



(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 I435868 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：101137139

(22)申請日：中華民國 96 (2007) 年 04 月 13 日

(51)Int. Cl. : C07D209/48 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

H01L51/54 (2006.01)

(30)優先權：2006/04/13 美國

60/792,120

(71)申請人：美國南加州大學(美國) THE UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA (US)
美國(72)發明人：湯普生 馬克 E THOMPSON, MARK E. (US)；哈森 亞札德 M HASSAN, AZAD
M. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 1128808A

JP 2006-045165A

US 2003/0168970A1

US 2005/0006641A1

Hasegawa et. al., " Photophysical processes in aromatic polyimides. Studies with model compounds", 1993, vol.31, p.1617-1625.

Wantz et. al., " Layered organic film growth by substrate temperature tuning for efficiency-enhanced OLEDs", Organic Electronics, 2006, vol.7, no.1, p.1566-1199.

Liou et. al., " Electrochromic properties of novel strictly alternating poly(amine-amide-imide)s with electroactive triphenylamine moieties", European Polymer Journal, 2006, vol.42, no. 7, p.1533-1540.

審查人員：陳成寶

申請專利範圍項數：50 項 圖式數：12 共 0 頁

(54)名稱

使用鄰苯二甲醯亞胺化合物之有機電子裝置

ORGANIC ELECTRONIC DEVICES USING PHTHALIMIDE COMPOUNDS

(57)摘要

本發明係關於包含鄰苯二甲醯亞胺化合物之有機電子裝置。本文所揭示之鄰苯二甲醯亞胺化合物為具有大 HOMO-LUMO 能隙、高三重態能量、大還原電位及/或熱穩定性及化學穩定性之電子傳輸體。因此，該等鄰苯二甲醯亞胺化合物適用於各種有機電子裝置之任一者中，諸如 OLED 及太陽電池。在 OLED 中，該等鄰苯二甲醯亞胺化合物可提供各種功能，諸如發射層中之主體、電洞阻斷材料或電子傳輸材料。在太陽電池中，該等鄰苯二甲醯亞胺化合物可提供各種功能，諸如激子阻斷材料。本發明揭示可適用於本發明之鄰苯二甲醯亞胺化合物之各種實例。

Organic electronic devices comprising a phthalimide compound. The phthalimide compounds disclosed herein are electron transporters with large HOMO-LUMO gaps, high triplet energies, large reduction potentials, and/or thermal and chemical stability. As such, these phthalimide compounds are suitable for use in any of various organic electronic devices, such as OLEDs and solar cells. In an OLED, the phthalimide

compounds may serve various functions, such as a host in the emissive layer, as a hole blocking material, or as an electron transport material. In a solar cell, the phthalimide compounds may serve various functions, such as an exciton blocking material. Various examples of phthalimide compounds which may be suitable for use in the present invention are disclosed.

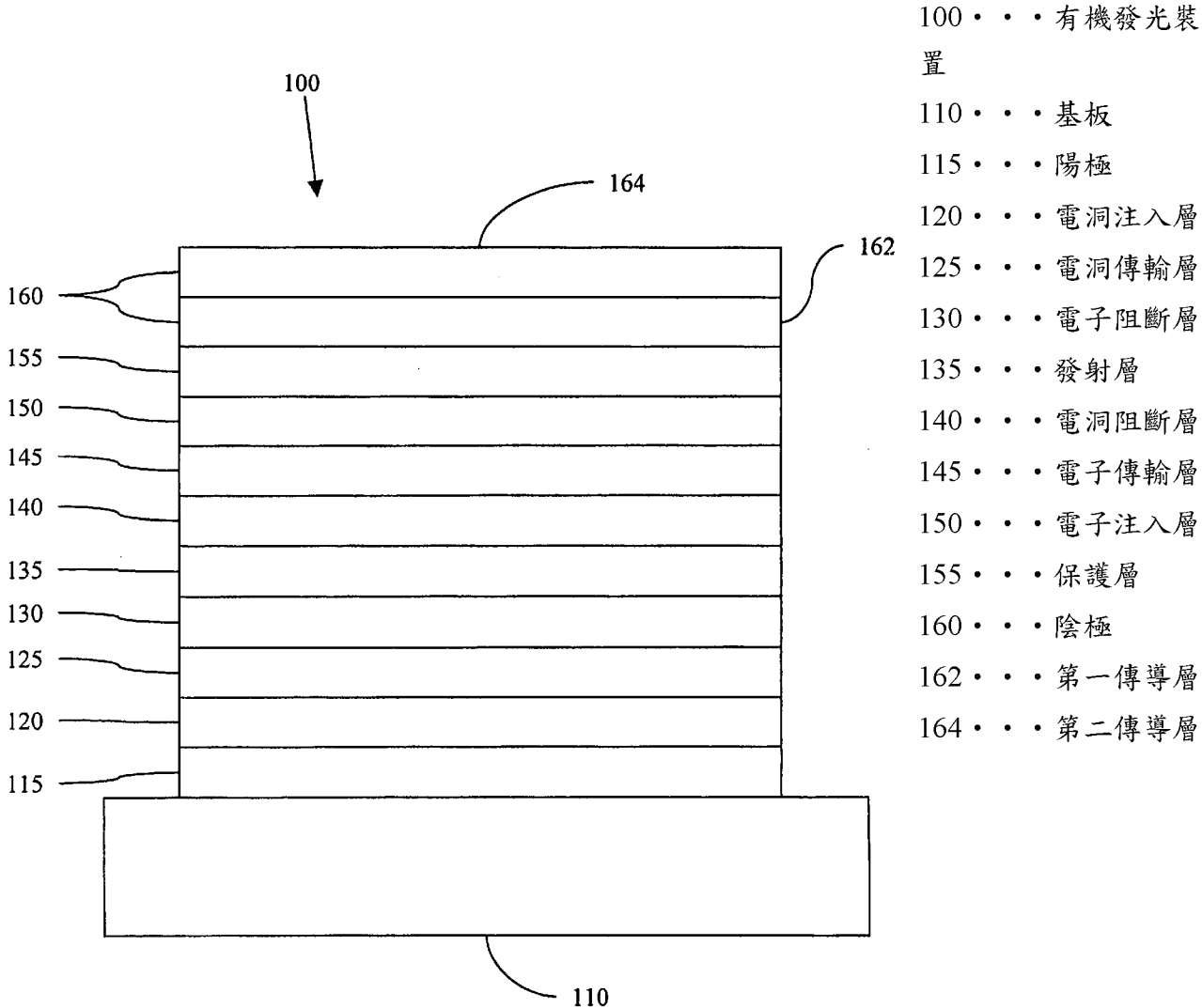
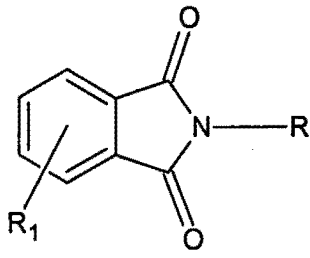
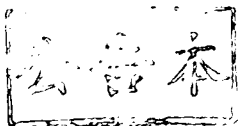


圖1





發明專利說明書

分割案

(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：101137139

※ 申請日：96.4.13

原申請案號：096113023

※IPC 分類：(C7D 209/48) 12006.01
H01L 51/50 12006.01
H01L 51/54 12006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

使用鄰苯二甲醯亞胺化合物之有機電子裝置

ORGANIC ELECTRONIC DEVICES USING PHTHALIMIDE
COMPOUNDS

二、中文發明摘要：

本發明係關於包含鄰苯二甲醯亞胺化合物之有機電子裝置。本文所揭示之鄰苯二甲醯亞胺化合物為具有大HOMO-LUMO能隙、高三重態能量、大還原電位及/或熱穩定性及化學穩定性之電子傳輸體。因此，該等鄰苯二甲醯亞胺化合物適用於各種有機電子裝置之任一者中，諸如OLED及太陽電池。在OLED中，該等鄰苯二甲醯亞胺化合物可提供各種功能，諸如發射層中之主體、電洞阻斷材料或電子傳輸材料。在太陽電池中，該等鄰苯二甲醯亞胺化合物可提供各種功能，諸如激子阻斷材料。本發明揭示可適用於本發明之鄰苯二甲醯亞胺化合物之各種實例。

三、英文發明摘要：

Organic electronic devices comprising a phthalimide compound. The phthalimide compounds disclosed herein are electron transporters with large HOMO-LUMO gaps, high triplet energies, large reduction potentials, and/or thermal and chemical stability. As such, these phthalimide compounds are suitable for use in any of various organic electronic devices, such as OLEDs and solar cells. In an OLED, the phthalimide compounds may serve various functions, such as a host in the emissive layer, as a hole blocking material, or as an electron transport material. In a solar cell, the phthalimide compounds may serve various functions, such as an exciton blocking material. Various examples of phthalimide compounds which may be suitable for use in the present invention are disclosed.

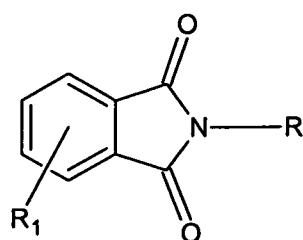
四、指定代表圖：

(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：

100	有機發光裝置
110	基板
115	陽極
120	電洞注入層
125	電洞傳輸層
130	電子阻斷層
135	發射層
140	電洞阻斷層
145	電子傳輸層
150	電子注入層
155	保護層
160	陰極
162	第一傳導層
164	第二傳導層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於有機電子裝置。

【先前技術】

出於諸多原因，對利用有機材料之光電子裝置的需要日漸增加。由於許多用於製造該等裝置之材料相對廉價，因此有機光電子裝置比無機裝置具有成本優勢之潛力。另外，有機材料之固有潛力(諸如其可撓性)可使其極適合用於特定應用，諸如裝配於可撓性基板上。有機光電子裝置之實例包括有機發光裝置(OLED)、有機光電晶體、有機光電電池及有機光偵測計。對於OLED而言，有機材料可比習知材料具有效能優勢。舉例而言，有機發射層發光之波長一般可易於以適當摻雜劑來調整。

如本文所用之術語"有機"包括可用於裝配有機光電子裝置之聚合材料以及小分子有機材料。"小分子"係指並非聚合物之任何有機材料且"小分子"實際上可相當大。在某些情況下，小分子可包括重複單元。舉例而言，使用長鏈烷基作為取代基並不將分子自"小分子"類移除。舉例而言，小分子亦可作為聚合物主鏈上之側基或作為主鏈之部分併入聚合物中。小分子亦可充當樹狀體之核心部分，該樹狀體由一系列建於核心部分上之化學外殼組成。樹狀體之核心部分可為螢光或磷光小分子發射體。樹狀體可為"小分子"，且咸信目前所有用於OLED領域之樹狀體均為小分子。一般而言，小分子具有精確定義之化學式及單一分子

量，而聚合物具有分子間可變化之化學式及分子量。如本文所用之"有機物"包括烴基及經雜原子取代之烴基配位基之金屬錯合物。

OLED利用在對裝置施加電壓時發光之有機薄膜。OLED正日漸成為用於(諸如)平板顯示器、照明及背光應用中引人關注之技術。若干OLED材料及組態描述於美國專利第5,844,363號、第6,303,238號及第5,707,745號中，該等專利全文以引用的方式併入本文中。

一般(但並非始終)期望OLED裝置經由至少一個電極發光，且一或多個透明電極可用於有機光電子裝置中。舉例而言，透明電極材料(諸如氧化銦錫(ITO))可用作底部電極。亦可使用諸如美國專利第5,703,436號及第5,707,745號(其全文以引用的方式併入本文)中所揭示之透明頂部電極。對於期望僅經由底部電極發光之裝置而言，頂部電極無需為透明的且可包含具有高電導率之厚且反射性金屬層。同樣，對於期望僅經由頂部電極發光之裝置，底部電極可為不透明及/或反射性的。當電極無需為透明時，使用較厚層可提供較佳傳導性且使用反射性電極可藉由將光反射回透明電極而增加經由另一電極發射光之量。亦可裝配完全透明之裝置，其中兩電極均透明。亦可裝配側發光OLED，且該等裝置中之一或兩個電極均可為不透明或反射性的。

如本文所用之"頂部"意謂基板之最遠端，而"底部"意謂基板之最近端。舉例而言，對於具有兩個電極之裝置而

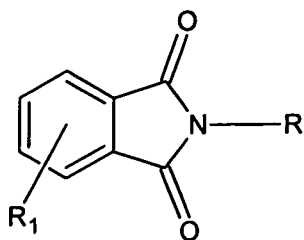
言，底部電極為距基板最近之電極且一般為所裝配之第一個電極。底部電極具有兩個表面，距基板最近之底部表面及距基板較遠之頂部表面。當描述第一層"安置於"第二層上時，第一次安置於距基板較遠。除非說明第一層與第二層"實體接觸"，否則第一層與第二層之間可存在其他層。舉例而言，儘管之間存在各種有機層，但陰極可描述為"安置於"陽極上。

如本文所用之"可溶液處理"意謂能夠以溶液或懸浮液之形式溶解於、分散於液體介質中或在液體介質中傳輸及/或自液體介質沈積。

如本文所用且如熟習此項技術者一般所瞭解，若第一能階距真空能階較近，則第一"最高已佔據分子軌域"(HOMO)或"最低未佔據分子軌域"(LUMO)能階"大於"或"高於"第二HOMO或LUMO能階。由於量測相對於真空能階之負能作為游離電位(IP)，因此較高之HOMO能階對應於絕對值較小之IP(負值較小之IP)。同樣，較高之LUMO能階對應於絕對值較小之電子親和力(EA)(負值較小之EA)。在真空能階位於頂端之習知能階表上，材料之LUMO能階高於相同材料之HOMO能階。"較高"HOMO或LUMO能階比"較低"HOMO或LUMO能階似乎更接近該表之頂端。

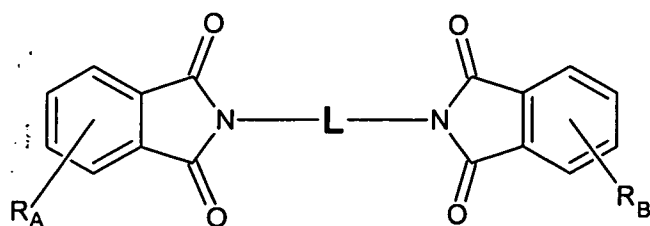
【發明內容】

在一態樣中，本發明提供一種有機電子裝置，其包含：一陽極；一陰極；及一安置於陽極與陰極之間之有機層，其中該有機層包含具有下式之鄰苯二甲醯亞胺化合物：



其中 R_1 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分，且其中 R 為苯基或含鄰苯二甲醯亞胺之基團。

在另一態樣中，本發明提供一種有機電子裝置，其包含：一陽極；一陰極；及一安置於陽極與陰極之間之有機層，其中該有機層包含具有下式之鄰苯二甲醯亞胺化合物：



其中 R_A 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分，其中 R_B 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分，且其中 L 為介於兩個鄰苯二甲醯亞胺基團之間之 6 員環或直接鍵。

【實施方式】

一般而言，OLED 包含至少一個安置於陽極與陰極之間且與陽極及陰極電性連接之有機層。當施加電流時，陽極

向有機層中注入電洞且陰極向有機層中注入電子。經注入之電洞及電子各自向帶相反電荷之電極移動。當電子及電洞定位於相同分子上時，形成"激子"，其為具有激發態之定位電子電洞對。當激子經由光電發射機制弛豫時，發出光。在某些情況下，激子可定位於準分子或激發複合物體上。儘管亦可發生非輻射性機制(諸如熱弛豫)，但一般認為不良。

舉例而言，如美國專利第4,769,292號(其全文以引用的方式併入本文)中所述，最初之OLED使用自其單態發光("螢光")之發射分子。螢光發射一般以小於10奈秒之時段發生。

最近，已證實具有自三重態發光("磷光")之發射材料之OLED。Baldo等人，"Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices," Nature, 第395卷, 151-154, 1998("Baldo-I"); 及Baldo等人，"Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence," Appl. Phys. Lett., 第75卷, 第1期, 4-6 (1999)("Baldo-II"), 其全文以引用的方式併入本文中。磷光可稱為"禁制"躍遷，因為躍遷要求自旋狀態之變化且量子力學指示此躍遷係不利的。因此，磷光一般以超過至少10奈秒且通常大於100奈秒之時段發生。若磷光之天然輻射壽命過長，則三重態可由非輻射機制衰變而因此不發光。在極低溫度下，在含有具有非共用電子對之雜原子之分子中亦經常觀察到有機磷光。

2,2'-聯吡啶為此種分子。非輻射衰變機制通常為溫度依賴性的，因此在液氮溫度下發出磷光之有機材料在室溫下通常不發出磷光。但如由Baldo所證實，可藉由選擇在室溫下發磷光之磷光化合物解決此問題。代表性發射層包括摻雜或非摻雜磷光有機金屬材料，諸如揭示於美國專利第6,303,238號及第6,310,360號、美國專利申請案公開案第2002-0034656號、第2002-0182441號、第2003-0072964號及WO-02/074015中。

一般而言，咸信OLED中之激子以約3:1之比例產生，亦即約75%之三重態及25%之單態。參見Adachi等人，"Nearly 100% Internal Phosphorescent Efficiency In An Organic Light Emitting Device," J. Appl. Phys., 90, 5048 (2001)，其全文以引用的方式併入本文中。在許多情況下，單態激子可能易於經由"系統間穿越"將其能量轉移至三重激發態，而三重態激子可能不易於將其能量轉移至單激發態。因此，對於磷光OLED而言，100%之內量子效率在理論上係可能的。在螢光裝置中，三重態激子之能量一般在加熱裝置之無輻射衰變過程中喪失，導致低得多之內量子效率。舉例而言，採用自三重激發態發射之磷光材料之OLED揭示於美國專利第6,303,238號中，其全文以引用的方式併入本文中。

磷光之前可發生三重激發態向中間非三重態之躍遷，從而發生發射衰變。舉例而言，與銲系元素配位之有機分子經常自定位於銲系金屬上之激發態發磷光。然而，該等材

料並非直接自三重激發態發磷光，而自位於鐳系金屬離子中心之原子激發態發光。二酮鎔錯合物說明此等類型物質中之一類。

可藉由將有機分子限制在高原子序數之原子附近(較佳經由鍵結)而增強三重態之磷光，使其高於螢光。所謂重原子效應之此現象由稱為旋軌耦合之機制而產生。可自有機金屬分子(諸如參(2-苯基吡啶)銻(III))之激發金屬配位基電荷轉移(MLCT)態觀察到此磷光躍遷。

如本文所用之術語"三重態能"係指對應於給定材料之磷光譜中可辨別之最高能量特徵之能量。最高能量特徵不必為在磷光譜中具有最大密度之峰，且可(例如)為此峰高能側上清晰肩峰之局部最大值。

圖1展示有機發光裝置100。圖示不必根據比例繪製。裝置100可包括一基板110、一陽極115、一電洞注入層120、一電洞傳輸層125、一電子阻斷層130、一發射層135、一電洞阻斷層140、一電子傳輸層145、一電子注入層150、一保護層155及一陰極160。陰極160為具有一第一傳導層162及一第二傳導層164之複合陰極。可藉由依序沈積所述層來裝配裝置100。

基板110可為提供所需結構性質之任何合適基板。基板110可為可撓性或硬質的。基板110可為透明、半透明或不透明的。塑料及玻璃為較佳硬質基板材料之實例。塑料及金屬箔為較佳可撓性基板材料之實例。基板110可為半導體材料以便於裝配電路。舉例而言，基板110可為電路裝

配於其上之矽晶圓，其能夠控制隨後沈積於基板上之 OLED。可使用其他基板。可選擇基板 110 之材料及厚度以獲得所需之結構及光學性質。

陽極 115 可為具有充分傳導性以將電洞傳輸至有機層之任何合適陽極。陽極 115 之材料較佳具有高於約 4 eV 之功函數("高功函數材料")。較佳陽極材料包括傳導性金屬氧化物(諸如氧化銦錫(ITO)及氧化銦鋅(IZO)、氧化鋁鋅(AlZnO))及金屬。陽極 115(及基板 110)可為充分透明以產生底部發光裝置。較佳透明基板與陽極組合為沈積於玻璃或塑料(基板)上之市售 ITO(陽極)。可撓性且透明之基板-陽極組合揭示於美國專利第 5,844,363 號及第 6,602,540 B2 號，其全文以引用的方式併入本文中。陽極 115 可為不透明及/或反射性的。反射性陽極 115 可較佳用於某些頂部發光裝置以增加自裝置頂部發出光之量。可選擇陽極 115 之材料及厚度以獲得所需傳導性及光學性質。當陽極 115 透明時，對於特定材料可存在足夠厚以提供所需傳導性但足夠薄以提供所需透明度之厚度範圍。可使用其他陽極材料及結構。

電洞傳輸層 125 可包括能夠傳輸電洞之材料。電洞傳輸層 130 可為固有(非摻雜)或摻雜的。摻雜可用於增強傳導性。 α -NPD 及 TPD 為固有電洞傳輸層之實例。p 型摻雜電洞傳輸層之實例為以 50:1 之莫耳比經 F₄-TCNQ 摻雜之 m-MTDATA，如 Forrest 等人之美國專利申請案公開案第 2003-0230980 號中所述，其全文以引用的方式併入本文中。可

使用其他電洞傳輸層。

發射層 135 可包括在電流通過陽極 115 與陰極 160 之間時能夠發光之有機材料。儘管亦可使用發螢光之材料，但發射層 135 較佳含有發磷光之材料。磷光材料因與該等材料相關之較高發光效率而較佳。發射層 135 亦可包含能夠傳輸電子及/或電洞、以可截獲電子、電洞及/或激子之發射材料摻雜之主體材料，以使得激子經由光電發射機制自發射材料弛豫。發射層 135 可包含結合傳輸及發射性質之單一材料。不管發射材料為摻雜劑或主要成份，發射層 135 均可包含其他材料，諸如調整發射材料發射之摻雜劑。發射層 135 可包括複數個組合時能夠發射所需光譜之發射材料。發磷光材料之實例包括 Ir(ppy)_3 。發螢光材料之實例包括 DCM 及 DMQA。主體材料之實例包括 Alq_3 、CBP 及 mCP。發射材料及主體材料之實例揭示於 Thompson 等人之美國專利第 6,303,238 號中，其全文以引用的方式併入本文中。發射材料可以多種方式包括於發射層 135 中。舉例而言，可將發射性小分子併入聚合物。可藉由若干方式達成此目的：藉由將小分子作為獨立且不同之分子物質摻雜入聚合物中；或藉由將小分子併入聚合物之主鏈中以形成共聚物；或藉由將小分子作為側基鍵結於聚合物上。可使用其他發射層材料及結構。舉例而言，小分子發射材料可作為樹狀體之核心存在。

許多有用之發射材料包括一或多種與金屬中心結合之配位體。若配位體與有機金屬發射材料之光敏性質直接相

關，則其可稱為"光敏性的"。"光敏性"配位體可與金屬聯合提供在發射光子時電子移動起點及終點之能階。其他配位體可稱為"輔助性的"。儘管輔助性配位體可(例如)藉由轉變光敏性配位體之能階來改進分子之光敏性質，但輔助性配位體不直接提供發光所涉及之能階。在一個分子中為光敏性之配位體在另一分子中可為輔助性的。光敏性及輔助性之此等定義欲作為非限制性理論。

電子傳輸層 145 可包括能夠傳輸電子之材料。電子傳輸層 145 可為固有(非摻雜)或摻雜的。摻雜可用於增強傳導性。 Alq_3 為固有電子傳輸層之實例。 n 型摻雜電子傳輸層之實例為以 1:1 之莫耳比經 Li 摻雜之 BPhen，如 Forrest 等人之美國專利申請案公開案第 2003-0230980 號中所述，其全文以引用的方式併入本文中。可使用其他電子傳輸層。

可選擇電子傳輸層之電荷載運組份以使得電子可有效自陰極注入電子傳輸層之 LUMO(最低未佔據分子軌域)能階。"電荷載運組份"為負責實際傳輸電子之 LUMO 能階之材料。此組份可為基材或其可為摻雜劑。有機材料之 LUMO 能階一般可由彼材料之電子親和力來表徵，且陰極之相對電子注入效率一般可由陰極材料之功函數來表徵。此情況意謂電子傳輸層及相鄰陰極之較佳性質可由 ETL 之電荷載運組份之電子親和力及陰極材料之功函數來說明。詳言之，為獲得高電子注入效率，陰極材料之功函數較佳不比電子傳輸層之電荷載運組份之電子親和力大約 0.75 eV 以上，更佳不比其大約 0.5 eV 以上。類似考慮因素適用於

注入電子之任何層。

陰極160可為此項技術已知之任何合適材料或材料組合，以使得陰極160能夠傳導電子且將其注入裝置100之有機層中。陰極160可為透明或不透明的，且可為反射性的。金屬及金屬氧化物為合適陰極材料之實例。陰極160可為單層或可具有複合結構。圖1展示具有一薄金屬層162及一較厚金屬氧化物傳導層164之複合陰極160。在複合陰極中，用於較厚層164之較佳材料包括ITO、IZO及此項技術已知之其他材料。美國專利第5,703,436號、第5,707,745號、第6,548,956 B2號及第6,576,134 B2號(其全文以引用的方式併入本文中)揭示陰極之實例，該等陰極包括具有上覆透明、導電、濺鍍沈積ITO層之金屬薄層(諸如Mg:Ag)的複合陰極。陰極160(無論其是否為單層陰極160)與下伏有機層接觸之部分、複合陰極之薄金屬層162或某些其他部分較佳由功函數低於約4 eV之材料("低功函數材料")製得。可使用其他陰極材料及結構。

阻斷層可用於減少離開發射層之電荷載流子(電子或電洞)及/或激子之數目。電子阻斷層130可安置於發射層135與電洞傳輸層125之間以阻斷電子以電洞傳輸層125之方向離開發射層135。同樣，電洞阻斷層140可安置於發射層135與電子傳輸層145之間以阻斷電洞以電子傳輸層145之方向離開發射層135。阻斷層亦可用於阻斷激子擴散出發射層。阻斷層之理論及用途更詳細地描述於美國專利第6,097,147號及Forrest等人之美國專利申請案公開案第

2003-0230980號中，其全文以引用的方式併入本文中。

如本文所用且由熟習此項技術者所瞭解，術語"阻斷層"意謂此層提供顯著抑制電荷載流子及/或激子經由裝置傳輸之阻障，並非表明此層必定完全阻斷電荷載流子及/或激子。裝置中存在該阻斷層與缺乏阻斷層之類似裝置相比可導致實質上較高之效率。又，阻斷層可用於將發射限制在OLED之所需區域內。

一般而言，注入層包含可改良電荷載流子自一層(諸如電極或有機層)向相鄰有機層中注入之材料。注入層亦可執行電荷傳輸功能。在裝置100中，電洞注入層120可為改良電洞自陽極115向電洞傳輸層125中注入之任何層。CuPc為可用作來自ITO陽極115及其他陽極之電洞注入層之材料的實例。在裝置100中，電子注入層150可為改良電子向電子傳輸層145中注入之任何層。LiF/Al為可用作自相鄰層進入電子傳輸層之電子注入層之材料的實例。其他材料或材料組合可用於注入層。視特定裝置之組態而定，注入層可安置於不同於裝置100中所示彼等位置之位置處。注入層之更多實例於Lu等人之美國專利申請案第09/931,948號中提供，其全文以引用的方式併入本文中。電洞注入層可包含溶液沈積材料(諸如旋塗聚合物(例如PEDOT:PSS))或其可為蒸氣沈積小分子材料(例如CuPc或MTDATA)。

電洞注入層(HIL)可平坦化或濕潤陽極表面以提供自陽極向電洞注入材料中之有效電洞注入。電洞注入層亦可具有電荷載運組份，該組份具有如其本文所述相對游離電位

(IP)能所限定與HIL一側上之相鄰陽極層及HIL相對側上之電洞傳輸層有利地匹配之HOMO(最高佔據分子軌道)能階。"電荷載運組份"為負責實際傳輸電洞之HOMO能階之材料。此組份可為HIL之基材或其可為摻雜劑。使用摻雜HIL使得可依其電學性質選擇摻雜劑且依形態學性質(諸如濕度、可撓性、韌性等)選擇主體。HIL材料之較佳性質為使得電洞可有效自陽極注入HIL材料中之性質。詳言之，HIL之電荷載運組份較佳具有不比陽極材料之IP大約0.7 eV以上之IP。更佳地，電荷載運組份具有不比陽極材料大約0.5 eV以上之IP。類似考慮因素適用於注入電洞之任何層。由於HIL材料可具有實質上小於習知電洞傳輸材料電洞傳導性之電洞傳導性，因此該等HIL材料進一步區別於通常用於OLED電洞傳輸層中之習知電洞傳輸材料。本發明之HIL厚度可足夠厚以有助於平坦化或濕潤陽極層表面。舉例而言，小至10 nm之HIL厚度可為極平滑之陽極表面所接受。然而，由於陽極表面傾向於極粗糙，因此在某些情況下可能需要高達50 nm之HIL厚度。

在隨後之裝配過程期間，保護層可用於保護下伏層。舉例而言，用於裝配金屬或金屬氧化物頂部電極之過程可損壞有機層，且保護層可用於減少或消除此損壞。在裝置100中，保護層155可減少在陰極160裝配期間對下伏有機層之損壞。保護層對其傳輸之載流子類型(在裝置100中為電子)較佳具有高載流子移動力，使得保護層不顯著增加裝置100之操作電壓。CuPc、BCP及各種金屬酞菁為可用

於保護層中之材料之實例。可使用其他材料或材料組合。保護層155之厚度較佳足夠厚以使得在沈積有機保護層160後進行之裝配過程對下伏層之損壞極少或不存在，但不厚至顯著增加裝置100之操作電壓。保護層155可經摻雜以增加其傳導性。舉例而言，CuPc或BCP保護層160可經Li摻雜。保護層之更詳細描述可見於Lu等人之美國專利申請案第09/931,948號中，其全文以引用的方式併入本文中。

圖2展示反向OLED 200。裝置包括一基板210、一陰極215、一發射層220、一電洞傳輸層225及一陽極230。可藉由依序沈積所述各層來裝配裝置200。由於最常用之OLED組態具有一安置於陽極上之陰極，且裝置200具有安置於陽極230下之陰極215，因此裝置200可稱為"反向"OLED。與關於裝置100所述之彼等材料類似之材料可用於裝置200之相應層中。圖2提供如何可自裝置100之結構省略某些層之一實例。

藉助於非限制性實例提供圖1及圖2中所示之簡單層狀結構，且應瞭解本發明之實施例可與各種其他結構聯合使用。所述特定材料及結構本質上為例示性的，且可使用其他材料。基於設計、效能及成本因素，可藉由以不同方式組合所述之各種層而獲得功能性OLED，或可完全省略各層。亦可包括未特定描述之其他層。可使用除特定描述之彼等材料以外之材料。儘管本文提供之許多實例描述各種層包含單一材料，但應瞭解可使用材料之組合(諸如主體與摻雜劑之混合物)或更一般化地可使用混合物。又，各

層可具有各種子層。本文對各層給定之名稱不欲為嚴格限制性的。舉例而言，在裝置200中，電洞傳輸層225傳輸電洞且將電洞注入發射層220，且可描述為電洞傳輸層或電洞注入層。在一實施例中，OLED可描述為具有一安置於陰極與陽極之間之"有機層"。舉例而言，關於圖1及圖2所述，此有機層可包含單層，或可進一步包含多層不同有機材料。

亦可使用未特定描述之結構及材料，諸如包含聚合材料之OLED(PLED)，諸如揭示於美國專利第5,247,190號(Friend等人)中，其全文以引用的方式併入本文。藉助於其他實例，可使用具有單一有機層之OLED。舉例而言，如Forrest等人之美國專利第5,707,745號(其全文以引用的方式併入本文)中所述可堆疊OLED。OLED結構可偏離圖1及圖2中所示之簡單層狀結構。舉例而言，基板可包括傾斜反射表面以改良外部耦合，諸如如Forrest等人之美國專利第6,091,195號中所述之凸型結構及/或如Bulovic等人之美國專利第5,834,893號中所述之凹型結構，該等專利之全文以引用的方式併入本文中。

除非另有說明，否則可藉由任何合適方法沈積各種實施例中各層之任一者。對於有機層而言，較佳方法包括熱蒸發、噴墨(諸如美國專利第6,013,982號及第6,087,196號(其全文以引用的方式併入本文)中所述)、有機蒸氣相沈積(OVPD)(諸如Forrest等人之美國專利第6,337,102號(其全文以引用的方式併入本文)中所述)及由有機蒸氣噴射印刷

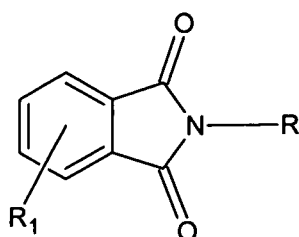
(OVJP)之沈積(諸如美國專利申請案第10/233,470號(其全文以引用的方式併入本文)中所述)。其他合適沈積方法包括旋塗及其他基於溶液之方法。基於溶液之方法較佳在氮或惰性氣氛中進行。對於其他層而言，較佳方法包括熱蒸發。較佳圖案化方法包括經由遮罩沈積、冷焊(諸如美國專利第6,294,398號及第6,468,819號(其全文以引用的方式併入本文)中所述)及與某些沈積方法(諸如噴墨及OVJP)相關之圖案化。亦可使用其他方法。可改質待沈積之材料以使其與特定沈積方法相容。舉例而言，可在小分子中使用取代基(諸如分枝或未分枝烷基及芳基)以增強其經受溶液處理之能力。由於不對稱材料可具有較小之再結晶趨勢，因此具有不對稱結構之材料與具有對稱結構之彼等材料相比可具有更佳之溶液可處理性。樹狀體取代基可用於增強小分子經受溶液處理之能力。

本文所揭示之分子可以多種不同方式經取代，而不偏離本發明之範疇。舉例而言，可向具有三個雙牙配位基之化合物加入取代基以使得在加入取代基之後雙牙配位基中之一或多者連接在一起而形成(例如)四牙配位基或六牙配位基。可形成其他該等鍵聯。由於此項技術中一般所瞭解之"螯合效應"，因此咸信此類型之連接相對於無連接之類似化合物可增加穩定性。

根據本發明之實施例裝配之裝置可併入各種消費型產品中，該等產品包括平板顯示器、電腦監視器、電視、錨床、室內或室外照明及/或信號傳輸用燈、抬頭顯示器、

全透明顯示器、可撓性顯示器、雷射印表機、電話、行動電話、個人數位助理(PDA)、膝上型電腦、數位相機、可攜式攝像機、瞄準器、微顯示器、汽車、大面積牆壁、劇院或體育館螢幕或標示牌。各種控制機制可用於控制根據本發明裝配之裝置，包括被動式矩陣及主動式矩陣。許多裝置意欲用於人類感覺舒適之溫度範圍內，諸如18°C至30°C，且更佳在室溫下(20-25°C)。

在一態樣中，本發明提供使用具有下式之鄰苯二甲醯亞胺化合物之有機電子裝置：

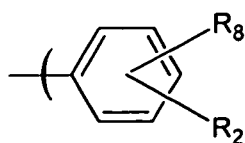


其中R₁表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且其中R為苯基或含鄰苯二甲醯亞胺之基團。

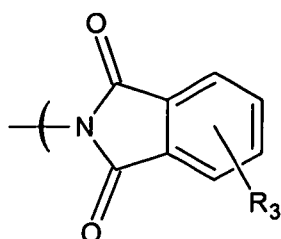
如本文所用之術語"芳基部分"係指含有至少一個芳環(包括單環基以及多環系統)之結構。多環可具有兩個或兩個以上環，其中兩個原子由兩個相鄰環共用(亦即環"稠合")，其中至少一個環為芳族的。適用作本發明之取代基之芳基部分包括苯基及寡聚芳基(諸如萘基、聯苯基及菲基)。

在某些情況下，R為由下式表示之含鄰苯二甲醯亞胺之

基團：



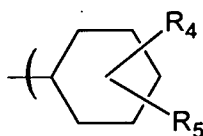
其中 R_2 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分，其中 R_8 表示位於環任何位置上之取代基，其中 R_8 為由下式表示之鄰苯二甲醯亞胺：



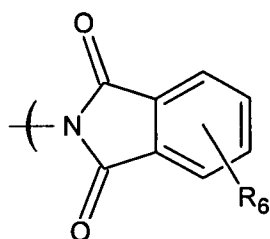
且其中 R_3 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分。兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在中心苯環上可位於鄰位、間位或對位。

在某些情況下，兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在中心苯環上位於對位。在某些情況下，各 R_3 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，各 R_2 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，各 R_1 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。

在某些情況下，R為由下式表示之含鄰苯二甲醞亞胺之基團：



其中R₄表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且其中R₅表示位於環任何位置上之取代基，其中R₅由下式表示：



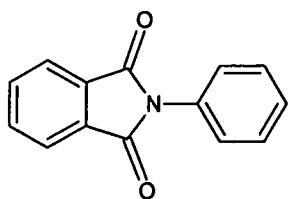
其中R₆表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分。兩個鄰苯二甲醞亞胺基團在環己烷環上可位於鄰位、間位或對位。

在某些情況下，兩個鄰苯二甲醞亞胺基團在環己烷環上位於鄰位。在某些情況下，各R₄係獨立地選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，各R₆係獨立地選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。

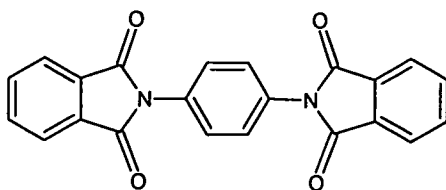
在某些情況下，R為有或無含有至多15個碳原子之烷基

部分取代基或芳基部分取代基之苯環。在某些情況下，取代基可選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，苯環無取代基。

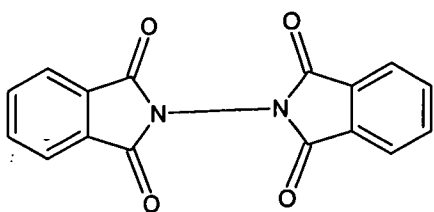
適用於本發明之鄰苯二甲醯亞胺化合物之實例包括下列各物：



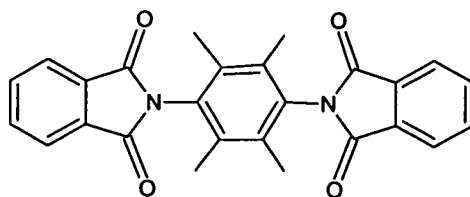
P-1p



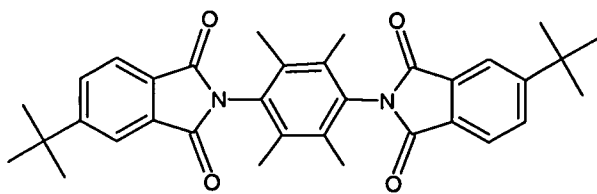
P-2p



NPP

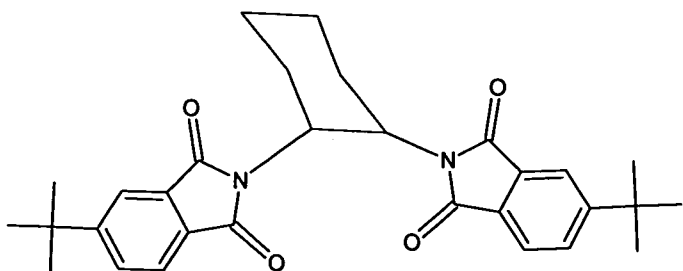


TMPP



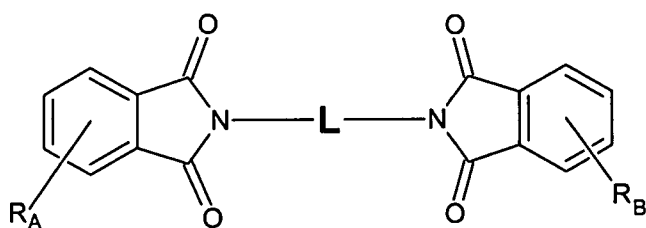
及

TMPP*



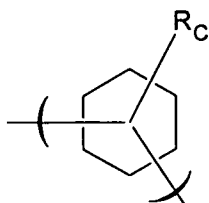
CH-2p

在另一態樣中，本發明提供使用具有下式之鄰苯二甲醯亞胺化合物之有機電子裝置：



其中 R_A 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，其中 R_B 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且其中 L 為介於兩個鄰苯二甲醯亞胺基團之間之6員環或直接鍵。

在某些情況下， L 為由下式表示之環己烷環：

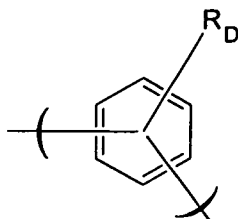


其中 R_C 表示表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且其中兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在環己烷環上位於鄰位、間位或對位。

在某些情況下，兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在環己烷環上位於鄰位。在某些情況下，環己烷上之各 R_C 為氫。在某些情況下，各 R_A 獨立地選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯

基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，各 R_B 獨立地選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，各 R_A 為第三丁基且各 R_B 為第三丁基。

在某些情況下，L為由下式表示之苯環：



其中 R_D 表示一或多個經獨立選擇之位於環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且其中兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在苯環上位於鄰位、間位或對位。

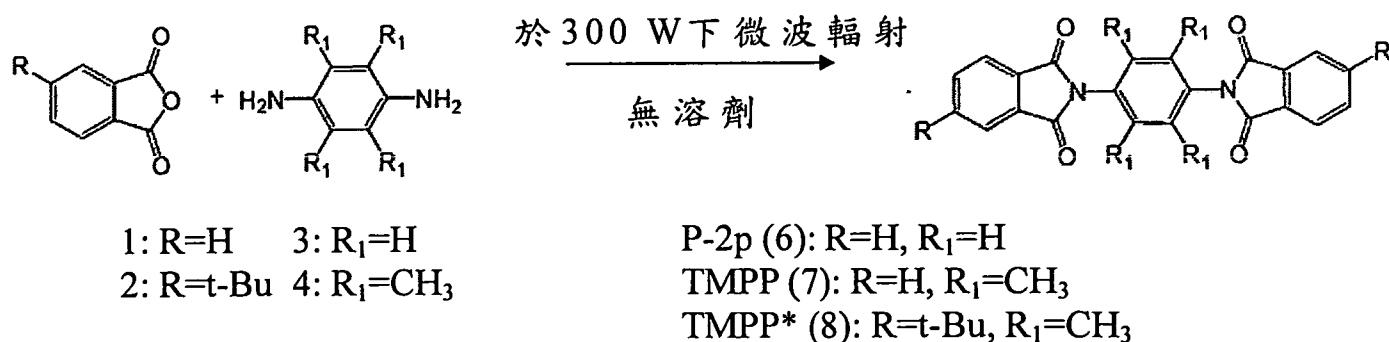
在某些情況下，兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在苯環上位於對位。在某些情況下，環己烷上之各 R_D 為氫。在某些情況下，環己烷上之各 R_D 為甲基。在某些情況下，各 R_A 獨立地選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，各 R_B 獨立地選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。在某些情況下，各 R_A 為第三丁基且各 R_B 為第三丁基。

本文所揭示之鄰苯二甲醯亞胺化合物為具有大HOMO-LUMO能隙、高三重態能量、大還原電位及/或熱穩定性及化學穩定性之電子傳輸體。因此，該等鄰苯二甲醯亞胺化

合物適用於各種有機電子裝置之任一者中，諸如 OLED 及太陽電池。在 OLED 中，鄰苯二甲醯亞胺化合物可用於 OLED 之各種層之任一者中。舉例而言，鄰苯二甲醯亞胺化合物可用於發射層中(例如作為主體材料)。在另一實例中，鄰苯二甲醯亞胺化合物可用於電洞阻斷層中(例如作為電洞阻斷材料)。在另一實例中，鄰苯二甲醯亞胺化合物可用於電子阻斷層中。鄰苯二甲醯亞胺化合物亦可用於太陽電池中。舉例而言，化合物可用於太陽電池之激子阻斷層中。

化合物合成實例

如以下反應流程中所示，自市售鄰苯二甲酸酐 1、4-第三丁基鄰苯二甲酸酐 2、苯基-1,2-二胺 3、2,3,5,6-四甲基-苯基-1,2-二胺 4 及環己烷-1,4-二胺 5 一步合成目標化合物 (6-9)。所有反應均在微波反應器中在無溶劑之環境中進行。藉由在兩個不同反應中輻射酸酐 1 與胺 3 或胺 4 之混合物來合成鄰苯二甲醯亞胺化合物 6 及 7。以類似方式，藉由使第三丁基酸酐 2 在微波條件下分別與胺 4 或胺 5 反應製得第三丁基鄰苯二甲醯亞胺化合物 8 及 9。





通用程序：在合成之前以兩種不同方式將反應物酸酐及胺混合。將該等反應物乾燥混合且以研鉢及研杵研磨成細粉或將該等反應物與二氯甲烷混合，攪拌10分鐘且接著在真空中濃縮。

苯基-1,4-雙鄰苯二甲醯亞胺(化合物 P-2p)。使苯基-1,2-二胺 3(1當量)與鄰苯二甲酸酐 1(3當量)之混合物在 250°C 下經受微波(300 W)輻射 40 分鐘。接著將深色不溶性物質在 265°C 下昇華以生成鄰苯二甲醯亞胺化合物 P-2p 之灰白色晶體(80%產率)。分析資料：¹H NMR (250 MHz, CDCl₃): δ 8.01 (dd, 4H), δ 7.80 (dd, 4H)。元素分析結果：C=71.55; H=3.20; N=7.61(與 C₂₂H₁₂N₂O₄ 之計算值 C=71.74; H=3.28; N=7.61 相比)。

2,3,5,6-四甲基-苯基-1,4-(雙鄰苯二甲醯亞胺)(化合物 TMPP)。將 2,3,5,6-四甲基-苯基-1,2-二胺 4(1當量)及鄰苯二甲酸酐 1(3當量)之固體溶液置於 300 W 微波反應器中且加熱至 250°C 持續 40 分鐘。將深棕色物質在 285°C 下昇華以生成鄰苯二甲醯亞胺化合物 TMPP 之淺黃色晶體(80%產率)。分析資料：Mp(DSC)462°C。 ¹H NMR (250 MHz, CDCl₃): δ 8.01 (dd, 4H), δ 7.80 (dd, 4H), δ 1.57 (s, 12H)。

元素分析結果：C=73.70；H=4.66；N=6.60(與 $C_{26}H_{20}N_2O_4$ 之計算值 C=73.57；H=4.75；N=6.60 相比)。

2,3,5,6-四甲基-苯基-1,4-雙(4-第三丁基鄰苯二甲醯亞胺)(化合物 TMPP*)。將 2,3,5,6-四甲基-苯基-1,2-二胺 **4**(1 當量)與 4-第三丁基鄰苯二甲酸酐 **2**(3 當量)之混合物置於微波反應器(300 W)中且在 120°C 下輻射 40 分鐘。使黃色粗產物通過二氯甲烷中之矽膠短管柱。濃縮此溶離液，繼而將粗產物急驟層析純化(SiO_2 ，二氯甲烷)，生成呈白色粉末狀之鄰苯二甲醯亞胺化合物 TMPP*(85%產率)。分析資料：Mp (DSC) 413°C ， T_g (DSC) 88°C ， T_c (DSC) 189°C 。 ^1H NMR (360 MHz, CDCl_3): δ 8.01 (d, $J=0.003$ Hz, 2H), δ 7.90 (dd, $J=0.043$ Hz, 4H), δ 2.09 (s, 12H), δ 1.43 (s, 18H)。元素分析結果：C=76.31；H=6.75；N=5.31(與 $C_{34}H_{36}N_2O_4$ 之計算值 C=76.09；H=6.76；N=5.22 相比)。

1,2-雙(4-第三丁基鄰苯二甲醯亞胺)-環己烷(化合物 CH-2p)。使環己烷-1,4-二胺 **5**(1 當量)與 4-第三丁基鄰苯二甲酸酐 **2**(3 當量)在二氯甲烷(20 ml)中混合。接著將反應混合物攪拌 10 分鐘，在真空中濃縮且使其在 250°C 下經受微波(300 W)反應 30 分鐘。接著使深黃色粗產物通過矽膠過濾器，濃縮且使其經受二氯甲烷中之急驟層析(矽膠)以生成鄰苯二甲醯亞胺化合物 CH-2p 之純黃色晶體(60%產率)。分析資料：Mp (DSC) 388°C ， T_g (DSC) 88°C 。 ^1H NMR (360 MHz, CDCl_3): δ 7.70 (br m, 6H), δ 5.07 (m, $J=0.008$ Hz, 2H), δ 2.37 (br m, 2H), δ 1.88 (br m, 4H), δ 1.57 (br m,

2H), δ 1.31 (s, 18H)。元素分析結果：C=74.11; H=6.99; N=5.78(與 $C_{30}H_{34}N_2O_4$ 之計算值 C=74.05; H=7.04; N=5.76 相比)。

各種鄰苯二甲醯亞胺化合物之溶液光物理資料展示於下表 1 中。該等資料說明鄰苯二甲醯亞胺化合物具有高三重態能量及毫秒範圍之壽命。

表 1.

化合物	$\lambda_{\max}(298K)$ (nm)	Φ_s	E_s (nm/eV)	τ_s (ns)	$\lambda_{\max}(77K)$ (nm)	E_T (nm/eV)	τ_T (ms)
NPP	---	---	313/3.96	---	410, 420, 442	410/3.02	667
TMPP	---	---	313/3.96	---	426, 448	426/2.91	360
TMPP*	447	---	318/3.90	---	316, 445, 380, 456	430/2.9	450
P-2p	---	---	313/3.96	---	355, 432, 448	432/2.87	349
P-1p	495	---	322/3.85	---	360, 449	449/2.76	224
CH-2p	400	5.2E-05	318/3.90	<5	381, 452	452/2.74	590

裝置實例

鄰苯二甲醯亞胺化合物 TMPP 及 TMPP* 用於裝配 OLED。所有 OLED 均在經 ITO 塗覆之玻璃基板上裝配且電路圖案以 2 mm 寬之條帶及 1 mm 之間隔經光微影壓印於基板上。ITO 塗層之表面電阻率經量測約為 $20 \Omega^{-1}$ 。接著以丙酮沖洗經 ITO 塗覆之基板，在皂水溶液中超音波降解處理且在三氯乙烯、丙酮及乙醇中各自煮沸 5 分鐘。此後，將基板在 UV 臭氧清潔室中處理 10 分鐘。

在配備有低溫泵、兩個晶體監視器及兩個電源之高真空室 (Kurt J. Lesker) 中裝配 OLED。在介於 3-4 微托 (μtorr) 之間之壓力下將有機膜自鉬舟熱蒸鍍於 ITO 基板上。始終將所有有機材料之沈積速率維持在 2-4 $\text{\AA}/\text{s}$ 之間。在陰極沈積

之前，以氮通入室中且將由2 mm條帶組成之遮蔽罩置於基板上。在壓力達到3.0微托之後，以0.2 Å/s之速率沈積10 Å之氟化鋰(LiF)，繼而以4-5 Å/s之間之速率沈積1200 Å之鋁層。

在具有下列通用架構之ITO基板上裝配3組裝置(A、B及C)：400 Å之NPD層作為電洞傳輸層；250 Å之主體：摻雜劑層作為發射層；150 Å之電洞阻斷材料層作為電洞阻斷層；150 Å之Alq₃層作為電子傳輸層；及LiF(10 Å)/Al(1200 Å)作為陰極。

在裝置組A中，面-參(2-苯基吡啶根基-N,C²)銦(III)(Irppy)用作發射層中之摻雜劑。在裝置A1(對照)中，CBP用作發射層中之主體且BCP用作電洞阻斷材料。在裝置A2中，CBP用作發射層中之主體且TMPP*用作電洞阻斷材料。在裝置A3中，TMPP*用作發射層中之主體且BCP用作電洞阻斷層。

在裝置組B中，雙(2-苯基喹啉基-N,C²)銦(III)(PQIr)用作發射層中之摻雜劑。在裝置B1(對照)中，CBP用作發射層中之主體且BCP用作電洞阻斷材料。在裝置B2中，CBP用作發射層中之主體且TMPP*用作電洞阻斷材料。在裝置B3中，TMPP*用作發射層中之主體且BCP用作電洞阻斷材料。在裝置B4中，TMPP*用作發射材料中之主體且用作電洞阻斷材料。

在裝置組C中，PQIr用作發射層中之摻雜劑。裝置C1(對照)與裝置B1相同。在裝置C2中，CBP用作發射層中之主

體且TMPP用作電洞阻斷材料。在裝置C3中，TMPP用作發射層中之主體且BCP用作電洞阻斷材料。在裝置C4中，TMPP用作發射材料中之主體且用作電洞阻斷材料。

在室溫下及開放氣氛之壓力下測試所有OLED。LabVIEW程式用於量測裝置之亮度及電流-電壓(I-V)特徵。Keithley 2400電錶用於開啟OLED且經由配備有Newport 1835-C光學計之UV-818 Si光陰極收集來自裝置前端發出之光。使用型號C-60SE之光譜螢光計記錄裝置之電致發光光譜。

圖3展示裝置A1-A3之量子效率對電流密度之曲線。由於摻雜劑對主體電子轉移之抑制，因此在發射層中使用TMPP*作為主體且使用Irppy作為摻雜劑之裝置A3(三角形)具有低量子效率。由於TMPP*之電洞/激子阻斷能力，在電洞阻斷層中使用TMPP*之裝置A2(半填充圓)具有高效率。在此情況下，裝置A2之效率為對照裝置A1(正方形)之效率的兩倍以上。

圖4展示裝置A1-A3之亮度對電壓之曲線。由於Irppy摻雜劑對TMPP*主體之抑制增加激發態摻雜劑之非輻射性弛豫，因此裝置A3暗淡。由於TMPP*之電洞/激子阻斷增加激子之平衡再結合且減少激子之非輻射性弛豫，因此裝置A2明亮。在此情況下，裝置A2比對照裝置A1暗淡，但二者均具有約略相等之開啟電壓。

圖5展示裝置A1-A3之電流密度對電壓之曲線。裝置A3

具有漏電及高開啟電壓。電子自激發態摻雜劑向TMPP*主體轉移產生過量電洞。由於I-V由電子流動控制，因此電子具有低遷移率，且過量電洞必須等待較長時間來與電子再結合。又，空間電荷限制(SCLC)區域中之過量電洞可藉由略微改變內電場而對進入之電子產生阻障。該等因素可延長裝置之開啟電壓。與此相比，裝置A2展示最少短路或漏電。在此情況下，I-V形狀及裝置A2之開啟電壓與對照裝置A1相當。

圖6展示裝置A1-A3之電致發光光譜。由於Irppy，裝置A3發出 $\lambda_{\max}=515\text{ nm}$ ，且可能由於TMPP*與NPD之間所形成之激發複合物體的發射，裝置A3發出另一 $\lambda_{\max}=541$ 。由於Irppy，裝置A2發出 $\lambda_{\max}=512\text{ nm}$ 。自摻雜劑僅觀察到電致發光。此資料證明TMPP*作為電子傳輸體及電洞阻斷體效用良好。

圖7展示裝置B1-B4之量子效率對電流密度之曲線。由於摻雜劑對主體電子轉移之抑制，在發射層中使用TMPP*作為主體且使用PQIr作為摻雜劑之裝置B3(倒三角形)具有低量子效率。使用TMPP*作為發射材料中之主體且作為電洞阻斷材料之裝置B4(正三角形)具有極低之量子效率及極短之壽命。與對照裝置B1(正方形)相比，裝置B2(圓形)由於TMPP*之電洞/激子阻斷能力而極為有效。在此情況下，裝置B2之效率為對照裝置B1效率之1.5倍以上。

圖8展示裝置B1-B4之亮度對電壓之曲線。由於Irppy摻雜劑對TMPP*主體之抑制增加激發態摻雜劑之非輻射性弛

豫，因此裝置B3暗淡。同樣，裝置B4由於抑制效應而暗淡。TMPP*與NPD之間所形成之激發複合物體(發射性或非發射性)亦可用以降低效率。由於TMPP*之電洞/激子阻斷能力增加激子之平衡再結合且減少激子之非輻射性弛豫，因此裝置B2明亮且有效。由於TMPP*之三重態能量遠高於PQIr之三重態能量，因此能量轉移更為有效且裝置更明亮。在此情況下，裝置B2比對照裝置B1明亮。

圖9展示裝置B1-B4之電流密度對電壓之曲線。裝置B2之I-V形狀及開啟電壓與對照裝置B1類似。裝置4之I-V曲線展示不足，但裝置3之I-V曲線似乎良好。圖10展示裝置B1-B3之電致發光光譜。該等裝置各自僅發出PQIr發射。

圖11展示裝置C1-C4之量子效率對電流密度之曲線。由於摻雜劑對主體電子轉移之抑制，在發射層中使用TMPP作為主體且使用PQIr作為摻雜劑之裝置C3(倒三角形)具有低量子效率。使用TMPP作為發射材料中之主體且作為電洞阻斷材料之裝置B4(正三角形)亦由於摻雜劑對主體電子轉移之抑制而具有低量子效率。又，由於TMPP無玻璃轉移溫度 T_g ，因此在沈積時可形成減少能量自TMPP向PQIr轉移之晶島，使得Alq₃之發射佔優勢。

圖12展示裝置C1-C4之電致發光光譜。裝置C1-C3僅發出PQIr發射($\lambda_{\max}=595\text{ nm}$)。裝置C4除PQIr發射之外亦發出Alq₃發射($\lambda_{\max}=510\text{ nm}$)。

上述結果證實在有機發光裝置中使用本文所揭示之鄰苯二甲醯亞胺化合物可改良裝置之效能及效率。

材料定義：

如本文所用，縮寫係指如下材料：

CBP：	4,4'-N,N'-二咔唑-聯苯；
m-MTDATA：	4,4',4''-參(3-甲基苯基苯基胺基)三苯胺；
Alq ₃ ：	8-參羥基喹啉鋁
BPhen：	4,7-二苯基-1,10-啡啉；
n-BPhen：	n型摻雜BPhen(與鋰摻雜)；
F ₄ -TCNQ：	四氟-四氰基-喹二甲烷；
p-MTDATA：	p型摻雜m-MTDATA(與F ₄ -TCNQ摻雜)；
Ir(ppy) ₃ ：	參(2-苯基吡啶)銨；
Ir(ppz) ₃ ：	參(1-苯基吡啶根基,N,C(2'))銨(III)；
BCP：	2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-啡啉；
TAZ：	3-苯基-4-(1'-萘基)-5-苯基-1,2,4-三唑；
CuPc：	銅酞菁；
ITO：	氧化銦錫；
NPD：	N,N'-二苯基-N,N'-二(1-萘基)-聯苯胺；
TPD：	N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基)-聯苯胺；
BAlq：	雙(2-甲基-8-羥基喹啉根基)4-苯基苯酚鋁(III)；
mCP：	1,3-N,N-二咔唑-苯；
DCM：	4-(二氰基乙烯)-6-(4-二甲胺基苯乙烯基-2-甲基)-4H-嘓喃；

DMQA： N,N'-二甲基喹吡啶酮。

【圖式簡單說明】

圖1展示具有獨立電子傳輸層、電洞傳輸層及發射層以及其他層之有機發光裝置。

圖2展示不具有獨立電子傳輸層之反向有機發光裝置。

圖3展示裝置A1-A3之量子效率對電流密度之曲線。

圖4展示裝置A1-A3之亮度對電壓之曲線。

圖5展示裝置A1-A3之電流密度對電壓之曲線。

圖6展示裝置A1-A3之電致發光光譜。

圖7展示裝置B1-B4之量子效率對電流密度之曲線。

圖8展示裝置B1-B4之亮度對電壓之曲線。

圖9展示裝置B1-B4之電流密度對電壓之曲線。

圖10展示裝置B1-B4之電致發光光譜。

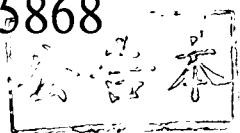
圖11展示裝置C1-C4之量子效率對電流密度之曲線。

圖12展示裝置C1-C4之電致發光光譜。

【主要元件符號說明】

100	有機發光裝置
110	基板
115	陽極
120	電洞注入層
125	電洞傳輸層
130	電子阻斷層
135	發射層
140	電洞阻斷層

145	電子傳輸層
150	電子注入層
155	保護層
160	陰極
162	第一傳導層
164	第二傳導層
200	反向 OLED
210	基板
215	陰極
220	發射層
225	電洞傳輸層
230	陽極



102年9月14日

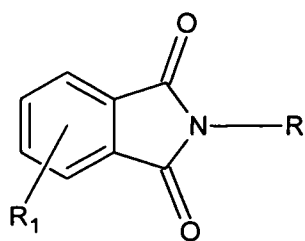
七、申請專利範圍：

1. 一種有機電子裝置，其包含：

一陽極；

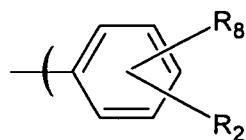
一陰極；及

一安置於該陽極與該陰極間之有機層，其中該有機層可傳輸電子且包含具有下式之鄰苯二甲醯亞胺化合物：



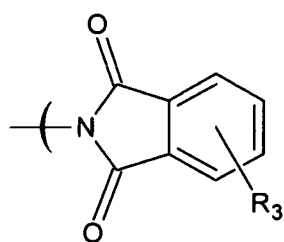
其中 R_1 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分，且

其中 R 為苯基或含鄰苯二甲醯亞胺之基團。

2. 如請求項 1 之裝置，其中 R 由下式表示：

其中 R_2 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分，

其中 R_8 表示位於該環任何位置上之取代基，其中 R_8 由下式表示：

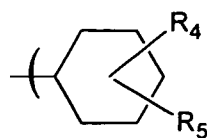


其中 R_3 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多 15 個碳原子之烷基部分或芳基部分。

3. 如請求項 2 之裝置，其中各 R_3 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基及第三丁基。
4. 如請求項 2 之裝置，其中各 R_2 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基及第三丁基。
5. 如請求項 2 之裝置，其中各 R_3 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。
6. 如請求項 2 之裝置，其中各 R_2 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。
7. 如請求項 2 之裝置，其中該兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在該苯環上位於對位。
8. 如請求項 1 之裝置，其中各 R_1 係選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基及第三丁基。
9. 如請求項 1 之裝置，其中各 R_1 係選自由下列各基組成之

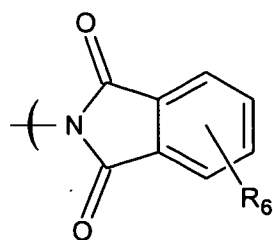
群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萆基、聯苯基及菲基。

10. 如請求項1之裝置，其中R由下式表示：



其中R₄表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且

其中R₅表示位於該環任何位置上之取代基，其中R₅由下式表示：



其中R₆表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分。

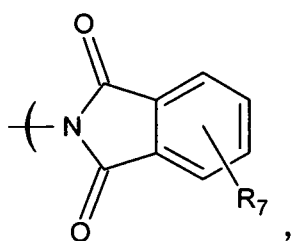
11. 如請求項10之裝置，其中該兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在該環己烷環上位於鄰位。

12. 如請求項10之裝置，其中各R₄係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基及第三丁基。

13. 如請求項10之裝置，其中各R₆係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁

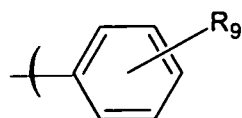
基及第三丁基。

14. 如請求項10之裝置，其中各 R_4 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。
15. 如請求項10之裝置，其中各 R_6 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。
16. 如請求項1之裝置，其中R由下式表示：



其中 R_7 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分。

17. 如請求項16之裝置，其中各 R_7 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基及第三丁基。
18. 如請求項16之裝置，其中各 R_7 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。
19. 如請求項1之裝置，其中R由下式表示：

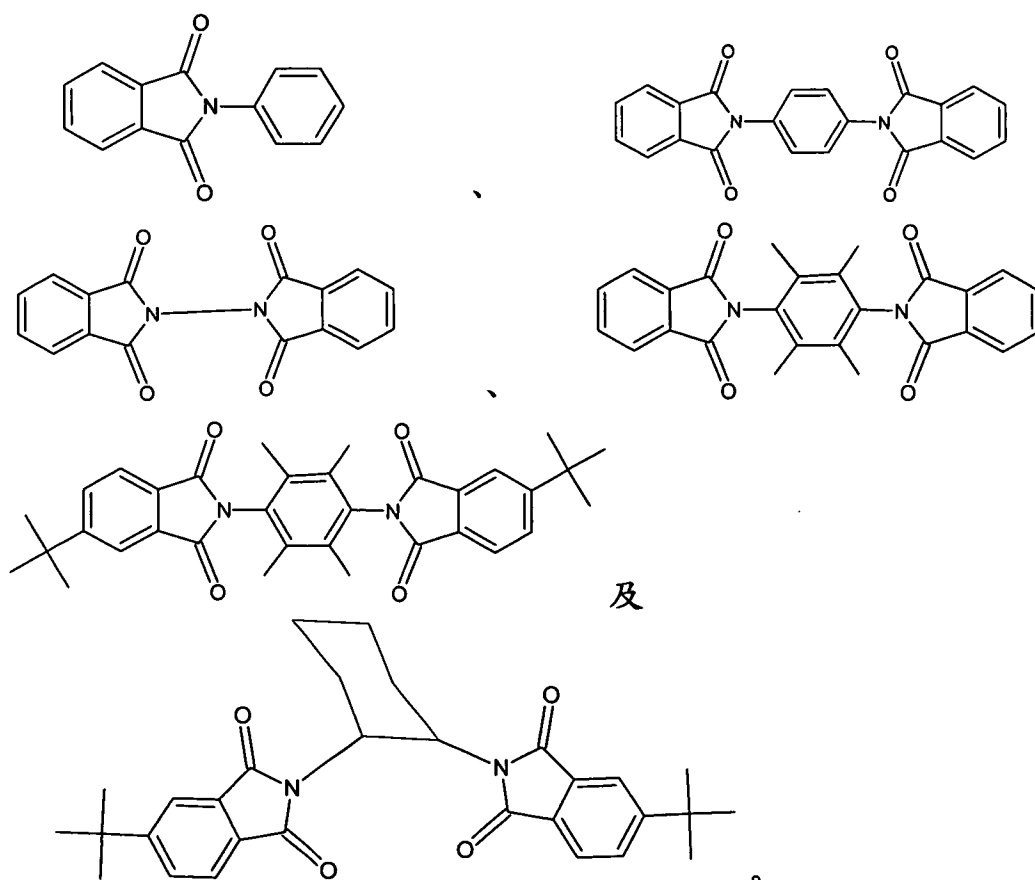


其中 R_9 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分。

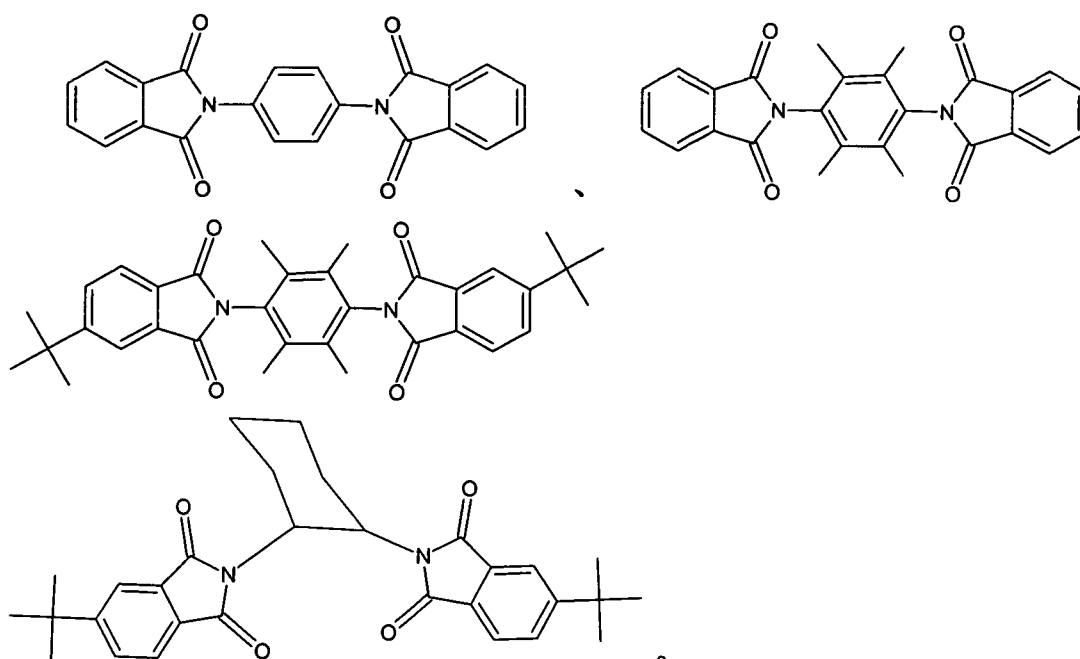
20. 如請求項19之裝置，其中各 R_9 為氫。

21. 如請求項1之裝置，其中該鄰苯二甲醯亞胺化合物為雙鄰苯二甲醯亞胺。

22. 如請求項1之裝置，其中該鄰苯二甲醯亞胺化合物係選自由下列各物組成之群：

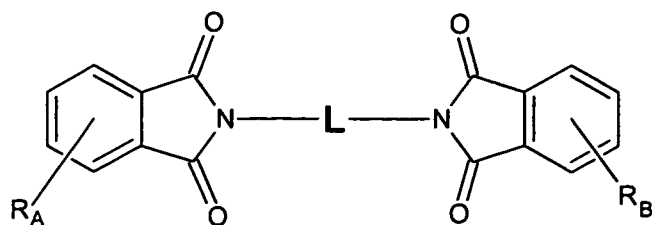


23. 如請求項1之裝置，其中該鄰苯二甲醯亞胺化合物係選自由下列各物組成之群：



及

24. 如請求項1之裝置，其中該裝置為一有機發光裝置。
25. 如請求項24之裝置，其中該有機層為一發射層。
26. 如請求項25之裝置，其中該鄰苯二甲醯亞胺化合物為一主體材料。
27. 如請求項24之裝置，其中該有機層為一電洞阻斷層。
28. 如請求項24之裝置，其中該有機層為一電子傳輸層。
29. 如請求項1之裝置，其中該裝置為一太陽電池。
30. 如請求項29之裝置，其中該有機層為一激子阻斷層。
31. 一種有機電子裝置，其包含：
 - 一陽極；
 - 一陰極；及
 - 一安置於該陽極與該陰極間之有機層，其中該有機層可傳輸電子且包含具有下式之鄰苯二甲醯亞胺化合物：

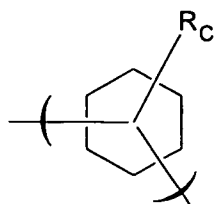


其中 R_A 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，

其中 R_B 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且

其中 L 為介於該兩個鄰苯二甲醯亞胺基團之間之6員環或直接鍵。

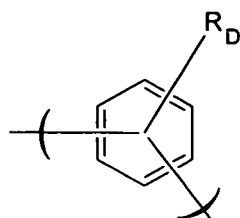
32. 如請求項31之裝置，其中 L 為由下式表示之環己烷環：



其中 R_C 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且

其中該兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在該環己烷環上位於鄰位、間位或對位。

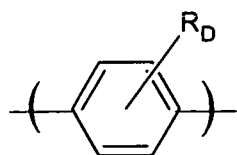
33. 如請求項31之裝置，其中 L 為由下式表示之苯環：



其中 R_D 表示一或多個經獨立選擇之位於該環任何位置上之取代基，其中各取代基為氫、含有至多15個碳原子之烷基部分或芳基部分，且

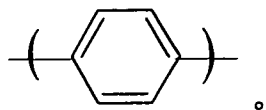
其中該兩個鄰苯二甲醯亞胺基團在該苯環上位於鄰位、間位或對位。

34. 如請求項31之裝置，其中各 R_A 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基及第三丁基。
35. 如請求項31之裝置，其中各 R_B 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基及第三丁基。
36. 如請求項31之裝置，其中各 R_A 為第三丁基且各 R_B 為第三丁基。
37. 如請求項31之裝置，其中各 R_A 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。
38. 如請求項31之裝置，其中各 R_B 係獨立選自由下列各基組成之群：氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、第三丁基、苯基、萘基、聯苯基及菲基。
39. 如請求項33之裝置，其中 L 係由下式表示：

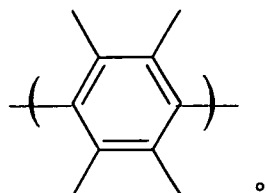


其中該兩個鄰苯二甲醯亞胺基團係位於對位。

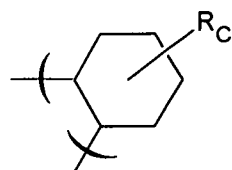
40. 如請求項39之裝置，其中L係由下式表示：



41. 如請求項39之裝置，其中L係由下式表示：

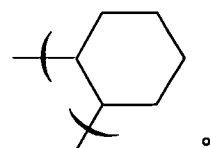


42. 如請求項32之裝置，其中L係由下式表示：



其中該兩個鄰苯二甲醯亞胺基團係位於鄰位。

43. 如請求項42之裝置，其中L係由下式表示：



44. 如請求項31之裝置，其中該裝置為一有機發光裝置。

45. 如請求項44之裝置，其中該有機層為一發射層。

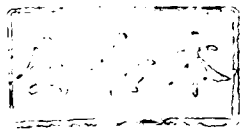
46. 如請求項45之裝置，其中該鄰苯二甲醯亞胺化合物為一主體材料。

47. 如請求項44之裝置，其中該有機層為一電洞阻斷層。

48. 如請求項44之裝置，其中該有機層為一電子傳輸層。

49. 如請求項31之裝置，其中該裝置為一太陽電池。

50. 如請求項49之裝置，其中該有機層為一激子阻斷層。



八、圖式：

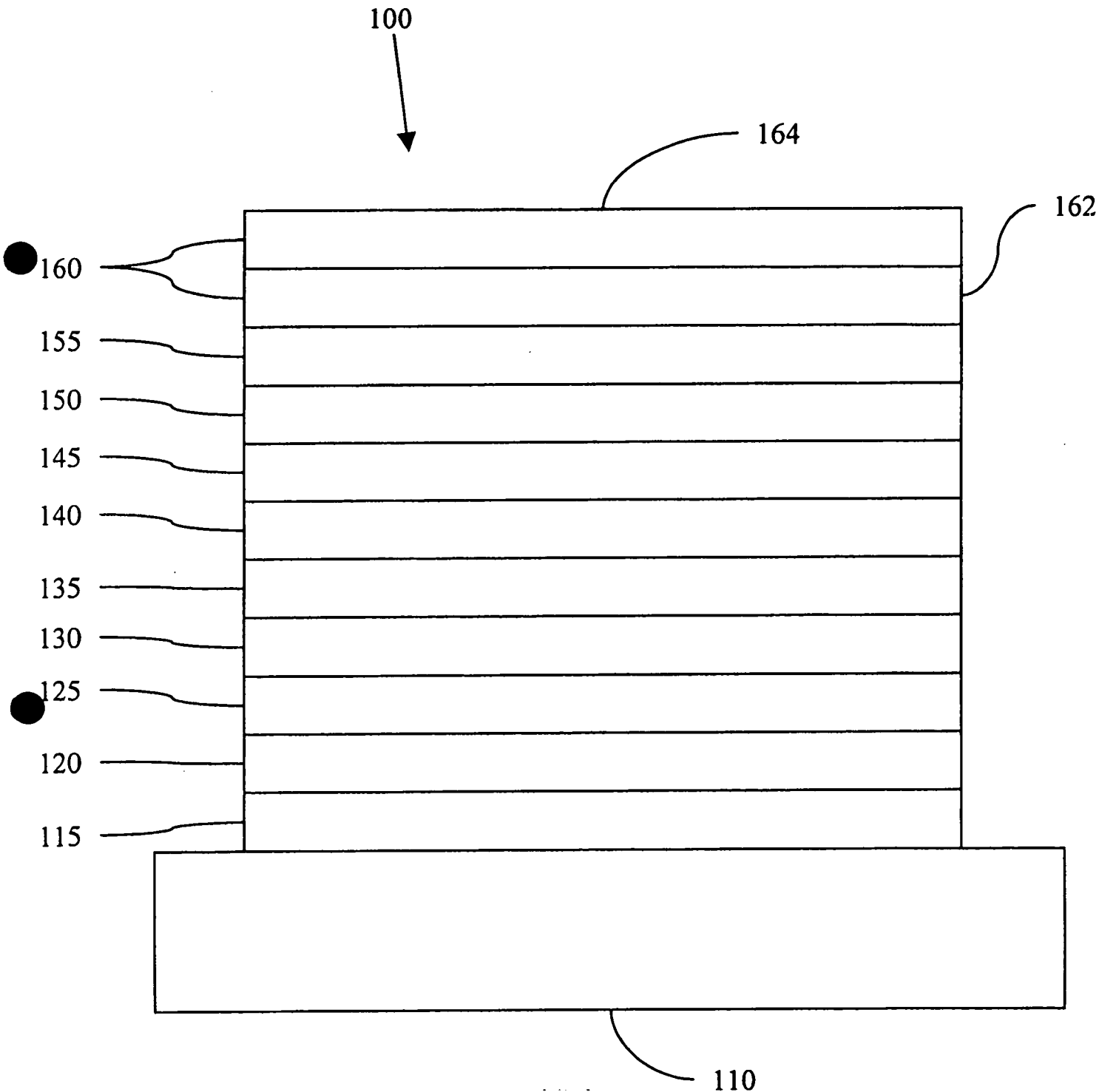


圖1

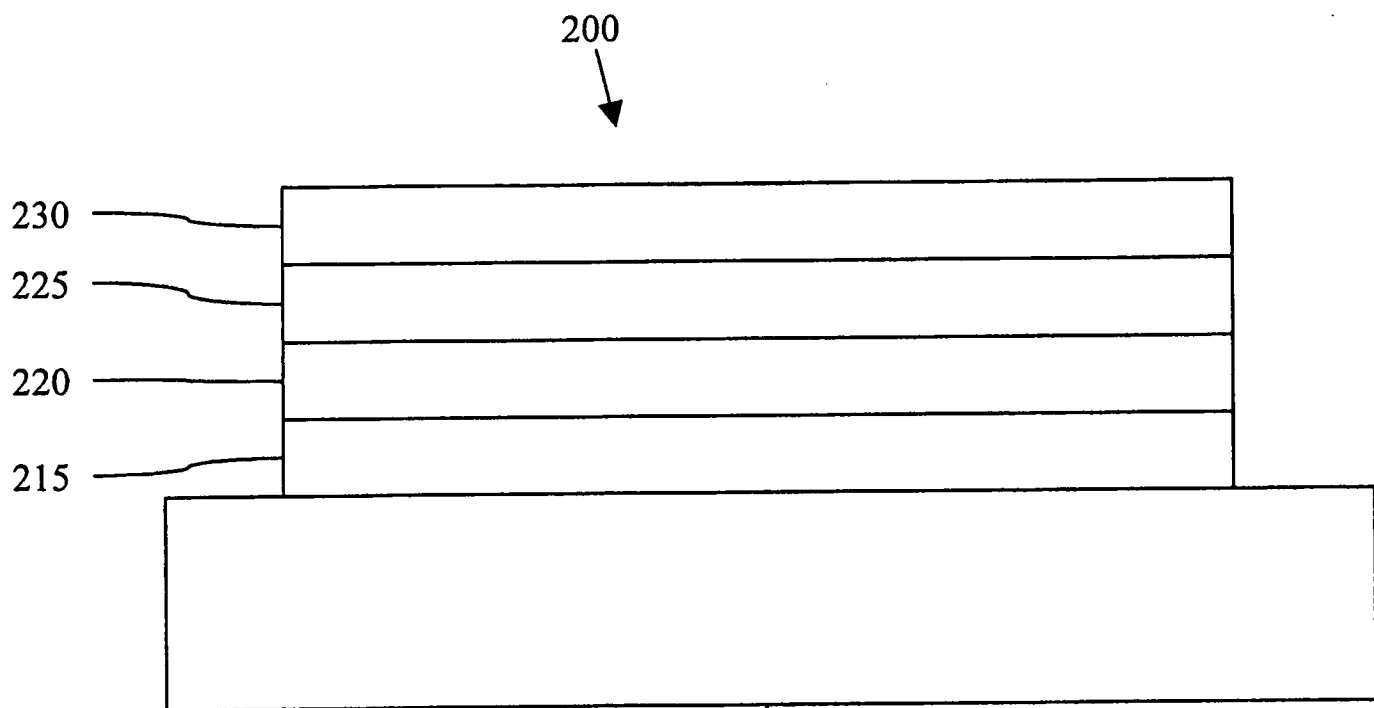


圖2 210

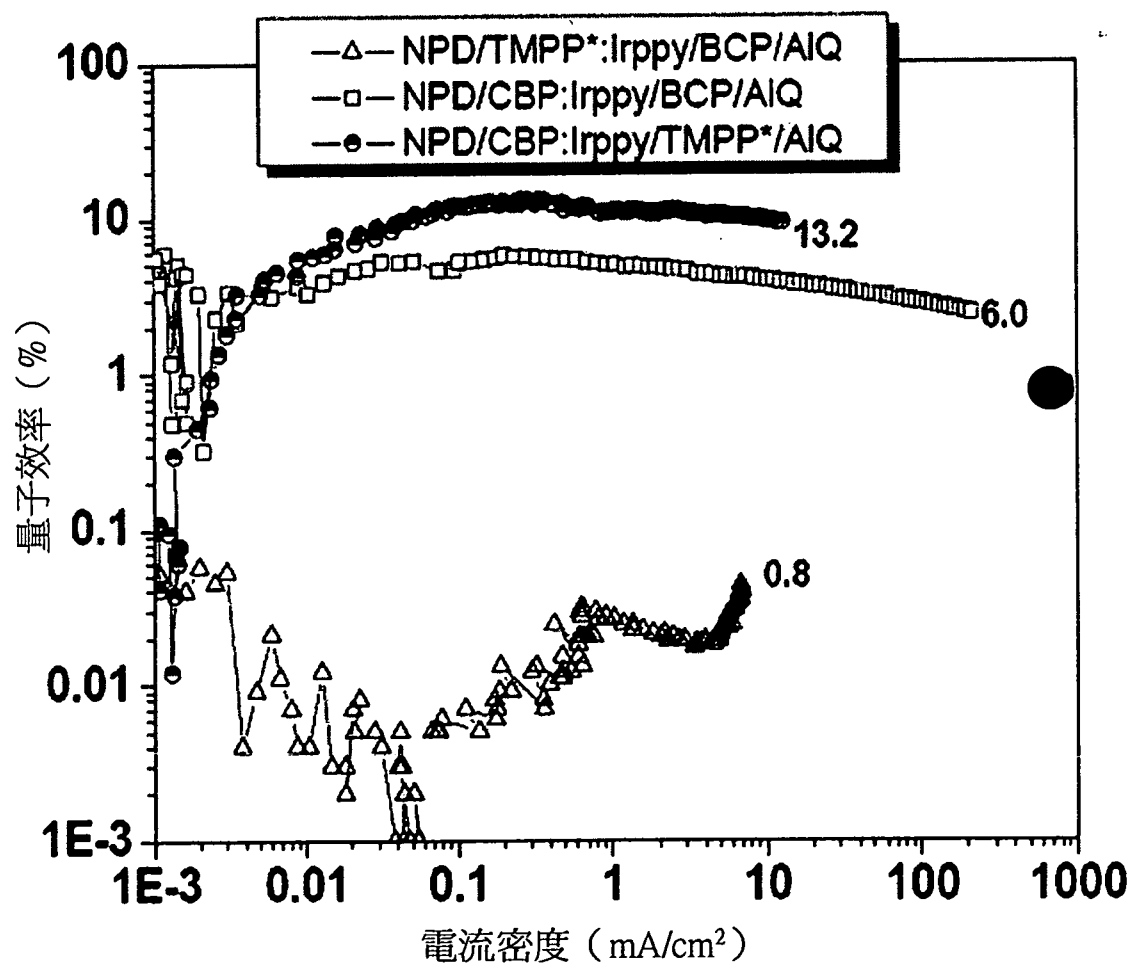


圖3

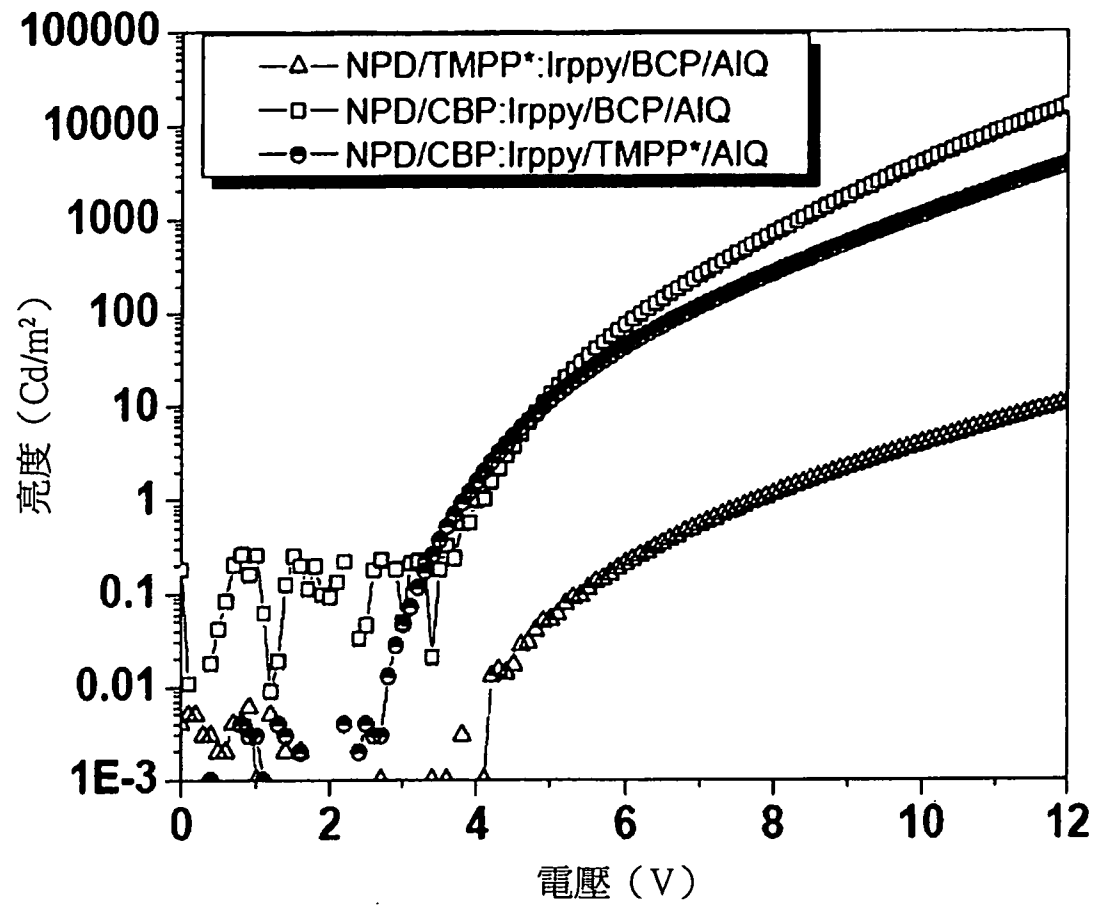


圖4

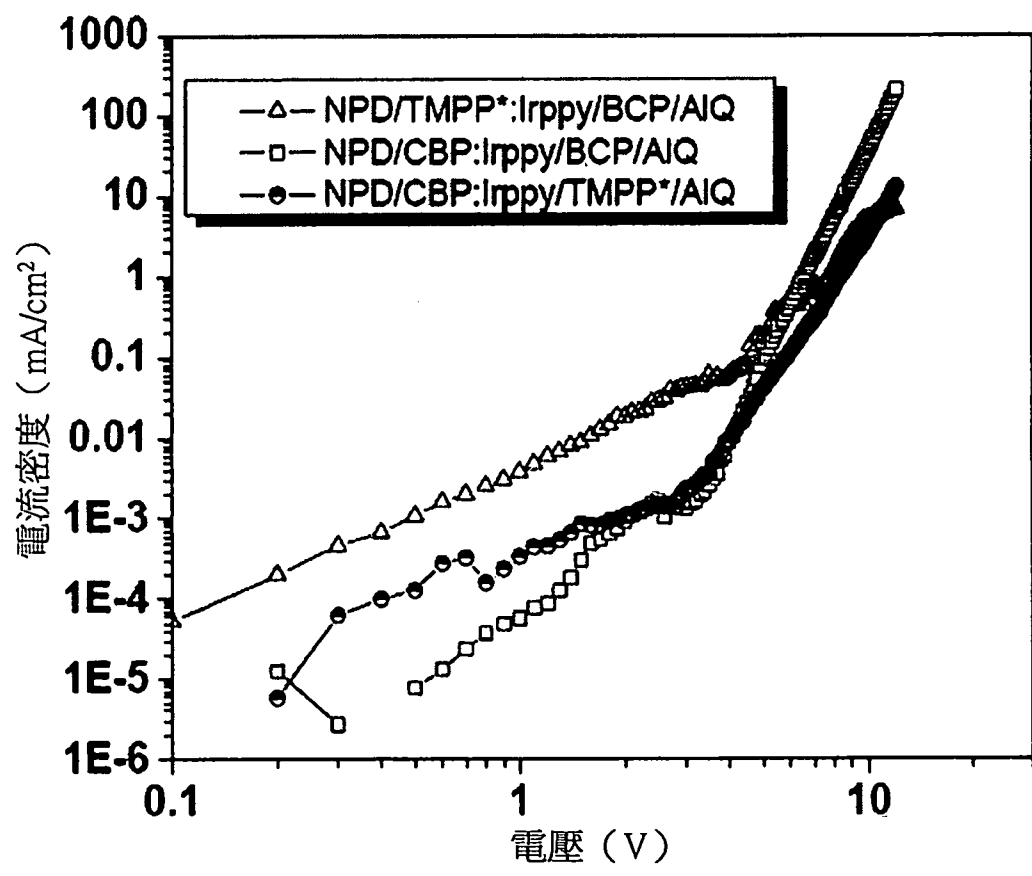


圖5

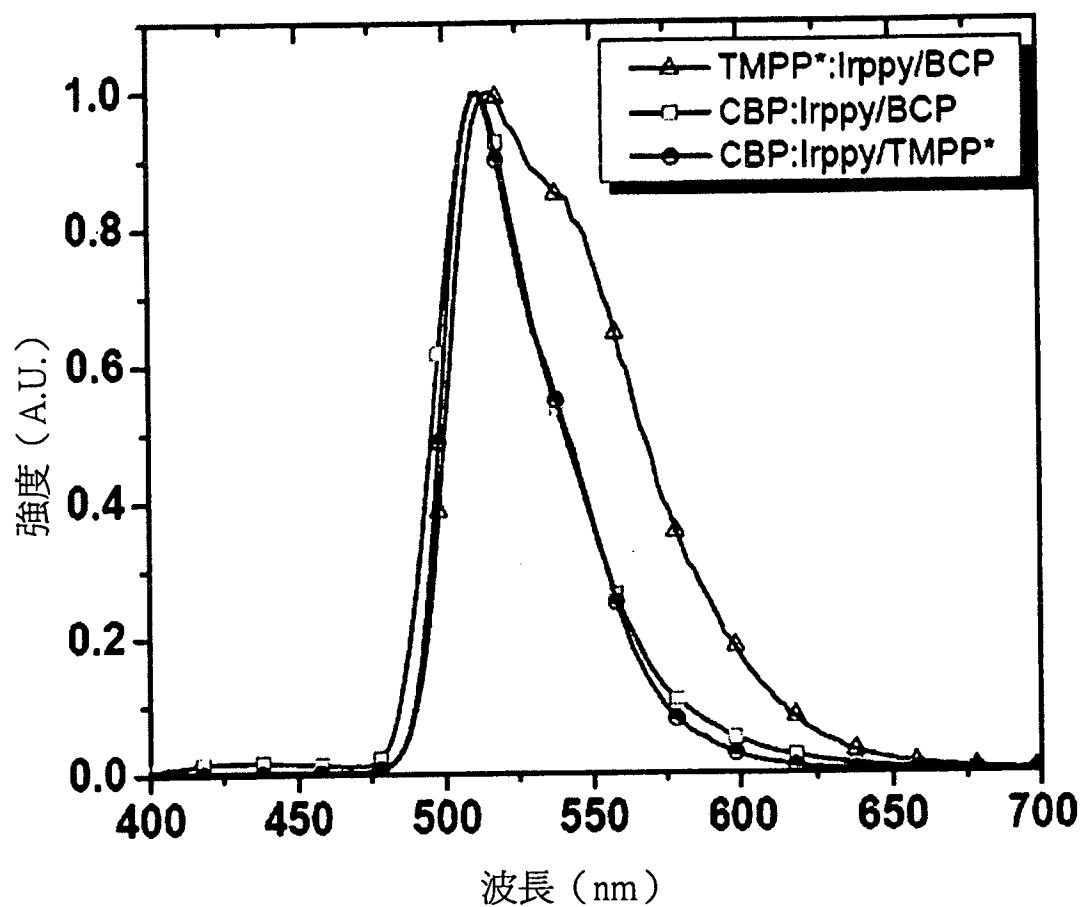


圖6

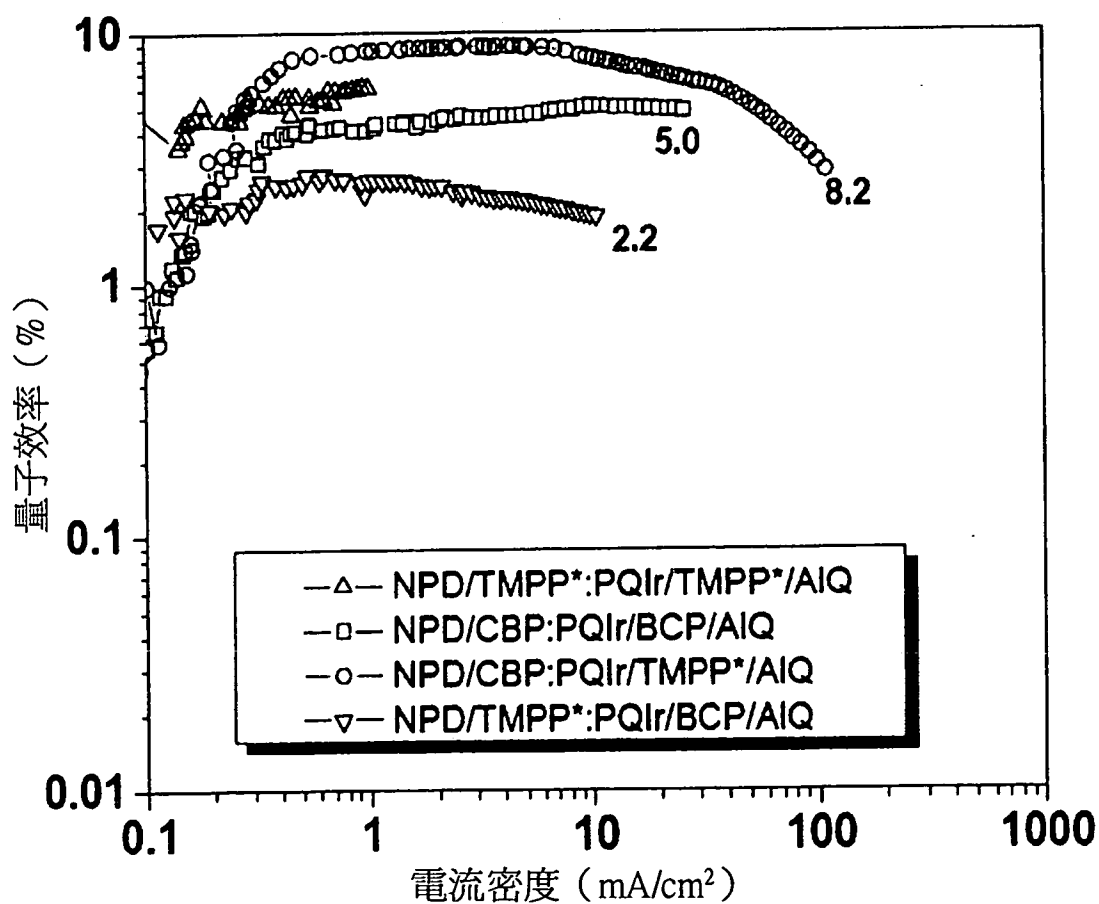


圖7

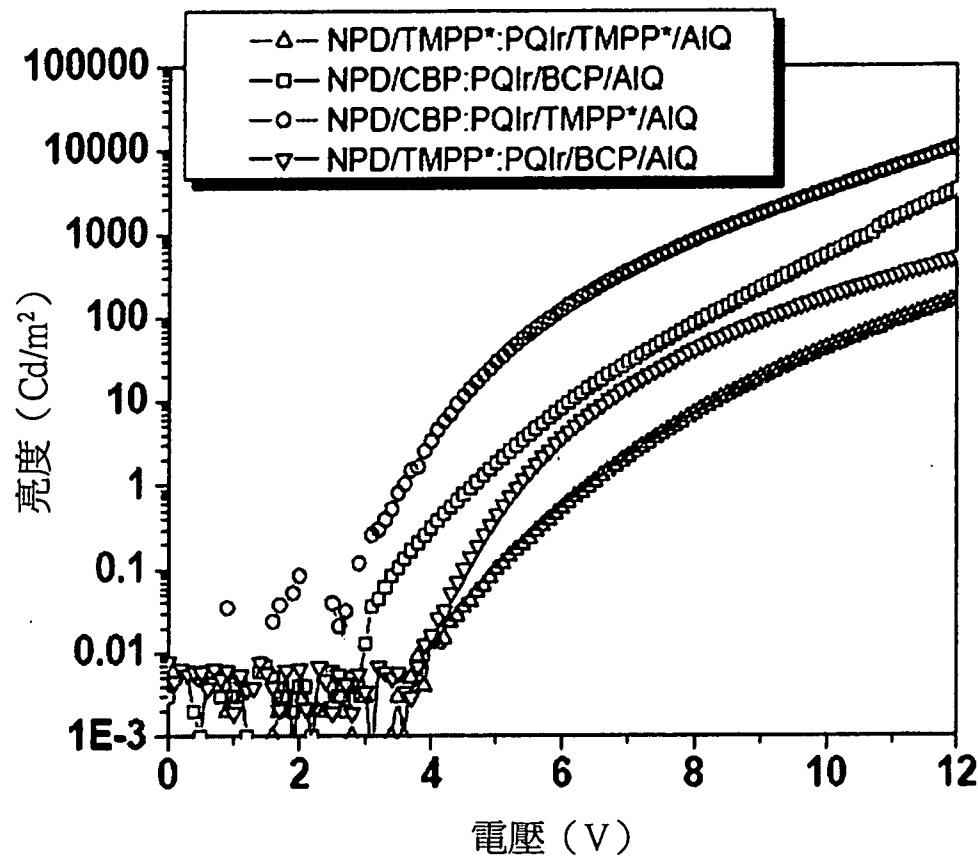


圖8

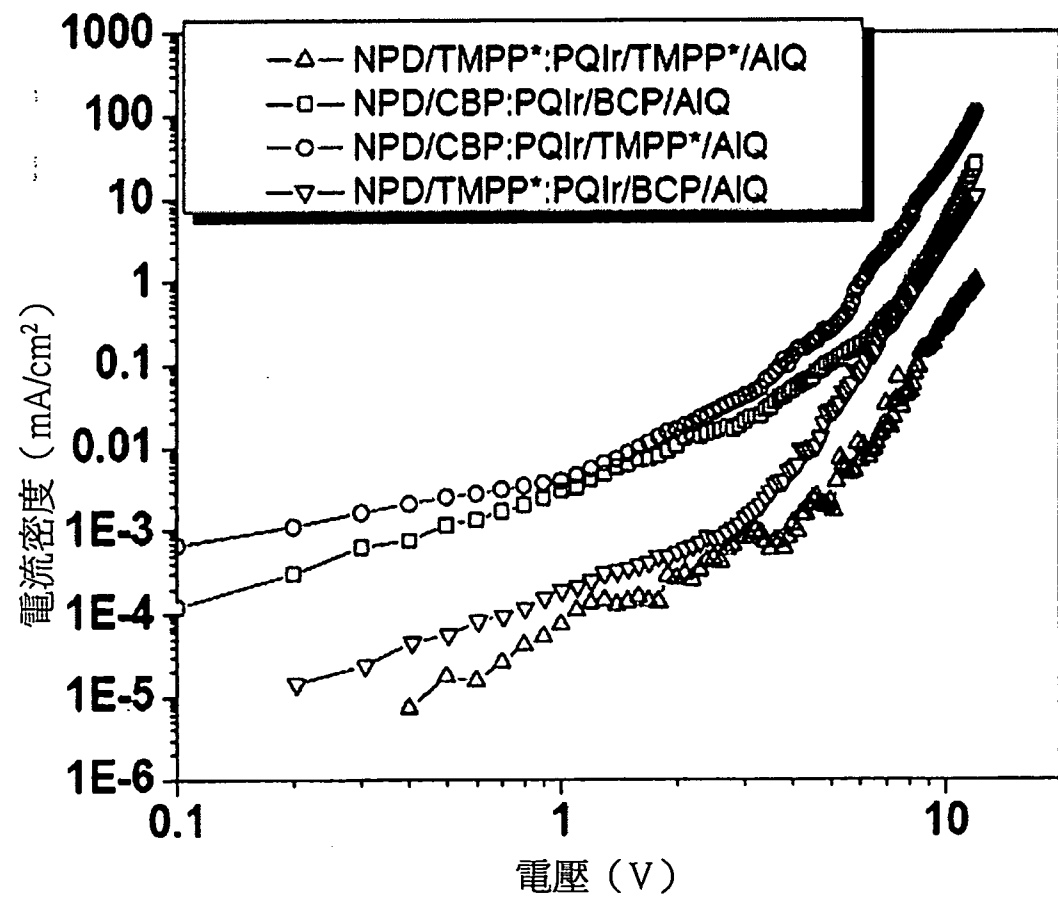


圖9

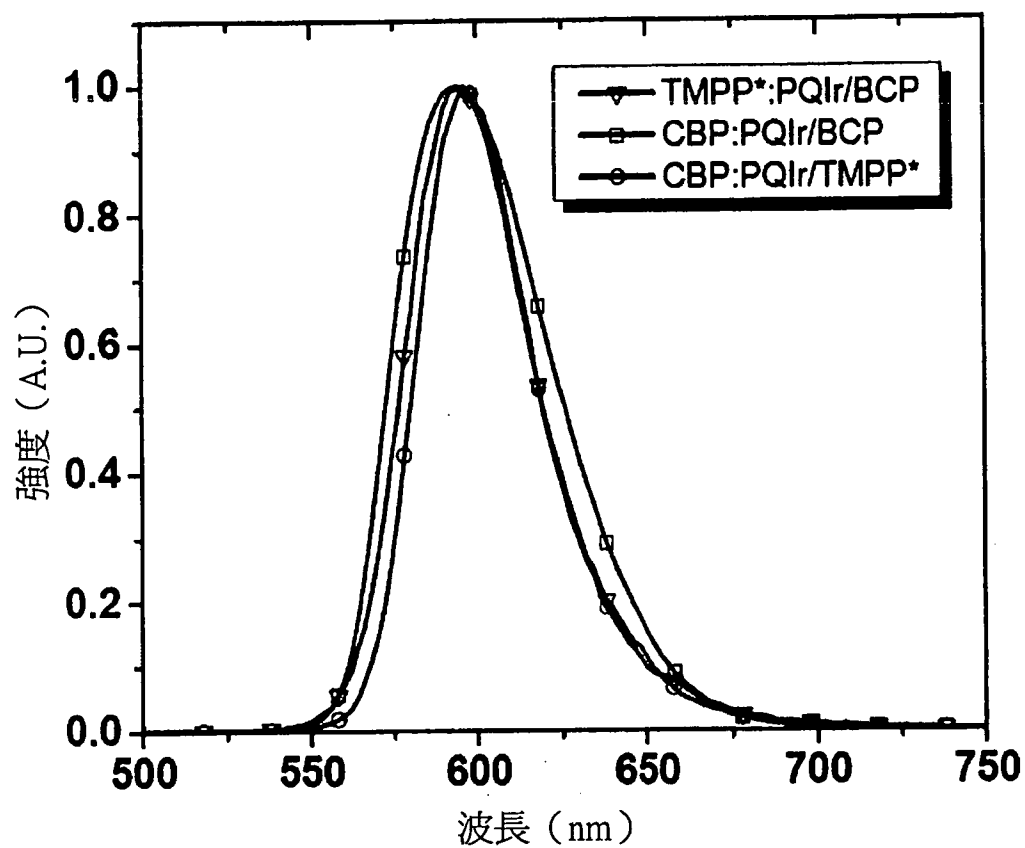


圖10

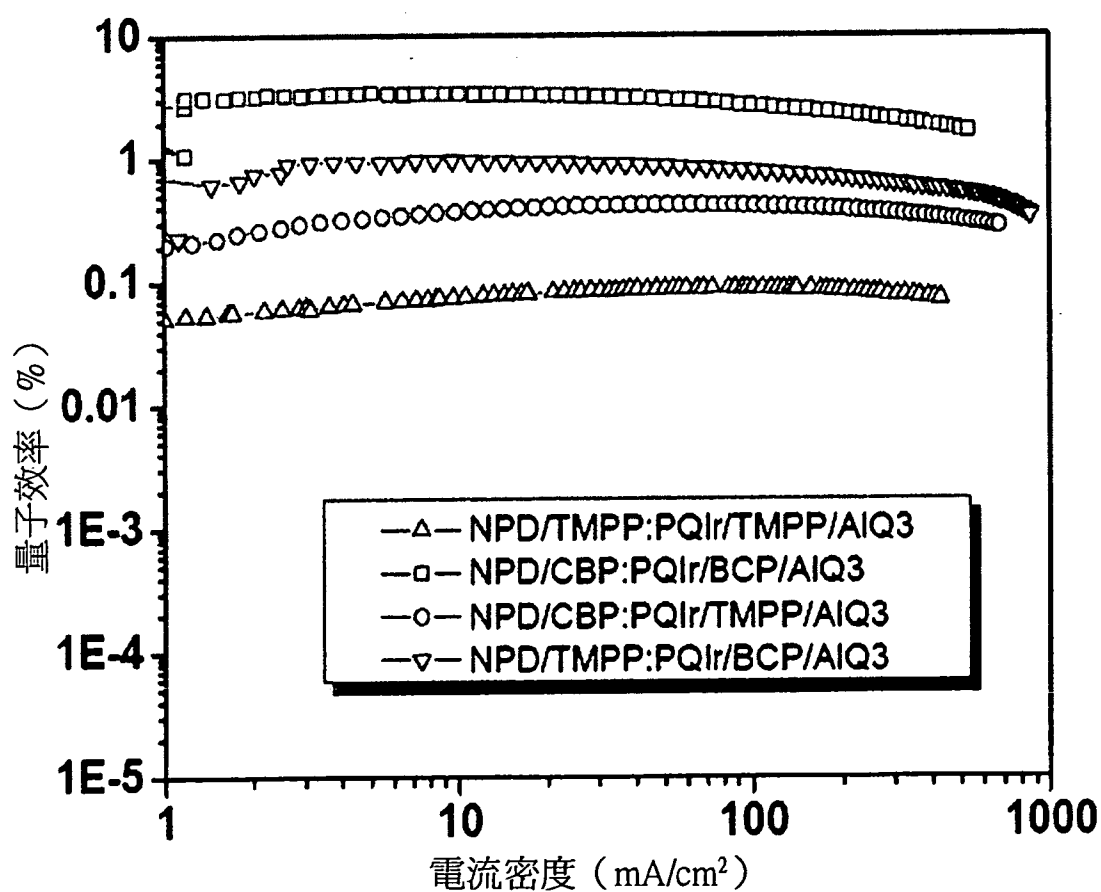


圖11

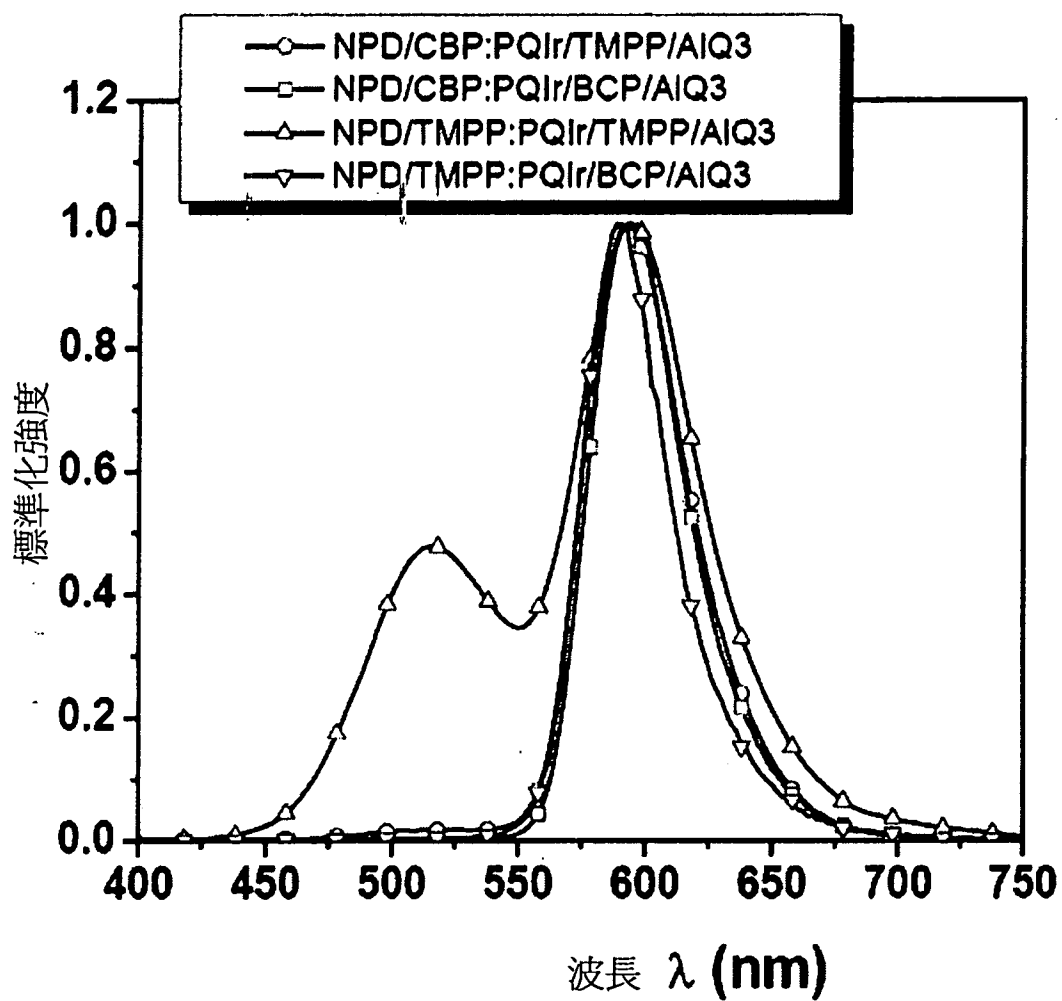


圖12