖式簡單說明】**

第1圖 係為本發明之有機半導體之紅外線接收裝置之實施方式之示意圖；

第2圖 係為本發明之有機半導體之紅外線接收裝置之示意圖；

第3圖 係為本發明之有機半導體之紅外線接收裝置之吸收度與光致電轉換效率之曲線圖；

第4圖 係為本發明之有機半導體之紅外線接收裝置之傳輸層在外加不同負偏壓之光致電轉換效率之曲線圖；

● 第5圖 係為本發明之有機半導體之P3HT之化學結構式之示意圖；
以及

第6圖 係為本發明之有機半導體之PCBM之化學結構式之示意圖。

【主要元件符號說明】

10：紅外線光源；

111：P3HT LUMO；

112：P3HT HUMO；

113：PCBM LUMO；

- 114 : PCBM HUMO ;
- 12 : 傳輸層 ;
- 121 : 正極層 ;
- 122 : P3HT ;
- 123 : PCBM ;
- 124 : 負極層 ;
- 125 : 介面激子 ;
- 126 : 交界面處 ;
- 1261 : 電子 ;
- 1262 : 電洞 ;
- 13 : 紅外線 ;
- 21 : 玻璃基板 ;
- 221 : 氧化銦錫透明鍍膜層 ;
- 222 : 鋁金屬 ;
- 223 : 導電層 ;
- 23 : 外加電壓 ;
- 31 : 紅外線接收裝置對於可見光波長區間能量之吸收率曲線 ;
- 32 : 光致電轉換效率曲線 ;
- 41 : 0 伏特之紅外光區之光致電轉換效率曲線 ;
- 42 : -100 伏特之紅外光區之光致電轉換效率曲線 ;
以及
- 43 : -200 伏特之紅外光區之光致電轉換效率曲線 。

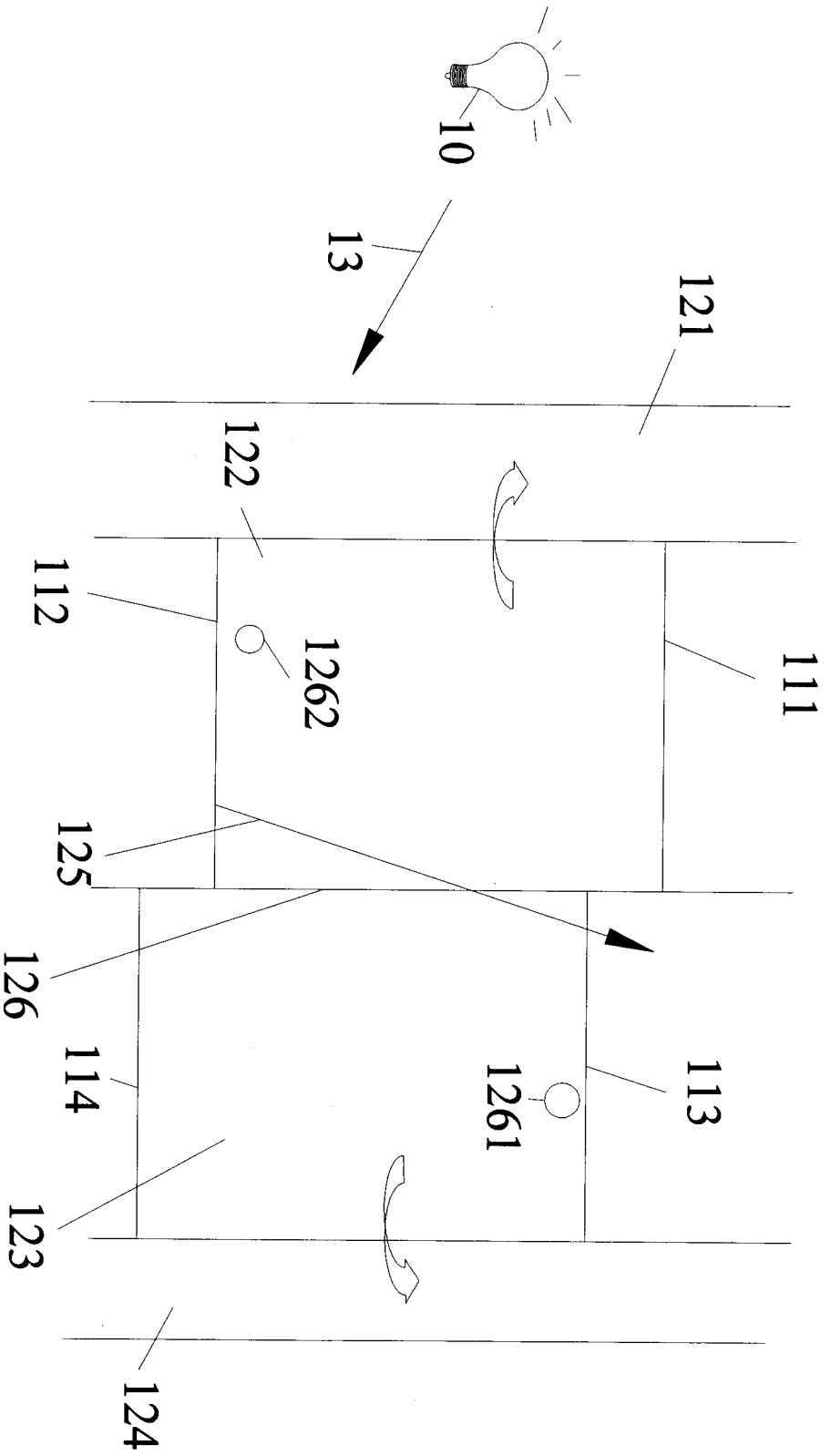
十、申請專利範圍：

1. 一種有機半導體之紅外線接受裝置，係可接收來自一光源之一預定紅外線之波長區間能量，該有機半導體之紅外線接受裝置包含：
 - 一電極層，係具有一正極層與一負極層以形成一電場；以及
 - 一傳輸層，係於該正極層與該負極層之間，具有預定比例混合之一第一預定材以及一第二預定材，且該第一預定材與該第二預定材本身不吸收紅外光波長，該第一預定材與該第二預定材之介面接受該預定紅外線波長區間能量，形成電子電洞對，且該第一預定材與該第二預定材之交界面處，分別形成複數個電子電洞，該電場驅動該複數個負電子使該複數個電子電洞對分別鄰靠至該正極層與該負極層，釋出一預定光電流。
2. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該光源係為一點光源或一面光源。
3. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該光源係為一發光二極體或是一鎢絲燈。
4. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該正極層係為一氧化銦錫透明導電鍍膜 (Indium Tin Oxides, ITO)。
5. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該負極層係為一金屬。
6. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該第一預定材係為一

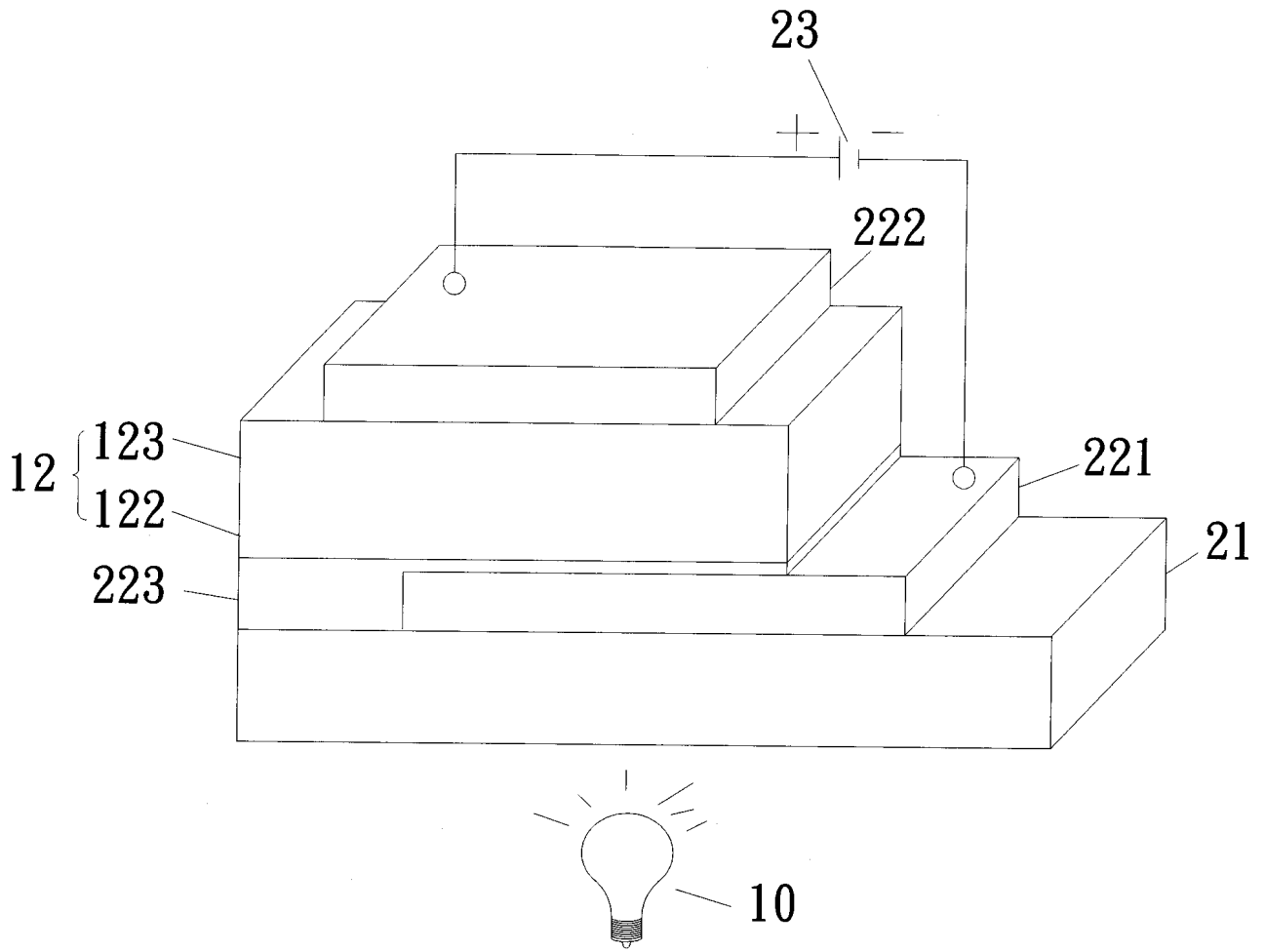
P3HT(Poly(3-hexylthiophene))。

7. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該第二預定材係為一PCBM(6,6-phenylC61_butyric Acid Methyl Ester)。
8. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該第一預定材與第二預定材混合大約1:1比例。
9. 如申請專利範圍第1項所述之有機半導體之紅外線接收裝置，其中該紅外線接收裝置係運用塗佈方式製作而成。

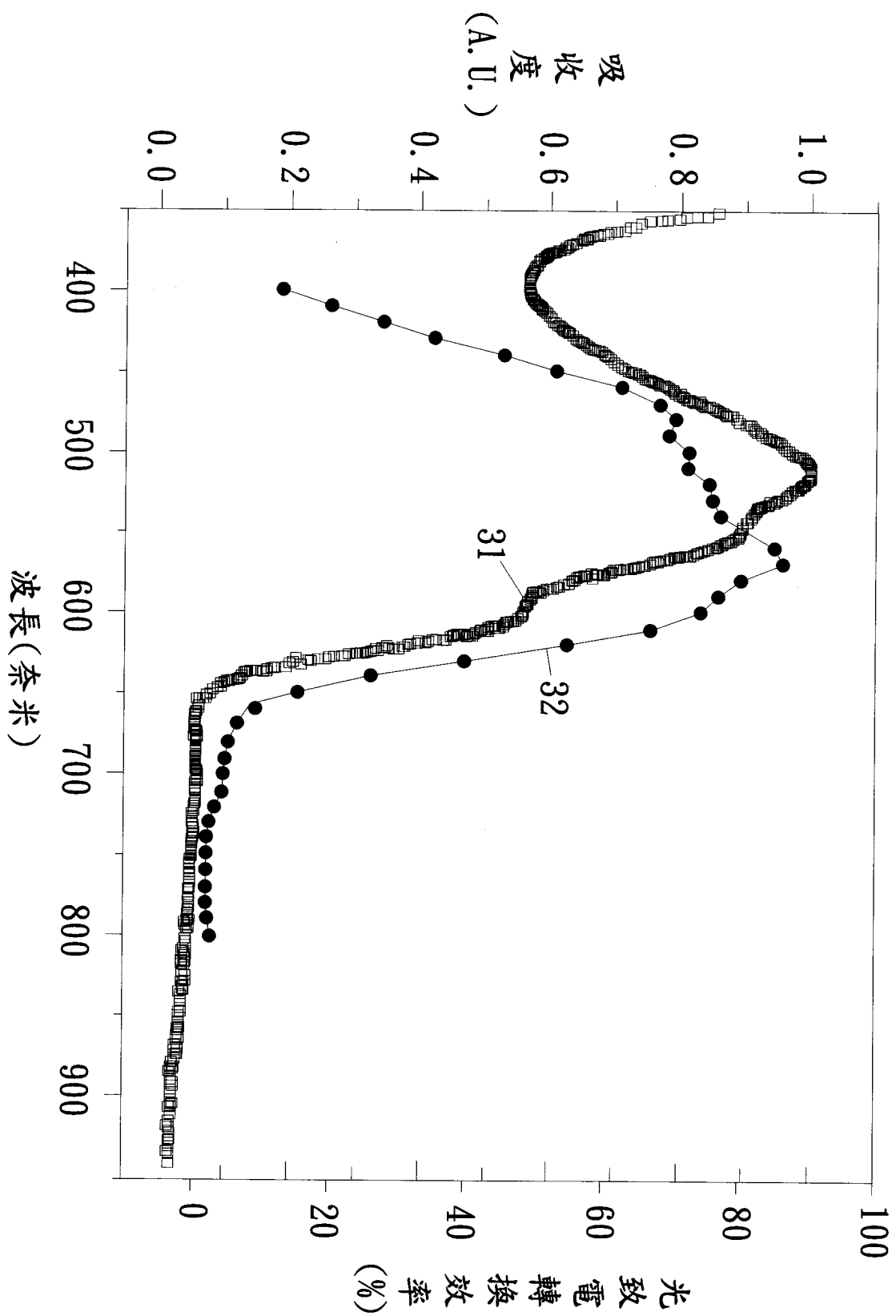
十一、圖式：



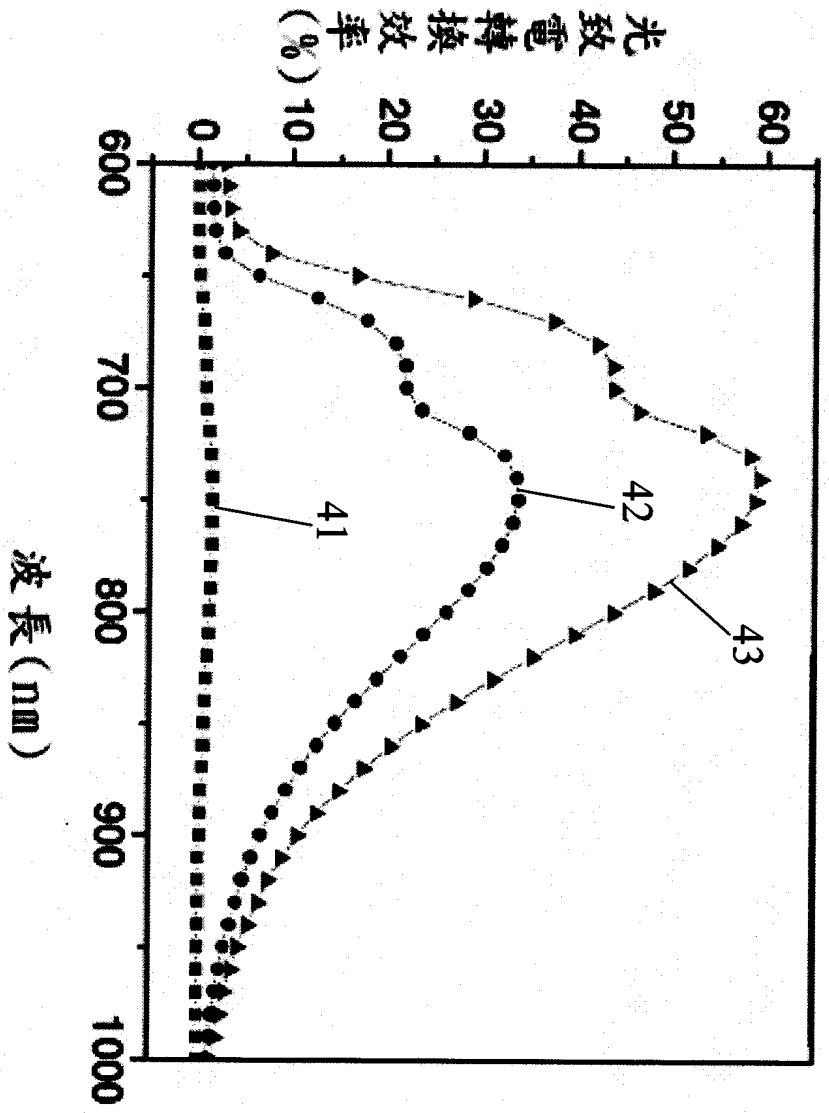
第 1 圖



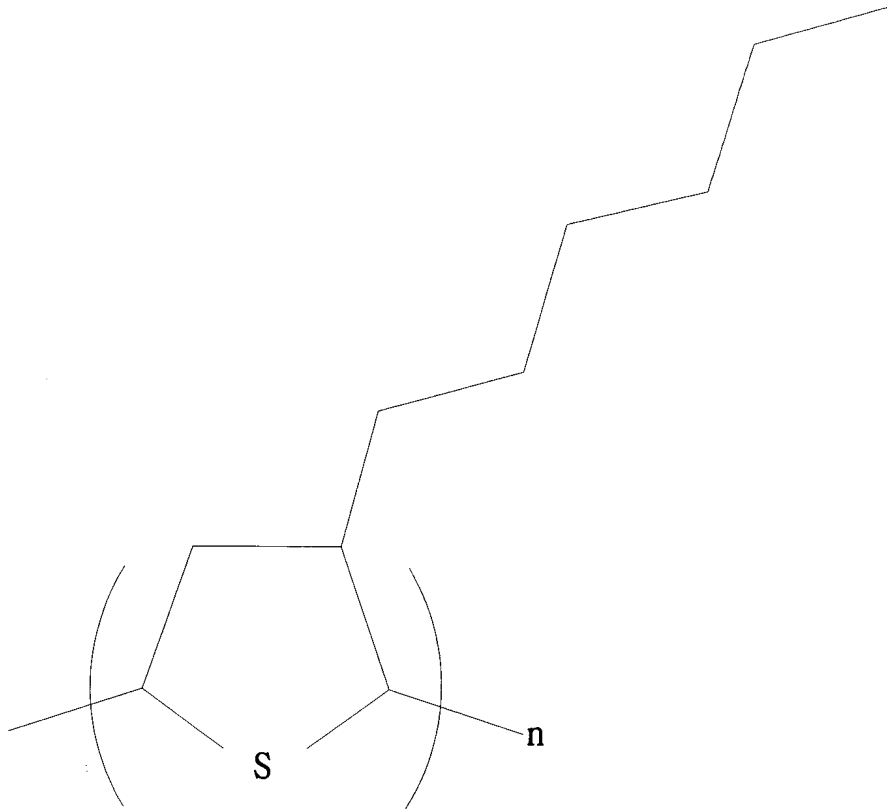
第 2 圖



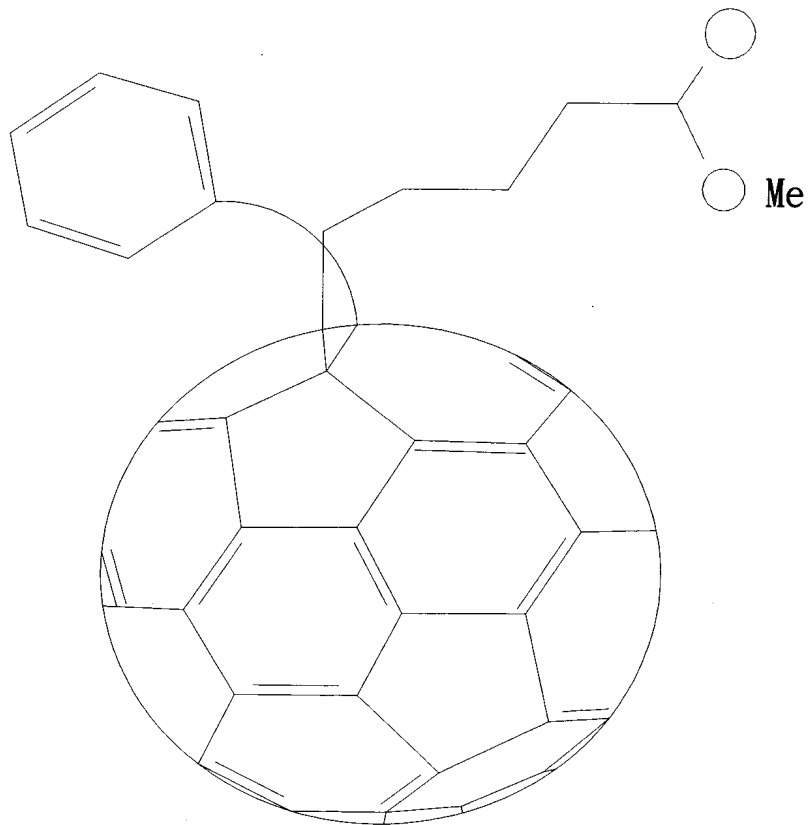
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖