



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101910359 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 08

(21) 申请号 200880122481. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 10. 15

G09K 11/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H05B 33/14 (2006. 01)

07119144. 9 2007. 10. 24 EP

H01L 51/00 (2006. 01)

G07D 251/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 06. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/063814 2008. 10. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02009/053278 DE 2009. 04. 30

(71) 申请人 巴斯夫欧洲公司

地址 德国路德维希港

(72) 发明人 E·弗茨 N·兰格尔 C·伦纳茨

P·施特罗里格尔 M·罗特曼

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 刘金辉 林柏楠

权利要求书 5 页 说明书 25 页

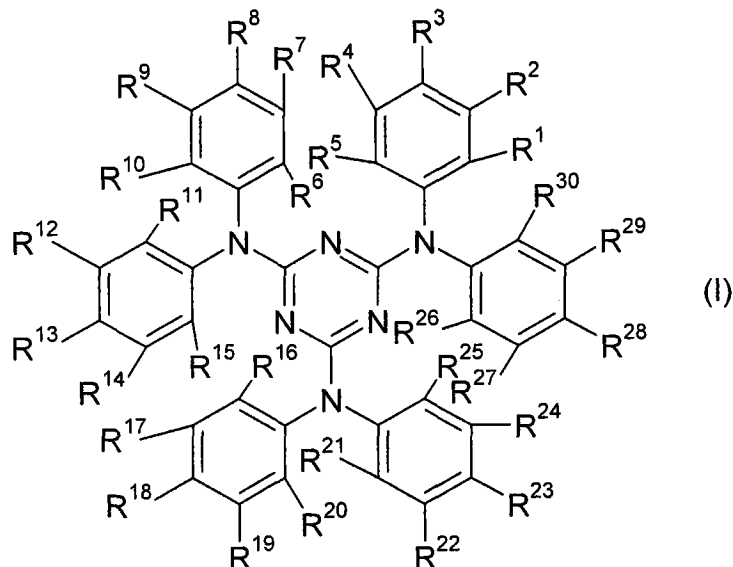
(54) 发明名称

取代的三(二苯基氨基)三嗪化合物在 OLED 中的用途

(57) 摘要

本发明涉及一种包含至少一种具有至少一个烷氧基或芳氧基的三(二苯基氨基)三嗪化合物的有机发光二极管,一种包含至少一种具有至少一个烷氧基或芳氧基的三(二苯基氨基)三嗪化合物的发光层,上述化合物作为基质材料、空穴/激子阻挡材料、电子/激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和/或电子传输材料的用途和具有至少一种本发明有机发光二极管的选自固定式可视显示单元、移动式可视显示单元和照明单元的器件。

1. 一种有机发光二极管,其包含至少一种通式(I)的三(二苯基氨基)三嗪化合物:

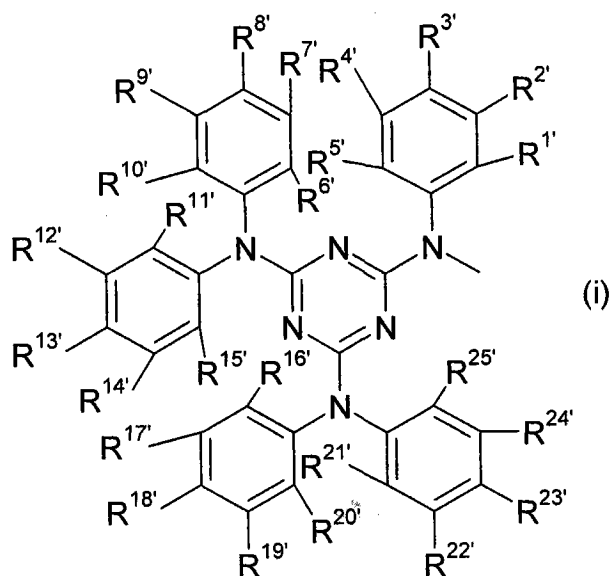


其中基团 R^1 - R^{30} 各自独立地定义如下:

氢、烷基、环烷基、杂环烷基、芳基、杂芳基、OH、O- 烷基、O- 芳基、O- 杂芳基、SH、S- 烷基、S- 芳基、卤素、拟卤素、氨基或具有给体或受体作用的其它取代基,

或

式 (i) 基团



其中基团 $R^{1'}$ 、 $R^{2'}$ 、 $R^{3'}$ 、 $R^{4'}$ 、 $R^{5'}$ 、 $R^{6'}$ 、 $R^{7'}$ 、 $R^{8'}$ 、 $R^{9'}$ 、 $R^{10'}$ 、 $R^{11'}$ 、 $R^{12'}$ 、 $R^{13'}$ 、 $R^{14'}$ 、 $R^{15'}$ 、 $R^{16'}$ 、 $R^{17'}$ 、 $R^{18'}$ 、 $R^{19'}$ 、 $R^{20'}$ 、 $R^{21'}$ 、 $R^{22'}$ 、 $R^{23'}$ 、 $R^{24'}$ 和 $R^{25'}$ 各自独立地如对基团 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{19} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 和 R^{25} 所定义;

条件是基团 R^2 、 R^4 、 R^7 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{19} 、 R^{22} 、 R^{24} 、 R^{27} 或 R^{29} 的至少一个中的至少一个基团为 O- 烷基或 O- 芳基。

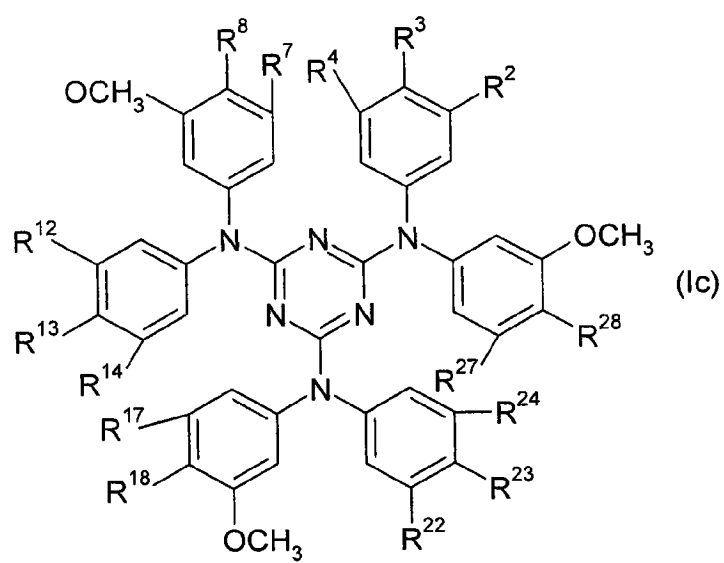
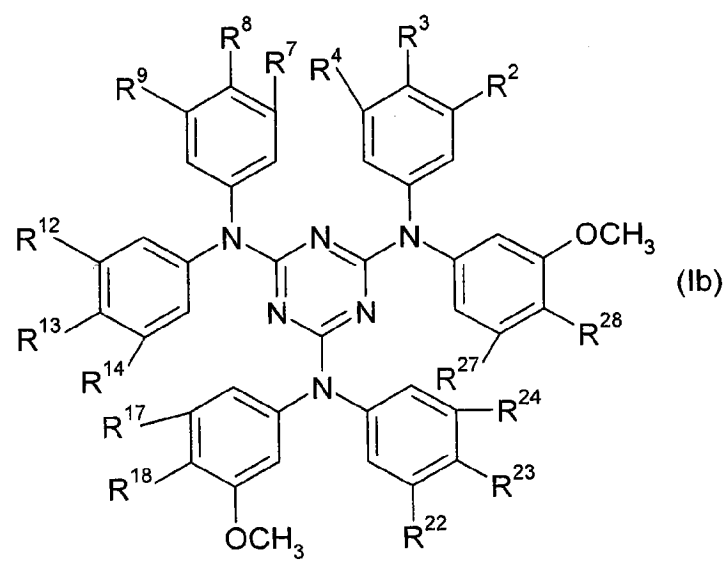
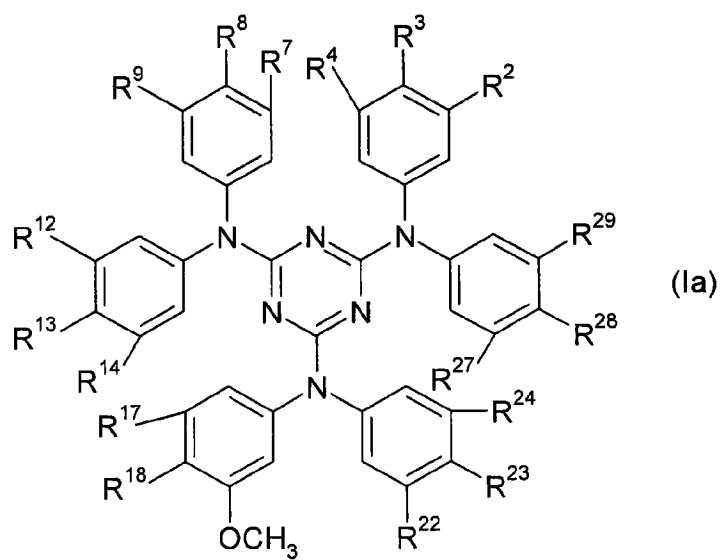
2. 根据权利要求 1 所述的有机发光二极管,其中基团 R^1 - R^{30} 和 $R^{1'}$ - $R^{25'}$ 各自独立地为氢、烷基、环烷基、O- 烷基、O- 芳基、芳基、SH、S- 烷基、S- 芳基、卤素、拟卤素或氨基,优选氢, C_1 - C_8 烷基,尤其是甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基或叔丁基或卤代 C_1 - C_8 烷基如 CF_3 , 芳基,尤其是苯基,卤素,尤其是 F 或 Cl,拟卤素,尤其是 CN, O- 烷基,尤其

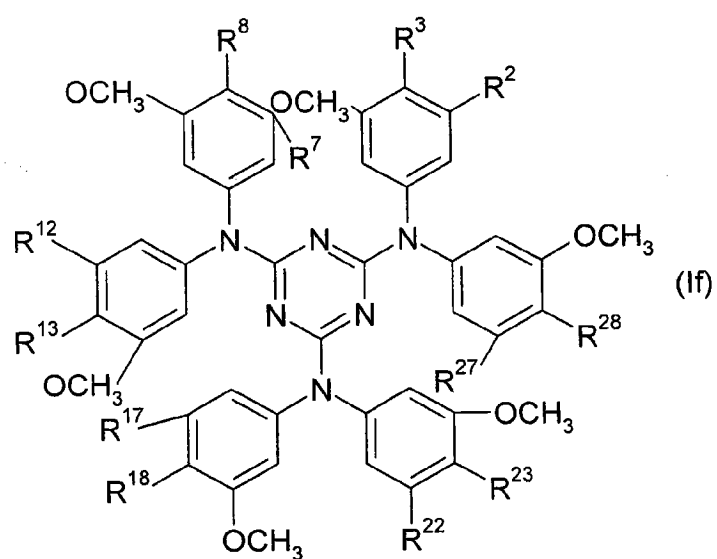
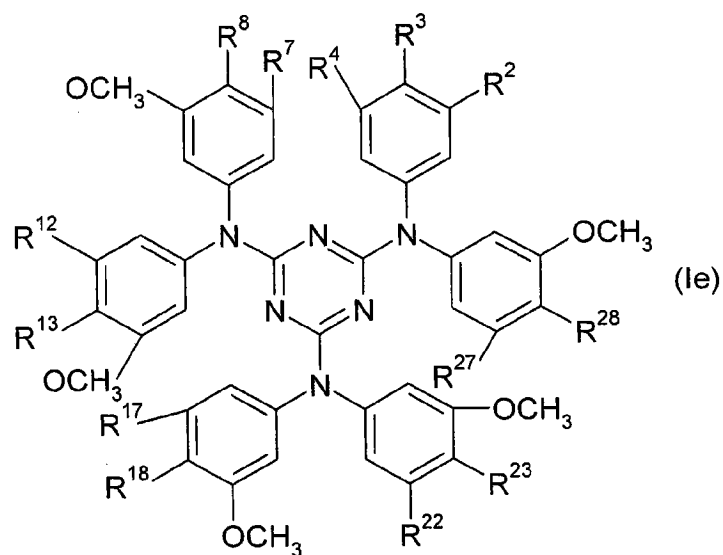
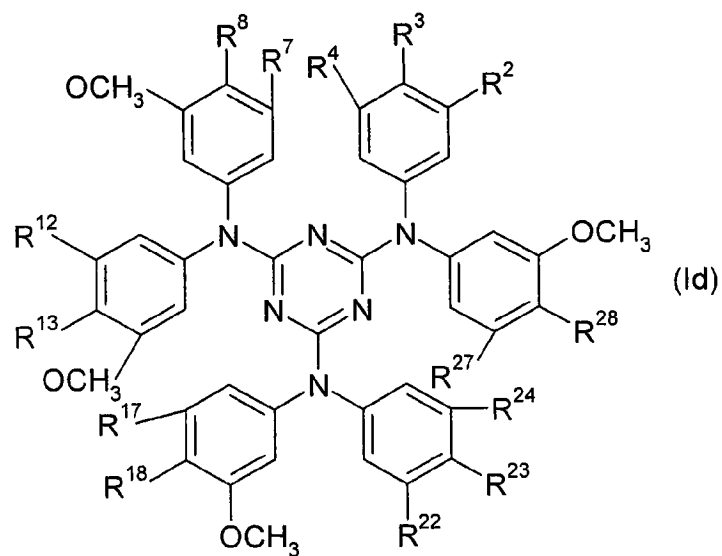
是 $O-C_1-C_8$ 烷基, $O-$ 芳基, 尤其是 $O-C_6$ 芳基, 或 $SiR^{31}R^{32}R^{33}$, 其中基团 R^{31} 、 R^{32} 和 R^{33} 各自为 C_1-C_6 烷基如甲基、乙基或异丙基或取代或未取代的苯基, 尤其是 $SiMe_3$, 更优选甲基、乙基、F、CN、 CF_3 、 $SiMe_3$ 或 $O-$ 甲基。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的有机发光二极管, 其中式 (I) 化合物具有 1、2、3、4、5 或 6 个 $O-$ 烷基和 / 或 $O-$ 芳基。

4. 根据权利要求 1-3 任一项所述的有机发光二极管, 其中基团 R^1 、 R^5 、 R^6 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{25} 、 R^{26} 和 R^{30} 各自为氢。

5. 根据权利要求 1-4 任一项所述的有机发光二极管, 其中式 (I) 化合物具有下述式 (Ia)、(Ib)、(Ic)、(Id)、(Ie) 或 (If) :





其中：

R^3 、 R^8 、 R^{13} 、 R^{18} 、 R^{23} 和 R^{28} 各自独立地为氢、甲基、乙基、F、 CF_3 、 $SiMe_3$ 或 CN, 和

R^2 、 R^4 、 R^7 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{22} 、 R^{24} 、 R^{27} 和 R^{29} 如果不为 OCH_3 ，则各自独立地为氢或 C_1-C_4 烷基。

6. 根据权利要求 1-5 任一项所述的有机发光二极管，其中式 (I) 化合物用作基质材料和 / 或空穴 / 激子阻挡材料和 / 或电子 / 激子阻挡材料和 / 或空穴注入材料和 / 或电子注入材料和 / 或空穴传输材料和 / 或电子传输材料。

7. 根据权利要求 1-6 任一项所述的有机发光二极管，其中式 (I) 化合物在有机发光二极管中与至少一种三线态发光体一起使用。

8. 根据权利要求 1-5 任一项所述的式 (I) 化合物在有机发光二极管中的用途。

9. 一种包含至少一种根据权利要求 1-5 任一项所述的式 (I) 化合物，优选还具有至少一种三线态发光体的发光层。

10. 一种包含至少一种根据权利要求 1-5 任一项所述的式 (I) 化合物的电子阻挡层、空穴阻挡层、空穴注入层、电子注入层、空穴传输层和 / 或电子传输层。

11. 一种包含至少一种根据权利要求 10 所述的发光层和 / 或至少一种根据权利要求 10 所述的电子阻挡层、空穴阻挡层、空穴注入层、电子注入层、空穴传输层和 / 或电子传输层的有机发光二极管。

12. 一种包含至少一种根据权利要求 1-7 任一项或 11 所述的有机发光二极管的器件，其选自固定式可视显示单元如计算机、电视的可视显示单元，打印机、厨房用具、广告板、照明和信息板中的可视显示单元和移动式可视显示单元如移动电话、手提电脑、数码相机、车辆以及公共汽车和火车上的目的地显示器中的可视显示单元以及照明单元。

取代的三（二苯基氨基）三嗪化合物在 OLED 中的用途

[0001] 本发明涉及一种包含至少一种具有至少一个烷氧基或芳氧基的三（二苯基氨基）三嗪化合物的有机发光二极管，一种包含至少一种具有至少一个烷氧基或芳氧基的三（二苯基氨基）三嗪化合物的发光层，上述化合物作为基质材料、空穴 / 激子阻挡材料、电子 / 激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和 / 或电子传输材料的用途和包含至少一种本发明有机发光二极管的选自固定式可视显示单元、移动式可视显示单元和照明单元的器件。

[0002] 有机发光二极管 (OLED) 利用了材料在受到电流激发时发光的性能。OLED 作为用于生产平面可视显示单元的阴极射线管和液晶显示器的替代品尤其受到关注。包含 OLED 的器件由于具有非常紧凑的设计和固有的低功耗而尤其适合于移动应用如用于移动电话、便携式电脑等以及尤其适用于照明。

[0003] OLED 工作方式的基本原理和合适的 OLED 构造（层）对本领域熟练技术人员而言是已知的并且例如描述于 WO 2005/113704 中，在此引用该文献。除了荧光材料（荧光发光体）外，所用发光材料（发光体）还可以为磷光材料（磷光发光体）。磷光发光体通常为有机金属配合物，其与显示出单线态发射的荧光发光体相比而显示出三线态发射（三线态发光体）(M. A. Baldow 等, Appl. Phys. Lett. 1999, 75, 4-6)。因为量子力学原因，当使用三线态发光体（磷光发光体）时，至多四倍量子效率、能量效率和功率效率是可能的。为了实现有机金属三线态发光体（磷光发光体）在实践中的使用优点，必需提供使用寿命长、效率好、对热应力稳定性高及使用电压和操作电压低的器件组件。

[0004] 该器件组件例如可以包含在其中以分布形式存在实际发光体的特定基质材料。此外，组件可以包含阻挡材料，在器件组件中可以存在空穴阻挡材料、激子阻挡材料和 / 或电子阻挡材料。此外，器件组件还可以包含空穴注入材料和 / 或电子注入材料和 / 或空穴传输材料和 / 或电子传输材料。对与实际发光体结合使用的上述材料的选择会显著影响包括 OLED 的效率和寿命在内的参数。

[0005] 在现有技术中提出了用于 OLED 的许多不同材料。包含三（二苯基氨基）三嗪化合物的那些材料也在提出的材料中。

[0006] EP 1701394A1 公开了具有由基质聚合物和两种或更多种磷光主体材料以及至少一种磷光掺杂材料形成的发光层的 OLED。所述磷光主体材料可以为三嗪化合物。提及的合适三嗪化合物为 2,4,6-三（二芳基氨基）-1,3,5-三嗪、2,4,6-三（二苯基氨基）-1,3,5-三嗪、2,4,6-三吡啶基-1,3,5-三嗪、2,4,6-三（N-苯基-2-萘基氨基）-1,3,5-三嗪、2,4,6-三（N-苯基-1-萘基氨基）-1,3,5-三嗪和 2,4,6-三联苯基-1,3,5-三嗪。

[0007] EP 1610398A2 公开了具有由掺杂材料和主体材料形成的发光层的 OLED。所述主体材料包含至少一种空穴传输化合物和至少一种可以为三嗪化合物的化合物。提及的合适三嗪化合物为 2,4,6-三（二芳基氨基）-1,3,5-三嗪、2,4,6-三（二苯基氨基）-1,3,5-三嗪、2,4,6-三吡啶基-1,3,5-三嗪、2,4,6-三（N-苯基-2-萘基氨基）-1,3,5-三嗪、2,4,6-三（N-苯基-1-萘基氨基）-1,3,5-三嗪和 2,4,6-三联苯基-1,3,5-三嗪。

[0008] JP 10-302960A 涉及用于 OLED 的发光材料，其尤其可以为三嗪类。

[0009] J. C. Li 等在 Chem. Mater. 2004, 16, 4711-4714 中研究了三种不同类型的胺（苯二胺、联苯胺类和树枝状芳基胺类）在 OLED 中作为空穴传输材料的适合性。一个实例涉及甲氧基取代的三（二苯基氨基）三嗪化合物，其中甲氧基在对位上。与引用的其它实例相比，引用的该实例没有显示出优越性。

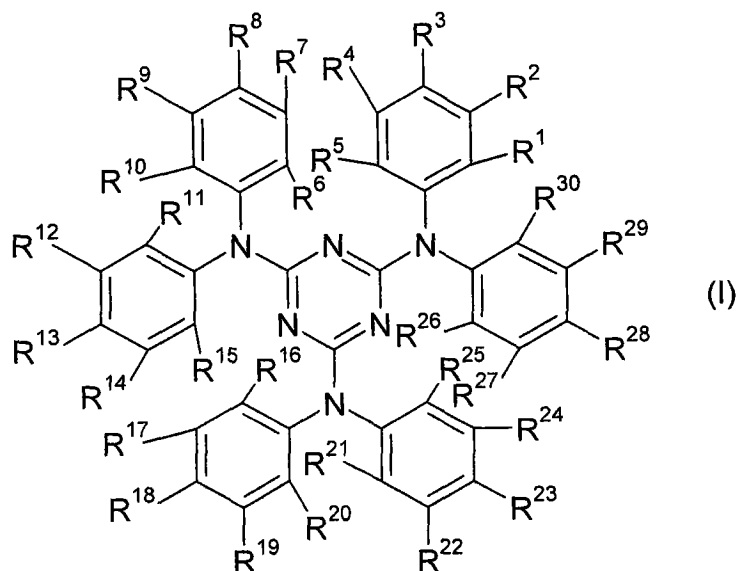
[0010] US 5,716,722 公开了包含作为空穴传输材料的化合物的 OLED，该化合物具有直接连接至少一个二苯基氨基的三嗪环。由于空穴传输层中的结晶可导致短路，使得结晶区不发光，因此 US 5,716,722 提供了难于结晶的空穴传输材料。

[0011] V. Vaitkeviciene 等的 Mol. Cryst. Liq. Cryst.，第 468 卷，第 141/[493]-150/[502] 页，2007 涉及适合用作电荷传输材料的基于三嗪的芳族胺类。将对称的三（二甲苯基氨基）取代的三嗪与不对称的 6-苯基-1,3,5-三嗪比较。发现不对称的三嗪热稳定性高。而且，不对称的三嗪是一种在 0-300℃ 的温度下为无定形的材料，而对称的三嗪结晶。根据 V. Vaitkeviciene 等，不对称的三嗪构成一种潜在的用于电致发光元件的电荷传输材料。但是，V. Vaitkeviciene 等没有包括显示出不对称的三嗪在电致发光元件中适合作为电荷传输材料的实例。而且，V. Vaitkeviciene 等没有包括关于当使用不对称的三嗪时 OLED 寿命得到延长的任何信息。

[0012] 本发明的目的是提供适合在 OLED 中使用的材料，尤其适合用作基质材料、特别作为基质材料在发光层中使用、空穴/激子阻挡材料、电子/激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和/或电子传输材料的材料，该材料相对于现有技术中描述的材料具有改进的无定形性，即具有减小的结晶趋势，本发明的目的是还提供具有显著改进的性能特征如延长的寿命、良好的亮度、高量子产率等的 OLED。

[0013] 该目的通过包含至少一种通式 (I) 的三（二苯基氨基）三嗪化合物的有机发光二极管而实现：

[0014]

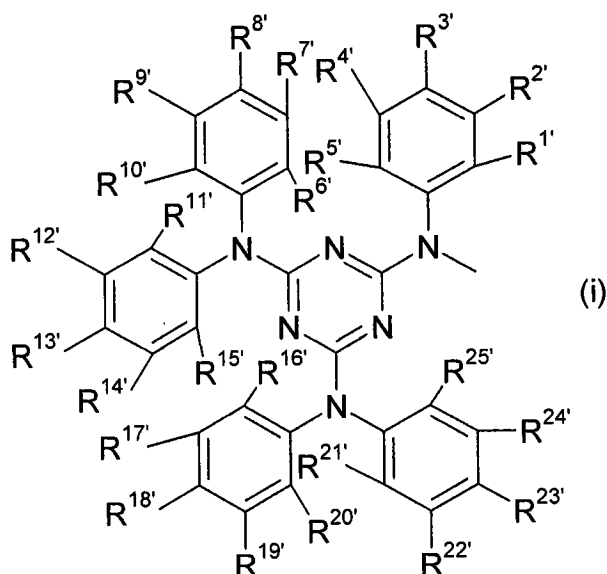


[0015] 其中基团 R^1 - R^{30} 各自独立地定义如下：氢、烷基、环烷基、杂环烷基、芳基、杂芳基、OH、O-烷基、O-芳基、O-杂芳基、SH、S-烷基、S-芳基、卤素、拟卤素、氨基或具有给体或受体作用的其它取代基，

[0016] 或

[0017] 式 (i) 基团

[0018]



[0019] 其中基团 $R^{1'}$ 、 $R^{2'}$ 、 $R^{3'}$ 、 $R^{4'}$ 、 $R^{5'}$ 、 $R^{6'}$ 、 $R^{7'}$ 、 $R^{8'}$ 、 $R^{9'}$ 、 $R^{10'}$ 、 $R^{11'}$ 、 $R^{12'}$ 、 $R^{13'}$ 、 $R^{14'}$ 、 $R^{15'}$ 、 $R^{16'}$ 、 $R^{17'}$ 、 $R^{18'}$ 、 $R^{19'}$ 、 $R^{20'}$ 、 $R^{21'}$ 、 $R^{22'}$ 、 $R^{23'}$ 、 $R^{24'}$ 和 $R^{25'}$ 各自独立地如对基团 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{19} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 和 R^{25} 所定义；

[0020] 条件是基团 R^2 、 R^4 、 R^7 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{19} 、 R^{22} 、 R^{24} 、 R^{27} 或 R^{29} 的至少一个中的至少一个基团为 0-烷基或 0-芳基，优选 0-烷基。

[0021] 因此，式 I 化合物在连接二苯基氨基氮原子的苯基键合点的间位上具有至少一个烷氧基或芳氧基，优选具有至少一个烷氧基。已经发现在间位上具有一个或多个取代基的式 I 化合物由于具有特别低的结晶趋势而引人注目。

[0022] 表述“具有给体或受体作用的其它取代基”应理解为指在下文描述的但是在基团 R^1 - R^{30} 的定义中还没有明确描述的具有给体或受体作用的取代基。

[0023] 因此，本发明涉及具有至少一个烷氧基或芳氧基的特定取代的三（二苯基氨基）三嗪化合物。已经发现这些化合物由于具有特别低的结晶趋势而引人注目，其特别适合在 OLED 中使用。

[0024] 依它们的取代模式而定，式 (I) 化合物可以用作基质材料，尤其作为基质材料在发光层中使用，可以用作空穴/激子阻挡材料、电子/激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和/或电子传输材料。OLED 的相应层对于本领域熟练技术人员而言是已知的，其描述于例如 WO 2005/113704 或 WO 2005/019373 中。

[0025] 烷基应理解为指取代或未取代的 C_1 - C_{20} 烷基。优选 C_1 - C_{10} 烷基，特别优选 C_1 - C_6 烷基。烷基可以是直链的或支化的烷基。此外，烷基可以被一个或多个选自 C_1 - C_{20} 烷氧基，卤素、优选 F 和也可以被取代或未取代的 C_6 - C_{30} 芳基的取代基取代。合适的芳基取代基、合适的烷氧基和卤素取代基在下文描述。合适烷基的实例为甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基和辛基以及被 C_6 - C_{30} 芳基、 C_1 - C_{20} 烷氧基和/或卤素，尤其 F 取代的上述烷基的衍生物如 CF_3 。还包括上述基团的正异构体和支化异构体如异丙基、异丁基、异戊基、仲丁基、叔丁基、新戊基、3,3-二甲基丁基、3-乙基己基等。优选的烷基为甲基、乙基、叔丁基和 CF_3 。

[0026] 环烷基应理解为指取代或未取代的 C_3 - C_{20} 烷基。优选 C_3 - C_{10} 烷基，特别优选 C_3 - C_8

烷基。环烷基可以带有一个或多个上述用于取代烷基的取代基。也可以是未取代或被上述用于取代烷基的基团取代的合适环状烷基（环烷基）的实例为环丙基、环丁基、环戊基、环己基、环庚基、环辛基、环壬基和环癸基。如果合适，环烷基也可以为多环体系如十氢萘基、降冰片基、冰片基或金刚烷基。

[0027] 合适的 O- 烷基和 S- 烷基为 C_1 - C_{20} 烷氧基和 C_1 - C_{20} 烷硫基，且相应地由上述的 C_1 - C_{20} 烷基产生。在这里，实例包括 OCH_3 、 OC_2H_5 、 OC_3H_7 、 OC_4H_9 和 OC_8H_{17} 以及 SCH_3 、 SC_2H_5 、 SC_3H_7 、 SC_4H_9 和 SC_8H_{17} 。 C_3H_7 、 C_4H_9 和 C_8H_{17} 包括正异构体 and 支化异构体如异丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基和 2- 乙基己基。特别优选的烷氧基或烷硫基为甲氧基、乙氧基、正辛氧基、2- 乙基己氧基和 SCH_3 。

[0028] 就本申请而言，合适的卤素基团或卤素取代基为氟、氯、溴和碘，优选氟、氯和溴，更优选氟和氯，最优选氟。

[0029] 就本申请而言，合适的拟卤素基团为 CN 、 SCN 、 OCN 、 N_3 和 $SeCN$ ，优选 CN 和 SCN 。非常特别优选 CN 。

[0030] 合适的芳基为不包含任何环杂原子的单环、双环或三环芳族化合物产生的 C_6 - C_{30} 芳基。当体系不是单环体系时，对于在术语“芳基”情况下的第二个环，也可以为饱和形式（全氢化形式）或部分不饱和形式（例如二氢形式或四氢形式），只要所述特定形式已知且稳定。也就是说，本发明中的术语“芳基”也包括例如其中两个或三个基团均为芳族的双环或三环基团，其中仅一个环为芳族的双环或三环基团以及其中两个环为芳族的三环基团。芳基的实例为：苯基、萘基、2,3- 二氢茚基、1,2- 二氢萘次甲基、1,4- 二氢萘次甲基、茚基、蒽基、菲基或 1,2,3,4- 四氢萘基。特别优选 C_6 - C_{10} 芳基，例如苯基或萘基，非常特别优选 C_6 芳基，例如苯基。

[0031] 芳基可未被取代或被一个或多个其它基团取代。合适的其它基团选自 C_1 - C_{20} 烷基、 C_6 - C_{30} 芳基或具有给体或受体作用的取代基，其中合适的具有给体或受体作用的取代基在下文描述。 C_6 - C_{30} 芳基优选未被取代或被一个或多个 C_1 - C_{20} 烷氧基、 CN 、 CF_3 、 F 或氨基取代。 C_6 - C_{30} 芳基的其它优选取代取决于通式 (I) 化合物的最终用途并在下文描述。

[0032] 合适的 O- 芳基和 S- 芳基为 C_6 - C_{30} 芳氧基、 C_6 - C_{30} 烷硫基，且相应地由上述 C_6 - C_{30} 芳基产生。特别优选苯氧基和苯硫基。

[0033] 杂芳基应理解为指具有 5-30 个环原子的未取代或取代的杂芳基，可以是部分由上述芳基产生的单环、双环或三环杂芳基，其中芳基基本骨架中的至少一个碳原子已被杂原子代替。优选的杂原子为 N、O 和 S。杂芳基更优选具有 5-13 个环原子。杂芳基的基本骨架特别优选选自诸如吡啶和五元杂芳族化合物如噻吩、吡咯、咪唑或呋喃的体系。这些基本骨架可任选稠合一个或两个六元芳基。合适的稠合杂芳基为呋唑基、苯并咪唑基、苯并呋喃基、氧茚基或硫茚基。所述基本骨架可在一个、超过一个或所有可取代位置被取代，其中合适取代基与已在 C_6 - C_{30} 芳基定义中描述的取代基相同。然而，杂芳基优选未被取代。合适杂芳基例如为吡啶-2- 基、吡啶-3- 基、吡啶-4- 基、噻吩-2- 基、噻吩-3- 基、吡咯-2- 基、吡咯-3- 基、呋喃-2- 基、呋喃-3- 基和咪唑-2- 基以及对应的苯并稠合基，尤其是呋唑基、苯并咪唑基、苯并呋喃基、氧茚基或硫茚基。

[0034] 氨基应理解为指通式 $-NR^{31}R^{32}$ 的基团，其中合适的基团 R^{31} 和 R^{32} 在下文描述。合适氨基的实例为二芳基氨基如二苯基氨基和二烷基氨基如二甲基氨基、二乙基氨基及芳烷

基氨基如苯基甲基氨基。

[0035] 就本申请而言,具有给体或受体作用的基团/取代基应理解为指下列基团:

[0036] C_1-C_{20} 烷氧基、 C_6-C_{30} 芳氧基、 C_1-C_{20} 烷硫基、 C_6-C_{30} 芳硫基、 $SiR^{31}R^{32}R^{33}$ 、卤素基团、卤代 C_1-C_{20} 烷基、羰基 ($-C(=O)R^{31}$)、羰硫基 ($-C(=O)SR^{31}$)、羰氧基 ($-C(=O)OR^{31}$)、氧羰基 ($-OC(=O)R^{31}$)、硫羰基 ($-SC(=O)R^{31}$)、氨基 ($-NR^{31}R^{32}$)、OH、拟卤素基团、酰胺基 ($-C(=O)NR^{31}$)、 $-NR^{31}C(=O)R^{32}$ 、磷酸酯基 ($-P(O)(OR^{31})_2$)、磷酸酯基 ($-OP(O)(OR^{31})_2$)、膦 ($-PR^{31}R^{32}$)、氧化膦 ($-P(O)R^{31}_2$)、硫酸酯基 ($-OS(O)_2OR^{31}$)、亚砷 ($-S(O)R^{31}$)、磺酸酯基 ($-S(O)_2OR^{31}$)、磺酰基 ($-S(O)_2R^{31}$)、磺酰胺 ($-S(O)_2NR^{31}R^{32}$)、 NO_2 、硼酸酯 ($-OB(OR^{31})_2$)、亚氨基 ($-C(=NR^{31}R^{32})$)、硼烷基团、锡烷基团、胼基、胂基、胛基、亚硝基、重氮基、乙烯基、(=磺酸酯基)和硼酸基团、亚砷亚胺(sulfoximine)、铝烷、锆烷、环硼氧烷(boroxime)和环硼氮烷。

[0037] 优选的具有给体或受体作用的取代基选自下列基团:

[0038] C_1-C_{20} 烷氧基,优选 C_1-C_6 烷氧基,更优选乙氧基或甲氧基; C_6-C_{30} 芳氧基,优选 C_6-C_{10} 芳氧基,更优选苯氧基; $SiR^{31}R^{32}R^{33}$,其中 R^{31} 、 R^{32} 和 R^{33} 优选各自独立地为取代或未取代的烷基或取代或未取代的苯基,合适的取代基在上文已描述,其中 $SiR^{31}R^{32}R^{33}$ 例如为 $SiMe_3$;卤素基团,优选 F、Cl、Br,更优选 F 或 Cl,最优选 F,卤代 C_1-C_{20} 烷基,优选卤代 C_1-C_6 烷基,最优选氟代 C_1-C_6 烷基如 CF_3 、 CH_2F 、 CHF_2 或 C_2F_5 ;氨基,优选二甲基氨基、二乙基氨基或二苯基氨基;OH,拟卤素基团,优选 CN、SCN 或 OCN,更优选 CN, $-C(O)OC_1-C_4$ 烷基,优选 $-C(O)OMe$, $P(O)R_2$, 优选 $P(O)Ph_2$, 或 SO_2R_2 , 优选 SO_2Ph 。

[0039] 非常特别优选的具有给体或受体作用的取代基选自:甲氧基,苯氧基,卤代 C_1-C_4 烷基,优选 CF_3 、 CH_2F 、 CHF_2 、 C_2F_5 , 卤素,优选 F, CN, $SiR^{31}R^{32}R^{33}$, 其中合适的基团 R^{31} 、 R^{32} 和 R^{33} 已提及,二苯基氨基, $-C(O)OC_1-C_4$ 烷基,优选 $-C(O)OMe$ 、 $P(O)Ph_2$ 、 SO_2Ph 。

[0040] 上述具有给体或受体作用的基团并不意欲排除上述其它基团也可具有给体或受体作用的可能性。例如,上述杂芳基同样为具有给体或受体作用的基团,而 C_1-C_{20} 烷基为具有给体作用的基团。

[0041] 在上述具有给体或受体作用的基团中提及的基团 R^{31} 、 R^{32} 和 R^{33} 各自如上文所定义,即 R^{31} 、 R^{32} 、 R^{33} 各自独立地为:

[0042] 取代或未取代的 C_1-C_{20} 烷基或取代或未取代的 C_6-C_{30} 芳基,其中合适且优选的烷基和芳基如上文所述。基团 R^{31} 、 R^{32} 和 R^{33} 各自更优选为 C_1-C_6 烷基如甲基、乙基或异丙基或取代或未取代的苯基。

[0043] 在式 I 化合物中优选合适的 O- 烷基为 O- C_1-C_8 烷基,优选甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、异丁氧基、仲丁氧基、叔丁氧基,更优选甲氧基或乙氧基,最优选甲氧基。

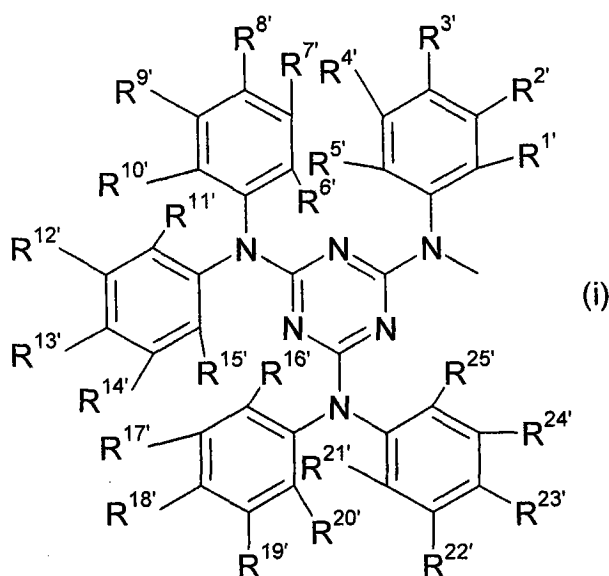
[0044] 在式 I 化合物中优选合适的 O- 芳基为 O- C_6-C_{20} 芳基,优选苯氧基和萘氧基,更优选苯氧基,它们可以任选被 C_1-C_8 烷基取代。特别优选未取代的苯氧基、4- 烷基苯氧基和 2, 4, 6- 三烷基苯氧基。

[0045] 进一步的基团 R^1-R^{30} 各自独立地定义如下:氢、烷基、环烷基、杂环烷基、芳基、杂芳基、OH、O- 烷基、O- 芳基、O- 杂芳基、SH、S- 烷基、S- 芳基、拟卤素、卤素、氨基或具有给体或受体作用的其它取代基,

[0046] 或

[0047] 式 (i) 基团

[0048]



[0049] 其中基团 $R^{1'}$ 、 $R^{2'}$ 、 $R^{3'}$ 、 $R^{4'}$ 、 $R^{5'}$ 、 $R^{6'}$ 、 $R^{7'}$ 、 $R^{8'}$ 、 $R^{9'}$ 、 $R^{10'}$ 、 $R^{11'}$ 、 $R^{12'}$ 、 $R^{13'}$ 、 $R^{14'}$ 、 $R^{15'}$ 、 $R^{16'}$ 、 $R^{17'}$ 、 $R^{18'}$ 、 $R^{19'}$ 、 $R^{20'}$ 、 $R^{21'}$ 、 $R^{22'}$ 、 $R^{23'}$ 、 $R^{24'}$ 和 $R^{25'}$ 各自独立地如对基团 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{19} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 、 R^{24} 和 R^{25} 所定义。

[0050] 合适的烷基、环烷基、杂环烷基、芳基、杂芳基、OH、O- 烷基、O- 芳基、O- 杂芳基、SH、S- 烷基、S- 芳基、卤素、拟卤素和氨基在上文已描述。

[0051] 进一步的基团 R^1 - R^{30} 和 $R^{1'}$ - $R^{25'}$ 各自独立地优选为氢、烷基、环烷基、O- 烷基、O- 芳基、芳基、SH、S- 烷基、S- 芳基、卤素、拟卤素或氨基，更优选氢， C_1 - C_8 烷基，尤其是甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基或叔丁基或卤代 C_1 - C_8 烷基如 CF_3 ，芳基，尤其是苯基，卤素，尤其是 F 或 Cl，拟卤素，尤其是 CN，O- 烷基，尤其是 O- C_1 - C_8 烷基，O- 芳基，尤其是 O- C_6 芳基，或 $SiR^{31}R^{32}R^{33}$ ，其中基团 R^{31} 、 R^{32} 和 R^{33} 各自为 C_1 - C_6 烷基如甲基、乙基或异丙基或取代或未取代的苯基，尤其是 $SiMe_3$ ，最优选甲基、乙基、F、CN、 CF_3 、 $SiMe_3$ 或 O- 甲基。

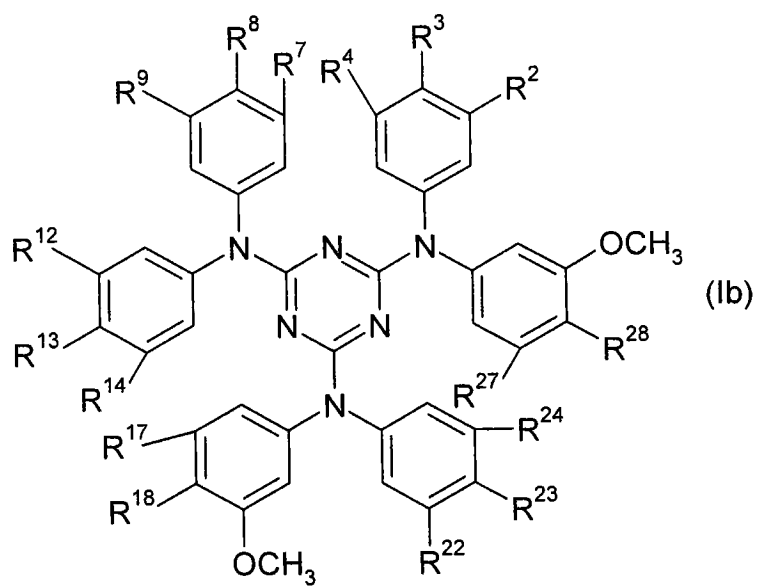
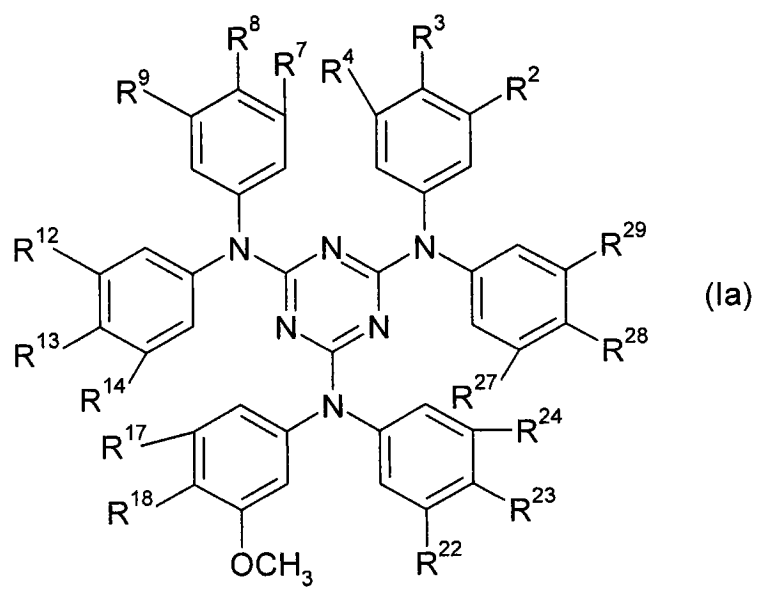
[0052] 式 I 化合物可以具有一个或多个可位于分子中任意位置的 O- 烷基或 O- 芳基，其中至少一个 O- 烷基或 O- 芳基在连接二苯基氨基氮原子的苯基键合点的间位上。式 I 化合物优选具有 1、2、3、4、5 或 6 个 O- 烷基和 / 或 O- 芳基，更优选具有 1、2 或 3 个 O- 烷基和 / 或 O- 芳基。在一个优选实施方案中，本发明涉及其中基团 R^2 、 R^4 、 R^7 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{19} 、 R^{22} 、 R^{24} 、 R^{27} 或 R^{29} 的 1、2、3、4、5 或 6 个，优选 1、2 或 3 个各自为 O- 烷基和 / 或 O- 芳基的式 I 化合物。特别合适的化合物例如为其中 R^2 、 R^7 、 R^{12} 、 R^{17} 、 R^{22} 和 R^{27} 各自为 O- 烷基和 / 或 O- 芳基的式 I 化合物以及其中 R^2 、 R^{12} 和 R^{22} 各自为 O- 烷基和 / 或 O- 芳基的式 I 化合物。

[0053] 在本发明的另一实施方案中，基团 R^1 、 R^5 、 R^6 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{25} 、 R^{26} 和 R^{30} 各自为氢。这意味着在本发明的一个实施方案中连接二苯基氨基氮原子的苯基键合点的邻位被氢取代。

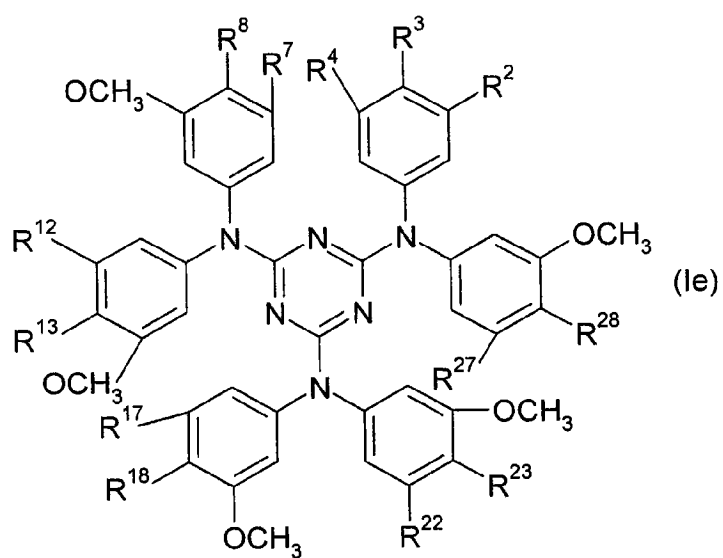
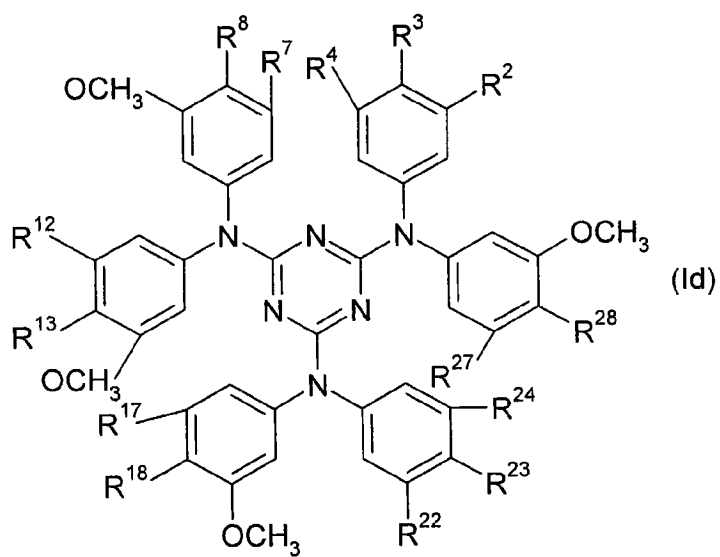
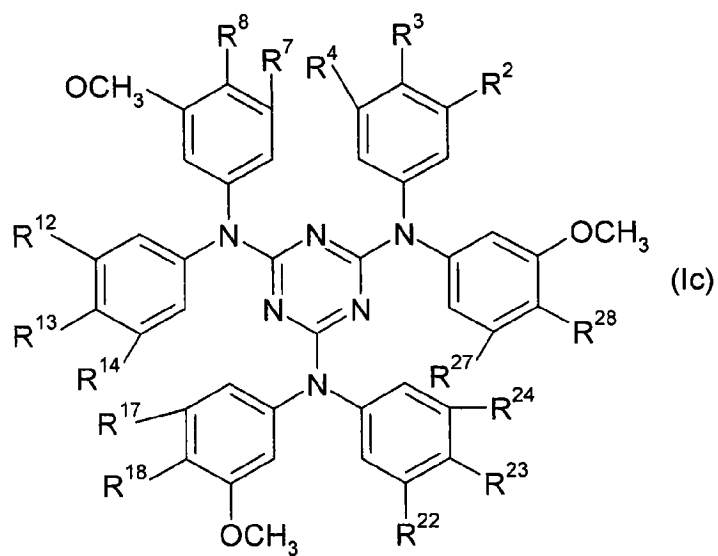
[0054] 连接二苯基氨基氮原子的苯基键合点的对位， R^3 、 R^8 、 R^{13} 、 R^{18} 、 R^{23} 和 R^{28} ，可以各自独立地被取代或未被取代（“未被取代”应理解为指相应基团为氢）。合适的取代基在下文描述。

[0055] 在一个实施方案中，式 I 化合物具有下述式 (Ia)、(Ib)、(Ic)、(Id)、(Ie) 或 (If)：

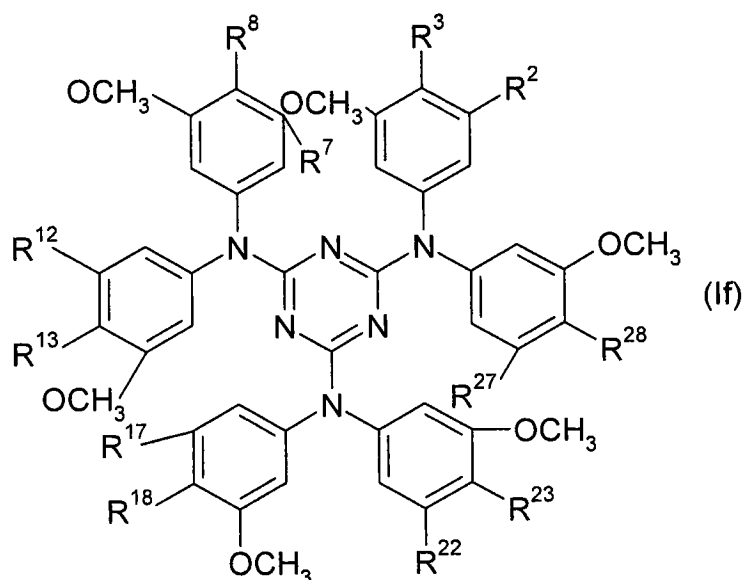
[0056]



[0057]



[0058]

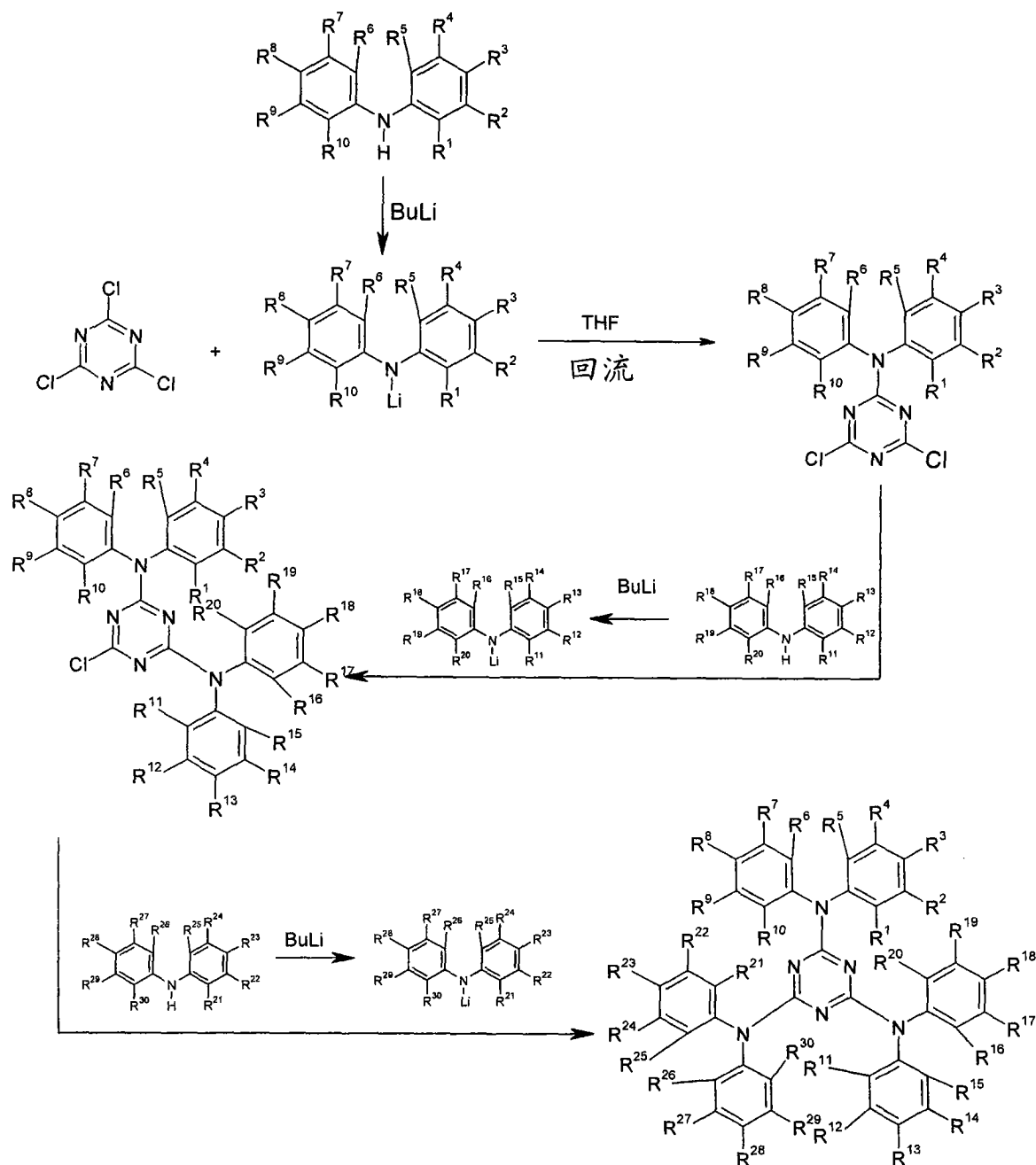


[0059] 其中 R^3 、 R^8 、 R^{13} 、 R^{18} 、 R^{23} 和 R^{28} 各自独立地如上文所定义。 R^3 、 R^8 、 R^{13} 、 R^{18} 、 R^{23} 和 R^{28} 各自独立地优选为氢、甲基、乙基、F、 CF_3 、 $SiMe_3$ 或 CN。在另一实施方案中， R^3 、 R^8 、 R^{13} 、 R^{18} 、 R^{23} 和 R^{28} 各自独立地优选为甲基、乙基、F、 CF_3 、 $SiMe_3$ 或 CN。

[0060] 式 Ia、Ib、Ic、Id、Ie 和 If 化合物中的 R^2 、 R^4 、 R^7 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{22} 、 R^{24} 、 R^{27} 和 R^{29} 如果不为 OCH_3 ，则各自独立地如上文所定义。 R^2 、 R^4 、 R^7 、 R^9 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{17} 、 R^{22} 、 R^{24} 、 R^{27} 或 R^{29} 如果不为 OCH_3 ，则各自优选为氢或 C_1 - C_4 烷基。

[0061] 本发明所用通式 I 的三(二苯基氨基)三嗪化合物通过本领域熟练技术人员已知的方法制备，例如用合适的二芳基氨基锂亲核取代三-1,3,5-三氯-2,4,6-三嗪来制备，如根据在 H. Inomata 等, Chemistry of Materials 2004, 16, 1285 中描述的方法制备。在下述方案 1 中，举例给出了制备式 I 化合物的通用反应方案：

[0062]



[0063] 方案 1

[0064] 方案 1 中所示基团 R^1 - R^{30} 各自如上文所定义。

[0065] 式 (I) 化合物显著地适合作为基质材料在有机发光二极管中使用。它们尤其适合作为基质材料在 OLED 的发光层中使用,在这种情况下发光层优选包含一种或多种三线态发光体作为发光体化合物。

[0066] 此外,式 (I) 化合物适合用作空穴 / 激子阻挡材料、电子 / 激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和 / 或电子传输材料,它们在本发明 OLED 中优选与至少一种三线态发光体一起使用。

[0067] 式 (I) 化合物作为基质材料,优选在发光层中作为基质材料,空穴 / 激子阻挡材料,电子 / 激子阻挡材料,空穴注入材料,电子注入材料,空穴传输材料或电子传输材料的功能取决于包括式 (I) 化合物的电子学性能在内的因素,即取决于式 (I) 化合物的取代模式以及在本发明 OLED 中使用的特定层的电子学性能 (HOMO 与 LUMO 的相对位置)。因此,就

在本发明 OLED 中使用的其它层而言,可以通过对式 (I) 化合物的合适取代来调整 HOMO 与 LUMO 轨道位置,并由此实现 OLED 的高稳定性以及由此实现长的使用寿命和良好的效率。

[0068] 关于 OLED 各层中 HOMO 与 LUMO 相对位置的原理对本领域熟练技术人员而言是已知的。例如关于与发光层相关的电子阻挡层和空穴阻挡层的特性的原理在下文详述:

[0069] 在能量上,电子阻挡层的 LUMO 高于在发光层中所用材料(使用的发光体材料和任何基质材料)的 LUMO。电子阻挡层与发光层中材料的 LUMO 能量差越大,电子阻挡层的电子和 / 或激子阻挡特性越好。因此,适合作为电子和 / 或激子阻挡材料的式 (I) 化合物的合适取代模式取决于包括在发光层中所用材料的电子学性能(尤其是 LUMO 位置)在内的因素。

[0070] 在能量上,空穴阻挡层的 HOMO 低于在发光层中所用材料(使用的发光体材料和任何基质材料)的 HOMO。空穴阻挡层与发光层中材料的 HOMO 能量差越大,空穴阻挡层的空穴和 / 或激子阻挡特性越好。因此,适合作为空穴和 / 或激子阻挡材料的式 (I) 化合物的合适取代模式取决于包括在发光层中所用材料的电子学性能(尤其是 HOMO 位置)在内的因素。

[0071] 涉及在本发明 OLED 中使用的各层的 HOMO 与 LUMO 相对位置的类似研究适用于可在 OLED 中使用且对本领域熟练技术人员已知的其它层。

[0072] 在本发明 OLED 中所用材料的 HOMO 和 LUMO 能量可通过不同方法如通过溶液电化学法如循环伏安法测定。此外,可以由通过紫外光电子能谱 (UPS) 测定的 HOMO 和通过吸收光谱在光学上测定的带隙来计算特定材料的 LUMO 位置。

[0073] 因此,本发明还提供了式 (I) 的三(二苯基氨基)三嗪化合物作为基质材料、优选在有机发光二极管的发光层中作为基质材料,和 / 或作为空穴 / 激子阻挡材料、电子 / 激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和 / 或电子传输材料的用途,其中式 (I) 化合物在有机发光二极管中优选与至少一种三线态发光体一起使用。

[0074] 在一个实施方案中,式 (I) 化合物优选用作基质材料,该基质材料更优选与三线态发光体一起使用。

[0075] 此外,OLED 中的式 (I) 化合物既可以用作基质材料也可以用作空穴 / 激子阻挡材料、电子 / 激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和 / 或电子传输材料。在这种情况下,基质材料、空穴 / 激子阻挡材料、电子 / 激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和 / 或电子传输材料可以是相同或不同的式 (I) 化合物。

[0076] 本发明还提供一种包含至少一种式 (I) 化合物和至少一种发光体化合物的发光层,其中发光体化合物优选为三线态发光体。

[0077] 式 (I) 化合物作为基质材料在 OLED 的发光层中的用途也构成本发明主题的一部分。

[0078] 就本申请而言,式 (I) 化合物作为基质材料和 / 或作为空穴 / 激子阻挡材料、电子 / 激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和 / 或电子传输材料的用途并不排除这些化合物本身也发光的可能性。相比于其它常规材料,本发明所用的式 (I) 的基质材料和 / 或空穴 / 激子阻挡材料、电子 / 激子阻挡材料、空穴注入材料、电子注入材料、空穴传输材料和 / 或电子传输材料具有减小的结晶趋势。通过使用式 (I) 化合物,本发明可以提供具有显著改进的性能特征如延长的寿命、良好的亮度、高量子产率等的 OLED。

[0079] 本发明有机发光二极管 (OLED) 原则上由几层构成, 例如:

[0080] 1. 阳极

[0081] 2. 空穴传输层

[0082] 3. 发光层

[0083] 4. 空穴 / 激子阻挡层

[0084] 5. 电子传输层

[0085] 6. 阴极

[0086] 也可以使用不同于上述结构的层顺序, 这对于本领域熟练技术人员而言是已知的。例如, OLED 可以不全具有上述层; 例如, 包含层 (1) (阳极)、(3) (发光层) 和 (6) (阴极) 的 OLED 也是合适的, 在这种情况下层 (2) (空穴传输层)、(4) (空穴 / 激子阻挡层) 和 (5) (电子传输层) 的功能由相邻层承担。具有层 (1)、(2)、(3) 和 (6) 或层 (1)、(3)、(4)、(5) 和 (6) 的 OLED 也是合适的。此外, OLED 在阳极 (1) 和空穴传输层 (2) 之间可以具有电子 / 激子阻挡层。

[0087] 式 I 化合物可以用作电荷传输或阻挡材料。但是, 它们优选作为基质材料在发光层中使用。

[0088] 式 I 化合物可以作为单独的基质材料存在于在发光层中, 而不需其它添加剂。但是, 除了本发明所用的式 I 化合物外, 在发光层中也可以存在其它化合物。例如, 可以存在荧光染料来调节所用发光体分子的发光颜色。还可以使用稀释材料。该稀释材料可以是聚合物, 例如聚 (N- 乙烯基咔唑) 或聚硅烷。但是, 稀释材料也可以是小分子, 例如 4, 4'-N, N'-二咔唑基联苯 (CBP = CDP) 或者芳族叔胺。当使用稀释材料时, 在发光层中本发明使用的式 I 化合物的含量通常仍为至少 40 重量%, 优选 50-100 重量%, 基于式 I 化合物和稀释剂的总重量。

[0089] 当在 OLED 的发光层中与发光体化合物, 优选与三线态发光体一起使用至少一种式 (I) 化合物时, 这种情况是特别优选的, 发光层中的该至少一种式 (I) 化合物的含量通常为 10-99 重量%, 优选 50-99 重量%, 更优选 70-97 重量%。发光层中发光体化合物的含量通常为 1-90 重量%, 优选 1-50 重量%, 更优选 3-30 重量%, 其中该至少一种式 (I) 化合物和该至少一种发光体化合物的含量之和通常为 100 重量%。但是, 除了该至少一种式 (I) 化合物和该至少一种发光体化合物外, 发光层还可以包含其它物质, 例如其它稀释材料, 其中合适的稀释材料在上文已描述。

[0090] OLED 的上述各个层又可由 2 层或更多层构成。例如, 空穴传输层可以由空穴由电极注入其中的一层和将空穴从空穴注入层传输到发光层的一层构成。电子传输层同样可由多层构成, 例如由电子通过电极注入其中的一层和从电子注入层接收电子并将它们传输到发光层中的一层构成。所述这些层在每种情况下根据因素如能级、耐热性和电荷载体的移动性以及所述各层和有机层或金属电极之间的能量差而选择。本领域熟练技术人员应该能够选择 OLED 的结构, 使得它与作为发光体物质的本发明所用有机化合物最优匹配。

[0091] 为了获得特别有效的 OLED, 空穴传输层的 HOMO (最高占据分子轨道) 应该与阳极的功函匹配, 并且电子传输层的 LUMO (最低未占分子轨道) 应该与阴极的功函匹配。

[0092] 阳极 (1) 是提供正电荷载体的电极。它例如可以由包含金属、不同金属的混合物、金属合金、金属氧化物或不同金属氧化物的混合物的材料构成。或者, 阳极可以是导电聚合

物。合适的金属包括元素周期表第 Ib、IVa、Va 和 VIa 族的金属以及第 VIIIa 族的过渡金属。当阳极应透明时,则通常使用元素周期表(旧版 IUPAC)第 IIb、IIIb 和 IVb 族金属的混合氧化物,例如氧化铟锡(ITO)。阳极(1)还可以包含有机材料,例如聚苯胺,例如如 Nature(自然),第 357 卷,第 477-479 页(1992 年 6 月 11 日)所述。阳极和阴极中的至少一个应该至少部分是透明的,以允许所形成的光发射出来。用于阳极(1)的材料优选为 ITO。

[0093] 用于本发明 OLED 的层(2)的合适空穴传输材料公开在例如 Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology,第 4 版,第 18 卷,第 837-860 页,1996 中。空穴传输分子和聚合物都可以用作空穴传输材料。经常使用的空穴传输分子选自三[N-(1-萘基)-N-(苯基氨基)]三苯基胺(1-NaphDATA)、4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(α -NPD)、N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(TPD)、1,1-双[(2-4-甲基苯基)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]-4,4'-二胺(ETPD)、N,N,N',N'-四-(3-甲基苯基)-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)苯甲醛二苯基胺(DEH)、三苯胺(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-吡啶-9-基)环丁烷(DCZB)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(TTB)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯基胺(TDTA)、卟啉类化合物以及酞菁类,如铜酞菁。经常使用的空穴传输聚合物选自聚乙烯基吡啶、(苯基甲基)聚硅烷和聚苯胺。同样还可通过在聚合物如聚苯乙烯和聚碳酸酯中掺杂空穴传输分子来获得空穴传输聚合物。合适的空穴传输分子是上面已经提及的分子。

[0094] 在一个实施方案中,碳烯配合物也可以用作空穴传输材料,在这种情况下所述至少一种空穴传输材料的带隙通常大于所用发光体材料的带隙。就本申请而言,带隙应理解为指三线态能量。合适的碳烯配合物例如是描述于 WO 2005/019373A2、WO 2006/056418A2 和 WO 2005/113704 以及在先欧洲申请 EP 06112228.9 和 EP 06112198.4 中的碳烯配合物,它们在本申请优先权日时还未公布。

[0095] 发光层(3)包含至少一种发光体材料。该发光体材料原则上可以是荧光发光体或磷光发光体,合适的发光体材料对于本领域熟练技术人员而言是已知的。所述至少一种发光体材料优选为磷光发光体。优选使用的磷光发光体化合物是基于金属配合物,尤其是基于金属 Ru、Rh、Ir、Os、Pd 和 Pt 的配合物,特别是基于 Ir 的配合物,其具有重要意义。本发明所用的式 I 化合物特别适合与所述金属配合物一起使用。在一个优选实施方案中,式(I)化合物用作基质材料和/或空穴/激子阻挡材料和/或电子/激子阻挡材料。它们尤其适合作为基质材料和/或空穴/激子阻挡材料和/或电子/激子阻挡材料与 Ru、Rh、Ir、Os、Pd 和 Pt 的配合物一起使用,更有选与 Ir 的配合物一起使用。

[0096] 在本发明 OLED 中使用的合适金属配合物描述于例如文献 W002/60910A1、US 2001/0015432A1、US 2001/0019782A1、US 2002/0055014A1、US 2002/0024293A1、US 2002/0048689A1、EP 1191612A2、EP 1191613A2、EP 1211257A2、US 2002/0094453A1、WO 02/02714A2、W000/70655A2、WO 01/41512A1、WO 02/15645A1、WO 2005/019373A2、WO 2005/113704A2、WO 2006/115301A1、WO 2006/067074A1 和 W02006/056418 中。

[0097] 其它合适的金属配合物是可市购的下述金属配合物：三(2-苯基吡啶)铱(III)、三(2-(4-甲基)吡啶根合-N, C^{2'})铱(III)、三(1-苯基异喹啉)铱(III)、双(2-(2'-苯并噻吩基)吡啶根合-N, C^{3'}) (乙酰丙酮)铱(III)、双(2-(4,6-二氟苯基)吡啶根合-N, C^{2'})吡啶甲酸铱(III)、双(1-苯基异喹啉)(乙酰丙酮)铱(III)、双(二-苯并[f, h]喹喔啉)(乙酰丙酮)铱(III)、双(2-甲基二苯并[f, h]喹喔啉)(乙酰丙酮)铱(III)和三(3-甲基-1-苯基-4-三甲基乙酰基-5-吡啶)铱(III)。

[0098] 此外,下列可市购的材料也是合适的:三(二苯甲酰基丙酮)单(菲咯啉)钿(III)、三(二苯甲酰基甲烷)单(菲咯啉)钿(III)、三(二苯甲酰基甲烷)单(5-氨基菲咯啉)钿(III)、三(二-2-萘甲酰基甲烷)单(菲咯啉)钿(III)、三(4-溴苯甲酰基甲烷)单(菲咯啉)钿(III)、三(二(联苯甲烷))单(菲咯啉)钿(III)、三(二苯甲酰基甲烷)单(4,7-二苯基菲咯啉)钿(III)、三(二苯甲酰基甲烷)单(4,7-二甲基菲咯啉)钿(III)、三(二苯甲酰基甲烷)单(4,7-二甲基菲咯啉二磺酸)钿(III)二钠盐、三[二(4-(2-(2-乙氧基乙氧基)乙氧基)苯甲酰基甲烷)]单(菲咯啉)钿(III)和三[二(4-(2-(2-乙氧基乙氧基)乙氧基)苯甲酰基甲烷)]单(5-氨基菲咯啉)钿(III)。

[0099] 特别优选的三线态发光体为碳烯配合物。在本发明一个优选的实施方案中,式(I)化合物作为基质材料在发光层中与作为三线态发光体的碳烯配合物一起使用。合适的碳烯配合物对于本领域熟练技术人员而言是已知的,且描述在上述一些申请和下文中。在另一优选实施方案中,式(I)化合物作为空穴/激子阻挡材料与作为三线态发光体的碳烯配合物一起使用。式(I)化合物还可以作为基质材料和空穴/激子阻挡材料与作为三线态发光体的碳烯配合物一起使用。

[0100] 因此,与作为基质材料和/或空穴/激子阻挡材料和/或电子/激子阻挡材料的式(I)化合物在OLED中一起使用的合适金属配合物也可以例如是描述于WO 2005/019373A2、WO 2006/056418A2和WO 2005/113704以及在先欧洲申请EP 06112228.9和EP 06112198.4中的碳烯配合物,它们在本申请优先权日时还未公布。因此,可以清楚地参考上述WO和EP申请的公开内容,并将所述公开内容引入本申请内容中。

[0101] 空穴/激子阻挡层(4)可以包含在OLED中经常使用的空穴阻挡材料,例如2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(浴铜灵(BCP))、双(2-甲基-8-羟基喹啉根合)-4-(苯基苯酚根合)铝(III)(BA1q)、吩噻嗪S, S-二氧化物衍生物和1,3,5-三(N-苯基-2-苯并咪唑基)苯(TPBI),其中TPBI和BA1q也适合用作电子传输材料。在另一实施方案中,包含经由包含羰基的基团连接的芳环或杂芳环的化合物,如在WO 2006/100298中公开的化合物,可以用作空穴/激子阻挡层(4)或作为基质材料在发光层(3)中使用。

[0102] 在一个优选实施方案中,本发明涉及一种本发明的OLED,其包含下述层:阳极(1)、空穴传输层(2)、发光层(3)、空穴/激子阻挡层(4)、电子传输层(5)和阴极(6),如果合适,还可以包含其它层,其中空穴/激子阻挡层包含至少一种式(I)化合物。

[0103] 在另一优选实施方案中,本发明涉及一种本发明的OLED,其包含下述层:阳极(1)、空穴传输层(2)、发光层(3)、空穴/激子阻挡层(4)、电子传输层(5)和阴极(6),如果合适,还可以包含其它层,其中发光层(3)包含至少一种式(I)化合物和空穴/激子阻挡层包含至少一种式(I)化合物。

[0104] 在另一实施方案中,本发明涉及一种本发明的OLED,其包含下述层:阳极(1)、空

穴传输层 (2) 和 / 或电子 / 激子阻挡层 (2') (该 OLED 可以既包含层 (2) 又包含层 (2') , 或者可以包含层 (2) 和层 (2') 中的一层)、发光层 (3)、空穴 / 激子阻挡层 (4)、电子传输层 (5) 和阴极 (6), 如果合适, 还可以包含其它层, 其中电子 / 激子阻挡层和 / 或空穴传输层和, 如果合适, 发光层 (3) 包含至少一种式 (I) 化合物。

[0105] 用于本发明 OLED 的层 (5) 的合适电子输送材料包括与下列物质整合的金属 : oxinoid 化合物, 例如三 (8-羟基喹啉) 铝 (Alq_3)、双 (2-甲基-8-羟基喹啉根合)-4-(苯基苯酚根合) 铝 (III) (BALq), 基于菲咯啉的化合物, 例如 2,9-二甲基-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉 ($\text{DDPA} = \text{BCP}$) 或 4,7-二苯基-1,10-菲咯啉 (DPA) 以及唑类化合物, 例如 2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑 (PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑 (TAZ) 和 2,2',2''-(1,3,5-亚苯基) 三 [1-苯基-1H-苯并咪唑] (TPBI)。层 (5) 可以有助于电子传输或用作缓冲层或阻挡层, 以避免激子在 OLED 各层界面处淬灭。层 (5) 优选改进电子的移动性和降低激子的淬灭。合适的电子传输材料优选为 TPBI 和 BALq 。

[0106] 在上面作为空穴传输材料和电子传输材料提及的材料当中, 一些可以发挥多种功能。例如, 当它们具有低 HOMO 时, 一些电子传输材料同时为空穴阻挡材料。这些材料例如可以在空穴 / 激子阻挡层 (4) 中使用。但是, 作为空穴 / 激子阻挡材料的功能也可以由层 (5) 承担, 以致可以省掉层 (4)。

[0107] 电荷传输层也可以电子掺杂, 以改进所用材料的传输性能, 以首先使层厚度更大 (避免针孔 / 短路), 其次将器件的操作电压降至最低。例如, 空穴传输材料可以掺杂有电子受体; 例如酞菁类或芳基胺类如 TPD 或 TDTA 可以掺杂有四氟四氰基醌二甲烷 (F4-TCNQ)。电子传输材料例如可以掺杂有碱金属; 例如 Alq_3 可以掺杂锂。电子掺杂对于本领域熟练技术人员而言是已知的, 并且例如公开于 W. Gao, A. Kahn, J. Appl. Phys., 第 94 卷, 第 1 期, 2003 年 7 月 1 日 (p 掺杂的有机层); A. G. Werner, F. Li, K. Harada, M. Pfeiffer, T. Fritz, K. Leo, Appl. Phys. Lett., 第 82 卷, 第 25 期, 2003 年 6 月 23 日和 Pfeiffer 等, Organic Electronics, 2003, 4, 89-103 中。

[0108] 阴极 (6) 是用于引入电子或负电荷载体的电极。用于阴极的合适材料选自元素周期表 (旧版 IUPAC) 第 Ia 族的碱金属, 例如 Li、Cs, 第 IIa 族的碱土金属, 例如钙、钡或镁, 第 IIb 族金属, 包括镧系金属和铜系金属, 例如钇。此外, 还可以使用金属如铝或铟, 以及上述所有金属的组合。此外, 含锂的有机金属化合物或 LiF 可应用于有机层和阴极之间, 以降低操作电压。

[0109] 本发明的 OLED 可额外包含本领域熟练技术人员已知的其它层。例如, 有助于正电荷的传输和 / 或使各层的带隙相互匹配的层可以应用于层 (2) 和发光层 (3) 之间。或者, 该其它层可用作保护层。以类似方式, 在发光层 (3) 和层 (4) 之间可以存在额外的层, 以有助于负电荷的传输和 / 或使各层的带隙相互匹配。或者, 该层可用作保护层。

[0110] 在一个优选实施方案中, 本发明的 OLED 除了层 (1)-(6) 之外还包含下列其它层中的至少一层:

[0111] - 阳极 (1) 和空穴传输层 (2) 之间的空穴注入层;

[0112] - 空穴传输层 (2) 和发光层 (3) 之间的电子阻挡层;

[0113] - 电子传输层 (5) 和阴极 (6) 之间的电子注入层。

[0114] 本领域熟练技术人员知道如何选择合适的材料（例如基于电化学研究）。用于各层的合适材料对于本领域熟练技术人员而言是已知的，并且例如公开于 WO 00/70655 中。

[0115] 此外，可以对本发明 OLED 中使用的一些层或所有层进行表面处理，以增加电荷载体传输的效率。用于所述层中的每一层的材料优选经选择使得获得具有高效率 and 寿命的 OLED。

[0116] 本发明 OLED 可以通过本领域熟练技术人员已知的方法来制备。通常而言，本发明 OLED 通过将各层依次气相沉积在合适的基底上而制备。合适的基底例如为玻璃、无机半导体或聚合物薄膜。气相沉积可以使用常规技术如热蒸发、化学气相沉积 (CVD)、物理气相沉积 (PVD) 和其它技术。在可供选择的方法中，OLED 的有机层可以使用本领域熟练技术人员已知的涂敷技术由在合适溶剂中的溶液或分散体涂敷。

[0117] 通常而言，各层具有下列厚度：阳极 (1) 50-500nm，优选 100-200nm；空穴传输层 (2) 5-100nm，优选 20-80nm；发光层 (3) 1-100nm，优选 10-80nm；空穴 / 激子阻挡层 (4) 2-100nm，优选 5-50nm；电子传输层 (5) 5-100nm，优选 20-80nm；阴极 (6) 20-1000nm，优选 30-500nm。本发明 OLED 中的空穴和电子的复合区相对于阴极的相对位置和因此 OLED 的发射光谱尤其可受到各层相对厚度的影响。这意味着应该优选选择电子传输层的厚度，以使复合区的位置与二极管的光学共振电子排布性质相匹配以及因此与发光体的发射波长相匹配。OLED 中各层厚度的比例取决于所用材料。使用的任何额外层的层厚对于本领域熟练技术人员而言是已知的。当电子传输层和 / 或空穴传输层进行电子掺杂时，其厚度可以大于上述层厚。

[0118] 根据本发明，本发明 OLED 中的发光层和 / 或至少一种任选存在的其它层包含至少一种通式 (I) 化合物。虽然所述至少一种通式 (I) 化合物作为基质材料在发光层中存在，但是在每种情况下其可以单独或与适合于相应层的上述至少一种其它材料一起在本发明 OLED 的至少一个其它层中使用。除了式 (I) 化合物外，发光层也可以包含一种或多种其它的基质材料。

[0119] 本发明 OLED 的效率例如可以通过优化各层而得到改进。例如，可以使用高效率的阴极，例如 Ca 或 Ba，如果合适，可以与 LiF 中间层结合使用。降低操作电压或增加量子效率的成型基底和新的空穴传输材料也可以用于本发明 OLED 中。此外，在 OLED 中也可以存在额外的层，以调节各层的能级和助于电致发光。

[0120] 本发明 OLED 可以用于其中电致发光是所有器件中。合适的器件优选选自固定式可视显示单元、移动式可视显示单元和照明单元。固定式可视显示单元例如为计算机、电视的可视显示单元，打印机、厨房用具、广告板、照明和信息板中的可视显示单元。移动式可视显示单元例如为移动电话、手提电脑、数码相机、车辆以及公共汽车和火车上的目的地显示器中的可视显示单元。

[0121] 此外，式 I 化合物可以用于具有反转结构的 OLED 中。在这些反转 OLED 中，本发明使用的式 I 化合物再次优选作为基质材料在发光层中使用。反转 OLED 的结构和其中常使用的材料对于本领域熟练技术人员而言是已知的。

[0122] 如下实施例提供了对本发明的额外说明。

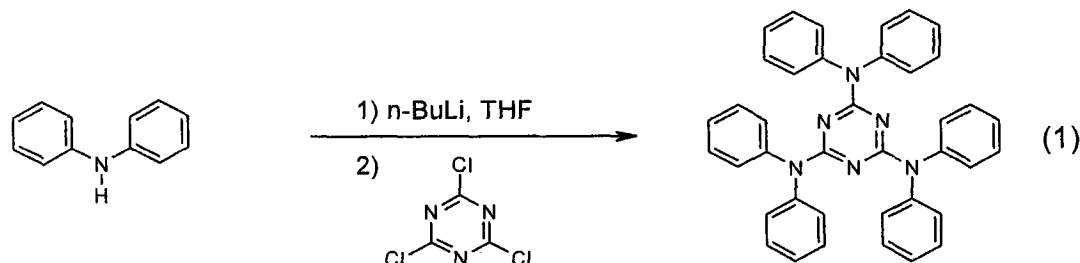
实施例

[0123] 1.) 合成三(二苯基氨基)三嗪化合物

[0124] 实施例 a) :

[0125] 三取代 2,4,6-三氯-1,3,5-三嗪(氰尿酰氯)以制备 2,4,6-三(二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (1) (对比)

[0126]



[0127] 通用方法 A :在氮气气氛下,将 5.92g (35mmol) 二苯胺溶解在配有氮气入口和隔膜的 250ml 两颈烧瓶中的 100ml 钾干燥的 THF 中。然后在 10 分钟期间内,使该溶液在室温下与 21.8ml (35mmol) 正丁基锂(在己烷中 1.6M) 混合,并且再搅拌 10 分钟。在配有氮气入口、回流冷凝器和隔膜的 500ml 三颈烧瓶中,在氮气气氛下将 1.84g (10mmol) 氰尿酰氯溶解在 100ml 钾干燥的 THF 中。使用移液套管将该二苯基氨基锂溶液逐滴转移到氰尿酰氯溶液中。然后使反应混合物在回流下沸腾 6 小时。冷却到室温后,将溶剂蒸掉,并在 200ml 水中搅拌残留物 10 分钟。用乙醚洗涤通过过滤得到的白色固体,在热甲醇中使其成浆并热过滤。为了进一步纯化,使产物在氯苯中重结晶并在高真空下干燥,得到 3.55g (61%) 的 2,4,6-三(二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (1) 白色固体。

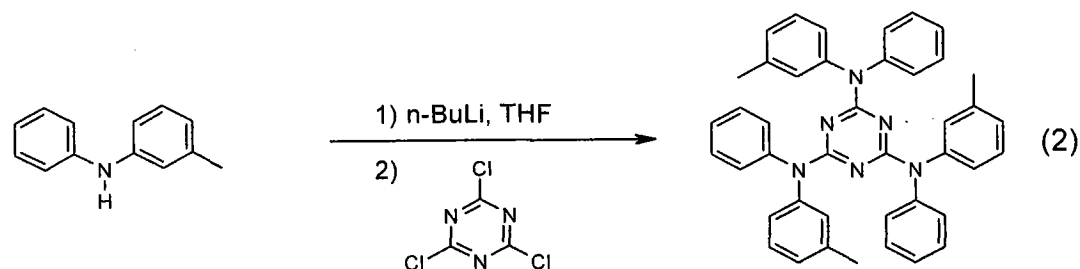
[0128] ^1H NMR (250MHz, CDCl_3) δ (ppm) :7.09-7.16 (m, 24H) ,7.02-7.06 (m, 6H) 。

[0129] EI-MS :m/z = 582 (M^+) 。

[0130] 实施例 b) :

[0131] 三取代 2,4,6-三氯-1,3,5-三嗪以制备 2,4,6-三(3-甲基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (2) (对比)

[0132]



[0133] 根据方法 A,使 6.41g (35mmol) 3-甲基二苯胺与 1.84g (10mmol) 氰尿酰氯反应并纯化,得到 3.81g (64%) 的 2,4,6-三(3-甲基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (2) 白色固体。

[0134] ^1H NMR (250MHz, CDCl_3) δ (ppm) :7.08-7.15 (m, 9H) ,6.82-7.05 (m, 18H) ,2.17 (s, 9H) 。

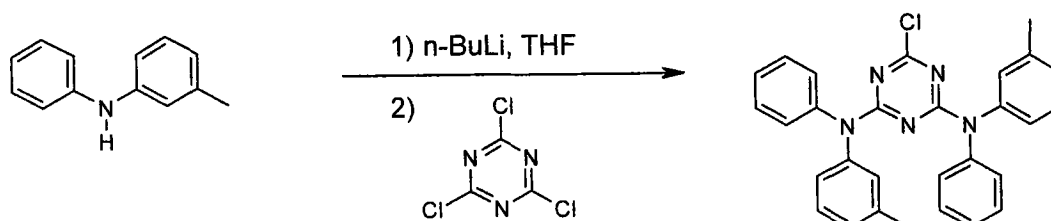
[0135] EI-MS :m/z = 624 (M^+) 。

[0136] 实施例 c) :

[0137] 二取代 2,4,6-三氯-1,3,5-三嗪以制备 2,4-双(3-甲基二苯基氨基)-6-氯-1,

3,5-三嗪(本发明)

[0138]



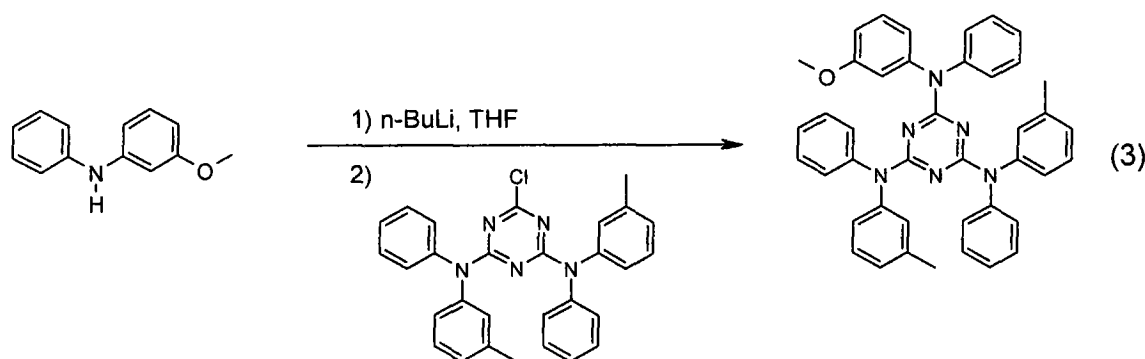
[0139] 根据方法A,使3.66g(20mmol)3-甲基二苯胺与1.84g(10mmol)氰尿酰氯反应。通过柱层析法用己烷/THF洗脱液混合物(7/1,V/V)纯化产物,得到3.72g(78%)的2,4-双(3-甲基二苯基氨基)-6-氯-1,3,5-三嗪白色固体。

[0140] ^1H NMR(250MHz, CDCl_3) δ (ppm): 7.07-7.16(m, 6H), 6.81-7.05(m, 12H), 2.17(s, 6H)。

[0141] EI-MS: $m/z = 477(\text{M}^+)$ 。

[0142] 取代双-1,3-(3-甲基二苯基氨基)-5-氯-1,3,5-三嗪以制备2,4-双(3-甲基二苯基氨基)-6-(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(3)(本发明)

[0143]



[0144] 根据方法A,使1.19g(6mmol)3-甲氧基二苯胺与4.78g(5mmol)2,4-双(3-甲基二苯基氨基)-6-氯-1,3,5-三嗪反应。通过柱层析法用己烷/THF洗脱液混合物(7/1,V/V)纯化产物,得到2.18g(68%)的2,4-双(3-甲基二苯基氨基)-6-(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(3)白色固体。

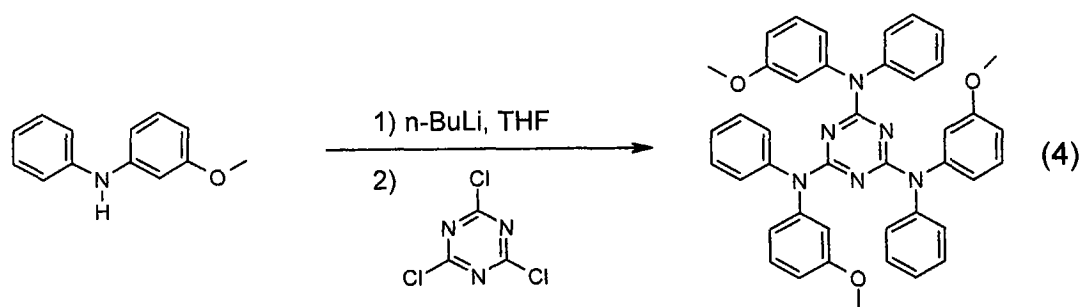
[0145] ^1H NMR(250MHz, CDCl_3) δ (ppm): 6.98-7.17(m, 18H), 6.81-6.95(m, 6H), 6.55-6.76(m, 3H), 3.63(s, 3H), 2.17(s, 6H)。

[0146] EI-MS: $m/z = 640(\text{M}^+)$ 。

[0147] 实施例d):

[0148] 三取代2,4,6-三氯-1,3,5-三嗪以制备2,4,6-三(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(4)(本发明)

[0149]



[0150] 根据方法 A, 使 6.97g (35mmol) 3-甲氧基二苯胺与 1.84g (10mmol) 氰尿酸氯反应。通过柱层析法用己烷/THF 洗脱液混合物 (10/1, V/V) 纯化产物, 得到 3.43g (51%) 的 2,4,6-三(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (4) 白色固体。

[0151] ^1H NMR (250MHz, CDCl_3): δ (ppm) 6.95–7.16 (m, 18H), 6.56–6.76 (m, 9H), 3.63 (s, 9H)。

[0152] EI-MS : $m/z = 672 (\text{M}^+)$ 。

[0153] 2.) 根据 1.) 制备的三(二苯基氨基)三嗪化合物的热性质

[0154] 本申请中记录的所有热数据均在 Perkin-Elmer DSC-7 量热仪上在惰性气体气氛下通过差示扫描量热法 (DSC) 以 10K/min 的加热和冷却速率测得。

[0155] 下面给出各个三嗪衍生物的化学结构式。

[0156] 实施例 e) (对比)

[0157] 在第一加热步骤过程中未取代的 2,4,6-三(二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (1) (对比) 在 308°C 下熔化。在随后冷却步骤过程中, 该化合物在 264°C 的温度下几乎完全结晶。当再次加热该化合物时, 样品的无定形部分在 208°C 的温度下重结晶。

[0158] 通过真空蒸发或旋涂施加的膜在制备之后或在制备过程中立即结晶。

[0159] 实施例 f) (对比)

[0160] 间-甲基取代的化合物 (2) (对比) 在第一加热步骤过程中显示熔点为 175°C。在随后冷却步骤过程中, 该化合物在缓慢的多相过程中几乎完全结晶。结晶峰从 125°C 延续至 90°C, 具有几个峰。可辨别出最强峰位于 102°C 的温度下。结晶焓为 24kJ/mol。在下一加热步骤过程中, 样品的无定形部分在 119°C 的温度下重结晶。

[0161] 在开始结晶过程之前, 通过真空蒸发或旋涂制备的膜在几小时至一天内是无定形的。

[0162] 实施例 g) (本发明)

[0163] 2,4-双(3-甲基二苯基氨基)-6-(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (3) (本发明) 在第一加热步骤过程中显示熔点为 153°C。在随后冷却步骤过程中, 该化合物以玻璃状的方式凝固。随后的加热周期在 39°C 的温度下显示出玻璃化转变。当继续加热时, 这导致在 100°C 下重结晶和在 156°C 下熔化。在以 10K/min 冷却过程中, 没有观察到结晶。

[0164] 在开始结晶过程之前, 通过真空蒸发或旋涂制备的膜在两周内是无定形的。

[0165] 实施例 h) (本发明)

[0166] 间-甲氧基取代的 2,4,6-三(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪 (4) (本发明) 在第一加热步骤过程中显示熔点为 167°C。在所有其它加热和冷却周期中, 没有观察到结晶或重结晶。在该加热步骤过程中, 测得玻璃化转变温度为 37°C。

[0167] 通过真空蒸发或旋涂制备的膜在整个分析期间（超过 60 天）是无定形的。

[0168] 根据实施例 e)–h) 的通式 (I) 的三（二苯基氨基）三嗪化合物的热性能

[0169]

化合物	$T_m[^\circ\text{C}]^{1)}$	$T_c[^\circ\text{C}]^{2)}$	$T_{\text{rec}}[^\circ\text{C}]^{3)}$	$T_g[^\circ\text{C}]^{4)}$	膜的结晶性
1(对比)	309	265	208	-	立即结晶
2(对比)	175	102	119	-	1 天
3(本发明)	153	-	100	39	2 周
4(本发明)	168	-	-	38	> 60 天

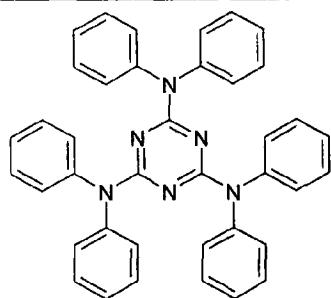
[0170] 1) 熔点

[0171] 2) 结晶温度

[0172] 3) 重结晶温度

[0173] 4) 玻璃化转变温度

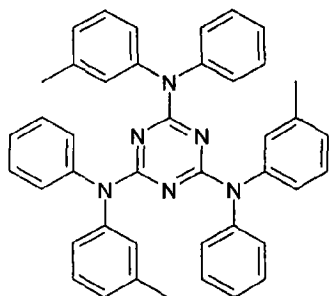
[0174]



2,4,6-三(二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(1)
(对比)

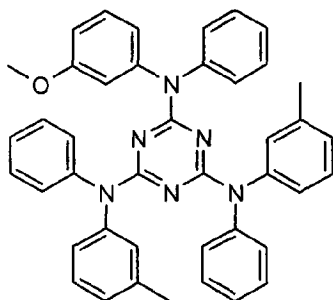
$\text{C}_{39}\text{H}_{30}\text{N}_6$
 $M=582.71\text{g/mol}$

[0175]



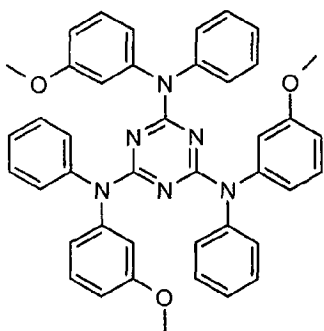
2,4,6-三(3-甲基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(2)
(对比)

$C_{42}H_{36}N_6$
 $M=624.80\text{g/mol}$



2,4-双(3-甲基二苯基氨基)-6-(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(3)
(本发明)

$C_{42}H_{36}N_6O$
 $M=640.79\text{g/mol}$



2,4,6-三(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(4)
(本发明)

$C_{42}H_{36}N_6O_3$
 $M=672.79\text{g/mol}$

[0176] 3.) 包含根据 1.) 制备的三(二苯基氨基)三嗪化合物的二极管

[0177] 实施例 i) :

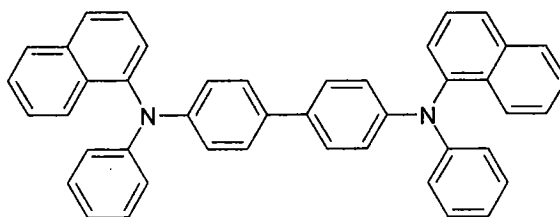
[0178] 制造包含作为基质材料的 2,4,6-三(二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(1) 的 OLED(对比)

[0179] 首先在超声浴中在丙酮/异丙醇混合物中清洁用作阳极的 ITO 基底。为了除去可能的有机残留物,进一步在 O_2 等离子体中清洁基底 10 分钟。

[0180] 随后在约 10^{-6} 毫巴下以约 0.5-5nm/min 的速率通过气相沉积而在清洁基底上施用下文所述的有机材料。

[0181] 在基底上施用的空穴传输材料和激子阻挡材料为 30nm 厚的 N, N'-二(萘-1-基)-N, N'-二苯基联苯胺(α -NPD)(C1)。

[0182]

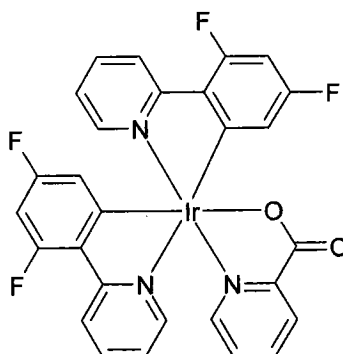


[0183] α -NPD(C1)

[0184] 随后通过气相沉积施用 40nm 厚的 20 重量%的化合物双[(4,6-二氟苯基)吡啶

根合 -N, C2'] 吡啶甲酸铱 (III) (Flrpic) (C2) 和 80 重量%的化合物 2,4,6-三(二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(1)的混合物,其中前者用作发光体,而后者用作基质材料。

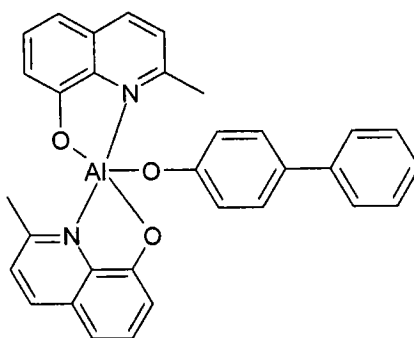
[0185]



[0186] Flrpic (C2)

[0187] 随后通过气相沉积施用 30nm 厚的作为电子传输材料和激子 / 空穴阻挡材料的双(2-甲基-8-羟基喹啉根合)-4-(苯基苯酚根合)铝(III) (BA1q) (C3), 然后施加 1nm 厚的氟化锂层, 最后施加 200nm 厚的铝电极。

[0188]



[0189] BA1q (C3)

[0190] 化合物 α -NPD (C1)、Flrpic (C2) 和 BA1q (C3) 可市购。

[0191] 为了表征 OLED, 记录各种电流和电压下的电致发光光谱。此外, 结合发光量而用光度计测量电流 - 电压特征曲线。

[0192] 对于上述 OLED, 得到如下电光数据 :

[0193]

最大发射	n. d.
CIE (x, y)	0.17 ; 0.32
在 10V 下的光度效率	0.005cd/A
在 10V 下的功率效率	0.001lm/W
在 10V 下的亮度 (最大值)	1.2cd/m ²

[0194] 在储存一天后, 对于上述 OLED, 得到如下电光数据 :

[0195]

最大发射	n. d. *
CIE (x, y)	n. d. *
在 100cd/m ² 的亮度下的光度效率	n. d. *
亮度	n. d. *

[0196] * 由于基质材料结晶的结果, OLED 的功能被不可逆转地损坏。(n. d. =不可测)

[0197] 2,4,6-三(二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(1)与三(2-苯基吡啶)铱(III) (Ir(ppy)₃) 在 OLED 中的用途描述于 H. Inomata 等, Chemistry of Materials 2004, 16, 1285 中, 前者化合物用作基质材料, 后者用作发光体。由于差的成膜性, 不能测到 OLED 中基质材料的功能。

[0198] 实施例 k) :

[0199] 制造包含作为基质材料的 2,4,6-三(3-甲基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(2) 的 OLED (对比)

[0200] 首先在超声浴中在丙酮/异丙醇混合物中清洁用作阳极的 ITO 基底。为了除去可能的有机残留物, 进一步在 O₂ 等离子体中清洁基底 10 分钟。

[0201] 随后在约 10⁻⁶ 毫巴下以约 0.5-5nm/min 的速率通过气相沉积而在清洁基底上施用下文所述的有机材料。

[0202] 在基底上施用的空穴传输材料和激子阻挡材料为 30nm 厚的 N, N'-二(萘-1-基)-N, N'-二苯基联苯胺 (α-NPD) (C1)。

[0203] 随后通过气相沉积施用 40nm 厚的 20 重量%的化合物双[(4,6-二氟苯基)吡啶根合-N, C2'] 吡啶甲酸铱(III) (Flrpic) (C2) 和 80 重量%的化合物 2,4,6-三(3-甲基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(2) 的混合物, 其中前者用作发光体, 而后者用作基质材料。

[0204] 随后通过气相沉积施用 30nm 厚的作为电子传输材料和激子/空穴阻挡材料的双(2-甲基-8-羟基喹啉根合)-4-(苯基苯酚根合)铝(III) (BA1q) (C3), 然后施加 1nm 厚的氟化锂层, 最后施加 200nm 厚的铝电极。

[0205] 为了表征 OLED, 记录各种电流和电压下的电致发光光谱。此外, 结合发光量而用光度计测量电流-电压特征曲线。

[0206] 为了测定 OLED 结晶趋势的稳定性, 在室温下在氮气气氛下将 OLED 储存一天并再次进行分析。

[0207] 对于上述 OLED, 得到如下电光数据:

[0208]

最大发射	470nm
CIE (x, y)	0.17 ; 0.34

在 100cd/m ² 的亮度下的光度效率	2.7cd/A
在 100cd/m ² 的亮度下的功率效率	1.2lm/W
在 1000cd/m ² 的亮度下的光度效率	7.3cd/A
在 1000cd/m ² 的亮度下的功率效率	2.3lm/W
在 10V 下的亮度	1000cd/m ²

[0209] 在储存一天后,对于上述 OLED,得到如下电光数据:

[0210]

最大发射	n. d. *
CIE (x, y)	n. d. *
在 100cd/m ² 的亮度下的光度效率	n. d. *
亮度	n. d. *

[0211] * 由于基质材料结晶的结果, OLED 的功能被不可逆转地损坏。(n. d. =不可测)

[0212] 实施例 1):

[0213] 制造包含作为基质材料的 2,4,6-三(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(4)(本发明)的 OLED

[0214] 首先在超声浴中在丙酮/异丙醇混合物中清洁用作阳极的 ITO 基底。为了除去可能的有机残留物,进一步在 O₂ 等离子体中清洁基底 10 分钟。

[0215] 随后在约 10⁻⁶ 毫巴下以约 0.5-5nm/min 的速率通过气相沉积而在清洁基底上施用下文所述的有机材料。

[0216] 在基底上施用的空穴传输材料和激子阻挡材料为 30nm 厚的 N, N'-二(萘-1-基)-N, N'-二苯基联苯胺(α -NPD)(C1)。

[0217] 随后通过气相沉积施用 40nm 厚的 20 重量%的化合物双[(4,6-二氟苯基)吡啶根合-N, C2']吡啶甲酸铱(III)(Flrpic)(C2)和 80 重量%的化合物 2,4,6-三(3-甲氧基二苯基氨基)-1,3,5-三嗪(4)(本发明)的混合物,其中前者用作发光体,而后者用作基质材料。

[0218] 随后通过气相沉积施用 30nm 厚的作为电子传输材料和激子/空穴阻挡材料的双(2-甲基-8-羟基喹啉根合)-4-(苯基苯酚根合)铝(III)(BALq)(C3),然后施加 1nm 厚的氟化锂层,最后施加 200nm 厚的铝电极。

[0219] 为了表征 OLED,记录各种电流和电压下的电致发光光谱。此外,结合发光量而用光度计测量电流-电压特征曲线。

[0220] 为了测定 OLED 结晶趋势的稳定性,在室温下在氮气气氛下将 OLED 储存一天并再

次进行分析。

[0221] 对于上述 OLED,得到如下电光数据：

[0222]

最大发射	470nm
CIE (x, y)	0.17 ;0.34
在 100cd/m ² 的亮度下的光度效率	12.2cd/A
在 100cd/m ² 的亮度下的功率效率	5.01m/W
在 1000cd/m ² 的亮度下的光度效率	9.3cd/A
在 1000cd/m ² 的亮度下的功率效率	2.71m/W
在 10V 下的亮度	1000cd/m ²

[0223] 在储存一天后,对于上述 OLED,得到如下电光数据：

[0224]

最大发射	470
CIE (x, y)	0.17 ;0.34
在 1000cd/m ² 的亮度下的光度效率	8.5cd/A
在 17V 下的亮度	1000cd/m ²