



(21)申請案號：110143991

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 25 日

(51)Int. Cl.：

*C09K11/06 (2006.01)**C07C15/28 (2006.01)**C07D403/04 (2006.01)**C07D307/91 (2006.01)**C07D251/24 (2006.01)**C07F15/00 (2006.01)**H01L51/50 (2006.01)*

(30)優先權：2020/11/30

歐洲專利局

20210776.9

(71)申請人：德商麥克專利有限公司 (德國) MERCK PATENT GMBH (DE)

德國

(72)發明人：凌吉 盧分 LINGE, ROUVEN (DE)；恩格爾 米瑞姆 ENGEL, MIRIAM (DE)；史托茲 薩巴斯汀 STOLZ, SEBASTIAN (DE)；梅爾 賽巴斯汀 MEYER, SEBASTIAN (DE)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：3 共 102 頁

(54)名稱

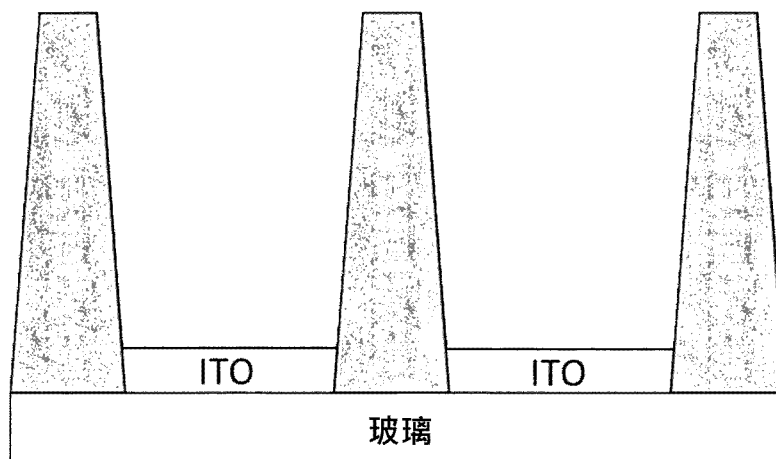
用於有機電致發光裝置之材料

(57)摘要

本發明關於一種包含並排幾何形狀的像素之電致發光裝置。本發明此外關於一種用於製造該種電致發光裝置之方法。

The present invention relates to an electroluminescent device comprising pixels in a side-by-side geometry. The present invention furthermore relates to a process for the fabrication of such an electroluminescent device.

指定代表圖：



【圖 1】

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

用於有機電致發光裝置之材料

### 【英文發明名稱】

MATERIALS FOR ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICES

### 【中文】

本發明關於一種包含並排幾何形狀的像素之電致發光裝置。本發明此外關於一種用於製造該種電致發光裝置之方法。

### 【英文】

The present invention relates to an electroluminescent device comprising pixels in a side-by-side geometry. The present invention furthermore relates to a process for the fabrication of such an electroluminescent device.

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

用於有機電致發光裝置之材料

## 【英文發明名稱】

MATERIALS FOR ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICES

## 【技術領域】

本發明關於一種包含並排幾何形狀的像素之電致發光裝置。本發明此外關於一種用於製造該種電致發光裝置之方法。

## 【先前技術】

用於小型可攜式裝置如手機和電視螢幕之有機發光二極體(OLED)的開發是目前密集探究的主題。一般OLED的自發光特性是顯示器應用之非常理想的特性。

有不同類型的OLED結構。例如，可藉由垂直堆疊紅色、綠色和藍色發光單元來製造全彩OLED像素。全彩OLED像素也可藉由在單一像素內以並排配置放置多個單一OLED堆疊來製造。更具體地說，在平板顯示器中，往往各像素由以並排幾何形狀橫向分離的紅色、綠色和藍色次像素組成，例如如US 2004/0108818 A1、US2006/0244696 A1中所述。

然而，在OLED顯示器的情況下，並排佈局會在製造

方法期間導致交叉污染問題。例如，若次像素的綠色發光層包含少量存在於相鄰次像素中的材料，則其會導致綠色發光猝滅(例如，綠色發光層包含三重態綠色發光體且相鄰層包含可充當三重態綠色猝滅劑的材料)，則綠色次像素不會如預期般發射純綠色發光(參見Fröbel et al, Three-terminal RGB full-color OLED pixels for ultrahigh density display, SCIENTIFIC REPORTS,(2018)8:9684)。

因此，關於OLED的製造，特別是關於基於並排像素佈局的RGB顯示器之製造仍然需要進一步改良。在這方面特別重要的是OLED的壽命、效率和操作電壓以及所達到的色值。

### 【發明內容】

本發明因此係基於提供具有包含以並排配置放置的次像素之像素的電致發光裝置之技術目標。本發明亦基於提供適合於這些電致發光裝置的化合物之技術目的。此外，本發明基於提用於供製造這些電致發光裝置的方法之技術目的。

在對具有以並排幾何形狀放置的像素或/及次像素之新穎電致發光裝置的研究中，現已發現，如下定義之電致發光裝置非常適合用於顯示器應用。特別地，彼等達成上述技術目的中之一或多者，較佳為全部。

本發明因此關於一種包含至少一種像素之電致發光裝置，該像素包含：

- 包含發光層EMLA之第一次像素，該發光層EMLA包含化合物A；
- 包含發光層EMLB之第二次像素，該發光層EMLB包含化合物B，其中該化合物B為發光層EMLB中具有最低 $T_1$ 態之化合物；

其特徵在於：

$$T_{1-A} < T_{1-B}$$
$$TGA_A \geq 225 \text{ }^\circ\text{C}$$

其中

$T_{1-A}$ 、 $T_{1-B}$ 為化合物A和B之能量最低的三重態；及  
 $TGA_A$ 為經由熱重分析測量為5%失重的溫度。

根據本發明之電致發光裝置較佳為一種有機電致發光裝置，也稱為OLED。

可使用量子化學計算測定化合物的能量最低三重態。

更具體地說，材料的電子性質，包括分子軌域，特別是最高佔用分子軌域(HOMO)和最低未佔用分子軌域(LUMO)、彼等能階和材料之最低三重態 $T_1$ 的能量或最低激發單重態 $S_1$ 的能量係經由使用套裝軟體"Gaussian16"(Gaussian Inc.)之量子化學計算測定。單重基態幾何在理論之B3PW91/6-31G(d)能階(level)進行最佳化。隨後，使用最佳化基態幾何和相同方法(B3PW91/6-31G(d))計算TD-DFT單重態及三重態激發能量(垂直躍遷)。採用SCF和幾何收斂的內定值(Default settings)。

能量計算以哈崔單位(hartree unit)給出HOMO能階HEh

或 LUMO 能階  $LE_h$ 。以電子伏特表示的 HOMO 和 LUMO 能階計算如下：

$$\text{HOMO(eV)} = (\text{HE}_h \times 27.212)$$

$$\text{LUMO(eV)} = (\text{LE}_h \times 27.212)$$

此等值係分別視為材料之 HOMO 及 LUMO 能階。

最低三重態  $T_1$  係定義為具有由所述之量子化學計算產生的最低能量之三重態的能量。

最低激發單重態  $S_1$  係定義為具有由所述之量子化學計算產生的第二最低能量之激發單重態的能量。

最低能量單重態稱為  $S_0$ ，也常稱為基態。

本文中所述方法與所使用的套裝軟體無關且總是產生相同的結果。為此目的常用程式之實例為 "Gaussian09W" (Gaussian Inc.) 和 Q-Chem 4.1 (Q-Chem, Inc.)。在本情況下，使用套裝軟體 "Gaussian16" (Gaussian Inc.)。

本文中來自 Netzsch 的 TG 209 F1 Libra 進行 TGA (熱重分析) 測量，其為按照 ASTM E1582-10, Standard Practice for Calibration of Temperature Scale for Thermogravimetry 中所述的居里 (Curie) 標準在真空下進行溫度校準。關於 TGA 測量方法的其他細節在下述實施例中給出。

較佳地，化合物 A 具有  $\geq 230^\circ\text{C}$  (更佳為  $\text{TGA}_A \geq 235^\circ\text{C}$ ，特佳為  $\geq 240^\circ\text{C}$ ，非常特佳為  $\geq 245^\circ\text{C}$ ) 之經由熱重分析測量為 5% 失重的  $\text{TGA}_A$  溫度。

根據一較佳實施態樣，化合物 A 為第一次像素之發光

層EMLA中具有最高 $T_1$ 態之化合物。

根據一較佳實施態樣，發光層EMLA包含主體化合物HA和發光化合物EA，其中該化合物A為主體化合物HA或發光化合物EA。

根據本發明，當發光層包含主體化合物和發光化合物時，則發光化合物通常為在系統中具有較小比例之化合物(=摻雜劑)以及主體化合物為彼等在系統中具有較大比例之化合物。然而，在個別情況下，系統中之單一基質材料的比例可小於單一發光化合物的比例。

較佳地，化合物A具有 $\geq 520$  g/mol(更佳為 $\geq 530$  g/mol，特佳為 $\geq 540$  g/mol，更特佳為 $\geq 550$  g/mol)的分子量 $M_wA$ 。

較佳地，主體化合物A具有 $\leq 5000$  g/mol(更佳為 $\leq 3000$  g/mol，且特佳為 $\leq 2000$  g/mol)的分子量 $M_wA$ 。

根據一較佳實施態樣，化合物B為聚合物，其較佳具有在10.000至2.000.000 g/mol之範圍(更佳為在20.000至1.500.000 g/mol之範圍，特佳為在30.000至1.000.000 g/mol之範圍，且非常特佳地為40.000至500.000 g/mol)的分子量 $M_wB$ 。

根據另一較佳實施態樣，化合物B為小分子，其較佳具有 $\leq 5000$  g/mol，更佳為 $\leq 3000$  g/mol，且特佳為 $\leq 2000$  g/mol的分子量 $M_wB$ 。

根據一較佳實施態樣，發光層EMLB包含主體化合物HB和發光化合物EB，其中該化合物B為主體化合物HB或



發光化合物EB。

根據另一較佳實施態樣，發光層EMLB包含化合物B，其為發光聚合物PB。

根據一較佳實施態樣，電致發光裝置包含第三次像素，其包含發光層EMLC。

EMLA、EMLB和EMLC分別具有發光最大波長 $\lambda_A$ 、 $\lambda_B$ 和 $\lambda_C$ 且較佳的是：

1) $\lambda_A < \lambda_B < \lambda_C$ ；或

2) $\lambda_A < \lambda_C < \lambda_B$ ；或

3) $\lambda_C < \lambda_B < \lambda_A$ 。

較佳地， $\lambda_A < \lambda_B < \lambda_C$ 。

本發明也關於一種包含至少一種像素之電致發光裝置，其包含：

- 包含發光層EML1之第一次像素，該發光層EML1包含主體化合物H1和發光化合物E1；
- 包含發光層EML2之第二次像素，該發光層EML2包含主體化合物H2和發光化合物E2；

其特徵在於：

$$T_{1-H1} < T_{1-E2}$$

$$TGA_{H1} \geq 225 \text{ } ^\circ\text{C}$$

其中

$T_{1-H1}$ 、 $T_{1-E2}$ 為主體化合物H1和發光化合物E2之能量最低三重態；及

$TGA_{H1}$ 為經由熱重分析測量為5%失重的溫度。

較佳地，主體化合物 H1 具有  $\geq 230\text{ }^{\circ}\text{C}$  (更佳為  $\text{TGA}_{\text{H1}} \geq 235\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，特佳為  $\geq 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，非常特佳為  $\geq 245\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) 之經由熱重分析測量為 5% 失重的  $\text{TGA}_{\text{H1}}$  溫度。

較佳地，主體化合物 H1 具有  $\geq 520\text{ g/mol}$  (更佳為  $\geq 530\text{ g/mol}$ ，特佳為  $\geq 540\text{ g/mol}$ ，更特佳為  $\geq 550\text{ g/mol}$ ) 的分子量  $M_{w1}$ 。

較佳地，主體化合物 H1 具有  $\leq 5000\text{ g/mol}$  (更佳為  $\leq 3000\text{ g/mol}$ ，且特佳為  $\leq 2000\text{ g/mol}$ )  $M_{w1}$  的分子量。

根據一個較佳實施態樣，主體化合物 H2 具有  $\leq 5000\text{ g/mol}$  (更佳為  $\leq 3000\text{ g/mol}$ ，且特佳為  $\leq 2000\text{ g/mol}$ ) 的分子量  $M_{w2}$ 。

根據另一較佳實施態樣，主體 H2 為聚合物，其較佳具有在  $10.000$  至  $2.000.000\text{ g/mol}$  之範圍 (更佳地在  $20.000$  至  $1.500.000\text{ g/mol}$  之範圍，特佳在  $30.000$  至  $1.000.000\text{ g/mol}$  之範圍，且非常特佳為  $40.000$  至  $500.000\text{ g/mol}$ ) 的分子量  $M_{w2}$ 。

根據一較佳實施態樣，化合物 HA 或主體化合物 H1 包含具有 14 至 22 個芳族原子之縮合芳基，更佳為蔥基。

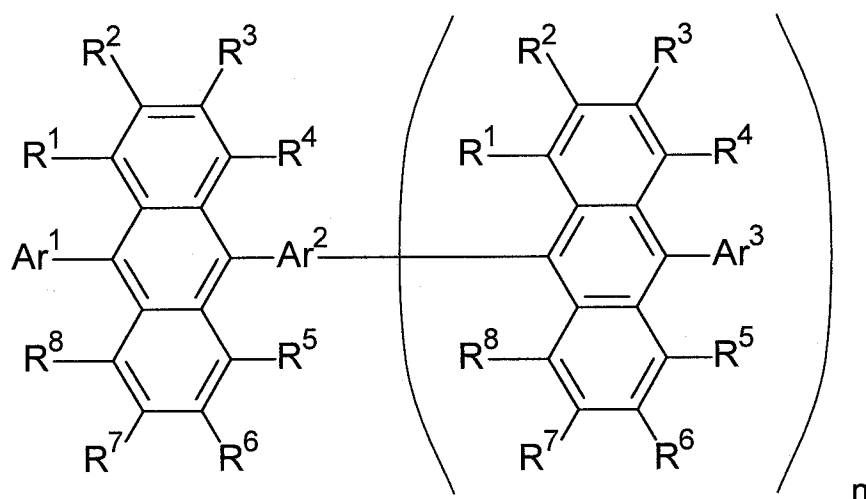
更佳地，化合物 HA 或主體化合物 H1 包含第一縮合芳基，其為蔥基、和具有 10 至 22 個 (較佳為 14 至 22 個) 芳族原子之第二縮合芳基。第二縮合芳基可為蔥基。

更特佳地，化合物 HA 或主體化合物 H1 包含第一縮合芳基，其為蔥基、具有 10 至 22 個 (較佳為 14 至 22 個) 芳族原子之第二縮合芳基和具有 6 至 22 個芳族原子之第三縮合芳

基。

更特佳地，主體化合物HA或主體化合物H1包含第一縮合芳基(其為蔥基)、具有10至22個(較佳為14至22個)芳族原子之第二縮合芳基、具有6至22個芳族原子之第三縮合芳基和具有6至22個芳族原子之第四縮合芳基。

較佳地，化合物HA或主體化合物H1為一種式(1)化合物，



式 (1)

其中

$Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$  在每次出現時相同或不同地為具有5至60個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況中可經一或多個基團 $R^9$ 取代；

$R^1$ 至 $R^9$ 在每次出現時相同或不同地代表H、D、F、Cl、Br、I、CHO、CN、C(=O)Ar、P(=O)(Ar)<sub>2</sub>、S(=O)Ar、S(=O)<sub>2</sub>Ar、N(R)<sub>2</sub>、N(Ar)<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、Si(R)<sub>3</sub>、B(OR)<sub>2</sub>、OSO<sub>2</sub>R、具有1至40個C原子之直鏈烷基、烷氧基

或烷硫基 (thioalkyl) 或具有 3 至 40 個 C 原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，彼等各自可經一或多個基團 R 取代，其中在各情況下一或多個非相鄰的 CH<sub>2</sub> 基團可經 RC=CR、C≡C、Si(R)<sub>2</sub>、Ge(R)<sub>2</sub>、Sn(R)<sub>2</sub>、C=O、C=S、C=Se、P(=O)(R)、SO、SO<sub>2</sub>、O、S 或 CONR 置換和其中一或多個 H 原子可經 D、F、Cl、Br、I、CN 或 NO<sub>2</sub> 置換、具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團 R 取代、或具有 5 至 60 個芳族環原子之芳氧基，其可經一或多個基團 R 取代；

R 在每次出現時相同或不同地代表 H、D、F、Cl、Br、I、CHO、CN、C(=O)Ar、P(=O)(Ar)<sub>2</sub>、S(=O)Ar、S(=O)<sub>2</sub>Ar、N(R')<sub>2</sub>、N(Ar)<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、Si(R')<sub>3</sub>、B(OR')<sub>2</sub>、OSO<sub>2</sub>R'、具有 1 至 40 個 C 原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有 3 至 40 個 C 原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，彼等各自可經一或多個基團 R' 取代，其中在各情況下一或多個非相鄰的 CH<sub>2</sub> 基團可經 R'C=CR'、C≡C、Si(R')<sub>2</sub>、Ge(R')<sub>2</sub>、Sn(R')<sub>2</sub>、C=O、C=S、C=Se、P(=O)(R')、SO、SO<sub>2</sub>、O、S 或 CONR' 置換和其中一或多個 H 原子可經 D、F、Cl、Br、I、CN 或 NO<sub>2</sub> 置換、具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團 R' 取代、或具有 5 至 60 個芳族環原子之芳氧基，其可經一或多個基團 R' 取代；其中二個相鄰的取代基 R 可一起形成脂族或芳族環系統，其可經一或多個基團 R' 取代；

Ar 在每次出現時相同或不同地為具有 5 至 60 個芳族環

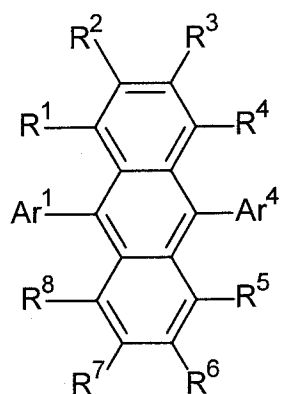
原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況中可經一或多個基團 R' 取代；

R' 在每次出現時相同或不同地代表 H、D、F、Cl、Br、I、CN、具有 1 至 20 個 C 原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有 3 至 20 個 C 原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，其中在各情況下一或多個非相鄰的 CH<sub>2</sub> 基團可經 SO、SO<sub>2</sub>、O、S 置換和其中一或多個 H 原子可經 D、F、Cl、Br 或 I 置換、或具有 5 至 24 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統；及

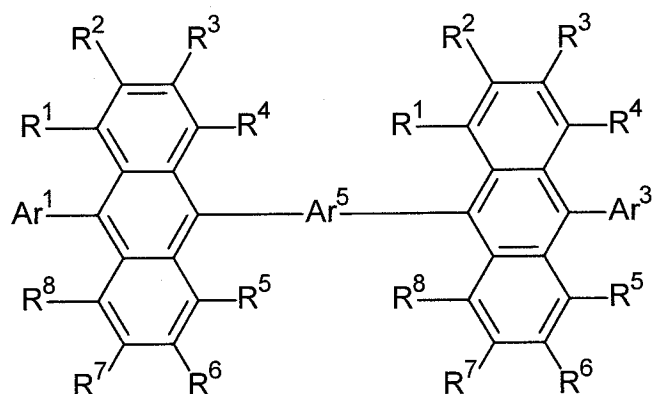
n 為 0 或 1。

若 n 為 0；則基團 Ar<sup>1</sup> 或 Ar<sup>2</sup> 中之至少一者為具有 10 至 40 個(較佳為 14 至 40 個)芳族原子之縮合芳基或雜芳基。

更佳地，化合物 HA 或主體化合物 H1 為式 (1A) 或 (1B) 化合物



式 (1A)



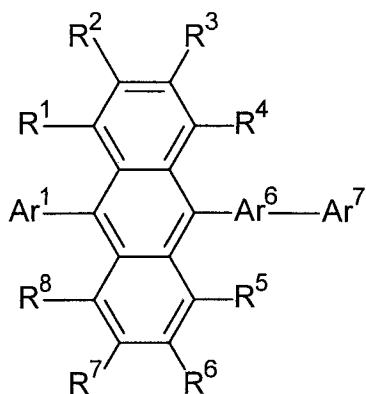
式 (1B)

其中 R<sup>1</sup> 至 R<sup>8</sup>、Ar<sup>1</sup> 和 Ar<sup>3</sup> 具有與上述相同的意義；及

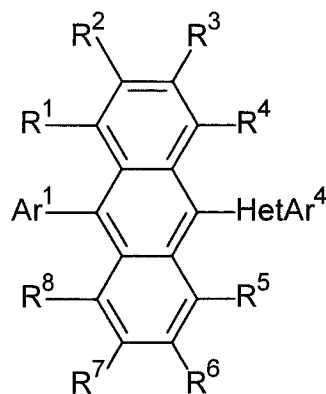
Ar<sup>4</sup> 和 Ar<sup>5</sup> 在每次出現時相同或不同地為具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況中可經一

或多個基團  $R^9$  取代，其係如上述所定義。

式(1A)化合物較佳係選自式(1A-1)或(1A-2)化合物，



式 (1A-1)



式 (1A-2)

其中

$Ar^6$ 和  $Ar^7$ 在每次出現時相同或不同地為具有6至60個(較佳為6至30，更佳為10至22個)芳族環原子之芳基，其在各情況中可經一或多個基團  $R^9$  取代，其係如上述所定義。

$HetAr^4$ 為具有5至60個(較佳為13至40個，更佳為20至35個)芳族環原子之雜芳基，其在各情況中可經一或多個基團  $R^9$  取代，其係如上述所定義。

適當基團  $Ar^6$ 和  $Ar^7$ 的實例為苯、萘、蔥、菲、芘、蒽、芘、丙二烯合萘(fluoranthene)、苯并蔥、苯并菲、稠四苯、稠五苯和苯并芘，彼等各自可經一或多個基團  $R^9$  取代。

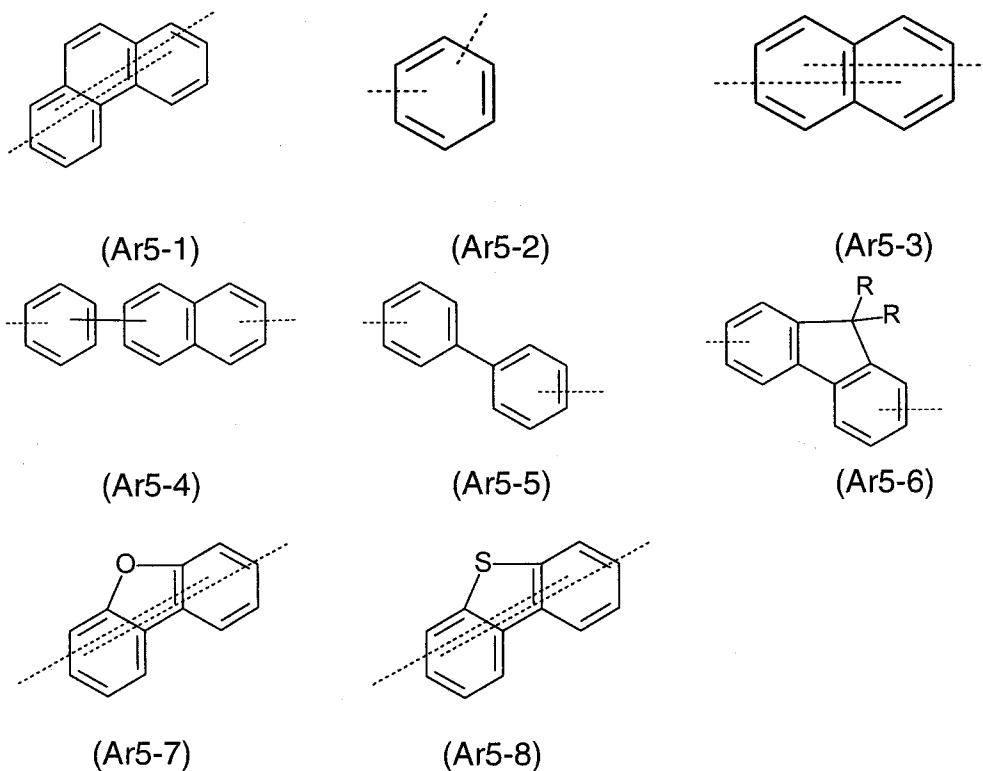
$HetAr^4$ 為具有5至60個(較佳為13至40個，更佳為20至35個)芳族環原子之雜芳基，其在各情況中可經一或多個基團  $R^9$  取代，其係如上述所定義。

適當基團  $\text{HetAr}^4$  的實例為包含至少一個選自 O、S 或 N (較佳為 O) 之雜原子的縮合雜芳基，如二苯并呋喃衍生物。

較佳地，基團  $\text{Ar}^1$  為具有 6 至 30 個 (較佳為 6 至 20，更佳為 6 至 10 個) 芳族環原子之芳基，其在各情況中可經一或多個基團  $\text{R}^9$  取代。

適當基團  $\text{Ar}^1$  的實例為苯、萘、蒽、菲、芘、蒾、芘、丙二烯合芘 (fluoranthene)、苯并蒽、苯并菲、稠四苯、稠五苯和苯并芘，更佳為苯，彼等各自可經一或多個基團  $\text{R}^9$  取代。

較佳地，式 (1B) 化合物中之基團  $\text{Ar}^5$  係選自式 (Ar5-1) 至 (Ar5-8) 之基團，



其中

虛線鍵表示與相鄰基團的鍵結；及其中式(Ar5-1)至(Ar5-8)之基團可在各自由位置經基團R取代，其具有與上述相同的意義。

其他較佳的是化合物HA或主體化合物H1為具有至少一個D之式(1)化合物。更佳地，化合物A或主體化合物H1為式(1)化合物，其中基團R<sup>1</sup>至R<sup>8</sup>中之至少一者為D。

根據一較佳實施態樣，第一次像素之發光層EMLA、EML1包含第二主體化合物。

更具體地說，考慮到包含下列的電致發光裝置：包含發光層EML1之第一次像素和包含發光層EML2之第二次像素，則較佳的是第一次像素包含：包含發光化合物E1、主體化合物H1和第二主體化合物H1B之發光層EML1。較佳地，第一主體化合物H1和第二主體化合物H1B皆選自如上定義之式(1)化合物。在此應理解較佳的是H1和H1B皆為式(1)化合物，但是彼等彼此不同。

根據另一較佳實施態樣，第一主體化合物H1係選自式(1)化合物和第二主體化合物H1B係選自：選自下類別之化合物：寡聚伸芳基(oligoarylene)(例如2,2',7,7'-四苯基螺二芴或二萘基蔥)，尤其是含有稠合芳族基團之寡聚伸芳基、寡聚伸芳基伸乙烯基(oligoarylenevinylene)(例如DPVBi或螺-DPVBi)、多牙(polypodal)金屬錯合物、電洞傳導化合物、電子傳導化合物，尤其是酮、磷氧化物、和亞砷、及阻轉異構物、硼酸衍生物或苯并蔥。特佳基質材料係選自下列類別：包含萘、蔥、苯并蔥及/或芘之寡聚



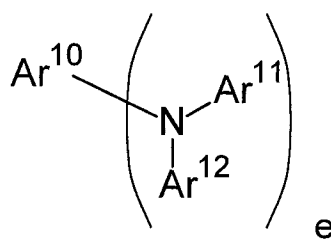
伸芳基或這些化合物的阻轉異構物、寡聚伸芳基伸乙烯基、酮、磷氧化物和亞砷。非常特佳基質材料係選自下列類別：包含蔥、苯并蔥、苯并菲及/或芘之寡聚伸芳基或這些化合物的阻轉異構物。寡聚伸芳基在本發明的情況下應理解為意指一種其中至少三個芳基或伸芳基彼此鍵結之化合物。

根據一較佳實施態樣，化合物EA或發光化合物E1為螢光發光化合物。更佳地，化合物EA或發光化合物E1為螢光發光化合物且不包含任何金屬。更特佳地，化合物EA或發光化合物E1為選自由下列所組成群組之螢光發光化合物：

- 含有三個直接鍵結至氮的經取代或未經取代之芳族或雜芳族環系統的芳基胺；
- 橋聯三芳基胺；
- 具有至少14個芳族環原子之縮合芳族或雜芳族環系統；
- 茛并萘、茛并萘胺或茛并萘二胺；
- 苯并茛并萘、苯并茛并萘胺或苯并茛并萘二胺；
- 二苯并茛并萘、二苯并茛并萘胺或二苯并茛并萘二胺；
- 含有具有至少10個芳族環原子的縮合芳基之茛并萘；
- 雙茛并茛并萘；
- 茛并二苯并吡喃；茛并萘胺或茛并萘二胺；

- 第二聚物；
- 啡啶；及
- 硼衍生物。

甚至更特佳地，化合物EA或發光化合物E1為選自化合物式(E-1)、(E-2)、(E-3)或(E-4)之螢光發光化合物，



式 (E-1)

其中

$Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、 $Ar^{12}$  在每次出現時相同或不同地為具有6至60個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況中可經一或多個基團R取代；其先決條件為至少一個基團 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、 $Ar^{12}$ 為具有10至40個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，含有至少一個由2至4個彼此縮合的芳族環組成之縮合芳基或雜芳基，其中該芳族或雜芳族環系統可經一或多個基團R取代；

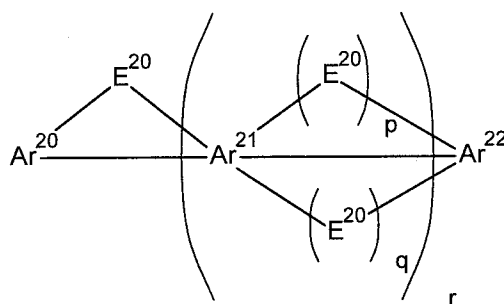
R 在每次出現時相同或不同地代表H、D、F、Cl、Br、I、CHO、CN、C(=O)Ar、P(=O)(Ar)<sub>2</sub>、S(=O)Ar、S(=O)<sub>2</sub>Ar、N(R')<sub>2</sub>、N(Ar)<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、Si(R')<sub>3</sub>、B(OR')<sub>2</sub>、OSO<sub>2</sub>R'、具有1至40個C原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有3至40個C原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，彼等各自可經一或多個基團R'取代，其中在各情況下

一或多個非相鄰的  $\text{CH}_2$  基團可經  $\text{R}'\text{C}=\text{CR}'$ 、 $\text{C}\equiv\text{C}$ 、 $\text{Si}(\text{R}')_2$ 、 $\text{Ge}(\text{R}')_2$ 、 $\text{Sn}(\text{R}')_2$ 、 $\text{C}=\text{O}$ 、 $\text{C}=\text{S}$ 、 $\text{C}=\text{Se}$ 、 $\text{P}(=\text{O})(\text{R}')$ 、 $\text{SO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{S}$  或  $\text{CONR}'$  置換和其中一或多個  $\text{H}$  原子可經  $\text{D}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{Cl}$ 、 $\text{Br}$ 、 $\text{I}$ 、 $\text{CN}$  或  $\text{NO}_2$  置換、具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團  $\text{R}'$  取代，或具有 5 至 60 個芳族環原子之芳氧基，其可經一或多個基團  $\text{R}'$  取代；其中二個相鄰的取代基  $\text{R}$  可一起形成脂族或芳族環系統，其可經一或多個基團  $\text{R}'$  取代；

$\text{Ar}$  在每次出現時相同或不同地為具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況中亦可經一或多個基團  $\text{R}'$  取代；

$\text{R}'$  在每次出現時相同或不同地代表  $\text{H}$ 、 $\text{D}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{Cl}$ 、 $\text{Br}$ 、 $\text{I}$ 、 $\text{CN}$ 、具有 1 至 20 個  $\text{C}$  原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有 3 至 20 個  $\text{C}$  原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，其中在各情況下一或多個非相鄰的  $\text{CH}_2$  基團可經  $\text{SO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{S}$  置換和其中一或多個  $\text{H}$  原子可經  $\text{D}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{Cl}$ 、 $\text{Br}$  或  $\text{I}$  置換、或具有 5 至 24 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統；及

$e$  為 1、2、3 或 4；更佳地， $e$  為 1；



式 (E-2)

其中

$Ar^{20}$ 、 $Ar^{21}$ 、 $Ar^{22}$  在每次出現時相同或不同地為具有 6 至 30 個芳族環原子之芳基或雜芳基，其在各情況中亦可經一或多個基團  $R$  取代；

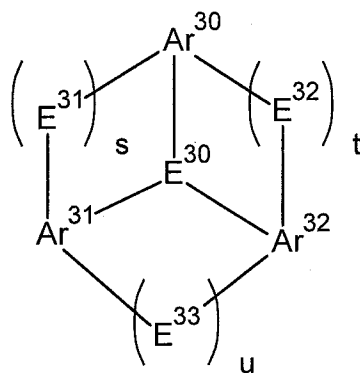
$E^{20}$  在每次出現時相同或不同地為選自下列之基團：  
 $BR$ 、 $C(R^0)_2$ 、 $Si(R^0)_2$ 、 $C=O$ 、 $C=NR^0$ 、 $C=C(R^0)_2$ 、 $O$ 、 $S$ 、  
 $S=O$ 、 $SO_2$ 、 $NR^0$ 、 $PR^0$ 、 $P(=O)R^0$  或  $P(=S)R^0$ ；其中  $Ar^{20}$ 、  
 $Ar^{21}$  和  $E^{20}$  一起形成五員環或六員環，及  $Ar^{21}$ 、 $Ar^{23}$  和  $E^{20}$  一起形成五員環或六員環；

$R^0$  在每次出現時相同或不同地代表  $H$ 、 $D$ 、 $F$ 、具有 1 至 20 個 (較佳為 1 至 10 個)  $C$  原子之直鏈烷基或具有 3 至 20 個 (較佳為 3 至 10 個)  $C$  原子之支鏈或環狀烷基，彼等各自可經一或多個  $R$  基團取代，其中在各情況下一或多個非相鄰的  $CH_2$  基團可經  $O$  或  $S$  置換和其中一或多個  $H$  原子可經  $D$  或  $F$  置換，或具有 5 至 40 個 (較佳為 5 至 30 個，更佳為 6 至 18 個) 芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團  $R$  取代，其中兩個相鄰的基團  $R^0$  可一起形成脂族或芳族環系統，其可經一或多個基團  $R$  取代，

$R$  具有與上述式 (E-1) 中相同的定義；

$p$ 、 $q$  在每次出現時相同或不同地為 0 或 1，其先決條件為  $p+q=1$ ；

$r$  為 1、2 或 3；



式 (E-3)

其中

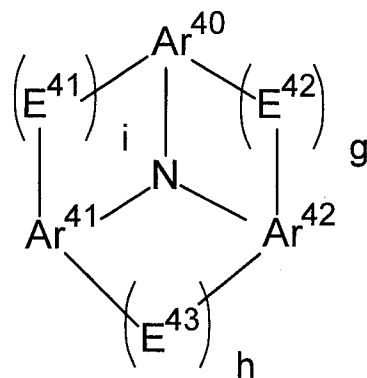
$Ar^{30}$ 、 $Ar^{31}$ 、 $Ar^{32}$ 在每次出現時相同或不同地代表經取代或未經取代之具有5至22個(較佳為5至18個，更佳為6至14個)芳族環原子之芳基或雜芳基；

$E^{30}$ 代表B或N；

$E^{31}$ 、 $E^{32}$ 、 $E^{33}$ 在每次出現時相同或不同地代表O、S、 $C(R^0)_2$ 、 $C=O$ 、 $C=S$ 、 $C=NR^0$ 、 $C=C(R^0)_2$ 、 $Si(R^0)_2$ 、 $BR^0$ 、 $NR^0$ 、 $PR^0$ 、 $SO_2$ 、 $SeO_2$ 或化學鍵，其先決條件為若 $E^{30}$ 為B，則基團 $E^{31}$ 、 $E^{32}$ 、 $E^{33}$ 中之至少一者代表 $NR^0$ 和若 $E^{30}$ 為N，則基團 $E^{31}$ 、 $E^{32}$ 、 $E^{33}$ 中之至少一者代表 $BR^0$ ；

$R^0$ 具有與上述相同的定義；

$s$ 、 $t$ 、 $u$ 在每次出現時相同或不同地為0或1，其先決條件為 $s+t+u \geq 1$ ；



式 (E-4)

其中

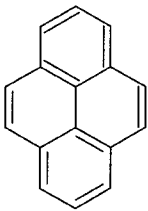
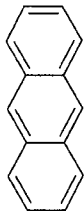
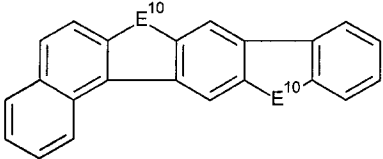
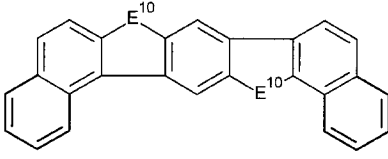
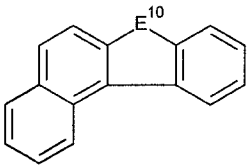
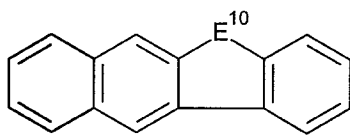
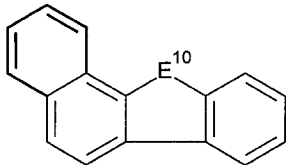
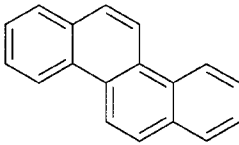
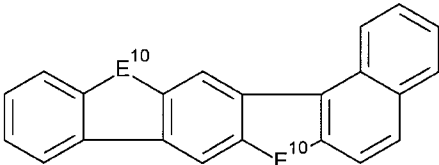
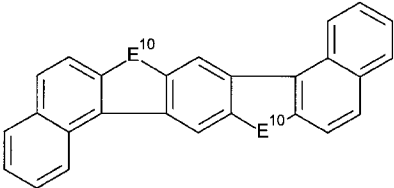
$\text{Ar}^{40}$ 、 $\text{Ar}^{41}$ 、 $\text{Ar}^{42}$ 在每次出現時相同或不同地代表經取代或未經取代之具有5至22個(較佳為5至18個，更佳為6至14個)芳族環原子之芳基或雜芳基；

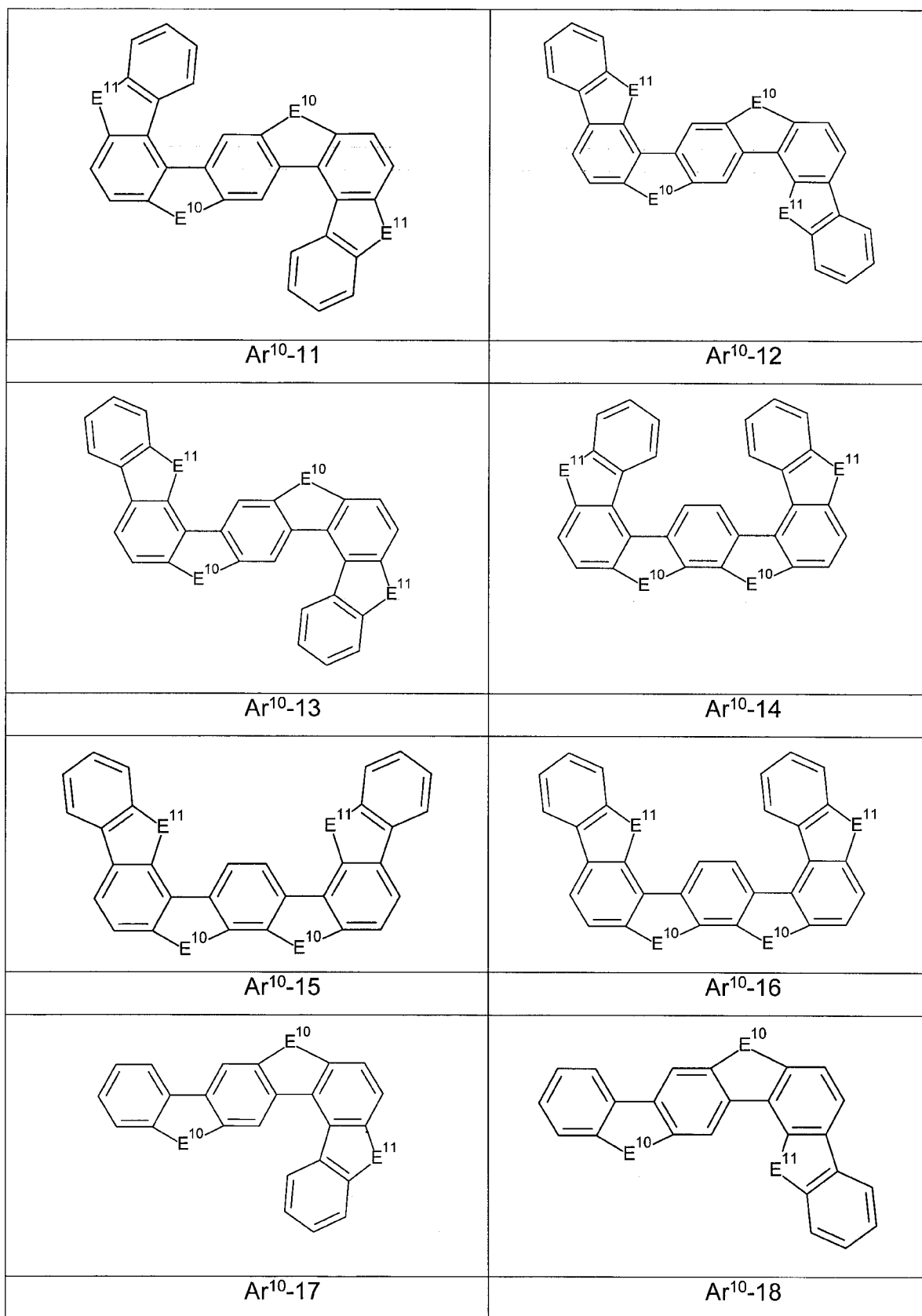
$\text{E}^{41}$ 、 $\text{E}^{42}$ 、 $\text{E}^{43}$ 在每次出現時相同或不同地代表O、S、 $\text{C}(\text{R}^0)_2$ 、 $\text{C}=\text{O}$ 、 $\text{C}=\text{S}$ 、 $\text{C}=\text{NR}^0$ 、 $\text{C}=\text{C}(\text{R}^0)_2$ 、 $\text{Si}(\text{R}^0)_2$ 、 $\text{BR}^0$ 、 $\text{NR}^0$ 、 $\text{PR}^0$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SeO}_2$ 或化學鍵，其先決條件為基團 $\text{E}^{41}$ 、 $\text{E}^{42}$ 、 $\text{E}^{43}$ 中之至少一者存在且代表化學鍵；

$\text{R}^0$  具有與上述相同的定義；

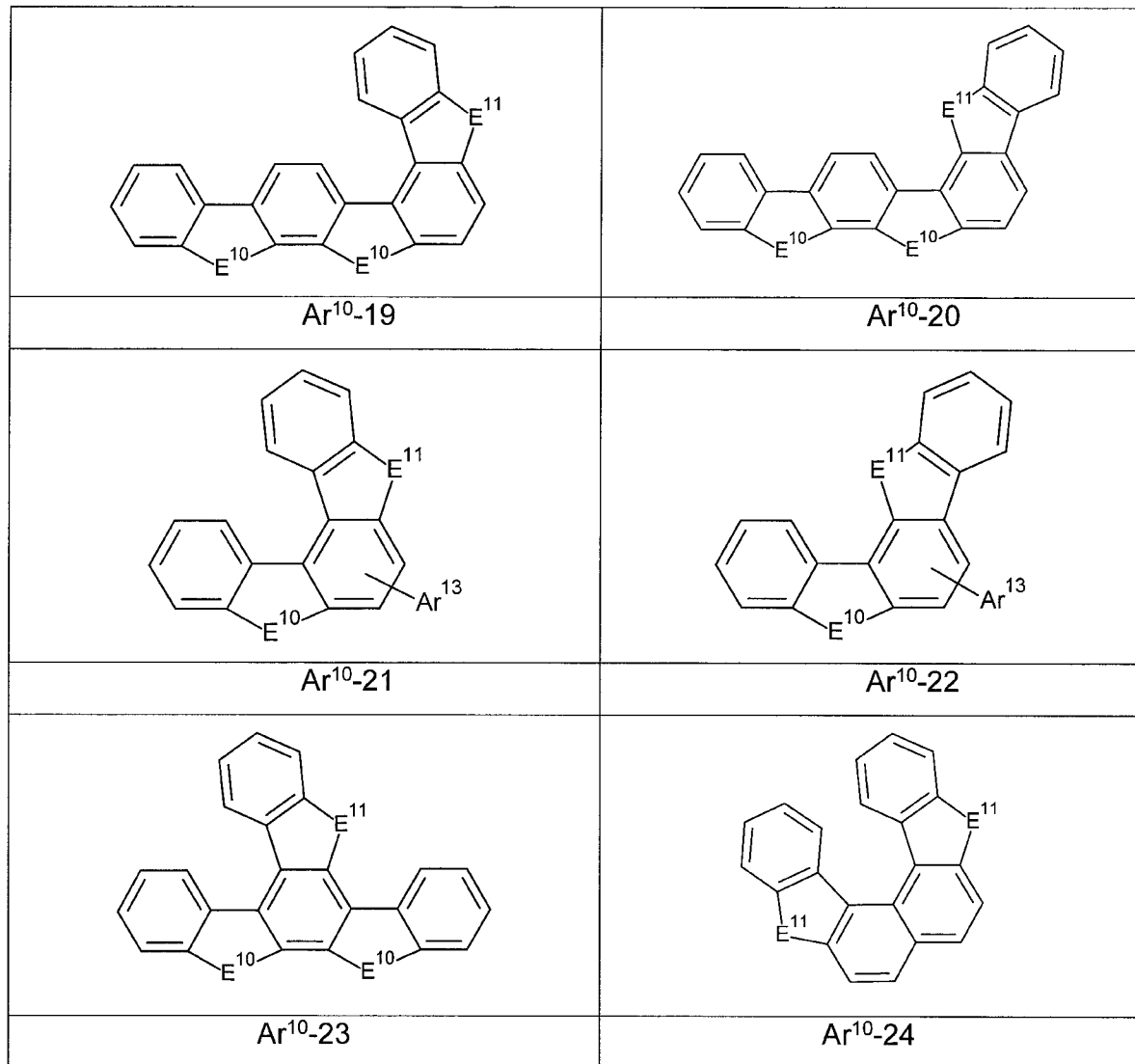
$i$ 、 $g$ 、 $h$  在每次出現時相同或不同地為0或1，其先決條件為 $i+g+h \geq 1$ 。

較佳地，式(E-1)之螢光發光化合物包含至少一個基團 $\text{Ar}^{10}$ 、 $\text{Ar}^{11}$ 或 $\text{Ar}^{12}$ ，較佳為 $\text{Ar}^{10}$ ，其係選自式( $\text{Ar}^{10-1}$ )至( $\text{Ar}^{10-24}$ )之基團：

	
Ar <sup>10</sup> -1	Ar <sup>10</sup> -2
	
Ar <sup>10</sup> -3	Ar <sup>10</sup> -4
	
Ar <sup>10</sup> -5	Ar <sup>10</sup> -6
	
Ar <sup>10</sup> -7	Ar <sup>10</sup> -8
	
Ar <sup>10</sup> -9	Ar <sup>10</sup> -10







其中基團  $Ar^{10-1}$  至  $Ar^{10-24}$  可在所有自由位置經一或多個基團  $R$  取代；及其中

$E^{10}$  在每次出現時相同或不同地為選自下列之基團： $BR^0$ 、 $C(R^0)_2$ 、 $Si(R^0)_2$ 、 $C=O$ 、 $C=NR^0$ 、 $C=C(R^0)_2$ 、 $O$ 、 $S$ 、 $S=O$ 、 $SO_2$ 、 $NR^0$ 、 $PR^0$ 、 $P(=O)R^0$  或  $P(=S)R^0$ ，較佳地  $E^{10}$  為  $C(R^0)_2$ ；

其中  $R^0$  具有與上述相同的定義；

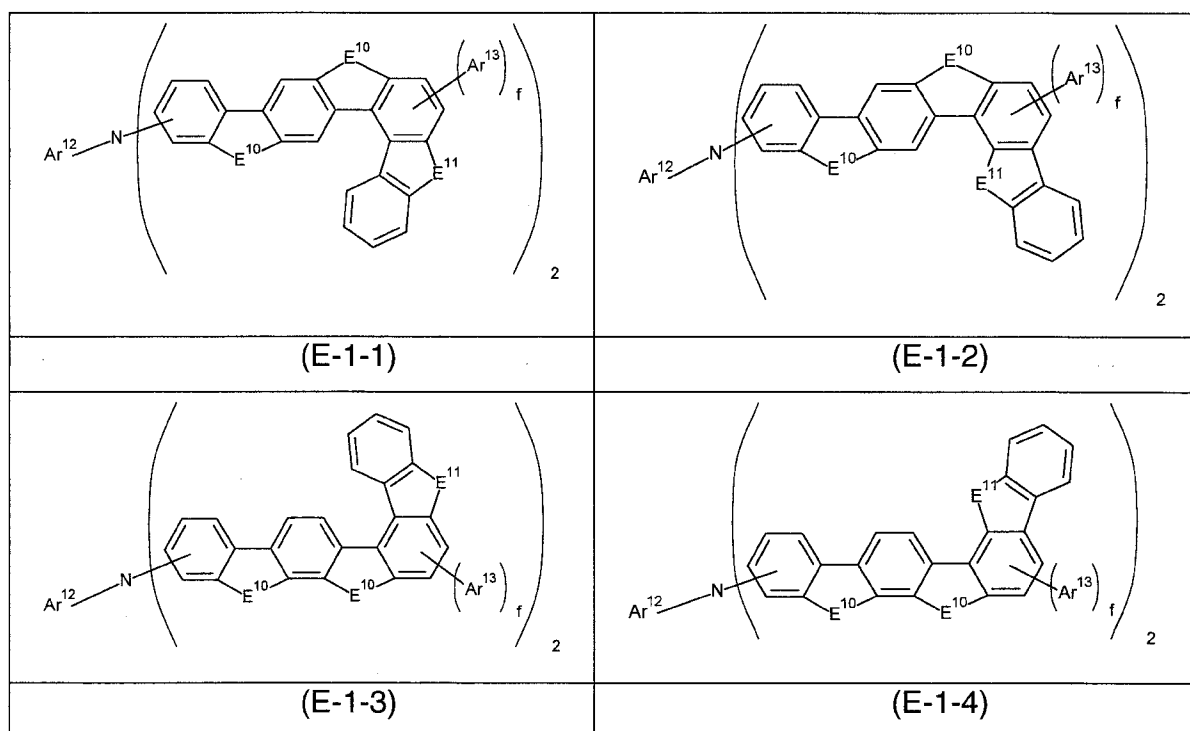
$E^{11}$  在每次出現時相同或不同地為選自下列之基

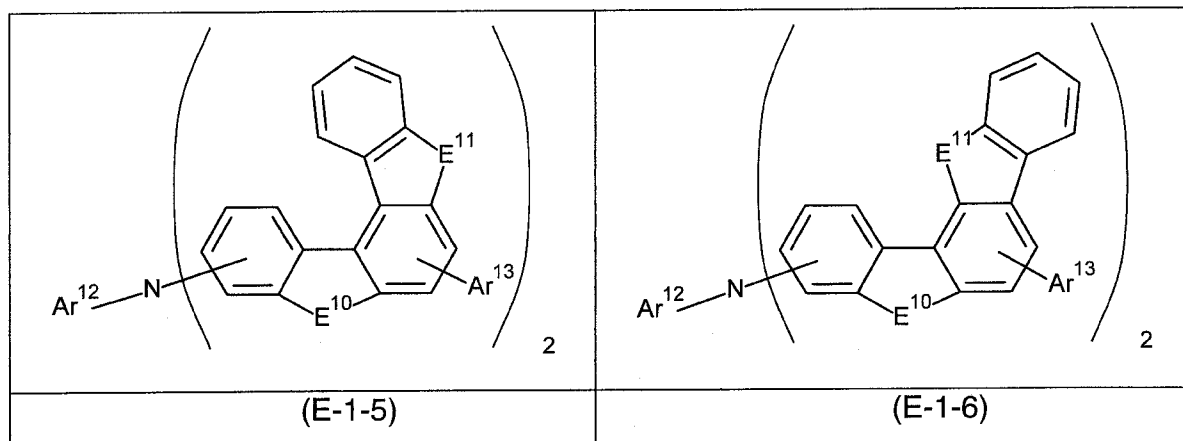
團：C=O、O、S、S=O或SO<sub>2</sub>，較佳為O或S，更佳為O；及

Ar<sup>13</sup> 在每次出現時相同或不同地為具有5至60個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況中可經一或多個基團R取代。

根據一較佳實施態樣，式(E-1)之發光化合物包含選自式(Ar<sup>10</sup>-15)至(Ar<sup>10</sup>-22)之基團的基團Ar<sup>10</sup>，其中d較佳等於1及其中較佳至少一個基團Ar<sup>11</sup>、Ar<sup>12</sup>係選自式(Ar<sup>10</sup>-15)至(Ar<sup>10</sup>-22)之基團。

根據一非常較佳實施態樣，式(E-1)之發光化合物係選自式(E-1-1)至(E-1-6)之發光化合物，



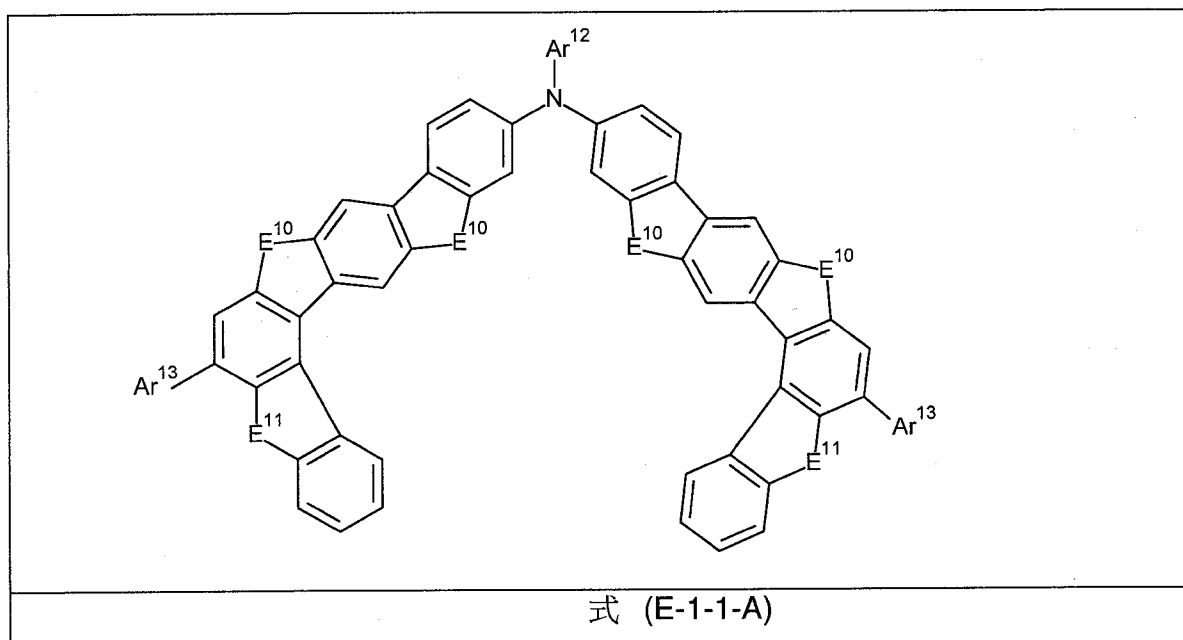


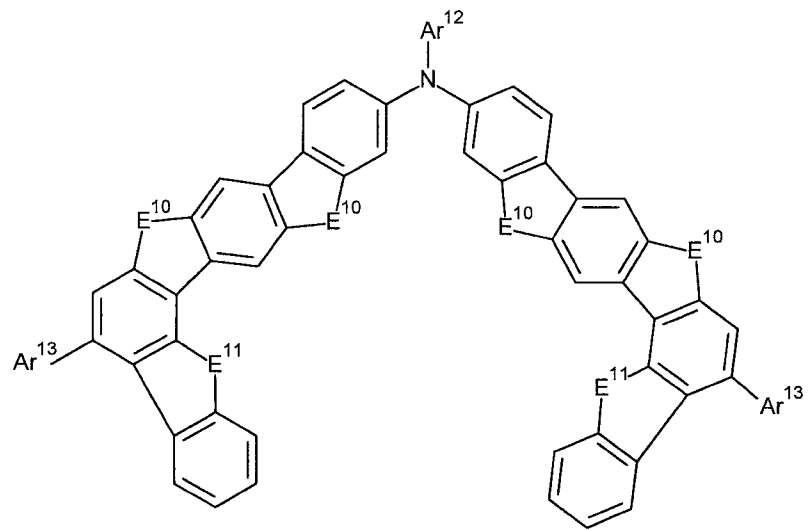
其中該等符號具有與上述相同的意義及其中：

f 為 0、1 或 2；及

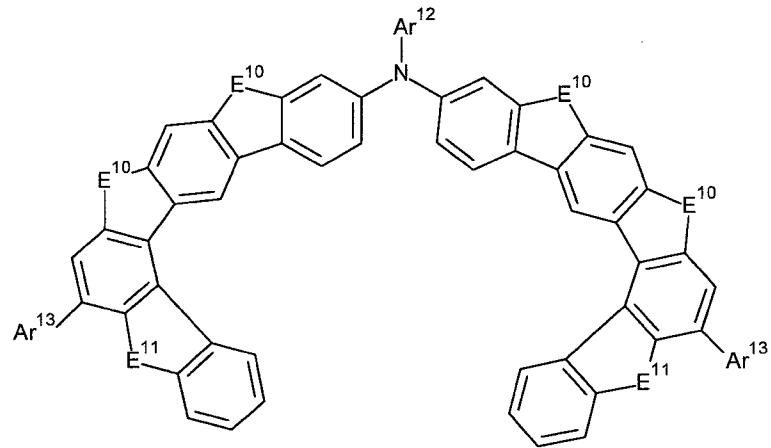
式(E-1-1)至(E-1-6)化合物中的上述所代表之苯環可在所有自由位置經一或多個基團R取代。

特佳地，式(E-1)化合物係選自式(E-1-1-A)至(E-1-6-A)化合物，

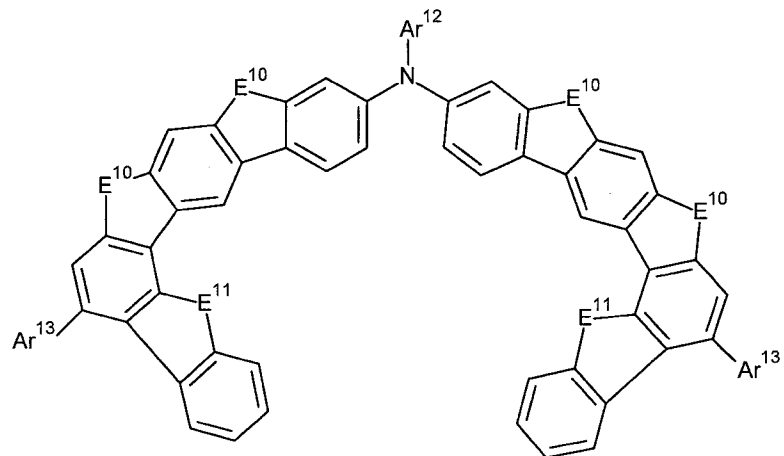




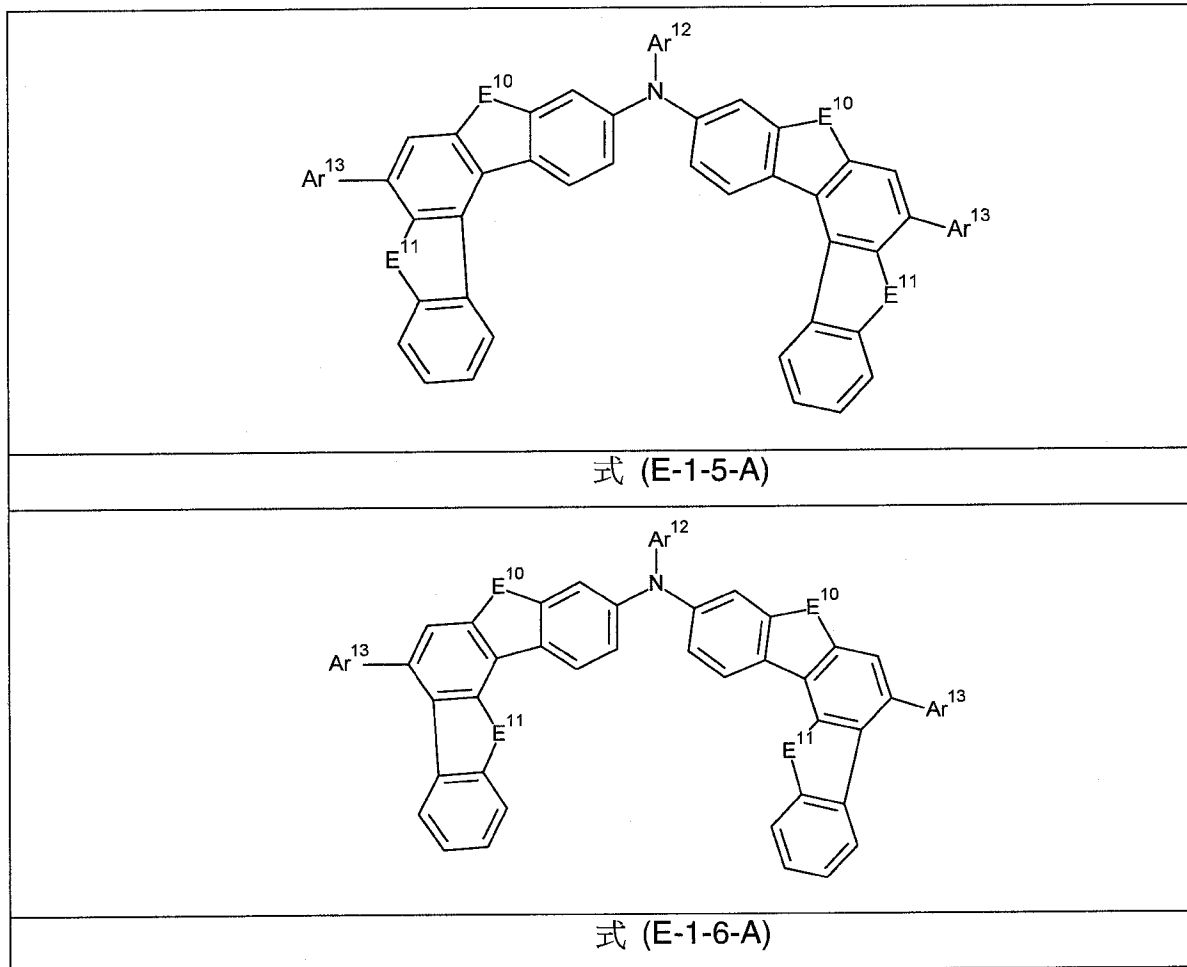
式 (E-1-2-A)



式 (E-1-3-A)

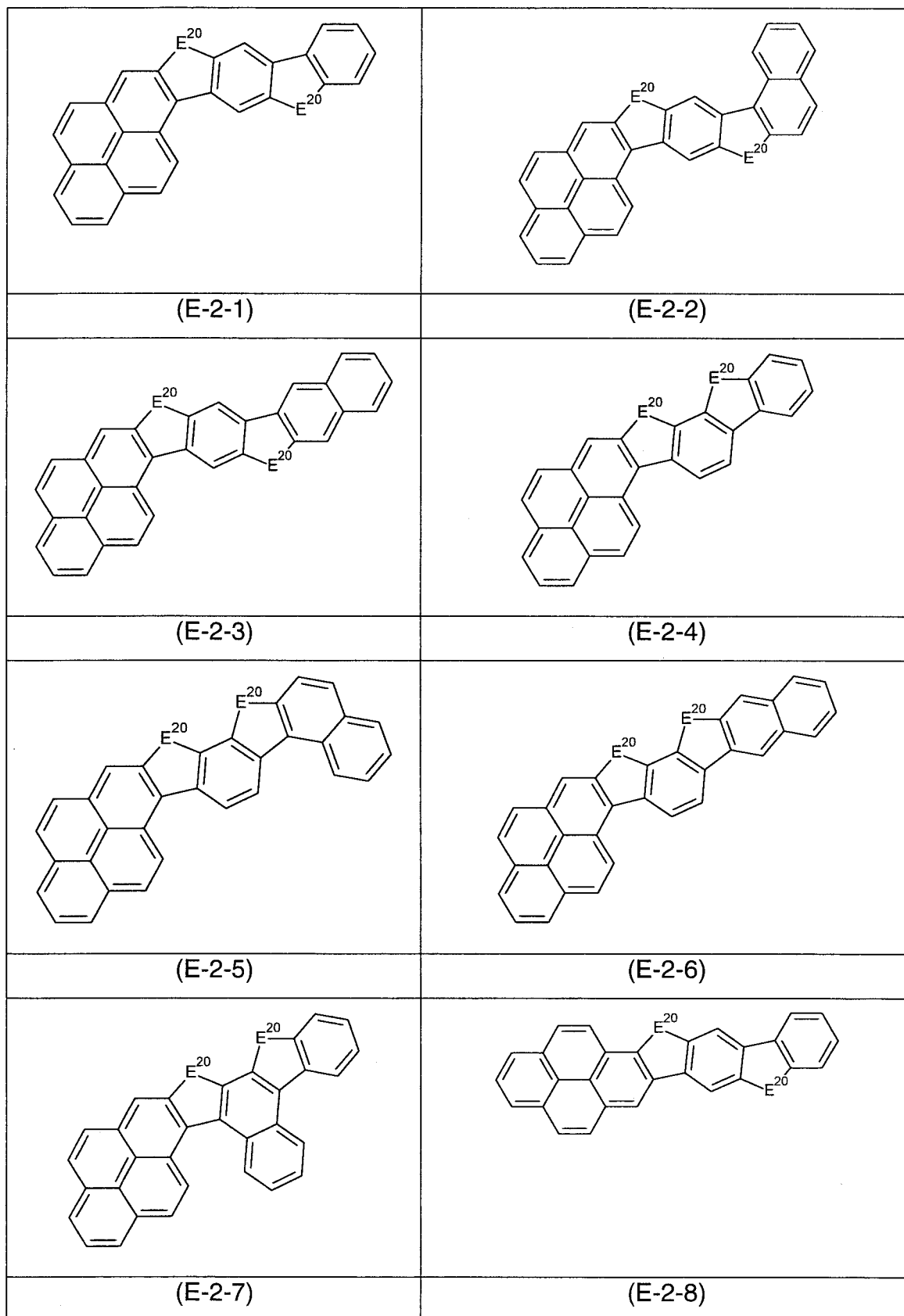


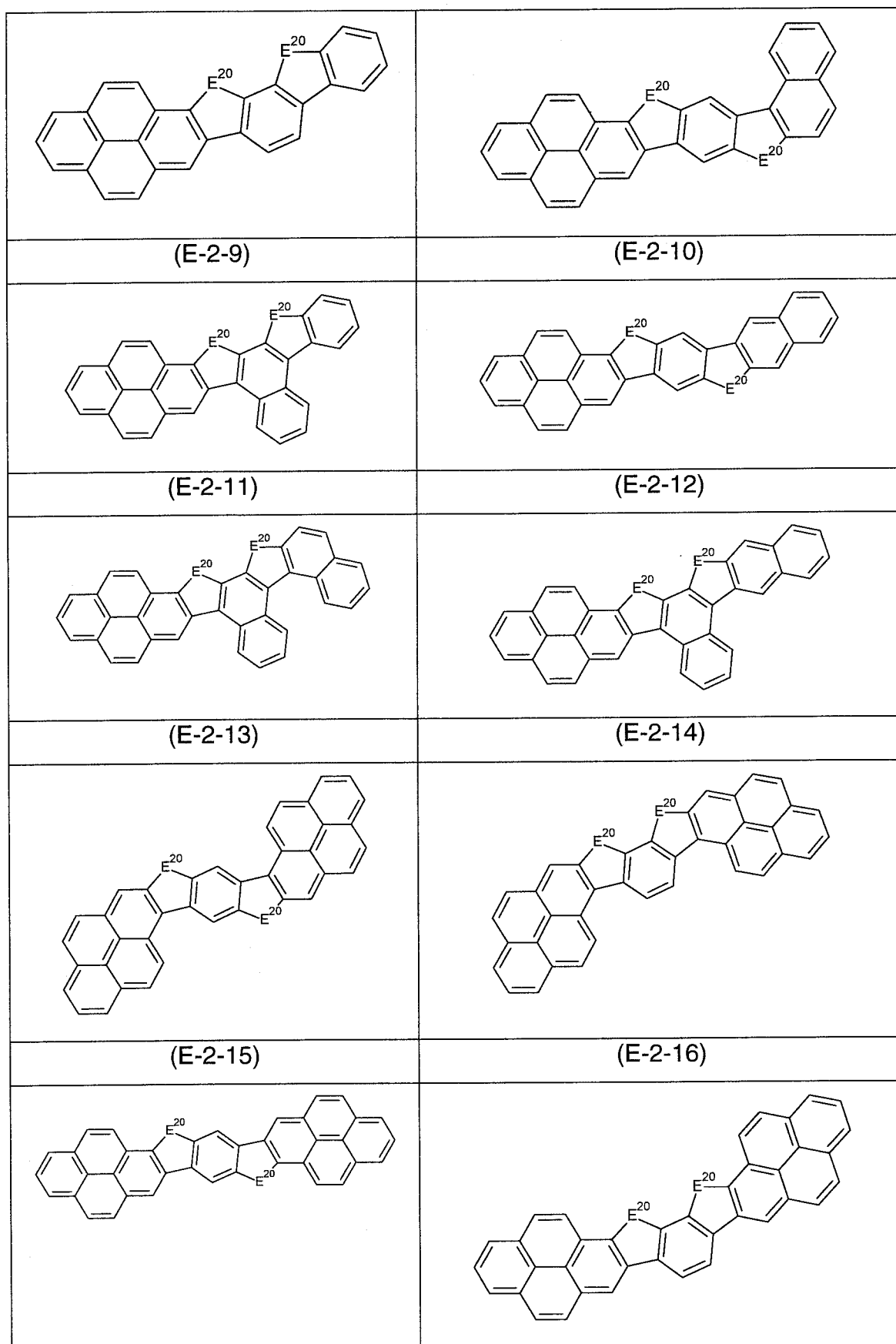
式 (E-1-4-A)

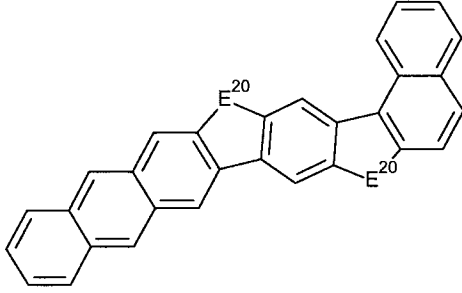
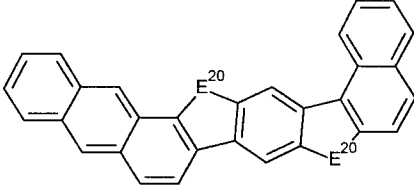
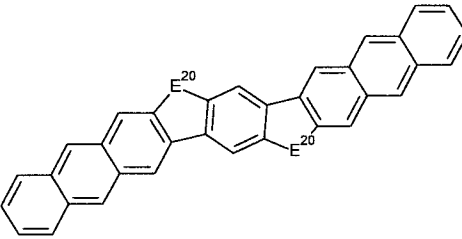
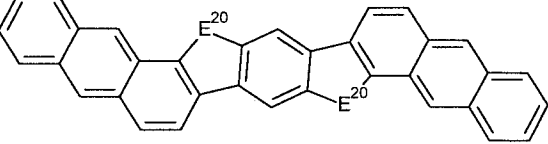
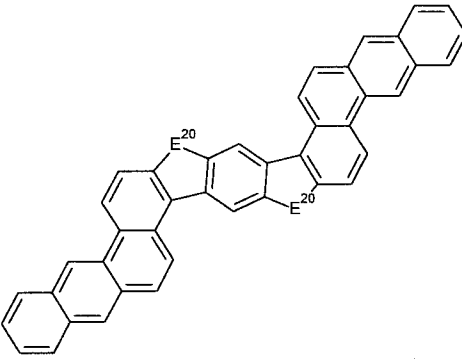
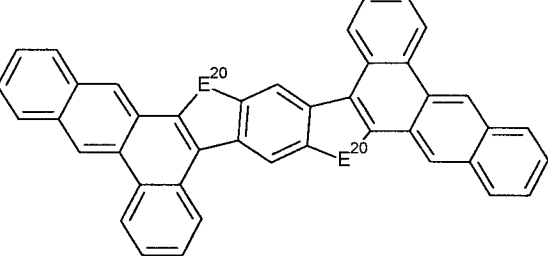
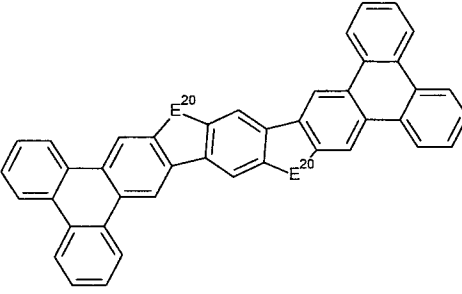
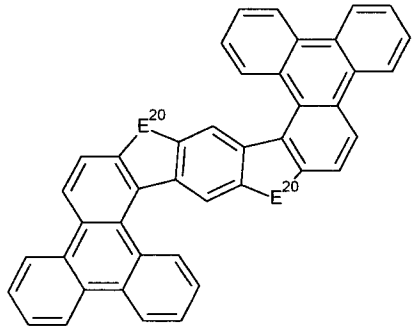


其中該等符號和標號具有與上述相同的意義及其中上述式 (E-1-1-A) 至 (E-1-6-A) 之化合物中所表示的苯環可在所有自由位置經一或多個基團 R 取代。

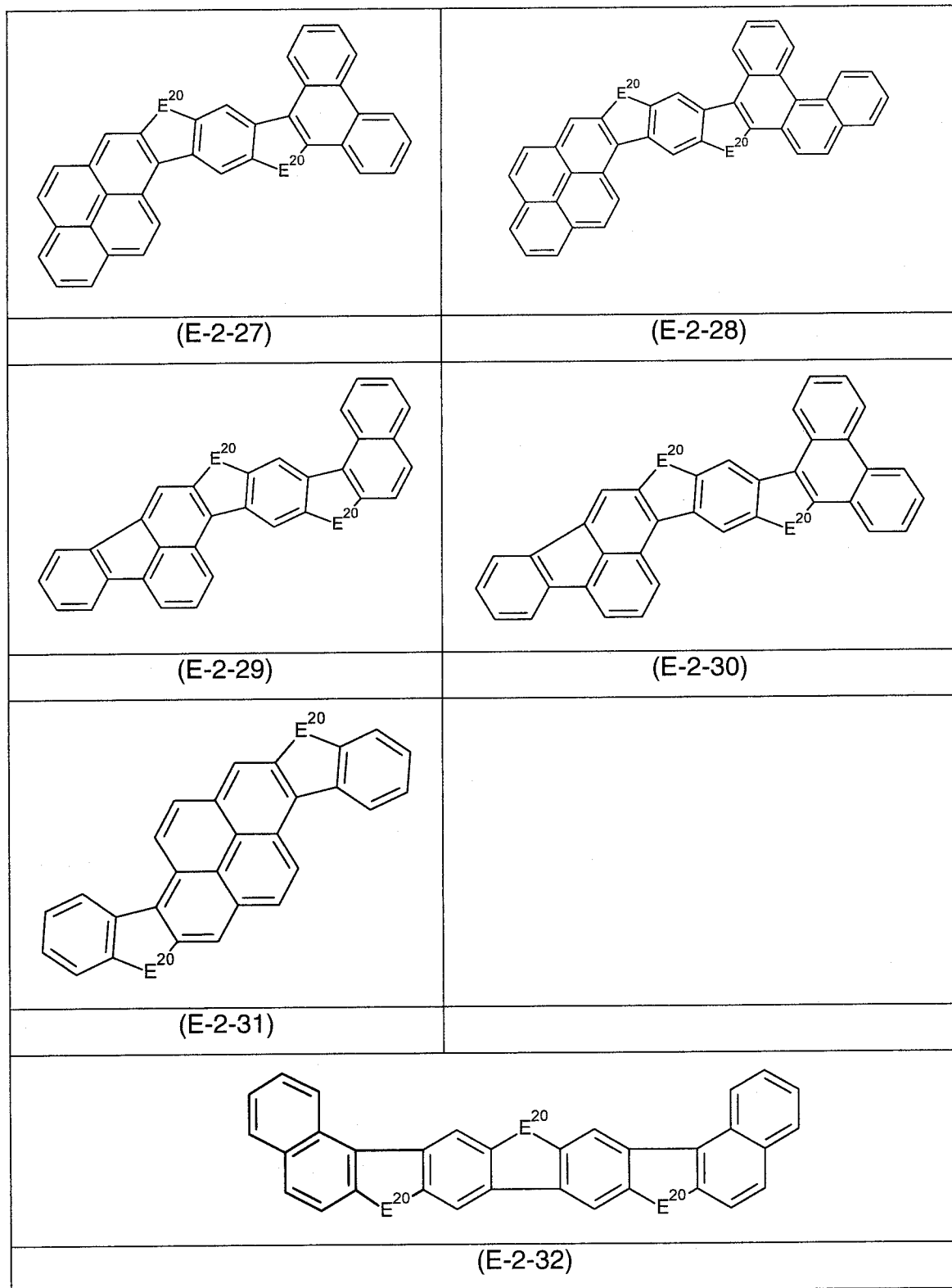
較佳地，式 (E-2) 之螢光發光化合物係選自式 (E-2-1) 至 (E-2-43) 之螢光發光化合物，

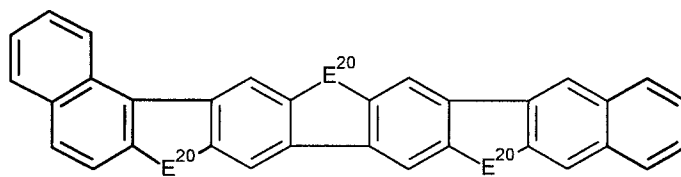




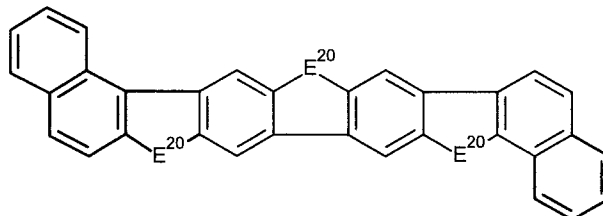
(E-2-17)	(E-2-18)
	
(E-2-19)	(E-2-20)
	
(E-2-21)	(E-2-22)
	
(E-2-23)	(E-2-24)
	
(E-2-25)	(E-2-26)



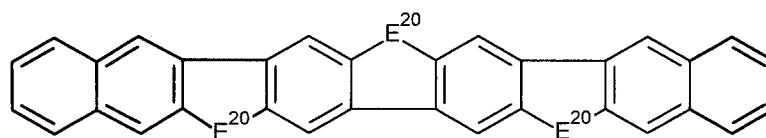




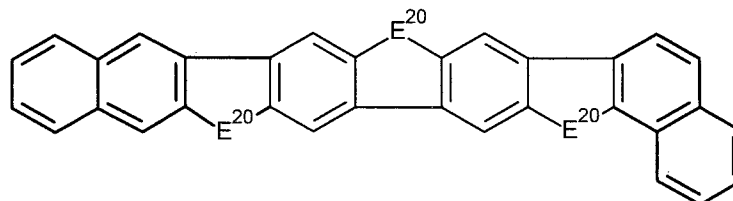
(E-2-33)



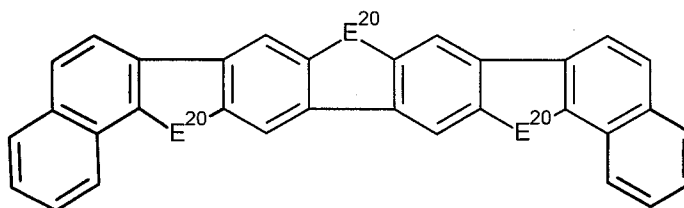
(E-2-34)



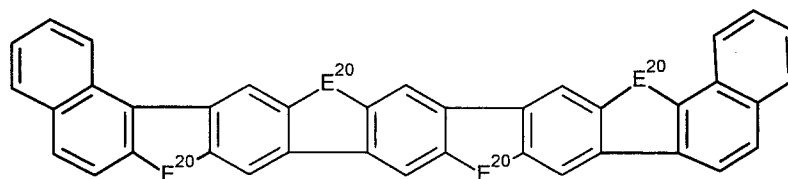
(E-2-35)

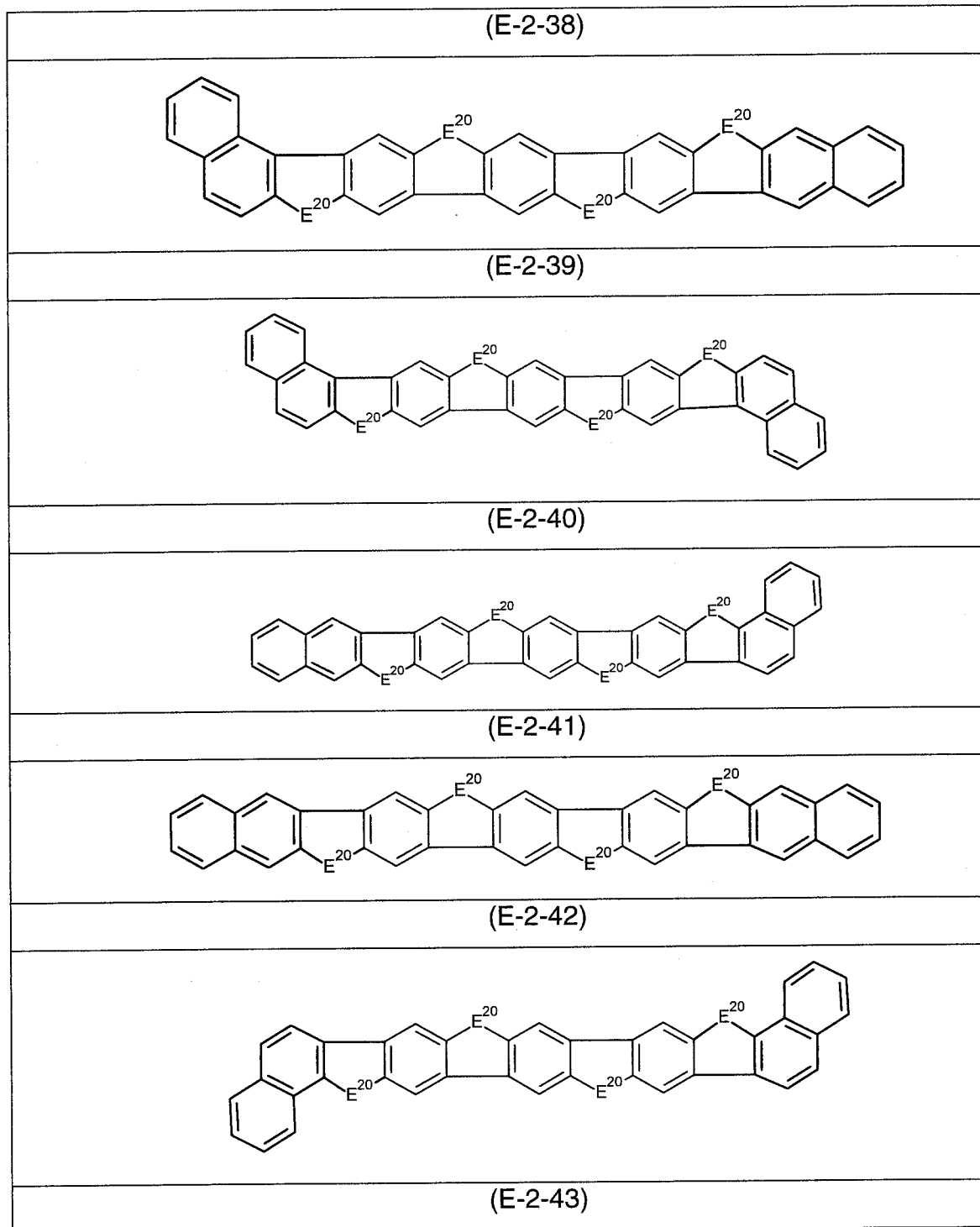


(E-2-36)



(E-2-37)

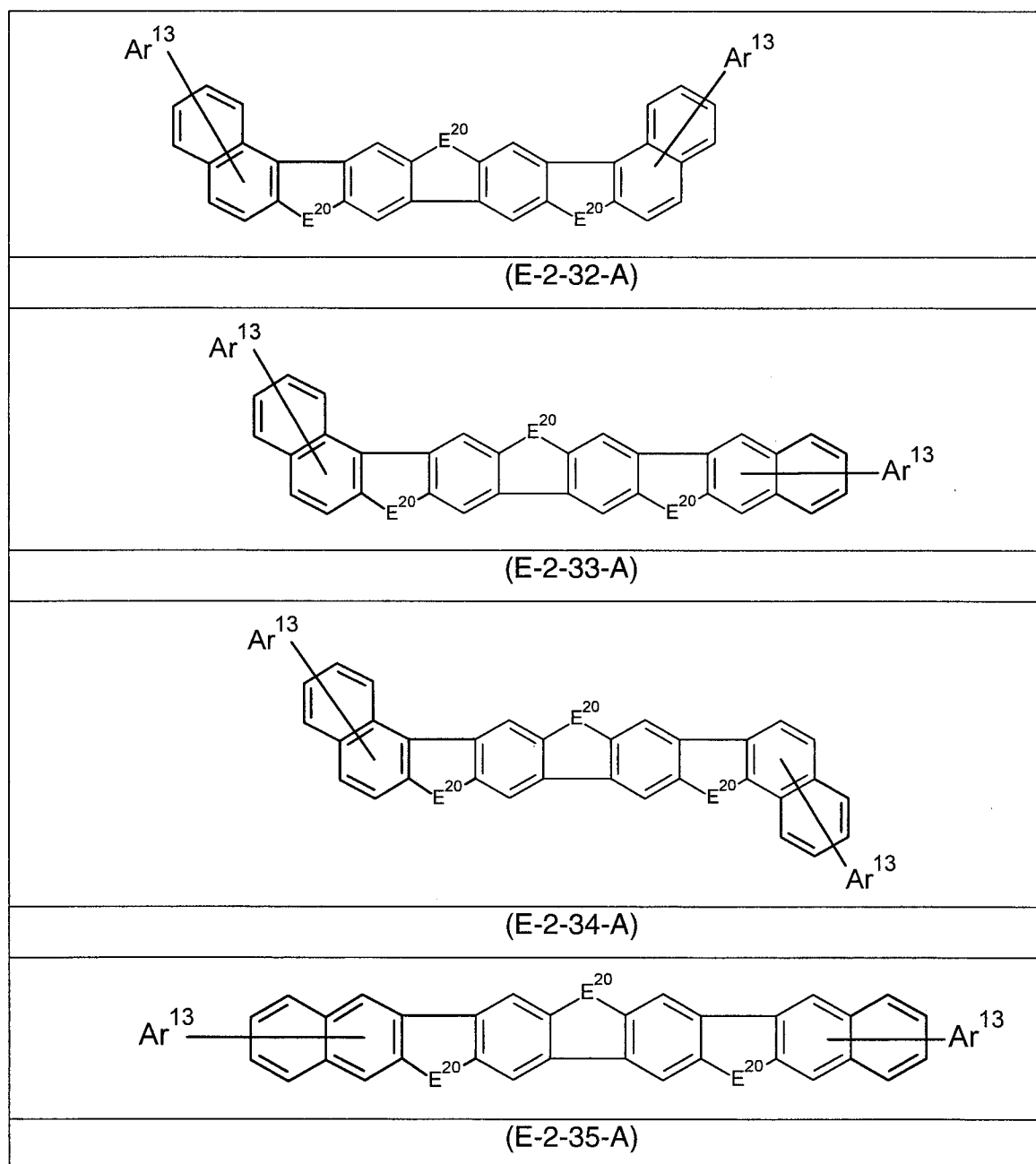


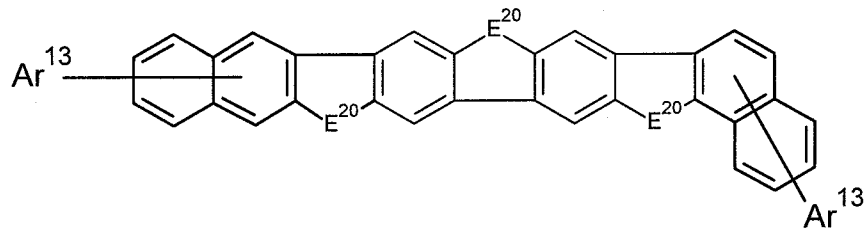


其中式 (E-2-1) 至 (E-2-43) 之基團可在所有自由位置經一或多個基團 R 取代；及其中  $E^{20}$  具有與上述相同的定義。較佳地， $E^{20}$  為  $C(R^0)_2$ 。

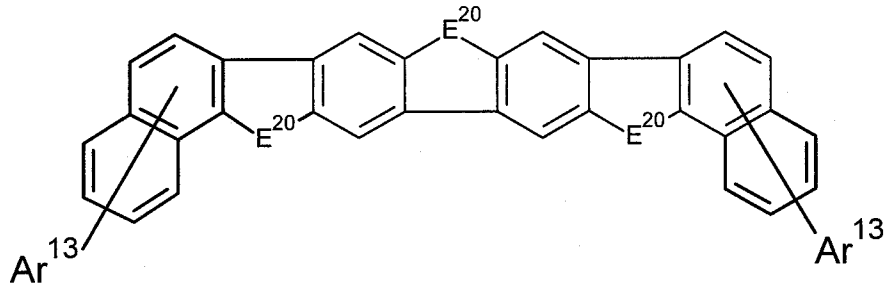
式 (E-2) 之化合物較佳係選自式 (E-2-32) 至 (E-2-43) 之

化合物。更佳地，式(E-2)之化合物係選自化合物(E-2-32-A)至(E-2-43-A)：

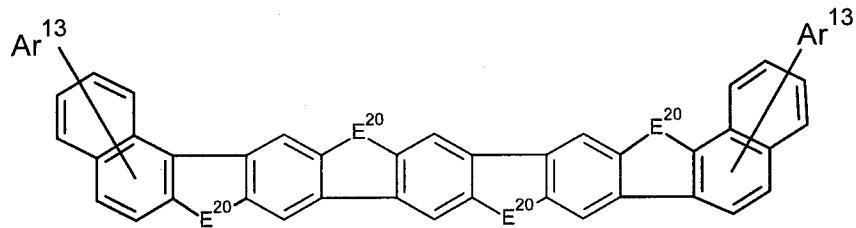




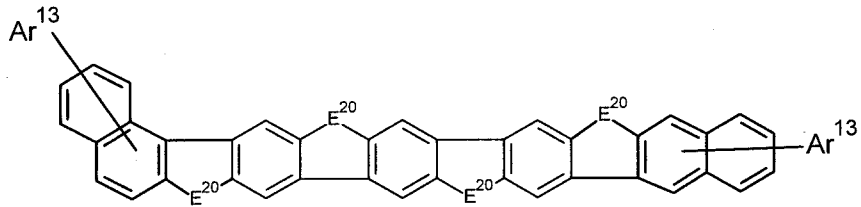
(E-2-36-A)



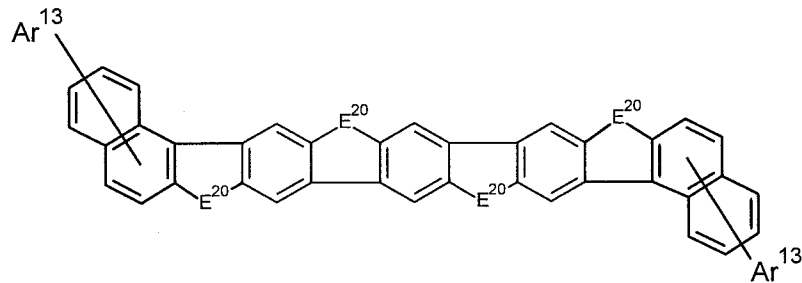
(E-2-37-A)



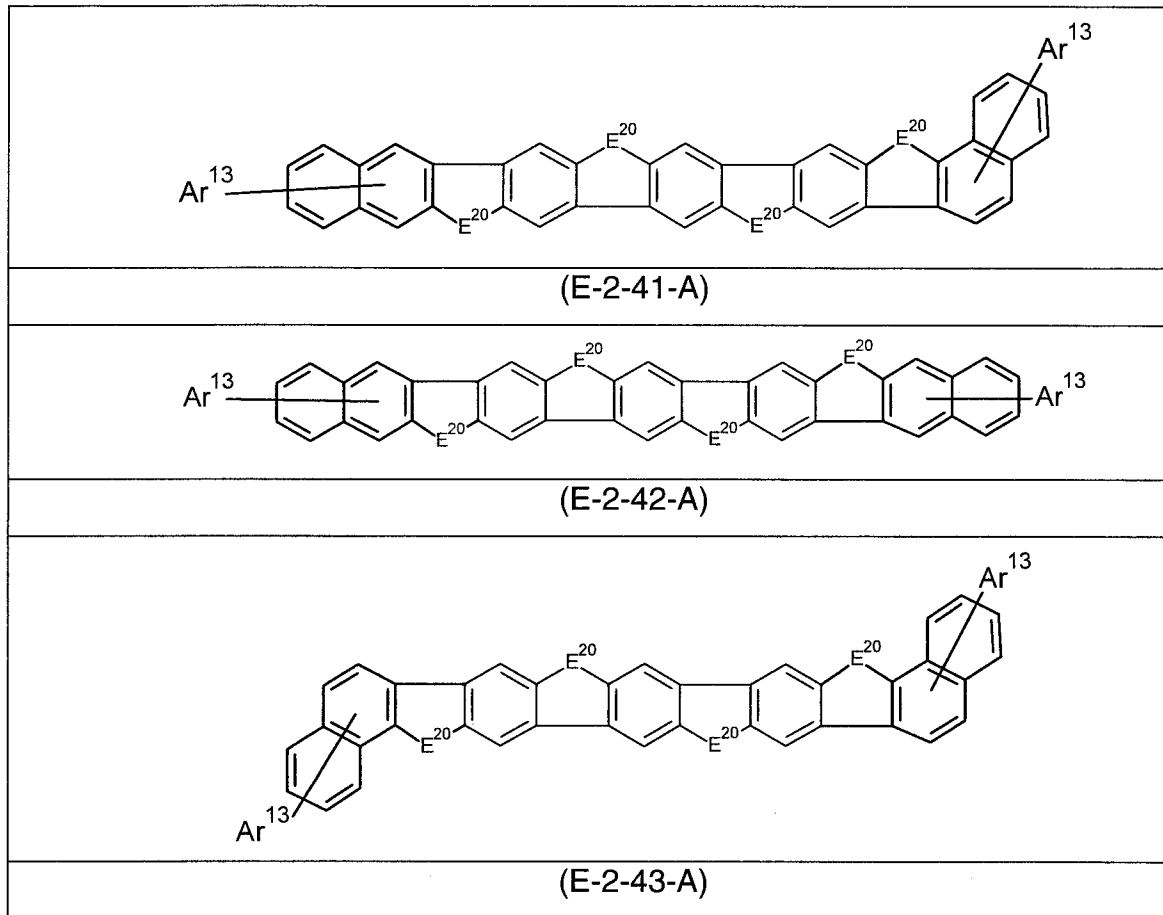
(E-2-38-A)



(E-2-39-A)

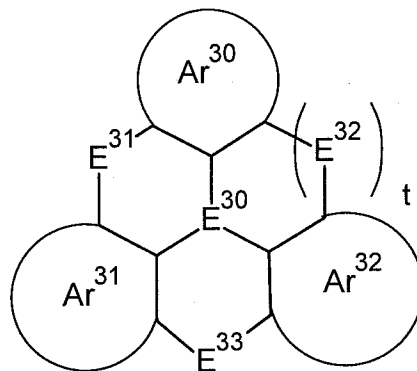


(E-2-40-A)



其中該等符號具有與上述相同的意義及其中式 (E-2-32-A) 至 (E-2-43-A) 之化合物中所表示的苯和萘環可在所有自由位置經一或多個基團 R 取代。

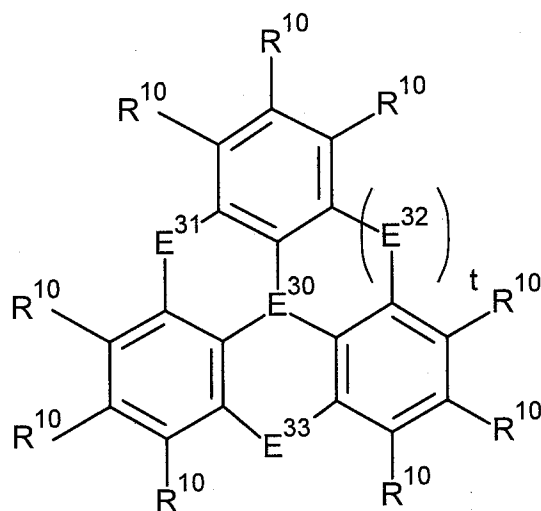
較佳地，式 (E-3) 之螢光發光化合物係選自式 (E-3-1) 之螢光發光化合物，



式 (E-3-1)

其中該等符號和標號具有與上述相同的意義。

更佳地，式(E-3)之螢光發光化合物係選自式(E-3-2)之螢光發光化合物，



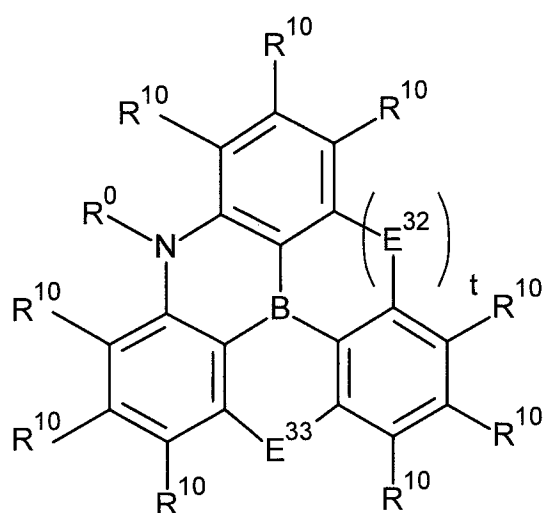
式 (E-3-2)

其中該等符號 E<sup>30</sup> 至 E<sup>33</sup> 具有與上述相同的意義；其中 t 為 0 或 1，其中當 t 為 0 時，基團 E<sup>32</sup> 不存在和基團 R<sup>10</sup> 存在，其取代至 E<sup>32</sup> 之鍵；及其中，

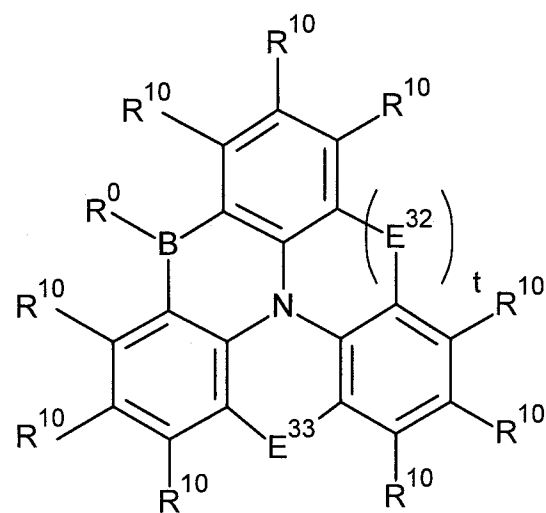
R<sup>10</sup> 在每次出現時相同或不同地代表 H、D、F、Cl、Br、I、CHO、CN、C(=O)Ar、P(=O)(Ar)<sub>2</sub>、S(=O)Ar、S(=O)<sub>2</sub>Ar、N(R')<sub>2</sub>、N(Ar)<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、Si(R')<sub>3</sub>、B(OR')<sub>2</sub>、OSO<sub>2</sub>R、具有 1 至 40 個 C 原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有 3 至 40 個 C 原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，彼等各自可經一或多個基團 R' 取代，其中在各情況下一或多個非相鄰的 CH<sub>2</sub> 基團可經 R'C=CR'、C≡C、Si(R')<sub>2</sub>、Ge(R')<sub>2</sub>、Sn(R')<sub>2</sub>、C=O、C=S、C=Se、P(=O)(R')、SO、SO<sub>2</sub>、O、S 或 CONR' 置換和其中一或多個 H 原子可經 D、

F、Cl、Br、I、CN或NO<sub>2</sub>置換、具有5至60個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團R'取代，或具有5至60個芳族環原子之芳氧基，其可經一或多個基團R'取代；其中二個相鄰的取代基R<sup>10</sup>可一起形成脂族或芳族環系統，其可經一或多個基團R'取代；其中R'具有與上述相同的定義。

甚至更佳地，式(E-3)之螢光發光化合物係選自式(E-3-3)和(E-3-4)之螢光發光化合物，



式 (E-3-3)

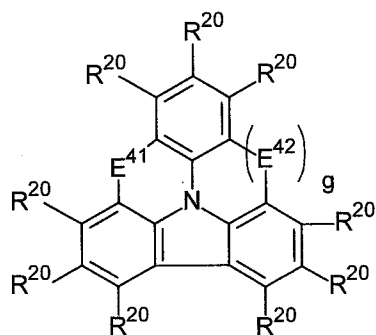


式 (E-3-4)

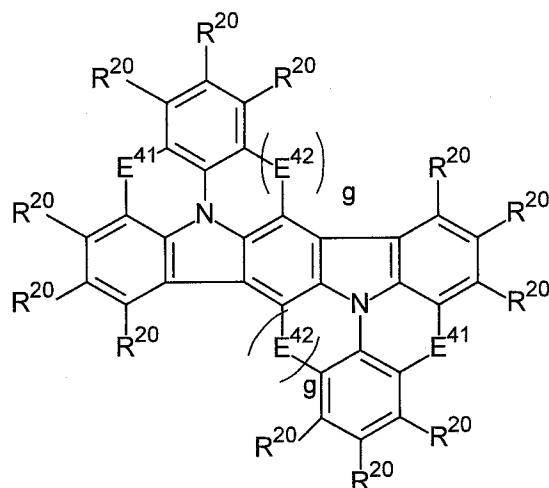
其中該等符號和標號具有與上述相同的意義。

較佳地，式(E-4)之螢光發光化合物係選自式(E-4-1)或(E-4-2)之螢光發光化合物，





式 (E-4-1)



式 (E-4-2)

其中

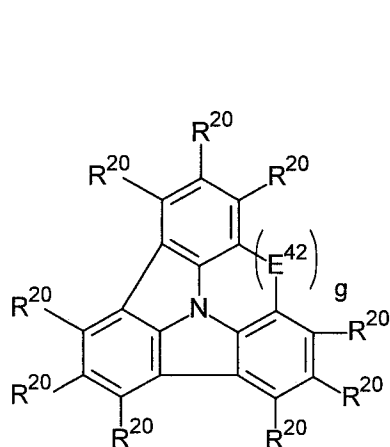
$E^{41}$  和  $E^{42}$  在每次出現時相同或不同地代表  $O$ 、 $S$ 、 $C(R^0)_2$ 、 $C=O$ 、 $C=S$ 、 $C=NR^0$ 、 $C=C(R^0)_2$ 、 $Si(R^0)_2$ 、 $BR^0$ 、 $NR^0$ 、 $PR^0$ 、 $SO_2$ 、 $SeO_2$  或化學鍵，其中  $E^{41}$  較佳為鍵；

$R^{20}$  在每次出現時相同或不同地代表  $H$ 、 $D$ 、 $F$ 、 $Cl$ 、 $Br$ 、 $I$ 、 $CHO$ 、 $CN$ 、 $C(=O)Ar$ 、 $P(=O)(Ar)_2$ 、 $S(=O)Ar$ 、 $S(=O)_2Ar$ 、 $N(R')_2$ 、 $N(Ar)_2$ 、 $NO_2$ 、 $Si(R')_3$ 、 $B(OR')_2$ 、 $OSO_2R'$ 、具有 1 至 40 個  $C$  原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有 3 至 40 個  $C$  原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，彼等各自可經一或多個基團  $R'$  取代，其中在各情況下一或多個非相鄰的  $CH_2$  基團可經  $R'C=CR'$ 、 $C\equiv C$ 、 $Si(R')_2$ 、 $Ge(R')_2$ 、 $Sn(R')_2$ 、 $C=O$ 、 $C=S$ 、 $C=Se$ 、 $P(=O)(R')$ 、 $SO$ 、 $SO_2$ 、 $O$ 、 $S$  或  $CONR'$  置換和其中一或多個  $H$  原子可經  $D$ 、 $F$ 、 $Cl$ 、 $Br$ 、 $I$ 、 $CN$  或  $NO_2$  置換、具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團  $R'$  取代，或具有 5 至 60 個芳族環原子之芳氧基，其可經一或多個基團  $R'$  取代；其中二個相鄰的取代基  $R^{20}$  可一起形

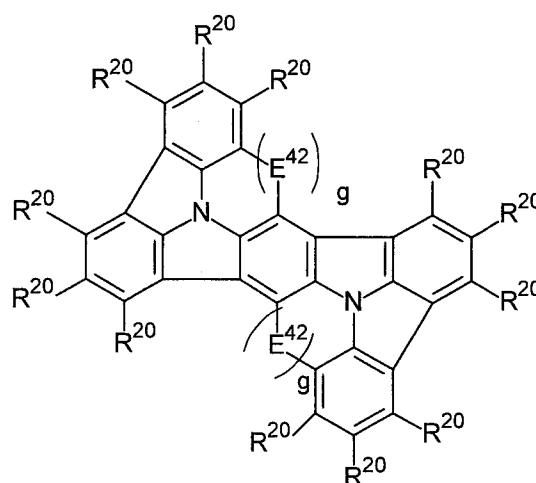
成脂族或芳族環系統，其可經一或多個基團R'取代；其中R'具有與上述相同的定義；

g 為0或1。

更佳地，式(E-4)之螢光發光化合物係選自式(E-4-1-A)或(E-4-2-A)之螢光發光化合物，



式 (E-4-1-A)

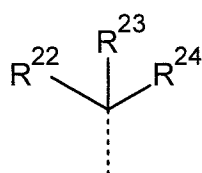


式 (E-4-2-A)

其中該等符號具有與上述相同的意義。

根據一較佳實施態樣，式(E-1)、(E-2)、(E-3)或(E-4)之螢光發光化合物包含基團RS，其中該基團RS係：

- 選自以式(RS-a)之基團的下列通式表示的支鏈或環狀烷基，



(RS-a)

其中

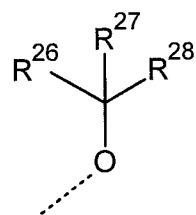
R<sup>22</sup>、R<sup>23</sup>、R<sup>24</sup>在每次出現時係相同或不同地選自H、

具有1至10個碳原子之直鏈烷基、或具有3至10個碳原子之支鏈或環狀烷基，其中上述基團可各自經一或多個基團 $R^{25}$ 取代，且其中基團 $R^{22}$ 、 $R^{23}$ 、 $R^{24}$ 中之二者或所有基團 $R^{22}$ 、 $R^{23}$ 、 $R^{24}$ 可連接以形成(多)環狀烷基，其可經一或多個基團 $R^{25}$ 取代；

$R^{25}$ 在每次出現時係相同或不同地選自具有1至10個碳原子之直鏈烷基、或具有3至10個碳原子之支鏈或環狀烷基；

其先決條件為在每次出現時，基團 $R^{22}$ 、 $R^{23}$ 和 $R^{24}$ 中之至少一者不為H，其先決條件為在每次出現時，所有基團 $R^{22}$ 、 $R^{23}$ 和 $R^{24}$ 一起具有至少4個碳原子且先決條件為在每次出現時，若基團 $R^{22}$ 、 $R^{23}$ 、 $R^{24}$ 中之二者為H，則其餘基團不為直鏈；或

- 選自以下列通式(RS-b)表示之支鏈或環狀烷氧基



(RS-b)

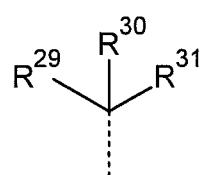
其中

$R^{26}$ 、 $R^{27}$ 、 $R^{28}$ 在每次出現時係相同或不同地選自H、具有1至10個碳原子之直鏈烷基、或具有3至10個碳原子之支鏈或環狀烷基，其中上述基團可各自經一或多個如上定義之基團 $R^{25}$ 取代，且其中基團 $R^{26}$ 、 $R^{27}$ 、 $R^{28}$ 中之二者或

所有基團  $R^{26}$ 、 $R^{27}$ 、 $R^{28}$  可連接以形成(多)環狀烷基，其可經一或多個如上定義之基團  $R^{25}$  取代；

其先決條件為在每次出現時，基團  $R^{26}$ 、 $R^{27}$  和  $R^{28}$  中只有一者可為 H；或

- 選自以下列通式 (RS-c) 表示之芳烷基



(RS-c)

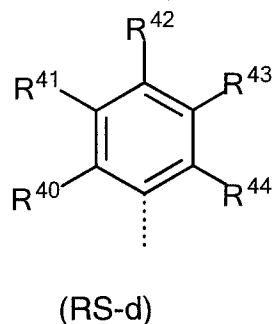
其中

$R^{29}$ 、 $R^{30}$ 、 $R^{31}$  在每次出現時係相同或不同地選自 H、具有 1 至 10 個碳原子之直鏈烷基、或具有 3 至 10 個碳原子之支鏈或環狀烷基，其中上述基團可各自經一或多個基團  $R^{32}$  取代、或具有 6 至 30 個芳族環原子之芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團  $R^{32}$  取代，且其中基團  $R^{29}$ 、 $R^{30}$ 、 $R^{31}$  中之二者或全部可連接以形成(多)環狀烷基或芳族環系統，彼等各自可經一或多個  $R^{32}$  基團取代；

$R^{32}$  在每次出現時係相同或不同地選自具有 1 至 10 個碳原子之直鏈烷基、或具有 3 至 10 個碳原子之支鏈或環狀烷基、或具有 6 至 24 個芳族環原子之芳族環系統；

其先決條件為在每次出現時，基團  $R^{29}$ 、 $R^{30}$  和  $R^{31}$  中之至少一者不為 H，且在每次出現時基團  $R^{29}$ 、 $R^{30}$  和  $R^{31}$  中之至少一者為或含有具有至少 6 個芳族環原子之芳族環系統；

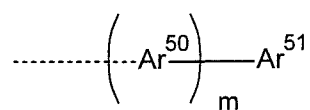
- 選自以下列通式 (RS-d) 表示之芳族環系統



其中

$R^{40}$  至  $R^{44}$  在每次出現時係相同或不同地選自 H、具有 1 至 10 個碳原子之直鏈烷基、或具有 3 至 10 個碳原子之支鏈或環狀烷基，其中上述基團可各自經一或多個基團  $R^{32}$  取代、或具有 6 至 30 個芳族環原子之芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團  $R^{32}$  取代，且其中基團  $R^{40}$  至  $R^{44}$  中之二或更多者可連接以形成(多)環狀烷基或芳族環系統，彼等各自可經一或多個如上定義之  $R^{32}$  基團取代。

- 選自式 (RS-e) 之基團，



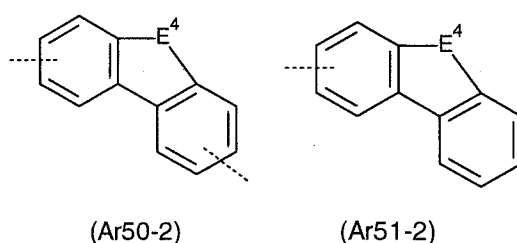
式 (RS-e)

其中式 (RS-e) 中之虛線鍵指示至螢光發光化合物之鍵結，其中  $Ar^{50}$ 、 $Ar^{51}$  在每次出現時相同或不同地代表具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團 R 取代；及其中 m 為選自 1 至 10 的整數。

較佳地，式 (RS-e) 之基團中的標號 m 為選自 1 至 6，非常佳選自 1 至 4 的整數。

較佳地，其中  $\text{Ar}^{50}$ 、 $\text{Ar}^{51}$  在每次出現時相同或不同地代表具有 5 至 40 個 (較佳為 5 至 30 個，更佳為 6 至 18 個) 芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團  $\text{R}$  取代。更佳地， $\text{Ar}^{50}$ 、 $\text{Ar}^{51}$  係選自苯基、聯苯、聯三苯、聯四苯、萘、螺二萘、蒽、蔥、菲、伸聯三苯、丙二烯合萘 (丙二烯合萘 (fluoranthene))、二苯并呋喃、呔啶和二苯并噻吩，其在各情況下可經一或多個基團  $\text{R}$  取代。非常佳地，至少一個基團  $\text{Ar}^{50}$  或  $\text{Ar}^{51}$  為萘，其可經一或多個基團  $\text{R}$  取代。

更特別地，較佳地的是至少一個基團  $\text{Ar}^{50}$  代表式 (Ar50-2) 之基團及 / 或至少一個基團  $\text{Ar}^{51}$  代表式 (Ar51-2) 之基團，



其中

式 (Ar50-2) 中之虛線鍵指示至螢光發光化合物和至基團  $\text{Ar}^{50}$  或  $\text{Ar}^{51}$  的鍵結；及式 (Ar51-2) 中之虛線鍵指示至  $\text{Ar}^{50}$  的鍵結；

$\text{E}^4$  係選自  $-\text{C}(\text{R}^{0a})_2-$ 、 $-\text{Si}(\text{R}^{0a})_2-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$  或  $-\text{N}(\text{R}^{0a})-$ ，較佳為  $-\text{C}(\text{R}^{0a})_2$ ；

$\text{R}^{0a}$  在每次出現時相同或不同地代表  $\text{H}$ 、 $\text{D}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{CN}$ 、具有 1 至 40 個 (較佳為 1 至 20 個，更佳為 1 至 10 個)  $\text{C}$  原子之直

鏈烷基或具有3至40個(較佳為3至20個，更佳為3至10個)C原子之支鏈或環狀烷基，彼等各自可經一或多個基團R取代、具有5至60個(較佳為5至40個，更佳為5至30個，非常佳為5至18個)芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團R取代；其中二個相鄰的取代基R<sup>0a</sup>可形成單-或多環的脂族環系統或芳族環系統，其可經一或多個基團R取代，其具有與上述相同的意義；及

式(Ar50-2)和(Ar51-2)之基團可在各個自由位置經基團R取代，其具有與上述相同的意義。

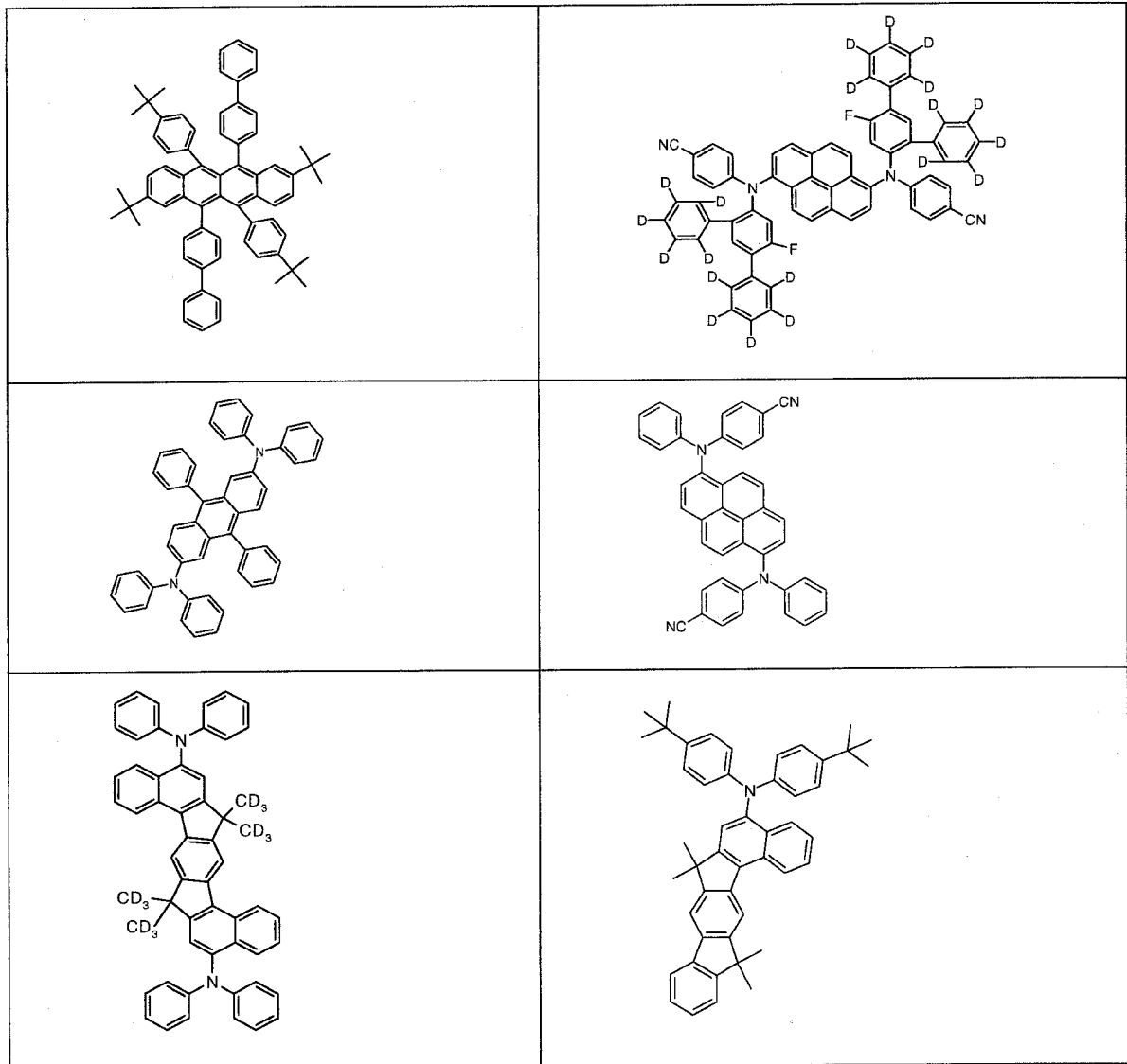
基團RS較佳位於其中RS替代R、R<sup>0</sup>或R'之位置。

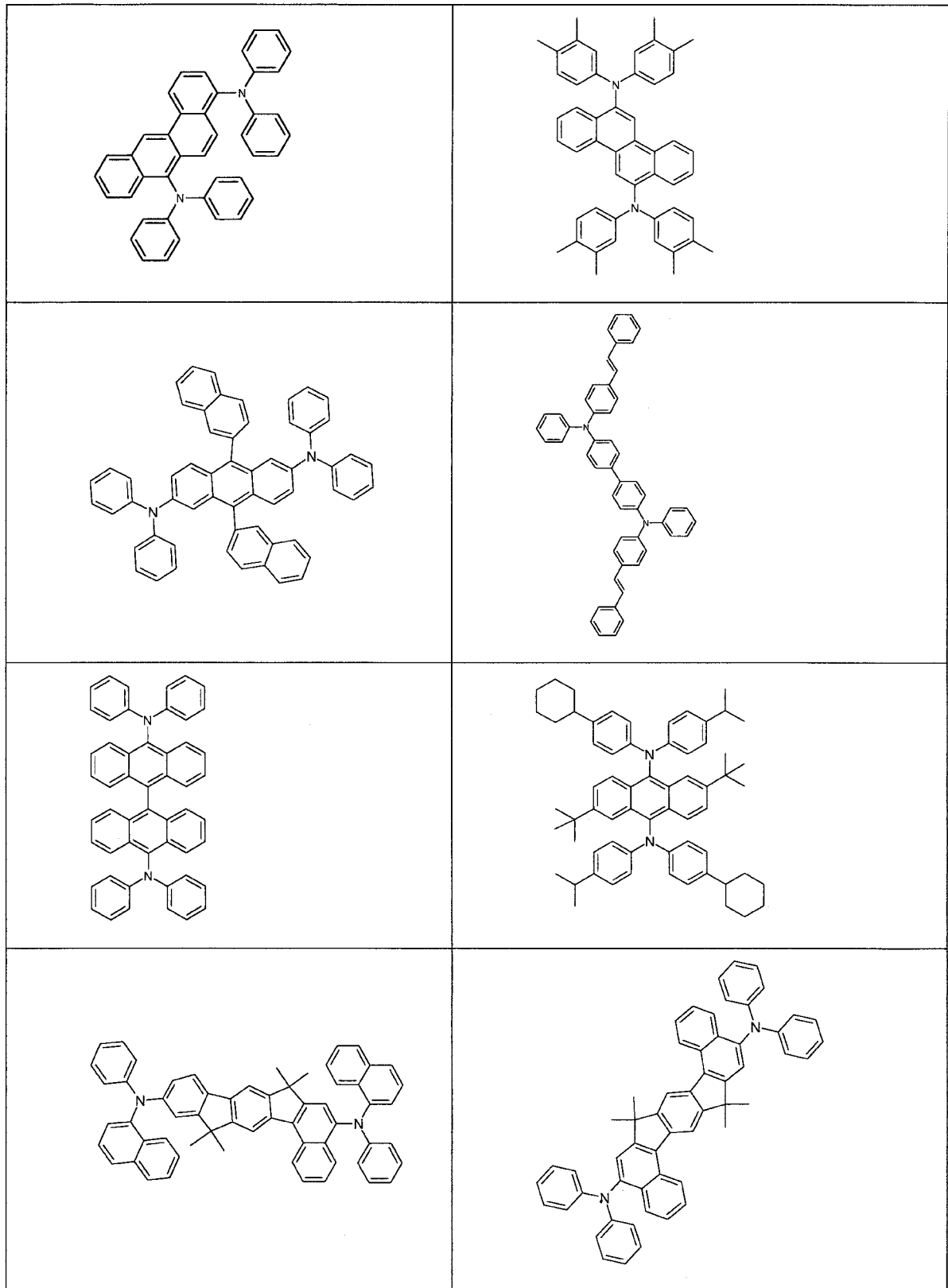
當化合物EA或發光化合物E1為螢光發光化合物時，適當螢光發光化合物之實例為芳族蔥胺、芳族蔥二胺、芳族芘胺、芳族芘二胺、芳族萸胺或芳族萸二胺。芳族蔥胺意指其中一個二芳胺基直接鍵結至蔥基(較佳在9位置)的化合物。芳族蔥二胺意指其中兩個二芳胺基直接鍵結至蔥基(較佳在9,10-位置)的化合物。芳族芘胺、芘二胺、萸胺及萸二胺係與其類似地定義，其中二芳胺基較佳地鍵結至芘之1-位置或1,6-位置。其他較佳發光化合物為橋聯三芳基胺，例如根據WO 2019/111971、WO2019/240251和WO 2020/067290。其他較佳發光化合物為茚并芘胺或茚并芘二胺(例如根據WO 2006/108497或WO 2006/122630)、苯并茚并芘胺或苯并茚并芘二胺(例如根據WO 2008/006449)、及二苯并茚并芘胺或二苯并茚并芘二胺(例如根據WO 2007/140847)、及WO 2010/012328中所揭示之含有縮合芳

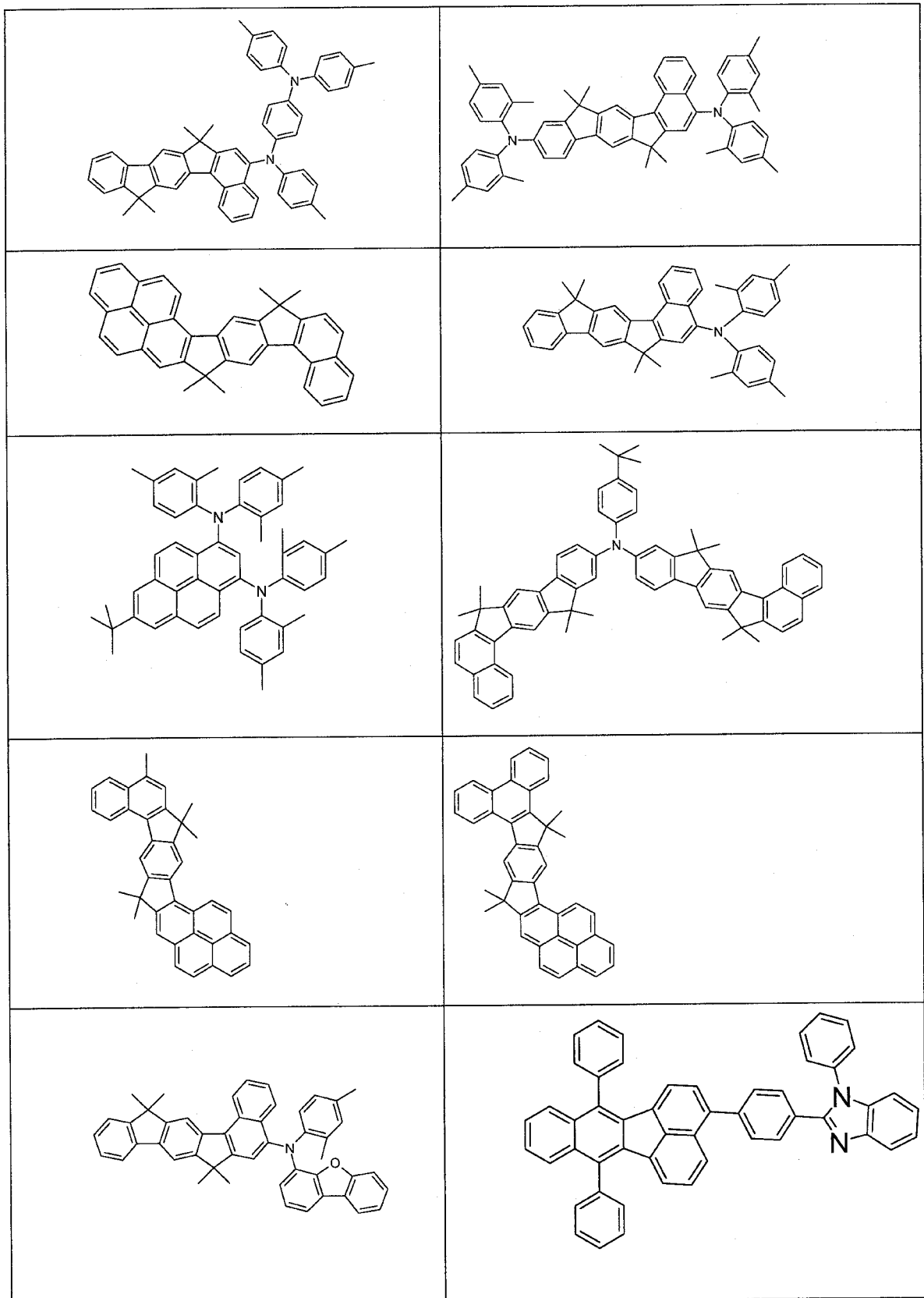
基之茛苳并萸衍生物。又其他較佳發光化合物為如 WO 2015/158409 中所揭示之苯并蔥衍生物、如 WO 2017/036573 中所揭示之蔥衍生物、如 WO 2016/150544 中之經由雜芳基連接的萸二聚物或如 WO 2017/028940 和 WO 2017/028941 中所揭示之啡啶衍生物。同樣較佳者為 WO 2012/048780 和 WO 2013/185871 中所揭示之芘芳基胺。同樣較佳者為 WO 2014/037077 中所揭示之苯并茛苳并萸胺、WO 2014/106522 中所揭示之苯并萸胺及 WO 2014/111269 或 WO 2017/036574、WO 2018/007421 中所揭示之茛苳并萸。較佳亦為如 WO 2018/095888、WO 2018/095940、WO 2019/076789、WO 2019/170572 以及未公開申請案 PCT/EP2019/072697、PCT/EP2019/072670 和 PCT/EP2019/072662 中所揭示之包含二苯并呔喃或茛苳并二苯并呔喃部分之發光化合物。同樣較佳者為例如 WO 2015/102118、CN108409769、CN107266484、WO2017195669、US2018069182 中以及未公開申請案 EP 19168728.4、EP 19199326.0 和 EP 19208643.7 中所揭示之硼衍生物。非常適合的螢光發光化合物為 WO 2018/007421 中所揭示之茛苳并萸衍生物和 WO 2019/076789 中所揭示之二苯并呔喃衍生物。

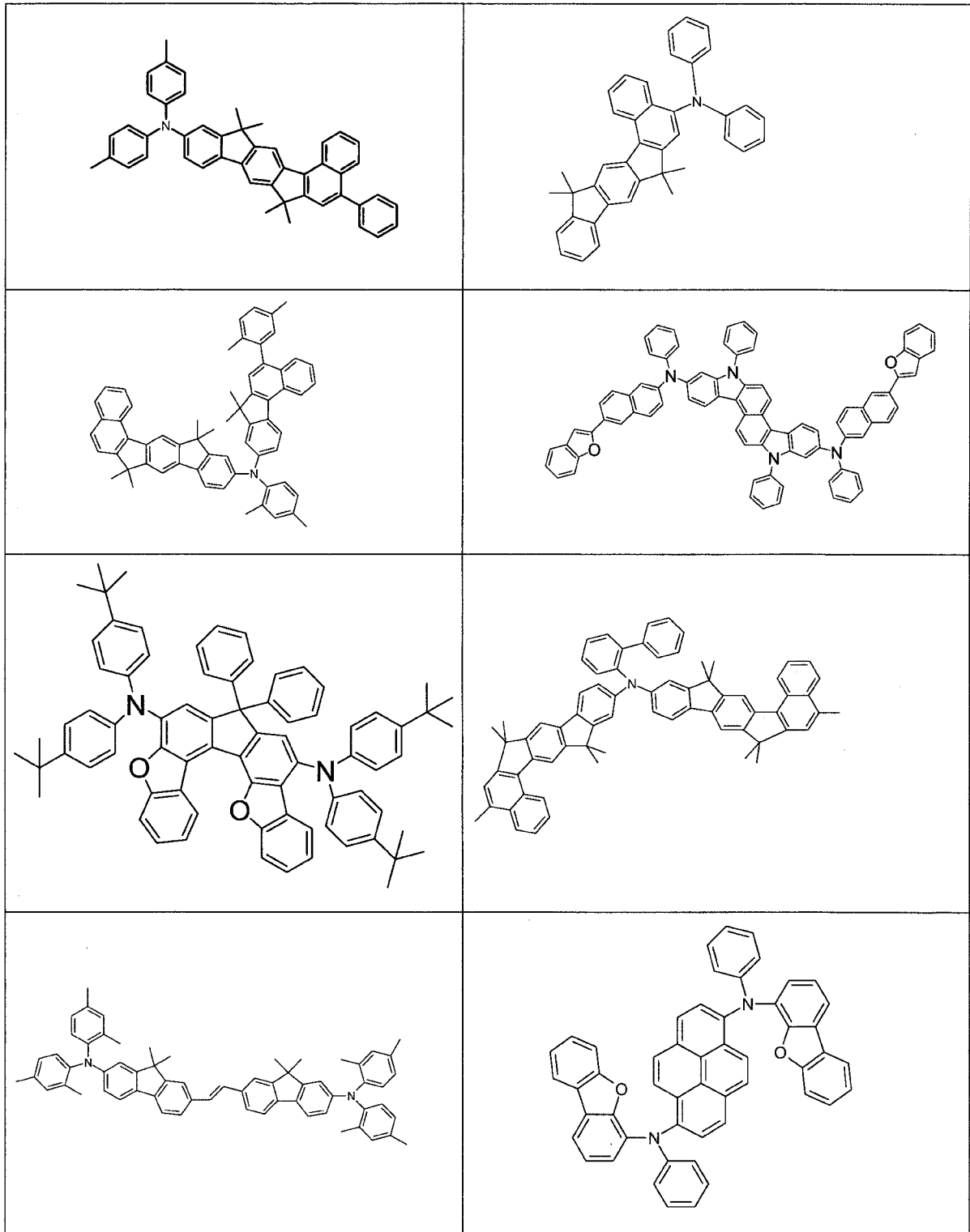
當化合物 EA 或發光化合物 E1 為螢光發光化合物時，特別合適的螢光發光化合物之實例係描述於下表中：

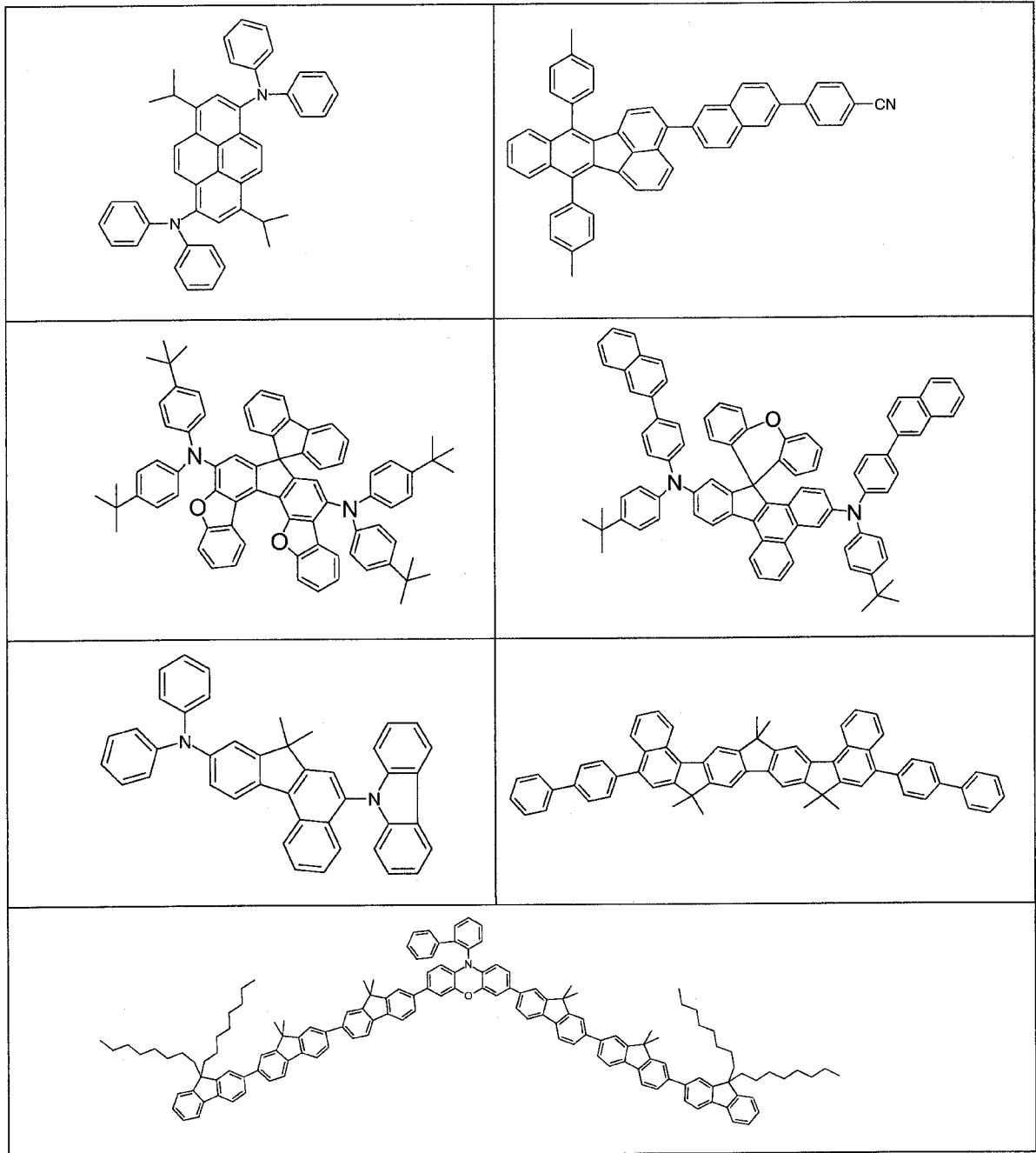


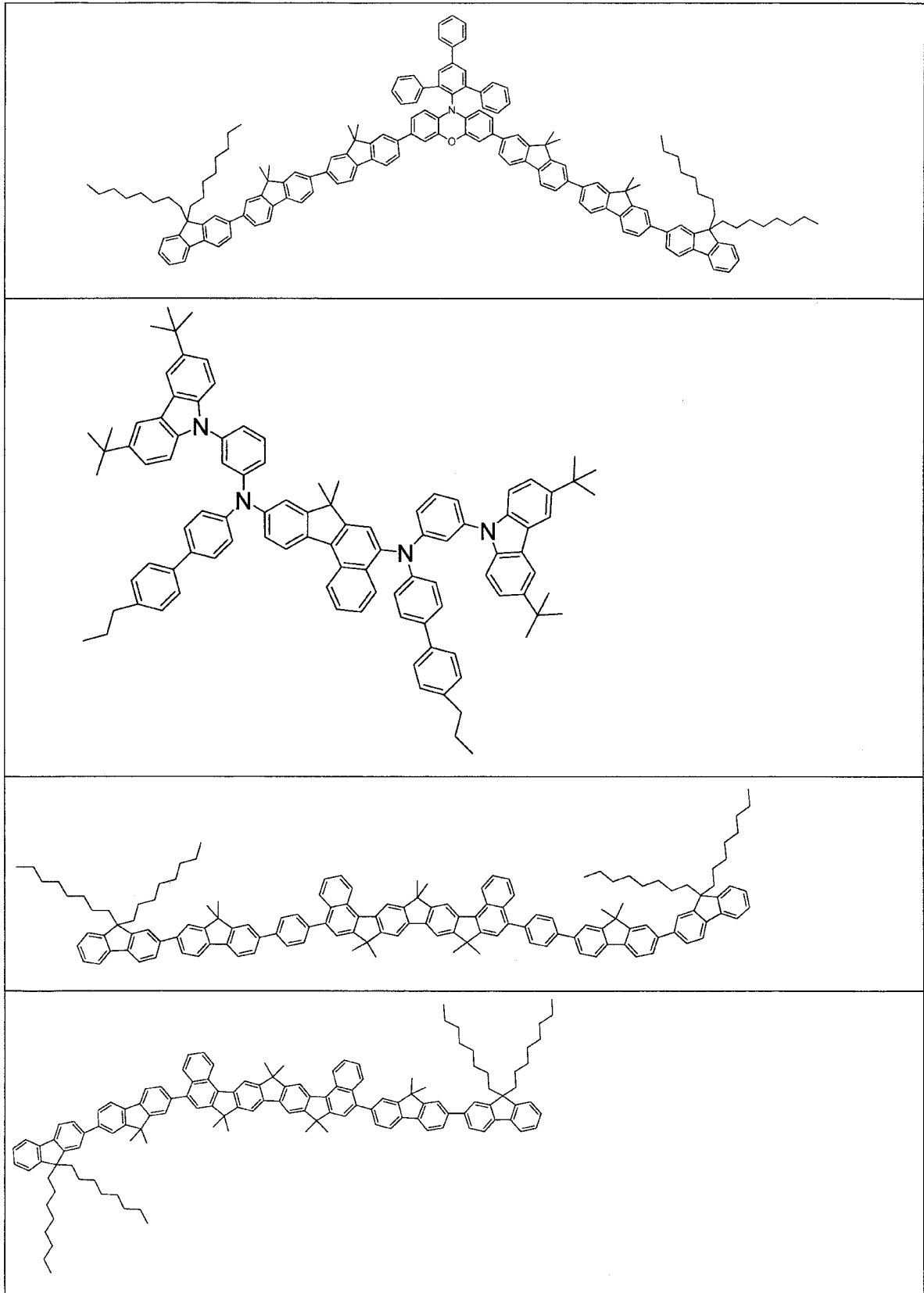


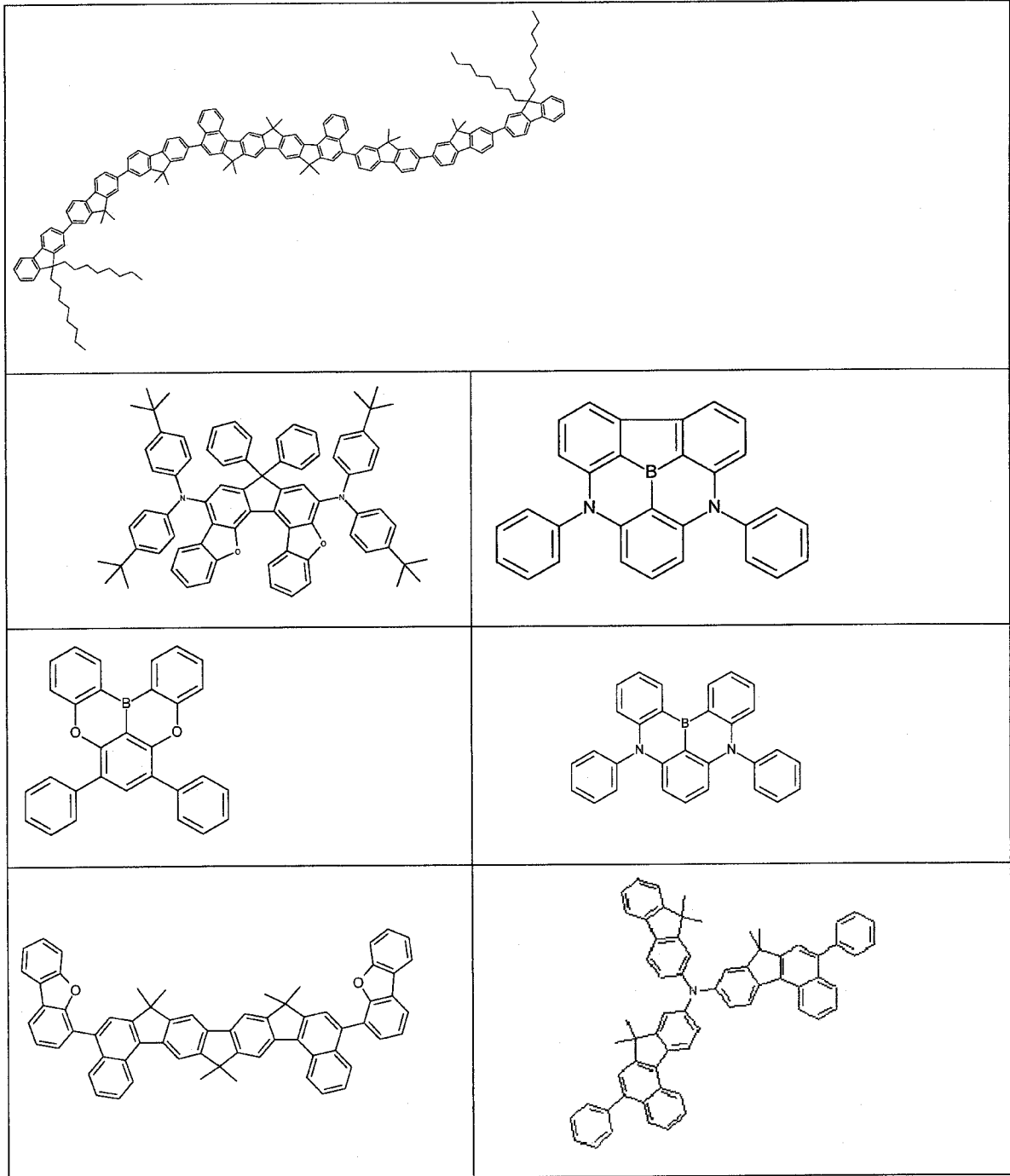


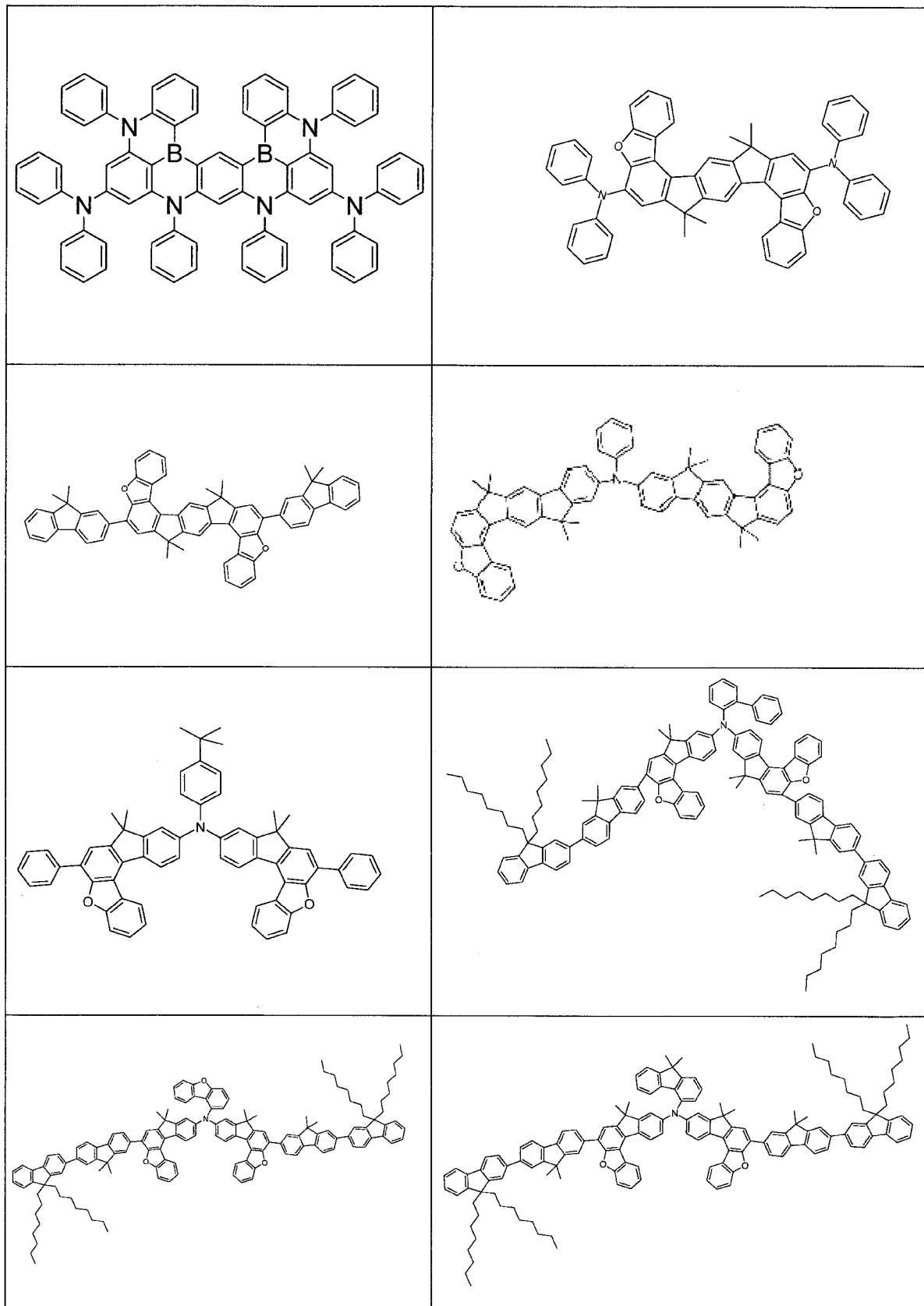




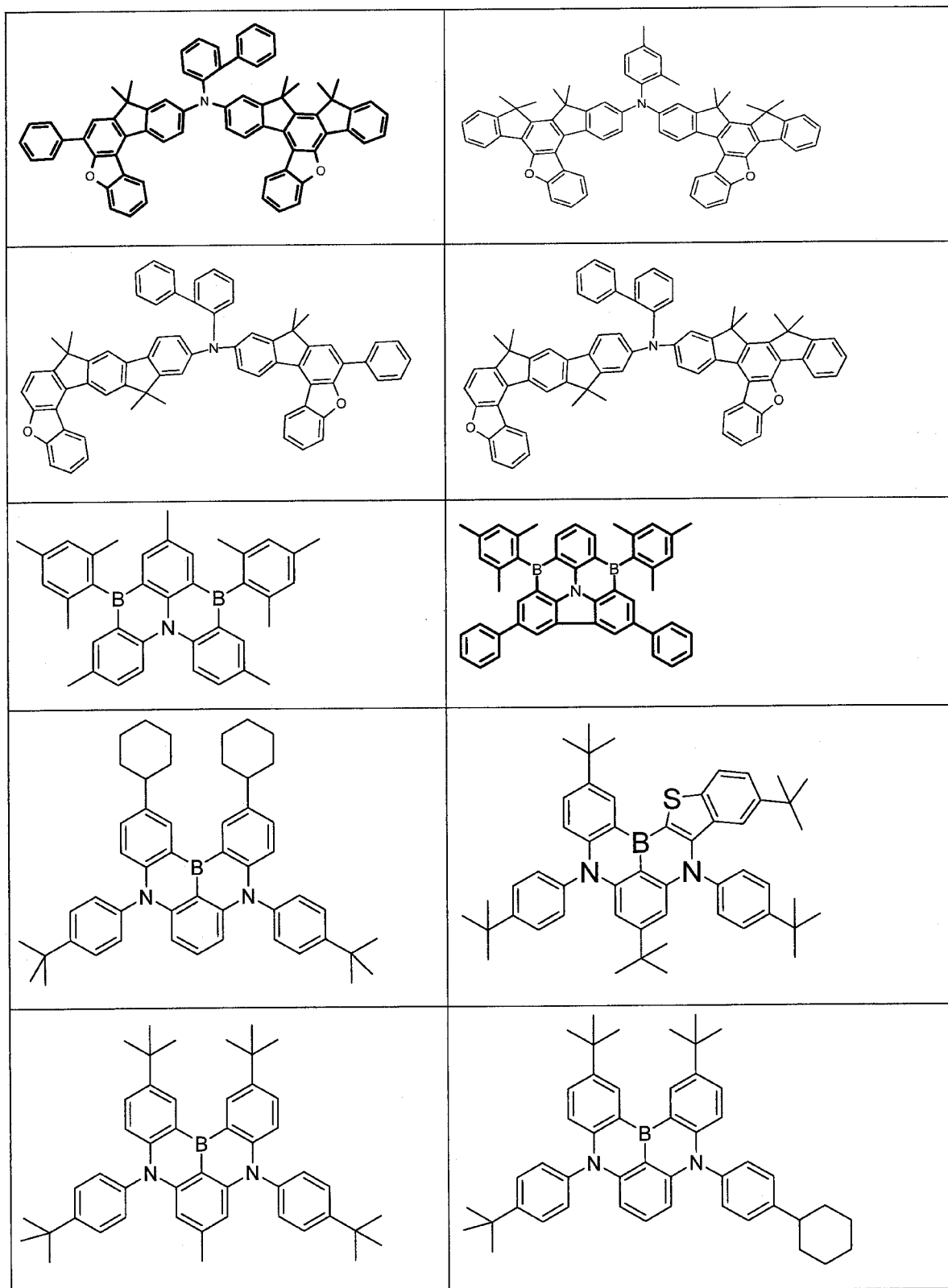


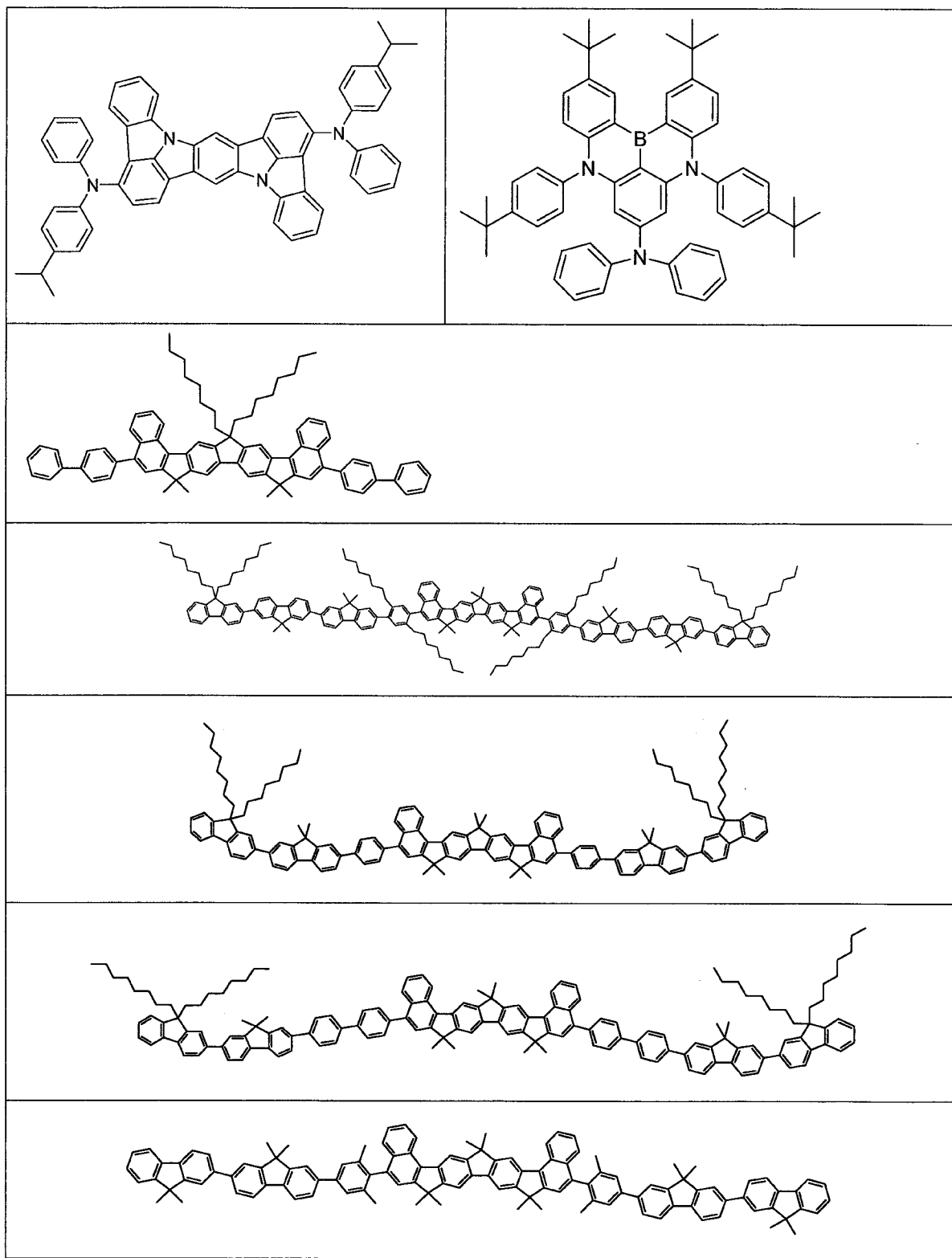


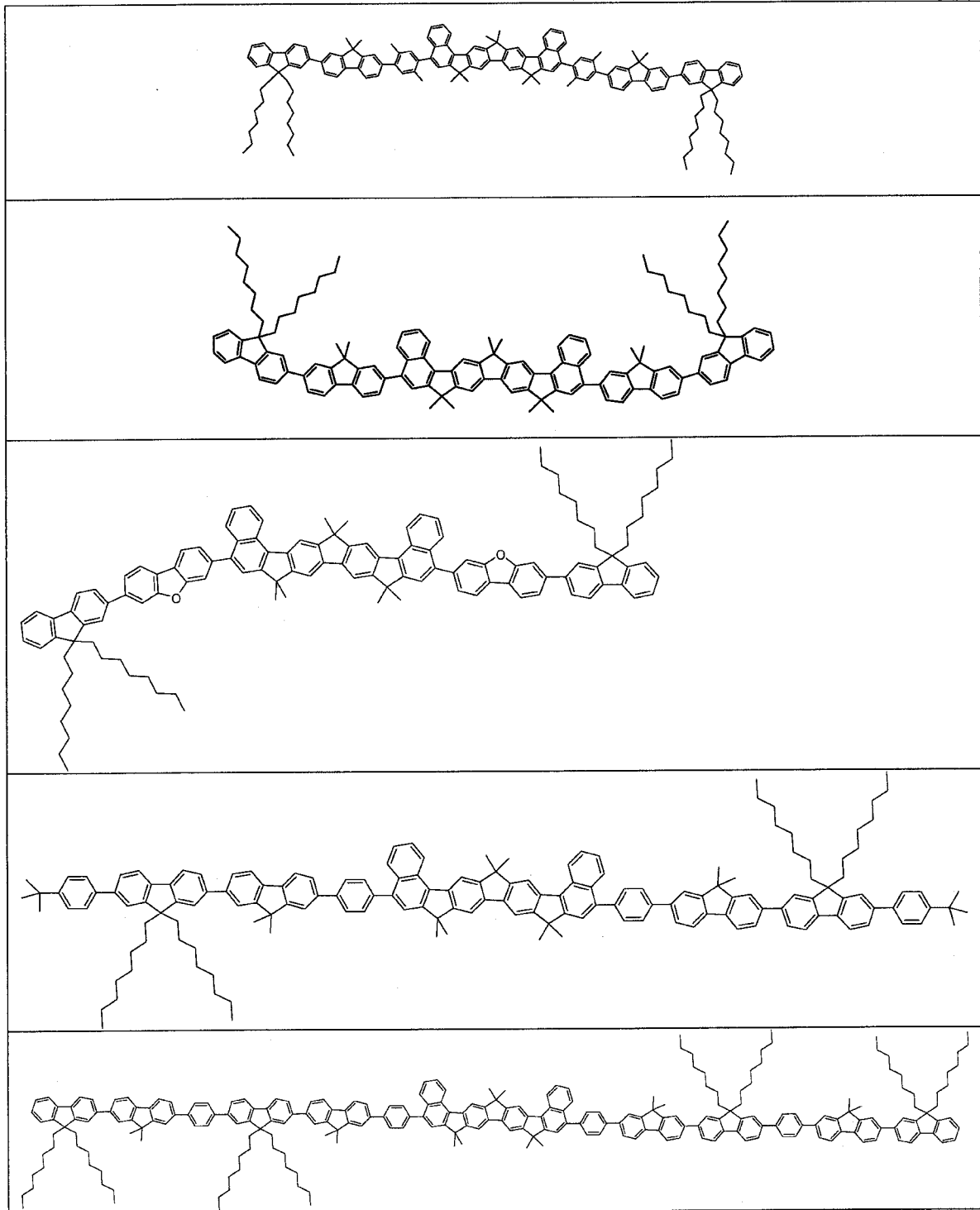


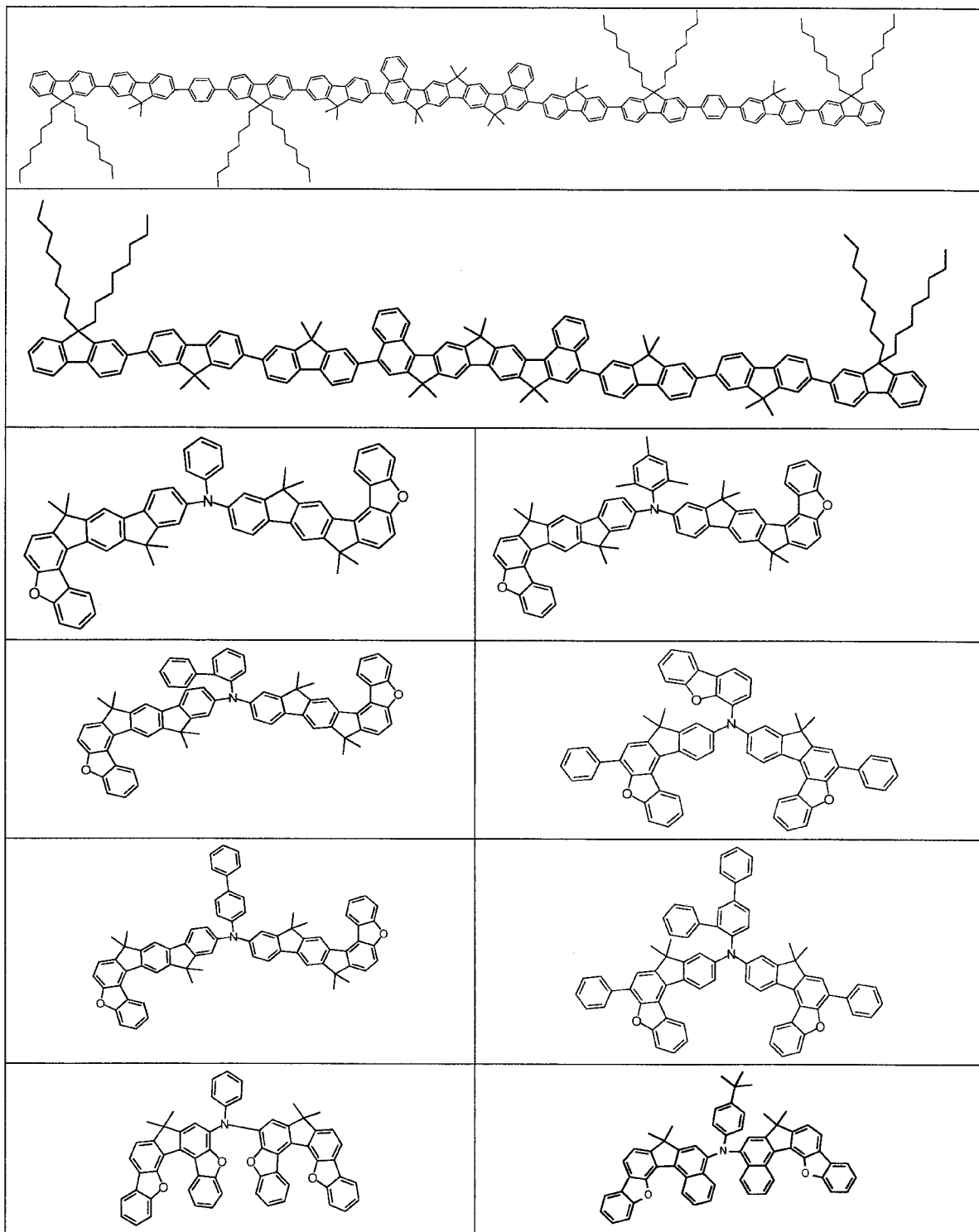


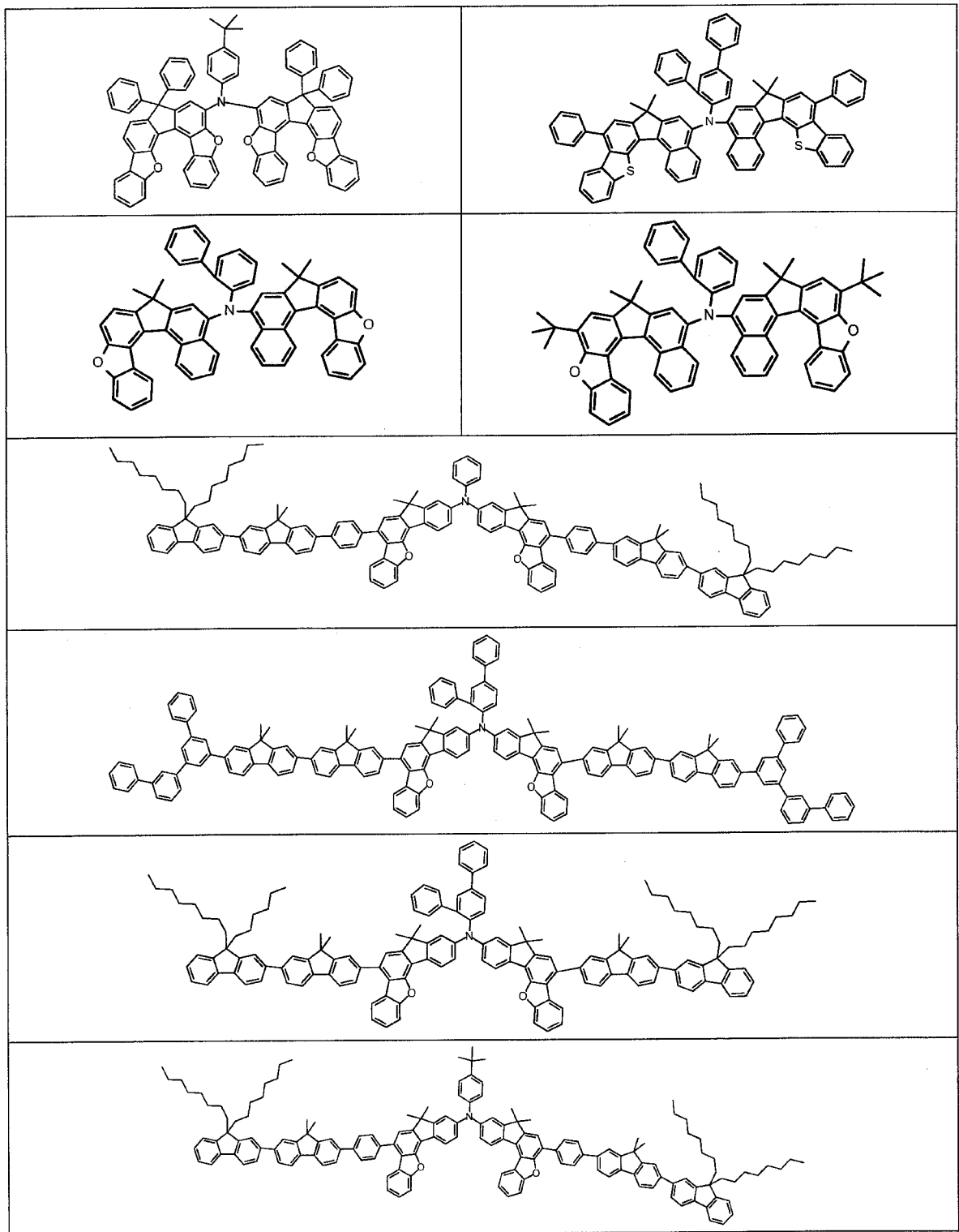


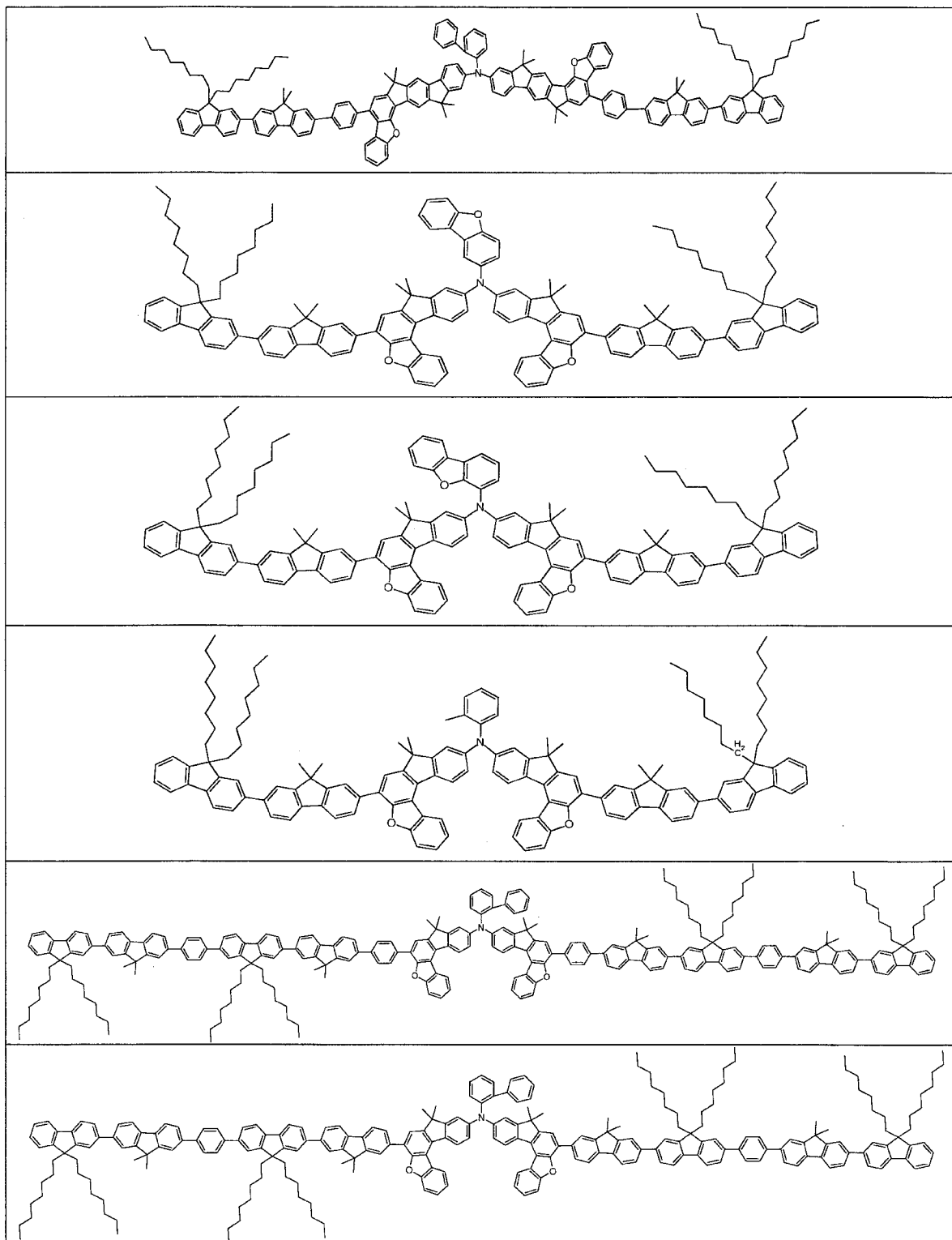


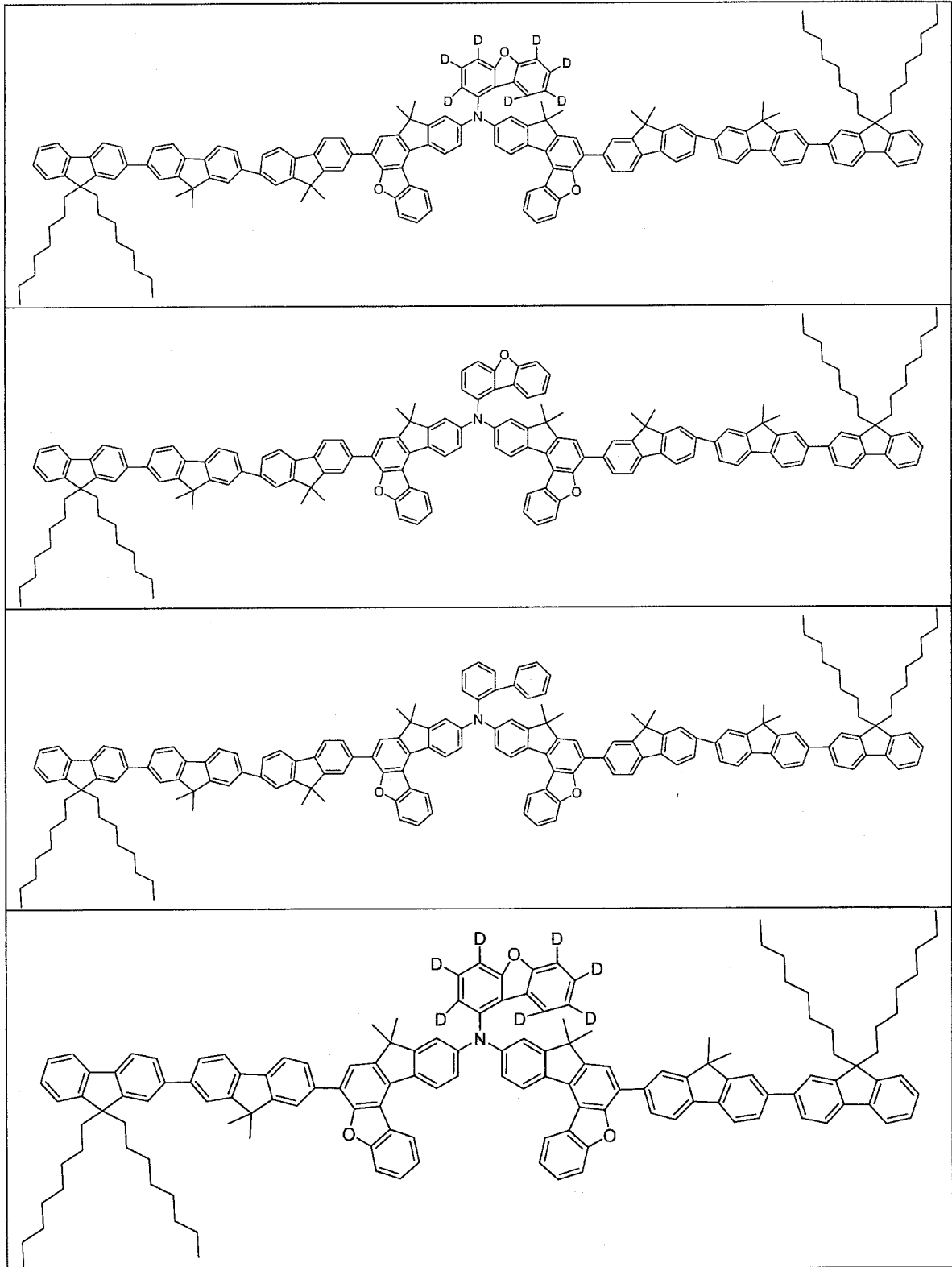


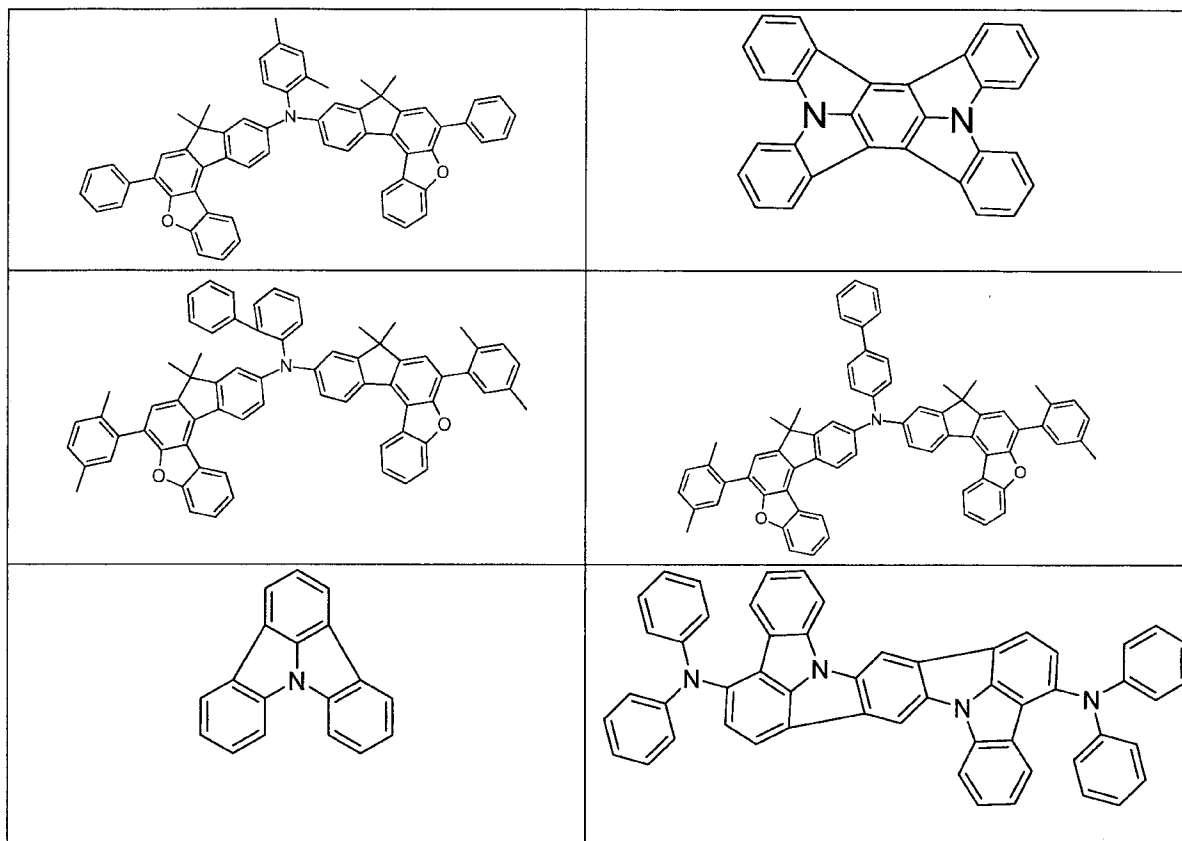












較佳地，發光層 EMLA、EMLB 和 EMLC 或 EML1、EML2 和 EML3 係從溶液方法獲得。

在 OLED 製造中用於沉積層的基於溶液之方法或基於調配物之方法非常具有成本效益的潛力。此外，相對而言，獲得的 OLED 的故障率通常較低。

為了從液相處理化合物(例如藉由塗布方法如旋轉塗布或藉由印刷方法)，需要組成物之調配物。為此目的需要可溶性化合物。高溶解度可透過化合物之適當取代而達成。調配物包含組成物之化合物和至少一種溶劑。此等調配物可為(例如)溶液、分散液或乳液。更佳地，此等調配物為溶液。為此目的較佳可為使用二或更多種溶劑之混合物。溶劑較佳地選自有機和無機溶劑，更佳地為有機溶



劑。溶劑非常較佳地係選自烴、醇、酯、醚、酮和胺。適當且較佳的溶劑為(例如)甲苯、苯甲醚、鄰-、間-或對-二甲苯、苯甲酸甲酯、對稱三甲苯、四氫萘、藜蘆醚、THF、甲基-THF、THP、氯苯、二噁烷、苯氧基甲苯(特別為3-苯氧基甲苯)、(-)-葑酮、1,2,3,5-四甲基苯、1,2,4,5-四甲基苯、1-甲基萘、1-乙基萘、癸基苯、苯基萘、異戊酸薄荷酯、異丁酸對甲苯基酯、己酸環己酯(cyclohexal hexanoate)、對甲苯甲酸乙酯、鄰甲苯甲酸乙酯、間甲苯甲酸乙酯、十氫萘、2-甲氧基苯甲酸乙酯、二丁基苯胺、二環己基酮、異山梨醇二甲基醚、十氫萘、2-甲基聯苯、辛酸乙酯、辛酸辛酯、癸二酸二乙酯、3,3-二甲基聯苯、1,4-二甲基萘、2,2'-二甲基聯苯、2-甲基苯并噻唑、2-苯氧基乙醇、2-吡咯啉酮、3-甲基苯甲醚、4-甲基苯甲醚、3,4-二甲基苯甲醚、3,5-二甲基苯甲醚、苯乙酮、 $\alpha$ -萜品醇、苯并噻唑、苯甲酸丁酯、異丙苯、環己醇、環己酮、環己基苯、十氫萘、十二烷基苯、苯甲酸乙酯、茛烷、NMP、對-異丙基甲苯、苯基乙基醚、1,4-二異丙基苯、二苯甲基醚、二乙二醇丁基甲基醚、三乙二醇丁基甲基醚、二乙二醇二丁基醚、三乙二醇二甲基醚、二乙二醇單丁基醚、三丙二醇二甲基醚、四乙二醇二甲基醚、2-異丙基萘、戊基苯、己基苯、庚基苯、辛基苯、1,1-雙(3,4-二甲基苯基)乙烷或此等溶劑之混合物。

調配物中有機溶劑的比例基於調配物的總重量較佳為至少60重量%，較佳為至少70重量%和更佳為至少80重量

%。

調配物(更佳為溶液)可用於在基板上或在施加至基板的層之一者上形成包含至少一種化合物的功能層，以製造電致發光裝置。

因此，本發明的又另一目的為一種製造根據本發明之電致發光裝置之方法，其中至少一層係得自溶液方法。較佳地，將溶液施加於基板或另一層並接著乾燥。

根據一較佳實施態樣，製造根據本發明之電致發光裝置之方法特徵在於該方法包含下列步驟：

a)將包含化合物A的溶液施加在基板上，或另一層上，以形成第一次像素的發光層EMLA；

b)將包含化合物B的溶液施加在基板上，或另一層上，以形成第二次像素的發光層EMLB；

c)乾燥步驟a)中沉積的層以移除溶劑；

d)乾燥步驟b)中沉積的層以移除溶劑；

而步驟a)和b)可相繼進行或同時進行；及

步驟c)和d)可相繼進行或同時進行。

根據另一較佳實施態樣，製造根據本發明之電致發光裝置之方法特徵在於該方法包含下列步驟：

a)將包含發光化合物E1和主體化合物H1的溶液施加在基板上，或另一層上，以形成第一次像素的發光層EML1；

b)將包含發光化合物E2和主體化合物H2的溶液施加在基板上，或另一層上，以形成第二次像素的發光層

EML2：

- c)乾燥步驟 a)中沉積的層以移除溶劑；
  - d)乾燥步驟 b)中沉積的層以移除溶劑；
- 而步驟 a)和 b)可相繼進行或同時進行；及  
步驟 c)和 d)可相繼進行或同時進行。

較佳地，如上述方法的步驟 c)和 d)中提及之層的乾燥為真空乾燥，較佳地接著層的退火。真空乾燥在此較佳可在從  $10^{-7}$  毫巴至 1 巴之範圍，特佳在從  $10^{-6}$  毫巴至 1 巴之範圍的壓力下進行。更佳地，真空乾燥步驟接著層的熱退火。層的熱退火較佳在從  $120^{\circ}\text{C}$  至  $180^{\circ}\text{C}$  (較佳從  $130^{\circ}\text{C}$  至  $170^{\circ}\text{C}$ ，更佳為  $140^{\circ}\text{C}$  至  $160^{\circ}\text{C}$ ) 的溫度下進行。

如步驟 a)和 b)中所述，將溶液施加在基板上，或另一層上較佳係經由塗布方法或印刷方法進行。更佳地，如步驟 a)和 b)中所述，將溶液施加在基板上，或另一層上係藉由選自旋轉塗布、泛塗 (flood coating)、浸塗、噴塗之塗布方法或藉由選自噴墨印刷、LITI(光誘導熱成像、熱轉移印刷)、網版印刷、凸版印刷、凹版印刷、旋轉印刷、輥塗、莢乾印刷、平版印刷、噴嘴印刷或電動流體動力之印刷方法在基板或施加至該基板的層中之一者上進行。該等層較佳藉由噴墨印刷製造。

根據一較佳實施態樣，根據本發明之電致發光裝置中的次像素係以並排幾何形狀橫向分離。更佳地，次像素係以疏水性觸排結構 (bank structure) 之並排幾何形狀橫向分離。

較佳地，第一次像素包含發光層 EML1，其包含具有發射最大波長  $\lambda_1$  之發光化合物 E1 和包含發光層 EML2 之第二次像素，其包含具有發射最大波長  $\lambda_2$  之發光化合物 E2，其中  $\lambda_1 < \lambda_2$ 。

較佳的是發光化合物 E1 為藍色螢光發光化合物，其較佳具有從 430 至 480 nm 之發射波長  $\lambda_1$ 。

根據一較佳實施態樣，電致發光裝置包含：包含發光層 EML3 之第三次像素，該發光層 EML3 包含具有發射最大波長  $\lambda_3$  之發光化合物 E3，其中：

1)  $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ；或

2)  $\lambda_1 < \lambda_3 < \lambda_2$ 。

較佳地，EML2 中之發光化合物 E2 為磷光發光化合物。更佳地，EML2 中之發光化合物 E2 為綠色磷光發光化合物，其較佳具有從 500 至 560 nm 之發射波長  $\lambda_2$ 。

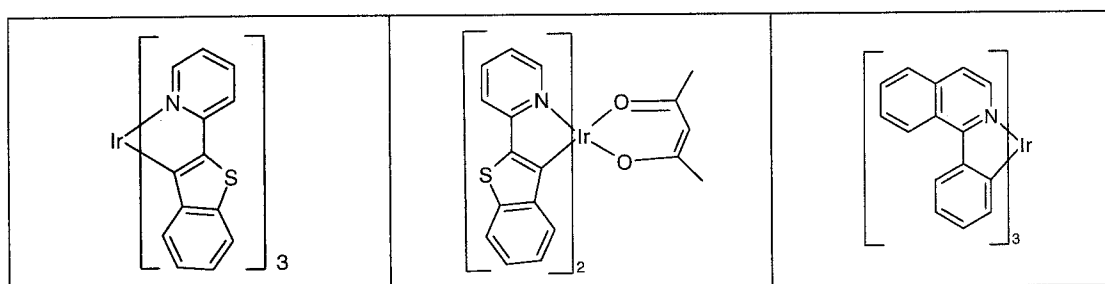
較佳地，EML3 中之發光化合物 E3 為磷光發光化合物。更佳地，EML3 中之發光化合物 E3 為橙/紅色磷光發光化合物，其較佳具有從 560 至 650 nm 之發射波長  $\lambda_3$ 。

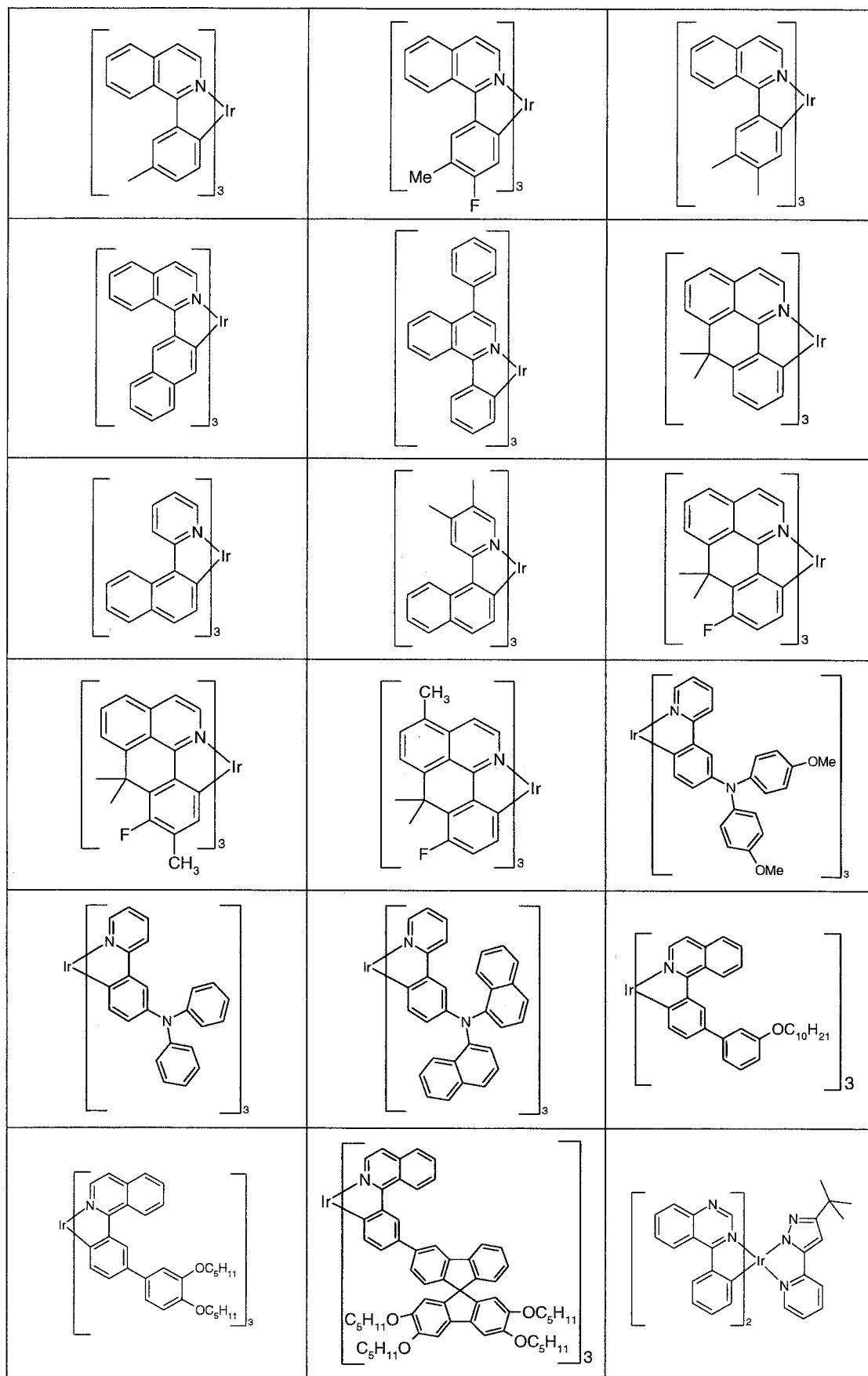
術語"磷光發光化合物"通常包含其中發光係透過自旋禁止躍遷 (spin-forbidden transition) (例如從激發三重態或具有較高自旋量子數的狀態 (例如五重態) 躍遷) 進行之化合物。

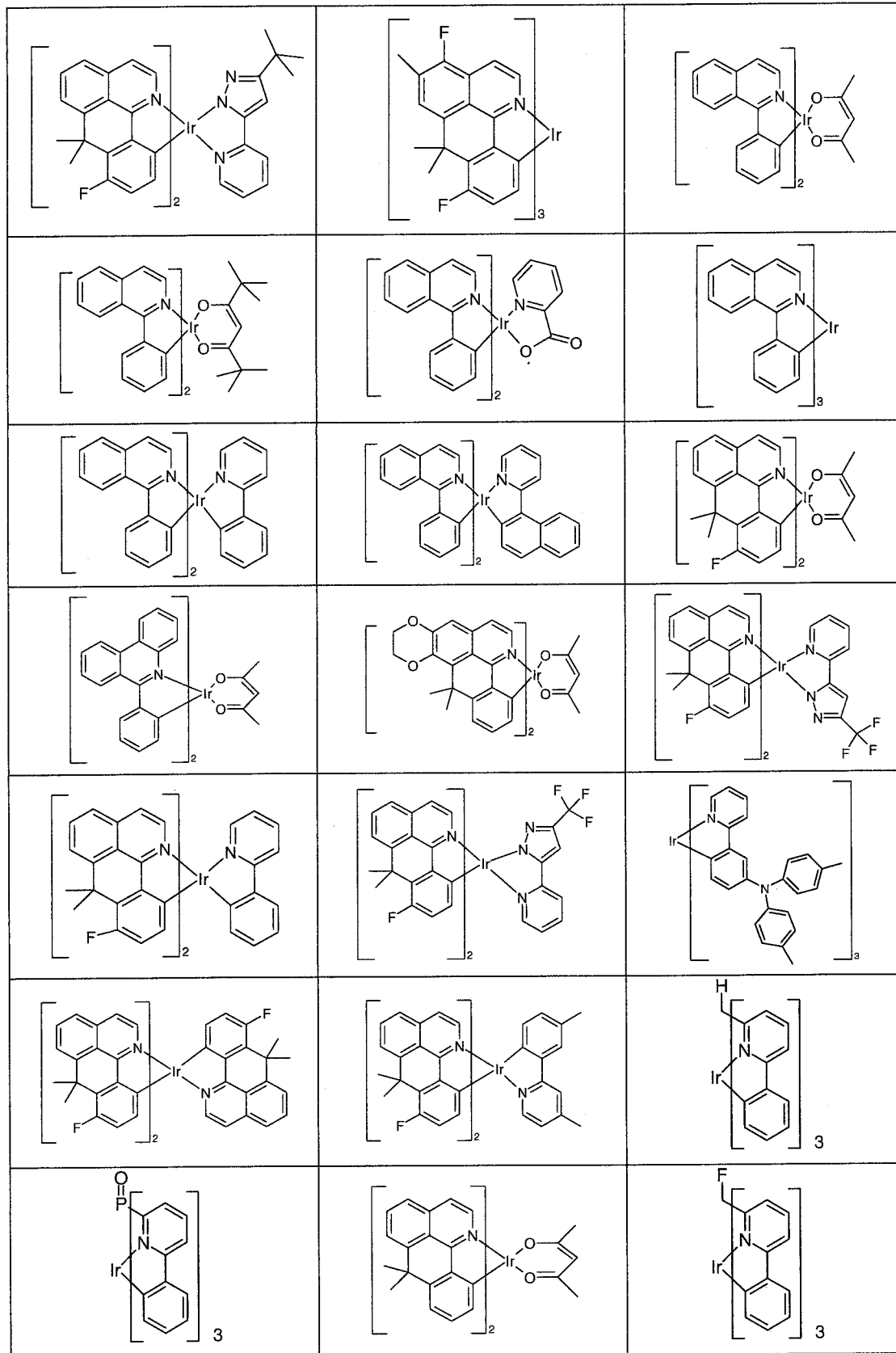
適當磷光發光化合物 (= 三重態發光化合物) 尤其是在適當地激發時發光 (較佳在可見光區) 且亦含有至少一種原子序大於 20 (較佳為大於 38 且小於 84，更佳為大於 56 且小

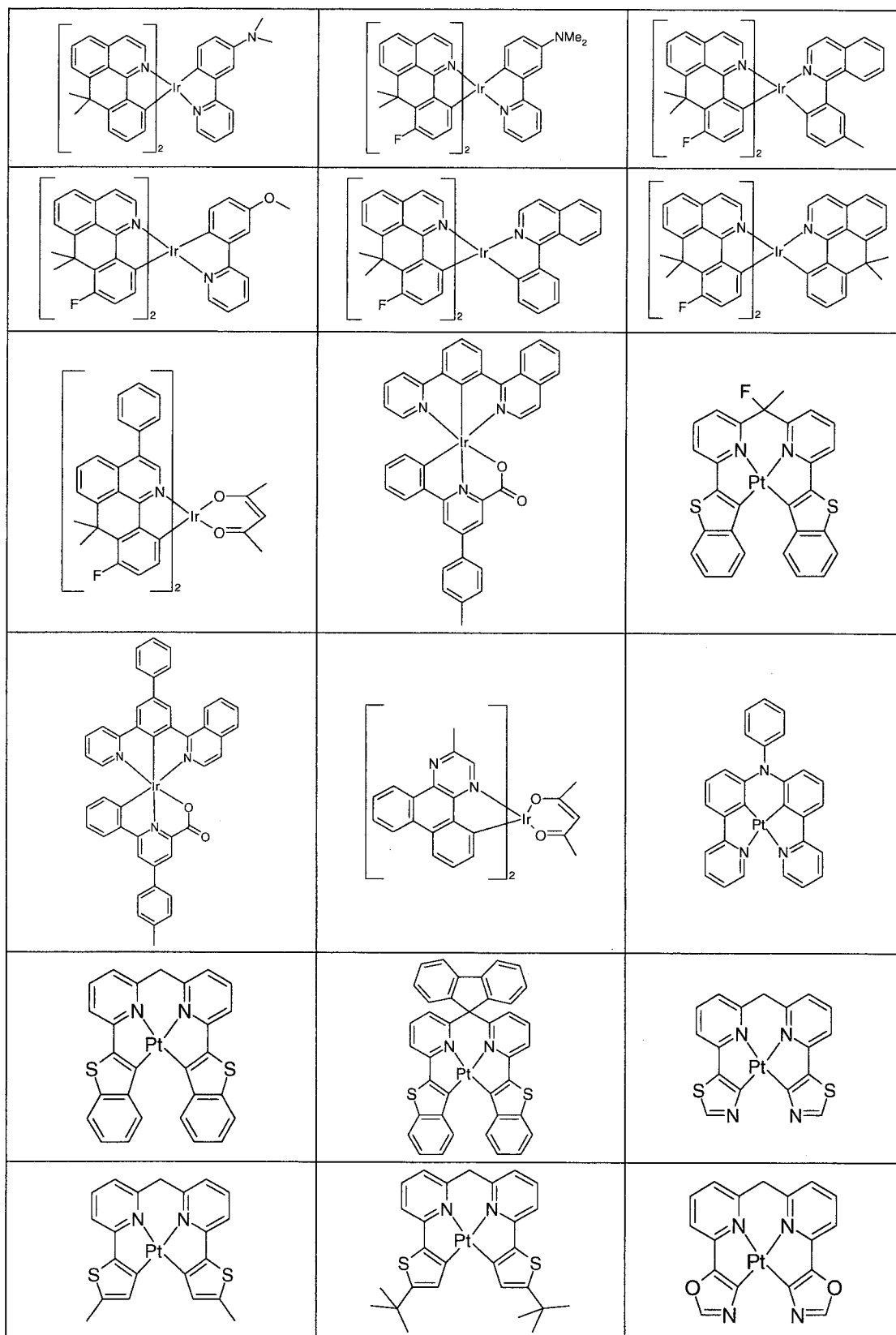
於 80) 的原子之化合物。較佳者為使用含有下列之化合物作為磷光發光化合物：銅、鋁、鎢、銻、鈦、鐵、銻、銻、鈮、鉑、銀、金或銻，尤其是含有銻、鉑或銅的化合物。在本發明的情況下，所有發光銻、鉑或銅錯合物被認為是磷光發光化合物。通常，如使用於根據先前技術之磷光 OLED 及如熟習有機電致發光裝置領域之技術者已知的所有磷光錯合物皆適合。熟習該項技術者也可能在沒有行使發明技術下將其他磷光錯合物與根據本申請案之化合物組合使用於有機電致發光裝置中。

適當磷光發光化合物的實例為下列化合物：

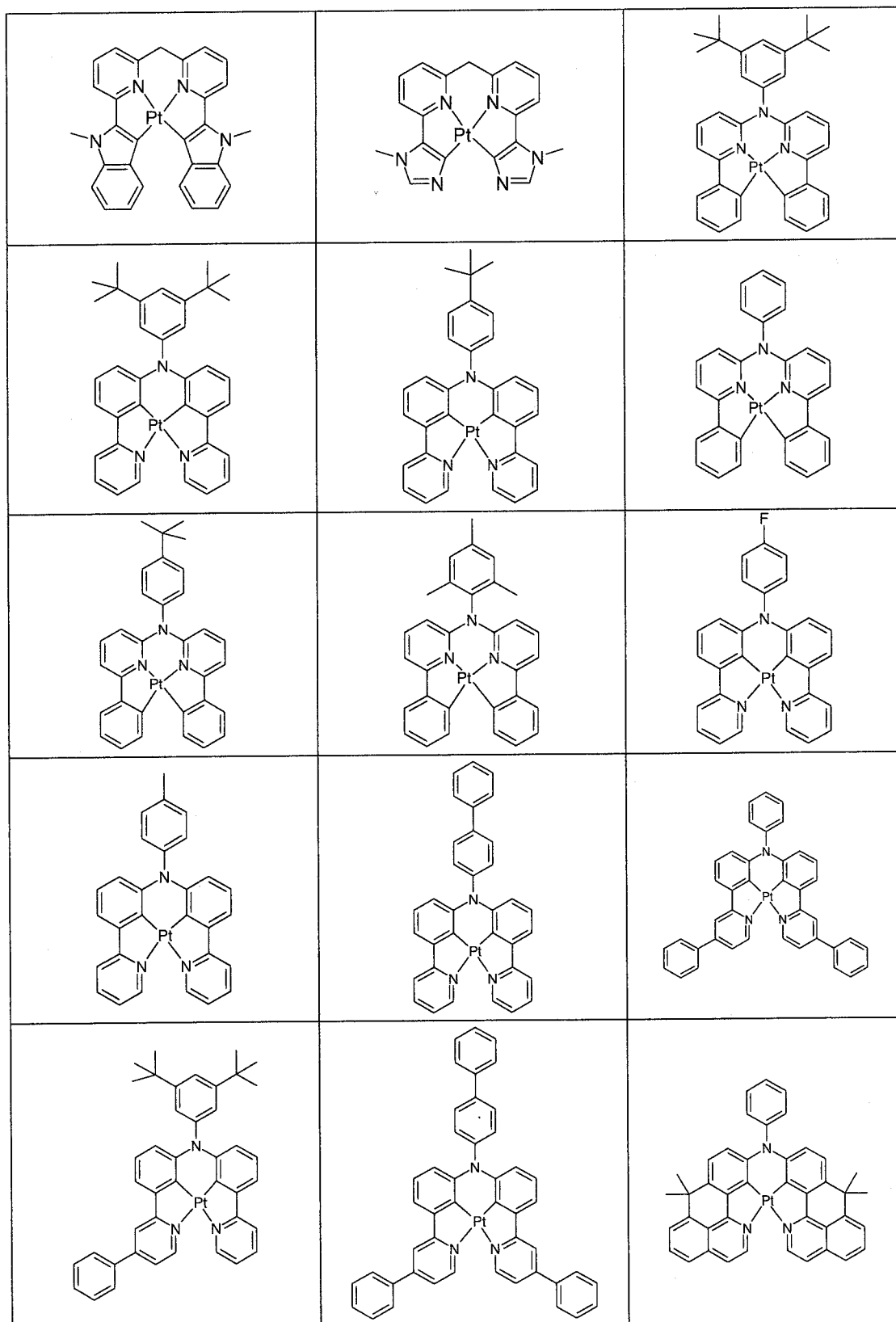


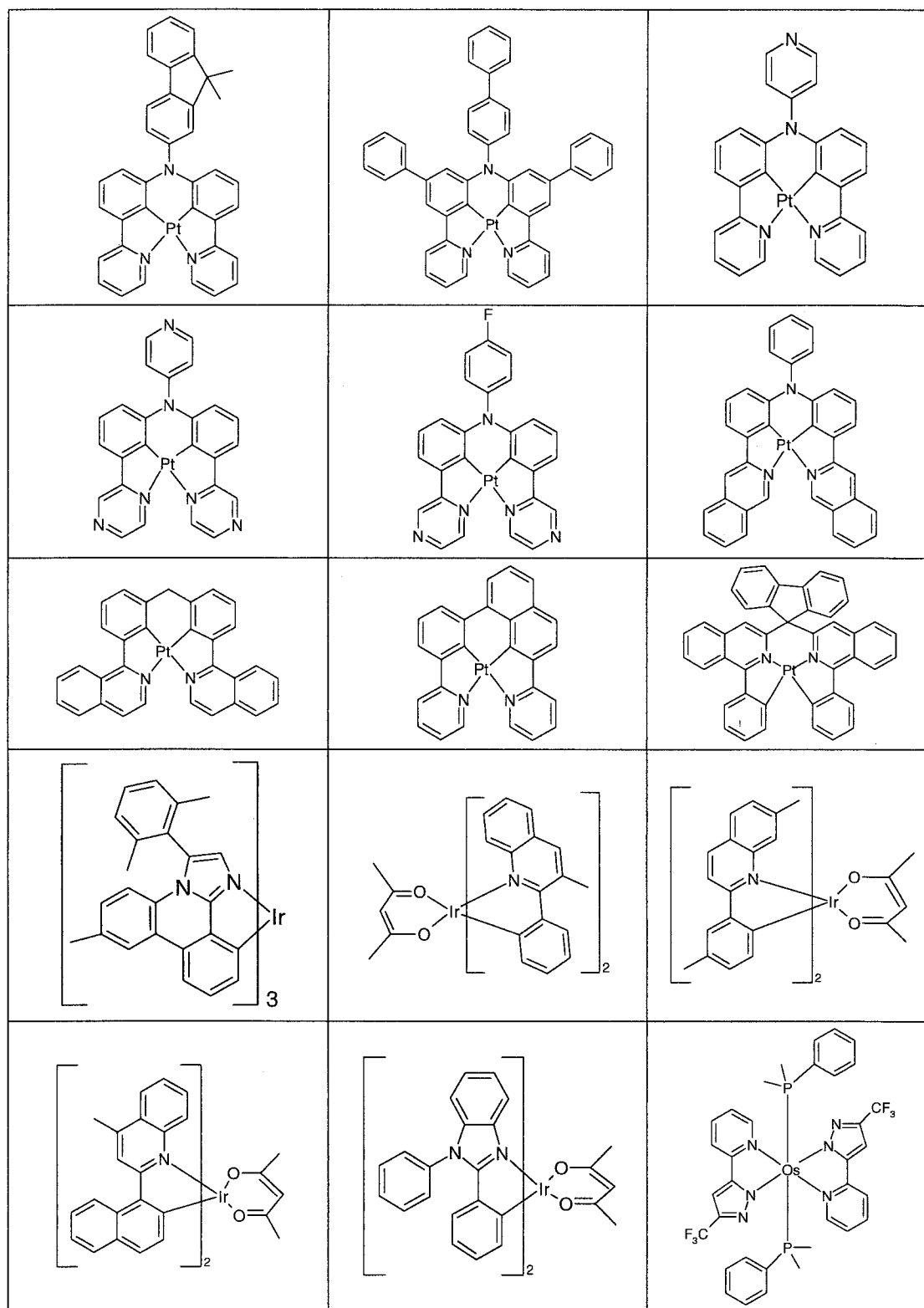


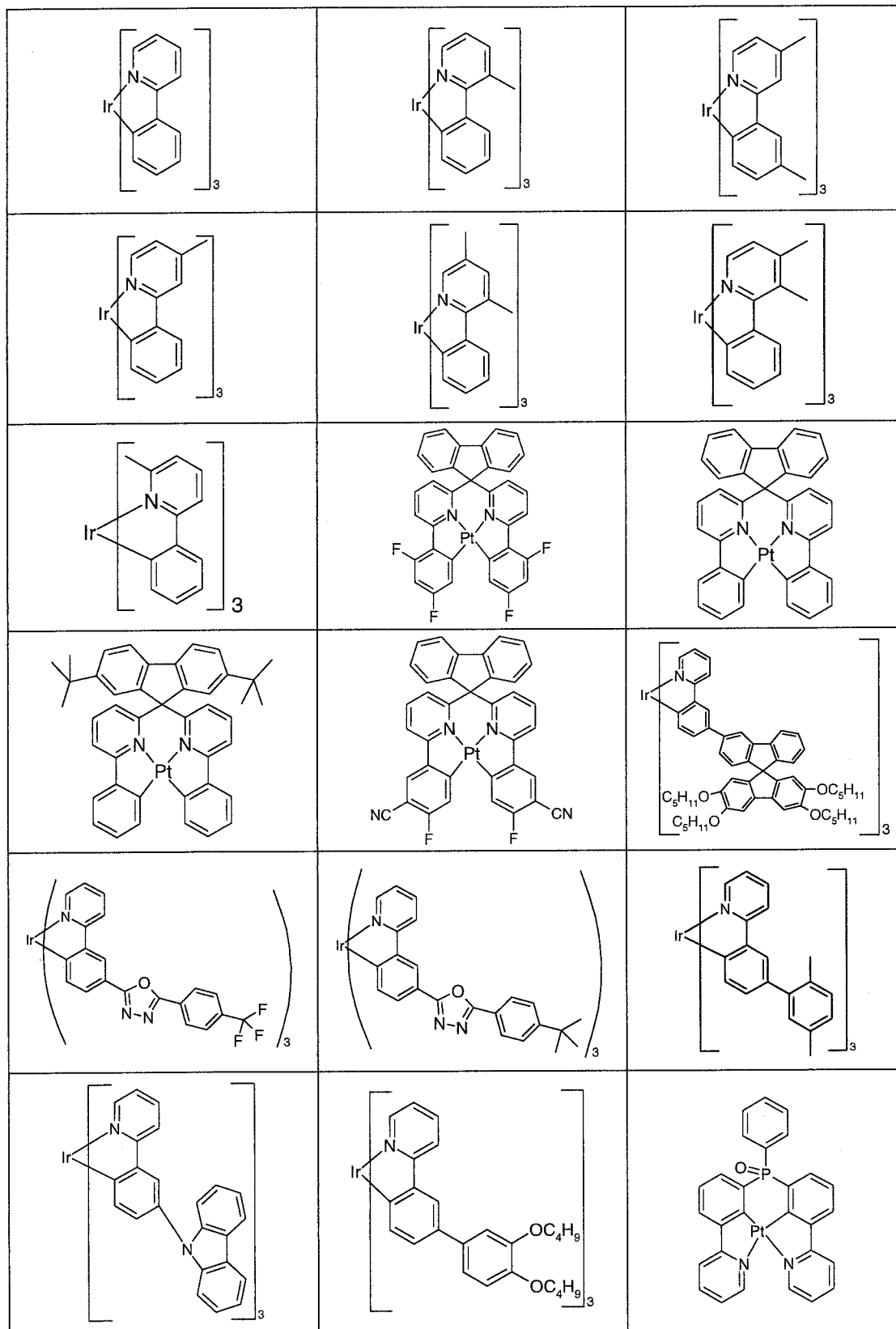


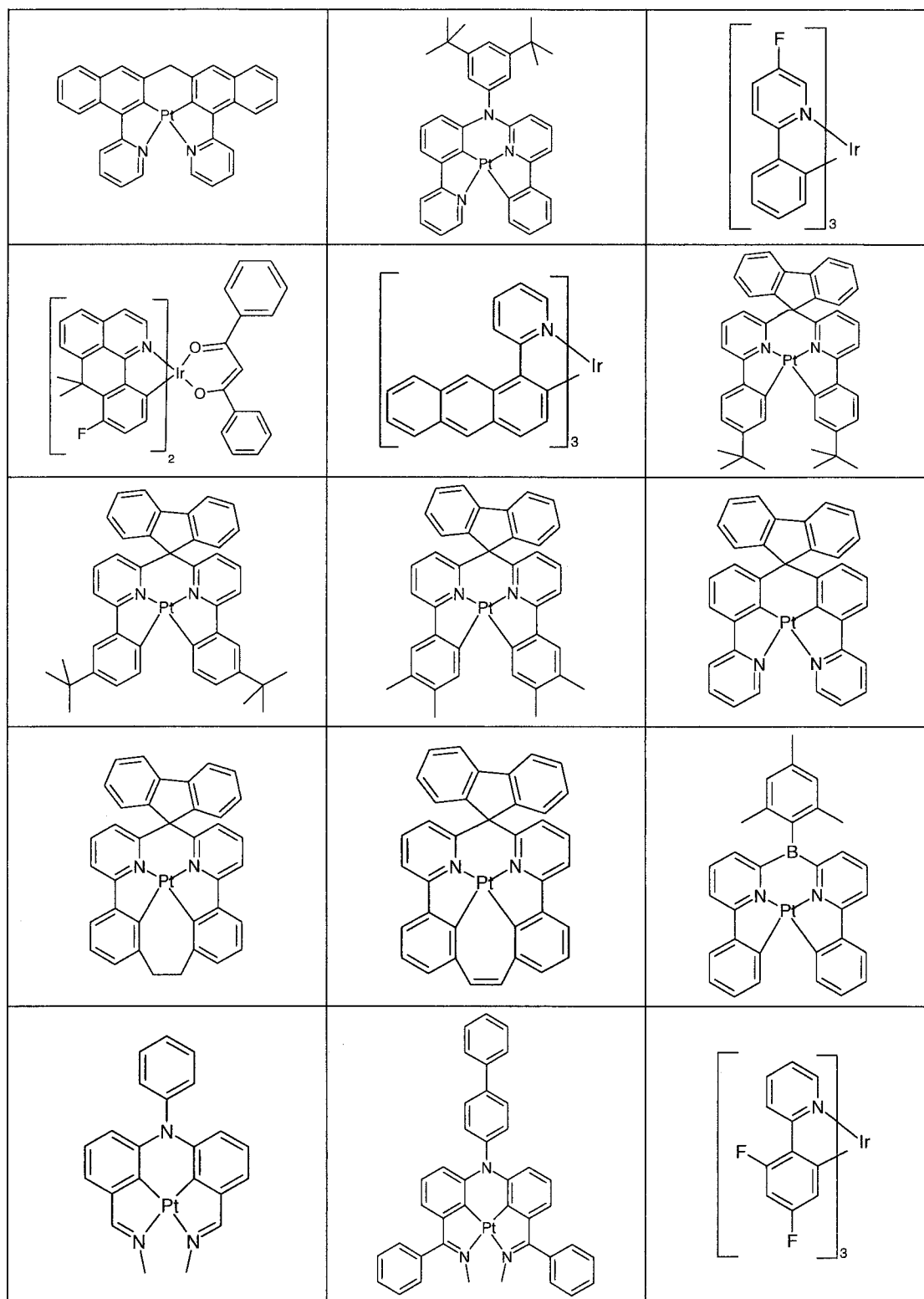


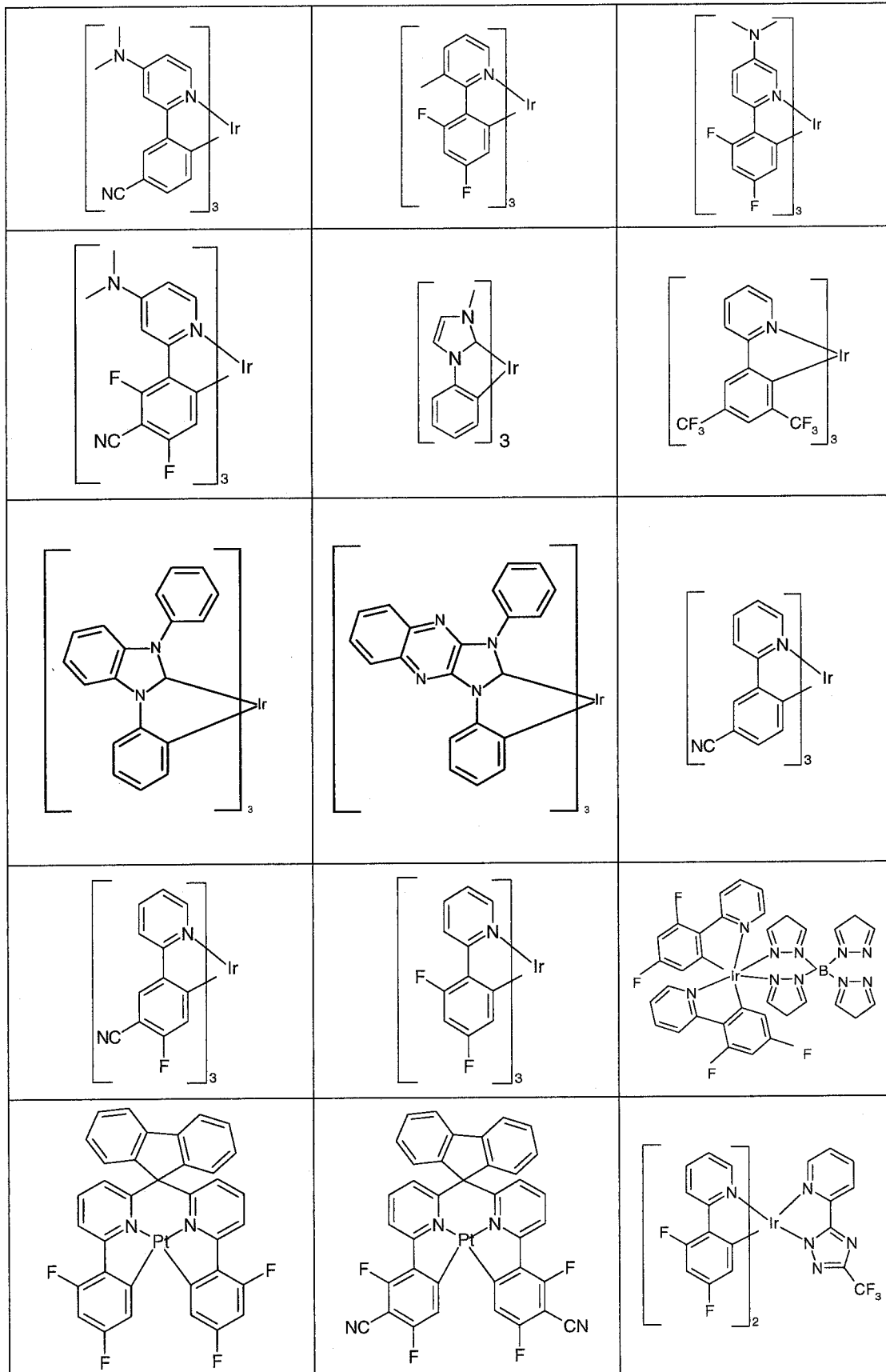


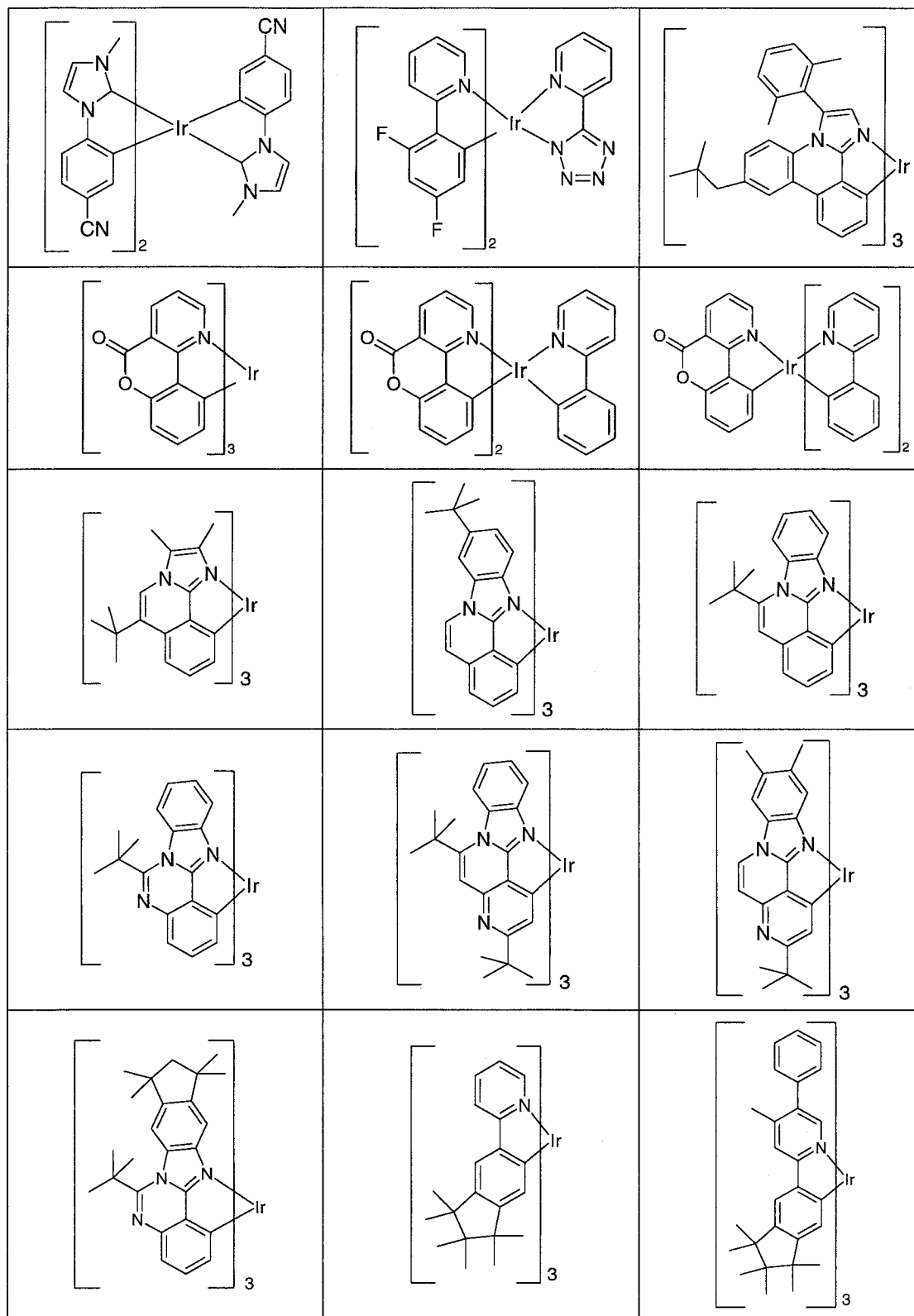


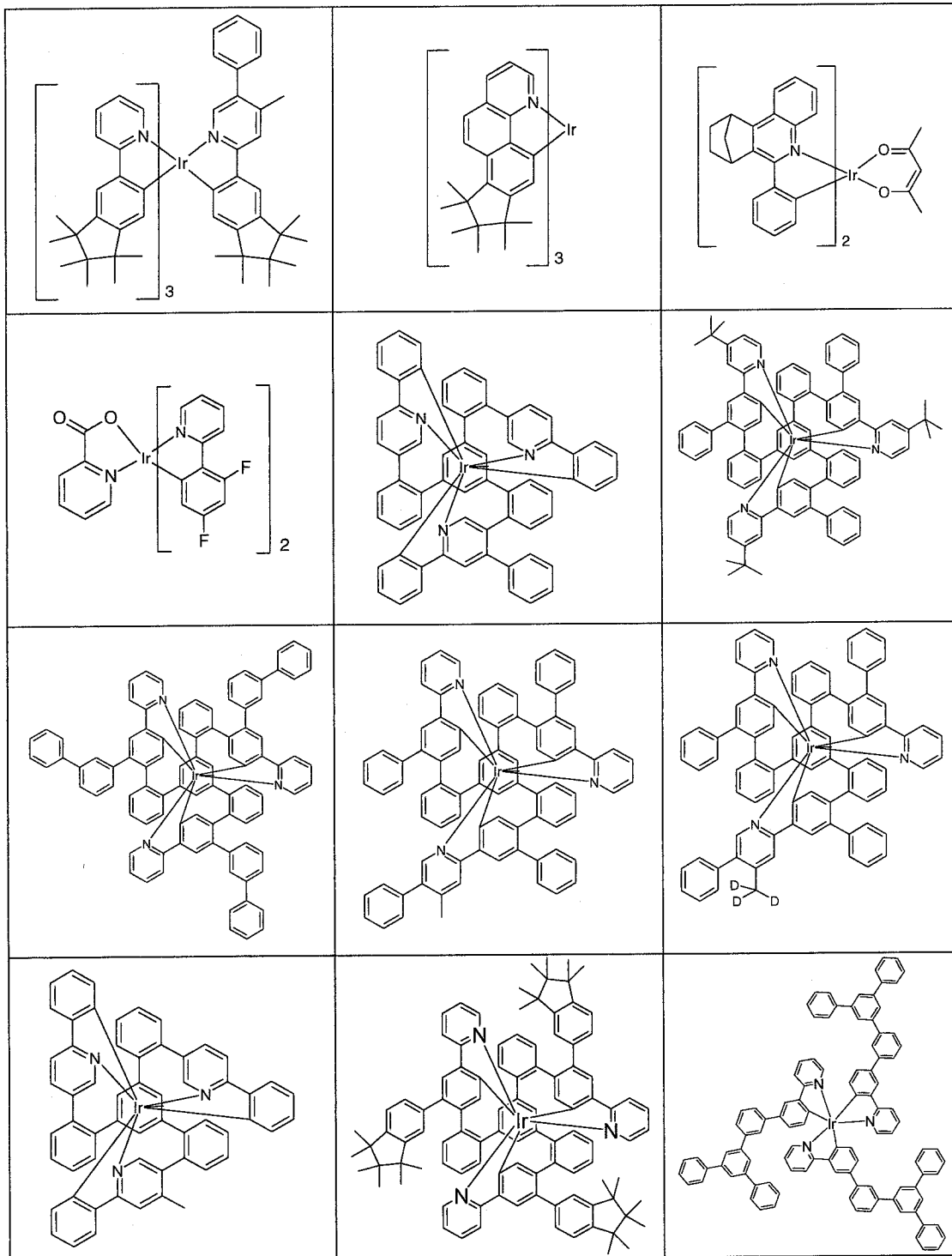












磷光發光化合物較佳係與一或多種主體或基質材料組合使用於發光層中。

除本申請案之化合物外，用於磷光發光化合物之較佳基質材料為芳族酮、芳族磷氧化物或芳族亞砷或砷、三芳

基胺、咪唑衍生物(例如CBP(N,N-雙咪唑基聯苯))或咪唑衍生物、吡啶并咪唑衍生物、茚并咪唑衍生物、氮雜咪唑衍生物、雙極性基質材料、矽烷、氮硼雜環戊烯(azaborole)或硼酸酯、三吡啶衍生物、鋅錯合物、二氮雜矽雜環戊二烯(diazasilole)或四氮雜矽雜環戊二烯衍生物、二氮雜磷雜環戊二烯(diazaphosphole)衍生物、橋聯咪唑衍生物、聯伸三苯衍生物、或內醯胺。

有機電致發光裝置之發光層亦可包含：包含數種基質材料(混合基質系統、混合主體)及/或數種發光化合物(磷光發光化合物、螢光發光化合物)之系統。亦在此情況下，發光化合物通常為彼等在系統中具有較小比例之化合物(=摻雜劑)以及基質材料為彼等在系統中具有較大比例之化合物。然而，在個別情況下，系統中之單一基質材料的比例可小於單一發光化合物的比例。

混合基質系統較佳地包含二或三種不同的基質材料，更佳為兩種不同的基質材料。較佳地，在此情況下，二種材料中之一者為具有電洞傳輸性質之材料且其他材料為具有電子傳輸性質之材料。

也適合作為用於磷光發光體之基質材料為寬帶隙主體化合物；其中該寬帶隙主體化合物具有至少2.0 eV(較佳為3.0 eV)之帶隙且較佳具有大於磷光摻雜劑之三重態能量的三重態能量。寬帶隙主體化合物可以單一基質材料或與下列基質材料中之一或多者組合使用：具有電洞傳輸性質之材料、具有電子傳輸性質之材料或雙極性材料。



可用作為混合基質系統的基質組分之特別適合的基質材料係選自上述具體說明用於磷光發光化合物之較佳基質材料或已如上所述之用於螢光發光化合物的較佳基質材料，根據混合基質系統中所使用的發光化合物之類型而定。

較佳地，發光層中之基質或主體材料的比例就螢光發光層而言係介於50體積%和99.9體積%之間，較佳地介於70.0體積%和99.5體積%之間，且更佳地介於92.0體積%和99.5體積%之間及就磷光發光層而言介於80.0體積%和97.0體積%之間。對應地，發光層中之發光化合物(即負責層的發光之化合物)的比例就螢光發光層而言係介於0.1質量%和50.0質量%之間，較佳地介於0.5質量%20.0質量%之間，且更佳地介於0.5質量%和8.0質量%之間及就磷光發光層而言係介於3.0質量%和20.0質量%之間。

在本申請中，當混合物從氣相施加時，比例以體積百分比給出。若該等混合物是從溶液施加，則此對應於質量百分比。

根據一較佳實施態樣，各次像素對應於包含至少一種其他有機層之發光堆疊。更佳地，其他層係選自電洞傳輸層。

根據一較佳實施態樣，各次像素按包含，以下列順序；

- 基板；
- 陽極；

- 隨意地電洞注入層，
- 電洞傳輸層；
- 發光層；
- 隨意地電洞阻擋層；
- 電子傳輸層；
- 隨意地電子注入層；及
- 陰極。

電洞注入層較佳包含聚合物。更佳地，電洞注入層包含可交聯聚合物(其為電洞傳輸材料)和和p-摻雜鹽。該等電洞注入層和材料係描述於例如 WO2016/107668、WO2013/081052和EP2325190中。

電洞傳輸層較佳也包含聚合物。更佳地，電洞傳輸層包含一種包含具有三芳胺基之重複單元的聚合物。該等電洞傳輸層和材料係描述於例如 WO2013/156130中。

可用於根據本發明之電致發光裝置中的電洞傳輸、電洞注入或電子阻擋層中之其他較佳電洞傳輸材料為茛苳并萘胺衍生物(例如根據 WO 06/122630或 WO 06/100896)、EP 1661888中所揭示之胺衍生物、六氮雜聯伸三苯衍生物(例如根據 WO 01/049806)、含有縮合芳族環之胺衍生物(例如根據 US 5,061,569)、WO 95/09147中所揭示之胺衍生物、單苯并茛苳并萘胺(例如根據 WO 08/006449)、二苯并茛苳并萘胺(例如根據 WO 07/140847)、螺二萘胺(例如根據 WO 2012/034627或 WO 2013/120577)、萘胺(例如根據如申請案 EP 2875092、EP 2875699和EP 2875004)、螺二苯并哌喃胺

(例如根據 WO 2013/083216)及二氫吡啶衍生物(例如根據 WO 2012/150001)。

其他適當電荷傳輸材料，如可使用於根據本發明之電子裝置的電洞注入或電洞傳輸層或電子阻擋層或於電子傳輸層中，為(例如)Y. Shirota et al., Chem. Rev. 2007, 107(4), 953-1010中所揭示之化合物或根據先前技術使用於此等層中之其他材料。

較佳地，從溶液方法獲得隨意電洞注入層、電洞傳輸層和發光層。

更佳地，介於陽極和發光層之間的所有層(包括發光層)係從溶液施加及介於發光層(不包括發光層)和陰極之間的所有層係從氣相施加。

當一層係從氣相施加時，其可藉由昇華方法塗布。在此情形下，該等材料係於真空昇華系統中在低於 $10^{-5}$ 毫巴(較佳地低於 $10^{-6}$ 毫巴)之初壓力下藉由蒸汽沈積施加。然而，在此情形下，初壓力也可能甚至更低，例如低於 $10^{-7}$ 毫巴。該層也可以OVPD(有機蒸氣沈積)法或輔以載體-氣體昇華法塗布。在此情形下，該等材料係在介於 $10^{-5}$ 毫巴與1巴之間的壓力下施加。此方法的一特殊例子為OVJP(有機蒸氣噴墨印刷)方法，其中該等材料係藉由噴嘴直接施加且因此結構化(例如，M. S. Arnold等人之Appl. Phys. Lett. 2008, 92, 053301)。

對於從溶液產生的層，上文已提及溶液方法的實例。

各次像素可包含選自電洞注入層、電洞傳輸層、電洞

阻擋層、電子傳輸層、電子注入層、激子阻擋層、電子阻擋層及/或電荷產生層之其他層。同樣可能在二個發光層之間引入具有(例如)激子阻擋功能之中間層。然而，應指出的是此等層各者不一定必須存在。

用作為根據本發明之有機電致發光裝置中的對應功能性材料之材料的一般較佳類別係如上下文所示。

可使用於電子傳輸層之材料為根據先前技術用作為電子傳輸層中的電子傳輸材料之所有材料。特別適合的是鋁錯合物(例如  $Alq_3$ )、鋯錯合物(例如  $Zrq_4$ )、鋰錯合物(例如， $LiQ$ )、苯并咪唑衍生物、三吡啶衍生物、嘧啶衍生物、吡啶衍生物、吡嗪衍生物、喹啉衍生物、喹啉衍生物、喹啉二唑衍生物、芳族酮、內醯胺、硼烷、二氮磷雜環戊二烯(diazaphosphole)衍生物及氧化磷衍生物。另外，適當材料為上述化合物之衍生物，如 JP 2000/053957、WO 2003/060956、WO 2004/028217、WO 2004/080975 和 WO 2010/072300 中所揭示。

有機電致發光裝置之陰極較佳包含具有低功函數之金屬、金屬合金或包含各種金屬(諸如，例如鹼土金屬、鹼金屬、主族金屬或鑰系元素(例如 Ca、Ba、Mg、Al、In、Mg、Yb、Sm、等等))之多層結構。亦適合的是包含鹼金屬或鹼土金屬和銀之合金，例如包含鎂和銀之合金。在多層結構之情況中，除該等金屬外，也可使用具有較高功函數之其他金屬，諸如，例如 Ag 或 Al，在該情況中通常使用金屬之組合，諸如，例如 Ca/Ag、Mg/Ag 或 Ag/Ag。較佳亦

可於金屬陰極與有機半導體之間引入具有高介電常數之材料的薄中間層。適合於此目的者為(例如)鹼金屬氟化物或鹼土金屬氟化物，但對應氧化物或碳酸鹽(例如LiF、Li<sub>2</sub>O、BaF<sub>2</sub>、MgO、NaF、CsF、Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、等等)亦適合。此外，喹啉酸鋰(LiQ)可使用於此目的。此層之層厚度較佳係介於0.5和5 nm之間。

陽極較佳包含具有高功函數之材料。陽極較佳具有相對於真空為大於4.5 eV之功函數。適合此目的者一方面為具有高氧化還原電位之金屬，諸如，例如，Ag、Pt或Au。另一方面，金屬/金屬氧化物電極(例如Al/Ni/NiO<sub>x</sub>、Al/PtO<sub>x</sub>)亦可為較佳的。就一些應用而言，至少一個電極必須為透明或部分透明，以便促進有機材料之照射(有機太陽能電池)或光之耦合輸出(OLED、O-雷射)。較佳陽極材料在此為導電性混合金屬氧化物。特佳者為氧化銦錫(ITO)或氧化銦鋅(IZO)。此外較佳者為導電性摻雜型有機材料，特別為導電性摻雜型聚合物。

裝置適當地(視應用而定)結構化，配備接點且最後密封，因為根據本發明之裝置的壽命在水及/或空氣存在下被縮短。

下列工作例用於解釋本發明及其技術效果且不應以限制性的方式解釋。

### 【圖式簡單說明】

[圖1]顯示用於裝置製造的預結構化噴墨印刷基板。

[圖 2]顯示如實施例 1 中製造的單色綠色裝置之結構。

[圖 3]顯示其中裝置堆疊係並排製造的綠色和藍色裝置。

## 【實施方式】

工作例

實施例 1

製造具有下列裝置堆疊之單色裝置：

	綠色
陰極(AI)	100 nm
ETL	40 nm
HBL	10 nm
EML	60 nm
HTL	20 nm
HIL	20 nm
陽極(ITO)	50 nm

如下製備裝置：

使用超聲波在去離子水中清洗覆蓋預結構化 ITO(氧化銻錫)和疏水性觸排結構(bank structure)的玻璃基板(參見圖 1：用於裝置製造的預結構化噴墨印刷基板)，接著使用空氣槍乾燥，及隨後在 225°C 的熱板上退火 2 小時。

對於電洞注入層(HIL)的沉積，印刷 HIL 墨水，真空乾燥，隨後將所得 HIL 層在空氣中在 220°C 下退火 30 分鐘。

藉由混合電洞傳輸、可交聯聚合物和 p-摻雜鹽，並使

用 10 g/L 的固體濃度將該混合物溶解在 3-苯氧基甲苯中來製備 HIL 墨水。該等 HIL 材料係顯示於 WO 2016/107668、WO 2013/081052 和 EP2325190 等中。

在 HIL 上，噴墨印刷電洞傳輸層 (HTL)，在真空中乾燥並在氮氛圍中於 225°C 下退火 30 分鐘。HTL 墨水係藉由將根據 WO2013156130 合成的 HTM1 (參見下表 1) 溶解在 3-苯氧基甲苯中而製備，使用 7 g/L 之固體濃度。

隨後，噴墨印刷發光層 (EML)，真空乾燥和退火。總共製造六個裝置，分別在氮氛圍中以 120°C、130°C、140°C、150°C 和 160°C 的各種 EML 退火溫度進行 10 分鐘。

EML 墨水由溶解在 3-苯氧基甲苯中之三種材料的混合物 (25% G-H1+55% G-H2+20% G-D1；參見表 1) 組成，使用 20 g/L 的固體濃度。

所有噴墨印刷過程均在黃光和周圍條件下進行。

隨後，將裝置轉移到真空沉積室中，在其中使用熱蒸發進行電洞阻擋層 (HBL)、電子傳輸層 (ETL) 和陰極 (Al) 的沉積。

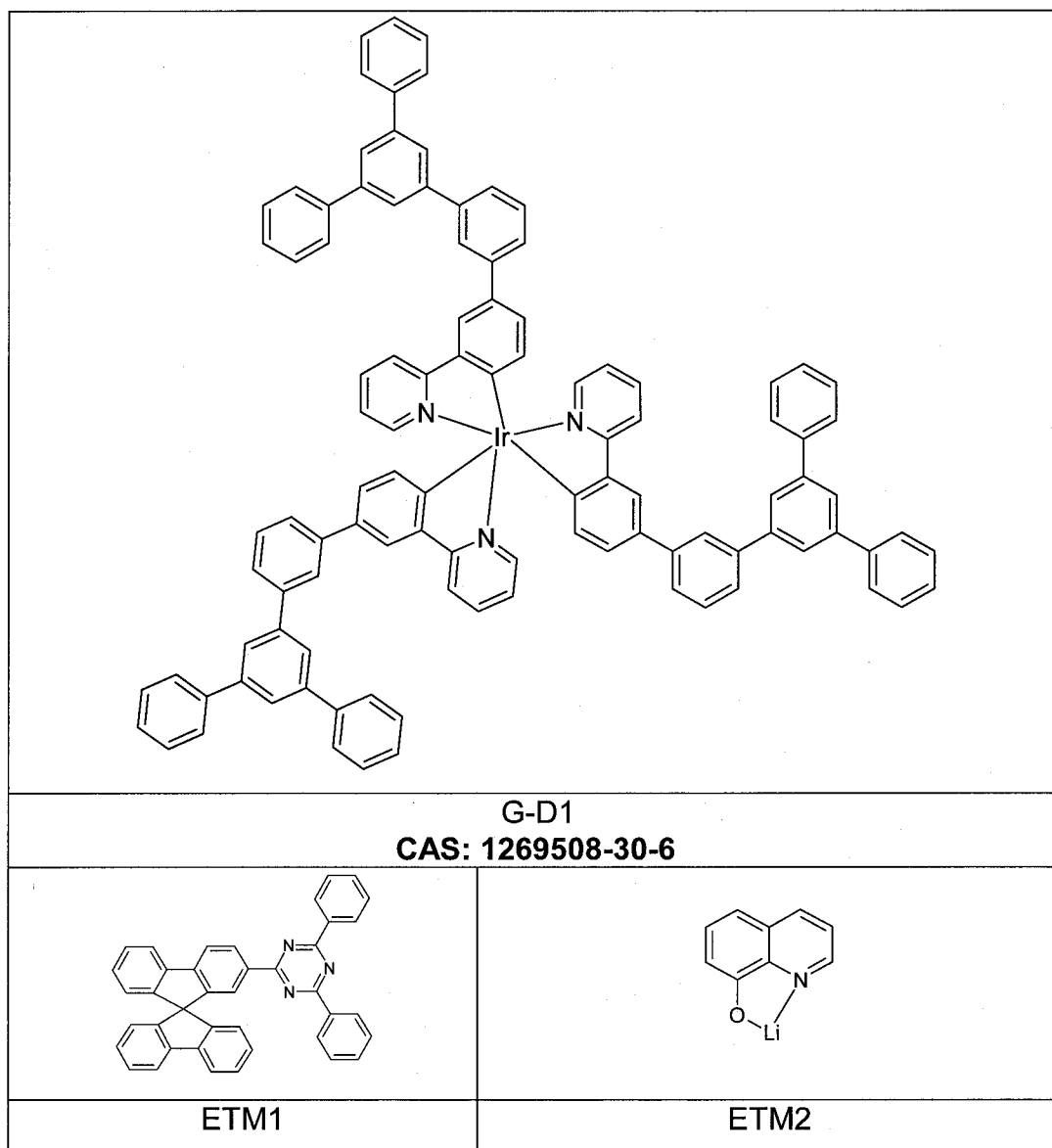
對於 HBL，使用 ETM-1 (參見下表 1) 作為純膜。對於電子傳輸層 (ETL)，使用 ETM-1 和 ETM-2 的 50：50 混合物 (參見下表 1)。最後，沉積鋁電極。圖 2 顯示如實施例 1 中製造的單色綠色裝置之結構。

製造後，將該裝置封裝在氮氛圍下的手套箱中，並在周圍空氣中進行物理示性。

表 1：HTL、綠色EML和ETL材料之分子結構：

HTM1	
<b>G-H1</b> <b>CAS: 1616231-60-7</b>	<b>G-H2</b> <b>CAS: 1246496-85-4</b>





為了測量外量子效率 (EQE @1000 cd/m<sup>2</sup>(%))，以 Keithley 230 電壓源將電壓斜坡施加至該裝置。以 Keithley 199 DMM 萬用表測量通過裝置所產生之電流。以 SPL-025Y 亮度感測器 (光電二極體與光子濾波器的組合) 偵測裝置所產生之光發射。以 Keithley 617 靜電計測量光電二極體的光電流。在對應於初始發光強度的給定電流下測量裝置壽命。接著以校準的光電二極管隨時間測量發光強度。

下列裝置性能取決於所施加的 EML 退火溫度：

裝置	EML退火溫度 (°C)	EQE (正規化) @1000 cd/m <sup>2</sup>	於 @8000 cd/m <sup>2</sup> 之LT95 (正規化)
A	120	1.01	0.44
B	130	1.00	0.64
C	140	0.99	0.84
D	150	1.00	1.00
E	160	0.97	0.80

這些數據清楚地顯示裝置壽命 (LT95) 受施加的 EML 退火溫度的影響。從 120°C 的 EML 退火溫度開始 (裝置 A)，LT95 隨著增加退火溫度而顯著增加，直到以 150°C 之 EML 退火溫度獲得裝置 D 之最大 LT95 值。若 EML 退火溫度進一步增加至 160°C，如裝置 E，LT95 再次減少。相比之下，在單色綠色裝置的情況下，EQE 僅受到 EML 退火溫度最小影響。

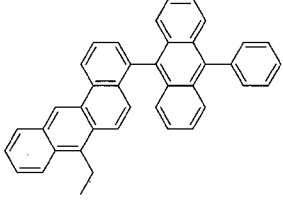
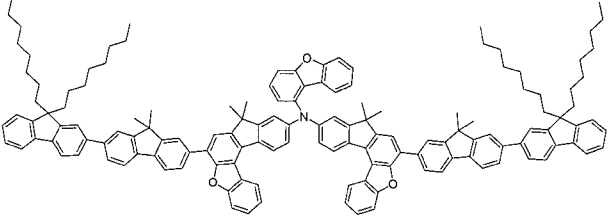
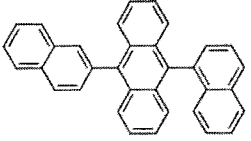
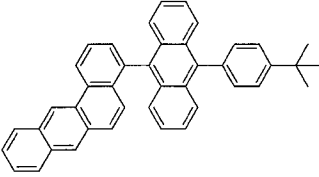
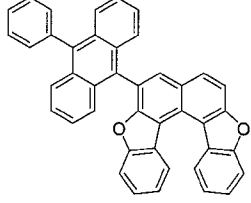
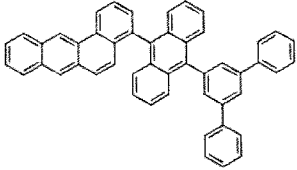
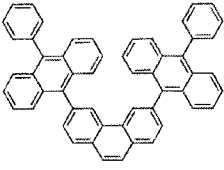
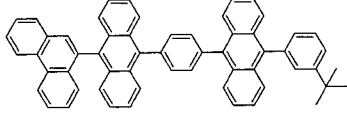
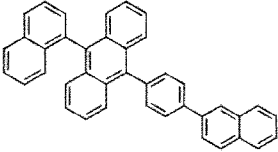
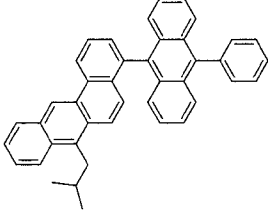
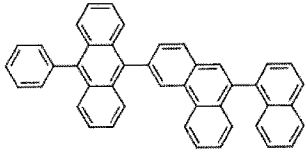
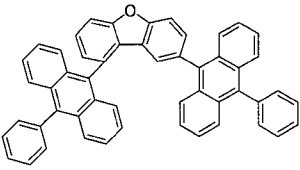
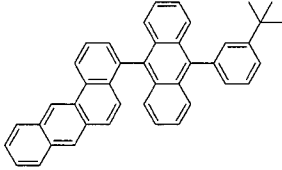
## 實施例 2

在噴墨印刷基板上，並排製造具有下列裝置堆疊的綠色和藍色裝置 (參見圖 3)：

	綠色	藍色
陰極(AI)	100 nm	100 nm
ETL	40 nm	40 nm
HBL	10 nm	10 nm
EML	60 nm	35 nm
HTL	20 nm	20 nm
HIL	20 nm	20 nm
陽極(ITO)	50 nm	50 nm

如實施例 1 一樣進行裝置製造步驟。對於電洞注入層 (HIL)、電洞傳輸層 (HTL) 和綠色發光層 (G-EML)，使用與實施例 1 相同的材料。作為藍色發光層 (B-EML)，使用兩種材料的混合物 (99% 主體 + 1% B-D1)，而主體材料不同 (B-H1-B-H12)。這些材料的分子結構係顯示於下表 2 中。

表 2：藍色EML材料的分子結構：

		
B-H1	B-D1	
		
B-H2	B-H3	B-H4
		
B-H5	B-H6	B-H7
		
B-H8	B-H9	B-H10
		
B-H11	B-H12	

化合物 B-H1 至 B-H12 為市售或者可由技術人員以類似於即 WO2015158409、WO2020089138、WO2009100925、WO2017036573、EP 20187118.3 所述的方式合成。化合物 B-D1 可如 WO 2019076789 中所述合成。

在 150°C 的 EML 退火溫度下，綠色裝置取決於不同的藍色主體分子 B-H1-B-H12 達成下列裝置性能：

裝置	藍色 EML 之主體材料	藍色主體材料之分子量 (g/Mol)	5%失重的 TGA vac : 溫度 (C°)	EQE, 正規化至參考 @1000 cd/m <sup>2</sup>
參考	-	-	-	1.00
A	B-H2	431	179	0.06
B	B-H1	509	215	0.73
C	B-H9	537	217	0.74
D	B-H8	507	226	0.84
E	B-H12	537	228	0.86
F	B-H3	537	237	0.96
G	B-H11	673	245	0.97
H	B-H4	561	247	0.99
I	B-H10	557	249	1.00
J	B-H5	633	271	0.99
K	B-H6	683	288	1.02
L	B-H7	739	308	1.00

在此，將 EQE 正規化為單色藍色裝置的各個值 (參見實施例 1)。對於藍色主體分子，說明其分子量以及彼等之於 5% 失重時的 TGA 溫度。使用來自 Netzsch 的 TG 209 F1 Libra 進行真空 TGA 測量，其在真空下以固化標準進行溫度校準。為了測量，將 1 mg 樣品放入鋁坩堝中。在 105-405 °C 之範圍加熱速率為 5K/min 和 0.01 毫巴的減壓且測量前 30 分鐘的抽空時間。

如數據所示，綠色裝置的 EQE 受到沉積在相鄰藍色像

素中的主體材料的影響。對於一些藍色主體分子，綠色裝置的EQE降低。此EQE的降低與藍色主體材料的分子量以及其在真空中之TGA測量中於5%失重時的溫度相關。

對於具有179°C的TGA溫度之藍色主體材料，綠色EQE降低至0.06之非常低的值(裝置A)。在具有215和217°C的TGA溫度之藍色主體材料的情況下，綠色EQE的損失非常相似，且達到0.73和0.74的值(裝置B和C)。除了TGA溫度，觀察到的綠色EQE也與裝置A-C的藍色主體材料之分子量(431、509和537 g/Mol)相關。

對於裝置D和E，其中具有225和228°C之TGA溫度的藍色主體材料係印刷在綠色像素旁邊，觀察到0.84和0.86之EQE。同樣對於220°C至230°C的TGA溫度範圍，綠色EQE與所研究的藍色主體的分子量(507和537 g/Mol)相關。對於 $\geq 237^\circ\text{C}$ 的TGA溫度，綠色裝置的EQE實際上不受相鄰藍色主體( $\sim 1$ 之值)的影響。

此性質可以綠色裝置被相鄰藍色裝置的交叉污染來解釋。在EML的退火期間，具有低TGA溫度/低分子量的藍色主體分子蒸發並擴散到相鄰的綠色裝置中，其中由於彼等的T1能量遠低於綠色EML的能量，所以彼等在淬滅發光。

總之，這些數據說明當沉積在相鄰像素中的藍色主體材料的TGA溫度 $\geq 237^\circ\text{C}$ 時，在綠色裝置中可達到良好的EQE。此外，對於具有 $> 537$  g/Mol之分子量的所有藍色主體材料，在綠色裝置中也達到良好的EQE。

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種包含至少一種像素之電致發光裝置，該像素包含：

- 包含發光層EMLA之第一次像素，該發光層EMLA包含化合物A；
- 包含發光層EMLB之第二次像素，該發光層EMLB包含化合物B，其中該化合物B為第二次像素的發光層中具有最低 $T_1$ 態之化合物；

其特徵在於：

$$T_{1-A} < T_{1-B}$$

$$TGA_A \geq 225 \text{ } ^\circ\text{C}$$

其中

$T_{1-A}$ 、 $T_{1-B}$ 為化合物A和B之能量最低的三重態；及  
 $TGA_A$ 為經由熱重分析測量為5%失重的溫度。

【請求項2】根據請求項1之電致發光裝置，其中該化合物A具有 $\geq 230 \text{ } ^\circ\text{C}$ 之經由熱重分析測量為5%失重的 $TGA_A$ 溫度。

【請求項3】根據請求項1或2之電致發光裝置，其中該發光層EMLA包含主體化合物HA和發光化合物EA，其中該化合物A為主體化合物HA或發光化合物EA。

【請求項4】一種包含至少一種像素之電致發光裝置，其包含：

- 包含發光層EML1之第一次像素，該發光層EML1包含主體化合物H1和發光化合物E1；

- 包含發光層 EML2 之第二次像素，該發光層 EML2 包含主體化合物 H2 和發光化合物 E2；

其特徵在於：

$$T_{1-H1} < T_{1-E2}$$

$$TGA_{H1} \geq 225 \text{ } ^\circ\text{C}$$

其中

$T_{1-H1}$ 、 $T_{1-E2}$  為主體化合物 H1 和發光化合物 E2 之能量最低三重態；及

$TGA_{H1}$  為經由熱重分析測量為 5% 失重的溫度。

【請求項 5】根據請求項中 4 之電致發光裝置，其中該主體化合物 H1 具有  $\geq 230 \text{ } ^\circ\text{C}$  之經由熱重分析測量為 5% 失重的  $TGA_{H1}$  溫度。

【請求項 6】根據請求項 4 或 5 之電致發光裝置，其中該發光化合物 E1 具有發光最大波長  $\lambda_1$ ，該發光化合物 E2 具有發光最大波長  $\lambda_2$  且：

$$\lambda_1 < \lambda_2 \text{。}$$

【請求項 7】根據請求項 4 至 6 中任一項之電致發光裝置，其中該發光化合物 E1 具有從 430 至 480 nm 的發射波長  $\lambda_1$ 。

【請求項 8】根據請求項 4 至 7 中任一項之電致發光裝置，其中該主體化合物 H1 具有  $\geq 520 \text{ g/mol}$  的分子量  $Mw1$ 。

【請求項 9】根據前述請求項中一或多項之電致發光裝置，其中該發光層 EMLA 和 EMLB 或 EML1 和 EML2 係自



溶液方法獲得。

【請求項 10】根據前述請求項 4 至 9 中任一項之電致發光裝置，其包含包含發光層 EML3 之第三次像素，該發光層 EML3 包含具有發射最大波長  $\lambda_3$  之發光化合物 E3，其中：

- 1)  $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ；或
- 2)  $\lambda_1 < \lambda_3 < \lambda_2$ 。

【請求項 11】根據前述請求項中一或多項之電致發光裝置，其中電致發光裝置中所存在的次像素係以並排幾何形狀放置。

【請求項 12】根據前述請求項中一或多項之電致發光裝置，其中次像素係藉由疏水性觸排結構 (bank structure) 以並排幾何形狀橫向分離。

【請求項 13】根據前述請求項中一或多項之電致發光裝置，其中各次像素對應於包含至少一種其他有機層的發光堆疊。

【請求項 14】根據請求項 13 之電致發光裝置，其中該其他層係選自電洞傳輸層。

【請求項 15】根據前述請求項中一或多項之電致發光裝置，其中各次像素按以下順序包含；

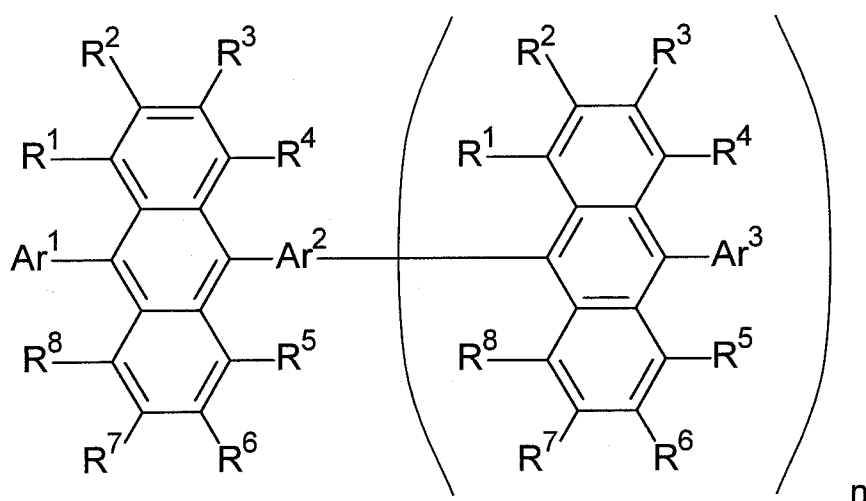
- 基板；
- 陽極；
- 隨意地電洞注入層，
- 電洞傳輸層；

- 發光層；
- 隨意地電洞阻擋層；
- 電子傳輸層；
- 隨意之電子注入層；及
- 陰極。

【請求項 16】根據請求項 15 之電致發光裝置，其中可自溶液方法獲得隨意之電洞注入層、電洞傳輸層和發光層。

【請求項 17】根據請求項 4 至 16 中任一項之電致發光裝置，其中主體化合物 H1 包含至少一種蔥基團。

【請求項 18】根據請求項 4 至 17 中任一項之電致發光裝置，其中主體化合物 H1 為式 (1) 化合物，



式 (1)

其中

Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>、Ar<sup>3</sup> 在每次出現時相同或不同地為具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況

中可經一或多個基團  $R^9$  取代；

$R^1$  至  $R^9$  在每次出現時相同或不同地代表 H、D、F、Cl、Br、I、CHO、CN、C(=O)Ar、P(=O)(Ar)<sub>2</sub>、S(=O)Ar、S(=O)<sub>2</sub>Ar、N(R)<sub>2</sub>、N(Ar)<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、Si(R)<sub>3</sub>、B(OR)<sub>2</sub>、OSO<sub>2</sub>R、具有 1 至 40 個 C 原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基 (thioalkyl) 或具有 3 至 40 個 C 原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，彼等各自可經一或多個基團 R 取代，其中在各情況下一或多個非相鄰的 CH<sub>2</sub> 基團可經 RC=CR、C≡C、Si(R)<sub>2</sub>、Ge(R)<sub>2</sub>、Sn(R)<sub>2</sub>、C=O、C=S、C=Se、P(=O)(R)、SO、SO<sub>2</sub>、O、S 或 CONR 置換和其中一或多個 H 原子可經 D、F、Cl、Br、I、CN 或 NO<sub>2</sub> 置換、具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團 R 取代、或具有 5 至 60 個芳族環原子之芳氧基，其可經一或多個基團 R 取代；

R 在每次出現時相同或不同地代表 H、D、F、Cl、Br、I、CHO、CN、C(=O)Ar、P(=O)(Ar)<sub>2</sub>、S(=O)Ar、S(=O)<sub>2</sub>Ar、N(R')<sub>2</sub>、N(Ar)<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、Si(R')<sub>3</sub>、B(OR')<sub>2</sub>、OSO<sub>2</sub>R'、具有 1 至 40 個 C 原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有 3 至 40 個 C 原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，彼等各自可經一或多個基團 R' 取代，其中在各情況下一或多個非相鄰的 CH<sub>2</sub> 基團可經 R'C=CR'、C≡C、Si(R')<sub>2</sub>、Ge(R')<sub>2</sub>、Sn(R')<sub>2</sub>、C=O、C=S、C=Se、P(=O)(R')、SO、SO<sub>2</sub>、O、S 或 CONR' 置換和其中一或多個 H 原子可經 D、F、Cl、Br、I、CN 或 NO<sub>2</sub> 置換、具有 5 至 60 個芳族環原子

之芳族或雜芳族環系統，其在各情況下可經一或多個基團 R' 取代、或具有 5 至 60 個芳族環原子之芳氧基，其可經一或多個基團 R' 取代；其中二個相鄰的取代基 R 可一起形成脂族或芳族環系統，其可經一或多個基團 R' 取代；

Ar 在每次出現時相同或不同地為具有 5 至 60 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統，其在各情況中可經一或多個基團 R' 取代；

R' 在每次出現時相同或不同地代表 H、D、F、Cl、Br、I、CN、具有 1 至 20 個 C 原子之直鏈烷基、烷氧基或烷硫基或具有 3 至 20 個 C 原子之支鏈或環狀烷基、烷氧基或烷硫基，其中在各情況下一或多個非相鄰的 CH<sub>2</sub> 基團可經 SO、SO<sub>2</sub>、O、S 置換和其中一或多個 H 原子可經 D、F、Cl、Br 或 I 置換、或具有 5 至 24 個芳族環原子之芳族或雜芳族環系統；及

n 為 0 或 1。

【請求項 19】根據請求項 4 至 18 中任一項之電致發光裝置，其中主體化合物 H1 為具有至少一個 D 之式 (1) 化合物。

【請求項 20】根據請求項 4 至 19 中任一項之電致發光裝置，其中該發光層 EML1 包含發光化合物 E1、主體化合物 H1 和第二主體化合物 H1B。

【請求項 21】根據請求項 20 之電致發光裝置，其中該第一主體化合物 H1 和該第二主體化合物 H1B 選自如請求項 18 中所定義之式 (1) 化合物。

【請求項22】根據請求項4至21中任一項之電致發光裝置，其中該發光化合物E1為螢光發光化合物。

【請求項23】根據請求項4至22中任一項之電致發光裝置，其中該發光化合物E1為選自由下列所組成群組之螢光發光化合物：

- 含有三個直接鍵結至氮的經取代或未經取代之芳族或雜芳族環系統的芳基胺；
- 橋聯三芳基胺；
- 具有至少14個芳族環原子之縮合芳族或雜芳族環系統；
- 茛苳并萘、茛苳并萘胺或茛苳并萘二胺；
- 苯并茛苳并萘、苯并茛苳并萘胺或苯并茛苳并萘二胺；
- 二苯并茛苳并萘、二苯并茛苳并萘胺或二苯并茛苳并萘二胺；
- 含有具有至少10個芳族環原子的縮合芳基之茛苳并萘；
- 雙茛苳并茛苳并萘；
- 茛苳并二苯并呋喃；茛苳并萘胺或茛苳并萘二胺；
- 萘二聚物；
- 啡啶；及
- 硼衍生物。

【請求項24】一種製造根據請求項4至23中任一項之電致發光裝置之方法，其特徵在於該方法包含下列步驟：

- a)將包含發光化合物E1和主體化合物H1的溶液施加在

基板上，或另一層上，以形成第一次像素的發光層 EML1；

b)將包含發光化合物 E2和主體化合物 H2的溶液施加在基板上，或另一層上，以形成第二次像素的發光層 EML2；

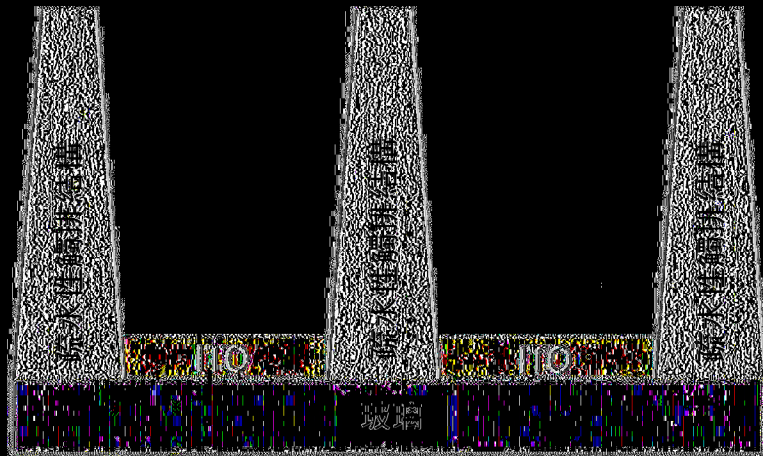
c)乾燥步驟 a)中沉積的層以移除溶劑；

d)乾燥步驟 b)中沉積的層以移除溶劑；

而步驟 a)和 b)可相繼進行或同時進行；及

步驟 c)和 d)可相繼進行或同時進行。

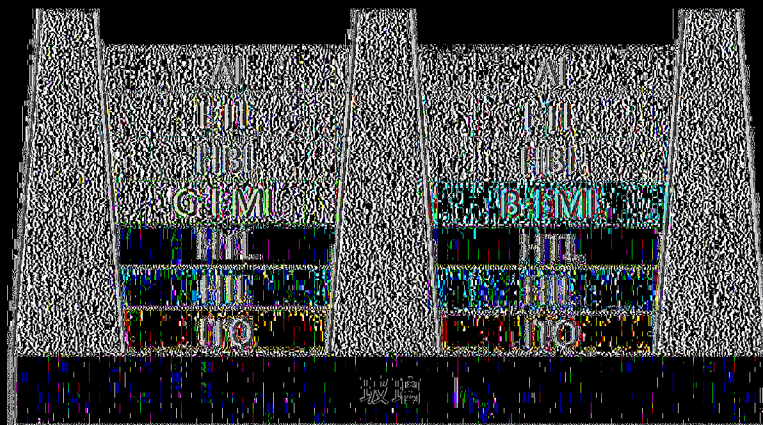
(發明圖式)



(圖 1)



(圖 2)



(圖 3)