



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101998983 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 200880122537. 8

(22) 申请日 2008. 08. 20

(30) 优先权数据

11/957, 566 2007. 12. 17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 06. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2008/073627 2008. 08. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/079039 EN 2009. 06. 25

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 K·S·基查克 J·A·切拉 J·J·向

L·N·路易斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 徐晶 林森

(51) Int. Cl.

C09K 11/06(2006. 01)

H05B 33/14(2006. 01)

C07F 15/00(2006. 01)

H01L 51/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2007/0225464 A1, 2007. 09. 27, 权利要求 5、实施例 14-16.

US 2007/0225464 A1, 2007. 09. 27, 权利要求 5、实施例 14-16.

审查员 张晓默

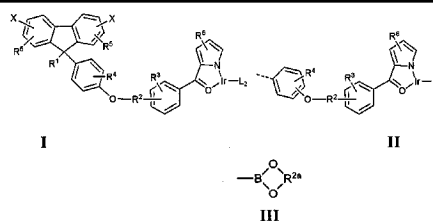
权利要求书4页 说明书15页

(54) 发明名称

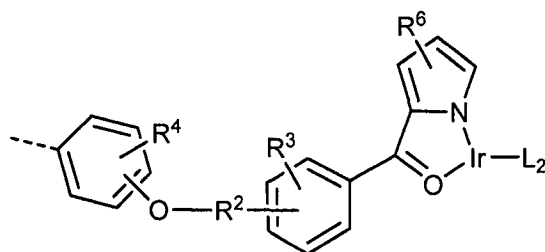
用于光电子器件的发射聚合物材料

(57) 摘要

在光电子器件中,可使用包含至少一种衍生自式(I)的化合物的结构单元或包含至少一个式(II)的侧基的聚合物,其中 R^1 、 R^3 、 R^4 和 R^6 独立地为氢、烷基、烷氧基、氧杂烷基、烷基芳基、芳基、芳基烷基、杂芳基、取代的烷基、取代的烷氧基、取代的氧杂烷基、取代的烷基芳基、取代的芳基、取代的芳基烷基或取代的杂芳基; R^{1a} 为氢或烷基; R^2 为亚烷基、取代的亚烷基、氧杂亚烷基、CO或 CO_2 ; R^{2a} 为亚烷基; R^5 每次出现时独立地为氢、烷基、烷基芳基、芳基、芳基烷基、烷氧基、羧基、取代的烷基、取代的烷基芳基、取代的芳基、取代的芳基烷基或取代的烷氧基; X 为位于2,5-或2,7-位的卤素、三氟甲磺酸根、 $-B(OR^{1a})_2$ 或式(III);并且 L 衍生自苯基吡啶、甲基苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、苯基异喹啉、二苯并噻啉、茚基吡啶、酮基吡咯、2-(1-萘基)苯并噻啉、2-苯基苯并噻啉、2-苯基苯并噻啉、香豆素、噻吩基吡啶、苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、3-甲氧基-2-苯基吡啶、噻吩基吡啶、苯基亚胺、乙烯基吡啶、吡啶基萘、吡啶基吡咯、吡啶基咪唑、苯基吡啶、其衍生物或其组合。



1. 一种聚合物,所述聚合物包含衍生自至少一种茚单体的结构单元,其中所述聚合物另外包含至少一个下式的侧基



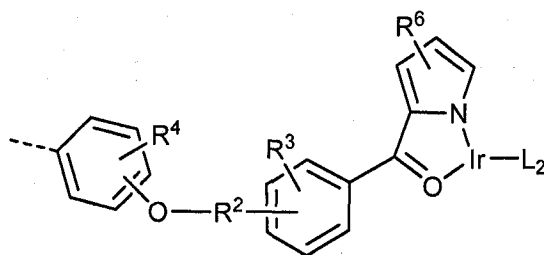
其中

R^2 为亚烷基、取代的亚烷基、氧杂亚烷基、CO 或 CO_2 ;

R^3 、 R^4 和 R^6 独立地为氢、烷基、烷氧基、烷基芳基、芳基、芳基烷基、杂芳基、取代的烷基、取代的烷氧基、取代的烷基芳基、取代的芳基、取代的芳基烷基或取代的杂芳基 ;

L 衍生自苯基吡啶、甲基苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、苯基异喹啉、二苯并喹啉、茚基吡啶、酮基吡咯、2-(1-萘基)苯并噻唑、2-苯基苯并噻唑、2-苯基苯并噻唑、香豆素、噻吩基吡啶、苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、3-甲氧基-2-苯基吡啶、噻吩基吡啶、苯基亚胺、乙烯基吡啶、吡啶基萘、吡啶基吡咯、吡啶基咪唑、苯基吡啶、其衍生物或其组合。

2. 一种聚合物,所述聚合物包含衍生自二溴 9,9-二辛基茚单体的结构单元,其中所述聚合物另外包含至少一个下式的侧基



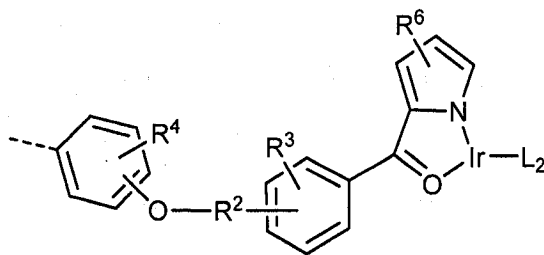
其中

R^2 为亚烷基、取代的亚烷基、氧杂亚烷基、CO 或 CO_2 ;

R^3 、 R^4 和 R^6 独立地为氢、烷基、烷氧基、烷基芳基、芳基、芳基烷基、杂芳基、取代的烷基、取代的烷氧基、取代的烷基芳基、取代的芳基、取代的芳基烷基或取代的杂芳基 ;

L 衍生自苯基吡啶、甲基苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、苯基异喹啉、二苯并喹啉、茚基吡啶、酮基吡咯、2-(1-萘基)苯并噻唑、2-苯基苯并噻唑、2-苯基苯并噻唑、香豆素、噻吩基吡啶、苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、3-甲氧基-2-苯基吡啶、噻吩基吡啶、苯基亚胺、乙烯基吡啶、吡啶基萘、吡啶基吡咯、吡啶基咪唑、苯基吡啶、其衍生物或其组合。

3. 一种聚合物,所述聚合物包含衍生自至少一种三芳基胺单体的结构单元,其中所述聚合物另外包含至少一个下式的侧基



其中

R^2 为亚烷基、取代的亚烷基、氧杂亚烷基、CO 或 CO_2 ；

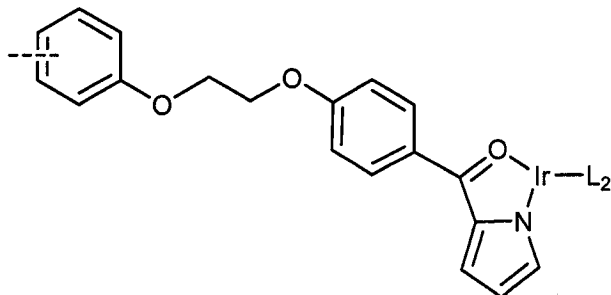
R^3 、 R^4 和 R^6 独立地为氢、烷基、烷氧基、烷基芳基、芳基、芳基烷基、杂芳基、取代的烷基、取代的烷氧基、取代的烷基芳基、取代的芳基、取代的芳基烷基或取代的杂芳基；

L 衍生自苯基吡啶、甲基吡啶、苯并噻吩基吡啶、苯基异喹啉、二苯并噻啉、茚基吡啶、酮基吡咯、2-(1-萘基)苯并噻啉、2-苯基苯并噻啉、2-苯基苯并噻啉、香豆素、噻吩基吡啶、苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、3-甲氧基-2-苯基吡啶、噻吩基吡啶、苯基亚胺、乙烯基吡啶、吡啶基萘、吡啶基吡咯、吡啶基咪唑、苯基吡啶、其衍生物或其组合。

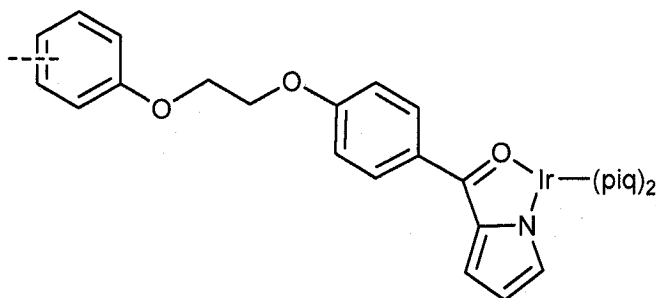
4. 权利要求 1-3 中任一项的聚合物，其中 L 衍生自苯基异喹啉。

5. 权利要求 1-3 中任一项的聚合物，其中 R^2 为氧杂亚烷基。

6. 权利要求 1-3 中任一项的聚合物，其中侧基为



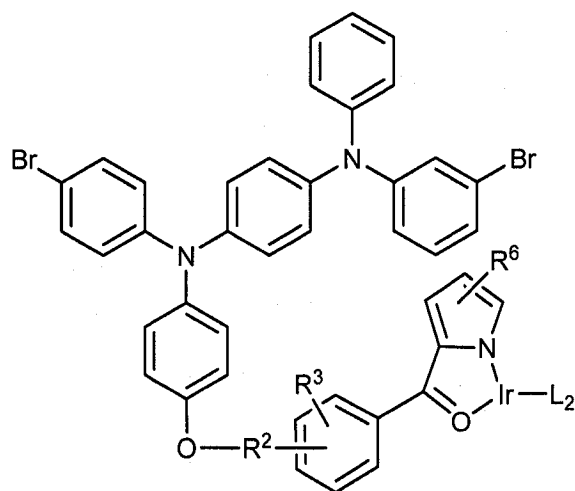
7. 权利要求 1-3 中任一项的聚合物，其中侧基为



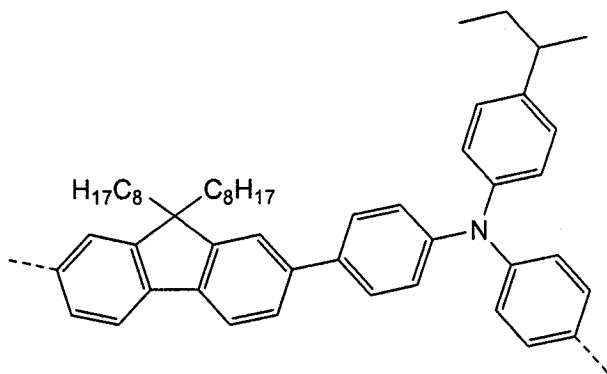
其中 piq 为苯基异喹啉基。

8. 权利要求 1-3 中任一项的聚合物，其中侧基衍生自权利要求 1 的化合物。

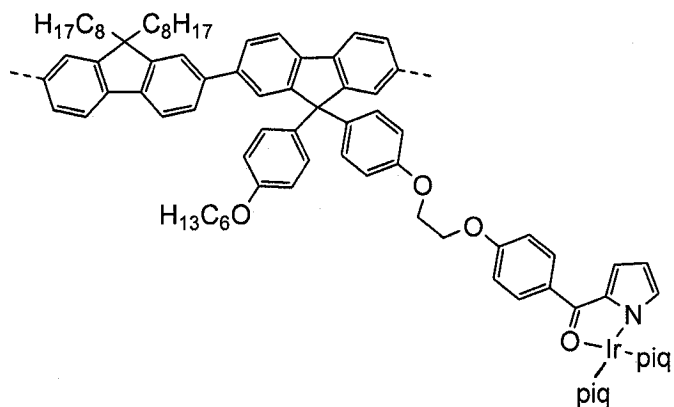
9. 权利要求 1-3 中任一项的聚合物，其中侧基衍生自选自下列的化合物



10. 权利要求 1 的聚合物, 所述聚合物包含下式的结构单元

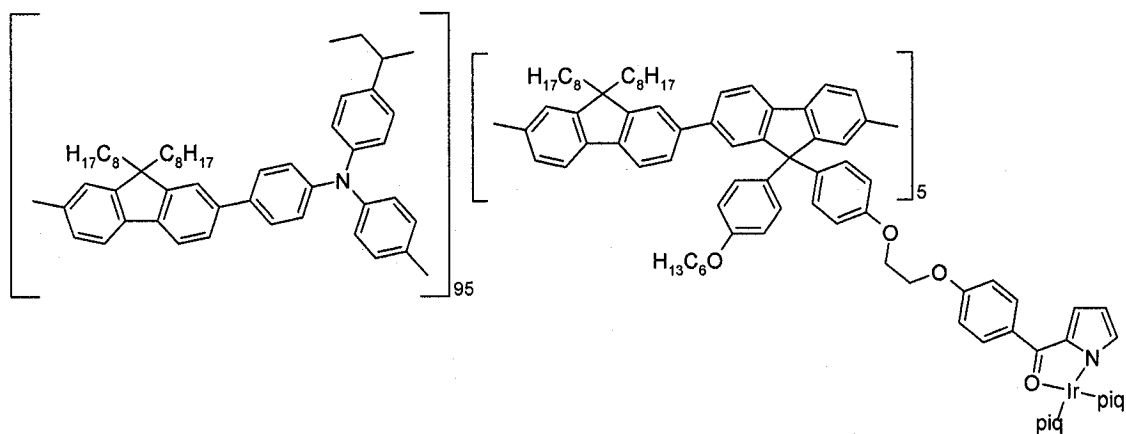


11. 权利要求 1 的聚合物,所述聚合物包含下式的结构单元



其中 piq 为苯基异喹啉基。

12. 权利要求 1 的聚合物,所述聚合物包含下式的结构单元



其中 piq 为苯基异喹啉基。

用于光电子器件的发射聚合物材料

[0001] 关于联邦资助的研究和开发的声明

[0002] 本发明按照美国能源部签署的合同 DOE NETL DE-FC26-05NT42343 在政府支持下产生。政府可拥有本发明的某些权利。

[0003] 阿明背景

[0004] 本发明涉及用于光电子器件的具有铈络合物侧基的聚合物。

[0005] 有机发光器件 (OLEDs) 利用在受到偏压时发光的薄膜有机材料, 有机发光器件预期会成为平板显示技术的越来越受欢迎的形式。可能的应用包括手机、个人数字助理 (PDAs)、电脑显示器、交通工具中的信息显示屏、电视监视器和一般照明使用的光源。由于它们的明亮的颜色、宽视角、与全动感视频的相容性、宽温度范围、薄且一致的波形因数、低功率需求和低成本制造过程的可能性, 可将 OLEDs 视为阴极射线管 (CRTs) 和液晶显示器 (LCDs) 的未来替代技术。由于它们的高发光效率, OLEDs 可替代用于某些类型应用的白炽灯, 甚至是荧光灯。

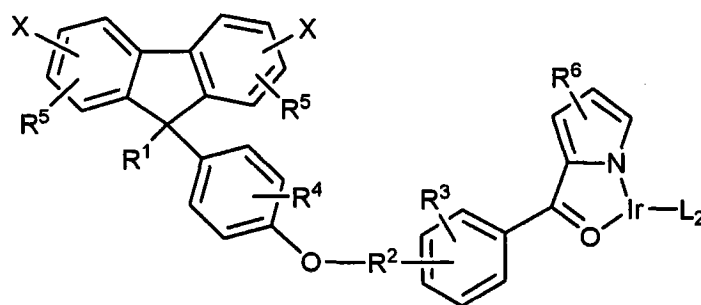
[0006] 从 OLEDs 发光一般通过电荧光发生, 即, 通过跨基态电致发光材料施加偏压形成的单重激发态发光。认为能够通过交替机制 (alternate mechanism) 电磷光发光 (即, 通过跨基态电荧光材料施加偏压形成的三重激发态发光) 的 OLEDs 会表现出比主要通过电荧光发光的 OLEDs 明显更高的量子效率。通过电磷光从 OLEDs 发光受到限制, 因为在大多数发光有机材料中的三重激发态强烈布置为非辐射性弛豫至基态。因此, 电磷光材料有望作为 OLED 器件和相对于该领域现有状态表现出更大效率的其他光电子器件的关键部件。例如, 预期能够通过电磷光发光的 OLEDs 表现出损失到器件内无辐射衰减过程的能量减少 (相对于主要由电荧光发光的 OLEDs), 从而提供在 OLED 工作期间控制温度的另外措施。

[0007] 提高的发光效率已通过有机电致发光器件 (如 OLED) 中加入磷光含铂染料达到 (Baldo 等人, "Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices" (从有机电致发光器件高效发射磷光), Nature, vol. 395, 151-154, 1998), 并且也已利用磷光含铈染料 (US 2003/0096138)。基于酮基吡咯配体的可聚合磷光铈络合物公开于 2006 年 8 月 14 日提交的待审美国专利申请 11/504552, 所述申请要求 2006 年 7 月 28 日提交的美国临时专利申请 60/833935 的优先权, 其全部内容全文通过引用结合到本文中。尽管有了早先的进展, 目前仍对发现这样的新磷光物质相当关注, 所述磷光物质提高效率并提供控制 OLED 发光颜色的更大措施, 同时提高器件寿命。

[0008] 发明概述

[0009] 现已发现, 通过使铈染料以悬垂侧链取代基形式从聚合物主链分开, 可防止在固态由共轭效应导致的铈 (III) 染料发射性质的改变。因此, 一方面, 本发明涉及式 I 的化合物和包含至少一种由其衍生的结构单元的聚合物

[0010]



I

[0011] 其中

[0012] R^1 、 R^3 、 R^4 和 R^6 独立地为氢、烷基、烷氧基、氧杂烷基、烷基芳基、芳基、芳基烷基、杂芳基、取代的烷基、取代的烷氧基、取代的氧杂烷基、取代的烷基芳基、取代的芳基、取代的芳基烷基或取代的杂芳基；

[0013] R^{1a} 为氢或烷基；

[0014] R^2 为亚烷基、取代的亚烷基、氧杂亚烷基、CO 或 CO_2 ；

[0015] R^{2a} 为亚烷基；

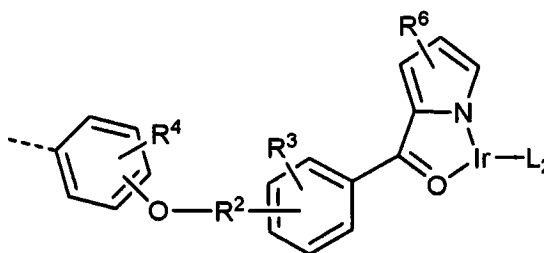
[0016] R^5 每次出现时独立地为氢、烷基、烷基芳基、芳基、芳基烷基、烷氧基、羧基、取代的烷基、取代的烷基芳基、取代的芳基、取代的芳基烷基或取代的烷氧基；

[0017] X 为位于 2,5- 或 2,7- 位的卤素、三氟甲磺酸根、 $-B(OR^{1a})_2$ 或 $-B(OR^{1a})_2$ 并且

[0018] L 衍生自苯基吡啶、甲基苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、苯基异喹啉、二苯并喹啉(dibenzoquinoxaline)、茚基吡啶、酮基吡咯、2-(1-萘基)苯并噻唑、2-苯基苯并噻唑、2-苯基苯并噻唑、香豆素、噻吩基吡啶、苯基吡啶、苯并噻吩基吡啶、3-甲氧基-2-苯基吡啶、噻吩基吡啶、苯基亚胺、乙烯基吡啶、吡啶基萘、吡啶基吡咯、吡啶基咪唑、苯基吡啶、其衍生物或其组合。

[0019] 另一方面，本发明涉及包含至少一个式 II 的侧基的聚合物

[0020]



[0021] 其中 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^6 和 L 如式 I 所限定。

[0022] 另一方面，本发明涉及光电子器件，所述光电子器件包含具有至少一种衍生自式 I 的化合物的结构单元的聚合物或具有至少一个式 II 的侧基的聚合物。

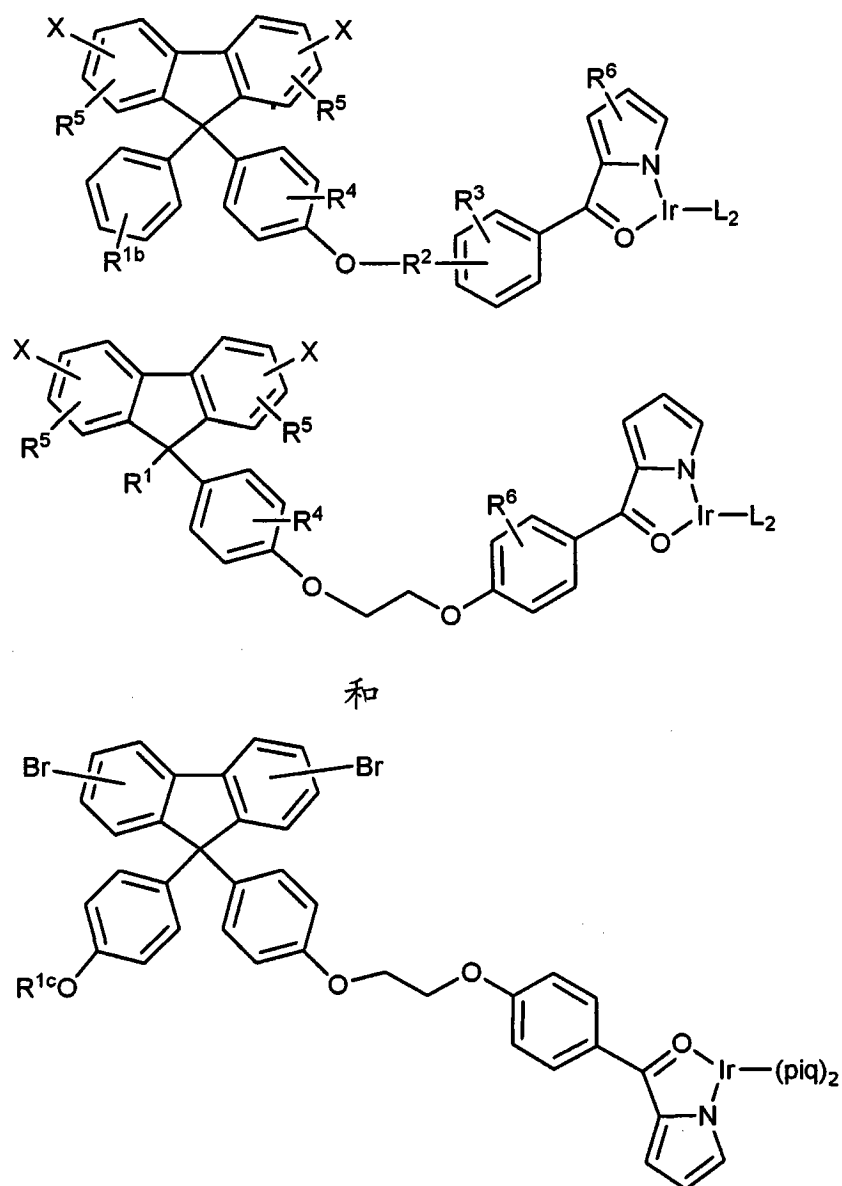
[0023] 发明详述

[0024] 本发明涉及式 I 的化合物、衍生自这些化合物的聚合物、具有式 II 的侧基的聚合物和在一个或多个发光层中包含聚合物的光电子器件。

[0025] 结构单元或侧基可衍生自茚或三芳基胺化合物。从含悬垂 Ir 络合物的茚单体衍

生的结构单元的实例包括

[0026]



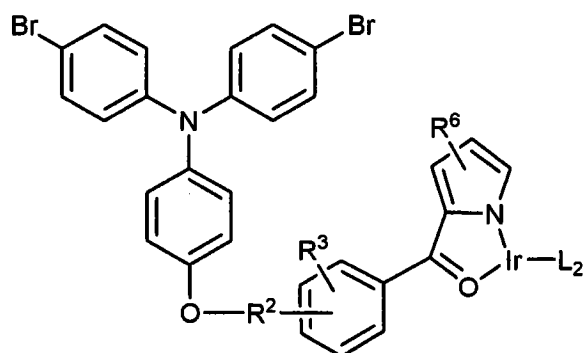
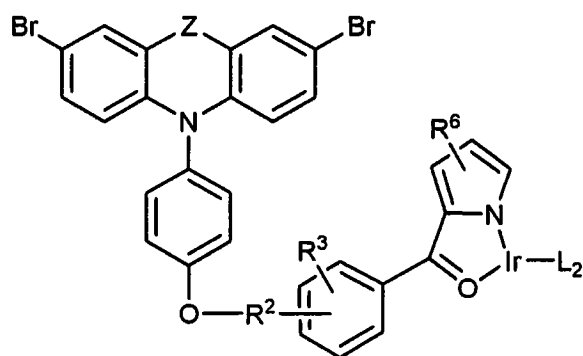
[0027] 其中 R^{1b} 为氢、烷基、烷氧基、氧杂烷基、取代的烷基、取代的烷氧基或取代的氧杂烷基；并且

[0028] R^{1c} 为氢、烷基或取代的烷基。

[0029] 在很多实施流程中, R^2 优选为氧杂亚烷基, 特别是 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 。

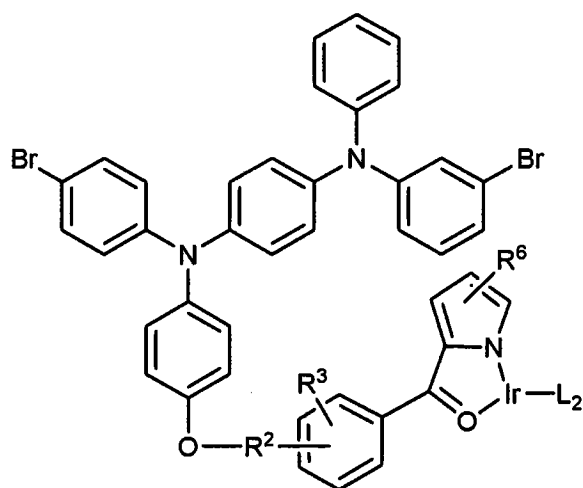
[0030] 含悬垂 Ir 络合物的三芳基胺单体的实例包括

[0031]



和

[0032]

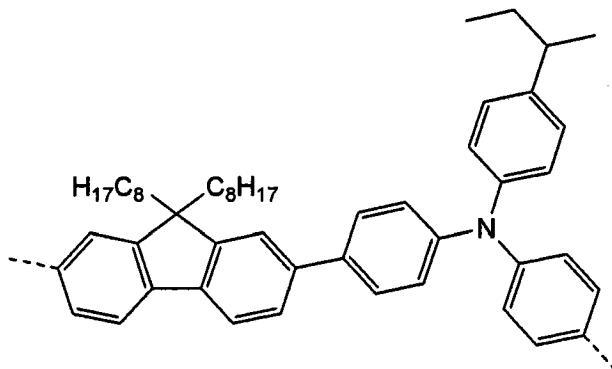


[0033] 其中 Z 为 O、S 或直接键。

[0034] 衍生自式 I 的化合物或具有式 II 的侧基的聚合物可另外包含衍生自其他单体（特别是苄单体）的结构单元，如授予 Dow 的 US5,929,194、US 5,948,552、US 6,204,515、US 6,605,373、US6,815,505 和 US 6,916,902 所述。更特别是，所述结构单元可衍生自二溴 9,9-二辛基苄单体。聚合物可包含衍生自苄单体的那些单元之外还包含衍生自至少一

种三芳基胺单体（特别是 TFB）的结构单元，或者聚合物可包含衍生自至少一种三芳基胺单体（特别是 TFB）的结构单元来代替衍生自茱单体的那些单元。适合三芳基胺单体和包含衍生自这些单体和茱单体的残基的聚合物描述于同样授予 Dow 的 US 5,708,130、US 6,169,163、US 6,353,083、US 6,255,447、US 6,255,449、US 6,900,285。例如，除了含铱络合物的残基外，聚合物还可包含式 III 的结构单元

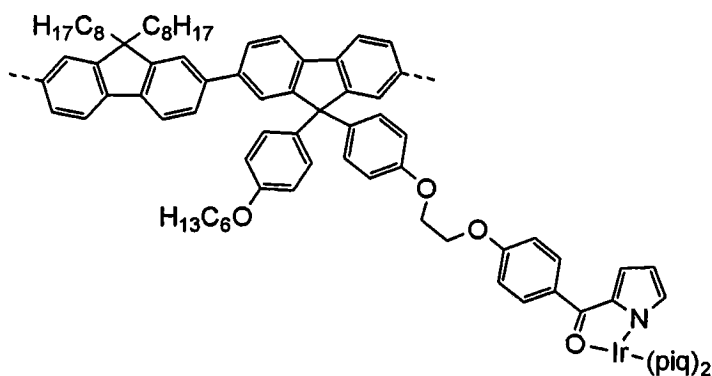
[0035]



[0036] III

[0037] 特别是，聚合物可包含式 IV 的结构单元

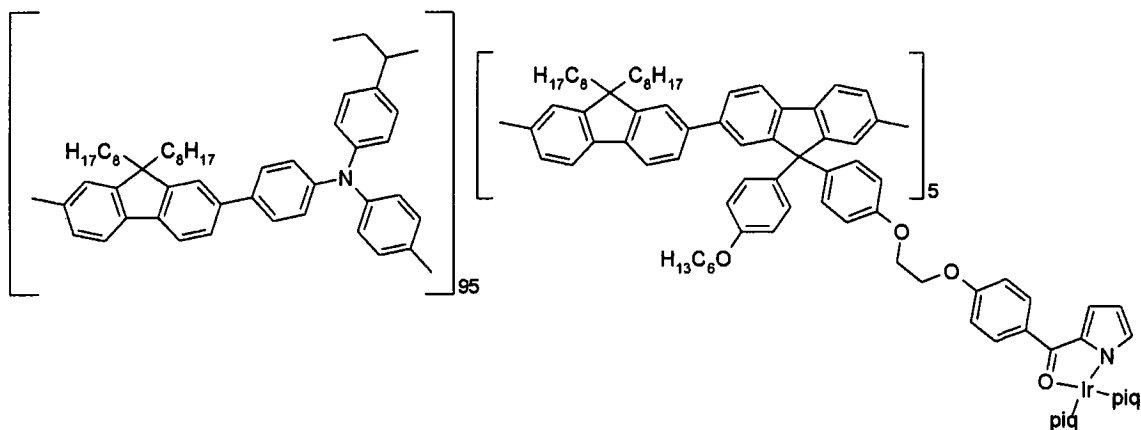
[0038]



IV

[0039] 其中 piq 为苯基异喹啉基。更具体地讲，聚合物可包含约 95% 式 III 的结构单元和 5% 式 IV 的结构单元，如下所示

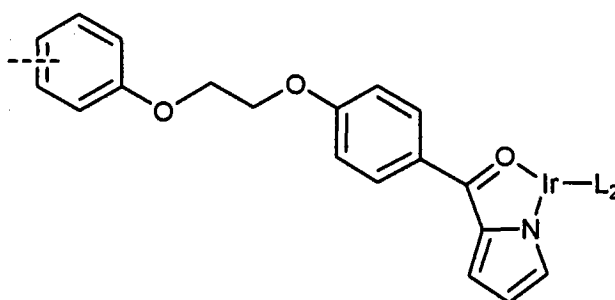
[0040]



[0041] 其中 piq 为苯基异喹啉基。

[0042] 在一些实施流程中,式 II 的侧基具有下式

[0043]



[0044] 在这些实施流程的一些中,L 为苯基异喹啉基 (piq)。

[0045] 衍生自式 I 的化合物的结构单元或式 II 的侧基可以聚合物约 0.01% 重量至约 50% 重量,特别是约 0.1% 重量至约 10% 重量,更特别是约 0.5% 重量至约 5% 重量的量存在于聚合物中。聚合物一般具有由凝胶渗透色谱法测定大于 2,000 克 / 摩尔的数均分子量 (Mn),特别是大于约 5,000 克 / 摩尔,大于约 15,000 克 / 摩尔,更特别是大于约 25,000 克 / 摩尔。

[0046] 本发明的光电子器件包含至少一种衍生自式 I 的化合物或具有式 II 的侧基的聚合物。所述聚合物可与荧光发光物质混合,如基于芴单体的 (共) 聚合物,例如 F8-TFB; 购得的发光聚合物,如 ADS131BE、ADS231BE、ADS331BE、ADS431BE、ADS429BE、ADS160BE、ADS329BE、ADS229BE、ADS129BE、ADS180BE, 由 American Dye Sources 提供; 和 BP105 和 BP361, 购自 Sumation Company Ltd。可用于与本发明的聚合物混合的其他物质包括分子型和低聚型物种,如芴三聚体及其衍生物; 聚合型或分子型三芳基胺物质,包括 US 3,265,496 和 4,539,507 所述的那些物质和从 American Dye Sources 购得的三芳基胺,如 ADS254BE、ADS12HTM 和 ADS04HTM; 取代的聚亚苯基聚合物,如购自 American Dye Sources 的 ADS120BE; 和具有通过非共轭连接基连接的低聚单元的聚合物,如 US 2005/0256290 所述。

[0047] 在本发明的聚合物与其他物质共混时,优选其他物质的最低三重态能级 (由光致发光或其他技术测定) 大于本发明的聚合物的基于悬垂铱的发射体的三重态能量。具体地讲,聚合物可与一种或多种荧光物质共混,如发蓝光芴 (共) 聚合物,因为这些通常具有低于本发明的聚合物的最低发射单重态能量的最低三重态能量,并且表现出发蓝光。

[0048] 本发明的聚合物和 / 或所述聚合物与发蓝光芴 (共) 聚合物的混合物可包含在邻近包含一种或多种芴聚合物或共聚物 (如 BP105 或 F8-TFB) 的另一个发光层布置的器件的发光层中,以形成双层结构。在这些器件中,双层结构可通过数种不同的方法形成,如 PCT/US07/68620 所述。例如,在沉积第一层后,双层可只通过热处理使其不溶解,或者通过在第一层内包含可交联聚合剂,以使聚合物链连接在一起或形成互穿网络。可通过 UV 照射或热活化引发聚合。聚合处理可通过加入少量引发剂增强,如 IRGACURE® 754、购自 Sartomer 的 ESACURE® 引发剂或 BPO 或 AIBN。或者,可通过用不溶解第一层的溶剂施加第二层,通过接触层压 (Ramsdale 等人, J. Appl. Phys, vol 92, 4266 页 (2002)) 或通过蒸气沉积形成层结构。如果需要,可顺次用这些方法产生多层结构,其中一个或多个层包含一种或多种本发明的聚合物。

[0049] 本发明的光电子器件可另外包含至少一种与所述聚合物光学偶合的光致发光

(“PL”)物质,使得所述磷光体物质吸收一部分由其发射的 EM 辐射,并发射在第三波长范围的 EM 辐射。用作 PL 物质的物质和含 PL 物质的示例性器件结构描述于 US 7,063,900,其全部内容通过引用结合到本文中。

[0050] 光电子器件(例如有机发光器件)通常包含多层,在最简单的情况下,包含阳极层和相应的阴极层,并且有机电致发光层布置于所述阳极和所述阴极之间。在跨电极施加偏压时,电子通过阴极注入电致发光层,而电子从电致发光层从阳极去除(或者“空穴”从电致发光层从阳极“注入”)。当空穴与电子在电致发光层内结合形成单重态或三重态激子时发光,当单重态激子通过辐射衰减将能量转移到环境时发光。与单重态激子不同,三重态激子通常不能经历辐射衰减,因此不发光,除非在很低温度。理论研究指出,三重态激子的形成概率为单重态激子的约 3 倍。因此,形成三重态激子表示对通常在环境温度或接近环境温度工作的有机发光器件的效率的基本限制。本发明的聚合物可作为发光、短寿命激发态物种的前体,其以通常无价值的三重态激子所遭遇的形式形成,并且转移能量。

[0051] 除了阳极、阴极和发光物质外,可在有机发光器件中存在的其他部件包括空穴注入层、电子注入层和电子输送层。在含电子输送层的有机发光器件工作期间,在电子输送层中存在的大部分载流子(即空穴和电子)为电子,并且可通过空穴和电子输送层中存在的电子复合发光。可在有机发光器件中存在的另外部件包括空穴输送层、空穴输送发射层、空穴阻挡层和电子输送发射层。

[0052] 有机电致发光层为有机发光器件内的层,此层在工作时含显著浓度的电子和空穴两者,并且提供用于激子形成和发光的部位。空穴注入层为通常与阳极接触的层,此层促进空穴从阳极注入 OLED 的内层,而电子注入层为通常与阴极接触的层,此层促进电子从阴极注入 OLED。空穴注入层和电子输送层均不必与阴极接触。通常电子输送层不是有效的空穴输送体,因此用于阻挡空穴向阴极迁移。电子输送层是促进电子从阴极传到电荷复合部位的层。空穴输送层是在 OLED 工作时促进空穴从阳极传到电荷复合部位并且不必与阳极接触的层。空穴输送发射层是其中在 OLED 工作时促进空穴传到电荷复合部位、大部分载流子为空穴、并且发射不仅通过与残余电子复合而且通过从器件中别处的电荷复合区域转移能量的层。电子输送发射层是其中在 OLED 工作时促进电子传到电荷复合部位、大部分载流子为电子、并且发射不仅通过与残余空穴复合而且通过从器件中别处的电荷复合区域转移能量的层。

[0053] 适合用作阳极的物质包括具有通过四点探针技术测定至少约 100 欧姆/□的体电导率的物质。氧化锡铟(ITO)常用作阳极,因为它基本上对光透射透明,并因此促进从电活性有机层发射的光逸出。可用作阳极层的其他物质包括氧化锡、氧化铟、氧化锌、氧化锌铟、氧化锡铟锌、氧化铟及其混合物。

[0054] 适合用作阴极的物质包括可将负载流子(电子)注入 OLED 的一个或多个内层的零价金属。适合用作阴极的各种零价金属包括 K、Li、Na、Cs、Mg、Ca、Sr、Ba、Al、Ag、Au、In、Sn、Zn、Zr、Sc、Y、镧系元素、其合金及其混合物。用作阴极层的适合合金物质包括 Ag-Mg、Al-Li、In-Mg、Al-Ca 和 Al-Au 合金。层状的非合金结构也可用于阴极,如由较厚的零价金属(如铝或银)层覆盖的金属(如钙)或金属氟化物(如 LiF)的薄层。特别是,阴极可由单一零价金属(尤其是金属铝)构成。

[0055] 适用于空穴注入层的物质包括 3,4-亚乙二氧基噻吩(PEDOT)和 PEDOT 与以

BAYTRON®商标购自 H. C. Stark, Inc. 的聚苯乙烯磺酸盐 (PSS) 的共混物, 以及购自 Air Products Corporation 的基于噻吩并 [3,4b] 噻吩 (TT) 单体的聚合物。

[0056] 适用于空穴输送层的物质包括 1,1-双((2-4-甲基氨基)苯基)环己烷、N,N'-双(4-甲基苯基)-N,N'-双(4-乙基苯基)-(1,1'-(3,3'-二甲基)联苯)-4,4'-二胺、四-(3-甲基苯基)-N,N,N',N'-2,5-苯二胺、苯基-4-N,N-二苯基氨基苯乙烯、对-(二乙基氨基)苯甲醛二苯胺、三苯胺、1-苯基-3-(对-(二乙基氨基)苯乙烯基)-5-(对-(二乙基氨基)苯基)吡啶、1,2-反-双(9H-吡啶-9-基)环丁烷、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺、铜酞菁、聚乙烯基吡啶、(苯基甲基)聚硅烷;聚(3,4-亚乙二氧基噻吩)(PEDOT)、聚苯胺、聚乙烯基吡啶、三芳基二胺、四苯基二胺、芳族叔胺、胺衍生物、吡啶衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、具有氨基的噻二唑衍生物和聚噻吩,如美国专利 6,023,371 所公开。

[0057] 适合用作电子输送层的物质包括聚(9,9-二辛基芴)、三(8-羟基喹啉)合铝(Alq_3)、2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,1-菲咯啉、4,7-二苯基-1,10-菲咯啉、2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噻二唑、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑、含 1,3,4-噻二唑的聚合物、含 1,3,4-三唑的聚合物、含喹啉的聚合物和氰基-PPV。

[0058] 定义

[0059] 在本发明的上下文中,烷基旨在包括直链、支链或环状烃结构及其组合,包括低级烷基和高级烷基。优选的烷基为 C_{20} 或以下的烷基。低级烷基是指 1 至 6 个碳原子,优选 1 至 4 个碳原子的烷基,包括甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、仲丁基和叔丁基。高级烷基是指具有 7 或更多个碳原子,优选 7 至 20 个碳原子的烷基,包括正、仲和叔庚基、辛基和十二烷基。环烷基为烷基的一个子集,包括 3 至 8 个碳原子的环烷基。环烷基的实例包括环丙基、环丁基、环戊基和降冰片基。“烯基”和“炔基”是指烷基的两个或更多个氢原子分别由双键或三键代替。

[0060] 芳基和杂芳基是指含 0 至 3 个选自氮、氧或硫的杂原子的 5 元或 6 元芳族或杂芳族环;含 0 至 3 个选自氮、氧或硫的杂原子的双环 9 元或 10 元芳族或杂芳族环系统;或含 0 至 3 个选自氮、氧或硫的杂原子的三环 13 元或 14 元芳族或杂芳族环系统。芳族 6 至 14 元碳环包括例如苯、萘、蒽、蒹、蒹满和芴;5 至 10 元芳族杂环包括例如咪唑、吡啶、吡咯、噻吩、苯并吡喃酮、噻唑、呋喃、苯并咪唑、喹啉、异喹啉、喹啉、嘧啶、吡嗪、四唑和吡唑。

[0061] 芳基烷基是指连接到芳基环的烷基残基。实例为苄基和苯乙基。杂芳基烷基是指连接到杂芳基环的烷基残基。实例包括吡啶基甲基和嘧啶基乙基。烷基芳基是指具有一个或多个结合到它的烷基的芳基残基。实例为甲苯基和苊基。

[0062] 烷氧基是指通过氧连接到母体结构的直链、支链、环状结构及其组合的 1 至 8 个碳原子的基团。实例包括甲氧基、乙氧基、丙氧基、异丙氧基、环丙基氧基和环己基氧基。低级烷氧基是指含 1 至 4 个碳的基团。

[0063] 酰基是指通过羰基官能团连接到母体结构的直链、支链、环状结构的、饱和、不饱和和芳族及其组合的 1 至 8 个碳原子的基团。酰基残基中的一个或多个碳可由氮、氧或硫代替,只要到母体的连接点保持在羰基。实例包括乙酰基、苯甲酰基、丙酰基、异丁酰基、叔丁氧基羰基和苄基氧基羰基。低级酰基是指含 1 至 4 个碳的基团。

[0064] 杂环是指其中一个或两个碳由杂原子（如氧、氮或硫）代替的环烷基或芳基残基。落在本发明范围内的杂环的实例包括吡咯烷、吡唑、吡咯、咪唑、喹啉、异喹啉、四氢异喹啉、苯并呋喃、苯并二氧杂环己烷、苯并二氧杂环戊烯（在作为取代基出现时，一般称为亚甲二氧基苯基）、四唑、吗啉、噻唑、吡啶、哒嗪、嘧啶、噻吩、呋喃、噁唑、噁唑啉、异噁唑、二氧杂环己烷和四氢呋喃。

[0065] 取代的 (substituted) 是指包括但不限于烷基、烷基芳基、芳基、芳基烷基和杂芳基的残基，其中残基的最多 3 个 H 原子用低级烷基、取代的烷基、芳基、取代的芳基、卤代烷基、烷氧基、羰基、羧基、羧酸烷氧基 (carboxalkoxy)、甲酰氨基、酰基氧基、脞基、硝基、卤素、羟基、 $\text{OCH}(\text{COOH})_2$ 、氰基、伯氨基、仲氨基、酰基氨基、烷硫基、亚砷、砷、苯基、苄基、苯氧基、苄氧基、杂芳基或杂芳基氧基代替。

[0066] 卤代烷基是指其中一个或多个 H 原子由卤素原子代替的烷基残基，术语卤代烷基包括全卤烷基。落在本发明范围内的卤代烷基的实例包括 CH_2F 、 CHF_2 和 CF_3 。

[0067] 本文所述的很多化合物可包含一个或多个不对称中心，并且可因此产生对映异构体、非对映异构体和其他立体异构形式，这些形式可按照绝对立体化学限定为 (R)- 或 (S)-。本发明旨在包括所有这些可能的异构体及其外消旋和旋光纯形式。旋光 (R)- 和 (S)- 异构体可用手性合成子或手性试剂制备，或用常规技术拆分。在本文所述化合物包含烯型双键或其他几何不对称中心时，除非另外指明，化合物旨在包括 E 和 Z 两种几何异构体。同样，也旨在包括所有的互变异构形式。

[0068] 氧杂烷基是指其中一个或多个碳已由氧代替的烷基残基。它通过烷基残基连接到母体结构。实例包括甲氧基丙氧基、3,6,9- 三氧杂癸基等。术语氧杂烷基是指其中氧通过单键连接到其相邻原子（形成醚键）的化合物，它不涉及在羰基中发现的双键氧。类似地，硫杂烷基和氮杂烷基是指其中一个或多个碳已分别由硫或氮代替的烷基残基。实例包括乙基氨基乙基和甲基硫基丙基。

[0069] 甲硅烷基是指其中一至三个碳由四价硅代替并且通过硅原子连接到母体结构的烷基残基。甲硅烷氧基为其中两个碳由用烷基残基、芳基残基或环烷基残基封端的四价硅代替并且通过氧原子连接到母体结构的烷氧基残基。

[0070] 二齿配体为能够通过两个部位结合到金属的配体。类似地，三齿配体为能够通过三个部位结合到金属的配体。环金属化配体是指通过碳-金属单键和一个或两个金属-杂原子键结合到金属原子从而形成环状结构的二齿或三齿配体，其中杂原子可以为 N、S、P、As 或 O。

[0071] 本文所述的任何数值包括以 1 个单位为增量从较低值到较高值的所有值，其条件为在任何较低值和任何较高值之间相隔至少 2 个单位。例如，如果述及组分的量或工艺变量（例如，温度、压力、时间等）的数值为例如 1 至 90，优选 20 至 80，更优选 30 至 70，则在本说明书中旨在明确列举例如 15 至 85、22 至 68、43 至 51、30 至 32 等的数值。对于小于 1 的数值，则根据情况将 1 个单位认为是 0.0001、0.001、0.01 或 0.1。这些只是明确意指的实例，在所列举的最低值和最高值之间的数值的所有可能组合均应认为是在本申请中以类似方式明确陈述。

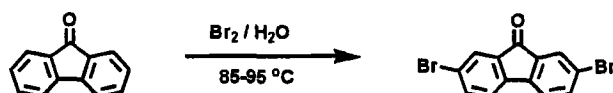
实施例

[0072] 制备单体的一般方法

[0073] 制备 2,7-二溴茚酮原料的优选合成路线描述于 CN 1634839 (流程 1)。此方法使用溴水,并且以高转化率将茚酮转化成所需的二溴产物,有很少或没有单溴化物质生成,未知的副产物几乎不存在。在利用甲磺酸中的 N-溴琥珀酰亚胺的方法使茚酮溴化时,这些不足溴化和未知产物通常以明显更高量存在。

[0074] 流程 1

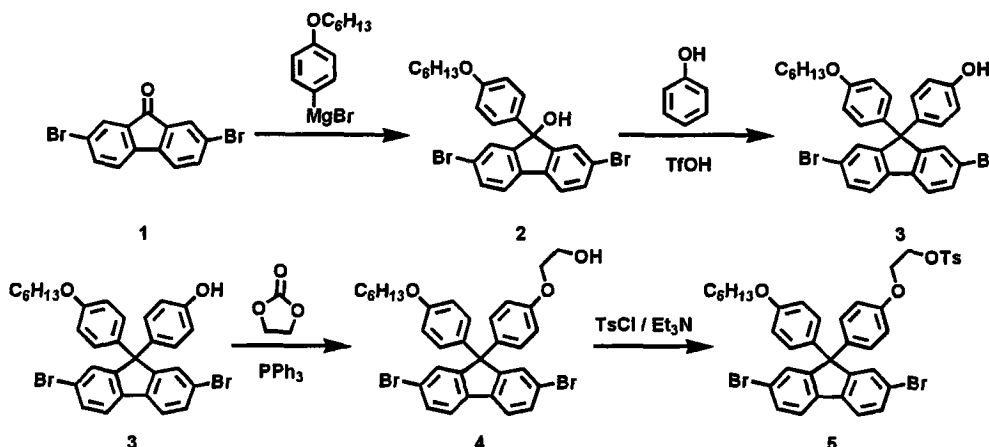
[0075]



[0076] 在比例放大反应产物的三次结晶后,得到准备用于随后反应的 150g 高品质 2,7-二溴茚酮 (> 99.8% 纯度, LC 分析)。分 4 个步骤 (流程 2) 将一部分 2,7-二溴茚酮转化成甲苯磺酸酯化乙二醇 9,9'-二取代的茚 (5)。

[0077] 流程 2

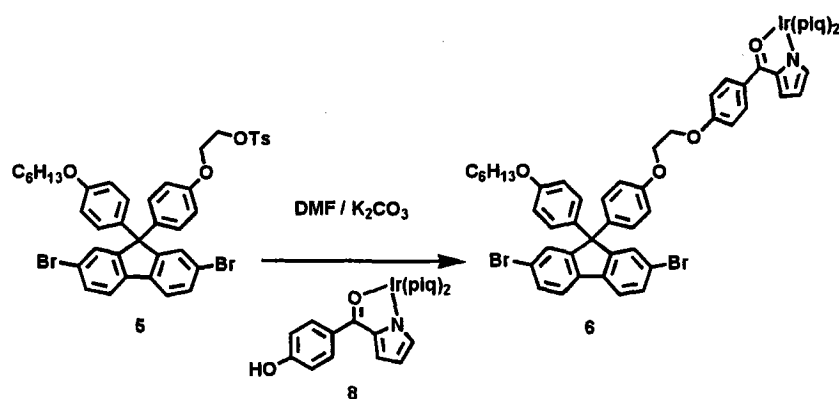
[0078]



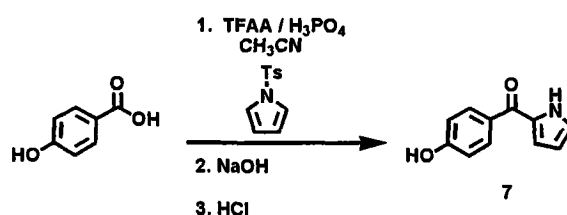
[0079] 利用 JP 1997255609 关于糖基化所述的合成方法,并且略微改进,以明显更短的反应时间 (12 小时) 并且在中性条件下以高转化率 (95%) 提供所需的茚 4。用甲苯磺酸酯化茚 (5) 制备单体 (流程 3) 以结合到具有共价连接到周边的悬垂苯甲酰基吡咯合铈 (III) 磷光体的聚茚材料。通过用酚型亲核体代替甲苯磺酰基取代基,苯甲酰基吡咯合铈 (III) 磷光体共价结合到茚单体 (6)。

[0080] 流程 3

[0081]



流程 4



[0082] 实施例 1 : 合成 9-(4-己基氧基苯基)-9H-芴-9-醇 (2)

[0083] 通过 4-溴苯酚 (91.2g, 527mmol) 与溴己烷 (86.0g, 520mmol)、 K_2CO_3 (80.0g, 580mmol) 在丙酮 (200mL) 中回流 12 小时烷基化, 制备溴-(4-己基氧基)-苯。在过滤除去盐后, 将反应混合物浓缩至干, 得到油。将油溶于 EtOAc (100mL), 转移到分液漏斗, 并用 5% NaOH (4×200mL) 洗涤。向分液漏斗加入另外 200mL 体积 EtOAc, 内含物用 $NaHCO_3$ (1×200mL) 洗涤, 最终经 $MgSO_4$ 干燥。除去 EtOAc 溶剂, 得到浅黄色油, 无需进一步纯化即可使用该浅黄色油。收率: 119g, 89%。

[0084] 1H NMR (500MHz, CD_2Cl_2 , 25 °C) δ 0.91 (t, 3H), 1.34 (m, 4H), 1.45 (m, 2H), 1.76 (m, 2H), 3.92 (t, 2H), 6.79 (d, 2H), 7.36 (d, 2H)。

[0085] 向 250mL 干燥三颈烧瓶加入镁屑 (2.80g, 118mmol), 随后加入无水 THF (100mL)。加入几粒碘晶体, 将不均匀混合物加热回流 15 分钟, 然后冷却到室温。停止搅拌, 向反应容器加入 1,2-二溴乙烷 (0.25mL)。过去 5 分钟后, 发生放热反应, 并恢复搅拌 20 分钟。然后使反应冷却到 20°C, 经 1 小时加入溴-(4-己基氧基)苯 (27.8g, 108mmol), 同时保持温度在 14-18°C 之间。去除冷却浴, 在反应温度升至 28°C 时, 搅拌反应另外 10 分钟。使反应冷却到室温, 内含物由移液管转移到利用冷却浴保持在 -10°C 的搅拌着的 2,7-二溴芴酮 (30.0g, 90.4mmol) 在甲苯 (250mL) 中的悬浮体。去除冷却浴, 在室温搅拌反应混合物 20 分钟, 随后用 20mL EtOH 和饱和 NH_4Cl 溶液 (5mL) 处理。将反应混合物过滤除去不溶物质, 并转移到含 EtOAc (100mL) 和 H_2O (100mL) 的分液漏斗。使各层分离, 有机层用 H_2O (2×100mL) 和盐水 (1×100mL) 洗涤, 并经 $MgSO_4$ 干燥。除去溶剂至干, 得到黄色固体粗品 (50.8g)。粗物质用己烷/ CH_2Cl_2 重结晶, 得到产物, 为灰白色微晶物质。收率: 38.6g, 79%。

[0086] 1H NMR (500MHz, CD_2Cl_2 , 25 °C) δ 0.91 (t, 3H), 1.32 (m, 4H), 1.41 (m, 2H), 1.74 (m, 2H), 2.66 (s, 1H), 3.92 (t, 2H), 6.79 (d, 2H), 7.23 (d, 2H), 7.43 (d, 2H), 7.52 (m, 4H)。

[0087] 实施例 2 : 合成 9-(4-己基氧基苯基)-9'-(4-羟基苯基)-芴 (3)

[0088] 用 20 滴甲磺酸处理酚 (24g, 256mmol) 和 9-(4-己基氧基苯基)-9H-芴-9-醇 (2) (30.0g, 55.7mmol) 的 CH_2Cl_2 (75mL) 溶液, 这使溶液变成紫色。将反应在室温搅拌, 直到 TLC

分析表明原料茛醇被消耗。将反应混合物转移到分液漏斗,用饱和 NaHCO_3 溶液 ($1 \times 200\text{mL}$), H_2O ($3 \times 150\text{mL}$) 洗涤,然后有机相经 MgSO_4 干燥。除去溶剂至干,得到油。使油从 CH_2Cl_2 溶液吸附到硅胶上,并除去溶剂至干。将经干燥的硅胶转移到装有填充硅胶水浆 (200mL) 的玻璃烧结漏斗 (500mL),漏斗装配在真空瓶上。通过对瓶施加真空,用 H_2O 冲洗漏斗的内含物,这使酚从硅胶洗脱。在除去过量的酚后,产物用 CH_3CN 从硅胶洗脱。利用 45°C 的浴,用旋转式蒸发器除去溶剂,这导致形成乳白色溶液,由该溶液形成白色固体。通过过滤收集产物,用水洗涤,并干燥。分离为羟基酚加合物的对和邻异构体的混合物 (90 : 10)。收率: 34.0g , 98% 。

[0089] ^1H NMR (500MHz , CD_2Cl_2 , 25°C) δ 0.89 (t, 3H), 1.32 (m, 4H), 1.43 (m, 2H), 1.74 (m, 2H), 3.91 (t, 2H), 4.90 (s, 1H), 6.72 (d, 2H), 6.77 (d, 2H), 7.01 (d, 2H), 7.04 (d, 2H), 7.47 (d, 2H), 7.50 (d, 2H), 7.63 (d, 2H)。

[0090] 实施例 3:合成 9-(4-己基氧基苯基)-9'-(4-(2-羟基乙氧基)苯基)-茛 (4)

[0091] 将酚 3 (33.0g , 53.7mmol) 溶于二甲苯 (30mL),经 MgSO_4 干燥并过滤。在旋转式蒸发器上浓缩溶液,直至烧瓶的内含物重 70g 。然后在 N_2 惰性气氛下放入 3 的二甲苯溶液,并用碳酸亚乙酯 (3.9mL , 59.0mmol) 处理,随后加热回流 15 小时。在此时间过去后,使反应冷却到室温,并除去溶剂,得到黄色油。油通过 2L SiO_2 层析,用 CH_2Cl_2 洗脱。在除去溶剂后,分离出无色油状产物。收率: 29.1g , 82% 。

[0092] ^1H NMR (500MHz , CD_2Cl_2 , 25°C) δ 0.94 (t, 3H), 1.36 (m, 4H), 1.47 (m, 2H), 1.78 (m, 2H), 2.03 (t, 1H), 3.94 (m, 4H), 4.07 (t, 2H), 6.81 (d, 2H), 6.85 (d, 2H), 7.08 (d, 2H), 7.11 (d, 2H), 7.52 (d, 2H), 7.54 (d, 2H), 7.67 (d, 2H)。

[0093] 实施例 4:合成 9-(4-己基氧基苯基)-9'-(4-(2-对甲苯磺酰基乙氧基)苯基)-茛 (5)

[0094] 在 N_2 惰性气氛下,用对甲苯磺酰氯 (13.3g , 69.8mmol) 和三乙胺 (19.4mL , 140mmol) 处理乙二醇 4 (29.1g , 44.2mmol) 的甲苯溶液 (200mL),并在室温搅拌 60 小时。然后过滤反应混合物,以除去三乙胺盐酸盐,并浓缩至干。将残余物溶于 EtOAc ,用 5% HCl ($1 \times 100\text{mL}$),饱和 NaHCO_3 ($2 \times 200\text{mL}$) 洗涤,经 MgSO_4 干燥,并去除溶剂至干。粗油通过 1.4L SiO_2 层析 (CH_2Cl_2 : 己烷, 1 : 1)。在除去溶剂后,分离出白色非晶形固体状的产物。收率: 33.0g , 92% 。

[0095] ^1H NMR (500MHz , CD_2Cl_2 , 25°C) δ 0.88 (t, 3H), 1.33 (m, 4H), 1.43 (m, 2H), 1.74 (m, 2H), 2.41 (s, 3H), 3.91 (t, 2H), 4.09 (t, 2H), 4.31 (t, 2H), 6.68 (d, 2H), 6.77 (d, 2H), 7.03 (m, 4H), 7.34 (d, 2H), 7.46 (d, 2H), 7.50 (d, 2H), 7.63 (d, 2H), 7.78 (d, 2H)。

[0096] 实施例 5:合成 $[(\text{piq})_2\text{Ir}(7)]$ -茛单体 (6)

[0097] 将固体 K_2CO_3 (1.00g , 7.24mmol) 加入到含甲苯磺酸酯化茛 5 (3.00g , 4.00mmol) 和苯甲酰基吡咯合铱络合物 7 (3.00g , 3.8mmol) 的搅拌 DMF 溶液 (25mL)。在使此溶液在 80°C 搅拌 1.5 小时后,使反应冷却,加入 H_2O (75mL),声处理生成的红色沉淀,过滤收集,用水、 MeOH 洗涤,然后在空气中干燥。产物通过 SiO_2 :甲苯层析,在除去溶剂后,分离为红色固体。收率: 5.00g , 92% 。

[0098] ^1H NMR (500MHz , CD_2Cl_2 , 25°C) δ 0.89 (t, 3H), 1.33 (m, 4H), 1.42 (m, 2H), 1.73 (m, 2H), 3.90 (t, 2H), 4.27 (m, 2H), 4.34 (m, 2H), 6.30 (dd, 1H), 6.41 (dd, 1H), 6.45 (dd, 1H),

6.51 (t, 1H), 6.77 (m, 6H), 7.00 (m, 8H), 7.19 (dd, 1H), 7.32 (d, 1H), 7.43 (d, 1H), 7.47 (d, 2H), 7.50 (dd, 2H), 7.53 (d, 1H), 7.62 (d, 2H), 7.73 (m, 4H), 7.87 (m, 1H), 7.92 (m, 1H), 7.96 (d, 2H), 8.27 (d, 2H), 8.34 (d, 1H), 8.99 (m, 2H).

[0099] 实施例 6:合成 2-(4-羟基苯甲酰基)-吡咯 (7)

[0100] 将三氟乙酸酐 (10ml, 72.0mmol) 加入到冷却到 0℃ 的搅拌着的 4-羟基苯甲酸 (5.50g, 40.0mmol) 在 CH₃CN 中的悬浮体中。过去 15 分钟后, 苯甲酸溶解。向 0℃ 的此冷却溶液加入 1-(对甲苯磺酰基)吡咯 (8.85g, 40.0mmol), 随后加入足够 CH₂Cl₂, 以使所述吡咯在此温度溶解。在快速搅拌下, 将另外体积的三氟乙酸酐 (10ml, 72.0mmol) 加入到反应混合物, 随后加入 H₃PO₄ (2mL, 37.0mmol)。在室温搅拌反应混合物 12 小时后, 加入另外的三氟乙酸酐 (6mL, 43.2mmol) 和 4-羟基苯甲酸 (4.00g, 29.0mmol), 并继续搅拌 12 小时。在此时间过去后, 除去溶剂至干, 使残余物悬浮于 5% NaOH (250mL) 中, 并搅拌过夜。过滤除去悬浮体, 滤饼用 5% NaOH (250mL) 洗涤。向滤液加入饱和 NaHCO₃ 溶液 (200mL), 通过加入浓 HCl 使溶液的 pH 为中性。生成粉红色微晶物质, 通过过滤收集, 用水洗涤, 并干燥。收率: 3.30g, 44%。

[0101] ¹H NMR (500MHz, CD₂Cl₂, 25 °C) δ 6.35 (m, 1H), 6.90 (m, 1H), 6.94 (d, 2H), 7.14 (m, 1H), 7.87 (d, 2H), 9.70 (bs, 1H).

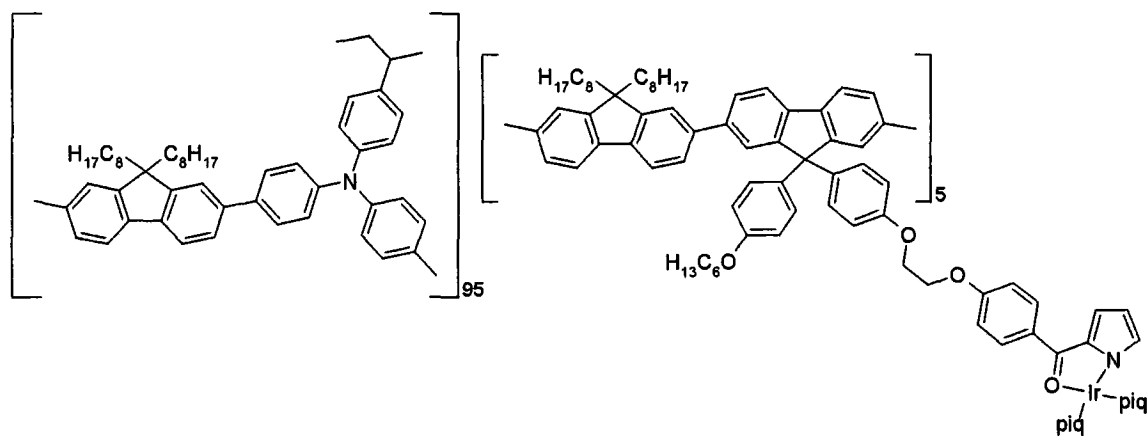
[0102] 实施例 7:合成 [(piq)₂Ir(7)] (8)

[0103] 向含酮基吡咯 7 (1.20g, 6.40mmol) 的搅拌冷却 (-10℃) 的 EtOH 溶液 (100mL) 加入固体氢化钠 (288mg, 12.0mmol), 这使溶液从黄色变成橙色。在搅拌此溶液 5 分钟后, 加入 [(piq)₂Ir(μ-Cl)]₂ (3.33g, 2.56mmol), 然后将混合物加热回流 10 小时。使反应混合物冷却至室温, 过滤收集红色沉淀。产物用 EtOH 洗涤, 并在空气中干燥。收率 (3.85mg, 96%)。

[0104] ¹H NMR (500MHz, CD₂Cl₂, 25 °C) δ 6.32 (dd, 1H), 6.42 (dd, 2H), 6.45 (dd, 1H), 6.51 (t, 1H), 6.73 (m, 1H), 6.78 (m, 1H), 6.83 (d, 2H), 7.00 (m, 2H), 7.18 (dd, 1H), 7.31 (d, 1H), 7.43 (d, 1H), 7.53 (d, 1H), 7.73 (m, 4H), 7.89 (m, 4H), 8.27 (m, 2H), 8.34 (d, 1H), 8.99 (m, 2H).

[0105] 实施例 8:制备 9,9-二辛基芴-三芳基胺共聚物

[0106]



[0107]

化合物	MW	mmol	Mg	注解
-----	----	------	----	----

F8 双硼酸酯	530	1.00	530	
TFB 二溴化物	459	0.95	436	
铱络合物	1405	0.05	70	
$\text{Pd}(\text{OAc})_2$	224	0.031	7	0.75%官能团
三(邻甲苯基)膦	304	0.105	32	3.5x[Pd]
Et_4NOH	147	5.0	3.7g	20%水溶液
水			3.7g	
甲苯			20ml	

[0108] 称重前,所有单体在 50℃的真空烘箱中干燥至少两小时。向具有到鼓泡器的氮入口和磁力搅拌器的 50ml 2 颈烧瓶加入所有单体、三(邻甲苯基)膦和 15-18ml 甲苯。此溶液用氩脱气 5-10 分钟,然后加入 $\text{Pd}(\text{OAc})_2$,用剩余的甲苯洗涤称重的漏斗。同时在单独的管形瓶中,用氩使含水组分脱气。在脱气至少 15 分钟后,将含水组分加入到有机溶液,并将烧瓶浸入 70℃油浴。在正氮压力下继续搅拌和加热 16-20 小时,在此时使溶液达到室温,并加入 20mg 苯基硼酸。将烧瓶再次浸入加热浴中,并在氮下搅拌另外 3 小时。使混合物再次冷却,然后用各约 10ml 的甲苯和水稀释。将混合物转移到分液漏斗,弃去水相,有机相用 3×50ml 水和 1×50ml 饱和 NaCl 洗涤。然后使有机溶液通过含 Celite 和 Drierite 的漏斗,并利用胺官能硅胶将经过滤的溶液搅拌至少 30 分钟。将溶液再次过滤,在旋转式蒸发器上浓缩到 20-30ml 体积,然后装到甲苯饱和的硅胶柱上(~20-30g 二氧化硅/克聚合物-注解 6)。利用甲苯(~100ml)从柱洗脱聚合物,将甲苯溶液浓缩到~20ml。在剧烈搅拌下,通过使溶液在 10 体积甲醇中沉淀分离聚合物。过滤收集聚合物,用甲醇洗涤,并在 40-50℃真空烘箱中干燥。在干燥后产量为 403mg(55%)。凝胶渗透色谱法表明 M_w 92.4K, M_n 23.0K,相对于聚苯乙烯标准物。

[0109] 实施例 9 :器件制造

[0110] 通过在洁净、经 UV 臭氧处理的 2.5cm×2.5cm ITO 图案化玻璃基片上旋涂,沉积具有约 60nm 厚度的 PEDOT/PSS(Baytron P VP 8000,聚(3,4-亚乙二氧基噻吩)-聚(苯乙烯磺酸盐),作为溶液购自 HCStarck, Inc.) 层。然后将经涂覆的基片在热板上在空气中在 160℃烘烤 30 分钟。然后在 PEDOT/PSS 涂覆的基片顶上旋涂具有约 10-20nm 厚度的 F8-TFB(辛基苄-三芳基胺共聚物,得自 Sumation, Inc.) 空穴输送层。然后将 F8-TFB-PEDOT/PSS 涂覆的基片在热板上在氩中在 170℃烘烤 30 分钟。通过用二甲苯溶液旋转流延,在 F8-TFB 层顶上沉积电致发光聚合物 BP104(Sumation) 和实施例 8 的聚合物的 1 : 1 混合物的最终层。此层具有约 40-50nm 厚度。然后将经涂覆的基片放入钟罩式蒸发器,对该系统泵抽真空,直至达到约 1×10^{-6} 托压力。然后,通过物理蒸气沉积在经涂覆基片的最终层的顶上沉积约 3nm 厚氟化钠层(通过校准的石英晶体微量天平测量)。随后,通过蒸气沉积在真空下在氟化钠层的顶上沉积约 130nm 厚铝金属层,以形成 OLED 的阴极部件。

[0111] 对于各器件,用 Keithley 236Source Measure 装置和连接到皮安计 (Keithley) 的硅二极管测量亮度和电流 - 施加电压。通过对照 Minolta LS 100 亮度计校准硅二极管并通过测定 OLED 的有效面积,使二极管的电流响应转化成 OLED 亮度 (cd/m^2)。亮度 (“ cd/A ”) 量度注入的电荷如何有效地转化成眼睛能够看到的光, LPW 则是功率功效计量 (一定量输入功率发出多少可见光)。LPW 数据包括工作电压和电荷两者对可见光转化效率的作用。 Cd/A 和 LPW 数据的组合表明包含所述聚合物材料的器件的相对有效工作,并且此物质与器件的低电压工作相容。

[0112] 各 OLED 器件样品所发射光的颜色 (EL 谱) 用校准的光谱仪检测,同时使器件在约 1mA 电流密度在约 390nm 至约 750nm 范围工作。产生来自 BP 104 物质的蓝色发射和来自所述聚合物材料的红色发射。来自该具体器件的发射受红色发射物质支配,表明在 LPW 和 Cd/A 曲线图所示的性能表明所述侧臂发射聚合物的性能。

[0113] 虽然本文只说明和描述了本发明的某些特征,但本领域的技术人员应想到很多修改和变化。因此,应了解,附加权利要求旨在覆盖落在本发明真实精神内的所有这些修改和变化。