



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104342114 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201310329643. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 07. 31

C09K 11/06 (2006. 01)

(71) 申请人 海洋王照明科技股份有限公司

C07F 15/00 (2006. 01)

地址 518000 广东省深圳市南山区南海大道  
海王大厦 A 座 22 层

H01L 51/54 (2006. 01)

申请人 深圳市海洋王照明技术有限公司  
深圳市海洋王照明工程有限公司

(72) 发明人 周明杰 王平 张娟娟 黄辉

(74) 专利代理机构 深圳市隆天联鼎知识产权代  
理有限公司 44232

代理人 刘抗美 刘耿

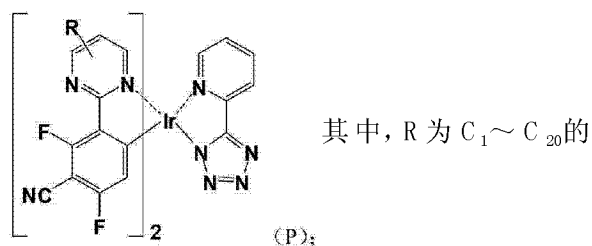
权利要求书2页 说明书16页 附图1页

## (54) 发明名称

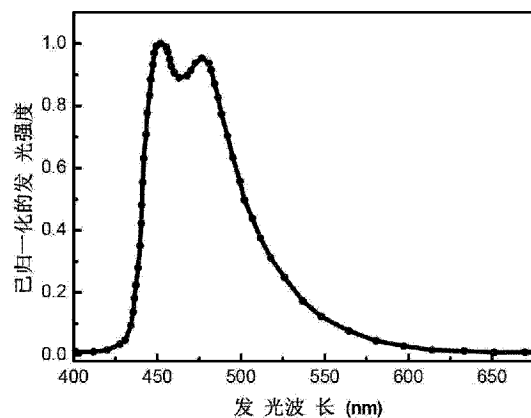
有机电致磷光材料及其制备方法与有机电致  
发光器件

## (57) 摘要

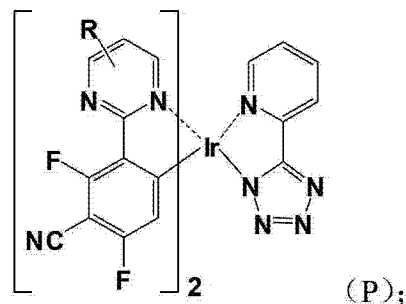
本发明提供一种有机电致磷光材料及其  
制备方法与有机电致发光器件。本发明提  
出具有下述通式(P)的有机电致磷光材料：



直链或支链烷基, 或氢原子。本发明提供的有机  
电致磷光材料是以 2-(2', 4' - 二氟 - 3' - 氰  
基苯基) 吡啶为环金属主配体, 以 5-(2' - 吡啶  
基) - 1, 2, 3, 4- 四唑为辅助配体, 合成一种有机电  
致磷光材料铱金属配合物, 并通过在环金属主配  
体的吡啶环上引入烷基链的化学修饰来实现对材  
料发光颜色的调节, 从而获得发光波长更蓝的磷  
光发射。



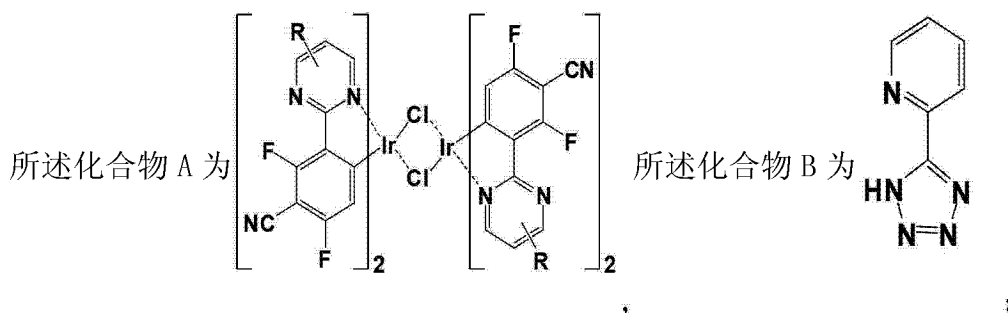
1. 下述通式(P)的有机电致磷光材料：



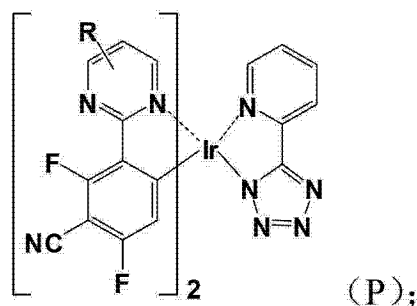
其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基, 或氢原子。

2. 一种有机电致磷光材料的制备方法, 该方法包括以下步骤：

(a) 提供如下化合物 A 和化合物 B：



(b) 在惰性气体氛围下, 将所述化合物 A 与所述化合物 B 按照 1:2 ~ 1:3 的摩尔比加入有机溶剂中并加入碱盐, 于 40 ~ 84℃ 下进行配体交换反应 10 ~ 20 小时, 分离提纯, 得到下述通式 (P) 的有机电致磷光材料：



其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基, 或氢原子。

3. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 在步骤 (b) 中, 所述有机溶剂为 1, 2-二氯乙烷、二氯甲烷或三氯甲烷, 所述碱盐为甲醇钠或乙醇钠。

4. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 在步骤 (b) 中, 所述化合物 A 与所述碱盐的摩尔比为 1:8 ~ 1:12; 所述化合物 A 在所述有机溶剂中的浓度范围为 0.01 ~ 0.02 mol/L。

5. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述化合物 A 采用如下步骤制得：

(c) 提供如下化合物 C 和化合物 D：

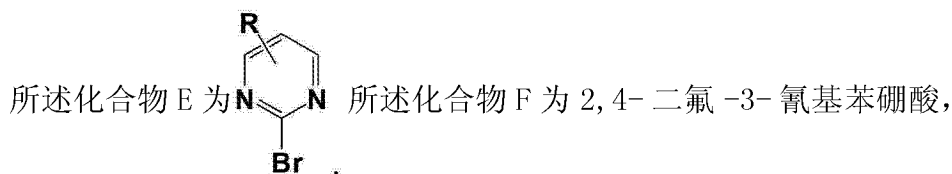


其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基, 或氢原子;

(d) 在惰性气体氛围下, 将所述化合物 C 与所述化合物 D 按照 2:1 ~ 4:1 的摩尔比加入 2-乙氧基乙醇的水溶液中, 其中所述化合物 C 在所述 2-乙氧基乙醇中的浓度范围为 0.1 ~ 0.2 mol/L, 加热至回流状态下搅拌反应 24h, 冷至室温后, 旋转蒸除部分溶剂, 加入蒸馏水过滤后, 再依次用蒸馏水、甲醇洗涤干燥后得所述化合物 A。

6. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述化合物 C 采用如下步骤制得:

(e) 提供如下化合物 E 和 F;



其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基, 或氢原子;

(f) 在惰性气体氛围下, 将所述化合物 E 与所述化合物 F 按照 1:1 ~ 1:1.5 的摩尔比加入含有钯催化剂的甲苯溶液或 N,N-二甲基甲酰胺溶液中, 然后滴加碱催化剂再加热, 在 85 ~ 100°C 温度下 Suzuki 偶联反应 6 ~ 12h, 冷却至室温后, 分离提纯, 得到所述化合物 C。

7. 根据权利要求 6 所述的制备方法, 其特征在于, 在所述步骤 (f) 中, 所述分离提纯步骤如下: 将所述 Suzuki 偶联反应得到的反应液倒入二氯甲烷中进行萃取、分液, 并水洗至中性, 再用无水硫酸镁干燥后过滤, 滤液减压蒸出溶剂得粗产物, 再以乙酸乙酯和正己烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 干燥后得到所述化合物 C。

8. 根据权利要求 6 所述的制备方法, 其特征在于, 所述钯催化剂为双氯二(三苯基磷)合钯或四(三苯基磷)合钯, 所述碱催化剂为碳酸钾溶液或碳酸钠溶液。

9. 根据权利要求 6 所述的制备方法, 其特征在于, 所述钯催化剂与所述化合物 E 的摩尔比为 0.02 ~ 0.05:1; 所述碱催化剂与所述化合物 E 的摩尔比为 1 ~ 3:1; 所述有机溶剂中, 溶质与水的体积比为 2:1; 所述化合物 E 在所述有机溶剂中的浓度为 0.1 ~ 0.2 mol/L。

10. 一种有机电致发光器件, 包括阳极、功能层、发光层和阴极, 其特征在于, 所述发光层的材质为权利要求 1 所述的有机电致磷光材料。

## 有机电致磷光材料及其制备方法与有机电致发光器件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及磷光材料领域,尤其涉及一种有机电致磷光材料。本发明还涉及该有机电致磷光材料的制备方法与其在有机电致发光器件中的应用。

### 背景技术

[0002] 有机电致发光是指有机材料在电场作用下,将电能直接转化为光能的一种发光现象。早期由于有机电致发光器件的驱动电压过高、发光效率很低等原因而使得对有机电致发光的研究处于停滞状态。直到 1987 年,美国柯达公司的 Tang 等人发明了以 8-羟基喹啉铝 (Alq<sub>3</sub>) 为磷光材料,与芳香族二胺制成均匀致密的高质量薄膜,制得了低工作电压、高亮度、高效率的有机电致发光器件,开启了对有机电致磷光材料研究的新序幕。但由于受到自旋统计理论的限制,荧光材料的理论内量子效率极限仅为 25%,如何充分利用其余 75% 的磷光来实现更高的发光效率成了此后该领域中的热点研究方向。1997 年,Forrest 等发现磷光电致发光现象,有机电致磷光材料的内量子效率突破了 25% 的限制,使有机电致磷光材料的研究进入另一个新时期。

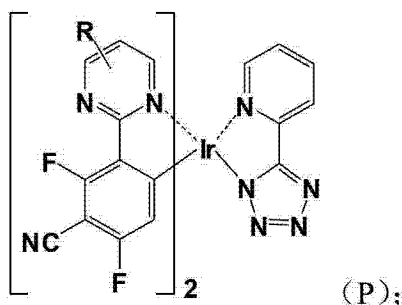
[0003] 在随后的研究中,小分子掺杂型过渡金属的配合物成了人们的研究重点,如铱、钕、铂等的配合物。这类配合物的优点在于它们能从自身的三线态获得很高的发射能量,而其中金属铱 (III) 化合物,由于稳定性好,在合成过程中反应条件温和,且具有很高的电致发光性能,在随后的研究过程中一直占着主导地位。而为了使器件得到全彩显示,一般必须同时得到性能优异的红光、绿光和蓝光材料。与红光和绿光材料相比,蓝光材料的发展相对而言较滞后,提高蓝光材料的效率和色纯度就成了人们研究的突破点。

[0004] 人们对有机电致磷光材料铱金属配合物的研究一直在深入,但在蓝光磷光材料的发光色纯度、发光效率以及器件的效率衰减等方面存在瓶颈问题。因此,研发出高色纯度的蓝色磷光有机电致磷光材料成为拓展蓝光材料研究领域的一大趋势。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决上述现有技术存在的问题和不足,提供一种有机电致磷光材料及其制备方法与有机电致发光器件。本发明提出一种具有下述通式 (P) 的有机电致磷光材料:

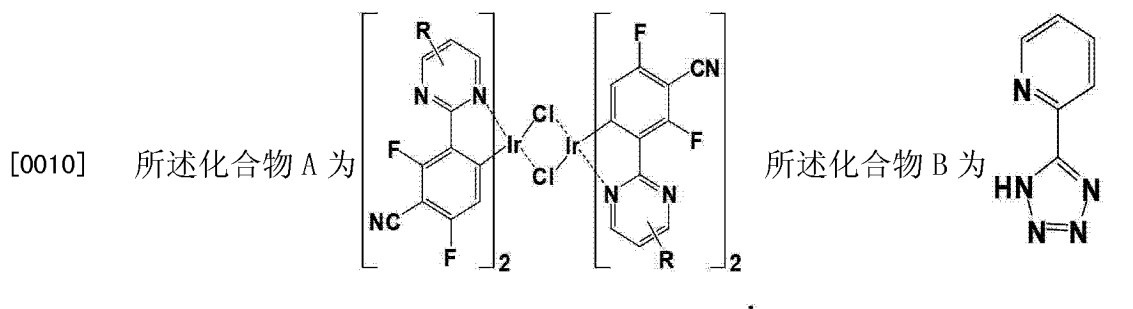
[0006]



[0007] 其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基, 或氢原子。

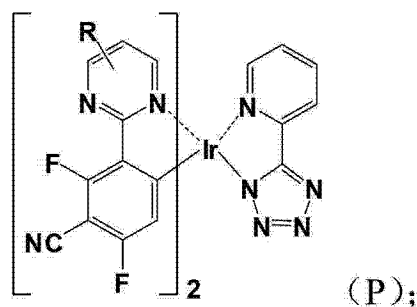
[0008] 本发明还提出一种有机电致磷光材料的制备方法, 该方法包括以下步骤:

[0009] (a) 提供如下化合物 A 和化合物 B:



[0011] (b) 在惰性气体氛围下, 将所述化合物 A 与所述化合物 B 按照 1:2 ~ 1:3 的摩尔比加入有机溶剂中并加入碱盐, 于 40 ~ 84℃ 下进行配体交换反应 10 ~ 20 小时, 分离提纯, 得到下述通式 (P) 的有机电致磷光材料:

[0012]



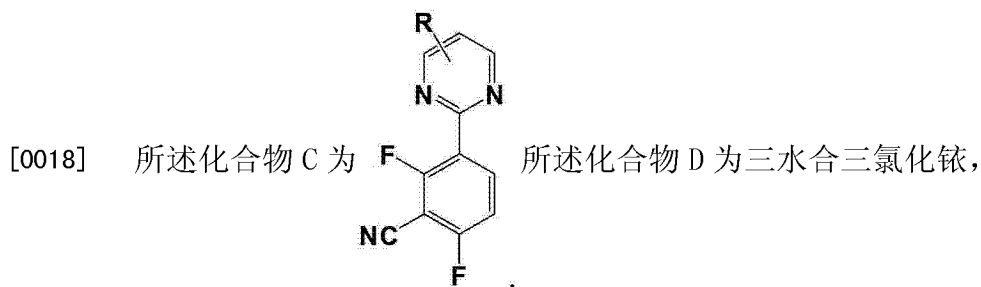
[0013] 其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基, 或氢原子。

[0014] 进一步地, 在步骤 (b) 中, 所述有机溶剂为 1, 2-二氯乙烷、二氯甲烷或三氯甲烷, 所述碱盐为甲醇钠或乙醇钠。

[0015] 进一步地, 在步骤 (b) 中, 所述化合物 A 与所述碱盐的摩尔比为 1:8 ~ 1:12; 所述化合物 A 在所述有机溶剂中的浓度范围为 0.01 ~ 0.02 mol/L。

[0016] 进一步地, 所述化合物 A 采用如下步骤制得:

[0017] (c) 提供如下化合物 C 和化合物 D:



[0019] 其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基, 或氢原子;

[0020] (d) 在惰性气体氛围下, 将所述化合物 C 与所述化合物 D 按照 2:1 ~ 4:1 的摩尔比加入 2-乙氧基乙醇的水溶液中, 其中所述化合物 C 在所述 2-乙氧基乙醇中的浓度范围为 0.1 ~ 0.2 mol/L, 加热至回流状态下搅拌反应 24h, 冷至室温后, 旋转蒸除部分溶剂, 加入蒸馏水过滤后, 再依次用蒸馏水、甲醇洗涤干燥后得所述化合物 A。

[0021] 进一步地,所述化合物 C 采用如下步骤制得:

[0022] (e) 提供如下化合物 E 和 F;



[0024] 其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基,或氢原子;

[0025] (f) 在惰性气体氛围下,将所述化合物 E 与所述化合物 F 按照 1:1 ~ 1:1.5 的摩尔比加入含有钯催化剂的甲苯溶液或 N,N-二甲基甲酰胺溶液中,然后滴加碱催化剂再加热,在 85 ~ 100℃ 温度下 Suzuki 偶联反应 6 ~ 12h,冷却至室温后,分离提纯,得到所述化合物 C。

[0026] 进一步地,在所述步骤(f)中,所述分离提纯步骤如下:将所述 Suzuki 偶联反应得到的反应液倒入二氯甲烷中进行萃取、分液,并水洗至中性,再用无水硫酸镁干燥后过滤,滤液减压蒸出溶剂得粗产物,再以乙酸乙酯和正己烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离,干燥后得到所述化合物 C。

[0027] 进一步地,所述钯催化剂为双氯二(三苯基磷)合钯或四(三苯基磷)合钯,所述碱催化剂为碳酸钾溶液或碳酸钠溶液。

[0028] 进一步地,所述钯催化剂与所述化合物 E 的摩尔比为 0.02 ~ 0.05:1;所述碱催化剂与所述化合物 E 的摩尔比为 1 ~ 3:1;所述有机溶剂中,溶质与水的体积比为 2:1;所述化合物 E 在所述有机溶剂中的浓度为 0.1 ~ 0.2 mol/L。

[0029] 本发明还提出一种有机电致发光器件,包括阳极、功能层、发光层和阴极,所述发光层的材质为上述的有机电致磷光材料。

[0030] 与现有技术相比,本发明的有机电致磷光材料及其制备方法与有机电致发光器件,存在以下的优点:

[0031] 本发明提供的有机电致磷光材料是以 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶为环金属主配体,以 5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑为辅助配体,合成一种有机电致磷光材料铱金属配合物,并通过在环金属主配体的嘧啶环上引入烷基链的化学修饰来实现对材料发光颜色的调节,从而获得发光波长更蓝的磷光发射。环金属配体主体上的嘧啶基有利于提高材料的 LUMO 能级,苯环的强吸电子基两个 F 基和氰基有利于降低材料的 HOMO 能级,使材料发光波长有效蓝移;嘧啶环上烷基的引入,一方面烷基的给电子性质能获得满意的蓝光发光波长,另外一方面不同长度的烷基链有利于增加其在有机溶剂中的溶解性,并产生一定的空间位阻效应,从而减少金属原子间的直接作用,减少三重态激子的自淬灭现象;苯环上强吸电子基团氟基、氰基和高场强辅助配体 5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑的引入还可以改善发光性能,利于蒸镀,增加成膜型并提高器件的稳定性。

#### 附图说明

[0032] 图 1 为实施例 1 中有机电致磷光材料的发射光谱图;

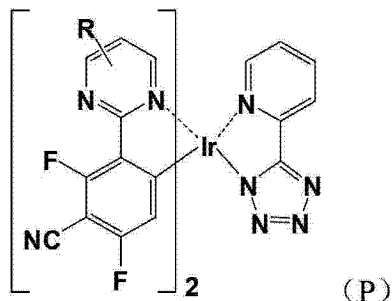
[0033] 图 2 为实施例 4 中有机电致发光器件的结构示意图。

## 具体实施方式

[0034] 以下结合实施例,对本发明予以进一步地详尽阐述。

[0035] 本发明的有机电致磷光材料具有以下通式:

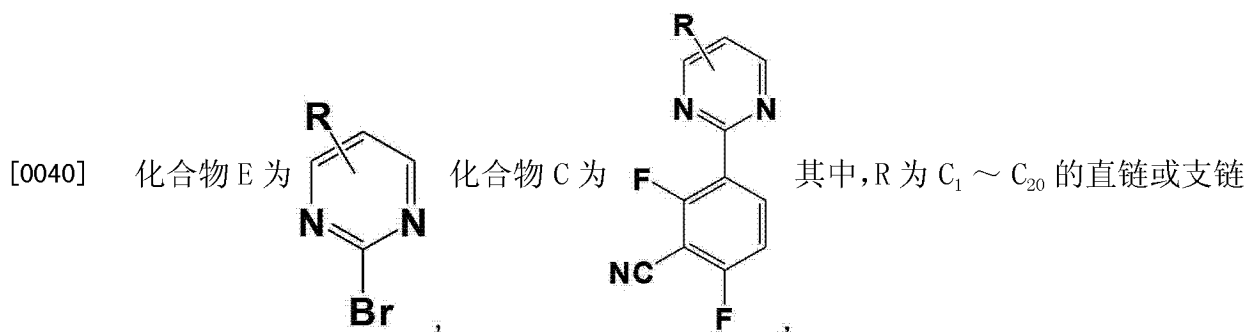
[0036]



[0037] 其中, R 为  $C_1 \sim C_{20}$  的直链或支链烷基,或氢原子;烷基 R 的取代位置可以在嘧啶的 4-,5- 位。

[0038] 本发明的有机电致磷光材料 (P) 的制备过程大致分为以下步骤:

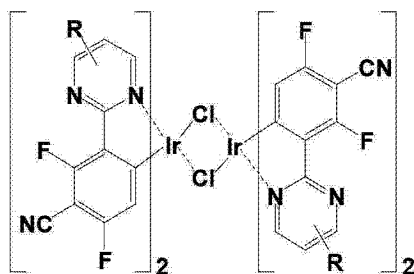
[0039] (1)使化合物 E 和化合物 F 通过 Suzuki 偶联反应合成化合物 C;其中,化合物 F 为 2,4-二氟-3-氰基苯硼酸,化合物 E 和化合物 C 的结构式如下:



烷基,或氢原子;

[0041] (2)将步骤(1)制得的化合物 C 与化合物 D 反应生成氯桥二聚物,即化合物 A。其中,化合物 D 为三水合三氯化铱  $IrCl_3 \cdot 3H_2O$ 。化合物 A 的结构式如下:

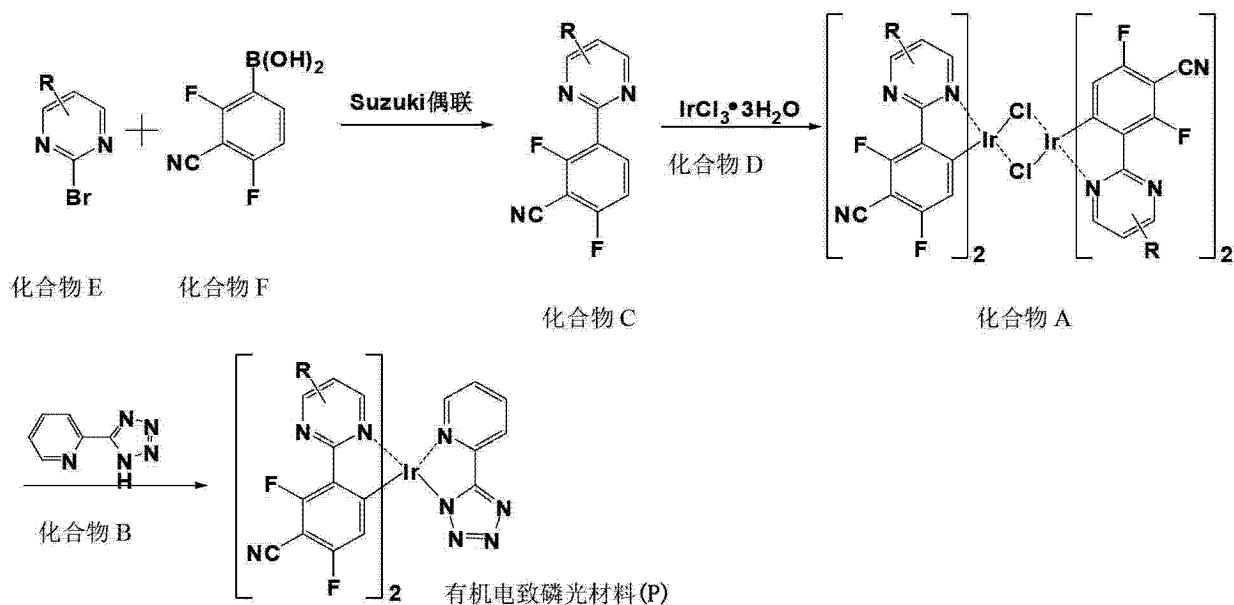
[0042]



[0043] (3)将步骤(2)制得的化合物 A 用作环金属配体主体结构,将 5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑(即化合物 B)用作辅助配体源,使化合物 A 和化合物 B 反应得铱金属配合物,也即有机电致磷光材料(P)。

[0044] 综上所述,本发明提供有机电致磷光材料 (P) 的合成路线为:

[0045]



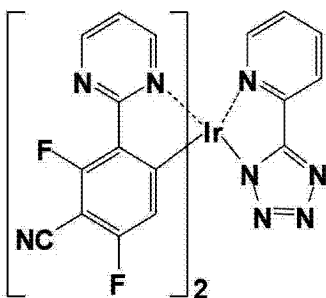
[0046] 即 2-, 4- 位和 3- 位分别带有吸电子两个氟基和一个氰基的苯环与嘧啶或其带有烷基取代的衍生物通过 Suzuki 偶联反应合成环金属配体, 然后与  $\text{IrCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  反应生成氯桥二聚物, 最后与辅助配体源 5-(2'-吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑反应制得目标铱金属配合物。

[0047] 以下以实施例对本发明的有机电致磷光材料及其制备方法与有机电致发光器件进行具体说明：

[0048] 实施例 1

[0049] 本实施例中公开的有机电致磷光材料(P) 为配合物双 (2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基) 嘧啶 -N, C2') (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱, 其结构式如下：

[0050]



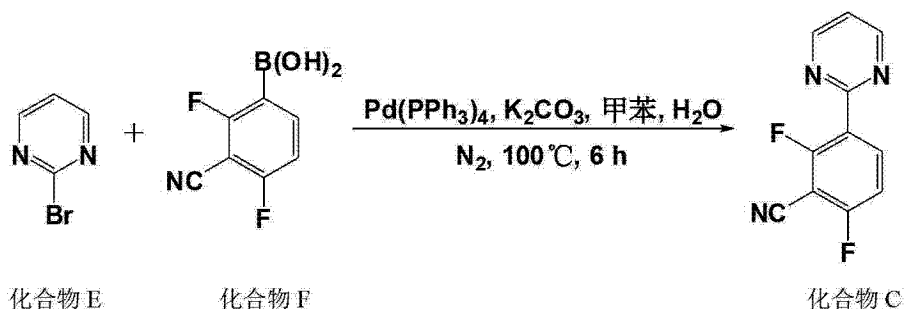
[0051] 其采用如下步骤制得：

[0052] (1) 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基) 嘧啶的合成

[0053] 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基) 嘧啶合成的反应式如下：

[0054]





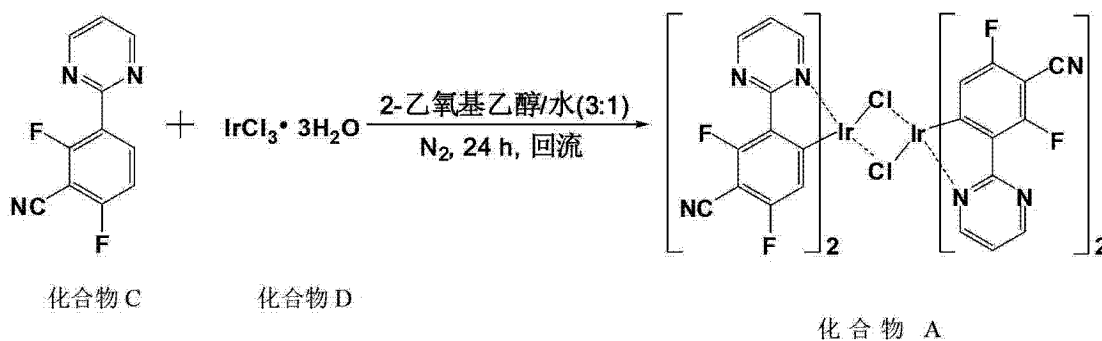
[0055] 具体步骤为：在氮气保护下，将 1.59g (10mmol) 2-溴嘧啶、2.20g (12mmol) 2,4-二氟-3-氰基苯硼酸和 0.58g (0.5mmol) 四(三苯基磷)合铑溶于 40mL 甲苯中，随后往反应体系中滴加 20mL 含 2.76g (20mmol) 碳酸钾的水溶液。加热至  $100^\circ\text{C}$  温度状态下搅拌反应 6h。待反应液冷至室温后，二氯甲烷萃取、分液，水洗至中性，无水硫酸镁干燥。过滤，滤液减压蒸出溶剂得粗产物。以体积比为 1/6 的乙酸乙酯和正己烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离，干燥后得固体 1.04g，收率为 47.9%。

[0056] 对所述固体进行结构鉴定得：质谱 (MS  $m/z$ ) : 217.0 ( $\text{M}^+$ )。对所述固体进行元素分析得：其分子式为  $\text{C}_{11}\text{H}_5\text{F}_2\text{N}_3$ ；其中，理论值为：C : 60.83, H : 2.32, F : 17.50, N : 19.35；实测值为：C : 60.88, H : 2.24, F : 17.56, N : 19.32。以上数据证实上述反应所得到的物质是 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶。

[0057] (2) 配体为 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶的含铱二氯二聚体的合成

[0058] 配体为 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶的含铱二氯二聚体合成的反应式如下：

[0059]

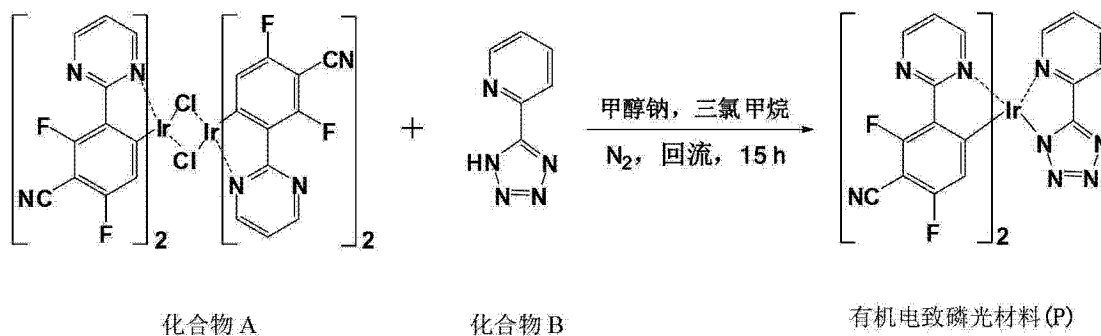


[0060] 具体步骤为：氮气保护下，0.36g (1mmol) 水合三氯化铱和 0.54g (2.5mmol) 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶溶于 20ml 体积比为 3:1 的 2-乙氧基乙醇的水溶液中，加热至回流状态下搅拌反应 24h。冷至室温后，旋转蒸除部分溶剂，加入适量蒸馏水，过滤。固体依次用蒸馏水、甲醇洗涤，干燥后得配体为 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶的含铱二氯二聚体 0.36g，收率为 54.5%。配体为 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶的含铱二氯二聚体无需进一步提纯，可直接投入下一步反应中。

[0061] (3) 双(2-(4',6'-二氟-5'-氰基苯基)嘧啶-N,  $\text{C}^{2'}$ ) (5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑)合铱的合成

[0062] 双(2-(4',6'-二氟-5'-氰基苯基)嘧啶-N,  $\text{C}^{2'}$ ) (5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑)合铱合成的反应式如下：

[0063]

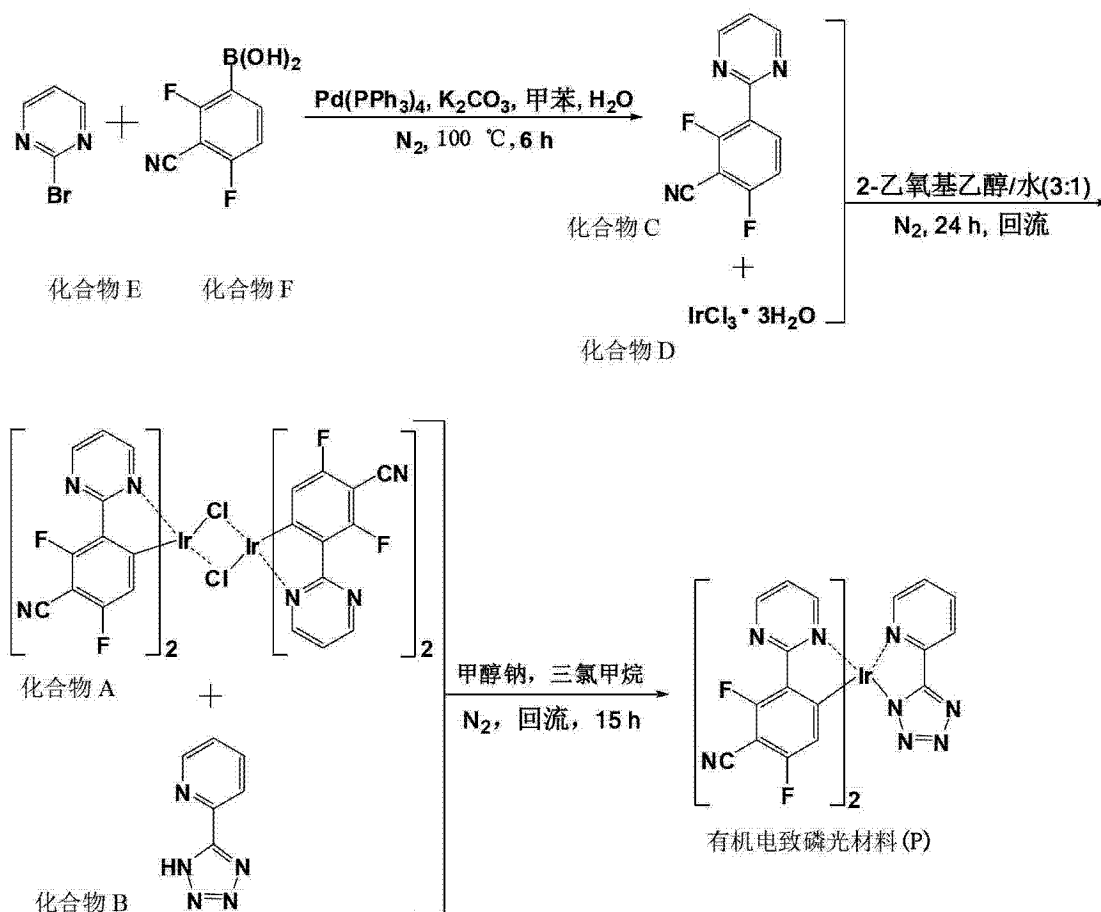


[0064] 具体步骤为：氮气保护下，0.66g (0.5mmol) 配体为 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)吡啶的含铱二氯二聚体和 0.18g (1.25mmol) 5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑溶于 15mL 有机溶剂三氯甲烷中，随后滴加 10mL 含 0.27g (5mmol) 甲醇钠的有机溶剂三氯甲烷溶液，搅拌加热升温至 62℃ 回流状态反应 15h。自然冷至室温后，浓缩除去部分溶剂，倾入适量蒸馏水，有固体析出。过滤，收集粗产物，固体依次用去离子水、甲醇洗涤数次，经二氯甲烷和无水乙醇混合溶剂重结晶得 0.34g 纯产物，收率为 44.1%。

[0065] 对所得纯产物进行结构鉴定：其质谱 (MS  $m/z$ ) 为：771.1 ( $M^+$ )；其元素分析为： $C_{28}H_{12}F_4IrN_{11}$ ，其中，其理论值为：C:43.64, H:1.57, F:9.86, Ir:24.94, N:19.99，其实测值为：C:43.67, H:1.53, F:9.88, Ir:24.90, N:20.02。以上数据证实上述反应所得到的纯产物是配合物双(2-(4',6'-二氟-5'-氰基苯基)吡啶-N, C<sup>2'</sup>)(5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑)合铱，即是有机电致磷光材料(P)。

[0066] 综上所述，本实施例有机电致磷光材料的合成路线为：

[0067]

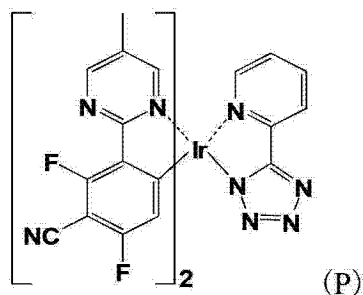


[0068] 如图2所示,横轴为波长(Wavelength,单位nm),纵轴为标准化的光致发光强度(Normalized PL intensity),有机电致磷光材料(P)在298K温度下 $10^{-6}\text{M}$ 的 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 溶液中的发射光谱的最大发射峰在452nm处,同时在477nm处有一肩峰,可作为蓝光电致磷光材料广泛应用在有机电致发光器件的制备领域。此外, $10^{-6}\text{M}$ 有机电致磷光材料(P)的 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 溶液在298K温度下,以浓度为 $10^{-6}\text{M}$ 的FIrpic的 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 溶液为标准( $\Phi_{\text{PL}}=0.26$ ),测得有机电致磷光材料(P)的 $\Phi_{\text{PL}}=0.31$ ,可见本实施例的有机电致磷光材料(P)具有较高的发光量子效率。

#### [0069] 实施例2

[0070] 本实施例中公开的有机电致磷光材料(P)为配合物双(2-(4',6'-二氟-5'-氰基苯基)-5-甲基嘧啶-N,C<sup>2'</sup>) (5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑)合铱,其结构式如下:

[0071]

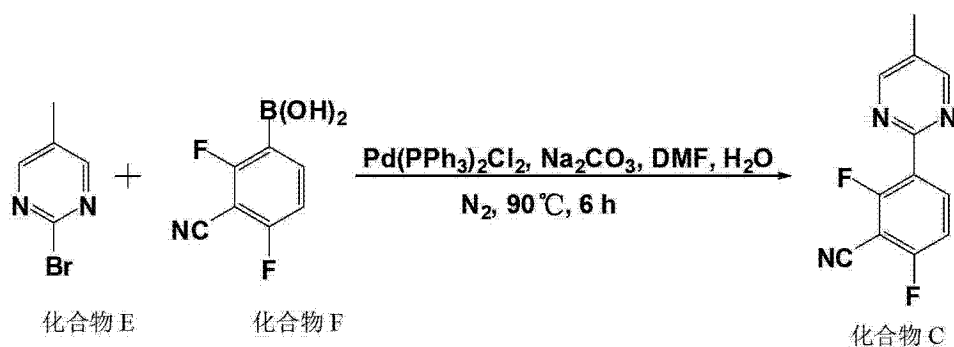


[0072] 其采用如下步骤制得:

[0073] (1) 2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)-5-甲基嘧啶的合成

[0074] 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶合成的反应式如下：

[0075]



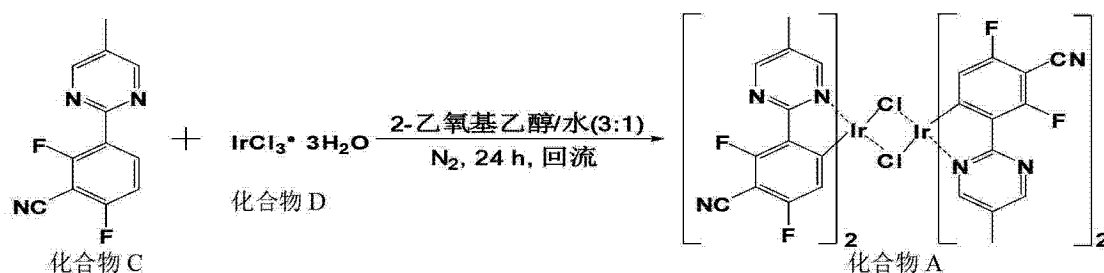
[0076] 具体步骤为：在氮气保护下，将 1.73g(10mmol)2- 溴 -5- 甲基嘧啶、1.83g(10mmol)2, 4- 二氟 -3- 氰基苯硼酸和 0.28g(0.4mmol) 双氯二(三苯基磷)合铱溶于 50mLN, N- 二甲基甲酰胺溶液(即 DMF)中,随后往反应体系中滴加 25mL 含 3.18g(30mmol)碳酸钠的水溶液。加热至 90℃状态下搅拌反应 8h。待反应液冷至室温后,二氯甲烷萃取、分液,水洗至中性,无水硫酸镁干燥。过滤后,滤液减压蒸出溶剂得粗产物。以体积比为 1/8 的乙酸乙酯和正己烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离,干燥后得固体 0.92g,收率为 39.8%。

[0077] 对所述固体进行结构鉴定得:质谱(MS  $m/z$ ):231.1( $M^+$ )。对所述固体进行元素分析得:其分子式为  $\text{C}_{12}\text{H}_7\text{F}_2\text{N}_3$ ;其中,理论值为:C:62.34, H:3.05, F:16.43, N:18.17;实测值为:C:62.37, H:3.02, F:16.47, N:18.14。以上数据证实上述反应所得到的物质是 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶。

[0078] (2) 配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶的含铱二氯二聚体的合成

[0079] 配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶的含铱二氯二聚体合成的反应式如下：

[0080]

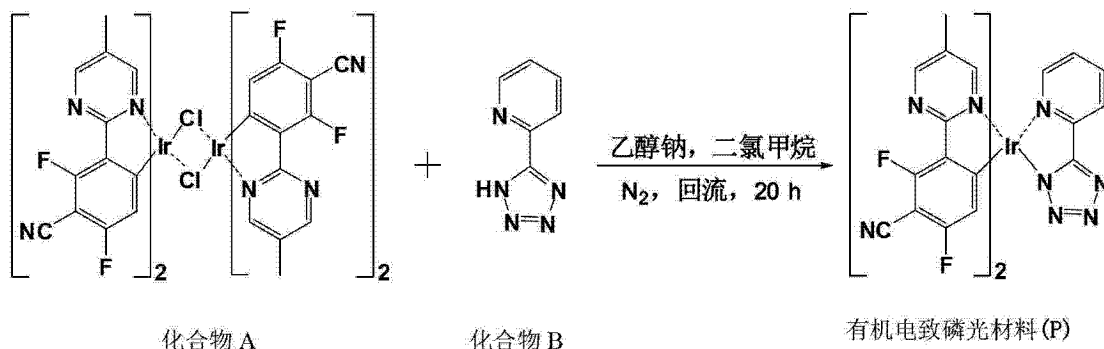


[0081] 具体步骤为：氮气保护下,0.36g(1mmol) 三水合三氯化铱和 0.46g(2mmol)2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶溶于 20mL 体积比为 3:1 的 2- 乙氧基乙醇的水溶液中,加热至回流状态下搅拌反应 24h。冷至室温后,旋转蒸除部分溶剂,加入适量蒸馏水,过滤。固体依次用蒸馏水、甲醇洗涤,干燥后得配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶的含铱二氯二聚体 0.31g,收率为 45.0%。配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶的含铱二氯二聚体无需进一步提纯,可直接投入下一步反应中。

[0082] (3) 双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-5- 甲基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4- 四唑) 合铱的合成

[0083] 双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-5-甲基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱合成的反应式如下:

[0084]



[0085] 具体步骤为:氮气保护下,0.69g(0.5mmol)配体为2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-甲基嘧啶的含铱二氯二聚体和0.15g(1mmol)5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑溶于20mL有机溶剂二氯甲烷中,随后滴加10mL含0.27g(4mmol)乙醇钠的有机溶剂二氯甲烷溶液,搅拌加热升温至40℃回流状态反应20h。自然冷至室温后,浓缩除去部分溶剂,倾入适量蒸馏水,有固体析出。过滤,收集粗产物,固体依次用去离子水、甲醇洗涤数次,经二氯甲烷和无水乙醇混合溶剂重结晶得0.32g纯产物,收率为40.1%。

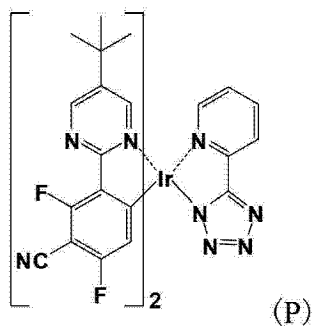
[0086] 对所得纯产物进行结构鉴定:其质谱(MS  $m/z$ )为:799.1( $M^+$ );其元素分析为: $C_{30}H_{16}F_4IrN_{11}$ ,其中,各元素百分含量的理论值为:C:45.11, H:2.02, F:9.51, Ir:24.07, N:19.29,其实测值为:C:45.15, H:2.00, F:9.47, Ir:24.11, N:19.27。以上数据证实上述反应所得到的纯产物是配合物双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-5-甲基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱,即有机电致磷光材料(P)。

[0087] 有机电致磷光材料(P)在298K温度下 $10^{-6}$ M的 $CH_2Cl_2$ 溶液中的发射光谱的最大发射峰在475nm处,同时在475nm处有一肩峰,以相同浓度的FIrpic的 $CH_2Cl_2$ 溶液为标准( $\Phi_{PL}=0.26$ ),测得终产物的 $\Phi_{PL}=0.21$ 。

[0088] 实施例3

[0089] 本实施例中公开的有机电致磷光材料(P)为配合物双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱,其结构式如下:

[0090]



[0091] 其采用如下步骤制得:

[0092] (1) 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶的合成,

[0093] 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶合成的反应式如下：

[0094]



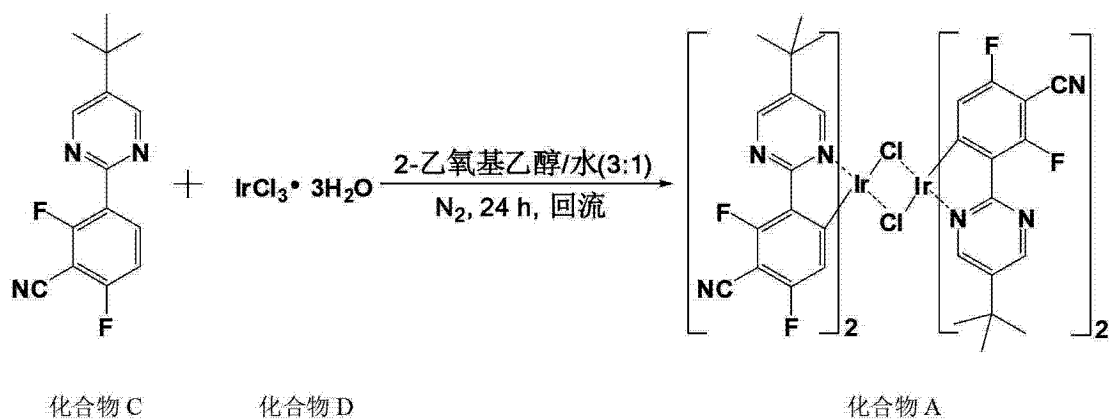
[0095] 具体步骤为：在氮气保护下，将 2.15g(10mmol)2-溴-5-叔丁基嘧啶、2.56g(14mmol)2,4-二氟-3-氰基苯硼酸和 0.21g(0.3mmol)双氯二(三苯基磷)合铂溶于 35mLN,N-二甲基甲酰胺溶液(即 DMF)中,随后往反应体系中滴加 15mL 含 1.06g(10mmol)碳酸钠的水溶液。加热至  $85^\circ\text{C}$  状态下搅拌反应 10h。待反应液冷至室温后,二氯甲烷萃取、分液,水洗至中性,无水硫酸镁干燥。过滤,滤液减压蒸出溶剂得粗产物。以体积比为 1/8 的乙酸乙酯和正己烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离,干燥后得固体 0.90g,收率为 32.9%。

[0096] 对所述固体进行结构鉴定得：质谱 (MS  $m/z$ ):273.1( $\text{M}^+$ )。对所述固体进行元素分析得：其分子式为  $\text{C}_{15}\text{H}_{13}\text{F}_2\text{N}_3$ ；其中,理论值为：C:65.93, H:4.79, F:13.90, N:15.38；实测值为：C:65.96, H:4.72, F:13.96, N:15.36。以上数据证实上述反应所得到的物质是 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶。

[0097] (2) 配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶的含铱二氯二聚体的合成

[0098] 配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶的含铱二氯二聚体合成反应式如下：

[0099]



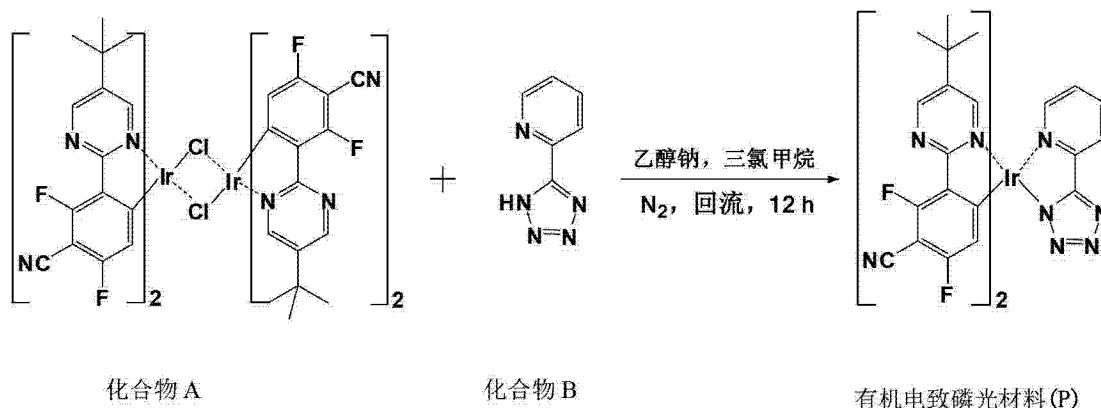
[0100] 具体步骤为：氮气保护下,0.36g(1mmol)三水合三氯化铱和 0.82g(3mmol)2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶溶于 20mL 体积比为 3:1 的 2-乙氧基乙醇的水溶液中,加热至回流状态下搅拌反应 24h。冷至室温后,旋转蒸除部分溶剂,加入适量蒸馏水,过滤。固体依次用蒸馏水、甲醇洗涤,干燥后得配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶的含铱二氯二聚体 0.27g,收率为

35.5%。配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶的含铱二氯二聚体无需进一步提纯,可直接投入下一步反应中。

[0101] (3) 双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱

[0102] 双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱的合成反应式如下:

[0103]



[0104] 具体步骤为:氮气保护下,0.62g(0.4mmol)配体为 2-(3' - 氰基 -4' - 氟苯基)-5-叔丁基嘧啶的含铱二氯二聚体和 0.15g(1mmol)5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑溶于 20mL 有机溶剂三氯甲烷中,随后滴加 10mL 含 0.33g(4.8mmol)乙醇钠的有机溶剂三氯甲烷溶液,搅拌加热升温至 62℃回流状态反应 12h。自然冷至室温后,浓缩除去部分溶剂,倾入适量蒸馏水,有固体析出。过滤,收集粗产物,固体依次用去离子水、甲醇洗涤数次,经二氯甲烷和无水乙醇混合溶剂重结晶得 0.22g 纯产物,收率为 31.1%。

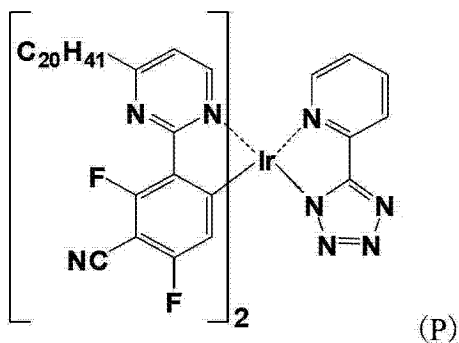
[0105] 对所得纯产物进行结构鉴定:其质谱(MS m/z)为:883.2(M<sup>+</sup>);其元素分析为:C<sub>36</sub>H<sub>28</sub>F<sub>4</sub>IrN<sub>11</sub>,其中,各元素百分含量的理论值为:C:48.97, H:3.20, F:8.61, Ir:21.77, N:17.45,其实测值为:C:48.94, H:3.26, F:8.55, Ir:21.84, N:17.41。以上数据证实上述反应所得到的纯产物是配合物双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-5-叔丁基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱,即有机电致磷光材料(P)。

[0106] 有机电致磷光材料(P)在 298K 温度下 10<sup>-6</sup>M 的 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 溶液中的发射光谱的最大发射峰在 460nm 处,同时在 485nm 处有一肩峰,以相同浓度的 FIrpic 的 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 溶液为标准(Φ<sub>PL</sub>=0.26),测得终产物的 Φ<sub>PL</sub>=0.32。

[0107] 实施例 4

[0108] 本实施例中公开的有机电致磷光材料(P)为配合物双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱,其结构式如下:

[0109]

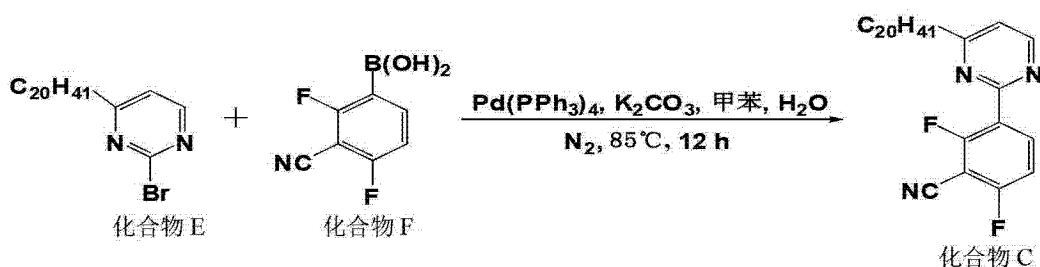


[0110] 其采用如下步骤制得：

[0111] (1) 2-(2', 4' - 二氟 - 3' - 氰基苯基) - 4- 二十烷基嘧啶的合成

[0112] 2-(2', 4' - 二氟 - 3' - 氰基苯基) - 4- 二十烷基嘧啶的合成反应式如下：

[0113]



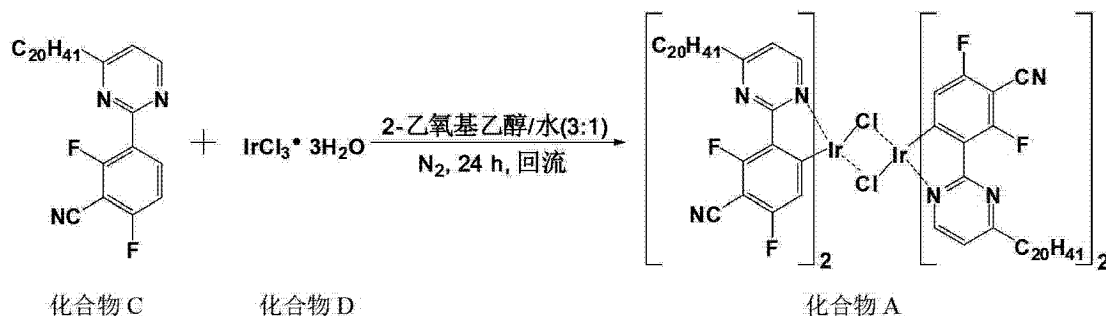
[0114] 具体步骤为：在氮气保护下，将 2.20g(5mmol) 2- 溴 - 4- 二十烷基嘧啶、1.37g(7.5mmol) 2,4- 二氟 - 3- 氰基苯硼酸和 0.12g(0.1mmol) 四(三苯基磷)合钯(即钯催化剂)溶于 35mL 甲苯中，随后往反应体系中滴加 15mL 含 1.73g(12.5mmol) 碳酸钾的水溶液。加热至 85℃ 状态下搅拌反应 12h。待反应液冷至室温后，二氯甲烷萃取、分液，水洗至中性，无水硫酸镁干燥。过滤，滤液减压蒸出溶剂得粗产物。以体积比为 1/5 的乙酸乙酯和正己烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离，干燥后得固体 0.50g，收率为 20.1%。

[0115] 对所述固体进行结构鉴定得：质谱 (MS  $m/z$ ): 497.4 ( $M^+$ )。对所述固体进行元素分析得：其分子式为  $C_{31}H_{45}F_2N_3$ ；其中，理论值为：C: 74.81, H: 9.11, F: 7.63, N: 8.44；实测值为：C: 74.86, H: 9.04, F: 7.67, N: 8.43。以上数据证实上述反应所得到的物质是 2-(2', 4' - 二氟 - 3' - 氰基苯基) - 4- 二十烷基嘧啶。

[0116] (2) 配体为 2-(2', 4' - 二氟 - 3' - 氰基苯基) - 4- 二十烷基嘧啶的含铱二氯二聚体的合成

[0117] 配体为 2-(2', 4' - 二氟 - 3' - 氰基苯基) - 4- 二十烷基嘧啶的含铱二氯二聚体的合成反应式如下：

[0118]



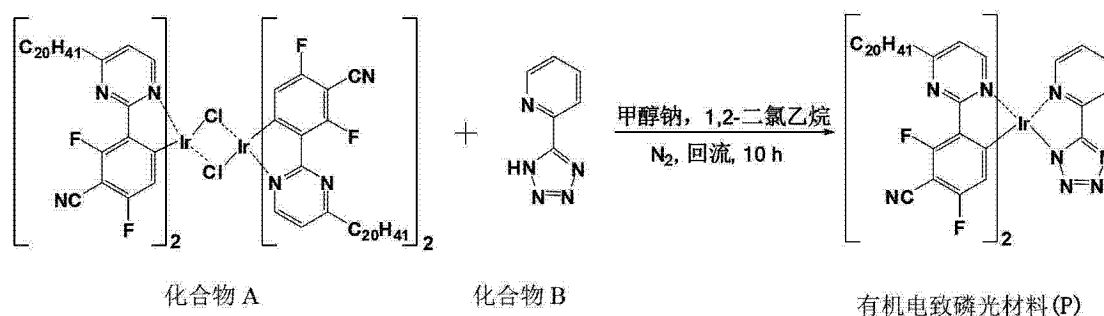


[0119] 具体步骤为：氮气保护下，0.18g(0.5mmol) 三水合三氯化铱，0.99g(2mmol) 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶溶于 10mL 体积比为 3:1 的 2-乙氧基乙醇的水溶液中，加热至回流状态下搅拌反应 24h。冷至室温后，旋转蒸除部分溶剂，加入适量蒸馏水，过滤。固体依次用蒸馏水、甲醇洗涤，干燥后得配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶的含铱二氯二聚体 0.10g，收率为 16.4%。配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶的含铱二氯二聚体无需进一步提纯，可直接投入下一步反应中。

[0120] (3) 双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱的合成

[0121] 双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱的合成反应式如下：

[0122]



[0123] 具体步骤为：氮气保护下，0.49g(0.2mmol) 配体为 2-(2', 4' - 二氟 -3' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶的含铱二氯二聚体和 0.19g(0.9mmol) 5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑溶于 20mL 有机溶剂 1, 2-二氯乙烷中，随后滴加 10mL 含 0.16g(3mmol) 甲醇钠的有机溶剂 1, 2-二氯乙烷溶液，搅拌加热升温至 84℃回流状态反应 10h。自然冷至室温后，浓缩除去部分溶剂，倾入适量蒸馏水，有固体析出。过滤，收集粗产物，固体依次用去离子水、甲醇洗涤数次，经二氯甲烷和无水乙醇混合溶剂重结晶得 0.04g 纯产物，收率为 7.5%。

[0124] 对所得纯产物进行结构鉴定：其质谱 (MS  $m/z$ ) 为：1331.7 ( $M^+$ )；其元素分析为： $C_{68}H_{92}F_4IrN_{11}$ ，其中，各元素百分含量的理论值为：C:61.33, H:6.96, F:5.71, Ir:14.43, N:11.57，其实测值为：C:61.30, H:6.99, F:5.77, Ir:14.34, N:11.60。以上数据证实上述反应所得到的纯产物是配合物双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基苯基)-4-二十烷基嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱，即有机电致磷光材料(P)。

[0125] 有机电致磷光材料(P) 在 298K 温度下  $10^{-6}M$  的  $CH_2Cl_2$  溶液中的发射光谱的最大发射峰在 470nm 处，同时在 494nm 处有一肩峰，以相同浓度的 FIrpic 的  $CH_2Cl_2$  溶液为标准 ( $\Phi_{PL}=0.26$ )，测得终产物的  $\Phi_{PL}=0.09$ 。

[0126] 实施例 5

[0127] 以实施例 1 制得的有机电致磷光材料双(2-(4', 6' - 二氟 -5' - 氰基)嘧啶-N, C<sup>2'</sup>) (5-(2' - 吡啶基)-1, 2, 3, 4-四唑) 合铱作为发光层掺杂客体的有机电致发光器件，结构如图 2 所示：

[0128] 该有机电致发光器件包括依次层叠的基底、阳极层 301、空穴注入层 302、空穴传

输层 303、电子阻挡层 304、发光层 305、空穴阻挡层 306、电子传输层 307、缓冲层 308 以及阴极层 309。其中：

[0129] 基底采用玻璃(Glass)，阳极层 301 的材质为 ITO，ITO 制备在玻璃表面，与玻璃一起简称 ITO 玻璃。当然，阳极层 301 的材质也可以是 FTO、AZO、IZO。优选为方块电阻为 10-20  $\Omega$  的 ITO (氧化铟锡)，厚度为 200nm；

[0130] 空穴注入层 302 的材质为 m-MTDATA (4,4',4''-三(N-3-甲基苯基-N-苯基氨基)三苯胺)，厚度 40nm；

[0131] 空穴传输层 303 的材质为 NPB (N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基对二氨基联苯)，厚度 20nm；

[0132] 电子阻挡层 304 的材质为 mCP (1,3-双(9-咔唑基)苯)，厚度 10nm；

[0133] 发光层 305 的材质为掺杂有 7wt 实施例 1 制备的有机电致磷光材料双(2-(4',6'-二氟-5'-氰基)嘧啶-N,C<sup>2'</sup>) (5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑)合铱的 mCP，厚度 30nm；

[0134] 空穴阻挡层 306 的材质为 BCP (2,9-二甲基-4,7-二苯基-邻二氮杂菲)，厚度 10nm；

[0135] 电子传输层 307 的材质为 Alq3 (三(8-羟基喹啉)铝)，厚度为 35nm；

[0136] 缓冲层 308 的材质为 LiF，厚度 1nm；

[0137] 阴极层 309 的材质为 Al 层，厚度 120nm。

[0138] 该有机电致发光器件的结构为：ITO(100nm)/m-MTDATA(40nm)/NPB(20nm)/mCP(10nm)/mCP:7wt Ir 配合物(30nm)/BCP(10nm)/Alq3(35nm)/LiF(1nm)/Al(120nm)；其中，斜杆“/”表示层状结构，P1:FIrpic 中的冒号“:”表示掺杂。

[0139] 该有机电致发光器件的制备工艺如下：

[0140] 在玻璃基板片上沉积一层厚度为 200nm、方块电阻为 10 ~ 20  $\Omega$  的氧化铟锡 (ITO) 作为透明阳极 301，通过真空蒸镀依次在阳极 301 上制备一层厚度为 40nm 的 m-MTDATA (4,4',4''-三(N-3-甲基苯基-N-苯基氨基)三苯胺)空穴注入材料作为空穴注入层 302，一层厚度为 20nm 的 NPB (N,N'-双(1-萘基)-N,N'-二苯基对二氨基联苯)空穴传输材料作为空穴传输层 303，一层厚度为 10nm 的 mCP (1,3-双(9-咔唑基)苯)电子阻挡材料作为电子阻挡层 304，和一层厚度为 30nm 的掺杂有 7wt% 实施例 1 制备的有机电致磷光材料双(2-(4',6'-二氟-5'-氰基苯+基)-5-甲氧基嘧啶-N,C<sup>2'</sup>) (3-三氟甲基-5-(2'-吡啶基)-1,2,4-三唑)合铱的 mCP 作为发光层 305，再在此发光层 305 上依次真空蒸镀一层厚度为 10nm 的 BCP (2,9-二甲基-4,7-二苯基-邻二氮杂菲)材料作为空穴阻挡层 306、厚度为 35nm 的 Alq3 (三(8-羟基喹啉)铝)作为电子传输层 307、厚度为 1nm 的 LiF 作为电子注入缓冲层 308，最后在缓冲层上采用真空镀膜沉积技术沉积厚度为 120nm 的金属 Al，作为器件的阴极 309。

[0141] 即在 ITO 玻璃的 ITO 层依次层叠真空蒸镀空穴传输层、发光层、电子传输层、阴极缓冲层以及阴极层；完后，制得有机电致发光器件。经测试，该有机电致发光器件的最大外量子效率为 11.5%，最大流明效率为 15.71lm/W，该有机电致发光器件较现有的有机电致发光器件具有较高的发光效率。

[0142] 上述内容，仅为本发明的较佳实施例，并非用于限制本发明的实施方案，本领域普

通技术人员根据本发明的主要构思和精神,可以十分方便地进行相应的变通或修改,故本发明的保护范围应以权利要求书所要求的保护范围为准。

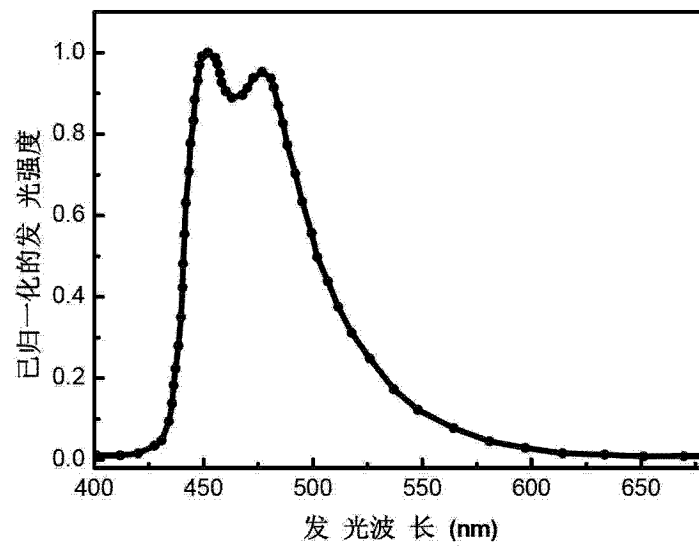


图 1

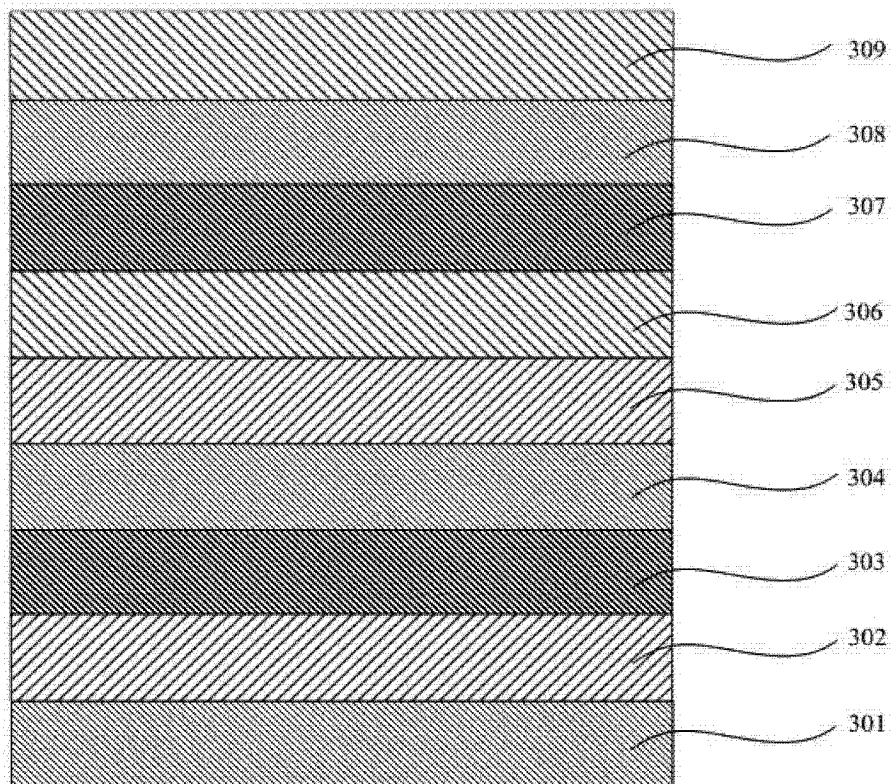


图 2

专利名称(译)	有机电致磷光材料及其制备方法与有机电致发光器件		
公开(公告)号	<a href="#">CN104342114A</a>	公开(公告)日	2015-02-11
申请号	CN201310329643.6	申请日	2013-07-31
[标]申请(专利权)人(译)	海洋王照明科技股份有限公司 深圳市海洋王照明工程有限公司		
申请(专利权)人(译)	海洋王照明科技股份有限公司 深圳市海洋王照明技术有限公司 深圳市海洋王照明工程有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	海洋王照明科技股份有限公司 深圳市海洋王照明技术有限公司 深圳市海洋王照明工程有限公司		
[标]发明人	周明杰 王平 张娟娟 黄辉		
发明人	周明杰 王平 张娟娟 黄辉		
IPC分类号	C09K11/06 C07F15/00 H01L51/54		
代理人(译)	刘耿		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明提供一种有机电致磷光材料及其制备方法与有机电致发光器件。  
本发明提出具有下述通式 ( P ) 的有机电致磷光材料：其中，R为C1～C20的直链或支链烷基，或氢原子。本发明提供的有机电致磷光材料是以2-(2',4'-二氟-3'-氰基苯基)嘧啶为环金属主配体，以5-(2'-吡啶基)-1,2,3,4-四唑为辅助配体，合成一种有机电致磷光材料铱金属配合物，并通过在环金属主配体的嘧啶环上引入烷基链的化学修饰来实现对材料发光颜色的调节，从而获得发光波长更蓝的磷光发射。

