



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101180262 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 13

(21) 申请号 200680012655. 4

(22) 申请日 2006. 01. 23

(30) 优先权数据

119910/2005 2005. 04. 18 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 10. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/300961 2006. 01. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02006/114921 JA 2006. 11. 02

(73) 专利权人 出光兴产株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 河村昌宏 薮内伸浩

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 朱丹

(51) Int. Cl.

C07C 211/54 (2006. 01)

C09K 11/06 (2006. 01)

C07C 211/57 (2006. 01)

H01L 51/50 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 10265773 A, 1998. 10. 06, 全文.

WO 0014174 A1, 2000. 03. 16, 说明书第
12-13 页, 第 53、59-60 页.

JP 9301934 A, 1997. 11. 25, 全文.

JP 11219787 A, 1999. 08. 10, 全文.

US 20050064237 A1, 2005. 03. 24, 说明书第
6-8 页.

US 20020102434 A1, 2002. 08. 01, 说明书第
139 页, 第 140 页, 第 142 页, 第 143 页第 [0149]
段.

Meng-Yen Chou. Electropolymerization
of Starburst Triarylamines and. Chem.
Mater. 16. 2004, 16 第 655 页.

审查员 田丁丁

权利要求书 2 页 说明书 66 页

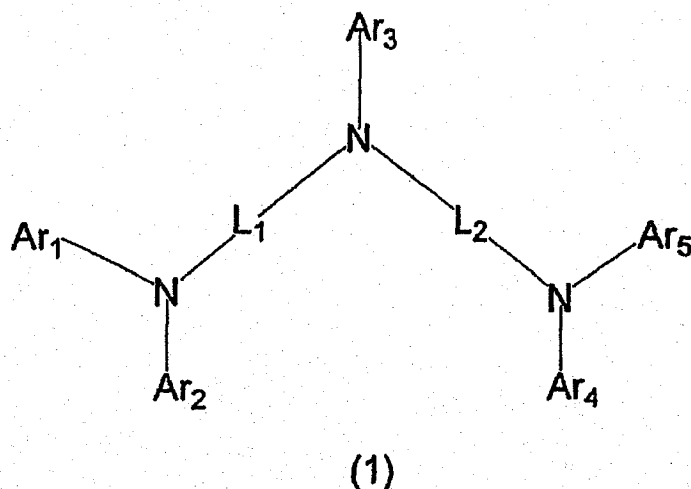
(54) 发明名称

芳香族三胺化合物以及应用该化合物的有机
电致发光元件

(57) 摘要

本发明涉及一种具有至少一个三联苯基结构的特定结构的芳香族三胺化合物、以及一种有机电致发光元件, 该有机电致发光元件中, 在阴极和阳极间挟持有至少含有发光层的由一层或多层组成的有机薄膜层, 该有机薄膜层的至少一层中单独或者作为混合物的成分含有上述芳香族三胺化合物。根据本发明可以提供一种发光效率高且寿命长的有机电致发光元件以及实现该元件的新的芳香族三胺化合物。

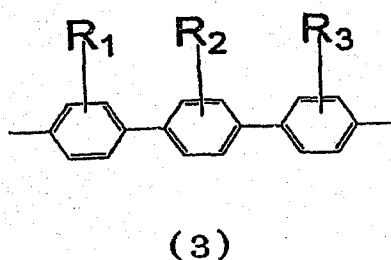
1. 下述通式 (1) 所示的芳香族三胺化合物,



式中, Ar_1 - Ar_5 分别独立地表示被碳原子数 1-8 的烷基取代或未取代的环碳原子数为 6-30 的芳基,

L_1 和 L_2 分别独立地表示被碳原子数 1-8 的烷基取代或未取代的、苯基、1-萘基、2-萘基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对联三苯-4-基、对联三苯-3-基、对联三苯-2-基、间联三苯-4-基、间联三苯-3-基、间联三苯-2-基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、对(2-苯基丙基)苯基、3-甲基-2-萘基、4-甲基-1-萘基、4-甲基-1-萘基、4'-甲基联苯基、4"-叔丁基-对三联苯-4-基、或苄基成为二价基而形成的基团, L_1 和 L_2 中至少有一方是取代或未取代的三联苯基。

2. 如权利要求 1 所述的芳香族三胺化合物, 其中所述 L_1 和 / 或 L_2 的连接基是下述通式 (3) 所示的基团,



式中, R_1 、 R_2 和 R_3 分别独立地表示氢原子、未取代的碳原子数为 1-6 的烷基、未取代的碳原子数为 3-30 的环烷基、或者未取代的环碳原子数为 6-30 的芳基, R_1 、 R_2 、 R_3 各自可以存在多个, 此时, 多个 R_1 之间、 R_2 之间、 R_3 之间可以结合而形成饱和或不饱和的环, R_1 和 R_2 、 R_2 和 R_3 也可以互相结合而形成饱和或不饱和的环。

3. 根据权利要求 1 所述的芳香族三胺化合物, 其中, Ar_1 - Ar_5 分别独立地表示苯基、1-萘基、2-萘基、1-萘基、2-萘基、9-萘基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-苣基、2-苣基、4-苣基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对联三苯-4-基、对联三苯-3-基、对联三苯-2-基、间联三苯-4-基、间联三苯-3-基、

间联三苯-2-基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、对(2-苯基丙基)苯基、3-甲基-2-萘基、4-甲基-1-萘基、4-甲基-1-蒽基、4'-甲基联苯基、4"-叔丁基-对三联苯-4-基、或苄基。

4. 如权利要求1所述的芳香族三胺化合物,其是有机电致发光元件用材料。

5. 如权利要求1所述的芳香族三胺化合物,其是有机电致发光元件用空穴输送材料或者有机电致发光元件用空穴注入材料。

6. 一种有机电致发光元件,其中,在阴极和阳极间挟持有至少具有发光层的由一层或多层组成的有机薄膜层,该有机薄膜层的至少一层中单独或者作为混合物的成分含有权利要求1所述的芳香族三胺化合物。

7. 如权利要求6所述的有机电致发光元件,其中,所述有机薄膜层具有空穴输送区域和/或空穴注入区域,所述芳香族三胺化合物被含于该空穴输送区域和/或空穴注入区域中。

8. 如权利要求6所述的有机电致发光元件,其中,所述有机薄膜层具有空穴输送层和/或空穴注入层,所述芳香族三胺化合物被含于该空穴输送层和/或空穴注入层中。

9. 如权利要求6所述的有机电致发光元件,其进行蓝色系发光。

芳香族三胺化合物以及应用该化合物的有机电致发光元件

技术领域

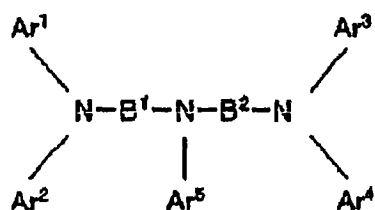
[0001] 本发明涉及芳香族三胺化合物以及应用该化合物的有机电致发光元件，特别涉及空穴注入性优异且发光效率高、寿命长的有机电致发光元件以及实现该元件的新的芳香族三胺化合物。

背景技术

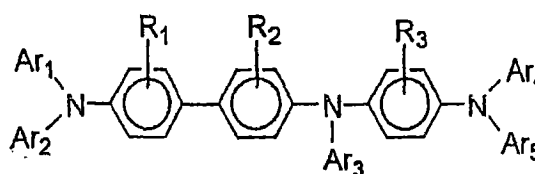
[0002] 有机 EL 元件为一种自发光元件，原理是在施加电场时，荧光物质利用从阳极注入的空穴和从阴极注入的电子的复合能进行发光。自从イーストマン・コダック社の C. W. Tang 等人报导了利用层叠型元件的低压驱动有机 EL 元件 (C. W. Tang, S. A. Vanslyke, Applied Physics Letters, 第 51 卷, 第 913 页, 1987 年等) 以来, 有关把有机材料作为结构材料的有机 EL 元件的研究方兴未艾。Tang 等人将三 (8-羟基喹啉) 合铝用于发光层, 将三苯基二胺衍生物用于空穴输送层。作为层叠结构的优势, 可列举提高将空穴注入发光层的效率、提高通过阻断并复合从阴极注入的电子形成的激子的生成效率、将发光层中形成的激子封闭起来等。如同上述的例子, 作为有机 EL 元件的元件结构, 熟知的是空穴输送 (注入) 层、电子输送发光层的两层型结构或者空穴输送 (注入) 层、发光层、电子输送 (注入) 层的三层型结构等。为了提高这种层叠型结构元件中所注入的空穴和电子的复合效率, 对元件结构、形成方法以及构成成分进行的研究也较活跃。

[0003] 以往, 作为用于有机 EL 元件的空穴输送材料, 已知专利文献 1 记载的芳香族二胺衍生物、专利文献 2 记载的芳香族稠环二胺衍生物, 作为对这些衍生物的改进, 在专利文献 3 中公开了下述通式 (A) 表示的三胺化合物, 在专利文献 4 中公开了下述通式 (B) 表示的芳香族三胺化合物, 在专利文献 5 中公开了下述通式 (C) 表示的三联苯二胺化合物。

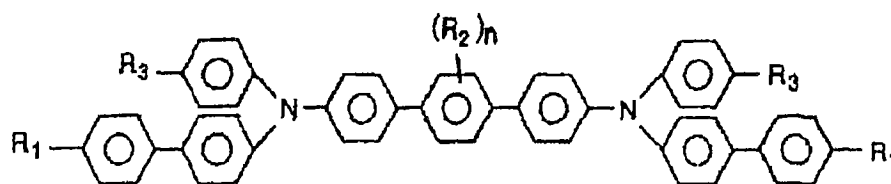
[0004]



(A)



(B)



(C)

[0005] (通式(A)中, B^1 和 B^2 表示分别独立选择的取代或未取代的亚联苯基, Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^4 、 Ar^5 表示分别独立选择的氢原子、取代或未取代的烷基或芳基。

[0006] 通式(B)中, 式中 Ar_1 、 Ar_2 、 Ar_3 、 Ar_4 和 Ar_5 分别独立地表示可以具有取代基的烷基、芳烷基、芳基、联苯基或者杂环基, R_1 、 R_2 、 R_3 分别独立地表示氢原子、烷基、烷氧基或者卤原子。

[0007] 通式(C)中, R_1 是氢原子或者甲基, R_2 是氢原子或者甲基, n 是 1 或 2, R_3 是氢原子、甲氧基, 对位可以被甲基取代的苯基。)

[0008] 但是, 将这些化合物用于空穴注入 / 输送层的元件, 其寿命、驱动电压、发光效率不足, 从而需要提供驱动电压更低、发光效率更高、寿命更长的有机 EL 元件。

[0009] 专利文献 1 : 美国专利 4720432 号

[0010] 专利文献 2 : 美国专利 5061569 号

[0011] 专利文献 3 : 特许第 3565870 号

[0012] 专利文献 4 : 特许第 3220867 号

[0013] 专利文献 5 : 特许第 3398548 号

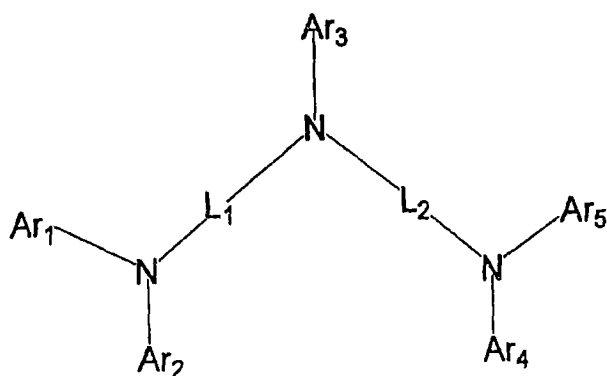
发明内容

[0014] 本发明是为了解决上述课题而提出的, 目的是提供空穴注入性优异且发光效率高、寿命长的有机电致发光元件以及实现该元件的新的芳香族三胺化合物。

[0015] 本发明者等为了实现上述目的而进行了反复专心研究, 结果发现具有至少一个三联苯结构的特定结构的芳香族三胺化合物能够实现上述目的, 从而完成了本发明。

[0016] 即, 本发明提供了一种下述通式(1)所示的芳香族三胺化合物。

[0017]



(1)

[0018] (式中, Ar_1 – Ar_5 分别独立地是取代或未取代的环碳原子数 6–30 的芳基,

[0019] L_1 和 L_2 分别独立地表示具有一个以上苯环的环碳原子数 6–30 的连接基, L_1 和 L_2 中的至少一方是取代或未取代的三联苯基。)

[0020] 另外, 本发明提供了一种有机电致发光元件, 其中在阴极和阳极间挟持有至少具有发光层的由一层或多层组成的有机薄膜层, 该有机薄膜层的至少一层中单独或者作为混合物的成分含有上述芳香族三胺化合物。

[0021] 发明效果

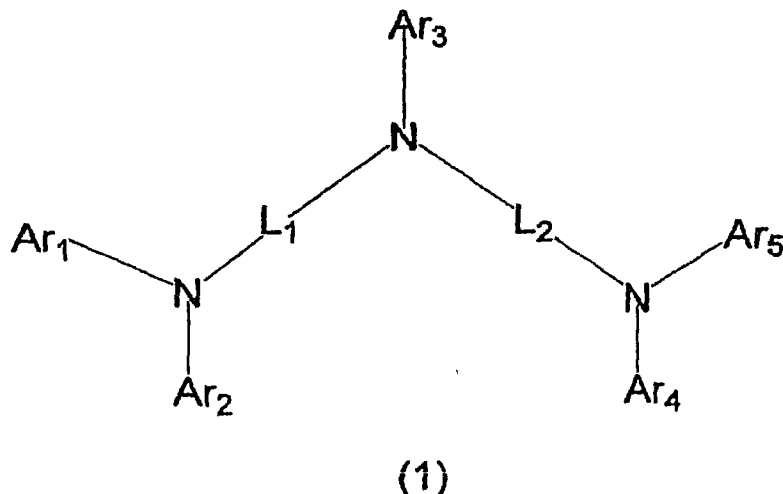
[0022] 应用了本发明的芳香族三胺化合物的有机 EL 元件, 其空穴注入性优异且发光效

率高,寿命长。

具体实施方式

[0023] 本发明的芳香族三胺化合物是下述通式(1)所示的化合物。

[0024]



[0025] 通式(1)中,Ar₁-Ar₅分别独立地是取代或未取代的环碳原子数6-30(优选环碳原子数6-20)的芳基。

[0026] 作为上述Ar₁-Ar₅的芳基,可列举例如苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-并四苯基、2-并四苯基、9-并四苯基、1-茈基、2-茈基、4-茈基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对联三苯-4-基、对联三苯-3-基、对联三苯-2-基、间联三苯-4-基、间联三苯-3-基、间联三苯-2-基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、对叔丁基苯基、对(2-苯基丙基)苯基、3-甲基-2-萘基、4-甲基-1-萘基、4'-甲基联苯基、4"-叔丁基-对三联苯-4-基、苄基等。

[0027] 其中,优选苯基、萘基、联苯基、蒎基、菲基、茈基、**蒎**基、苄基,特别优选苯基、萘基。

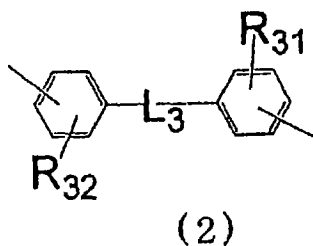
[0028] 另外,作为上述芳基的取代基,可列举例如烷基(优选碳原子数1-20,更优选碳原子数1-12,特别优选碳原子数1-8,可列举例如甲基、乙基、异丙基、叔丁基、正辛基、正癸基、正十六烷基、环丙基、环戊基、环己基等)、芳基(优选碳原子数6-30,更优选碳原子数6-20,可列举例如苯基、萘基、联苯基、蒎基、菲基、茈基、**蒎**基、苄基等)、烯基(优选碳原子数2-20,更优选碳原子数2-12,特别优选碳原子数2-8,可列举例如乙烯基、烯丙基、2-丁烯基、3-戊烯基等)、炔基(优选碳原子数2-20,更优选碳原子数2-12,特别优选碳原子数2-8,可列举例如丙炔基、3-戊炔基等)、氨基(优选碳原子数0-20,更优选碳原子数0-12,特别优选碳原子数0-6,可列举例如氨基、甲基氨基、二甲基氨基、二乙基氨基、二苯基氨基、二苄基氨基等)、烷氧基(优选碳原子数1-20,更优选碳原子数1-12,特别优选碳原子数1-8,可列举例如甲氧基、乙氧基、丁氧基等)、芳氧基(优选碳原子数6-20,更优选碳原子数6-16,特别优选碳原子数6-12,可列举例如苯氧基、2-萘氧基等)、酰基(优选碳原子数1-20,更优选碳原子数1-16,特别优选碳原子数1-12,可列举例如乙酰基、苯甲酰基、甲酰基、特戊酰基等)、烷氧基羰基(优选碳原子数2-20,更优选碳原子数2-16,特别优选碳原

子数 2-12, 可列举例如甲氧基羰基、乙氧基羰基等)、芳氧基羰基(优选碳原子数 7-20, 更优选碳原子数 7-16, 特别优选碳原子数 7-10, 可列举例如苯氧基羰基等)、酰氧基(优选碳原子数 2-20, 更优选碳原子数 2-16, 特别优选碳原子数 2-10, 可列举例如乙酰氧基、苯甲酰氧基等)、酰基氨基(优选碳原子数 2-20, 更优选碳原子数 2-16, 特别优选碳原子数 2-10, 可列举例如乙酰基氨基、苯甲酰基氨基等)、烷氧基羰基氨基(优选碳原子数 2-20, 更优选碳原子数 2-16, 特别优选碳原子数 2-12, 可列举例如甲氧基羰基氨基等)、芳氧基羰基氨基(优选碳原子数 7-20, 更优选碳原子数 7-16, 特别优选碳原子数 7-12, 可列举例如苯氧基羰基氨基等)、磺酰基氨基(优选碳原子数 1-20, 更优选碳原子数 1-16, 特别优选碳原子数 1-12, 可列举例如甲磺酰基氨基、苯磺酰基氨基等)、氨磺酰基(优选碳原子数 0-20, 更优选碳原子数 0-16, 特别优选碳原子数 0-12, 可列举例如氨磺酰基、甲基氨磺酰基、二甲基氨磺酰基、苯基氨磺酰基等)、氨基甲酰基(优选碳原子数 1-20, 更优选碳原子数 1-16, 特别优选碳原子数 1-12, 可列举例如氨基甲酰基、甲基氨基甲酰基、二乙基氨基甲酰基、苯基氨基甲酰基等)、烷硫基(优选碳原子数 1-20, 更优选碳原子数 1-16, 特别优选碳原子数 1-12, 可列举例如甲硫基、乙硫基等)、芳硫基(优选碳原子数 6-20, 更优选碳原子数 6-16, 特别优选碳原子数 6-12, 可列举例如苯硫基等)、磺酰基(优选碳原子数 1-20, 更优选碳原子数 1-16, 特别优选碳原子数 1-12, 可列举例如甲磺酰基、甲苯磺酰基等)、亚磺酰基(优选碳原子数 1-20, 更优选碳原子数 1-16, 特别优选碳原子数 1-12, 可列举例如甲烷亚磺酰基、苯亚磺酰基等)、脲基(优选碳原子数 1-20, 更优选碳原子数 1-16, 特别优选碳原子数 1-12, 可列举例如脲基、甲基脲基、苯基脲基)、磷酰胺基(优选碳原子数 1-20, 更优选碳原子数 1-16, 特别优选碳原子数 1-12, 可列举例如二乙基磷酰胺基、苯基磷酰胺基等)、羟基、巯基、卤原子(可列举例如氟原子、氯原子、溴原子、碘原子)、氰基、磺基、羧基、硝基、羟肟酸基、亚磺基、肼基、亚氨基、杂环基(优选碳原子数 1-30, 更优选碳原子数 1-12, 作为杂原子, 包含例如氮原子、氧原子、硫原子, 可列举例如咪唑基、吡啶基、喹啉基、呋喃基、噻吩基、哌啶基、吗啉代基、苯并咪唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、呋唑基)、甲硅烷基(优选碳原子数 3-40, 更优选碳原子数 3-30, 特别优选碳原子数 3-24, 可列举例如三甲基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基等)等。

[0029] 通式 (1) 中, L_1 和 L_2 分别独立地是具有一个以上苯环的环碳原子数 6-30 的连接基, L_1 和 L_2 的至少一方是取代或未取代的三联苯基。

[0030] 作为 L_1 和 L_2 的连接基的例子, 可列举使与上述 Ar_1-Ar_5 的芳基相同的例子成为二价基的基团等, 优选下述通式 (2) 表示的基团。

[0031]



[0032] 通式 (2) 中, L_3 是杂原子、取代或未取代的碳原子数 1-6 的亚烷基、取代或未取代的碳原子数 3-30 的环亚烷基、取代或未取代的环碳原子数 6-30 的亚芳基、或者取代或未取代的环碳原子数 5-30 的杂亚芳基。

[0033] 作为上述 L_3 的杂原子,可列举例如氧原子、硫原子、氮原子、硅原子等,优选氧原子、硫原子。

[0034] 作为上述 L_3 的亚烷基,可列举例如亚甲基、亚乙基、亚丙基、亚丁基、亚戊基、亚己基、亚庚基、亚辛基等,优选亚甲基、二甲基亚甲基、二苯基亚甲基等。

[0035] 作为上述 L_3 的环亚烷基,可列举例如环亚丙基、环亚丁基、环亚戊基、环亚己基等,优选 1,1-环亚己基。

[0036] 作为上述 L_3 的亚芳基,可列举例如亚苯基、亚联苯基、亚三联苯基、亚四联苯基、亚萘基、亚蒽基、亚菲基、亚蒾基、亚芘基、亚芴基、2,6-二苯基萘-4',4''-亚基、2-苯基萘-2,4'-亚基等,优选亚苯基、亚联苯基、亚三联苯基、亚芴基。

[0037] 作为上述 L_3 的杂亚芳基,可列举例如咪唑、苯并咪唑、吡咯、呋喃、噻吩、苯并噻吩、噁二唑啉、吡啶、吡啶、喹啉、异喹啉、苯醌、ピラロジン、咪唑烷、哌啶等的二价残基,优选亚吡啶基。

[0038] 通式(2)中, R_{31} 和 R_{32} 分别独立地是氢原子、取代或未取代的碳原子数1-6的烷基、取代或未取代的碳原子数3-30的环烷基、或者取代或未取代的环碳原子数6-30的芳基。

[0039] 作为上述 R_{31} 和 R_{32} 的烷基,可列举例如甲基、乙基、丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、正己基、羟甲基、1-羟乙基、2-羟乙基、2-羟基异丁基、1,2-二羟基乙基、1,3-二羟基异丙基、2,3-二羟基叔丁基、1,2,3-三羟基丙基、氯甲基、1-氯乙基、2-氯乙基、2-氯异丁基、1,2-二氯乙基、1,3-二氯异丙基、2,3-二氯叔丁基、1,2,3-三氯丙基、溴甲基、1-溴乙基、2-溴乙基、2-溴异丁基、1,2-二溴乙基、1,3-二溴异丙基、2,3-二溴叔丁基、1,2,3-三溴丙基、碘甲基、1-碘乙基、2-碘乙基、2-碘异丁基、1,2-二碘乙基、1,3-二碘异丙基、2,3-二碘叔丁基、1,2,3-三碘丙基、氨基甲基、1-氨基乙基、2-氨基乙基、2-氨基异丁基、1,2-二氨基乙基、1,3-二氨基异丙基、2,3-二氨基叔丁基、1,2,3-三氨基丙基、氰基甲基、1-氰基乙基、2-氰基乙基、2-氰基异丁基、1,2-二氰基乙基、1,3-二氰基异丙基、2,3-二氰基叔丁基、1,2,3-三氰基丙基、硝基甲基、1-硝基乙基、2-硝基乙基、2-硝基异丁基、1,2-二硝基乙基、1,3-二硝基异丙基、2,3-二硝基叔丁基、1,2,3-三硝基丙基等。

[0040] 作为上述 R_{31} 和 R_{32} 的环烷基,可列举例如环丙基、环丁基、环戊基、环己基等。

[0041] 作为上述 R_{31} 和 R_{32} 的芳基的例子,可列举例如与上述通式(1)的 Ar_1 - Ar_5 的芳基相同的例子。

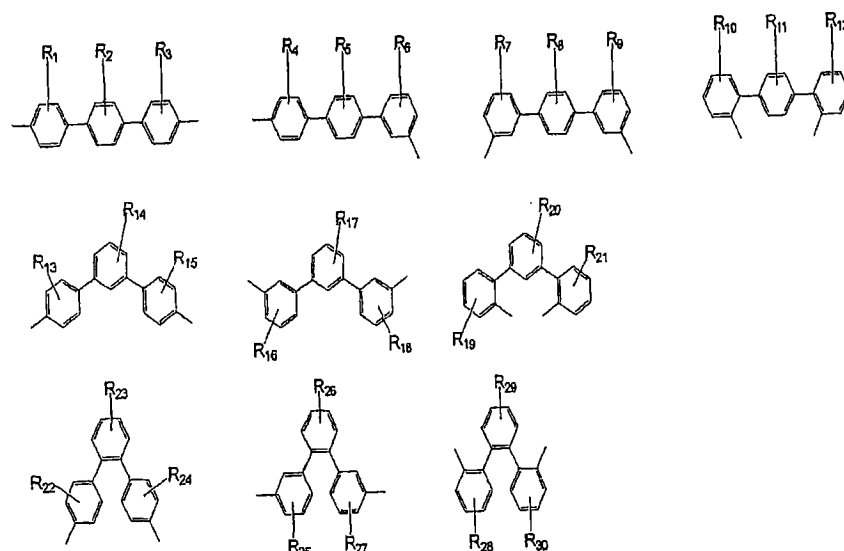
[0042] 另外,上述 R_{31} 和 R_{32} 各自也可以是多个,此时,多个 R_{31} 之间、 R_{32} 之间也可以彼此结合形成饱和或不饱和的环。

[0043] 在该环的例子,可列举环丁烷、环戊烷、环己烷、金刚烷、降冰片烷等碳原子数4-12的环烷烃;环丁烯、环戊烯、环己烯、环庚烯、环辛烯等碳原子数4-12的环烯烃;环己二烯、环庚二烯、环辛二烯等环碳原子数6-12的环二烯;苯、萘、菲、蒽、芘、蒾、芘烯等碳原子数6-50的芳香族环;咪唑、吡咯、呋喃、噻吩、吡啶等碳原子数5-50的杂环等。

[0044] 另外,作为上述 L_3 、 R_{31} 和 R_{32} 表示的各基的取代基,可列举与上述通式(1)的 Ar_1 - Ar_5 的芳基的取代基相同的例子。

[0045] 上述 L_1 和/或 L_2 的连接基,还优选为下述任一种表示的三联苯基。

[0046]

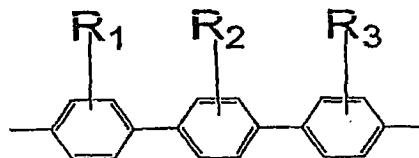


[0047] (式中, R_1 - R_{30} 分别独立地是氢原子、取代或未取代的碳原子数 1-6 的烷基、取代或未取代的碳原子数 3-30 的环烷基、或者取代或未取代的环碳原子数 6-30 的芳基。 R_1 - R_{30} 各自也可以是多个, 此时, 多个 R_1 - R_{30} 之间彼此也可以结合形成饱和或不饱和的环, R_1 - R_{30} 之中相邻的基团彼此也可以结合形成饱和或不饱和的环。)

[0048] 作为上述 R_1 - R_{30} 的烷基、环烷基、芳基的具体例子, 可列举与上述通式 (2) 的上述 R_{31} 和 R_{32} 中列举的相同的例子, 取代基也可列举相同的例子。另外, 作为上述 R_1 - R_{30} 可以形成的环的例子也可列举相同的例子。

[0049] 另外, 上述三联苯基中还优选下述通式 (3) 表示的三联苯基。 R_1 - R_3 与上述相同。

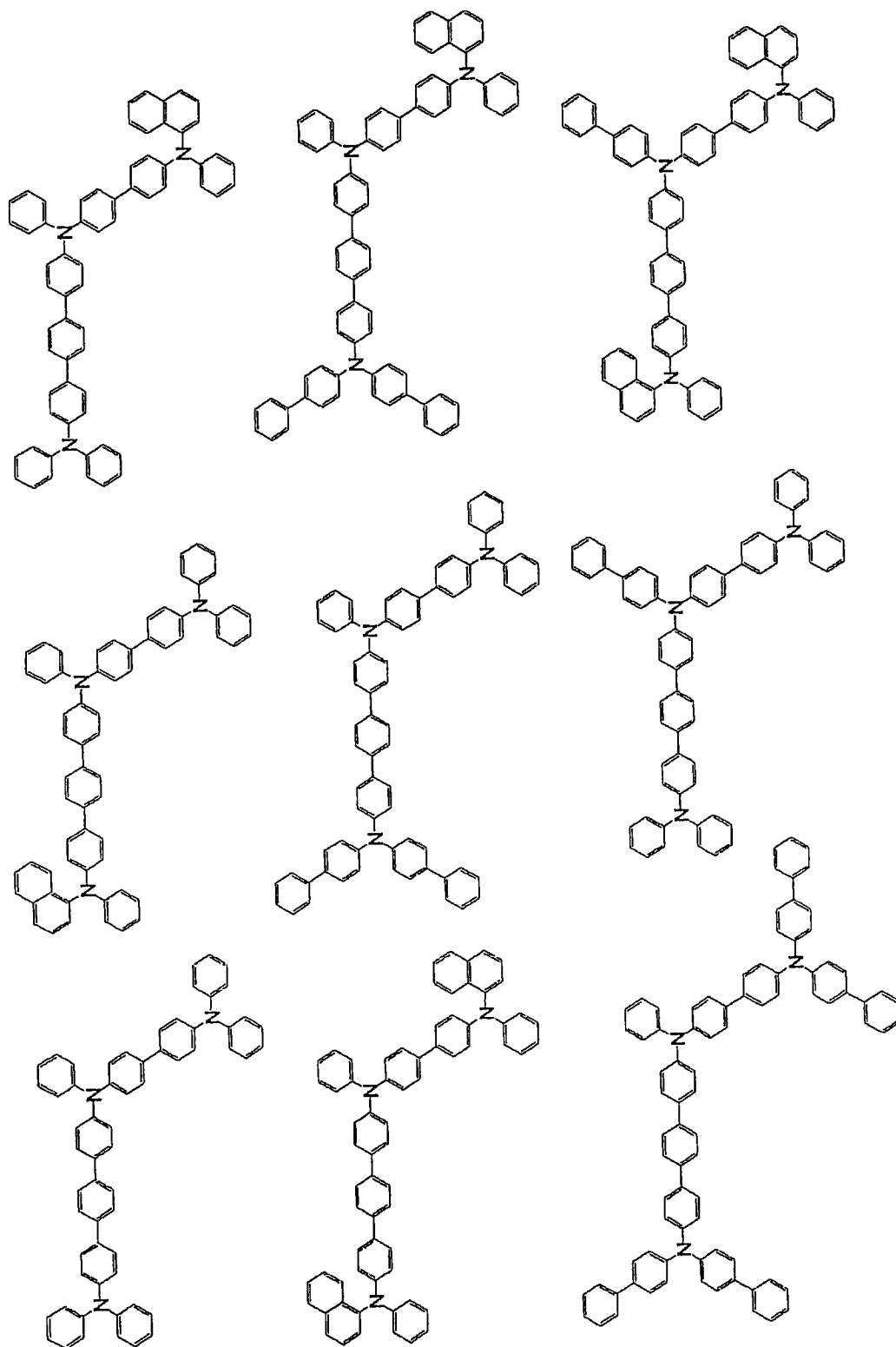
[0050]



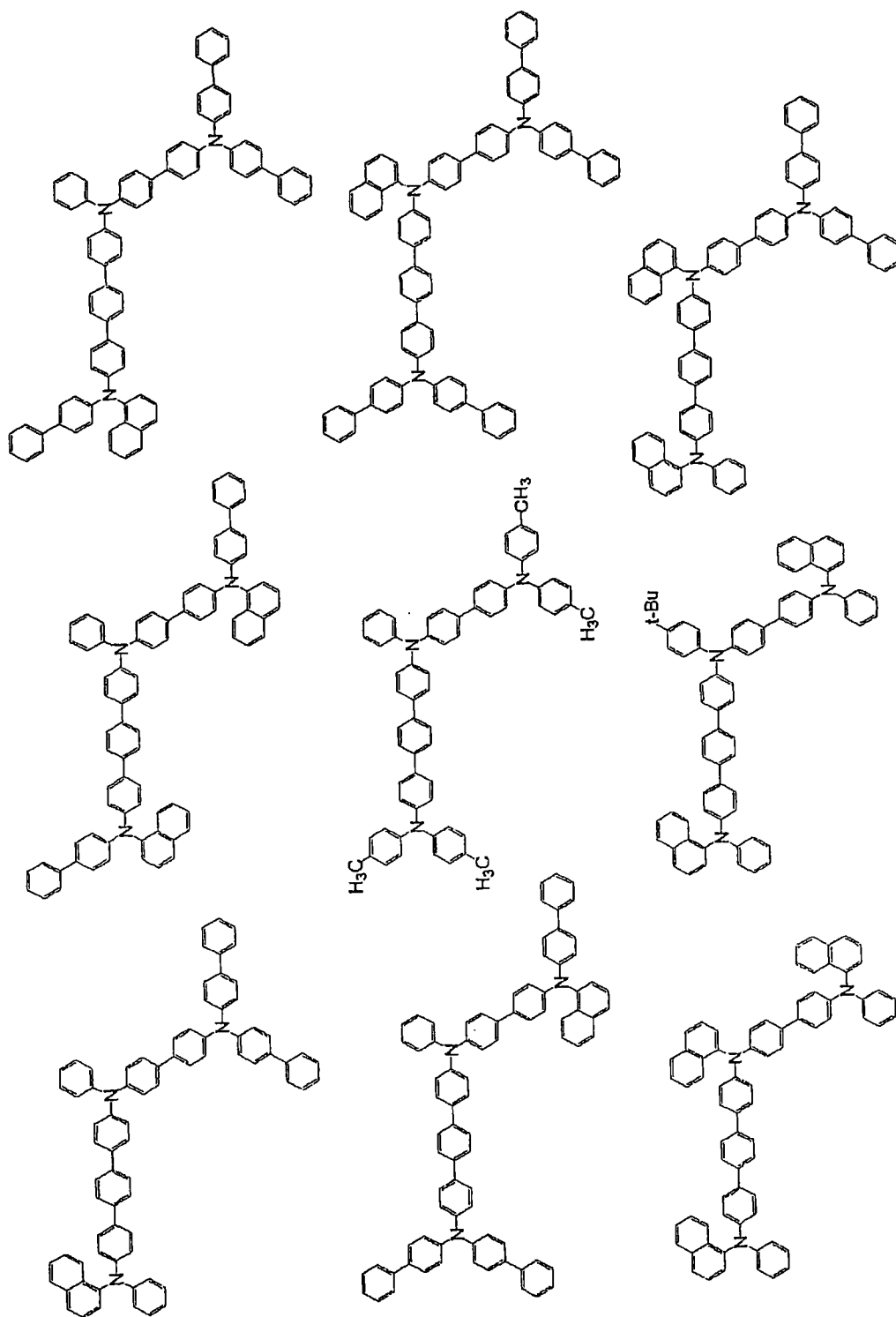
(3)

[0051] 本发明通式 (1) 表示的芳香族三胺化合物的具体例如下所示, 但是并不限于这些列举化合物。

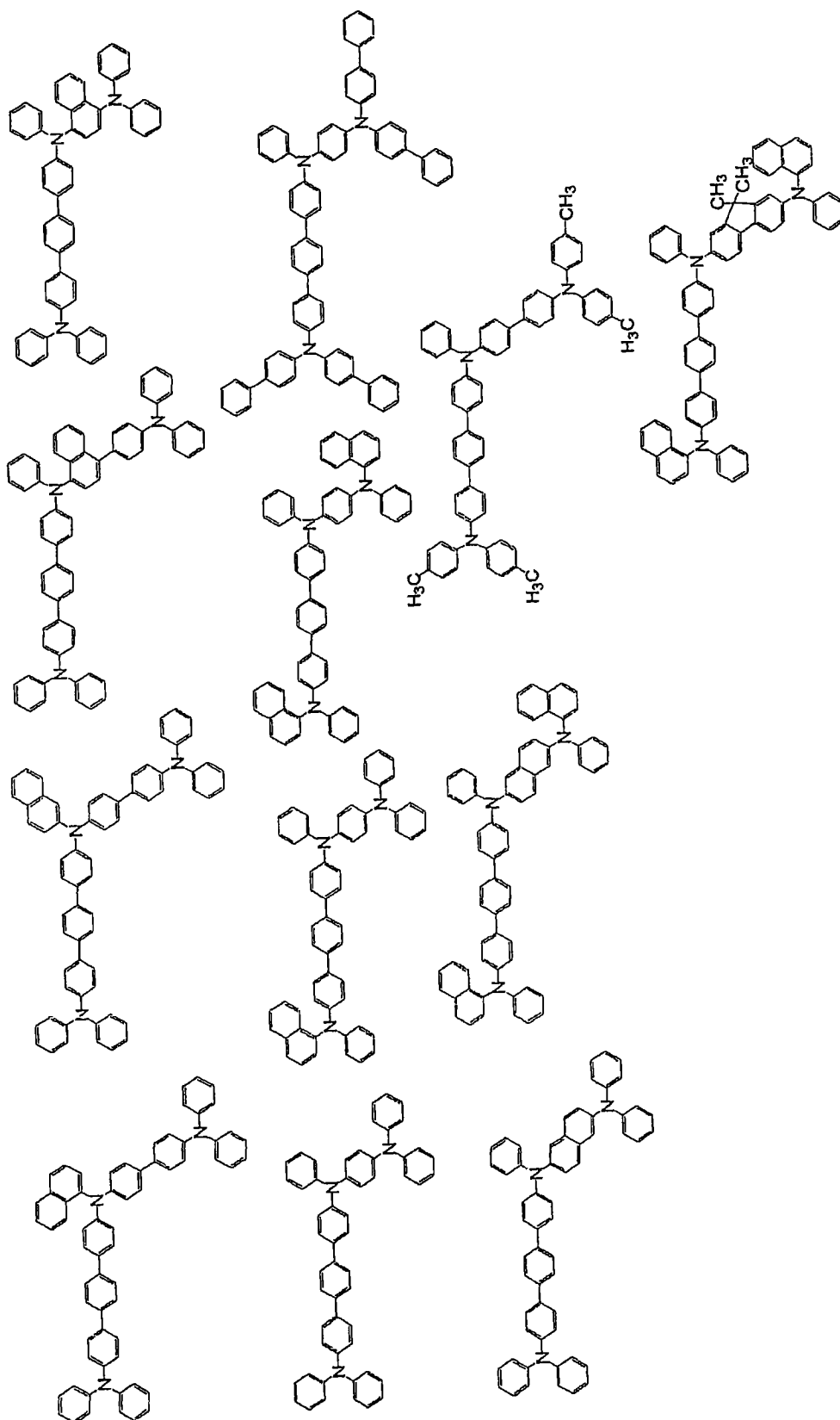
[0052]



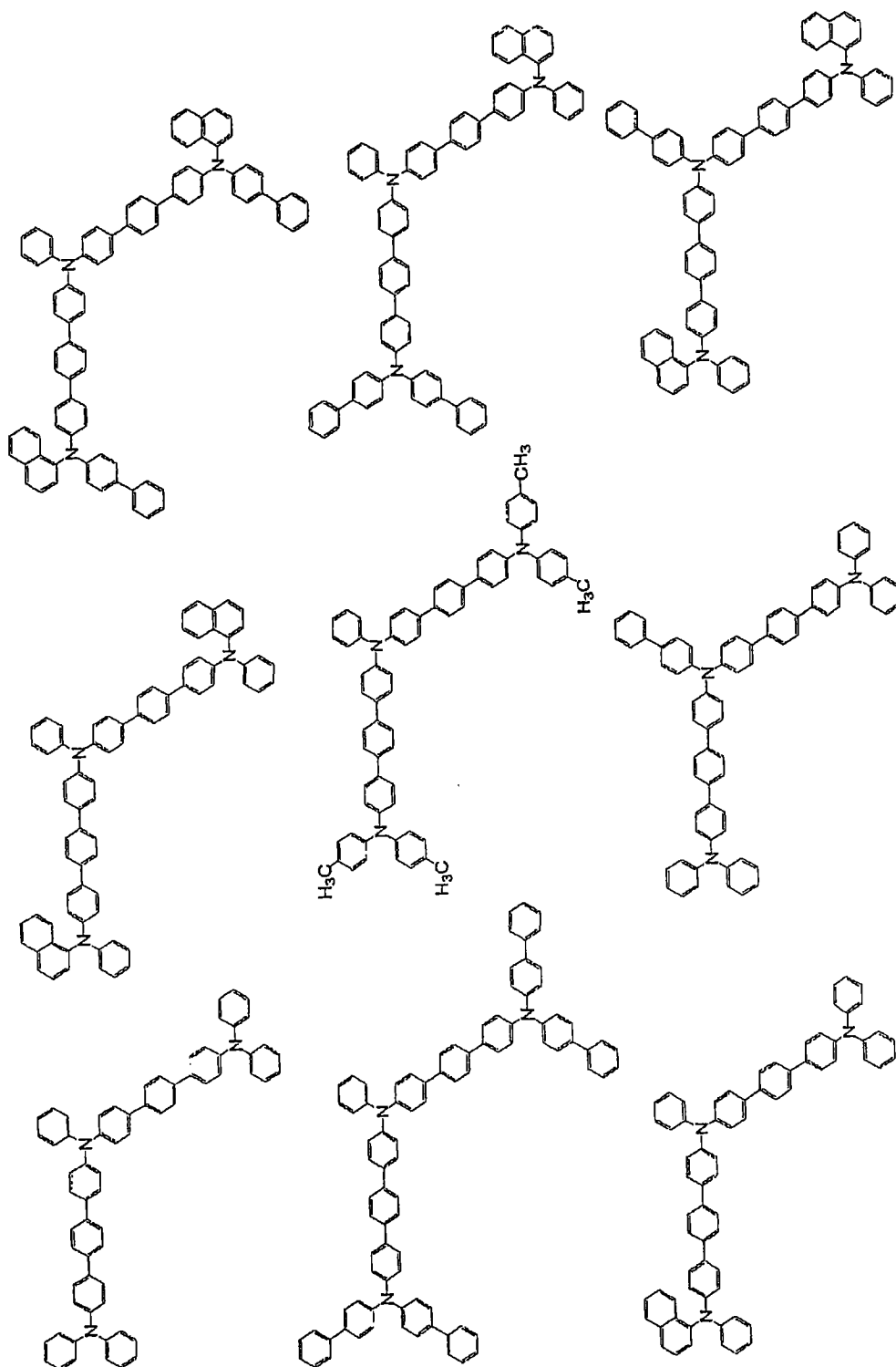
[0053]



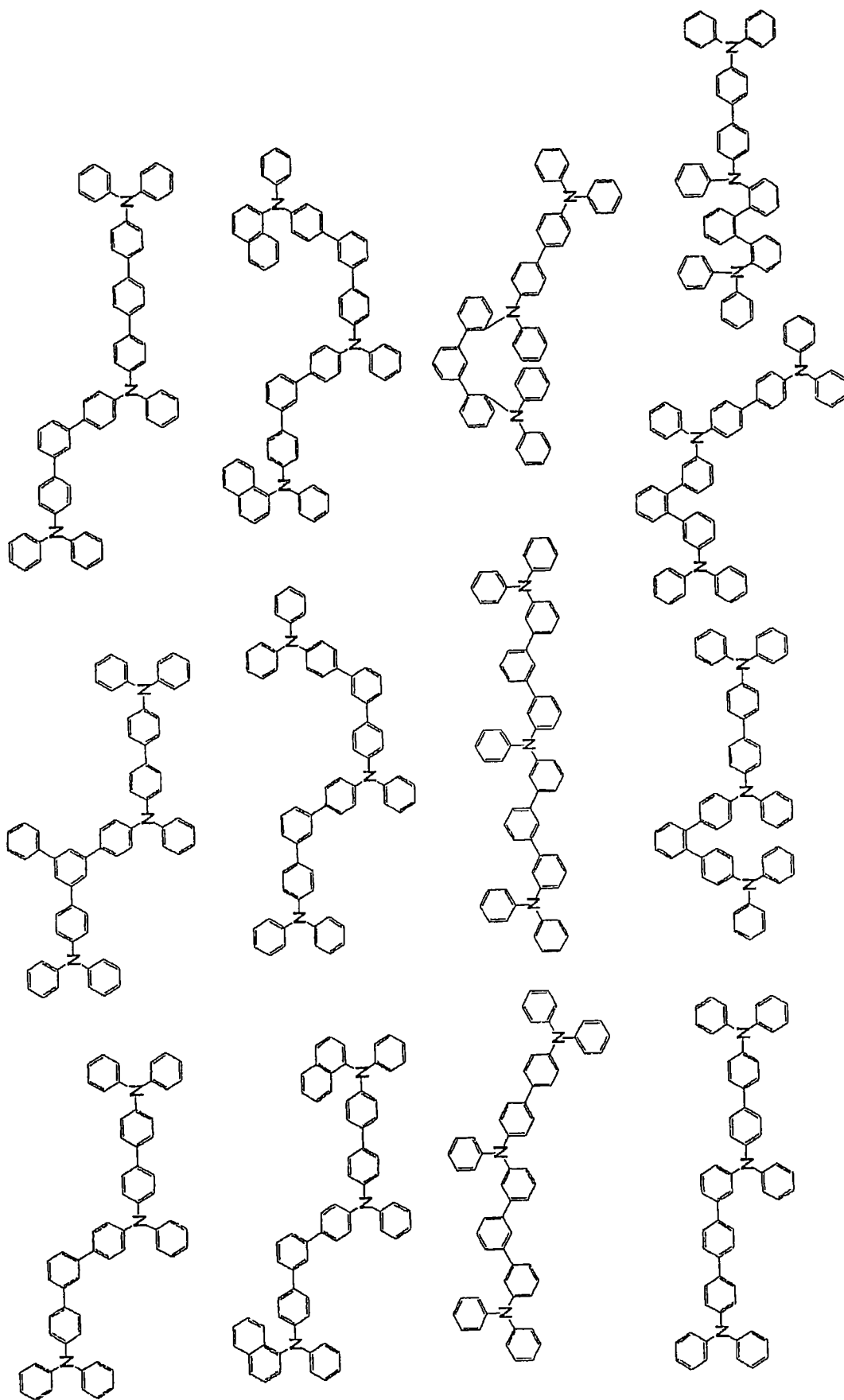
[0054]



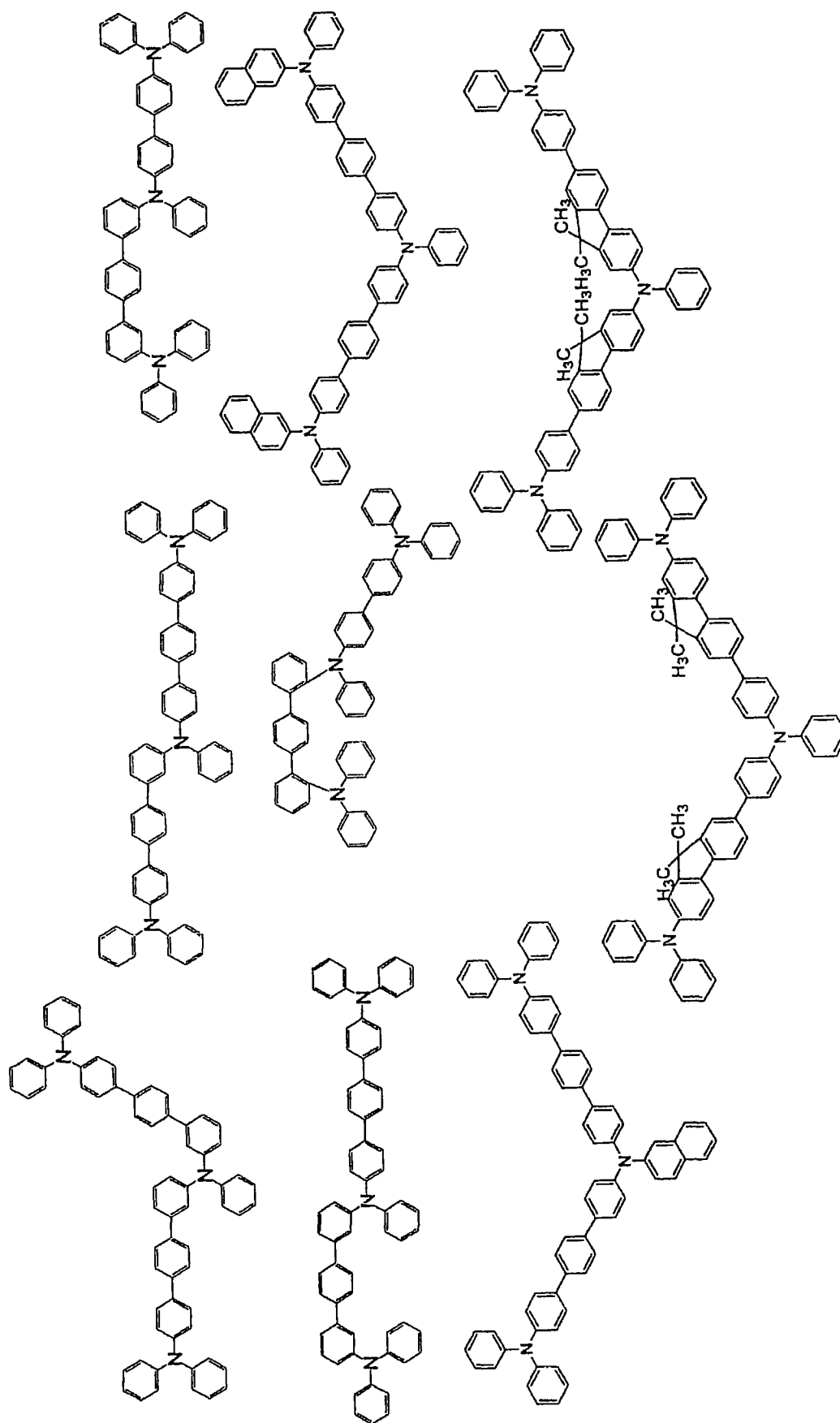
[0055]



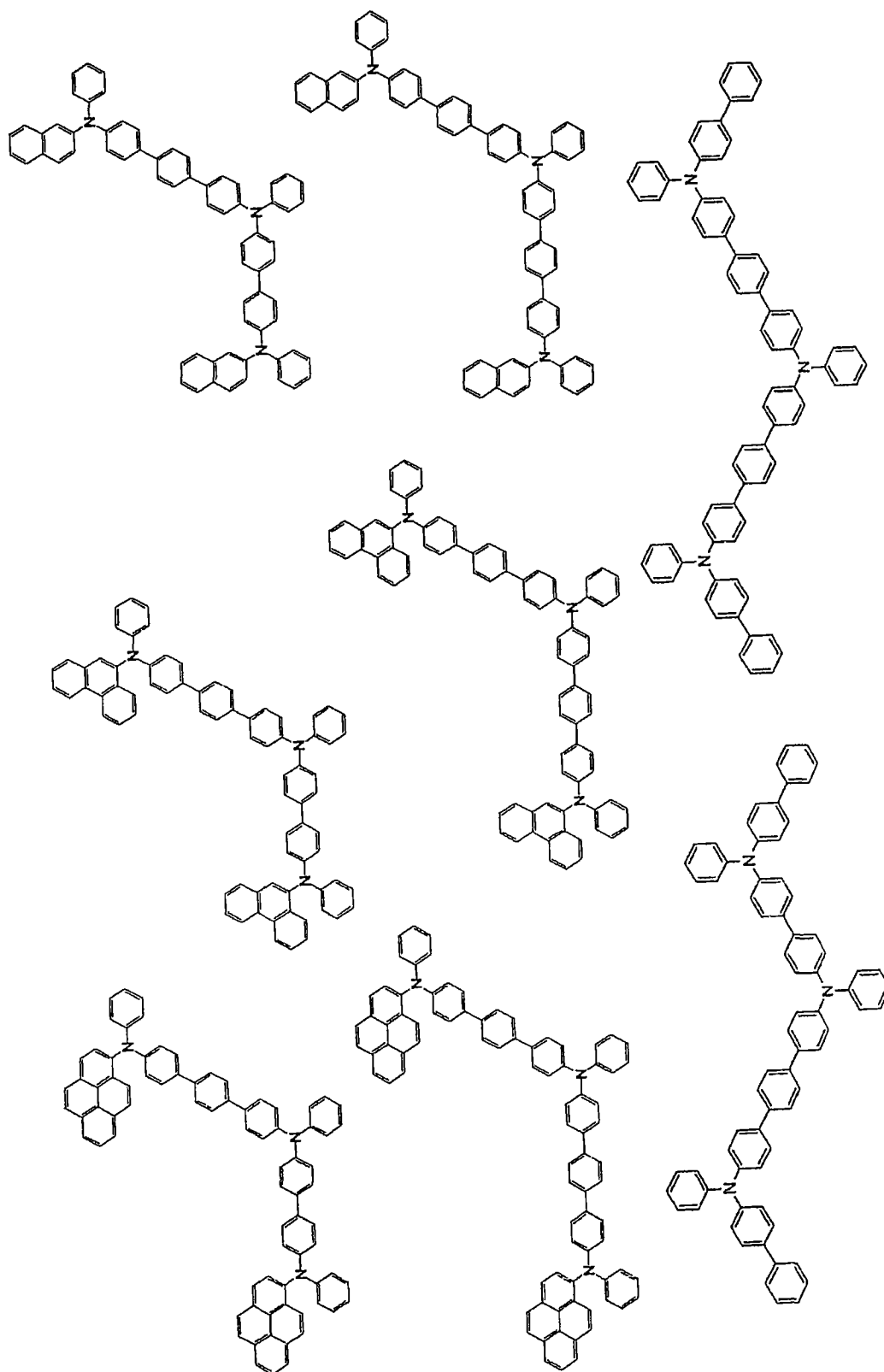
[0056]



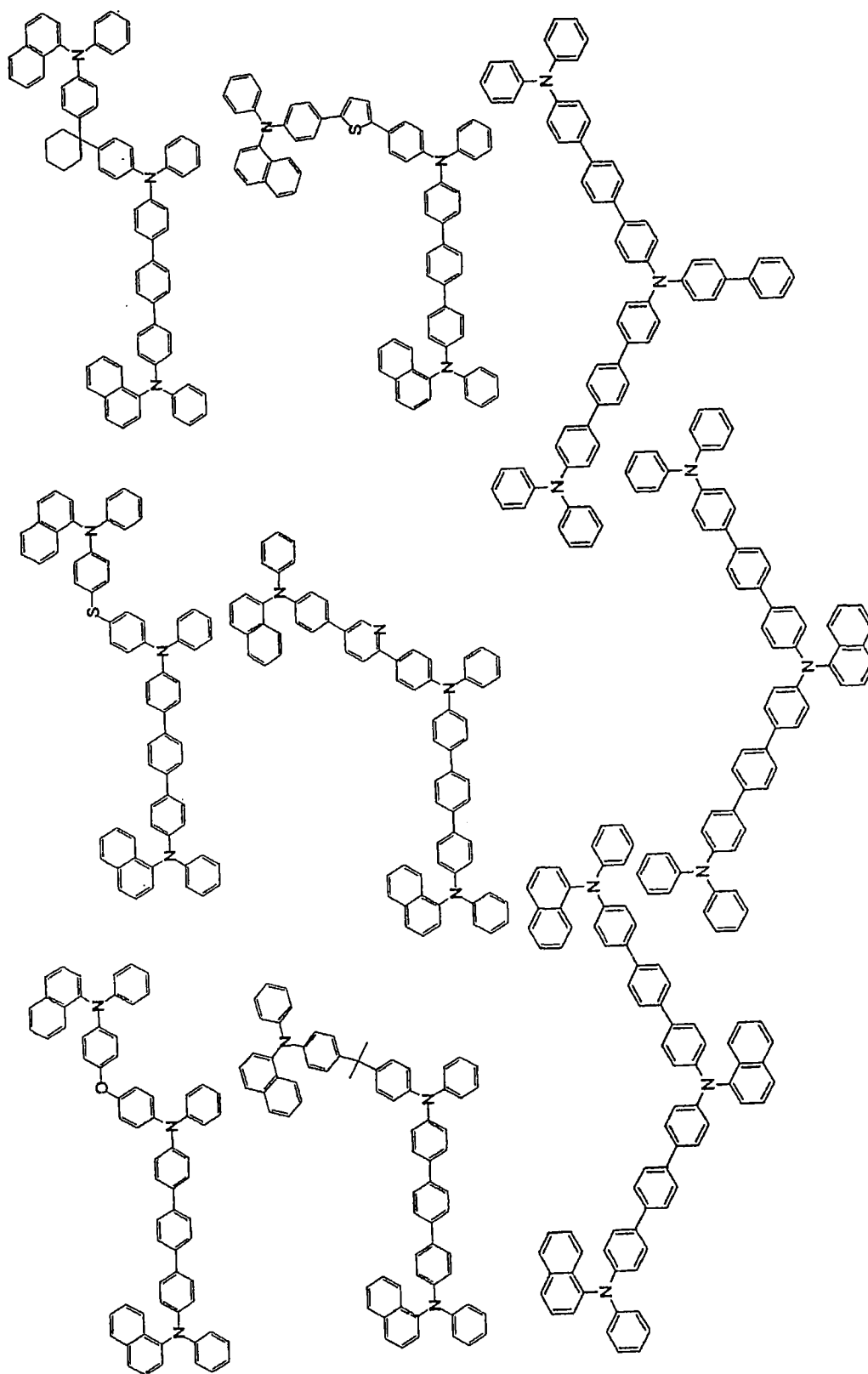
[0057]



[0058]



[0059]



[0060] 本发明的芳香族三胺化合物优选为有机 EL 元件用材料,特别适合作为有机 EL 元件用空穴输送材料、有机 EL 元件用空穴注入材料。另外,也可以用作电子照相感光体或有机半导体的电荷输送材料。

[0061] 下面,对本发明的有机 EL 元件进行说明。

[0062] 本发明的有机 EL 元件中,在阴极和阳极间挟持有至少具有发光层的由一层或多层组成的有机薄膜层,该有机薄膜层的至少一层中单独或者作为混合物的成分含有本发明的芳香族三胺化合物。

[0063] 另外,本发明的芳香族三胺化合物特别优选用于进行蓝色系发光的有机 EL 元件。

[0064] 下面,对本发明有机 EL 元件的元件结构进行说明。

[0065] (1) 有机 EL 元件的结构

[0066] 作为本发明有机 EL 元件的具代表性的元件结构,可列举如下的结构。

[0067] (1) 阳极 / 发光层 / 阴极 ;

[0068] (2) 阳极 / 空穴注入层 / 发光层 / 阴极 ;

[0069] (3) 阳极 / 发光层 / 电子注入层 / 阴极 ;

[0070] (4) 阳极 / 空穴注入层 / 发光层 / 电子注入层 / 阴极 ;

[0071] (5) 阳极 / 有机半导体层 / 发光层 / 阴极 ;

[0072] (6) 阳极 / 有机半导体层 / 电子阻挡层 / 发光层 / 阴极 ;

[0073] (7) 阳极 / 有机半导体层 / 发光层 / 粘着改善层 / 阴极 ;

[0074] (8) 阳极 / 空穴注入层 / 空穴输送层 / 发光层 / 电子注入层 / 阴极 ;

[0075] (9) 阳极 / 绝缘层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极 ;

[0076] (10) 阳极 / 无机半导体层 / 绝缘层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极 ;

[0077] (11) 阳极 / 有机半导体层 / 绝缘层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极 ;

[0078] (12) 阳极 / 绝缘层 / 空穴注入层 / 空穴输送层 / 发光层 / 绝缘层 / 阴极 ;

[0079] (13) 阳极 / 绝缘层 / 空穴注入层 / 空穴输送层 / 发光层 / 电子注入层 / 阴极。

[0080] 其中,通常优选使用 (4)、(8) 的结构,但是,并不限于这些结构。

[0081] 本发明的芳香族三胺化合物不管用于有机 EL 元件的哪个有机薄膜层中都可以,但是,优选含在空穴输送区和 / 或空穴注入区,更优选含在空穴输送层和 / 或空穴注入层,含量通常特别优选为 30-100% 摩尔。

[0082] (2) 透光性基板

[0083] 本发明的有机 EL 元件是在透光性基板上制作的。其中所述的透光性基板是支撑有机 EL 元件的基板,优选在 400-700nm 的可见光区内的光透过率为 50% 以上的平滑的基板。

[0084] 具体地,可列举玻璃板、聚合物板。作为玻璃板,特别列举钠钙玻璃、含钡和锶的玻璃、铅玻璃、铝硅酸盐玻璃、硼硅酸盐玻璃、硼硅酸钡玻璃、石英等。另外,作为聚合物玻璃板,可列举聚碳酸酯、聚丙烯酸类树脂、聚对苯二甲酸乙二酯、聚醚硫化物、聚砜等。

[0085] (3) 阳极

[0086] 本发明的有机 EL 元件的阳极具有将空穴注入到空穴输送层或注入发光层的功能,有效的是具有 4.5eV 以上功函数的。作为用于本发明的阳极材料的具体例子,可以适当使用氧化铟锡合金 (ITO)、氧化铟 - 锌合金 (IZO)、氧化锡 (NESA)、金、银、铂、铜、镧系元素等。另外,也可以使用它们的合金、层叠体。

[0087] 阳极可以通过将这些电极物质采用蒸镀法或溅射法等方法形成薄膜来制备。

[0088] 当从阳极取出从发光层发出的光时,优选阳极的光透过率大于 10%。另外,优选阳极的片材电阻率为数百 $\Omega / \square$ 以下。阳极的膜厚根据材料而不同,通常选择为 10nm-1 μm ,

优选 10-200nm。

[0089] (4) 发光层

[0090] 有机 EL 元件的发光层同时具有以下 (1)-(3) 的功能：

[0091] (1) 注入功能：当施加电场时，可以从阳极或空穴注入层注入空穴，从阴极或电子注入层注入电子的功能；

[0092] (2) 输送功能：在电场力的作用下，使已注入的电荷（电子和空穴）移动的功能；和

[0093] (3) 发光功能：提供电子和空穴复合的场，并通过复合发光的功能。

[0094] 其中，可以在注入空穴的容易程度和注入电子的容易程度方面存在区别，另外，也可以在用空穴和电子的迁移率表示的输送能力方面存在大小之分，但是优选能够输送其中的电荷之一。

[0095] 作为形成发光层的方法，可适宜使用例如蒸镀法、旋涂法、LB 法等公知的方法。发光层特别优选为分子沉积薄膜。其中所述分子沉积薄膜是由气相状态的材料化合物沉积形成的薄膜，或者由溶液状态或液相状态的材料化合物进行固体化形成的薄膜，通常该分子沉积薄膜与由 LB 法形成的薄膜（分子累积膜）可以根据凝集结构、高次结构的差异或由结构引起的功能差异进行区分。

[0096] 另外，还可以如特开昭 57-51781 号公报所公开的那样，通过将树脂等结合剂和材料化合物溶解于溶剂中形成溶液后将其用旋涂法等进行薄膜化来形成发光层。

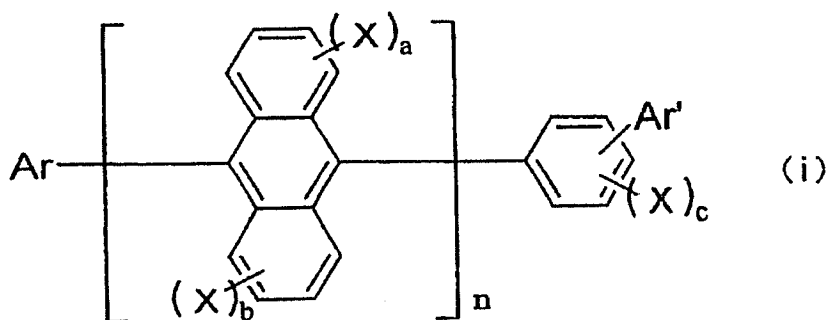
[0097] 将本发明的芳香族三胺化合物用作发光材料时，也可以含有其它公知的发光材料，另外，也可以在含有由本发明的三胺化合物组成的发光材料的发光层中层叠含有其它公知的发光材料的发光层。

[0098] 作为可与本发明的芳香族三胺化合物一起用于发光层的基质材料或掺杂材料，可列举例如蒽、萘、菲、芘、并四苯、蔻、**蒽**、荧光素、芘、邻苯二甲芘 (phthaloperylene)、萘二甲芘 (naphthaloperylene)、芘酮 (perylene)、酞并周因酮 (phthaloperylene)、萘二甲芘酮 (naphthaloperylene)、二苯基丁二烯、四苯基丁二烯、香豆素、噻二唑、醛连氮 (aldazine)、二苯并噻唑啉、联苯乙烯、吡嗪、环戊二烯、喹啉金属配位化合物、氨基喹啉金属配位化合物、苯并喹啉金属配位化合物、亚胺、二苯基乙烯、乙烯基蒽、二氨基吡啶、吡喃、噻喃、聚甲炔、吩萘、咪唑螯合化星化合物、喹吖酮、红荧烯和荧光色素等，但是并不限于此。

[0099] 作为可与本发明的芳香族三胺化合物一起用于发光层的基质材料，优选下述 (i)-(ix) 表示的化合物。

[0100] 下述通式 (i) 表示的非对称蒽化合物。

[0101]



[0102] (式中, Ar 为取代或未取代的环碳原子数为 10 ~ 50 的稠合芳基。

[0103] Ar' 为取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基。

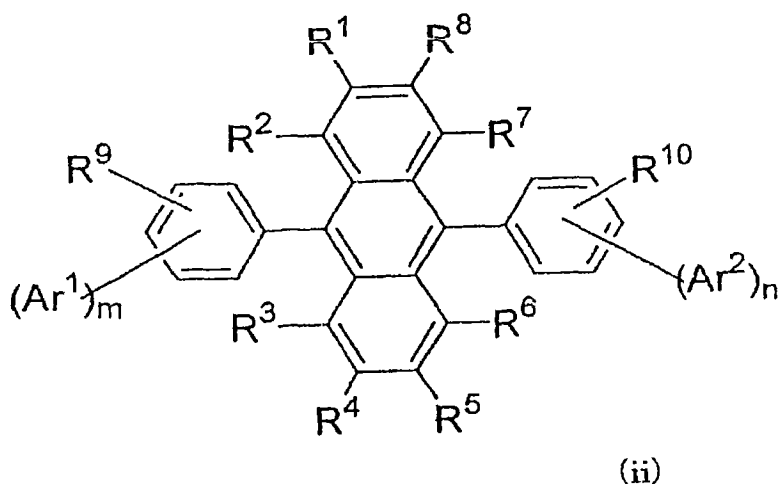
[0104] X 是取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳香族杂环基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或者未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、羧基、卤原子、氰基、硝基、羟基。

[0105] a、b 和 c 分别为 0 ~ 4 的整数。

[0106] n 为 1 ~ 3 的整数。另外, 当 n 是 2 以上时, [] 内可以相同或不同。)

[0107] 下述通式 (ii) 表示的非对称单蒽衍生物。

[0108]

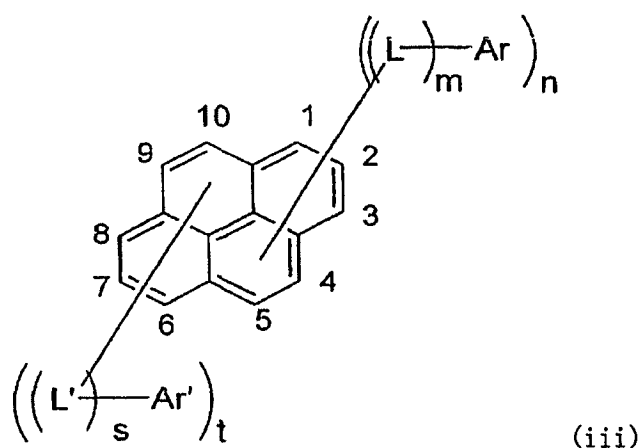


[0109] (式中, Ar¹ 和 Ar² 彼此独立, 为取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳环基, m 和 n 分别是 1-4 的整数。其中, 当 m = n = 1 且 Ar¹ 和 Ar² 在苯环的结合位置是左右对称型时, Ar¹ 和 Ar² 互不相同, 当 m 或者 n 是 2-4 的整数时, m 和 n 是不同的整数。

[0110] R¹ ~ R¹⁰ 彼此独立, 是氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳环基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳香族杂环基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或者未取代的环烷基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或者未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、取代或者未取代的甲硅烷基、羧基、卤原子、氰基、硝基、羟基。)

[0111] 下述通式 (iii) 表示的非对称茈萘衍生物。

[0112]



[0113] [式中, Ar 和 Ar' 分别独立地表示取代或未取代的环碳原子数 6-50 的芳基。

[0114] L 和 L' 分别独立地表示取代或未取代的亚苯基、取代或未取代的亚萘基、取代或未取代的亚蒽基或者取代或未取代的亚二苯并硅氧基 (ジベンゾシロリレン)。

[0115] m 是 0-2 的整数, n 是 1-4 的整数, s 是 0-2 的整数, t 是 0-4 的整数。

[0116] 另外, L 或 Ar 结合在茚的 1-5 位的任一位置, L' 或者 Ar' 结合在茚的 6-10 位的任一位置。

[0117] 其中, n+t 为偶数时, Ar, Ar', L, L' 满足下述 (1) 或 (2)。

[0118] (1) Ar ≠ Ar' 和 / 或 L ≠ L' (其中 ≠ 表示是不同结构的基团。)

[0119] (2) Ar = Ar' 且 L = L' 时

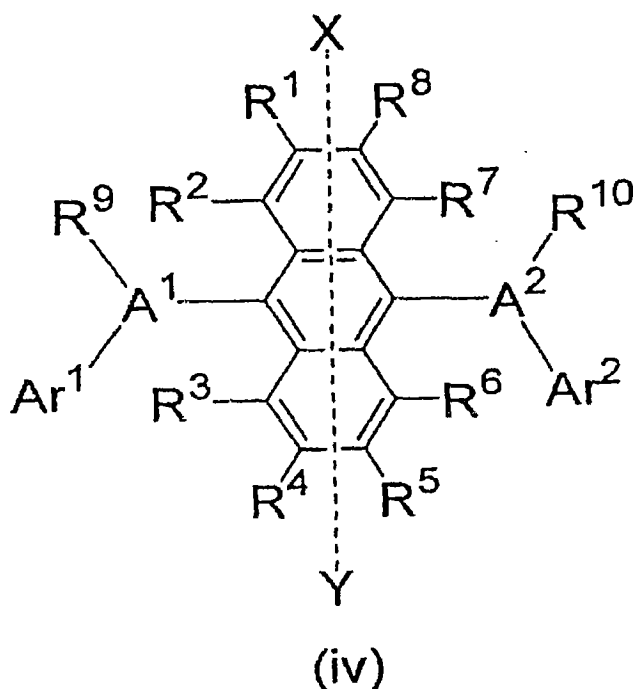
[0120] (2-1) m ≠ s 和 / 或 n ≠ t, 或者

[0121] (2-2) m = s 且 n = t 时,

[0122] (2-2-1) L 和 L'、或者茚分别结合在 Ar 和 Ar' 上的不同的结合位置上, 或者 (2-2-2) L 和 L'、或者茚在 Ar 和 Ar' 上的相同的结合位置上结合时, L 和 L'、或者 Ar 和 Ar' 在茚上的取代位置不是 1 位和 6 位、或者 2 位和 7 位。]

[0123] 下述通式 (iv) 表示的非对称蒽衍生物。

[0124]



[0125] [式中, A^1 和 A^2 彼此独立, 为取代或未取代的环碳原子数为 10 ~ 20 的稠合芳香族环基。

[0126] Ar^1 和 Ar^2 彼此独立, 为氢原子、或者取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳环基。

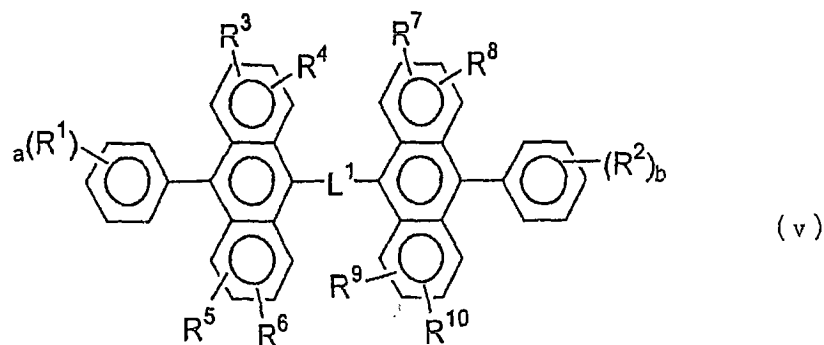
[0127] $R^1 \sim R^{10}$ 彼此独立, 是氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 50 的芳环基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳香族杂环基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷基、取代或者未取代的环烷基、取代或者未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基、取代或者未取代的碳原子数为 6 ~ 50 的芳烷基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳氧基、取代或者未取代的环原子数为 5 ~ 50 的芳硫基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 50 的烷氧基羰基、取代或者未取代的甲硅烷基、羧基、卤原子、氰基、硝基或者羟基。

[0128] Ar^1 、 Ar^2 、 R^9 和 R^{10} 分别可以是多个, 相邻的基团彼此可以形成饱和或者不饱和的环状结构。

[0129] 但是, 不包括通式 (i) 中在中心的蒽的 9 位和 10 位上结合相对于该蒽上所示出的 X-Y 轴呈对称型的基团的情况。]

[0130] 下述通式 (v) 表示的蒽衍生物。

[0131]

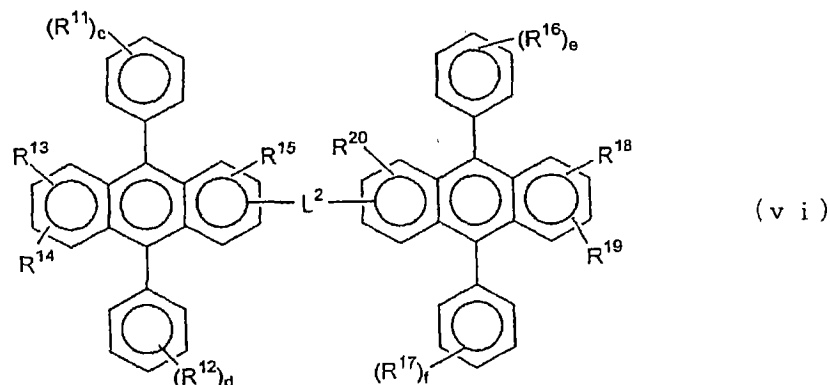


[0132] (式中, $R^1 \sim R^{10}$ 彼此独立地表示氢原子, 烷基, 环烷基, 可以取代的芳基, 烷氧基,

芳氧基, 烷基氨基, 烯基, 芳基氨基或者可以取代的杂环基, a 和 b 分别表示 1-5 的整数, 当它们是 2 以上时, R^1 彼此或者 R^2 彼此分别可以相同或不同, R^1 彼此或者 R^2 彼此可以结合形成环, R^3 和 R^4 、 R^5 和 R^6 、 R^7 和 R^8 、 R^9 和 R^{10} 彼此可以结合形成环, L^1 是单键、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R)-(R$ 是烷基或者可以取代的芳基) 亚烷基或者亚芳基。)

[0133] 下述通式 (vi) 表示的蒽衍生物。

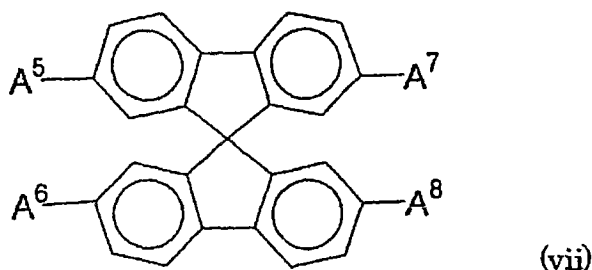
[0134]



[0135] (式中, $R^{11} \sim R^{20}$ 彼此独立地表示氢原子, 烷基, 环烷基, 芳基, 烷氧基, 芳氧基, 烷基氨基, 芳基氨基或者可以取代的杂环基, c, d, e 和 f 分别表示 1-5 的整数, 当它们是 2 以上时, R^{11} 彼此、 R^{12} 彼此、 R^{16} 彼此或者 R^{17} 彼此分别可以相同或不同, R^{11} 彼此、 R^{12} 彼此、 R^{16} 彼此或者 R^{17} 彼此可以结合形成环, R^{13} 和 R^{14} 、 R^{18} 和 R^{19} 彼此可以结合形成环。 L^2 是单键、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R)-(R$ 是烷基或者可以取代的芳基) 亚烷基或者亚芳基。)

[0136] 下述通式 (vii) 表示的螺蒽衍生物。

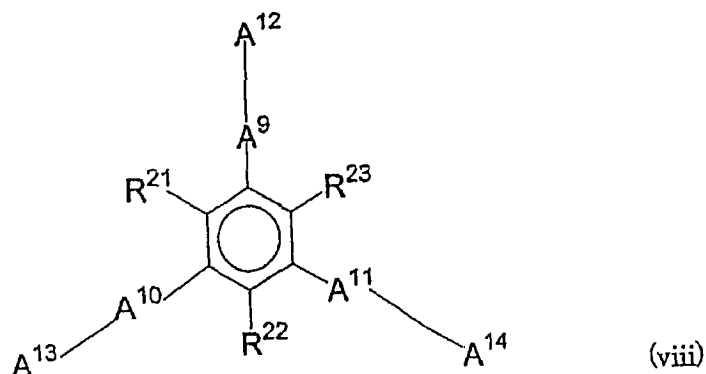
[0137]



[0138] (式中, A^5-A^8 分别独立地是取代或未取代的联苯基或者取代或未取代的萘基。)

[0139] 下述通式 (viii) 表示的含有稠环的化合物。

[0140]

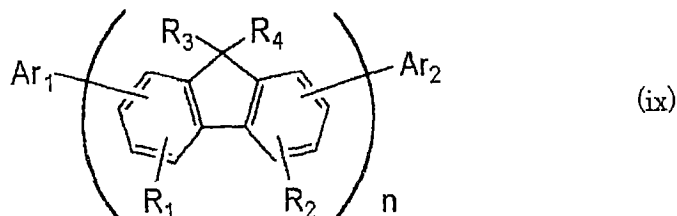


[0141] (式中, A^9-A^{14} 与上述相同, $R^{21} \sim R^{23}$ 彼此独立地表示氢原子、碳原子数 1-6 的烷基、

碳原子数 3-6 的环烷基、碳原子数 1-6 的烷氧基、碳原子数 5-18 的芳氧基、碳原子数 7-18 的芳烷氧基、碳原子数 5-16 的芳基氨基、硝基、氰基、碳原子数 1-6 的酯基或者卤原子, A^9-A^{14} 之中至少一个是具有三环以上的稠合芳香环的基团。)

[0142] 下述通式 (ix) 表示的茈化合物。

[0143]



[0144] (式中, R_1 和 R_2 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环基、取代氨基、氰基 或者卤原子。与不同的茈基结合的 R_1 彼此、 R_2 彼此可以相同或不同, 与相同茈基结合的 R_1 和 R_2 可以相同或不同。 R_3 和 R_4 表示氢原子、取代或未取代的烷基、取代或未取代的芳烷基、取代或未取代的芳基或者取代或未取代的杂环基, 与不同的茈基结合的 R_3 彼此、 R_4 彼此可以相同或不同, 与相同茈基结合的 R_3 和 R_4 可以相同或不同。 Ar_1 和 Ar_2 表示苯环总计为 3 个以上的取代或未取代的稠合多环芳香族基或者苯环和杂环总计为 3 个以上的取代或未取代的用碳与茈基结合的稠合多环杂环基, Ar_1 和 Ar_2 可以相同或不同。 n 表示 1-10 的整数。)

[0145] 以上的基质材料中, 优选蒽衍生物, 更优选单蒽衍生物, 特别优选非对称蒽。

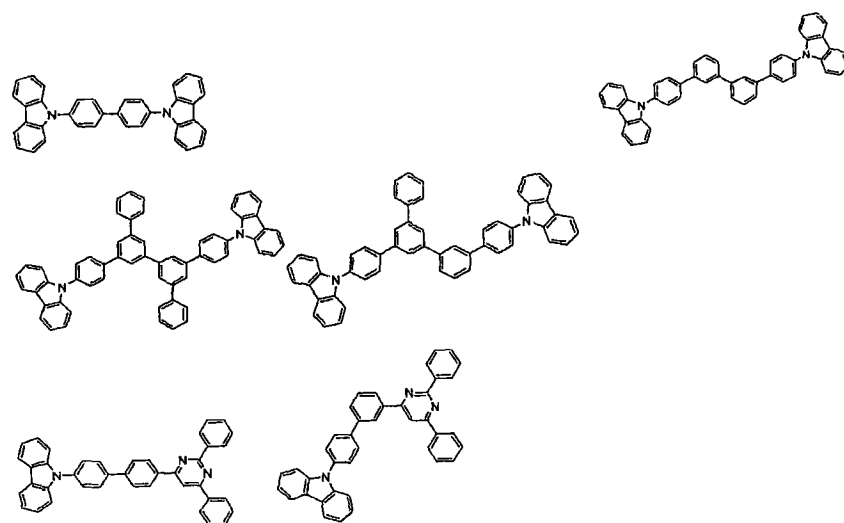
[0146] 另外, 作为掺杂剂的发光材料, 也可以使用磷光发光性的化合物。作为磷光发光性的化合物, 优选为在基质材料中含有咪唑环的化合物。掺杂剂是可以由三重态激子发光的化合物, 只要可由三重态激子发光就没有特别限制, 优选为含有选自 Ir、Ru、Pd、Os 和 Re 的至少一种金属的金属配位化合物, 优选卟啉金属配位化合物或者原金属化 (ortho metals) 金属配位化合物。

[0147] 由含有咪唑环的化合物组成的适于磷光发光的基质是, 具有使能量由其激发状态向磷光发光性化合物移动时使磷光发光性化合物发光的功能的化合物。作为基质化合物 (host compound, 主体化合物), 只要是可以使激子能量移动到磷光发光性化合物上的化合物就没有特别限制, 可以根据需要适当选择。除了咪唑环以外可以具有任意的杂环等。

[0148] 作为这样的基质化合物的具体例, 可列举咪唑衍生物、三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、多芳基链烷烃衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳胺衍生物、氨基取代查尔酮衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茈酮衍生物、脞衍生物、芪衍生物、硅氢烷衍生物、芳香族叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳香族二亚甲基 (メチリデン) 系化合物、卟啉系化合物、蒽基二甲烷衍生物、蒽酮衍生物、二苯基醌衍生物、硫代吡喃二氧化物衍生物、碳化二亚胺衍生物、亚茈基甲烷衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、蒽茈等杂环四羧酸酐、酞菁衍生物、8-羟基喹啉衍生物的金属配位化合物、把金属酞菁、苯并噁唑或苯并噻 唑作为配位基的金属配位化合物为代表的各种金属配位化合物聚硅烷系化合物、聚 (N-乙烯基咪唑) 衍生物、苯胺系共聚物、噻吩低聚物、聚噻吩等导电性高分子低聚物、聚噻吩衍生物、聚亚苯基衍生物、聚亚苯基亚乙烯基衍生物、聚茈衍生物等高分子化合物等。基质化合物可以单独使用, 也可以二种以上并用。

[0149] 作为具体例,可列举如下的化合物。

[0150]



[0151] 磷光发光性的掺杂剂是可以由三重态激子发光的化合物。只要可由三重态激子发光就没有特别限制,优选为含有选自 Ir、Ru、Pd、Pt、Os 和 Re 的至少一种金属的金属配位化合物,优选卟啉金属配位化合物或者原金属化金属配位化合物。作为卟啉金属配位化合物,优选卟啉铂配位化合物。磷光发光性化合物可以单独使用,也可以二种以上并用。

[0152] 作为形成原金属化金属配位化合物的配位基有各种配位基,作为优选的配位基,可列举 2- 苯基吡啶衍生物、7,8- 苯并喹啉衍生物、2-(2- 噻吩基) 吡啶衍生物、2-(1- 萘基) 吡啶衍生物、2- 苯基喹啉衍生物等。这些衍生物可以根据需要具有取代基。氟化物、引入三氟甲基的化合物特别优选作为蓝色系掺杂剂。此外,作为辅助配位基也可以具有乙酰丙酮配位基、苦味酸等上述配位基以外的配位基。

[0153] 作为磷光发光性的掺杂剂在发光层中的含量,没有特别限制,可以根据需要适当选择,例如为 0.1-70 质量%,优选为 1-30 质量%。磷光发光性化合物的含量低于 0.1 质量%时,发光微弱且其含有效果不能充分地发挥出来,而超过 70 质量%时,被称为浓度消光的现象明显且元件性能下降。

[0154] 另外,发光层也可以根据需含有空穴输送材料、电子输送材料、聚合物粘合剂。

[0155] 此外,发光层的膜厚优选为 5-50nm,更优选为 7-50nm,最优选为 10-50nm。低于 5nm 时,发光层难以形成,色度的调整变得困难,而超过 50nm 时,驱动电压有可能上升。

[0156] (5) 空穴注入 / 输送层

[0157] 空穴注入 / 输送层是有助于空穴向发光层的注入,并输送至发光区的层,空穴迁移率高,并且电离能通常小,为 5.5eV 以下。作为这样的空穴注入 / 输送层,优选在较低的电场强度下将空穴输送至发光层的材料,进一步优选例如在施加 $10^4 \sim 10^6 \text{V/cm}$ 的电场时,其空穴的迁移率至少为 $10^{-4} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 的材料。

[0158] 当将本发明的芳香族三胺化合物用于空穴注入 / 输送区时,本发明的芳香族三胺化合物可以单独形成空穴注入 / 输送层,也可以与其它的材料混合使用。

[0159] 作为与本发明的芳香族三胺化合物混合形成空穴注入 / 输送层的材料,只要是具有上述优选的性质的材料,就没有特别限制,可以从现有光传导材料中作为空穴的电荷输送材料常用的材料、有机 EL 元件的空穴注入 / 输送层中使用的公知的材料中选择任意的材

料来使用。

[0160] 作为具体例子,可列举三唑衍生物(参阅美国专利 3,112,197 号说明书等)、噁二唑衍生物(参阅美国专利 3,189,447 号说明书等)、咪唑衍生物(参阅特公昭 37-16096 号公报等)、多芳基链烷烃衍生物(参阅美国专利 3,615,402 号说明书、同第 3,820,989 号说明书、同第 3,542,544 号说明书、特公昭 45-555 号公报、同 51-10983 号公报、特开昭 51-93224 号公报、同 55-17105 号公报、同 56-4148 号公报、同 55-108667 号公报、同 55-156953 号公报、同 56-36656 号公报等)、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物(参阅美国专利第 3,180,729 号说明书、同第 4,278,746 号说明书、特开昭 55-88064 号公报、同 55-88065 号公报、同 49-105537 号公报、同 55-51086 号公报、同 56-80051 号公报、同 56-88141 号公报、同 57-45545 号公报、同 54-112637 号公报、同 55-74546 号公报等)、苯二胺衍生物(参阅美国专利第 3,615,404 号说明书、特公昭 51-10105 号公报、同 46-3712 号公报、同 47-25336 号公报、特开昭 54-53435 号公报、同 54-110536 号公报、同 54-119925 号公报等)、芳胺衍生物(参阅美国专利第 3,567,450 号说明书、同第 3,180,703 号说明书、同第 3,240,597 号说明书、同第 3,658,520 号说明书、同第 4,232,103 号说明书、同第 4,175,961 号说明书、同第 4,012,376 号说明书、特公昭 49-35702 号公报、同 39-27577 号公报、特开昭 55-144250 号公报、同 56-119132 号公报、同 56-22437 号公报、西独专利第 1,110,518 号说明书等)、氨基取代查耳酮衍生物(参阅美国专利第 3,526,501 号说明书等)、噁唑衍生物(美国专利第 3,257,203 号说明书等中公开的物质)、苯乙烯蒽衍生物(参阅特开昭 56-46234 号公报等)、茚酮衍生物(参阅特开昭 54-110837 号公报等)、腈衍生物(参阅美国专利第 3,717,462 号说明书、特开昭 54-59143 号公报、同 55-52063 号公报、同 55-52064 号公报、同 55-46760 号公报、同 55-85495 号公报、同 57-11350 号公报、同 57-148749 号公报、特开平 2-311591 号公报等)、芪衍生物(参阅特开昭 61-210363 号公报、同第 61-228451 号公报、同 61-14642 号公报、同 61-72255 号公报、同 62-47646 号公报、同 62-36674 号公报、同 62-10652 号公报、同 62-30255 号公报、同 60-93455 号公报、同 60-94462 号公报、同 60-174749 号公报、同 60-175052 号公报等)、硅氢烷衍生物(美国专利第 4,950,950 号说明书)、聚硅烷类(特开平 2-204996 号公报)、苯胺类共聚物(特开平 2-282263 号公报)、特开平 1-211399 号公报公开的导电性高分子低聚物(特别是噻吩低聚物)等。

[0161] 作为空穴注入/输送层的材料可以使用上述的物质,但是优选使用卟啉化合物(特开昭 63-2956965 号公报等公开的物质)、芳香族叔胺化合物及苯乙烯胺化合物(参阅美国专利第 4,127,412 号说明书、特开昭 53-27033 号公报、同 54-58445 号公报、同 54-149634 号公报、同 54-64299 号公报、同 55-79450 号公报、同 55-144250 号公报、同 56-119132 号公报、同 61-295558 号公报、同 61-98353 号公报、同 63-295695 号公报等),特别优选使用芳香族叔胺化合物。

[0162] 还可以例举美国专利第 5,061,569 号所述的分子内具有 2 个稠合芳香环的化合物,例如 4,4'-双(N-(1-萘基)-N-苯基氨基)联苯(以下缩写为 NPD),还有特开平 4-308688 号公报所述的 3 个三苯基胺单元连结成了星爆(star burst)型的 4,4',4"-三(N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基)三苯基胺(以下缩写为 MTDATA)等。

[0163] 而且,除了作为发光层材料所示过的上述化合物以外,p 型 Si、p 型 SiC 等无机化合物也可以用作空穴注入/输送层的材料。

[0164] 空穴注入 / 输送层可以通过用例如真空蒸镀法、旋涂法、浇注法、LB 法等公知的方法进行薄膜化形成。作为空穴注入 / 输送层的膜厚没有特别限制,通常为 5nm-5 μ m。该空穴注入 / 输送层含有本发明的芳香族三胺化合物时,可以由该芳香族三胺化合物和上述材料中的一种或两种以上构成的一层构成,也可以是将由不同于含有本发明的芳香族三胺化合物的空穴注入 / 输送层中的化合物的化合物所构成的空穴注入 / 输送层层叠而成的。

[0165] 另外,也可以设置有机半导体层作为帮助向发光层的空穴注入或电子注入的层,适宜使用具有 10^{-10} S/cm 以上的电导率的物质。作为这样的有机半导体层的材料,可以使用含噻吩低聚物、特开平 8-193191 号公报所述的含芳胺低聚物等导电性低聚物,含芳胺-胺型树枝状高分子(アリールアミン dendrimer)等导电性树枝状高分子等。

[0166] (6) 电子注入 / 输送层

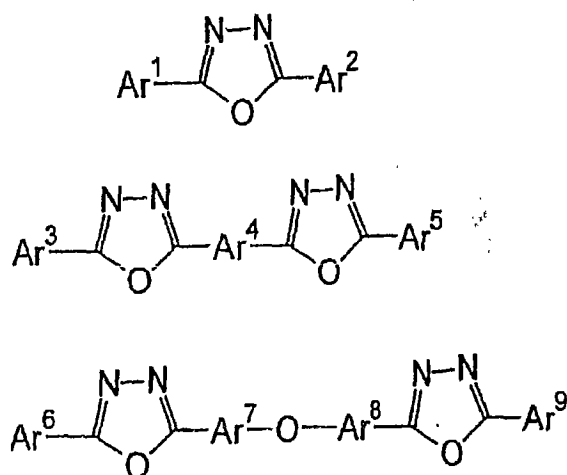
[0167] 电子注入 / 输送层是,有助于电子向发光层的注入,并将电子输送至发光区的层,电子迁移率大,另外,粘着改善层是该电子注入层中由与阴极的粘着性特别好的材料组成的层。

[0168] 另外,由于有机 EL 元件发出的光由电极(此时是阴极)进行反射,所以直接从阳极取出的发光和经过电极反射取出的发光之间会产生干涉。为了有效地利用该干涉效果,电子输送层的膜厚可在数 nm- 数 μ m 内适当选择,但是膜厚特别厚时,为了避免电压升高,优选在外加 $10^4 \sim 10^6$ V/cm 的电场时电子迁移率至少为 10^{-5} cm²/Vs 以上。

[0169] 作为用于电子注入层的材料,8- 羟基喹啉或其衍生物的金属配位化合物、噻二唑衍生物是适宜的。作为上述 8- 羟基喹啉或其衍生物的金属配位化合物具体例子,可以使用含喔星(一般为 8- 羟基喹啉)的螯合物的金属螯合喔星化合物,例如可将三(8- 羟基喹啉)合铝用作电子注入材料。

[0170] 另一方面,作为噻二唑衍生物,可列举用下述通式表示的电子传递化合物。

[0171]

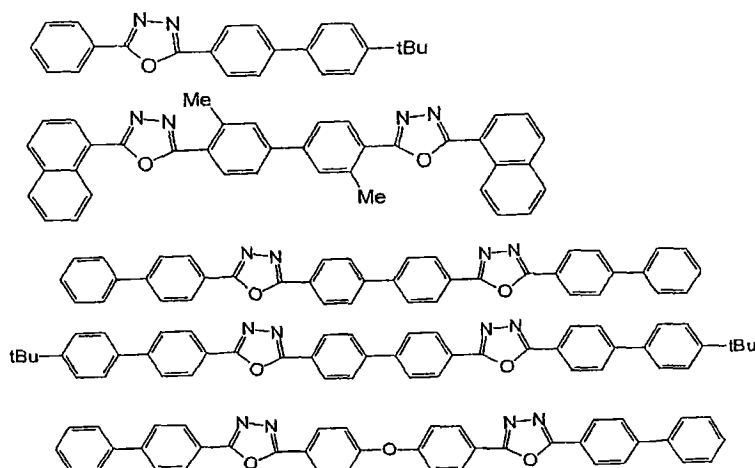


[0172] (式中, Ar¹, Ar², Ar³, Ar⁵, Ar⁶, Ar⁹ 分别表示取代或未取代的芳基,分别可以相同或不同。另外, Ar⁴, Ar⁷, Ar⁸ 表示取代或未取代的亚芳基,分别可以相同或不同。)

[0173] 在此,作为芳基,可列举苯基、联苯基、萘基、茚基、茚基。另外,作为亚芳基,可列举亚苯基、亚萘基、亚联苯基、亚萘基、亚茚基等。另外,作为取代基可列举碳原子数 1 ~ 10 的烷基、碳原子数 1 ~ 10 的烷氧基或氰基等。该电子传递化合物优选薄膜形成性的物质。

[0174] 作为上述电子传递性化合物的具体例,可以例举下述物质。

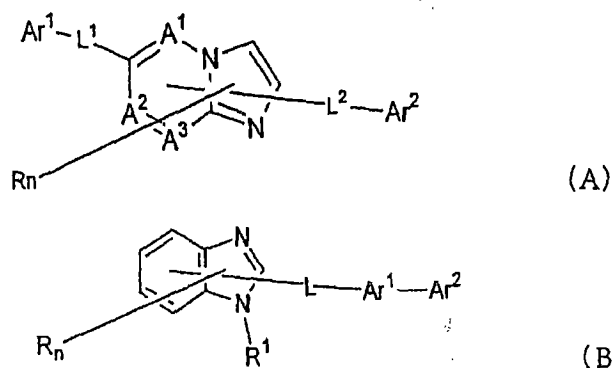
[0175]



[0176] 另外,作为用于电子注入层和电子输送层的材料,也可以使用下述通式 (A)~(F) 表示的化合物。

[0177] 用下式表示的含氮杂环衍生物,

[0178]



[0179] (通式 (A) 和 (B) 中, $A^1 \sim A^3$ 分别独立地是氮原子或碳原子。

[0180] Ar^1 是取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 60 的芳基、或者取代或未取代的环碳原子数为 3 ~ 60 的杂芳基, Ar^2 是氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 60 的芳基、或者取代或未取代的环碳原子数为 3 ~ 60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、或者取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基、或者它们的二价基。其中, Ar^1 和 Ar^2 的任意一方为取代或未取代的环碳原子数为 10 ~ 60 的稠环基、或者取代或未取代的环碳原子数为 3 ~ 60 的单杂稠环基。

[0181] L^1 、 L^2 和 L 分别独立地是单键、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 60 的亚芳基、取代或未取代的环碳原子数为 3 ~ 60 的杂亚芳基或者取代或未取代的亚芳基。

[0182] R 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6 ~ 60 的芳基、取代或未取代的环碳原子数为 3 ~ 60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷基、或者取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 20 的烷氧基, n 为 0 ~ 5 的整数, 在 n 为 2 以上的情况下, 多个 R 可以相同或不同, 此外, 相邻的多个 R 基彼此可以结合, 形成碳环式脂肪族环或碳环式芳香族环。)

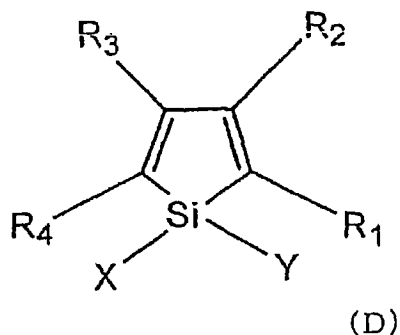
[0183] 用下述式表示的含氮杂环衍生物,

[0184] $HAr-L-Ar^1-Ar^2$ (C)

[0185] (式中, HAr 是可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 40 的含氮杂环, L 是单键、可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的亚芳基、可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 60 的杂亚芳基或可以具有取代基的亚芳基, Ar¹ 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的 2 价芳香族烃基, Ar² 是可以具有取代基的碳原子数为 6 ~ 60 的芳基、或可以具有取代基的碳原子数为 3 ~ 60 的杂芳基。)

[0186] 用下述式表示的硅杂环戊二烯衍生物,

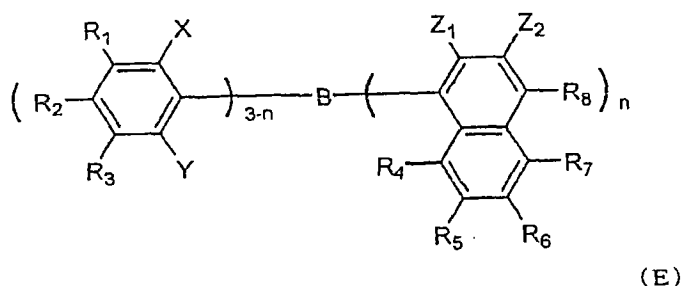
[0187]



[0188] (式中, X 和 Y 相互独立, 是碳原子数为 1 ~ 6 的饱和或不饱和的烃基、烷氧基、烯氧基、炔氧基、羟基、取代或未取代的芳基、取代或未取代的杂环, 或者 X 和 Y 相结合而形成饱和或不饱和的环的结构, R₁ ~ R₄ 分别独立, 表示氢原子、卤原子、取代或未取代的碳原子数为 1 ~ 6 的烷基、烷氧基、芳氧基、全氟代烷基、全氟代烷氧基、氨基、烷基羰基、芳基羰基、烷氧基羰基、芳氧基羰基、偶氮基、烷基羰基氧基、芳基羰基氧基、烷氧基羰基氧基、芳氧基羰基氧基、亚磺酰基、磺酰基、氨基磺酰基 (スルファニル)、甲硅烷基、氨基甲酰基、芳基、杂环基、烯基、炔基、硝基、甲酰基、亚硝基、甲酰氧基、异氰基、氰酸酯基、异氰酸酯基、硫氰酸酯基、异硫氰酸酯基或者氰基或者相邻时的取代或者未取代的环进行耦合形成的结构。)

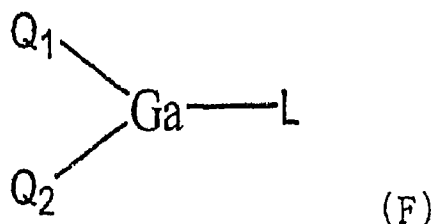
[0189] 用下述式表示的硼烷衍生物,

[0190]



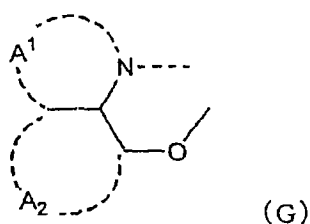
[0191] (式中, R₁ ~ R₈ 和 Z₂ 分别独立, 表示氢原子、饱和或不饱和的烃基、芳香族基、杂环基、取代氨基、取代氧硼基、烷氧基或芳氧基, X、Y 和 Z₁ 分别独立, 表示饱和或不饱和的烃基、芳香族基、杂环基、取代氨基、烷氧基或芳氧基, Z₁ 和 Z₂ 的取代基可以相互结合而形成稠环, n 表示 1 ~ 3 的整数, 当 n 为 2 以上时, Z₁ 可以不同。其中, 不包括 n 是 1 且 X、Y 和 R₂ 是甲基并且 R₈ 是氢原子或取代氧硼基的情况和 n 为 3 且 Z₁ 为甲基的情况。)

[0192]



[0193] [式中, Q^1 和 Q^2 分别独立, 表示用下述通式 (G) 表示的配位基, L 表示卤原子、取代或者未取代的烷基、取代或者未取代的环烷基、取代或者未取代的芳基、取代或者未取代的杂环基、或者用 $-OR^1$ (R^1 是氢原子、取代或者未取代的烷基、取代或者未取代的环烷基、取代或者未取代的芳基、取代或者未取代的杂环基) 或 $-O-Ga-Q^3$ (Q^3 和 Q^4 与 Q^1 和 Q^2 同义) 表示的配位基。]

[0194]



[0195] (式中, 环 A^1 和 A^2 是可以具有取代基的已相互稠合的六员芳环结构。)

[0196] 这种金属配位化合物, 作为 n 型半导体的性质较强, 电子注入能力大。进而, 形成配位化合物时的生成能量也低, 所以已形成的金属配位化合物的金属和配位基的键合性也变得牢固, 作为发光材料的荧光量子效率也会增大。

[0197] 如果列举形成上述通式 (G) 的配位基的环 A^1 和 A^2 的取代基的具体例子, 有氯、溴、碘、氟等卤原子; 甲基、乙基、丙基、丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、庚基、辛基、硬脂基、三氯甲基等取代或者未取代的烷基; 苯基、萘基、3-甲基苯基、3-甲氧基苯基、3-氟苯基、3-三氯甲基苯基、3-三氟甲基苯基、3-硝基苯基等取代或者未取代的芳基; 甲氧基、正丁氧基、叔丁氧基、三氯甲氧基、三氟乙氧基、五氟丙氧基、2,2,3,3-四氟丙氧基、1,1,1,3,3,3-六氟-2-丙氧基、6-(全氟乙基)己氧基等取代或者未取代的烷氧基; 苯氧基、对硝基苯氧基、对叔丁基苯氧基、3-氟苯氧基、五氟苯基、3-三氟甲基苯氧基等取代或者未取代的芳氧基; 甲硫基、乙硫基、叔丁基硫基、己基硫基、辛基硫基、三氟甲基硫基等取代或者未取代的烷硫基; 苯硫基、对硝基苯硫基、对叔丁基苯硫基、3-氟苯硫基、五氟苯硫基、3-三氟甲基苯硫基等取代或者未取代的芳硫基; 氰基、硝基、氨基、甲基氨基、二甲基氨基、乙基氨基、二乙基氨基、二丙基氨基、二丁基氨基、二苯基氨基等单或二取代氨基; 双(乙酰氧基甲基)氨基、双(乙酰氧基乙基)氨基、双(乙酰氧基丙基)氨基、双(乙酰氧基丁基)氨基等酰基氨基; 羟基, 甲硅烷氧基, 酰基, 甲基氨基甲酰基、二甲基氨基甲酰基、乙基氨基甲酰基、二乙基氨基甲酰基、丙基氨基甲酰基、丁基氨基甲酰基、苯基氨基甲酰基等氨基甲酰基羧酸基, 磺酸基, 亚氨基, 环戊烷基、环己基等环烷基; 苯基、萘基、联苯基、蒽基、菲基、芴基、茈基等芳基; 吡啶基、吡嗪基、嘧啶基、哒嗪基、三嗪基、呋喃基、噻吩基、吡咯烷基、二噁烷基、哌啶基、吗啉烷基 (モルフォリジニル)、哌嗪基、三嗪基 (トリアチニル)、咪唑基、呋喃基、硫苯基、噁唑基、噁二唑基、苯并噁唑基、噻唑基、噻二唑基、苯并噻唑基、三唑基、咪唑基、苯并咪唑基、吡喃基 (プラニル) 等杂环基等。另外, 以上的取代基之间也可以通过结合进一步

形成六员芳环或者杂环。

[0198] 作为本发明的有机 EL 元件的优选形式,有在输送电子的区域或者阴极和有机层的界面区域含有还原性掺杂剂的元件。在这里,所谓的还原性掺杂剂是指可以将电子输送性化合物还原的物质。因而,只要是具有一定的还原性的物质都可以,可使用各种各样的物质,例如,可以适当地使用选自碱金属、碱土类金属、稀土类金属、碱金属的氧化物、碱金属的卤化物、碱土类金属的氧化物、碱土类金属的卤化物、稀土类金属的氧化物、稀土类金属的卤化物、碱金属的有机配位化合物、碱土类金属的有机配位化合物和稀土类金属的有机配位化合物中的至少一种物质。

[0199] 另外,更加具体地讲,作为优选的还原性掺杂剂,可列举选自 Na(功函数: 2.36eV)、K(功函数:2.28eV)、Rb(功函数:2.16eV) 及 Cs(功函数:1.95eV) 的至少一种碱金属、和选自 Ca(功函数:2.9eV)、Sr(功函数:2.0-2.5eV) 及 Ba(功函数:2.52eV) 的至少一种碱土类金属,特别优选功函数为 2.9eV 以下的物质。这些物质中,更优选的还原性掺杂剂为选自自由 K、Rb 及 Cs 构成的一组中的至少一种碱金属,进一步优选 Rb 或 Cs,最优选为 Cs。这些碱金属的还原能力特别高,通过向电子注入区域的比较少量的添加,可以提高有机 EL 元件中的发光亮度、延长其寿命。另外,作为功函数为 2.9eV 以下的还原性掺杂剂,也优选这些两种以上的碱金属的组合,特别优选包含 Cs 的组合,例如 Cs 和 Na、Cs 和 K、Cs 和 Rb 或 Cs 和 Na 和 K 的组合。通过包含 Cs 进行组合,可以有效地发挥其还原能力,通过向电子注入区域的添加,可以提高有机 EL 元件中的发光亮度、延长其寿命。

[0200] 本发明中可以在阴极和有机层之间进一步设置由绝缘体和半导体构成的电子注入层。此时,可以有效地防止电流的泄漏,提高电子注入性。作为这样的绝缘体,优选使用选自碱金属硫属化合物、碱土类金属硫属化合物、碱金属的卤化物及碱土类金属的卤化物中的至少一种金属化合物。电子注入层如果是由这些碱金属硫属化合物等构成的,就可以进一步提高电子注入性,故优选。具体来讲,作为优选的碱金属硫属化合物,可列举例如 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 及 NaO ,作为优选的碱土类金属硫属化合物,可列举例如 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 及 CaSe 。另外,作为优选的碱金属的卤化物,可列举例如 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 及 NaCl 等。另外,作为优选的碱土类金属的卤化物,可列举例如 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 及 BeF_2 等氟化物和氟化物以外的卤化物。

[0201] 另外,作为构成电子输送层的半导体,可列举例如包含 Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Li、Na、Cd、Mg、Si、Ta、Sb 及 Zn 的至少一种元素的氧化物、氮化物或氮氧化物等的单独一种或两种以上的组合。另外,构成电子输送层的无机化合物,优选微结晶或非晶质的绝缘性薄膜。电子输送层如果是由这些绝缘性薄膜构成的,由于可以形成更均匀的薄膜,因此,可以减少黑点等像素缺陷。另外,作为这样的无机化合物,可列举例如上述的碱金属硫属化合物、碱土类金属硫属化合物、碱金属的卤化物及碱土类金属的卤化物等。

[0202] (7) 阴极

[0203] 作为阴极,为了将电子注入到电子注入 / 输送层或者发光层,使用功函数小的 (4eV 以下) 金属、合金、导电性化合物或这些的混合物作为电极物质。作为这种电极物质的具体例子,可列举钠、钠 - 钾合金、镁、锂、镁 - 银合金、铝 / 氧化铝、铝 - 锂合金、铟、稀土金属等。

[0204] 该阴极可以通过将这些电极物质用蒸镀法或溅射法等方法形成薄膜来制备。

[0205] 其中,当从阴极取出发光层的发光时,优选阴极的光透过率大于 10%。

[0206] 还优选阴极的片材电阻率为数百 $\Omega/\square$ 以下,膜厚通常为 10nm-1 μm , 优选 50-200nm。

[0207] (8) 绝缘层

[0208] 由于对超薄薄膜施加电场,有机 EL 元件易因漏电和短路而产生像素缺陷。为了防止形成这些缺陷,优选在电极对之间插入绝缘性的薄膜层。

[0209] 作为用于绝缘层的材料,可列举例如氧化铝、氟化锂、氧化锂、氟化铯、氧化铯、氧化镁、氟化镁、氧化钙、氟化钙、氮化铝、二氧化钛、氧化硅、氧化锗、氮化硅、氮化硼、氧化钼、氧化钨和氧化钒等,还可使用它们的混合物和层叠材料。

[0210] (9) 有机 EL 元件的制造方法

[0211] 通过用上述列举的材料和形成方法形成阳极、发光层、根据需要设置的空穴注入/输送层以及根据需要设置的电子注入/输送层,进而形成阴极,可以制作有机 EL 元件。也可采用从阴极到阳极、与上述相反的顺序,制作有机 EL 元件。

[0212] 下面,记载了在透光性基板上依次设置阳极/空穴注入层/发光层/电子注入层/阴极结构的有机 EL 元件的制作例。

[0213] 首先,在合适的透光性基板上采用蒸镀法或溅射法等方法形成由阳极材料组成的薄膜,使得所形成的薄膜厚度为 1 μm 以下,优选为 10-200nm,从而制作阳极。接着,在该阳极上设置空穴注入层。可采用如上所述的真空蒸镀法、旋涂法、浇铸法、LB 法等方法形成空穴注入层,从易得到均匀的薄膜且难以形成针孔等观点考虑,优选用真空蒸镀法形成。当采用真空蒸镀法形成空穴注入层时,该蒸镀条件根据使用的化合物(空穴注入层的材料)、作为目标的空穴注入层的晶体结构和复合结构等的不同而不同,但通常优选适当地在以下范围内选择:蒸镀源的温度 50-450 $^{\circ}\text{C}$ 、真空度 10^{-7} - 10^{-3} 托、蒸镀速率 0.01-50nm/s、基板温度:-50 $^{\circ}\text{C}$ 至 300 $^{\circ}\text{C}$ 、膜厚 5nm-5 μm 。

[0214] 随后,在空穴注入层上设置发光层,所述发光层的形成也可以通过使用所需的有机发光材料采用真空蒸镀法、溅射法、旋涂法、浇注法等方法将有机发光材料薄膜化来制备,从易得到均匀的薄膜且难以形成针孔等观点考虑,优选用真空蒸镀法形成。当采用真空蒸镀法形成发光层时,该蒸镀条件根据使用的化合物的不同而不同,通常可选择与空穴注入层相同的条件范围。

[0215] 接着,在该发光层上设置电子注入层。与空穴注入层和发光层相同,若要得到均匀的薄膜,优选采用真空蒸镀法形成所述电子注入层。蒸镀条件可选择与空穴注入层、发光层相同的条件范围。

[0216] 本发明的芳香族三胺衍生物的含有方式根据含于发光区和空穴输送区的哪一层中而有所不同,在使用真空蒸镀法时可以与其它材料同时蒸镀。另外,使用旋涂法时,可以与其它材料混合而含有。

[0217] 最后层叠阴极,可以制得有机 EL 元件。

[0218] 阴极由金属构成,可采用蒸镀法、溅射法形成。其中,为了使底层的有机物层免于制膜时的损伤,优选使用真空蒸镀法。

[0219] 该有机 EL 元件的制作优选在一次抽真空之后,连续地从阳极制备至阴极。

[0220] 本发明的有机 EL 元件的各层的形成方法没有特别限定。可使用以往公知的真空

蒸镀法、旋涂法等形成方法。可采用以下公知的方法形成用于本发明有机 EL 元件的包含本发明上述通式 (1) 表示的化合物的有机薄膜层,所述方法为真空蒸镀法、分子束蒸镀法 (MBE 法) 或者溶解于溶剂的溶液的浸涂法、旋涂法、浇铸法、棒涂法、辊涂法等涂敷法。

[0221] 本发明的有机 EL 元件的各有机层的膜厚没有特别限定,通常膜厚过薄时,易产生针孔等缺陷,相反过厚时,需要施加高电压,导致效率下降,因此通常优选膜厚为数 nm-1 μ m。

[0222] 另外,当向有机 EL 元件施加直流电压时,通过使阳极的极性为正极,使阴极的极性为负极,并施加 5-40V 电压,可以观察到发光。另外,极性相反的情况下,即使施加电压也不会流过电流,根本不发光。此外,施加交流电压时,仅在阳极的极性为正,而阴极的极性为负时,才能观察到均匀的发光。施加的交流电的波形可以是任意的。

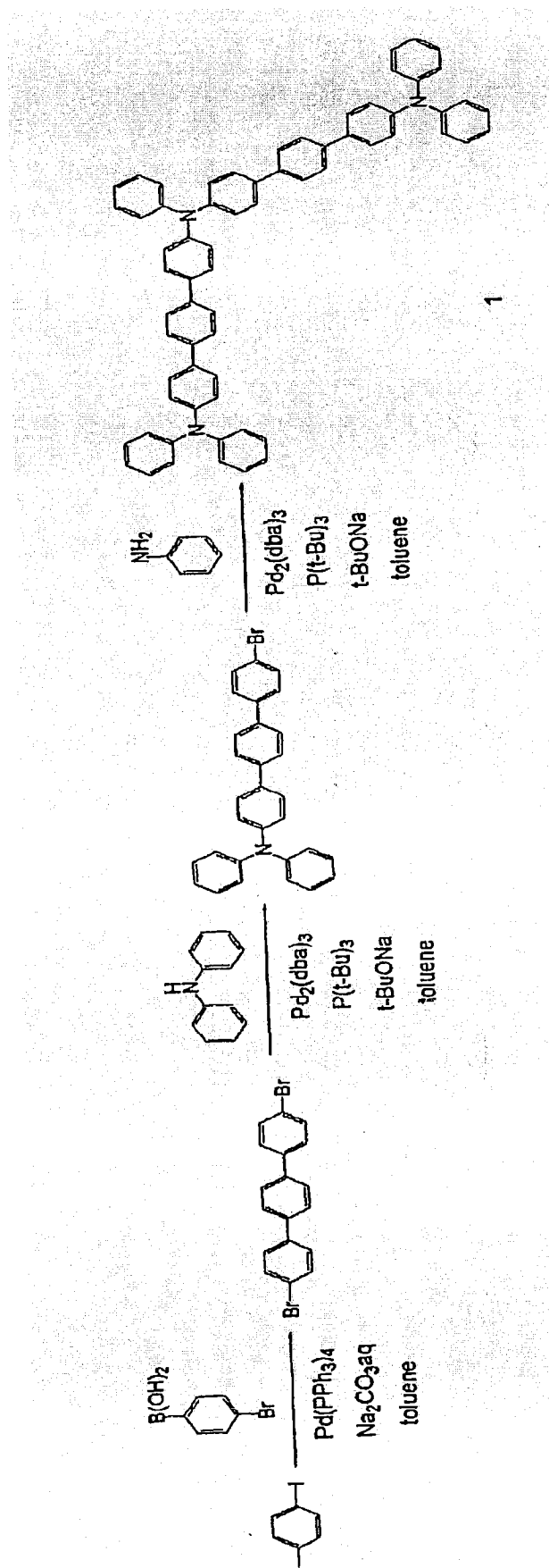
[0223] 实施例

[0224] 下面,利用实施例更加详细地说明本发明。

[0225] 合成实施例 1 (芳香族三胺化合物 1 的合成)

[0226] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 1。

[0227]



[0228] (1) 4,4''-二溴-对三联苯的合成

[0229] 在氩气氛围下,在 1,4-二碘苯 33.0g、4-溴苯基硼酸 48.2g、四(三苯基膦合)钯

(0) 4.62g 中加入甲苯 600ml、2M 碳酸钠水溶液 300ml, 加热回流 10 小时。

[0230] 反应结束后, 马上过滤, 然后除去水层。将有机层用硫酸钠干燥, 然后浓缩。将得到的固体用甲苯进行重结晶, 获得 4,4''-二溴-对三联苯的白色晶体 32.6g (收率 84%)。

[0231] (2) 4-溴-4''-二苯基氨基-对三联苯的合成

[0232] 在氩气流下, 加入 N,N-二苯基胺 10.6g、4,4''-二溴-对三联苯 24.3g、碳酸钾 13.0g、铜粉 0.400g、萘烷 40ml, 在 200℃ 下反应 6 天。

[0233] 反应后, 热时过滤, 不溶成分用甲苯洗涤, 将滤液合并浓缩。在残渣中加入甲苯 30ml 并滤除析出的晶体, 将滤液浓缩。接着在残渣中加入甲醇 100ml, 搅拌后除去上清液, 再加入 30ml 的甲醇, 搅拌后除去上清液并进行柱精制, 结果获得黄色粉末。将其在 15ml 的甲苯中加热溶解, 加入己烷 15ml 并冷却, 滤出析出晶体, 结果获得 4-溴-4''-二苯基氨基-对三联苯 13.4g。

[0234] (3) 4-二苯基氨基-4''-N-苯基氨基-对三联苯的合成

[0235] 在 Ar 气氛下, 在 4-溴-4''-二苯基氨基-对三联苯 10.0g、苯胺 2.35g、三(亚苄基丙酮合)二钯 (0) 192mg、叔丁醇钠 2.82g 的甲苯 100ml 溶液中加入三叔丁基膦的 0.66 重量% 甲苯溶液 100 μ l, 在室温下搅拌 5 小时。将混合物进行硅藻土过滤, 用甲苯萃取滤液。将其在减压下浓缩, 将得到的粗生成物进行柱精制, 获得 8.02g 淡黄色粉末。

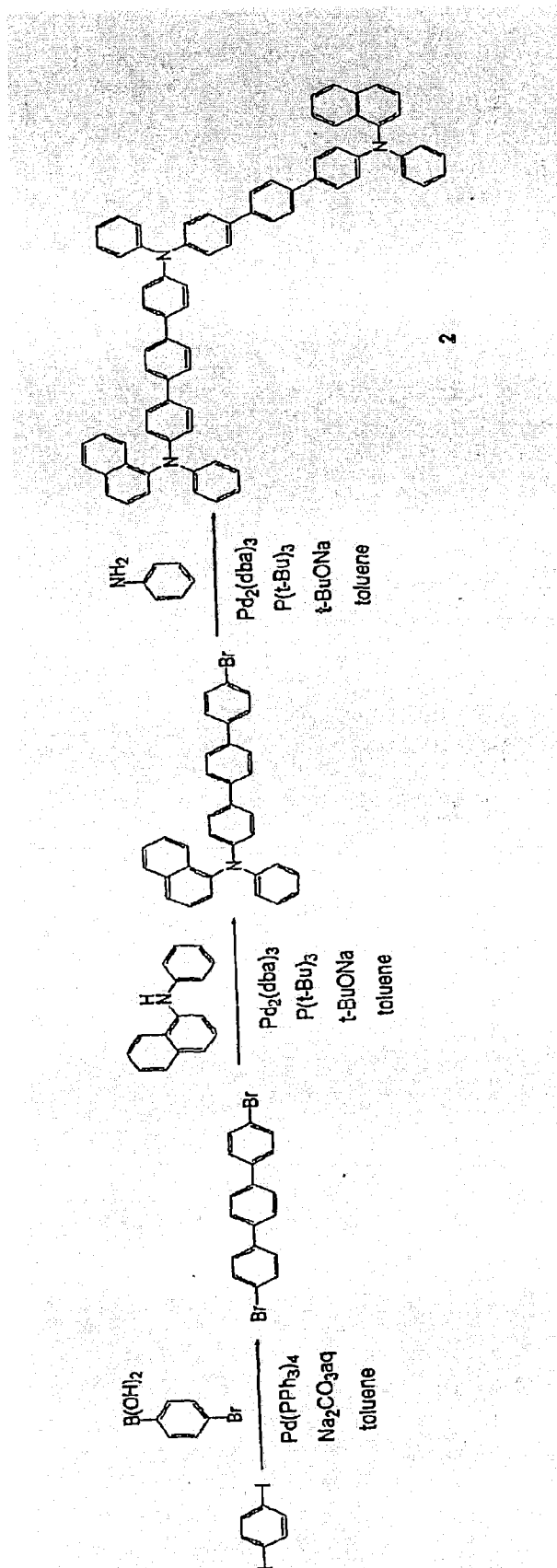
[0236] (4) 化合物 1 的合成

[0237] 在 Ar 气氛下, 在 4-二苯基氨基-4''-N-苯基氨基-对三联苯 8.00g、苯胺 0.710g、三(亚苄基丙酮合)二钯 (0) 350mg、叔丁醇钠 2.05g 的甲苯 100ml 溶液中加入三叔丁基膦的 0.66 重量% 甲苯溶液 190 μ l, 在室温下加热回流 5 小时。冷却至室温后, 对混合物进行硅藻土 (celite) 过滤, 用甲苯萃取滤液。将其在减压下浓缩, 对得到的粗生成物进行柱精制, 获得 6.21g 淡黄色粉末。对该物质进行质谱分析, 结果是目标物, 相对于分子量 883.39, $m/e = 883$ 。

[0238] 合成实施例 2 (芳香族三胺化合物 2 的合成)

[0239] 按照以下的反应工序, 合成下述化合物 2。

[0240]

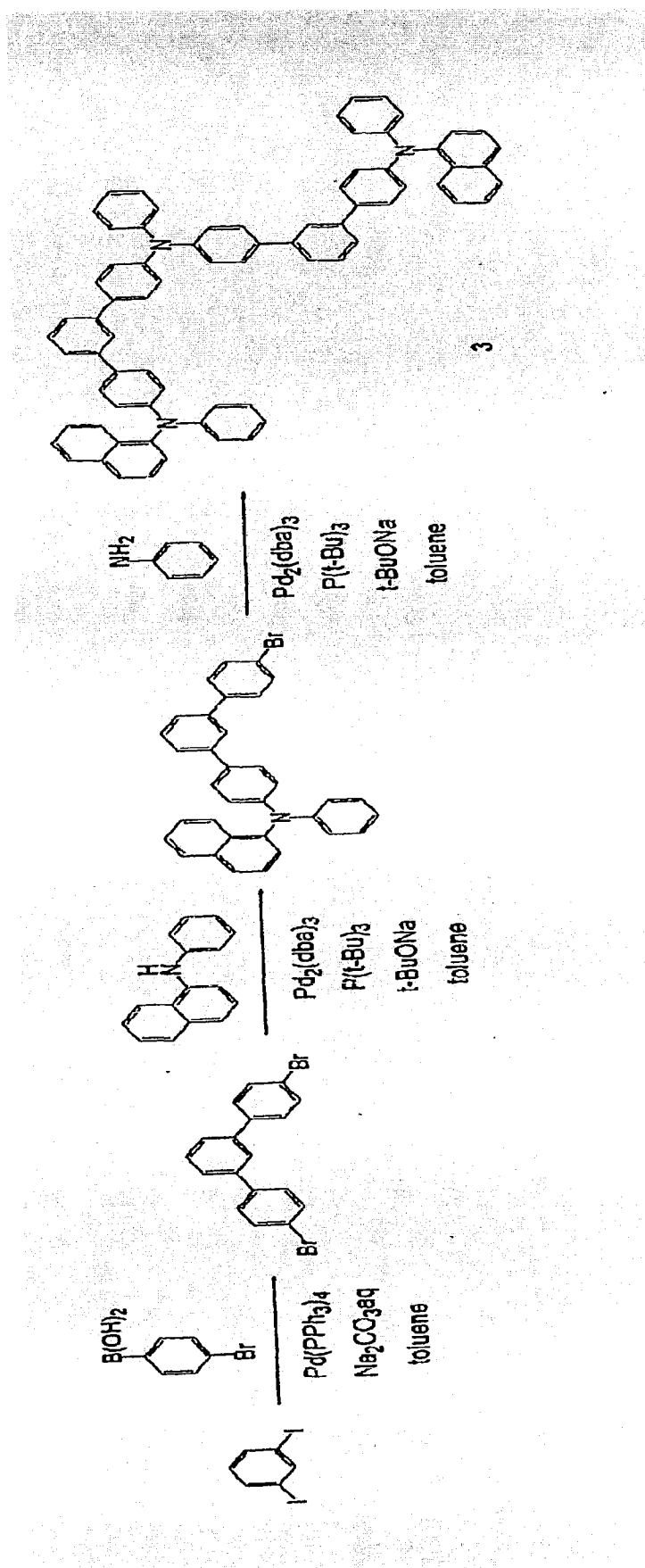


[0241] 在合成实施例 1 中,使用 N-苯基-1-萘基胺代替 N,N-二苯基胺,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 983.42, $m/e = 983$ 。

[0242] 合成实施例 3 (芳香族三胺化合物 3 的合成)

[0243] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 3。

[0244]

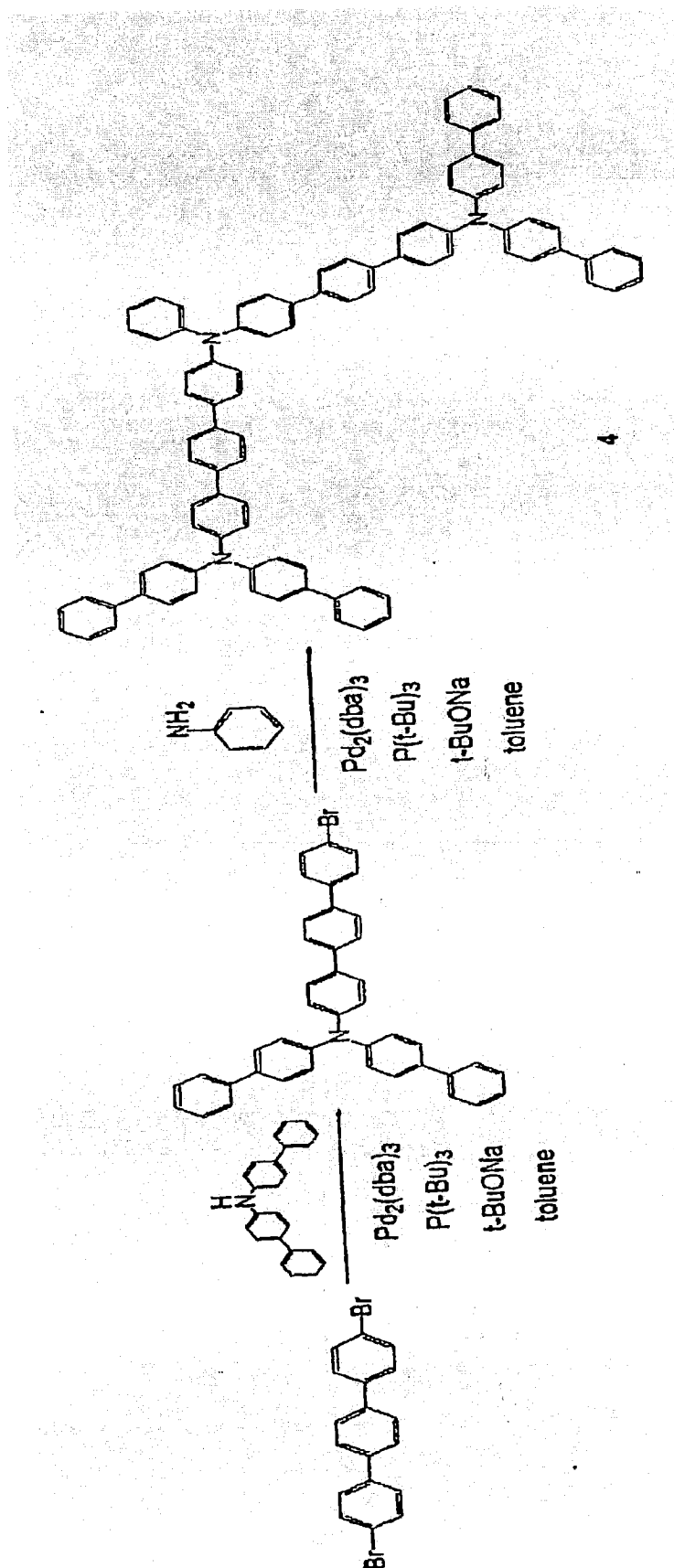


[0245] 在合成实施例 2 中,使用 1,3-二碘苯代替 1,4-二碘苯,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 983.42, $m/e = 983$ 。

[0246] 合成实施例 4 (芳香族三胺化合物 4 的合成)

[0247] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 4。

[0248]

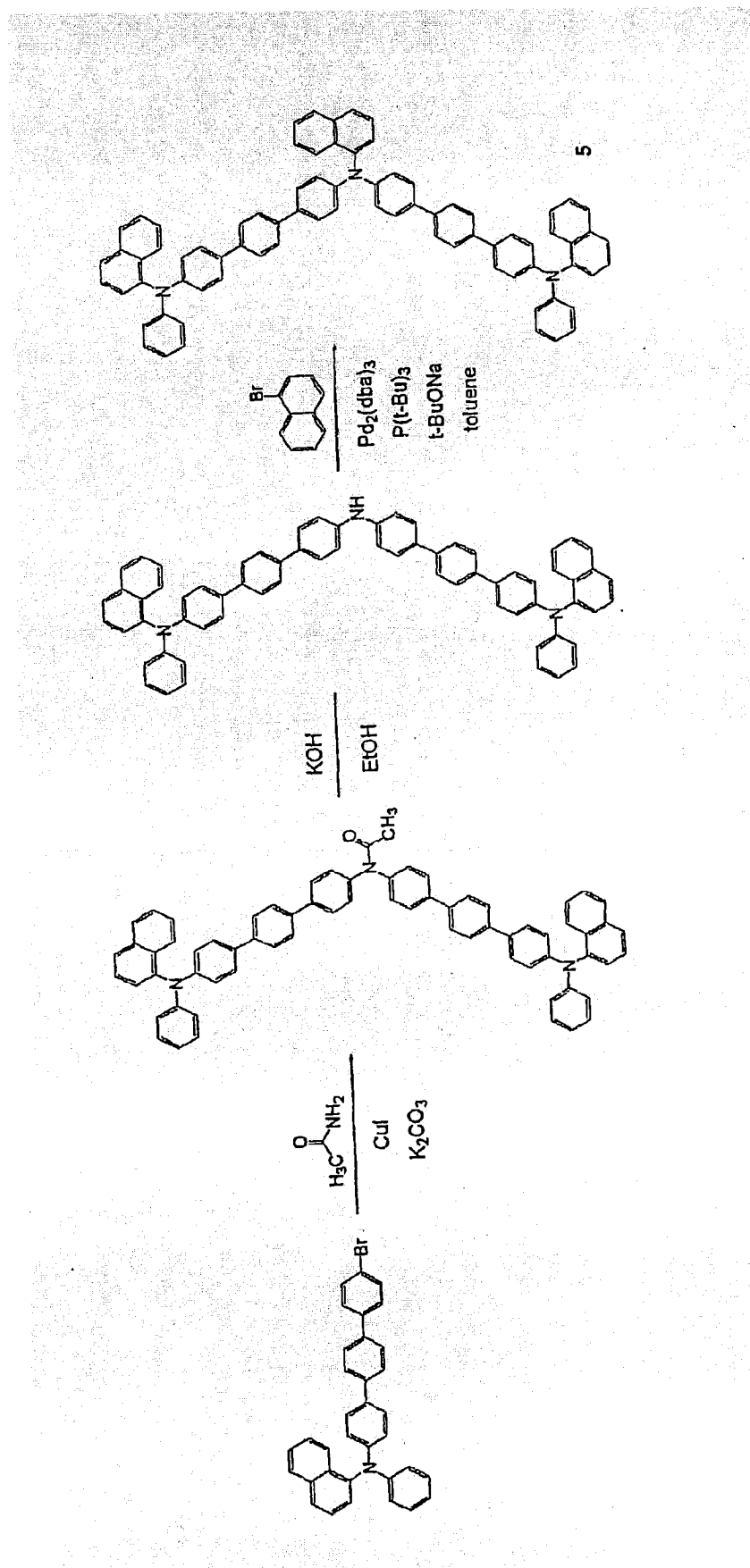


[0249] 在合成实施例 1 中,使用双(4-联苯基)胺代替 N,N-二苯基胺,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 1187.52, $m/e = 1187$ 。

[0250] 合成实施例 5 (芳香族三胺化合物 5 的合成)

[0251] 按照以下的反应工序, 合成下述化合物 5。

[0252]



[0253] (1)N,N-双[4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯-4-基]乙酰胺的合成

[0254] 加入4-溴-4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯105g、乙酰胺5.90g、碘化铜

0.95g、碳酸钾 276g、N,N'-二甲基乙二胺 0.88g 萘烷 1L,在氩气氛围下,加热回流 6 天。反应结束后,将不溶成分过滤。用热甲苯、二氯甲烷洗涤不溶成分,将滤液合并进行浓缩。得到的固体用甲醇进行洗涤,然后用甲苯进行重结晶,获得 N,N-双[4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯-4-基]乙酰胺的白色晶体 82.0g。

[0255] (2)N,N-双[4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯-4-基]胺的合成

[0256] 加入 N,N-双[4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯-4-基]乙酰胺 82.0g、50% 氢氧化钾水溶液 39g、二乙苯 100ml,加热回流 3 天。反应结束后,放置冷却,加入水 100ml、己烷 500ml。滤出析出的褐色固体,进行减压干燥,获得 N,N-双[4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯-4-基]胺 67g。

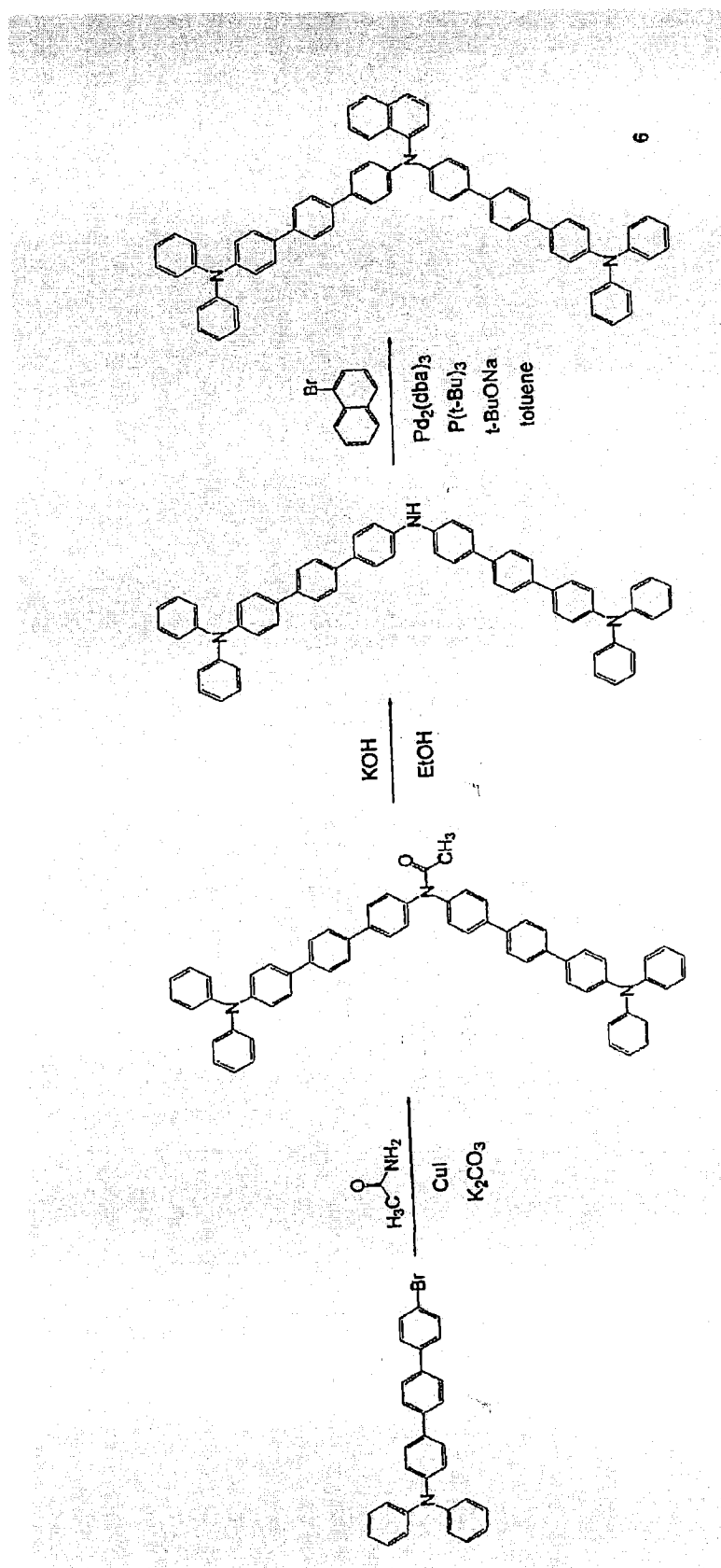
[0257] (3) 化合物 5 的合成

[0258] 在 N,N-双[4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯-4-基]胺 9.08g、1-溴萘 2.48g、三(亚苄基丙酮合)二钯(0)183mg、叔丁醇钠 1.35g 的甲苯 100ml 溶液中加入三叔丁基膦的 0.66 重量%甲苯溶液 100 μ l,加热回流 5 小时。冷却至室温后,对混合物进行硅藻土过滤,用甲苯萃取滤液。将其在减压下浓缩,对得到的粗生成物进行柱精制,获得 5.20g 淡黄色粉末。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 1033.44, $m/e = 1033$ 。

[0259] 合成实施例 6(芳香族三胺化合物 6 的合成)

[0260] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 6。

[0261]



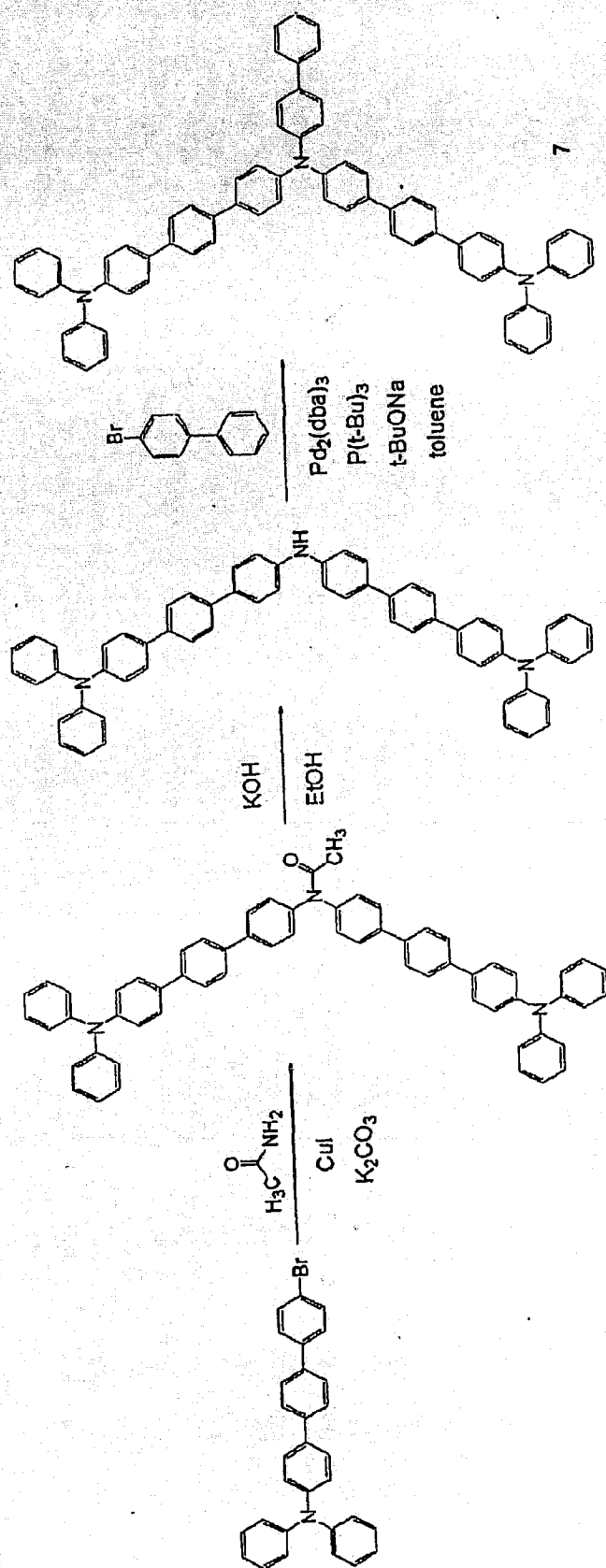
[0262] 在合成实施例5中,使用4-溴-4''-(N,N-二苯基氨基)-对三联苯代替4-溴-4''-(N-苯基-1-萘基氨基)-对三联苯,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目

标物,相对于分子量 933.41, $m/e = 933$ 。

[0263] 合成实施例 7 (芳香族三胺化合物 7 的合成)

[0264] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 7。

[0265]

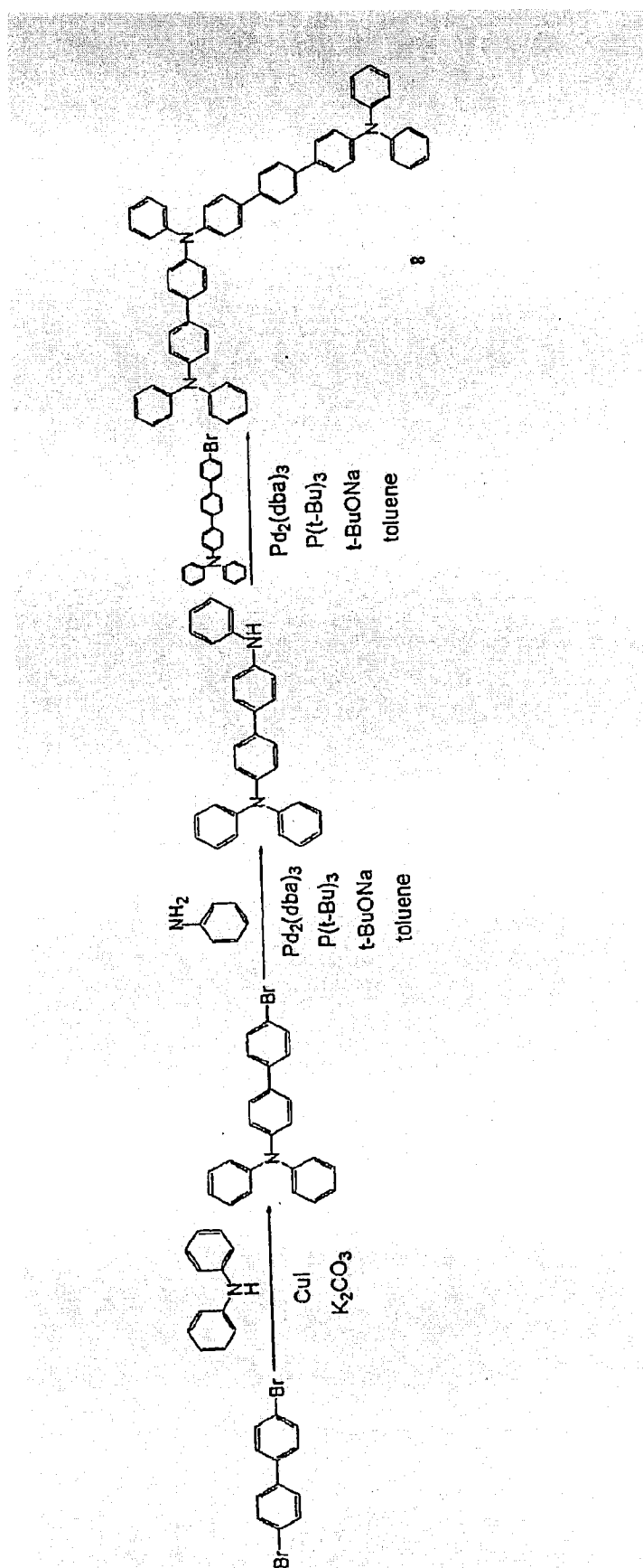


[0266] 在合成实施例 6 中,使用 4-溴联苯代替 1-溴萘,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 959.42, $m/e = 959$ 。

[0267] 合成实施例 8(芳香族三胺化合物 8 的合成)

[0268] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 8。

[0269]



[0270] (1) 4-溴-4'-(N,N-二苯基氨基)联苯的合成

[0271] 在氩气流下,加入 N,N-二苯基胺 10.6g、4,4'-二溴联苯 19.5 g、碳酸钾 13.0g、

铜粉 0.400g、萘烷 40ml, 在 200℃ 下反应 6 天。

[0272] 反应后, 热时过滤, 不溶成分用甲苯洗涤, 将滤液合并浓缩。在残渣中加入甲苯 30ml 并滤除析出晶体, 将滤液浓缩。接着在残渣中加入甲醇 100ml, 搅拌后除去上清液, 再加入 30ml 的甲醇, 搅拌后除去上清液并进行柱精制, 结果获得黄色粉末。将其在 15ml 的甲苯中加热溶解, 加入己烷 15ml 并冷却, 滤出析出晶体, 结果获得 4-溴-4'-(N,N-二苯基氨基)联苯 13.4g。

[0273] (8-2) N, N, N' - 三苯基联苯胺的合成

[0274] 在 4-溴-4'-(N, N-二苯基氨基)联苯 4.00g、苯胺 1.11g、三(亚苄基丙酮合)二钯(0) 183mg、叔丁醇钠 1.35g 的甲苯 100ml 溶液中加入三叔丁基膦的 0.66 重量% 甲苯溶液 100 μ l, 在室温下搅拌 5 小时。反应结束后, 将混合物进行硅藻土过滤, 用甲苯萃取滤液。将其在减压下浓缩, 将得到的粗生成物进行柱精制, 获得 3.20g N, N, N' - 三苯基联苯胺的淡黄色粉末。

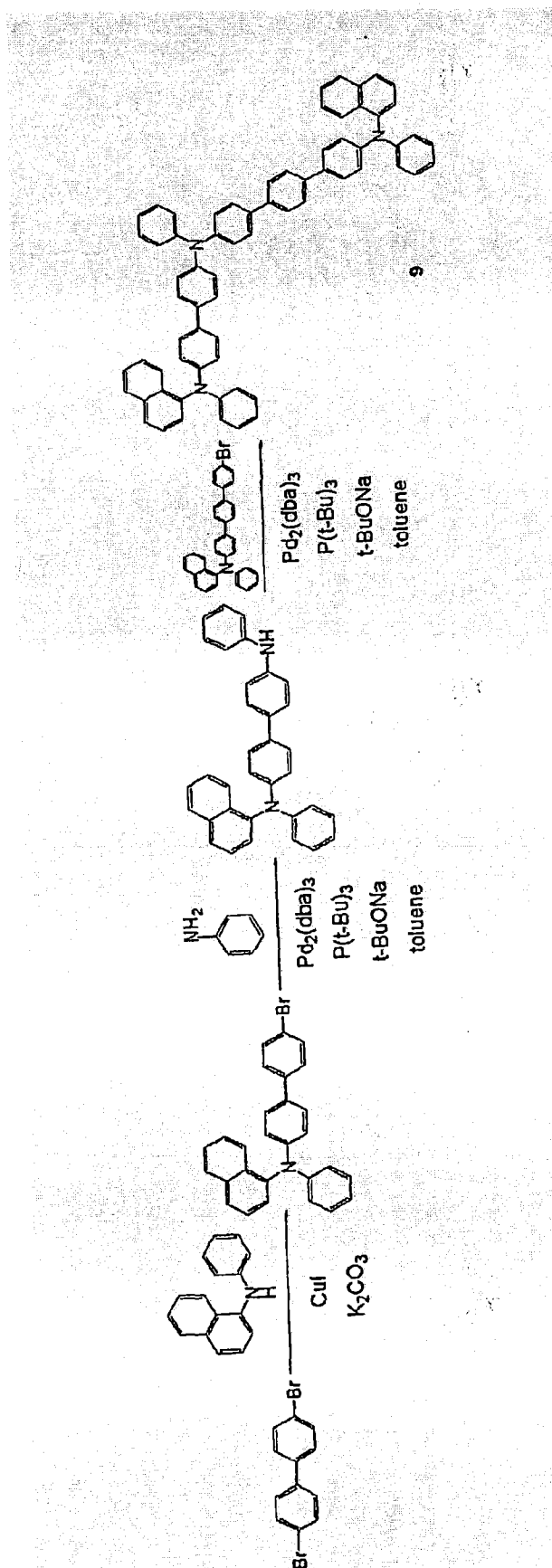
[0275] (8-3) 化合物 8 的合成

[0276] 在 4-溴-4''-二苯基氨基-对三联苯 2.38g、N, N, N' - 三苯基联苯胺 2.48g、三(亚苄基丙酮合)二钯(0) 92mg、叔丁醇钠 0.67g 的甲苯 100ml 溶液中加入三叔丁基膦的 0.66 重量% 甲苯溶液 50 μ l, 加热回流 5 小时。冷却至室温后, 将混合物进行硅藻土过滤, 用甲苯萃取滤液。将其在减压下浓缩, 将得到的粗生成物进行柱精制, 获得 3.20g 淡黄色粉末。对该物质进行质谱分析, 结果是目标物, 相对于分子量 807.36, $m/e = 807$ 。

[0277] 合成实施例 9 (芳香族三胺化合物 9 的合成)

[0278] 按照以下的反应工序, 合成下述化合物 9。

[0279]

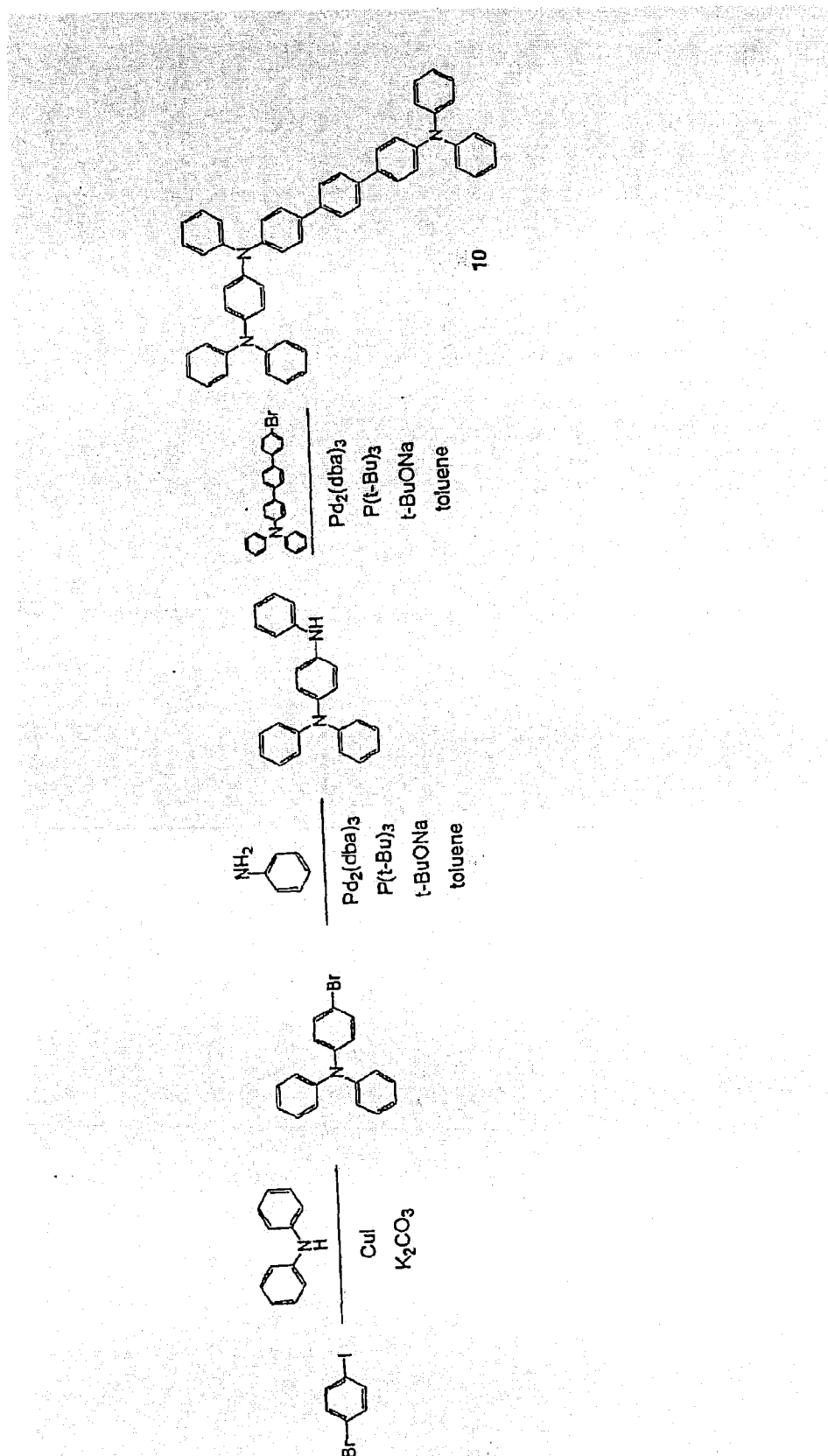


[0280] 在合成实施例 8 中,使用 N- 苯基 -1- 萘胺代替 N, N- 二苯基胺,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 907.39, $m/e = 907$ 。

[0281] 合成实施例 10 (芳香族三胺化合物 10 的合成)

[0282] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 10。

[0283]



[0284] (1) 4-溴三苯基胺的合成

[0285] 在氩气流下, 加入 N, N'-二苯基胺 10.6g、对溴碘苯 14.8g、碳酸钾 14.4g、铜粉

0.500g、萘烷 40ml, 在 200℃下反应 6 天。

[0286] 反应后, 热时过滤, 不溶成分用甲苯洗涤, 将滤液合并浓缩。在残渣中加入甲苯 30ml 并滤除析出晶体, 将滤液浓缩。接着在残渣中加入甲醇 100ml, 搅拌后除去上清液, 再加入 30ml 的甲醇, 搅拌后除去上清液并进行柱精制, 结果获得黄色粉末。将其在 15ml 的甲苯中加热溶解, 加入己烷 15ml 并冷却, 滤出析出晶体, 结果获得 4- 溴三苯基胺 10.8g。

[0287] (2) N, N, N' - 三苯基 -1,4- 苯二胺的合成

[0288] 在 4- 溴三苯基胺 5.00g、苯胺 1.72g、三(亚苄基丙酮合)二钯(0) 282mg、叔丁醇钠 2.07g 的甲苯 50ml 溶液中加入三叔丁基膦的 0.66 重量% 甲苯溶液 150 μ l, 在室温下搅拌 5 小时。反应结束后, 将混合物进行硅藻土过滤, 用甲苯萃取滤液。将其在减压下浓缩, 将得到的粗生成物进行柱精制, 获得 4.20g N, N, N' - 三苯基 -1,4- 苯二胺的淡黄色粉末。

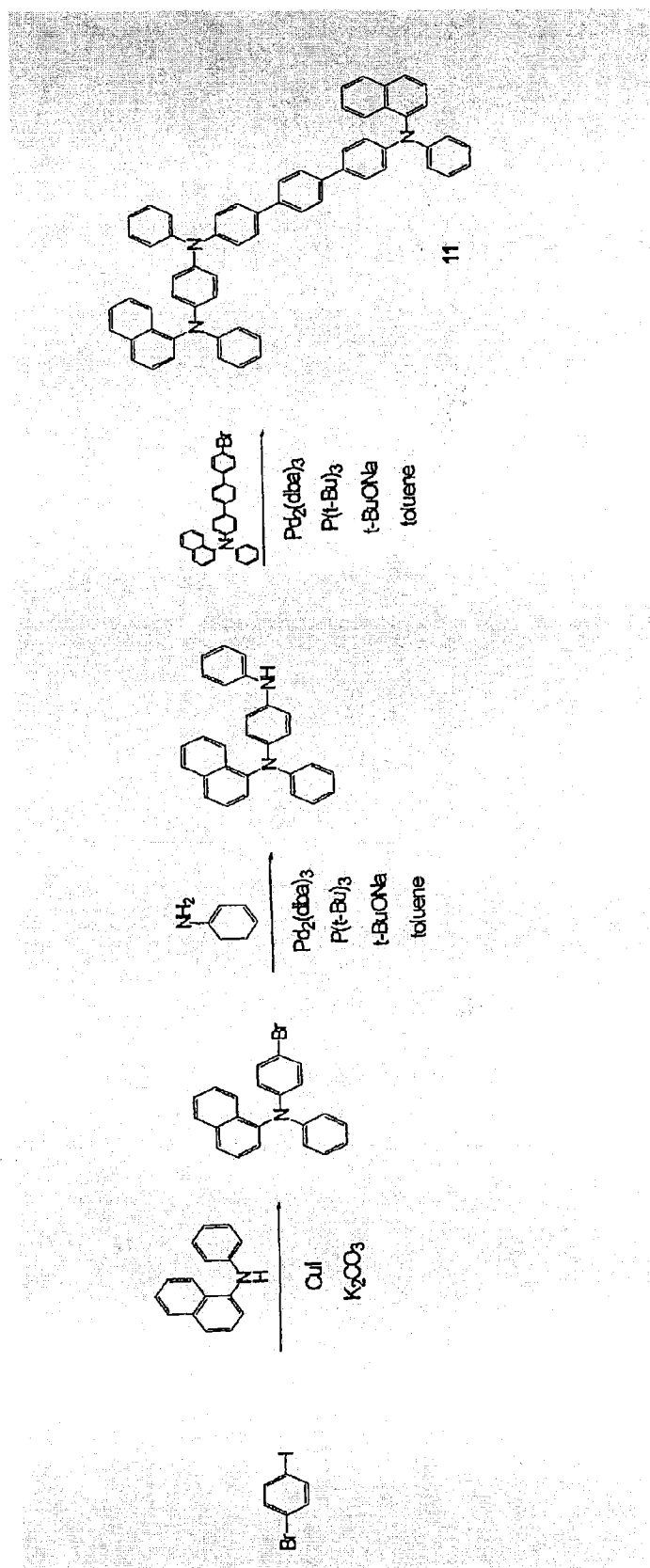
[0289] (3) 化合物 10 的合成

[0290] 在 4- 溴 -4''- 二苯基氨基 - 对三联苯 2.38g、N, N, N' - 三苯基 -1,4- 苯二胺 2.01g、三(亚苄基丙酮合)二钯(0) 92mg、叔丁醇钠 0.67g 的甲苯 100ml 溶液中加入三叔丁基膦的 0.66 重量% 甲苯溶液 50 μ l, 加热回流 5 小时。冷却至室温后, 将混合物进行硅藻土过滤, 用甲苯萃取滤液。将其在减压下浓缩, 将得到的粗生成物进行柱精制, 获得 2.50g 淡黄色粉末。对该物质进行质谱分析, 结果是目标物, 相对于分子量 731.33, $m/e = 731$ 。

[0291] 合成实施例 11(芳香族三胺化合物 11 的合成)

[0292] 按照以下的反应工序, 合成下述化合物 11。

[0293]

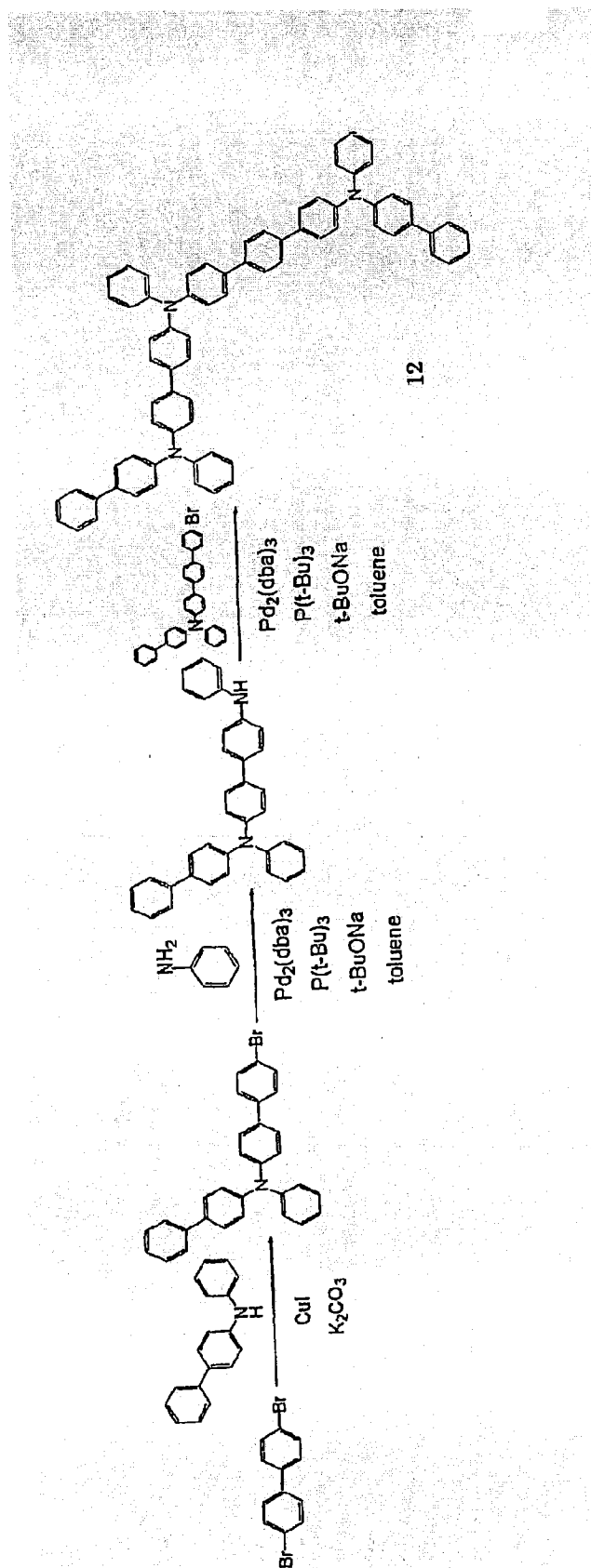


[0294] 在合成实施例 10 中,使用 N- 苯基 -1- 萘胺代替 N, N- 二苯基胺,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 831.36, $m/e = 831$ 。

[0295] 合成实施例 12(芳香族三胺化合物 12 的合成)

[0296] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 12。

[0297]

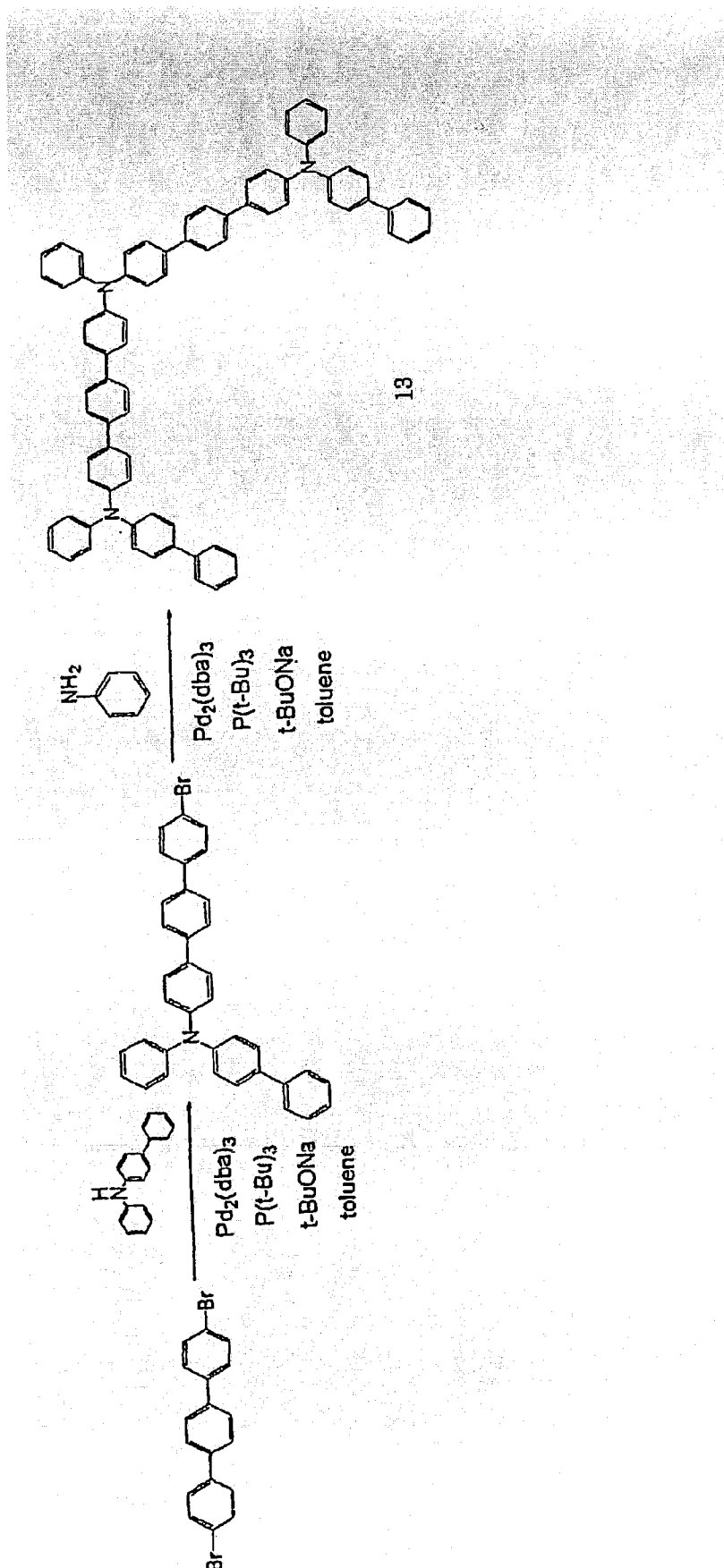


[0298] 在合成实施例 8 中,使用 (4- 联苯基) 苯胺代替 N, N- 二苯基胺,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 959. 42, $m/e = 959$ 。

[0299] 合成实施例 13(芳香族三胺化合物 13 的合成)

[0300] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 13。

[0301]

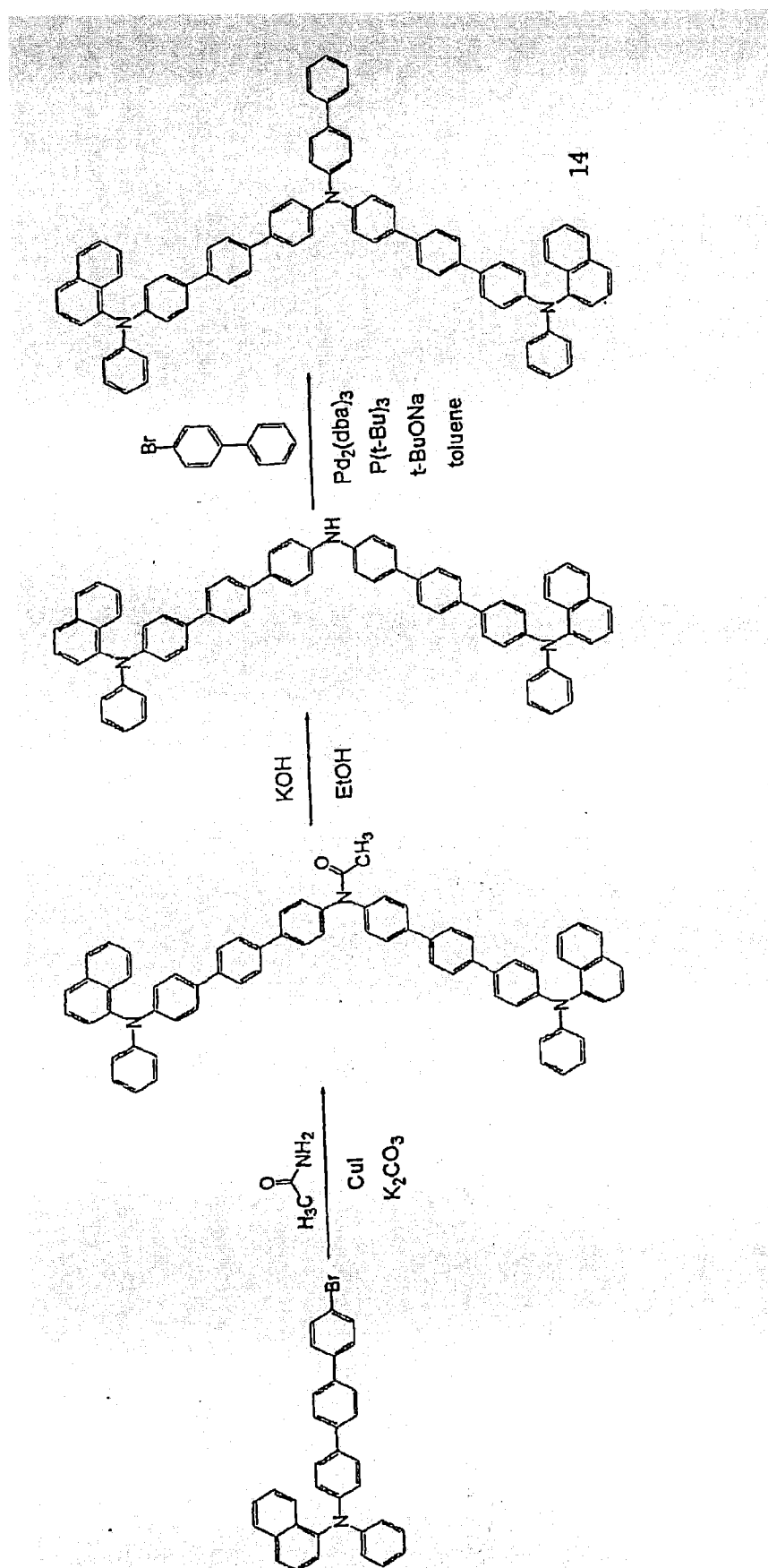


[0302] 在合成实施例 1 中,使用(4-联苯基)苯胺代替 N,N-二苯基胺,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 1035.46, $m/e = 1035$ 。

[0303] 合成实施例 14(芳香族三胺化合物 14 的合成)

[0304] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 14。

[0305]

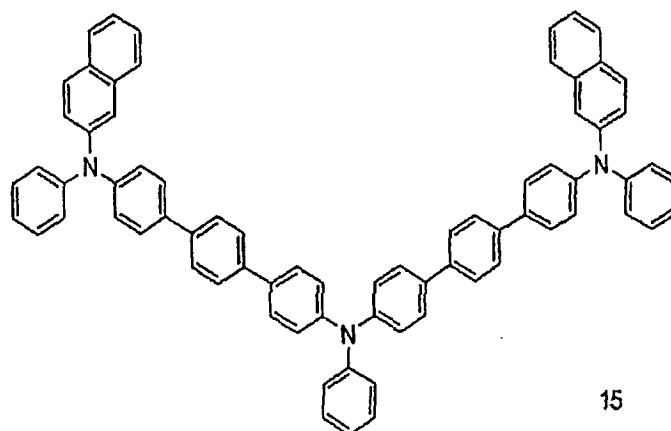


[0306] 在合成实施例 5 中,使用 4-溴联苯代替 1-溴萘,用相同的方法合成。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 1059.46, $m/e = 1059$ 。

[0307] 合成实施例 15 (芳香族三胺化合物 15 的合成)

[0308] 在合成实施例 1 中,使用 N-苯基-2-萘胺代替 N,N-二苯基胺,用相同的方法合成下述化合物 15。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 983.42, $m/e = 983$ 。

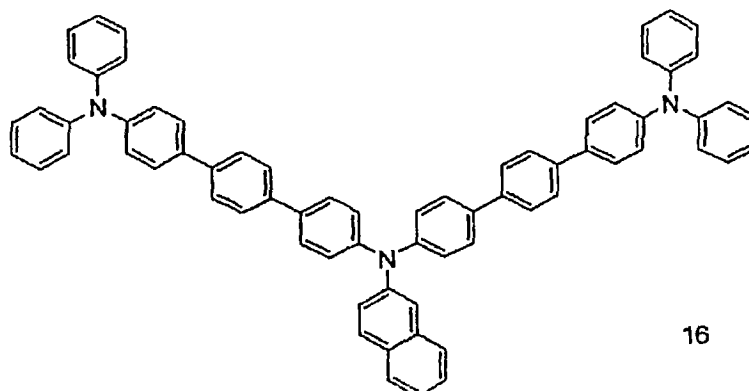
[0309]



[0310] 合成实施例 16 (芳香族三胺化合物 16 的合成)

[0311] 在合成实施例 6 中,使用 2-溴萘代替 1-溴萘,用相同的方法合成下述化合物 16。对该物质进行质谱分析,结果是目标物,相对于分子量 933.41, $m/e = 933$ 。

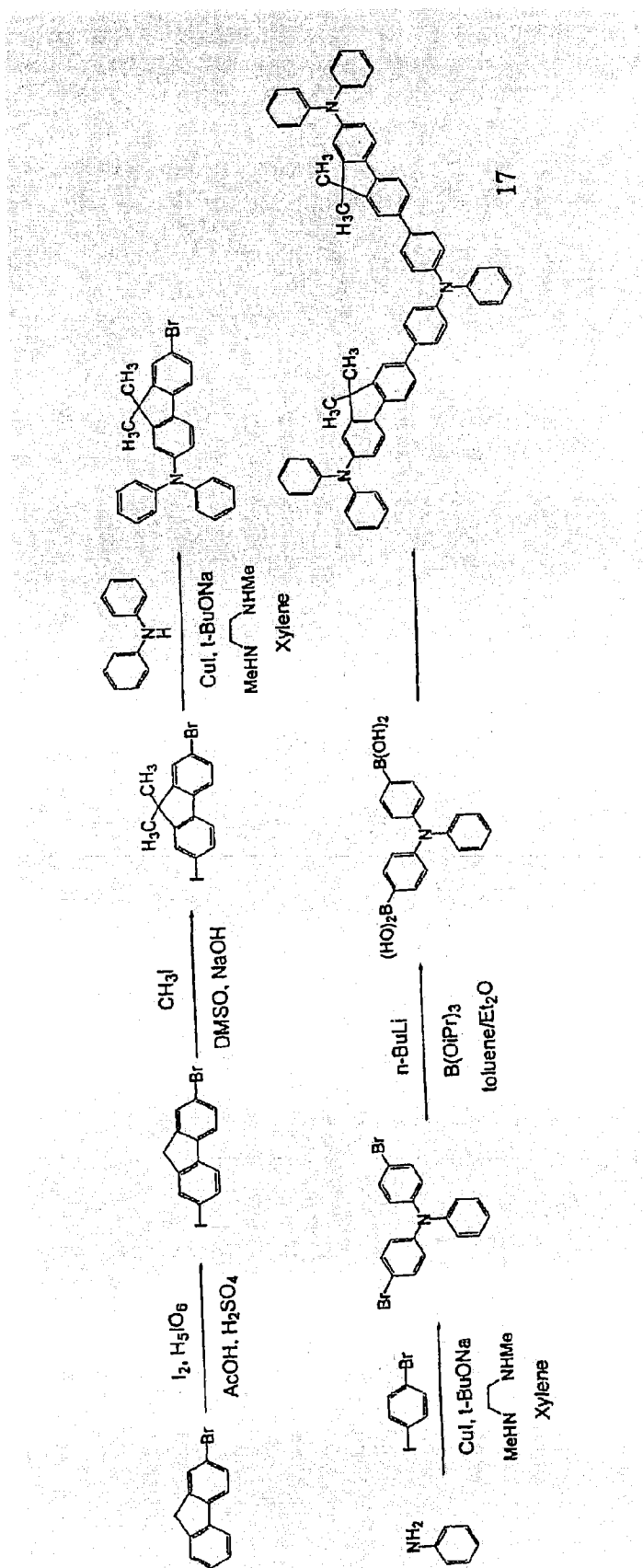
[0312]



[0313] 合成实施例 17 (芳香族三胺化合物 17 的合成)

[0314] 按照以下的反应工序,合成下述化合物 17。

[0315]



[0316] (1) 2-溴-7-碘芴的合成

[0317] 加入 2-溴芴 25.0g、碘 11.5g、原高碘酸 4.88g、醋酸 150ml、浓硫酸 3ml、水 10ml，

在 60℃ 下过热搅拌 30 分钟。再升温至 90℃, 过热搅拌 3 小时。将反应溶液放置冷却至室温, 注入水 500ml 中。滤出生成的沉淀, 用水、乙醇洗涤。将得到的固体用乙醇进行重结晶, 获得 2- 溴 -7- 碘芴的黄色晶体 26.5g。

[0318] (2) 2- 溴 -7- 碘 -9,9- 二甲基芴的合成

[0319] 在 Ar 气氛下, 加入 2- 溴 -7- 碘芴 26.5g、二甲基亚砜 (DMSO) 100ml、苄基三乙基氯化铵 0.500g 和 50 重量%的氢氧化钠水溶液 100g。

[0320] 将该反应容器放入水浴中, 边搅拌边加入碘甲烷 22.3g。

[0321] 反应 5 小时后加入 500ml 的水, 滤出生成的沉淀。将得到的固体用水、甲醇洗涤, 获得 2- 溴 -7- 碘 -9,9- 二甲基芴的黄色固体 20.0g。

[0322] (3) 2-(N,N- 二苯基氨基)-7- 碘 -9,9- 二甲基芴的合成

[0323] 在 Ar 气氛下, 加入 2- 溴 -7- 碘 -9,9- 二甲基芴 20.0g、二苯胺 8.46g、碘化铜 0.476g、N,N'- 二甲基乙二胺 0.441g、叔丁醇钠 7.21g、二甲苯 50ml, 加热回流 24 小时。冷却至室温后, 用甲苯萃取, 滤出不溶物。将滤液浓缩, 然后用硅胶柱色谱法进行精制, 获得 2-(N,N- 二苯基氨基)-7- 碘 -9,9- 二甲基芴的淡黄色固体 15.4g。

[0324] (4) 4,4'- 二溴三苯胺的合成

[0325] 在 Ar 气氛下, 加入溴碘苯 62.2g、苯胺 9.31g、碘化铜 1.90g、N,N'- 二甲基乙二胺 1.76g、叔丁醇钠 28.8g、二甲苯 200ml, 加热回流 24 小时。冷却至室温后, 用甲苯萃取, 滤出不溶物。将滤液浓缩, 然后用硅胶柱色谱法进行精制, 获得 4,4'- 二溴三苯胺的白色固体 20.1g。

[0326] (5) 三苯胺 -4,4'- 双硼酸的合成

[0327] 在氩气氛下, 将 4,4'- 二溴三苯胺 20.0g 的干燥乙醚 100ml、干燥甲苯 200ml 溶液冷却至 -78℃, 滴加 1.6M 正丁基锂的己烷溶液 66ml。将反应溶液边加热至 0℃ 边搅拌 1 小时。将反应溶液再次冷却至 -78℃, 滴加硼酸三异丙酯 47.0g 的干燥醚 100ml 溶液。将反应溶液在室温下搅拌 5 小时。加入 1N 盐酸 200ml, 搅拌 1 小时, 然后除去水层。将有机层用硫酸镁干燥, 减压馏出溶剂。将得到的固体用己烷、甲苯洗涤, 获得三苯胺 -4,4'- 双硼酸的白色粉末 8.32g。

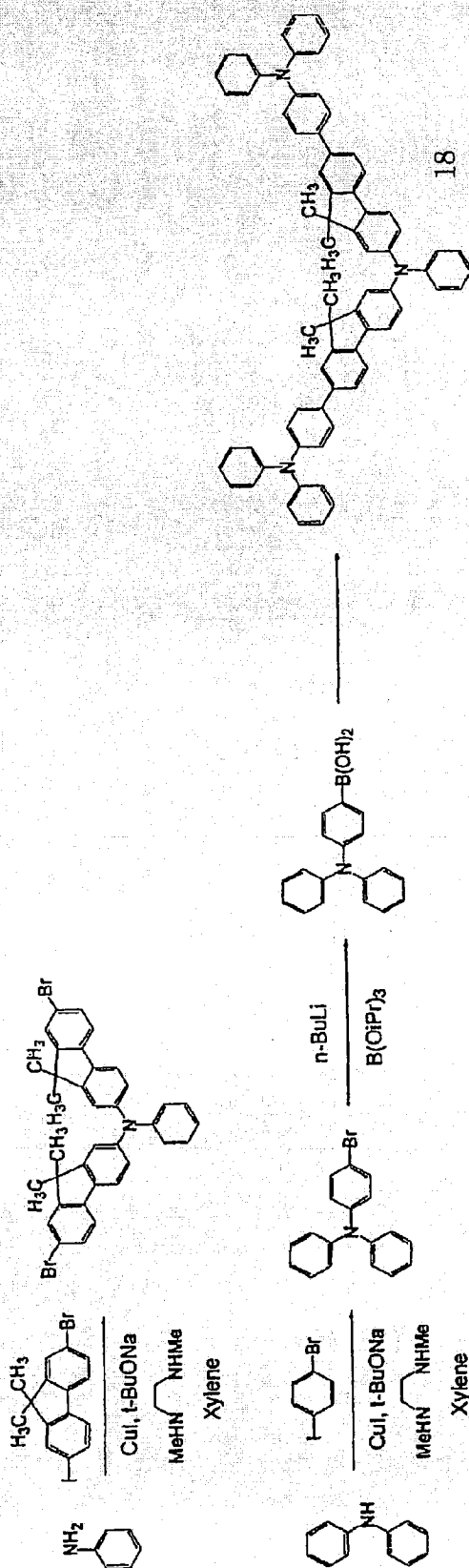
[0328] (6) 化合物 17 的合成

[0329] 在 Ar 气氛下, 加入 2-(N,N- 二苯基氨基)-7- 碘 -9,9- 二甲基芴 9.68g、三苯胺 -4,4'- 双硼酸 3.33g、四(三苯基膦合)钯 (0) 231mg、甲苯 60ml、2M 碳酸钠水溶液 30ml, 加热回流 8 小时。反应结束后, 进行过滤。将得到的固体用水、甲醇洗涤, 然后用甲苯进行重结晶, 获得 5.02g 淡黄色晶体。对该物质进行质谱分析, 结果是目标物, 相对于分子量 963.46, $m/e = 963$ 。

[0330] 合成实施例 18(芳香族三胺化合物 18 的合成)

[0331] 按照以下的反应工序, 合成下述化合物 18。

[0332]



[0333] (1) 4-溴三苯胺的合成

[0334] 在二苯胺 16.9g、4-溴碘苯 28.2g、叔丁醇钠 14.4g、铜粉 3.81g、二甲苯 100ml 溶

液中加入 N, N' - 二甲基乙二胺 1.76g, 在氩气氛围下加热回流 24 小时。冷却至室温后, 过滤, 滤出不溶物, 将滤液浓缩。将残渣用硅胶柱色谱法进行精制, 获得 4- 溴三苯胺的白色晶体 22.7g。

[0335] (2) 三苯胺 -4- 硼酸的合成

[0336] 在氩气氛围下, 将 4- 溴三苯胺 16.2g 的干燥乙醚 100ml、干燥甲苯 200ml 溶液冷却至 -78°C , 滴加 1.6M 正丁基锂的己烷溶液 32.8ml。将反应溶液边加热至 0°C 边搅拌 1 小时。将反应溶液再次冷却至 -78°C , 滴加硼酸三异丙酯 23.5g 的干燥醚 50ml 溶液。将反应溶液在室温下搅拌 5 小时。加入 1N 盐酸 100ml, 搅拌 1 小时, 然后除去水层。将有机层用硫酸镁干燥, 减压馏出溶剂。将得到的固体用己烷、甲苯洗涤, 获得三苯胺 -4- 硼酸 10.2g。

[0337] (3) N, N- 双 (7- 碘 -9,9- 二甲基芴 -2- 基) 苯胺的合成

[0338] 在 Ar 气氛围下, 加入溴碘苯 80.0g、苯胺 9.31 g、碘化铜 1.90g、N, N' - 二甲基乙二胺 1.76g、叔丁醇钠 28.8g、二甲苯 200ml, 加热回流 24 小时。冷却至室温后, 用甲苯萃取, 滤出不溶物。将滤液浓缩, 然后用硅胶柱色谱法进行精制, 获得 N, N- 双 (7- 碘 -9,9- 二甲基芴 -2- 基) 苯胺的淡黄色固体 20.1g。

[0339] (4) 化合物 15 的合成

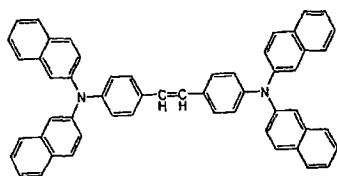
[0340] 在 Ar 气氛围下, 加入 N, N- 双 (7- 碘 -9,9- 二甲基芴 -2- 基) 苯胺 6.35g、三苯胺 -4- 硼酸 6.36g、四 (三苯基膦合) 钯 (0) 462mg、甲苯 80ml、2M 碳酸钠水溶液 40ml, 加热回流 8 小时。反应结束后, 进行过滤。将得到的固体用水、甲醇洗涤, 然后用甲苯进行重结晶, 获得 5.12g 淡黄色晶体。对该物质进行质谱分析, 结果是目标物, 相对于分子量 963.46, $m/e = 963$ 。

[0341] 实施例 1 (有机 EL 元件的制造)

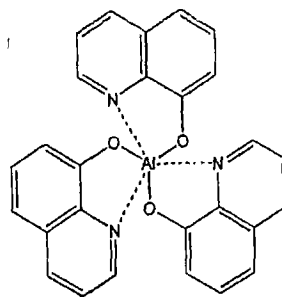
[0342] 将 $25\text{mm} \times 75\text{mm} \times 1.1\text{mm}$ 厚的带有 ITO 透明电极的玻璃基板 (ジオマテイツク社制) 在异丙醇中进行超声波洗涤 5 分钟, 然后进行 UV 臭氧洗涤 30 分钟。将洗涤后的带有透明电极线路的玻璃基板装着在真空蒸镀装置的基板架上, 首先在形成有透明电极线路 - 侧的表面上, 按照覆盖上述透明电极的方式使膜厚 80nm 的化合物 1 膜通过电阻加热蒸镀成膜。该化合物 1 膜具有空穴注入输送层的作用。接着, 在该化合物 1 膜上使膜厚 40nm 的 9-(2- 萘基)-10-[4-(1- 萘基) 苯基] 蒽 (以下简称为“AN-1”) 通过电阻加热蒸镀成膜。接着, 将作为发光分子的下述具有苯乙烯基的胺化合物 D-1 按照相对于 AN-1 的重量比为 2 : 40 的方式同时进行蒸镀。该膜具有发光层的作用。在该膜上使膜厚 10nm 的 Alq 膜成膜。该 Alq 膜具有电子注入层的作用。然后, 使作为还原性掺杂剂的 Li (Li 源: サエスゲツター社制) 和 Alq 进行二元蒸镀, 形成作为电子注入层 (阴极) 的 Alq:Li 膜 (膜厚 10nm)。在该 Alq:Li 膜上使金属 Al 蒸镀形成金属阴极, 从而制作有机 EL 元件。

[0343] 对得到的元件测量在电压 5(V) 下通电时的电流密度、在亮度 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 下的发光效率, 其结果和发光色如表 1 所示。另外, 将该元件在初始亮度 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 下恒电流驱动时的半衰期 (小时) 如表 1 所示。此外, 用于空穴注入输送层的化合物 1 的玻璃转化温度 (T_g) 如表 1 所示。

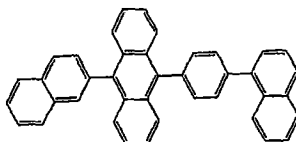
[0344]



D-1



Alq



AN-1

[0345] 实施例 2-12

[0346] 除了在实施例 1 中,使用表 1 记载的化合物代替化合物 1 作为形成空穴注入输送层的材料以外,相同地制作有机 EL 元件。

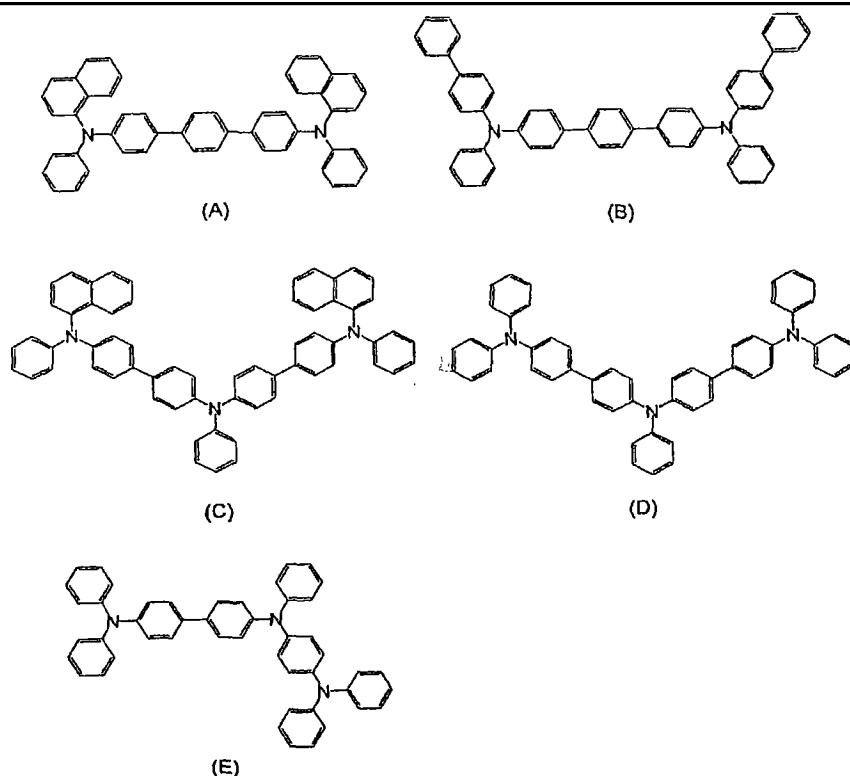
[0347] 对得到的元件测量在电压 5(V) 下通电时的电流密度、在亮度 100cd/m^2 下的发光效率,其结果和发光色如表 1 所示。另外,将该元件在初始亮度 1000cd/m^2 下恒电流驱动时的半衰期(小时)如表 1 所示。另外,用于空穴注入输送层的各化合物的 T_g 如表 1 所示。

[0348] 比较例 1-5

[0349] 除了在实施例 1 中,使用表 1 记载的下述化合物 (A)-(E) 代替化合物 1 作为形成空穴注入输送层的材料以外,相同地制作有机 EL 元件。

[0350] 对得到的元件测量在电压 5(V) 下通电时的电流密度、在亮度 100cd/m^2 下的发光效率,其结果和发光色如表 1 所示。另外,将该元件在初始亮度 1000cd/m^2 下恒电流驱动时的半衰期(小时)如表 1 所示。另外,用于空穴注入输送层的各化合物的 T_g 如表 1 所示。

[0351]



4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯膜(以下简称为“NPD膜”)作为空穴输送材料通过电阻加热蒸镀成膜。该NPD膜具有空穴输送层的作用。另外,在该NPD膜上使膜厚40nm的AN-1膜通过电阻加热蒸镀成膜。接着,将作为发光分子的胺化合物D-1按照相对于AN-1重量比为2:40的方式同时进行蒸镀。该膜具有发光层的作用。在该膜上使膜厚10nm的Alq膜成膜。该Alq膜具有电子注入层的作用。然后,使作为还原性掺杂剂的Li(Li源:サエスゲッター社制)和Alq进行二元蒸镀,形成作为电子注入层(阴极)的Alq:Li膜(膜厚10nm)。在该Alq:Li膜上使金属Al蒸镀形成金属阴极,从而制作有机EL元件。

[0357] 对得到的元件测量在电压5(V)下通电时的电流密度、在亮度100cd/m²下的发光效率,其结果和发光色如表2所示。另外,将该元件在初始亮度1000cd/m²下恒电流驱动时的半衰期(小时)如表2所示。另外,用于空穴注入层的化合物1的Tg如表2所示。

[0358] 实施例14-27

[0359] 除了在实施例13中,使用表2记载的化合物代替化合物1作为形成空穴注入层的材料以外,相同地制作有机EL元件。

[0360] 对得到的元件测量在电压5(V)下通电时的电流密度、在亮度100cd/m²下的发光效率,其结果和发光色如表2所示。另外,将该元件在初始亮度1000cd/m²下恒电流驱动时的半衰期(小时)如表2所示。另外,用于空穴注入层的各化合物的Tg如表2所示。

[0361] 比较例6-10

[0362] 除了在实施例13中,使用表2记载的上述化合物(A)-(E)代替化合物1作为形成空穴注入层的材料以外,相同地制作有机EL元件。

[0363] 对得到的元件测量在电压5(V)下通电时的电流密度、在亮度100cd/m²下的发光效率,其结果和发光色如表2所示。另外,将该元件在初始亮度1000cd/m²下恒电流驱动时的半衰期(小时)如表2所示。另外,用于空穴注入层的各化合物的Tg如表2所示。

[0364] 表2

[0365]

	空穴注入层 的材料	电 流 密 度 (mA/ cm ²) @5V	发 光 效 率 (cd/A) @100 cd/m ²	发光色	半衰期 (小 时)@1000cd/m ²	Tg(°C)
实施例13	化合物1	2.60	6.5	蓝色	10000	125
实施例14	化合物2	2.60	6.4	蓝色	10000	135
实施例15	化合物3	2.61	6.0	蓝色	10000	140
实施例16	化合物4	2.48	6.9	蓝色	7000	135
实施例17	化合物5	2.61	6.5	蓝色	10000	156
实施例18	化合物6	2.60	6.5	蓝色	10000	121
实施例19	化合物7	2.59	6.5	蓝色	10000	120
实施例20	化合物8	2.51	6.9	蓝色	7000	115
实施例21	化合物9	2.50	6.9	蓝色	7000	125
实施例22	化合物10	2.36	6.4	蓝色	5500	110
实施例23	化合物11	2.42	6.5	蓝色	5200	125
实施例24	化合物15	2.60	6.5	蓝色	10000	140
实施例25	化合物16	2.60	6.5	蓝色	10000	140
实施例26	化合物17	2.56	6.8	蓝色	9000	135
实施例27	化合物18	2.58	6.8	蓝色	9000	135
比较例6	化合物(A)	2.12	4.5	蓝色	2300	110
比较例7	化合物(B)	2.22	4.6	蓝色	2500	100
比较例8	化合物(C)	2.01	4.5	蓝色	1800	126
比较例9	化合物(D)	2.03	4.6	蓝色	1600	115
比较例10	化合物(E)	2.24	5.2	蓝色	2000	95

[0366] 如表 2 所示,将本发明的化合物用于空穴注入层的有机 EL 元件寿命长,而且,由于空穴注入性高,发光效率高。

[0367] 工业上的可利用性

[0368] 如上所述,应用本发明的芳香族三胺化合物的有机 EL 元件,其空穴注入性优异且发光效率高,寿命长。因此,本发明的有机 EL 元件实用性高,适于用作壁挂式电视机的平面发光元件或显示器的背光灯等光源。