



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103897690 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201210580564. 8

C07D 307/91 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 12. 27

H01L 51/54 (2006. 01)

(71) 申请人 海洋王照明科技股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区南海大道
海王大厦 A 座 22 层

申请人 深圳市海洋王照明技术有限公司
深圳市海洋王照明工程有限公司

(72) 发明人 周明杰 王平 梁禄生 张振华

(74) 专利代理机构 深圳市隆天联鼎知识产权代
理有限公司 44232

代理人 刘抗美 刘耿

(51) Int. Cl.

C09K 11/06 (2006. 01)

C07D 235/18 (2006. 01)

C07D 333/76 (2006. 01)

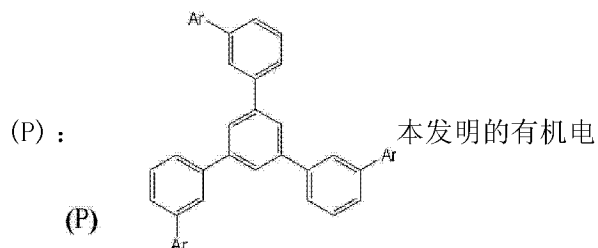
权利要求书2页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

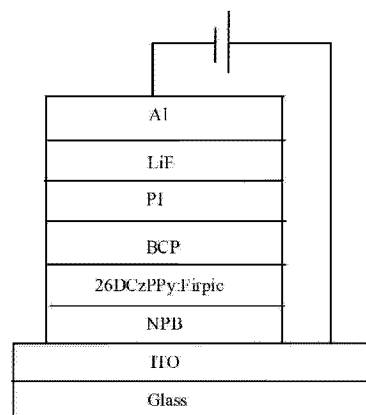
有机电致发光材料及其制备方法与有机电致
发光器件

(57) 摘要

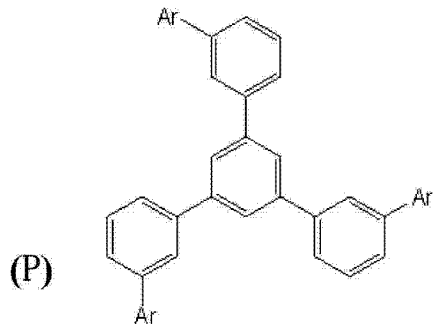
本发明涉及一种有机电致发光材料及其制备
方法与应用, 该有机电致发光材料具有如下通式



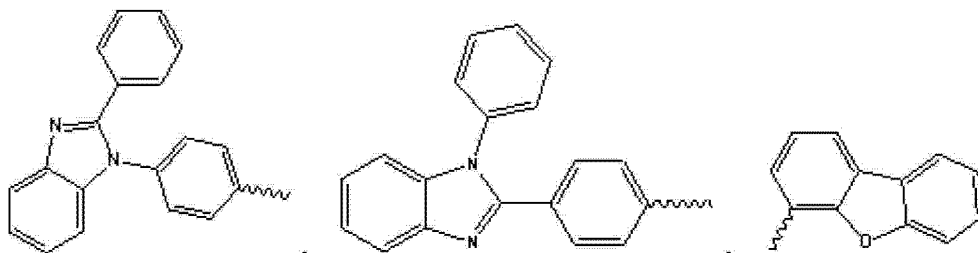
致发光材料在结构中引入具有较大平面刚性的缺
电子基团, 同时缺电子基团与苯采用的是间位连
接, 这使该机半导体材料具有高的电子迁移率、三
线态能级和热稳定性, 同时也具有溶解性能和成
膜性能, 能够溶于常见的如四氢呋喃、二氯甲烷、
三氯甲烷、甲苯等常用的有机溶剂中。



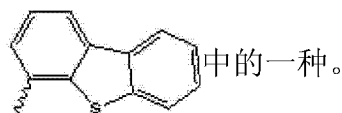
1. 具有下述通式 (P) 的有机电致发光材料：



其中 Ar 为

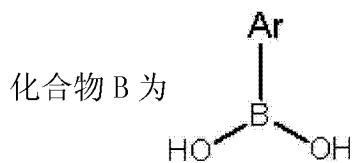
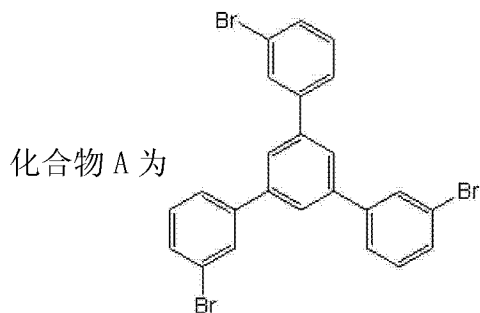


或

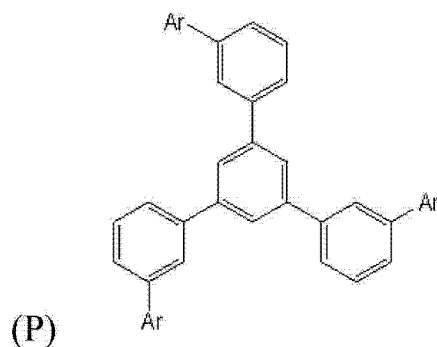


2. 权利要求 1 所述有机电致发光材料的制备方法,该方法包括以下步骤：

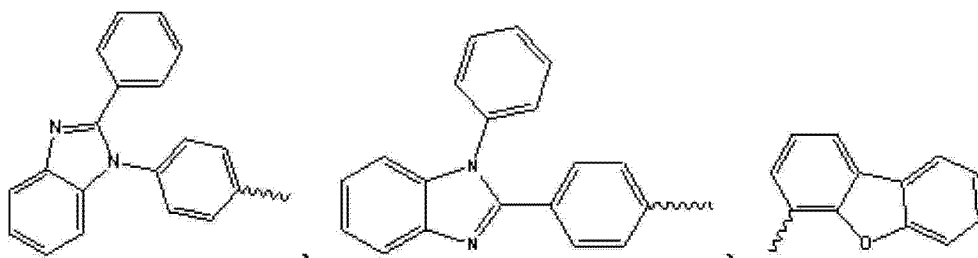
a) 提供如下化合物 A 和 B；



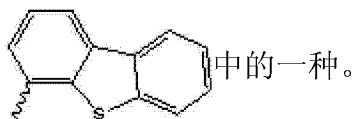
b) 在惰性气体氛围下,将所述化合物 A 与所述化合物 B 按照 1:1~2.5 的摩尔比加入含有催化剂和碱性溶液的有机溶剂中,于 75 ~ 120℃下进行 Suzuki 耦合反应 24 ~ 48 小时,分离提纯,得到下述通式 (P) 的有机电致发光材料：



其中 Ar 为



或



3. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述催化剂为有机钯,所述有机钯与所述化合物 A 的摩尔比为 0.001~0.1:1。

4. 根据权利要求 3 所述的制备方法,其特征在于,所述有机钯为四(三苯基膦)钯、双(三苯基膦)氯化钯或三(二亚苄基丙酮)二钯。

5. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述惰性气体为氮气或氩气。

6. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述碱性溶液为 Cs_2CO_3 、 K_2CO_3 或 Na_2CO_3 溶液,所述碱性溶液的浓度为 2mol/L,所述碱性溶液与所述化合物 A 的摩尔比为 20~25:1。

7. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述有机溶剂为四氢呋喃、乙二醇二甲醚或甲苯。

8. 根据权利要求 2 所述的制备方法,其特征在于,所述分离提纯步骤如下:将 Suzuki 耦合反应得到的反应液倒入饱和氯化铵水溶液中,用二氯甲烷进行萃取,萃取出的有机相用氯化钠水溶液洗、干燥,旋蒸除去溶剂后得到粗产物,再将所述粗产物进行硅胶柱层析分离提纯。

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

有机电致发光材料及其制备方法与有机电致发光器件

技术领域

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

背景技术

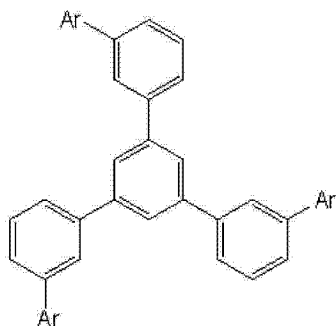
[0002] 随着信息时代的发展,具有高效、节能、轻质的有机电致发光平板显示器(OLEDs)及大面积白光照明越来越受到人们的关注。作为一种新型的LED技术,有机发光二极管(Organic Light Emitting Diode, OLED)技术被全球的科学家关注,相关的企业和实验室都在进行这项技术的研发。因具有主动发光、轻、薄、对比度好、能耗低、可制成柔性器件等特点,所以有机电致发光器件对制备材料提出了较高的要求。

[0003] 1987年,美国Eastman Kodak公司报道了有机电致发光研究中的突破性进展。而要实现全色显示及照明等应用目的,发光器件必须具有一定的效率和寿命。目前电致磷光理论上能够实现100%的电致发光效率,这要比荧光发光(理论上最高效率为25%)高很多,但是目前电致磷光中优质的磷光的主体材料还比较缺乏。

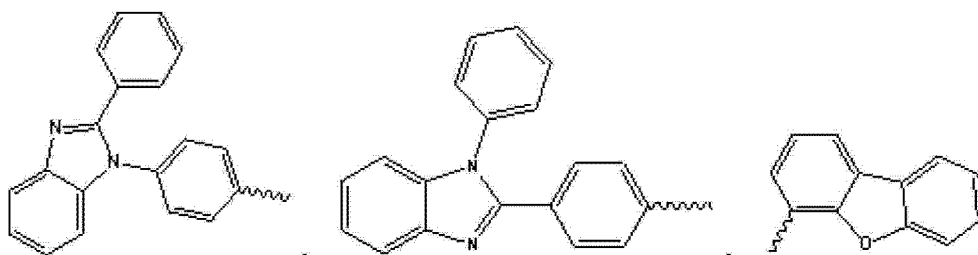
发明内容

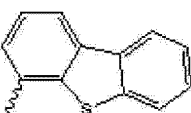
[0004] 本发明的目的在于解决上述现有技术存在的问题和不足,提供一种有机电致发光材料及其制备方法,另外还涉及该有机电致发光材料在有机电致发光器件中的应用。本发明的有机电致发光材料在结构中引入具有较大平面刚性的缺电子基团,同时缺电子基团与苯采用的是间位连接,这使该机半导体材料具有高的电子迁移率、三线态能级和热稳定性,同时也具有溶解性能和成膜性能,能够溶于常见的如四氢呋喃、二氯甲烷、三氯甲烷、甲苯等常用的有机溶剂中。

[0005] 本发明针对上述技术问题而提出具有下述通式的有机电致发光材料:



[0006] 其中Ar为

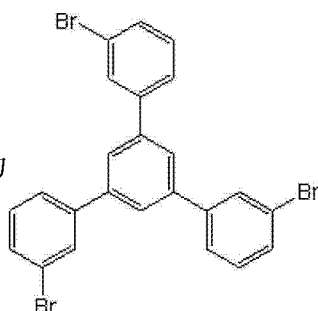


或  中的一种。

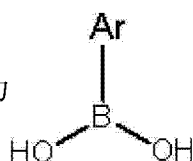
[0007] 本发明还涉及上有机电致发光材料的制备方法,该方法包括以下步骤:

[0008] b) 提供如下化合物 A 和 B;

[0009] 化合物 A 为

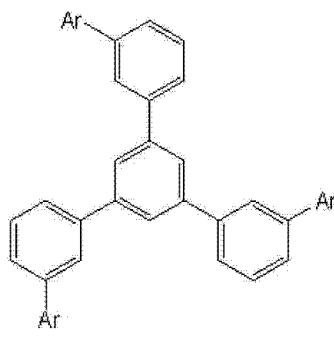


[0010] 化合物 B 为

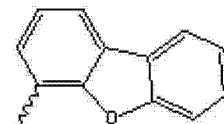
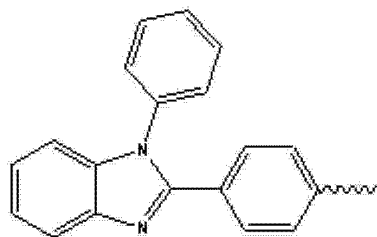
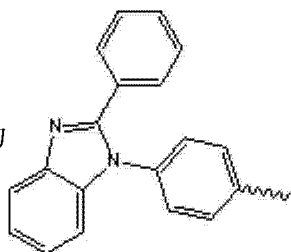


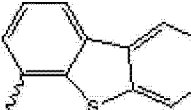
[0011] b) 在惰性气体氛围下,将所述化合物 A 与所述化合物 B 按照 1:1~2.5 的摩尔比加入含有催化剂和碱性溶液的有机溶剂中,于 75~120℃ 下进行 Suzuki 耦合反应 24~48 小时,分离提纯,得到下述通式 (P) 的有机电致发光材料:

[0012]



[0013] 其中 Ar 为



或  中的一种。

[0014] 所述催化剂为有机钯,所述有机钯与所述化合物 A 的摩尔比为 0.001~0.1:1。

[0015] 所述有机钯为四(三苯基膦)钯、双(三苯基膦)二氯化钯或三(二亚苄基丙酮)二钯。

[0016] 所述惰性气体为氮气或氩气。

[0017] 所述碱性溶液为 Cs_2CO_3 、 K_2CO_3 或 Na_2CO_3 溶液,所述碱性溶液的浓度为 2mol/L,所述

碱性溶液与所述化合物 A 的摩尔比为 20~25:1。

[0018] 所述有机溶剂为四氢呋喃、乙二醇二甲醚或甲苯。

[0019] 所述分离提纯步骤如下：将 Suzuki 耦合反应得到的反应液倒入饱和氯化铵水溶液中，用二氯甲烷进行萃取，萃取出的有机相用氯化钠水溶液洗、干燥，旋蒸除去溶剂后得到粗产物，再将所述粗产物进行硅胶柱层析分离提纯。

[0020] 本发明还公开了该有机电致发光材料在机电致发光器件中的应用，机电致发光器件包括阳极、功能层、发光层和阴极，所述发光层的材质为本发明的有机电致发光材料。

[0021] 与现有技术相比，本发明的有机电致发光材料在结构中引入具有较大平面刚性的缺电子基团，同时缺电子基团与苯采用的是间位连接，这使该机半导体材料具有高的电子迁移率、三线态能级和热稳定性，同时也具有溶解性能和成膜性能，能够溶于常见的如四氢呋喃、二氯甲烷、三氯甲烷、甲苯等常用的有机溶剂中。

附图说明

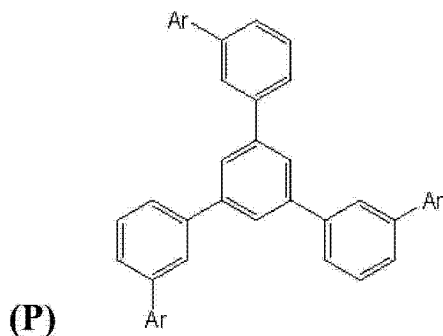
[0022] 图 1 是实施例 5 制备的有机电致发光器件的结构图。

具体实施方式

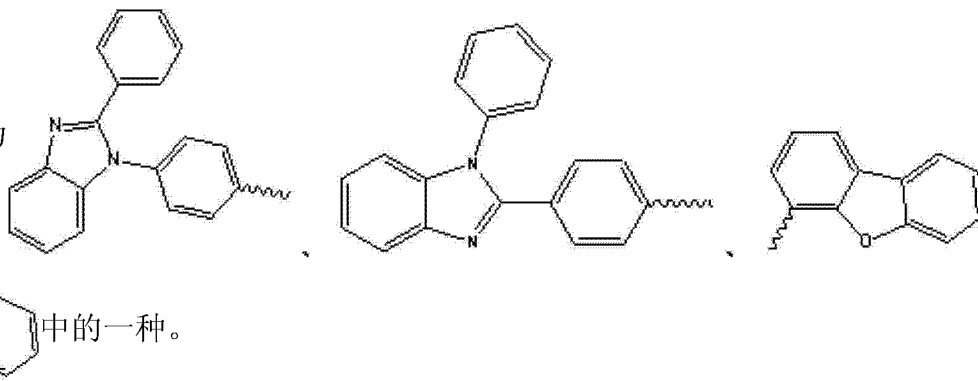
[0023] 以下结合实施例，对本发明予以进一步地详尽阐述。

[0024] 本发明的有机电致发光材料(简称 TmArPB)，具有以下通式 (P)：

[0025]



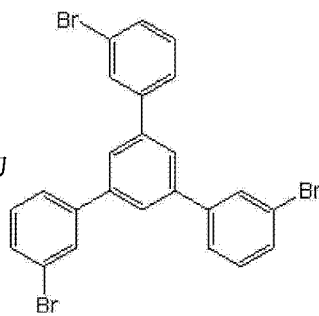
[0026] 其中 Ar 为



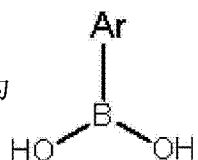
[0027] 本发明还包括上述有机电致发光材料的制备方法，包括以下步骤：

[0028] a) 取如下化合物 A 和 B：

[0029] 其中, 化合物 A 为

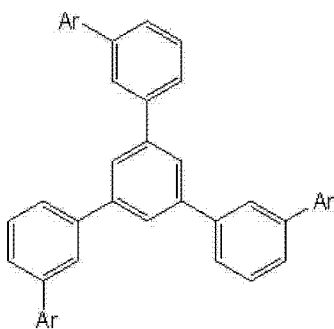


[0030] 化合物 B 为

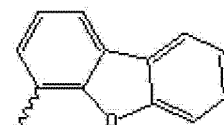
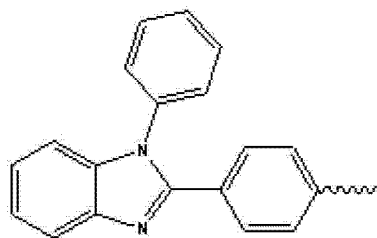
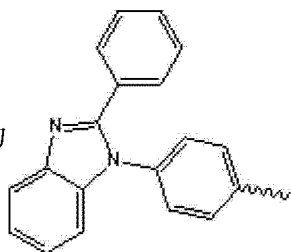


[0031] 在惰性气体氛围下, 将所述化合物 A 与所述化合物 B 按照 1:1~2.5 的摩尔比加入含有催化剂和碱性溶液的有机溶剂中, 于 75 ~ 120℃ 下进行 Suzuki 耦合反应 24 ~ 48 小时, 分离提纯, 得到下述通式 (P) 的有机电致发光材料:

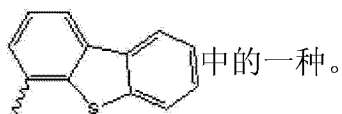
[0032]



[0033] 其中 Ar 为



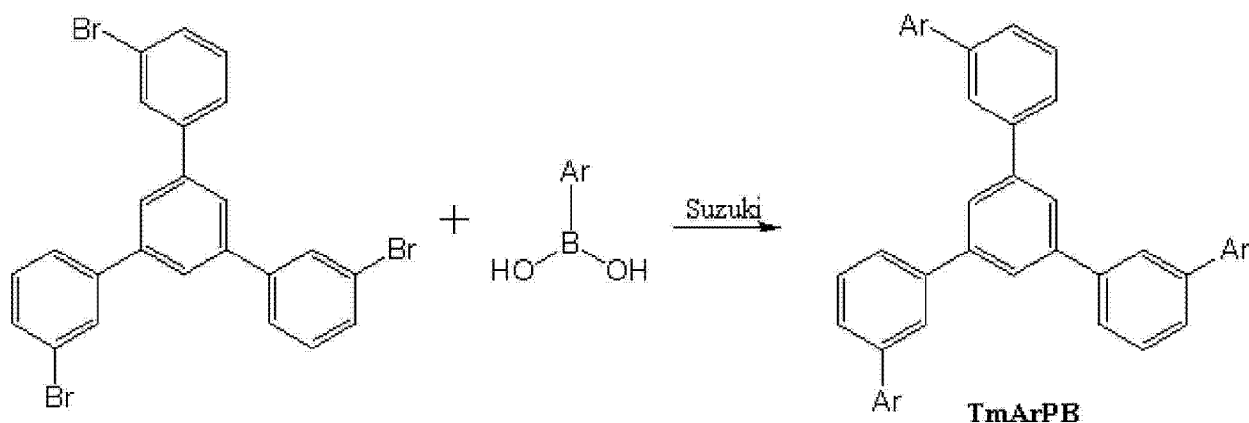
或



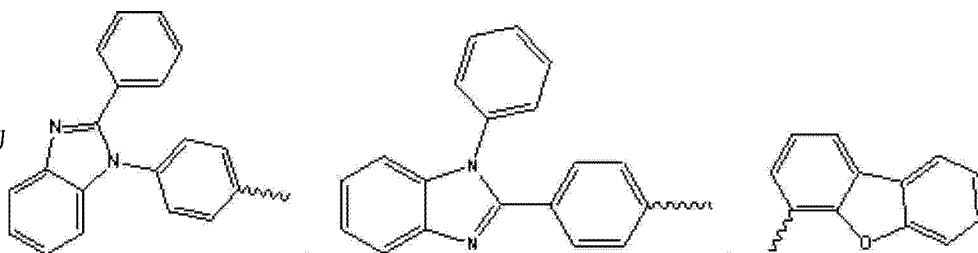
中的一种。

[0034] 所述制备方法中耦合反应的反应式如下:

[0035]



[0036] 其中 Ar 为



或  中的一种。

[0037] 催化剂为有机钯,有机钯与化合物 A 的摩尔比为 0.001~0.1:1,有机钯可以为四(三苯基膦)钯、双(三苯基膦)二氯化钯或三(二亚苄基丙酮)二钯。

[0038] 惰性气体为氮气或氩气,碱性溶液为 Cs_2CO_3 、 K_2CO_3 或 Na_2CO_3 溶液,碱性溶液的浓度为 2mol/L,碱性溶液与化合物 A 的摩尔比为 20~25:1。有机溶剂为四氢呋喃、乙二醇二甲醚或甲苯。

[0039] 此外,上述步骤 b) 中的萃取提纯的具体步骤如下:将 Suzuki 耦合反应得到的反应液倒入饱和氯化铵水溶液中,用二氯甲烷进行萃取,萃取出的有机相用氯化钠水溶液洗、干燥,旋蒸除去溶剂后得到粗产物,再将所述粗产物进行硅胶柱层析分离提纯。

[0040] 本发明还包括利用上述制备方法制得的有机电致发光材料,该有机电致发光材料可应用于有机电致发光器件中。有机电致发光器件一般包括阳极、功能层、发光层和阴极,本发明的有机电致发光材料可应用于其中的发光层中。

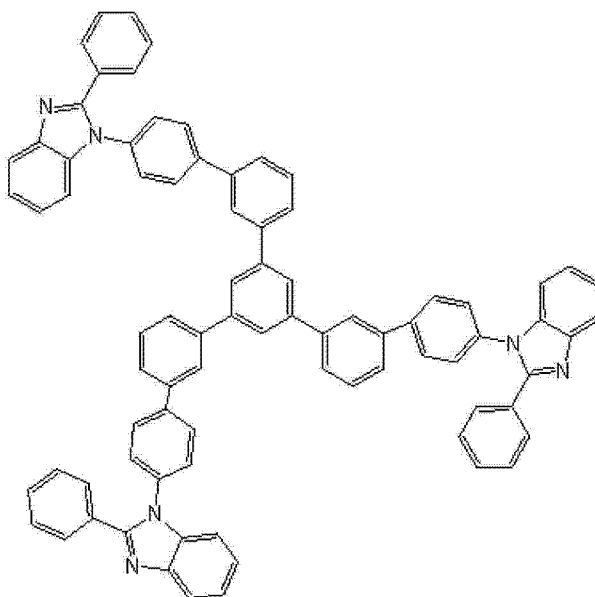
[0041] 以下结合附图,对本发明的较佳实施例进行进一步说明:

[0042] 实施例 1

[0043] 本实施例中公开的有机电致发光材料为化合物 P1:1,3,5-三((4-(2-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯,本发明中命名为 Tm1PBPB,其结构式如下:

[0044]

P1

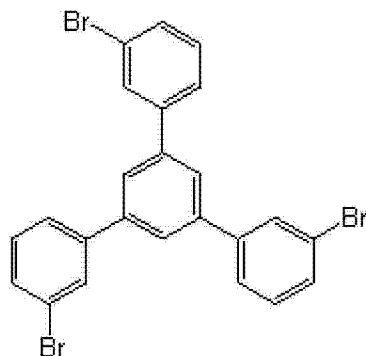


[0045] 为制备该有机电致发光材料,所涉及的方法包括如下步骤:

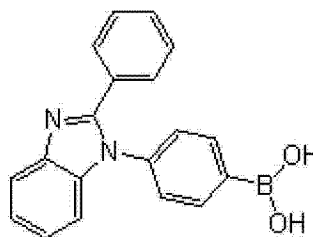
[0046] (1) 分别取如下结构式表示的化合物 A (1,3,5-三(3-溴苯基)苯)和化合物 B1 ([4-(2-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯基]硼酸);

[0047]

A:



B1:



[0048] (2) 将 5.0mmol 化合物 A(1,3,5-三(3-溴苯基)苯)、5.0mmol 化合物 B([4-(2-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯基]硼酸)和 0.005mmol 催化剂(四(三苯基膦)钯)加入到反应瓶中,抽真空后通氮气循环 3 次,使反应体系处于无氧状态,在氮气保护下,加入 65mL 四氢呋喃溶液、2mol/L 的 Na_2CO_3 水溶液 55mL,再将混合液加热进行耦合反应,在 75~80℃ 回流反应 48h,制得含有有机电致发光材料 1,3,5-三((4-(2-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯的反应液,将反应液倒入饱和氯化铵的水溶液中,用二氯甲烷萃取三次,对有机相部分用氯化钠水溶液洗、干燥、旋蒸除去溶剂后得到粗产物,经过硅胶柱层析分离提纯,最后得到纯化后的 1,3,5-三((4-(2-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯固体产物。

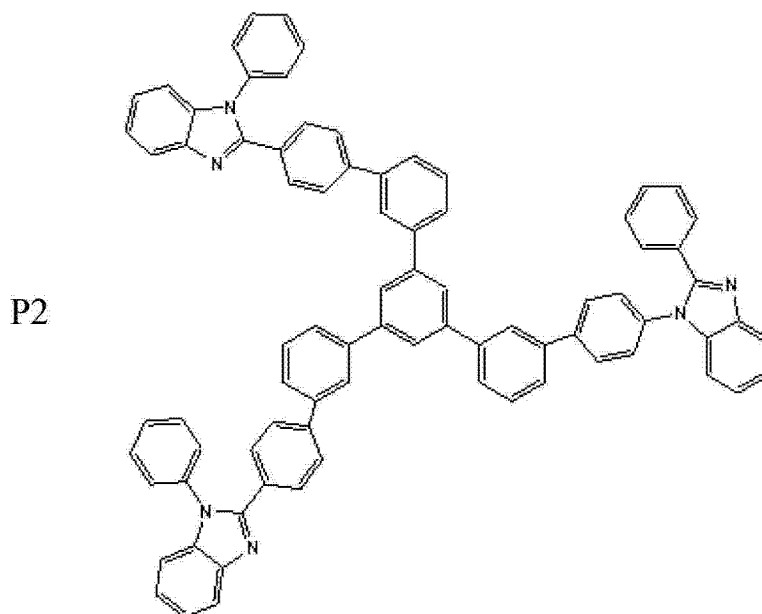
[0049] 本实施例中 1,3,5-三((4-(2-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯的产率为 61%。

[0050] 对所得化合物进行质谱分析,得到的测试结果为:MS:m/z1112(M^+)。

[0051] 实施例 2

[0052] 本实施例中公开的有机电致发光材料为化合物 P2:1,3,5-三((4-(1-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯,本发明中命名为 Tm2BPBP,其结构式如下:

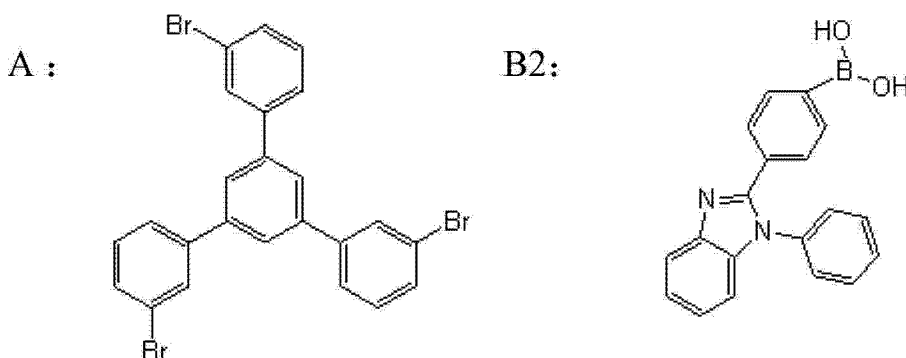
[0053]



[0054] 为制备该有机电致发光材料,所涉及的方法包括如下步骤:

[0055] (1) 分别取如下结构式表示的化合物 A (1,3,5-三(3-溴苯基)苯)和化合物 B2 (([4-(1-苯基-1H-苯并咪唑-2-基)苯基]硼酸);

[0056]



[0057] (2) 将 5.0mmol 化合物 A (1,3,5-三(3-溴苯基)苯)、5.5mmol 化合物 B2 (([4-(1-苯基-1H-苯并咪唑-2-基)苯基]硼酸), 0.15mmol 催化剂(三(二亚苄基丙酮)二钯)加入到反应瓶中,抽真空后通氮气循环 3 次,使反应体系处于无氧状态,在氩气保护下,加入 70mL 乙二醇二甲醚、2mol/L 的 K_2CO_3 水溶液 50mL,再将混合液加热进行耦合反应,在 95℃ 回流反应 40h,制得含有有机电致发光材料 1,3,5-三((4-(1-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯的反应液,将反应液倒入饱和氯化铵的水溶液中,用二氯甲烷萃取三次,有机相用氯化钠水溶液洗,干燥,旋蒸除去溶剂后得到粗产物,经过硅胶柱层析分离提纯,最后得到纯化后的固体产物 1,3,5-三((4-(1-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯。

[0058] 本实施例中 1,3,5-三((4-(1-苯基-1H-苯并咪唑-1-基)苯-3-基)苯基)苯的产率为 54%。

[0059] 对所得化合物进行质谱分析,得到的测试结果为:MS:m/z 1112 (M^+)。

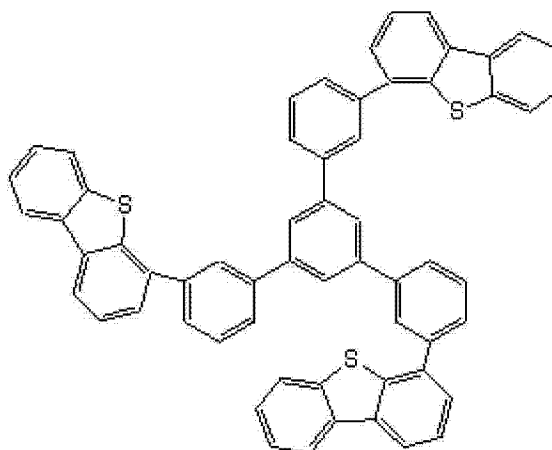
[0060] 实施例 3

[0061] 本实施例中公开的有机电致发光材料为化合物 P3:1,3,5-三((4-二苯并噻吩

基) 苯-3-基) 苯, 本发明中命名为 TmBTPB, 其结构式如下:

[0062]

P3

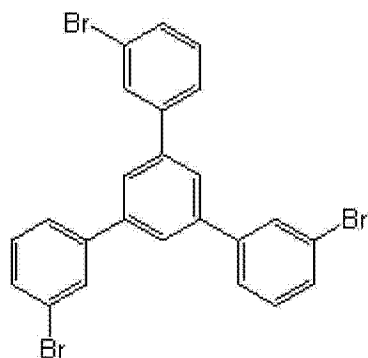


[0063] 为制备该有机电致发光材料, 所涉及的方法包括如下步骤:

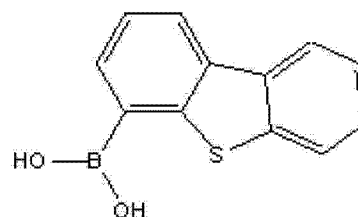
[0064] (1) 分别取如下结构式表示的化合物 A (1,3,5-三(3-溴苯基)苯) 和化合物 B3 ([4-二苯并噻吩基]硼酸);

[0065]

A:



B3:



[0066] (2) 将 5.0mmol 化合物 A (1,3,5-三(3-溴苯基)苯)、10.0mmol 化合物 B ([4-二苯并噻吩基]硼酸) 和 0.5mmol 催化剂 (双(三苯基膦)二氯化钯) 加入到反应瓶中, 抽真空后通氮气循环 3 次后, 使反应体系处于无氧状态, 在氮气保护下, 60mL 加入甲苯溶液、2mol/L 的 Cs_2CO_3 水溶液 52mL, 再将混合液加热进行耦合反应, 120℃ 下回流反应 24h, 制得含有有机电致发光材料 1,3,5-三((4-二苯并噻吩基)苯-3-基)苯的反应液, 将反应液倒入饱和氯化铵的水溶液中, 用二氯甲烷萃取三次, 萃取出的有机相部分用氯化钠水溶液洗、干燥、旋蒸除去溶剂后得到粗产物, 经过硅胶柱层析分离提纯, 最后得到纯化后的 1,3,5-三((4-二苯并噻吩基)苯-3-基)苯固体产物。

[0067] 本实施例中 1,3,5-三((4-二苯并噻吩基)苯-3-基)苯的产率为 70%。

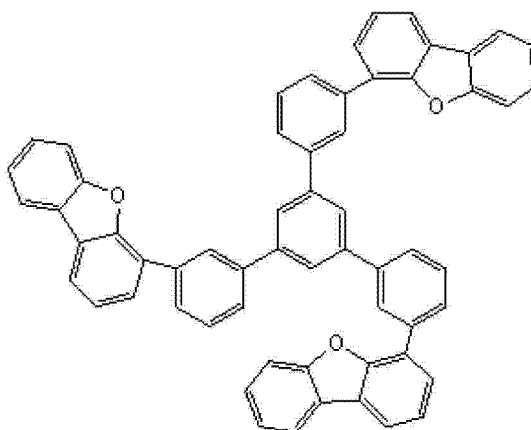
[0068] 对所得化合物进行质谱分析, 得到的测试结果为: MS:m/z853 (M^+)。

[0069] 实施例 4

[0070] 本实施例中公开的有机电致发光材料为化合物 P4: 1,3,5-三((4-二苯并呋喃基)苯-3-基)苯, 本发明中命名为 TmBFPB, 其结构式如下:

[0071]

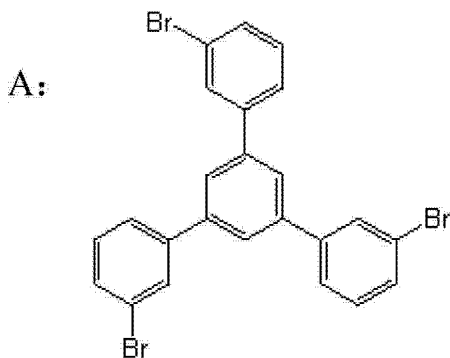
P4:



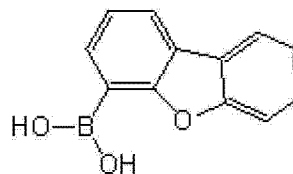
[0072] 为制备该有机电致发光材料,所涉及的方法包括如下步骤:

[0073] (1) 分别取如下结构式表示的化合物 A (1, 3, 5- 三 (3- 溴苯基) 苯) 和化合物 B4 ([4- 二苯并呋喃] 硼酸);

[0074]



B4:



[0075] (2) 将 4.0mmol 化合物 A (1, 3, 5- 三 (3- 溴苯基) 苯)、10.0mmol 化合物 B ([4- 二苯并呋喃] 硼酸) 和 0.05mmol 催化剂 (双 (三苯基膦) 二氯化钯) 加入到反应瓶中, 抽真空后通氮气循环 3 次, 使反应体系处于无氧状态, 在氮气保护下, 加入 60mL 甲苯溶液、2mol/L 的 Cs_2CO_3 水溶液 40ml, 将混合液加热进行耦合反应, 120°C 下回流反应 24h, 制得含有有机电致发光材料 1, 3, 5- 三 ((4- 二苯并呋喃基) 苯 -3- 基) 苯的反应液, 将所述反应液倒入饱和氯化铵的水溶液中, 用二氯甲烷萃取三次, 萃取出的有机相部分用氯化钠水溶液洗、干燥、旋蒸除去溶剂后得到粗产物, 经过硅胶柱层析分离提纯, 最后得到纯化后的 1, 3, 5- 三 ((4- 二苯并呋喃基) 苯 -3- 基) 苯固体产物。

[0076] 本实施例中 1, 3, 5- 三 ((4- 二苯并呋喃基) 苯 -3- 基) 苯的产率为 57%。

[0077] 对所得化合物进行质谱分析, 得到的测试结果为 :MS:m/z805 (M^+)。

[0078] 有机电致发光材料热稳定性测试

[0079] 以下对上述实施例 1 至 4 制得的有机电致发光材料利用热重分析仪 (TGA) 进行检测, 分析是在氮气气氛条件下进行的, 扫描速度为 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

[0080] 实施例 1 至 4 中的有机电致发光材料的热分解温度如表 1 中所示:

[0081] 表 1

	化合物	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
[0082]	热分解温度/°C (5%热失重)	379	384	392	387

[0083] 从表中可以看出,实施例 1 至 4 中的有机电致发光材料的热分解温度可高达 379°C (5% 热失重) 以上,说明此类材料具有相当高的热稳定性。

[0084] 空穴迁移率与电子迁移率测试

[0085] 以下对上述实施例 1~4 制得的有机电致发光材料通过飞行时间法 (Time of Flight, TOF) 测得的空穴迁移率和电子迁移率。

[0086] 如表 1 测试结果所示,在电场为 $3.0 \times 10^5 \text{Vcm}^{-1}$ 时,机半导体材料的电子迁移率在 $1.0 \times 10^{-6} \text{cm}^2 (\text{Vs})^{-1}$ 以上,说明本发明含咔唑的有机电致发光材料具有良好的双极性传输性能。

[0087] 表 2

[0088]

化合物	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
电子迁移率 $/\text{cm}^2 (\text{Vs})^{-1}$	8.1×10^{-6}	7.5×10^{-6}	1.3×10^{-5}	2.2×10^{-5}

[0089] 本发明的有机电致发光材料在结构中引入具有较大平面刚性的缺电子基团,同时缺电子基团与苯采用的是间位连接,这使该机半导体材料具有高的电子迁移率、三线态能级和热稳定性,同时也具有溶解性能和成膜性能,能够溶于常见的如四氢呋喃、二氯甲烷、三氯甲烷、甲苯等常用的有机溶剂中。

[0090] 实施例 5

[0091] 本实施例为有机电致发光器件,其电子传输层的材料采用实施例 1 制得的有机电致半导体材料(P1)。

[0092] 该有机电致发光器件包括依次层叠的基底、阳极层、空穴传输层、发光层、空穴阻挡层、电子传输层、阴极缓冲层以及阴极层。其中:

[0093] 基底采用玻璃,阳极层的材质为 ITO,ITO 制备在玻璃表面,与玻璃一起简称 ITO 玻璃。当然,阳极层的材质也可以是 FTO、AZO、IZO。

[0094] 空穴传输层的材质为 N,N'-二(α -萘基)-N,N'-二苯基-4,4'-二胺(NPB),厚度 40nm;

[0095] 发光层的材质为双(4,6-二氟苯基吡啶-N,C2)吡啶甲酸合铱(Firpic)按照 15wt% 的质量百分比掺杂到 9,9'-(2,6-吡啶二基二-3,1-亚苯)双-9H-咔唑(26DCzPPy)中组成掺杂混合材料,表示为 26DCzPPy:Firpic,厚度 20nm;本实施例中,26DCzPPy:Firpic 作为蓝光发光层材料;

[0096] 空穴阻挡层的材质为 2,9-二甲基-4,7-二苯基-9,10-菲咯啉(BCP),厚度 5nm;

[0097] 电子传输层的材质为 P1 (Tm1PBPB),厚度 25nm;

[0098] 阴极缓冲层的材质为 LiF,厚度 1nm;

[0099] 阴极层的材质为 Al 层,厚度 120nm。

[0100] 因此,如图1所示,该有机电致发光器件的结构为:玻璃/ITO/NPB/26DCzPPy:Firpic/BCP/P1/LiF/Al。

[0101] 该有机电致发光器件的制备工艺如下:

[0102] 在ITO玻璃的ITO层依次层叠真空蒸镀空穴传输层、发光层、空穴阻挡层、电子传输层、阴极缓冲层以及阴极层;完后,制得有机电致发光器件。

[0103] 该有机电致发光器件经过在室温下、大气环境中测试,取得了15.1lm/W的最大光效。

[0104] 上述内容,仅为本发明的较佳实施例,并非用于限制本发明的实施方案,本领域普通技术人员根据本发明的主要构思和精神,可以十分方便地进行相应的变通或修改,故本发明的保护范围应以权利要求书所要求的保护范围为准。

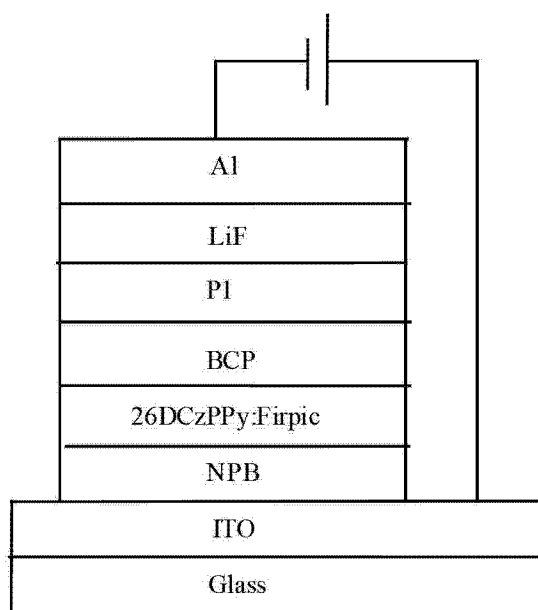


图 1

专利名称(译)	有机电致发光材料及其制备方法与有机电致发光器件		
公开(公告)号	CN103897690A	公开(公告)日	2014-07-02
申请号	CN201210580564.8	申请日	2012-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	海洋王照明科技股份有限公司 深圳市海洋王照明工程有限公司		
申请(专利权)人(译)	海洋王照明科技股份有限公司 深圳市海洋王照明技术有限公司 深圳市海洋王照明工程有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	海洋王照明科技股份有限公司 深圳市海洋王照明技术有限公司 深圳市海洋王照明工程有限公司		
[标]发明人	周明杰 王平 梁禄生 张振华		
发明人	周明杰 王平 梁禄生 张振华		
IPC分类号	C09K11/06 C07D235/18 C07D333/76 C07D307/91 H01L51/54		
代理人(译)	刘耿		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种有机电致发光材料及其制备方法与应用，该有机电致发光材料具有如下通式(P)：本发明的有机电致发光材料在结构中引入具有较大平面刚性的缺电子基团，同时缺电子基团与苯采用的是间位连接，这使该机半导体材料具有高的电子迁移率、三线态能级和热稳定性，同时也具有溶解性能和成膜性能，能够溶于常见的如四氢呋喃、二氯甲烷、三氯甲烷、甲苯等常用的有机溶剂中。

