



(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 I726049 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：106103505

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 02 日

(51)Int. Cl. : C09D5/24 (2006.01)

H01L31/0216(2014.01)

H01L31/042 (2014.01)

H01L51/46 (2006.01)

(30)優先權：2016/02/03 日本

2016-018989

(71)申請人：日商日產化學工業股份有限公司 (日本) NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

(JP)

日本

(72)發明人：大島寿郎 OSHIMA, JURO (JP)；吉本卓司 YOSHIMOTO, TAKUJI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201500333A

CN 1887033A

CN 101039899A

CN 101609870A

CN 102597045A

CN 102666501A

JP 2010-123930A

WO 2013/042623A1

審查人員：林君燕

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：0 共 38 頁

(54)名稱

電荷輸送性塗漆

(57)摘要

含有電荷輸送性物質與電子接受性摻雜劑物質與有機溶劑，且電子接受性摻雜劑物質係含有萘二磺酸、萘三磺酸及萘四磺酸所選出的至少 1 種的電荷輸送性塗漆，適合於形成可賦予高光電轉換效率的有機光電轉換元件之電洞捕集層。

I726049

發明摘要

※申請案號：106103505

※申請日：106 年 02 月 02 日

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

電荷輸送性塗漆

【中文】

含有電荷輸送性物質與電子接受性摻雜劑物質與有機溶劑，且電子接受性摻雜劑物質係含有萘二磺酸、萘三磺酸及萘四磺酸所選出的至少 1 種的電荷輸送性塗漆，適合於形成可賦予高光電轉換效率的有機光電轉換元件之電洞捕集層。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

電荷輸送性塗漆

【技術領域】

[0001] 本發明係關於電荷輸送性塗漆。

【先前技術】

[0002] 有機太陽能電池為在活性層或電荷輸送物質中使用了有機物的太陽能電池元件，眾所周知的是由 M.Gratzel 開發的色素增感太陽能電池和由 C.W.Tang 開發的有機薄膜太陽能電池(非專利文獻 1 及 2)。

其均為輕量、薄膜、且能夠撓性化點，能夠以輥對輥生產點等，具有與目前主流的無機系太陽能電池不同的優點，因此，期待新的市場形成。

其中，有機薄膜太陽能電池具有無電解質、無重金屬化合物等優點，而且因為最近由 UCLA 等團隊進行了光電轉換效率(以下簡稱為 PCE)10.6%的報導等理由，而受到大的注目(非專利文獻 3)。

[0003] 另一方面，有機薄膜太陽能電池，與已知的使用矽系材料的光電轉換元件比較，由即使低照度中亦顯示高光電轉換效率、可元件的薄化及像素微細化、可兼具彩色濾光器之性質等之特長，不僅太陽能電池用途，作為

以有機 CMOS 圖像傳感器為首的光線感應器用途亦受到注目(非專利文獻 4)。以下、一般將有機薄膜太陽能電池稱為有機光電轉換元件(以下簡稱 OPV)進行說明。

有機光電轉換元件係具備活性層(光電轉換層)、電荷(電洞、電子)捕集層、及電極(陽極、陰極)等而構成。

此等中，活性層及電荷捕集層一般以真空蒸鍍法形成，但在真空蒸鍍法，在量產製程之複雜性、裝置之高成本化、材料的利用效率等之點有問題。

[0004] 由此等之點，作為電洞捕集層用的塗佈型材料，雖亦有使用 PEDOT/PSS 等般水分散性高分子有機導電材料的場合，但因為水分散液而難以將水分完全除去或控制再吸濕，有易加速元件的劣化之問題。

且 PEDOT/PSS 水分散液，具有固形分易凝集之性質，故有易產生塗佈膜之缺陷、易產生塗佈裝置之堵塞或腐蝕之問題，在耐熱性點上亦不足，且在量產化上尚存在種種之課題。

[先前技術文獻]

[非專利文獻]

[0005]

[非專利文獻 1]Nature, vol.353, 737-740(1991)

[非專利文獻 2]Appl. Phys. Lett., Vol.48, 183-185 (1986)

[非專利文獻 3]Nature Photonics Vol.6, 153-161 (2012)

[非專利文獻 4]Scientific Reports, Vol.5:7708, 1-7 (2015)

【發明內容】**[發明所欲解決之課題]**

[0006] 本發明為有鑑於上述事實而成者，以提供適用於賦予高光電轉換效率的有機光電轉換元件的電洞捕集層的形成的電荷輸送性塗漆為目的。

[用以解決課題之手段]

[0007] 本發明者們為了達成上述目的，努力檢討結果，發現藉由使用含有電荷輸送性物質、與含有萘二磺酸等之萘聚磺酸的電子接受性摻雜劑物質、與有機溶劑的電荷輸送性塗漆所製作的薄膜作為有機光電轉換元件的電洞捕集層，可達成高光電轉換效率而完成本發明。

[0008] 即本發明為提供

1. 以含有電荷輸送性物質與電子接受性摻雜劑物質與有機溶劑，且前述電子接受性摻雜劑物質含有萘二磺酸、萘三磺酸及萘四磺酸所選出的至少 1 種為特徵之電荷輸送性塗漆、

2. 前述電子接受性摻雜劑物質含有萘二磺酸及萘三磺酸所選出的至少 1 種的 1 的電荷輸送性塗漆、

3. 前述電荷輸送性物質為分子量 200~2,000 的電荷輸送性物質的 1 或 2 的電荷輸送性塗漆、

4. 前述電荷輸送性物質為苯胺衍生物及噻吩衍生物所選出的至少 1 種的 1~3 之任一的電荷輸送性塗漆、

5. 為有機光電轉換元件的電洞捕集層形成用的 1~4

中任一的電荷輸送性塗漆、

6. 有機光電轉換元件為有機薄膜太陽能電池或光線感應器的 5 的電荷輸送性塗漆、

7. 由 1~6 中任一的電荷輸送性塗漆所製作之電荷輸送性薄膜、

8. 由 5 的電荷輸送性塗漆所製作之電洞捕集層、

9. 具有 8 的電洞捕集層與設置為與其接觸的活性層的有機光電轉換元件、

10. 前述活性層含有富勒烯衍生物的 9 的有機光電轉換元件、

11. 前述活性層含有主鏈含噻吩骨架之聚合物的 9 的有機光電轉換元件、

12. 前述活性層含有富勒烯衍生物及主鏈含噻吩骨架之聚合物的 9 的有機光電轉換元件、

13. 有機薄膜太陽能電池的 9~12 中任一的有機光電轉換元件、

14. 光線感應器的 9~12 中任一的有機光電轉換元件。

[發明之效果]

[0009] 藉由使用由本發明之電荷輸送性塗漆所製作的薄膜作為有機光電轉換元件的電洞捕集層，可得到高光電轉換效率的有機光電轉換元件。

又，本發明之電荷輸送性塗漆因為係均勻有機溶液，

故高度適合於量產製程，且使具有凹凸的下層的陽極平坦化同時顯示高均勻成膜性，故可實現元件的高良率，此外可抑制漏電，且抑制逆偏差暗電流為低值。

又本發明之有機光電轉換元件，對可見光、近紫外光、近紅外光，不依賴照射光強度而顯示高轉換效率且顯示高耐久性。

藉由此等之性質，本發明之有機光電轉換元件，可用作為太陽光發電、室內光發電等用途的有機薄膜太陽能電池，且亦可適用在包含圖像傳感器的光線感應器用途。

進一步，本發明之電荷輸送性塗漆所製作之電洞捕集層，因顯示高耐熱性，故可耐受成膜後的種種之高溫製程。

[實施發明之最佳形態]

[0010] 以下、將本發明進一步詳細說明。

本發明之電荷輸送性塗漆含有電荷輸送性物質與電子接受性摻雜劑物質與有機溶劑，而電子接受性摻雜劑物質含有萘二磺酸、萘三磺酸及萘四磺酸所選出的至少 1 種的萘聚磺酸。

本發明中，電荷輸送性物質的分子量雖不特別限定，考量導電性之點，以 200～2,000 為佳、下限較佳為 300 以上、更較佳為 400 以上，考量提升對溶劑之溶解性點，上限較佳為 1,500 以下、更較佳為 1,000 以下。

[0011] 電荷輸送性物質，由習知電荷輸送性物質適

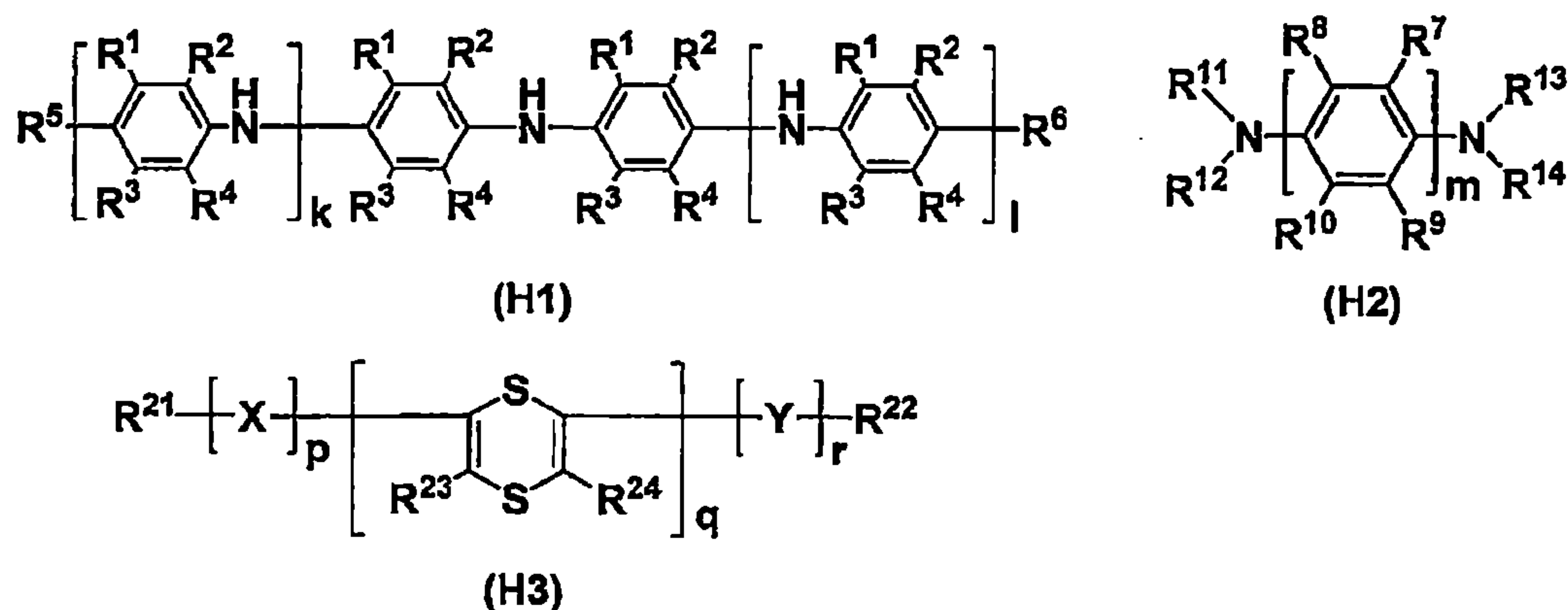
宜選擇使用即可，但以苯胺衍生物、噻吩衍生物為佳、尤以苯胺衍生物為佳。

此等苯胺衍生物及噻吩衍生物之具體例子，可舉例如國際公開第 2005/043962 號、國際公開第 2013/042623 號、國際公開第 2014/141998 號等所揭示者。

[0012] 更具體上，可舉例如下述式(H1)~(H3)所表示者。

[0013]

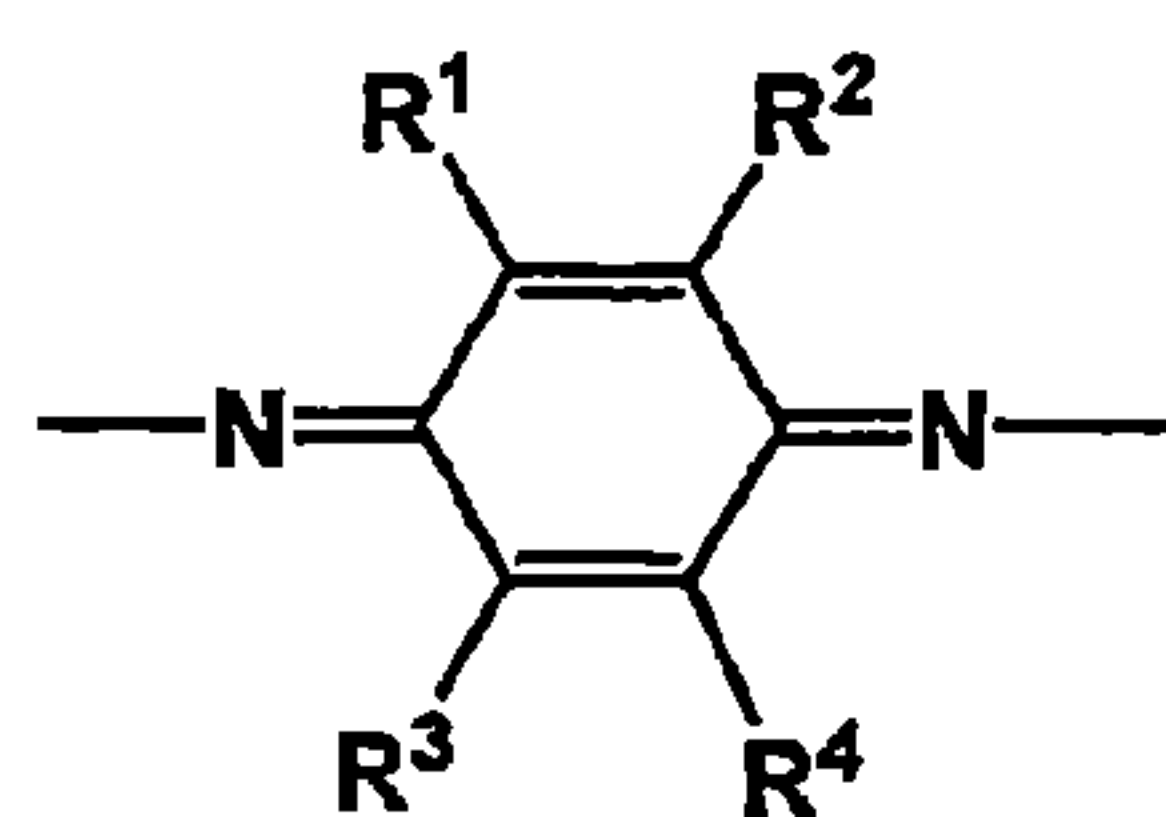
【化1】



[0014] 又，式(H1)所表示之苯胺衍生物可為其分子內具有下述式所示之醌二亞胺構造的氧化型苯胺衍生物(醌二亞胺衍生物)。使苯胺衍生物氧化而作成醌二亞胺衍生物之方法方面，可舉例如國際公開第 2008/010474 號、國際公開第 2014/119782 號記載之方法等。

[0015]

【化2】

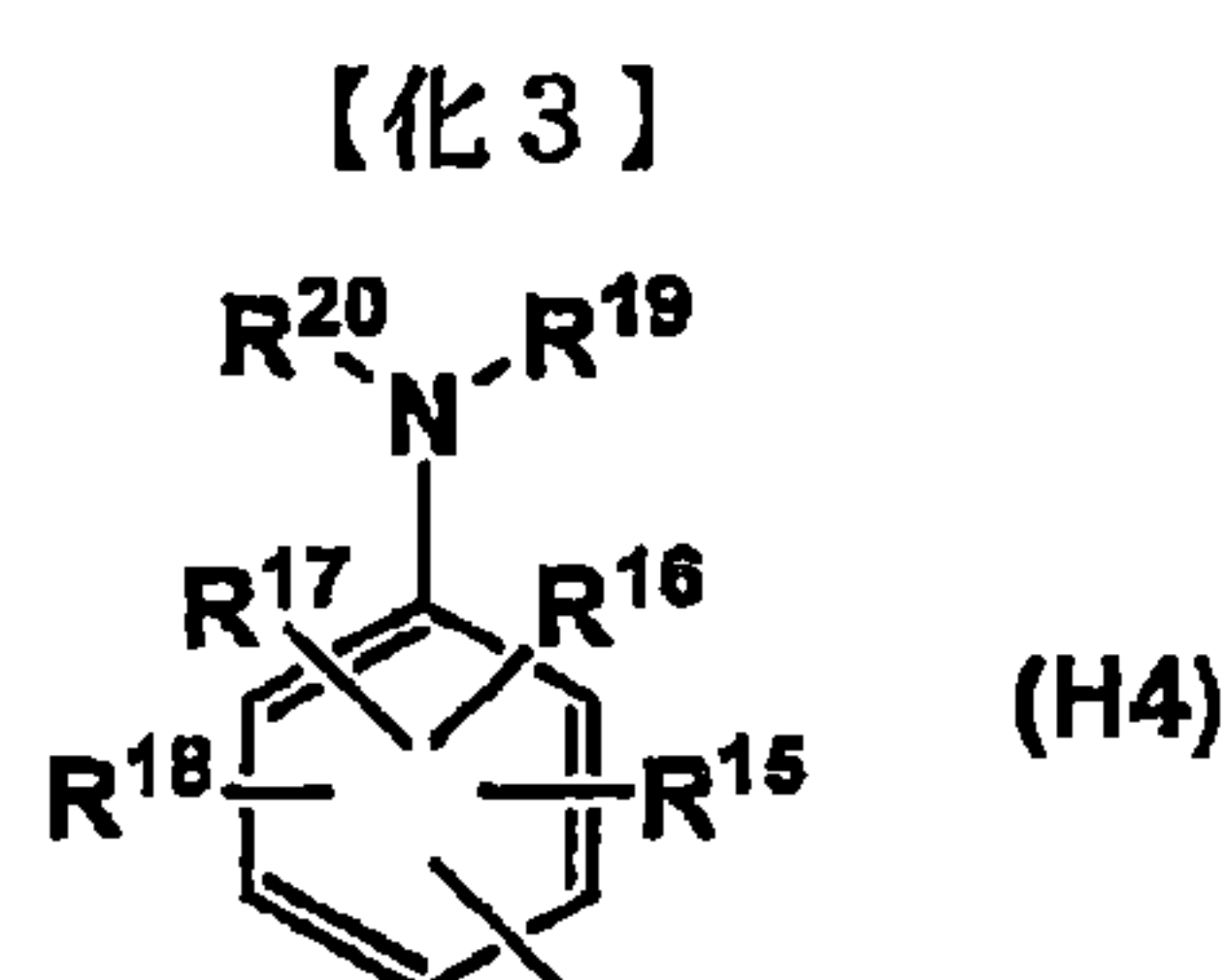


[0016] 式(H1)中， $R^1 \sim R^6$ 各自獨立，為氫原子、鹵素原子、硝基、氰基、胺基、可被 Z^1 取代的碳數 1~20 的烷基、碳數 2~20 的烯基或者碳數 2~20 的炔基、可被 Z^2 取代的碳數 6~20 的芳基或者碳數 2~20 的雜芳基、 $-NHY^1$ 、 $-NY^2Y^3$ 、 $-OY^4$ 、或 $-SY^5$ 基， $Y^1 \sim Y^5$ 各自獨立，為可被 Z^1 取代的碳數 1~20 的烷基、碳數 2~20 的烯基或者碳數 2~20 的炔基、或可被 Z^2 取代的碳數 6~20 的芳基或者碳數 2~20 的雜芳基， Z^1 為鹵素原子、硝基、氰基、胺基、或可被 Z^3 取代的碳數 6~20 的芳基或者碳數 2~20 的雜芳基， Z^2 為鹵素原子、硝基、氰基、胺基、或可被 Z^3 取代的碳數 1~20 的烷基、碳數 2~20 的烯基或者碳數 2~20 的炔基， Z^3 為鹵素原子、硝基、氰基、或胺基， k 及 l 各自獨立為 1~5 的整數。

[0017] 式(H2)中， $R^7 \sim R^{10}$ 各自獨立，為氫原子、鹵素原子、硝基、氰基、羥基、硫醇基、磷酸基、磺酸基、羧基、可被 Z^1 取代的碳數 1~20 的烷氧基、碳數 1~20 的硫代烷氧基、碳數 1~20 的烷基、碳數 2~20 的烯基或者碳數 2~20 的炔基、可被 Z^2 取代的碳數 6~20 的芳基或者碳數 7~20 的芳烷基、或碳數 1~20 的鹽基， $R^{11} \sim R^{14}$ 各自獨立，為氫原子、苯基、萘基、吡啶基、嘧啶

基、噻嗪基、吡嗪基、呋喃基、吡咯基、吡啶基、咪唑基、噻吩基(此等之基可被鹵素原子、硝基、氰基、羥基、硫醇基、磷酸基、磺酸基、羧基、碳數 1~20 的烷氧基、碳數 1~20 的硫代烷氧基、碳數 1~20 的烷基、碳數 1~20 的鹵烷基、碳數 2~20 的烯基、碳數 2~20 的炔基、碳數 6~20 的芳基、碳數 7~20 的芳烷基或碳數 1~20 的醯基取代。)、或式(H4)所表示之基(但， $R^{11} \sim R^{14}$ 之至少 1 個為氫原子。)， m 為 2~5 的整數。 Z^1 及 Z^2 與上述同義。

[0018]



[0019] 式(H4)中， $R^{15} \sim R^{18}$ 各自獨立，為氫原子、鹵素原子、硝基、氰基、羥基、硫醇基、磷酸基、磺酸基、羧基、可被 Z^1 取代的碳數 1~20 的烷氧基、碳數 1~20 的硫代烷氧基、碳數 1~20 的烷基、碳數 2~20 的烯基或者碳數 2~20 的炔基、可被 Z^2 取代的碳數 6~20 的芳基或者碳數 7~20 的芳烷基、或碳數 1~20 的醯基， R^{19} 及 R^{20} 各自獨立，為苯基、萘基、蔥基、吡啶基、嘧啶基、噻嗪基、吡嗪基、呋喃基、吡咯基、吡啶基、咪唑基、噻吩基(此等之基可相互鍵結形成環，又，可被鹵素原子、

硝基、氰基、羥基、硫醇基、磷酸基、磺酸基、羧基、碳數 1~20 的烷氧基、碳數 1~20 的硫代烷氧基、碳數 1~20 的烷基、碳數 1~20 的鹵烷基、碳數 2~20 的烯基、碳數 2~20 的炔基、碳數 6~20 的芳基、碳數 7~20 的芳烷基、或碳數 1~20 的醯基取代。)。 Z^1 及 Z^2 與上述同義。

[0020] 式(H3)中， $R^{21} \sim R^{24}$ 各自獨立，為氫原子、鹵素原子、羥基、胺基、矽烷醇基、硫醇基、羧基、磺酸基、磷酸基、磷酸酯基、酯基、硫代酯基、醯胺基、硝基、可被 Z^1 取代的碳數 1~20 的烷基、碳數 2~20 的烯基或者碳數 2~20 的炔基、可被 Z^2 取代的碳數 6~20 的芳基或者碳數 7~20 的芳烷基、碳數 1~20 的醯基、磺酸基、 $-NHY^1$ 、 $-NY^2Y^3$ 、 $-OY^4$ 、 $-SY^5$ 或 $-SiY^6Y^7Y^8$ ， $Y^1 \sim Y^8$ 各自獨立，為可被 Z^1 取代的碳數 1~20 的烷基、碳數 2~20 的烯基或者碳數 2~20 的炔基、或可被 Z^2 取代的碳數 6~20 的芳基或者碳數 2~20 的雜芳基，X 及 Y 各自獨立，為可被 Z^2 取代的噻吩環，二噻英環所含之 2 個硫原子各自獨立，可為 SO 基或 SO_2 基。p、q 及 r 各自獨立，為 0 或 1 以上之整數且符合 $p+q+r \leq 20$ 的數。 Z^1 及 Z^2 與上述同義。

[0021] 上述各式中，鹵素原子，可舉例如氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等。

作為碳數 1~20 的烷基，可為直鏈狀、分支鏈狀、環狀的任一，可舉例如甲基、乙基、n-丙基、異丙基、n-丁

基、異丁基、s-丁基、t-丁基、n-戊基、n-己基、n-庚基、n-辛基、n-壬基、n-癸基等之碳數 1~20 之直鏈或分支鏈狀烷基；環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基、環辛基、環壬基、環癸基、雙環丁基、雙環戊基、雙環己基、雙環庚基、雙環辛基、雙環壬基、雙環癸基等之碳數 3~20 的環狀烷基等。

[0022] 碳數 2~20 的烯基的具體例子，可舉例如乙烯基、n-1-丙烯基、n-2-丙烯基、1-甲基乙烯基、n-1-丁烯基、n-2-丁烯基、n-3-丁烯基、2-甲基-1-丙烯基、2-甲基-2-丙烯基、1-乙基乙烯基、1-甲基-1-丙烯基、1-甲基-2-丙烯基、n-1-戊烯基、n-1-癸烯基、n-1-二十烯基等。

[0023] 碳數 2~20 的炔基的具體例子，可舉例如乙炔基、n-1-丙炔基、n-2-丙炔基、n-1-丁炔基、n-2-丁炔基、n-3-丁炔基、1-甲基-2-丙炔基、n-1-戊炔基、n-2-戊炔基、n-3-戊炔基、n-4-戊炔基、1-甲基-n-丁炔基、2-甲基-n-丁炔基、3-甲基-n-丁炔基、1,1-二甲基-n-丙炔基、n-1-己炔基、n-1-癸炔基、n-1-十五炔基、n-1-二十炔基等。

[0024] 碳數 6~20 的芳基的具體例子，可舉例如苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒽基、2-蒽基、9-蒽基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基等。

[0025] 碳數 7~20 的芳烷基的具體例子，可舉例如苄基、苯基乙基、苯基丙基、萘基甲基、萘基乙基、萘基丙基等。

[0026] 碳數 2~20 的雜芳基的具體例子，可舉例如

2-噻吩基、3-噻吩基、2-呋喃基、3-呋喃基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、3-異噁唑基、4-異噁唑基、5-異噁唑基、2-噻唑基、4-噻唑基、5-噻唑基、3-異噻唑基、4-異噻唑基、5-異噻唑基、2-咪唑基、4-咪唑基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基等。

[0027] 碳數 1~20 的鹵烷基，可舉例如上述碳數 1~20 的烷基的氫原子的至少 1 個被鹵素原子取代者，但其中，以氟烷基為佳、全氟烷基更佳。

其具體例子，可舉例如氟甲基、二氟甲基、三氟甲基、五氟乙基、2,2,2-三氟乙基、七氟丙基、2,2,3,3,3-五氟丙基、2,2,3,3-四氟丙基、2,2,2-三氟-1-(三氟甲基)乙基、九氟丁基、4,4,4-三氟丁基、十一氟戊基、2,2,3,3,4,4,5,5,5-九氟戊基、2,2,3,3,4,4,5,5-八氟戊基、十三氟己基、2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-十一氟己基、2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-十氟己基、3,3,4,4,5,5,6,6,6-九氟己基等。

[0028] 碳數 1~20 的烷氧基的具體例子，可舉例如甲氧基、乙氧基、n-丙氧基、i-丙氧基、c-丙氧基、n-丁氧基、i-丁氧基、s-丁氧基、t-丁氧基、n-戊氧基、n-己氧基、n-庚基氧基、n-辛基氧基、n-壬基氧基、n-癸基氧基、n-十一基氧基、n-十二基氧基、n-十三基氧基、n-十四基氧基、n-十五基氧基、n-十六基氧基、n-十七基氧基、n-十八基氧基、n-十九基氧基、n-二十基氧基等。

[0029] 碳數 1~20 的硫代烷氧基(烷硫)基的具體例子，可舉例如甲硫基、乙基硫基、n-丙基硫基、異丙基硫

基、n-丁基硫基、異丁基硫基、s-丁基硫基、t-丁基硫基、n-戊基硫基、n-己基硫基、n-庚基硫基、n-辛基硫基、n-壬基硫基、n-癸基硫基、n-十一基硫基、n-十二基硫基、n-十三基硫基、n-十四基硫基、n-十五基硫基、n-十六基硫基、n-十七基硫基、n-十八基硫基、n-十九基硫基、n-二十基硫基等。

[0030] 碳數 1~20 的醯基的具體例子，可舉例如甲醯基、乙醯基、丙醯基、丁醯基、異丁醯基、戊醯基、異戊醯基、苯甲醯基等。

[0031] 式(H1)中， $R^1 \sim R^6$ 以氫原子、鹵素原子、可被 Z^1 取代的碳數 1~20 的烷基、可被 Z^2 取代的碳數 6~20 的芳基、 $-NHY^1$ 、 $-NY^2Y^3$ 、 $-OY^4$ 、或 $-SY^5$ 為佳，該場合中， $Y^1 \sim Y^5$ 以可被 Z^1 取代的碳數 1~10 的烷基或可被 Z^2 取代的碳數 6~10 的芳基為佳、可被 Z^1 取代的碳數 1~6 的烷基或可被 Z^2 取代的苯基更佳、碳數 1~6 的烷基或苯基再佳。

尤其 $R^1 \sim R^6$ 以氫原子、氟原子、甲基、苯基或二苯基胺基(Y^2 及 Y^3 為苯基的 $-NY^2Y^3$)更佳、 $R^1 \sim R^4$ 為氫原子且 R^5 及 R^6 同時為氫原子或二苯基胺基再佳。

[0032] 特別是， $R^1 \sim R^6$ 及 $Y^1 \sim Y^5$ 中， Z^1 以鹵素原子或可被 Z^3 取代的碳數 6~10 的芳基為佳、氟原子或苯基更佳、不存在(即無取代的基)又更佳，又， Z^2 以鹵素原子或可被 Z^3 取代的碳數 1~10 的烷基為佳、氟原子或碳數 1~6 的烷基更佳、不存在(即無取代的基)又更佳。

又， Z^3 以鹵素原子為佳、氟原子更佳、不存在(即無取代的基)又更佳。

k 及 l ，由提高式(H1)所表示之苯胺衍生物的溶解性觀點，較佳為 $k+l \leq 8$ 、更較佳為 $k+l \leq 5$ 。

[0033] 式(H2)中， $R^7 \sim R^{10}$ 以氫原子、鹵素原子、碳數 1~4 的烷基、碳數 1~4 的全氟烷基、碳數 1~4 的烷氧基為佳、氫原子更佳。

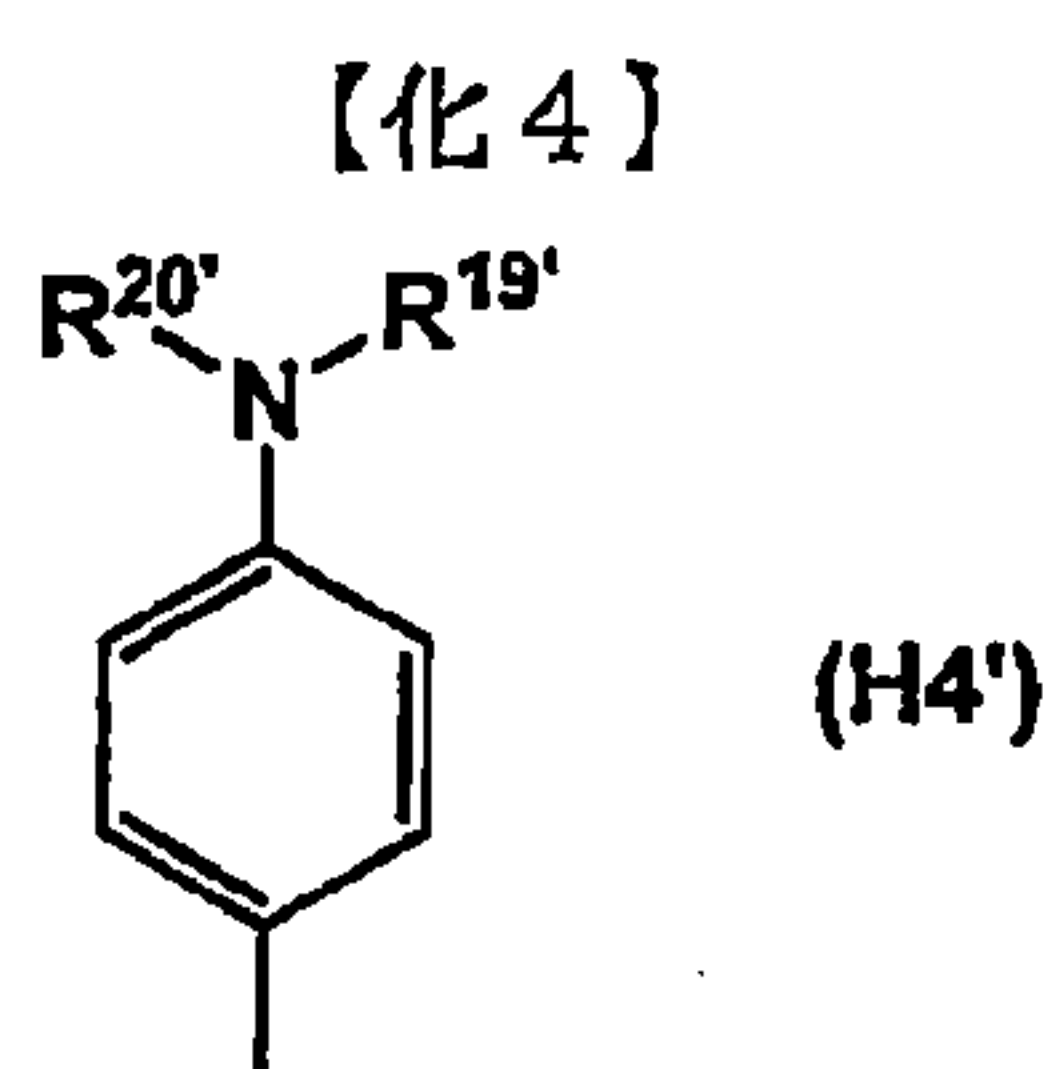
又，考量提高式(H2)所表示之苯胺衍生物的對溶劑之溶解性，同時提高得到的薄膜之均勻性，以 R^{11} 及 R^{13} 皆為氫原子為佳。

尤其以 R^{11} 及 R^{13} 皆為氫原子，且 R^{12} 及 R^{14} 各自獨立，為苯基(該苯基可被鹵素原子、硝基、氰基、羥基、硫醇基、磷酸基、磺酸基、羧基、碳數 1~20 的烷氧基、碳數 1~20 的硫代烷氧基、碳數 1~20 的烷基、碳數 1~20 的鹵烷基、碳數 2~20 的烯基、碳數 2~20 的炔基、碳數 6~20 的芳基、碳數 7~20 的芳烷基、或碳數 1~20 的醯基取代。)、或上述式(H4)所表示之基為佳， R^{11} 及 R^{13} 皆為氫原子，且 R^{12} 及 R^{14} 各自獨立為苯基、或 $R^{19'}$ 及 $R^{20'}$ 皆為苯基的下述式(H4')所表示之基較佳、 R^{11} 及 R^{13} 皆為氫原子且 R^{12} 及 R^{14} 皆為苯基再佳。

又， m 方面，考量化合物的取得容易性、製造的容易性、成本面等，以 2~4 為佳，考量使對溶劑的溶解性提高，以 2 或 3 更佳，考量化合物的取得容易性、製造的容易性、製造成本、對溶劑的溶解性、得到的薄膜之透明性

等之平衡，以 2 為最佳。

[0034]



[0035] 式(H3)中， $R^{21} \sim R^{24}$ 以氫原子、氟原子、磺酸基、碳數 1~8 的烷基、 $-OY^4$ 基、 $-SiY^6Y^7Y^8$ 基為佳、氫原子更佳。

又， p 、 q 及 r 由使該化合物的溶解性提高觀點，以各自為 1 以上、且 $p+q+r \leq 20$ 為佳、各自為 1 以上、且 $p+q+r \leq 10$ 更佳。進一步，由表現高電荷輸送性觀點，以各自為 1 以上、且 $5 \leq p+q+r$ 為佳、 q 為 1、 p 及 r 各自為 1 以上、且 $5 \leq p+q+r$ 更佳。

[0036] 式(H1)~(H3)所表示之苯胺衍生物或噻吩衍生物，可使用市售品，亦可使用以上述各公報所記載的方法等之習知方法所製造者，但任一場合皆以使用在調製電荷輸送性塗漆前，以再結晶或蒸餾法等精製者為佳。藉由使用精製者，可使具備由該塗漆得到的薄膜之有機光電轉換元件的特性更提高。以再結晶精製時，溶劑可使用例如 1,4-二噁烷、四氫呋喃等。

[0037] 本發明之電荷輸送性塗漆中，式(H1)~(H3)所表示之電荷輸送性物質方面，可單獨使用由式(H1)~(H3)

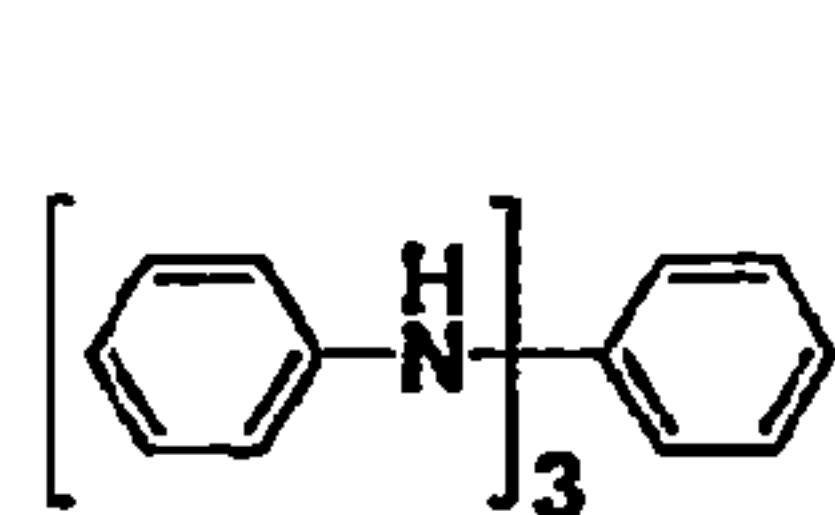
所表示之化合物所選出的 1 種化合物(即、分子量分布的分散度為 1)，亦可組合 2 種以上之化合物使用。

尤其由提高電洞捕集層的透明性觀點，以使用式(H2)所表示之苯胺衍生物為佳、其中以使用上述 m 為 2 之聯苯胺衍生物更佳、使用下述式(g)所表示之二苯基聯苯胺再佳。

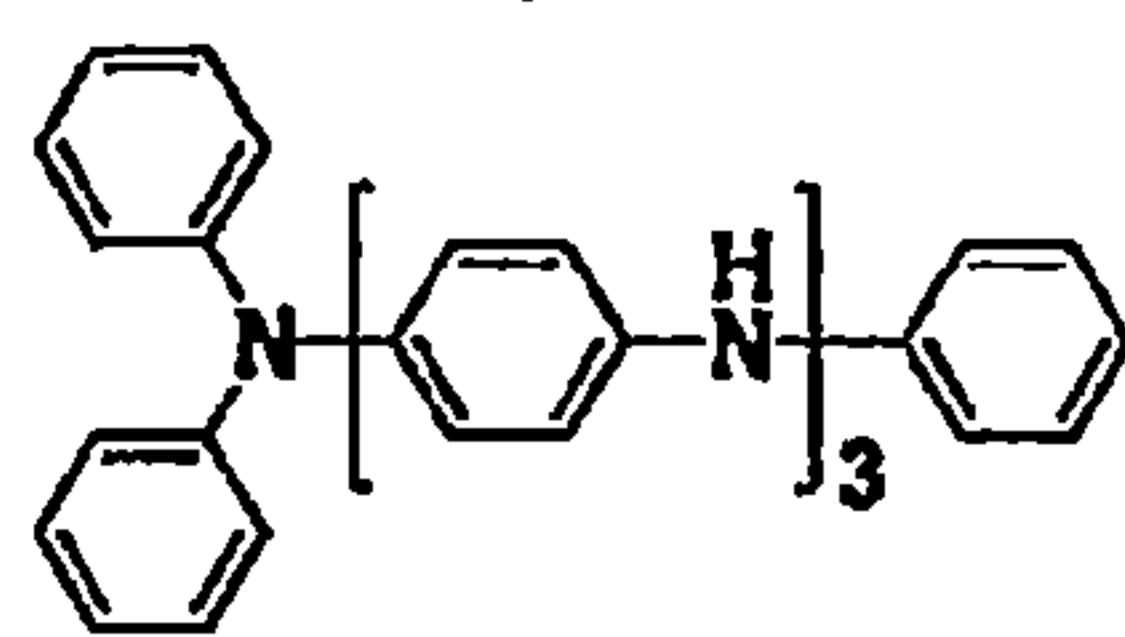
[0038] 在本發明較宜使用的電荷輸送性物質的具體例子，可舉例如下述者，但不限於此等。

[0039]

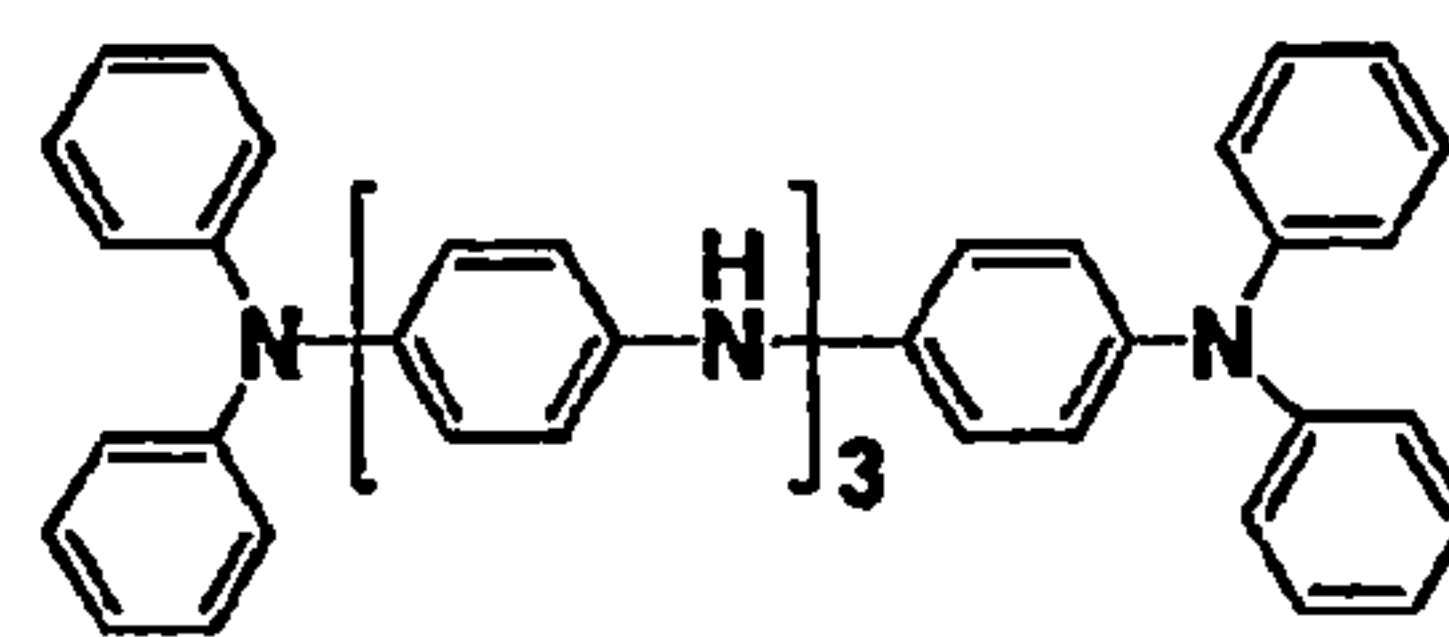
【化5】



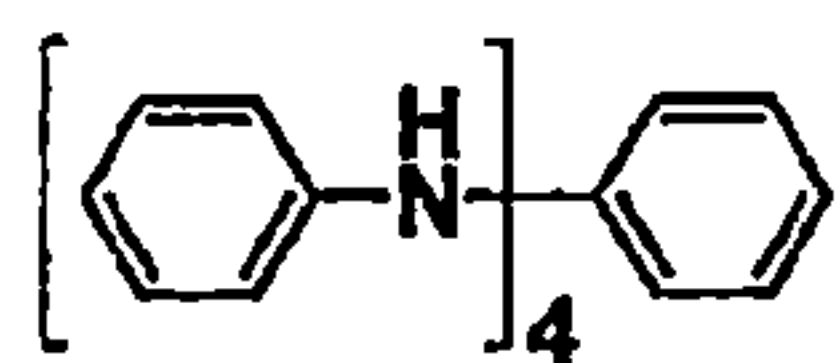
(a)



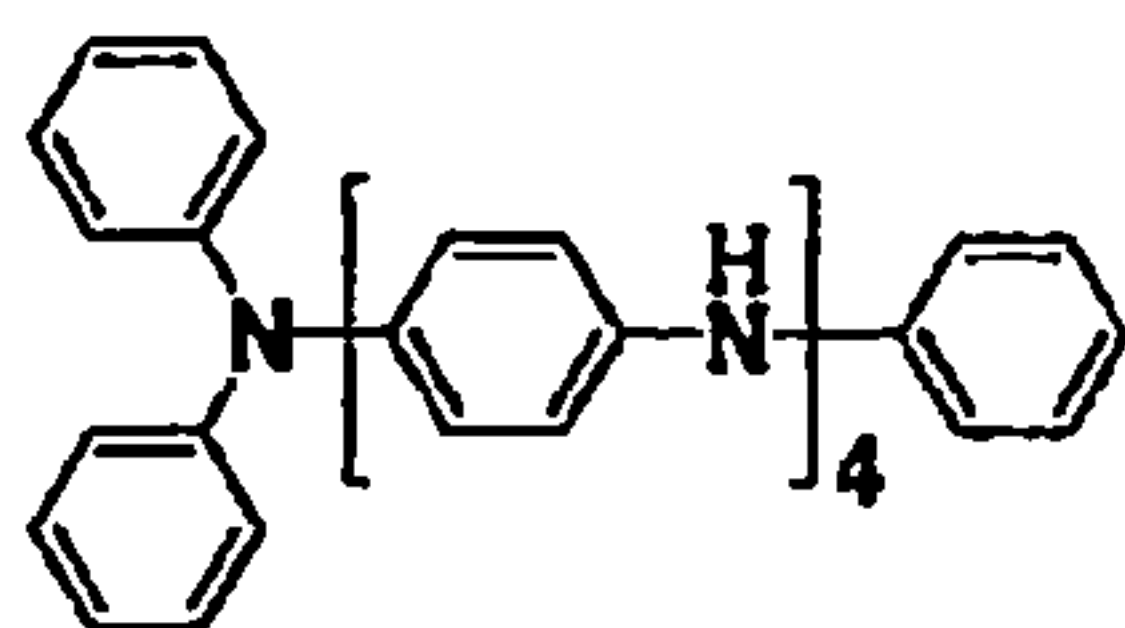
(b)



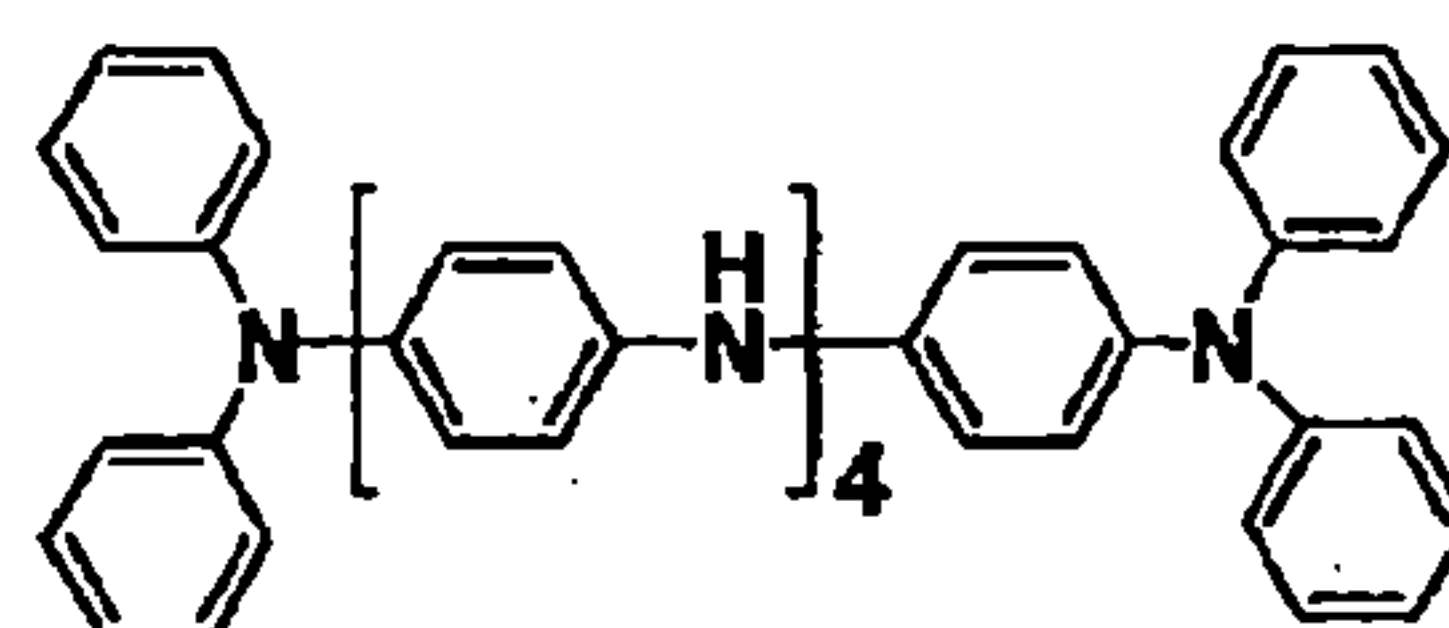
(c)



(d)



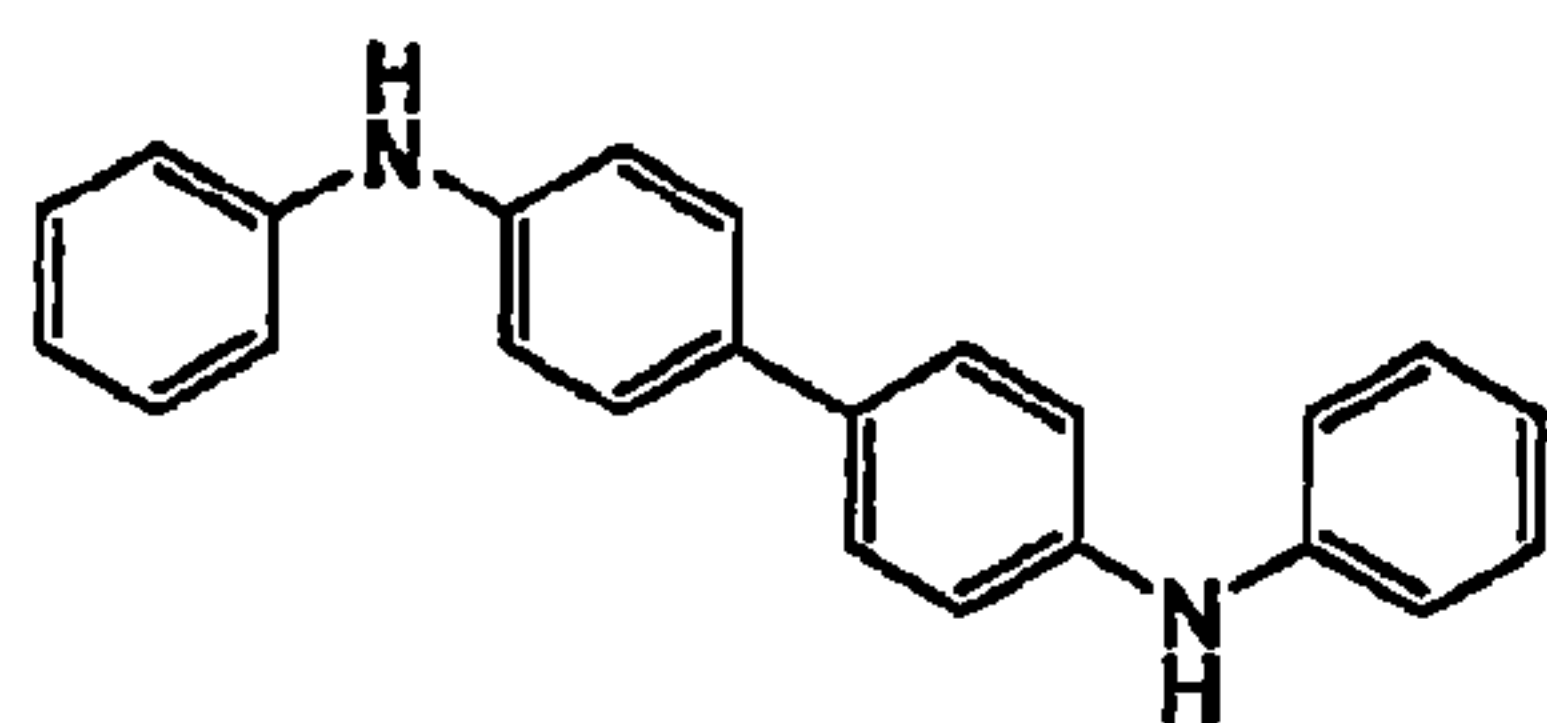
(e)



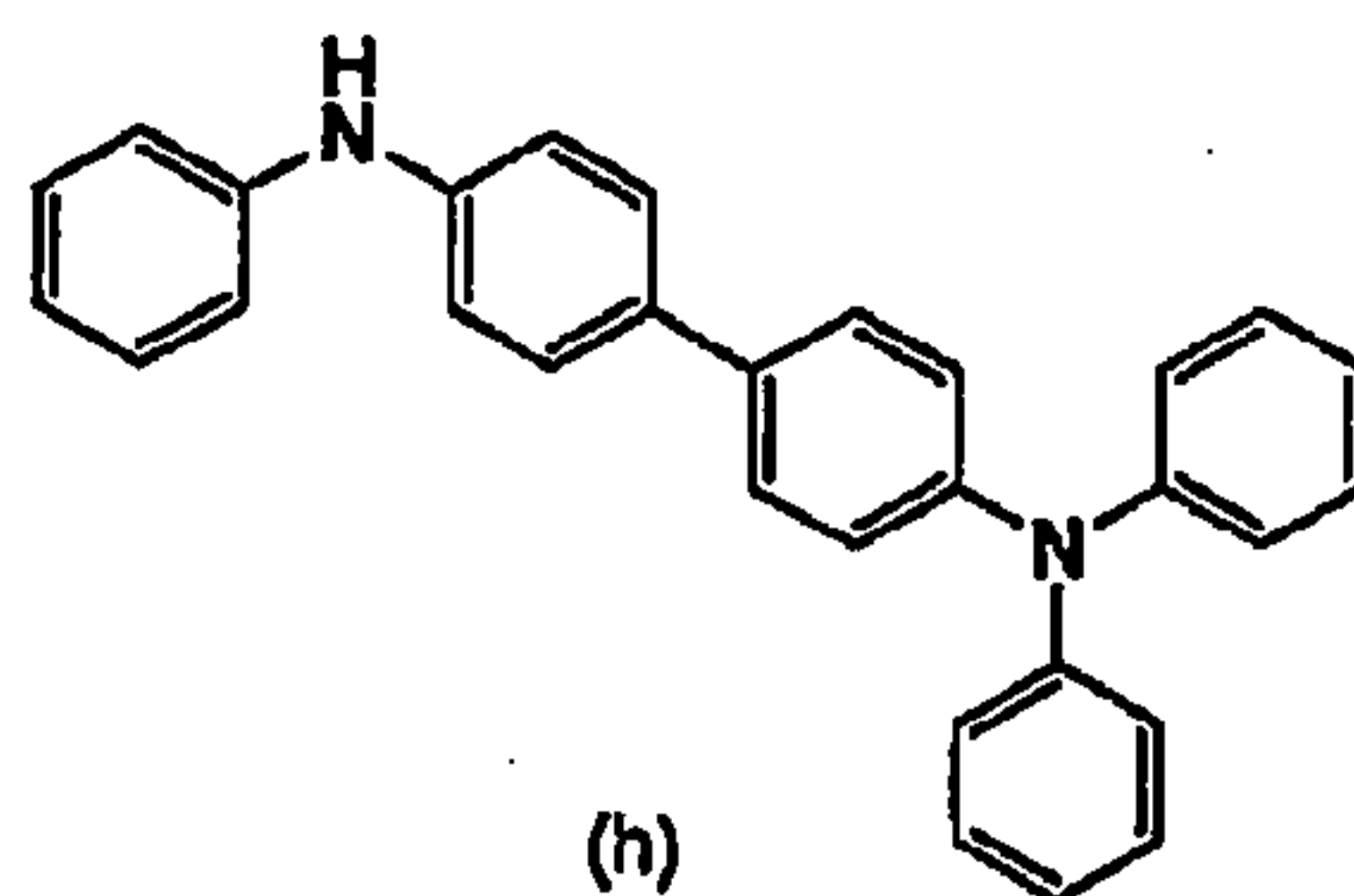
(f)

[0040]

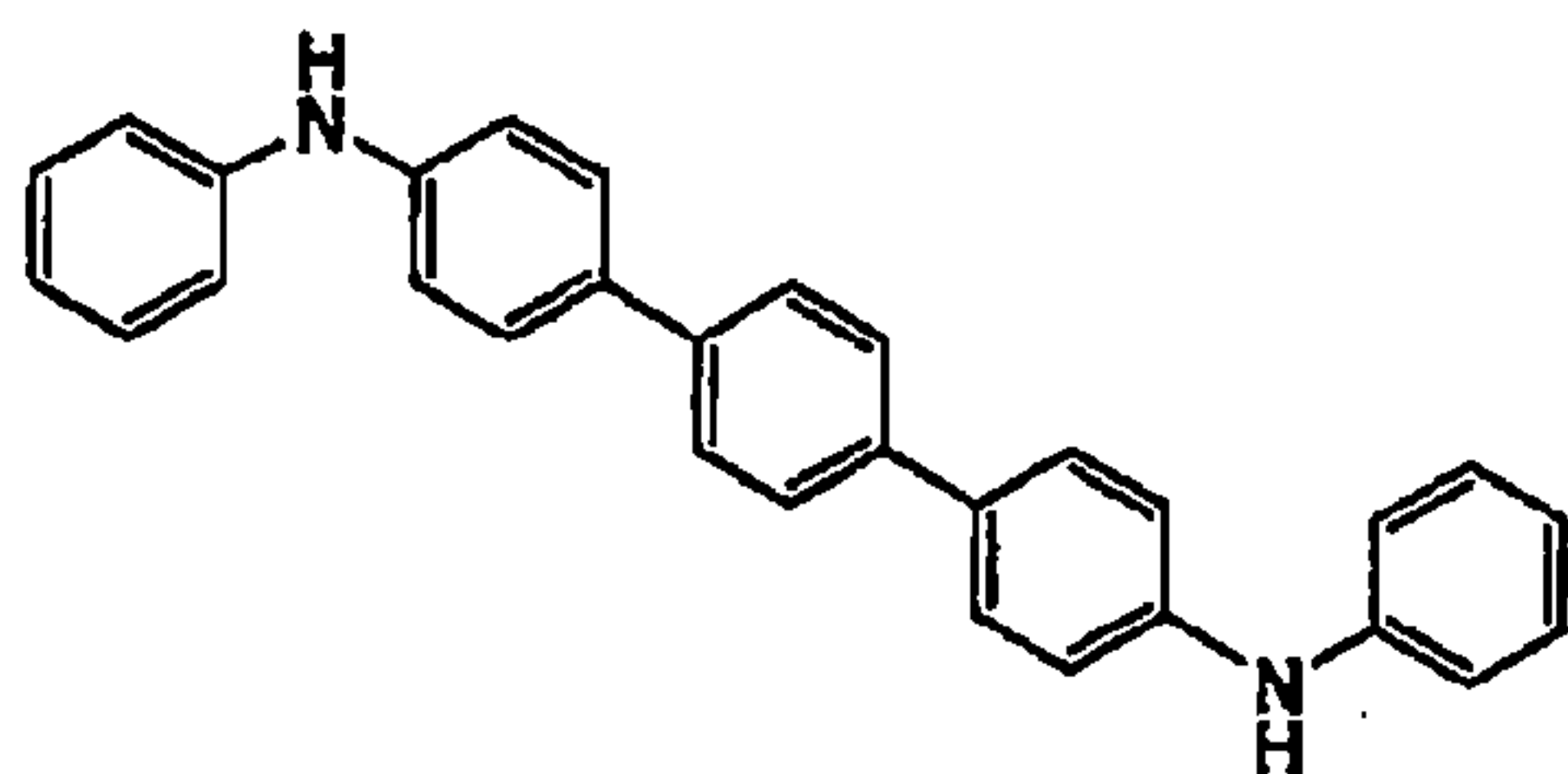
【化 6】



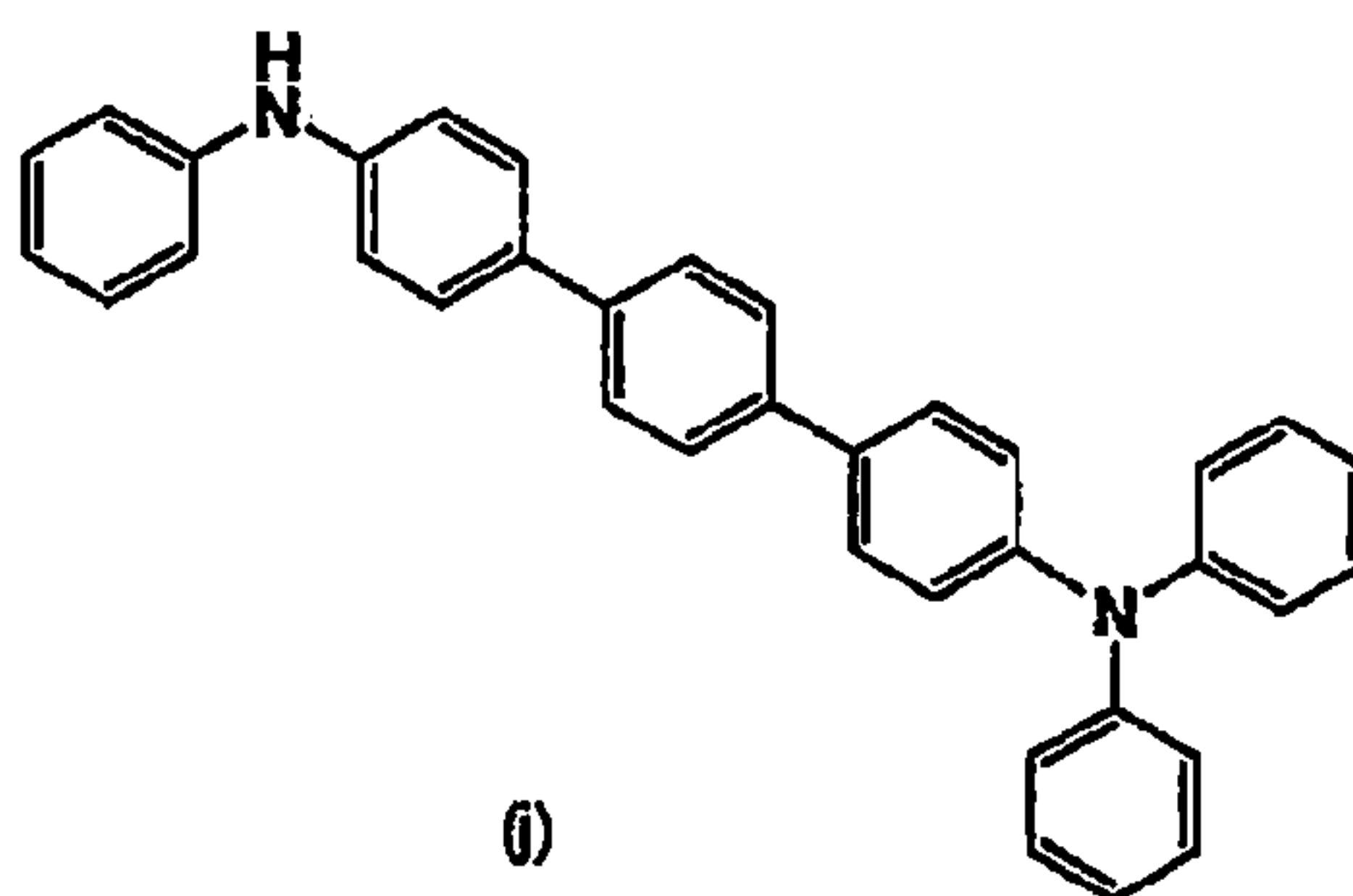
(g)



(h)



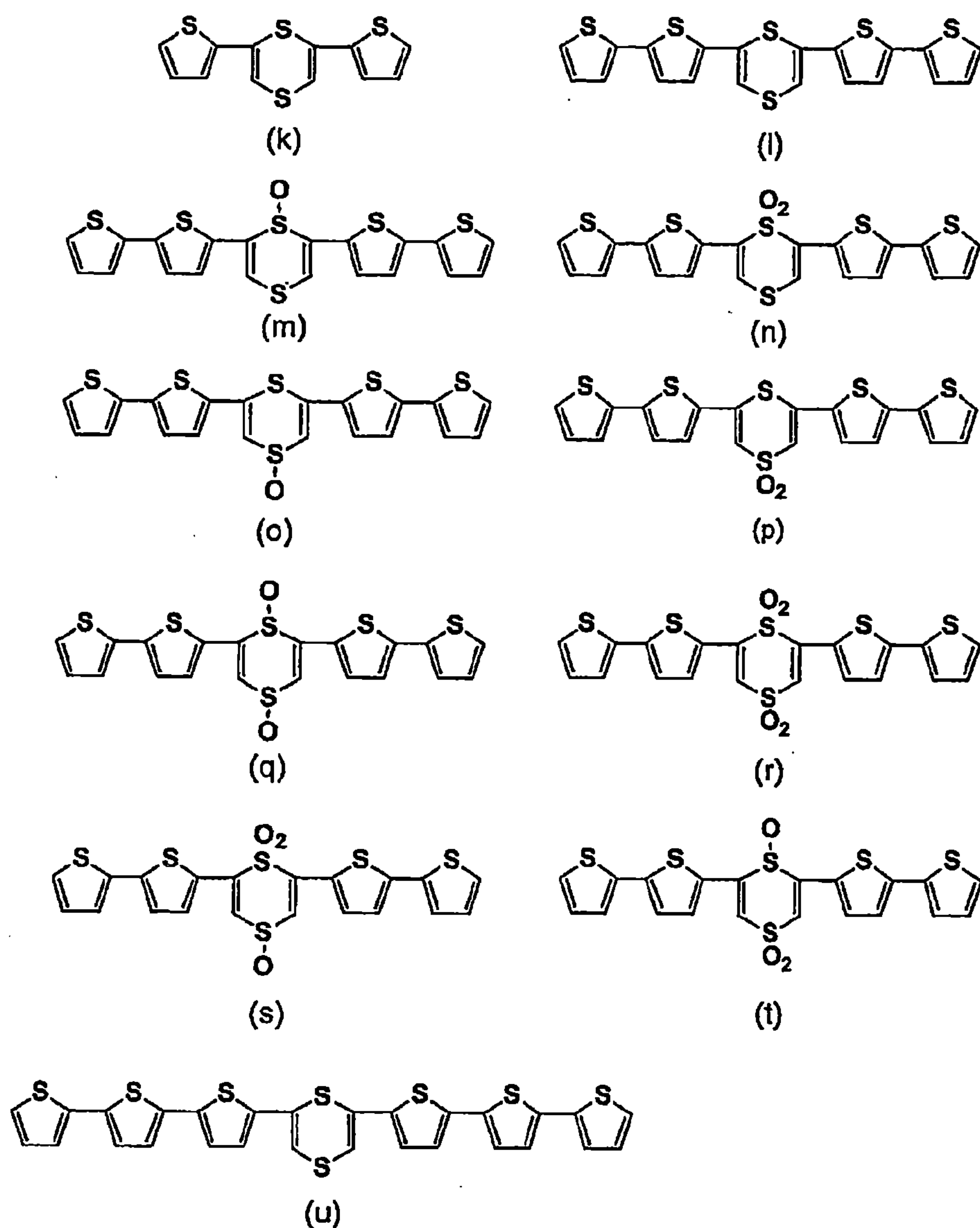
(i)



(j)

[0041]

【化7】



[0042] 本發明之電荷輸送性塗漆，除上述電荷輸送性物質外，含有含由萘二磺酸、萘三磺酸及萘四磺酸所選出的至少 1 種的萘聚磺酸之電子接受性摻雜劑物質。

萘聚磺酸的具體例子，可舉例如 1,5-萘二磺酸、2,7-萘二磺酸等之萘二磺酸、1,3,5-萘三磺酸、1,3,6-萘三磺酸等之萘三磺酸、1,4,5,7-萘四磺酸等之萘四磺酸等，其中，以萘二磺酸、萘三磺酸為佳。

[0043] 又，上述聚羧酸外，因應得到的薄膜之用途，以使得到的有機光電轉換元件的光電轉換效率提升等為目的，可含有其他的電子接受性摻雜劑物質。

其他的電子接受性摻雜劑物質為溶解於電荷輸送性塗漆所使用的至少一種的溶劑者，則不特別限定。

[0044] 其他的電子接受性摻雜劑物質的具體例子，可舉例如氯化氫、硫酸、硝酸、磷酸等之無機強酸；氯化鋁(III)(AlCl_3)、四氯化鈦(IV)(TiCl_4)、三溴化硼(BBr_3)、三氟化硼醚錯合物($\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$)、氯化鐵(III)(FeCl_3)、氯化銅(II)(CuCl_2)、五氯化銻(V)(SbCl_5)、五氟化砷(V)(AsF_5)、五氟化磷(PF_5)、參(4-溴苯基)鋁六氯銻酸鹽(TBPAH)等之路易士酸；苯磺酸、對甲苯磺酸、樟腦磺酸、羥基苯磺酸、5-磺基水楊酸、十二基苯磺酸、聚苯乙烯磺酸、國際公開第 2005/000832 號所記載的 1,4-苯並二噁烷二磺酸化合物、國際公開第 2006/025342 號所記載的萘或蒽磺酸化合物、日本特開 2005-108828 號公報所記載的二壬基萘磺酸化合物等之芳基磺酸化合物等之有機強酸；7,7,8,8-四氰基苯醌二甲烷(TCNQ)、2,3-二氯-5,6-二氰基-1,4-苯並醌(DDQ)、碘等之有機氧化劑、國際公開第 2010/058777 號所記載的磷鉬酸、磷鎢酸、磷鎢鉬酸等之雜多元酸等之無機氧化劑等，亦可將各自組合使用。

[0045] 電荷輸送性塗漆的調製所使用的有機溶劑方面，可使用可良好地溶解上述電荷輸送性物質及電子接受性摻雜劑物質之高溶解性溶劑。高溶解性溶劑可 1 種單獨

或 2 種以上混合使用，其使用量相對塗漆所使用的溶劑全體可為 5～100 質量％。

[0046] 如此之高溶解性溶劑，可舉例如 N-甲基甲醯胺、N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二乙基甲醯胺、N-甲基乙醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N-甲基吡咯啉酮、1,3-二甲基-2-咪唑啉酮等。

[0047] 此等之中，以醯胺系溶劑之 N-甲基甲醯胺、N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二乙基甲醯胺、N-甲基乙醯胺、N,N-二甲基乙醯胺為佳、N,N-二甲基乙醯胺更佳。

[0048] 電荷輸送性物質及電子接受性摻雜劑物質，皆以成為於上述有機溶劑完全溶解、或均勻分散之狀態為佳，考量再現性佳地得到賦予高光電轉換效率的有機光電轉換元件的電洞捕集層，此等之物質以於上述有機溶劑完全溶解更佳。

[0049] 本發明之電荷輸送性塗漆，以含有至少一種類具有在 25℃ 為 10～200mPa·s、尤其 35～150mPa·s 之黏度，且在常壓為沸點 50～300℃、尤其 150～250℃ 的高黏度有機溶劑為佳。

[0050] 高黏度有機溶劑，不特別限定，可舉例如環己醇、乙二醇、1,3-辛二醇、二乙二醇、二丙二醇、三乙二醇、三丙二醇、1,3-丁二醇、2,3-丁二醇、1,4-丁二醇、丙二醇、己二醇等。

[0051] 相對本發明之電荷輸送性塗漆所使用的溶劑全體之高黏度有機溶劑的添加比例，以固體不析出的範圍

內為佳，固體不析出下，添加比例以 5～80 質量％為佳。

[0052] 進一步，以對塗佈面的潤濕性的提升、溶劑的表面張力的調整、極性的調整、沸點的調整等之目的，亦可以相對塗漆所使用的溶劑全體為 1～90 質量％、較佳為 1～50 質量％的比例混合熱處理時可賦予膜之平坦性的其他的溶劑。

[0053] 如此之溶劑，可舉例如丁基溶纖劑、二乙二醇二乙基醚、二乙二醇二甲基醚、二乙二醇單乙基醚乙酸酯、二乙二醇單丁基醚乙酸酯、二丙二醇單甲基醚、丙二醇單甲基醚、丙二醇單甲基醚乙酸酯、乙基卡必醇、二丙酮醇、 γ -丁內酯、乙基乳酸酯、n-己基乙酸酯等，但不限於此等。

[0054] 本發明之電荷輸送性塗漆中，由使得到的有機光電轉換元件的電子阻斷性提升觀點，可添加有機矽烷化合物。

有機矽烷化合物方面，可舉例如三烷氧基矽烷、二烷氧基矽烷等，尤以芳基三烷氧基矽烷、芳基二烷氧基矽烷、含氟原子之三烷氧基矽烷、含氟原子之二烷氧基矽烷化合物為佳、式(S1)或(S2)所表示之矽烷化合物更佳。

[0055]

【化8】



(式中，R 為碳數 1～6 的氟烷基。)

[0056] 碳數 1~6 的氟烷基的具體例子，可舉例如三氟甲基、2,2,2-三氟乙基、1,1,2,2,2-五氟乙基、3,3,3-三氟丙基、2,2,3,3,3-五氟丙基、1,1,2,2,3,3,3-七氟丙基、4,4,4-三氟丁基、3,3,4,4,4-五氟丁基、2,2,3,3,4,4,4-七氟丁基、1,1,2,2,3,3,4,4,4-九氟丁基等。

[0057] 二烷氧基矽烷化合物的具體例子，可舉例如二甲基二甲氧基矽烷、二甲基二乙氧基矽烷、甲基乙基二甲氧基矽烷、二乙基二甲氧基矽烷、二乙基二乙氧基矽烷、甲基丙基二甲氧基矽烷、甲基丙基二乙氧基矽烷、二異丙基二甲氧基矽烷、苯基甲基二甲氧基矽烷、乙烯基甲基二甲氧基矽烷、3-環氧丙氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、3-環氧丙氧基丙基甲基二乙氧基矽烷、3-(3,4-環氧基環己基)乙基甲基二甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基甲基二乙氧基矽烷、3-巰基丙基甲基二甲氧基矽烷、 γ -胺基丙基甲基二乙氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)胺基丙基甲基二甲氧基矽烷、3,3,3-三氟丙基甲基二甲氧基矽烷等。

[0058] 三烷氧基矽烷化合物的具體例子，可舉例如甲基三甲氧基矽烷、甲基三乙氧基矽烷、乙基三甲氧基矽烷、乙基三乙氧基矽烷、丙基三甲氧基矽烷、丙基三乙氧基矽烷、丁基三甲氧基矽烷、丁基三乙氧基矽烷、戊基三甲氧基矽烷、戊基三乙氧基矽烷、庚基三甲氧基矽烷、庚基三乙氧基矽烷、辛基三甲氧基矽烷、辛基三乙氧基矽烷、十二基三甲氧基矽烷、十二基三乙氧基矽烷、十六基

三甲氧基矽烷、十六基三乙氧基矽烷、十八基三甲氧基矽烷、十八基三乙氧基矽烷、苯基三甲氧基矽烷、苯基三乙氧基矽烷、乙烯基三甲氧基矽烷、乙烯基三乙氧基矽烷、 γ -胺基丙基三甲氧基矽烷、3-胺基丙基三乙氧基矽烷、 γ -環氧丙氧基丙基三甲氧基矽烷、3-環氧丙氧基丙基三乙氧基矽烷、 γ -甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、 γ -甲基丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷、三乙氧基(4-(三氟甲基)苯基)矽烷、十二基三乙氧基矽烷、3,3,3-三氟丙基三甲氧基矽烷、(三乙氧基矽烷基)環己烷、全氟辛基乙基三乙氧基矽烷、三乙氧基氟矽烷、十三氟-1,1,2,2-四氫辛基三乙氧基矽烷、3-(七氟異丙氧基)丙基三乙氧基矽烷、十七氟-1,1,2,2-四氫癸基三乙氧基矽烷、三乙氧基-2-噻吩基矽烷、3-(三乙氧基矽烷基)呋喃等。

[0059] 使用有機矽烷化合物時，其含量相對本發明之電荷輸送性塗漆的電荷輸送性物質及電子接受性摻雜劑物質，通常為 0.1~200 質量%程度、較佳為 1~100 質量%、更較佳為 5~50 質量%。

[0060] 本發明之電荷輸送性塗漆的固形分濃度，為考量塗漆之黏度及表面張力等或製作薄膜之厚度等而適宜設定者，通常為 0.1~10.0 質量%程度、較佳為 0.5~5.0 質量%、更較佳為 1.0~3.0 質量%。

又，固形分係指構成電荷輸送性塗漆之有機溶劑以外的成分。

又，電荷輸送性物質與電子接受性摻雜劑物質的物質

量(mol)比亦為考量表現的電荷輸送性、電荷輸送性物質的種類等而適宜設定者，但通常相對電荷輸送性物質 1，電子接受性摻雜劑物質為 0.1~10、較佳為 0.2~5.0、更較佳為 0.5~3.0。

而，本發明中使用的電荷輸送性塗漆之黏度，為考量製作薄膜之厚度等或固形分濃度，因應塗佈方法而適宜調節者，但通常在 25℃ 為 0.1~50mPa·s 程度。

[0061] 調製本發明之電荷輸送性塗漆時，固形分在溶劑中均勻溶解或分散下，可以任意順序混合電荷輸送性物質、電子接受性摻雜劑物質、有機溶劑。即例如於有機溶劑中溶解電荷輸送性物質後，於該溶液溶解電子接受性摻雜劑物質之方法、有機溶劑中溶解電子接受性摻雜劑物質後，於該溶液溶解電荷輸送性物質之方法、將電荷輸送性物質與電子接受性摻雜劑物質混合後，將該混合物投入有機溶劑使其溶解之方法，在固形分於有機溶劑中均勻溶解或分散下，皆可採用。

[0062] 又，通常電荷輸送性塗漆的調製在常溫、常壓的惰性氣體環境下進行，但塗漆中的化合物不分解、組成無大變化下，可在大氣環境下(氧存在下)進行，亦可邊加熱邊進行。

[0063] 藉由將以上說明的電荷輸送性塗漆塗佈於有機光電轉換元件的陽極後進行燒成，可形成本發明之電洞捕集層。

考量塗佈時塗漆之黏度與表面張力、期望的薄膜之厚

度等，由滴鑄塗佈法、旋轉塗佈法、刀塗佈法、浸漬塗佈法、輥塗法、棒塗佈法、模塗法、噴墨法、印刷法(凸版、凹版、平版、網版印刷等)等之各種濕製程法中採用最適當者即可。

[0064] 通常塗佈雖在常溫、常壓的惰性氣體環境下進行，但在塗漆中的化合物不分解、組成無大變化下，可在大氣環境下(氧存在下)進行，亦可邊加熱邊進行。

膜厚通常為 1~200nm 程度，但較佳為 3~100nm 程度、更較佳為 3~30nm。改變膜厚的方法方面，有改變塗漆中的固形分濃度、改變塗佈時的溶液量等之方法。

[0065] 以下、說明使用本發明之電荷輸送性塗漆的有機光電轉換元件之製造方法。

〔陽極層的形成〕：於透明基板的表面形成陽極材料的層以製造透明電極之步驟

陽極材料方面，可使用銦錫氧化物(ITO)、銦鋅氧化物(IZO)等之金屬氧化物或聚噻吩衍生物、聚苯胺衍生物等之高電荷輸送性有機化合物。又，透明基板方面，可使用玻璃或者透明樹脂所構成的基板。

陽極材料的層(陽極層)之形成方法，因應陽極材料的性質而適宜選擇，通常可採用使用昇華性化合物的乾製程(蒸鍍法)或使用含電荷輸送性化合物的塗漆的濕製程(尤其旋轉塗佈法或狹縫塗佈法)之任一。

又，作為透明電極，亦可適宜使用市售品，該場合，

由提升元件的良率之觀點，以使用經平滑化處理的基盤為佳。使用市售品時，本發明之有機光電轉換元件之製造方法，不包含形成陽極層的步驟。

使用之透明電極，以用洗劑、醇、純水等洗淨後使用為佳。例如在陽極基板，以使用前實施 UV 臭氧處理、氧-電漿處理等之表面處理為佳(陽極材料以有機物為主成分時，可不進行表面處理)。

[0066]

〔電洞捕集層的形成〕：於陽極材料層上形成電洞捕集層之步驟

依據上述方法，在陽極材料層上使用本發明之電荷輸送性塗漆，形成電洞捕集層。

[0067]

〔活性層的形成〕：在電洞捕集層上形成活性層的步驟

活性層可為層合 n 型半導體材料所構成的薄膜之 n 層與 p 型半導體材料所構成的薄膜之 p 層者，亦可為由此等材料的混合物所構成的非層合薄膜。

n 型半導體材料，可舉例如富勒烯、〔6,6〕-苯基-C₆₁-酞酸甲基酯(PC₆₁BM)、〔6,6〕-苯基-C₇₁-酞酸甲基酯(PC₇₁BM)等。另一方面，p 型半導體材料，可舉例如 Regioregular 聚(3-己基噻吩)(P3HT)、PTB7、PDTP-DFBT、日本特開 2009-158921 號公報及國際公開第 2010/008672 號所記載般含噻吩並噻吩單元之聚合物類等之主鏈含噻吩骨架之聚合物、CuPC，ZnPC 等之酞菁類、

四苯並呋喃等之呋喃類等。

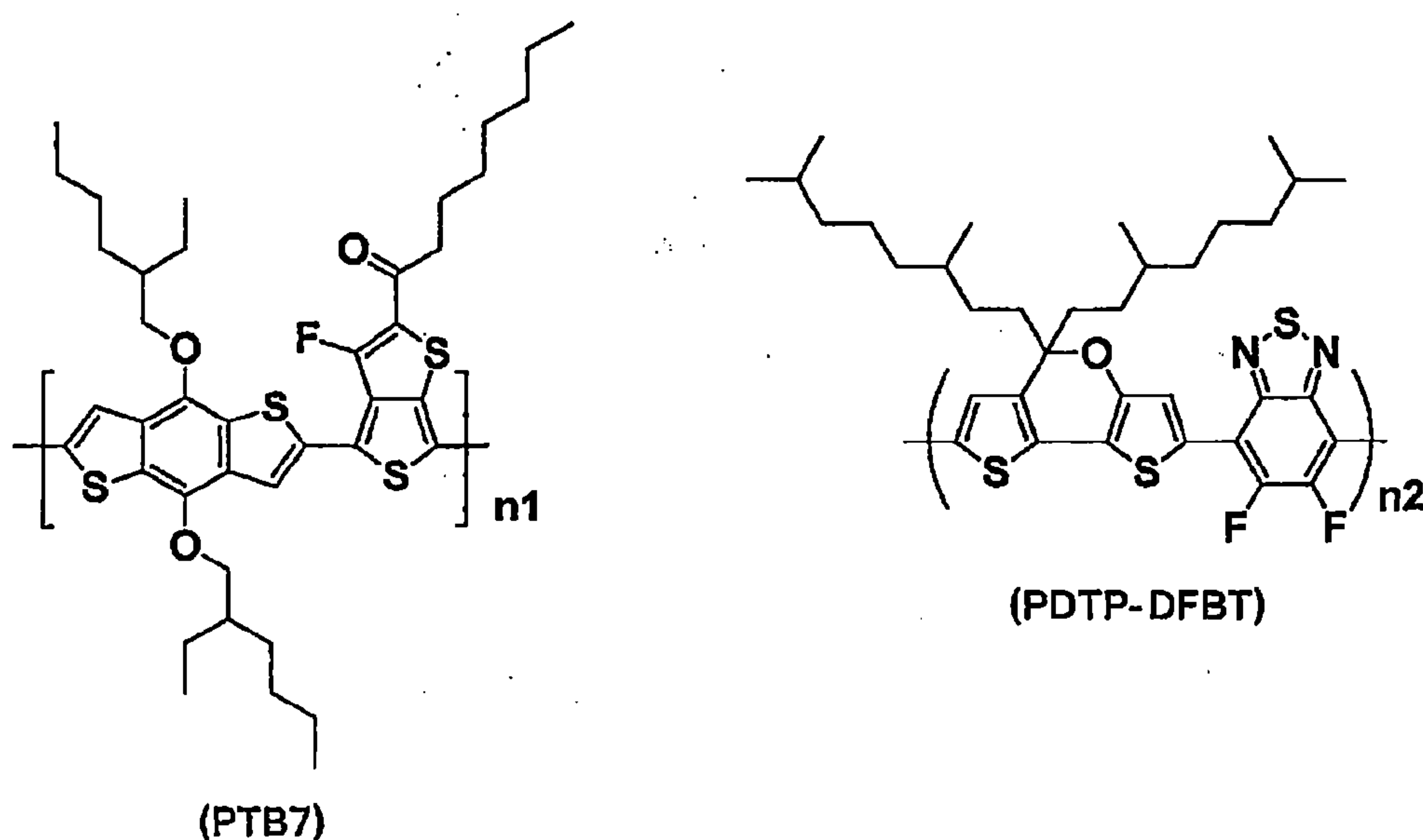
此等之中，n 型材料方面，以 PC₆₁BM、PC₇₁BM，p 型材料方面，以 PTB7 等之主鏈含噻吩骨架之聚合物類為佳。

又，在此所謂「主鏈噻吩骨架」係指僅由噻吩所構成的 2 價芳香環、或噻吩並噻吩、苯並噻吩、二苯並噻吩、苯並二噻吩、萘並噻吩、萘並二噻吩、蔥並噻吩、蔥並二噻吩等般含 1 個以上之噻吩的 2 價縮合芳香環，此等可被上述 R¹~R⁶ 所示之取代基取代。

活性層的形成方法，因應 n 型半導體或者 p 型半導體材料的性質而適宜選擇，通常採用使用昇華性化合物的乾製程(尤其蒸鍍法)、或使用含材料之塗漆的濕製程(尤其旋轉塗佈法或狹縫塗佈法)之任一。

[0068]

【化9】



(式中，n1 及 n2 為重複單位數，為正的整數。)

[0069]

〔電子捕集層的形成〕：於活性層上形成電子捕集層之步驟

因應必要可於活性層與陰極層間形成電子捕集層。

形成電子捕集層之材料，可舉例如氧化鋰(Li_2O)、氧化鎂(MgO)、氧化鋁(Al_2O_3)、氟化鋰(LiF)、氟化鎂(MgF_2)、氟化銦(SrF_2)等。

電子捕集層的形成方法，因應其材料的性質而適宜選擇，通常採用使用昇華性化合物的乾製程(尤其蒸鍍法)或使用含材料之塗漆的濕製程(尤其旋轉塗佈法或狹縫塗佈法)之任一。

[0070]

〔陰極層的形成〕：於電子捕集層上形成陰極層之步驟

陰極材料，可舉例如鋁、鎂-銀合金、鋁-鋰合金、鋰、鈉、鉀、銫、鈣、鋇、銀、金等，可將複數陰極材料層合、或混合後使用。

陰極層的形成方法，因應其材料的性質而適宜選擇，但通常採用乾製程(尤其蒸鍍法)。

[0071]

〔載體阻隔層的形成〕

因應必要以控制光電流的整流性等目的，可在任意層間設置載體阻隔層。

形成載體阻隔層的材料，可舉例如氧化鈦、氧化鋅等。

載體阻隔層的形成方法，因應其材料的性質而適宜選擇，通常使用昇華性化合物時採用蒸鍍法，使用溶解有材料的塗漆時，採用旋轉塗佈法或狹縫塗佈法之任一。

[0072] 以上述例示的方法所製作的有機光電轉換元件，為了防止大氣所致之元件劣化，可再度置入手套箱內在氮等之惰性氣體環境下進行密封操作，並在密封狀態使發揮作為有機光電轉換元件的機能、或進行其特性的測定。

密封法方面，可舉例如將端部附著有 UV 硬化樹脂的凹型玻璃基板在惰性氣體環境下，附著於有機光電轉換元件的成膜面側，藉由 UV 照射使樹脂硬化之方法、或在真空中藉由濺鍍等之手法進行膜密封型的密封之方法等。

【實施方式】

[實施例]

[0073] 以下、以實施例及比較例，將本發明更具體說明，但本發明不限於下述實施例。又，使用之裝置如下。

(1)手套箱：美國 VAC 公司製手套箱系統

(2)蒸鍍裝置：Aoyama Engineering(股)製 真空蒸鍍裝置

(3)測定裝置：(股)小坂研究所製 全自動微細形狀測定機 ET-4000A

(4)電流值測定使用的裝置：Agilent(股)製 4156C 精

準半導體參數分析儀

(5)光電流測定使用的光源裝置：分光計器(股)製 SM-250 Hyper Monolight System

[0074]

[1] 活性層用組成物的調製

[調製例 1]

在添加有 PTB7(萬碼鐵弩公司製)20mg 及 PCBM(Frontier Carbon Corporation 製，製品名：nanom spectra E100)30mg 的樣本瓶中，加入氯苯 2.0mL，在 80℃ 的加熱板上進行 15 小時攪拌。使該溶液放冷至室溫後，加入 1,8-二碘辛烷(東京化成工業(股)製)60 μ L 後進行攪拌，得到活性層用組成物 A1。

[0075]

[2] 電荷輸送性塗漆的調製

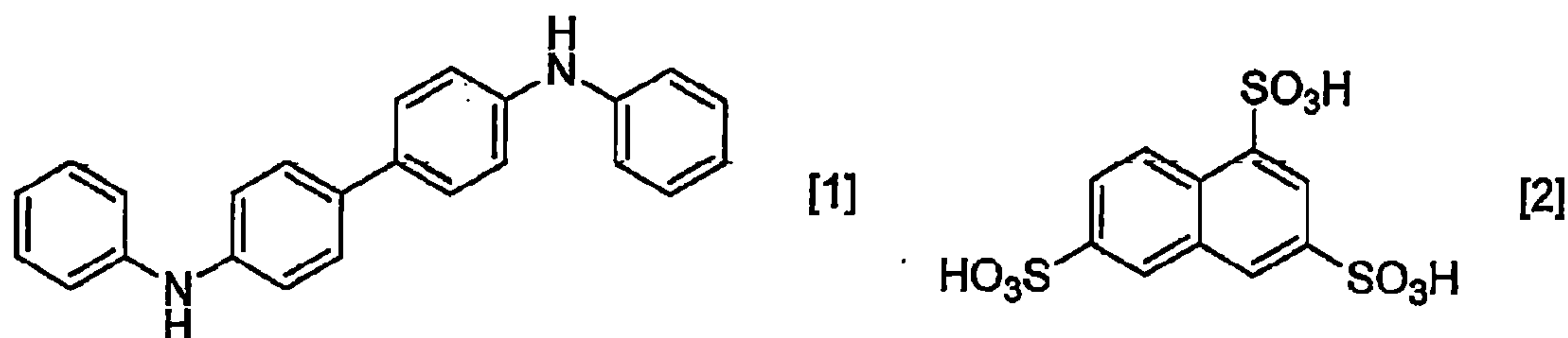
[實施例 1-1]

於式 [1] 所示之 N,N'-二苯基聯苯胺(東京化成工業(股)製，以下同樣)322.5mg(0.959mmol)與式 [2] 所示之 1,3,6-萘三磺酸(富山藥品工業(股)製)188.3mg(0.511mmol)之混合物中，加入 N,N-二甲基乙醯胺(以下、DMAc)12.5g，在室溫邊施以超音波邊攪拌使其溶解。進一步於其中，加入環己醇(以下、CHN)12.5g 進行攪拌，得到褐色溶液。

得到的褐色溶液以孔徑 0.2 μ m 的注射式過濾器過濾，得到電荷輸送性塗漆 B1。

[0076]

【化 1 0】



[0077]

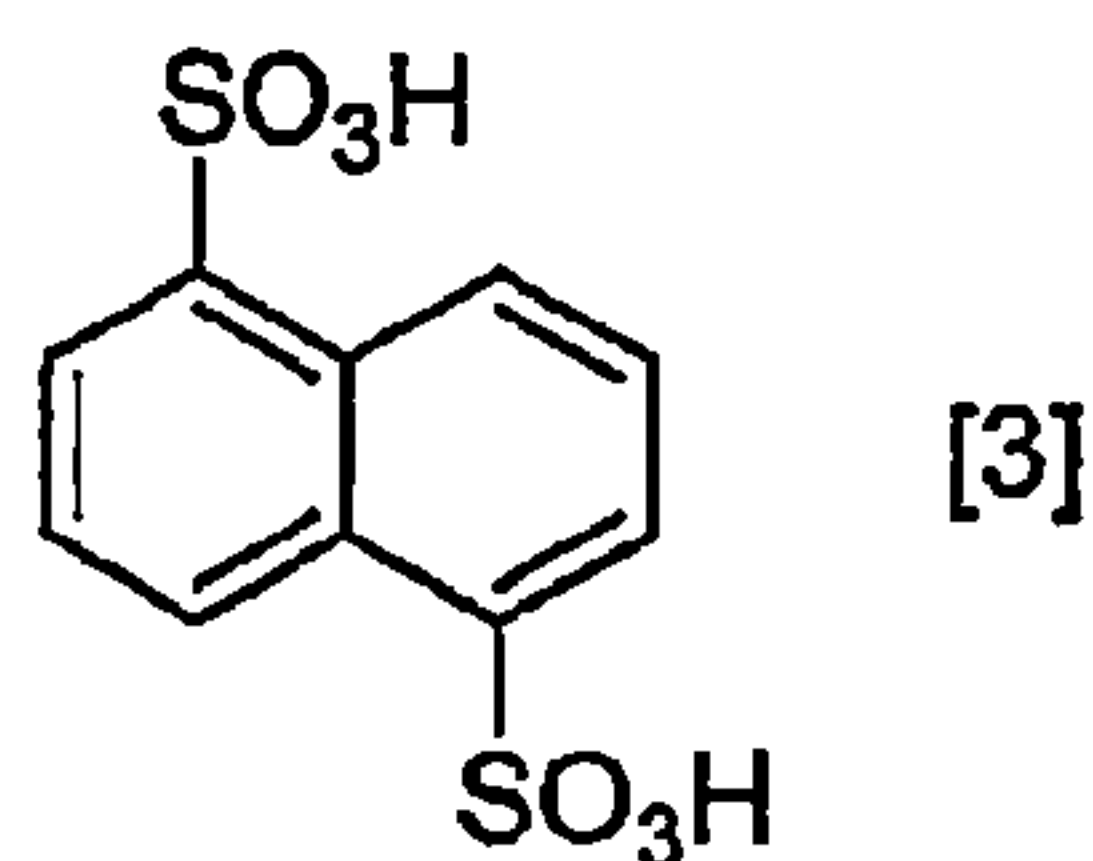
〔實施例 1-2〕

於 N,N'-二苯基聯苯胺 60.5mg(0.180mmol)與式〔3〕所示之 1,5-萘二磺酸（東京化成工業（股）製）41.5mg(0.144mmol)之混合物中，加入 DMAc2.5g，在室溫邊施以超音波邊攪拌使其溶解。進一步於其中加入 CHN2.5g 進行攪拌，得到褐色溶液。

得到的褐色溶液以孔徑 0.2 μ m 的注射式過濾器過濾，得到電荷輸送性塗漆 B2。

[0078]

【化 1 1】



[0079]

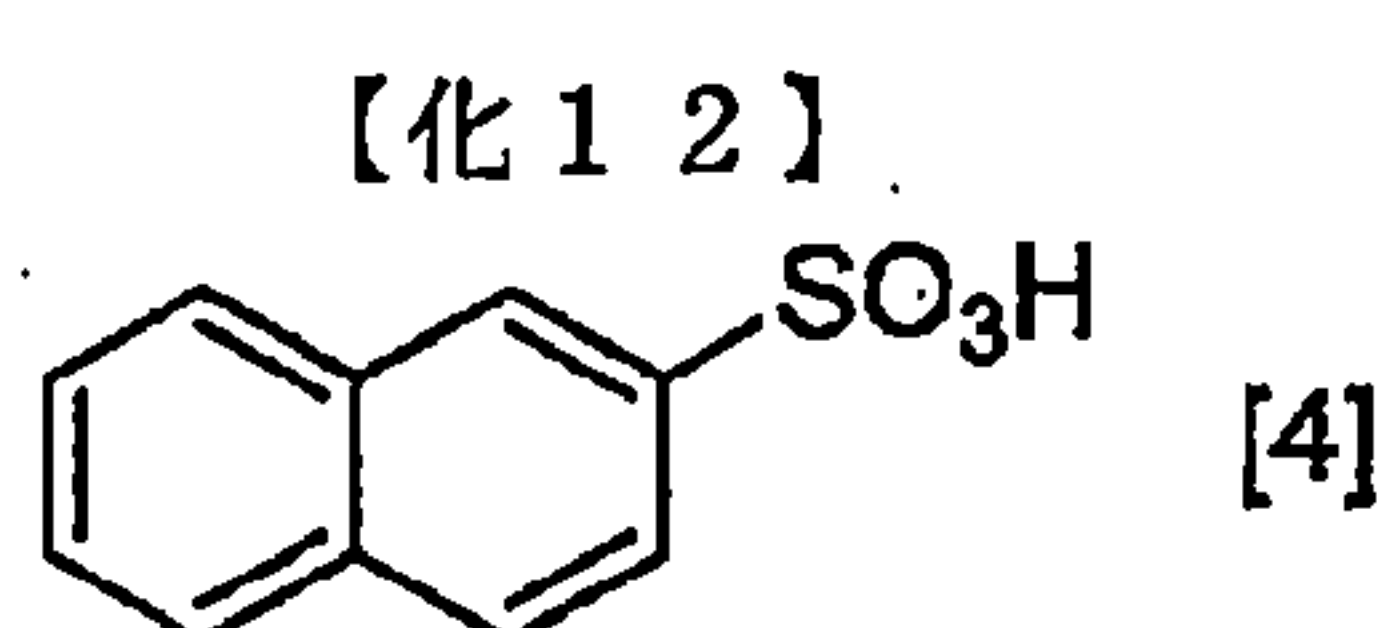
〔比較 1-1〕

於 N,N'-二苯基聯苯胺 51.3mg(0.153mmol)與式〔4〕

所示之 2-萘磺酸(東京化成工業(股)製)50.8mg(0.244mmol)之混合物中，加入 DMAc2.5g，在室溫邊施以超音波邊攪拌使其溶解。進一步於其中加入 CHN2.5g 進行攪拌，得到褐色溶液。

得到的褐色溶液以孔徑 0.2 μ m 的注射式過濾器過濾，得到電荷輸送性塗漆 C1。

[0080]



[0081]

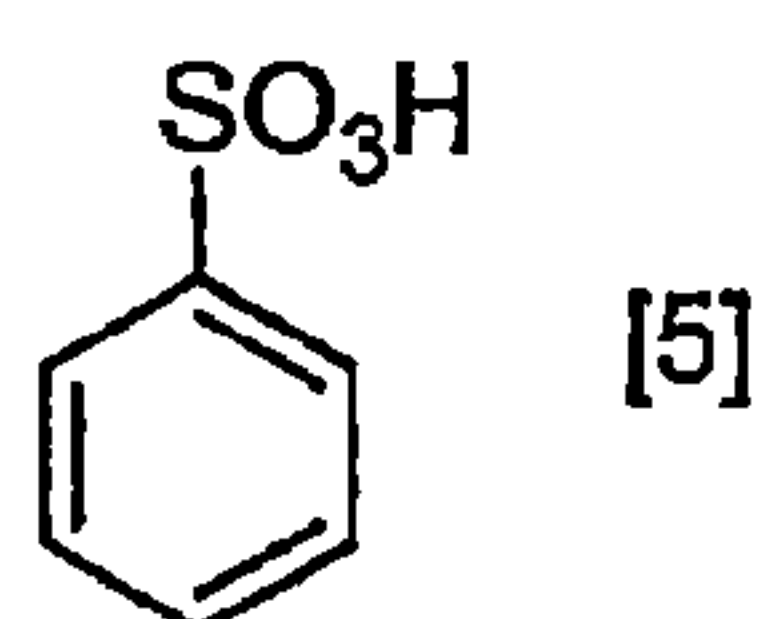
〔比較例 1-2〕

於 N,N'-二苯基聯苯胺 58.3mg(0.173mmol)與式〔5〕所示之苯磺酸(東京化成工業(股)製)43.9mg(0.277mmol)之混合物中，加入 DMAc2.5g，在室溫邊施以超音波邊攪拌使其溶解。進一步於其中加入 CHN2.5g 進行攪拌，得到褐色溶液。

得到的褐色溶液以孔徑 0.2 μ m 的注射式過濾器過濾，得到電荷輸送性塗漆 C2。

[0082]

【化 1 3】



[0083]

〔 3 〕 電洞捕集層及有機光電轉換元件之製作

〔 實施例 2-1 〕

將使成為正極的 ITO 透明導電層圖案化為 $2\text{mm} \times 20\text{mm}$ 的條紋狀的 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 的玻璃基板進行 15 分鐘 UV/臭氧處理之後，在基板上利用旋塗法塗佈實施例 1-1 所得的電荷輸送性塗漆 B1。使用加熱板將該玻璃基板在 50°C 加熱 5 分鐘，進一步在 230°C 加熱 20 分鐘，而形成電洞捕集層。

之後，在經惰性氣體取代的手套箱中，將調製例 1 所得的活性層用組成物 A1 滴下於形成的電洞捕集層上，並以旋轉塗佈法進行成膜。

接著，在真空蒸鍍裝置內設置形成有機半導體層的基板與負極用遮罩，排氣至裝置內之真空度成為 $1 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 以下，以電阻加熱法，使成為負極之鋁層蒸鍍為 80nm 的厚度。

最後以加熱板在 80°C ，進行 10 分鐘加熱，製作條紋狀的 ITO 層與鋁層交叉部分的面積為 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 之 OPV 元件。

[0084]

〔 實施例 2-2 〕

除取代電荷輸送性塗漆 B1 而使用電荷輸送性塗漆 B2 以外，以與實施例 2-1 同樣之方法，製作 OPV 元件。

[0085]

〔 比較例 2-1 〕

除取代電荷輸送性塗漆 B1 而使用電荷輸送性塗漆 C1 以外，以與實施例 2-1 同樣之方法，製作 OPV 元件。

[0086]

[比較例 2-2]

除取代電荷輸送性塗漆 B1 而使用電荷輸送性塗漆 C2 以外，以與實施例 2-1 同樣之方法，製作 OPV 元件。

[0087]

[5] 特性評估

對上述製作的各 OPV 元件，進行短路電流密度 ($J_{sc}[\text{mA}/\text{cm}^2]$)、開放電壓 ($V_{oc}[\text{V}]$)、曲線因子 (FF)、及光電轉換效率 (PCE[%]) 的評估。結果如表 1。又光電轉換效率為以下式算出。

$$\text{PCE}[\%] = J_{sc}[\text{mA}/\text{cm}^2] \times V_{oc}[\text{V}] \times \text{FF} \div \text{入射光強度} (100[\text{mW}/\text{cm}^2]) \times 100$$

[0088]

【表1】

	J_{sc} (mA/cm^2)	V_{oc} (V)	FF	PCE (%)	電洞捕集層之厚度 (nm)
實施例2-1	11.5	0.68	0.55	4.3	<5
實施例2-2	11.6	0.72	0.56	4.8	<5
比較例2-1	11.2	0.53	0.48	2.8	<5
比較例2-2	10.9	0.48	0.46	2.4	<5

[0089] 如表 1 所示，可知相較於具備使用苯單磺酸 (比較例 2-1) 或苯磺酸 (比較例 2-2) 作為電子接受性摻雜劑物質的塗漆所製作的電荷輸送性薄膜之 OPV 元件，具備

含有萘三磺酸(實施例 2-1)或萘二磺酸(實施例 2-2)作為電子接受性摻雜劑物質的塗漆所製作的電荷輸送性薄膜之元件，顯示較高轉換效率。

申請專利範圍

- 1.一種電荷輸送性塗漆，其特徵係含有電荷輸送性物質與電子接受性摻雜劑物質與有機溶劑，
且前述電子接受性摻雜劑物質含有萘二磺酸、萘三磺酸及萘四磺酸所選出之至少 1 種，前述電荷輸送性物質為由苯胺衍生物及噻吩衍生物所選出的至少 1 種。
- 2.如請求項 1 記載之電荷輸送性塗漆，其中，前述電子接受性摻雜劑物質含有由萘二磺酸及萘三磺酸所選出的至少 1 種。
- 3.如請求項 1 或 2 記載之電荷輸送性塗漆，其中，前述電荷輸送性物質為分子量 200～2,000 的電荷輸送性物質。
- 4.如請求項 1 或 2 記載之電荷輸送性塗漆，其為有機光電轉換元件的電洞捕集層形成用。
- 5.如請求項 4 記載之電荷輸送性塗漆，其中，有機光電轉換元件為有機薄膜太陽能電池或光線感應器。
- 6.一種電荷輸送性薄膜，其特徵係由請求項 1～5 中任 1 項記載之電荷輸送性塗漆所製作。
- 7.一種電洞捕集層，其特徵係由請求項 4 記載之電荷輸送性塗漆所製作。
- 8.一種有機光電轉換元件，其特徵係具有請求項 7 記載之電洞捕集層與設置為與其接觸的活性層。
- 9.如請求項 8 記載之有機光電轉換元件，其中，前述

活性層含有富勒烯衍生物。

10.如請求項 8 記載之有機光電轉換元件，其中，前述活性層含有主鏈含噻吩骨架之聚合物。

11.如請求項 8 記載之有機光電轉換元件，其中，前述活性層含有富勒烯衍生物及主鏈含噻吩骨架之聚合物。

12.如請求項 8～11 中任 1 項記載之有機光電轉換元件，其為有機薄膜太陽能電池。

13.如請求項 8～11 中任 1 項記載之有機光電轉換元件，其為光線感應器。