



(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 I526448 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：103141945

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 03 日

(51)Int. Cl. : C07D495/04 (2006.01)

C07F15/00 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路4段195號

(72)發明人：林晉聲 LIN, JIN SHENG (TW)；吳政安 WU, CHENG AN (TW)；黃邦齊 HUANG, PANGCHI (TW)；張孟浩 CHANG, MENG HAO (TW)；葉翰政 YEH, HAN CHENG (TW)；古俊能 KU, CHUN NENG (TW)

(74)代理人：洪澄文；顏錦順

(56)參考文獻：

Sheng-Yang Huang et al. "Uniform dispersion of triplet emitters in multi-layer solution-processed organic light-emitting diodes", Synthesis Metal, Vol.160, 2010, pages 2393-2396.

Cong Fan et al, "Highly efficient, solution-processed orange-red phosphorescent OLEDs by using new iridium phosphor with thieno [3,2-c]pyridine derivative as cyclometalating ligand", Organic Electronics, Vol.14, 2013, pages 3392-3398.

審查人員：洪鈴雅

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：2 共 71 頁

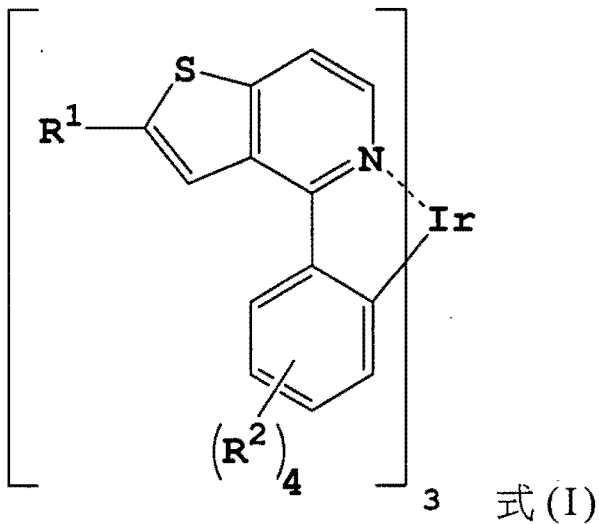
(54)名稱

有機金屬化合物、及包含其之有機發光裝置

ORGANIC METAL COMPOUND, AND ORGANIC LIGHT-EMITTING DEVICE EMPLOYING THE SAME

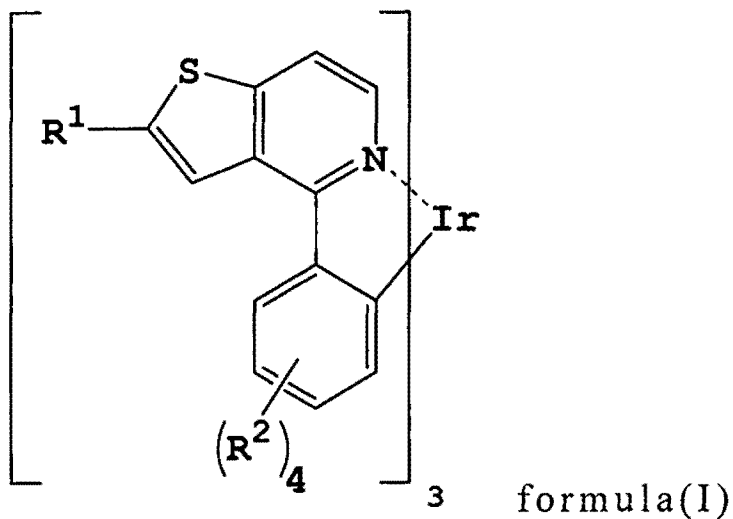
(57)摘要

本發明揭示一種有機金屬化合物、及包含其之有機發光裝置。該有機金屬化合物係具有如式(I)所示之結構：



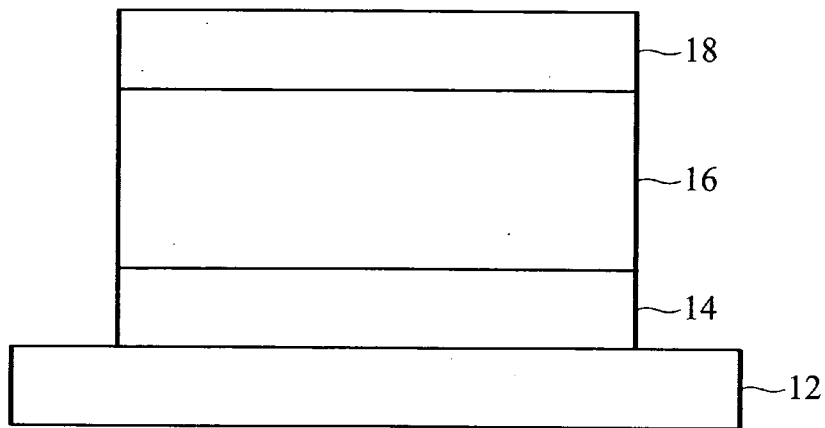
其中， $R^1$  係各自獨立為氫、 $C_{1-12}$  烷基、 $C_{5-10}$  環烷基、 $C_{3-12}$  雜芳基、或  $C_{6-12}$  芳香基； $R^2$  係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$  烷基、 $C_{5-10}$  環烷基、 $C_{3-12}$  雜芳基、或  $C_{6-12}$  芳香基。

Organic metal compounds, and organic light-emitting devices employing the same are provided. The organic metal compound has a chemical structure represented by formula (I):



, wherein each  $R^1$  can be independently hydrogen,  $C_{1-12}$  alkyl group,  $C_{5-10}$  cycloalkyl group,  $C_{3-12}$  hetero-aromatic group, or  $C_{6-12}$  aromatic group;  $R^2$  can be independently hydrogen, halogen,  $C_{1-12}$  alkyl group,  $C_{5-10}$  cycloalkyl group,  $C_{3-12}$  hetero-aromatic group, or  $C_{6-12}$  aromatic group.

指定代表圖：

10

符號簡單說明：

10 . . . 有機發光裝置

12 . . . 基底

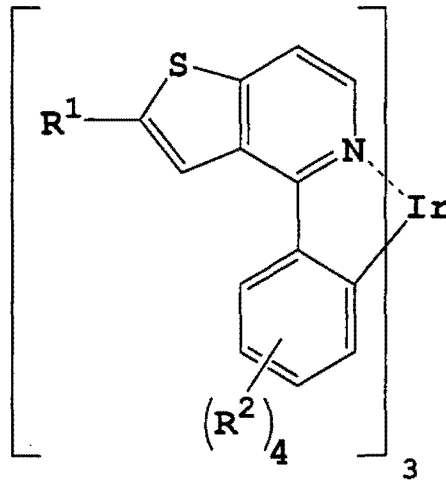
14 . . . 下電極

16 . . . 有機發光單元

18 . . . 上電極

第 1 圖

特徵化學式：



Co7D 485/06 2005.01)

Co7F 15/06 2006.01)

Co9K 11/06 2006.01)

H05B 33/14 2006.01)

※IPC 分類: H01L 51/00 2006.01)

※ 申請案號: 103141945

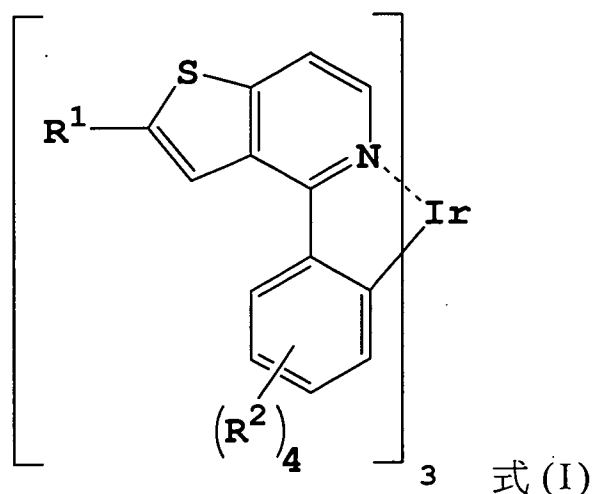
※ 申請日: 103.12.03

【發明名稱】 有機金屬化合物、及包含其之有機發光裝置

Organic metal compound, and organic light-emitting device employing the same

## 【中文】

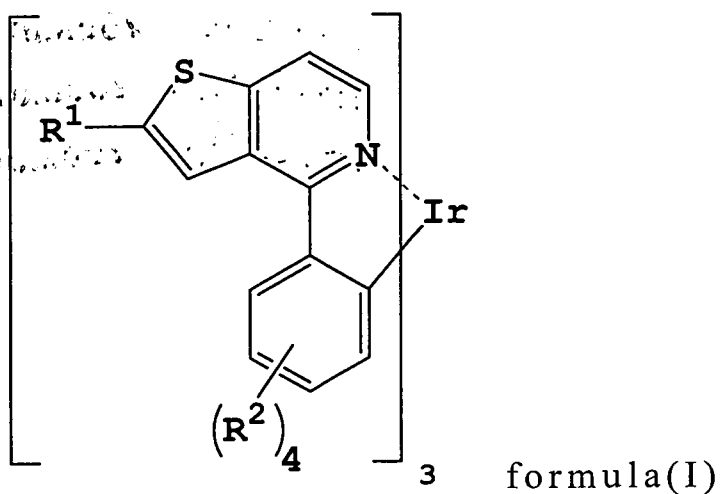
本發明揭示一種有機金屬化合物、及包含其之有機發光裝置。該有機金屬化合物係具有如式(I)所示之結構：



其中， $R^1$ 係各自獨立為氫、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基； $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。

## 【英文】

Organic metal compounds, and organic light-emitting devices employing the same are provided. The organic metal compound has a chemical structure represented by formula (I):



, wherein each R<sup>1</sup> can be independently hydrogen, C<sub>1-12</sub> alkyl group, C<sub>5-10</sub> cycloalkyl group, C<sub>3-12</sub> hetero-aromatic group, or C<sub>6-12</sub> aromatic group; R<sup>2</sup> can be independently hydrogen, halogen, C<sub>1-12</sub> alkyl group, C<sub>5-10</sub> cycloalkyl group, C<sub>3-12</sub> hetero-aromatic group, or C<sub>6-12</sub> aromatic group.

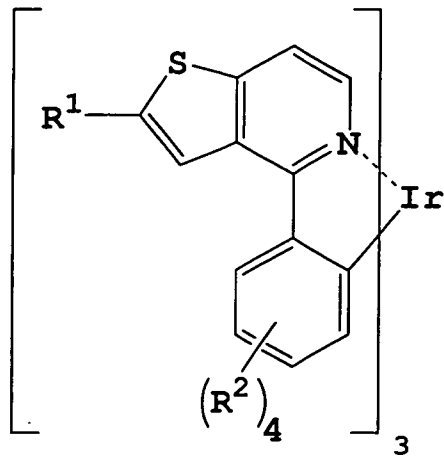
**【代表圖】**

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 有機發光裝置；
- 12 基底；
- 14 下電極；
- 16 有機發光單元；
- 18 上電極。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：



# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

**【發明名稱】** 有機金屬化合物、及包含其之有機發光裝置

Organic metal compound, and organic  
light-emitting device employing the same

## **【技術領域】**

**【0001】** 本發明係關於一種有機金屬化合物及包含其之有機發光裝置，特別關於一種有機金屬磷光化合物及包含其之有機發光裝置。

## **【先前技術】**

**【0002】** 有機電致發光裝置 (organic electroluminescent device)，亦稱作有機發光二極體 (organic light-emitting diode; OLED)，是以有機層作為主動層的一種發光二極體 (LED)。由於有機電致發光裝置具有低電壓操作、高亮度、重量輕、廣視角、以及高對比值等優點，近年來已漸漸使用於平面面板顯示器 (flat panel display) 上。與液晶顯示器不同，有機電激發光顯示器所包含之有機發光二極體畫素陣列係具有自發光的特性，因此不需外加背光源。

**【0003】** 一般而言，有機發光二極體元件包括一對電極，以及在電極之間的一有機發光介質層。發光是導因於以下的現象。當電場施於兩電極時，陰極射出電子到有機發光介質層，陽極射出電洞到有機發光介質層。當電子與電洞在有機發光介質層內結合時，會產生激子 (excitons)。電子和電洞的再結合就伴隨著發光。

104年12月2日修正頁(本)  
劃線

【0004】 依據電洞和電子的自旋態 (spin state)，由電洞和電子之再結合而產生的激子可具有三重態 (triplet) 或單重態 (singlet) 之自旋態。由單重態激子 (singlet exciton) 所產生的發光為螢光 (fluorescence)，而由三重態激子 (triplet exciton) 所產生的發光為磷光 (phosphorescence)。磷光的發光效率是螢光的三倍。因此，發展高效率的磷光材料以增進有機發光二極體元件的發光效率是時勢所趨。

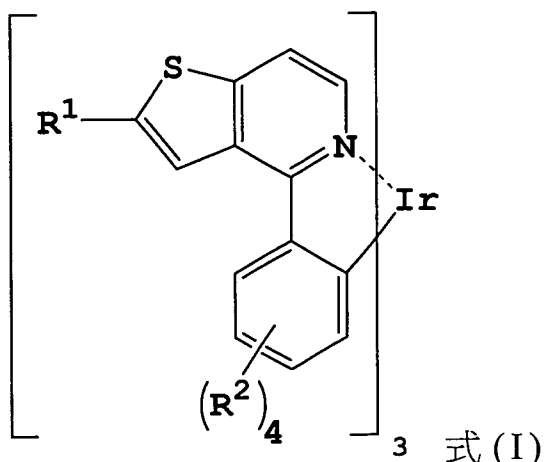
### 【發明內容】

【0005】 本發明係揭露一種有機金屬化合物及包含其之有機發光裝置。該有機金屬化合物利用特定的吡啶硫醇衍生物基團 (thiopyridine-based、例如：噻吩 [3,2-c] 吡啶 (thieno[3,2-c]pyridine-based) 衍生物基團) 的配位基與銥 (iridium) 金屬形成三面式 (tris-facial) 六配位錯合物。藉由金屬中心與配位基之間的穩定鍵結提升該有機金屬化合物熱穩定性質，使得本發明所述有機金屬化合物的熱裂解溫度 (degraded temperature、Td) 可大於 400°C，因此該有機金屬化合物非常適合以昇華方式進行純化 (昇華產率可大於 80%)。此外，本發明所述有機金屬化合物由於其特定的化學結構，使其具有適當的最高佔據分子軌域 (highest occupied molecular orbital、HOMO) 及最低未占分子軌域 (lowest unoccupied molecular orbital、LUMO) 能階，可有效的將電洞與電子轉變形成激子 (exciton) 進而釋放磷光，因此可作為磷光發光材料，提升有機發光裝置之發光效率。

【0006】 根據本發明一實施例，本發明揭示一種有機金屬



化合物，其係具有如式(I)所示之結構：



【0007】 其中， $R^1$ 係各自獨立為氫、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基； $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。

【0008】 根據本發明另一實施例，本發明係提供一種有機發光裝置，該裝置包含一對電極；以及一發光單元，配置於該對電極之間，其中該發光單元包含上述之有機金屬化合物。

【0009】 為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

### 【圖式簡單說明】

#### 【0010】

第1圖係為本發明一較佳實施例所述之有機發光裝置的剖面結構示意圖。

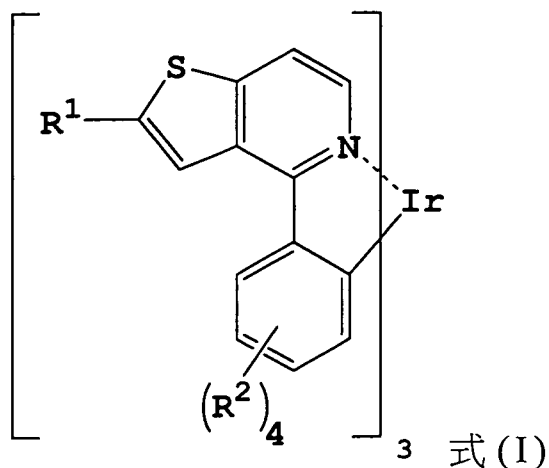
第2圖係為本發明實施例所述之有機金屬化合物(I)其單晶結構(single-crystal structure)。

在不同的特徵中所對應之數字和符號，除非另有註記，一般而言視為對應部份。所繪示的特徵清楚地標明了具體實施方

式的相關態樣，且其並不一定依比例繪製。

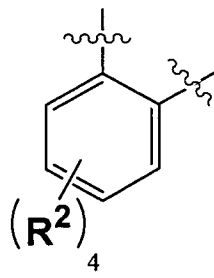
### 【實施方式】

【0011】 根據本發明實施例，本發明揭示一種有機金屬化合物，其係具有如式(I)所示之結構：



【0012】 其中， $R^1$ 係各自獨立為氫、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基； $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。本發明實施例所述之有機金屬化合物，可作為綠、或黃光磷光摻雜材料光致螢光(photoluminescence、PL)發光波段介於520-570nm之間(最大發光強度之峰值(peak))，應用於有機發光裝置時可增加有機發光裝置發光效率。

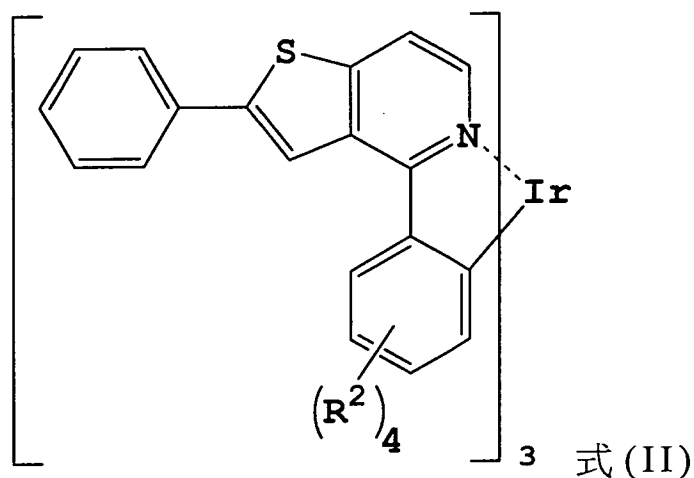
【0013】 根據本發明實施例，每一 $R^1$ 可各自獨立為氫、甲基(methyl)、乙基(ethyl)、丙基(propyl)、異丙基(isopropyl)、正丁基(n-butyl)、仲丁基(sec-butyl)、異丁基(isobutyl)、叔丁基(tert-butyl)、戊基(pentyl)、己基(hexyl)、環己基(cyclohexyl)、環戊基(cyclopentyl)、辛基(octyl)、癸基(decyl)、十二烷基(dodecyl)、苯基(phenyl)、聯苯基(biphenyl)、或萘基(naphthyl)。



【0014】 在式(I)結構中  $(R^2)_4$  係表示  $R^2$  所在苯環上可具有取代基的四個位置皆可為  $R^2$ ，而該四個  $R^2$  係彼此獨立的。根據本發明實施例，每一  $R^2$  可各自獨立為氫、氟、甲基(methyl)、乙基(ethyl)、丙基(propyl)、異丙基(isopropyl)、正丁基(n-butyl)、仲丁基(sec-butyl)、異丁基(isobutyl)、叔丁基(tert-butyl)、戊基(pentyl)、己基(hexyl)、環己基(cyclohexyl)、環戊基(cyclopentyl)、辛基(octyl)、癸基(decyl)、十二烷基(dodecyl)、苯基(phenyl)、聯苯基(biphenyl)、或萘基(naphthyl)。

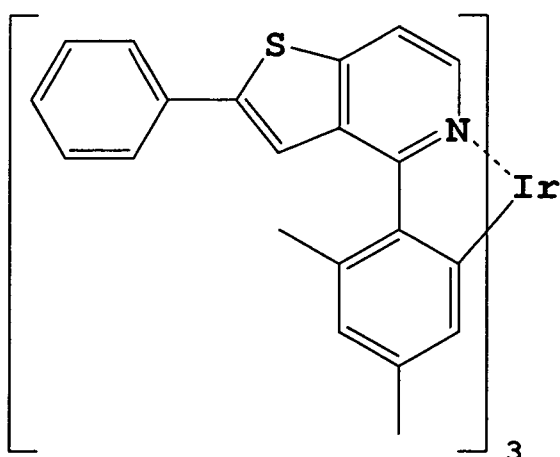
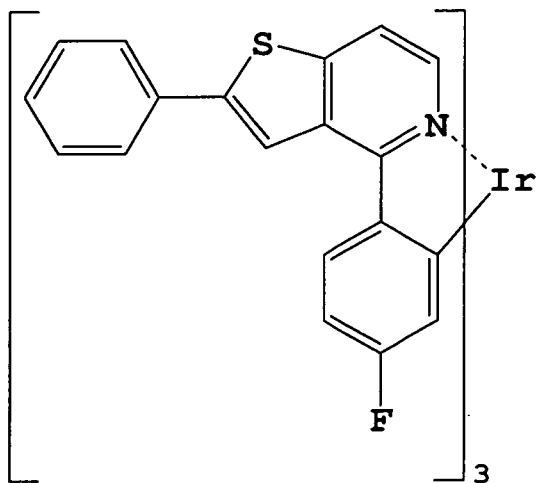
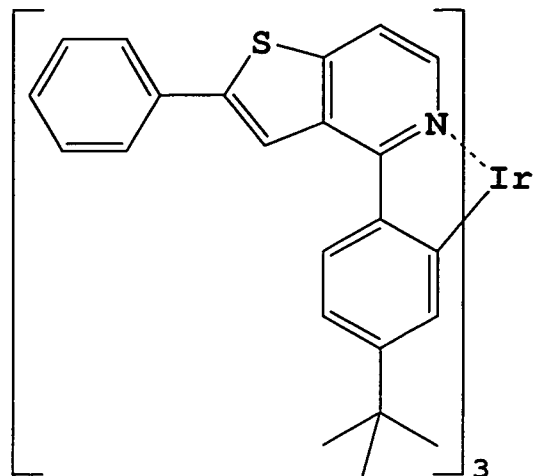
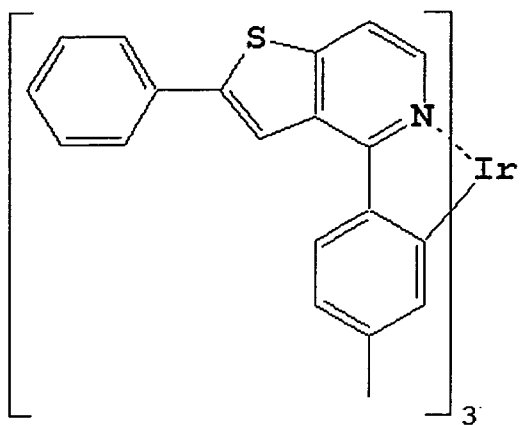
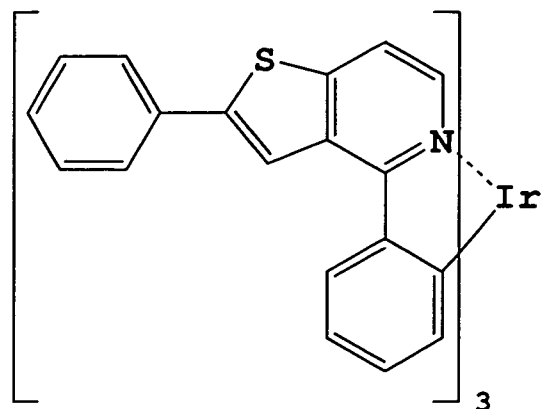
【0015】 根據本發明某些實施例，該具有式(I)之有機金屬化合物其  $R^1$  及  $R^2$  至少一者不為氫。

【0016】 根據本發明某些實施例，該有機金屬化合物可具有如式(II)所示之結構：

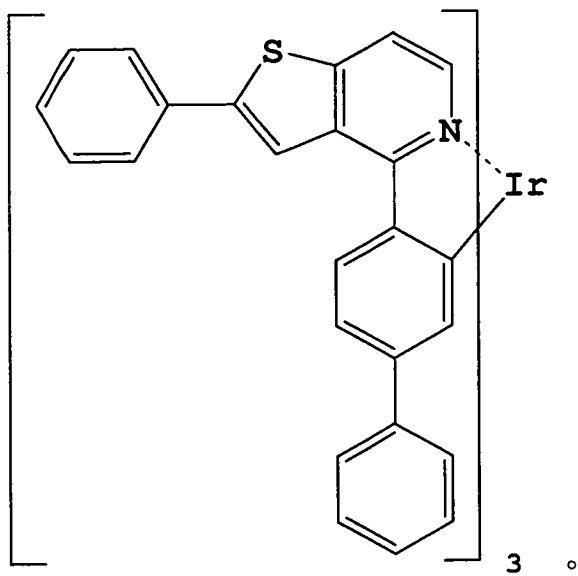


【0017】 其中， $R^2$  係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$  烷基、 $C_{5-10}$  環烷基、 $C_{3-12}$  雜芳基、或  $C_{6-12}$  芳香基。該具有式(II) 所述結構

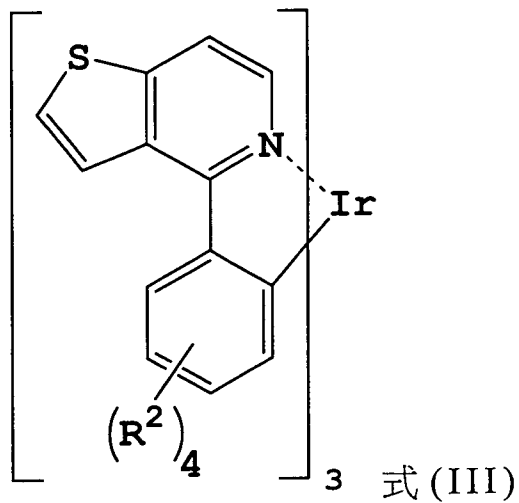
的有機金屬化合物可為



或

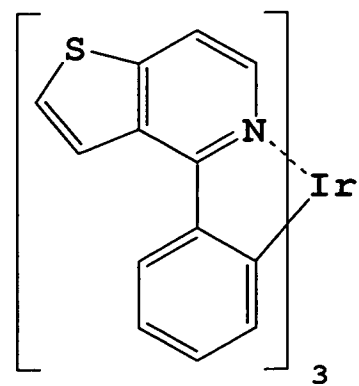


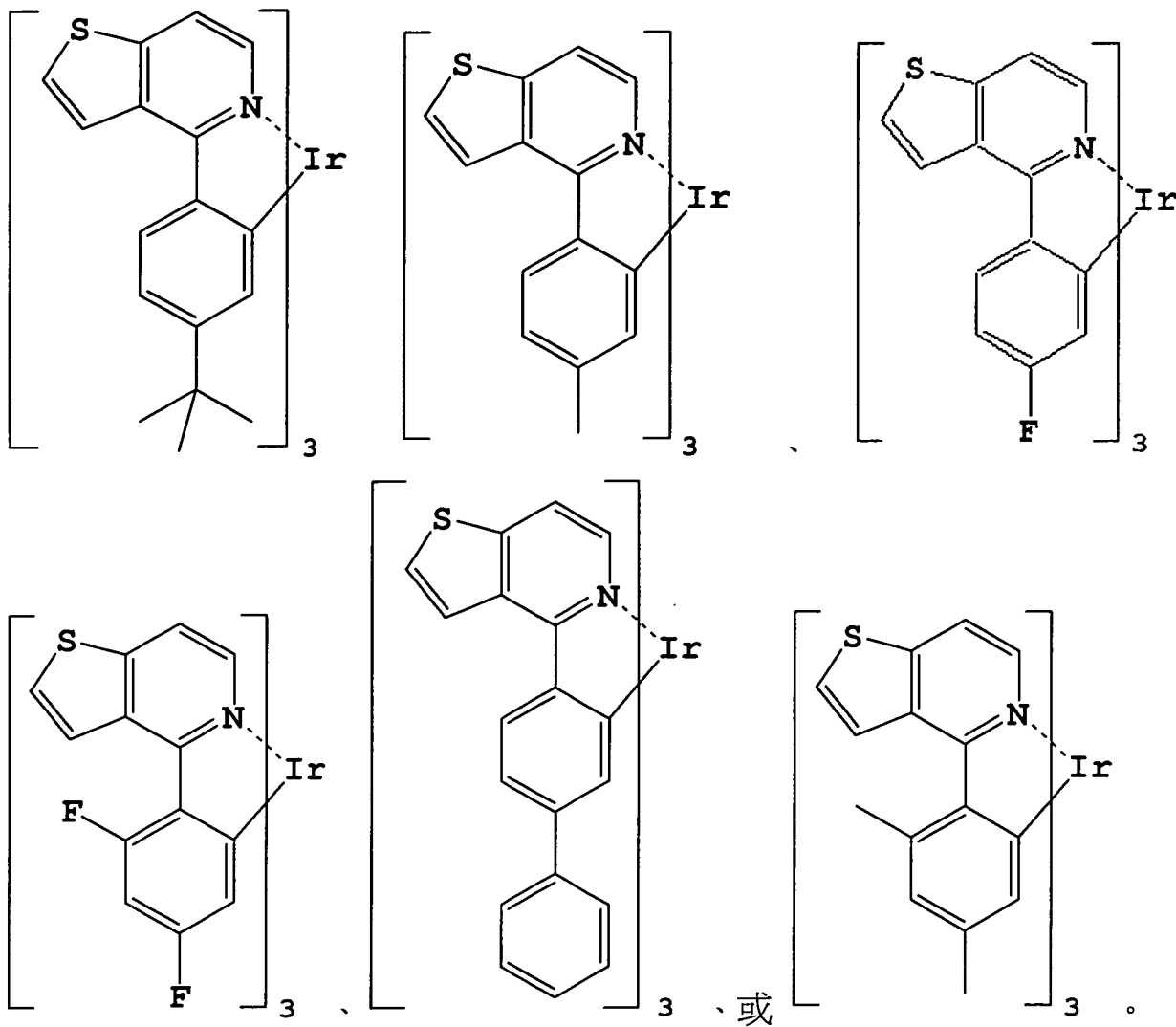
【0018】 根據本發明某些實施例，該有機金屬化合物可具有如式(III)所示之結構：



【0019】 其中， $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。該具有式(III)所述結構

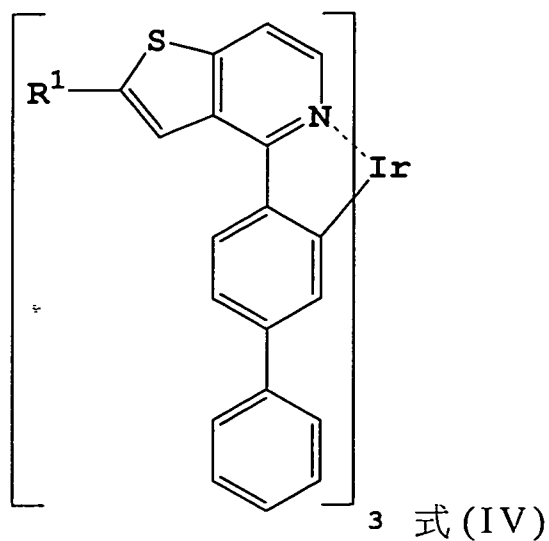
的有機金屬化合物可為



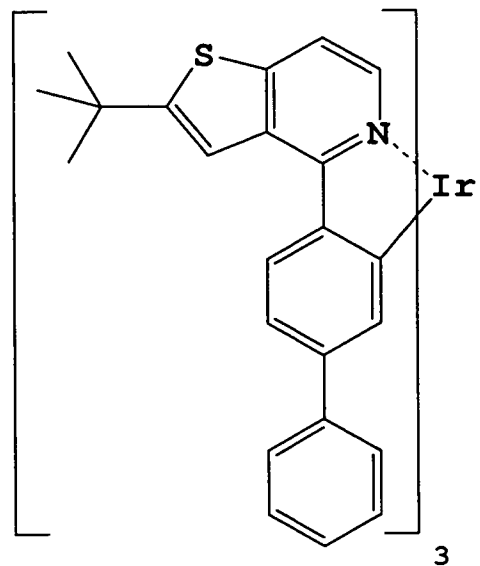


【0020】 根據本發明某些實施例，該有機金屬化合物可具

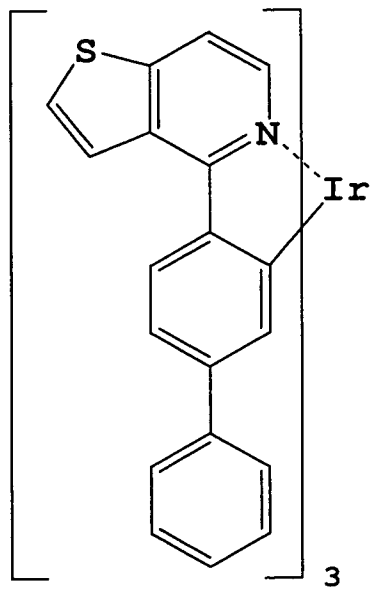
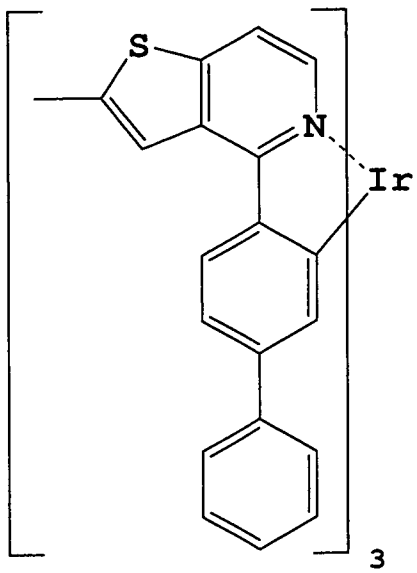
有如式(IV)所示之結構：



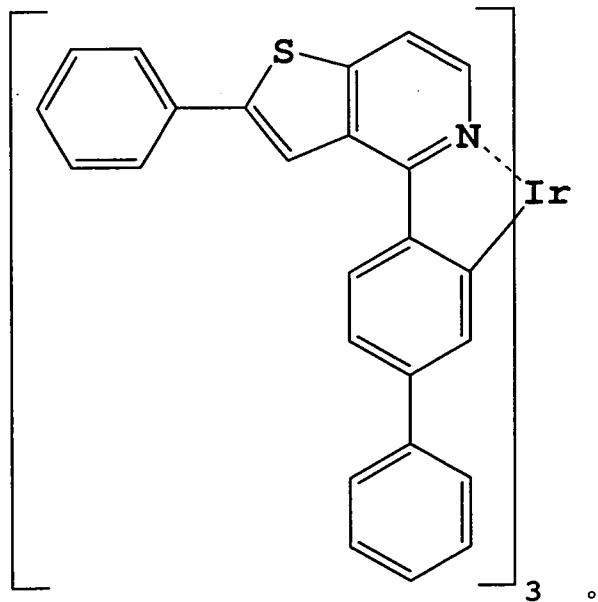
【0021】 其中，R<sup>1</sup>係各自獨立為氫、C<sub>1-12</sub>烷基、C<sub>5-10</sub>環烷基、C<sub>3-12</sub>雜芳基、或C<sub>6-12</sub>芳香基。該具有式(IV)所述結構的有



機 金 屬 化 合 物 可 為

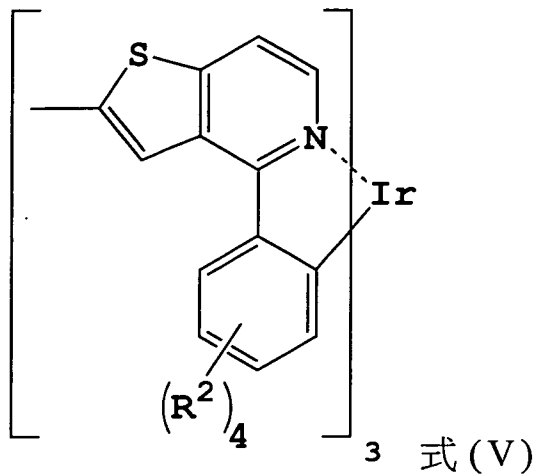


或

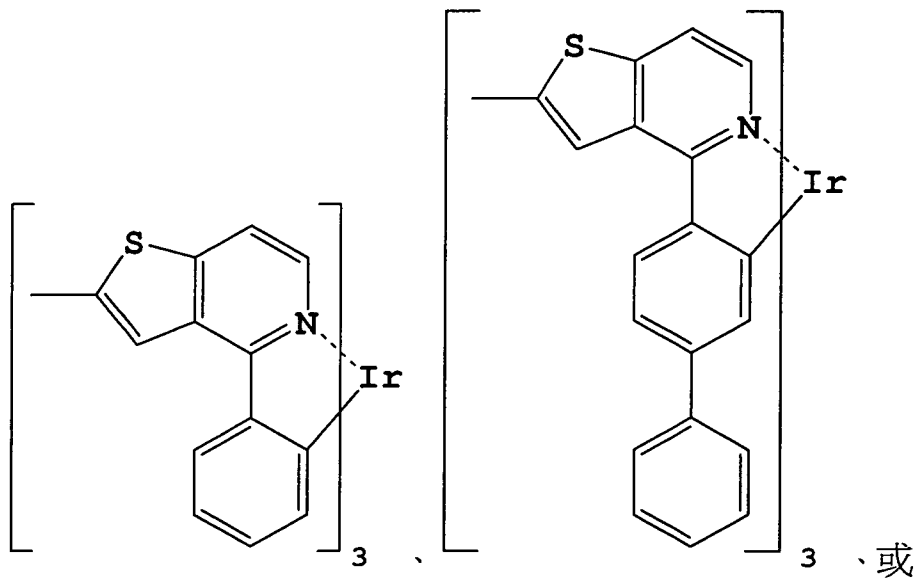


【0022】 根據本發明某些實施例，該有機金屬化合物可具

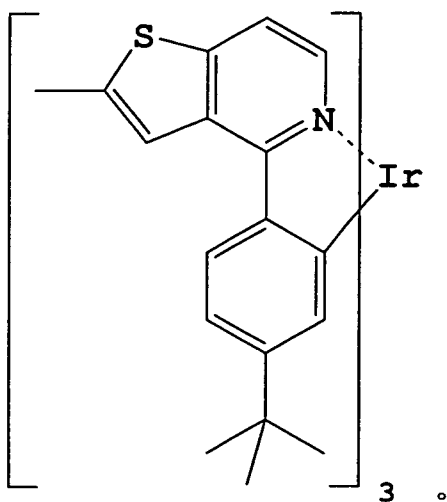
有如式(V)所示之結構：



【0023】 其中， $R^1$ 係各自獨立為氫、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。該具有式(V)所述結構的有



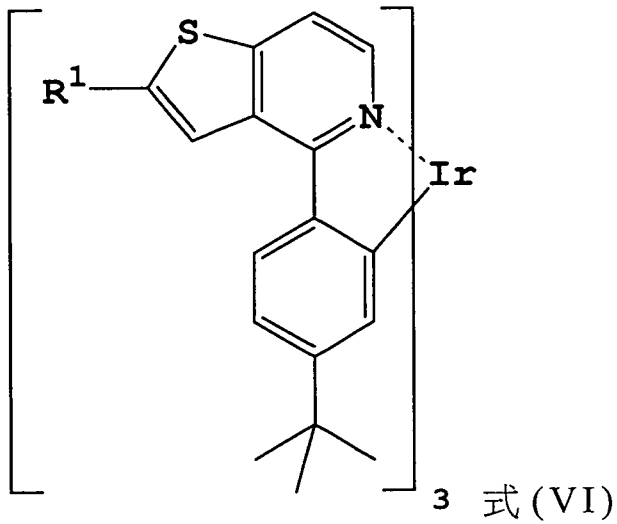
機金屬化合物可為



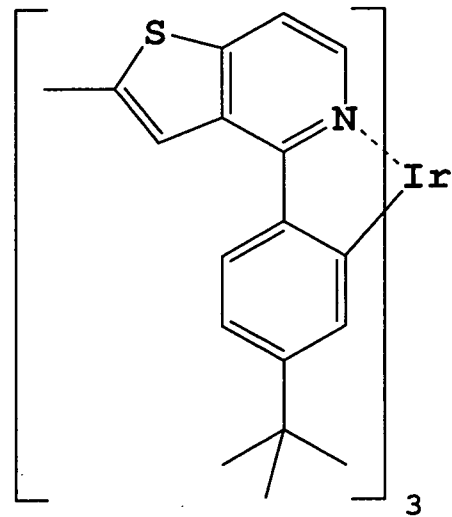
【0024】 根據本發明某些實施例，該有機金屬化合物可具



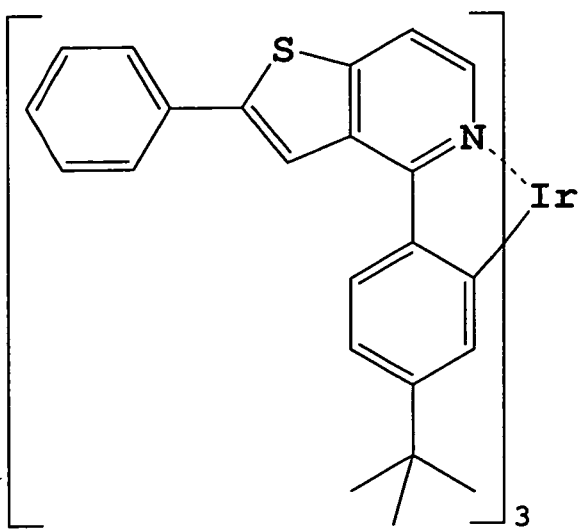
有如式(VI)所示之結構：



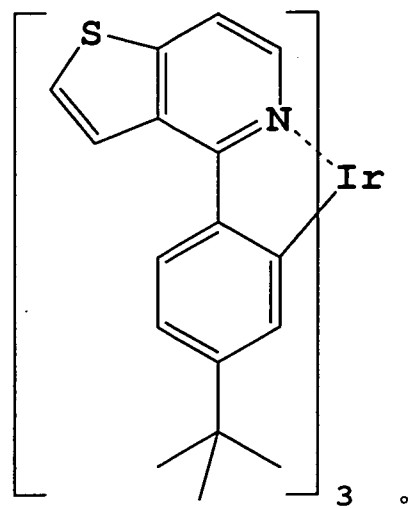
【0025】 其中，R<sup>1</sup>係各自獨立為氫、C<sub>1-12</sub>烷基、C<sub>5-10</sub>環烷基、C<sub>3-12</sub>雜芳基、或C<sub>6-12</sub>芳香基。該具有式(VI)所述結構的有



機金屬化合物可為



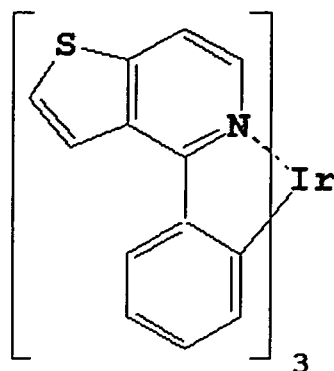
、或



【0026】 以下藉由下列實施例來說明本發明所述之有機金

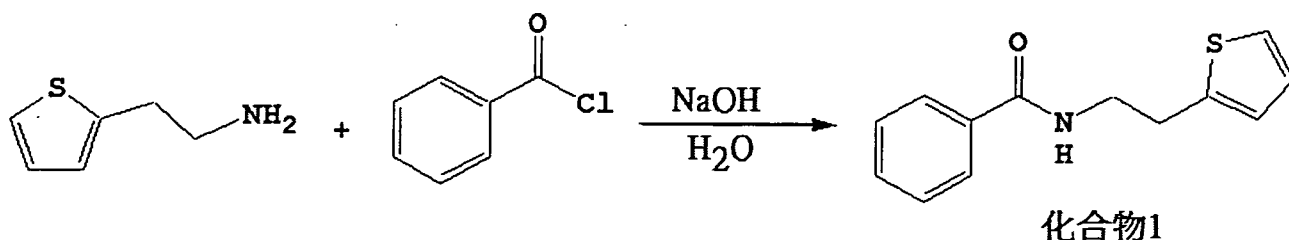
屬化合物的合成方式，用以進一步闡明本發明之技術特徵。

**【0027】 實施例 1：有機金屬化合物(I)之製備**



**【0028】 有機金屬化合物(I)**

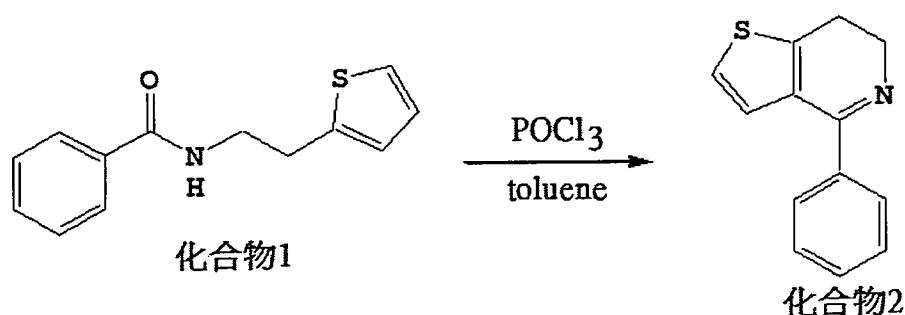
**【0029】** 提供一反應瓶，加入 9.0 g 的 2-(2-氨基乙基)噻吩 (2-(2-aminoethyl)thiophene、(70.9 mmol)) 與 40 mL 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入苯甲基醯氯 (benzoyl chloride、11 mL) 和氫氧化鈉水溶液 (氫氧化鈉 (NaOH) 濃度為 20 wt%、45 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應 12 小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物 1，產率為 95%。上述反應之反應式如下所示：



**【0030】** 利用核磁共振光譜分析化合物 1，所得之光譜資訊如下：<sup>1</sup>H NMR (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>, 294 K): δ 8.81 (d, 2H), 7.47~7.30 (m, 4H), 7.11 (d, 1H), 7.91 (t, 1H), 6.80 (d, 1H), 3.66 (q, 2H), 3.10 (t, 2H)。

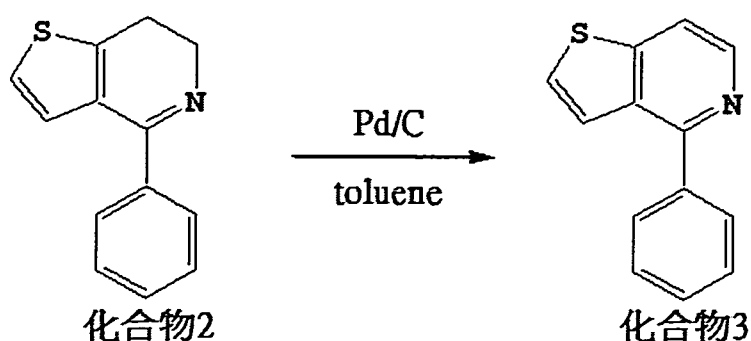
**【0031】** 提供一反應瓶，將 11.6 g 的化合物 1 (50 mmol) 及 50 mL 的甲苯 (toluene) 加入反應瓶中，並降溫至 0°C。接著，緩慢

加入 11.5 g 的三氯氧磷 ( $\text{POCl}_3$ , 75 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至  $40\text{ }^\circ\text{C}$ ，並加入碳酸氫鈉 ( $\text{NaHCO}_3$ ) 中和溶液。接著，以乙酸乙酯 (ethyl acetate, EA) 及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 2，產率為 75 %。上述反應之反應式如下所示：



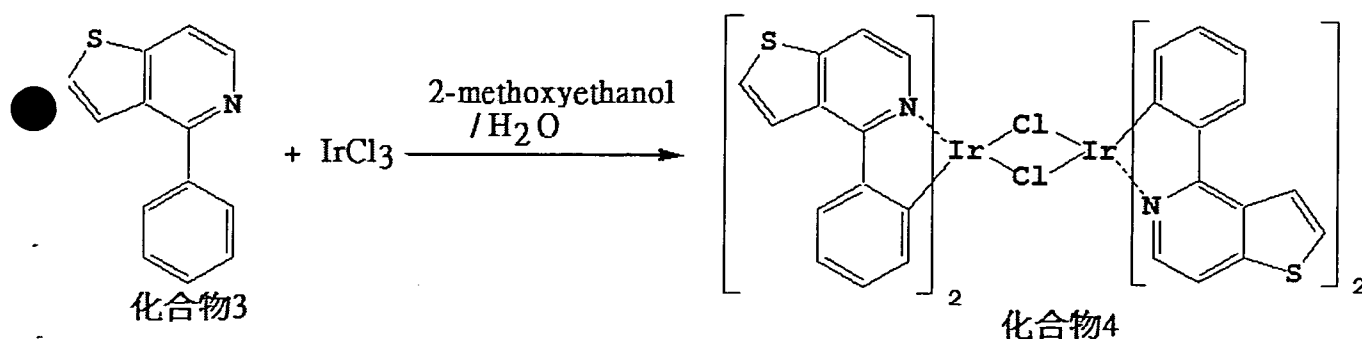
【0032】 利用核磁共振光譜分析化合物 2，所得之光譜資訊如下： $^1\text{H}$  NMR (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ , 294 K):  $\delta$  7.50 (d, 2H), 7.30~7.22 (m, 3H), 6.91 (d, 1H), 6.84 (d, 1H), 3.78 (t, 2H), 2.76 (t, 2H)。

【0033】 將 10.6g 的化合物 2 (50 mmol)、10g 的鈀碳催化劑 (palladium 10% on carbon Pd/C)、及 50 mL 的甲苯 (toluene) 加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應兩個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯 (ethyl acetate, EA) 及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 3，產率為 95 %。上述反應之反應式如下所示：



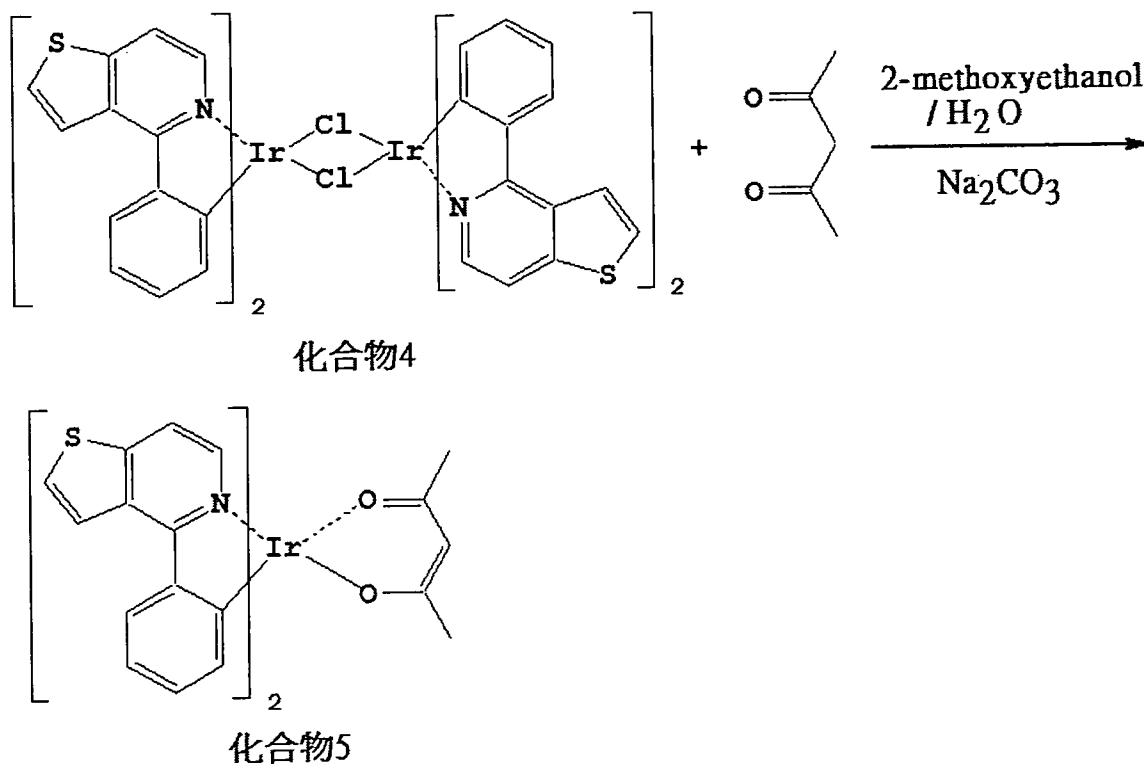
【0034】 利用核磁共振光譜分析化合物3，所得之光譜資訊如下：<sup>1</sup>H NMR (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>, 294 K): δ 8.53 (d, 1H), 7.81 (d, 2H), 7.77 (d, 1H), 7.60~7.40 (m, 5H)。

【0035】 接著，提供一雙頸瓶，加入化合物3(28 mg, 4.4 mmol)、以及 IrCl<sub>3</sub>(598 mg, 2 mmol)、2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、15 mL)、以及水(5mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至120°C。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物4，產率為72%。上述反應之反應式如下所示：



【0036】 接著，提供一反應瓶，加入化合物4(1.3 g, 1 mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、300 mg (3mmol))、碳酸鈉(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、212 mg (2mmol))、以及2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、20 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至120°C。反應12小時後，將反應回

至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並用二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )溶解。接著，以二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物5，產率為72%。上述反應之反應式如下所示：

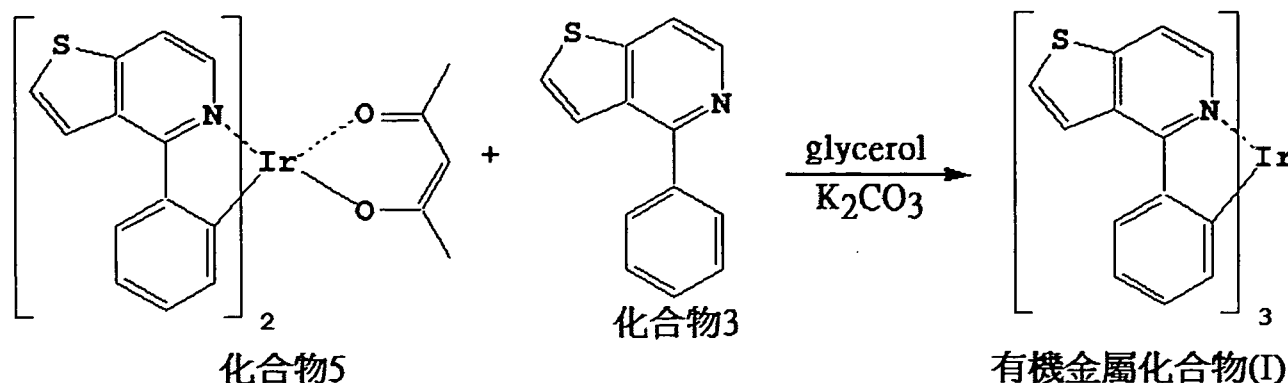


【0037】 利用核磁共振光譜分析化合物5，所得之光譜資訊如下： $^1\text{H}$  NMR (200 MHz,  $\text{CDCl}_3$ , 294 K):  $\delta$  8.52 (d, 2H), 8.13 (d, 2H), 7.87 (d, 2H), 7.68 (d, 2H), 7.59 (d, 2H), 6.99 (t, 2H), 6.69 (t, 2H), 6.29 (d, 2H), 5.33 (s, 1H), 1.82 (s, 6H)。

【0038】 提供一反應瓶，加入化合物5(711 mg、1 mmol)、化合物3(422 mg、2 mmol)、以及10 mL的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至 $200^\circ\text{C}$ 。反應48小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，

104年12月2日	修正 劃線	頁(本)
-----------	----------	------

並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(I)。上述反應之反應式如下所示：



【0039】 利用核磁共振光譜分析有機金屬化合物(I)，所得之光譜資訊如下：<sup>1</sup>H NMR (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>, 294 K): δ 8.35 (d, 3H), 8.22 (d, 3H), 7.51 (d, 3H), 7.34(m, 6H), 6.90 (m, 9H)。元素分析如下：C<sub>39</sub>H<sub>24</sub>IrN<sub>3</sub>S<sub>3</sub>: N 5.11, C 56.91, H 2.94; Found: N 5.09, C 56.88, H 2.97。

【0040】 以X光繞射光譜儀(x-ray diffraction spectroscopy)對有機金屬化合物(I)進行晶格分析，結果如第2圖所示。

【0041】 由核磁共振光譜及X-ray光電子能譜的結果可知，實施例1所製備出的有機金屬化合物(I)係具有面式(facial)立體結構。

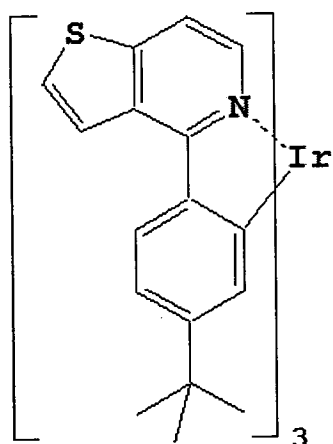
#### 【0042】 比較實施例1

【0043】 提供一反應瓶，加入化合物3(6.6 mmol)、IrCl<sub>3</sub>(598 mg, 2 mmol)、及丙三醇(glycerol)作為溶劑。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至200°C。反應12小時後，將反應回至室溫，發現反應瓶有黑色雜質產生。經分析後得知，反應中所形成的含銱中間產物會進一步發生劣化，無法得到含銱化合物主產物。

#### 【0044】 比較實施例2

【0045】 提供一反應瓶，加入化合物 4(0.5 mmol)、化合物 3(1 mmol)、碳酸鉀( $K_2CO_3$ 、138 mg(1 mmol))、以及 10 mL 的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $200^\circ C$ 。反應 48 小時後，將反應降至室溫，發現反應瓶有黑色雜質產生。經分析後得知，反應中所形成的含銱中間產物會進一步發生劣化，無法得到含銱化合物主產物。

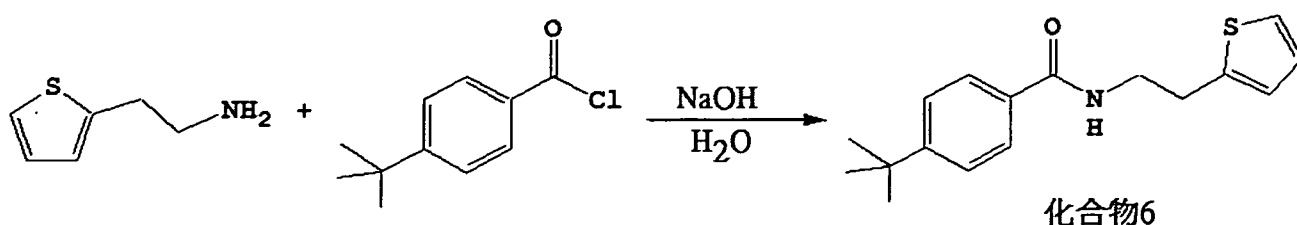
【0046】 實施例 2：有機金屬化合物(II)之製備



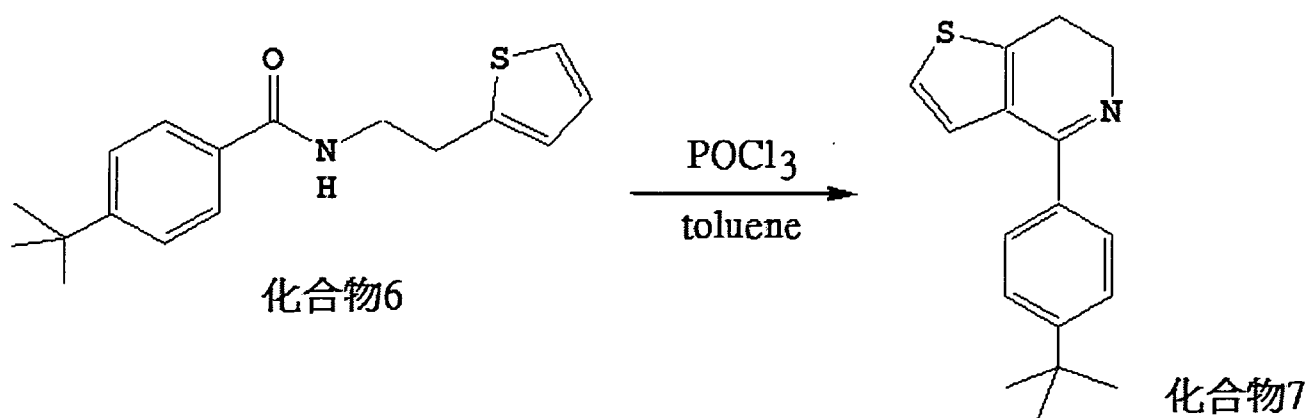
有機金屬化合物(II)

【0047】

【0048】 提供一反應瓶，加入 76.3 g 的 2-(2-氨基乙基)噻吩(2-(2-aminoethyl)thiophene、(600 mmol))與 1 L 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入 4-叔丁基苯甲基醯氯(4-tert-butylbenzoyl chloride、91 mL, 500 mmol)和氫氧化鈉水溶液(氫氧化鈉(NaOH)濃度為 20wt%、150 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應 12 小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物 1，產率為 99%。上述反應之反應式如下所示：

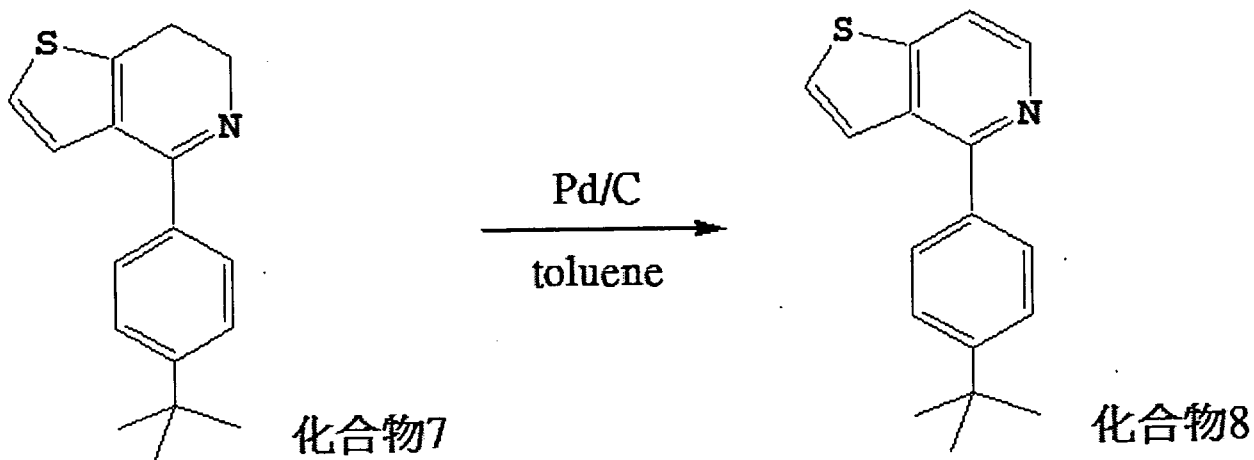


【0049】 提供一反應瓶，將50 g的化合物6(174 mmol)及170 mL的甲苯(toluene)加入反應瓶中，並降溫至0℃。接著，緩慢加入17 mL的三氯氧磷( $\text{POCl}_3$ 、174 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應12小時後，將反應瓶降溫至40℃，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物7，產率為72%。上述反應之反應式如下所示：

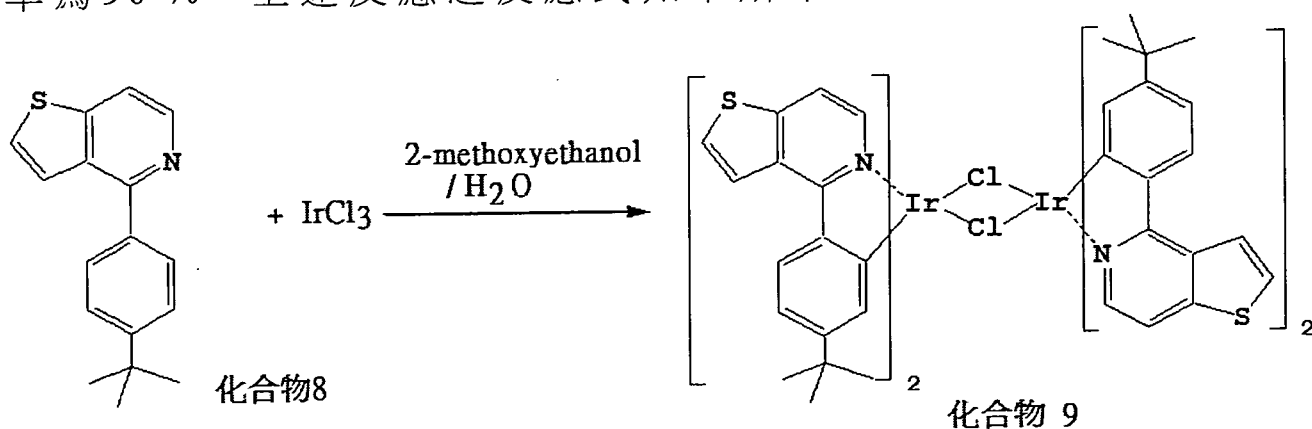


【0050】 將46 g的化合物7(174 mmol)、50 g的鈀碳催化劑(palladium 10% on carbon Pd/C)、及170 mL的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應48小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物8，產率為90%。上述反應之反應式如下所示：



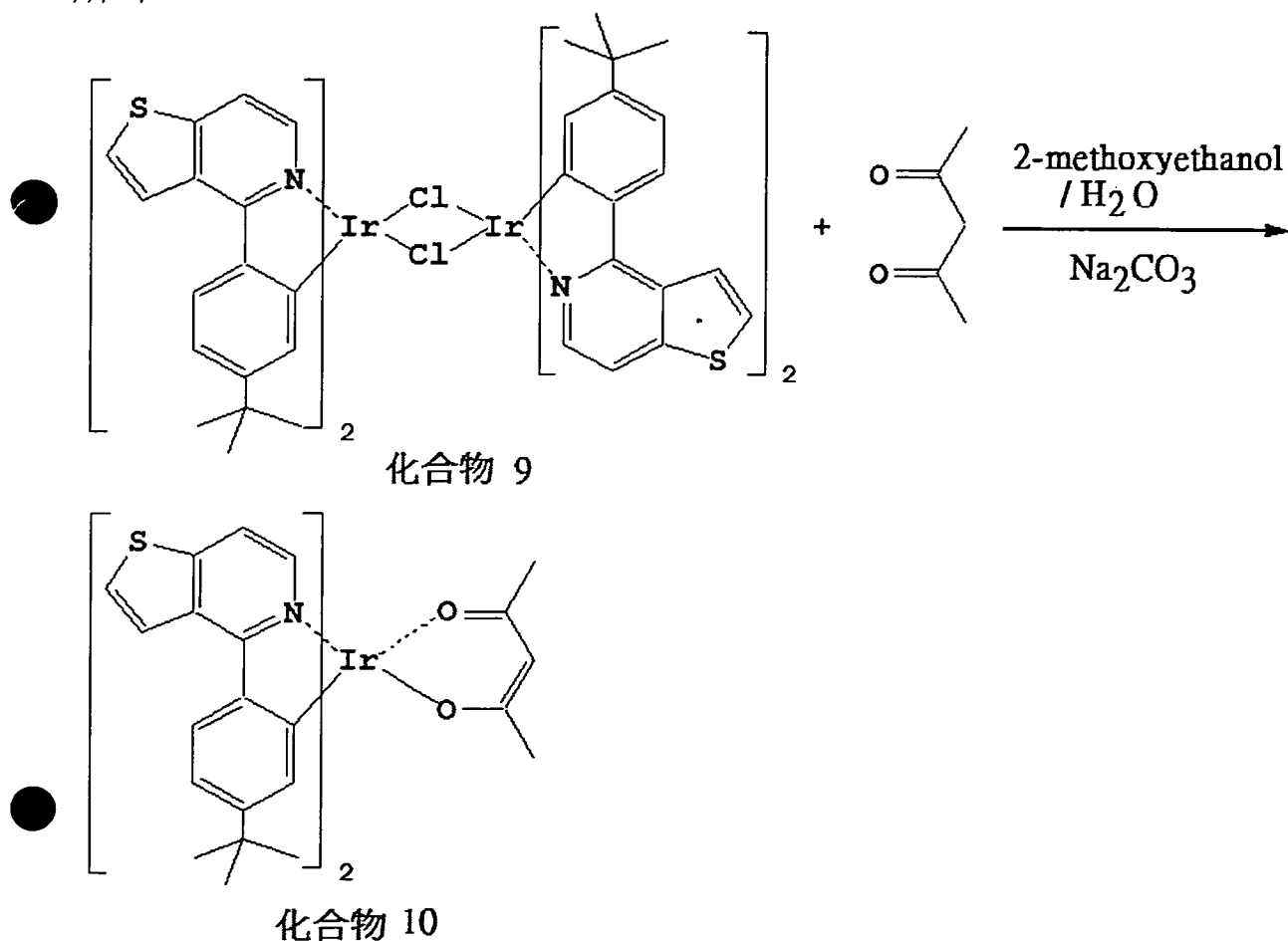


【0051】 接著，提供一反應瓶，加入化合物8(18.7 g, 70 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$ (10.4 g, 35 mmol)、2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、262 mL)、以及水(88 mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物9，產率為90%。上述反應之反應式如下所示：



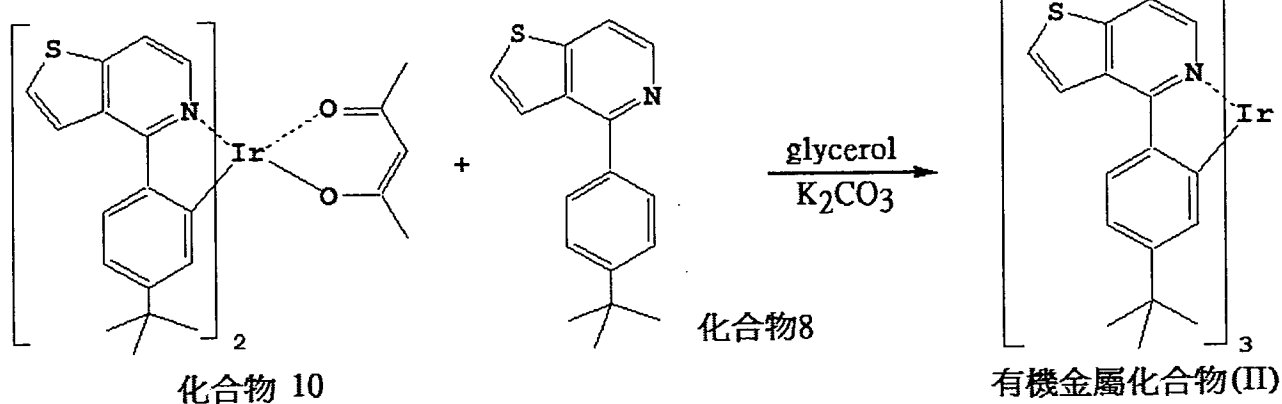
【0052】 接著，提供一反應瓶，加入化合物9(26.6 g, 17.5 mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、7 g (70 mmol))、碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、7.4 g (70 mmol))、以及2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、175 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反

應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並用二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )溶解。接著，以二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物 10，產率為 64 %。上述反應之反應式如下所示：

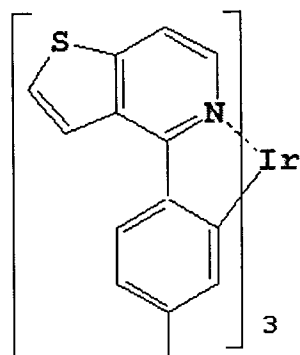


【0053】 提供一反應瓶，加入化合物 10(18.3 g、22.2 mmol)、化合物 8(11.9 g、44.5 mmol)、以及 220 mL 的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $200^\circ\text{C}$ 。反應 48 小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化

合物(II)。上述反應之反應式如下所示：

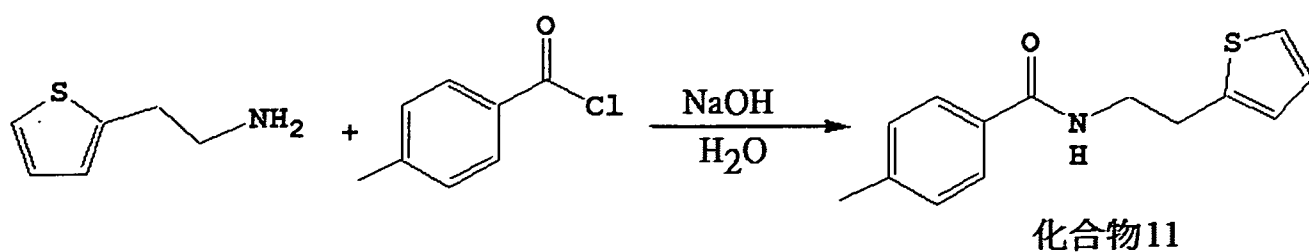


【0054】 實施例 3：有機金屬化合物(III)之製備

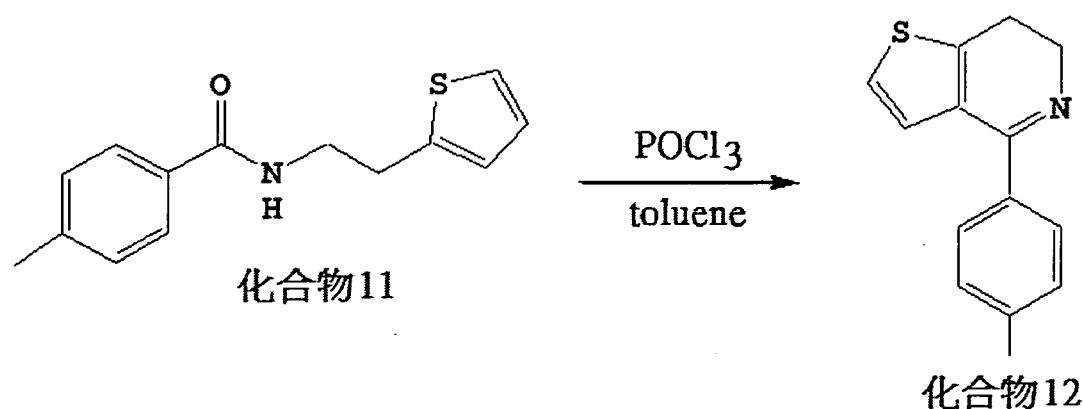


【0055】 有機金屬化合物(III)

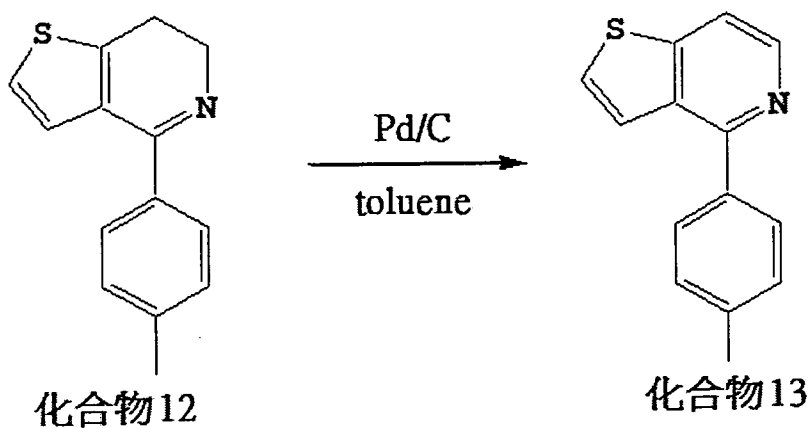
【0056】 提供一反應瓶，加入 30.0 g 的 2-(2-氨基乙基)噻吩 (2-(2-aminoethyl)thiophene、(235.8 mmol))與 500 mL 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入 4-甲基苯甲基醯氯 (4-methyl-benzoyl chloride、40.1 g、259.4 mmol)和氫氧化鈉水溶液(氫氧化鈉(NaOH)濃度為 20wt%、200 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應 12 小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物 11，產率為 89%。上述反應之反應式如下所示：



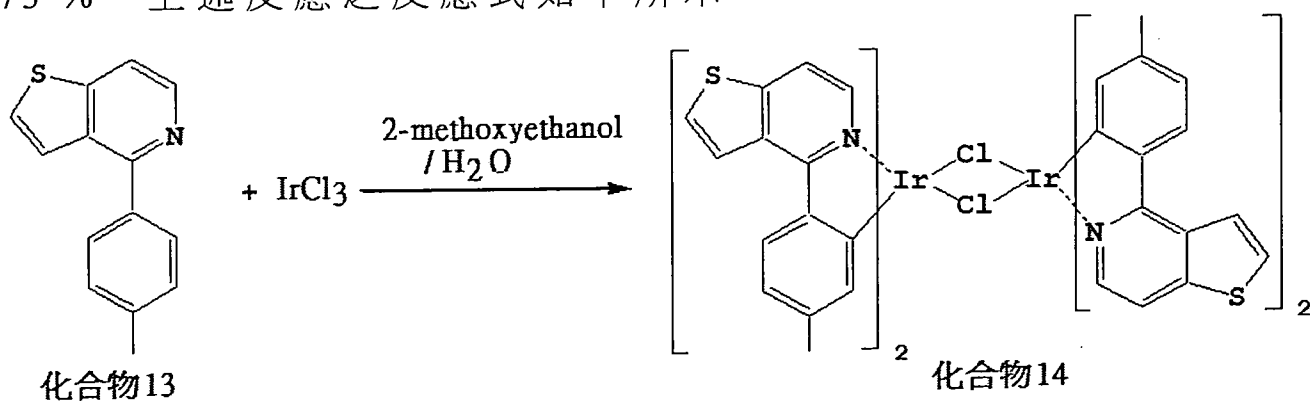
【0057】 提供一反應瓶，將 5.0 g 的化合物 11(23.0 mmol)及 100 mL 的甲苯(toluene)加入反應瓶中，並降溫至 0℃。接著，緩慢加入 10.5 g 的三氯氧磷( $\text{POCl}_3$ 、69.1 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至 40℃，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 12，產率為 50%。上述反應之反應式如下所示：



【0058】 將 5.0g 的化合物 12(22.0 mmol)、5 g 的鈀碳催化劑 (palladium 10% on carbon Pd/C)、及 30 mL 的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應 24 個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 13，產率為 83%。上述反應之反應式如下所示：

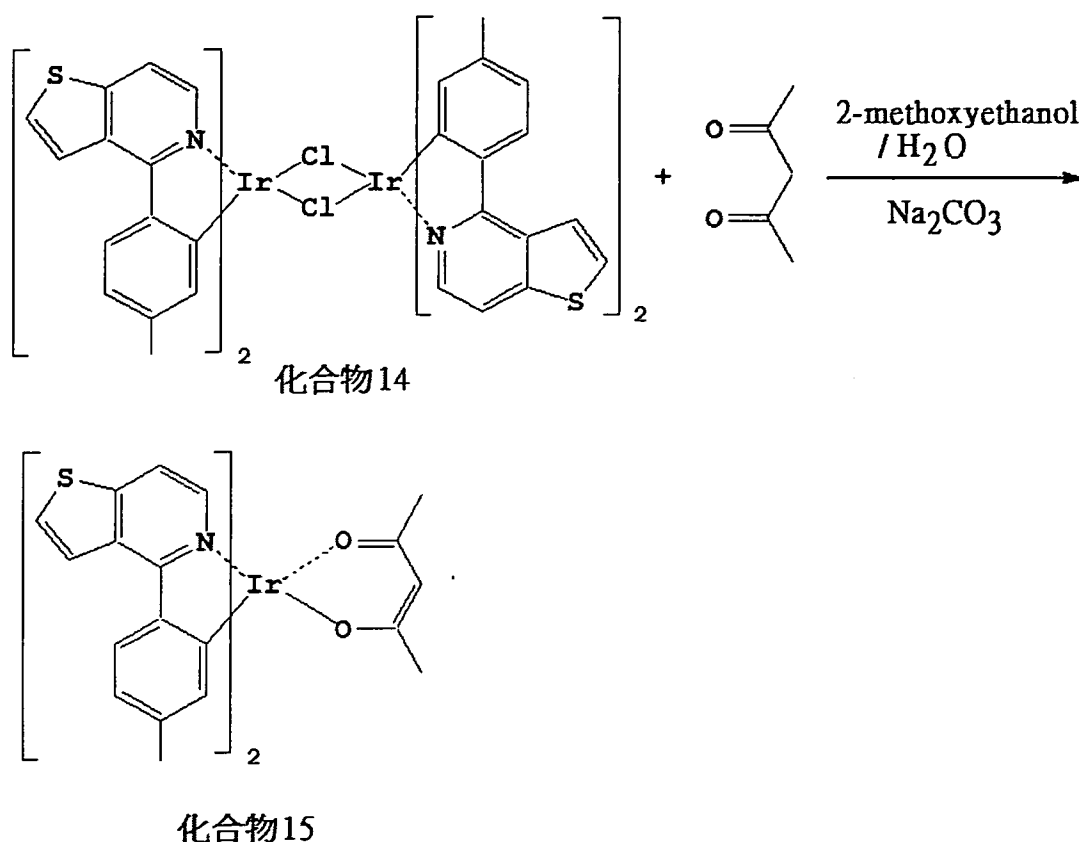


【0059】 接著，提供一反應瓶，加入化合物13(1 g, 4.4 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$ (630 mg, 2.1 mmol)、2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、30 mL)、以及水(10 mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物14，產率為73%。上述反應之反應式如下所示：

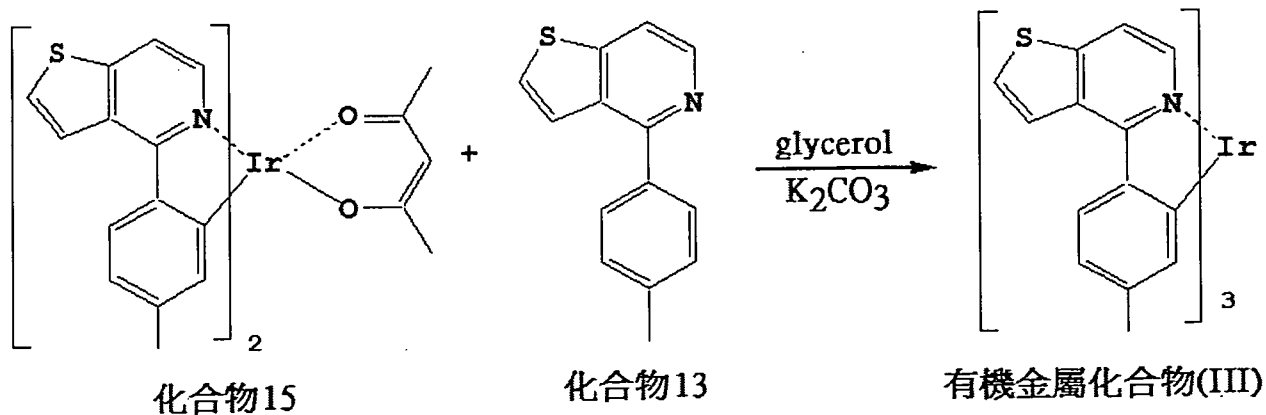


【0060】 接著，提供一反應瓶，加入化合物14(1.04 g, 0.77 mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、230 mg (2.3 mmol))、碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、250 mg (2.3 mmol))、以及2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、30 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固

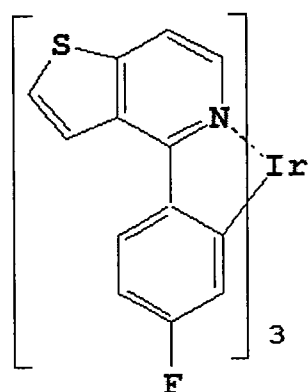
體，收集固體並用二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )溶解。接著，以二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物15，產率為74%。上述反應之反應式如下所示：



【0061】 提供一反應瓶，加入化合物15(3.0 g、4.05 mmol)、化合物13(1.82 g、8.1 mmol)、以及15 mL的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至200 $^{\circ}\text{C}$ 。反應48小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(III)。上述反應之反應式如下所示：

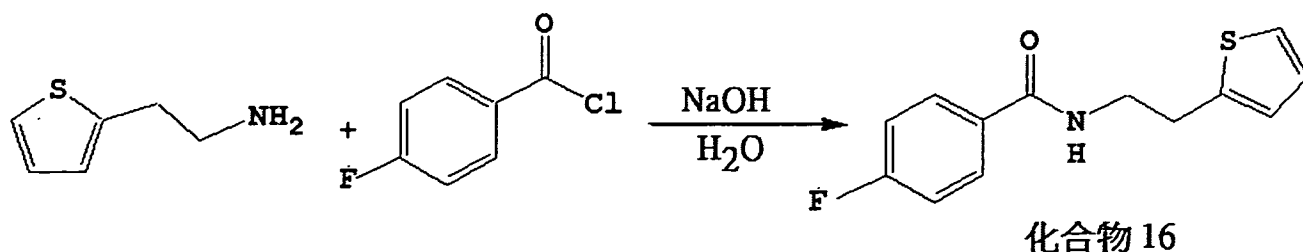


【0062】 實施例4：有機金屬化合物(IV)之製備

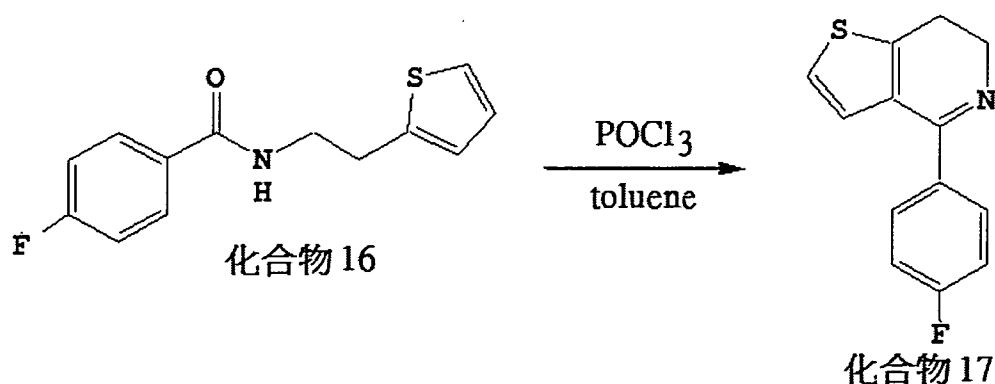


【0063】 有機金屬化合物(IV)

【0064】 提供一反應瓶，加入30.0 g 的2-(2-氨基乙基)噻吩(2-(2-aminoethyl)thiophene、(235.8 mmol))與400 mL的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入4-氟基苯甲基醯氯(4-fluorine-benzoyl chloride、40.9 g、259.4 mmol)和氫氧化鈉水溶液(氫氧化鈉(NaOH)濃度為20wt%、200 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應12小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物16，產率為93%。上述反應之反應式如下所示：

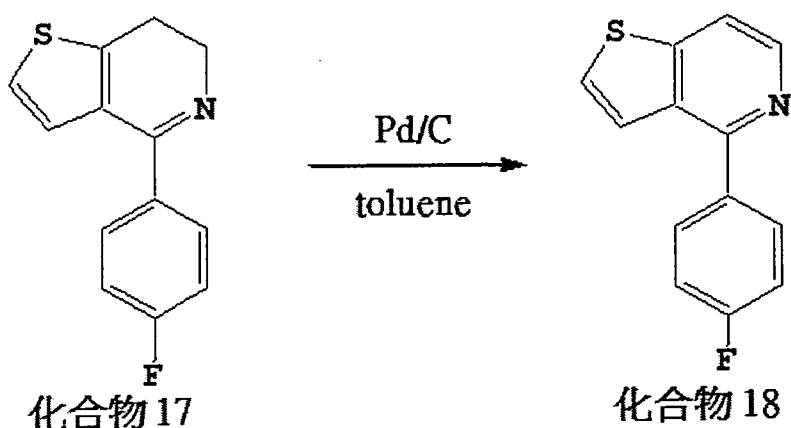


【0065】 提供一反應瓶，將 5.0 g 的化合物 16 (20.1 mmol) 及 100 mL 的甲苯 (toluene) 加入反應瓶中，並降溫至 0°C。接著，緩慢加入 9.2 g 的三氯氧磷 (POCl<sub>3</sub>、60.21 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至 40°C，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 17，產率為 55%。上述反應之反應式如下所示：

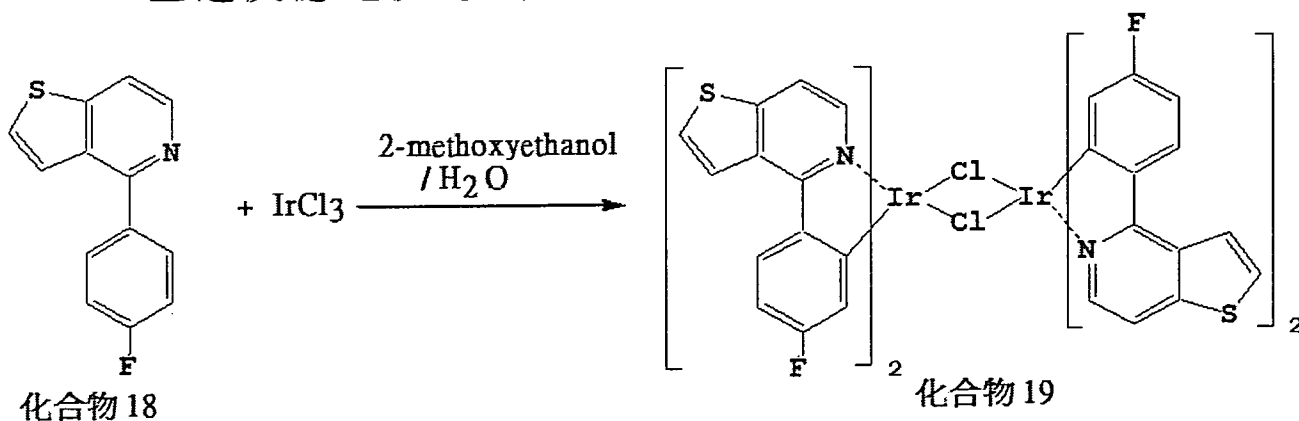


【0066】 將 5.0 g 的化合物 17 (21.6 mmol)、5 g 的鈀碳催化劑 (palladium 10% on carbon Pd/C)、及 30 mL 的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應兩個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 18，產率為 85%。上述反應之反應式如下所示：



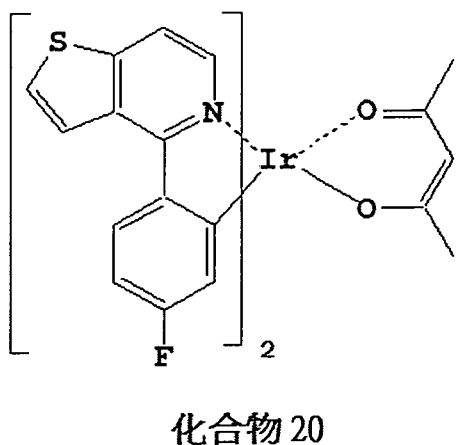
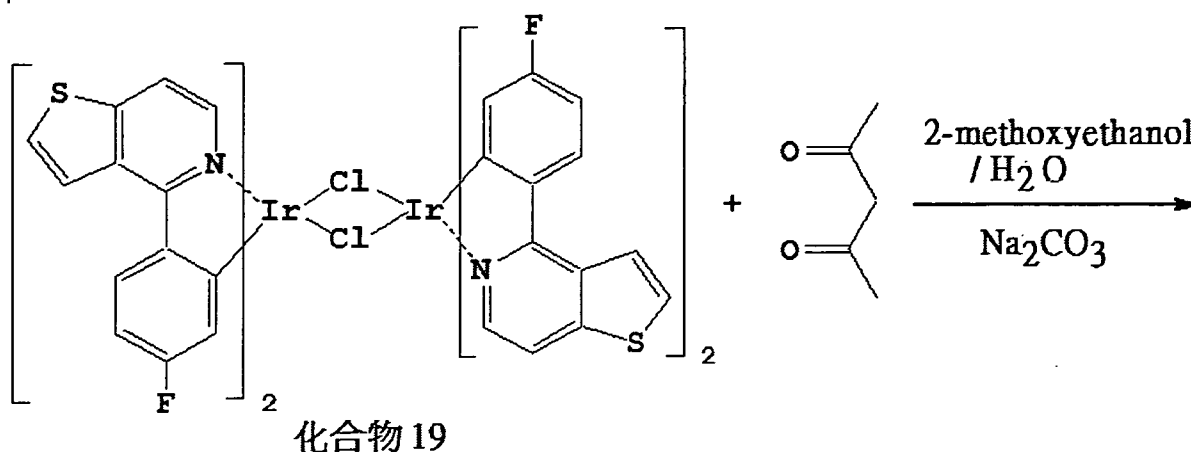


【0067】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 18(1.69 g, 7.4 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$ (1000 mg, 3.35 mmol)、2- 甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、30 mL)、以及水(10mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應 12 小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物 19，產率為 70 %。上述反應之反應式如下所示：

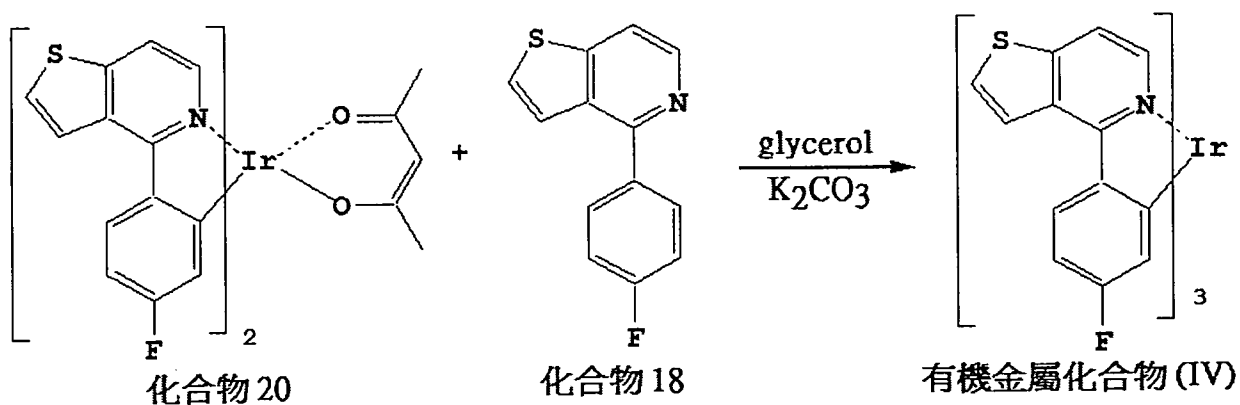


【0068】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 19(3.0 g, 2.2 mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、880 mg (8.8 mmol))、碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、930 mg (8.8 mmol))、以及 2- 甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、20 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應 12 小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固

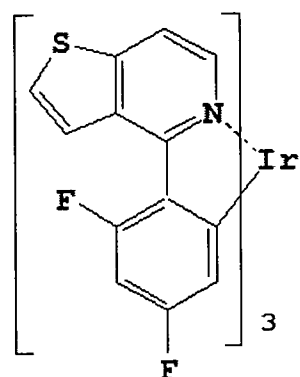
體，收集固體並用二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )溶解。接著，以二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物20，產率為75%。上述反應之反應式如下所示：



【0069】 提供一反應瓶，加入化合物20(1000 mg、1.33 mmol)、化合物18(610 mg、2.7 mmol)、以及20 mL的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至 $200^\circ\text{C}$ 。反應48小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(IV)。上述反應之反應式如下所示：

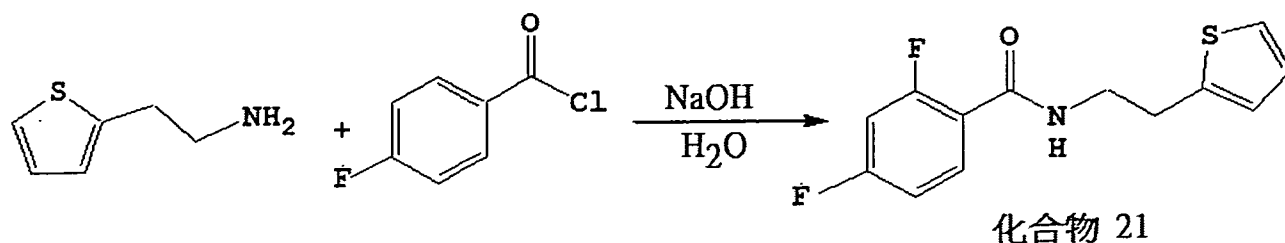


【0070】 實施例 5：有機金屬化合物(V)之製備

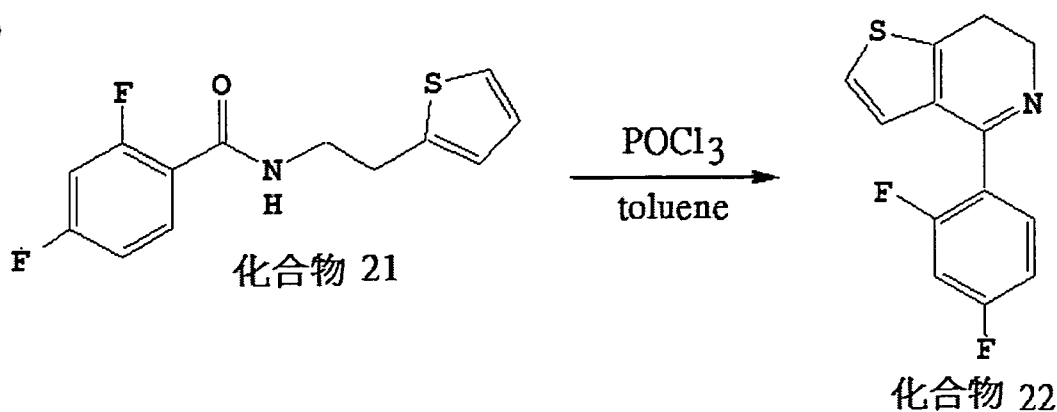


【0071】 有機金屬化合物(V)

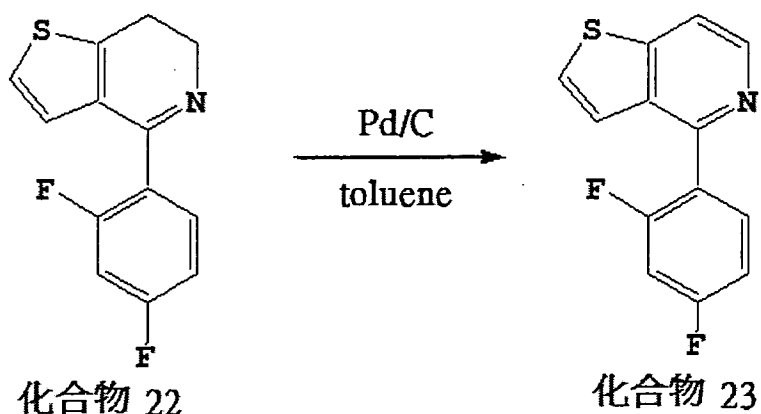
【0072】 提供一反應瓶，加入 30.0 g 的 2-(2-氨基乙基)噻吩 (2-(2-aminoethyl)thiophene、(235.8 mmol)) 與 500 mL 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入 2,4-二氟基苯甲基醯氯 (2,4-difluorine-benzoyl chloride、45.6 g、259.4 mmol) 和氫氧化鈉水溶液 (氫氧化鈉 (NaOH) 濃度為 20wt%、200 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應 12 小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物 21，產率為 90%。上述反應之反應式如下所示：



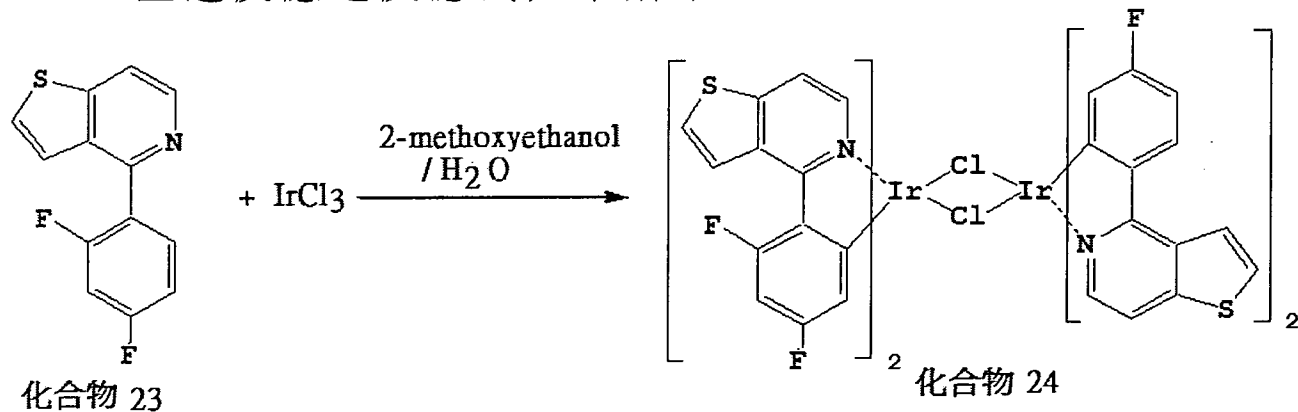
【0073】 提供一反應瓶，將 5.0 g 的化合物 21 (18.7 mmol) 及 100 mL 的甲苯 (toluene) 加入反應瓶中，並降溫至 0°C。接著，緩慢加入 8.5 g 的三氯氧磷 (POCl<sub>3</sub>、56.2 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至 40°C，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 22，產率為 53%。上述反應之反應式如下所示：



【0074】 將 5.0 g 的化合物 22 (20.1 mmol)、5.0 g 的鈀碳催化劑 (palladium 10% on carbon Pd/C)、及 30 mL 的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應兩個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 23，產率為 85%。上述反應之反應式如下所示：

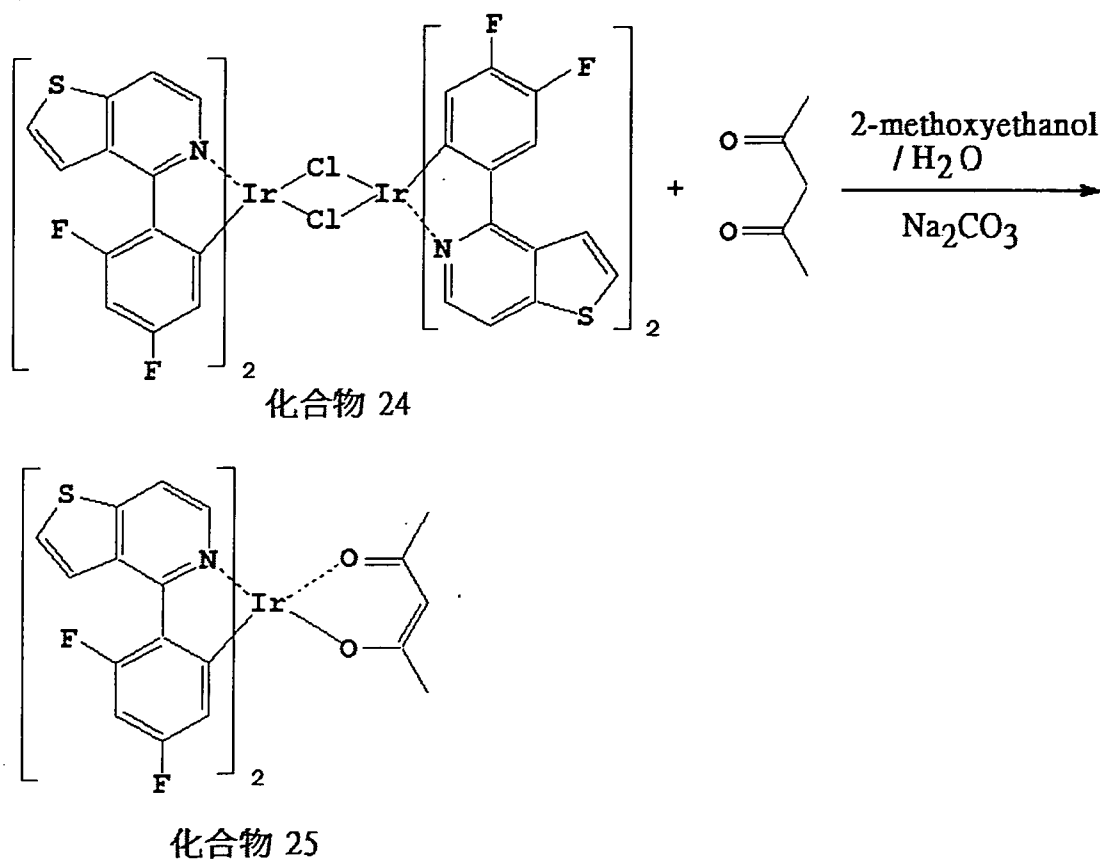


【0075】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 23(1000 mg, 4.0 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$ (548 mg, 1.84 mmol)、2- 甲氧基乙醇 (2-methoxyethanol、30 mL)、以及水(10 mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應 12 小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物 24，產率為 78 %。上述反應之反應式如下所示：

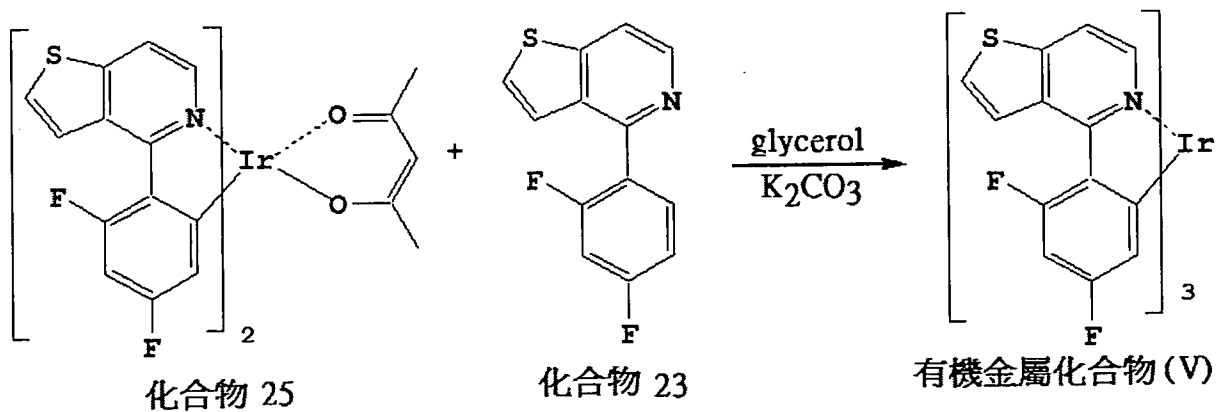


【0076】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 24(1.04 g, 0.72 mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、289 mg (2.9 mmol))、碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、306 mg (2.9 mmol))、以及 2- 甲氧基乙醇 (2-methoxyethanol、30 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應 12 小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固

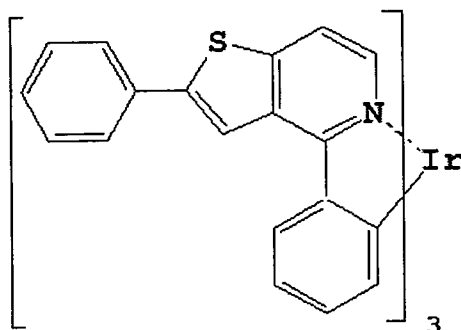
體，收集固體並用二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )溶解。接著，以二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物25，產率為70%。上述反應之反應式如下所示：



【0077】 提供一反應瓶，加入化合物25(782 mg、0.99 mmol)、化合物23(492 mg、1.99 mmol)、以及15 mL的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至 $200^\circ\text{C}$ 。反應96小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(V)。上述反應之反應式如下所示：

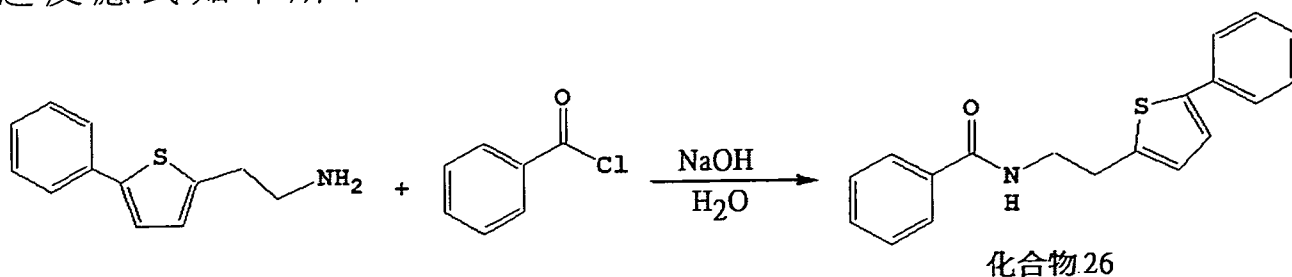


【0078】 實施例 6：有機金屬化合物(VI)之製備

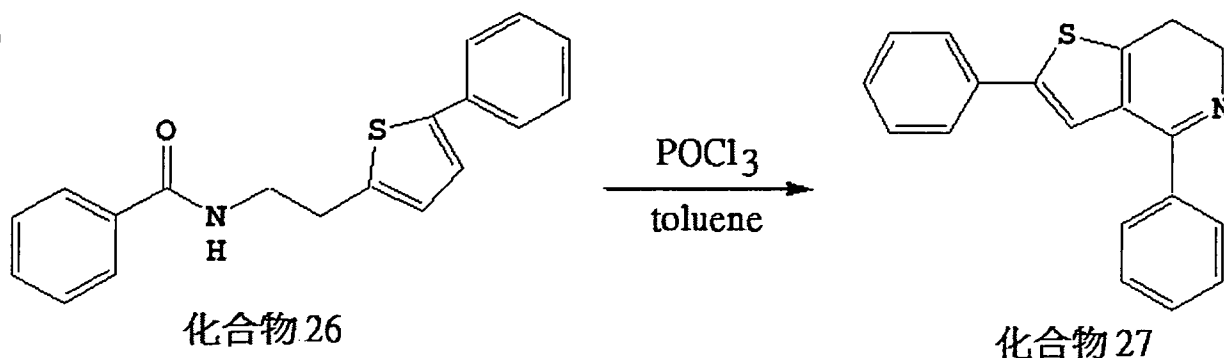


【0079】 有機金屬化合物(VI)

【0080】 提供一反應瓶，加入 9.0 g 的 2-(2-氨基乙基)-5-苯基-噻吩 (2-(2-aminoethyl)-5-benzyl-thiophene、44.3 mmol) 與 40 mL 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入苯甲基醯氯 (benzoyl chloride、6.2 g、44.3 mmol) 和氫氧化鈉水溶液 (氫氧化鈉 (NaOH) 濃度為 20wt%、45 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應 12 小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物 26，產率為 91%。上述反應之反應式如下所示：

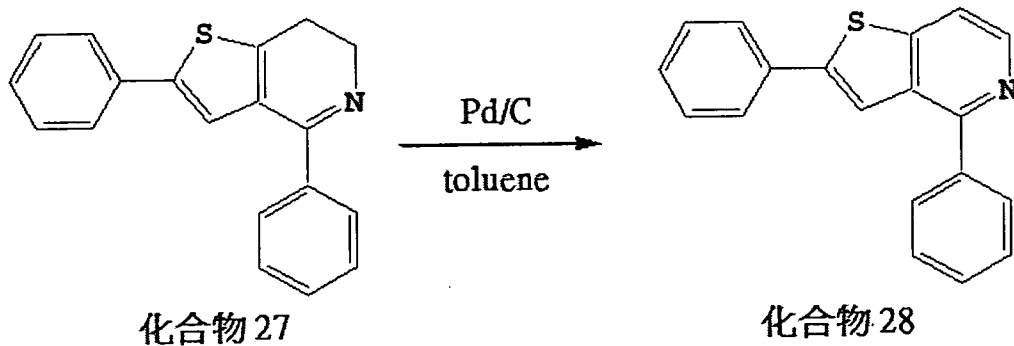


【0081】 提供一反應瓶，將15.4 g的化合物26(50 mmol)及50 mL的甲苯(toluene)加入反應瓶中，並降溫至0℃。接著，緩慢加入11.5 g的三氯氧磷( $\text{POCl}_3$ 、75 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至40℃，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物27，產率為71%。上述反應之反應式如下所示：

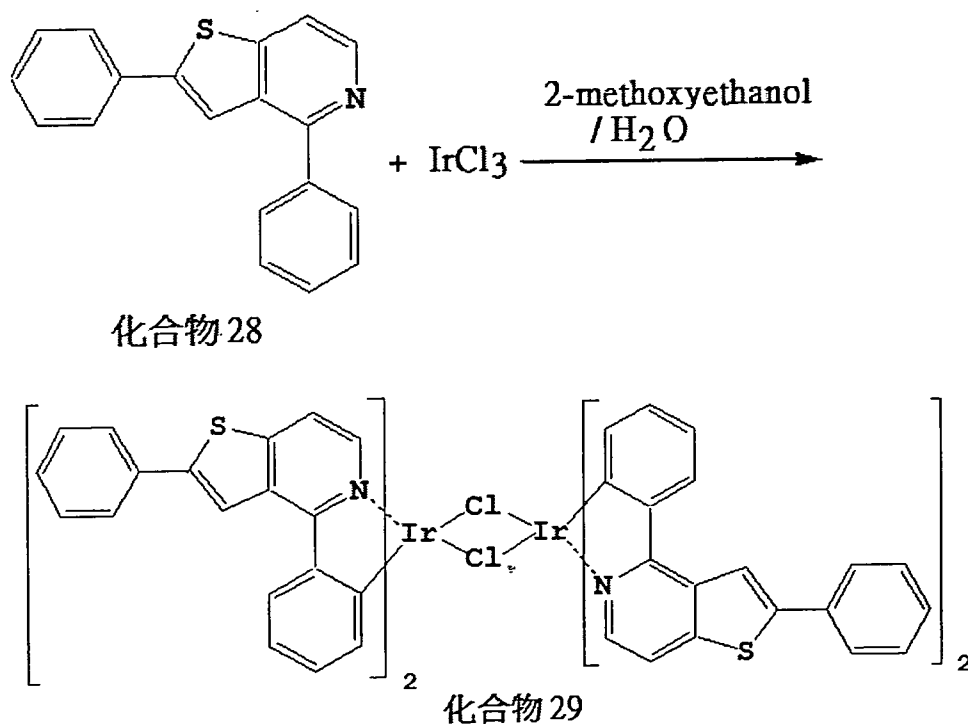


【0082】 將14.5 g的化合物27(50 mmol)、10g的鈀碳催化劑(palladium 10% on carbon Pd/C)、及50 mL的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應兩個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物28，產率為94%。上述反應之反應式如下所示：



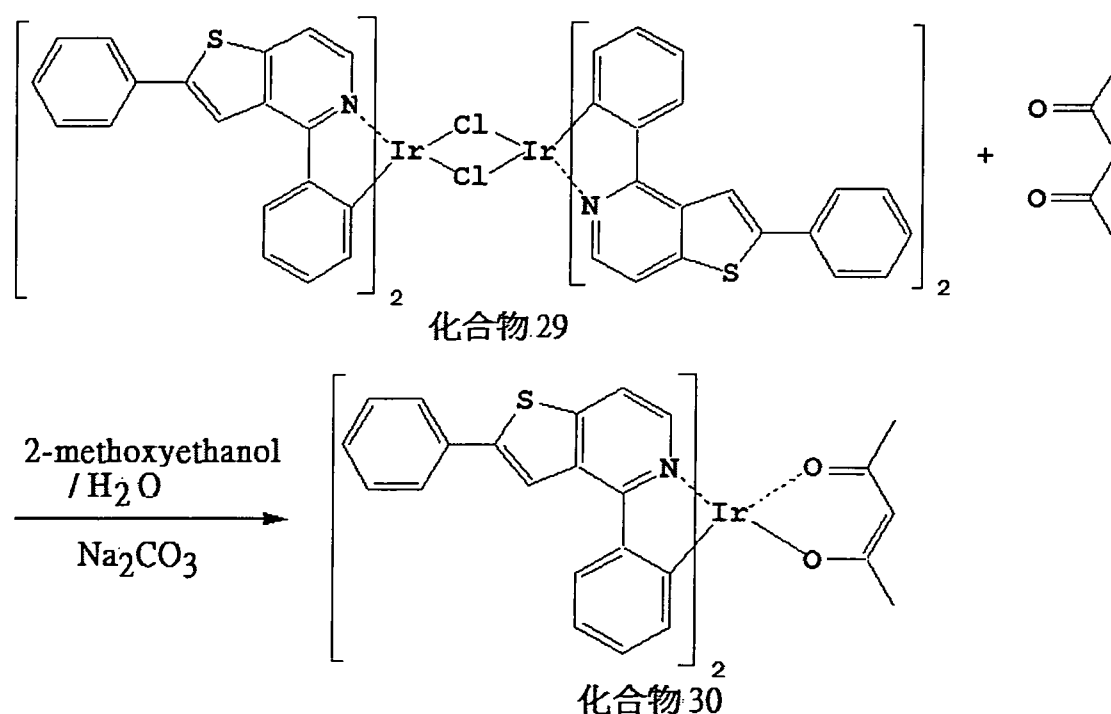


【0083】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 28(600 mg, 2.09 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$ (282 mg, 0.95 mmol)、2- 甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、30 mL)、以及水(10 mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應 12 小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物 29，產率為 65 %。上述反應之反應式如下所示：

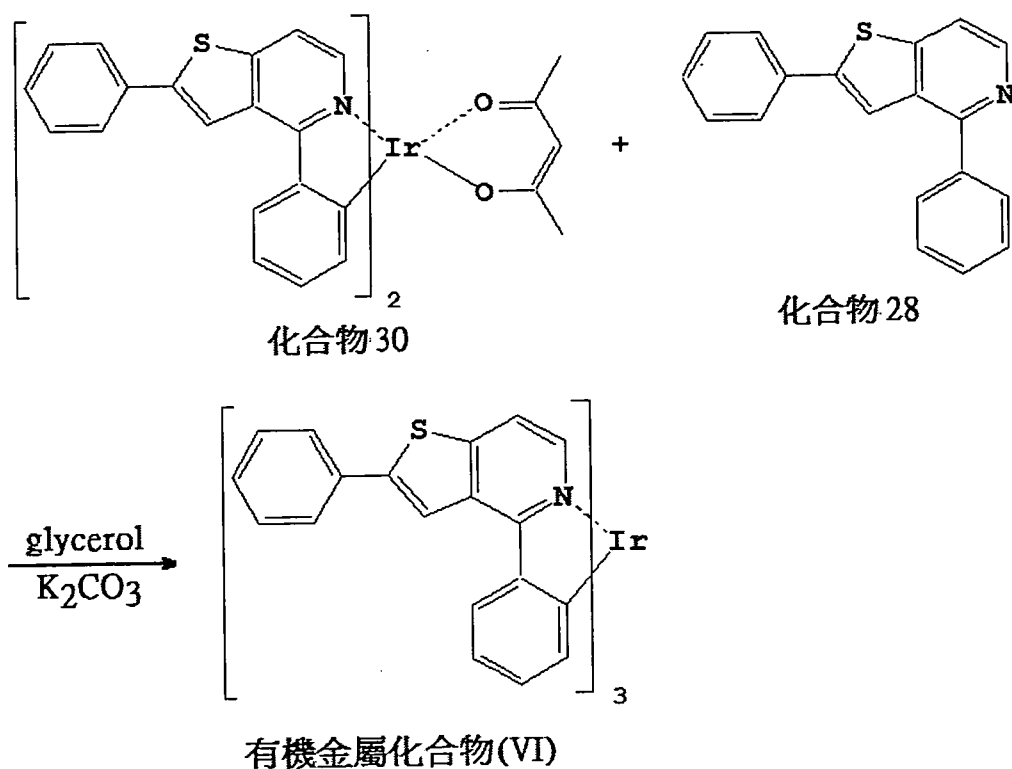


【0084】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 29(595 mg, 0.37 mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、148 mg (1.47 mmol))、碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、157 mg (1.48 mmol))、以及 2- 甲氧基乙醇

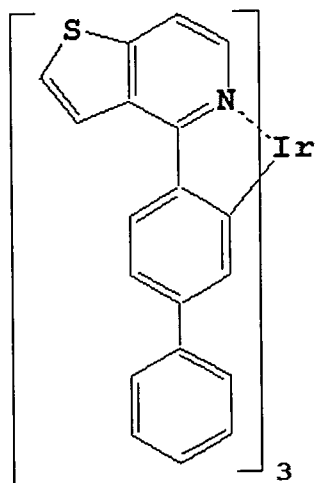
(2-methoxyethanol, 30 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至120°C。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並用二氯甲烷(CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)溶解。接著，以二氯甲烷(CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物30，產率為65%。上述反應之反應式如下所示：



**【0085】** 提供一反應瓶，加入化合物30(373 mg、0.43 mmol)、化合物28(248 mg、0.86 mmol)、以及15 mL的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至200°C。反應72小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate, EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(VI)。上述反應之反應式如下所示：



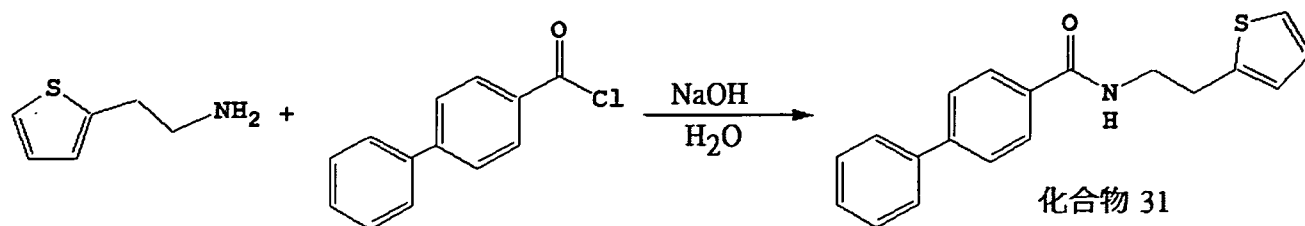
【0086】 實施例 7：有機金屬化合物(VII)之製備



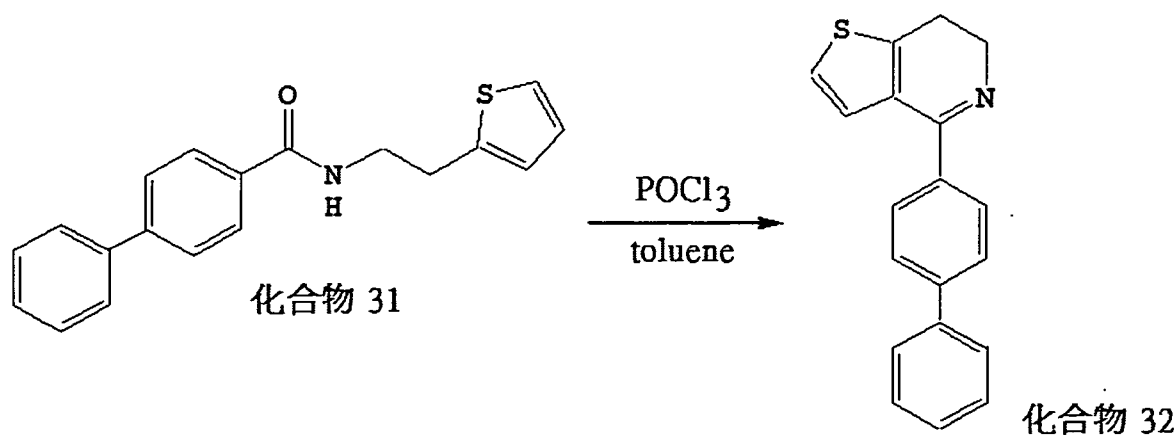
【0087】 有機金屬化合物(VII)

【0088】 提供一反應瓶，加入 10.0 g 的 2-(2-氨基乙基)噻吩 (2-(2-aminoethyl)thiophene、(78.7 mmol)) 與 100 mL 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入 4-苯基苯甲基醯氯 (4-benzyl-benzoyl chloride、17 g、78.7 mmol) 和氫氧化鈉水溶液 (氫氧化鈉 (NaOH) 濃度為 20wt%、50 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應

12小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物31，產率為82%。上述反應之反應式如下所示：



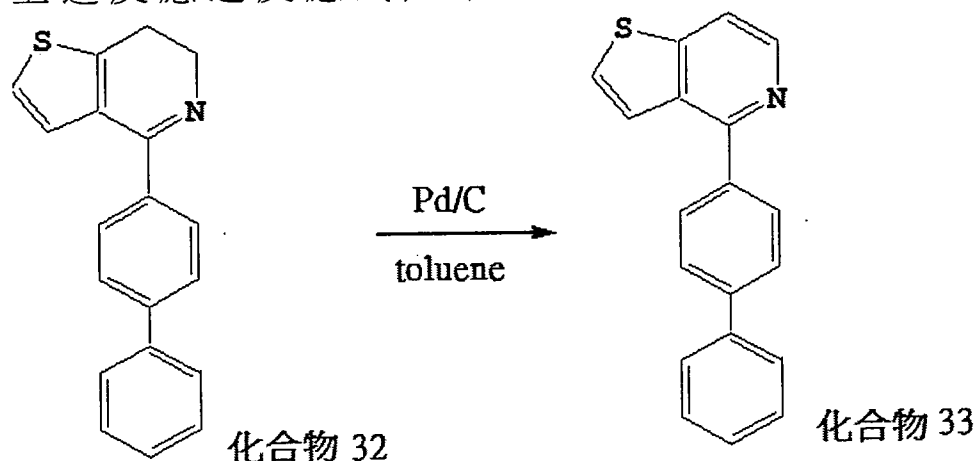
【0089】 提供一反應瓶，將5.0 g的化合物31(16.3 mmol)及100 mL的甲苯(toluene)加入反應瓶中，並降溫至0°C。接著，緩慢加入7.4 g的三氯氧磷( $\text{POCl}_3$ 、48.8 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至40°C，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物32，產率為55%。上述反應之反應式如下所示：



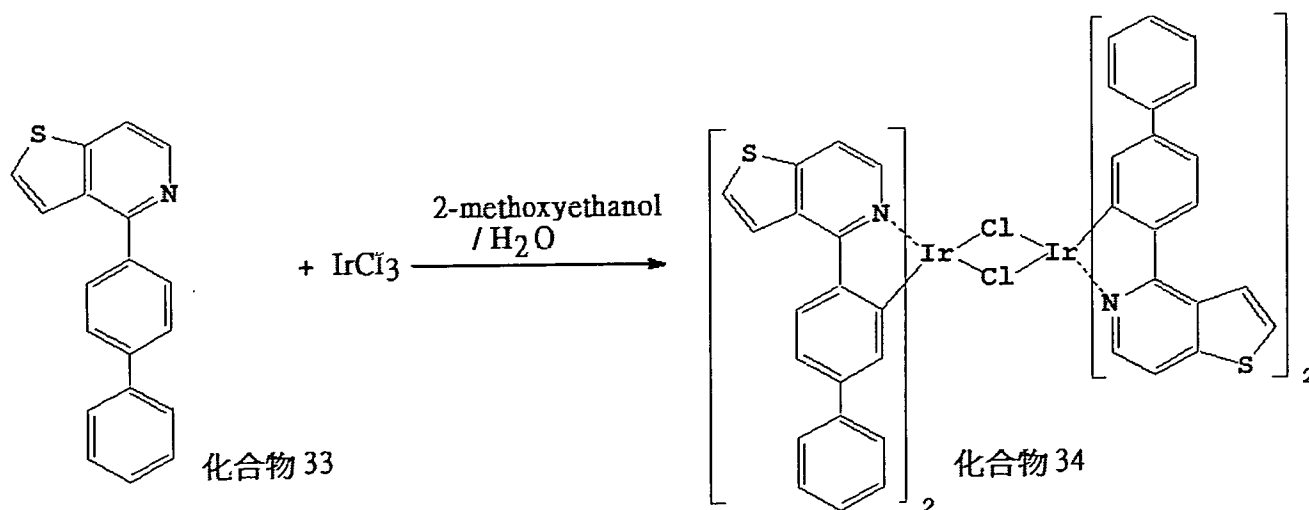
【0090】 將5.0 g的化合物32 (17.3 mmol)、5.0 g的鈀碳催化劑(palladium 10% on carbon Pd/C)、及30 mL的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應24個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，

並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 33，產率為 80 %。

上述反應之反應式如下所示：

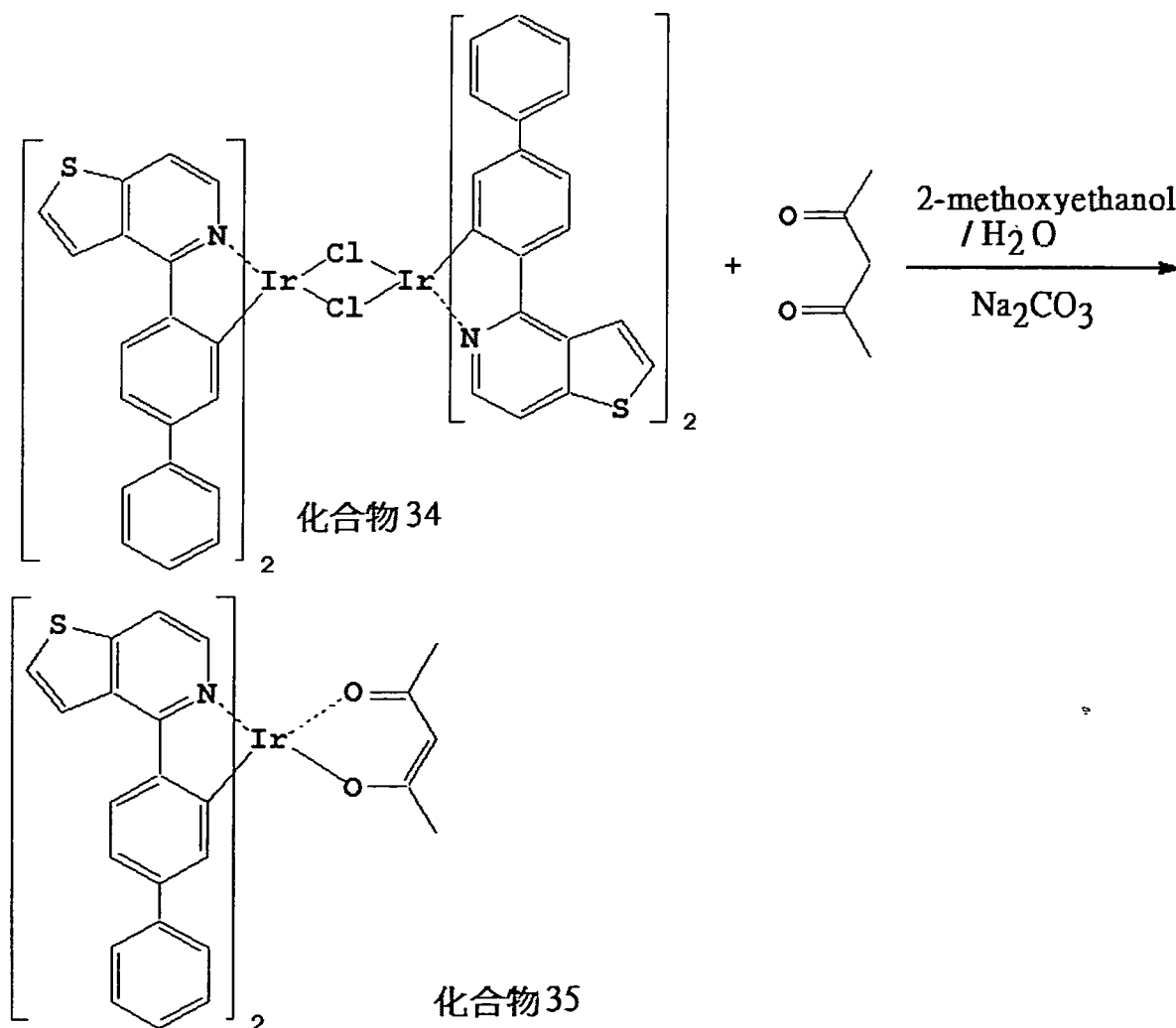


【0091】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 33 (5.0 g, 17.4 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$  (2360 mg, 7.9 mmol)、2- 甲氧基乙醇 (2-methoxyethanol、50 mL)、以及水 (17 mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應 12 小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物 34，產率為 65 %。上述反應之反應式如下所示：



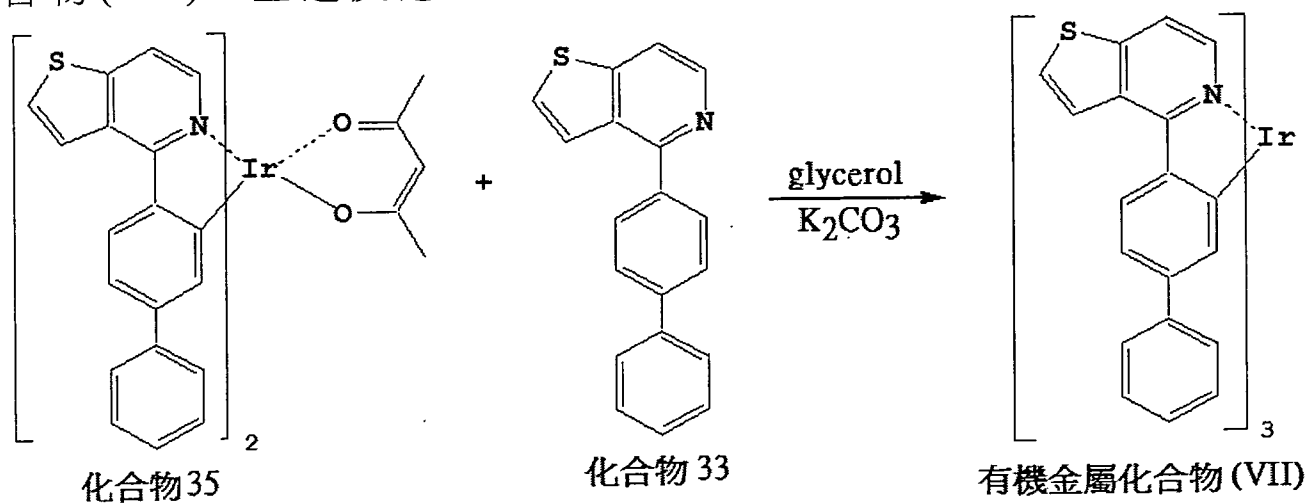
【0092】 接著，提供一反應瓶，加入化合物 34 (3.0 g, 1.87

mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、750 mg (7.5 mmol))、碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、790 mg (7.5 mmol))、以及 2- 甲氧基乙醇 (2-methoxyethanol、30 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應 12 小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並用二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )溶解。接著，以二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物 35，產率為 68%。上述反應之反應式如下所示：

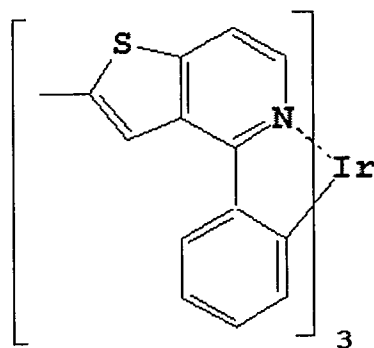


【0093】 提供一反應瓶，加入化合物 35 (1000 mg、1.16

mmol)、化合物 33(660 mg、2.3 mmol)、以及 25 mL 的丙三醇 (glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至 200°C。反應 72 小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(VII)。上述反應之反應式如下所示：



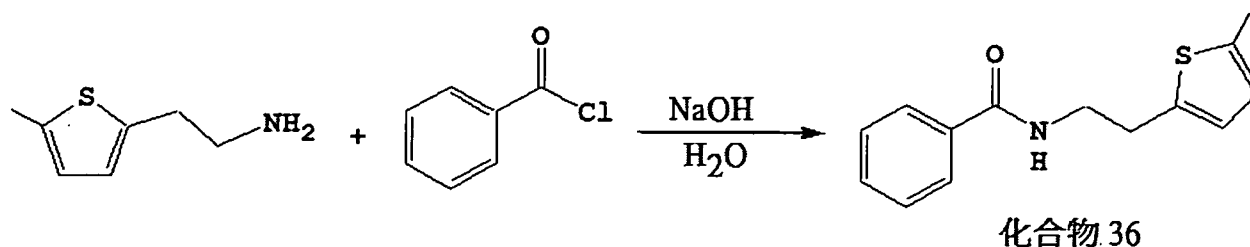
【0094】 實施例 8：有機金屬化合物(VIII)之製備



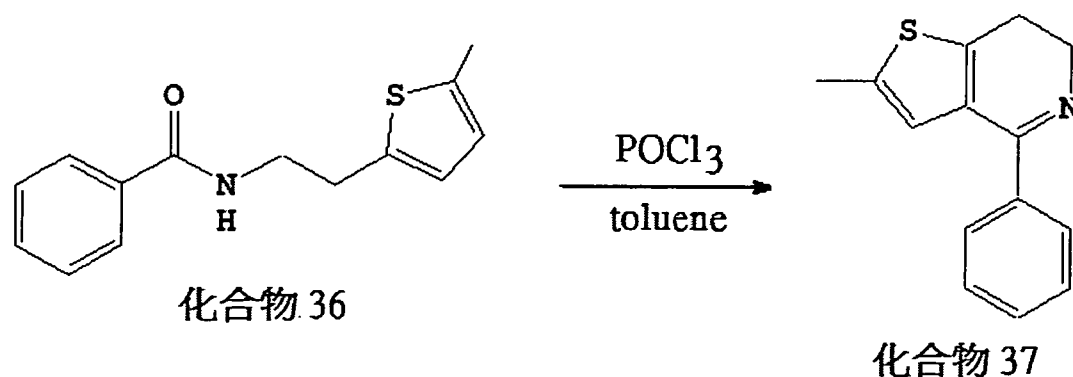
【0095】

【0096】 提供一反應瓶，加入 9.0 g 的 2-(2-氨基乙基)-5-甲基-噻吩 (2-(2-aminoethyl)-5-methyl-thiophene、(63.7 mmol)) 與 40 mL 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入苯甲基醯氯 (benzoyl chloride、8.9 g、63.7 mmol) 和氫氧化鈉水溶液 (氫氧化鈉 (NaOH) 濃度為 20wt%、45 mL)，並持續攪拌。在反應過程

中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應12小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物36，產率為90%。上述反應之反應式如下所示：



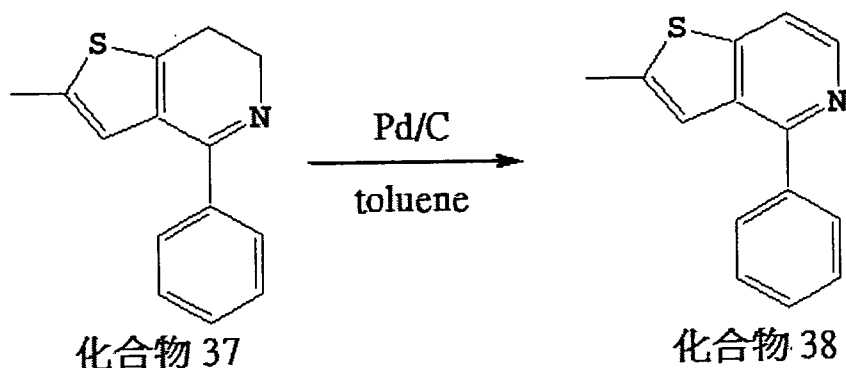
【0097】 提供一反應瓶，將 5.0 g 的化合物 36 (20.4 mmol) 及 30 mL 的甲苯 (toluene) 加入反應瓶中，並降溫至 0°C。接著，緩慢加入 4.7 g 的三氯氧磷 ( $\text{POCl}_3$ , 30.6 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至 40°C，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 37，產率為 70%。上述反應之反應式如下所示：



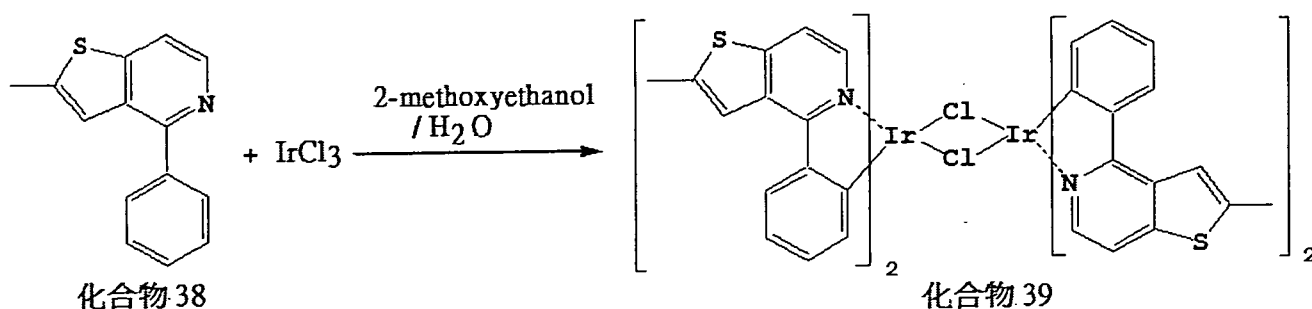
【0098】 將 11.4 g 的化合物 37 (50 mmol)、10 g 的鈀碳催化劑 (palladium 10% on carbon Pd/C)、及 50 mL 的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應 12 個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並



將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物38，產率為92%。上述反應之反應式如下所示：

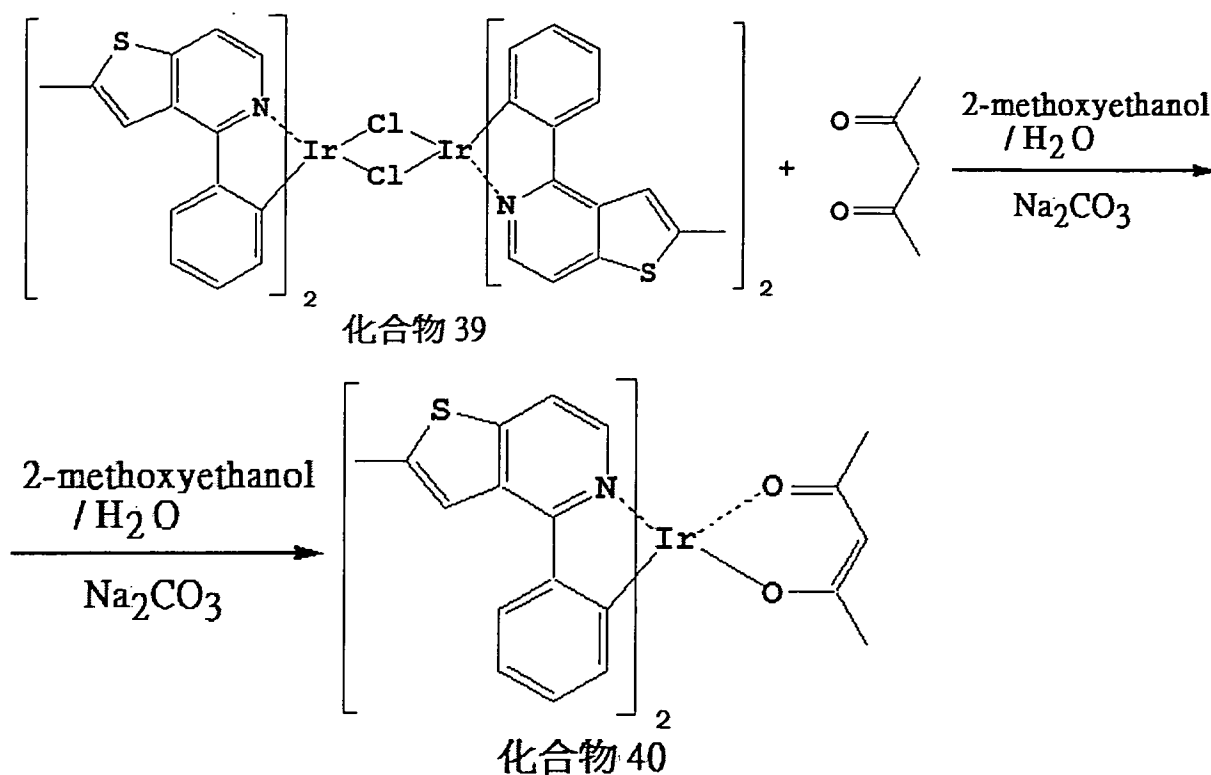


【0099】 接著，提供一反應瓶，加入化合物38(991 mg, 4.4 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$ (598 mg, 2 mmol)、2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、15 mL)、以及水(5mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物39，產率為69%。上述反應之反應式如下所示：

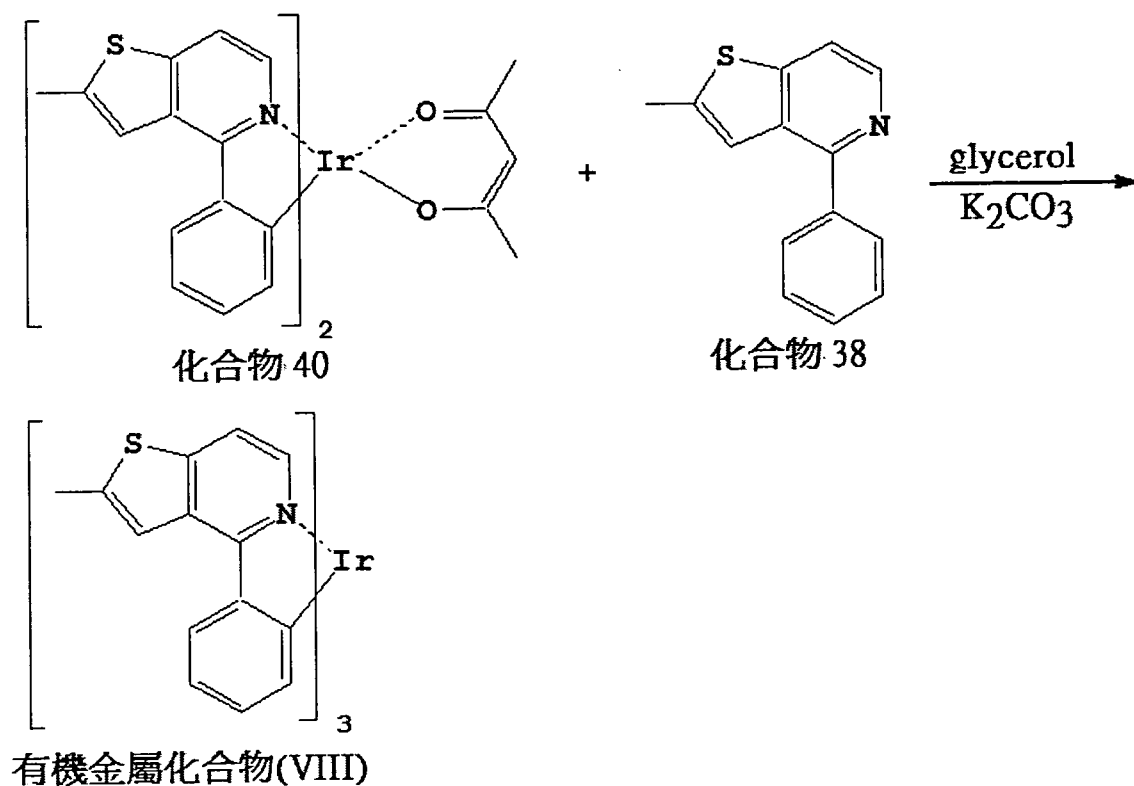


【0100】 接著，提供一反應瓶，加入化合物39(1.3 g, 1 mmol)、乙醯丙酮(acetyl acetone、300 mg (3mmol))、碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、212 mg (2mmol))、以及2-甲氧基乙醇(2-methoxyethanol、20 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反應回

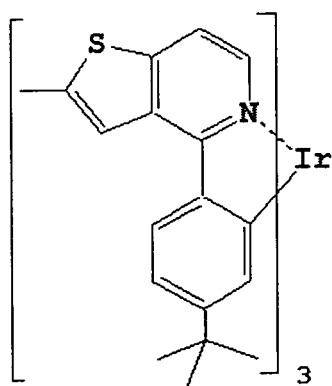
至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並用二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )溶解。接著，以二氯甲烷( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物40，產率為75%。上述反應之反應式如下所示：



【0101】 提供一反應瓶，加入化合物40(3000 mg、4.05 mmol)、化合物38(1820 mg、8.1 mmol)、以及15 mL的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至 $200^\circ\text{C}$ 。反應48小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(VIII)。上述反應之反應式如下所示：



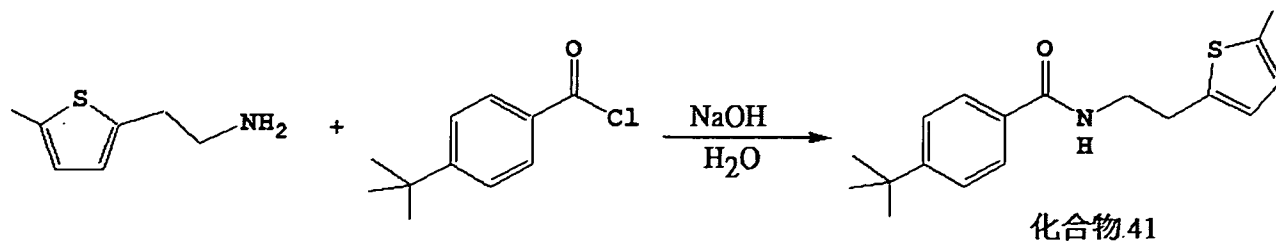
【0102】 實施例 9：有機金屬化合物 (IX) 之製備



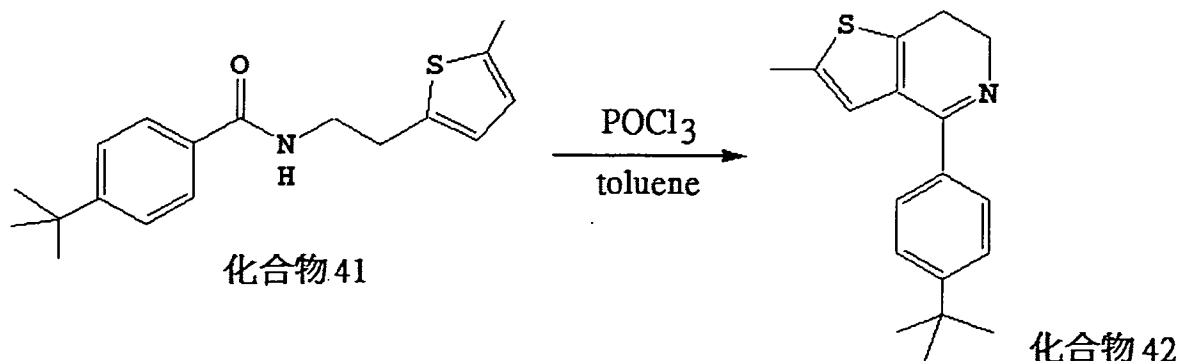
【0103】 有機金屬化合物 (IX)

【0104】 提供一反應瓶，加入 9.0 g 的 2-(2-氨基乙基)-5-甲基-噻吩 (2-(2-aminoethyl)-5-methyl-thiophene、(63.7 mmol)) 與 40 mL 的水。接著，在冰浴條件下緩慢滴入 4-叔丁基苯甲基醯氯 (4-tert-butylbenzoyl chloride、12.5 g、63.7 mmol) 和氫氧化鈉水溶液 (氫氧化鈉 (NaOH) 濃度為 20wt%、45 mL)，並持續攪拌。在反應過程中，會逐漸析出大量的白色粉體產物。接著，在反應 12 小時後，過濾所得之反應溶液，收集過濾的濾餅。接

著，將濾餅磨成粉體，並以水及正己烷清洗粉體，得到化合物 41，產率為 85%。上述反應之反應式如下所示：

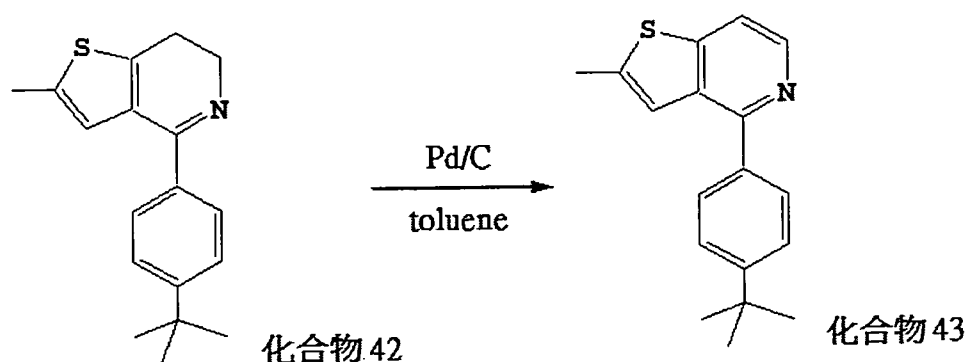


【0105】 提供一反應瓶，將 15.1 g 的化合物 41 (50 mmol) 及 50 mL 的甲苯 (toluene) 加入反應瓶中，並降溫至 0°C。接著，緩慢加入 11.5 g 的三氯氧磷 (POCl<sub>3</sub>、75 mmol)。當三氯氧磷完全加入後，加反應瓶加熱至迴流。反應兩小時後，將反應瓶降溫至 40°C，並加入碳酸氫鈉中和溶液。接著，以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 42，產率為 74%。上述反應之反應式如下所示：

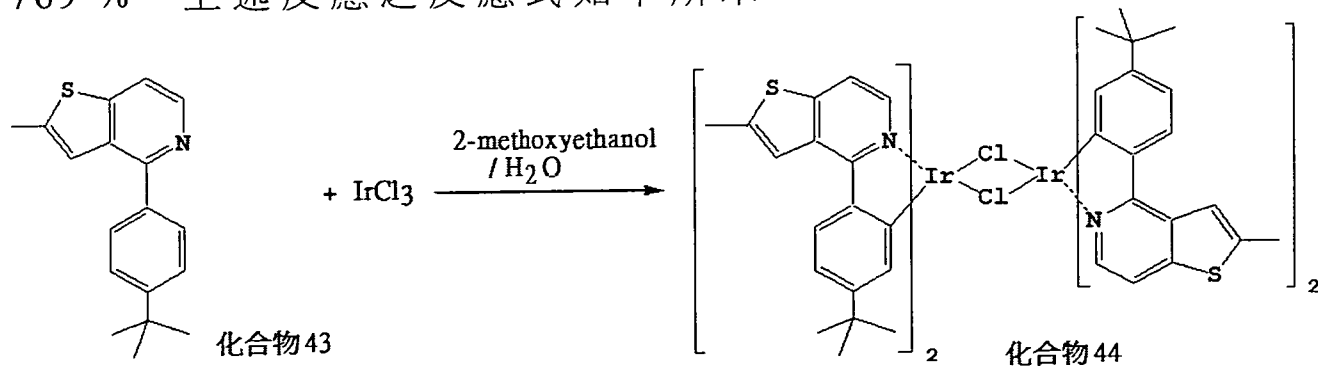


【0106】 將 14.2 g 的化合物 42 (50 mmol)、10g 的鈀碳催化劑 (palladium 10% on carbon Pd/C)、及 50 mL 的甲苯加入反應瓶中。接著，加熱至迴流，並反應兩個小時。接著，以過濾方式移除鈀碳催化劑，並將濾液以乙酸乙酯及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，利用迴旋濃縮儀抽乾後，並進行管柱層析法加以純化，得到化合物 43，產率為 91%。上

述反應之反應式如下所示：

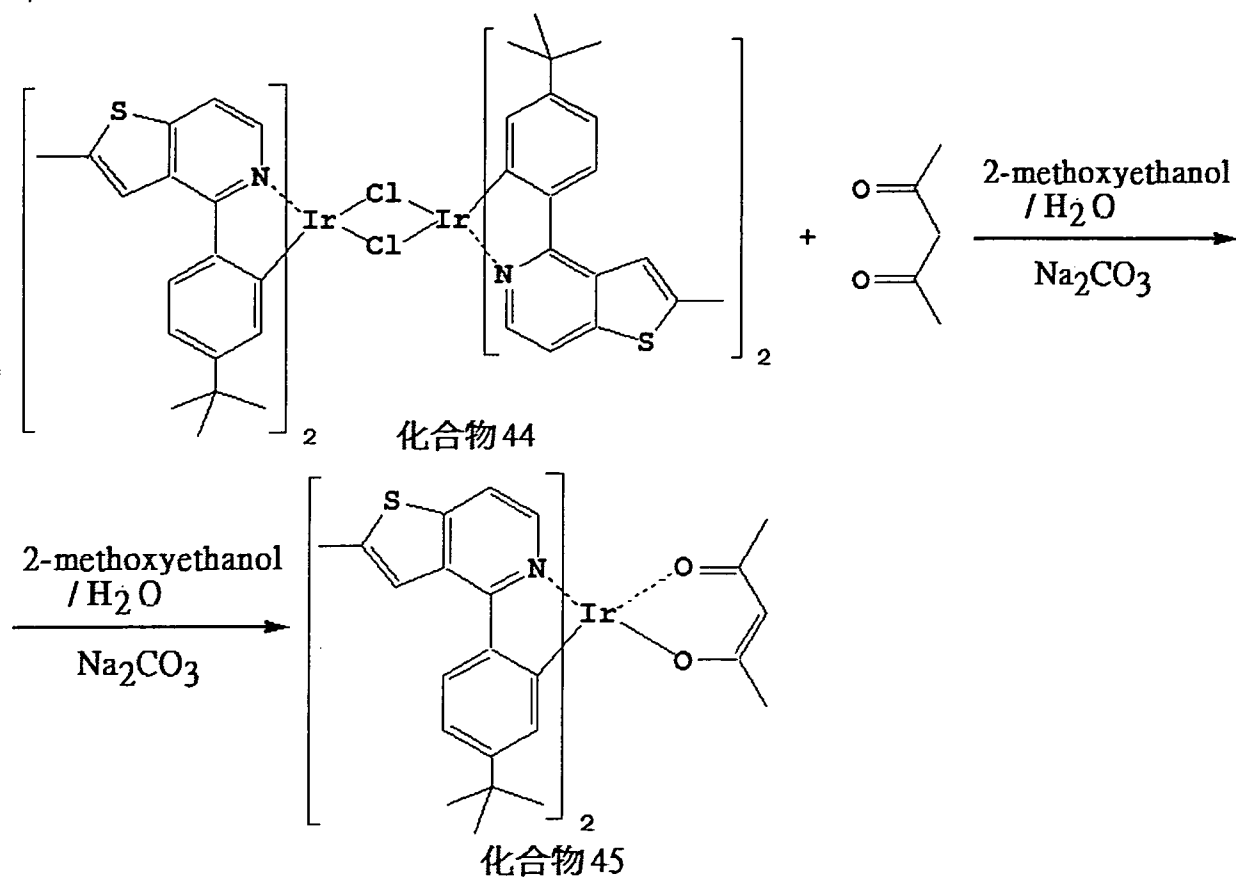


【0107】 接著，提供一反應瓶，加入化合物43 (1238 mg, 4.4 mmol)、以及  $\text{IrCl}_3$  (598 mg, 2 mmol)、2-甲氧基乙醇 (2-methoxyethanol、15 mL)、以及水 (5 mL)。接著，經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並利用真空乾燥，得到化合物44，產率為 769 %。上述反應之反應式如下所示：

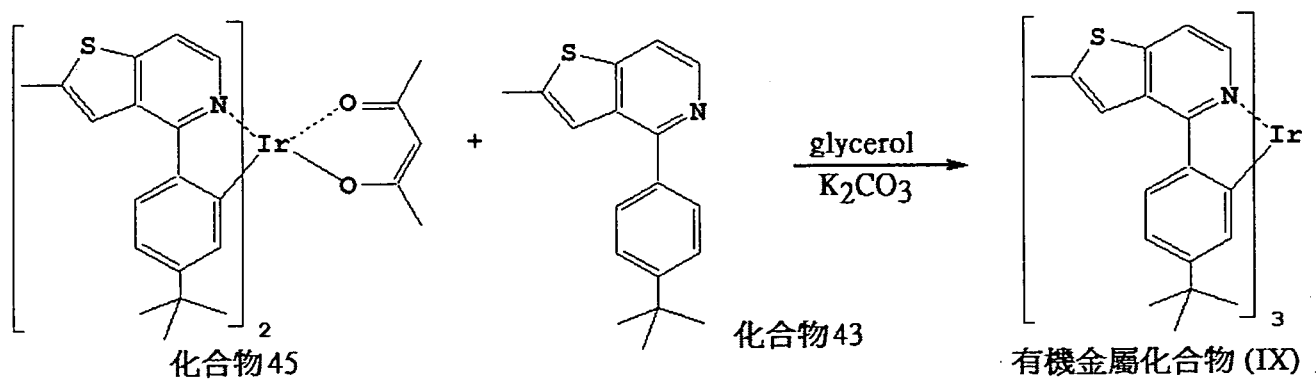


【0108】 接著，提供一反應瓶，加入化合物44 (1.57 g, 1 mmol)、乙醯丙酮 (acetyl acetone、300 mg (3 mmol))、碳酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、212 mg (2 mmol))、以及 2-甲氧基乙醇 (2-methoxyethanol、20 mL)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後，充入氮氣，並將反應加熱至  $120^\circ\text{C}$ 。反應12小時後，將反應回至室溫，加水沉澱析出，將溶液過濾並用水和正己烷清洗固體，收集固體並用二氯甲烷 ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) 溶解。接著，以二氯甲烷

(CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)及水進行萃取三次，並將三次所收集的有機層乾燥且過濾，並將產物以迴旋濃縮儀抽乾。最後，以管柱層析法進行純化，得到化合物45，產率為71%。上述反應之反應式如下所示：



【0109】 提供一反應瓶，加入化合物45 (852 mg、1 mmol)、化合物43(562 mg、2 mmol)、以及5 mL的丙三醇(glycerol)。接著，在經過反覆除水氧乾燥後充入氮氣，將反應加熱至200℃。反應48小時後，將反應降回至室溫，並加水使得沉澱析出。最後，收集沉澱物後，以乙酸乙酯(ethyl acetate、EA)及水清洗，並以管柱層析方式加以純化，得到有機金屬化合物(IX)。上述反應之反應式如下所示：



【0110】 接著，分別將有機金屬化合物(I)-(IX)以熱重量分析儀(Thermogravimetric analyzer、TGA)量測其熱裂解溫度(degraded temperature、Td)，結果如表1所示。此外，分別將有機金屬化合物(I)-(IX)溶於二氯甲烷中(體積莫耳濃度為 $10^{-5}\text{M}$ )，量測其光致螢光(Photoluminescence、PL)光譜，結果如表1所示。

	熱裂解溫度(Td、 $^{\circ}\text{C}$ )	最強發光峰值(Emission $\lambda_{\text{max}}$ 、nm)
有機金屬化合物(I)	421	560
有機金屬化合物(II)	444	556
有機金屬化合物(III)	413	552
有機金屬化合物(IV)	435	528
有機金屬化合物(V)	403	534

【0111】 表1

【0112】 由表1可知，本發明所述之有機金屬化合物的熱裂解溫度(degraded temperature、Td)可大於 $400^{\circ}\text{C}$ 。因此，該有機金屬化合物非常適合以昇華方式進行純化。此外，由表1可知，有機金屬化合物(I)(具有4-苯基噻吩[3,2-c]吡啶(4-phenylthieno[3,2-c]pyridine)之最強發光峰值係為560 nm(屬於黃光的磷光材料)。而當本發明所述之有機金屬化合物其4-

苯基噻吩[3,2-c]吡啶配位基之苯環上的氫被拉電子基(例如：氟原子)取代時(例如：有機金屬化合物(IV)及(V))，其最強發光峰值會往藍位移的方向移動。舉例來說，有機金屬化合物(IV)及(V)的最強發光峰值可分別達到528nm及534nm，可作為綠光磷光材料。

### 【0113】 有機發光裝置

【0114】 請參照第1圖，係顯示一符合本發明所述之有機發光裝置10之剖面結構示意圖，該有機發光裝置10包括一基底12、一下電極14、一發光單元16及一上電極18。該有機發光裝置10可為上發光、下發光、或雙面發光有機發光裝置。該基底可例如為玻璃、塑膠基板、或半導體基板。該下電極14及上電極18之材質可例如為鋰、鎂、鈣、鋁、銀、銦、金、鎢、鎳、鉑、銅、銦錫氧化物(ITO)、銦鋅氧化物(IZO)、鋅鋁氧化物(AZO)、氧化鋅(ZnO)或其結合，而其形成方式可為熱蒸鍍、濺射或電漿強化式化學氣相沉積方式。此外，該下電極14及上電極18至少一者需具有透光的性質。

【0115】 該發光單元16至少包含一發光層，可更包含一電洞注入層、一電洞傳輸層、一電子傳輸層、一電子注入層或其他膜層。值得注意的是，根據本發明較佳實施例，該發光單元16必需包含本發明所述具有式(I)之有機金屬化合物。換言之，在該發光單元16中，至少有一膜層包含該有機金屬化合物。

【0116】 根據本發明另一實施例，該有機發光裝置可為一磷光有機發光裝置，而該磷光有機發光裝置之發光單元16具有一發光層，該發光層包含一主體(host)材料及一磷光摻雜材



料，而該磷光摻雜材料材料包含本發明所述具有式(I)所示結構之有機金屬化合物，且該發光層係發出黃光或藍光。熟悉本技術者可視所使用之有機發光材料及所需之元件特性，將本發明所述之有機金屬化合物與所需的磷光摻雜材料摻雜，並改變所搭配的摻雜物之摻雜量。因此，摻雜物之摻雜量之多寡非關本發明之特徵，非為限制本發明範圍之依據。

**【0117】** 為進一步說明本發明所述之有機發光裝置，以下實施例係將由上述實施例所得之有機金屬化合物作為摻雜材料，並以蒸鍍(乾式製程)或塗佈(溼式製程)方式來形成發光層，製備有機發光裝置。

**【0118】 實施例 10：有機發光裝置(I)**

**【0119】** 使用中性清潔劑、丙酮、及乙醇以超音波振盪將已製作圖樣的氧化銦錫(ITO、厚度為150nm)玻璃基底洗淨。以氮氣將基材吹乾，然後在UV-OZONE下放置30分鐘。接著，選用 PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophen)當作電洞注入層(hole-inject layer)，以刮刀及旋轉塗佈方式(轉速4000rpm)形成膜層(厚度為50nm)，然後加熱100℃持續40分鐘。接著，於 $10^{-6}$ torr的壓力下依序於PEDOT層上形成TAPC(1,1-雙[4-[N,N'-二(p-甲苯基)胺]苯基]環己烷(1,1-bis[4-[N,N'-di(p-tolyl)amino]phenyl]cyclohexane)、厚度為35nm)、TCTA(4,4',4'-三(N-咔唑基)三苯基胺(4,4',4'-tri(N-carbazolyl)triphenylamine))摻雜實施例1所得之有機金屬化合物(I) (TCTA與有機金屬化合物(I)的重量比例為100:6、厚度為10nm)、TmPyPB (1,3,5-三(對-吡啶-3-基-苯基)-苯(1,3,5-tri(p-pyrid-3-yl-phenyl)benzene)、厚度為42nm)、氟化鋰

(LiF、厚度為0.5nm)、及Al(厚度為120nm)，封裝後獲致有機發光裝置(I)。該有機發光裝置(I)之結構可表示為：ITO/PEDOT/TAPC/TCTA:有機金屬化合物(I) (6%)/TmPyPB /LiF/Al。

【0120】 接著，以輝度計(LS110)及色度計(PR655)對有機發光裝置(I)進行電致螢光(electroluminescence, EL)光譜之最強發光峰值(Emission  $\lambda_{\max}$ )量測、效率測試、及色座標的量測，結果請參照表2。

【0121】 **實施例11**：有機發光裝置(II)

【0122】 如實施例10之相同方式進行，但將實施例10所使用的有機金屬化合物(I)以有機金屬化合物(II)取代，得到有機發光裝置(II)。該有機發光裝置(II)之結構可表示為：ITO/PEDOT/TAPC/TCTA:有機金屬化合物(II) (6%)/TmPyPB /LiF/Al。

【0123】 接著，以輝度計(LS110)及色度計(PR655)對有機發光裝置(II)進行電致螢光(electroluminescence, EL)光譜之最強發光峰值(Emission  $\lambda_{\max}$ )量測、效率測試、及色座標的量測，結果請參照表2。

【0124】 **實施例12**：有機發光裝置(III)

【0125】 如實施例11之相同方式進行，但將實施例11所使用的氟化鋰以碳酸鈉取代，得到有機發光裝置(III)。該有機發光裝置(III)之結構可表示為：ITO/PEDOT/TAPC/TCTA:有機金屬化合物(II) (6%)/TmPyPB / Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/Al。

【0126】 接著，以輝度計(LS110)及色度計(PR655)對有機發光裝置(III)進行電致螢光(electroluminescence, EL)光譜之最強發光峰值(Emission  $\lambda_{\max}$ )量測、效率測試、及色座標的量測，

結果請參照表 2。

**【0127】 實施例 13：有機發光裝置(IV)**

**【0128】** 如實施例 10 之相同方式進行，但將實施例 10 所使用的有機金屬化合物(I)以有機金屬化合物(III)取代，得到有機發光裝置(IV)。該有機發光裝置(IV)之結構可表示為：ITO/PEDOT/TAPC/TCTA:有機金屬化合物(III) (6%)/TmPyPB/LiF/Al。

**【0129】** 接著，以輝度計(LS110)及色度計(PR655)對有機發光裝置(IV)進行電致螢光(electroluminescence, EL)光譜之最強發光峰值(Emission  $\lambda_{max}$ )量測、效率測試、及色座標的量測，結果請參照表 2。

**【0130】 實施例 14：有機發光裝置(V)**

**【0131】** 如實施例 10 之相同方式進行，但將實施例 10 所使用的有機金屬化合物(I)以有機金屬化合物(IV)取代，得到有機發光裝置(V)。該有機發光裝置(V)之結構可表示為：ITO/PEDOT/TAPC/TCTA:有機金屬化合物(IV) (6%)/TmPyPB/LiF/Al。

**【0132】** 接著，以輝度計(LS110)及色度計(PR655)對有機發光裝置(V)進行電致螢光(electroluminescence, EL)光譜之最強發光峰值(Emission  $\lambda_{max}$ )量測、效率測試、及色座標的量測，結果請參照表 2。

	電流效率 (Cd/A)	功率效率 (lm/W)	最強發光峰值 (nm)	C.I.E座標
有機發光裝置(I)	38.4	24.1	557	(0.48, 0.51)

有機發光裝置(II)	74.6	46.9	556	(0.48, 0.51)
有機發光裝置(III)	73.6	66.0	560	(0.49, 0.51)
有機發光裝置(IV)	67.6	38.6	556	(0.48, 0.52)
有機發光裝置(V)	48.8	30.7	528	(0.38, 0.59)

【0133】 表 2

【0134】 由表2可知，本申請案所述之有機發光裝置其功率效率皆可達到 24.1 lm/W 的水準(在元件亮度為 1,000 cd/m<sup>2</sup> 下)。當使用有機金屬化合物(I)至(III)作為發光層磷光摻雜材料時，所得之有機發光裝置係為黃光有機發光裝置。此外，當改用有機金屬化合物(IV)作為發光層磷光摻雜材料時，由於在 4 - 苯基噻吩[3,2-c]吡啶配位基之苯環上的氫被拉電子基氟原子取代，使其最強發光峰值會往藍位移的方向移動，得到綠光有機發光裝置。此外，有機發光裝置(III)係將有機發光裝置(II)所使用的氟化鋰改為碳酸銻，與有機發光裝置(II)相比，其功率效率增加為原來的 1.41 倍。

#### 【0135】 實施例 15：有機發光裝置(VI)

【0136】 使用中性清潔劑、丙酮、及乙醇以超音波振盪將已製作圖樣的氧化銦錫(ITO、厚度為 150nm)玻璃基底洗淨。以氮氣將基材吹乾，然後在 UV-OZONE 下放置 30 分鐘。接著，選用 PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophen) 當作電洞注入層(hole-inject layer)，以刮刀及旋轉塗佈方式(轉速 4000rpm)形成膜層(厚度為 50nm)，然後加熱 100℃ 持續 40 分鐘。接著，在 PEDOT 層上以塗佈方式形成一發光層(厚度約為 30nm)，用來形成發光層的塗佈組合物包含：TCTA(4, 4', 4'-三(N-咔唑基)

三苯基胺(4, 4', 4'-tri (N-carbazolyl)triphenylamine))、以及有機金屬化合物(II)，其中TCTA與有機金屬化合物(II)的重量比例為93:7，溶於氯苯(chlorobenzene)溶劑中。接著，在發光層上以旋轉塗佈方式形成 TmPyPB (1,3,5-tri(p-pyrid-3-yl-phenyl)benzene，厚度約為50nm)。接著，沉積LiF(厚度為1nm)、及Al(厚度為120nm)，封裝後獲致該有機發光裝置(VI)。該有機發光裝置(VI)之結構可表示為：ITO/PEDOT/ TCTA: 有機金屬化合物(II) (7%) /TmPyPB/LiF/Al。

【0137】 接著，以輝度計(LS110)及色度計(PR655)對有機發光裝置(VI)進行電致螢光(electroluminescence, EL)光譜之最強發光峰值(Emission  $\lambda_{max}$ )量測、效率測試、及色座標的量測。

【0138】 在以溼式製程形成有機發光裝置(VI)時，可發現本發明所述之有機金屬化合物具有相當不錯的溶解度(在溶液中固含量大於4 w%時仍有高的溶解度)，因此可與主發光體材料(例如：TCTA)均勻混合。且以溼式製程所得之有機發光裝置(III)的功率效率(在1,000 cd/m<sup>2</sup>時)可以達到13.5 lm/W。

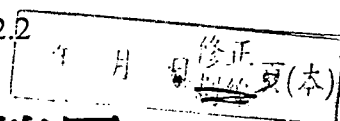
【0139】 雖然本發明的實施例及其優點已揭露如上，但應該瞭解的是，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作更動、替代與潤飾。此外，本發明之保護範圍並未侷限於說明書內所述特定實施例中的製程、機器、製造、物質組成、裝置、方法及步驟，任何所屬技術領域中具有通常知識者可從本發明揭示內容中理解現行或未來所發展出的製程、機器、製造、物質組成、裝置、方法及步驟，只要可以在此

104 年12月2日 修正  
劃線 (頁數)

處所述實施例中實施大抵相同功能或獲得大抵相同結果皆可根據本發明使用。因此，本發明之保護範圍包括上述製程、機器、製造、物質組成、裝置、方法及步驟。另外，每一申請專利範圍構成個別的實施例，且本發明之保護範圍也包括各個申請專利範圍及實施例的組合。

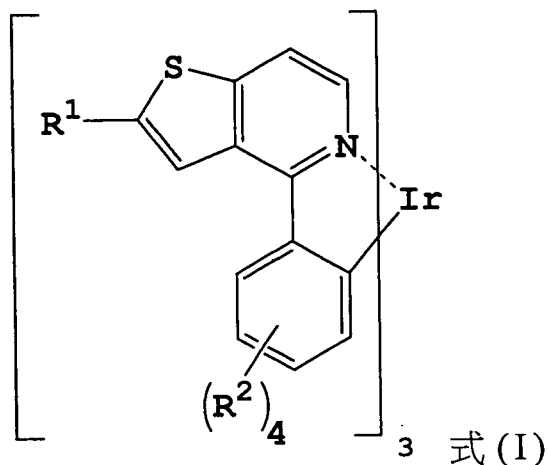
**【符號說明】****【0140】**

- 10 有機發光裝置；
- 12 基底；
- 14 下電極；
- 16 有機發光單元；
- 18 上電極。



## 申請專利範圍

1. 一種有機金屬化合物，其係具有式(I)所示之結構：



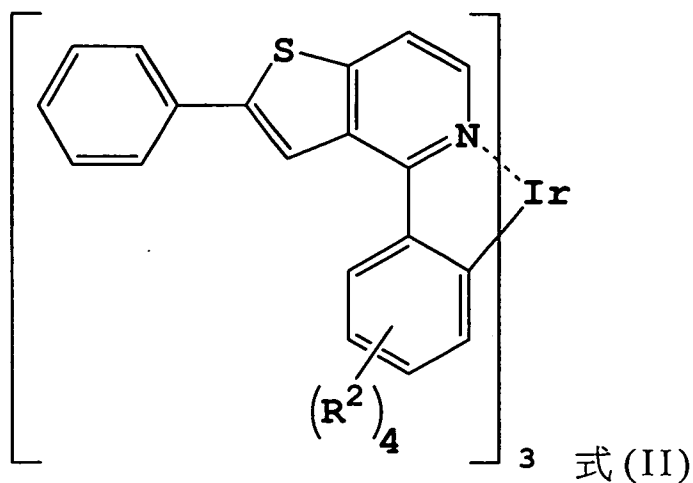
其中， $R^1$ 係各自獨立為氫、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基或 $C_{6-12}$ 芳香基； $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基或 $C_{6-12}$ 芳香基。

2. 如申請專利範圍第1項所述之有機金屬化合物，其中 $R^1$ 係各自獨立為氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、戊基、己基、環己基、環戊基、辛基、癸基、十二烷基、苯基、聯苯基、或萘基。

3. 如申請專利範圍第1項所述之有機金屬化合物，其中 $R^2$ 係各自獨立為氫、氟、甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、戊基、己基、環己基、環戊基、辛基、癸基、十二烷基、苯基、聯苯基、或萘基。

4. 如申請專利範圍第1項所述之有機金屬化合物，其中該有機金屬化合物係具有式(II)所示之結構：

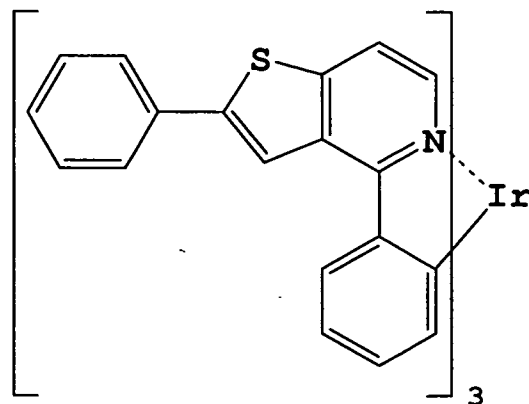
104年12月2日修正  
劃線頁(本)



其中， $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。

5. 如申請專利範圍第4項所述之有機金屬化合物，其中 $R^2$ 係各自獨立為氫、氟、甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、戊基、己基、環己基、環戊基、辛基、癸基、十二烷基、苯基、聯苯基、或萘基。

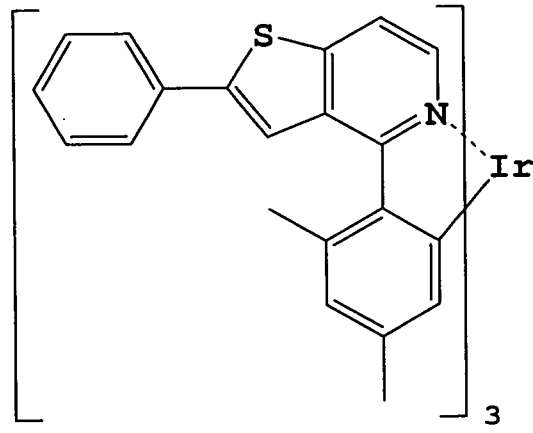
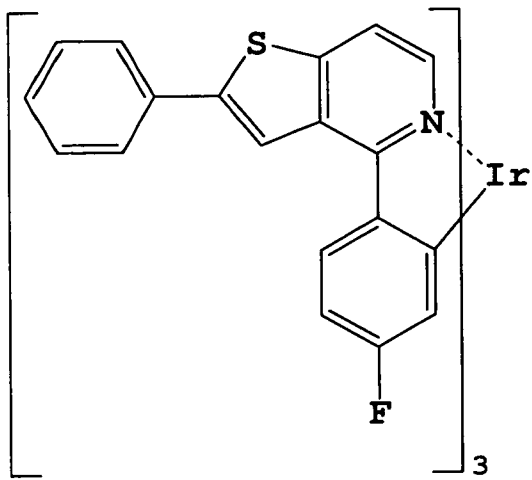
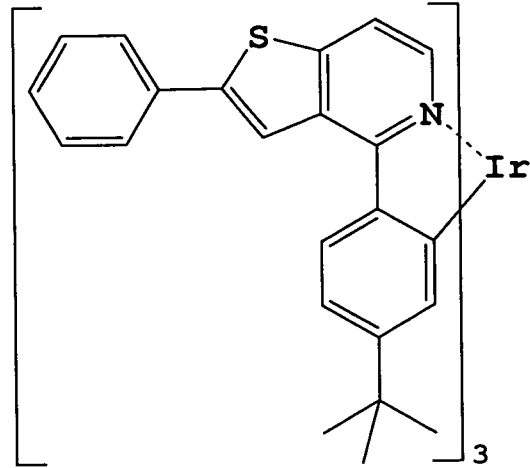
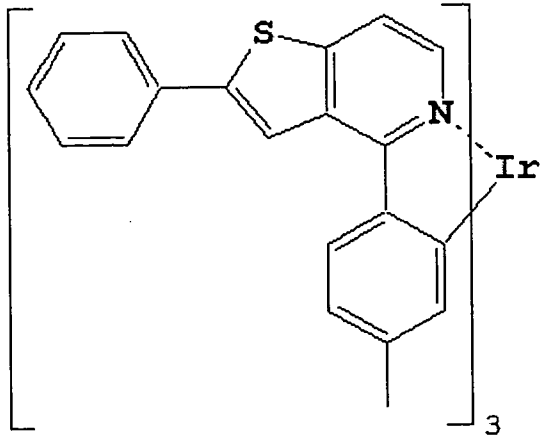
6. 如申請專利範圍第4項所述之有機金屬化合物，其中該



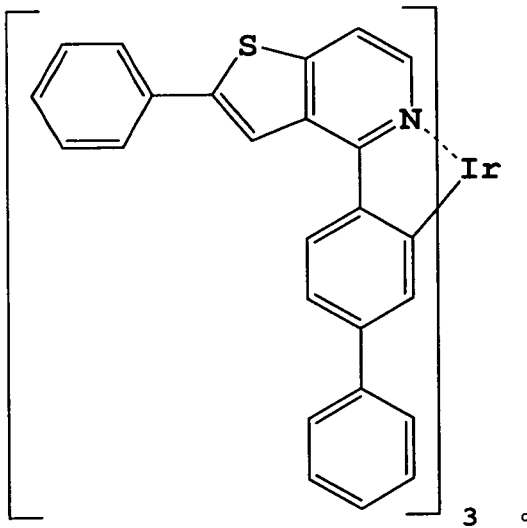
有機金屬化合物係



104年12月2日 修正頁(本)

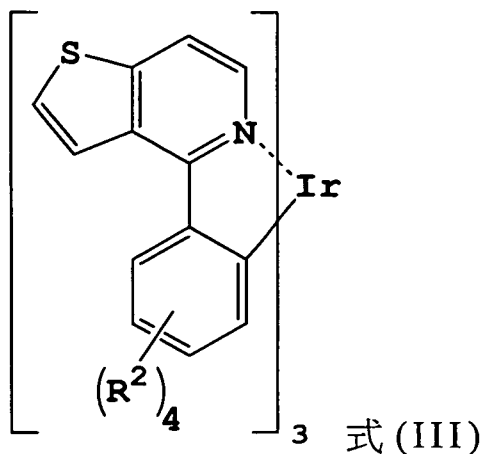


或



7. 如申請專利範圍第1項所述之有機金屬化合物，其中該有機金屬化合物係具有式(III)所示之結構：

104年12月2日 修正 劃線 頁(本)
-------------------------------

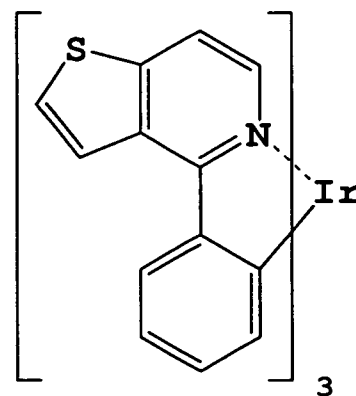


其中， $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。

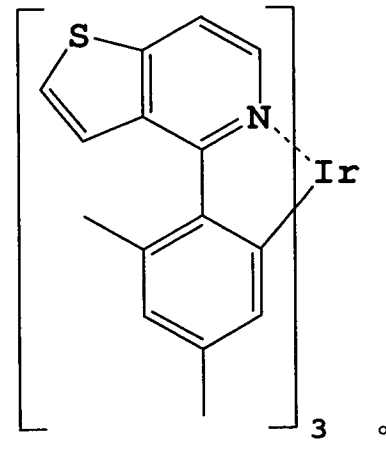
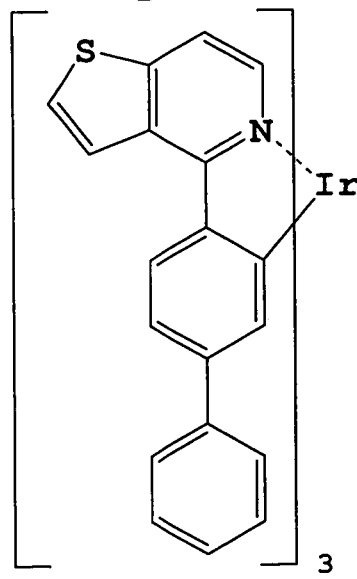
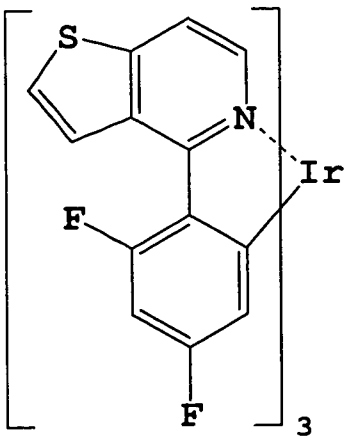
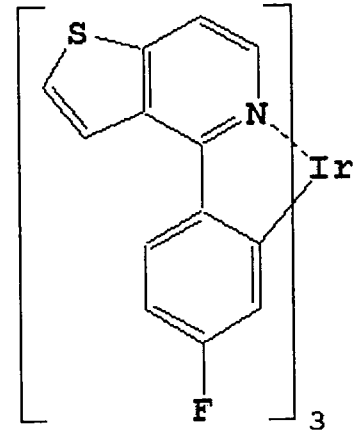
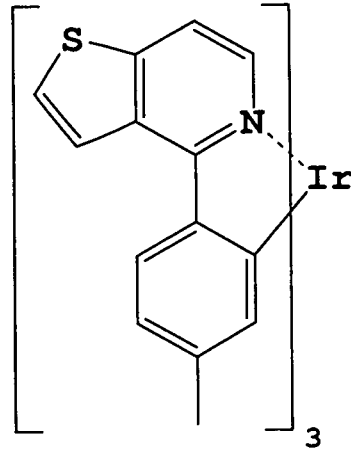
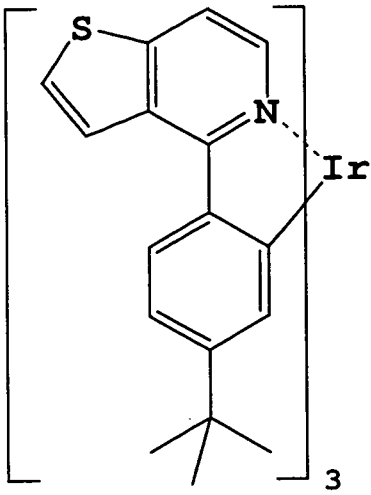
8. 如申請專利範圍第7項所述之有機金屬化合物，其中 $R^2$ 係各自獨立為氫、氟、甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、戊基、己基、環己基、環戊基、辛基、癸基、十二烷基、苯基、聯苯基、或萘基。

9. 如申請專利範圍第7項所述之有機金屬化合物，其中該

有機金屬化合物係

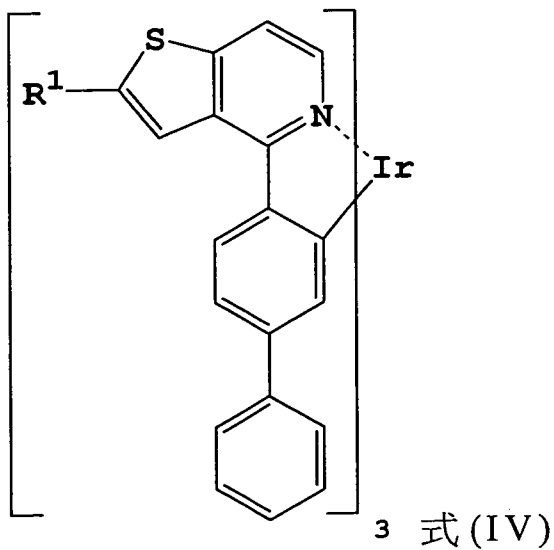


(4) 年 12 月 2 日 修正 頁(本) 對線



、或

10. 如申請專利範圍第1項所述之有機金屬化合物，其中該有機金屬化合物係具有式(IV)所示之結構：

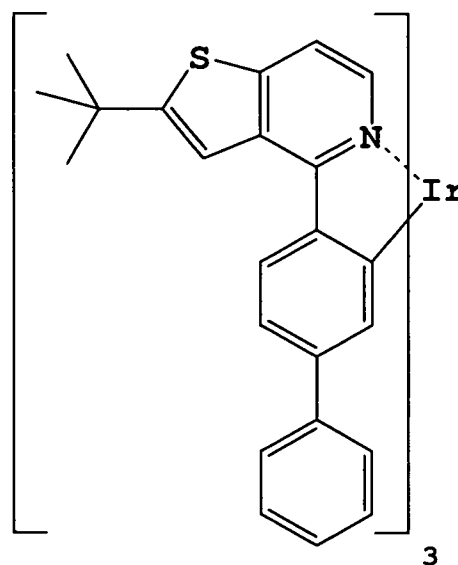


104年12月2日 修正頁(本)

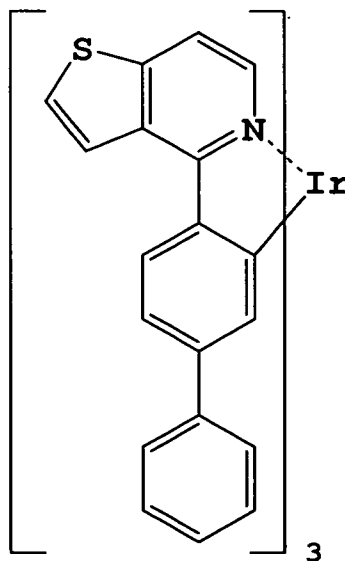
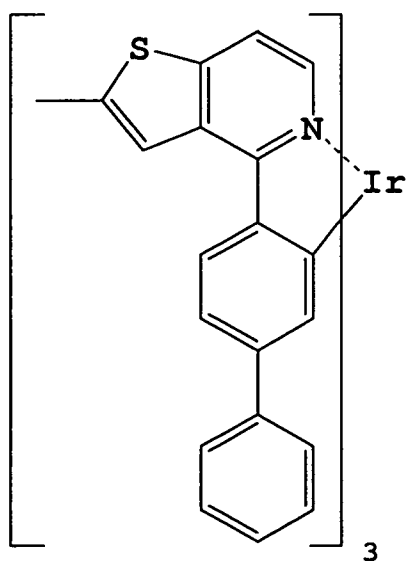
其中， $R^1$ 係各自獨立為氫、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。

11. 如申請專利範圍第10項所述之有機金屬化合物，其中 $R^1$ 係各自獨立為氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、戊基、己基、環己基、環戊基、辛基、癸基、十二烷基、苯基、聯苯基、或萘基。

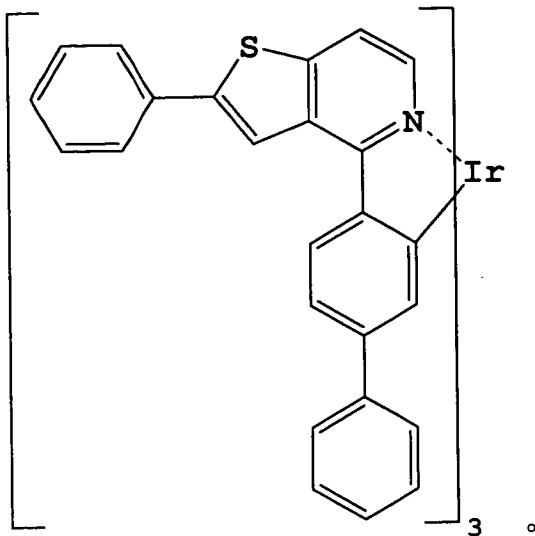
12. 如申請專利範圍第10項所述之有機金屬化合物，其中



該有機金屬化合物係

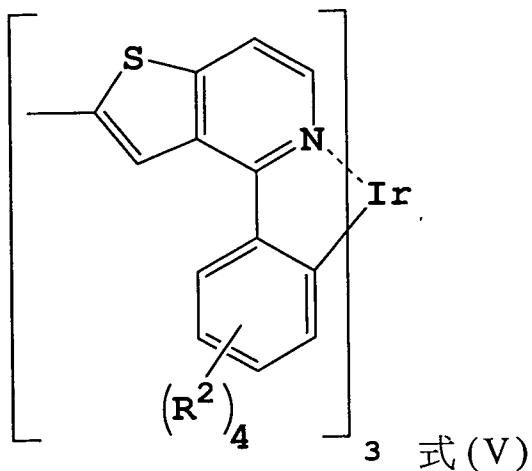


或



1946 修正頁(本)  
2012 2月 2日 對線

13. 如申請專利範圍第1項所述之有機金屬化合物，其中該有機金屬化合物係具有式(V)所示之結構：

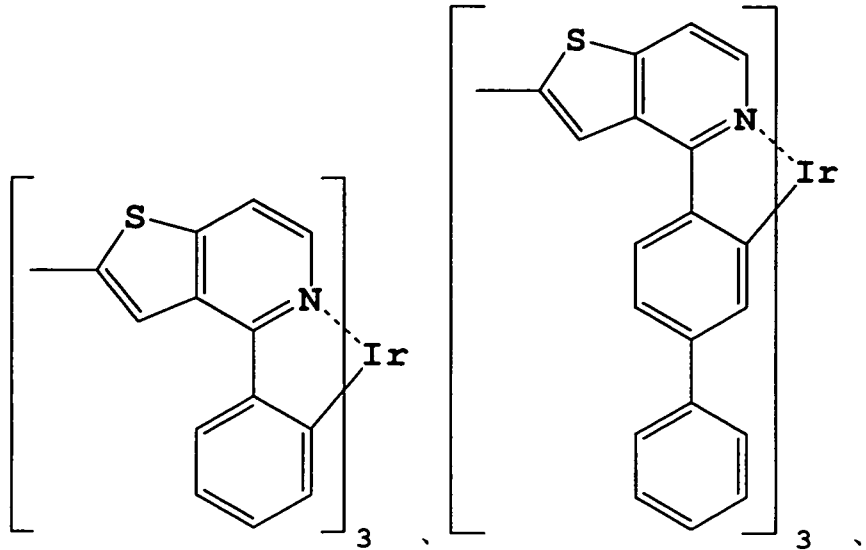


其中， $R^2$ 係各自獨立為氫、鹵素、 $C_{1-12}$ 烷基、 $C_{5-10}$ 環烷基、 $C_{3-12}$ 雜芳基、或 $C_{6-12}$ 芳香基。

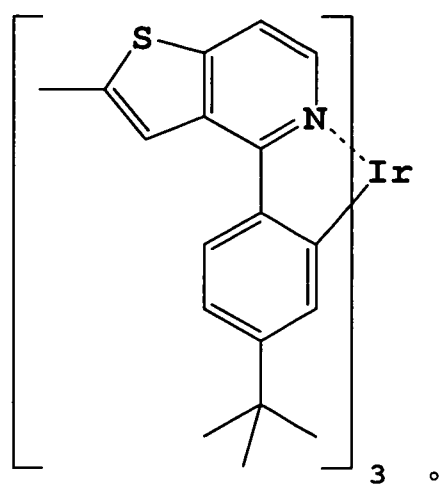
14. 如申請專利範圍第13項所述之有機金屬化合物，其中 $R^2$ 係各自獨立為氫、氟、甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、戊基、己基、環己基、環戊基、辛基、癸基、十二烷基、苯基、聯苯基、或萘基。

15. 如申請專利範圍第14項所述之有機金屬化合物，其中

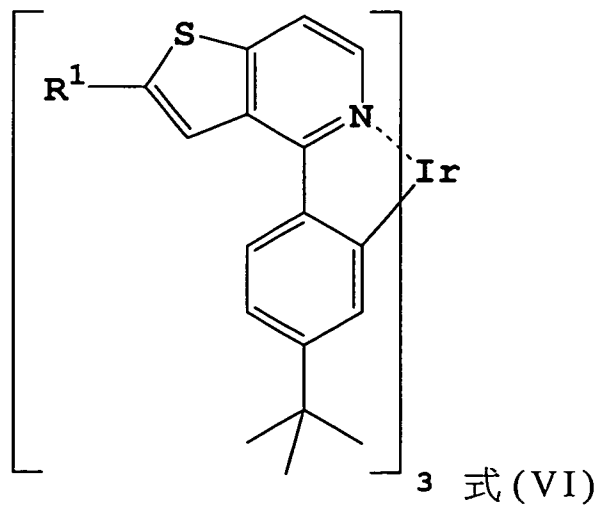
該有機金屬化合物係



或



16. 如申請專利範圍第1項所述之有機金屬化合物，其中該有機金屬化合物係具有式(VI)所示之結構：



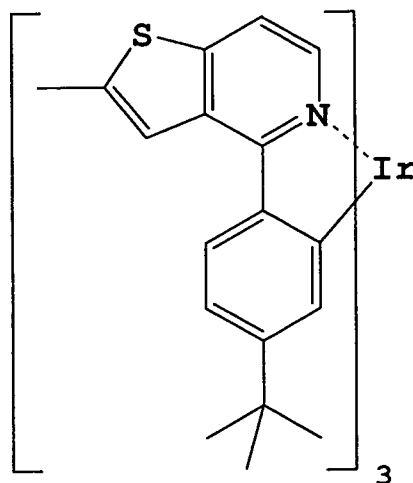
其中，R<sup>1</sup>係各自獨立為氫、C<sub>1-12</sub>烷基、C<sub>5-10</sub>環烷基、C<sub>3-12</sub>

修正頁(本)  
製線  
2014年12月2日

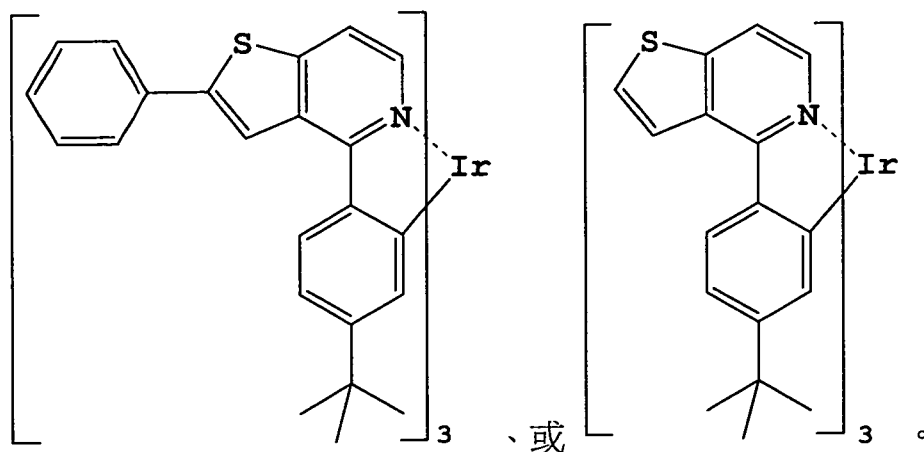
雜芳基、或 C<sub>6-12</sub> 芳香基。

17. 如申請專利範圍第 13 項所述之有機金屬化合物，其中 R<sup>1</sup> 係各自獨立為氫、甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、戊基、己基、環己基、環戊基、辛基、癸基、十二烷基、苯基、聯苯基、或萘基。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之有機金屬化合物，其中



該有機金屬化合物係



19. 一種有機發光裝置，包括：

一對電極；以及

一有機發光單元，配置於該對電極之間，其中該有機發光單元包含申請專利範圍第 1 項所述之有機金屬化合物。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之有機發光裝置，其中該

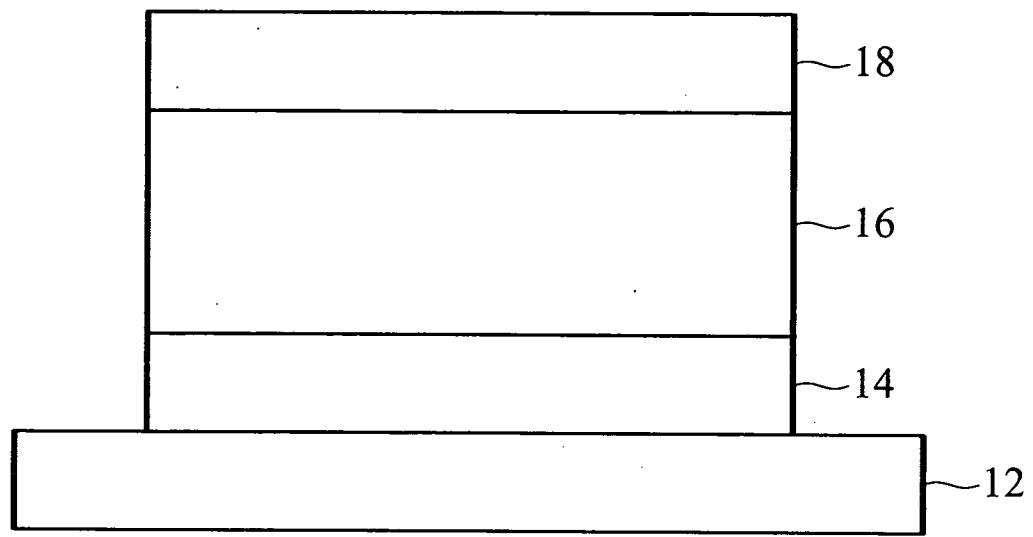
有機發光單元包含一發光層，該發光層包含一主體材料及申請  
專利範圍第1項所述之有機金屬化合物。



圖式

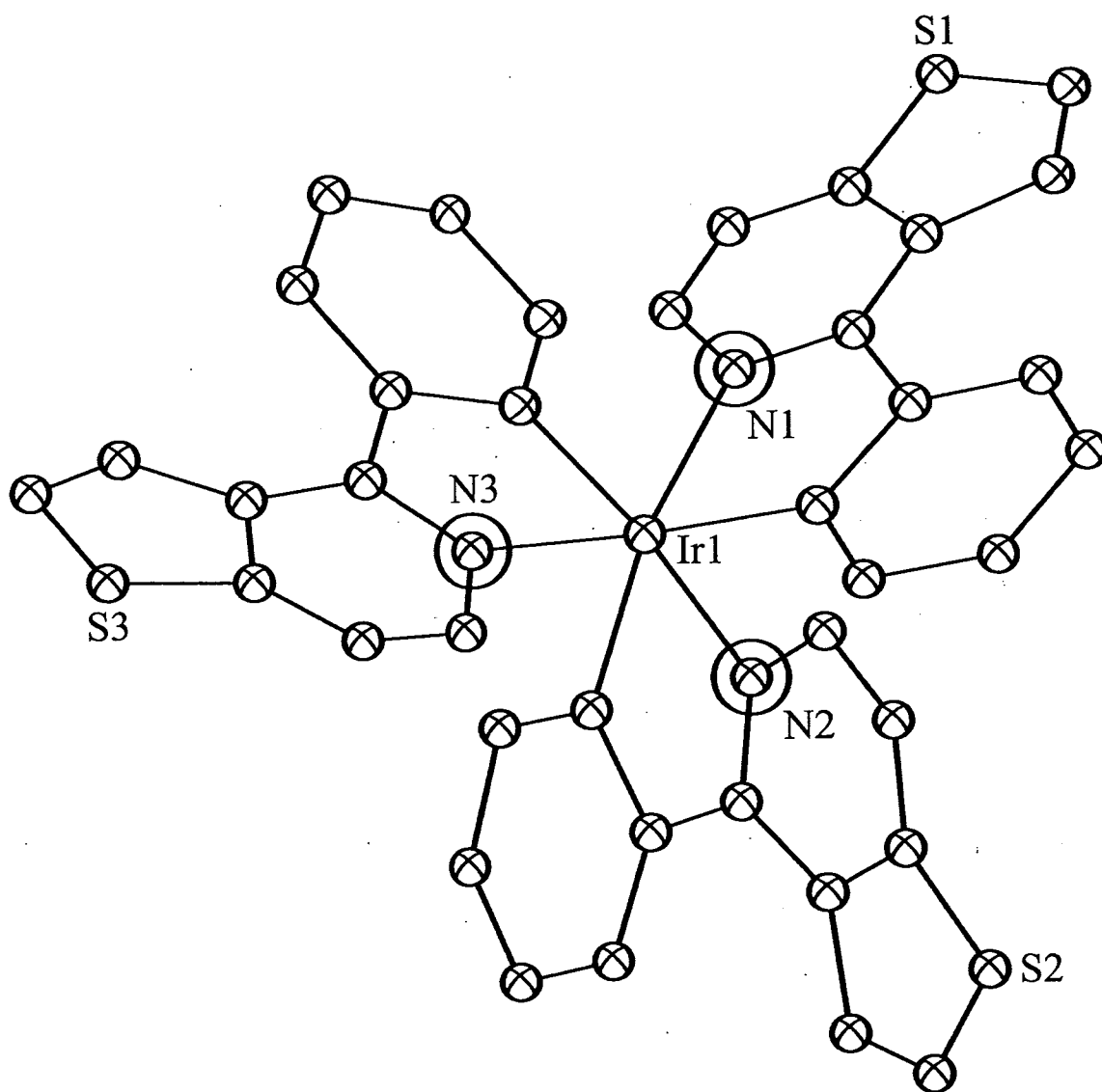
104 年 12 月 2 日 修正 頁(本) 對線

10



第 1 圖

104 年 12 月 2 日 修正 頁(本)  
對線



第 2 圖