



(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 I538906 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：101109893

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 22 日

(51)Int. Cl. : C07D221/18 (2006.01)

C07D401/14 (2006.01)

C07D403/10 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30)優先權：2011/06/16 南韓

10-2011-0058634

(71)申請人：三星顯示器有限公司(南韓) SAMSUNG DISPLAY CO., LTD. (KR)

南韓

(72)發明人：李善英 LEE, SUN-YOUNG (KR)；郭允鉉 KWAK, YOON-HYUN (KR)；朴範雨 PARK, BUM-WOO (KR)；李鍾赫 LEE, JONG-HYUK (KR)；李寶羅 LEE, BO-RA (KR)；韓相鉉 HAN, SANG-HYUN (KR)；鄭惠珍 JUNG, HYE-JIN (KR)；金榮國 KIM, YOUNG-KOOK (KR)；林珍娛 LIM, JIN-O (KR)；黃哲煥 HWANG, SEOK-HWAN (KR)

(74)代理人：李國光；張仲謙

(56)參考文獻：

US 2010/0301319A1

Xiaopin Li, Victoria L. McGuffin, "Selective Fluorescence Quenching of Nitrogen-containing polycyclic aromatic hydrocarbons by aliphatic amines", Analytica Chimica Acta Vol. 526, Issue 2, 22 Nov. 2004, page 155-162.

審查人員：吳韶淳

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：1 共 81 頁

(54)名稱

縮合環化合物及包含其之有機發光二極體

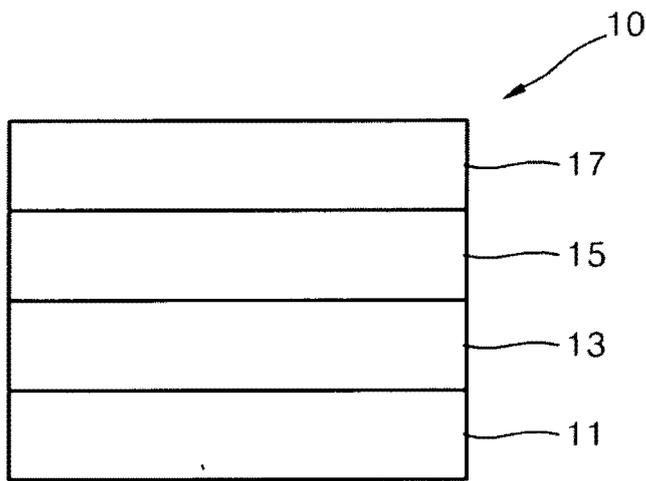
CONDENSED-CYCLIC COMPOUND AND ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE COMPRISING THE SAME

(57)摘要

本發明揭露一種縮合環化合物及包含其之有機發光二極體。

The invention discloses a condensed-cyclic compound and an organic light-emitting diode including the same.

指定代表圖：



符號簡單說明：

10 . . . 有機發光二極體

11 . . . 基板

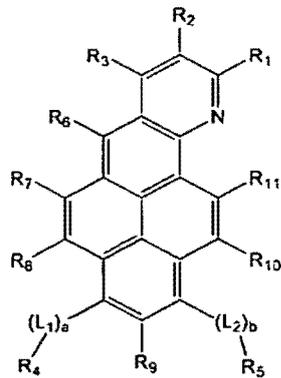
13 . . . 第一電極

15 . . . 第一層

17 . . . 第二電極

第 1 圖

特徵化學式：





申請日：101.3.22

 IPC分類：C07D 221/18, 401/14
 403/10
 H01L 51/50
 H05B 33/14

【發明摘要】

【中文發明名稱】 縮合環化合物及包含其之有機發光二極體

【英文發明名稱】 CONDENSED-CYCLIC COMPOUND AND ORGANIC

LIGHT-EMITTING DIODE COMPRISING THE SAME

【中文】

本發明揭露一種縮合環化合物及包含其之有機發光二極體。

【英文】

The invention discloses a condensed-cyclic compound and an organic light-emitting diode including the same.

【指定代表圖】 第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

10：有機發光二極體

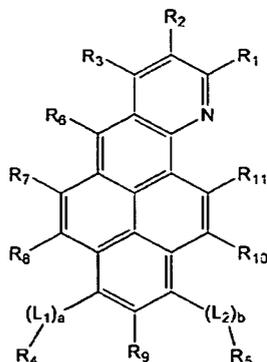
11：基板

13：第一電極

15：第一層

17：第二電極

【特徵化學式】



第 1 頁，共 1 頁(發明摘要)

【發明說明書】

【中文發明名稱】 縮合環化合物及包含其之有機發光二極體

【英文發明名稱】 CONDENSED-CYCLIC COMPOUND AND ORGANIC
LIGHT-EMITTING DIODE COMPRISING THE SAME

【技術領域】

【0001】 相關申請案之交互參照

【0002】 本申請案依35 U.S.C. § 119之規定主張稍早於2011年6月16日向韓國智慧財產局提出，發明名稱為“縮合環化合物及包含其之有機發光二極體 (CONDENSED-CYCLIC COMPOUND AND ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE COMPRISING THE SAME)”，申請號為10-2011-0058634之韓國專利申請案之優先權效益，其全部內容納於此處作為參考。

【0003】 本發明係有關於一種縮合環化合物以及包含該些縮合環化合物之至少其一之有機發光二極體。

【先前技術】

【0004】 為自發光裝置的有機發光二極體(OLEDs)具有廣視角、高對比度、快速反應速度、高亮度、優良驅動電壓特性、且可提供多彩色影像等優點。

【0005】 一般有機發光二極體具有包含基板、以及依序堆疊於基板上之陽極、電洞傳輸層(HTL)、發射層(EML)、電子傳輸層(ETL)、以及陰極的結構。在此情形下，電洞傳輸層、發射層、電子傳輸層係為有機化合物所形成之有機薄膜。

【0006】具有上述結構之一般型有機發光二極體其操作原理如下所述。

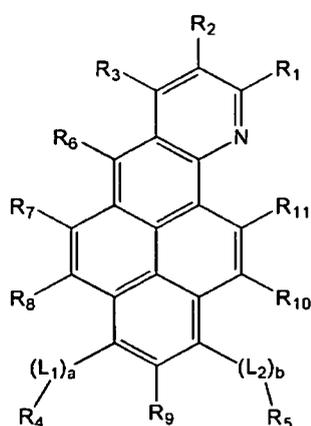
【0007】當電壓施加於陽極與陰極之間時，自陽極注入之電洞透過電洞傳輸層移動至發射層，且自陰極注入之電子透過電子傳輸層移動至發射層。電洞與電子於發射層中再結合以產生激子(excitons)。當激子由激態回復至基態時則發出光線。

【發明內容】

【0008】本發明提供一種縮合環化合物及包含該縮合環化合物之有機發光二極體。本發明提供一種縮合環化合物，其能夠提供使有機發光二極體具有低驅動電壓、高亮度、高量子效率、以及長壽命。

【0009】根據本發明之一態樣，其係提供一種由下列化學式1所表示之縮合環化合物：

【0010】化學式1



【0011】其中R₁至R₁₁係各自獨立之氫原子(hydrogen atom)、重氫原子(heavy hydrogen atom)、鹵素原子(halogen atom)、羥基(hydroxyl group)、氰基(cyano group)、硝基(nitro group)、羧基(carboxyl group)、經取代或未經取代之C₁-C₆₀烷基(alkyl

group)、經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烯基(alkenyl group)、經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 炔基(alkynyl group)、經取代或未經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基(alkoxy group)、經取代或未經取代之 $C_3\sim C_{60}$ 環烷基(cycloalkyl group)、經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基(aryl group)、經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基(aryloxy group)、經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基(arylthio group)、經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基(heteroaryl group)、 $-N(R_{21})(R_{22})$ 、或 $-Si(R_{23})(R_{24})(R_{25})$ ； L_1 至 L_2 係各自獨立之經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 伸芳基(arylene group)或經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜亞芳香基(heteroarylene group)； a 與 b 係各自為自0至5之整數；以及 R_{21} 至 R_{25} 係各自獨立之氫原子、重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、經取代或未經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基、經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烯基、經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 炔基、經取代或未經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基、經取代或未經取代之 $C_3\sim C_{60}$ 環烷基、經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基、經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基、經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基、或經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基。

【0012】 根據本發明之另一態樣，其係提供一種有機發光二極體，其包含：第一電極、設置於第一電極之反向的第二電極、以及插設於第一電極與第二電極之間的第一層，其中第一層包含該些縮合環化合物之至少其一。

【圖式簡單說明】

【0013】 藉由參考下列詳細說明並考慮配合附圖，本發明之更完整評價及其許多隨之而來的優點將更為顯而易見同時更好理解，其中相似的參考符號代表相同或相似之構件，其中：

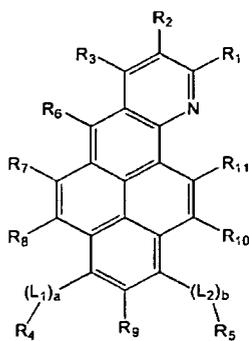
【0014】 第1圖 係根據本發明一實施例之有機發光二極體之剖面示意圖。

【實施方式】

【0015】下文中，本發明將參照顯示本發明例示性實施例之附圖而更完整地描述。

【0016】根據本發明一實施例之縮合環化合物係由下列化學式1所表示。

【0017】化學式1



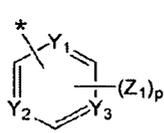
【0018】在化學式1中， R_1 至 R_{11} 係各自獨立之氫原子(hydrogen atom)、重氫原子(heavy hydrogen atom)、鹵素原子(halogen atom)、羥基(hydroxyl group)、氰基(cyano group)、硝基(nitro group)、羧基(carboxyl group)、經取代或未經取代之 C_1 ~ C_{60} 烷基(alkyl group)、經取代或未經取代之 C_2 ~ C_{60} 烯基(alkenyl group)、經取代或未經取代之 C_2 ~ C_{60} 炔基(alkynyl group)、經取代或未經取代之 C_1 ~ C_{60} 烷氧基(alkoxy group)、經取代或未經取代之 C_3 ~ C_{60} 環烷基(cycloalkyl group)、經取代或未經取代之 C_6 ~ C_{60} 芳香族基(aryl group)、經取代或未經取代之 C_6 ~ C_{60} 芳氧基(aryloxy group)、經取代或未經取代之 C_6 ~ C_{60} 芳硫基(arylthio group)、經取代或未經取代之 C_2 ~ C_{60} 雜芳基(heteroaryl group)、 $-N(R_{21})(R_{22})$ 、或 $-Si(R_{23})(R_{24})(R_{25})$ 。

【0019】舉例而言， R_1 至 R_{11} 可為各自獨立之氫原子、重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基(methyl group)、乙基(ethyl group)、丙基(propyl group)、丁基(butyl

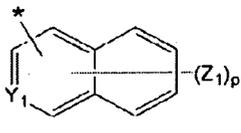
group)、戊基(pentyl group)、乙烯基(ethenyl group)、丙烯基(propenyl group)、丁烯基(butenyl group)、戊烯基(pentenyl group)、乙醯基(acetyl group)、甲氧基(methoxy group)、乙氧基(ethoxy group)、丙氧基(propoxy group)、丁氧基(butoxy group)、戊氧基(pentoxy group)、經取代或未經取代之苯基(phenyl group)、經取代或未經取代之並環戊二烯基(pentalenyl group)、經取代或未經取代之茛基(indenyl group)、經取代或未經取代之萘基(naphthyl group)、經取代或未經取代之藜基(azulenyl group)、經取代或未經取代之並環庚三烯基(heptalenyl group)、經取代或未經取代之二環戊二烯並苯基(indacenyl group)、經取代或未經取代之茛基(acenaphthyl group)、經取代或未經取代之芴基(flourenyl group)、經取代或未經取代之萘基(phenalenyl group)、經取代或未經取代之菲基(phenanthrenyl group)、經取代或未經取代之蔥基(anthryl group)、經取代或未經取代之丙二烯合芴基(fluoranthenyl group)、經取代或未經取代之聯三伸苯基(triphenylenyl group)、經取代或未經取代之芘基(pyrenyl group)、經取代或未經取代之蒽基(chrysenyl group)、經取代或未經取代之稠四苯基(naphthacenyl group)、經取代或未經取代之芘基(picenyl group)、經取代或未經取代之芘基(perylene group)、經取代或未經取代之稠五苯基(pentacenyl group)、經取代或未經取代之稠六苯基(hexacenyl group)、經取代或未經取代之吡咯基(pyrolyl group)、經取代或未經取代之吡唑基(pyrazolyl group)、經取代或未經取代之咪唑基(imidazolyl group)、經取代或未經取代之咪唑啉基(imidazolynyl group)、經取代或未經取代之咪唑並吡啶基(imidazopyridinyl group)、經取代或未經取代之咪唑並嘧啶基(imidazopyrimidinyl group)、經取代或未經取代之吡啶基(pyridinyl group)、經取代或未經取代之吡[口井]基(pyrazinyl group)、經取代或未經取代之嘧啶基(pyrimidinyl group)、經取代或未經取代之吲哚基(indolyl group)、經取代或未

經取代之嘌呤基(purinyl group)、經取代或未經取代之喹啉基(quinolinyl group)、經取代或未經取代之呋[口井]基(phthalazinyl group)、經取代或未經取代之吡啶嗪基(indolizinyll group)、經取代或未經取代之萘啶基(naphthyridinyl group)、經取代或未經取代之喹啉基(quinazolinyll group)、經取代或未經取代之[口辛]啉基(cinnolinyl group)、經取代或未經取代之吡啶基(indazolyl group)、經取代或未經取代之咪唑基(carbazolyl group)、經取代或未經取代之啡[口井]基(phenazinyl group)、經取代或未經取代之啡啶基(phenanthridinyl group)、經取代或未經取代之吡喃基(pyranyl group)、經取代或未經取代之[口克]烯基(chromenyl group)、經取代或未經取代之呋喃基(furanyl group)、經取代或未經取代之苯並呋喃基(benzofuranyl group)、經取代或未經取代之苯硫基(thiophenyl group)、經取代或未經取代之苯並噻吩基(benzothiophenyl group)、經取代或未經取代之異噻唑基(isothiazolyl group)、經取代或未經取代之苯並咪唑基(benzoimidazolyl group)、經取代或未經取代之異噁唑基(isoxazolyl group)、經取代或未經取代之二苯並噻吩基(dibenzothiophenyl group)、經取代或未經取代之二苯並呋喃基(dibenzofuranyl group)、經取代或未經取代之三[口井]基(triazinyl group)、經取代或未經取代之噁二唑基(oxadiazolyl group)、或-N(R₂₁)(R₂₂)。

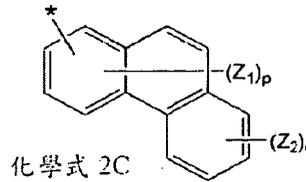
【0020】舉例而言，在化學式1中，R₁至R₁₁可為各自獨立之氫原子、重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、經取代或未經取代之C₁~C₁₀烷基、經取代或未經取代之C₂~C₁₀烯基、經取代或未經取代之C₂~C₁₀炔基、經取代或未經取代之C₁~C₁₀烷氧基、或下列化學式2A至化學式2Q其中之一，但並不限於此。



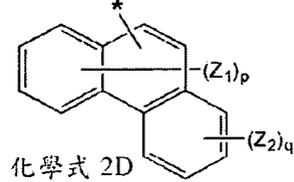
化學式 2A



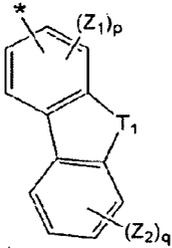
化學式 2B



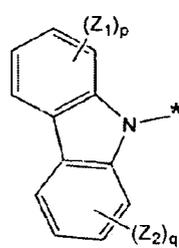
化學式 2C



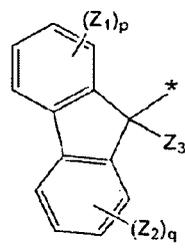
化學式 2D



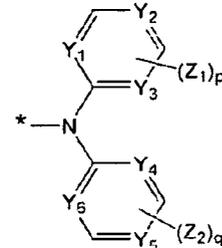
化學式 2E



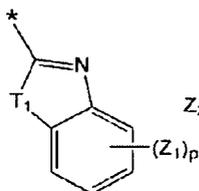
化學式 2F



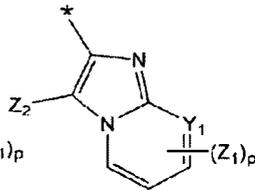
化學式 2G



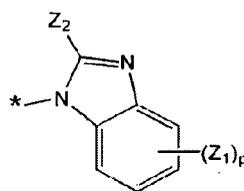
化學式 2H



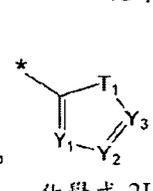
化學式 2I



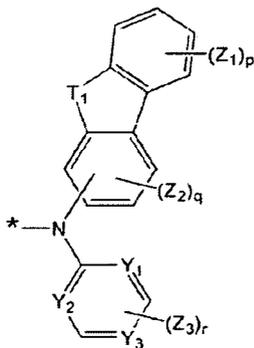
化學式 2J



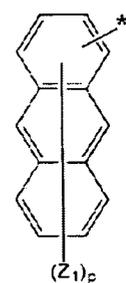
化學式 2K



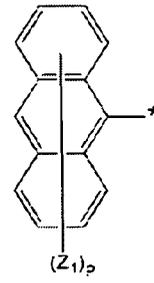
化學式 2L



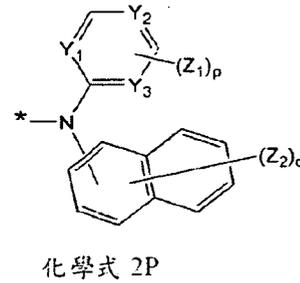
化學式 2M



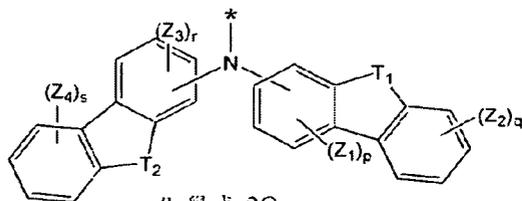
化學式 2N



化學式 2O



化學式 2P



化學式 2Q

【0021】 在化學式2A至2Q中，Y₁至Y₆可為各自獨立之=N-或=C(Z₁₁)-，T₁與T₂可為各自獨立之-S-、-O-、-N(Z₁₂)-或-C(Z₁₃)(Z₁₄)-，且*可表示一結合位。

【0022】 同時在在化學式2A至2Q中，Z₁至Z₄與Z₁₁至Z₁₄可為各自獨立之氫原子；重氫原子；鹵素原子；羥基；氰基；硝基；羧基；C₁~C₆₀烷基、以重氫原子、

鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基； $C_2\sim C_{60}$ 烯基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一所取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烯基； $C_2\sim C_{60}$ 炔基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_2\sim C_{60}$ 炔基； $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基； $C_3\sim C_{60}$ 環烷基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_3\sim C_{60}$ 環烷基； $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基； $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基； $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基； $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基；或以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基。

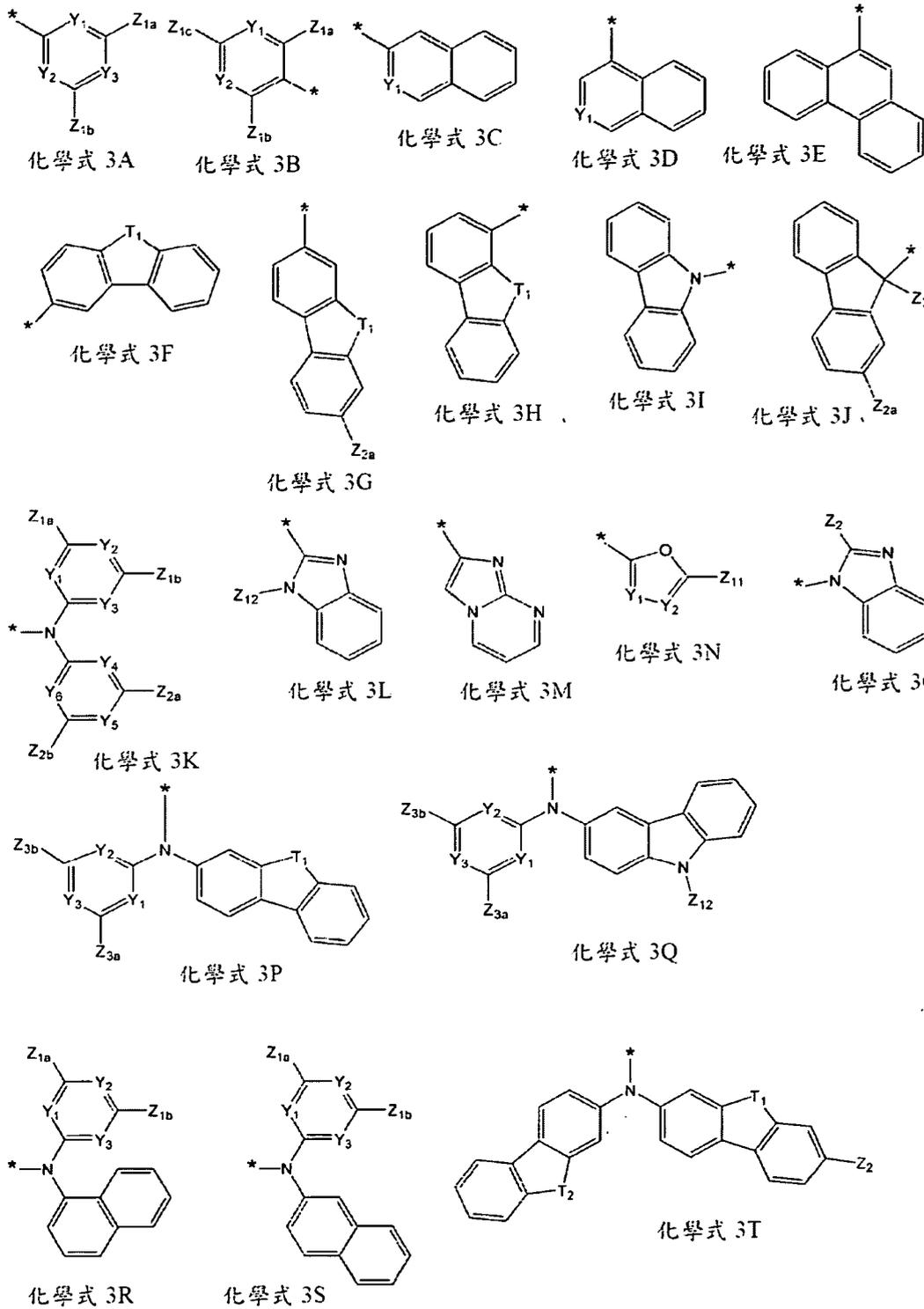
【0023】舉例而言， Z_1 至 Z_4 與 Z_{11} 至 Z_{14} 可為各自獨立之氫原子；重氫原子；鹵素原子；羥基；氰基；甲基；乙基；丙基；丁基；戊基；乙烯基；丙烯基；丁烯基；戊烯基；乙醯基；甲氧基；乙氧基；丙氧基；丁氧基；戊氧基；苯基；萘基；菲基；蒽基；芘基；蒽基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、乙烯基、丙烯基、丁烯基、戊烯基、乙醯基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基與戊氧基之至少其一取代之苯基、萘基、菲基、蒽基、芘基、蒽基、或蒽基；咪唑基；咪唑基；咪唑啉基；咪唑並啞基；咪唑並吡啞基；吡啞基；嘧啞基；三[口井]基；喹啉基；或以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、乙烯基、丙烯基、丁烯基、

戊烯基、乙醯基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基與戊氧基之至少其一取代之咪唑基、咪唑基、咪唑啉基、咪唑並啉基、咪唑並吡啉基、吡啉基、嘧啉基、三[口井]基、或喹啉基，但不限於此。

【0024】 在化學式2A至2Q中，p可為自1至9之整數；q可為自1至7之整數；r可為自1至3之整數；且s可為自1至4之整數，但並不限於此。

【0025】 若p為2或以上之整數，則Z₁可相同或相互不同。若q為2或以上之整數，則Z₂可相同或相互不同。若r為2或以上之整數，則Z₃可相同或相互不同。若s為2或以上之整數，則Z₄可相同或相互不同。

【0026】 舉例而言，R₁至R₁₁可為各自獨立之氫原子、重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、C₁~C₁₀烷基、C₁~C₁₀烷氧基、或下列化學式3A至化學式3T其中之一，但並不限於此。



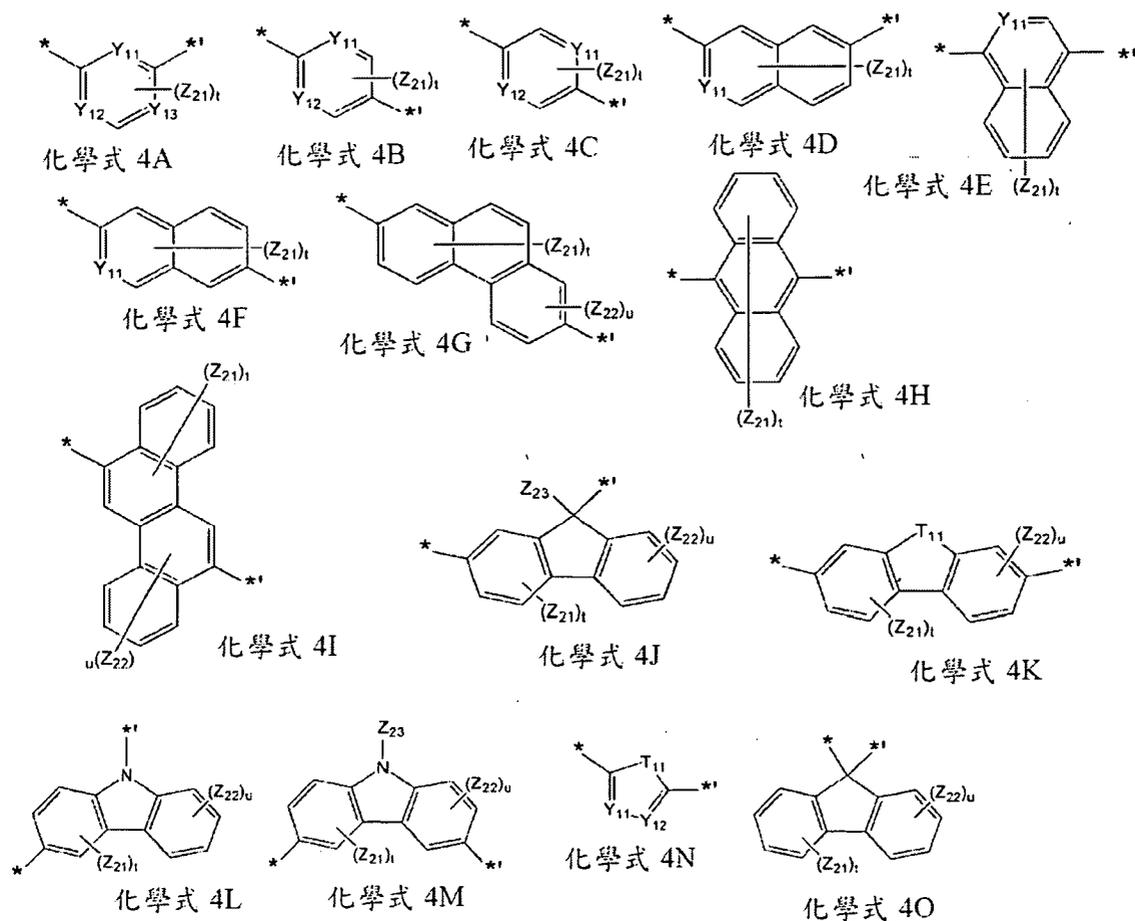
【0027】 在化學式3A至3T中，Y₁至Y₆，T₁與T₂係如上述所定義。在化學式3A至3T中，Z_{1a}、Z_{1b}、Z_{1c}、Z₂、Z_{2a}、Z_{2b}、Z₃、Z_{3a}、Z_{3b}、Z₁₁、Z₁₂、Z₁₃與Z₁₄係參考如上所述之Z_i定義，且*可表示一結合位。

【0028】 在化學式1中， L_1 與 L_2 可為各自獨立之經取代或未經取代之 C_6 ~ C_{60} 伸芳基(arylene group)或經取代或未經取代之 C_2 ~ C_{60} 雜亞芳基(heteroarylene group)。

【0029】 舉例而言， L_1 與 L_2 可為各自獨立之經取代或未經取代之伸苯基(phenylene group)、經取代或未經取代之並環伸戊二烯基(pentalenylene group)、經取代或未經取代之伸茛基(indenylene group)、經取代或未經取代之伸萘基(naphthylene group)、經取代或未經取代之伸萸基(azulenylene group)、經取代或未經取代之並環伸庚二烯基(heptalenylene group)、經取代或未經取代之伸苯並二茛基(indacenylene group)、經取代或未經取代之伸乙烯合萘基(acenaphthylene group)、經取代或未經取代之伸萸基(flourenylene group)、經取代或未經取代之伸萸基(phenalenylene group)、經取代或未經取代之伸菲基(phenanthrenylene group)、經取代或未經取代之伸蔥基(anthrylene group)、經取代或未經取代之伸萸蔥基(flouanthrenylene group)、經取代或未經取代之伸苯並菲基(triphenylenylene group)、經取代或未經取代之伸芘基(pyrenylene group)、經取代或未經取代之伸蒽基(chrysenylene group)、經取代或未經取代之伸稠四苯基(naphthacenylene group)、經取代或未經取代之申芘基(picenylene group)、經取代或未經取代之伸芘基(perylene group)、經取代或未經取代之伸稠五苯基(pentacenylene group)、經取代或未經取代之伸稠六苯基(hexacenylene group)、經取代或未經取代之伸吡咯基(pyrrolylene group)、經取代或未經取代之伸吡唑基(pyrazolylene group)、經取代或未經取代之伸咪唑基(imidazolylene group)、經取代或未經取代之伸咪唑啉基(imidazolinylene group)、經取代或未經取代之伸咪唑並吡啶基(imidazopyridinylene group)、經取代或未經取代之伸咪唑並吡啶基(imidazopyrimidinylene group)、經取代或未經取代之伸吡啶基(pyridinylene group)、經取代或未經取代之伸吡[口井]基

(pyrazinylene group)、經取代或未經取代之伸嘧啶基(pyrimidinylene group)、經取代或未經取代之伸吲哚基(indolylene group)、經取代或未經取代之伸嘌呤基(purinylene group)、經取代或未經取代之伸喹啉基(quinolinylene group)、經取代或未經取代之伸呋[口井]基(phthalazinylene group)、經取代或未經取代之伸吲哚嗪基(indolizinylylene group)、經取代或未經取代之伸萘啶基(naphthyridinylene group)、經取代或未經取代之伸喹啉基(quinazolinylylene group)、經取代或未經取代之伸[口辛]啉基(cinnolinylene group)、經取代或未經取代之伸吲唑基(indazolylene group)、經取代或未經取代之伸咔唑基(carbazolylene group)、經取代或未經取代之伸啡[口井]基(phenazinylene group)、經取代或未經取代之伸啡啶基(phenanthridinylene group)、經取代或未經取代之伸吡喃基(pyranylylene group)、經取代或未經取代之伸[口克]烯基(chromenylene group)、經取代或未經取代之伸呋喃基(furanyl group)、經取代或未經取代之伸苯並呋喃基(benzofuranylylene group)、經取代或未經取代之伸苯硫基(thiophenylene group)、經取代或未經取代之伸苯並噻吩基(benzothiophenylene group)、經取代或未經取代之異伸噻唑基(isothiazolylene group)、經取代或未經取代之伸苯並咪唑基(benzoimidazolylene group)、經取代或未經取代之異伸噁唑基(isoxazolylene group)、經取代或未經取代之伸二苯並噻吩基(dibenzothiophenylene group)、經取代或未經取代之伸二苯並呋喃基(dibenzofuranylylene group)、經取代或未經取代之伸三吡基(triazinylene group)、或經取代或未經取代之伸噁二唑基(oxadiazolylene group)，但並不限於此。

【0030】舉例而言，L₁與L₂可各自獨立由下列化學式4A至4O其中之一所表示。



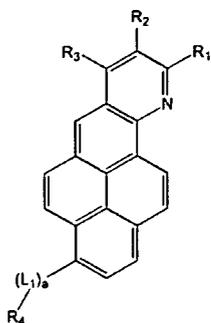
【0031】 在化學式4A至4O中，*與*' 可表示結合位，且 Y_{11} 至 Y_{13} 可各自獨立為=N-或=C(Z_{31})-，而 T_{11} 可為-S-、-O-、-N(Z_{32})-、或-C(Z_{33})(Z_{34})-。 Z_{21} 至 Z_{23} 與 Z_{31} 至 Z_{34} 係參考上述之 Z_i 而定義。此處，t可為1至8之整數；且u可為1至5之整數。若t為2或以上之整數，則 Z_{21} 可為相同或相互不同。若u為2或以上之整數，則 Z_{22} 可為相同或相互不同。

【0032】 在化學式1中，a與b係各自為0至5之整數。舉例而言，a與b可各別為0、1、或2。

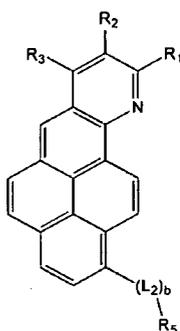
【0033】 若a或b為0，則 R_4 或 R_5 係為直接連接至芘(pyrene)之碳原子。若a為2或以上之整數，則 L_1 可為相同或相互不同。若b為2或以上之整數，則 L_2 可為相同或相互不同。

【0034】 該化學式1之縮合環化合物可由下列化學式1A或1B表示，但並不限於此。

【0035】 化學式1A



【0036】 化學式1B



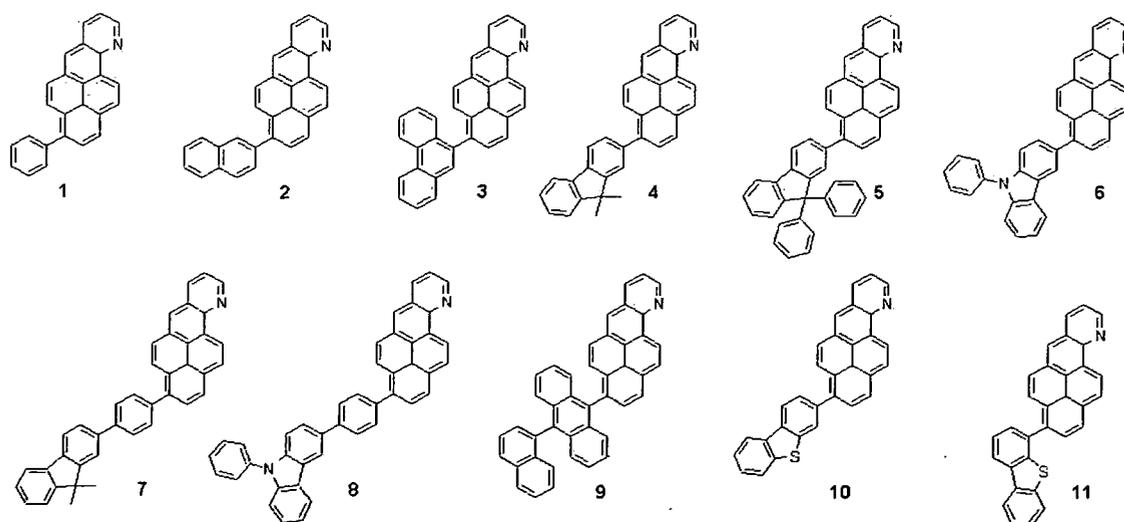
【0037】 在化學式1A與1B中， R_1 至 R_5 、 L_1 、 L_2 、 a 與 b 係如上述所定義。

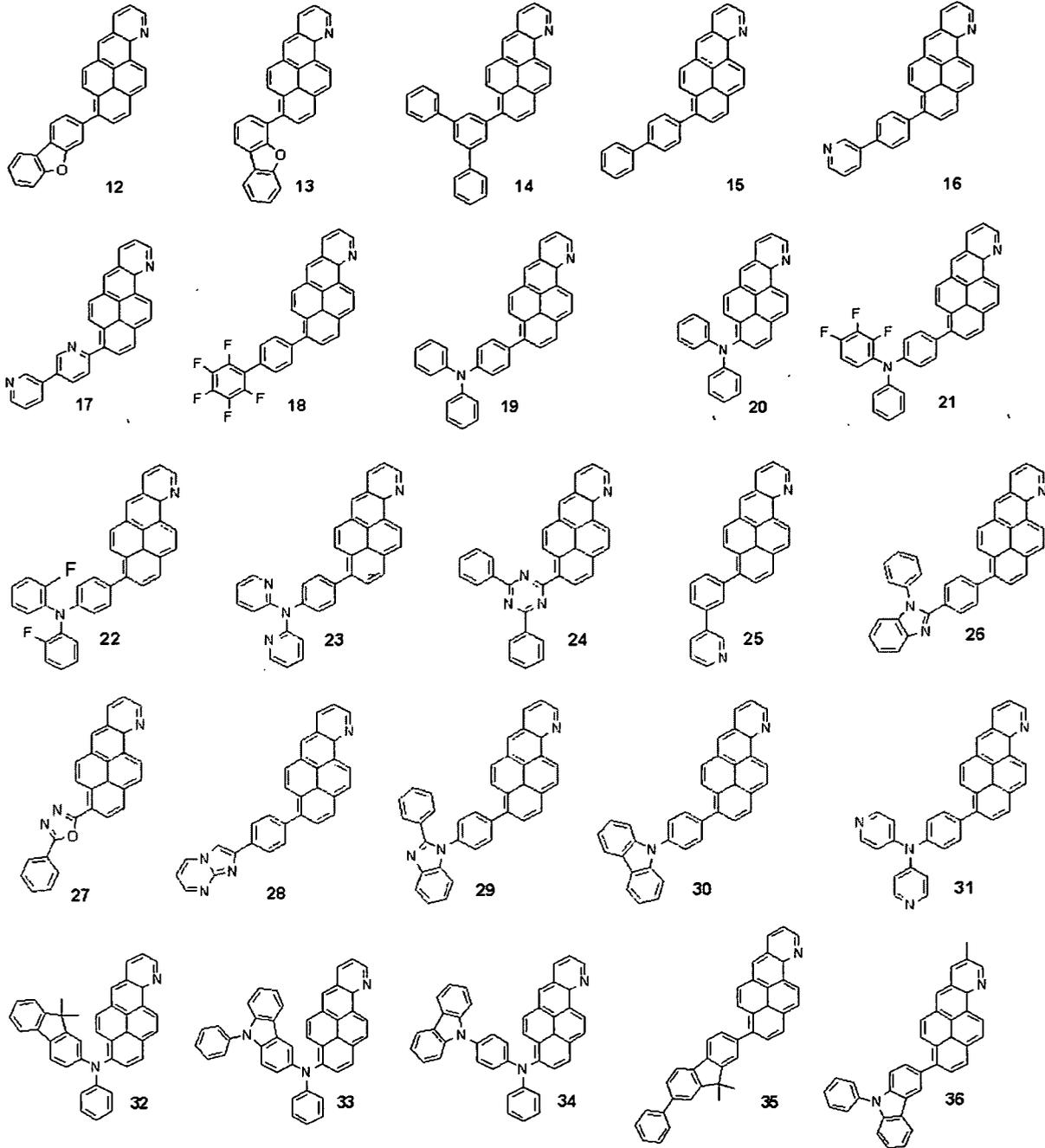
【0038】 舉例而言，在化學式1A與1B中， R_1 至 R_3 可各自獨立為氫原子、重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、乙烯基、丙烯基、丁烯基、戊烯基、乙醯基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基、戊氧基、經取代或未經取代之苯基、經取代或未經取代之萘基、經取代或未經取代之蒾基、經取代或未經取代之菲基、經取代或未經取代之蔥基、經取代或未經取代之芘基、經取代或未經取代之蒽基、經取代或未經取代之吡咯基、經取代或未經取代之吡啶基、經取代或未經取代之咪唑基、經取代或未經取代之咪唑啉基、經取代或未經取代之咪唑並啞基、經取代或未經取代之咪唑並嘧啶基、

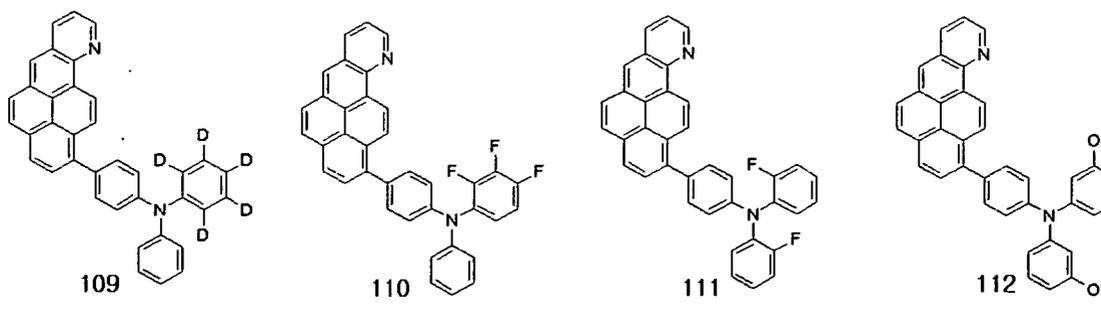
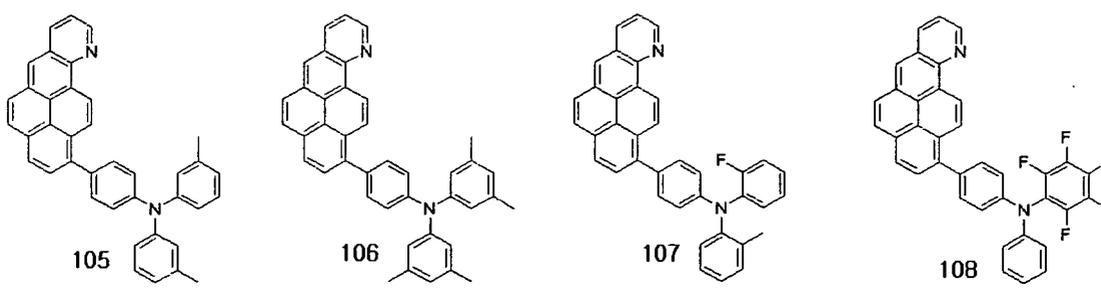
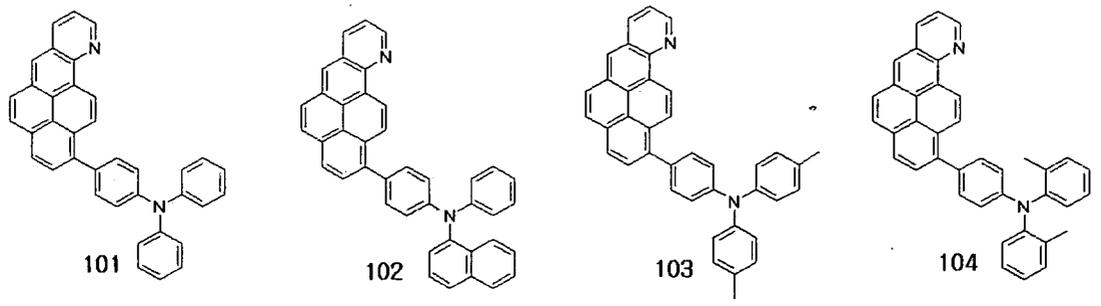
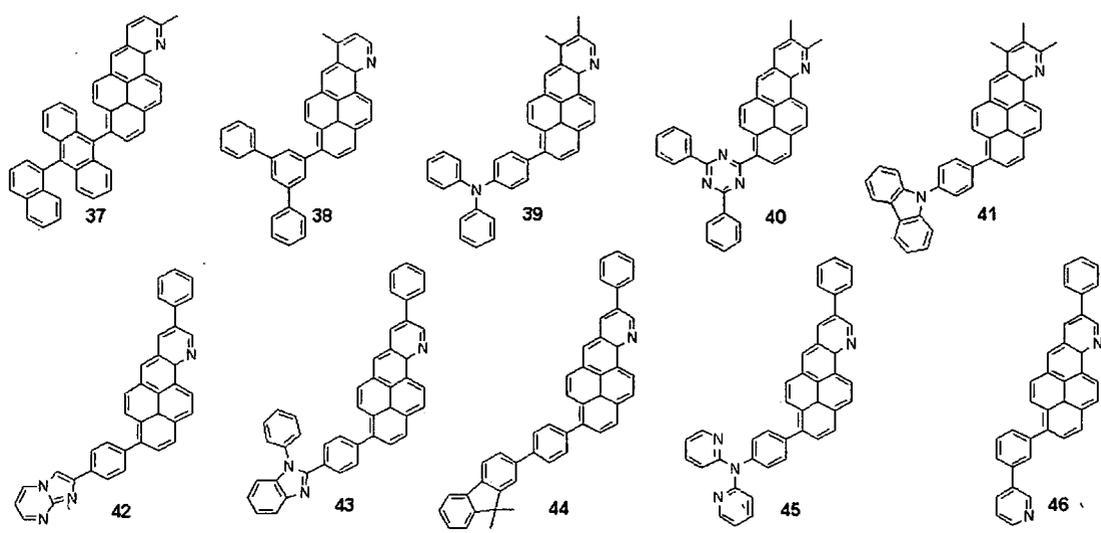
經取代或未經取代之吡啶基、經取代或未經取代之嘧啶基、經取代或未經取代之喹啉基、經取代或未經取代之咪喃基、經取代或未經取代之苯並咪喃基、經取代或未經取代之苯硫基、經取代或未經取代之苯並噻吩基、經取代或未經取代之二苯並噻吩基、經取代或未經取代之二苯並咪喃基、經取代或未經取代之三[口井]基、經取代或未經取代之噁二唑基； R_4 與 R_5 可各自獨立為化學式2A至2Q其中之一所表示(例如化學式3A至3T)； L_1 與 L_2 可各自獨立由化學式4A至4O所表示；以及a與b係各自獨立為0、1、或2，但上述不限於此。

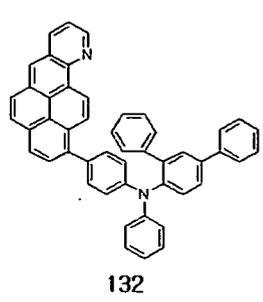
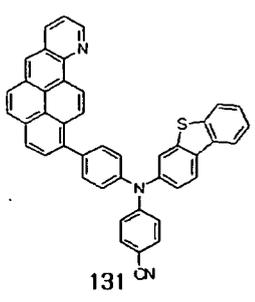
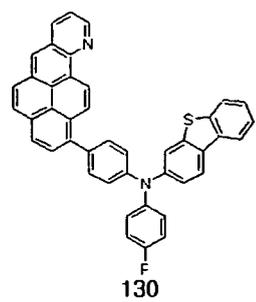
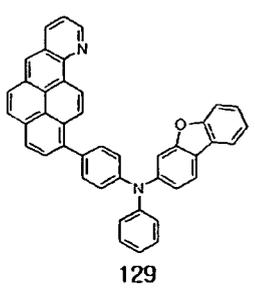
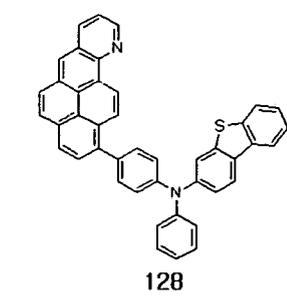
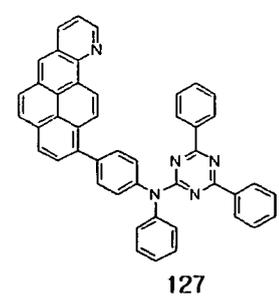
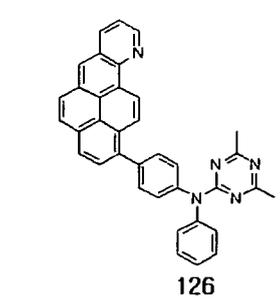
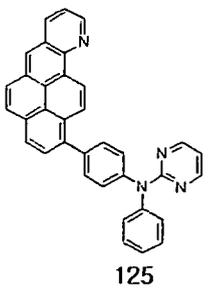
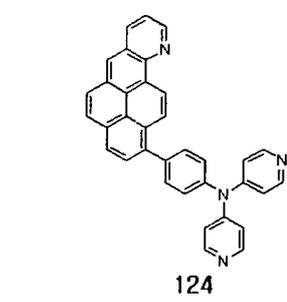
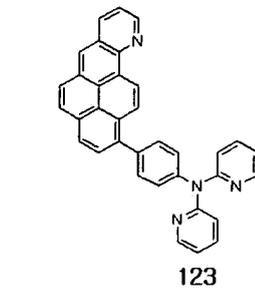
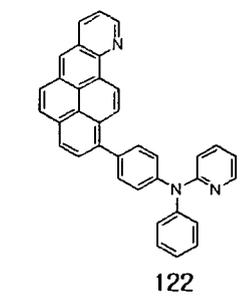
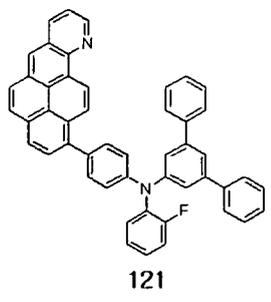
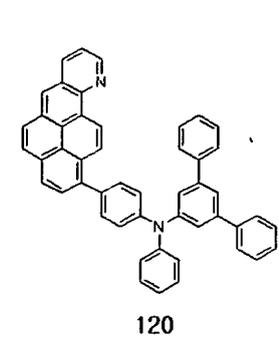
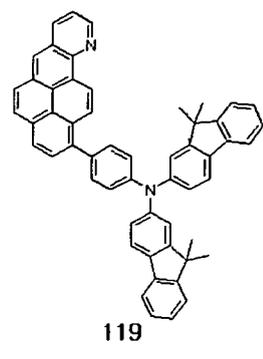
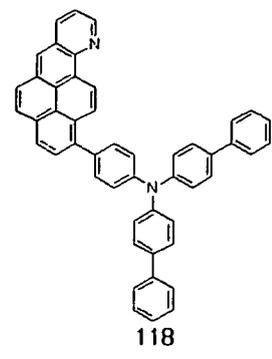
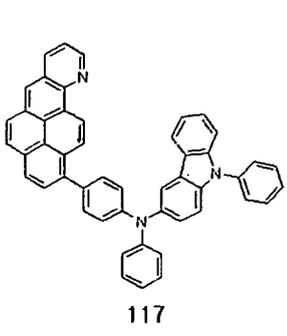
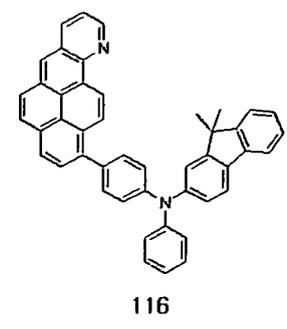
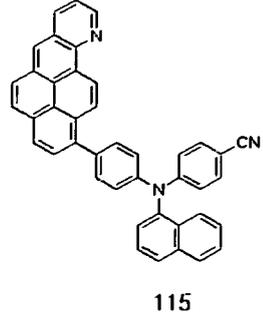
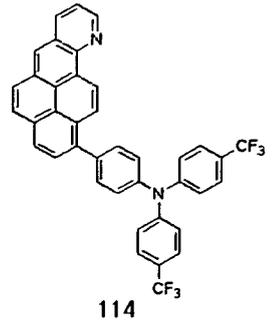
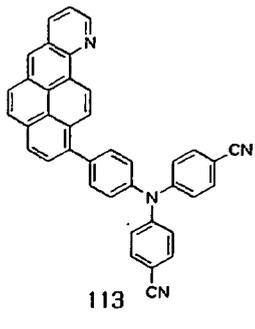
【0039】由於芘(pyrene)與吡啶(pyridine)於化學式1中係融合，因此形成 π 共軛系統(π -conjugation system)，造成非輻射衰變(non-radiative decay)的降低。包含由化學式1所表示之縮合環化合物的有機發光二極體具有高量子產率(quantum yield)，故可改善有機發光二極體之發光效率。

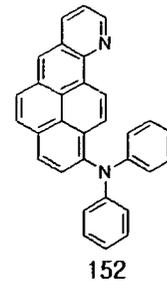
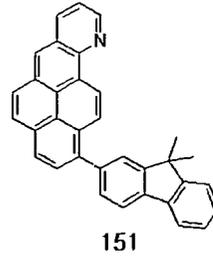
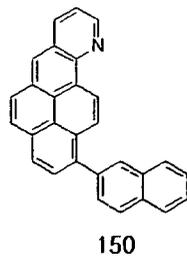
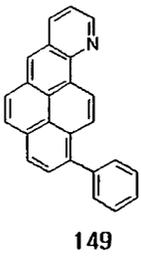
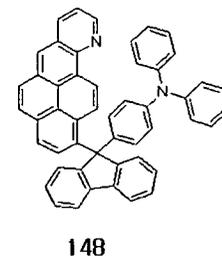
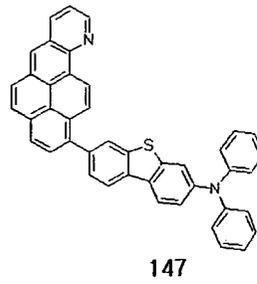
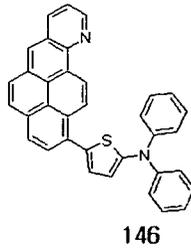
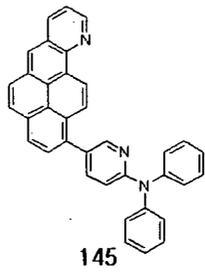
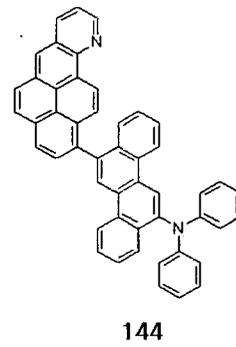
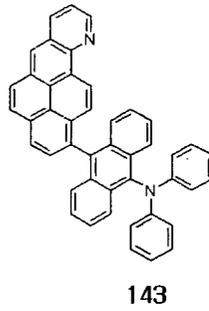
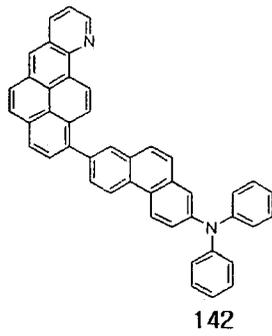
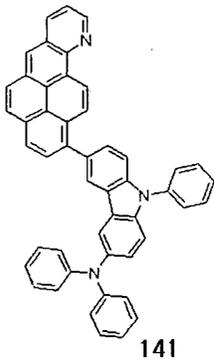
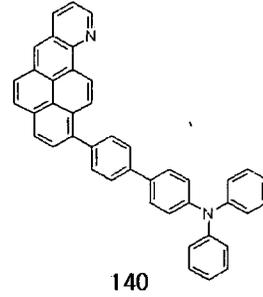
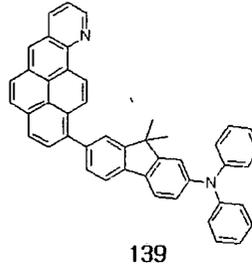
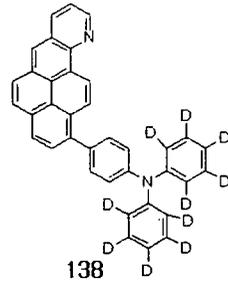
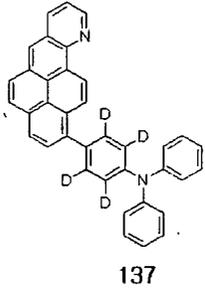
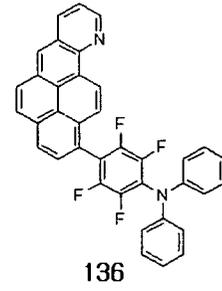
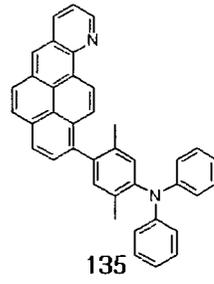
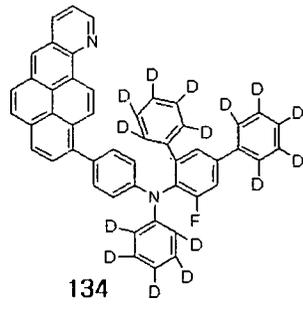
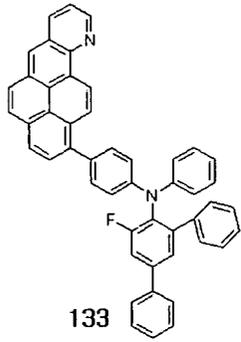
【0040】由化學式1所表示之縮合環化合物可為下列化合物1至46與化合物101至157其中任一，但並不限於此。

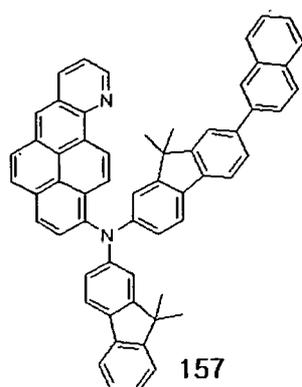
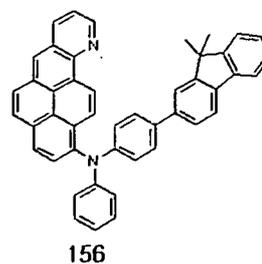
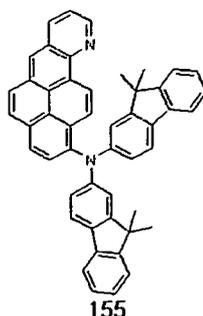
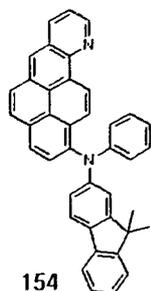
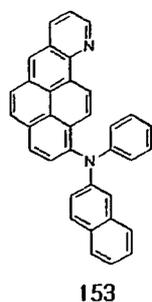












【0041】此處所使用之未經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基(或 $C_1\sim C_{60}$ 烷基)之範例包含甲基、乙基、丙基、異丁基(isobutyl)、二級丁基(sec-butyl)、戊基(pentyl)、異戊基(iso-amyl)、以及己基(hexyl)。經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基係藉由將未經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基之至少一氫原子以重氫原子、鹵素原子、羥基、硝基、氰基、胺基、甲脞基(amidino group)、胼(hydrazine)、脞(hydrazone)、羧基或其鹽類、硫酸基(sulfonic acid group)或其鹽類、磷酸基(phosphoric acid group)或其鹽類、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基、 $C_2\sim C_{60}$ 烯基、 $C_2\sim C_{60}$ 炔基、 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基、 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基、 $-N(Q_1)(Q_2)$ 、或 $-Si(Q_3)(Q_4)(Q_5)$ 取代而獲得，其中 Q_1 至 Q_5 係各自獨立為氫原子、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基、 $C_2\sim C_{60}$ 烯基、 $C_2\sim C_{60}$ 炔基、 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基、或 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基。

【0042】此處所使用之未經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基(或 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基)可以 $-OA$ 表示，其中 A 係為未經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基。 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之範例包含甲氧、乙氧、或異丙氧，且 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少一氫原子可以參考上述經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基的相同取代基而取代。

【0043】 此處所使用之未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烯基(或 $C_2\sim C_{60}$ 烯基)係指具有至少一碳-碳雙鍵的氫碳鏈位於未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烷基之中或端點上。 $C_2\sim C_{60}$ 烯基之範例包含乙烯、丙烯、以及丁烯。未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烯基中至少一氫原子可以參考上述經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基的相同取代基而取代。

【0044】 此處所使用之未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 炔基(或 $C_2\sim C_{60}$ 炔基)係指具有至少一碳-碳三鍵的氫碳鏈位於上述所定義之未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烷基之中或端點上。 $C_2\sim C_{60}$ 炔基之範例包含乙炔或丙炔。未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 炔基中至少一氫原子可以參考上述經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基的相同取代基而取代。

【0045】 此處所使用之未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基係指具有包含至少一芳香環之 $C_6\sim C_{60}$ 碳環芳香系統(carbocyclic aromatic system)之單價基團(monovalent group)。此處所使用之未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 伸芳基係指具有包含至少一芳香環之 $C_6\sim C_{60}$ 碳環芳香系統之雙價基團(divalent group)。若芳香族基與伸芳基包含至少兩環，則其可相互縮合。於芳香族基與伸芳基中至少一氫原子可以參考上述經取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基的相同取代基而取代。

【0046】 未經取代或經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基的範例包含苯基、 $C_1\sim C_{10}$ 烷基苯基(alkylphenyl group)，例如乙基苯基(ethylphenyl group)、 $C_1\sim C_{10}$ 烷基二苯基(alkylbiphenyl group)，例如乙基二苯基(ethylbiphenyl group)、鹵苯基(halophenyl group)，例如o-、m-、或p-氟苯基(o-, m- or p-fluorophenyl group)與二氯苯基(dichlorophenyl group)、二氰苯基(dicyanophenyl group)、三氟甲氧苯基(trifluoromethoxyphenyl group)、o-、m-、或p-甲苯基(o-, m- or p-tolyl group)、o-、m-、或p-異丙苯基(o-, m- or p-cumenyl group)、三甲苯基(mesityl group)、苯氧基苯基(phenoxyphenyl group)、(α, α -二甲苯)苯基[(α, α -dimethylbenzene) phenyl group]、

(N,N' -二甲基)胺苯基[(N,N' -dimethyl)aminophenyl group]、(N,N' -二苯基)胺苯基[(N,N' -diphenyl)aminophenyl group]、並環戊二烯基、茛基、萘基、鹵萘基(halonaphthyl group)，例如氟萘基(fluoronaphthyl group)、C₁~C₁₀烷基萘基(C₁~C₁₀alkylnaphthyl group)，例如甲基萘基(methylnaphthyl group)、C₁~C₁₀烷氧基萘基(C₁~C₁₀alkoxynaphthyl group)，例如甲氧基萘基(methoxynaphthyl group)、蒽基(anthracenyl group)、萸基(azulenyl group)、並環庚三烯基(heptalenyl group)、芴基(acenaphthylene group)、脛基(phenalenyl group)、芴基(fluorenyl group)、蔥醌基(anthraquinolyl group)、甲基蔥基(methylanthryl group)、菲基(phenanthryl group)、聯三伸苯基(triphenylene group)、芘基(pyrenyl group)、蒽基(chrysenyl group)、乙基蒽基(ethyl-chrysenyl group)、芘基(picenyl group)、芘基(perylene group)、氯芘基(chloroperylene group)、五苯基(pentaphenyl group)、稠五苯基(pentacenyl group)、聯四苯基(tetraphenylene group)、異稠六苯基(hexaphenyl group)、稠六苯基(hexacenyl group)、茹基(rubicenyl group)、暈苯基(coronenyl group)、聯伸三萘基(trinaphthylene group)、異稠七苯基(heptaphenyl group)、稠七苯基(heptacenyl group)、芘蔥基(pyranthrene group)、以及莢基(ovalenyl group)。經取代或未經取代之C₆~C₆₀伸芳基可輕易地由經取代或未經取代之C₆~C₆₀芳香族基之範例所衍生。

【0047】 未經取代之C₂~C₆₀雜芳基係為具有至少一選自氮、氧、磷與硫所組成之群組中雜原子之至少一芳香環的單價基團。未經取代之C₂~C₆₀雜亞芳基係為具有至少一選自氮、氧、磷與硫所組成之群組中雜原子之芳香環的雙價基團。在此情形下，當雜芳基與雜亞芳基具有至少兩環時，其可相互融合。在雜芳基與雜亞芳基中至少一氫原子可以參考上述經取代之C₁~C₆₀烷基的相同取代基而取代。

【0048】 未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基之範例可包含吡唑基(pyrazolyl group)、咪唑基(imidazolyl group)、噁唑基(oxazolyl group)、噻唑基(thiazolyl group)、三唑基(triazolyl group)、四唑基(tetrazolyl group)、噁二唑基(oxadiazolyl group)、吡啶基(pyridinyl group)、嗒[口井]基(pyridazinyl group)、嘧啶基(pyrimidinyl group)、三[口井]基(triazinyl group)、咔唑基(carbazolyl group)、吲哚基(indolyl group)、喹啉基(quinolinyl group)、異喹啉基(isoquinolinyl group)、苯並咪唑基(benzoimidazolyl group)、咪唑並吡啶基(imidazopyridinyl group)、咪唑並嘧啶基(imidazopyrimidinyl group)。經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜亞芳基可輕易地由經取代或未經取代之 $C_2\sim C_{60}$ 申芳基之範例所衍生。

【0049】 經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基係為 $-OA_2$ ，其中 A_2 係經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基。經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基係為 $-OA_3$ ，其中 A_3 係為經取代或未經取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基。

【0050】 由化學式1所表示之縮合環化合物可使用已知之有機合成法來形成。合成縮合環化合物之方法藉由參照稍後將描述之範例對所屬技術領域中具有通常知識者將更為顯而易見。

【0051】 化學式1之縮合環化合物可用於有機發光二極體。因此，根據本發明一實施例之有機發光二極體包含第一電極、設置於第一電極之反向的第二電極、以及插設於第一電極與第二電極之間的第一層，其中該第一層包含由化學式1所表示的縮合環化合物。

【0052】 縮合環化合物可以單一材料或混合不同材料而包含於第一層中。亦即，第一層可包含該些縮合環化合物之至少其一。舉例而言，於稍後將敘述之範例1中製備之有機發光二極體包含化合物14，其係為一種縮合環化合物，且

單獨存在而作為發射層之螢光主體(fluorescent host)。同時，於稍後將敘述之範例7中所製備之有機發光二極體包含化合物14與化合物20之混合物，其中化合物14係為一種縮合環化合物且功能為發射層中之螢光主體，而化合物20係為另一種縮合環化合物且功能為發射層中之螢光摻雜物(fluorescent dopant)。其中此處所使用之陳述“第一層包含單一材料或混合多種材料之縮合環化合物(或第一層包含該些縮合環化合物之至少其一)”藉由參照上述描述將更為顯而易見。

【0053】第一層可包含選自由電洞注入層(HIL)、電洞傳輸層(HTL)、兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層、電子阻隔層(EBL)、發射層(EML)、電洞阻隔層(HBL)、電子傳輸層(ETL)、電子注入層(EIL)與兼具電子傳輸與電子注入能力之功能層所組成之群組中至少一層。

【0054】此處所使用之“第一層”係指插設於有機發光二極體之第一電極與第二電極之間複數層之一層。

【0055】舉例而言，第一層可包含發射層、且發射層可包含縮合環化合物。包含於發射層中之縮合環化合物其功能可為主體(磷光主體或螢光主體)或摻雜物(磷光摻雜物或螢光摻雜物)。舉例而言，包含於發射層中之縮合環化合物可作為螢光主體(參照稍後將敘述之範例1)或作為螢光摻雜物(參照稍後將敘述之範例3)。

【0056】發射層可包含兩種相互不同之縮合環化合物，該兩個縮合環化合物其中之一作用為主體(磷光主體或螢光主體)且另一個作用為摻雜物(磷光摻雜物或螢光摻雜物)。舉例而言，發射層可包含兩種相互不同之縮合環化合物，該兩個縮合環化合物其中之一作用為螢光主體且另一個作用為螢光摻雜物(參閱稍後將敘述之範例7)。

【0057】第一層除了發射層之外可更包含電子傳輸層。電子傳輸層可包含與發射層之縮合環化合物不同之縮合環化合物(參照稍後將敘述之範例8)。

【0058】同時，第一層可包含發射層，且發射層可包含選自由蒽基(anthracene-based)化合物、苯乙烯基(styryl-based)化合物、以及芳基胺基(arylamino-based)化合物所組成之群組中至少其一。發射層可為紅色、綠色與藍色發射層。舉例而言，發射層可為藍色發射層。在此情形下，縮合環化合物可用作為藍色主體或藍色摻雜物以提供具有高效能、高亮度、高色彩純度與較長壽命之有機發光二極體。

【0059】此外，第一層可包含電子傳輸層，且電子傳輸層可包含縮合環化合物(參閱稍後將敘述之範例5)。在此情形下，電子傳輸層除了縮合環化合物之外可更包含含金屬化合物。

【0060】第一層可更包含選自由電洞注入層、電洞傳輸層與兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層所組成之群組中至少其一，且電洞注入層、電洞傳輸層與兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層之至少其一除了已知的電洞注入材料、電洞傳輸材料與兼具電洞注入與電洞傳輸能力之材料之外，可更包含電荷產生材料。

【0061】第1圖係為根據本發明一實施例之有機發光二極體10之剖面示意圖。下文中，將參照第1圖描述有機發光二極體10以及製造有機發光二極體10之方法。

【0062】有機發光二極體10包含依序堆疊之基板11、第一電極13、第一層15與第二電極17。

【0063】 基板11，其可為用於傳統有機發光顯示裝置的任何基板，可為具有良好的機械強度、熱穩定性、透明度、表面平滑度、易於處理、以及防水性之玻璃基板或透明塑膠基板。

【0064】 第一電極13可藉由沉積或濺鍍用以形成第一電極13之材料於基板11上而形成。當第一電極13構成陽極時，用以形成第一電極13之材料可為高功材料以促進電洞注入。第一電極13可為反射電極或穿透電極。透明導電材料例如氧化銦錫(ITO)、氧化鋅(IZO)、二氧化錫(SnO_2)與氧化鋅(ZnO)可用以形成第一電極13。第一電極13可使用鎂、鋁、鋁鋰合金、鈣、鎂銦合金、鎂銀合金等而形成為反射電極。

【0065】 第一層15係設置於第一電極13上。第一層15可包含電洞注入層、電洞傳輸層、電子阻隔層、發射層、電洞阻隔層、電子傳輸層、以及電子注入層。

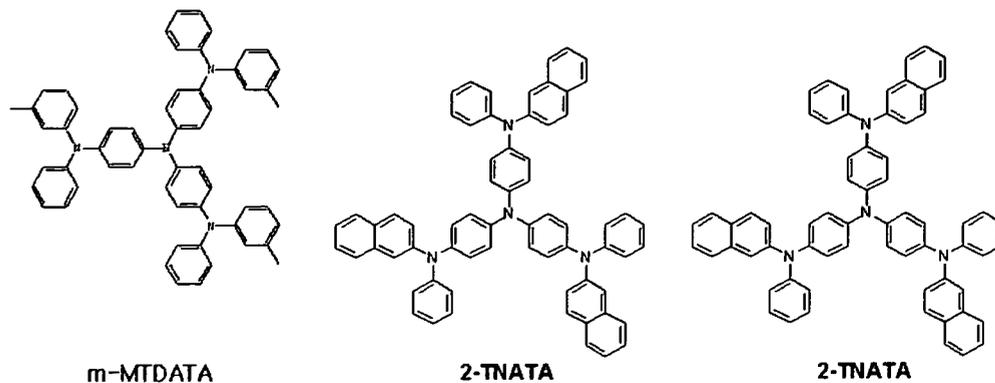
【0066】 電洞注入層可藉由真空沉積、旋轉塗佈、藍慕爾布洛吉(Langmuir-Blodgett)沉積法等形成於第一電極13上。

【0067】 當電洞注入層使用真空沉積形成時，沉積條件可根據用以形成電洞注入層之化合物、以及欲形成之電洞注入層的結構與熱特性而改變。舉例而言，沉積條件可包含 100°C 至 500°C 之沉積溫度、 10^0 至 10^3 托(torr)之真空壓力、以及 0.01 至 100 \AA /sec 之沉積率，但不限於此。

【0068】 當電洞注入層使用旋轉塗佈法形成時，塗佈條件可根據用以形成電洞注入層之化合物、以及欲形成之電洞注入層的結構與熱特性而改變。舉例而言，塗佈條件可包含約 2000 rpm 至約 5000 rpm 的塗佈速度、以及約 80°C 至約

200°C的熱處理溫度，其中熱處理係用以於塗佈之後移除溶劑。然而塗佈條件不限於此。

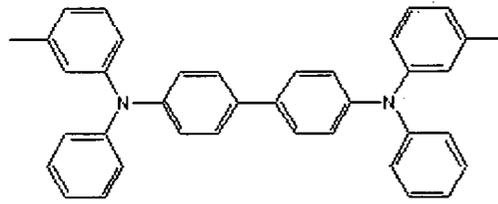
【0069】電洞注入層可由化學式1所表示之縮合環化合物及/或常用於形成電洞注入層之任何材料所形成。已知用於形成電洞注入層之材料包含N,N'-二苯基-N,N'-雙-[4-(苯基-m-甲苯-胺基)-苯基]-二苯基-4,4'-二胺{N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine, (DNTPD)}、酞菁化合物(phthalocyanine)，例如銅酞菁(copperphthalocyanine)、4,4',4''-三(3-甲基苯基苯基胺基)三苯胺[4,4',4''-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine, (m-MTDATA)]、N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基聯苯胺[N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine, (NPB)]、4,4',4''-三(N,N'-二苯基胺基)三苯胺[4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine, (TDATA)]、4,4',4''-三[n-(2-萘基)-n-苯基-胺基]三苯胺[4,4',4''-tris[n-(2-naphthyl)-n-phenyl-amino]triphenylamine, (2-TNATA)]、聚苯胺/十二苯磺酸[polyaniline/dodecylbenzenesulfonic acid, (Pani/DBSA)]、聚(3,4-乙炔基二氧噻吩)/聚(4-對苯乙炔磺酸)[poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/poly(4-styrenesulfonate), (PEDOT/PSS)]、聚苯胺/樟腦磺酸[polyaniline/camphor sulfonic acid, (Pani/CSA)]、以及聚苯胺/聚(4-對苯乙炔磺酸)[polyaniline/poly(4-styrenesulfonate) (PANI/PSS)]。



【0070】電洞注入層之厚度可為約100至10000 Å，舉例而言可為約100至約1000 Å。當電洞注入層之厚度在此範圍中時，電洞注入層可具有良好的電洞注入能力而不會實質上增加驅動電壓。

【0071】接著，電洞傳輸層可藉由真空沉積、旋轉塗佈、澆鑄法、藍慕爾布洛吉(Langmuir-Blodgett)沉積法等形成於電洞注入層上。當電洞傳輸層藉由真空沉積或旋轉塗佈形成時，沉積與塗佈之條件可與形成電洞注入層的條件相似，雖然沉積與塗佈之條件可根據用以形成電洞傳輸層之材料而改變。

【0072】電洞傳輸層可由化學式1所表示之縮合環化合物及/或任何已知之電洞傳輸材料所形成。電洞傳輸材料的已知範例包含，如N-苯基咔唑(N-phenylcarbazole)與聚乙烯咔唑(polyvinyl carbazole)之咔唑(carbazole)衍生物、N,N'-雙(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1-二苯基]-4,4'-二胺{N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1-biphenyl]-4,4'-diamine, (TPD)}、如4,4',4''-三(N-咔唑)三苯胺[4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine, (TCTA)]與N,N'-二(1-萘基)-N,N'-二苯基聯苯胺[N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine, (NPB)]之三苯胺基(triphenylamine-based)材料，但不限於此。



TPD

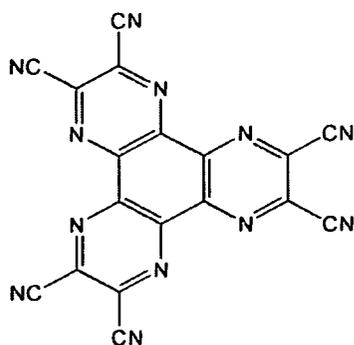
【0073】電洞傳輸層之厚度可於約50 Å至約1000 Å的範圍中，舉例而言，約為100 Å至約800 Å。當電洞傳輸層之厚度於此範圍中時，電洞傳輸層可具有良好的電洞傳輸能力而不會增加驅動電壓。

【0074】另一方面，可形成兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層取代電洞注入層與電洞傳輸層。兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層可包含任何所屬技術領域者常用之材料。

【0075】電洞注入層、電洞傳輸層與兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層之至少其一除了化學式1所表示之縮合環化合物、已知的電洞注入材料、已知的電洞傳輸材料、及/或兼具電洞注入與電洞傳輸能力之材料之外，可更包含電荷產生材料，以改善該些層之導電性。

【0076】電荷產生材料可為p-摻雜物。p-摻雜物之範例包含奎寧(quinine)衍生物，例如四氫昆二甲烷[tetracyanoquinonodimethane, (TCNQ)]與2,3,5,6-四氟四氫-1,4-苯昆二甲烷 [2,3,5,6-tetrafluorotetracyano-1,4-benzoquinonodimethane, (F4TCNQ)]、金屬氧化物，例如氧化鎢與氧化鉬、以及含氫基之化合物，例如下述之化合物200，但不限於此。

【0077】化合物200

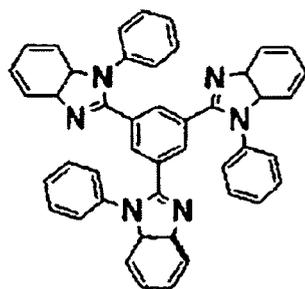


【0078】若電洞注入層、電洞傳輸層、或兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層更包含電荷產生材料，則該電荷產生材料可為同質性地或非同質性地散佈於該些層中。

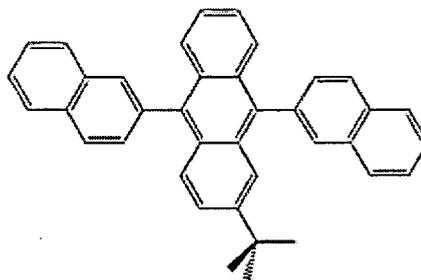
【0079】發射層可藉由真空沉積、旋轉塗佈、澆鑄法、藍慕爾布洛吉(Langmuir-Blodgett)沉積法等形成於電洞傳輸層或兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層上。當發射層藉由真空沉積或旋轉塗佈形成時，沉積或塗佈之條件可與用以形成電洞傳輸層之條件相似，雖然沉積與塗佈條件可根據用以形成發射層之化合物而改變。

【0080】用以形成發射層之材料可包含由化學式1所表示之縮合環化合物之至少其一及/或已知包含主體與摻雜物之光發射材料。

【0081】已知主體的範例包含三(8-羥基喹林)鋁[tris(8-hydroxyquinolinolate)aluminum, (Alq₃)]、4'-N,N'-二咔唑-聯苯胺[4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl, (CBP)]、聚(n-乙烯咔唑)[poly(n-vinylcarbazole), (PVK)]、9,10-二(萘-2-基)蒽[9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene, (ADN)]、4,4',4''-三(N-咔唑基)三苯胺(TCTA)、1,3,5-三(N-苯基苯並咪唑-2-基)苯[1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene, (TPBI)]、3-三級丁基-9,10-二-2-萘基蒽[3-tert-butyl-9,10-di-2-naphthylanthracene, (TBADN)]、E3、以及二苯乙烯基伸芳基[distyrylarylene (DSA)]。



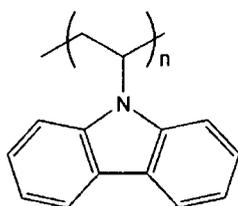
TPBI



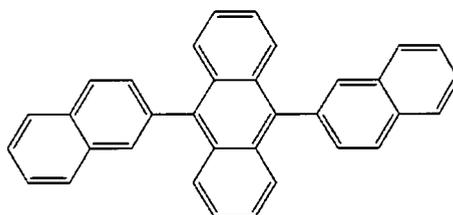
TBADN



E3



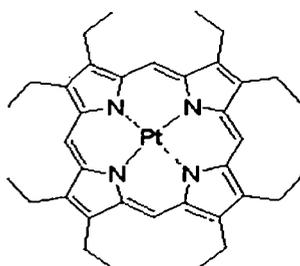
PVK



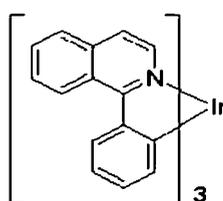
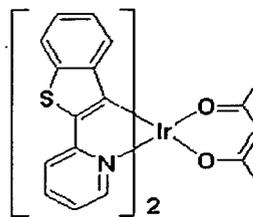
ADN

【0082】 摻雜物可包含螢光摻雜物與磷光摻雜物之至少其一。磷光摻雜物可為包含銱(Ir)、鉑(Pt)、銱(Os)、銩(Re)、鈦(Ti)、鋯(Zr)、鈦(Hf)之有機金屬複合物，或上述至少兩種複合物之結合，但並不限於此。

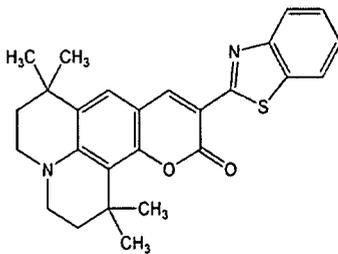
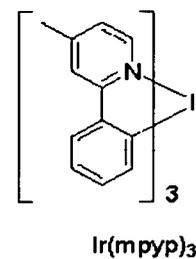
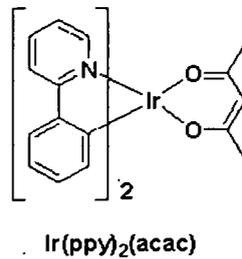
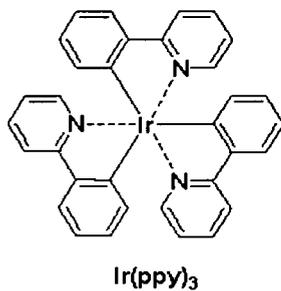
【0083】 同時，已知紅色摻雜物之範例包含八乙基卟吩鉑[platinum(II) octaethylporphyrin, (PtOEP)]、三(1-苯基-異喹啉)合銱(III) [Ir(piq)₃]、雙(2-(2'-苯並噻吩基)吡啶-N,C3') (乙烯丙酮)合銱[Btp₂Ir(acac)]，但並不限於此。



PtOEP

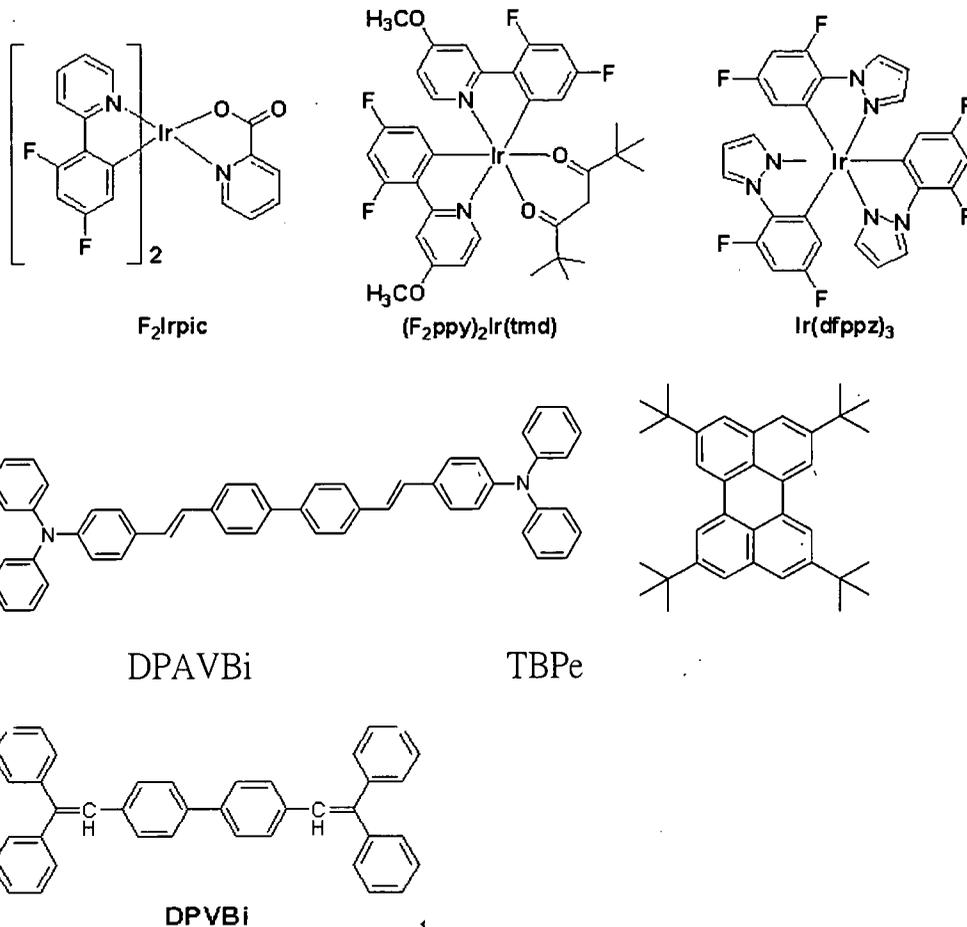
Ir(piq)₃Btp₂Ir(acac)

【0084】 已知綠色摻雜物之範例包含三(2-苯基吡啶)合銱 $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$ ，其中“ppy”代表苯基吡啶 (phenylpyridine)、乙醯丙酮酸二(2-苯基吡啶)銱 $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$ 、三[2-(對甲苯基)吡啶]合銱 $[\text{Ir}(\text{mpyp})_3]$ 、以及10-(2-苯並噻唑)-1,1,7,7,四甲基-2,3,6,7-四氫-1H,5H,11H-[1]苯並吡喃 [6,7,8-i,j] 喹嗪-11-酮 [10-(2-Benzothiazolyl)-1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H,11H-1)-benzopyrano [6,7-8-i,j]quinolizin-11-one, (C545T)，但並不限於此。



C545T

【0085】 已知藍色摻雜物之範例包含二(4,6-二氟苯基吡啶)(2-吡啶甲酸)合銱(III) (F_2Irpic) 、雙[2-(2,4-二氟苯基)吡啶-C2,N'] (2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮)合銱(III) $[(\text{F}_2\text{ppy})_2\text{Ir}(\text{tmd})]$ 、銱金屬錯合物 $[\text{Ir}(\text{dfppz})_3]$ 、三芴(ter-fluorene)、4,4'-雙(4-二對甲苯基氨基苯乙烯基)聯苯 [4,4'-bis(4-diphenylaminostyryl)biphenyl, (DPAVBi)]、2,5,8,11-四-三級丁基二萘嵌苯 [2,5,8,11-tetra-t-butyl pherylene, (TBPe)]、4,4'-雙(2,2-二苯乙烯基)-1,1'-聯苯 [4,4'-Bis(2,2-diphenylvinyl)-1,1'-biphenyl, (DPAVBi)]，但並不限於此。



【0086】 若發射層包含主體與摻雜物，則摻雜物之含量可介於主體重量的0.01%至15%，但並不限於此。

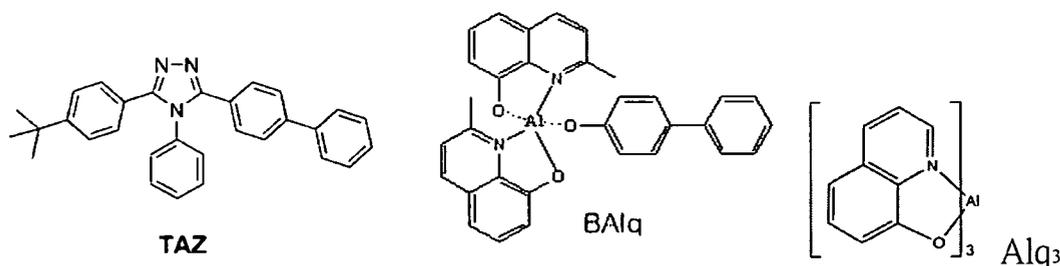
【0087】 發射層之厚度可為約100 Å至約1000 Å的範圍中，舉例而言約為200 Å至約600 Å。當發射層之厚度在此範圍中時，發射層可具有良好的光發射能力而不會實質上增加驅動電壓。

【0088】 當磷光摻雜物亦用於發射層之中時，為了避免三重激子或電洞擴散進入電子傳輸層，電洞阻隔層可藉由真空沉積、旋轉塗佈、澆鑄法、LB沉積法等形成於電洞傳輸層與發射層之間。當電洞阻隔層使用真空沉積或旋轉塗佈形成時，沉積與塗佈之條件可相似於形成電洞注入層之條件，雖然沉積與塗佈之條件可根據用以形成電洞阻隔層之材料而改變。任何常用於形成電洞阻隔層

之材料皆可使用。形成電洞阻隔層之材料的範例包含噁二唑衍生物(oxadiazole derivative)、三唑衍生物(triazole derivative)與啡啉衍生物(phenanthroline derivative)。

【0089】電洞阻隔層之厚度可在約50 Å至約1000 Å的範圍內，例如約100 Å至約300 Å。當電洞阻隔層之厚度在此範圍中時，電洞阻隔層可具有良好的電洞阻隔能力而不會實質上增加驅動電壓。

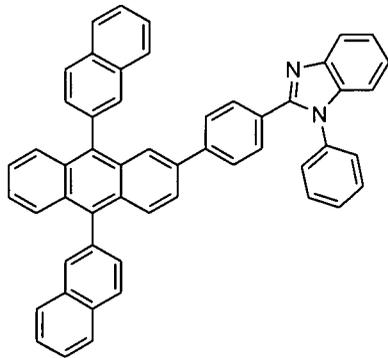
【0090】接下來，電子傳輸層可藉由真空沉積、旋轉塗佈、或澆鑄等方法形成於電洞阻隔層或發射層上。當電子傳輸層使用真空沉積或旋轉塗佈形成時，沉積與塗佈條件可相似於形成電洞注入層之條件，雖然沉積與塗佈條件可根據用以形成電子傳輸層之材料而改變。用以形成電子傳輸層之材料可為化學式1所表示之縮合環化合物或可穩定傳輸自電子注入層(陰極)所注入之電子的材料，且任何已知材料皆可使用。電子傳輸層之材料的範例包含喹啉衍生物(quinoline derivatives)，例如三(8-羥基喹啉鋁) [Tris(8-hydroxyquinolino)aluminium (Alq_3)]、3-(4-聯苯基)-4-苯基-5-(4-三級丁基苯基)-1,2,4-三唑 [3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-(4-t-butylphenyl)-1,2,4-triazole (TAZ)]、鈹雙(苯並喹啉-10-羥基)[beryllium bis(benzoquinolin-10-olate) (Bebq_2)]，但並不限於此。



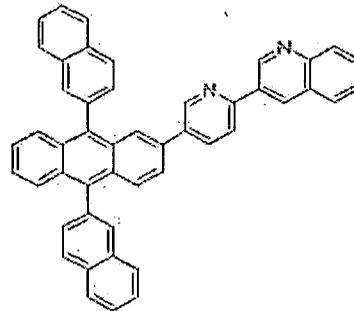
【0091】電子傳輸層之厚度可在約100 Å至1000 Å的範圍中，如150 Å至約500 Å。當電子傳輸層之厚度在此範圍中時，電子傳輸層可具有良好電子傳輸能力而不會實質上增加驅動電壓。

【0092】 電子傳輸層可包含電子傳輸有機化合物與含金屬化合物。電子傳輸化合物之材料的範例包含9,10-二(2-萘基)蒽[9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene, (ADN)]以及蒽基化合物(anthracene-based)如下方之化合物201與化合物202，但並不限於此。

【0093】 化合物201

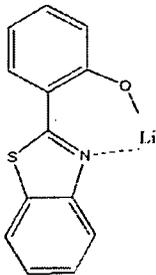


化合物202



【0094】 含金屬化合物可包含鋰複合物。鋰複合物之範例包含喹啉鋰 [quinolate (LiQ)]或下列之化合物203，但不限於此。

【0095】 化合物203



【0096】 此外，電子注入層可使用任何允許電子自陰極輕易地注入的材料形成於電子傳輸層上。

【0097】用以形成電子注入層之材料的範例包含氟化鋰(LiF)、氯化鈉(NaCl)、氟化銫(CsF)、氧化鋰(Li₂O)與氧化鋇(BaO)，其係已廣為知悉。電子注入層之沉積條件相似於電洞注入層之條件，雖然沉積條件可根據用以形成電子注入層之材料而改變。

【0098】電子注入層之厚度可在約1 Å至約100 Å的範圍中，如3 Å至90 Å。當電子注入層之厚度在此範圍中時，電子注入層可具有良好的電子注入能力而不會實質上增加驅動電壓。

【0099】第二電極17係設置於第一層15上。第二電極17可為注入電子之陰極。用以形成第二電極17之材料可為金屬、合金、具有低功函數之電性傳導化合物、或上述之混合。在此情形下，第二電極17可為由鋰(Li)、鎂(Mg)、鋁(Al)、鋁(Al)-鋰(Li)、鈣(Ca)、鎂(Mg)-銦(In)、鎂(Mg)-銀(Ag)等形成之透射電極。同時，為了製造頂部發射型有機發光二極體，可使用由氧化銦錫或氧化銦鋅所形成之透射電極。

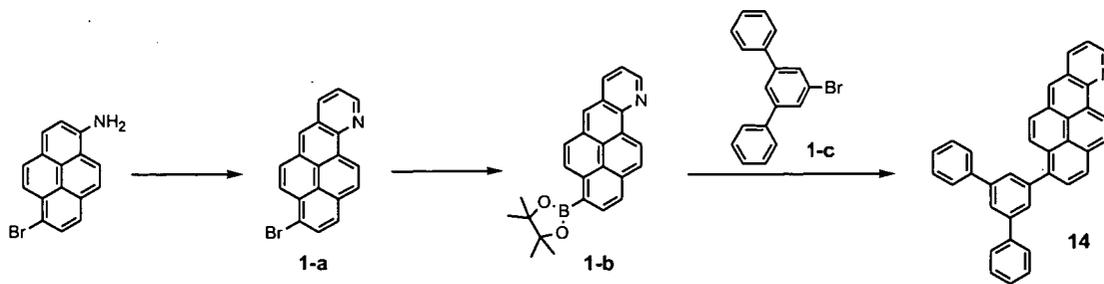
【0100】下文中，將參考下列範例描述一個或多個實施例。此些實施例並非意欲限制本發明之一個或多個實施例之目的與範疇。

【0101】範例

【0102】合成範例1：化合物14之合成

【0103】化合物14係透過下列之反應式1而合成：

【0104】反應式1



【0105】 中間產物1-a之合成

【0106】 將10 g (33.8 mmol)之1-胺基-6-溴芘 (1-amino-6-bromopyrene)、10 g 之70%硫酸溶液添加至8 g之硝基苯(nitrobenzene)中。此混合物係加熱至110°C，且接著添加10 g之甘油(glycerol)作為氧化劑。接著將混合物於110°C下攪拌10小時，於冷卻至室溫後以50 mL之水與50 mL之乙醚萃取三次。收集有機層(organic layer)且使用硫酸鎂(magnesium sulfate)蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析(silica gel column chromatography)將殘餘物分離與純化以獲得7.1 g之中間產物I-a (產率：71%)。所產生之化合物係利用液相層析儀-質譜儀(liquid chromatography-mass spectroscopy, LC-MS)鑑定。

【0107】 $C_{19}H_{10}BrN$; M+:331.00

【0108】 中間產物1-b之合成

【0109】 將5 g (15 mmol)之中間產物1-a、4.6 g (18 mmol)之聯硼酸頻那醇酯[bis(pinacolato)diboron]、4.42 g (45 mmol)之醋酸鉀[potassium acetate, (KOAc)]、以及0.04 g (0.06 mmol)之1,1'-雙(二苯基膦)二茂鐵]二氯鈣(II)[1,1'-bis(diphenylphosphino)ferrocene]dichloropalladium(II) (Pd(dppf)Cl₂)與100 mL之經除氣的N,N-二甲基甲醯胺[N,N-dimethylformamide, (DMF)]混合。接著攪拌混合物約10小時。將混合物以100 mL之水與100 mL之二氯甲烷(dichloromethane)萃取三次。收集有機層且使用硫酸鎂蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物

分離與純化以獲得5.18 g之中間產物I-b (產率：91%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0110】 $C_{25}H_{22}B_1N_1O_2$:M+ 379.17

【0111】 化合物14之合成

【0112】 將2 g (5.2 mmol)之中間產物1-b、1.9 g (6.2 mmol)之中間產物1-c、以及0.18 g (0.16 mmol)之四(三苯基膦)鈀[tetrakis(triphenylphosphin)palladium (O) ($Pd(PPh_3)_4$)]與20 mL之2 M氫氧化鈉溶液與20 mL之四氫呋喃[tetrahydrofuran (THF)]混合。接著將混合物於80°C下回流(refluxed) 10小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL的水與50 mL的乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得1.8 g之化合物14 (產率：73%)。所產生之化合物係利用液相層析儀-質譜儀以及核磁共振(NMR)而鑑定。

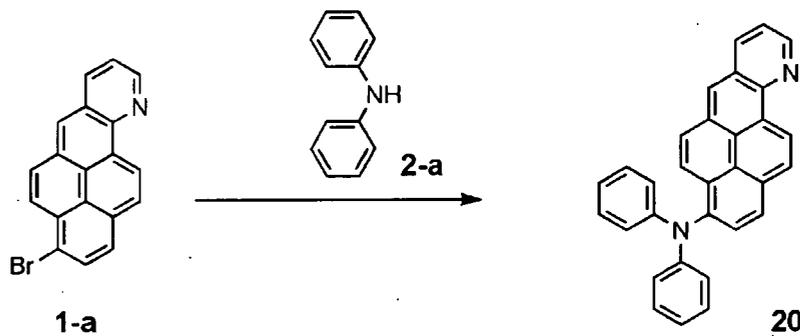
【0113】 $C_{37}H_{23}N_1$:M+ 482.19

【0114】 1H NMR ($CDCl_3$, 400MHz) δ (ppm) 9.07 (d, 1H) 8.90 (m, 1H) 8.36 (d, 1H) 8.29(s, 1H) 8.26-8.23 (m, 1H) 8.20(d, 1H) 8.14(d, 1H) 8.01(d, 1H) 7.96(d, 1H) 7.85(m, 2H) 7.72-7.69(m, 5H) 7.49-7.39(m, 7H)

【0115】 合成範例2：化合物20之合成

【0116】 化合物20係透過下列之反應式2而合成：

【0117】 反應式2



【0118】 將2 g (6.0 mmol)之根據合成範例1所準備的中間產物1-a、10.15 g (60.0 mmol)之中間產物2-a、0.16 g (0.18 mmol)之三(二苯亞基丙酮)二鈀 [tris(dibenzylidene acetone)dipalladium (O) ($\text{Pd}_2(\text{dba})_3$)]、0.05 g (0.18 mmol)之(2,4,6-三級-丁苯)膦 [(2,4,6-tri-tert-butylphenyl)phosphine]、以及0.7 g (7.2 mmol)之三級丁氧化鈉(sodium t-butoxide)添加至100 mL之甲苯(toluene)中。接著將混合物於100°C下回流(refluxed) 10小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL的水與50 mL的乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得1.19 g之化合物20 (產率：47%)。所產生之化合物係利用液相層析儀-質譜儀以及核磁共振而鑑定。

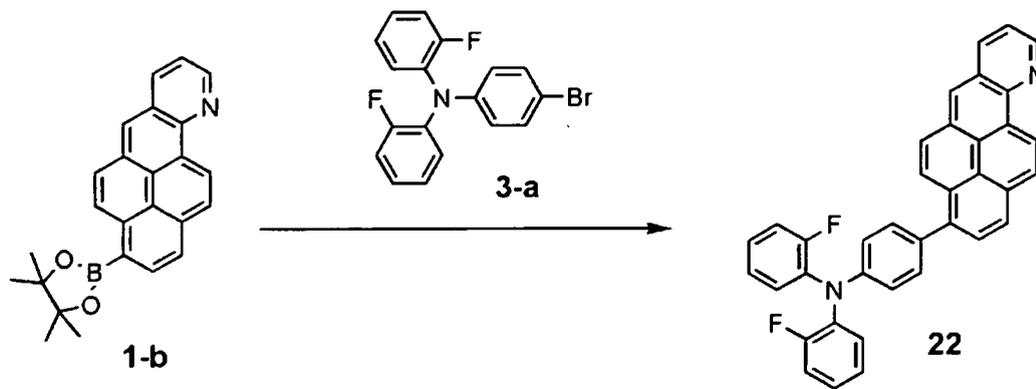
【0119】 $\text{C}_{31}\text{H}_{20}\text{N}_2$:M+ 420.16

【0120】 ^1H NMR (CDCl_3 , 400MHz) δ (ppm) 8.91 (m, 1H) 8.69(d, 1H) 8.27-8.24(m, 2H) 8.08(d, 1H) 8.03(d, 1H) 7.91-7.02 (m, 14H)

【0121】 合成範例3：化合物22之合成

【0122】 化合物22係透過下列之反應式3而合成：

【0123】 反應式3



【0124】 將2 g (5.2 mmol)之中間產物1-b、2.23 g (6.2 mmol)之中間產物3-a、以及0.18 g (0.16 mmol)之四(三苯基膦)鈀[Pd(PPh₃)₄]與20 mL之2 M氫氧化鈉溶液與20 mL之四氫呋喃[tetrahydrofuran (THF)]混合。接著將混合物於80°C下回流(refluxed) 10小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL之水與50 mL之乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得1.7 g之化合物22 (產率：62%)。此化合物係利用液相層析儀-質譜儀以及核磁共振而鑑定。

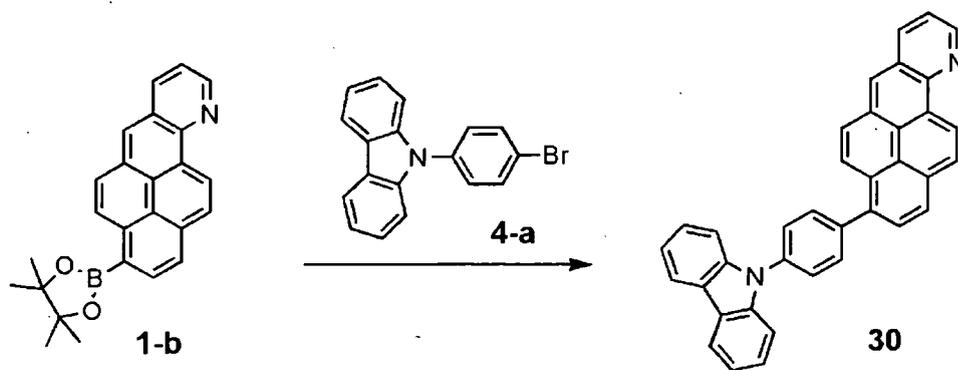
【0125】 C₃₃H₂₃N₂:M+ 532.18

【0126】 ¹H NMR (CDCl₃, 400MHz) δ (ppm) 9.07(d, 1H) 8.91(m, 1H) 8.63(d, 1H) 8.49(s, 1H) 8.47-8.44(m, 1H) 8.36 (d, 1H) 8.23(d, 2H) 8.19(d, 1H) 7.84-7.81(m, 2H) 7.75-7.71(m, 1H) 7.44-7.23(m, 8H) 6.99(m, 2H)

【0127】 合成範例4：化合物30之合成

【0128】 化合物30係透過下列之反應式4而合成：

【0129】 反應式4



【0130】 將2 g (5.2 mmol)之中間產物1-b、2.0 g (6.2 mmol)之中間產物4-a、以及0.18 g (0.16 mmol)之四(三苯基膦)鈀[Pd(PPh₃)₄]與20 mL之2 M氫氧化鈉溶液與20 mL之四氫呋喃[tetrahydrofuran (THF)]混合。接著將混合物於80°C下回流(refluxed) 10小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL之水與50 mL的乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得1.98 g之化合物30 (產率：77%)。所產生之化合物係利用液相層析儀-質譜儀以及核磁共振而鑑定。

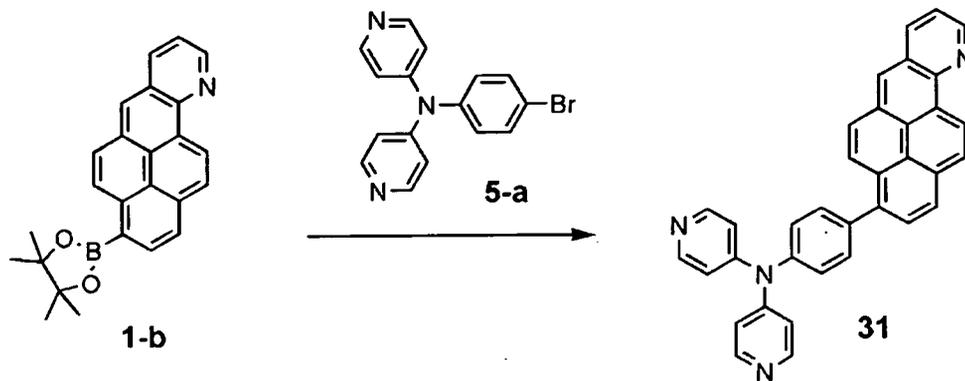
【0131】 C₃₇H₂₂N₂:M+ 494.18

【0132】 ¹H NMR (CDCl₃, 400MHz) δ (ppm) 9.07(d, 1H) 8.91-8.90(m, 1H) 8.42(d, 1H) 8.29(s, 1H) 8.26-8.23(m, 1H) 8.17(d, 1H) 8.12-8.10(m, 2H) 8.04-8.00(m, 2H) 7.89(d, 1H) 7.61-7.57(m, 2H) 7.45-7.25(m, 9H)

【0133】 合成範例5：化合物31之合成

【0134】 化合物31係透過下列之反應式5而合成：

【0135】 反應式5



【0136】 將2 g (5.2 mmol)之中間產物1-b、2.02 g (6.2 mmol)之中間產物5-a、以及0.18 g (0.16 mmol)之四(三苯基膦)鈀[Pd(PPh₃)₄]與20 mL之2 M氫氧化鈉溶液與20 mL之四氫呋喃[tetrahydrofuran (THF)]混合。接著將混合物於80°C下回流(refluxed) 10小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL的水與50 mL的乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得2.1 g之化合物31 (產率：81%)。所產生之化合物係利用液相層析儀-質譜儀以及核磁共振而鑑定。

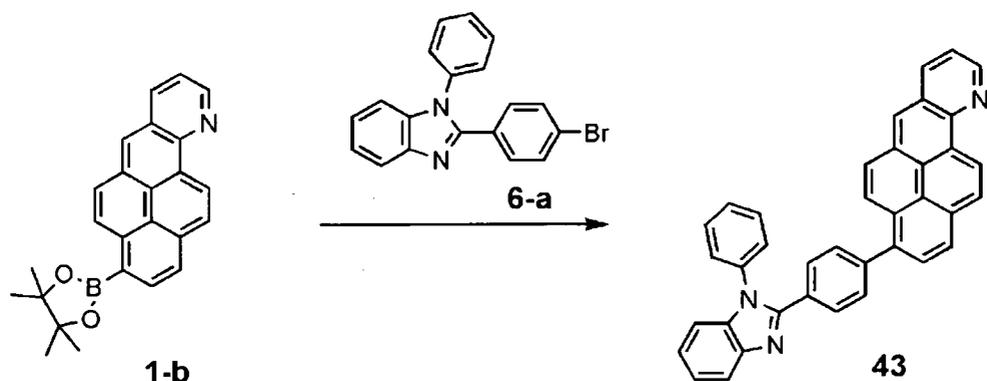
【0137】 C₃₆H₂₃N₃:M+ 498.19

【0138】 ¹H NMR (CDCl₃, 400MHz) δ (ppm) 9.07(d, 1H) 8.91(m, 1H) 8.46(m, 4H) 8.42(d, 1H) 8.29(s, 1H) 8.25(m, 1H) 8.16(d, 1H) 8.04-8.00(m, 2H) 7.89(d, 1H) 7.52-7.49(m, 2H) 7.45-7.41(m, 1H) 7.25-7.21(m, 2H) 7.11(m, 4H)

【0139】 合成範例6：化合物43之合成

【0140】 化合物43係透過下列之反應式6而合成：

【0141】 反應式6



【0142】 將2 g (5.2 mmol)之中間產物1-b、2.16 g (6.2 mmol)之中間產物6-a、以及0.18 g (0.16 mmol)四(三苯基膦)鈀[Pd(PPh₃)₄]與20 mL之2 M氫氧化鈉溶液與20 mL之四氫呋喃[tetrahydrofuran (THF)]混合。接著將混合物於80°C下回流(refluxed) 10小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL之水與50 mL的乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得1.84 g之化合物43 (產率：68%)。此化合物係利用液相層析儀-質譜儀以及核磁共振而鑑定。

【0143】 C₃₈H₂₃N₃:M+ 521.19

【0144】 ¹H NMR (CDCl₃, 400MHz) δ (ppm) 9.07(d, 1H) 8.90(m, 1H) 8.42(d, 1H) 8.29(s, 1H) 8.26-8.22(m, 1H) 8.20-8.18(m, 2H) 8.11(d, 1H) 8.03(m, 2H) 7.89(d, 1H) 7.81-7.78(m, 3H) 7.66-7.64(m, 1H) 7.58-7.56(m, 2H) 7.45-7.20(m, 6H)

【0145】 範例1

【0146】 將康寧(Corning) 15 Ω/cm² (1200 Å)之氧化銦錫(ITO)玻璃基板切割為50 mm x 50 mm x 0.7 mm之尺寸，以異丙醇與純水各以超音波震盪清洗5分鐘，接著以UV光照射30分鐘且暴露於臭氧以清潔基板。接下來將此基板設置於真空沉積裝置中。

【0147】 4,4',4''-三(N-(2-萘基)-N-苯基氨基)三苯基胺(2-TNATA)係沉積於基板之氧化銦錫電極(陽極)上以形成具有600 Å之厚度的電洞注入層，且接著沉積 4,4'-二(1-萘基)-N-二苯基聯苯胺 [4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl, (NPB)]於電洞注入層上以形成具有約300 Å厚度的電洞傳輸層。

【0148】 接下來，化合物 14 與 1,4-雙(2,2-二苯乙烯基)聯苯 [1,4-bis-(2,2-diphenylvinyl)biphenyl, (DPVBi)]係以98：2之重量比例共同沉積於電洞傳輸層上以形成具有300 Å之厚度的發射層。

【0149】 隨後，三(8-羥基喹林)鋁(Alq_3)係沉積於發射層上以形成具有300 Å厚度之電子傳輸層，且氟化鋰係沉積於電子傳輸層上以形成具有10 Å厚度之電子注入層。接著，鋁係以3000 Å之厚度沉積於電子傳輸層上以形成第二電極(陰極)。如此完成有機發光二極體之製備。

【0150】 範例2

【0151】 有機發光二極體係以範例1之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物30取代化合物14。

【0152】 範例3

【0153】 有機發光二極體係以範例1之相同方法製造，除了在製造發射層時使用9,10-二(萘-2-基)蒽(ADN)取代化合物14且以化合物20取代1,4-雙(2,2-二苯乙烯基)聯苯(DPVBi)。

【0154】 範例4

【0155】 有機發光二極體係以範例3之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物22取代化合物20。

【0156】 範例5

【0157】 有機發光二極體係以範例1之相同方法製造，除了在製造發射層時使用9,10-二(萘-2-基)蒽(ADN)取代化合物14，且在製造電子傳輸層時以化合物31取代三(8-羥基喹林)鋁(Alq_3)。

【0158】 範例6

【0159】 有機發光二極體係以範例5之相同方法製造，除了在製造電子傳輸層時以化合物43取代化合物31。

【0160】 範例7

【0161】 有機發光二極體係以範例1之相同方法製造，除了在製造發射層時以化合物20取代1,4-雙(2,2-二苯乙炔基)聯苯(DPVBi)。

【0162】 範例8

【0163】 有機發光二極體係以範例1之相同方法製造，除了在製造發射層時以化合物30取代化合物14，且以化合物33取代1,4-雙(2,2-二苯乙炔基)聯苯(DPVBi)，而在製造電子傳輸層時以化合物31取代三(8-羥基喹林)鋁(Alq_3)。

【0164】 比較範例1

【0165】 有機發光二極體係以範例1之相同方法製造，除了在製造發射層時以已知之藍色螢光主體9,10-二(萘-2-基)蒽(ADN)取代化合物14。

【0166】 評估

【0167】 根據範例1至範例8以及比較範例1所製造之有機發光二極體的驅動電壓、電流密度、亮度、效率、以及所發射光之顏色、半衰期(100 mA/cm^2)等係以PR650 Spectroscan Source Measurement Unit (PhotoReaserch)評估測量。測量結果如下列表1所示。

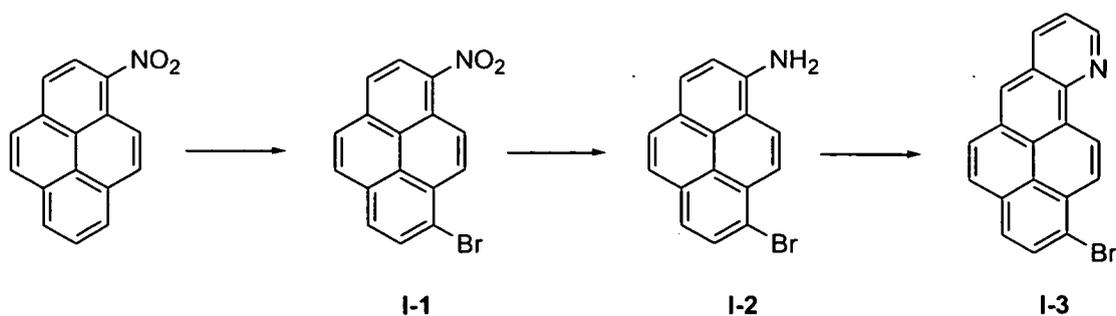
【0168】表1

	發射層		電子傳輸層	驅動電壓 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	亮度 (cd/m ²)	效能 (cd/A)	顏色	半衰期 (hr)
	主體	摻雜物							
範例 1	化合物 14	DPVBi	Alq ₃	6.27	50	2,155	4.31	藍色	181
範例 2	化合物 30	DPVBi	Alq ₃	6.34	50	2,059	4.12	藍色	201
範例 3	ADN	化合物 20	Alq ₃	6.07	50	2,225	4.45	藍色	193
範例 4	ADN	化合物 22	Alq ₃	6.11	50	2,311	4.62	藍色	176
範例 5	ADN	DPVBi	化合物 31	5.83	50	2,250	4.50	藍色	172
範例 6	ADN	DPVBi	化合物 43	6.18	50	2,380	4.76	藍色	198
範例 7	化合物 14	化合物 20	Alq ₃	5.65	50	2,145	4.29	藍色	243
範例 8	化合物 30	化合物 22	化合物 31	5.48	50	2,405	4.81	藍色	227
比較範例 1	ADN	DPVBi	Alq ₃	7.35	50	1,490	2.98	藍色	120

【0169】參閱表1，可發現相較於根據比較範例1所製造之有機發光二極體，根據範例1至範例8所製造之有機發光二極體具有低驅動電壓、高亮度、高效能、以及較長之半衰期。

【0170】合成範例11：化合物101之合成

【0171】反應式11-1



【0172】 中間產物I-1的合成

【0173】 將4.94 g (20.0 mmol)之1-硝芘(1-nitropyrene)溶解於100 mL之二氯甲烷(dichloromethane)中，且將2.50 ml (20.0 mmol)之溴(bromine)於0°C下逐步添加於上述溶液中。該混合物係於室溫下攪拌12小時。接著將60 mL之水與30 mL之20%硫代硫酸鈉(sodium thiosulfate)溶液添加至該混合液中。而後，將混合物以80 mL之二氯甲烷萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化，且利用二氯甲烷/己烷溶液再結晶以獲得4.04 g之中間產物I-1 (產率：62%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0174】 $C_{16}H_8BrNO_2$ 計算值：324.9738，測量值：324.9740

【0175】 中間產物I-2的合成

【0176】 將4.04 g (12.4 mmol)之中間產物I-1溶解於50 mL之乙醇中，且將2.80 g (50 mmol)之鐵與10 mL之0.1 M之鹽酸添加於上述溶液中。該混合物係於95°C下攪拌3小時。將該混合物冷卻至室溫且以100 mL之水與100 mL之乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得2.75 g之中間產物I-2 (產率：75%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0177】 $C_{16}H_{10}BrN$ 計算值：294.9997，測量值：295.0012

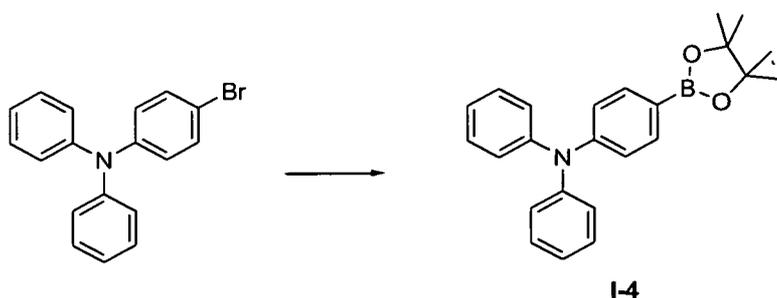
【0178】 中間產物I-3的合成

【0179】 將2.75 g (9.30 mmol)之中間產物I-2與353 mg (4.65 mmol)之1,3-丙烷二醇(1,3-propane diol)溶解於10 mL之三甲苯(mesitylene)中。將70 mg (0.19 mmol)之水合三氯化銱($IrCl_3 \cdot H_2O$)、186 mg (0.28 mmol)之2,2'-雙(二苯基膦)-1,1'-二萘[2,2'-bis(diphenylphosphino)-1,1'-binaphthyl, (BINAP)]、以及34 mg (0.30 mmol)之

碳酸鈉(Na_2CO_3)添加至該混合物中。該混合物係於 169°C 下攪拌15小時並冷卻至室溫。接著，於真空中移除溶劑，且利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得2.84 g之中間產物I-3 (產率：92%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0180】 $\text{C}_{19}\text{H}_{10}\text{BrN}$ 計算值：330.9997，測量值：331.0002

【0181】 反應式11-2



【0182】 中間產物I-4的合成

【0183】 將3.24 g (10.0 mmol)之4-溴三苯胺(4-bromotriphenylamine)、2.54 g (10.0 mmol)之聯硼酸頻那醇酯[bis(pinacolato)diborone]、0.36 g (0.5 mmol)之1,1'-雙(二苯基膦)二茂鐵]二氯化鈦(II) [1,1'-bis(diphenylphosphino)ferrocene]dichloro palladium (II) ($\text{PdCl}_2(\text{dppf})_2$)、以及2.94 g (30.0 mmol)之醋酸鉀溶解於40 mL之二亞甲磺(DMSO)中，且將此混合液於 80°C 下攪拌6小時。將混合液冷卻至室溫且以50 mL之水與50 mL之乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得2.57 g之中間產物I-4 (產率：89%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0184】 $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{BNO}_2$ 計算值：371.2057，測量值：371.2051

【0185】 化合物101之合成

【0186】 將1.66 g (5.0 mmol)之中間產物I-3、1.86 g (5.0 mmol)之中間產物I-4、0.29 g (0.25 mmol)之四(三苯基膦)鈦[$\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$]、以及2.07 g (15.0 mmol)之碳酸

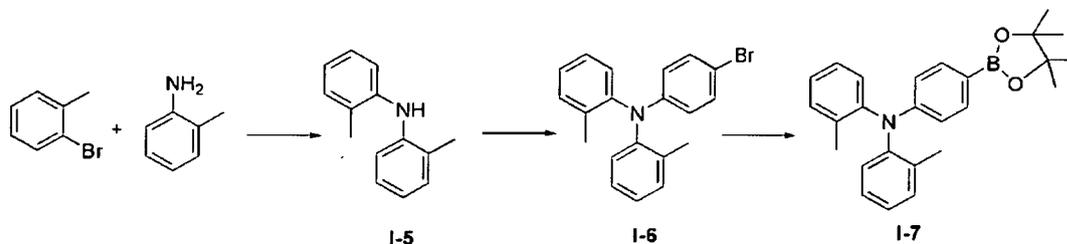
鉀溶解於30 mL之四氫呋喃/水溶液[THF/H₂O (2/1)]中，接著於70°C下攪拌5小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL之水與50 mL之乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得1.86 g之化合物101 (產率：75%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀以及核磁共振而鑑定。

【0187】 C₃₇H₂₄N₂計算值：496.1939，側量值[M+1] 497.1922

【0188】 ¹H NMR (CDCl₃, 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.70-8.67 (m, 1H), 8.29-8.22 (m, 3H), 8.17-8.14 (m, 2H), 8.03 (d, 1H), 7.68 (d, 1H), 7.53-7.48 (m, 2H), 7.45-7.42 (m, 1H), 7.08-7.04 (m, 4H), 6.98-6.93 (m, 2H), 6.67-6.63 (m, 2H), 6.17-6.13 (m, 4H)

【0189】 合成範例12：化合物104之合成

【0190】 反應式12



【0191】 中間產物I-5之合成

【0192】 將3.42 g (20.0 mmol)之1-溴-2-甲基苯(1-bromo-2-methylbenzene)、2.79 g (30.0 mmol)之o-甲苯胺(o-toluidine)、0.37 g (0.4 mmol)之三(二苯亞基丙酮)二鈀[Pd₂(dba)₃]、0.08 g (0.4 mmol)之三-三級丁基磷[tri-tert-butylphosphine (P(t-Bu)₃)]、以及2.88 g (30.0 mmol)之KOtBu溶解於60 mL之甲苯(toluene)中，且於85°C下攪拌4小時。將混合物冷卻至室溫且以50 mL之水與50 mL之乙醚萃取三次。收集有機層，

且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得3.47 g之中間產物I-5 (產率：88%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0193】 $C_{14}H_{15}N$ 計算值：197.2204，測量值：197.2253

【0194】 中間產物I-6之合成

【0195】 將1.97 g (10.0 mmol)之中間產物I-5、2.83 g (10.0 mmol)之4-溴碘苯(4-bromiodobenzene)、0.18 g (0.2 mmol)之三(二苯亞基丙酮)二鈀 $[Pd_2(dba)_3]$ 、0.04 g (0.4 mmol)之三-三級丁基膦 $[P(t-Bu)_3]$ 、以及1.44 g (15.0 mmol)之 $KOtBu$ 溶解於40 mL之甲苯(toluene)中，且於85°C下攪拌4小時。將混合物冷卻至室溫且以30 mL之水與30 mL之乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得3.14 g之中間產物I-6 (產率：89%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0196】 $C_{20}H_{18}BrN$ 計算值：351.0623，測量值：351.0653

【0197】 中間產物I-7之合成

【0198】 中間產物I-7係以合成中間產物I-4之相同方式合成，除了使用N-(4-溴苯基)-2-甲基-N-o-甲苯胺 [N-(4-bromophenyl)-2-methyl-N-o-tolylbenzeneamine]取代4-溴三苯胺(4-bromotriphenylamine)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0199】 $C_{26}H_{30}BNO_2$ 計算值：399.2370，測量值：399.2381

【0200】 化合物104之合成

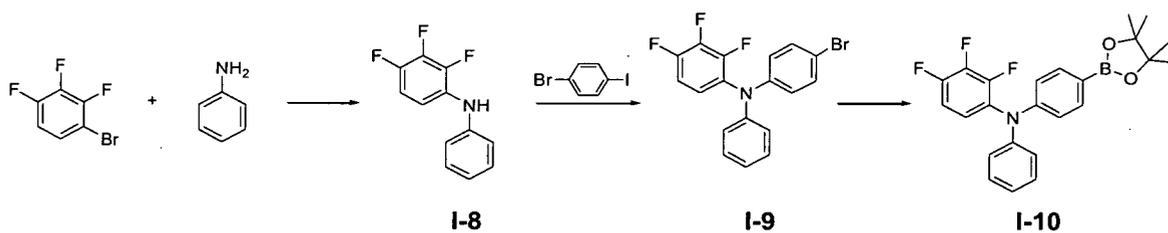
【0201】 2.15 g化合物104係以合成化合物101之相同方式合成且產率為75%，除了使用中間產物I-7取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0202】 $C_{39}H_{28}N_2$ 計算值：524.2252，測量值 $[M+1]$ 525.2056

【0203】 ^1H NMR (CDCl_3 , 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (dd, 1H), 8.69-8.67 (d, 1H), 8.29 (s, 1H), 8.27-8.23 (m, 2H), 8.17-8.14 (m, 2H), 8.04-8.02 (d, 1H), 7.69-7.67 (d, 1H), 7.49-7.41 (m, 3H), 7.06-7.03 (m, 2H), 6.98-6.89 (m, 4H), 6.83-6.78 (m, 2H), 6.63-6.60 (m, 2H), 1.82 (s, 6H)

【0204】 合成範例13：化合物110之合成

【0205】 反應式13



【0206】 中間產物I-8的合成

【0207】 5.2 g之中間產物I-8係以合成中間產物I-5之相同方式合成且產率為65%，除了使用1-溴-2,3,4-三氟苯 [1-bromo-2,3,4-trifluorobenzene] 取代1-溴-2-甲苯 [1-bromo-2-methylbenzene] 且使用苯胺(aniline) 取代o-甲苯(o-toluidine)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0208】 $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{F}_3\text{N}$ 計算值：223.0609，測量值：223.0901

【0209】 中間產物I-9的合成

【0210】 7.1 g 中間產物I-9係以合成中間產物I-6之相同方式合成且產率為81%，除了使用中間產物I-8 取代中間產物I-5。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0211】 $\text{C}_{18}\text{H}_{11}\text{BrF}_3\text{N}$ 計算值：377.0027，測量值：377.0023

【0212】 中間產物I-10的合成

【0213】 6.00 g中間產物I-10係以合成中間產物I-4之相同方式合成且產率為75%，除了使用中間產物I-9取代4-溴三苯胺(4-bromotriphenylamine)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0214】 $C_{24}H_{23}BF_3NO_2$ 計算值：425.1774，測量值：425.1769

【0215】 化合物110之合成

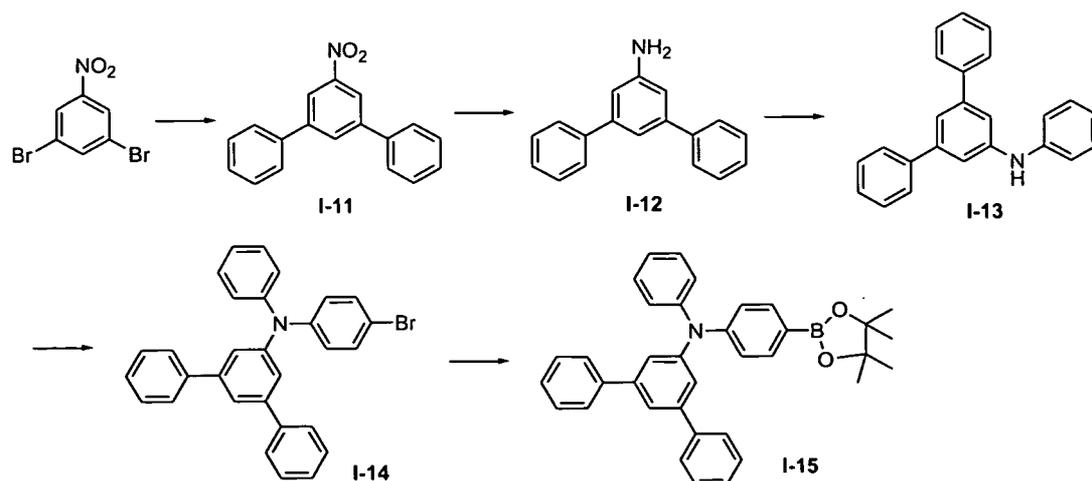
【0216】 1.23 g化合物110係以合成化合物101之相同方式合成且產率為63%，除了使用中間產物I-10取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0217】 $C_{37}H_{21}F_3N_2$ 計算值：550.1657，測量值[M+1] 551.5897

【0218】 1H NMR ($CDCl_3$, 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.69-8.67 (d, 1H), 8.29 (s, 1H), 8.26-8.22 (m, 2H), 8.17-8.14 (m, 2H), 8.04-8.02 (d, 1H), 7.69-7.67 (d, 1H), 7.54-7.50 (m, 2H), 7.45-7.41 (m, 1H), 7.10-7.05 (m, 2H), 6.81-6.70 (m, 2H), 6.66-6.56 (m, 3H), 6.37-6.34 (m, 2H)

【0219】 合成範例14：化合物120之合成

【0220】 反應式14



【0221】 中間產物I-11之合成

【0222】將 5.62 g (20.0 mmol) 之 1,3- 二 溴 -5- 硝 苯 (1,3-dibromo-5-nitrobenzene)、1.22 g (10.0 mmol)之苯硼酸(phenylboronic acid)、0.58 g (0.5 mmol)之三苯基膦鈀(PdPPh₃)、以及4.14 g (30.0 mmol)之碳酸鉀溶解於40 mL之四氫呋喃/水溶液[THF/H₂O (2/1)]中，接著於80°C下攪拌5小時。將混合物以50 mL之水與50 mL之乙醚萃取三次。收集有機層，且利用硫酸鎂以蒸發溶劑而乾燥。利用矽凝膠管柱層析將殘餘物分離與純化以獲得3.57 g之中間產物I-11 (產率：62%)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0223】 C₁₈H₁₃NO₂計算值：275.0948，測量值：275.9732

【0224】 中間產物I-12之合成

【0225】 2.64 g之中間產物I-12係以中間產物I-2之相同方式合成且產率為83%，除了使用中間產物I-11取代中間產物I-1。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0226】 C₁₈H₁₅N計算值：245.1204，測量值：245.5256

【0227】 中間產物I-13之合成

【0228】 2.38 g之中間產物I-13係以合成中間產物I-5之相同方式合成且產率為69%，除了使用4-溴苯(4-bromobenzene)取代1-溴-2-甲基苯(1-bromo-2-methylbenzene)且使用中間產物I-12取代o-甲苯(o-toluidine)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0229】 C₂₄H₁₉N計算值：321.1517，測量值：321.6245

【0230】 中間產物I-14之合成

【0231】 2.51 g之中間產物I-14係以合成中間產物I-6之相同方式合成且產率為71%，除了使用中間產物I-13取代中間產物I-5。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0232】 $C_{30}H_{22}BrN$ 計算值：476.0936，測量值：476.4158

【0233】 中間產物I-15之合成

【0234】 2.29 g之中間產物I-15係以合成中間產物I-1之相同方式合成且產率為83%，除了使用中間產物I-14取代4-溴三苯胺(4-bromotriphenylamine)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0235】 $C_{36}H_{34}BNO_2$ 計算值：523.2683，測量值：523.5641

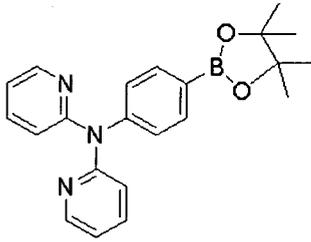
【0236】 化合物120之合成

【0237】 1.65 g之化合物120係以合成化合物101之相同方式合成且產率為69%，除了使用中間產物I-15取代中間產物I-14。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0238】 $C_{49}H_{32}N_2$ 計算值：648.2565，測量值[M+1]：649.3520

【0239】 1H NMR ($CDCl_3$, 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.69-8.67 (d, 1H), 8.39 (s, 1H), 8.27-8.22 (d, 2H), 8.17-8.14 (m, 2H), 8.04-8.02 (d, 1H), 7.69-7.64 (m, 5H), 7.54-7.50 (m, 3H), 7.46-7.40 (m, 7H), 7.10-7.05 (m, 2H), 6.93-6.89 (m, 2H), 6.87-6.86 (d, 2H), 6.68-6.63 (m, 1H), 6.29-6.26 (m, 2H)

【0240】 合成範例15：化合物123之合成



I-16

【0241】 中間產物I-16之合成

【0242】 2.3 g之中間產物I-16係以合成中間產物I-8、中間產物I-9、中間產物I-10之相同方式合成且產率為51%，除了使用2-溴吡啶(2-bromopyridine)取代1-溴-2,3,4-三氟苯 (1-bromo-2,3,4-trifluorobenzene)且使用2-胺吡啶(2-aminopyridine)取代苯胺(aniline)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0243】 $C_{22}H_{24}BN_3O_2$ 計算值：373.1962，測量值：373.1956

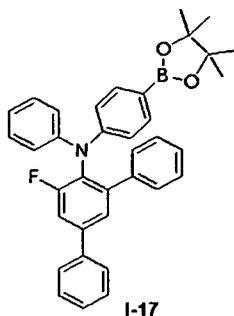
【0244】 化合物123之合成

【0245】 1.34 g之化合物123係以合成化合物101之相同方式合成且產率為73%，除了使用中間產物I-16取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0246】 $C_{35}H_{22}N_4$ 計算值：498.1844，測量值[M+1]：499.1925

【0247】 1H NMR ($CDCl_3$, 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.69-8.67 (d, 1H), 8.29 (s, 1H), 8.27-8.21 (m, 4H), 8.17-8.13 (m, 2H), 8.04-8.02 (s, 1H), 7.73-7.67 (m, 3H), 7.55-7.51 (m, 2H), 7.45-7.42 (dd, 1H), 7.37-7.35 (m, 2H), 6.92-6.88 (m, 2H), 6.80-6.76 (m, 2H)

【0248】 合成範例16：化合物133之合成



【0249】 中間產物I-17之合成

【0250】 2.61 g之中間產物I-17係以合成中間產物I-11、中間產物I-12、中間產物I-13、中間產物I-14、中間產物I-15之相同方式合成且產率為45%，除了使用1,3-二溴-5-氟-6-硝苯(1,3-dibromo-5-fluoro-6-nitrobenzene)取代1,3-二溴-5-硝苯(1,3-dibromo-5-nitrobenzene)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0251】 $C_{38}H_{33}BFNO_2$ 計算值：541.2588，測量值：541.3512

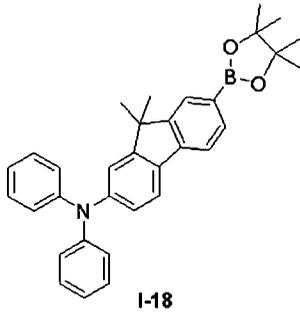
【0252】 化合物133之合成

【0253】 1.78 g之化合物133係以合成化合物101之相同方式合成且產率為66%，除了使用中間產物I-17取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0254】 $C_{49}H_{31}FN_2$ 計算值：666.2471，測量值[M+1] 667.3125

【0255】 1H NMR ($CDCl_3$, 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.69-8.67 (d, 1H), 8.29 (s, 1H), 8.27-8.23 (m, 2H), 8.17-8.13 (m, 2H), 8.04-8.02 (d, 1H), 7.72-7.60 (m, 6H), 7.55-7.47 (m, 7H), 7.44-7.40 (m, 2H), 7.13-7.10 (d, 1H), 7.08-7.03 (m, 2H), 7.00-6.96 (m, 2H), 6.63-6.60 (m, 1H), 6.15-6.12 (m, 2H)

【0256】 合成範例17：化合物139之合成



【0257】 中間產物I-18之生合成

【0258】 二苯胺(Diphenylamine)係以合成中間產物I-5之相同方式合成,除了使用溴苯(bromobenzene)取代1-溴-2-甲苯(1-bromo-2-methylbenzene)且使用苯胺(aniline)取代o-甲苯(o-toluidine)。接著,7-溴-9,9-二甲基-N,N-二苯基-9H-氟-2-胺(7-bromo-9,9-dimethyl-N,N-diphenyl-9H-fluorene-2-amine)係以合成中間產物I-6之相同方式合成,除了使用二苯胺(diphenyl amine)取代中間產物I-5且使用2-溴-7-碘-9,9-二甲基-9H-氟(2-bromo-7-iodo-9,9-dimethyl-9H-fluorene)取代4-溴碘苯(4-bromiodobenzene)。接著,2.59 g之中間產物I-18係以合成中間產物I-7之相同方式合成且產率為46%,除了使用7-溴-9,9-二甲基-N,N-二苯基-9H-氟-2-胺(7-bromo-9,9-dimethyl-N,N-diphenyl-9H-fluorene-2-amine)取代中間產物I-6。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0259】 $C_{33}H_{34}BNO_2$ 計算值: 487.2683, 測量值: 487.3541

【0260】 化合物139之合成

【0261】 1.99 g之化合物139係以合成化合物101之相同方式合成且產率為82%,除了使用中間產物I-18取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0262】 $C_{49}H_{32}N_2$ 計算值: 612.2565, 測量值[M+1] 613.3546

【0263】 ^1H NMR (CDCl_3 , 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.70-8.67 (m, 1H), 8.29 (s, 1H), 8.26-8.22 (m, 2H), 8.16-8.14 (m, 1H), 7.99-7.92 (dd, 2H), 7.80-7.76 (m, 2H), 7.68-7.66 (m, 2H), 7.54-7.52 (d, 2H), 7.50-7.48 (d, 1H), 7.45-7.41 (m, 1H), 7.08-7.04 (m, 4H), 6.67-6.63 (m, 3H), 6.40-6.38 (m, 1H), 6.16-6.13 (m, 3H), 1.82 (s, 6H)

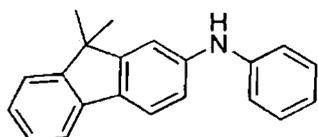
【0264】 合成範例18：化合物149之合成

【0265】 1.28 g之化合物149係以合成化合物101之相同方式合成產率74%，除了使用苯硼酸(phenyl boronic acid)取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0266】 $\text{C}_{25}\text{H}_{15}\text{N}$ 計算值：329.1204，測量值[M+1] 330.2132

【0267】 ^1H NMR (CDCl_3 , 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90(dd, 1H), 8.69-8.67 (d, 1H), 8.29 (s, 1H), 8.26-8.23 (m, 2H), 8.16-8.14 (d, 1H), 8.06-8.02 (m, 3H), 7.99-7.97 (d, 1H), 7.68-7.66 (d, 1H), 7.51-7.48 (m, 2H), 7.45-7.38 (m, 2H)

【0268】 合成範例19：化合物154之合成



I-19

【0269】 中間產物I-19之合成

【0270】 4.56 g之中間產物I-19係以合成中間產物I-5之相同方式合成且產率為72%，除了使用2-溴氟(2-bromofluorene)取代1-溴-2-甲苯(1-bromo-2-methylbenzene)且使用苯胺(aniline)取代o-甲苯(o-toluidine)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0271】 $\text{C}_{21}\text{H}_{18}\text{N}$ 計算值：284.1439，測量值：284.1398

【0272】 化合物154之合成

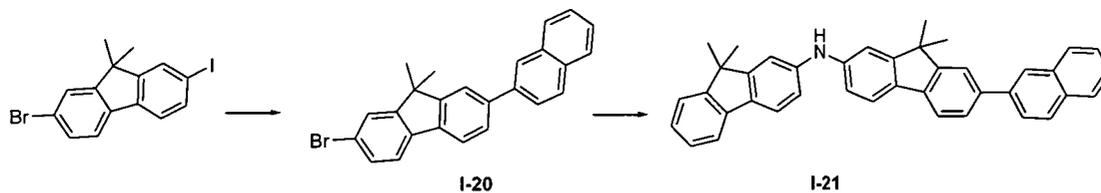
【0273】 1.05 g之化合物154係以合成化合物101之相同方式合成且產率為53%，除了使用中間產物I-19取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0274】 $C_{40}H_{28}N_2$ 計算值：536.2252，測量值：[M+1] 537.2412

【0275】 1H NMR ($CDCl_3$, 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.61-8.59 (d, 1H), 8.27-8.23 (m, 2H), 8.17-8.08 (dd, 2H), 7.96-7.93 (d, 1H), 7.78-7.72 (m, 2H), 7.51-7.48 (d, 1H), 7.44-7.41 (m, 2H), 7.35-7.30 (m, 1H), 7.14-7.11 (m, 2H), 7.06-7.01 (m, 2H), 6.65-6.61 (m, 2H), 6.41-6.40 (d, 1H), 6.17-6.13 (m, 2H), 1.62 (s, 6H)

【0276】 合成範例20：化合物157之合成

【0277】 反應式20



【0278】 中間產物I-20之合成

【0279】 3.56 g之中間產物I-20係以合成中間產物I-11之相同方式合成且產率為85%，除了使用2-溴-7-碘-9,9-二甲基-9H-氟(2-bromo-7-iodo-9,9-dimethyl-9H-fluorene)取代1,3-二溴-5-硝基苯(1,3-dibromo-5-nitrobenzene)且使用2-萘硼酸(2-naphthyl boronic acid)取代苯硼酸(phenyl boronic acid)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0280】 $C_{25}H_{19}Br$ 計算值：398.0670，測量值：398.0750

【0281】 中間產物I-21之合成

【0282】 3.81 g之中間產物I-21係以合成中間產物I-5之相同方式合成且產率為81%，除了使用中間產物I-20取代1-溴-2-甲苯(1-bromo-2-methylbenzene)且使用2-胺氟(2-aminofluorene)取代o-甲苯(o-toluidine)。此產物係利用液相層析儀-質譜儀鑑定。

【0283】 $C_{40}H_{32}N$ 計算值：527.2613，測量值：527.3145

【0284】 化合物157之合成

【0285】 1.71 g之化合物157係以合成化合物101之相同方式合成且產率為72%，除了使用中間產物I-21取代中間產物I-4。此產物係利用液相層析儀-質譜儀與核磁共振鑑定。

【0286】 $C_{59}H_{42}N_2$ 計算值：778.3348，測量值：[M+1] 779.4982

【0287】 1H NMR ($CDCl_3$, 400MHz) δ (ppm) 8.92-8.90 (m, 1H), 8.61-8.59 (d, 1H), 8.27-8.23 (m, 2H), 8.18-8.08 (dd, 2H), 8.04 (s, 1H), 7.99-7.97 (d, 1H), 7.94-7.84 (m, 3H), 7.78-7.74 (m, 2H), 7.72-7.41 (m, 10H), 7.36-7.30 (m, 1H), 7.14-7.08 (m, 2H), 6.70-6.66 (m, 2H), 6.45-6.42 (m, 2H), 1.64-1.62 (d, 12H)

【0288】 範例11

【0289】 將康寧(Corning) $15 \Omega/cm^2$ (1200 Å)之氧化銦錫(ITO)玻璃基板切割為50 mm x 50 mm x 0.7 mm之尺寸，以異丙醇與純水各以超音波震盪清洗5分鐘，接著以UV光照射30分鐘且暴露於臭氧以清潔基板。接下來將基板設置於真空沉積裝置中。

【0290】 4,4', 4'' -三(N, -(2-萘基)-N-苯基氨基)三苯基胺(2-TNATA)係沉積於玻璃基板之氧化銦錫電極(陽極)上以形成具有600 Å之厚度的電洞注入層，且接著沉積 4,4' - 二 (1- 萘 基)-N- 二 苯 基 聯 苯 胺

第 60 頁，共 64 頁(發明說明書)

[4,4' -bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl, (NPB)]於電洞注入層上以形成具有約300 Å厚度的電洞傳輸層。

【0291】接下來，化合物 101 與 9,10-二(萘-2-基)蔥 [9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene, (ADN)]係以98:2之重量比例共同沉積於電洞傳輸層上以形成具有300 Å之厚度的發射層。

【0292】隨後，三(8-羥基喹林)鋁(Alq_3)係沉積於發射層上以形成具有300 Å厚度之電子傳輸層，且氟化鋰係沉積於電子傳輸層上以形成具有10 Å厚度之電子注入層。接著，鋁係以3000 Å之厚度沉積於電子傳輸層上以形成第二電極(陰極)。如此完成有機發光二極體之準備。

【0293】範例12

【0294】有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物104取代化合物101。

【0295】範例13

【0296】有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物110取代化合物101。

【0297】範例14

【0298】有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物120取代化合物101。

【0299】範例15

【0300】有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物123取代化合物101。

【0301】範例16

【0302】 有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物133取代化合物101。

【0303】 範例17

【0304】 有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物139取代化合物101。

【0305】 範例18

【0306】 有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物149取代化合物101。

【0307】 範例19

【0308】 有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物154取代化合物101。

【0309】 範例20

【0310】 有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用化合物157取代化合物101。

【0311】 比較範例2

【0312】 有機發光二極體係以範例11之相同方法製造，除了在製造發射層時使用1,4-雙(2,2-二苯乙烯基)聯苯(DPVBi)取代化合物101。

【0313】 評估

【0314】 根據範例11至範例20以及比較範例2所製造之有機發光二極體的驅動電壓、電流密度、亮度、效率、以及所發射光之顏色、半衰期(@100 mA/cm²)等係如同範例1至範例8之評估以PR650 Spectroscan Source Measurement Unit (PhotoReaserch)評估測量。測量結果如下列表2所示。

【0315】表2

	發射層		驅動電壓 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	亮度 (cd/m ²)	效能 (cd/A)	顏色	半衰期 (hr)
	主體	摻雜物						
範例 11	ADN	化合物 101	6.25	50	2,975	5.95	藍色	255
範例 12	ADN	化合物 104	6.49	50	2,920	5.84	藍色	185
範例 13	ADN	化合物 110	6.51	50	2,975	5.95	藍色	189
範例 14	ADN	化合物 120	6.53	50	2,875	5.75	藍色	214
範例 15	ADN	化合物 123	6.38	50	2,572	5.14	藍色	193
範例 16	ADN	化合物 133	6.31	50	2,991	5.98	藍色	258
範例 17	ADN	化合物 139	6.49	50	2,765	5.53	藍色	227
範例 18	ADN	化合物 149	6.47	50	2,847	5.69	藍色	231
範例 19	ADN	化合物 154	6.51	50	2,751	5.50	藍色	231
範例 20	ADN	化合物 157	6.58	50	2,762	5.52	藍色	229
比較範例 2	ADN	DPVBi	7.85	50	1,560	3.12	藍色	113

【0316】參閱表2，可發現相較於根據比較範例2所製造之有機發光二極體，根據範例11至範例20所製造之有機發光二極體具有低驅動電壓、高亮度、高效能、以及較長之半衰期。

【0317】包含縮合環化合物之有機發光二極體可包含低驅動電壓、高亮度、高效能與較長之半衰期。

【0318】 當本發明已參照其例示性實施例具體地顯現與描述，將為所屬技術領域中具有通常知識者理解的是，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。

【符號說明】

【0319】

10：有機發光二極體

11：基板

13：第一電極

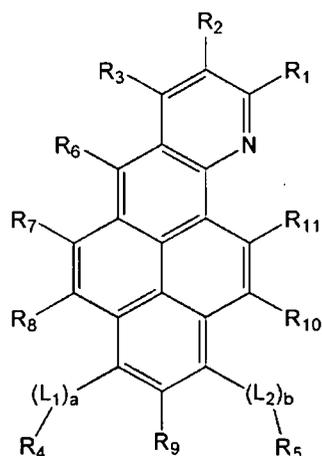
15：第一層

17：第二電極

【發明申請專利範圍】

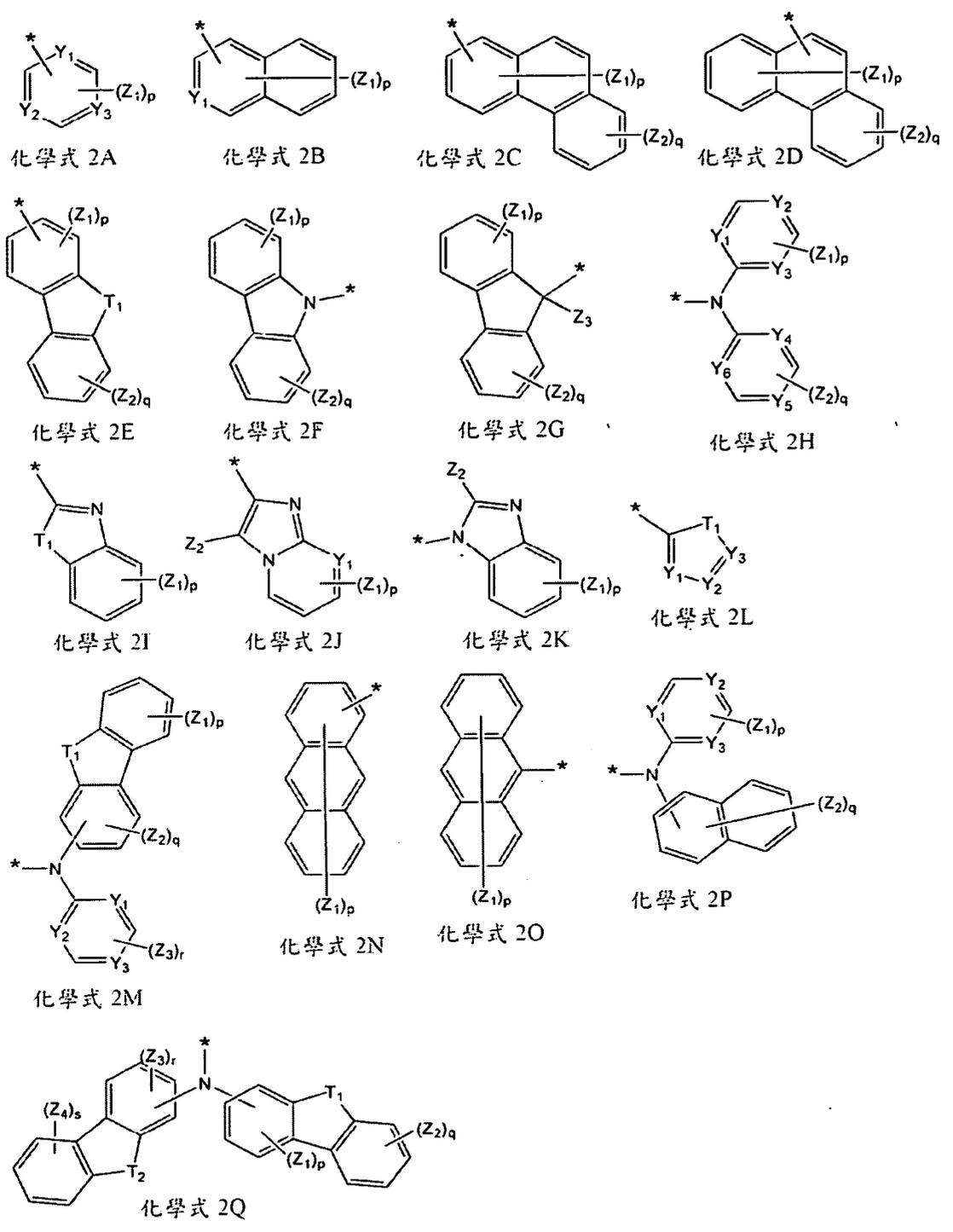
【第1項】一種縮合環化合物，其係由下列之化學式 1 所表示：

化學式 1



其中 R_1 至 R_{11} 係各自獨立之氫原子、重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 C_1 ~ C_{10} 烷基、 C_2 ~ C_{10} 烯基、 C_2 ~ C_{10} 炔基、 C_1 ~ C_{10} 烷氧基、或下列化學式 2A 至化學式 2Q 其中之一，其中 R_4 及 R_5 不同時為氫原子；

L_1 至 L_2 係各自獨立之下列化學式 4A 至 4O 其中之一；以及 a 與 b 係各自為自 0 至 5 之整數；



其中 Y_1 至 Y_6 係各自獨立之 $=N-$ 或 $=C(Z_{11})-$ ；
 T_1 與 T_2 係各自獨立之 $-S-$ 、 $-O-$ 、 $-N(Z_{12})-$ 或 $-C(Z_{13})(Z_{14})-$ ；
 Z_1 至 Z_4 與 Z_{11} 至 Z_{14} 係各自獨立之氫原子；重氫原子；鹵素原子；
 羥基；氰基；硝基；羧基； C_1 ~ C_{60} 烷基； C_2 ~ C_{60} 烯基；

$C_2\sim C_{60}$ 炔基； $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基； $C_3\sim C_{60}$ 環烷基； $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基； $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基； $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基； $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷基；

以選自由重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基所組成之群組中至少其所取代之 $C_2\sim C_{60}$ 烯基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_2\sim C_{60}$ 炔基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_3\sim C_{60}$ 環烷基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基；或

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基；

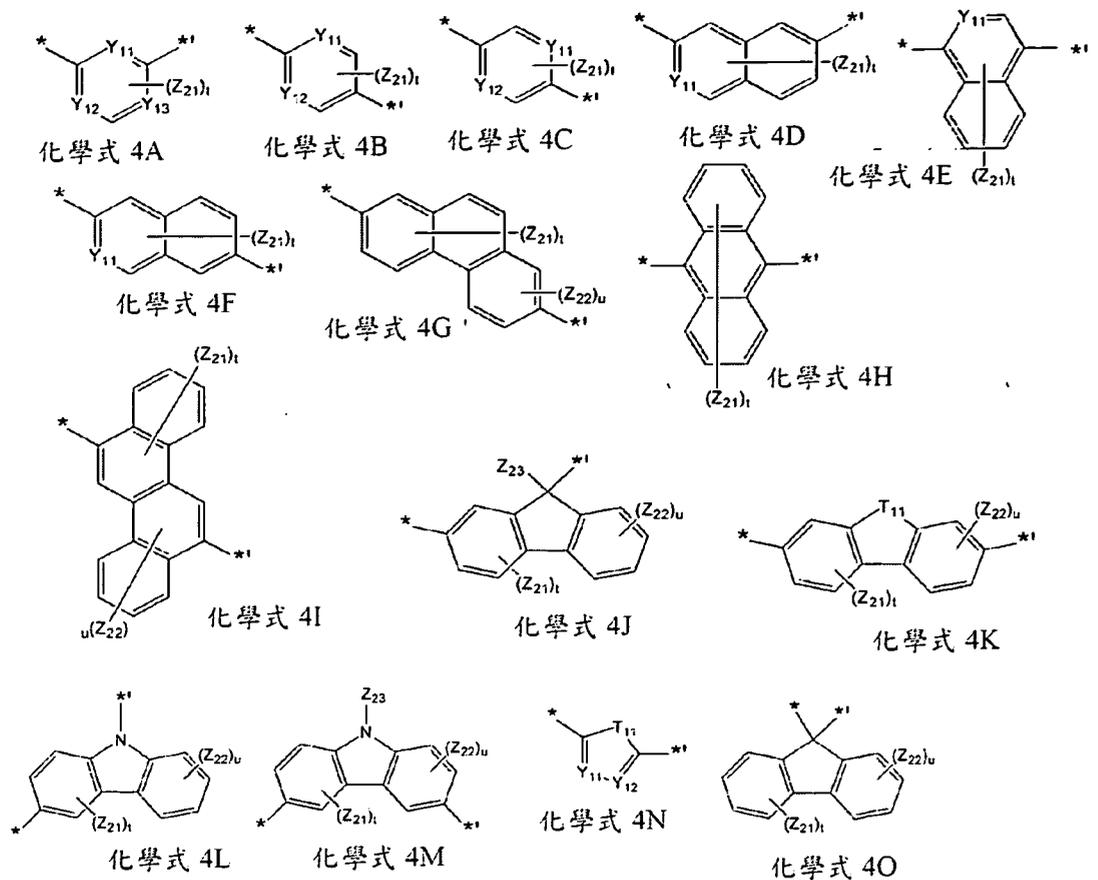
p 為自 1 至 3 之整數；

q 為自 1 至 3 之整數；

r 為自 1 至 3 之整數；以及

第 3 頁，共 15 頁(發明申請專利範圍)

s 為自 1 至 3 之整數；



其中 Y_{11} 至 Y_{13} 係各自獨立為 =N- 或 =C(Z_{31})-；

T_{11} 係 -S-、-O-、-N(Z_{32})- 或 -C(Z_{33})(Z_{34})-；

Z_{21} 至 Z_{23} 與 Z_{31} 至 Z_{34} 係各自獨立之氫原子；重氫原子；鹵素原子；羥基；氰基；硝基；羧基； C_1 ~ C_{60} 烷基； C_2 ~ C_{60} 烯基； C_2 ~ C_{60} 炔基； C_1 ~ C_{60} 烷氧基； C_3 ~ C_{60} 環烷基； C_6 ~ C_{60} 芳香族基； C_6 ~ C_{60} 芳氧基； C_6 ~ C_{60} 芳硫基； C_2 ~ C_{60} 雜芳基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 C_1 ~ C_{60} 烷基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 C_2 ~ C_{60} 烯基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_2\sim C_{60}$ 炔基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基與羧基之至少其一取代之 $C_3\sim C_{60}$ 環烷基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳香族基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳氧基；

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_6\sim C_{60}$ 芳硫基；或

以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 $C_1\sim C_{60}$ 烷基與 $C_1\sim C_{60}$ 烷氧基之至少其一取代之 $C_2\sim C_{60}$ 雜芳基；

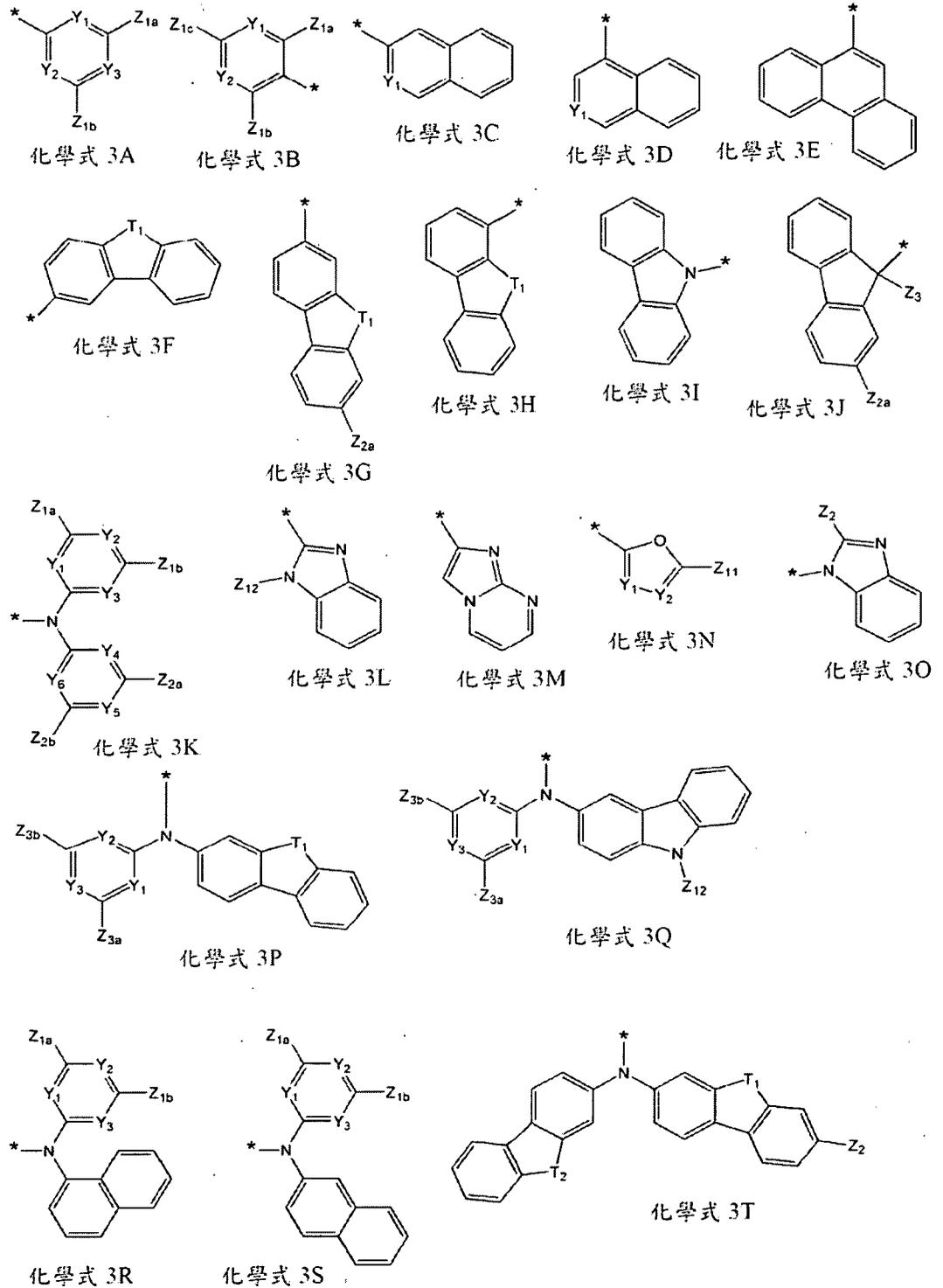
t 係為 1 至 3 之整數；以及

u 係為 1 至 3 之整數。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述之縮合環化合物，其中 Z_1 至 Z_4 與 Z_{11} 至 Z_{14} 係各自獨立之氫原子；重氫原子；鹵素原子；羥基；氰基；甲基；乙基；丙基；丁基；戊基；乙烯基；丙烯基；丁烯基；戊烯基；乙醯基；甲氧基；乙氧基；丙氧基；丁氧基；戊氧基；苯基；萘基；萘基；菲基；蒽基；芘基；蒽基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、乙烯基、丙烯基、丁烯基、戊烯基、乙醯基、甲氧基、

乙氧基、丙氧基、丁氧基與戊氧基之至少其一取代之苯基、萘基、蒾基、菲基、蔥基、芘基、或蒽基；咪唑基；咪唑基；咪唑啉基；咪唑並啉基；咪唑並吡啉基；吡啉基；嘧啉基；三[口井]基；喹啉基；或以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、乙烯基、丙烯基、丁烯基、戊烯基、乙醯基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基與戊氧基之至少其一取代之咪唑基、咪唑基、咪唑啉基、咪唑並啉基、咪唑並吡啉基、吡啉基、嘧啉基、三[口井]基、或喹啉基。

【第3項】如申請專利範圍第 1 項所述之縮合環化合物，其中 R_1 至 R_{11} 係各自獨立之氫原子、重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、硝基、羧基、 C_1 ~ C_{10} 烷基、 C_1 ~ C_{10} 烷氧基、或下列化學式 3A 至化學式 3T 其中之一：



其中 Y_1 至 Y_6 係各自獨立之 $=N-$ 或 $=C(Z_{11})-$ ；

T_1 與 T_2 係各自獨立之 $-S-$ 、 $-O-$ 、 $-N(Z_{12})-$ 或 $-C(Z_{13})(Z_{14})-$ ；

Z_{1a} 、 Z_{1b} 、 Z_{1c} 、 Z_2 、 Z_{2a} 、 Z_{2b} 、 Z_3 、 Z_{3a} 、 Z_{3b} 、 Z_{11} 、 Z_{12} 、 Z_{13} 與 Z_{14}

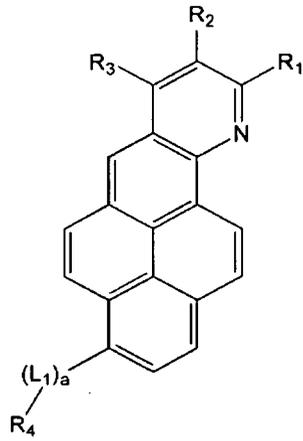
係各自獨立之氫原子；重氫原子；鹵素原子；羥基；氰基；甲基；乙基；丙基；丁基；戊基；乙烯基；丙烯基；丁烯基；戊烯基；乙醯基；甲氧基；乙氧基；丙氧基；丁氧基；戊氧基；苯基；萘基；蒾基；菲基；蔥基；芘基；蒽基；以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、乙烯基、丙烯基、丁烯基、戊烯基、乙醯基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基與戊氧基之至少其一取代之苯基、萘基、蒾基、菲基、蔥基、芘基、或蒽基；咪唑基；咪唑基；咪唑啉基；咪唑並啞基；咪唑並吡啞基；吡啞基；嘧啞基；三[口井]基；喹啉基；或以重氫原子、鹵素原子、羥基、氰基、甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、乙烯基、丙烯基、丁烯基、戊烯基、乙醯基、甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基與戊氧基之至少其一取代之咪唑基、咪唑基、咪唑啉基、咪唑並啞基、咪唑並吡啞基、吡啞基、嘧啞基、三[口井]基、或喹啉基；以及

*表示一結合位。

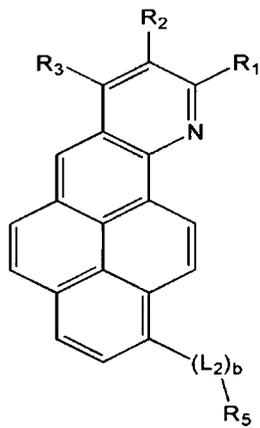
【第4項】如申請專利範圍第 1 項所述之縮合環化合物，其中 a 與 b 係各自為 0、1、或 2。

【第5項】如申請專利範圍第 1 項所述之縮合環化合物，其中該縮合環化合物係由下列化學式 1A 或 1B 表示：

化學式 1A

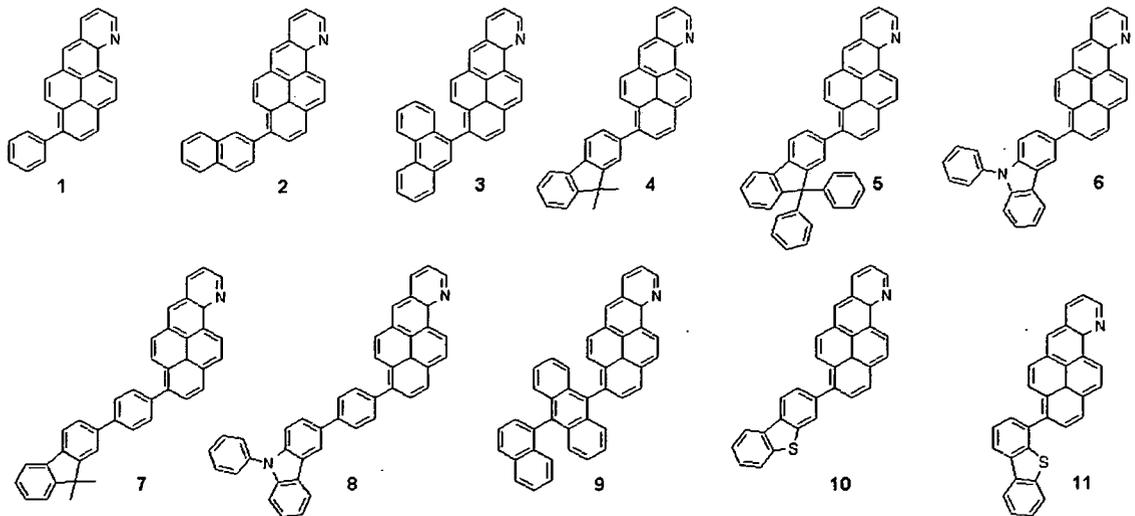


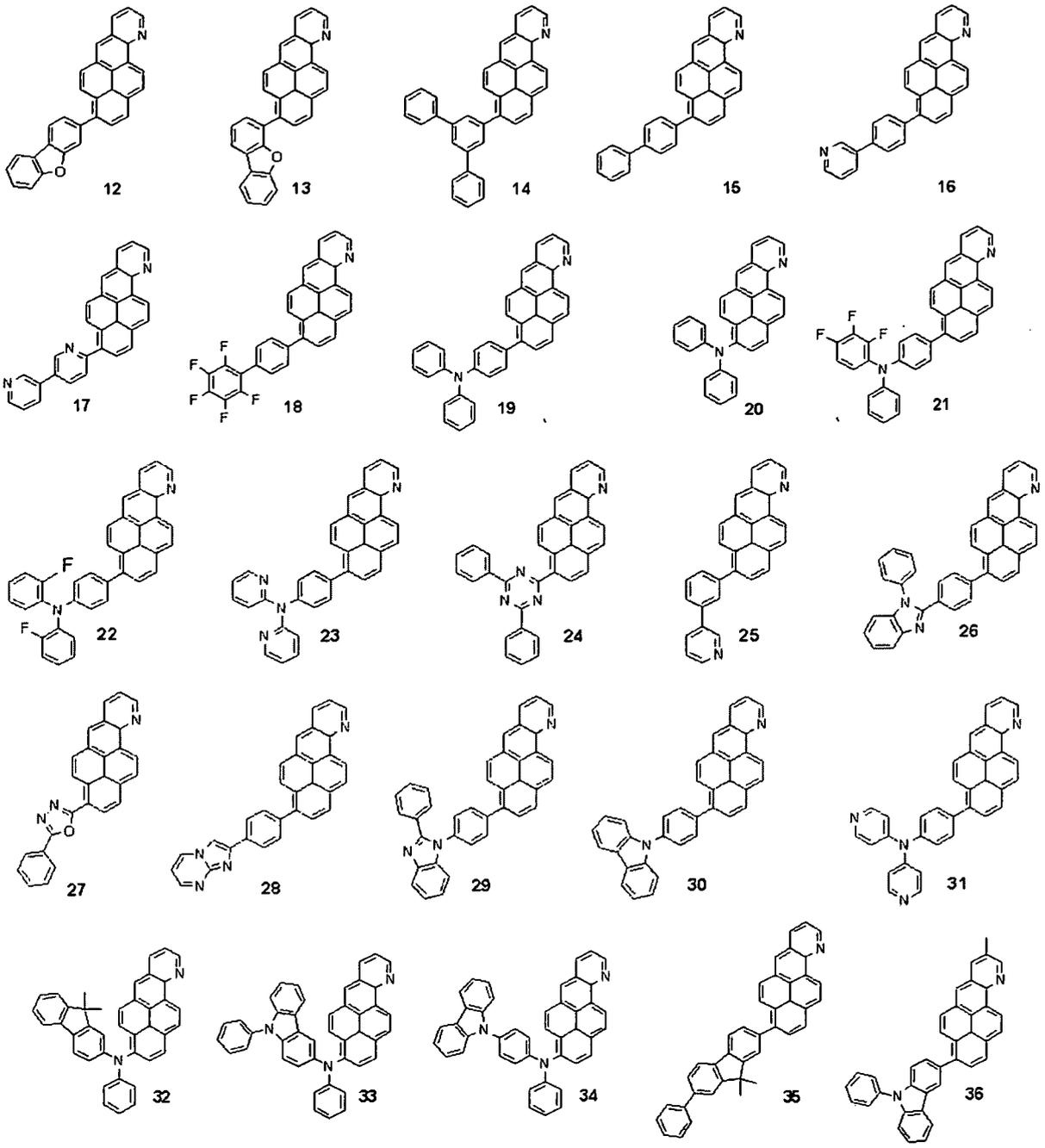
化學式 1B

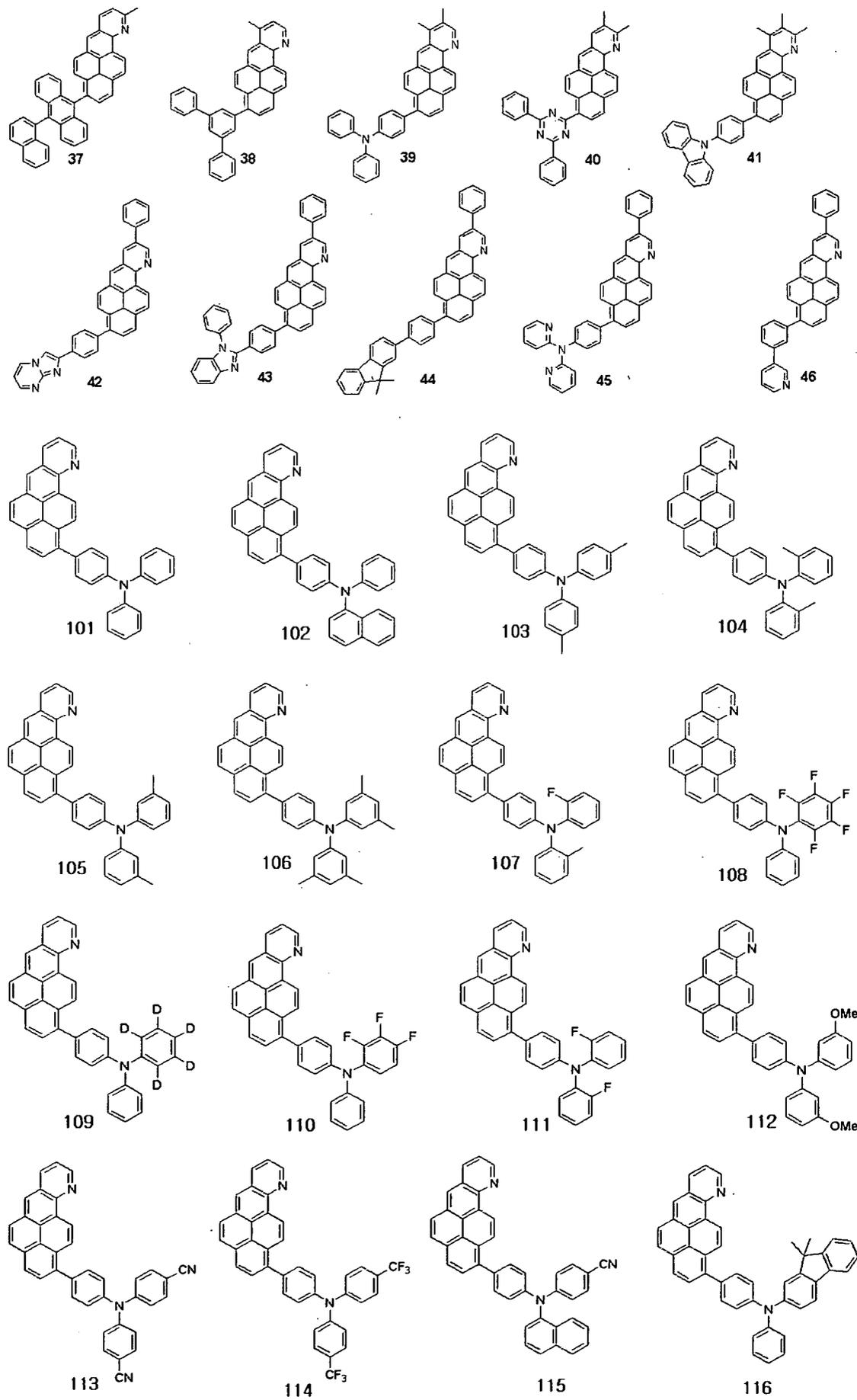


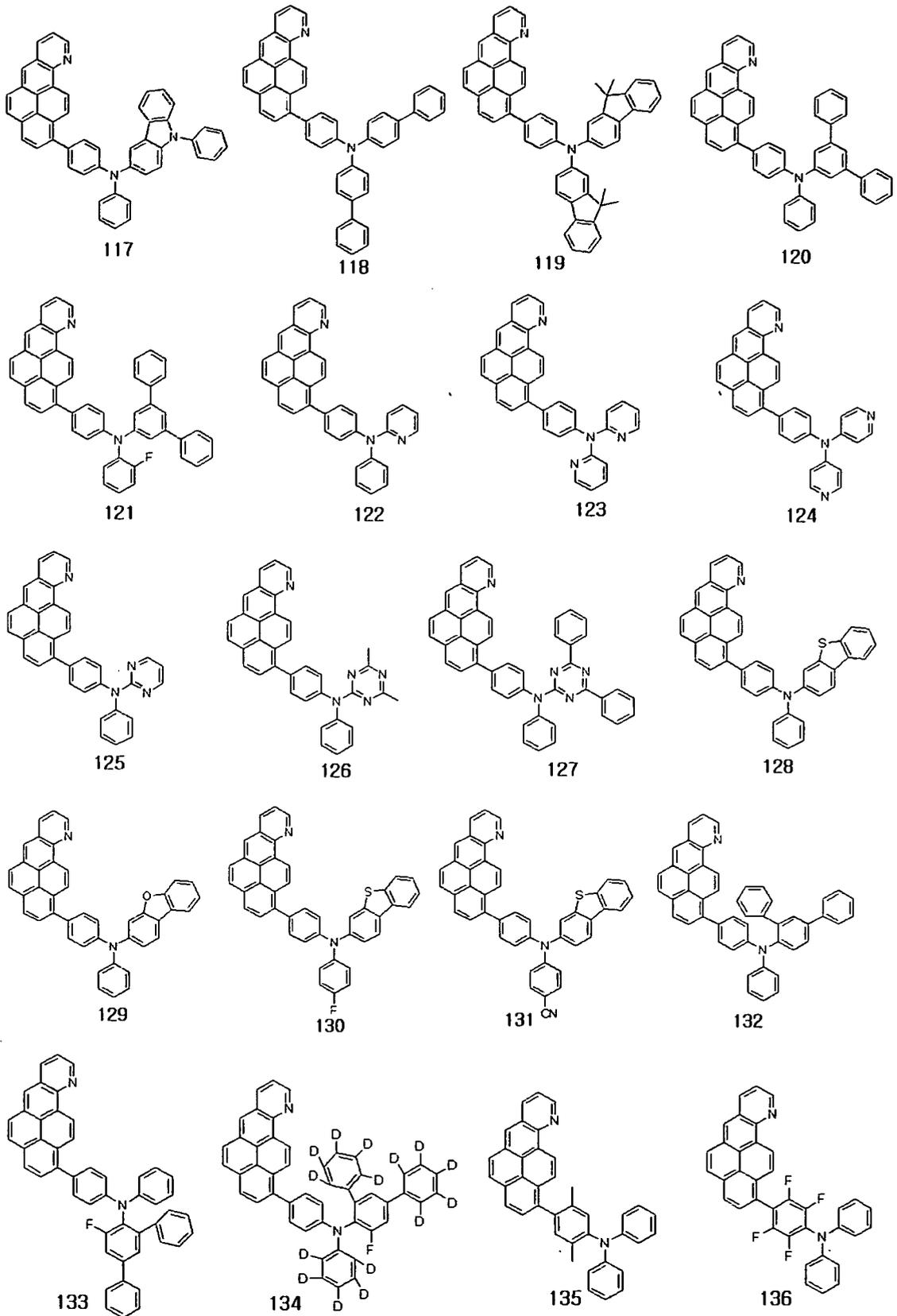
其中 R₁ 至 R₅、L₁、L₂、a 與 b 係定義於申請專利範圍第 1 項中。

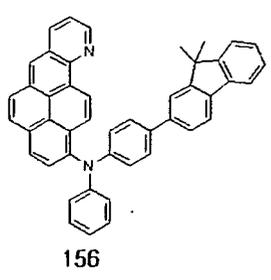
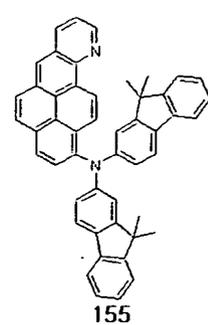
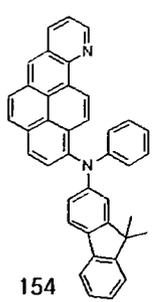
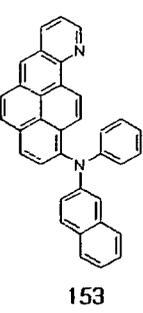
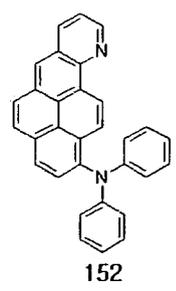
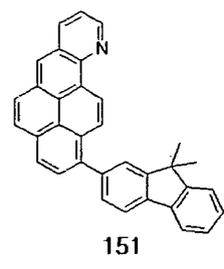
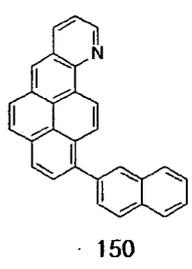
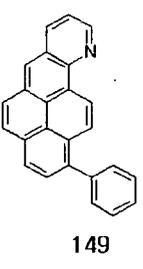
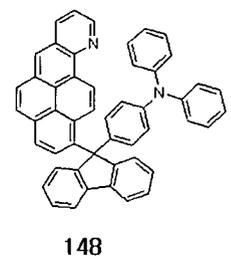
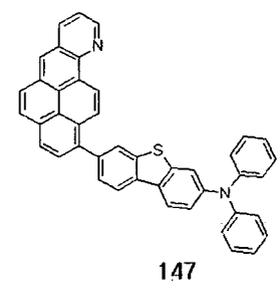
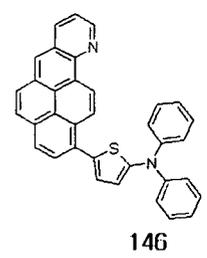
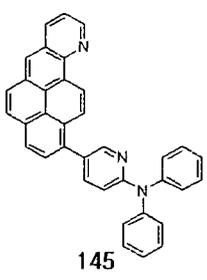
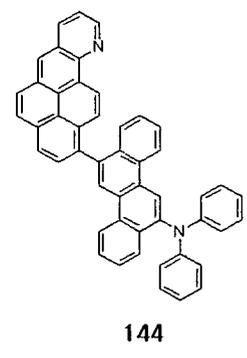
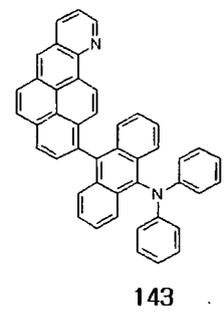
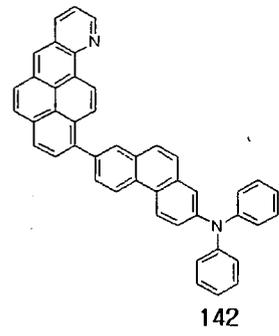
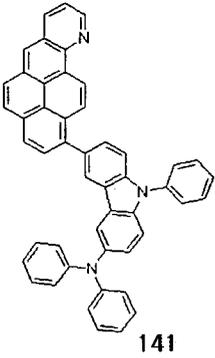
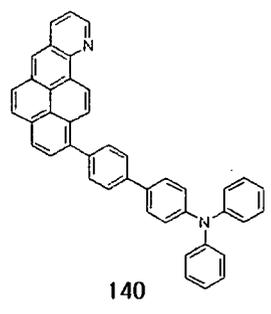
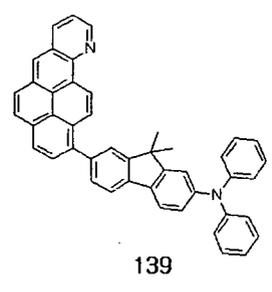
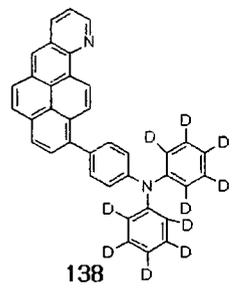
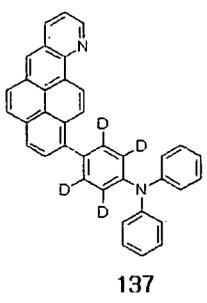
【第6項】如申請專利範圍第 1 項所述之縮合環化合物，其中該縮合環化合物包含下列之化合物 1 至 46 及化合物 101 至 157 其中之一：

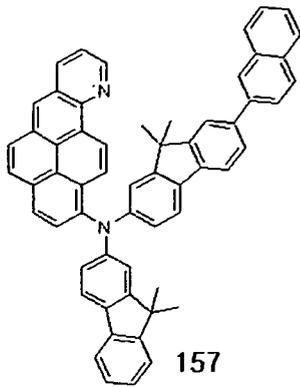












【第7項】一種有機發光二極體，其包含：

一第一電極；

一第二電極，其係設置於該第一電極之反向；以及

一第一層，其係插設於該第一電極與該第二電極之間，

其中該第一層包含申請專利範圍第 1~6 項中任一項所述之該些縮合環化合物之至少其中之一。

【第8項】如申請專利範圍第 7 項所述之有機發光二極體，其中該第一層包含選自由一電洞注入層、一電洞傳輸層、一兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層、一電子阻隔層、一發射層、一電洞阻隔層、一電子傳輸層、一電子注入層、以及一兼具電子傳輸與電子注入能力之功能層所組成之群組中至少其中一層。

【第9項】如申請專利範圍第 8 項所述之有機發光二極體，其中該第一層包含該發射層，其中該發射層包含該些縮合環化合物之至少其一。

【第10項】如申請專利範圍第 9 項所述之有機發光二極體，其中包含於該發射層中之該縮合環化合物係作用為一主體或一摻雜物。

【第11項】如申請專利範圍第 9 項所述之有機發光二極體，其中該發射層包含兩相互不同之該些縮合環化合物，該兩相互不同之該些縮

合環化合物其中之一係作用為一主體，另一個係作用為一摻雜物。

【第12項】如申請專利範圍第 9 項所述之有機發光二極體，其中該第一層更包含該電子傳輸層，其中該電子傳輸層包含該些縮合環化合物之至少其一。

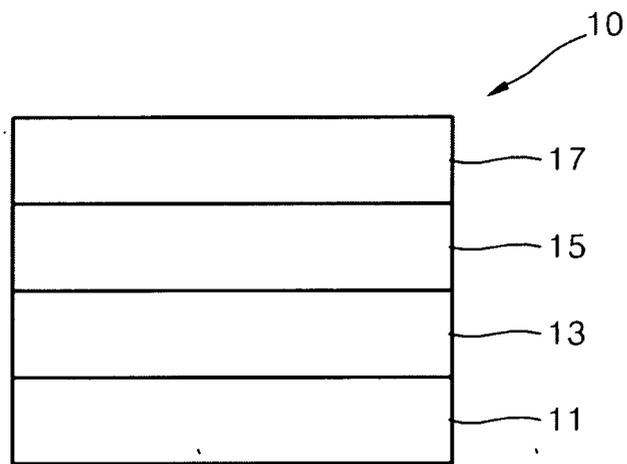
【第13項】如申請專利範圍第 12 項所述之有機發光二極體，其中該電子傳輸層更包含一含金屬化合物。

【第14項】如申請專利範圍第 9 項所述之有機發光二極體，其中該第一層更包含該電子傳輸層，其中該電子傳輸層包含與包含於該發射層之該縮合環化合物不同之該些縮合環化合物之至少其一。

【第15項】如申請專利範圍第 11 項所述之有機發光二極體，其中該第一層更包含該電子傳輸層，其中該電子傳輸層包含該些縮合環化合物之至少其一，其係與包含於該發射層之該縮合環化合物不同。

【第16項】如申請專利範圍第 8 項所述之有機發光二極體，其中該第一層包含該電洞注入層、該電洞傳輸層、以及該兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層之至少其一，其中選自由該電洞注入層、該電洞傳輸層、以及該兼具電洞注入與電洞傳輸能力之功能層所組成之群組中至少其一包含一電荷產生材料。

【發明圖式】



第 1 圖