

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780010587.2

[51] Int. Cl.

C07D 233/58 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

C07D 401/14 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

[43] 公开日 2009年4月15日

[11] 公开号 CN 101410380A

[22] 申请日 2007.3.23

[21] 申请号 200780010587.2

[30] 优先权

[32] 2006.3.27 [33] JP [31] 086026/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/056061 2007.3.23

[87] 国际公布 WO2007/111263 日 2007.10.4

[85] 进入国家阶段日期 2008.9.24

[71] 申请人 出光兴产株式会社

地址 日本国东京都

[72] 发明人 山本弘志 荒金崇士

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 李贵亮

权利要求书4页 说明书37页

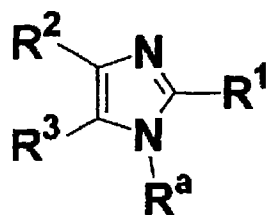
[54] 发明名称

含氮杂环衍生物及使用其的有机电致发光元件

[57] 摘要

通过一种具有特定结构的新型含氮杂环衍生物，以及一种有机电致发光元件，其在阴极和阳极之间夹持有至少含有发光层的由一层或多层构成的有机薄膜层，该有机薄膜层的至少1层作为单独的成分或混合物的成分含有所述含氮杂环衍生物。由此，可以实现虽然低电压但发光亮度和发光效率高的有机EL元件。

1. 由下述通式 (1) 表示的含氮杂环衍生物,



(1)

在所述通式 (1) 中, R¹~R³ 分别独立地为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、由取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基取代的氨基、卤素原子、氰基、硝基、羟基或羧基,

R^a 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、或者取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基,

R¹~R³ 和 R^a 中的至少 1 个是由下述通式 (2) 表示的取代基,



(2)

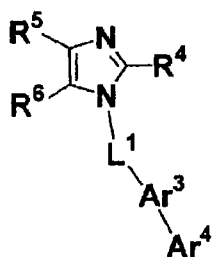
在通式 (2) 中, L 为单键、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的亚芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂亚芳基、或者取代或未取代的亚芳基,

Ar¹ 为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

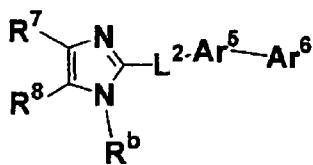
的环原子数为 5~60 的杂亚芳基、或者取代或未取代的亚苄基，

Ar^2 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、由取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基取代的氨基、卤素原子、氰基、硝基、羟基或羧基。

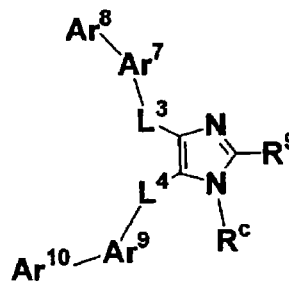
2. 根据权利要求 1 所述的含氮杂环衍生物，其中，由通式 (1) 表示的化合物为由下述通式 (1-a)、(1-b) 或 (1-c) 表示的化合物，



(1-a)



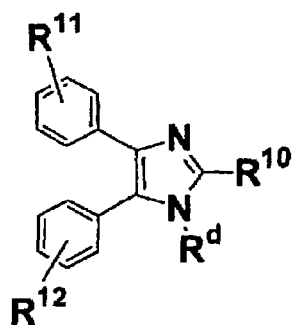
(1-b)



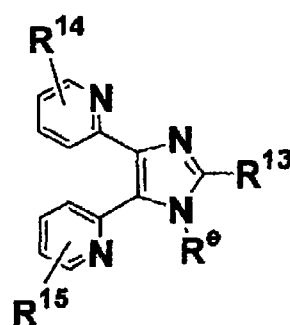
(1-c)

式中， $R^4 \sim R^9$ 分别独立地与所述通式 (1) 中的 $R^1 \sim R^3$ 相同， Ar^3 、 Ar^5 、 Ar^7 和 Ar^9 分别独立地与所述通式 (2) 中的 Ar^1 相同， Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 分别独立地与所述通式 (2) 中的 Ar^2 相同， R^b 和 R^c 分别独立地与所述通式 (1) 中的 R^a 相同， L^1 、 L^2 、 L^3 和 L^4 分别独立地与所述通式 (2) 中的 L 相同。

3. 根据权利要求 1 所述的含氮杂环衍生物，其中，由通式 (1) 表示的化合物为由下述通式 (1-d) 或 (1-e) 表示的化合物，



(1 - d)



(1 - e)

R^d 和 R^e 分别独立地与所述通式 (1) 中的 R^a 相同,

在通式 (1-d) 中, R^{10} 和 R^d 中的至少 1 个为由所述通式 (2) 表示的取代基, 在通式 (1-e) 中, R^{13} 和 R^e 中的至少 1 个为由所述通式 (2) 表示的取代基。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的含氮杂环衍生物, 其为有机电致发光元件用材料。

5. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的含氮杂环衍生物, 其为有机电致发光元件用电子注入材料或电子传输材料。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的含氮杂环衍生物, 其为有机电致发光元件用发光材料。

7. 一种有机电致发光元件, 其在阴极和阳极之间夹持有至少含有发光层的由一层或多层构成的有机薄膜层, 其特征在于, 该有机薄膜层的至少 1 层作为单独的成分或混合物的成分含有权利要求 1~3 中任一项所述的含氮杂环衍生物。

8. 根据权利要求 7 所述的有机电致发光元件, 其中, 所述有机薄膜层具有电子注入层或电子传输层, 且该电子注入层或该电子传输层作为单独的成分或混合物的成分含有权利要求 1~3 中任一项所述的含氮杂环衍生物。

9. 根据权利要求 7 所述的有机电致发光元件, 其中, 所述发光层作为单独的成分或混合物的成分含有权利要求 1~3 中任一项所述的含氮杂环衍生物。

10. 根据权利要求 8 所述的有机电致发光元件，其中，含有含氮杂环衍生物的该电子注入层或该电子传输层含有还原性掺杂物。

11. 根据权利要求 10 所述的有机电致发光元件，其中，所述还原性掺杂物是选自碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属的氧化物、碱金属的卤化物、碱土金属的氧化物、碱土金属的卤化物、稀土金属的氧化物、稀土金属的卤化物、碱金属的有机络合物、碱土金属的有机络合物以及稀土金属的有机络合物中的 1 种或 2 种以上的物质。

含氮杂环衍生物及使用其的有机电致发光元件

技术领域

本发明涉及具有特定取代基的新型含氮杂环衍生物及使用其的有机电致发光(EL)元件用材料、以及有机EL元件,特别是通过在有机薄膜层的至少一层中使用有用的含氮杂环衍生物作为有机EL元件的构成成分,涉及发光效率高且长寿命的有机EL元件。

背景技术

使用有机物质的有机电致发光(EL)元件,期待其作为固体发光型的价格便宜的大面积全彩色显示元件的用途,进行了许多开发。通常EL元件由发光层和夹持该层的一对对向电极构成。发光如果在两电极间施加电场,则从阴极侧注入电子,从阳极侧注入空穴。另外,该电子在发光层中与空穴复合,产生激发态,激发态是在返回到基底状态时将能量作为光放出现象。

以往的有机EL元件与无机发光二极管相比,驱动电压高且发光亮度和发光效率也低。另外,特性劣化也显著,不能达到实用化。虽然最近的有机EL元件正缓慢改良,但还要求在低电压下的高发光亮度和高发光效率。

作为解决这些的发明,例如在专利文献1中公开有使用具有苯并咪唑结构的化合物作为发光材料的元件,记载了该元件在电压9V下以 $200\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度进行发光。另外,在专利文献2中记载了具有苯并咪唑环和蒽骨架的化合物。在专利文献3中记载了具有咪唑环的化合物,可用于发光层、空穴阻隔层。但是,正在寻求比使用这些化合物的有机EL元件可具有更高的发光亮度和发光效率以及低驱动电压的有机EL元件。

专利文献1:美国专利第5645948号说明书

专利文献2:日本特开2002-38141号公报

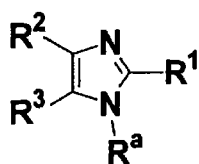
专利文献3:日本特开2004-146368号公报

发明内容

本发明是为了解决上述课题而进行的，其目的在于提供作为有机 EL 元件的构成成分有用的新型含氮杂环衍生物，通过在有机薄膜层的至少一层中使用该含氮杂环衍生物，可以实现虽然低电压但发光亮度和发光效率高的有机 EL 元件。

本发明人为了实现上述目的，重复深入的研究，结果发现，通过在有机 EL 元件的有机薄膜层的至少一层中使用具有特定结构的新型含氮杂环衍生物，可以实现有机 EL 元件的低电压化和高亮度化以及高效率化，从而完成了本发明。

即，本发明提供由下述通式 (1) 表示的含氮杂环衍生物，



(1)

在上述通式 (1) 中，R¹~R³ 分别独立地为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、由取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基取代的氨基、卤素原子、氰基、硝基、羟基或羧基，

R^a 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、或者取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基，

R¹~R³ 和 R^a 中的至少 1 个是由下述通式 (2) 表示的取代基，



(2)

L 为单键、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的亚芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂亚芳基、或者取代或未取代的亚苄基，

Ar¹ 为取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的亚芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂亚芳基、或者取代或未取代的亚苄基，

Ar² 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、由取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基取代的氨基、卤素原子、氰基、硝基、羟基或羧基。

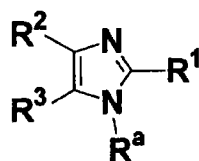
本发明的上述含氮杂环衍生物适于作为有机 EL 元件用材料。

本发明的有机 EL 元件在阴极和阳极之间夹持有至少含有发光层的由一层或多层构成的有机薄膜层，该有机薄膜层的至少 1 层作为单独的成分或混合物的成分含有本发明的上述含氮杂环衍生物。

本发明的含氮杂环衍生物及使用其的有机 EL 元件，是虽然在低电压下但发光效率高、电子传输性优异、高发光效率的有机 EL 元件。

具体实施方式

即，本发明提供由下述通式 (1) 表示的含氮杂环衍生物，

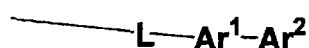


(1)

在上述通式(1)中, $R^1 \sim R^3$ 分别独立地为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、由取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基取代的氨基、卤素原子、氰基、硝基、羟基或羧基,

R^a 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、或者取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基,

$R^1 \sim R^3$ 和 R^a 中的至少 1 个是由下述通式(2)表示的取代基,



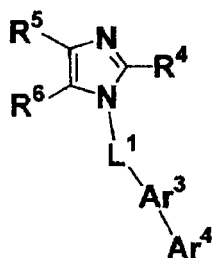
(2)

在通式(2)中, L 为单键、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的亚芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂亚芳基、或者取代或未取代的亚芳基,

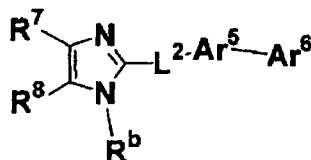
Ar^1 为取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的亚芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂亚芳基、或者取代或未取代的亚芳基,

Ar^2 为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基、取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、由取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基取代的氨基、卤素原子、氰基、硝基、羟基或羧基。

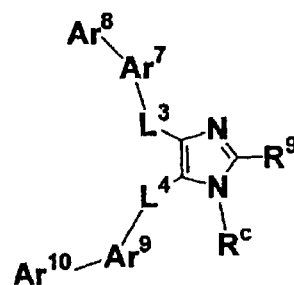
由上述通式 (1) 表示的含氮杂环衍生物, 优选为由下述通式 (1-a)、(1-b) 或 (1-c) 表示的化合物,



(1-a)



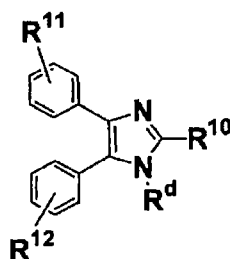
(1-b)



(1-c)

式中, $R^4 \sim R^9$ 分别独立, 与上述通式 (1) 中的 $R^1 \sim R^3$ 相同, Ar^3 、 Ar^5 、 Ar^7 和 Ar^9 分别独立, 与上述通式 (2) 中的 Ar^1 相同, Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 分别独立, 与上述通式 (2) 中的 Ar^2 相同, R^b 和 R^c 分别独立, 与上述通式 (1) 中的 R^a 相同, L^1 、 L^2 、 L^3 和 L^4 分别独立, 与上述通式 (2) 中的 L 相同。

由上述通式 (1) 表示的含氮杂环衍生物, 优选为由下述通式 (1-d) 或 (1-e) 表示的化合物,



(1-d)

(1-e)

式中, $R^{10} \sim R^{15}$ 分别独立, 与上述通式 (1) 中的 $R^1 \sim R^3$ 相同, R^d 和 R^e 分别独立, 与上述通式 (1) 中的 R^a 相同,

R^{10} 、 R^{13} 、 R^d 和 R^e 中的至少 1 个为由上述通式 (2) 表示的取代基。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 $R^a \sim R^e$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基和环原子数为 5~60 的杂芳基, 可以列举: 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-芘基、2-芘基、4-芘基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、对三联苯-4-基、对三联

苯-3-基、对三联苯-2-基、间三联苯-4-基、间三联苯-3-基、间三联苯-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、荧蒽基、芴基、1-吡咯基、2-吡咯基、3-吡咯基、吡嗪基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、5-吡啶基、6-吡啶基、7-吡啶基、1-异吡啶基、2-异吡啶基、3-异吡啶基、4-异吡啶基、5-异吡啶基、6-异吡啶基、7-异吡啶基、2-咪唑基、3-咪唑基、2-苯并咪唑基、3-苯并咪唑基、4-苯并咪唑基、5-苯并咪唑基、6-苯并咪唑基、7-苯并咪唑基、1-异苯并咪唑基、3-异苯并咪唑基、4-异苯并咪唑基、5-异苯并咪唑基、6-异苯并咪唑基、7-异苯并咪唑基、喹啉基、3-喹啉基、4-喹啉基、5-喹啉基、6-喹啉基、7-喹啉基、8-喹啉基、1-异喹啉基、3-异喹啉基、4-异喹啉基、5-异喹啉基、6-异喹啉基、7-异喹啉基、8-异喹啉基、2-喹喔啉基、5-喹喔啉基、6-喹喔啉基、1-咔唑基、2-咔唑基、3-咔唑基、4-咔唑基、9-咔唑基、1-菲啶基、2-菲啶基、3-菲啶基、4-菲啶基、6-菲啶基、7-菲啶基、8-菲啶基、9-菲啶基、10-菲啶基、1-吡啶基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、9-吡啶基、1,7-菲绕啉-2-基、1,7-菲绕啉-3-基、1,7-菲绕啉-4-基、1,7-菲绕啉-5-基、1,7-菲绕啉-6-基、1,7-菲绕啉-8-基、1,7-菲绕啉-9-基、1,7-菲绕啉-10-基、1,8-菲绕啉-2-基、1,8-菲绕啉-3-基、1,8-菲绕啉-4-基、1,8-菲绕啉-5-基、1,8-菲绕啉-6-基、1,8-菲绕啉-7-基、1,8-菲绕啉-9-基、1,8-菲绕啉-10-基、1,9-菲绕啉-2-基、1,9-菲绕啉-3-基、1,9-菲绕啉-4-基、1,9-菲绕啉-5-基、1,9-菲绕啉-6-基、1,9-菲绕啉-7-基、1,9-菲绕啉-8-基、1,9-菲绕啉-10-基、1,10-菲绕啉-2-基、1,10-菲绕啉-3-基、1,10-菲绕啉-4-基、1,10-菲绕啉-5-基、2,9-菲绕啉-1-基、2,9-菲绕啉-3-基、2,9-菲绕啉-4-基、2,9-菲绕啉-5-基、2,9-菲绕啉-6-基、2,9-菲绕啉-7-基、2,9-菲绕啉-8-基、2,9-菲绕啉-10-基、2,8-菲绕啉-1-基、2,8-菲绕啉-3-基、2,8-菲绕啉-4-基、2,8

一菲绕啉-5-基、2, 8-菲绕啉-6-基、2, 8-菲绕啉-7-基、2, 8-菲绕啉-9-基、2, 8-菲绕啉-10-基、2, 7-菲绕啉-1-基、2, 7-菲绕啉-3-基、2, 7-菲绕啉-4-基、2, 7-菲绕啉-5-基、2, 7-菲绕啉-6-基、2, 7-菲绕啉-8-基、2, 7-菲绕啉-9-基、2, 7-菲绕啉-10-基、1-吩嗪基、2-吩嗪基、1-吩噻嗪基、2-吩噻嗪基、3-吩噻嗪基、4-吩噻嗪基、10-吩噻嗪基、1-吩噁嗪基、2-吩噁嗪基、3-吩噁嗪基、4-吩噁嗪基、10-吩噁嗪基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、2-噁二唑基、5-噁二唑基、3-呋咱基、2-噻吩基、3-噻吩基、2-甲基吡咯-1-基、2-甲基吡咯-3-基、2-甲基吡咯-4-基、2-甲基吡咯-5-基、3-甲基吡咯-1-基、3-甲基吡咯-2-基、3-甲基吡咯-4-基、3-甲基吡咯-5-基、2-叔丁基吡咯-4-基、3-(2-苯基丙基)吡咯-1-基、2-甲基-1-吡啶基、4-甲基-1-吡啶基、2-甲基-3-吡啶基、4-甲基-3-吡啶基、2-叔丁基-1-吡啶基、4-叔丁基-1-吡啶基、2-叔丁基-3-吡啶基、4-叔丁基-3-吡啶基等。

它们之中, 优选为苯基、萘基、联苯基、蒽基、菲基、芘基、屈(クリセニル)基、荧蒽基、芴基。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 $R^a \sim R^c$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的碳原子数为 1~50 的烷基, 可以列举出: 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、正庚基、正辛基、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。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 $R^a \sim R^e$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的取代或未取代的碳原子数为 3~50 的环烷基的具体例子, 可以列举例如: 环丙基、环丁基、环戊基、环己基、4—甲基环己基、1—金刚烷基、2—金刚烷基、1—降冰片基、2—降冰片基等。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 $R^a \sim R^e$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基的例子, 可以列举: 苄基、1—苯基乙基、2—苯基乙基、1—苯基异丙基、2—苯基异丙基、苯基叔丁基、 α —萘基甲基、1— α —萘基乙基、2— α —萘基乙基、1— α —萘基异丙基、2— α —萘基异丙基、 β —萘基甲基、1— β —萘基乙基、2— β —萘基乙基、1— β —萘基异丙基、2— β —萘基异丙基、1—吡咯基甲基、2—(1—吡咯基)乙基、对甲基苄基、间甲基苄基、邻甲基苄基、对氯苄基、间氯苄基、邻氯苄基、对溴苄基、间溴苄基、邻溴苄基、对碘苄基、间碘苄基、邻碘苄基、对羟基苄基、间羟基苄基、邻羟基苄基、对氨基苄基、间氨基苄基、邻氨基苄基、对硝基苄基、间硝基苄基、邻硝基苄基、对氰基苄基、间氰基苄基、邻氰基苄基、1—羟基—2—苯基异丙基、1—氯—2—苯基异丙基等。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基, 是由 -OY 表示的基团, 作为 Y 的例子, 可以列举与在上述烷基中说明的基团同样的例子。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基表示为 -OY', 作为 Y' 的例子, 可以列举与在上述芳基中说明的基团同样的例子。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳硫基表示为 -SY', 作为 Y' 的例子, 可以列举与在上述芳基中说明的基团同样的例子。

作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的取代或未取代的碳原

子数为 1~50 的烷氧羰基, 是由-COOY 表示的基团, 作为 Y 的例子, 可以列举与在上述烷基中说明的基团同样的例子。

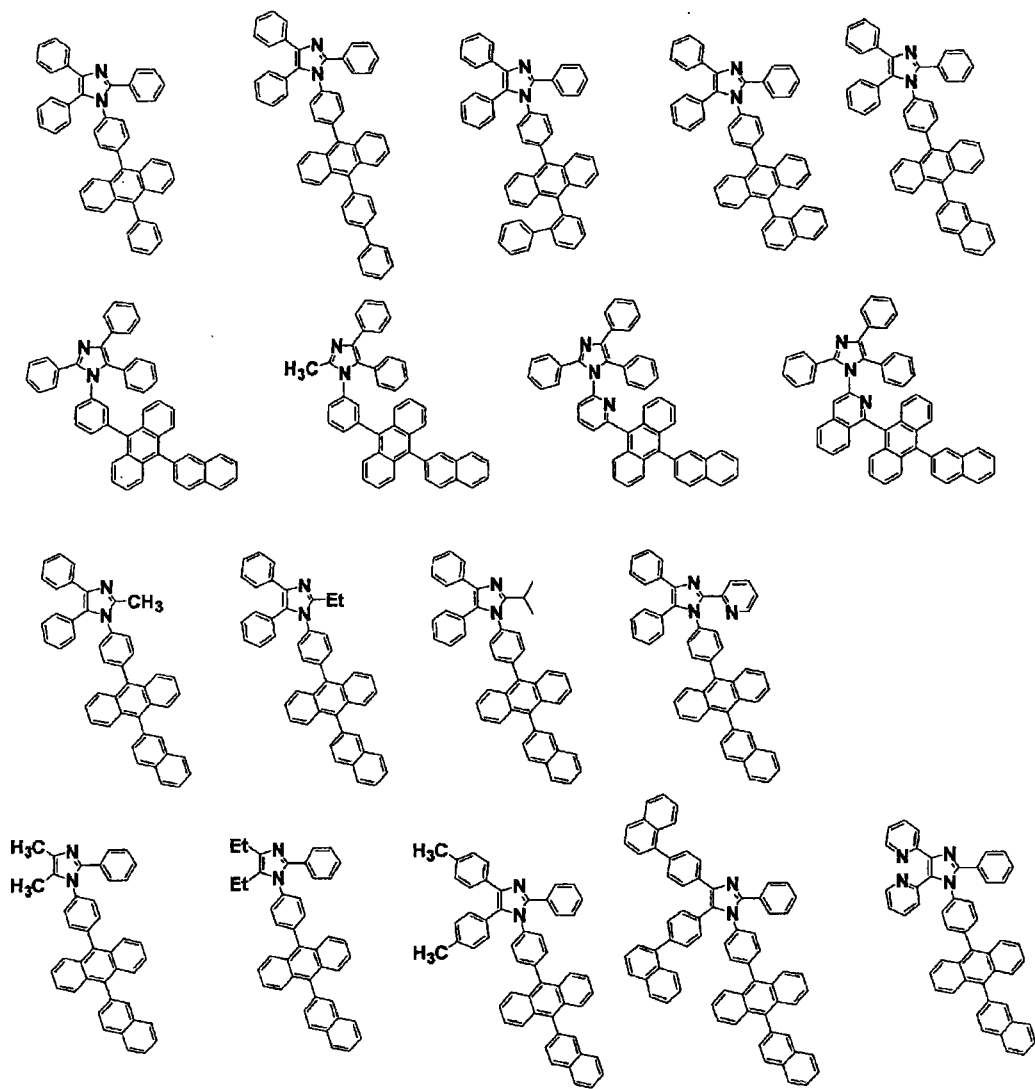
作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的由取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的芳基取代的氨基中的芳基的例子, 可以列举与在上述芳基中说明的基团同样的例子。

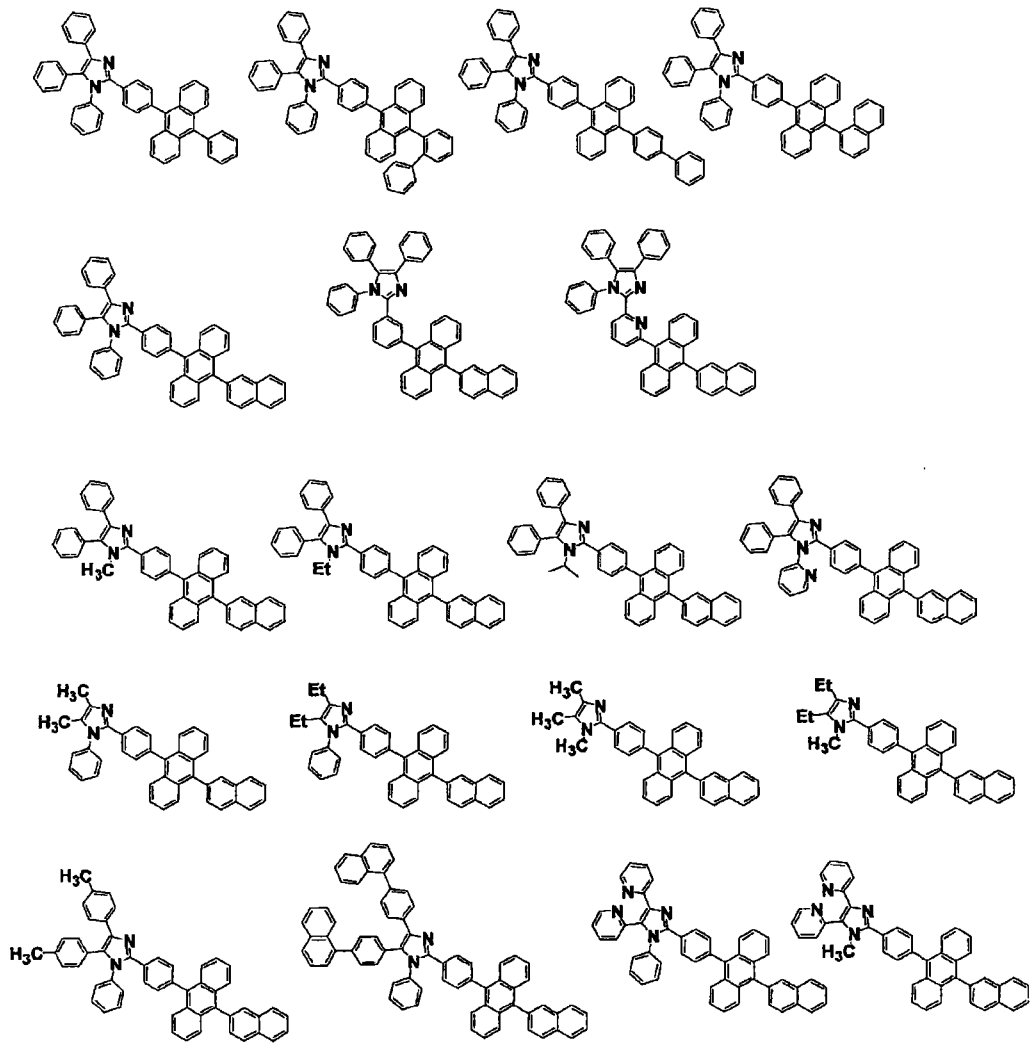
作为上述 $R^1 \sim R^{15}$ 、 Ar^2 、 Ar^4 、 Ar^6 、 Ar^8 和 Ar^{10} 的卤原子, 可以列举氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等。

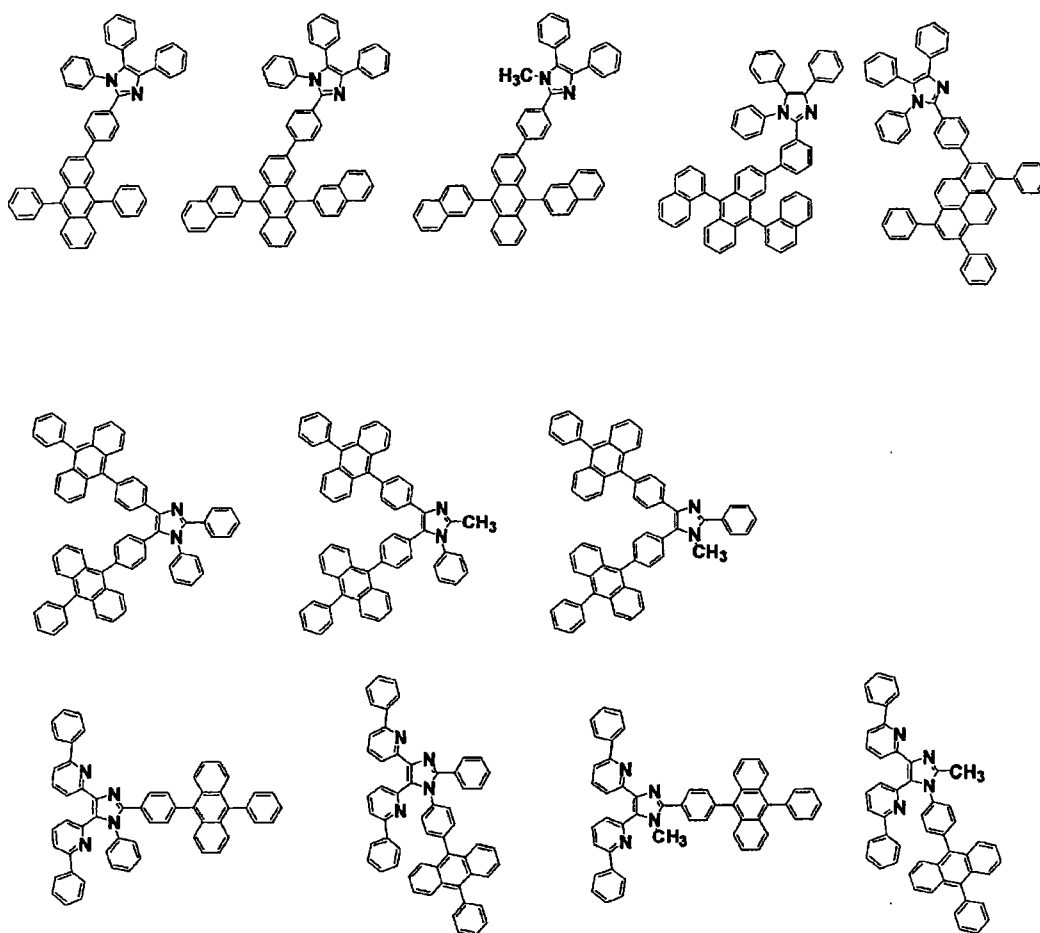
作为上述 L、 $L^1 \sim L^4$ 、 Ar^1 、 Ar^3 、 Ar^5 、 Ar^7 和 Ar^9 的取代或未取代的环碳原子数为 6~60 的亚芳基的具体例子, 为通过从上述芳基中说明的取代基中再除去 1 个氢原子而得到的二价的取代基, 优选为亚苯基、亚萘基、亚联苯基、亚蒽基、亚菲基、亚芘基、亚屈(クリセニル)基、亚荧蒽基、亚芴基。

作为上述 L、 $L^1 \sim L^4$ 、 Ar^1 、 Ar^3 、 Ar^5 、 Ar^7 和 Ar^9 的取代或未取代的环原子数为 5~60 的杂芳基的具体例子, 为通过从上述杂芳基中说明的取代基中再除去 1 个氢原子而得到的二价的取代基, 例如为从吡啶基、吡嗪基、喹啉基、异喹啉基、菲绕啉基、呋喃基、苯并呋喃基、二苯并呋喃基、噻吩基、二苯并噻吩基、苯并噻吩基、吡咯基、吲哚基、咪唑基、咪唑基、苯并咪唑基等中除去氢原子的二价基团, 优选为从吡啶基、喹啉基、咪唑基、吲哚基中除去氢原子的二价基团。

以下示出本发明的由通式(1)表示的含氮杂环衍生物的具体例子, 但并不限于这些例示化合物。







本发明的含氮杂环衍生物为有机 EL 元件用材料。

本发明的含氮杂环衍生物，优选为有机 EL 元件用电子注入材料或电子传输材料。

本发明的含氮杂环衍生物，优选为有机 EL 元件用发光材料。

以下对本发明的有机 EL 元件进行说明。

本发明的有机 EL 元件，其在阴极和阳极之间夹持有至少含有发光层的由一层或多层构成的有机薄膜层，该有机薄膜层的至少 1 层作为单独的成分或混合物的成分含有上述含氮杂环衍生物。

本发明的有机 EL 元件优选，上述有机薄膜层具有电子注入层或电子传输层，且该电子注入层或该电子传输层作为单独的成分或混合物的成分含有本发明的上述含氮杂环衍生物。

本发明的有机 EL 元件，其在阴极和阳极之间夹持有至少含有发光层

的由一层或二层以上构成的有机薄膜层，优选在发光层中作为单独的成分或混合物的成分含有本发明的上述含氮杂环衍生物。

本发明的有机 EL 元件，优选含有本发明的上述含氮杂环衍生物的电子注入层或电子传输层含有还原性掺杂物。

本发明的有机 EL 元件的还原性掺杂物，优选为选自碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属的氧化物、碱金属的卤化物、碱土金属的氧化物、碱土金属的卤化物、稀土金属的氧化物、稀土金属的卤化物、碱金属的有机络合物、碱土金属的有机络合物以及稀土金属的有机络合物中的 1 种或 2 种以上的物质。

以下，对本发明的有机 EL 元件的元件结构进行说明。

(1) 有机 EL 元件的结构

作为本发明的有机 EL 元件的代表元件结构，可以列举：

- (1) 阳极/发光层/阴极
- (2) 阳极/空穴注入层/发光层/阴极
- (3) 阳极/发光层/电子注入层/阴极
- (4) 阳极/发光层/电子传输层/电子注入层/阴极
- (5) 阳极/空穴注入层/发光层/电子注入层/阴极
- (6) 阳极/空穴注入层/发光层/电子传输层/电子注入层/阴极
- (7) 阳极/有机半导体层/发光层/阴极
- (8) 阳极/有机半导体层/电子障壁层/发光层/阴极
- (9) 阳极/有机半导体层/发光层/附着改善层/阴极
- (10) 阳极/空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子注入层/阴极
- (11) 阳极/空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子传输层/电子注入层/阴极
- (12) 阳极/绝缘层/发光层/绝缘层/阴极
- (13) 阳极/无机半导体层/绝缘层/发光层/绝缘层/阴极
- (14) 阳极/有机半导体层/绝缘层/发光层/绝缘层/阴极
- (15) 阳极/绝缘层/空穴注入层/空穴传输层/发光层/绝缘层/阴极
- (16) 阳极/绝缘层/空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子注入层/阴

极

(17) 阳极/绝缘层/空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子传输层/电子注入层/阴极等的结构。

它们之中优选使用通常(10)或(11)的结构,但并不限于这些。

本发明的含氮杂环衍生物可以用于有机EL元件的任意有机薄膜层,优选可以用于发光带域或电子传输带域,特别优选用于电子注入层、电子传输层和发光层。

(2) 透光性基板

本发明的有机EL元件在透光性的基板上制成。在此所谓的透光性基板是支撑有机EL元件的基板,400~700nm可见光区域的光的透光率为50%以上,优选为平滑的基板。

具体可以列举:玻璃板、聚合物板等。作为玻璃板,特别可以列举:钠钙玻璃、含钡·锶玻璃、铅玻璃、铝硅酸玻璃、硼硅酸玻璃、钡硼硅酸玻璃、石英等。另外,作为聚合物板,可以列举:聚碳酸酯、丙烯酸、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚醚硫化物、聚砜等。

(3) 阳极

本发明的有机EL元件的阳极具有将空穴注入到空穴传输层或发光层中的作用,具有4.5eV以上的功函数是有效的。作为本发明中使用的阳极材料的具体例子,可以应用氧化铟锡合金(ITO)、氧化锡(NESA)、氧化铟锌(IZO)、金、银、铂、铜等。

阳极可以通过用蒸镀法或溅射法等方法使这些电极物质形成薄膜来制成。

这样从阳极射出来自发光层的发光时,阳极对于发光的透光率优选为大于10%。另外,阳极的方块电阻优选为数百 Ω/\square 以下。阳极的膜厚也根据材料,但通常在10nm~1 μm 、优选在10~200nm的范围内进行选择。

(4) 发光层

有机EL元件的发光层是兼具有以下(1)~(3)功能的层。

(1) 注入功能:可以在施加电场时由阳极或空穴注入层注入空穴、并且可以由阴极或电子注入层注入电子的功能;

(2) 传输功能:通过电场的力使注入的电荷(电子和空穴)移动的

功能；

(3) 发光功能：提供电子和空穴复合的场所、并将其与发光联系的功能。

并且，在空穴的注入容易性和电子的注入容易性上可以不同，另外，由空穴和电子的迁移率表示的传输功能也可以存在差别，但优选移动任意一方的电荷。

作为形成该发光层的方法，可以应用例如蒸镀法、旋涂法、LB 法等公知的方法。发光层特别优选分子堆积膜。在此，分子堆积膜，是由气相状态的材料化合物沉淀而形成的薄膜、或由溶液状态或液相状态的材料化合物固化而形成的膜。通常该分子堆积膜，可以根据凝聚结构、高次结构的不同、或由此引起的功能上的不同，与通过 LB 法形成的薄膜（分子累积膜）进行区分。

另外，如日本特开昭 57-51781 号公报中所公开的，将树脂等粘合剂和材料化合物溶解于溶剂中形成溶液后，根据旋涂法等将其薄膜化，由此也可以形成发光层。

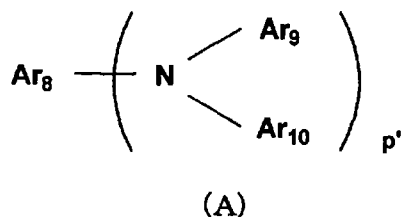
在本发明中，在不损害本发明的目的的范围内，根据期望可以使发光层中含有由本发明的含氮杂环衍生物构成的发光材料以外的其他公知的发光材料，另外，在含有由本发明的含氮杂环衍生物构成的发光材料的发光层中，可以层压含有其他公知的发光材料的发光层。

作为可以在发光层中使用的发光材料或掺杂物材料，可以列举例如：芳胺化合物和/或苯乙烯基胺化合物、葱、萘、菲、芘、并四苯、晕苯、屈（クリセニル）、荧光素、茈、酞茈（フタロペリレン）、萘并茈、紫环酮、二苯代酚酞、萘并紫环酮、二苯基丁二烯、四苯基丁二烯、邻吡喃酮、噁二唑、醛连氮、二苯并噁唑啉、联苯乙烯、吡嗪、环戊二烯、喹啉金属络合物、氨基喹啉金属络合物、苯并喹啉金属络合物、亚胺、二苯乙烯、乙烯基葱、二氨基吡唑、吡喃、噻喃、多甲川、份菁、咪唑螯合化 8-羟基喹啉酮（oxinoid）、喹吡啶酮、红荧烯及荧光色素，但并不限于这些。

另外，本发明的有机 EL 元件优选发光层含有芳胺化合物和/或苯乙烯基胺化合物。

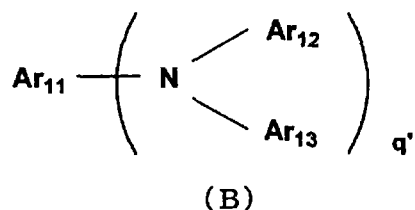
作为苯胺化合物，可以列举由下述通式（A）表示的化合物等，作为

苯乙烯基胺化合物，可以列举由下述通式 (B) 表示的化合物等。



[在通式 (A) 中, Ar₈ 为选自苯基、联苯基、三联苯基、二苯乙烯、二苯乙烯基芳基中的基团, Ar₉ 和 Ar₁₀ 分别为氢原子或碳原子数为 6~20 的芳香族基团, Ar₉~Ar₁₀ 可以被取代。p' 为 1~4 的整数。进一步优选 Ar₉ 和/或 Ar₁₀ 为苯乙烯基被取代。]

在此, 作为碳原子数为 6~20 的芳香族基团, 优选为苯基、萘基、蒽基、菲基、三联苯基等。

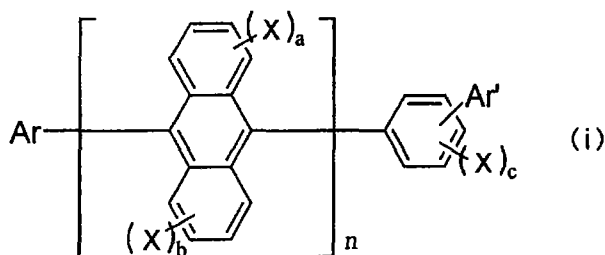


[在通式 (B) 中, Ar₁₁~Ar₁₃ 为可被取代的环碳原子数为 5~40 的芳基。q' 为 1~4 的整数。]

在此, 作为环原子数为 5~40 的芳基, 优选为苯基、萘基、蒽基、菲基、芘基、晕苯基、联苯基、三联苯基、吡咯基、呋喃基、噻吩基、苯并噻吩基、噁二唑基、二苯并蒽基、吲哚基、咪唑基、吡啶基、苯并喹啉基、荧蒽基、茚并荧蒽、二苯乙烯等。另外, 环原子数为 5~40 的芳基可以进一步由取代基取代, 作为优选的取代基, 可以列举: 碳原子数为 1~6 的烷基 (乙基、甲基、异丙基、正丙基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、环戊基、环己基等)、碳原子数为 1~6 的烷氧基 (乙氧基、甲氧基、异丙氧基、正丙氧基、仲丁氧基、叔丁氧基、戊氧基、己氧基、环戊氧基、环己氧基等)、环原子数为 5~40 的芳基、由环原子数为 5~40 的芳基取代的氨基、具有环原子数为 5~40 的芳基的酯基、具有碳原子数为 1~6 的烷基的酯基、氰基、硝基、卤原子 (氯、溴、碘等)。

作为可以在发光层中使用的主 (host) 材料, 优选为由下述 (i) ~ (ix) 表示的化合物。

由下述通式 (i) 表示的非对称蒽。



(式中, Ar 为取代或未取代的环碳原子数为 10~50 的缩合芳基。

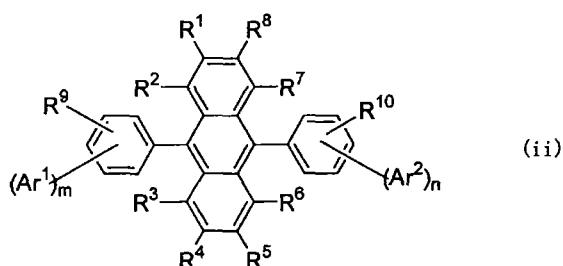
Ar' 为取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳基。

X 为取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳香族杂环基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的环原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、羧基、卤素原子、氰基、硝基、羟基。

a、b 和 c 分别为 0~4 的整数。

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

由下述通式 (ii) 表示的非对称单蒽衍生物。

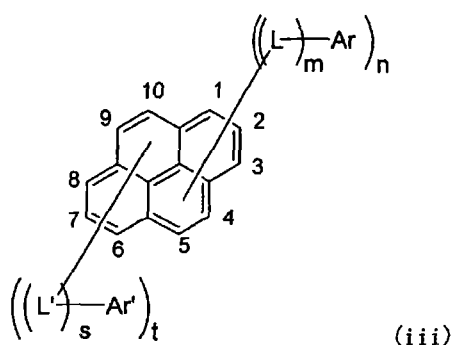


(式中, Ar¹ 和 Ar² 分别独立地为取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳香族环基, m 和 n 分别为 1~4 的整数。其中, m=n=1 且 Ar¹ 和 Ar² 在苯环上的结合位置为左右对称型时, Ar¹ 和 Ar² 可以不同, m 或 n 为 2~4 的整数时, m 与 n 为不同的整数。

R¹~R¹⁰ 分别独立地为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳香族环基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳香族杂环基、取代或未

取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的环烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、取代或未取代的甲硅烷基、羧基、卤素原子、氰基、硝基、羟基。)

由下述通式 (iii) 表示的非对称茈衍生物。



[式中, Ar 和 Ar' 分别为取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳基。

L 和 L' 分别为取代或未取代的亚苯基、取代或未取代的亚萘基、取代或未取代的亚芴基、或者取代或未取代的亚二苯并硅杂环戊二烯基 (dibenzosilolylene)。

m 为 0~2 的整数, n 为 1~4 的整数, s 为 0~2 的整数, t 为 0~4 的整数。另外, L 或 Ar 结合在茈的 1~5 位的任一位置上, L' 或 Ar' 结合在茈的 6~10 位的任一位置上。

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

(1) Ar≠Ar' 和/或 L≠L' (在此, ≠ 表示为不同结构的基团。)

(2) Ar=Ar' 且 L=L' 时

(2-1) m≠s 和/或 n≠t、或者

(2-2) m=s 且 n=t 时

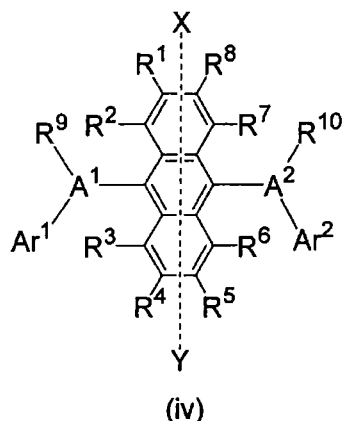
(2-2-1) L 和 L' 或茈分别结合在 Ar 和 Ar' 上的不同结合位置上,

或

(2-2-2) L 和 L' 或茈分别结合在 Ar 和 Ar' 上的相同结合位置上时,

L 和 L' 或者 Ar 和 Ar' 在茈中的取代位置为 1 位和 6 位、或者 2 位和 7 位的情况不存在。]

由下述通式 (iv) 表示的非对称葱衍生物。



(式中, A^1 和 A^2 分别独立地为取代或未取代的环碳原子数为 10~20 的稠合芳香族环基。

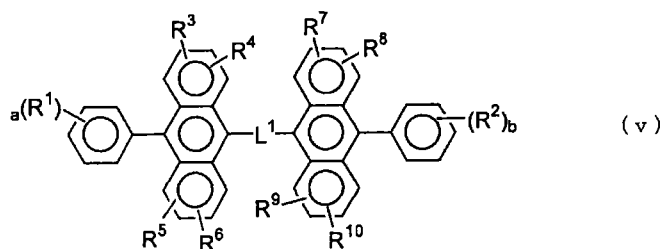
Ar^1 和 Ar^2 分别独立地为氢原子、或者取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳香族环基。

$R^1 \sim R^{10}$ 分别独立地为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳香族环基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳香族杂环基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷基、取代或未取代的环烷基、取代或未取代的碳原子数为 1~50 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 6~50 的芳烷基、取代或未取代的环原子数为 5~50 的芳氧基、取代或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 的烷氧羰基、取代或未取代的甲硅烷基、羧基、卤素原子、氰基、硝基或羟基。

Ar^1 、 Ar^2 、 R^9 和 R^{10} 分别可以为多个, 在邻接的基团之间可以形成饱和或不饱和的环状结构。

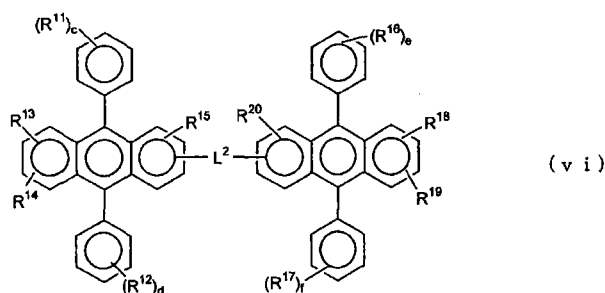
其中, 在通式 (iv) 中, 不存在在中心的葱的 9 位和 10 位上相对于该葱上所示的 X-Y 轴为对称型的基团结合的情况。)

由下述通式 (v) 表示的葱衍生物。



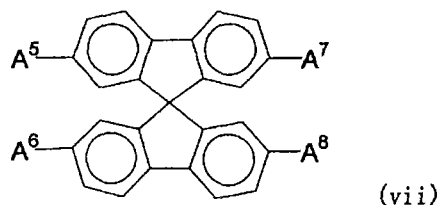
(式中, $R^1 \sim R^{10}$ 分别独立地表示氢原子、烷基、环烷基、可取代的芳基、烷氧基、芳氧基、烷氨基、烯基、芳氨基或可取代的杂环基团, a 和 b 分别表示 1~5 的整数, 它们为 2 以上时, R^1 之间或 R^2 之间各自可以相同或不同, 另外, R^1 之间或 R^2 之间可以结合形成环, R^3 与 R^4 、 R^5 与 R^6 、 R^7 与 R^8 、 R^9 与 R^{10} 也可以互相结合形成环。 L^1 表示单键、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R)$ - (R 为烷基或可取代的芳基)、亚烷基或者亚芳基。)

由下述通式 (vi) 表示的蒽衍生物。



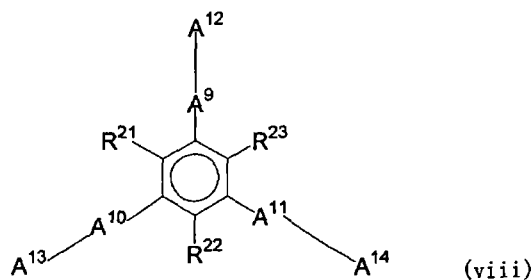
(式中, $R^{11} \sim R^{20}$ 分别独立地表示氢原子、烷基、环烷基、芳基、烷氧基、芳氧基、烷氨基、芳氨基或可取代的杂环基团, c 、 d 、 e 和 f 分别表示 1~5 的整数, 它们为 2 以上时, R^{11} 之间、 R^{12} 之间、 R^{16} 之间或 R^{17} 之间各自可以相同或不同, 另外, R^{11} 之间、 R^{12} 之间、 R^{16} 之间或 R^{17} 之间可以结合形成环, R^{13} 与 R^{14} 、 R^{18} 与 R^{19} 也可以互相结合形成环。 L^2 表示单键、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R)$ - (R 为烷基或可取代的芳基)、亚烷基或者亚芳基。)

由下述通式 (vii) 表示的螺环芴衍生物。



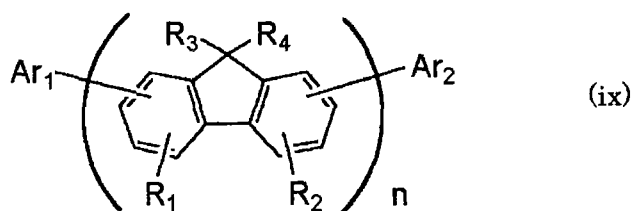
(式中, $A^5 \sim A^8$ 分别独立地为取代或未取代的联苯基或取代或未取代的萘基。)

由下述通式 (viii) 表示的含稠环化合物。



(式中, $A^9 \sim A^{14}$ 与上述相同, $R^{21} \sim R^{23}$ 分别独立地为氢原子、碳原子数为 1~6 的烷基、碳原子数为 3~6 环烷基、碳原子数为 1~6 的烷氧基、碳原子数为 5~18 的芳氧基、碳原子数为 7~18 的芳烷氧基、碳原子数为 5~16 的芳氨基、硝基、氰基、碳原子数为 1~6 的酯基或卤原子, $A^9 \sim A^{14}$ 中至少一个为具有 3 环以上的稠合芳香族环的基团。)

由下述通式 (ix) 表示的茆衍生物。



(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、氰基或卤原子。在不同的茆基上结合的 R_1 之间、 R_2 之间可以相同或不同, 在相同的茆基上结合的 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, 在不同的茆基上结合的 R_3 之间、 R_4 之间可以相同或不同, 在相同的茆基上结合的 R_3 和 R_4 可以相同或不同。 Ar_1 和 Ar_2 表示苯环合计为 3 个以上的取代或未取代的稠合多环芳基、或以苯环与杂环合计为 3 个以上的取代或未取代的碳与茆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 至 10 的整数。)

在以上的主体材料中, 优选为蒽衍生物、进一步优选为单蒽衍生物、特别优选为非对称蒽。

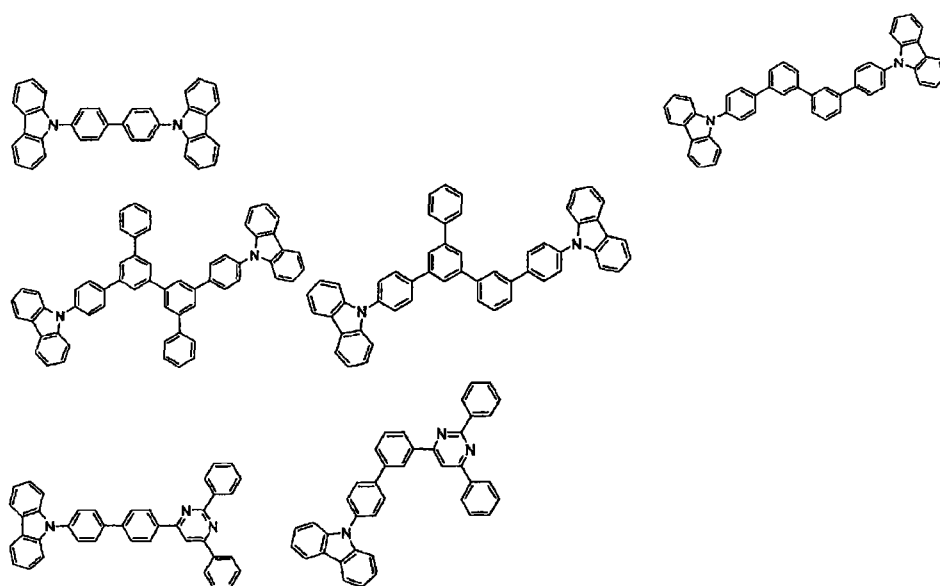
另外, 作为掺杂物的发光材料, 也可以使用磷光发光性的化合物。作为磷光发光性的化合物, 优选为在主体材料中含有咪唑环的化合物。作为

掺杂物为可以由三重态激子发光的化合物，只要对由三重态激子进行发光没有特别限制，则优选为含有选自 Ir、Ru、Pd、Pt、Os 和 Re 中的至少一种金属的金属络合物。

适于由含有咪唑环的化合物构成的磷光发光的主体，是具有以下功能的化合物，所述功能为由该激发态引起磷光发光性化合物能量移动，结果使磷光发光性化合物发光。作为主体化合物只要是在磷光发光性化合物中可以使激子能量产生能量移动的化合物即可，没有特别的限制，可以根据目的来进行适宜选择。在咪唑环以外可以具有任意的杂环等。

作为这样的主体化合物的具体例子，可以列举：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、聚芳基链烷衍生物、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、茚酮衍生物、腓衍生物、二苯乙烯衍生物、硅氮烷衍生物、芳香族叔胺衍生物、苯乙烯基胺衍生物、芳香族二亚甲基(ジメチリデン)类化合物、聚卟啉类衍生物、蒽醌二甲烷衍生物、蒽酮衍生物、二苯醌衍生物、噻喃二氧化物衍生物、碳二亚胺衍生物、亚苄基甲烷衍生物、二苯乙烯基吡嗪衍生物、萘苊等杂环四羧酸酐、酞菁衍生物、8-羟基喹啉衍生物的金属络合物或金属酞菁、以苯并噁唑衍生物或苯并噻唑衍生物作为配位体的金属络合物中代表的各种金属络合物聚硅烷类化合物、聚(N-乙烯基咪唑)衍生物、苯胺类共聚物、噻吩低聚物、聚噻吩等导电性高分子低聚物、聚噻吩衍生物、聚亚苯衍生物、聚苯乙炔衍生物、聚茚衍生物等高分子化合物等。主体化合物可以单独使用，也可以并用2种以上。

作为具体例子，可以列举以下的化合物。



磷光发光性的掺杂物为可以由三重态激子发光的化合物，只要对由三重态激子进行发光没有特别限制，则优选为含有选自 Ir、Ru、Pd、Pt、Os 和 Re 中的至少一种金属的金属络合物。优选为聚吡啶金属络合物或邻位金属化金属络合物。作为聚吡啶金属络合物，优选为聚吡啶铂络合物。磷光发光性化合物可以单独使用，也可以并用 2 种以上。

作为形成邻位金属化金属络合物的配位体可以为各种，但作为优选的配位体，可以列举：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。特别是引入有氟化合物、三氟甲基的化合物优选作为蓝色系掺杂物。另外作为辅助配位体，可以具有乙酰丙酮化物、苦味酸等除了上述配位体以外的配位体。

作为磷光发光性的掺杂物在发光层中的含量，没有特别的限制，可以根据目的来进行适宜选择，例如为 0.1~70 质量%，优选为 1~30 质量%。当磷光发光性化合物的含量不足 0.1 质量%时，发光微弱，不能充分地发挥其含有效果，当超过 70 质量%时，被称为浓度消光的现象变显著，元件性能降低。

另外，发光层根据需要可以含有空穴传输材料、电子传输材料、聚合物粘合剂。

另外，发光层的膜厚优选为 5~50nm，更优选为 7~50nm，最优选为

10~50nm。不足 5nm 时，可能发光层形成变困难，色度的调节变困难，当超过 50nm 时，可能驱动电压上升。

(5) 空穴注入/传输层（空穴传输带域）

空穴注入/传输层是有助于向发光层中的空穴注入、并传输至发光区域的层，空穴迁移率大，离子化能量小，通常为 5.5eV 以下。就这样的空穴注入/传输层而言，优选以更低的电场强度将空穴传输至发光层的材料，另外，如果空穴的迁移率在例如 $10^4 \sim 10^6 \text{V/cm}$ 的电场施加时至少为 $10^{-4} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ ，则优选。

作为形成空穴注入/传输层的材料，只要是具有上述优选的性质的材料，则没有特别的限制，以往，可以从在光传导材料中作为空穴的电荷传输材料惯用的材料、或用于有机 EL 元件的空穴注入/传输层的公知材料中选择任意的材料来使用。

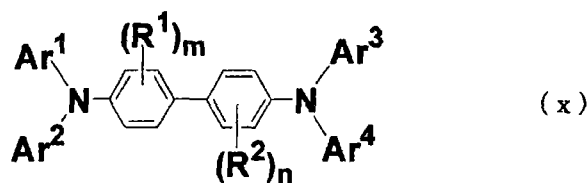
作为具体例子，可以列举：三唑衍生物（参照美国专利 3,112,197 号说明书等）、噁二唑衍生物（参照美国专利 3,189,447 号说明书等）、咪唑衍生物（参照日本特公昭 37-16096 号公报等）、聚芳基链烷衍生物（参照美国专利 3,615,402 号说明书、美国专利第 3,820,989 号说明书、美国专利第 3,542,544 号说明书、日本特公昭 45-555 号公报、日本特公昭 51-10983 号公报、日本特开昭 51-93224 号公报、日本特开昭 55-17105 号公报、日本特开昭 56-4148 号公报、日本特开昭 55-108667 号公报、日本特开昭 55-156953 号公报、日本特开昭 56-36656 号公报等）、吡唑啉衍生物及吡唑啉酮衍生物（参照美国专利第 3,180,729 号说明书、美国专利第 4,278,746 号说明书、日本特开昭 55-88064 号公报、日本特开昭 55-88065 号公报、日本特开昭 49-105537 号公报、日本特开昭 55-51086 号公报、日本特开昭 56-80051 号公报、日本特开昭 56-88141 号公报、日本特开昭 57-45545 号公报、日本特开昭 54-112637 号公报、日本特开昭 55-74546 号公报等）、苯二胺衍生物（参照美国专利第 3,615,404 号说明书、日本特公昭 51-10105 号公报、日本特公昭 46-3712 号公报、日本特公昭 47-25336 号公报、日本特开昭 54-53435 号公报、日本特开昭 54-110536 号公报、日本特开昭 54-119925 号公报等）、芳胺衍生物（参照美国专利第 3,567,450 号说明书、美国专利第 3,180,703 号说明书、美国专利第 3,240,597 号说明书、美国专

利第 3,658,520 号说明书、美国专利第 4,232,103 号说明书、美国专利第 4,175,961 号说明书、美国专利第 4,012,376 号说明书、日本特公昭 49-35702 号公报、日本特公昭 39-27577 号公报、日本特开昭 55-144250 号公报、日本特开昭 56-119132 号公报、日本特开昭 56-22437 号公报、西独专利第 1,110,518 号说明书等)、氨基取代查尔酮衍生物(参照美国专利第 3,526,501 号说明书)、噻唑衍生物(美国专利第 3,257,203 号说明书等中公开的化合物)、苯乙烯基葱衍生物(参照日本特开昭 56-46234 号公报等)、茚酮衍生物(参照日本特开昭 54-110837 号公报等)、腈衍生物(参照美国专利第 3,717,462 号说明书、日本特开昭 54-59143 号公报、日本特开昭 55-52063 号公报、日本特开昭 55-52064 号公报、日本特开昭 55-46760 号公报、日本特开昭 55-85495 号公报、日本特开昭 57-11350 号公报、日本特开昭 57-148749 号公报、日本特开平 2-311591 号公报等)、二苯乙烯衍生物(参照日本特开昭 61-210363 号公报、日本特开昭 61-228451 号公报、日本特开昭 61-14642 号公报、日本特开昭 61-72255 号公报、日本特开昭 62-47646 号公报、日本特开昭 62-36674 号公报、日本特开昭 62-10652 号公报、日本特开昭 62-30255 号公报、日本特开昭 60-93455 号公报、日本特开昭 60-94462 号公报、日本特开昭 60-174749 号公报、日本特开昭 60-175052 号公报等)、硅氮烷衍生物(美国专利第 4,950,950 号说明书)、聚硅烷类(日本特开平 2-204996 号公报)、苯胺类共聚物(日本特开平 2-282263 号公报)、日本特开平 1-211399 号公报中公开的导电性高分子低聚物(特别是噻吩低聚物)等。

除了空穴注入/传输层的材料,可以使用上述的材料,但优选使用卟啉化合物(日本特开昭 63-295695 号公报等中公开的化合物)、芳香族叔胺化合物和苯乙烯基胺化合物(参照美国专利第 4,127,412 号说明书、日本特开昭 53-27033 号公报、日本特开昭 54-58445 号公报、日本特开昭 54-149634 号公报、日本特开昭 54-64299 号公报、日本特开昭 55-79450 号公报、日本特开昭 55-144250 号公报、日本特开昭 56-119132 号公报、日本特开昭 61-295558 号公报、日本特开昭 61-98353 号公报、日本特开昭 63-295695 号公报等),特别优选使用芳香族叔胺化合物。

作为可以在空穴注入/传输层中使用的空穴注入/传输材料,优选为由

下述通式 (x) 表示的化合物。



Ar¹~Ar⁴ 分别独立地为取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳基, R¹~R² 分别独立地为氢原子、取代或未取代的环碳原子数为 6~50 的芳基、碳原子数为 1~50 的烷基, m、n 为 0~4 的整数。

作为环碳原子数为 6~50 的芳基, 优选为苯基、萘基、联苯基、三联苯基、菲基。另外, 环碳原子数为 6~50 的芳基可以进一步被取代基取代, 作为优选的取代基, 可以列举: 碳原子数为 1~6 的烷基 (甲基、乙基、异丙基、正丙基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、环戊基、环己基等)、由环碳原子数为 6~50 的芳基取代的氨基。

另外, 可以列举: 美国专利第 5,061,569 号中记载的在分子内具有 2 个稠合芳环的, 例如 4,4'-双(N-(1-萘)-N-苯氨基)联苯(以下简略记为 NPD); 或日本特开平 4-308688 号公报中记载的三苯胺单元连接成 3 个星爆 (starburst) 型的 4,4',4''-三(N-(3-甲基苯)-N-苯氨基)三苯胺 (以下简略记为 MTDATA) 等。

另外, 除了作为发光层的材料例示的上述芳香族二亚甲基 (ジメチリデン) 类化合物之外, 也可以使用 p 型 Si、p 型 SiC 等无机化合物作为空穴注入/传输层的材料。

可以通过将空穴注入/传输层的化合物由例如真空蒸镀法、旋涂法、流延法、LB 法等公知的方法进行薄膜化来形成。作为空穴注入/传输层的膜厚没有特别的限制, 通常为 5nm~5μm。该空穴注入/传输层如果在空穴传输带区域含有上述化合物, 则可以通过由上述材料的一种或二种以上构成的一层来构成, 或者所述空穴注入/传输层也可以是将由其他种类的化合物构成的空穴注入/传输层进行层压而成的层。

另外, 可以设置有机半导体层作为有助于向发光层的空穴注入或电子注入的层, 优选为具有 10⁻¹⁰S/cm 以上的导电率的物质。作为这样的有机

半导体层的材料,可以使用含噻吩低聚物或日本特开平 8-193191 号公报中公开的含芳胺低聚物等导电性低聚物、含芳胺树枝状高分子等导电性树枝状高分子等、四氰基喹啉并二甲烷衍生物、六氰基三亚吡嗪(日本专利公报 03614405 号)等。

(6) 电子注入/传输层(电子传输带区域)

电子注入/传输层是有助于向发光层中的电子注入、并传输至发光区域的层,电子迁移率大,离子亲和力大,通常为 2.5eV 以上。就这样的电子注入/传输层而言,优选以更低的电场强度将电子传输至发光层的材料,另外,如果电子的迁移率在例如 $10^4 \sim 10^6 \text{V/cm}$ 的电场施加时至少为 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$,则优选。

在电子传输带区域中使用本发明的含氮杂环衍生物时,可以由本发明的含氮杂环衍生物单独形成电子注入/传输层,也可以与其他材料混合。

作为与本发明的含氮杂环衍生物混合来形成电子注入/传输层的材料,只要是具有上述优选的性质的材料,没有特别的限制。以往,可以在光传导材料中作为电子的电荷传输材料惯用的材料、或用于有机 EL 元件的电子注入/传输层的公知材料中选择任意的材料来使用。

另外,附着改善层是由在该电子注入层中特别是与阴极的附着良好的材料构成的层。在本发明的有机 EL 元件中,优选使用上述本发明化合物作为电子注入/传输层、附着改善层。

本发明的有机 EL 元件的优选形式中,具有在传输电子的区域或阴极与有机层的界面区域上含有还原性掺杂物的元件。在本发明中,优选为在本发明的化合物中含有还原性掺杂物的有机 EL 元件。在此,还原性掺杂物定义为可以还原电子传输性化合物的物质。因此,只要是具有一定还原性的物质,则可以使用各种物质,例如,可以适宜使用选自碱金属、碱土金属、稀土金属、碱金属的氧化物、碱金属的卤化物、碱土金属的氧化物、碱土金属的卤化物、稀土金属的氧化物或稀土金属的卤化物、碱金属的有机络合物、碱土金属的有机络合物、稀土金属的有机络合物中的至少一种物质。

另外,更具体而言,作为优选的还原性掺杂物,可以列举:选自 Na(功函数: 2.36eV)、K(功函数: 2.28eV)、Rb(功函数: 2.16eV)和 Cs

(功函数: 1.95eV) 中的至少一种碱金属、或选自 Ca (功函数: 2.9eV)、Sr (功函数: 2.0~2.5eV) 和 Ba (功函数: 2.52eV) 中的至少一种碱土金属, 特别优选功函数为 2.9eV 以下的物质。它们之中, 更优选的还原性掺杂物为选自 K、Rb 和 Cs 中的至少一种碱金属, 进一步优选为 Rb 和 Cs, 最优选为 Cs。这些碱金属, 还原能力特别高, 通过向电子注入域中添加较少量, 就可以实现在有机 EL 元件中的发光亮度的提高和长寿命化。另外, 作为功函数为 2.9eV 以下的还原性掺杂物, 也优选它们 2 种以上的碱金属的组合, 特别优选含有 Cs 的组合, 例如 Cs 和 Na、Cs 和 K、Cs 和 Rb、或 Cs 和 Na 和 K 的组合。通过组合含有 Cs, 可以有效发挥还原能力, 通过向电子注入域中的添加, 实现在有机 EL 元件中的发光亮度的提高和长寿命化。

本发明中, 阴极与有机层之间可以进一步设置由绝缘体或半导体构成的电子注入层。此时, 可以有效防止电流的泄漏, 使电子注入性提高。作为这样的绝缘体, 优选使用选自碱金属硫属化合物、碱土金属硫属化合物、碱金属的卤化物和碱土金属的卤化物中的至少一种金属化合物。电子注入层如果由这些碱金属硫属化合物等构成, 则在可以进一步使电子注入性提高的方面优选。具体而言, 作为优选的碱金属硫属化合物, 可以列举例如: Li_2O 、 K_2O 、 Na_2S 、 Na_2Se 和 Na_2O 。作为优选的碱土金属硫属化合物, 可以列举例如: CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 和 CaSe 。另外, 作为优选的碱金属的卤化物, 可以列举例如: LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 和 NaCl 等。另外, 作为优选的碱土金属的卤化物, 可以列举例如: CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 和 BeF_2 等氟化物、或氟化物以外的卤化物。

另外, 作为构成电子传输层的半导体, 可以列举: 含有 Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Li、Na、Cd、Mg、Si、Ta、Sb 和 Zn 中的至少一种元素的氧化物、氮化物或氧氮化物等的单独一种或二种以上的组合。另外, 构成电子传输层的无机化合物, 优选为微晶或非晶质的绝缘性薄膜。电子传输层如果由这些绝缘性薄膜构成, 则由于形成更匀质的薄膜, 因此可以使暗斑等像素缺陷减少。另外, 作为这样的无机化合物, 可以列举: 上述的碱金属硫属化合物、碱土金属硫属化合物、碱金属的卤化物和碱土金属的卤化物等。

(7) 阴极

作为阴极,为了向电子注入/传输层或发光层中注入电子,可以使用将功函数小(4eV以下)的金属、合金、电传导性化合物及它们的混合物作为电极物质的阴极。作为这样的电极物质的具体例子,可以列举: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。

该阴极,可以通过用蒸镀或溅射等方法使这些电极物质形成薄膜来制成。

在此,从阴极射出来自发光层的发光时,阴极对于发光的透光率优选为大于10%。

另外,作为阴极的方块电阻优选为数百 Ω/\square 以下,膜厚通常为10nm~1 μm 、优选为50~200nm。

(8) 绝缘层

由于有机EL元件在超薄膜上施加电场,因此容易产生因泄漏或短路引起的像素缺陷。为了防止该问题,优选在一对电极间插入绝缘性的薄膜层。

作为用于绝缘层的材料,可以列举例如: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、氧化钛、氧化硅、氧化锗、氮化硅、氮化硼、氧化钼、氧化钨、氧化钒等。也可以使用它们的混合物或层压物。

(9) 有机EL元件的制造方法

通过以上例示的材料和形成方法,形成阳极、发光层,根据需要形成空穴注入/传输层,以及根据需要形成电子注入/传输层,再形成阴极,由此可以制作有机EL元件。另外,也可以按照从阴极到阳极、与上述相反的顺序来制作有机EL元件。

以下,记载了在透光性基板上依次设置有阳极/空穴注入层/发光层/电子注入层/阴极的结构有机EL元件的制造例。

首先,通过蒸镀或溅射等方法,在适宜的透光性基板上形成由阳极材料构成的薄膜,使得到1 μm 以下、优选10~200nm范围的膜厚,由此来制造阳极。接着,在该阳极上设置空穴注入层。空穴注入层的形成,可以

通过如上所述的真空蒸镀法、旋涂法、流延法、LB 法等方法来进行，但从容易得到匀质的膜、且难以产生针孔等方面考虑，优选通过真空蒸镀法来形成。通过真空蒸镀法形成空穴注入层的情况下，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结晶结构或复合结构等而不同，通常优选在蒸镀源温度 $50\sim 450^{\circ}\text{C}$ 、真空度 $10^{-7}\sim 10^{-3}\text{torr}$ 、蒸镀速度 $0.01\sim 50\text{nm/秒}$ 、基板温度 $-50\sim 300^{\circ}\text{C}$ 、膜厚 $5\text{nm}\sim 5\mu\text{m}$ 的范围内适宜选择。

接着，在空穴注入层上设置发光层的形成，也可以使用所期望的有机发光材料通过真空蒸镀法、溅射法、旋涂法、流延法等方法将有机发光材料薄膜化，由此来形成，但从容易得到匀质的膜、且难以产生针孔等方面考虑，优选通过真空蒸镀法来形成。通过真空蒸镀法形成发光层的情况下，该蒸镀条件根据使用的化合物而不同，通常可以从与空穴注入层相同的条件范围中进行选择。

然后，在该发光层上设置电子注入层。与空穴注入层、发光层同样，从需要得到匀质的膜考虑，优选通过真空蒸镀法来形成。蒸镀条件可以从与空穴注入层、发光层同样的条件范围中进行选择。

本发明的含氮杂环衍生物通过在发光带区域或空穴传输带区域中的任一层中是否含有而不同，在使用真空蒸镀法时，可以与其他材料进行共蒸镀。另外，使用旋涂法时，可以通过与其他材料混合来使其含有。

最后，可以层压阴极来得到有机 EL 元件。

阴极是由金属构成的，可以使用蒸镀法、溅射法。但是，为了保护底层的有机物层免受制膜时的损伤，优选真空蒸镀法。

该有机 EL 元件的制造，优选通过一次抽真空连续进行，从阳极到阴极来制造。

本发明的有机 EL 元件的各层的形成方法没有特别的限定，可以使用基于以往公知的真空蒸镀法、旋涂法等形成方法。含有用于本发明的有机 EL 元件的由上述通式 (1) 表示的化合物的有机薄膜层，可以通过基于真空蒸镀法、分子束蒸镀法 (MBE 法)、或溶解于溶剂中得到的溶液的浸渍法、旋涂法、流延法、刮棒涂布法、辊涂法等涂布法的公知方法来形成。

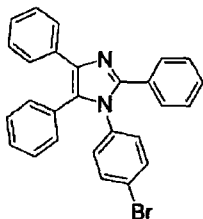
本发明的有机 EL 元件的各有机层的膜厚没有特别的限制，但通常膜

厚过薄时，容易产生针孔等缺陷，相反过厚时，需要高施加电压，效率变差，因此，通常优选数 nm 至 $1\ \mu\text{m}$ 的范围。

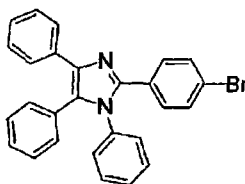
在有机 EL 元件上施加直流电压的情况下，使阳极为+极性、阴极为-极性，如果施加 5~40V 的电压，则可以观测到发光。另外，相反的极性时，即使施加电压也无电流通过，完全不产生发光。另外，施加交流电压的情况下，仅仅使阳极为+极性、阴极为-极性时，观测到均匀的发光。施加的交流的波形可以任意。

实施例

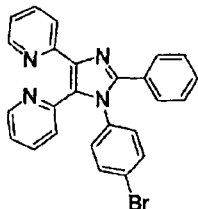
在本发明的合成例中，首先根据 K. Buttko 的方法 (Journal für praktische chemie chemiker-Zeitung、(339)、1997、721-728)，由对应的苄基、吡啶基、4-溴苯胺、4-溴苯甲醛、苯胺、苯甲醛来合成下述的中间体 1~4。



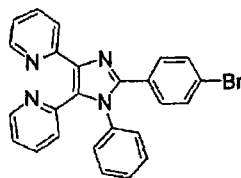
中间体 1



中间体 2

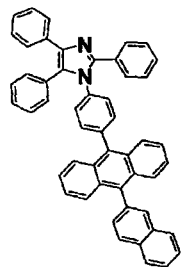


中间体 3



中间体 4

合成例 1 化合物 1 的合成

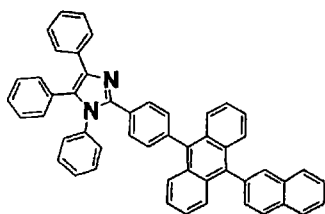


化合物 (1)

在氩气流下，在 300mL 三颈烧瓶中加入 3.0g (6.6mmol) 中间体 1、10-萘-2-基-蒽-9-硼酸 2.5g (8.9mmol)、四(三苯基)磷钯 (0) 0.16g

(0.14mmol)、1,2-二甲氧基乙烷 30mL、2M 碳酸钠水溶液 11mL(22mmol)，进行加热回流 8 小时。反应结束后，加入二氯甲烷，充分进行水洗，用硫酸镁干燥后，用旋转蒸发仪蒸馏除去溶剂。将所得到的粗结晶用硅胶柱色谱（展开溶剂：氯仿）进行纯化后，用甲醇 100mL 清洗，得到淡黄色粉末 2.6g。将该化合物通过 FD-MS（场解吸质谱）的测定，鉴定为化合物（1）（收率为 60%）。

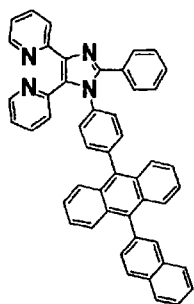
合成例 2 化合物（2）的合成



化合物（2）

除了使用中间体 2 代替中间体 1 之外，与化合物（1）的合成进行同样操作，由此得到淡黄色粉末的化合物（2）。得到收量 3.0g（收率 69%）。将该化合物通过 FD-MS（场解吸质谱）的测定，鉴定为化合物（2）。

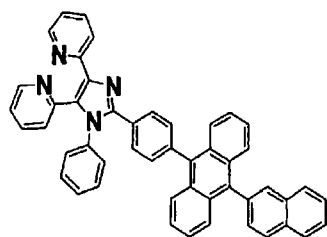
合成例 3 化合物（3）的合成



化合物（3）

除了使用中间体 3 代替中间体 1 之外，与化合物（1）的合成进行同样操作，由此得到淡黄色粉末的化合物（3）。得到收量 2.2g（收率 51%）。将该化合物通过 FD-MS（场解吸质谱）的测定，鉴定为化合物（3）。

合成例 4 化合物（4）的合成



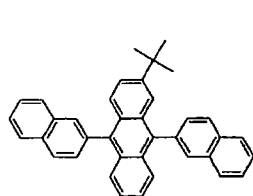
化合物 (4)

除了使用中间体 4 代替中间体 1 之外, 与化合物 (1) 和合成进行同样操作, 由此得到淡黄色粉末的化合物 (4)。得到收量 2.0g (收率 46%)。将该化合物通过 FD-MS (场解吸质谱) 的测定, 鉴定为化合物 (4)。

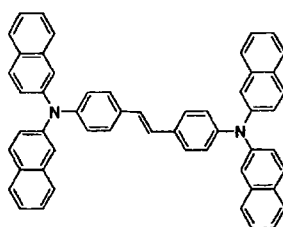
实施例 1 (在电子传输层中使用本发明化合物的有机 EL 元件的制作)

将 25mm×75mm×1.1mm 厚的带 ITO 透明电极 (阳极) 的玻璃基板 (ジオマテイク公司制) 在异丙醇中进行超声波清洗 5 分钟, 之后, 进行 UV 臭氧清洗 30 分钟。将清洗后的带透明电极线的玻璃基板安装在真空蒸镀装置的基板支架上, 首先, 在形成透明电极线的一侧的面上覆盖所述透明电极, 成膜为膜厚 60nm 的 N,N'-二(N,N'-二苯基-4-氨基苯)- N,N'-二苯基-4,4'-二氨基-1,1'-联苯膜 (以下简称记为“TPD232 膜”)。该 TPD232 膜作为空穴注入层起作用。在 TPD232 膜成膜后, 在 TPD232 膜上成膜为膜厚 20nm 的 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯膜 (以下简称记为“NPD 膜”)。该 NPD 膜作为空穴传输层起作用。

另外, 在该 NPD 膜上以膜厚 40nm 使由下述式表示的葱衍生物 A1 与苯乙烯基胺衍生物 S1 以 40:2 的膜厚比进行成膜, 制成蓝色系发光层。

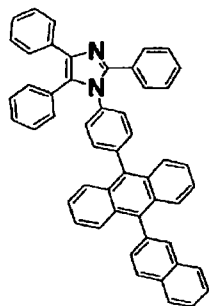


A 1



S 1

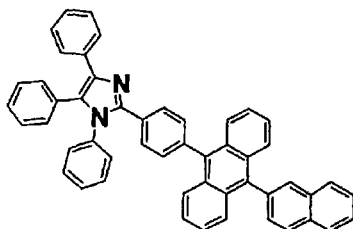
在该膜上作为电子传输层将化合物 (1) 以膜厚 20nm 利用蒸镀成膜。此后, 以膜厚 1nm 对 LiF 进行成膜。在该 LiF 膜上使金属 Al 蒸镀 150nm 来形成金属阴极, 从而形成有机 EL 元件。



化合物 (1)

实施例 2

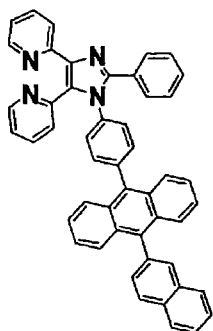
在实施例 1 中,除了使用化合物 (2) 代替化合物 (1) 之外,进行同样操作来制造有机 EL 元件。



化合物 (2)

实施例 3

在实施例 1 中,除了使用化合物 (3) 代替化合物 (1) 之外,进行同样操作来制造有机 EL 元件。

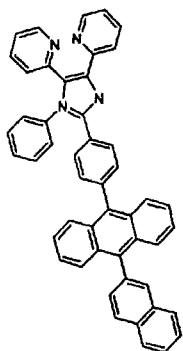


化合物 (3)

实施例 4

在实施例 1 中,除了使用化合物 (4) 代替化合物 (1) 之外,进行同

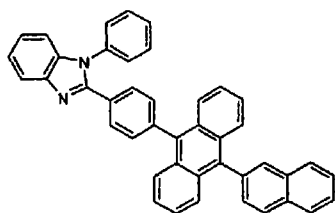
样操作来制造有机 EL 元件。



化合物(4)

比较例 1

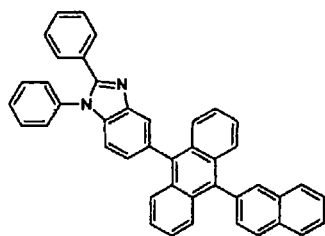
在实施例 1 中，除了使用国际公开号 WO2004/080975 A1 记载的下述化合物 A 代替化合物 (1) 之外，进行同样操作来制造有机 EL 元件。



化合物 A

比较例 2

在实施例 1 中，除了使用国际公开号 WO2004/080975 A1 记载的下述化合物 B 代替化合物 (1) 之外，进行同样操作来制造有机 EL 元件。



化合物 B

比较例 3

在实施例 1 中，除了使用 Alq (8-羟基喹啉的铝络合物) 代替化合物

(1) 之外, 进行同样操作来制造有机 EL 元件。

(有机 EL 元件的评价)

对上述实施例 1~4 和比较例 1~3 中得到的有机 EL 元件, 在下述表 1 中记载的施加直流电压的条件下, 测定发光亮度、发光效率和色度, 观察发光色。将这些结果示于表 1 中。

表 1

	电子注入层的化合物	电压 (V)	电流密度 (mA/cm ²)	发光亮度 (cd/m ²)	发光效率 (cd/A)	发光色
实施例 1	化合物 (1)	4.7	10.0	790.5	7.91	蓝
实施例 2	化合物 (2)	4.5	10.0	794.7	7.95	蓝
实施例 3	化合物 (3)	4.8	10.0	781.9	7.82	蓝
实施例 4	化合物 (4)	4.8	10.0	784.2	7.84	蓝
比较例 1	化合物 A	6.1	10.0	622.9	6.23	蓝
比较例 2	化合物 B	5.3	10.0	740.0	7.40	蓝
比较例 3	Alq	6.2	10.0	480.3	4.80	蓝

由上述表 1 的结果可知, 通过在电子注入层中使用上述化合物, 可以制造极高发光亮度和发光效率的元件。

产业上利用的可能性

如上述所详细说明的, 通过在有机 EL 元件的有机薄膜层的至少一层中使用本发明的含氮杂环衍生物, 可以实现在低电压下但发光效率高、电子传输性优异且高发光效率。因此, 本发明的有机 EL 元件作为各种电子仪器的光源等极其有用。