



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102428158 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201080022317. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 05. 19

C09K 11/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H01L 51/50 (2006. 01)

61/179, 407 2009. 05. 19 US

C07C 15/60 (2006. 01)

审查员 张慧慧

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 11. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/035356 2010. 05. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/135395 EN 2010. 11. 25

(73) 专利权人 E. I. 内穆尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 D·D·莱克洛克斯 A·费尼莫尔

高卫英 N·S·拉杜 W·吴

V·罗斯托弗采夫 M·H·小霍华德

旻鸿 沈裕隆

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 朱黎明

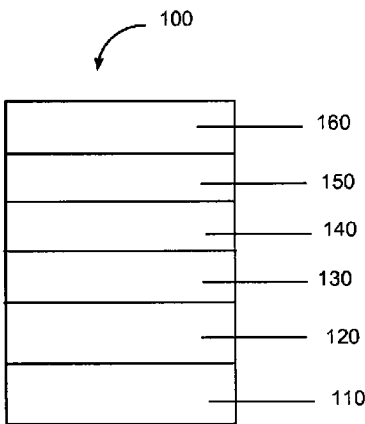
权利要求书2页 说明书30页 附图4页

(54) 发明名称

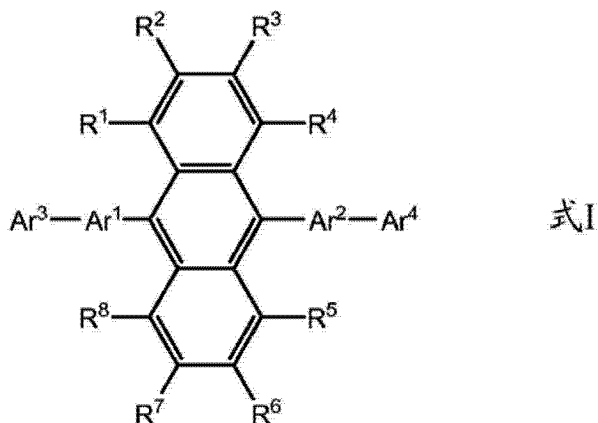
用于电子应用的氘代化合物

(57) 摘要

本发明涉及可用于电子应用中的氘代芳基蒽化合物。它还涉及其中活性层包含此类氘代化合物的电子器件。

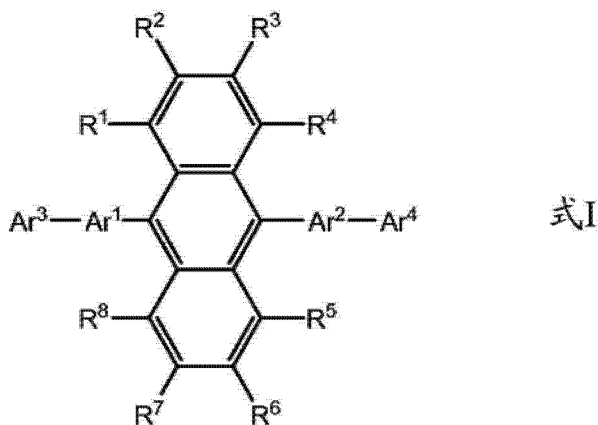


1. 一种芳基取代的蒽化合物,所述化合物具有式 I:



其中:

- R^1 至 R^8 在每次出现时相同或不同并选自 H、D、C1-20 烷基、C1-20 烷氧基;
 Ar^1 和 Ar^2 相同或不同并且选自苯基和萘基;并且
 Ar^3 和 Ar^4 相同或不同并且选自 H、D、苯基和萘基;
 其中所述化合物具有至少一个 D。
2. 权利要求 1 的化合物,所述化合物是至少 10% 氘代的。
3. 权利要求 1 的化合物,所述化合物是至少 50% 氘代的。
4. 权利要求 1 的化合物,所述化合物是 100% 氘代的。
5. 权利要求 1 的化合物,其中所述至少一个 D 在芳环的取代基上。
6. 权利要求 1 的化合物,其中 R^1 至 R^8 中的至少一个为 D。
7. 权利要求 1 的化合物,其中 R^1 至 R^8 选自 H 和 D。
8. 权利要求 1 的化合物,其中 R^1 至 R^8 中的至少一个选自 C1-20 烷基、C1-20 烷氧基,并且 R^1 至 R^8 中的其余的选自 H 和 D。
9. 权利要求 8 的化合物,其中 R^2 选自 C1-20 烷基。
10. 权利要求 1 的化合物,其中 Ar^1 至 Ar^4 中的至少一个为氘代苯基或氘代萘基。
11. 权利要求 1 的化合物,其中 Ar^3 和 Ar^4 选自 D、氘代苯基和氘代萘基。
12. 权利要求 1 的化合物,其中 Ar^1 至 Ar^4 总共是至少 20% 氘代的。
13. 有机电子器件,所述有机电子器件包含第一电接触层、第二电接触层、以及介于其间的至少一个活性层,其中所述活性层包含式 I 芳基取代的蒽化合物:



其中：

R^1 至 R^8 在每次出现时相同或不同并且选自 H、D、C1-20 烷基、C1-20 烷氧基；

Ar^1 和 Ar^2 相同或不同并且选自苯基和萘基；并且

Ar^3 和 Ar^4 相同或不同并且选自 H、D、苯基和萘基；

其中所述化合物具有至少一个 D。

用于电子应用的氘代化合物

[0001] 相关专利申请

[0002] 本专利申请根据 35U.S.C. § 119(e), 要求 2009 年 5 月 19 日提交的临时申请 61/179, 407 的优先权, 将所述文献全文以引用方式并入本文。

[0003] 发明背景

[0004] 公开领域

[0005] 本发明涉及至少部分地氘代的葱衍生物化合物。它还涉及其中活性层包含此类化合物的电子器件。

[0006] 相关领域说明

[0007] 发光的有机电子器件例如组成显示器的发光二极管存在于许多不同种类的设备中。在所有的此类器件中, 有机活性层均被夹置在两个电接触层之间。电接触层中的至少一个是透光的, 使得光可穿过该电接触层。当在整个电接触层上施加电流时, 有机活性层穿过该透光的电接触层发射光。

[0008] 已知在发光二极管中将有机电致发光化合物用作活性组分。已知诸如葱、噻二唑衍生物和香豆素衍生物等简单有机分子显示具有电致发光性。半导体共轭聚合物已被用作电致发光组分, 例如在美国专利公开 5, 247, 190、美国专利公开 5, 408, 109 和公布的欧洲专利申请 443 861 中公开的。

[0009] 在许多情况下, 电致发光化合物存在于基质材料中。持续需要新型基质化合物。

[0010] 发明概述

[0011] 本文提供了具有至少一个氘元素 D 的芳基取代的葱。

[0012] 本文还提供了包含活性层的电子器件, 所述活性层包含上述化合物。

[0013] 附图简述

[0014] 附图中示出了实施方案, 以增进对本文所述概念的理解。

[0015] 图 1 为有机电子器件的一个实例的示例。

[0016] 图 2 包括比较实施例 A 中的比较化合物的 ^1H NMR 波谱。

[0017] 图 3 包括实施例 1 中的氘代化合物的 ^1H NMR 波谱。

[0018] 图 4 包括实施例 1 中的氘代化合物的质谱。

[0019] 技术人员理解, 附图中的物体是以简洁明了的方式示出的并且不一定按比例绘制。例如, 图中一些物体的尺寸相对于其他物体可能有所放大, 以便于更好地理解实施方案。

[0020] 发明详述

[0021] 本文示例性而非限制性地公开了许多方面和实施方案。在阅读完本说明书后, 技术人员应认识到, 在不脱离本发明范围的情况下, 其他方面和实施方案也是可能的。

[0022] 通过阅读以下的发明详述和权利要求, 任何一个或多个实施方案的其他特征和有益效果将变得显而易见。发明详述首先着重于定义和阐明术语, 接着描述氘代化合物、电子器件, 最后描述实施例。

[0023] 1. 术语的定义和说明

[0024] 在提出下述实施方案详情之前,先定义或阐明一些术语。

[0025] 如本文所用,术语“脂环”旨在表示无离域 π 电子的环状基团。在一些实施方案中,所述脂环非不饱和。在一些实施方案中,该环具有一个双键或三键。

[0026] 术语“烷氧基”是指基团 RO- , 其中 R 为烷基。

[0027] 术语“烷基”旨在表示衍生自脂族烃的具有一个连接点的基团,并且包括直链、支链、或环状的基团。该术语旨在包括杂烷基。术语“烃烷基”是指不具有杂原子的烷基。术语“氘代烷基”为具有至少一个可用 H 被 D 取代的烃烷基。在一些实施方案中,烷基具有 1-20 个碳原子。

[0028] 术语“支链烷基”是指具有至少一个仲碳或叔碳的烷基。术语“仲烷基”是指具有仲碳原子的支链烷基。术语“叔烷基”是指具有叔碳原子的支链烷基。在一些实施方案中,支链烷基通过仲碳或叔碳连结。

[0029] 术语“芳基”旨在表示衍生自芳族烃的具有一个连接点的基团。术语“芳族化合物”旨在表示包含至少一个具有离域 π 电子的不饱和环状基团的有机化合物。该术语旨在包括杂芳基。术语“烃芳基”旨在表示环中不具有杂原子的芳香化合物。术语芳基包括具有单环的基团,以及具有由单键连接或稠合在一起的多环的那些。术语“氘代芳基”是指具有至少一个直接连接芳基的可用 H 被 D 取代的芳基。术语“亚芳基”旨在表示衍生自芳族烃的具有两个连接点的基团。在一些实施方案中,芳基具有 3-60 个碳原子。

[0030] 术语“芳氧基”是指基团 RO- , 其中 R 为芳基。

[0031] 术语“化合物”旨在表示由分子构成的不带电的物质,所述分子进一步由原子组成,其中不能通过物理方式将原子分开。当用来指器件中的层时,短语“邻近”不必指一层正好紧靠着另一层。另一方面,短语“邻近 R 基团”用来指化学式中彼此紧接的 R 基(即,通过键接合的原子上 R 基)。术语“光敏性”是指表现出电致发光性和/或感光性的任何材料。

[0032] 术语“氘代”旨在表示至少一个 H 被 D 取代。氘的含量为自然丰度的至少 100 倍。

[0033] 前缀“杂”表示一个或多个碳原子已被不同的原子置换。在一些实施方案中,所述不同的原子为 N、O、或 S。

[0034] 术语“层”与术语“膜”可互换使用,并且是指覆盖所需区域的涂层。该术语不受尺寸的限制。所述区域可以大如整个器件,也可以小如特定的功能区(例如实际可视显示器),或者小如单个像素。层和膜可以由任何常规的沉积技术形成,包括气相沉积、液相沉积(连续和不连续技术)、以及热转移。连续沉积技术包括但不限于旋涂、凹版涂布、帘式涂布、浸涂、槽模涂布、喷涂、以及连续喷涂。不连续沉积技术包括但不限于喷墨印刷、凹版印刷、以及丝网印刷。

[0035] 术语“有机电子器件”或有时仅“电子器件”旨在表示包含一个或多个有机半导体层或材料的器件。除非另外指明,所有基团可为取代或未取代的。在一些实施方案中,取代基选自 D、卤素、烷基、烷氧基、芳基、芳氧基、氰基和 NR_2 , 其中 R 为烷基或芳基。

[0036] 除非另有定义,本文所用的所有技术和科学术语的含义均与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的一样。尽管与本文所述的方法和材料类似或等同的方法和材料也可用于本发明的实施或测试中,但是下文描述了合适的方法和材料。所有的出版物、专利申请、专利、以及本文提及的其他参考资料以引用方式全文并入本文。如发生矛盾,以本说明

书及其包括的定义为准。此外,材料、方法和实施例仅是示例性的,并不旨在进行限制。

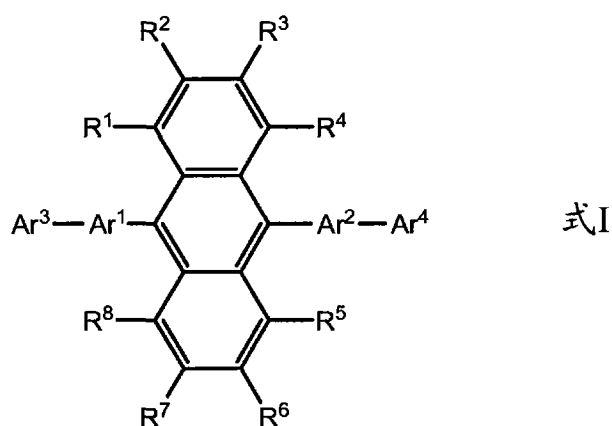
[0037] IUPAC 编号系统用于全文,其中元素周期表的族按 1-18 从左向右编号 (CRC Handbook of Chemistry and Physics,第 81 版,2000 年)。

[0038] 2. 氘代化合物

[0039] 新型氘代化合物为具有至少一个 D 的芳基取代的蒽化合物。在一些实施方案中,所述化合物是至少 10% 氘代的。这是指,至少 10% 的 H 被 D 取代。在一些实施方案中,所述化合物是至少 20% 氘代的;在一些实施方案中是至少 30% 氘代的;在一些实施方案中是至少 40% 氘代的;在一些实施方案中是至少 50% 氘代的;在一些实施方案中是至少 60% 氘代的;在一些实施方案中是至少 70% 氘代的;在一些实施方案中是至少 80% 氘代的;在一些实施方案中是至少 90% 氘代的。在一些实施方案中,所述化合物是 100% 氘代的。

[0040] 在一个实施方案中,氘代化合物具有式 I:

[0041]



[0042] 其中:

[0043] R^1 至 R^8 在每次出现时相同或不同并且选自 H、D、烷基、烷氧基、芳基、芳氧基、二芳基氨基、硅氧烷和甲硅烷基;

[0044] Ar^1 和 Ar^2 相同或不同并且选自芳基;并且

[0045] Ar^3 和 Ar^4 相同或不同并且选自 H、D 和芳基;

[0046] 其中所述化合物具有至少一个 D。

[0047] 在式 I 的一些实施方案中,所述至少一个 D 存在于芳环的取代基上。在一些实施方案中,取代基选自烷基、芳基和二芳基氨基。

[0048] 在式 I 的一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的至少一个为 D。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的至少两个为 D。在一些实施方案中,至少三个为 D;在一些实施方案中,至少四个为 D;在一些实施方案中,至少五个为 D;在一些实施方案中,至少六个为 D;在一些实施方案中,至少七个为 D。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 皆为 D。

[0049] 在一些实施方案中, R^1 至 R^8 选自 H 和 D。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的一个为 D,并且七个为 H。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的两个为 D,并且六个为 H。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的三个为 D,并且五个为 H。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的四个为 D,并且四个为 H。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的五个为 D,并且三个为 H。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的六个为 D,并且两个为 H。在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的七个为 D,并且一个为 H。在一些实施方案中, R^8 至 R^1 中的八个为 D。

[0050] 在一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的至少一个选自烷基、烷氧基、芳基、芳氧基、二芳基氨基、硅氧烷和甲硅烷基, 并且 R^1 至 R^8 中的其余选自 H 和 D。在一些实施方案中, R^2 选自烷基、烷氧基、芳基、芳氧基、二芳基氨基、硅氧烷和甲硅烷基。在一些实施方案中, R^2 选自烷基和芳基。在一些实施方案中, R^2 选自氘代烷基和氘代芳基。在一些实施方案中, R^2 选自至少 10% 氘代的氘代芳基。在一些实施方案中, R^2 选自至少 20% 氘代; 在一些实施方案中, 至少 30% 氘代; 在一些实施方案中, 至少 40% 氘代; 在一些实施方案中, 至少 50% 氘代; 在一些实施方案中, 至少 60% 氘代; 在一些实施方案中, 至少 70% 氘代; 在一些实施方案中, 至少 80% 氘代; 在一些实施方案中, 至少 90% 氘代的氘代芳基。在一些实施方案中, R^2 选自 100% 氘代的氘代芳基。

[0051] 在式 I 的一些实施方案中, Ar^1 至 Ar^4 中的至少一个为氘代芳基。在一些实施方案中, Ar^3 和 Ar^4 选自 D 和氘代芳基。

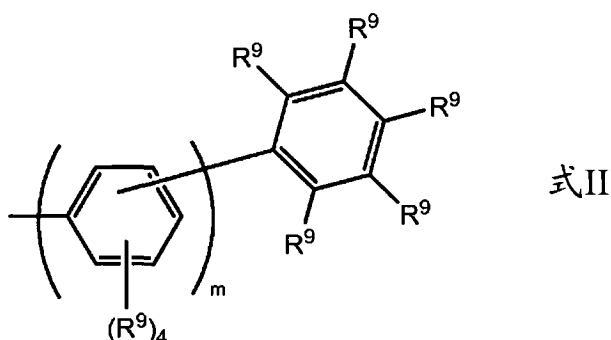
[0052] 在式 I 的一些实施方案中, Ar^1 至 Ar^4 是至少 10% 氘代的。在式 I 的一些实施方案中, Ar^1 至 Ar^4 是至少 20% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 30% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 40% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 50% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 60% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 70% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 80% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 90% 氘代的; 在一些实施方案中是 100% 氘代的。

[0053] 在一些实施方案中, 式 I 的化合物是至少 10% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 20% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 30% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 40% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 50% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 60% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 70% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 80% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 90% 氘代的。在一些实施方案中, 所述化合物是 100% 氘代的。

[0054] 在一些实施方案中, Ar^1 和 Ar^2 选自苯基、萘基、菲基和蒽基。在一些实施方案中, Ar^1 和 Ar^2 选自苯基和萘基。

[0055] 在一些实施方案中, Ar^3 和 Ar^4 选自苯基、萘基、菲基、蒽基、苯基亚萘基、萘基亚苯基和具有式 II 的基团:

[0056]



[0057] 其中:

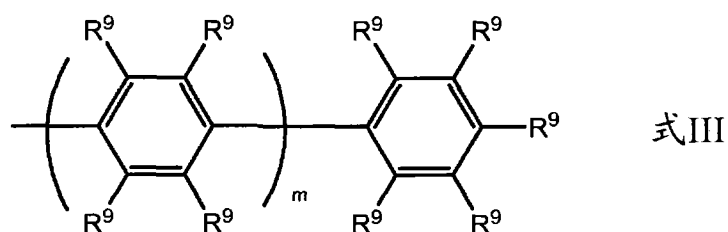
[0058] R^9 在每次出现时相同或不同并且选自 H、D、烷基、烷氧基、二芳基烷基、硅氧烷和甲硅烷基, 或邻近的 R^9 基团可结合在一起形成芳环; 并且

[0059] m 在每次出现时相同或不同, 并且为 1 至 6 的整数。

[0060] 在一些实施方案中, Ar^3 和 Ar^4 选自苯基、萘基、苯基亚萘基、萘基亚苯基和具有式

III 的基团：

[0061]



[0062] 其中 R^9 和 m 如上文式 II 中所定义。在一些实施方案中, m 为 1 至 3 的整数。

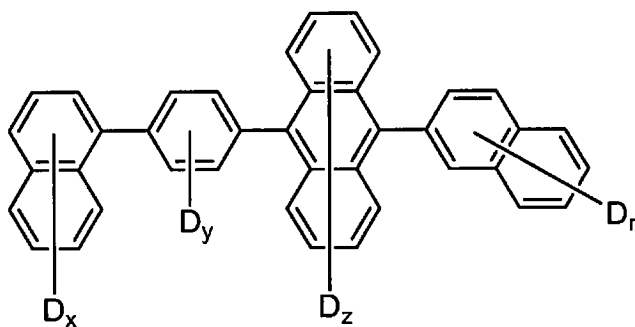
[0063] 在一些实施方案中, Ar^1 至 Ar^4 中的至少一个为杂芳基。在一些实施方案中, 杂芳基选自呋唑、苯并呋喃和二苯并呋喃。在一些实施方案中, 杂芳基是氘代的。在一些实施方案中, 杂芳基是至少 10% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 20% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 30% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 40% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 50% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 60% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 70% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 80% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 90% 氘代的。在一些实施方案中, 杂芳基是 100% 氘代的。

[0064] 在式 I 的一些实施方案中, R^1 至 R^8 中的至少一个为 D, 并且 Ar^1 至 Ar^4 中的至少一个为氘代芳基。在一些实施方案中, 所述化合物是至少 10% 氘代的。在一些实施方案中, 所述化合物是至少 20% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 30% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 40% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 50% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 60% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 70% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 80% 氘代的; 在一些实施方案中是至少 90% 氘代的。在一些实施方案中, 所述化合物是 100% 氘代的。

[0065] 具有式 I 的化合物的一些非限制性实例包括下文化合物 H1 至 H13：

[0066] 化合物 H1：

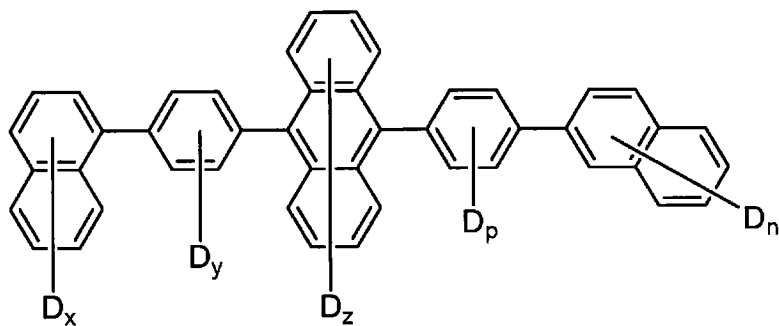
[0067]



[0068] 其中 $x+y+z+n = 1-26$

[0069] 化合物 H2：

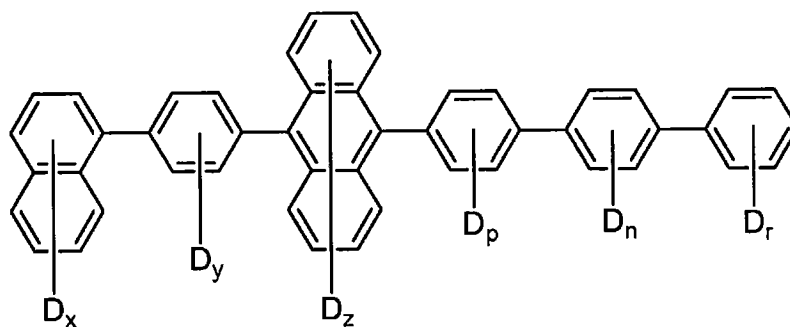
[0070]



[0071] 其中 $x+y+z+p+n = 1-30$

[0072] 化合物 H3 :

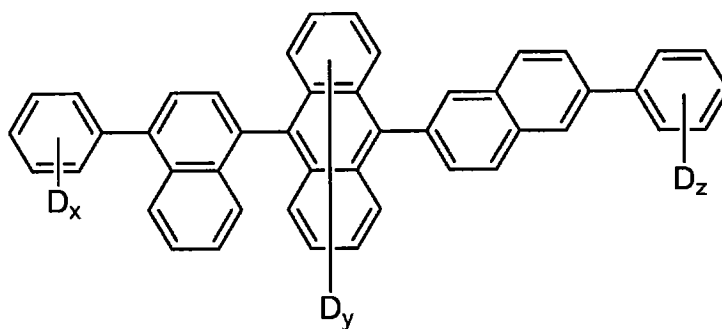
[0073]



[0074] 其中 $x+y+z+p+n+r = 1-32$

[0075] 化合物 H4 :

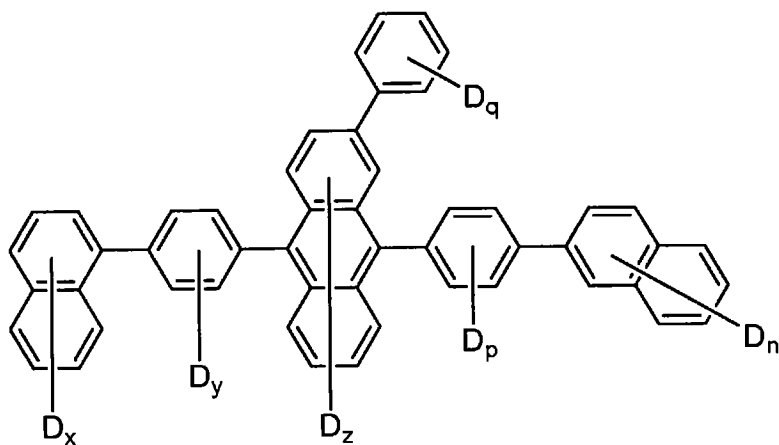
[0076]



[0077] 其中 $x+y+z+p+n = 1-18$

[0078] 化合物 H5 :

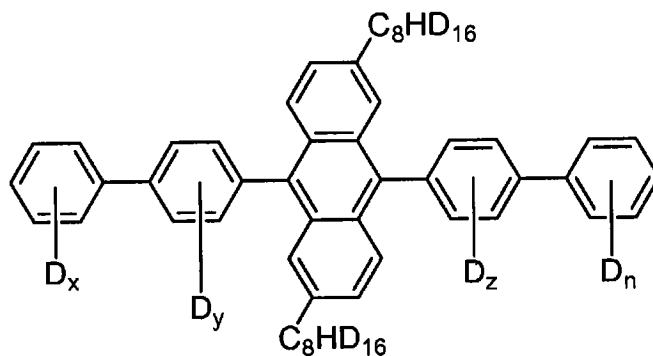
[0079]



[0080] 其中 $x+y+z+p+n+q = 1-34$

[0081] 化合物 H6 :

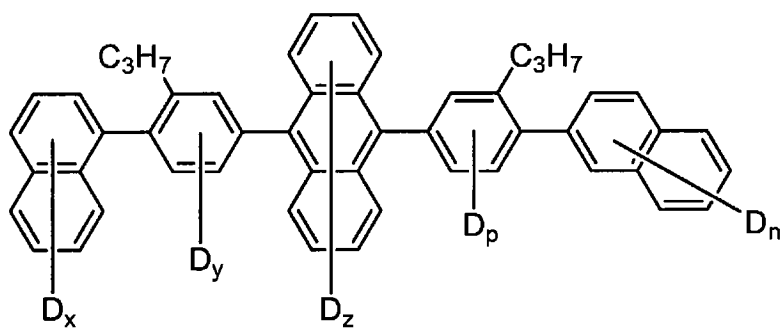
[0082]



[0083] 其中 $x+y+z+n = 1-18$

[0084] 化合物 H7 :

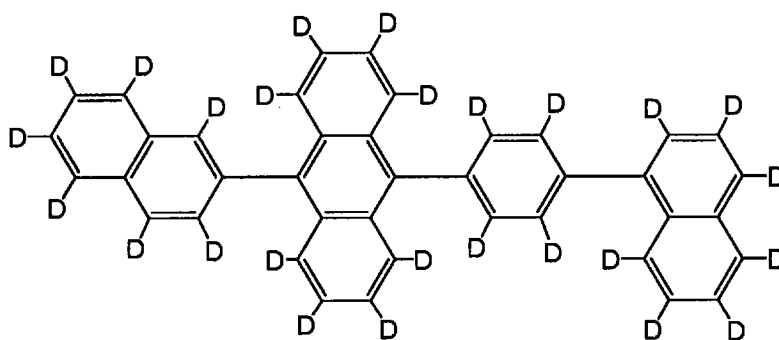
[0085]



[0086] 其中 $x+y+z+p+n = 1-28$

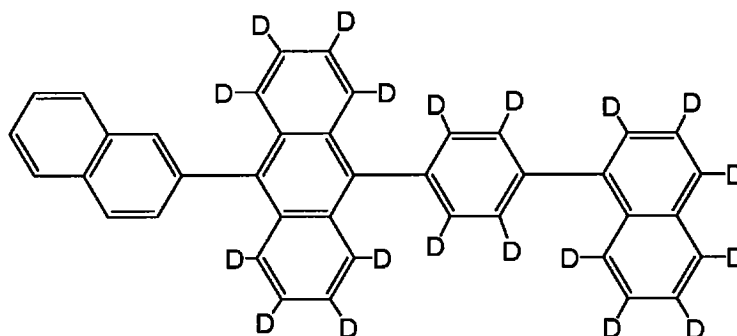
[0087] 化合物 H8 :

[0088]



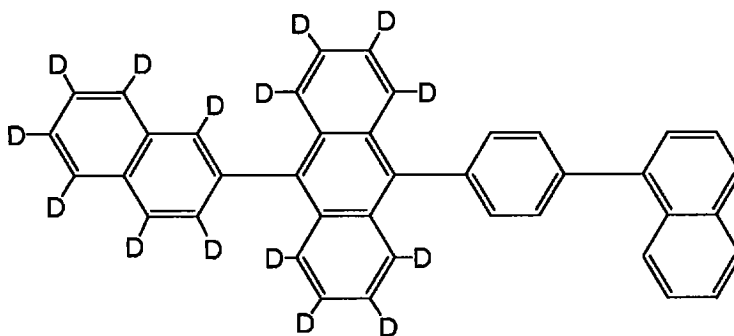
[0089] 化合物 H9 :

[0090]



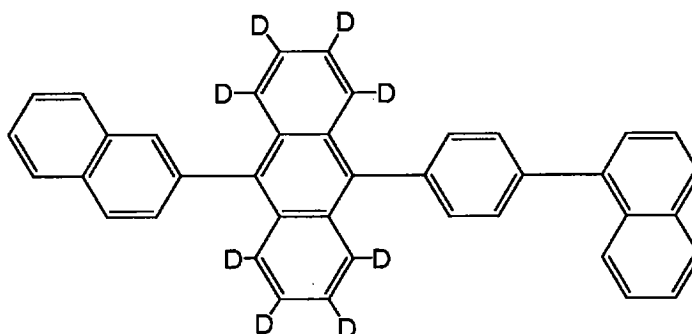
[0091] 化合物 H10 :

[0092]



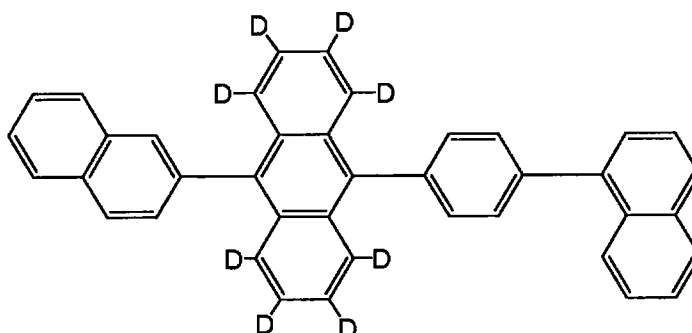
[0093] 化合物 H11 :

[0094]



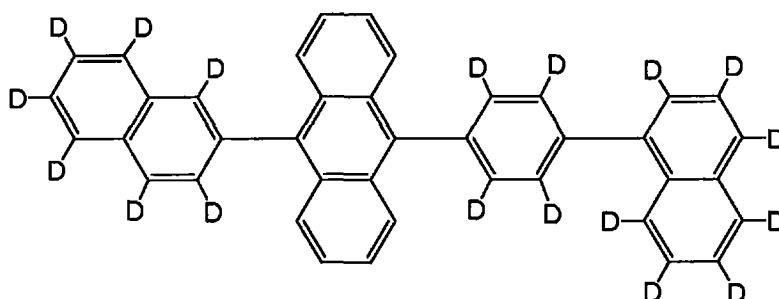
[0095] 化合物 H12 :

[0096]



[0097] 化合物 H13 :

[0098]



[0099] 新化合物的未氘代类似物可由已知的偶合和取代反应制得。然后通过使用氘代前体材料以类似的方式,或更一般通过在路易斯酸 H/D 交换催化剂如三氯化铝或氯化乙基铝,或酸如 CF_3COOD 、 DCl 等的存在下,用氘代溶剂如 d_6 -苯处理未氘代化合物,制得新的氘代化合物。示例性制备示于实施例中。氘代的度可通过 NMR 分析和质谱仪如大气固

体分析探测质谱仪 (ASAP-MS) 测得。全氘代或部分氘代的芳香化合物或烷基化合物的原料可购自商业来源,或可采用已知方法获得。此类方法的一些实例可见于 a) “Efficient H/D Exchange Reactions of Alkyl-Substituted Benzene Derivatives by Means of the Pd/C-H₂-D₂O System”, Hiroyoshi Esaki, Fumiyo Aoki, Miho Umemura, Masatsugu Kato, Tomohiro Maegawa, Yasunari Monguchi, 和 Hironao Sajiki Chem. Eur. J. 2007, 13, 4052-4063. b) “Aromatic H/D Exchange Reaction Catalyzed by Groups 5 and 6 Metal Chlorides”, GUO, Qiao-Xia, SHEN, Bao-Jian; GUO, Hai-Qing, TAKAHASHI, Tamotsu (“Chinese Journal of Chemistry”, 2005, 23, 341-344); c) “A novel deuterium effect on dual charge-transfer and ligand-field emission of the cis-dichlorobis(2, 2' -bipyridine)iridium(III)ion”, Richard J. Watts, Shlomo Efrima, 和 Horia Metiu (“J. Am. Soc. ”, 1979, 101(10), 2742-2743); d) “Efficient H-D Exchange of Aromatic Compounds in Near-Critical D₂O Catalysed by a Polymer-Supported Sulphonic Acid”, Carmen Boix 和 Martyn Poliakoff (“Tetrahedron Letters”, 40, 1999, 4433-4436); e) US3849458; f) “Efficient C-H/C-D Exchange Reaction on the Alkyl Side Chain of Aromatic Compounds Using Heterogeneous Pd/C in D₂O”, Hironao Sajiki, Fumiyo Aoki, Hiroyoshi Esaki, Tomohiro Maegawa, 和 Kosaku Hirota (“Org. Lett. ”, 2004, 6(9), 1485-1487) 中。

[0100] 可采用液相沉积技术使本文所述化合物形成膜。令人惊奇并出乎意料的是,当与同类非氘代化合物比较时,这些化合物大幅度改善了特性。包括具有本文所述化合物的活性层的电子器件具有大幅度改善的寿命。此外,与高量子效率和良好色彩饱和度相结合实现了寿命的增加。此外,本文所述氘代化合物具有比非氘代类似物更大的空气耐受性。这可致使在材料的制备和纯化时具有更大的加工耐受性,并且致使在采用所述材料形成电子器件时具有更大的加工耐受性。

[0101] 3. 电子器件

[0102] 通过具有一个或多个包含本文所述电致发光材料的层而可获益的有机电子器件包括但不限于:(1) 将电能转换成辐射的器件(例如发光二极管、发光二极管显示器、或二极管激光器), (2) 通过电子方法探测信号的器件(例如光电探测器、光电导管、光敏电阻器、光控开关、光电晶体管、光电管、红外探测器), (3) 将辐射转换成电能的器件(例如光伏器件或太阳能电池), 以及 (4) 包括具有一个或多个有机半导体层的一个或多个电子元件的器件(例如晶体管或二极管)。

[0103] 有机电子器件结构的一个示例在图 1 中示出。器件 100 具有第一电接触层即阳极层 110 和第二电接触层即阴极层 160、以及介于它们之间的光敏层 140。邻近阳极的是缓冲层 120。邻近缓冲层的是包含空穴传输材料的空穴传输层 130。邻近阴极的可以是包含电子传输材料的电子传输层 150。作为选择,该器件可以使用一个或多个紧邻阳极 110 的附加的空穴注入层或空穴传输层(未示出),和/或一个或多个紧邻阴极 160 的附加的电子注入层或电子传输层(未示出)。

[0104] 层 120 至层 150 单独或统称为活性层。

[0105] 在一个实施方案中,不同的层具有下列厚度范围:阳极 110, 500-5000Å, 在一个实施方案中为 1000-2000Å;缓冲层 120, 50-2000Å, 在一个实施方案中为 200-1000Å;空

穴传输层 130, 50-2000Å, 在一个实施方案中为 200-1000Å; 光敏层 140, 10-2000Å, 在一个实施方案中为 100-1000Å; 层 150, 50-2000Å, 在一个实施方案中为 100-1000Å; 阴极 160, 200-10000Å, 在一个实施方案中为 300-5000Å。电子-空穴重组区域位于所述器件中, 从而器件的发射光谱可能受每个层相对厚度的影响。各层厚度的期望比率将取决于所用材料的确切性质。

[0106] 根据器件 100 的应用, 光敏层 140 可以由施加的电压激活的发光层 (诸如在发光二极管或发光电化学电池单元中), 或者是响应辐射能并在有或无施加的偏压下产生信号的材料的层 (诸如在光电探测器中)。光电探测器的实例包括光电导管、光敏电阻器、光控开关、光电晶体管和光电管、以及光伏电池, 这些术语描述于 Markus, John 的 "Electronics and Nucleonics Dictionary" 第 470 和 476 页 (McGraw-Hill, Inc., 1966) 中。

[0107] 本文所述的一种或多种新型氙代材料可存在于器件的一个或多个活性层中。氙代材料可单独使用, 或与非氙代材料组合使用。

[0108] 在一些实施方案中, 新氙代化合物可用作层 130 中的空穴传输材料。在一些实施方案中, 至少一个附加层包含新型氙代材料。在一些实施方案中, 所述附加层为缓冲层 120。在一些实施方案中, 所述附加层为光敏层 140。在一些实施方案中, 附加层为电子传输层 150。

[0109] 在一些实施方案中, 所述新型氙代化合物可用作光敏层 140 中光敏材料的基质材料。在一些实施方案中, 发光材料也是氙代的。在一些实施方案中, 至少一个附加层包含氙代材料。在一些实施方案中, 所述附加层为缓冲层 120。在一些实施方案中, 附加层为空穴传输层 130。在一些实施方案中, 附加层为电子传输层 150。

[0110] 在一些实施方案中, 新氙代化合物可用作层 150 中的电子传输材料。在一些实施方案中, 至少一个附加层包含氙代材料。在一些实施方案中, 所述附加层为缓冲层 120。在一些实施方案中, 附加层为空穴传输层 130。在一些实施方案中, 所述附加层为光敏层 140。

[0111] 在一些实施方案中, 电子器件具有氙代材料, 所述材料存在于任何层的组合中, 所述层选自缓冲层、空穴传输层、光敏层和电子传输层。

[0112] 在一些实施方案中, 器件具有附加层以有助于加工或改善功能。任何或所有这些层可包含氙代材料。在一些实施方案中, 所有有机器件层均包含氙代材料。在一些实施方案中, 所有有机器件层均基本上由氙代材料构成。

[0113] a. 光敏层

[0114] 式 I 新型氙代化合物可用作层 140 中光敏材料的基质。所述化合物可以单独使用, 或与第二基质材料组合使用。新型氙代化合物可用作发出任何颜色光的材料的基质。在一些实施方案中, 新型氙代化合物用作发出绿色或蓝色光的材料的基质。

[0115] 在一些实施方案中, 光敏层基本上由具有式 I 的基质材料以及一种或多种电致发光化合物组成。

[0116] 在一些实施方案中, 本文所述的新型氙代化合物为电致发光材料, 并且以光敏材料存在。可用于所述器件中的其他 EL 材料包括但不限于小分子有机荧光化合物、荧光和磷光金属配合物、共轭聚合物、以及它们的混合物。荧光化合物的实例包括但不限于 蒽、芘、花、红荧烯、香豆素、葱、噻二唑、它们的衍生物、以及它们的混合物。金属络合物的实例包

包括但不限于金属螯合 8-羟基喹啉酮化合物,如三(8-羟基喹啉)铝(Alq_3);环金属铱和铂电致发光化合物,如在 Petrov 等人的美国专利 6,670,645 以及已公布的 PCT 专利申请 WO 03/063555 和 WO 2004/016710 中所公开的铱与苯基吡啶、苯基喹啉、或苯基嘧啶配体的络合物,以及在例如已公布的 PCT 专利申请 WO 03/008424、WO 03/091688 和 W003/040257 中所述的有机金属络合物、以及它们的混合物。共轭聚合物的实例包括但不限于聚(苯撑乙烯)、聚芴、聚(螺二芴)、聚噻吩、聚(对亚苯基)、它们的共聚物,以及它们的混合物。

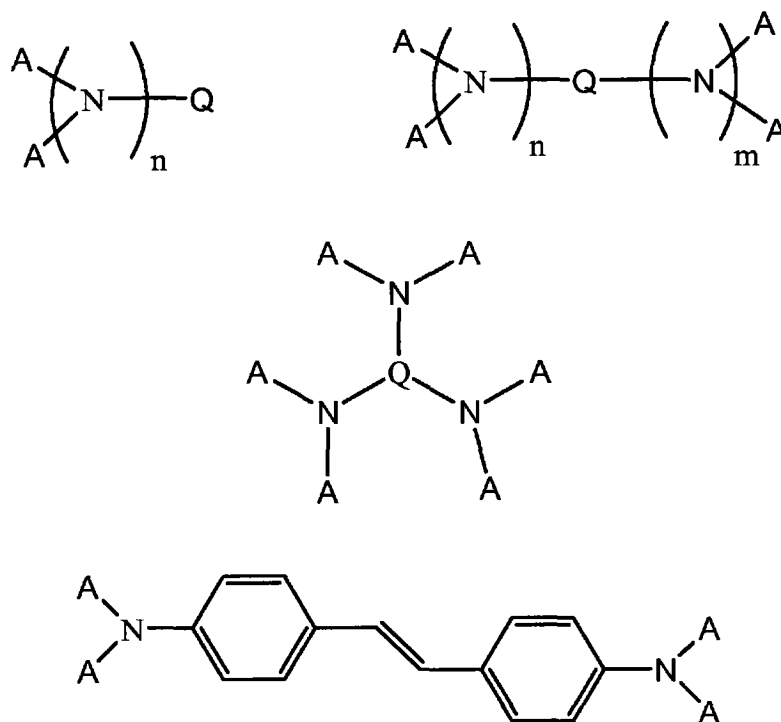
[0117] 在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为环金属铱络合物。在一些实施方案中,所述络合物具有两个选自苯基吡啶、苯基喹啉、以及苯基异喹啉的配体,和为 β -二烯醇盐的第三配体。所述配体可为未取代的或被 F、D、烷基、CN、或芳基取代。

[0118] 在一些实施方案中,光敏掺杂剂为聚合物,选自聚(苯撑乙烯)、聚芴和聚螺二芴。

[0119] 在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂选自非聚合的螺二芴化合物和茈蒽化合物。

[0120] 在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为具有芳胺基团的化合物。在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂选自下式:

[0121]



[0122] 其中:

[0123] A 在每次出现时相同或不同,并且为具有 3-60 个碳原子的芳族基团;

[0124] Q 为单键或具有 3-60 个碳原子的芳族基团;

[0125] n 和 m 独立地为 1-6 的整数。

[0126] 在上式的一些实施方案中,各式中 A 和 Q 有至少一者具有至少三个稠环。在一些实施方案中,m 和 n 等于 1。

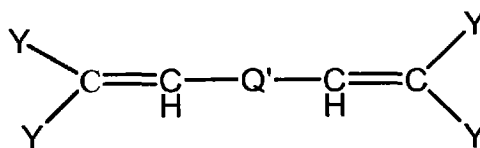
[0127] 在一些实施方案中,Q 为苯乙烯基或苯乙烯基苯基。

[0128] 在一些实施方案中,Q 为具有至少两个稠环的芳族基团。在一些实施方案中,Q 选自萘、蒽、蒹、嵌二萘、并四苯、咕吨、茈蒽、香豆素、玫瑰精、喹吖啶酮、以及红荧烯。

[0129] 在一些实施方案中,A 选自苯基、甲苯基、萘基、以及蒽基。

[0130] 在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂具有下式:

[0131]



[0132] 其中:

[0133] Y 在每次出现时相同或不同,并且为具有 3-60 个碳原子的芳族基团;

[0134] Q' 为芳族基团、二价三苯胺残基、或单键。

[0135] 在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为芳基并苯。在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为非对称的芳基并苯。

[0136] 在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为蒽衍生物。术语“蒽”旨在表示 1,2- 苯并菲。在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为具有芳基取代基的蒽。在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为具有芳氨基取代基的蒽。在一些实施方案中,所述光敏掺杂剂为具有两种不同芳氨基取代基的蒽。在一些实施方案中,所述蒽衍生物发出深蓝色的光。

[0137] 在一些实施方案中,光敏掺杂剂选自氨基取代的蒽和氨基取代的蒽。

[0138] b. 其他器件层

[0139] 器件中的其他层可由已知用于此类层的任何材料制成。

[0140] 阳极 110 是用于注入正电荷载体的尤其有效的电极。它可由例如包含金属、混合金属、合金、金属氧化物或混合金属氧化物的材料制成,或者它可以是导电聚合物,或它们的混合物。适宜的金属包括第 11 族金属、第 4-6 族中的金属和第 8-10 族的过渡金属。如果使阳极具有透光性,则一般使用 12、13 和 14 族金属的混合金属氧化物,例如氧化铟锡。阳极 110 还可以包含诸如聚苯胺的有机材料,所述聚苯胺在“Flexible light-emitting diodes made from soluble conducting polymer”,第 357 卷第 477-479 页 (1992 年 6 月 11 日) 中。期望阳极和阴极中的至少一个是至少部分透明的,以能够观察到所产生的光。

[0141] 缓冲层 120 包含缓冲材料,并且可在有机电子器件中具有一个或多个功能,包括但不限于:下层的平面化、电荷传输和 / 或电荷注入性能、对杂质诸如氧气或金属离子的清除,以及其他方面,以有利于或改善有机电子器件的性能。缓冲材料可以是聚合物、低聚物、或小分子。它们可蒸汽沉积或由液体沉积,所述液体可为溶液、分散体、悬浮液、乳液、胶态混合物、或其他组合物形式。

[0142] 可使用聚合材料来形成缓冲层,诸如聚苯胺 (PANI) 或聚乙烯二氧噻吩 (PEDOT),所述聚合材料通常掺入有质子酸。质子酸可以是例如聚(苯乙烯磺酸)、聚(2-丙烯酰胺-2-甲基-1-丙磺酸)等。

[0143] 缓冲层可包含电荷转移化合物等,诸如铜酞菁和四硫富瓦烯-四氰基对苯二醌二甲烷体系 (TTF-TCNQ)。

[0144] 在一些实施方案中,缓冲层包含至少一种导电聚合物和至少一种氟化酸聚合物。此类材料在例如已公布的美国专利申请 2004-0102577、2004-0127637、以及 2005/205860 中有所描述。

[0145] 在一些实施方案中,空穴传输层 130 包含式 I 的新型氙代化合物。层 130 的其它空

穴传输材料实例已概述于例如 1996 年 Y. Wang 的“Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology”的第四版第 18 卷第 837-860 页中。空穴传输分子和空穴传输聚合物均可使用。常用的空穴传输分子是： N, N' -二苯基- N, N' -双(3-甲基苯基)-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺(TPD)、1,1-双[(二-4-甲基苯基氨基)苯基]环己烷(TAPC)、 N, N' -双(4-甲基苯基)- N, N' -双(4-乙基苯基)-[1,1'-(3,3'-二甲基)联苯基]-4,4'-二胺(ETPD)、四-(3-甲基苯基)- N, N, N', N' -2,5-苯二胺(PDA)、 α -苯基-4- N, N -二苯基氨基苯乙烯(TPS)、对-(二乙基氨基)苯甲醛二苯基脒(DEH)、三苯基胺(TPA)、双[4-(N, N -二乙基氨基)-2-甲基苯基](4-甲基苯基)甲烷(MPMP)、1-苯基-3-[对-(二乙基氨基)苯乙烯基]-5-[对-(二乙基氨基)苯基]吡啶啉(PPR 或 DEASP)、1,2-反式-双(9H-咔唑-9-基)环丁烷(DCZB)、 N, N, N', N' -四(4-甲基苯基)-(1,1'-联苯基)-4,4'-二胺(TTB)、 N, N' -双(1-萘基)- N, N' -双-(苯基)对二氨基联苯(α -NPB)、以及卟啉化合物如铜酞菁。常用的空穴传输聚合物是聚乙烯咔唑、(苯基甲基)聚硅烷、以及聚苯胺。还可通过将诸如上述那些空穴传输分子掺杂到聚合物诸如聚苯乙烯和聚碳酸酯中,来获得空穴传输聚合物。在一些情况下,使用三芳基胺聚合物,尤其是三芳基胺-芴共聚物。在一些情况下,所述聚合物和共聚物是可交联的。可交联空穴传输聚合物的实例可见于例如公布的美国专利申请 2005-0184287 和公布的 PCT 专利申请 W0 2005/052027 中。在一些实施方案中,空穴传输层掺入有 p 型掺杂剂,如四氟四氰基喹啉并二甲烷和芴-3,4,9,10-四羧基-3,4,9,10-二酸酐。

[0146] 在一些实施方案中,电子传输层 150 包含式 I 的新型氘代化合物。可用于层 150 中的其它电子传输材料的实例包括金属螯合的 8-羟基喹啉酮化合物,如三(8-羟基喹啉)铝(Alq_3);双(2-甲基-8-羟基喹啉)-(对苯基酚氧基)铝(III)(BAIQ);和唑化合物如 2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(PBD)和 3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(TAZ)、以及 1,3,5-三(苯基-2-苯并咪唑)苯(TPBI);喹啉衍生物,如 2,3-双(4-氟苯基)喹啉;菲咯啉衍生物,如 9,10-二苯基菲咯啉(DPA)和 2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(DDPA);以及它们的混合物。电子传输层也可掺杂有 n 型掺杂剂,如 Cs 或其他碱金属。层 150 不仅可用于促进电子传输,还可用作缓冲层或限制层,以防止层界面处的电子空穴对的淬灭。优选地,该层促进电子移动并且减少电子空穴对的淬灭。

[0147] 阴极 160 是用于注入电子或负电荷载体尤其有效的电极。阴极可以是功函数低于阳极的任何金属或非金属。用于阴极的材料可选自 1 族的碱金属(例如锂、铯)、第 2 族(碱土)金属、第 12 族金属,包括稀土元素和镧系元素、以及铜系元素。可使用诸如铝、铟、钙、钡、钕和镁、以及它们的组合的材料。含 Li 或 Cs 的有机金属化合物、LiF、CsF 和 Li_2O 也可沉积在有机层和阴极层之间,以降低操作电压。

[0148] 已知在有机电子器件中存在其他层。例如,在阳极 110 和缓冲层 120 之间可存在层(未示出),以控制所注入的正电荷数量和/或提供层的能带隙匹配,或用作保护层。可使用本领域已知的层,如铜酞菁、氮氧化硅、碳氟化合物、硅烷或超薄金属层如 Pt。作为另外一种选择,阳极层 110、活性层 120、130、140 和 150、或阴极层 160 中的一些或所有可被表面处理,以增加电荷负载传输效率。优选通过平衡发射极层中的正电荷和负电荷来确定每个组件层的材料的选择,以提供具有高电致发光效率的器件。

[0149] 应当理解,每个功能层可由一个以上的层构成。

[0150] 可使用多种技术来制造所述器件,包括在适宜的基板上依次气相沉积各层。可使用诸如玻璃、塑料、以及金属的基板。可使用常规的气相沉积技术诸如热蒸发、化学气相沉积等。作为另外一种选择,可使用常规的涂布或印刷技术,包括但不限于旋涂、浸涂、卷对卷技术、喷墨印刷、丝网印刷、凹版印刷等,由适宜溶剂中的溶液或分散体来施加有机层。

[0151] 本发明还涉及电子器件,所述电子器件包含至少一个位于两个电接触层之间的活性层,其中所述器件内的至少一个活性层包含具有式 1 的蒽化合物。器件通常具有附加的空穴传输层和电子传输层。

[0152] 为获得高效率 LED,期望空穴传输材料的 HOMO(最高占有分子轨道)与阳极的功函相匹配,并且期望电子传输材料的 LUMO(最低未占分子轨道)与阴极的功函相匹配。在选择电子和空穴传输材料时,材料的化学相容性和升华温度也是重要的考虑因素。

[0153] 应当理解,通过优化器件中的其他层,可进一步改善用本文所述蒽化合物制得的器件的效率。例如,可以使用更有效的阴极例如 Ca、Ba 或 LiF。也可使用导致操作电压降低或量子效率增加的成型基板和新型空穴传输材料。还可添加附加层,从而定制各种层的能级并有助于电致发光。

[0154] 本发明的化合物通常是发荧光的并是光致发光的,并且可用于除 OLED 以外的应用中,如氧敏感指示剂,以及用作生物测定中的荧光指示剂。

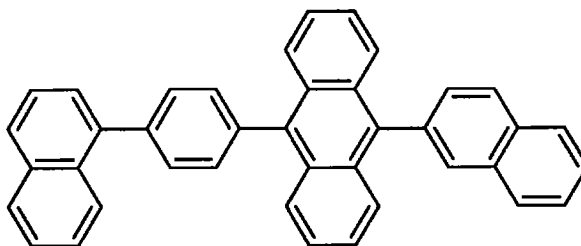
实施例

[0155] 以下实施例示出了本发明的某些特征和优点。它们旨在举例说明本发明,而并不是限制性的。所有百分数均按重量计,除非另外指明。

[0156] 比较实施例 A

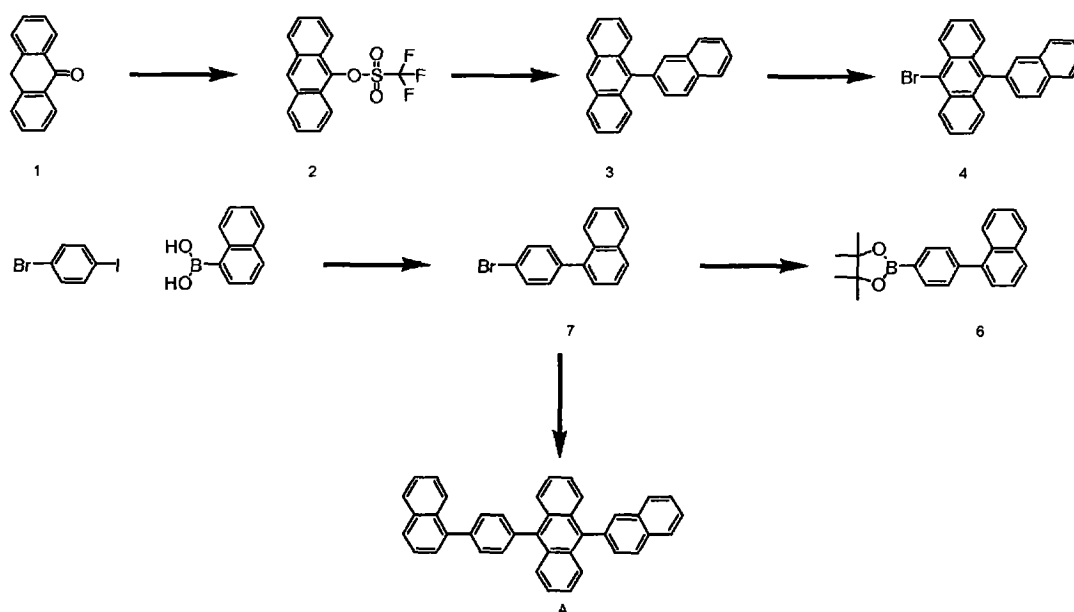
[0157] 该实施例示出了未取代化合物(比较化合物 A)的制备。

[0158]



[0159] 可根据下列方案制得该化合物:

[0160]



[0161] 化合物 2 的合成：

[0162] 在配备有机械搅拌器、滴液漏斗、温度计和 N_2 鼓泡器的 3L 烧瓶中，加入 54g (275.2mmol) 蒽酮的 1.5L 无水二氯甲烷溶液。将烧瓶在冰浴中冷却，并且经由滴液漏斗，在 1.5hr 内加入 83.7mL (559.7mmol) 1,8-二氮杂二环 [5.4.0] 十一碳 -7-烯 (“DBU”)。所述溶液变为橙色，变得不透明，然后变为深红色。在约 1.5 小时内，经由注射器向仍冷却的溶液中加入 58mL (345.0mmol) 三氟甲磺酸酐，保持溶液温度低于 $5^{\circ}C$ 。使反应在室温下进行 3 小时，之后加入 1mL 额外的三氟甲磺酸酐，并且在室温下持续搅拌 30 分钟。缓慢加入 500mL 水，并分层。用 $3 \times 200mL$ 二氯甲烷 (“DCM”) 萃取水层，使合并的有机物在硫酸镁上干燥，过滤，并通过旋转蒸发浓缩，获得红色的油。在硅胶上柱层析，然后从己烷中结晶，获得 43.1g (43%) 的棕褐色粉末。

[0163] 化合物 3 的合成：

[0164] 向填充氮气的手套箱内的配备有磁性搅棒的 200mL 克氏反应烧瓶中加入蒽-9-基三氟甲磺酸盐 (6.0g, 18.40mmol)、萘-2-基硼酸 (3.78g, 22.1mmol)、磷酸钾 (17.50g, 82.0mmol)、乙酸钪 (II) (0.41g, 1.8mmol)、三环己基膦 (0.52g, 1.8mmol) 和 THF (100mL)。从干燥箱中取出后，用氮气吹扫反应混合物，并经由注射器加入脱气水 (50mL)。然后加上冷凝器，并使反应回流过夜。由 TLC 监测反应。完成后，将反应混合物冷却至室温。分离有机层，并用 DCM 萃取水层。合并有机部分，用盐水洗涤，并用硫酸镁干燥。减压除去溶剂。用丙酮和己烷洗涤所得固体，并过滤。通过硅胶上柱层析纯化获得 4.03g (72%) 产物，为浅黄色晶状物质。

[0165] 化合物 4 的合成：

[0166] 将 11.17g (36.7mmol) 9-(萘-2-基)蒽悬浮于 100mL DCM 中。加入 6.86g (38.5mmol) N-溴代琥珀酰亚胺，并在 100W 灯照明下搅拌混合物。形成黄色澄清溶液，然后发生沉淀。由 TLC 监测反应。1.5 小时后，将反应混合物部分浓缩以移除二氯甲烷，然后从乙腈中结晶获得 12.2g 浅黄色晶体 (87%)。

[0167] 化合物 7 的合成：

[0168] 向填充氮气的手套箱内的配备有搅拌棒的 500mL 圆底烧瓶中，加入萘-1-基-1-硼

酸 (14.2g, 82.6mmol)、1-溴-2-碘苯 (25.8g, 91.2mmol)、四(三苯基膦)钯 (0) (1.2g, 1.4mmol)、碳酸钠 (25.4g, 240mmol) 和甲苯 (120mL)。从干燥箱中取出后,用氮气吹扫反应混合物,并经由注射器加入脱气水 (120mL)。然后使反应烧瓶配备冷凝器,并将反应回流 15 小时。由 TLC 监测反应。将反应混合物冷却至室温。分离有机层,并用 DCM 萃取水层。合并有机组分,并减压除去溶剂,获得黄色的油。使用硅胶,由柱层析纯化,获得 13.6g 无色的油 (58%)。

[0169] 化合物 6 的合成:

[0170] 向配备有磁性搅棒、连接氮气管线的回流冷凝器和油浴的 1 升烧瓶中加入 4-溴苯基-1-萘 (28.4g, 10.0mmol)、联硼酸频那醇酯 (40.8g, 16.0mmol)、Pd(dppf)₂Cl₂ (1.64g, 2.0mmol)、乙酸钾 (19.7g, 200mmol) 和 DMSO (350mL)。用氮气将混合物鼓泡 15 分钟,然后加入 Pd(dppf)₂Cl₂ (1.64g, 0.002mol)。在过程期间,所述混合物逐渐变成深褐色。在氮气下,使反应在 120℃ (油浴) 下搅拌 18 小时。冷却后,将混合物倒入到冰水中,并用氯仿 (3x) 萃取。用水 (3x) 和饱和盐水 (1x) 洗涤有机层,并用 MgSO₄ 干燥。过滤并移除溶剂后,在硅胶柱上经由层析纯化残余物。将包含产物的部分合并,并通过旋转蒸发除去溶剂。从己烷/氯仿中结晶出所得白色固体,并在 40℃ 的真空炉中干燥,获得白色结晶薄片状产物 (15.0g, 收率 45%)。1H 和 13C-NMR 波谱符合预期结构。

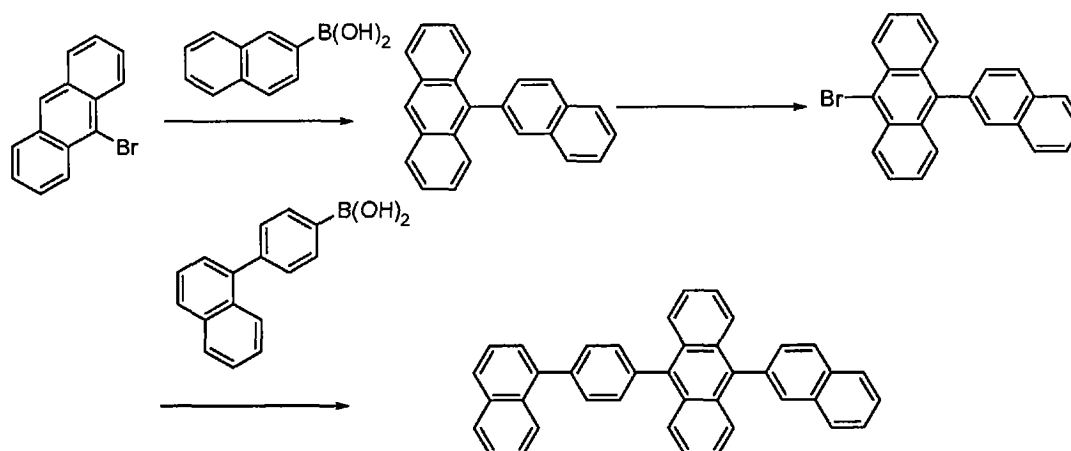
[0171] 比较化合物 A 的合成

[0172] 向手套箱内的 250mL 烧瓶中加入 (2.00g, 5.23mmol)、4,4,5,5-四甲基-2-(4-(萘-4-基)苯基)-1,3,2-二杂氧戊硼烷 (1.90g, 5.74mmol)、三(二亚苺基丙酮)二钯 (0) (0.24g, 0.26mmol)、和甲苯 (50mL)。从干箱操作手套箱中取出反应烧瓶,并配备冷凝器和氮气入口。经由注射器加入脱气碳酸钠水溶液 (2M, 20mL)。将反应搅拌,并在 90℃ 下加热过夜。由 HPLC 监测反应。冷却至室温后,分离出有机层。用 DCM 将水层洗涤两次,并经由旋转蒸发浓缩合并的有机层,获得灰色粉末。通过中性氧化铝上过滤、己烷沉淀以及硅胶上柱层析纯化,获得 2.28g 白色粉末 (86%)。

[0173] 如公布的美国专利申请 2008-0138655 中所述进一步纯化产物,使其 HPLC 纯度为至少 99.9%,并且杂质吸光度不大于 0.01。

[0174] 作为另外一种选择,根据下示流程方案,由商业原料合成化合物 A。

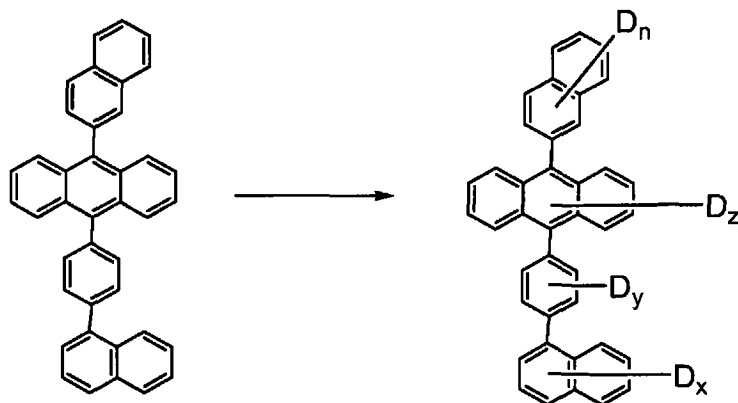
[0175]



[0176] 实施例 1

[0177] 该实施例示出了式 I 的化合物 (化合物 H1) 的制备。

[0178]



比较 A

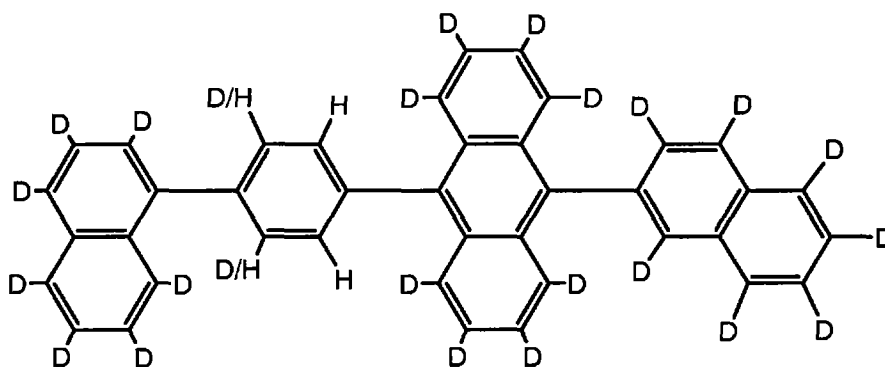
H1, $x + y + z + n \leq 26$

[0179] 在氮气氛围下, 将 AlCl_3 (0.48g, 3.6mmol) 加入到得自比较实施例 A 的比较化合物 A (5g, 9.87mmol) 的全氘苯或苯- D_6 (C_6D_6) (100mL) 溶液中。将所得混合物在室温下搅拌六小时, 之后加入 D_2O (50mL)。分层, 然后用 CH_2Cl_2 ($2 \times 30\text{mL}$) 洗涤水层。在硫酸镁上干燥合并的有机层, 并通过旋转蒸发除去挥发性物质。经由柱层析纯化粗产物。获得白色粉末状氘代产物 H1 ($x+y+n+m = 21-23$) (4.5g)。

[0180] 如公布的美国专利申请 2008-0138655 中所述进一步纯化产物, 使其 HPLC 纯度为至少 99.9%, 并且杂质吸光度不大于 0.01。确定所述材料具有与上文比较化合物 A 相同的纯度。

[0181] ^1H NMR (CD_2Cl_2) 和 ASAP-MS 分别示于图 3 和 4 中。所述化合物具有下示结构:

[0182]



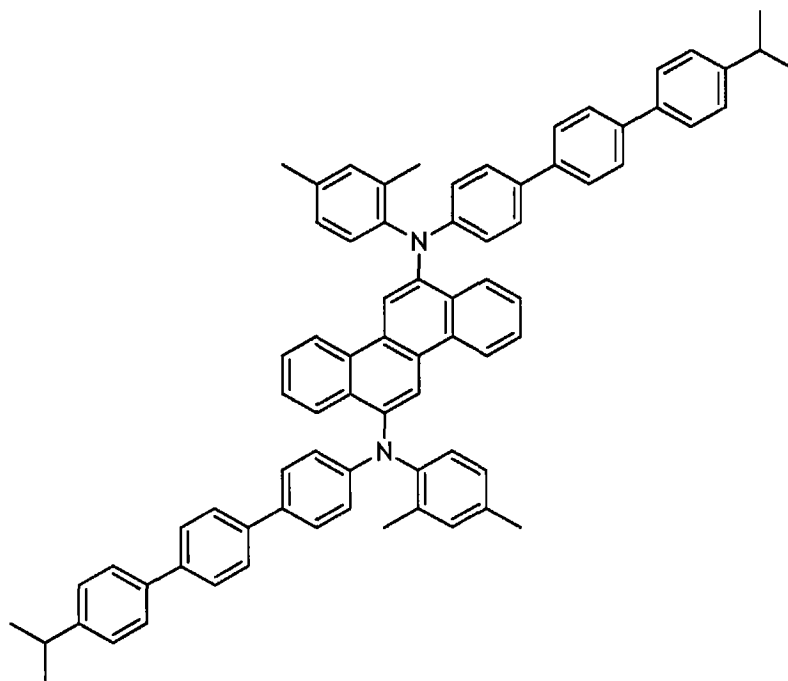
[0183] 其中“D/H”示出该原子位置处 H 或 D 大致相等的可能性。结构由 ^1H NMR、 ^{13}C NMR、 ^2D NMR 和 ^1H - ^{13}C HSQC (杂核单一量子同调) 证实。

[0184] 实施例 2 和 3 以及比较实施例 B 和 C

[0185] 这些实施例展示了具有蓝光发射剂的器件的制造和性能。使用以下材料:

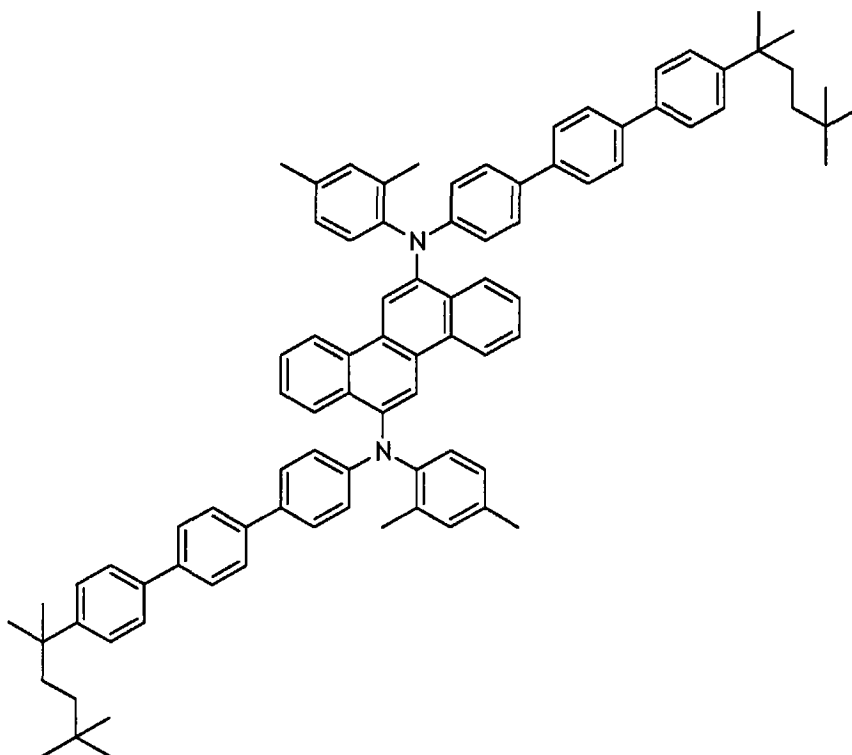
[0186] 发射剂 E1:

[0187]



[0188] 发射剂 E2 :

[0189]



[0190] 器件在玻璃基板上具有下列结构：

[0191] 阳极=氧化铟锡 (ITO) :50nm

[0192] 缓冲层=缓冲液 1 (50nm), 其为导电聚合物和聚合氟化磺酸的含水分散体。此类物质描述于例如公布的美国专利申请 US 2004/0102577、US2004/0127637 和 US 2005/0205860 中。

[0193] 空穴传输层=聚合物 P1, 其为非交联的芳胺聚合物 (20nm)

[0194] 光敏层= 13 : 1 基质 : 掺杂剂 (40nm), 如表 1 中所示

[0195] 电子传输层 = 金属喹啉化物衍生物 (10nm)

[0196] 阴极 = CsF/Al (1.0/100nm)

[0197] 表 1: 器件光敏层

[0198]

实施例	基质	掺杂剂
比较实施例 B-1	比较化合物 A	E1
比较实施例 B-2	比较化合物 A	E1
比较实施例 B-3	比较化合物 A	E1
比较实施例 B-4	比较化合物 A	E1
实施例 2-1	H1	E1
实施例 2-2	H1	E1
实施例 2-3	H1	E1
实施例 2-4	H1	E1
比较实施例 C-1	比较化合物 A	E2
比较实施例 C-2	比较化合物 A	E2
实施例 3-1	H1	E2
实施例 3-2	H1	E2

[0199] 通过溶液工艺和热蒸发技术的组合来制造 OLED 器件。使用得自 Thin Film Devices, Inc 的图案化氧化铟锡 (ITO) 镀膜玻璃基板。这些 ITO 基板基于涂覆有 ITO 的 Corning 1737 玻璃, 其具有 30 欧姆 / 平方的薄膜电阻和 80% 的透光率。在含水洗涤剂溶液中超声清洁图案化 ITO 基板并用蒸馏水漂洗。随后在丙酮中超声清洁图案化 ITO, 用异丙醇漂洗并在氮气流中干燥。

[0200] 在即将制造器件之前, 用紫外臭氧将洁净的图案化 ITO 基板处理 10 分钟。在冷却后立即在 ITO 表面上旋涂缓冲液 1 的含水分散体并加热移除溶剂。冷却后, 接着用空穴传输材料的溶液旋涂所述基板, 然后加热移除溶剂。冷却后, 用发射层溶液旋涂所述基板, 然后加热移除溶剂。将所述基板用掩模遮盖并放置于真空室中。通过热蒸发沉积电子传输层, 然后沉积 CsF 层。然后在真空下更换掩模并通过热蒸发来沉积铝层。将室排气, 并使用玻璃封盖、干燥剂和紫外可固化环氧化物来封装所述器件。

[0201] 通过测量它们的 (1) 电流 - 电压 (I-V) 曲线, (2) 相对于电压的电致发光辐射, 和 (3) 相对于电压的电致发光光谱, 来表征 OLED 样本。所有三个测试均同时进行并由计算机控制。通过将 LED 的电致发光辐射除以运行器件所需的电流, 来确定某一电压下器件的电

流效率。单位是 cd/A。功率效率为电流效率乘以 π ，除以操作电压。单位是 lm/W。器件数据在表 2 中给出。

[0202] 表 2:器件性能

[0203]

实施例	CIE (x, y)	电压 (V)	C.E. (cd/A)	E.Q.E. (%)	P.E. (lm/W)	寿命测试 电流密度 (mA/cm ²)	寿命测试 发光性 (尼特)	原 T50 (h)	1000 尼 特下的 预期寿 命 T50
比较实施例 B-1	0.135, 0.124	4.4	6.1	6.0	4.3	129	6837	410	10766
比较实施例 B-2	0.135, 0.127	4.3	6.4	6.1	4.7	125	7002	410	11211
比较实施例 B-3	0.136, 0.123	4.4	5.7	5.6	4.1	127	5906	430	8804
比较实施例 B-4	0.134, 0.129	4.3	6.4	6.1	4.7	123	7021	430	11813
实施例 2-1	0.136, 0.119	4.4	5.7	5.7	4.1	136	7040	870	24010
实施例 2-2	0.137, 0.117	4.2	5.4	5.5	4.1	126	6244	830	18679
实施例 2-3	0.136, 0.118	4.2	5.7	5.7	4.2	129	6467	830	19828
实施例 2-4	0.136, 0.118	4.3	5.5	5.6	4.1	121	6148	870	19071
比较实施例 C-1	0.135, 0.128	4.3	6.2	6.0	4.6	141	8018	490	16871
比较实施例 C-2	0.135, 0.128	4.3	6.3	6.0	4.6	125	7136	510	14403
实施例 3-1	0.135, 0.122	4.3	6.0	5.9	4.4	121	6741	950	24356
实施例 3-2	0.135, 0.124	4.2	6	5.8	4.4	126	6974	930	25257

[0205] * 所有数据均在 1000 尼特下获得, CE = 电流效率; CIE_x 和 CIE_y 是根据 C. I. E. 色度 (Commission Internationale de L' Eclairage, 1931) 的 x 和 y 颜色坐标。原 T50 为指定寿命测试发光性下器件达到最初发光性一半的时间, 以小时为单位。预期 T50 为 1000 尼特下, 使用加速因子 1.7 的预期寿命。

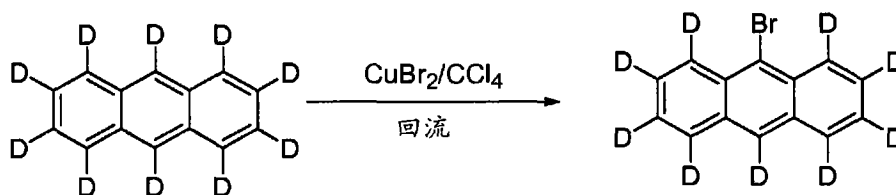
[0206] 可以看出, 采用本发明的氙代基质, 器件的寿命显著提高。当使用发射剂 E1 时, 具有未氙代基质 (比较实施例 B-1 至 B-4) 的比较器件具有 420 小时的平均原 T50。采用氙代类似物基质 H1 (实施例 2-1 至 2-4), 器件具有 850 小时的平均原 T50。当使用发射剂 E2 时, 比较器件 (C-1 和 C-2) 具有 500 小时的平均原 T50。采用氙代类似物基质 H1 (3-1 和 3-2), 平均原 T50 为 940 小时。

[0207] 实施例 4

[0208] 该实施例示出了某些氙代中间体化合物的制备, 所述氙代中间体化合物可用于合成具有受控氙代度的式 I 的化合物。

[0209] 中间体 A :

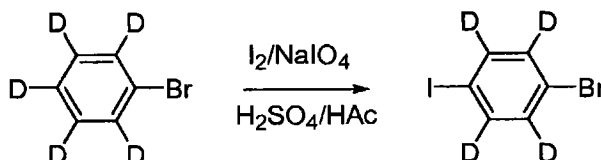
[0210]



[0211] 向蒽-d10 (18.8g, 0.10mol) 的 CCl₄ (500mL) 溶液中一次性加入无水溴化铜 (45g, 0.202mol)。将反应混合物搅拌并加热回流 12 小时。褐色的氯化铜逐渐转变成白色的溴化亚铜, 并逐渐释放出溴化氢 (连接至碱性溶液吸收器)。反应结束时, 通过过滤移除溴化亚铜, 并使四氯化碳溶液通过填充 200g 氧化铝的 35mm 色谱柱。所述柱用 200mL CH₂Cl₂ 洗脱。将合并的洗脱液蒸发至干, 获得 24g (87%) 柠檬黄色固体状 9-溴蒽-d9。它包含原料杂质 (~2%) 和二溴-副产物 (~2%)。该材料无需纯化, 直接用于进一步的偶联反应中。可使用己烷或环己烷重结晶纯化所述中间体, 获得纯化合物。

[0212] 中间体 B :

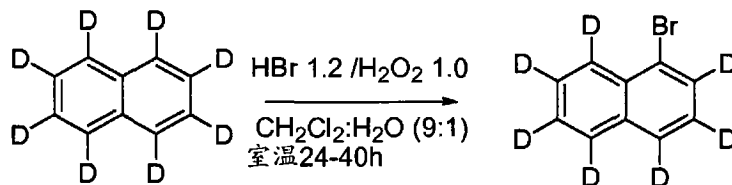
[0213]



[0214] 在室温下, 向 d5-二溴苯 (MW 162, 100g, 0.617mol) 中加入 93mL 50% H₂SO₄ 和 494mL HOAc 的混合溶剂。然后加入粉末化的 I₂ (MW 254, 61.7g, 0.243mol), 接着加入粉末化的 NaIO₄ (MW 214, 26.4g, 0.123mol)。将混合物剧烈搅拌, 并在 90℃ 下加热 4 小时。深紫色溶液变成包含极细白色沉淀的浅橙色混合物。使混合物过夜冷却至室温。在此期间, 产物沉淀成微晶体。将混合物过滤并用 10% 硫代硫酸钠 Na₂S₂O₃ (50mL) 洗涤两次, 然后用水洗涤。将它溶于 CH₂Cl₂ 中, 并实施快速柱层析。获得 124g (70%) 浅黄色结晶材料。用 CH₂Cl₂ (50mL × 3) 萃取滤液, 并将合并的 CH₂Cl₂ 用 10% 硫代硫酸钠 Na₂S₂O₃ (50mL) 洗涤两次, 然后用水洗涤。干燥并蒸发溶剂并实施快速柱层析之后, 又获得 32g 纯产物 (17.5%)。共 156g (收率 88%)。

[0215] 中间体 C :

[0216]

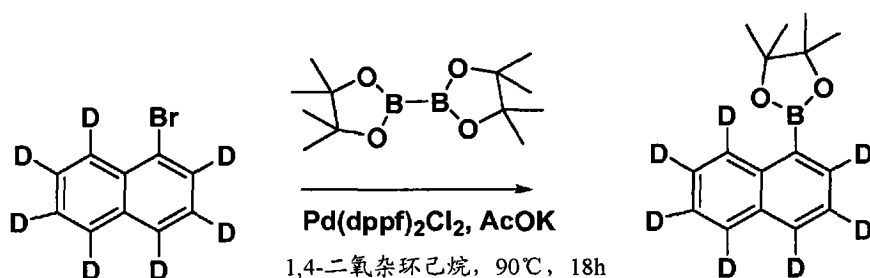


[0217] 在 10-15℃ 下, 向搅拌着的蒽-d8 (MW 136, 68g, 0.5mol) 的 CH₂Cl₂ (800mL) : H₂O (80mL) 溶液和氢溴酸 (MW : 81, d = 1.49, 100g ; 67.5mL 49% 水溶液 ; 0.6mol) 中, 在 30 分钟内缓慢加入过氧化氢 (FW : 34, d = 1.1g/mL, 56g ; 51.5mL 30% 水溶液 ; 0.5mol)。使反应在室温下保持 40 小时, 同时由 TLC 监测其进程。溴化完成后, 减压移除溶剂, 并将粗产物用 10% 硫代硫酸钠 Na₂S₂O₃ (50mL) 洗涤两次, 然后用水洗涤。使用己烷 (100%), 在硅胶

(100-200 目) 上经由快速柱层析分离出纯产物, 然后蒸馏获得 85g 澄清液体状纯 1- 溴代萘-d7, 收率为约 80%。

[0218] 中间体 D:

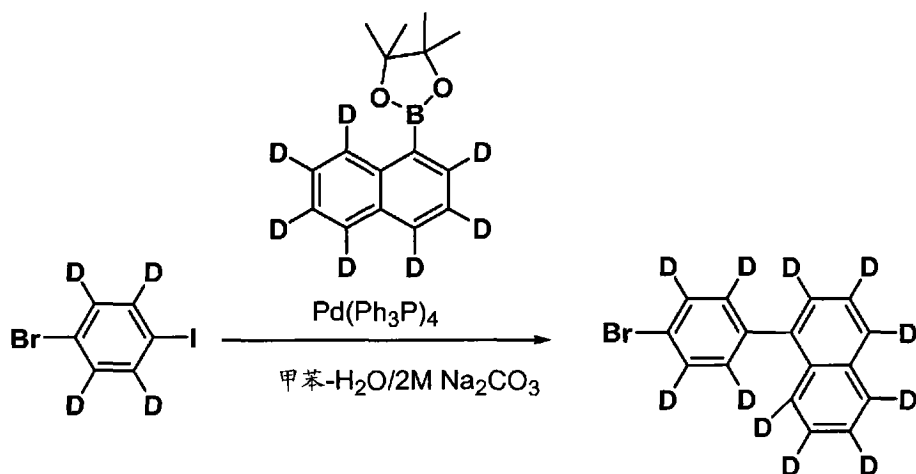
[0219]



[0220] 用氮气将 1- 溴萘-d7 (21.4g, 0.10mol)、双(戊酰)二硼 (38g, 0.15mol)、乙酸钾 (19.6g, 0.20mol) 混合物的 300mL 无水 1,4- 二氧杂环己烷溶液鼓泡 15 分钟。然后加入 $\text{Pd(dppf)}_2\text{Cl}_2\cdot\text{CH}_2\text{Cl}_2$ (1.63g, 0.002mol)。将混合物在 100°C (油浴) 下加热 18 小时。冷却后, 将混合物通过 CELIT 过滤, 然后浓缩至 50mL, 接着加入水, 并用醚萃取三次 (100mL $\times$ 3)。用水 (3x) 和盐水 (1x) 洗涤有机层, 用 MgSO_4 干燥, 过滤并浓缩。将残余物送至硅胶柱 (洗脱液: 己烷), 获得白色液体, 其含有萘和二硼酸酯副产物。因此通过蒸馏实施进一步纯化, 获得澄清的粘稠液体。产量 21g, 82%。

[0221] 中间体 E:

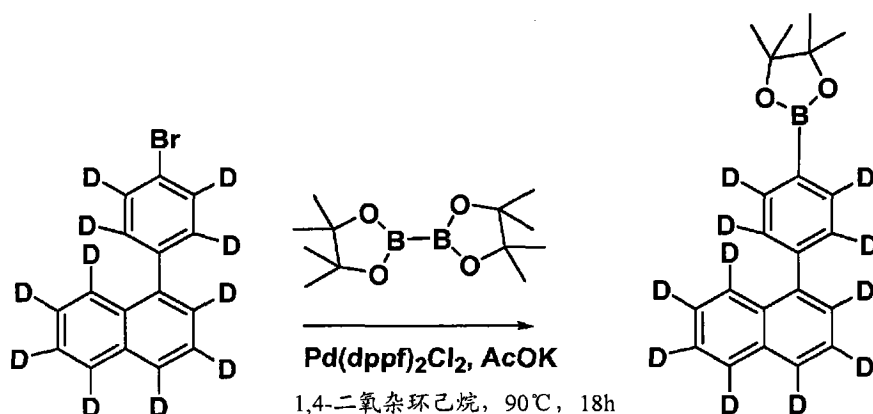
[0222]



[0223] 向 1- 溴-4- 碘苯-D4 (10.95g, 0.0382mole) 和 1- 萘硼酸酯-D7 (10.0g, 0.0383mole) 混合物的甲苯 (300mL) 溶液中, 加入 Na_2CO_3 (12.6g, 0.12mole) 和 H_2O (50mL)、aliquant (3g)。用氮气将混合物鼓泡 15 分钟。然后加入 $\text{Pd(PPh}_3)_4$ (0.90g, 2%)。在氮气氛下将混合物回流 12 小时。冷却后分离反应混合物, 用水洗涤有机层并分离、干燥和浓缩。加入二氧化硅并浓缩。蒸发残余溶剂后, 使用己烷作为洗脱液, 使其经历快速柱层析, 获得粗产物。通过蒸馏实施进一步纯化 (在 135-140°C / 100mtorr 收集), 获得澄清的粘稠液体 (8.76g, 收率 78%)。

[0224] 中间体 F:

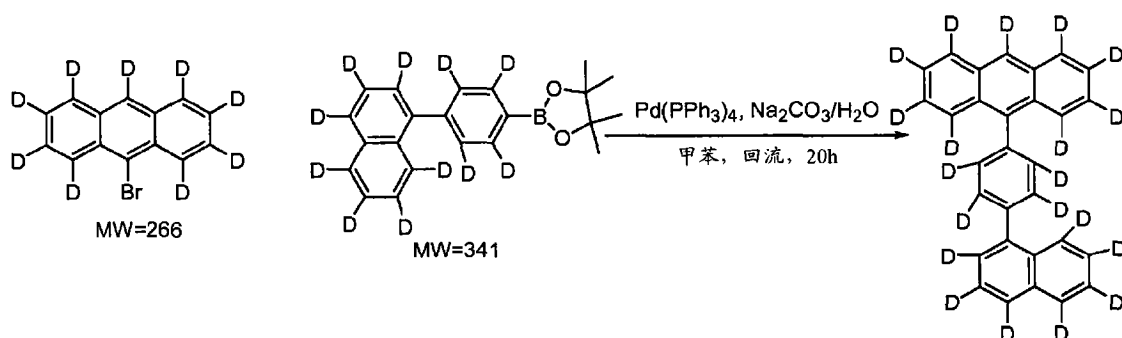
[0225]



[0226] 用氮气将 1-溴苯基-4-萘-d11 (22g, 0.075mol)、双(戊酰)二硼 (23g, 0.090mol)、乙酸钾 (22g, 0.224mol) 的 200ml 无水 1,4-二氧杂环己烷溶液鼓泡 15 分钟。然后加入 $\text{Pd(dppf)}_2\text{Cl}_2 \cdot \text{CH}_2\text{Cl}_2$ (1.20g, 0.00147mol)。将混合物在 100°C (油浴) 下加热 18 小时。冷却后, 将混合物通过 CELIT 过滤, 然后浓缩至 50ml, 接着加入水, 并用醚萃取三次 (100ml × 3)。用水 (3x) 和盐水 (1x) 洗涤有机层, 用 MgSO_4 干燥, 过滤并浓缩。将残余物送至硅胶柱 (洗脱液: 己烷), 获得白色液体, 其含有萘和二硼酸酯副产物。因此使用己烷作为洗脱液, 再次通过实施硅胶柱层析进行进一步纯化。蒸发溶剂并浓缩至约 80ml 己烷并形成白色晶状产物后, 将它过滤获得 20.1g 产物, 收率 81%。

[0227] 中间体 G:

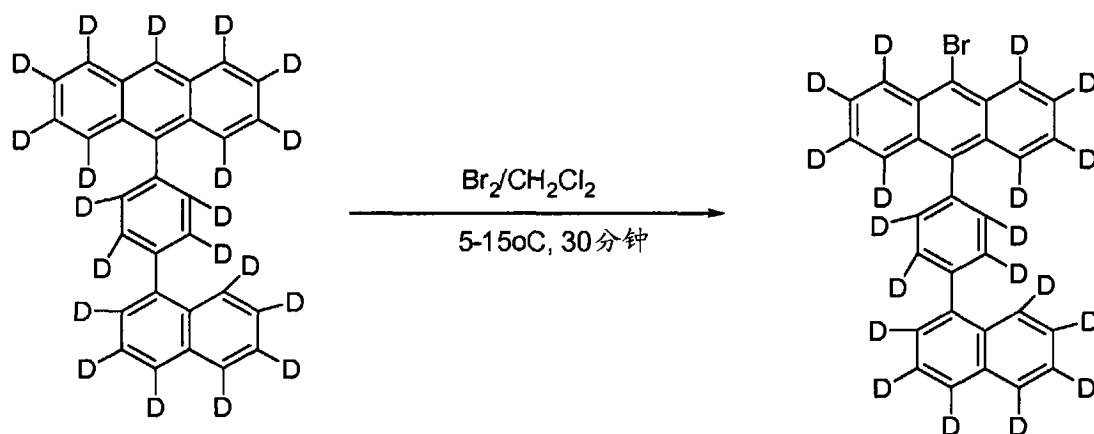
[0228]



[0229] 向中间体 A (18.2g) 和中间体 F 硼酸酯 (25.5g) 的甲苯 (500ml) 溶液中, 加入 Na_2CO_3 (31.8g) 和 H_2O (120ml)、aliquant (5g)。用氮气将混合物鼓泡 15 分钟。然后加入 $\text{Pd(PPh}_3)_4$ (1.5g, 1.3%)。在氮气氛下将混合物回流 12 小时。冷却后将反应混合物分离, 用水洗涤有机层, 并分离、干燥并浓缩至 ~ 50ml, 并倒入到 MeOH 中。过滤出固体, 获得黄色粗产物 (~ 28.0g)。用水、HCl (10%)、水和甲醇洗涤粗产物。将它再次溶于 CHCl_3 中, 用 MgSO_4 干燥, 过滤。向滤液中加入硅胶, 浓缩并干燥, 仅使用己烷作为洗脱液, 在硅胶 (0.5Kg) 上纯化 (共 50L 己烷通过 --- 仅循环使用 5L 己烷), 获得白色产物。

[0230] 中间体 H:

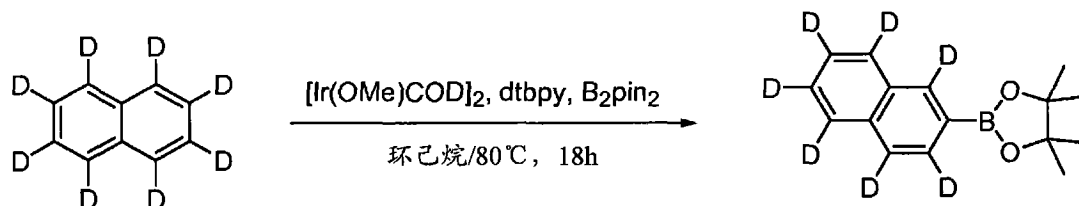
[0231]



[0232] 向冰浴冷却的9-(4-萘-1-基)苯基蒽-D20中间体G(MW 400.6, 20.3g, 0.05mole)的CH₂Cl₂(450mL)溶液中,缓慢加入(20分钟)溶于CH₂Cl₂(150mL)中的溴(MW 160, 8.0g, 0.05mole)。反应立即发生,并且颜色变成浅黄色。加入Na₂S₂O₃溶液(2M, 100mL)并搅拌15分钟。然后分离水层,并用Na₂CO₃(10%, 50mL)洗涤有机相,然后用水洗涤三次。分离,然后用MgSO₄干燥,接着蒸发溶剂直至剩下100mL。倒入到甲醇(200mL)中并过滤获得23.3g纯化合物(MW 478.5, 收率97.5%)。HPLC显示纯度100%。

[0233] 中间体I:

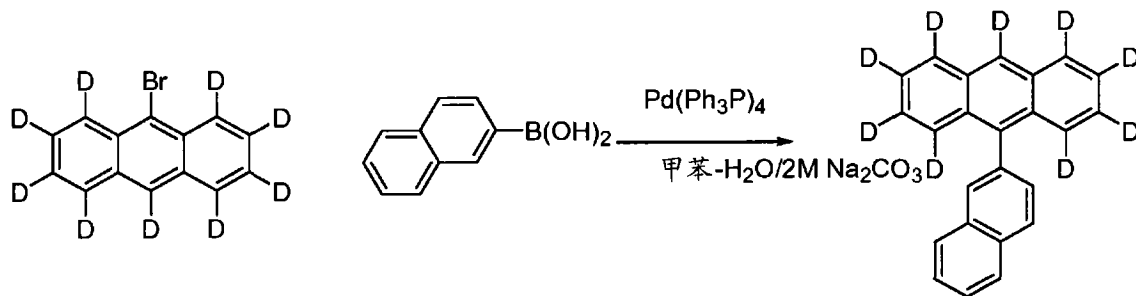
[0234]



[0235] 将萘-D8(13.6g, 0.10mole)、双(戊酰)二硼(27.93g, 0.11mole)、二-μ-甲氧基双(1,5-环辛二烯)二铱(I) [Ir(OMe)COD]₂(1.35g, 2mmole, 2%)和4,4'-二叔丁基-2,2'-联吡啶(1.1g, 4mmole)的混合物加入到环己烷(200mL)中。用N₂将混合物脱气15分钟,然后在85°C(油浴)下加热过夜(深褐色溶液)。使混合物通过硅胶垫。收集组分,并浓缩至干。加入己烷。将滤液浓缩(液体)并通过硅胶柱,用己烷淋洗,获得澄清液体,它不纯,并且再次由硅胶柱纯化,用己烷淋洗,然后在135°C/100mmHg下蒸馏,获得纯的白色粘稠液体,并且它固化获得白色粉末(18.5g, 收率70%)。

[0236] 中间体J:

[0237]

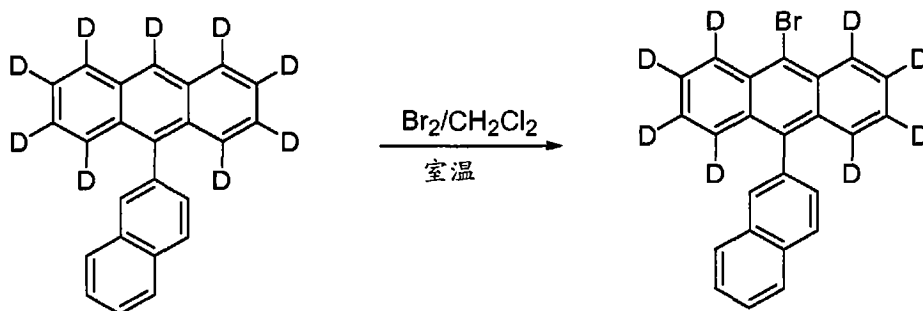


[0238] 向RBF(100mL)中加入9-溴蒽-d9(MW 266, 2.66g, 0.01mole)、萘-2-硼酸(MW 172, 1.72g, 0.01mol),然后加入甲苯(30mL)。用N₂将混合物吹扫10分钟。然后加入溶于

水 (10mL) 中的 Na_2CO_3 (2M, 10mL (2.12g), 0.02mole)。用 N_2 将混合物持续吹扫 10 分钟。加入催化量的 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ (0.25g, 2.5%, 0.025mmol)。将混合物回流过夜。分离出有机层, 然后倒入到甲醇中, 用水、 HCl (10%)、水和甲醇洗涤。它获得 2.6g 纯的白色产品。(收率: 83%)。

[0239] 中间体 K:

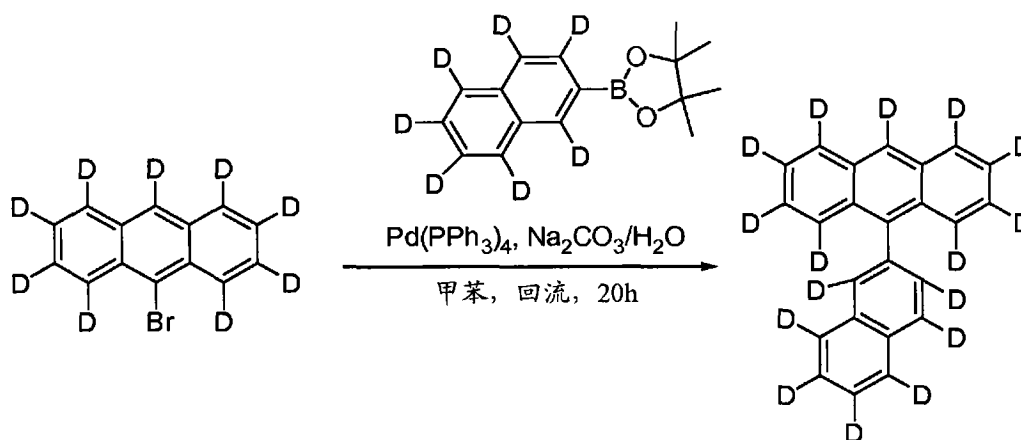
[0240]



[0241] 将 (2.6g, 0.0083mole) 9-2'-萘基葱-d9 中间体 J 的 CH_2Cl_2 (50mL) 溶液滴加到溴 (1.33g, 0.0083mole) 的 CH_2Cl_2 (5mL) 溶液中, 并搅拌 30 分钟。加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 (2M, 10mL) 并搅拌 15 分钟。然后分离出水层, 并将有机相用 Na_2CO_3 (10%, 10mL) 洗涤, 然后用水洗涤三次。分离, 然后用 MgSO_4 干燥, 接着蒸发溶剂直至剩下 20mL。倒入到甲醇 (100mL) 中, 并过滤获得纯化合物 (3.1g, 收率 96%)。

[0242] 中间体 L:

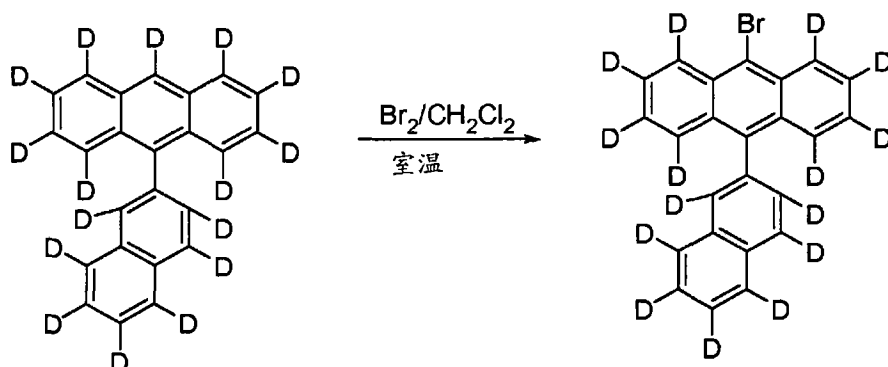
[0243]



[0244] 向 9-溴葱-D9 中间体 K (2.66g, 0.01mole) 和 4,4,5,5-四甲基-2-(萘-2-基-D7)-1,3,2-二杂氧戊硼烷 (2.7g, 0.011mole) 混合物的甲苯 (~60mL) 溶液中加入 Na_2CO_3 (4.0g, 0.04mole) 和 H_2O (20mL)。用氮气将混合物鼓泡 15 分钟。然后加入 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ (0.20g, 2.0%)。在氮气氛下将混合物回流 18 小时 (黄色固体)。冷却反应混合物后, 将它倒入到 MeOH (200mL) 中。过滤出固体, 获得黄色粗产物。将粗产物用水和甲醇洗涤。将它再次溶于 CHCl_3 中, 用 MgSO_4 干燥, 过滤。向滤液中加入硅胶, 浓缩并干燥, 使用己烷作为洗脱液, 在硅胶上纯化, 获得纯产物 (3.0g, 收率 94%)。

[0245] 中间体 M:

[0246]

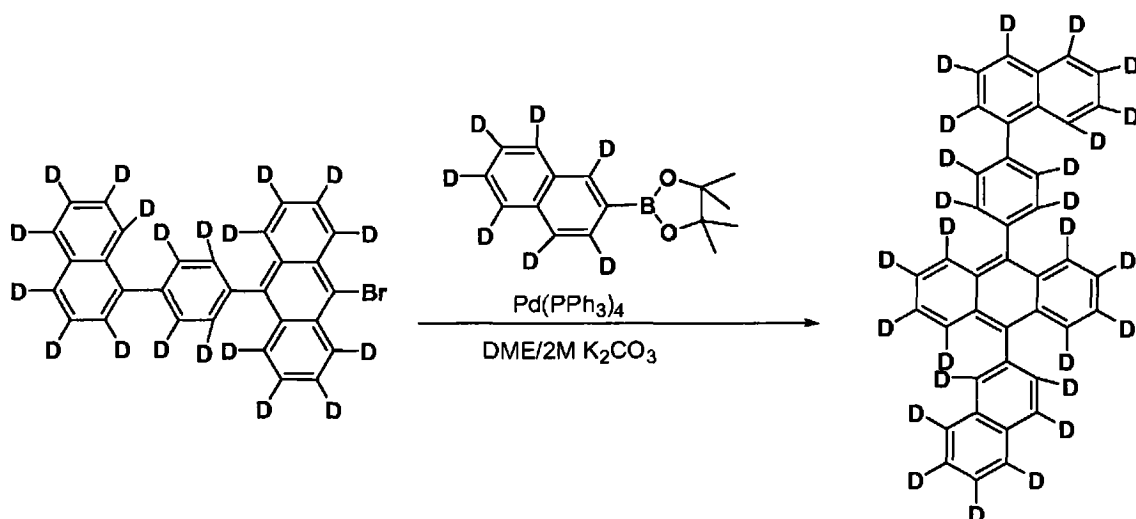


[0247] 将 9-2'-萘基蒽-d9 中间体 L (2.8g, 0.00875mole) 的 CH_2Cl_2 (50mL) 溶液滴加到溴 (1.4g, 0.00875mole) 的 CH_2Cl_2 (5mL) 溶液中, 并搅拌 30 分钟。然后加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 (2M, 10mL) 并将混合物搅拌 15 分钟。然后分离出水层, 并将有机相用 Na_2CO_3 (10%, 10mL) 洗涤, 然后用水洗涤三次。分离, 然后用 MgSO_4 干燥, 接着蒸发溶剂直至剩下 20mL。倒入到甲醇 (100mL) 中, 并过滤获得纯化合物 (3.3g, 收率 95%)。

[0248] 实施例 5

[0249] 该实施例示出了由中间体 H 和中间体 I 来合成化合物 H8。

[0250]

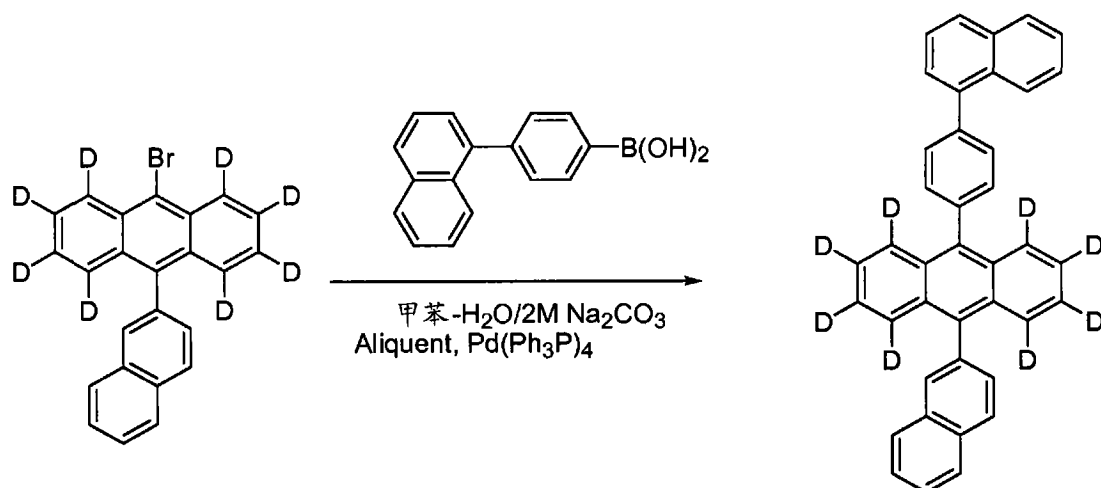


[0251] 向 9-溴-10-(4-萘-1-基)苯基蒽-D19 中间体 H (14.84g, 0.031mole) 和 2-萘硼酸酯中间体 I (10.0g, 0.038mole) 混合物的 DME (350mL) 溶液中加入 K_2CO_3 (12.8g, 0.093mole) 和 H_2O (40mL)。用氮气将混合物鼓泡 15 分钟。然后加入 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ (0.45g, 1.3%)。在氮气氛下将混合物回流 12 小时。冷却后, 将反应混合物浓缩至 ~150mL, 并倒入到 MeOH 中。过滤出固体, 获得浅黄色粗产物。将粗产物用水和甲醇洗涤。将它再次溶于 CHCl_3 中, 用 MgSO_4 干燥, 过滤。向滤液中加入硅胶, 浓缩并干燥, 使用己烷: 氯仿 (3:1) 作为洗脱液, 在硅胶 (0.5Kg) 上纯化, 获得白色产物 (15g, 收率 91%)。

[0252] 实施例 6

[0253] 该实施例示出了由中间体 K 来合成化合物 H13。

[0254]

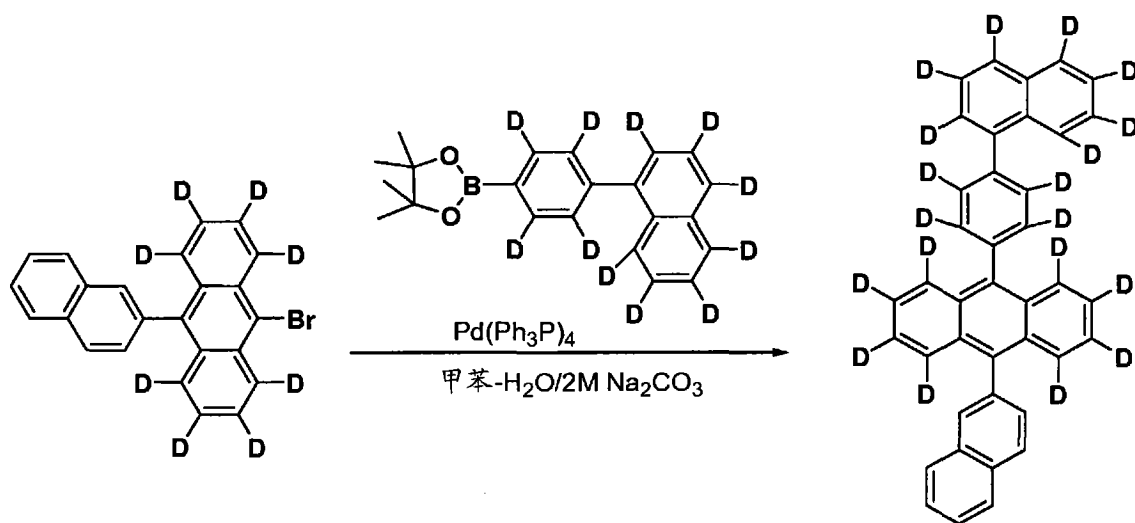


[0255] 向 RBF(100mL) 中加入 9-溴-10-(萘-2-基)蒽中间体 K(1.96g, 0.05mol)、4-(萘-1-基)苯硼酸(1.49g, 0.06mol), 然后加入甲苯(30mL)。用 N₂ 将混合物吹扫 10 分钟。然后加入溶于水(8mL)中的 Na₂CO₃(1.90g, 0.018mole), 接着加入 Aliquant(1mL)。用 N₂ 将混合物持续吹扫 10 分钟。加入催化量的 Pd(PPh₃)₄(116mg)。将混合物回流过夜。分离水相后, 将有机层倒入到甲醇(100mL)中, 收集白色固体。将它过滤, 并使用氯仿: 己烷(1 : 3), 通过实施硅胶柱层析进行进一步纯化, 获得纯的白色化合物(2.30g, 收率 90%)。

[0256] 实施例 7

[0257] 该实施例示出了由中间体 I 和中间体 F 来合成化合物 H9。

[0258]



[0259] 向 RBF(100mL) 中加入 9-溴-10-(萘-2-基)蒽-D8 中间体 K(0.70g, 0.0018mol)、4-(萘-1-基)苯硼酸-D11 中间体 F(0.7g, 0.002mol), 然后加入甲苯(10mL)。用 N₂ 将混合物吹扫 10 分钟。然后加入溶于水(3mL)中的 Na₂CO₃(0.64g, 0.006mole), 接着加入 Aliquant(0.1mL)。用 N₂ 将混合物持续吹扫 10 分钟。加入催化量的 Pd(PPh₃)₄(0.10g)。将混合物回流过夜。分离水相后, 将有机层倒入到甲醇(100mL)中, 收集白色固体。将它过滤, 并使用氯仿: 己烷(1 : 3), 通过实施硅胶柱层析进行进一步纯化, 获得纯的白色化合物(0.90g, 收率 95%)。

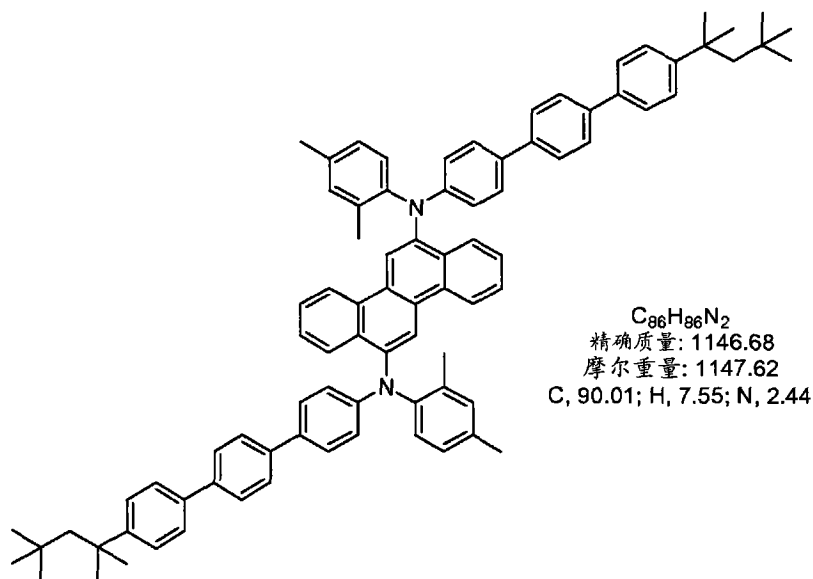
[0260] 以类似的方式制备化合物 H10、H11 和 H12。

[0261] 实施例 8-10 和比较实施例 D 和 E

[0262] 这些实施例展示了具有蓝光发射剂的器件的制造和性能。使用以下材料：

[0263] 发射剂 E3：

[0264]



[0265] 器件在玻璃基板上具有下列结构：

[0266] 阳极 = ITO (50nm)

[0267] 缓冲层 = 缓冲剂 1 (50nm)。

[0268] 空穴传输层 = 聚合物 P1 (20nm)

[0269] 光敏层 = 13 : 1 基质 : 掺杂剂 (40nm), 如表 3 中所示

[0270] 电子传输层 = 金属喹啉化物衍生物 (10nm)

[0271] 阴极 = CsF/Al (1.0/100nm)

[0272] 表 3 : 器件光敏层

[0273]

实施例	基质	掺杂剂
比较实施例 D-1	比较化合物 A	E3
比较实施例 D-2	比较化合物 A	E3
实施例 8-1	H11	E3
实施例 8-2	H11	E3
实施例 9-1	H8	E3
实施例 9-2	H8	E3
比较实施例 E-1	比较化合物 A	E3
比较实施例 E-2	比较化合物 A	E3

实施例 10-1	H10	E3
实施例 10-2	H10	E3

[0274] 通过溶液工艺和热蒸发技术的组合来制造 OLED 器件。使用得自 ThinFilm Devices, Inc 的图案化氧化铟锡 (ITO) 镀膜玻璃基板。这些 ITO 基板基于涂覆有 ITO 的 Corning 1737 玻璃, 其具有 30 欧姆 / 平方的薄膜电阻和 80% 的透光率。在含水洗涤剂溶液中超声清洁图案化 ITO 基板并用蒸馏水漂洗。随后在丙酮中超声清洁图案化 ITO, 用异丙醇漂洗并在氮气流中干燥。

[0275] 在即将制造器件之前, 用紫外臭氧将洁净的图案化 ITO 基板处理 10 分钟。在冷却后立即在 ITO 表面上旋涂缓冲液 1 的含水分散体并加热移除溶剂。冷却后, 接着用空穴传输材料的溶液旋涂所述基板, 然后加热移除溶剂。冷却后, 用发射层溶液旋涂所述基板, 然后加热移除溶剂。将所述基板用掩模遮盖并放置于真空室中。通过热蒸发沉积电子传输层, 然后沉积 CsF 层。然后在真空下更换掩模并通过热蒸发来沉积铝层。将室排气, 并使用玻璃封盖、干燥剂和紫外可固化环氧化物来封装所述器件。

[0276] 通过测量它们的 (1) 电流 - 电压 (I-V) 曲线, (2) 相对于电压的电致发光辐射, 和 (3) 相对于电压的电致发光光谱, 来表征 OLED 样本。所有三个测试均同时进行并由计算机控制。通过将 LED 的电致发光辐射除以运行器件所需的电流, 来确定某一电压下器件的电流效率。单位是 cd/A。功率效率为电流效率乘以 π , 除以操作电压。单位是 lm/W。器件数据在表 4 中给出。

[0277] 表 4: 器件性能

[0278]

实施例	CIE (x, y)	电压 (V)	C.E. (cd/A)	E.Q.E. (%)	P.E. (lm/W)	寿命测试 电流密度 (mA/cm ²)	寿命测试 发光性 (尼特)	原 T50 (h)	1000 尼 特下的 预期寿 命 T50
比较实施例 D-1	0.136, 0.126	4.4	5.7	5.5	4.1	127	6686	455	11503
比较实施例 D-2	0.136, 0.123	4.4	5.8	5.7	4.2	129	6572	450	11048
实施例 8-1	0.136, 0.121	4.4	5.8	5.8	4.2	128	6669	555	13970
实施例 8-2	0.136, 0.124	4.3	5.9	5.7	4.2	130	6599	590	14587
实施例 9-1	0.136, 0.121	4.3	5.8	5.8	4.2	127	6475	940	22503

[0279]

实施例 9-2	0.136, 0.121	4.4	5.8	5.8	4.2	124	6254	955	21551
比较实施例 E-1	0.136, 0.123	4.4	6.1	6.0	4.3	124	6670	400	10071
比较实施例 E-2	0.135, 0.124	4.4	5.8	5.6	4.1	131	7006	388	10620
实施例 10-1	0.136, 0.121	4.4	6.0	5.9	4.2	123	6403	622	14610
实施例 10-2	0.136, 0.118	4.4	5.7	5.8	4.1	121	6050	675	14398

[0280] * 所有数据均在 1000 尼特下获得, CE = 电流效率; CIE_x 和 CIE_y 是根据 C. I. E. 色度 (Commission Internationale de L' Eclairage, 1931) 的 x 和 y 颜色坐标。原 T50 为指定寿命测试发光性下器件达到最初发光性一半的时间, 以小时为单位。预期 T50 为 1000 尼特下, 使用加速因子 1.7 的预期寿命。

[0281] 应注意到, 上文一般性描述或实施例中所描述的行为不是所有都是必需的, 一部分具体行为不是必需的, 并除了所描述的那些以外, 还可实施一个或多个其他行为。此外, 所列行为的顺序不必是实施它们的顺序。

[0282] 在上述说明书中, 已参考具体的实施方案描述了不同概念。然而, 本领域的普通技术人员认识到, 在不脱离如下文权利要求中所述的本发明范围的情况下, 可进行各种修改和变化。因此, 说明书和附图应被认为是示例性而非限制性的, 并所有此类修改形式均旨在包括于本发明的范围内。

[0283] 上文已结合具体的实施方案描述了有益效果、其他优点以及问题的解决方案。然而, 有益效果、优点、问题的解决方案、以及可致使任何有益效果、优点或解决方案产生或变得更显著的任何特征不可解释为是任何或所有权利要求的关键、必需或基本特征。

[0284] 应当认识到, 为清楚起见, 本文不同实施方案的上下文中所描述的某些特点也可在单个实施方案中以组合方式提供。反之, 为简化起见, 在单个实施方案上下文中所描述的多个特点也可以分别提供, 或以任何子组合的方式提供。此外, 在范围内描述的相关数值包括所述范围内的每个值。

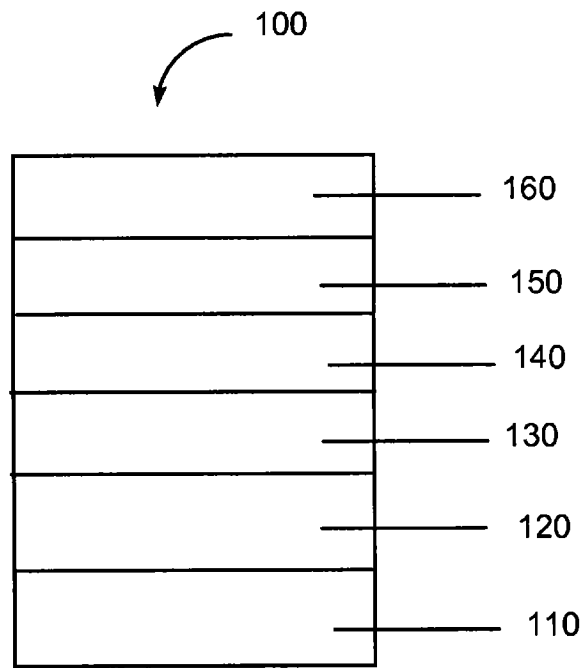


图 1

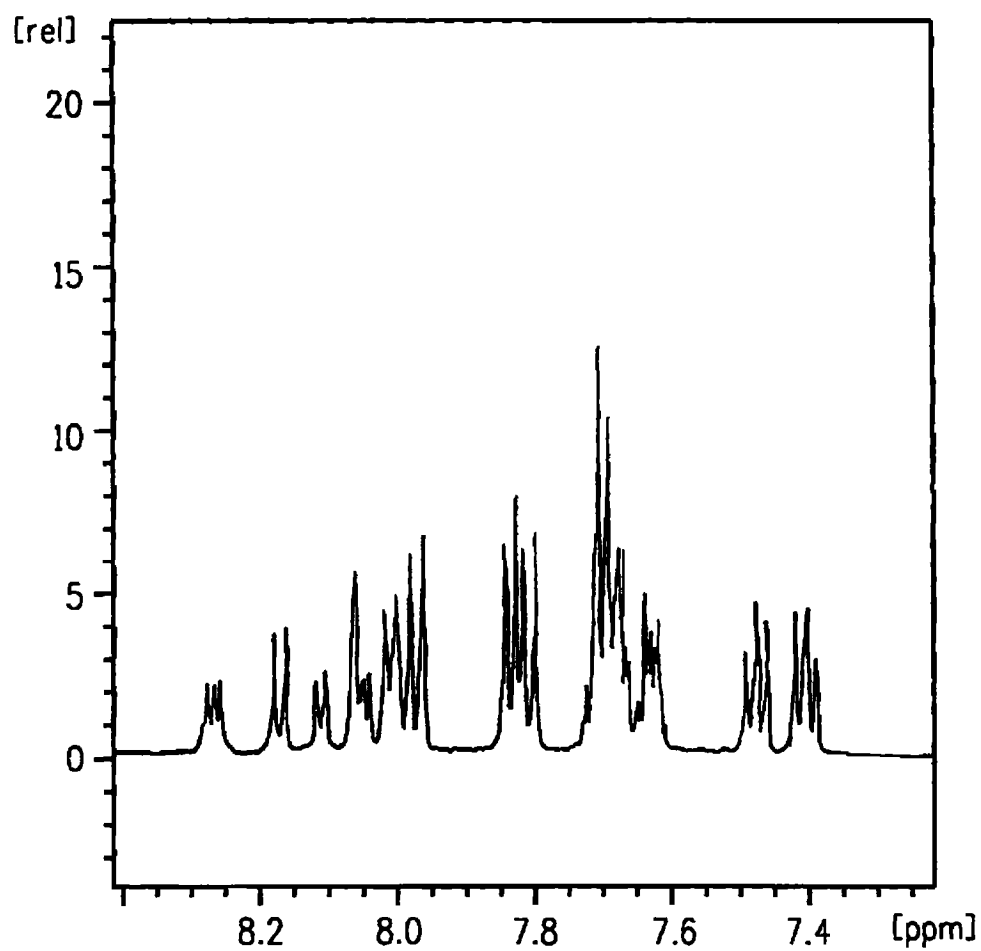


图 2

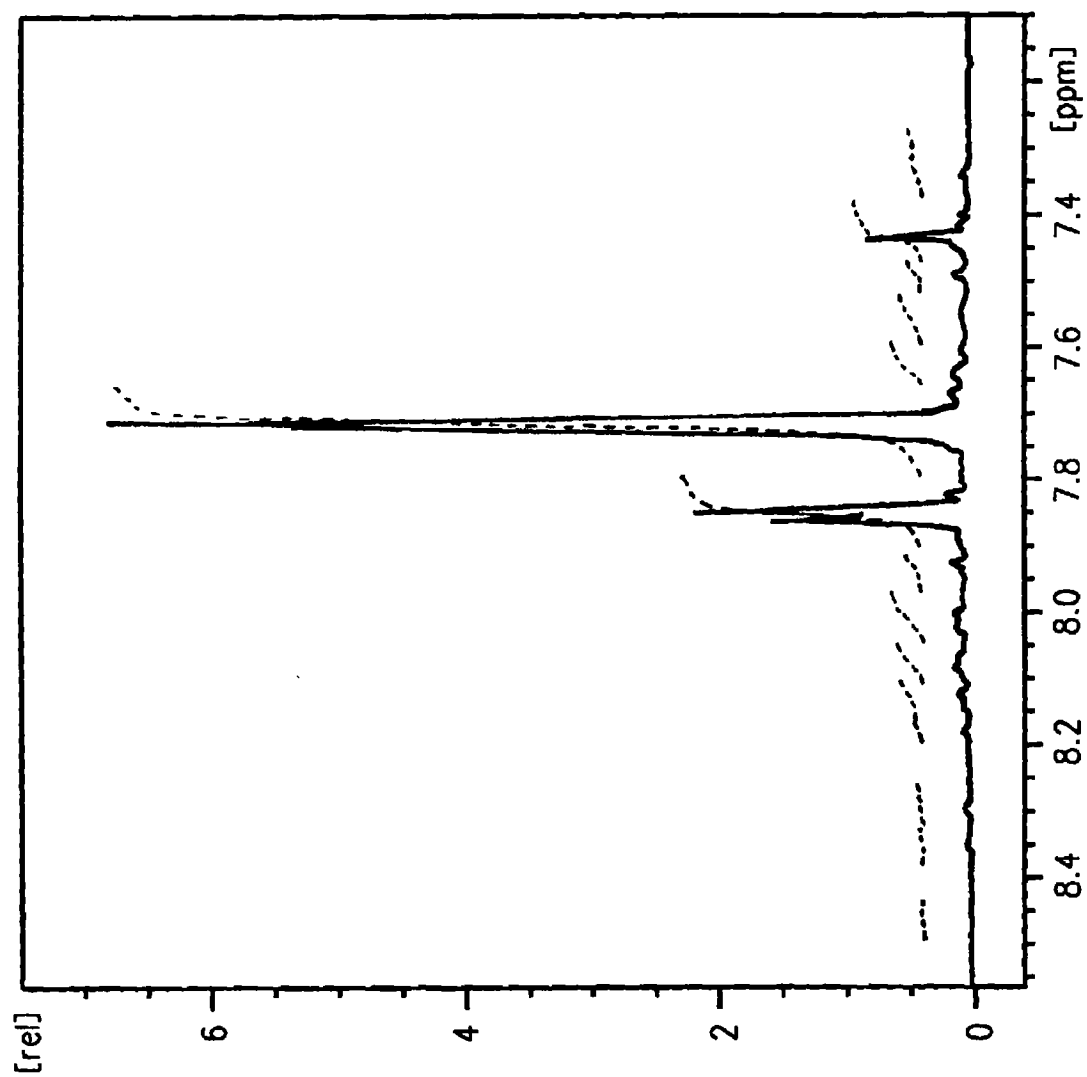


图 3

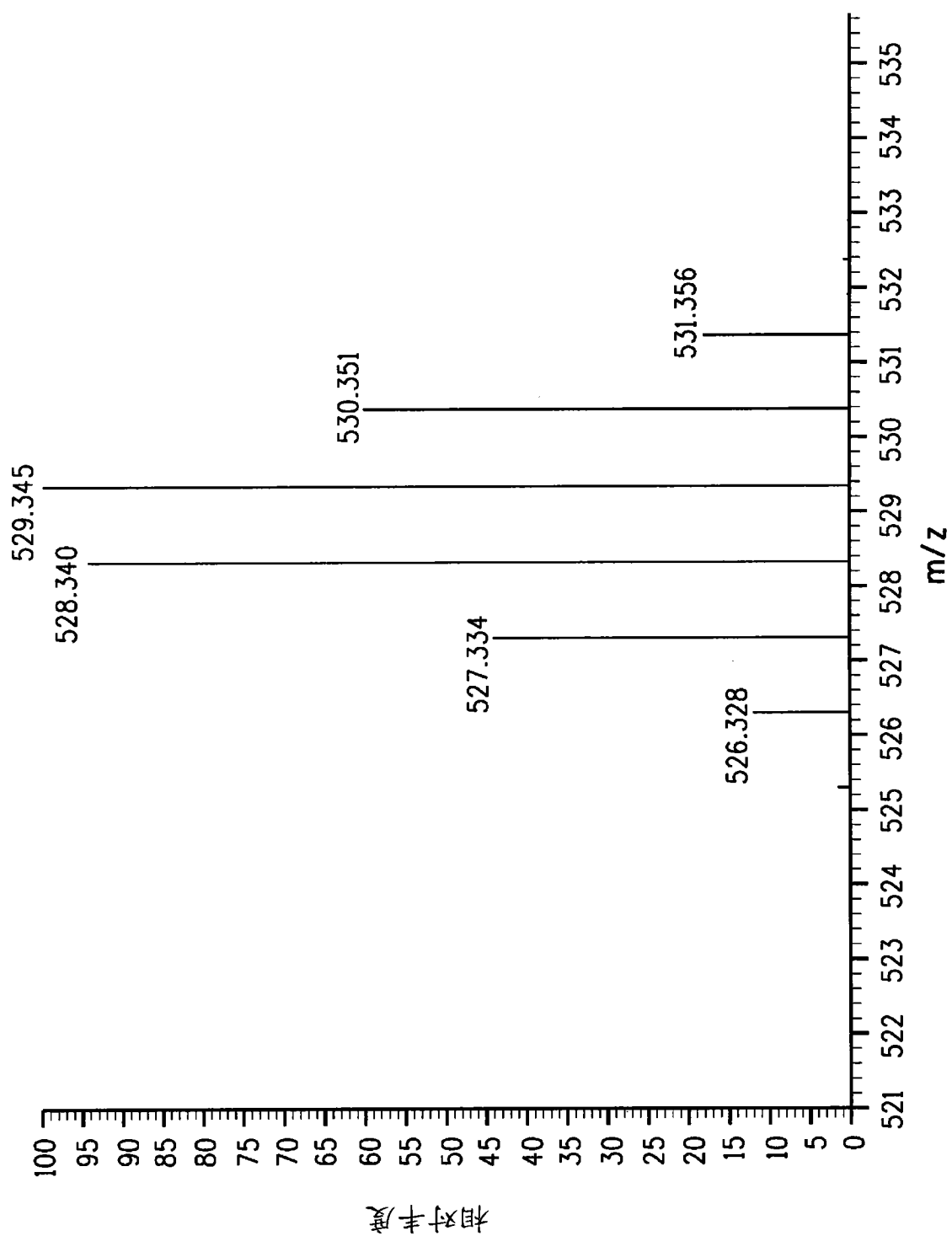


图 4