



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104059629 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 24

(21) 申请号 201310091362. 1

C07D 213/68 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 03. 20

H01L 51/54 (2006. 01)

(71) 申请人 海洋王照明科技股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区南海大道
海王大厦 A 座 22 层

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 张振华

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司
44202

代理人 郝传鑫 熊永强

(51) Int. Cl.

C09K 11/06 (2006. 01)

C07D 213/61 (2006. 01)

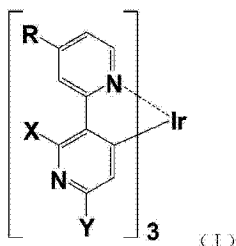
权利要求书2页 说明书24页 附图1页

(54) 发明名称

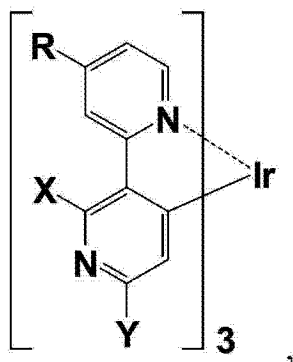
一种有机磷光材料及其制备方法和有机电致发光器件

(57) 摘要

本发明提供了一种具有结构式(I)所示的有机磷光材料,式中,R为C₁~C₆的烷基或烷氧基,X和Y分别为Cl或F,或者X和Y同为Cl。将化合物A与三(乙酰丙酮)合铱在无水无氧条件下进行反应,得到具有结构式(I)所示的有机磷光材料。该材料可以获得良好的能量传输效率和合适的蓝光发光波长,可广泛用于制备蓝光电致发光器件,使得该器件具有较好的发光性能。



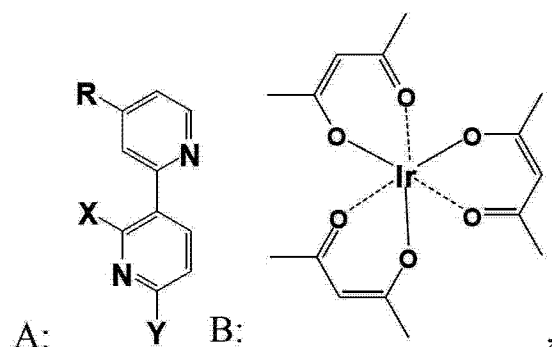
1. 一种有机磷光材料,其特征在于:所述有机磷光材料分子中含有联吡啶配体,如下结构式所示:



式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

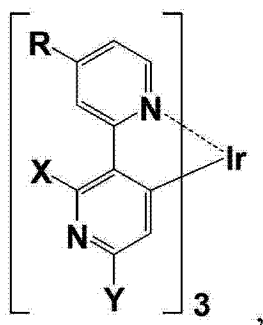
2. 一种有机磷光材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

分别提供如下结构式表示的化合物 A 和化合物 B:



式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl;

在无水无氧条件下,按照摩尔比 3:1 ~ 5:1 将化合物 A 和化合物 B 溶于第一有机溶剂中进行反应,加热至回流并反应 25 ~ 30h,分离纯化后得到如下结构式所示的有机磷光材料:



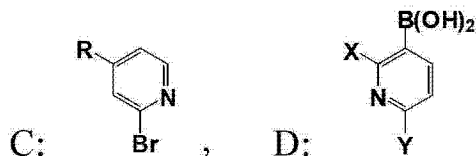
式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

3. 如权利要求 2 所述的有机磷光材料的制备方法,其特征在于,所述第一有机溶剂为乙二醇、甘油、N,N'-二甲基甲酰胺、2-乙氧基乙醇或 2-甲氧基乙醇。

4. 如权利要求 2 所述的有机磷光材料的制备方法,其特征在于,所述化合物 B 在第一有机溶剂中的浓度为 0.01 ~ 0.1mol/L。

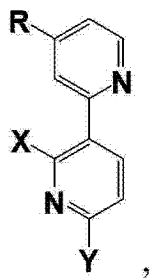
5. 如权利要求 2 所述的有机磷光材料的制备方法,其特征在于,所述化合物 A 可以通过以下方法制得:

分别提供如下结构式表示的化合物 C 和化合物 D：



式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl;

在氮气或惰性气体氛围中, 按照摩尔比 1:1 ~ 1:2 将化合物 C 和化合物 D 溶于第二有机溶剂中, 再加入催化剂和碱, 加热至回流进行 Suzuki 偶联反应 10 ~ 24h, 分离纯化后得到如以下结构式所示的化合物 A:



式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

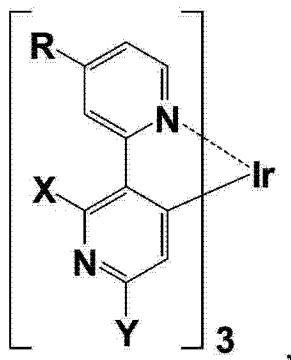
6. 如权利要求 5 所述的有机磷光材料的制备方法, 其特征在于, 所述第二有机溶剂为甲苯、N,N-二甲基甲酰胺、1,4-二氧杂环己烷或二甲苯。

7. 如权利要求 5 所述的有机磷光材料的制备方法, 其特征在于, 所述化合物 C 在所述第二有机溶剂中的浓度为 0.1 ~ 0.2 mol/L。

8. 如权利要求 5 所述的有机磷光材料的制备方法, 其特征在于, 所述催化剂为四三苯基磷钯或二(三苯基磷)二氯化钯, 所述催化剂的摩尔用量是化合物 C 摩尔用量的 1% ~ 5%。

9. 如权利要求 5 所述的有机磷光材料的制备方法, 其特征在于, 所述碱为碳酸钾水溶液, 所述碱的摩尔用量是化合物 C 摩尔用量的 2 ~ 5 倍。

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, 所述发光层中掺杂了如权利要求 1 所述的有机磷光材料, 如以下结构式所示:



式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

一种有机磷光材料及其制备方法和有机电致发光器件

技术领域

[0001] 本发明属于有机发光材料领域,具体涉及一种有机磷光材料及其制备方法和有机电致发光器件。

背景技术

[0002] 有机磷光材料可分为荧光材料和磷光材料两种。在荧光电致发光器件中,由于受到自旋禁阻的限制,产生荧光的激发单重态只占整个激发总数的 25%,使得器件的发光效率不高。而将磷光材料作为磷光材料,可使单重态和三重态激子都得到有效利用,使外量子效率得到提高。通常,在有机磷光材料中引入重金属原子可以增强自旋轨道偶合作用,提高电子自旋翻转的跃迁速率常数,从而提高磷光速率常数与磷光量子产率,最终改善有机电致发光器件的发光性能。

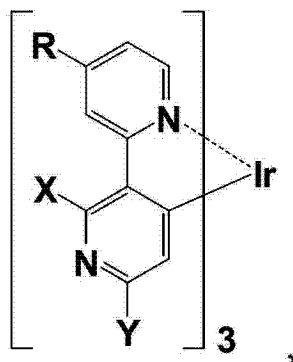
[0003] 目前,目前的蓝色磷光材料在发光色纯度、发光效率以及器件的效率衰减方面存在不足,并且稳定性不佳、寿命短。

发明内容

[0004] 为克服上述现有技术的问题,本发明提供了一种有机磷光材料及其制备方法和有机电致发光器件。本发明提供的一种有机磷光材料分子中含有联吡啶配体,一个吡啶环上带有两个卤素基,并在另一吡啶环上引入烷基或烷氧基,具有较高的发光量子效率,也能使发光波长有效蓝移。本发明制备工艺易于控制,有利于器件的工业化生产,以及加工成本低廉,具有极为广阔的商业化发展前景。本发明制备的有机电致发光器件可发射高纯度蓝光,且具有较好的发光性能。

[0005] 一方面,本发明提供了一种有机磷光材料,所述有机磷光材料分子中含有联吡啶配体,如以下结构式所示:

[0006]



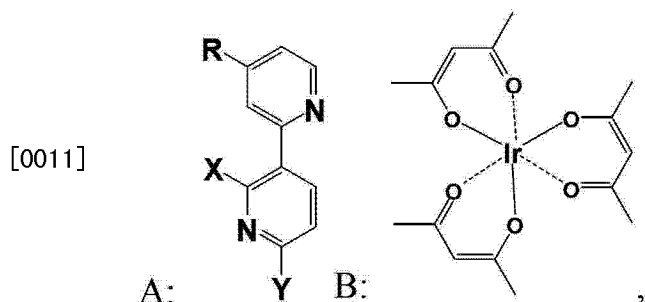
[0007] 式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

[0008] 上述有机磷光材料分子中含有联吡啶配体,一个吡啶环上带有两个卤素基(F 或 Cl),强吸电子取代基团能有效地蓝移发光波长,改善发光性能。并且,在另一吡啶环上引入烷基或烷氧基,产生一定的空间位阻效应,导致相邻苯环平面间的扭曲角变大,带隙增加,

吸收峰蓝移,从而获得良好的能量传输效率和合适的蓝光发光波长。

[0009] 第二方面,本发明提供了一种有机磷光材料的制备方法,包括以下步骤:

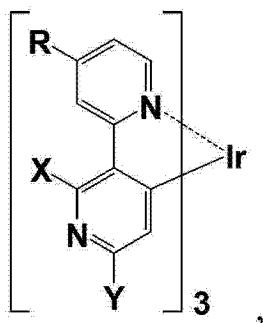
[0010] 分别提供如下结构式表示的化合物 A 和化合物 B:



[0012] 式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl;

[0013] 在无水无氧条件下,按照摩尔比 3:1 ~ 5:1 将化合物 A 和化合物 B 溶于第一有机溶剂中进行反应,加热至回流并反应 25 ~ 30h,分离纯化后得到如以下结构式所示的有机磷光材料:

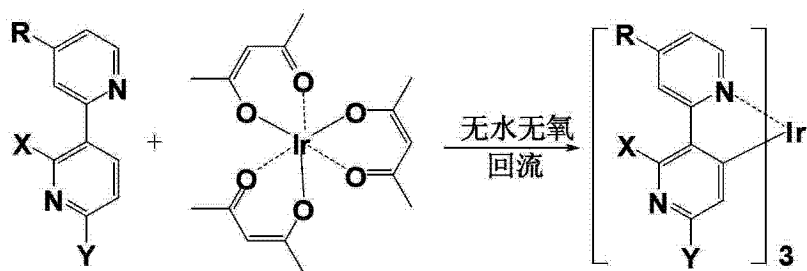
[0014]



[0015] 式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

[0016] 所述反应的反应式如下:

[0017]



[0018] 式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

[0019] 化合物 B 为三(乙酰丙酮)合铱($Ir(acac)_3$)。

[0020] 优选地,反应采用的第一有机溶剂为乙二醇、甘油、N,N-二甲基甲酰胺、2-乙氧基乙醇或 2-甲氧基乙醇。

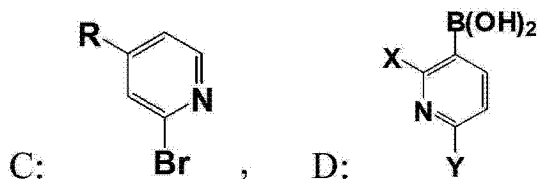
[0021] 优选地,化合物 B 在第一有机溶剂中的浓度为 0.01 ~ 0.1mol/L。

[0022] 待反应 25 ~ 30h 后,进行分离纯化即可得到所述有机磷光材料。具体地,分离纯化包括以下操作步骤:待反应液自然冷却至室温,向反应液中滴加 1mol/L 的 HCl 水溶液、乙醚多次萃取,合并有机相,用无水硫酸镁干燥;然后过滤,旋转蒸除滤液溶剂得粗产物;最后以二氯甲烷为洗脱液对该粗产物进行硅胶柱色谱分离,得到纯化的所述有机磷光材料。

[0023] 优选地,化合物 A 可以通过以下方法制得:

[0024] 分别提供如下结构式表示的化合物 C 和化合物 D:

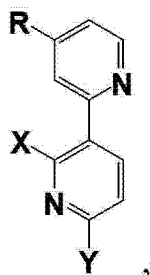
[0025]



[0026] 式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl;

[0027] 在氮气或惰性气体氛围中,按照摩尔比 1:1 ~ 1:2 将化合物 C 和化合物 D 溶于第二有机溶剂中,再加入催化剂和碱,加热至回流进行 Suzuki 偶联反应 10 ~ 24h,分离纯化后得到如以下结构式所示的化合物 A:

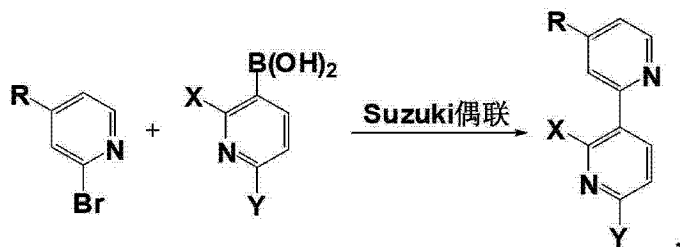
[0028]



[0029] 式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

[0030] 所述 Suzuki 偶联反应的反应式如下:

[0031]



[0032] 式中, R 为 $C_1 \sim C_6$ 的烷基或烷氧基, X 和 Y 分别为 Cl 或 F, 或者 X 和 Y 同为 Cl。

[0033] 优选地, Suzuki 偶联反应采用的第二有机溶剂为甲苯、N, N- 二甲基甲酰胺 (DMF)、1, 4- 二氧杂环己烷或二甲苯。

[0034] 有机溶剂的用量足量,以使各反应物溶解并充分反应。优选地,化合物 C 在第二有机溶剂中的浓度为 0.1 ~ 0.2 mol/L。

[0035] 优选地, Suzuki 偶联反应采用的催化剂的摩尔用量是化合物 C 摩尔用量的 1% ~ 5%。优选地,催化剂为四(三苯基磷)合钯 ($\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$) 或二(三苯基磷)二氯化钯 ($\text{Pd}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2$)。

[0036] Suzuki 偶联反应采用的碱可以是无机碱溶液,无机碱溶液可以是碱金属氢氧化物或碱金属碳酸盐的水溶液,可以是但不限于氢氧化钠水溶液、氢氧化钾水溶液、碳酸钠水溶液、碳酸钾水溶液等,优选为碳酸钾水溶液。

[0037] 优选地,碱的摩尔用量是化合物 C 摩尔用量的 2 ~ 5 倍。

[0038] 待 Suzuki 偶联反应 10 ~ 24h 后,进行分离纯化即可得到所述化合物 A。具体地,

分离纯化包括以下操作步骤:将反应液水相分离,用乙酸乙酯多次萃取后合并有机相,然后用饱和食盐水洗涤,无水硫酸镁干燥,过滤,减压蒸除溶剂得粗产物;最后用乙酸乙酯(或三氯甲烷)与正己烷的混合液作淋洗剂,对粗产物进行硅胶柱色谱分离,得到纯化的所述化合物A。

[0039] 在上述各步骤反应中,各反应物的反应量可以是按照化学反应式所示的计量比进行配比,也可以是部分反应物过量,都可以进行本实施例的制备方法,且不影响反应进行。

[0040] 上述有机磷光材料的制备方法采用较简单的合成路线,工艺易于控制,有利于器件的工业化生产,大大降低制造的成本,且制得的有机磷光材料具有较高的发光量子效率,有极为广阔的商业化发展前景。

[0041] 第三方面,本发明提供了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,所述发光层中掺杂了如本发明第一方面所述的有机磷光材料。

[0042] 上述有机磷光材料分子中含有联吡啶配体,一个吡啶环上带有两个卤素基(F或Cl),强吸电子取代基团能有效地蓝移发光波长,改善发光性能。并且,在另一吡啶环上引入烷基或烷氧基,产生一定的空间位阻效应,导致相邻苯环平面间的扭曲角变大,带隙增加,吸收峰蓝移,从而获得良好的能量传输效率和合适的蓝光发光波长。上述有机磷光材料的制备方法采用较简单的合成路线,工艺易于控制,有利于器件的工业化生产,大大降低制造的成本,且制得的有机磷光材料具有较高的发光量子效率,具有极为广阔的商业化发展前景。在上述有机电致发光器件中,以上述有机磷光材料作为客体材料掺杂到有机电致发光器件发光层中的主体材料中,具有较好的相容性,可广泛用于制备蓝光电致发光器件。发光层中掺杂了上述有机磷光材料的有机电致发光器件能发射高纯度蓝光,并且具有较好的器件性能。

附图说明

[0043] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0044] 图1为本发明实施例1中有机磷光材料的发射光谱图;

[0045] 图2为本发明实施例19中有机电致发光器件的结构示意图。

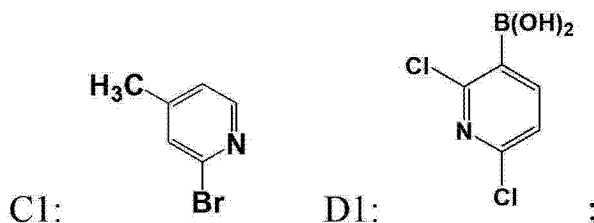
具体实施方式

[0046] 以下通过具体实施例来举例说明有机磷光材料及其制备方法和有机电致发光器件及其性能等方面。

[0047] 实施例1:一种有机磷光材料配合物三(4-甲基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N,C^{4'})合铱有机磷光材料的制备方法,包括如下步骤:

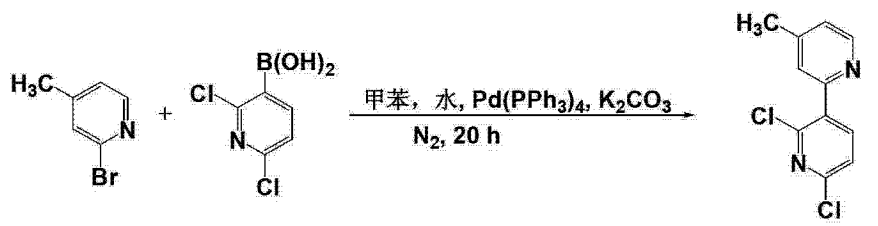
[0048] (1)分别提供如下结构式表示的化合物C1和化合物D1:

[0049]



[0050] (2) 2, 6- 二氯 -4'- 甲基 -3, 2'- 联吡啶的合成

[0051]



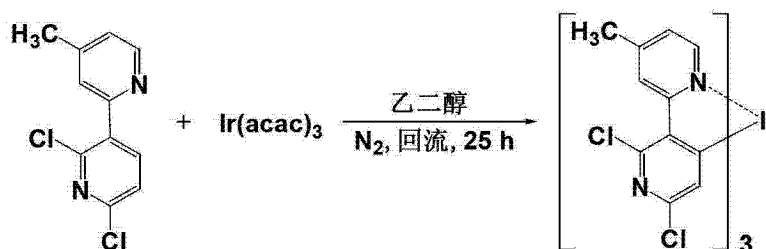
[0052] 在氮气保护下, (1.03g, 6.00mmol) 2- 溴 -4- 甲基吡啶, (1.38g, 7.20mmol) 2, 6- 二氯 -3- 吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 20h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 滤液旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.93g, 收率为 64.8%。

[0053] 产物检测数据:

[0054] 质谱 (m/z): 238.01 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{11}H_8Cl_2N_2$; 理论值: C, 55.26; H, 3.37; Cl, 29.66; N, 11.72; 实测值: C, 55.24; H, 3.39; Cl, 29.65; N, 11.73。

[0055] (3) 配合物三 (4- 甲基 -2', 6'- 二氯 -2, 3'- 联吡啶 -N, C^{4'}) 合铱的合成

[0056]



[0057] 在氮气保护下, (1.91g, 8.00mmol) 2, 6- 二氯 -4'- 甲基 -3, 2'- 联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三 (乙酰丙酮) 合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 25h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.45g, 收率为 24.8%。

[0058] 产物检测数据:

[0059] 质谱 (m/z): 906.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{33}H_{21}Cl_6IrN_6$; 理论值: C, 43.72; H, 2.34; Cl, 23.47; Ir, 21.20; N, 9.27; 实测值: C, 43.70; H, 2.36; Cl, 23.44; Ir, 21.21; N, 9.29。

[0060] 图 1 为本发明实施例 1 制得的有机磷光材料的发射光谱图。如图 1 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), 在 298K 温度下, 配合物 (浓度为 $10^{-5}mol/L$) 在 CH_2Cl_2 溶液中发射光谱的最大发射峰在 452nm 处, 同时在 477nm 处有一肩峰, 可作为蓝光电致发光材料广泛应用在有机电致发光器件的制备领域。

[0061] 实施例 2: 一种有机磷光材料配合物三 (4- 叔丁基 -2', 6'- 二氯 -2, 3'- 联吡啶 -N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

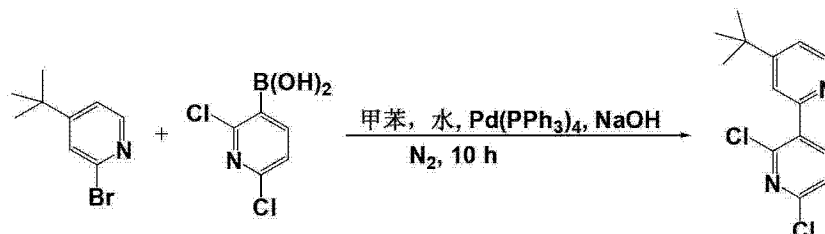
[0062] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C2 和化合物 D2:

[0063]



[0064] (2) 2,6-二氯-4'-叔丁基-3,2'-联吡啶的合成

[0065]



[0066] 在氮气保护下, (1.28g, 6.00mmol) 2-溴-4-叔丁基吡啶, (1.73g, 9.00mmol) 2,6-二氯-3-吡啶硼酸, (0.48g, 12mmol) NaOH 以及 (0.07g, 0.06mmol) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ 溶于 60mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 10h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 滤液旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 1.01g, 收率为 59.9%。

[0067] 产物检测数据:

[0068] 质谱 (m/z): 280.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{Cl}_2\text{N}_2$; 理论值 C, 59.80; H, 5.02; Cl, 25.22; N, 9.96; 实测值: C, 59.84; H, 5.01; Cl, 25.20; N, 9.95。

[0069] (3) 配合物三 (4-叔丁基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0070]



[0071] 在氮气保护下, (1.43g, 6.00mmol) 2,6-二氯-4'-叔丁基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 200mL 甘油中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 26h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 MgSO_4 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.52g, 收率为 25.2%。

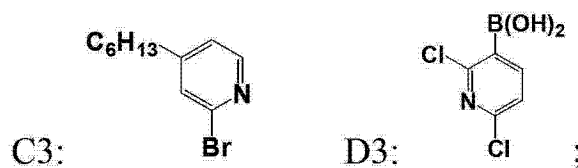
[0072] 产物检测数据:

[0073] 质谱 (m/z): 1032.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{42}\text{H}_{39}\text{Cl}_6\text{IrN}_6$; 理论值 C, 48.85; H, 3.81; Cl, 20.60; Ir, 18.61; N, 8.14; 实测值: C, 48.88; H, 3.80; Cl, 20.61; Ir, 18.60; N, 8.12。

[0074] 实施例 3: 一种有机磷光材料配合物三 (4-正己基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

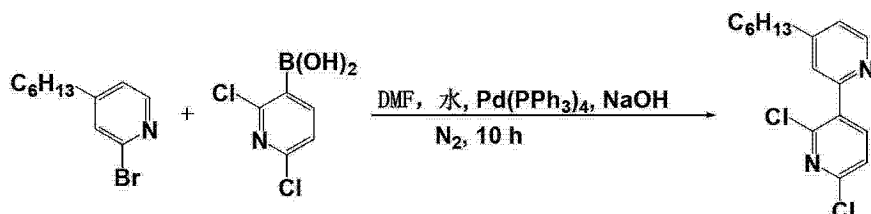
[0075] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C3 和化合物 D3 :

[0076]



[0077] (2) 2,6-二氯-4'-正己基-3,2'-联吡啶的合成

[0078]



[0079] 在氮气保护下, (1.45g, 6.00mmol) 2-溴-4-叔丁基吡啶, (1.73g, 9.00mmol) 2,6-二氯-3-吡啶硼酸, (0.48g, 12mmol) NaOH 以及 (0.07g, 0.06mmol) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ 溶于 60mL DMF 和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 10h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 滤液旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 1.11g, 收率为 59.8%。

[0080] 产物检测数据:

[0081] 质谱 (m/z): 308.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{Cl}_2\text{N}_2$; 理论值 C, 62.14; H, 5.87; Cl, 22.93; N, 9.06; 实测值: C, 62.10; H, 5.89; Cl, 22.94; N, 9.07。

[0082] (3) 配合物三 (4-正己基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0083]



[0084] 在氮气保护下, (1.85g, 6.00mmol) 2,6-二氯-4'-正己基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 200mL 甘油中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 26h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 100mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 MgSO_4 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.49g, 收率为 21.9%。

[0085] 产物检测数据:

[0086] 质谱 (m/z): 1116.2 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{48}\text{H}_{51}\text{Cl}_6\text{IrN}_6$; 理论值 C, 51.62; H, 4.60; Cl, 19.05; Ir, 17.21; N, 7.52; 实测值: C, 51.60; H, 4.62; Cl, 19.07; Ir, 17.20; N, 7.51。

[0087] 实施例 4: 一种有机磷光材料配合物三 (4-甲氧基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

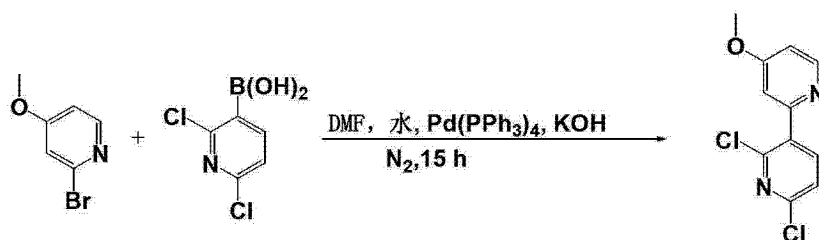
[0088] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C4 和化合物 D4 :

[0089]



[0090] (2) 2,6-二氯-4'-甲氧基-3,2'-联吡啶的合成

[0091]



[0092] 在氮气保护下, (1.13g, 6.00mmol) 2-溴-4-甲氧基吡啶, (2.07g, 10.80mmol) 2,6-二氯-3-吡啶硼酸, (1.01g, 18.00mmol) KOH 以及 (0.14g, 0.12mmol) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ 溶于 60mL DMF 和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 15h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 滤液旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 1.01g, 收率为 66.0%。

[0093] 产物检测数据:

[0094] 质谱 (m/z): 254.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%): $\text{C}_{11}\text{H}_8\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}$; 理论值 C, 51.79; H, 3.16; Cl, 27.80; N, 10.98; O, 6.27; 实测值: C, 51.77; H, 3.18; Cl, 27.82; N, 10.97; O, 6.26。

[0095] (3) 配合物三 (4-甲氧基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0096]



[0097] 在氮气保护下, (1.79g, 7.00mmol) 2,6-二氯-4'-甲氧基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 40mL DMF 中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 27h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 MgSO_4 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.44g, 收率为 23.0%。

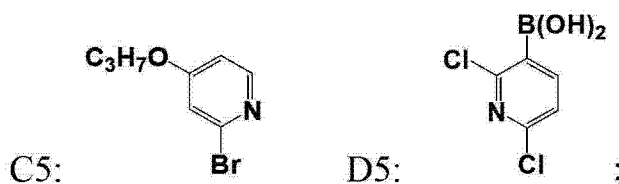
[0098] 产物检测数据:

[0099] 质谱 (m/z): 954.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%): $\text{C}_{33}\text{H}_{21}\text{Cl}_6\text{IrN}_6\text{O}_3$; 理论值 C, 41.52; H, 2.22; Cl, 22.29; Ir, 20.14; N, 8.80; O, 5.03; 实测值: C, 41.55; H, 2.20; Cl, 22.28; Ir, 20.11; N, 8.81; O, 5.05。

[0100] 实施例 5: 一种有机磷光材料铱金属配合物三(4-正丙氧基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N,C^{4'})合铱有机磷光材料的制备方法,包括如下步骤:

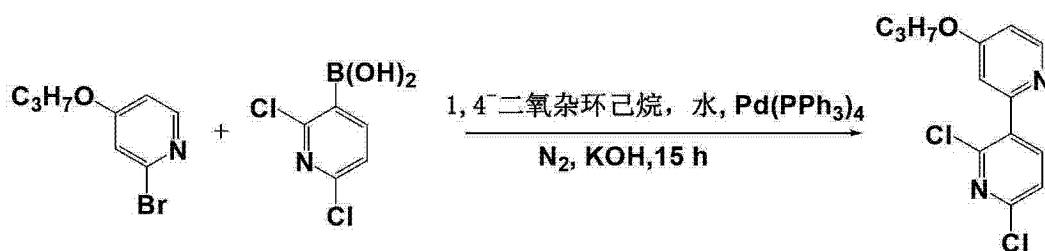
[0101] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C5 和化合物 D5:

[0102]



[0103] (2) 2,6-二氯-4'-正丙氧基-3,2'-联吡啶的合成

[0104]



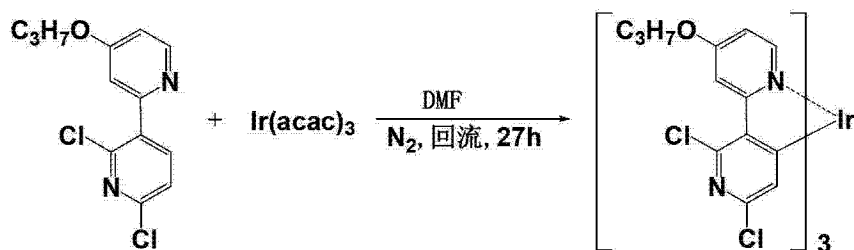
[0105] 在氮气保护下, (1.30g, 6.00mmol) 2-溴-4-正丙氧基吡啶, (2.07g, 10.80mmol) 2,6-二氯-3-吡啶硼酸, (1.01g, 18mmol) KOH 以及 (0.14g, 0.12mmol) Pd(PPh₃)₄ 溶于 60mL 1,4-二氧杂环己烷和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 15h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 滤液旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 1.05g, 收率为 61.8%。

[0106] 产物检测数据:

[0107] 质谱 (m/z): 282.0 (M⁺+1); 元素分析 (%): C₁₃H₁₂Cl₂N₂O; 理论值 C, 55.14; H, 4.27; Cl, 25.04; N, 9.89; 0, 5.65; 实测值: C, 55.11; H, 4.28; Cl, 25.06; N, 9.87; 0, 5.67。

[0108] (3) 配合物三(4-正丙氧基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N,C^{4'})合铱的合成

[0109]



[0110] 在氮气保护下, (1.98g, 7.00mmol) 2,6-二氯-4'-正丙基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 40mL DMF 中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 27h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 MgSO₄ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.41g, 收率为 19.70%。

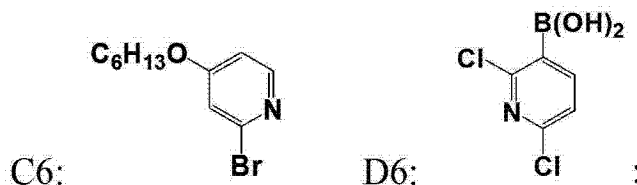
[0111] 产物检测数据:

[0112] 质谱 (m/z): 1038.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%): $C_{39}H_{33}Cl_6IrN_6O_3$; 理论值 C, 45.10; H, 3.20; Cl, 20.48; Ir, 18.51; N, 8.09; O, 4.62; 实测值: C, 45.12; H, 3.21; Cl, 20.45; Ir, 18.53; N, 8.07; O, 4.62。

[0113] 实施例 6: 一种有机磷光材料配合物三 (4-正丙氧基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

[0114] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C6 和化合物 D6:

[0115]



[0116] (2) 2,6-二氯-4'-正己氧基-3,2'-联吡啶的合成

[0117]



[0118] 在氮气保护下, (1.55g, 6.00mmol) 2-溴-4-正己氧基吡啶, (2.30g, 12.00mmol) 2,6-二氯-3-吡啶硼酸, (2.54g, 24mmol) Na_2CO_3 以及 (0.56g, 0.18mmol) $Pd(PPh_3)_2Cl_2$ 溶于 40mL 1,4-二氧杂环己烷和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 20h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 滤液旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 1.13g, 收率为 57.9%。

[0119] 产物检测数据:

[0120] 质谱 (m/z): 324.10 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%): $C_{16}H_{18}Cl_2N_2O$; 理论值 C, 59.09; H, 5.58; Cl, 21.80; N, 8.61; O, 4.92; 实测值: C, 59.05; H, 5.59; Cl, 21.82; N, 8.60; O, 4.94。

[0121] (3) 配合物三 (4-正己氧基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0122]



[0123] 在氮气保护下, (2.60g, 8.00mmol) 2,6-二氯-4'-正己基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 25mL 2-乙氧基乙醇中, 加热升温至回流状态,

搅拌反应 28h。自然冷至室温后,逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液,20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相,无水 MgSO_4 干燥。过滤,对滤液旋转蒸除溶剂后,以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离,得最终复合物 0.44g,收率为 18.9%。

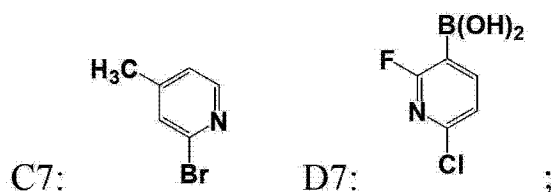
[0124] 产物检测数据:

[0125] 质谱 (m/z): 1164.2 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{48}\text{H}_{51}\text{Cl}_6\text{IrN}_6\text{O}_3$: 理论值: C, 49.49; H, 4.41; Cl, 18.26; Ir, 16.50; N, 7.21; O, 4.12; 实测值: C, 49.47; H, 4.43; Cl, 18.24; Ir, 16.52; N, 7.20; O, 4.13。

[0126] 实施例 7: 一种有机磷光材料配合物三 (4-甲基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, C^4) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

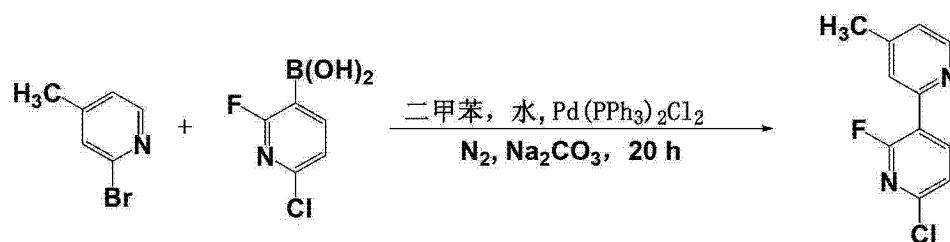
[0127] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C7 和化合物 D7:

[0128]



[0129] (2) 4-甲基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶的合成

[0130]



[0131] 在氮气保护下, (1.03g, 6.00mmol) 2-溴-4-甲基吡啶, (2.10g, 12.00mmol) 2-氟-6-氯-3-吡啶硼酸, (2.54g, 24mmol) Na_2CO_3 以及 (0.56g, 0.18mmol) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2$ 溶于 40mL 二甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 20h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.89g, 收率为 66.6%。

[0132] 产物检测数据:

[0133] 质谱 (m/z): 222.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{11}\text{H}_8\text{ClFN}_2$: 理论值 C, 59.34; H, 3.62; Cl, 15.92; F, 8.53; N, 12.58; 实测值: C, 59.30; H, 3.64; Cl, 15.94; F, 8.55; N, 12.56。

[0134] (3) 配合物三 (4-甲基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, C^2) 合铱的合成

[0135]



[0136] 在氮气保护下, (1.78g, 8.00mmol) 2-氟-6-氯-4'-甲基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 25mL 2-乙氧基乙醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 28h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 MgSO_4 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.43g, 收率为 25.1%。

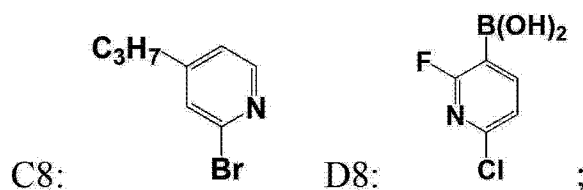
[0137] 产物检测数据:

[0138] 质谱 (m/z): 858.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{33}\text{H}_{21}\text{Cl}_3\text{F}_3\text{IrN}_6$; 理论值 C, 46.24; H, 2.47; Cl, 12.41; F, 6.65; Ir, 22.43; N, 9.80; 实测值: C, 46.20; H, 2.49; Cl, 12.43; F, 6.60; Ir, 22.46; N, 9.83。

[0139] 实施例 8: 一种有机磷光材料配合物三(4-丙基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, C^4')合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

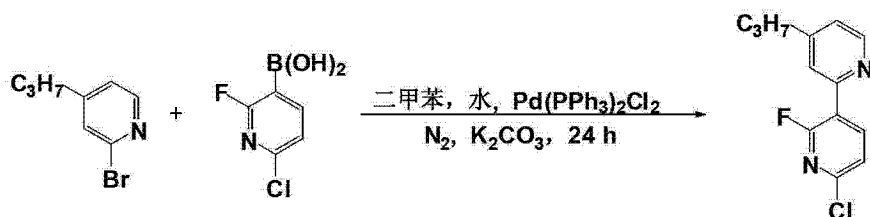
[0140] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C8 和化合物 D8:

[0141]



[0142] (2) 4-丙基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶的合成

[0143]



[0144] 在氮气保护下, (1.20g, 6.00mmol) 2-溴-4-丙基吡啶, (1.05g, 6.00mmol) 2-氟-6-氯-3-吡啶硼酸, (4.15g, 30mmol) K_2CO_3 以及 (0.17g, 0.24mmol) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2$ 溶于 40mL 二甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 24h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.98g, 收率为 65.2%。

[0145] 产物检测数据:

[0146] 质谱 (m/z): 250.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{ClF}_2\text{N}_2$; 理论值 C, 62.28; H, 4.82; Cl, 1

4. 14;F, 7. 58;N, 11. 17 ;实测值 :C, 62. 25;H, 4. 85;Cl, 14. 10;F, 7. 60;N, 11. 19。

[0147] (3) 配合物三 (4- 丙基 2'- 氟 -6'- 氯 -2, 3'- 联吡啶 -N, C^{4'}) 合铱的合成

[0148]



[0149] 在氮气保护下, (2. 23g, 10. 00mmol) 2- 氟 -6- 氯 -4'- 甲基 -3, 2'- 联吡啶和 (0. 98g, 2. 00mmol) 三 (乙酰丙酮) 合铱溶于 20mL 2- 甲氧基乙醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 30h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/LHCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 MgSO₄ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0. 43g, 收率为 22. 8%。

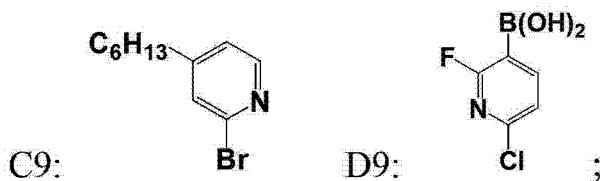
[0150] 产物检测数据 :

[0151] 质谱 (m/z) :940. 1 (M⁺+1) ;元素分析 (%) C₃₉H₃₃Cl₃F₃IrN₆ ;理论值 C, 49. 76;H, 3. 53;C l, 11. 30;F, 6. 06;Ir, 20. 42;N, 8. 93 ;实测值 :C, 49. 73;H, 3. 56;Cl, 11. 33;F, 6. 03;Ir, 20. 40 ;N, 8. 95。

[0152] 实施例 9 :一种有机磷光材料配合物三 (4- 正己基 -2'- 氟 -6'- 氯 -2, 3'- 联吡啶 -N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤 :

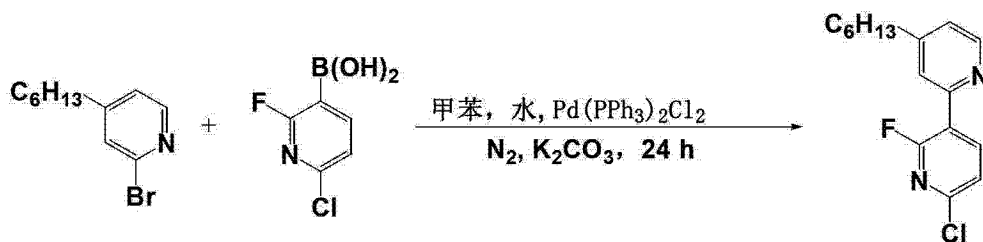
[0153] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C9 和化合物 D9 :

[0154]



[0155] (2) 4- 正己基 -2'- 氟 -6'- 氯 -2, 3'- 联吡啶的合成

[0156]



[0157] 在 氮 气 保 护 下, (1. 45g, 6. 00mmol) 2- 溴 -4- 正 己 基 吡 啶, (1. 05g, 6. 00mmol) 2- 氟 -6- 氯 -3- 吡啶硼酸, (4. 15g, 30mmol) K₂CO₃ 以及 (0. 17g, 0. 24mmol) Pd(PPh₃)₂Cl₂ 溶于 40mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 24h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 1. 07, 收率为 60. 7%。

[0158] 产物检测数据 :

[0159] 质谱 (m/z): 292.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{16}H_{18}ClFN_2$; 理论值 C, 65.64; H, 6.20; Cl, 12.11; F, 6.49; N, 9.57; 实测值: C, 65.60; H, 6.22; Cl, 12.13; F, 6.47; N, 9.59。

[0160] (3) 配合物三 (4-正己基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成
[0161]



[0162] 在氮气保护下, (2.93g, 10.00mmol) 2-氟-6-氯-4'-正己基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 20mL 2-甲氧基乙醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 30h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.43g, 收率为 20.1%。

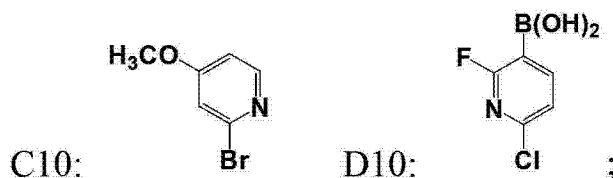
[0163] 产物检测数据:

[0164] 质谱 (m/z): 1066.3 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{48}H_{51}Cl_3F_3IrN_6$; 理论值 C, 54.00; H, 4.82; Cl, 9.96; F, 5.34; Ir, 18.01; N, 7.87; 实测值: C, 54.05; H, 4.80; Cl, 9.93; F, 5.30; Ir, 18.04; N, 7.88。

[0165] 实施例 10: 一种有机磷光材料配合物三 (4-甲氧基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

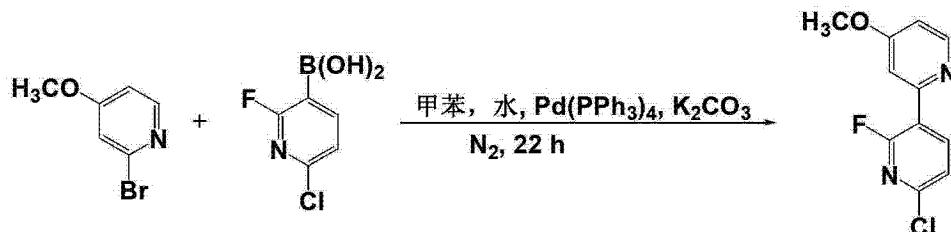
[0166] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C10 和化合物 D10:

[0167]



[0168] (2) 4-甲氧基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶的合成

[0169]



[0170] 在氮气保护下, (1.03g, 6.00mmol) 2-溴-4-甲氧基吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氟-6-氯-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 22h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.96g, 收率为 67.0%。

[0171] 产物检测数据：

[0172] 质谱 (m/z) :238.0 (M^++1) ;元素分析 (%) $C_{11}H_8ClFN_2O$;理论值 C, 55.36;H, 3.38;Cl, 14.86;F, 7.96;N, 11.74;O, 6.70 ; 实测值 :C, 55.33;H, 3.39;Cl, 14.88;F, 7.93;N, 11.72;O, 6.71。

[0173] (3) 配合物三 (4- 甲氧基 2'- 氟 -6'- 氯 -2,3'- 联吡啶 -N, C^{4'}) 合铱的合成

[0174]



[0175] 在氮气保护下, (1.91g, 8.00mmol) 2- 氟 -6- 氯 -4'- 甲氧基 -3,2'- 联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三 (乙酰丙酮) 合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 25h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.36g, 收率为 19.9%。

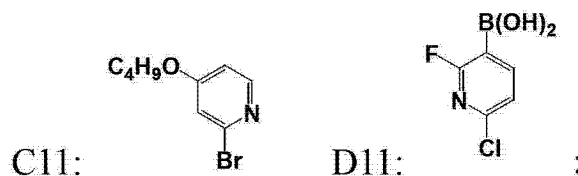
[0176] 产物检测数据：

[0177] 质谱 (m/z) :904.0 (M^++1) ;元素分析 (%) $C_{33}H_{21}Cl_3F_3IrN_6O_3$;理论值 C, 43.79;H, 2.34;Cl, 11.75;F, 6.30;Ir, 21.24;N, 9.28;O, 5.30 ; 实测值 :C, 43.75;H, 2.38;Cl, 11.71;F, 6.33;Ir, 21.25;N, 9.25;O, 5.33。

[0178] 实施例 11 :一种有机磷光材料配合物三 (4- 丁氧基 -2'- 氟 -6'- 氯 -2,3'- 联吡啶 -N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤：

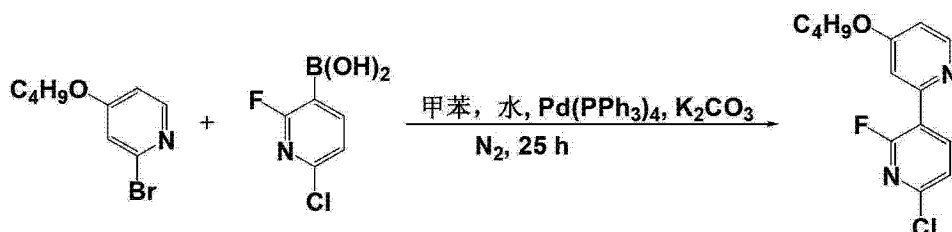
[0179] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C11 和化合物 D11：

[0180]



[0181] (2) 4- 丁氧基 -2'- 氟 -6'- 氯 -2,3'- 联吡啶的合成

[0182]



[0183] 在 氮 气 保 护 下, (1.38g, 6.00mmol) 2- 溴 -4- 丁 氧 吡 啶, (1.26g, 7.20mmol) 2- 氟 -6- 氯 -3- 吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 25h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗

涤合并的有机相,无水硫酸镁干燥。过滤,旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离,得白色固体物 0.98g,收率为 58.2%。

[0184] 产物检测数据:

[0185] 质谱 (m/z): 280.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{14}H_{14}ClFN_2O$; 理论值 C, 59.90; H, 5.03; Cl, 12.63; F, 6.77; N, 9.98; O, 5.70; 实测值: C, 59.95; H, 5.01; Cl, 12.60; F, 6.74; N, 9.99; O, 5.72。

[0186] (3) 配合物三 (4-丁氧基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0187]



[0188] 在氮气保护下, (2.27g, 8.00mmol) 2-氟-6-氯-4'-丁氧基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 25h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.37g, 收率为 17.9%。

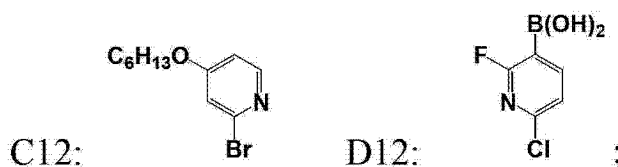
[0189] 产物检测数据:

[0190] 质谱 (m/z): 1030.2 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{42}H_{39}Cl_3F_3IrN_6O_3$; 理论值 C, 48.91; H, 3.81; Cl, 10.31; F, 5.53; Ir, 18.64; N, 8.15; O, 4.65; 实测值: C, 48.90; H, 3.82; Cl, 10.30; F, 5.54; Ir, 18.65; N, 8.15; O, 4.64。

[0191] 实施例 12: 一种有机磷光材料配合物三 (4-正己氧基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

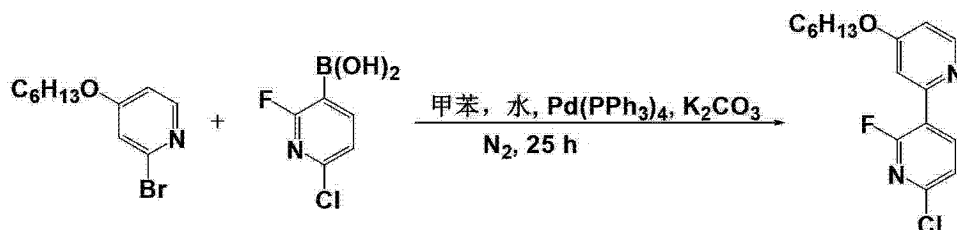
[0192] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C12 和化合物 D12:

[0193]



[0194] (2) 4-正己氧基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶的合成

[0195]



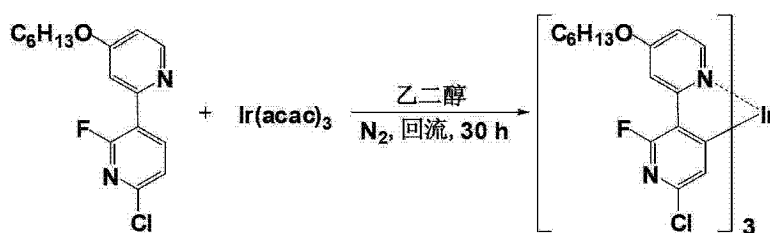
[0196] 在氮气保护下, (1.55g, 6.00mmol) 2-溴-4-正己氧基吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氟-6-氯-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol)

$\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中,加热至回流,搅拌反应 25h。冷至室温后,将反应混合液中的水相分离,并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次,合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相,无水硫酸镁干燥。过滤,旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离,得白色固体物 1.02,收率为 55.1%。

[0197] 产物检测数据:

[0198] 质谱 (m/z): 308.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClFN}_2$; 理论值 C, 62.24; H, 5.88; Cl, 11.48; F, 6.15; N, 9.07; O, 5.18; 实测值: C, 62.22; H, 5.89; Cl, 11.49; F, 6.12; N, 9.09; O, 5.19。

[0199] (3) 配合物三 (4-正己氧基-2'-氟-6'-氯-2,3'-联吡啶-N, $C^{4'}$) 合铱的合成
[0200]



[0201] 在氮气保护下, (2.47g, 8.00mmol) 2-氟-6-氯-4'-正己氧基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中,加热升温至回流状态,搅拌反应 30h。自然冷至室温后,逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相,无水 MgSO_4 干燥。过滤,对滤液旋转蒸除溶剂后,以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离,得最终复合物 0.38g,收率为 17.0%。

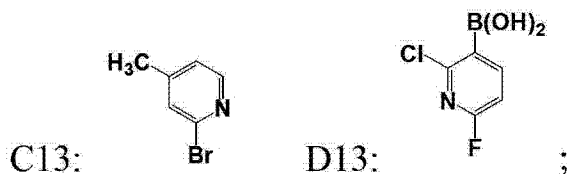
[0202] 产物检测数据:

[0203] 质谱 (m/z): 1116.3 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{48}\text{H}_{51}\text{Cl}_3\text{F}_3\text{IrN}_6\text{O}_3$; 理论值 C, 51.68; H, 4.61; Cl, 9.53; F, 5.11; Ir, 17.23; N, 7.53; O, 4.30; 实测值: C, 51.65; H, 4.62; Cl, 9.54; F, 5.10; Ir, 17.24; N, 7.54; O, 4.29。

[0204] 实施例 13: 一种有机磷光材料配合物三 (4-甲基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, $C^{4'}$) 合铱有机磷光材料的制备方法,包括如下步骤:

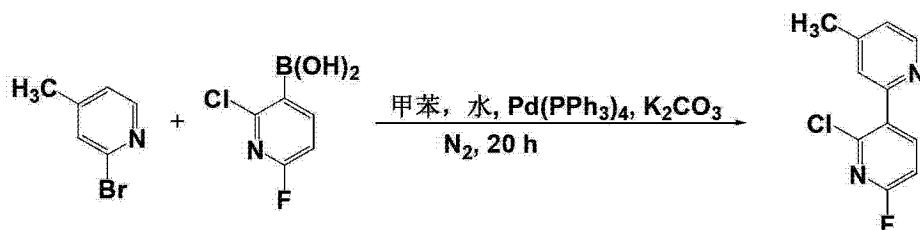
[0205] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C13 和化合物 D13:

[0206]



[0207] (2) 4-甲基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶的合成

[0208]



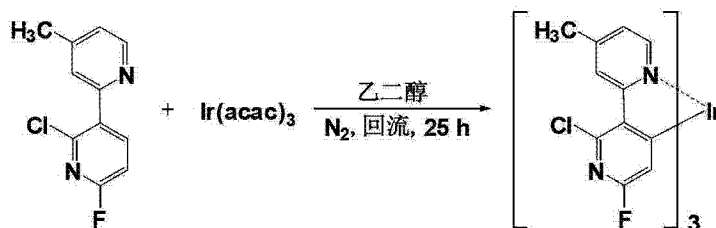
[0209] 在氮气保护下, (1.03g, 6.00mmol) 2-溴-4-甲基吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氯-6-氟-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 20h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.87g, 收率为 65.1%。

[0210] 产物检测数据:

[0211] 质谱 (m/z): 222.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{11}H_8ClFN_2$; 理论值 C, 59.34; H, 3.62; Cl, 15.92; F, 8.53; N, 12.58; 实测值: C, 59.30; H, 3.64; Cl, 15.94; F, 8.55; N, 12.56。

[0212] (3) 配合物三 (4-甲基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0213]



[0214] 在氮气保护下, (1.78g, 8.00mmol) 2-氯-6-氟-4'-甲基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 25h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.41g, 收率为 23.9%。

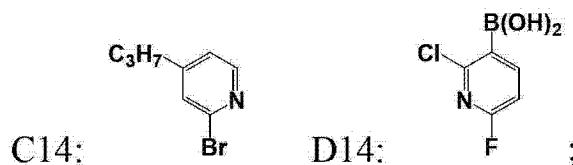
[0215] 产物检测数据:

[0216] 质谱 (m/z): 858.0 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{33}H_{21}Cl_3F_3IrN_6$; 理论值 C, 46.24; H, 2.47; Cl, 12.41; F, 6.65; Ir, 22.43; N, 9.80; 实测值: C, 46.20; H, 2.49; Cl, 12.43; F, 6.60; Ir, 22.46; N, 9.83。

[0217] 实施例 14: 一种有机磷光材料配合物三 (4-丙基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

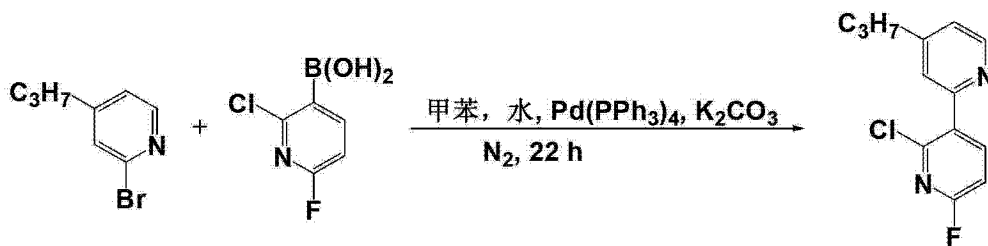
[0218] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C14 和化合物 D14:

[0219]



[0220] (2) 4-丙基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶的合成

[0221]



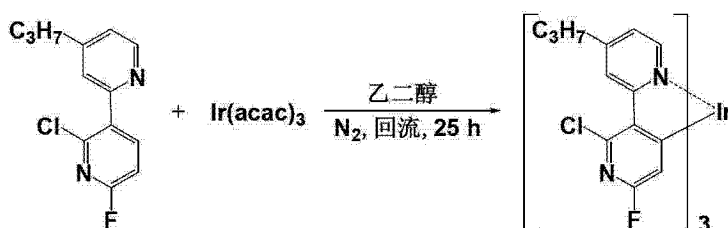
[0222] 在氮气保护下, (1.20g, 6.00mmol) 2-溴-4-丙基吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氯-6-氟-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 22h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.95g, 收率为 63.2%。

[0223] 产物检测数据:

[0224] 质谱 (m/z): 250.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{13}H_{12}ClFN_2$; 理论值 C, 62.28; H, 4.82; Cl, 14.14; F, 7.58; N, 11.17; 实测值: C, 62.25; H, 4.85; Cl, 14.10; F, 7.60; N, 11.19。

[0225] (3) 配合物三 (4-丙基 2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, C^4) 合铱的合成

[0226]



[0227] 在氮气保护下, (1.78g, 8.00mmol) 2-氯-6-氟-4'-甲基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 25h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.38g, 收率为 20.2%。

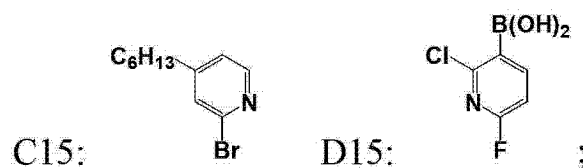
[0228] 产物检测数据:

[0229] 质谱 (m/z): 940.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{33}H_{33}Cl_3F_3IrN_6$; 理论值 C, 49.76; H, 3.53; Cl, 11.30; F, 6.06; Ir, 20.42; N, 8.93; 实测值: C, 49.73; H, 3.56; Cl, 11.33; F, 6.03; Ir, 20.40; N, 8.95。

[0230] 实施例 15: 一种有机磷光材料配合物三 (4-正己基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, C^4) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

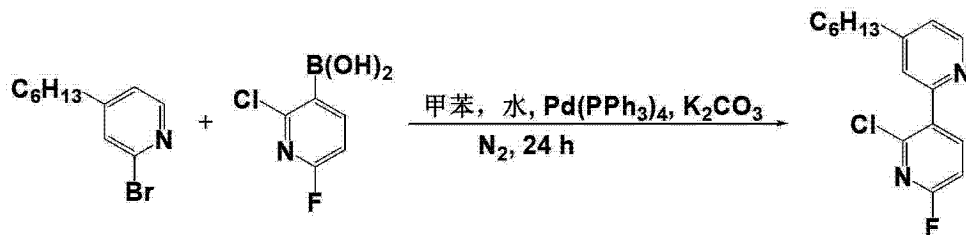
[0231] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C15 和化合物 D15:

[0232]



[0233] (2) 4-正己基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶的合成

[0234]



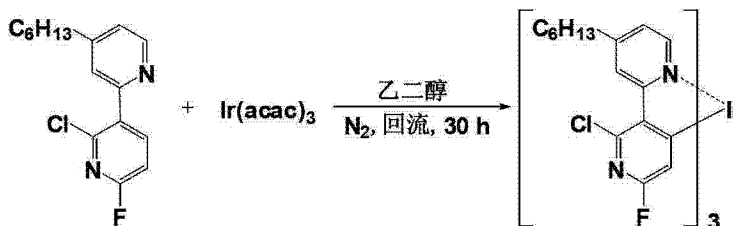
[0235] 在氮气保护下, (1.45g, 6.00mmol) 2-溴-4-正己基吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氯-6-氟-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 24h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:3 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 1.02g, 收率为 58.1%。

[0236] 产物检测数据:

[0237] 质谱 (m/z): 292.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{16}H_{18}ClFN_2$; 理论值 C, 65.64; H, 6.20; Cl, 12.11; F, 6.49; N, 9.57; 实测值: C, 65.60; H, 6.22; Cl, 12.13; F, 6.47; N, 9.59。

[0238] (3) 配合物三 (4-正己基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, $C^{4'}$) 合铱的合成

[0239]



[0240] 在氮气保护下, (2.34g, 8.00mmol) 2-氯-6-氟-4'-正己基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 30h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.41g, 收率为 19.2%。

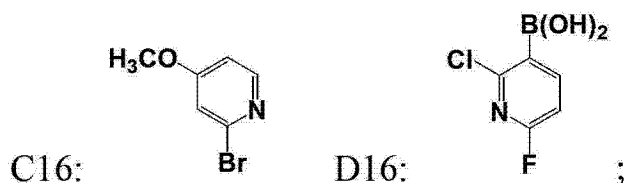
[0241] 产物检测数据:

[0242] 质谱 (m/z): 1066.3 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{48}H_{51}Cl_3F_3IrN_6$; 理论值 C, 54.00; H, 4.82; Cl, 9.96; F, 5.34; Ir, 18.01; N, 7.87; 实测值: C, 54.05; H, 4.80; Cl, 9.93; F, 5.30; Ir, 18.04; N, 7.88。

[0243] 实施例 16: 一种有机磷光材料配合物三 (4-甲氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, $C^{4'}$) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

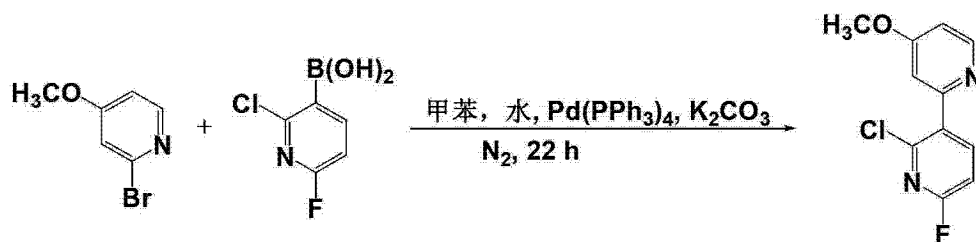
[0244] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C16 和化合物 D16:

[0245]



[0246] (2) 4-甲氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶的合成

[0247]



[0248] 在氮气保护下, (1.03g, 6.00mmol) 2-溴-4-甲氧基吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氟-6-氯-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 22h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:5 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.93g, 收率为 64.9%。

[0249] 产物检测数据:

[0250] 质谱 (m/z): 238.0 ($\text{M}^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{11}\text{H}_8\text{ClFN}_2\text{O}$; 理论值 C, 55.36; H, 3.38; Cl, 14.86; F, 7.96; N, 11.74; O, 6.70; 实测值: C, 55.33; H, 3.39; Cl, 14.88; F, 7.93; N, 11.72; O, 6.71。

[0251] (3) 配合物三 (4-甲氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶- $\text{N}, \text{C}^{4'}$) 合铱的合成

[0252]



[0253] 在氮气保护下, (1.91g, 8.00mmol) 2-氯-6-氟-4'-甲氧基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 25h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 MgSO_4 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.31g, 收率为 17.1%。

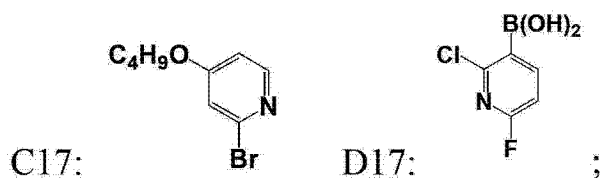
[0254] 产物检测数据:

[0255] 质谱 (m/z): 904.0 ($\text{M}^+ + 1$); 元素分析 (%) $\text{C}_{33}\text{H}_{21}\text{Cl}_3\text{F}_3\text{IrN}_6\text{O}_3$; 理论值 C, 43.79; H, 2.34; Cl, 11.75; F, 6.30; Ir, 21.24; N, 9.28; O, 5.30; 实测值: C, 43.75; H, 2.38; Cl, 11.71; F, 6.33; Ir, 21.25; N, 9.25; O, 5.33。

[0256] 实施例 17: 一种有机磷光材料配合物三 (4-丁氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶- $\text{N}, \text{C}^{4'}$) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

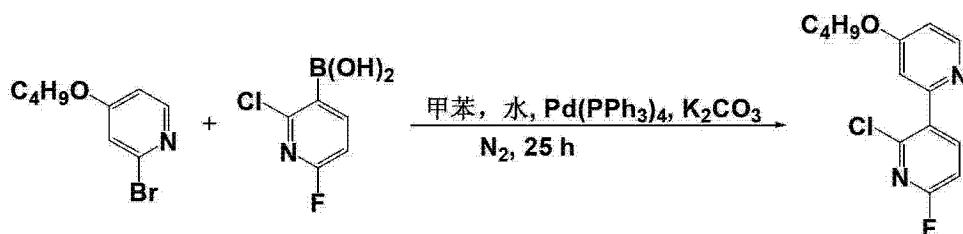
[0257] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C17 和化合物 D17:

[0258]



[0259] (2) 4-丁氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶的合成

[0260]



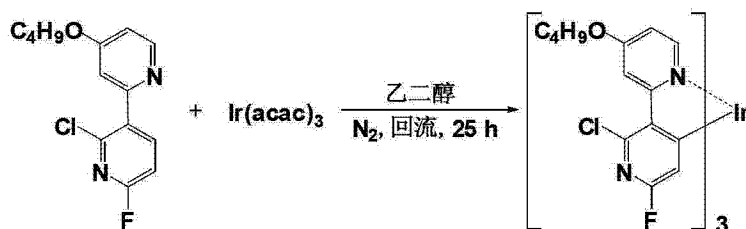
[0261] 在氮气保护下, (1.38g, 6.00mmol) 2-溴-4-丁氧吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氯-6-氟-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 25h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:5 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.93g, 收率为 55.2%。

[0262] 产物检测数据:

[0263] 质谱 (m/z): 280.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{14}H_{14}ClFN_2O$; 理论值 C, 59.90; H, 5.03; Cl, 12.63; F, 6.77; N, 9.98; O, 5.70; 实测值: C, 59.95; H, 5.01; Cl, 12.60; F, 6.74; N, 9.99; O, 5.72。

[0264] (3) 配合物三 (4-丁氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0265]



[0266] 在氮气保护下, (2.27g, 8.00mmol) 2-氯-6-氟-4'-丁氧基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 25h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.35g, 收率为 17.0%。

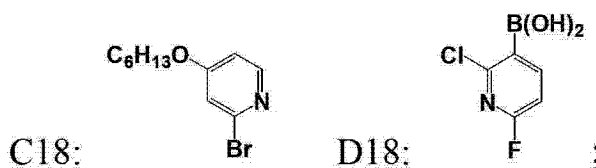
[0267] 产物检测数据:

[0268] 质谱 (m/z): 1030.2 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{42}H_{39}Cl_3F_3IrN_6O_3$; 理论值 C, 48.91; H, 3.81; Cl, 10.31; F, 5.53; Ir, 18.64; N, 8.15; O, 4.65; 实测值: C, 48.90; H, 3.82; Cl, 10.30; F, 5.54; Ir, 18.65; N, 8.15; O, 4.64。

[0269] 实施例 18: 一种有机磷光材料配合物三 (4-正己氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱有机磷光材料的制备方法, 包括如下步骤:

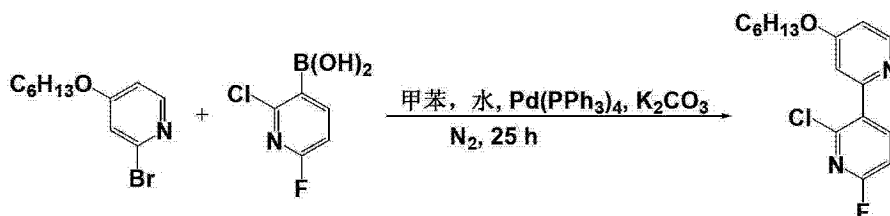
[0270] (1) 分别提供如下结构式表示的化合物 C18 和化合物 D18 :

[0271]



[0272] (2) 4-正己氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶的合成

[0273]



[0274] 在氮气保护下, (1.55g, 6.00mmol) 2-溴-4-正己氧基吡啶, (1.26g, 7.20mmol) 2-氯-6-氟-3-吡啶硼酸, (3.04g, 22mmol) K_2CO_3 以及 (0.35g, 0.30mmol) $Pd(PPh_3)_4$ 溶于 30mL 甲苯和 5mL 水的混合溶液中, 加热至回流, 搅拌反应 25h。冷至室温后, 将反应混合液中的水相分离, 并用 100mL 乙酸乙酯萃取 3 次, 合并有机相。用饱和食盐水洗涤合并的有机相, 无水硫酸镁干燥。过滤, 旋转蒸除溶剂得粗产物。以体积比为 1:5 的三氯甲烷和正己烷混合液为洗脱剂进行硅胶柱色谱分离, 得白色固体物 0.96g, 收率为 51.8%。

[0275] 产物检测数据:

[0276] 质谱 (m/z): 308.1 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{16}H_{18}ClFN_2$; 理论值 C, 62.24; H, 5.88; Cl, 11.48; F, 6.15; N, 9.07; O, 5.18; 实测值: C, 62.22; H, 5.89; Cl, 11.49; F, 6.12; N, 9.09; O, 5.19。

[0277] (3) 配合物三 (4-正己氧基-2'-氯-6'-氟-2,3'-联吡啶-N, C^{4'}) 合铱的合成

[0278]



[0279] 在氮气保护下, (2.47g, 8.00mmol) 2-氯-6-氟-4'-正己氧基-3,2'-联吡啶和 (0.98g, 2.00mmol) 三(乙酰丙酮)合铱溶于 50mL 乙二醇中, 加热升温至回流状态, 搅拌反应 30h。自然冷至室温后, 逐步滴加 1mol/L HCl 水溶液, 20mL 乙醚萃取 3 次。合并有机相, 无水 $MgSO_4$ 干燥。过滤, 对滤液旋转蒸除溶剂后, 以二氯甲烷为洗脱液进行硅胶柱色谱分离, 得最终复合物 0.36g, 收率为 16.1%。

[0280] 产物检测数据:

[0281] 质谱 (m/z): 1116.3 ($M^+ + 1$); 元素分析 (%) $C_{48}H_{51}Cl_3F_3IrN_6O_3$; 理论值 C, 51.68; H, 4.61; Cl, 9.53; F, 5.11; Ir, 17.23; N, 7.53; O, 4.30; 实测值: C, 51.65; H, 4.62; Cl, 9.54; F, 5.10; Ir, 17.24; N, 7.54; O, 4.29。

[0282] 实施例 19：

[0283] 一种有机电致发光器件，以实施例 1 制得的配合物三(4-甲基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N,C^{4'})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，包括依次层叠的玻璃基片 101、阳极 102、空穴注入层 103、空穴传输层 104、电子阻挡层 105、发光层 106、空穴阻挡层 107、电子传输层 108、电子注入缓冲层 109 和阴极 110；该有机电致发光器件的具体制备方法如下：

[0284] 在一个玻璃基片上沉积一层厚度为 100nm、方块电阻为 $10 \sim 20 \Omega/\square$ 的氧化铟锡(ITO)作为透明阳极，通过真空蒸镀技术依次在 ITO 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、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、一层厚度为 10nm 的 mCP(1,3-双(9-咔唑基)苯)电子阻挡层、一层厚度为 30nm 的掺杂有 7wt% 实施例 1 制备的三(4-甲基-2',6'-二氯-2,3'-联吡啶-N,C^{4'})合铱的 mCP 发光层、一层厚度为 10nm 的 BCP(2,9-二甲基-4,7-联苯-1,10-邻二氮杂菲)空穴阻挡层、一层厚度为 35nm 的 Alq₃(三(8-羟基喹啉)铝)电子传输层、一层厚度为 1nm 的 LiF(氟化锂)电子注入缓冲层，最后在缓冲层上真空镀膜沉积厚度为 120nm 的金属 Al(铝)作为器件的阴极。结构具体表示为：ITO(100nm)/m-MTDATA(40nm)/NPB(20nm)/mCP(10nm)/mCP:7wt%Ir 配合物(30nm)/BCP(10nm)/Alq₃(35nm)/LiF(1nm)/Al(120nm)。

[0285] 测试器件 1 在 9V 电压驱动下(500cd/m²)的电致发光光谱，得到最大发光波长为 463nm,488nm 有肩峰，器件外量子效率为 5.1%，流明效率为 6.4lm/W。

[0286] 该有机电致发光器件由于发光层中含有色纯度和磷光量子效率较高的有机磷光材料，因此能发射高纯度蓝光，并且具有较好的器件性能。

[0287] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

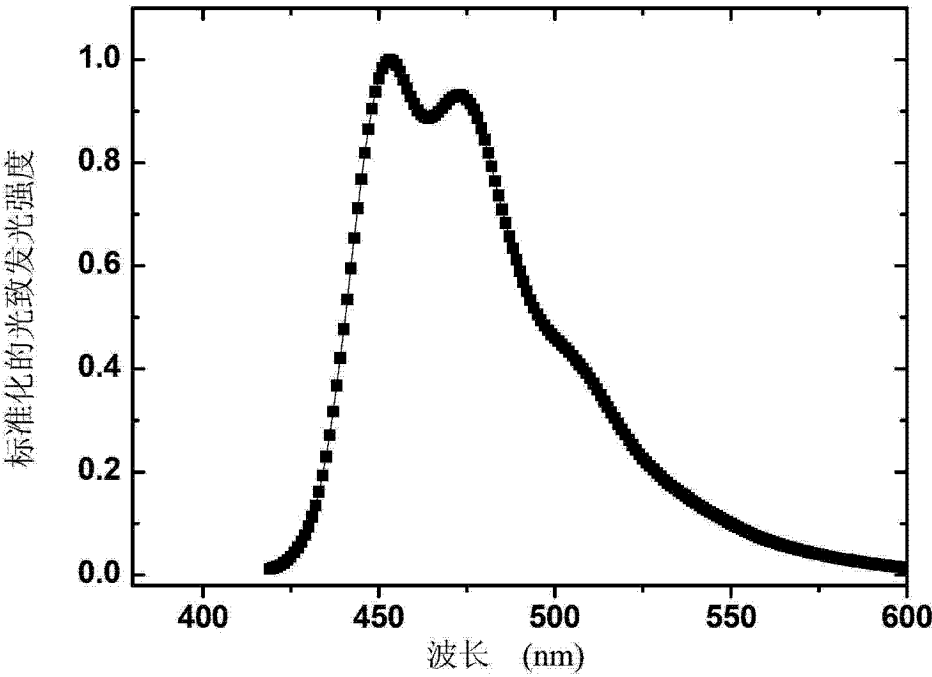


图 1

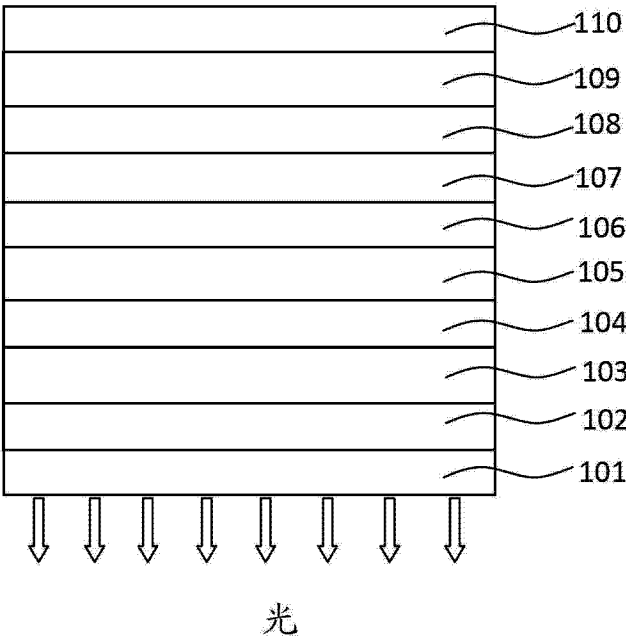


图 2

专利名称(译)	一种有机磷光材料及其制备方法和有机电致发光器件		
公开(公告)号	CN104059629A	公开(公告)日	2014-09-24
申请号	CN201310091362.1	申请日	2013-03-20
[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 张振华		
发明人	周明杰 王平 张娟娟 张振华		
IPC分类号	C09K11/06 C07D213/61 C07D213/68 H01L51/54		
代理人(译)	熊永强		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种具有结构式 (I) 所示的有机磷光材料，式中，R为C1～C6的烷基或烷氧基，X和Y分别为Cl或F，或者X和Y同为Cl。将化合物A与三(乙酰丙酮)合铱在无水无氧条件下进行反应，得到具有结构式 (I) 所示的有机磷光材料。该材料可以获得良好的能量传输效率和合适的蓝光发光波长，可广泛用于制备蓝光电致发光器件，使得该器件具有较好的发光性能。

