

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

C23C 14/24

C23C 14/12 H05B 33/10

H05B 33/14 C09K 11/06

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01800781.3

[43] 公开日 2002 年 8 月 28 日

[11] 公开号 CN 1366561A

[22] 申请日 2001.3.27 [21] 申请号 01800781.3

[30] 优先权

[32]2000.3.30 [33]JP [31]094449/00

[86] 国际申请 PCT/JP01/02455 2001.3.27

[87] 国际公布 WO01/79581 日 2001.10.25

[85] 进入国家阶段日期 2001.11.30

[71] 申请人 出光兴产株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 东海林弘 长崎义和

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

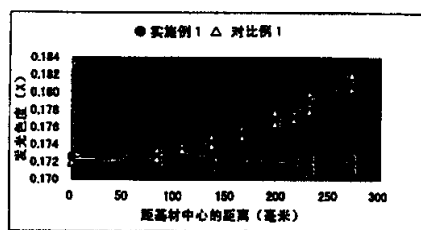
代理人 王 杰

权利要求书 2 页 说明书 24 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 沉积用于元件的薄膜的方法、和有机电致发光元件

[57] 摘要

本发明涉及通过真空蒸发沉积两种或多种材料而在基材上形成一个或多个薄膜的方法,包括:在以下情形在每种材料的 m_i 值为 $k \pm 0.5$, 其中 k 为常数 2-5 的情况下,沉积每种材料,即当材料 i 在基材上的沉积位置与膜厚度之间的关系由下式(1)近似: $D_i/D_{0i} \propto (L_0/L_i)^3 \cos^m \theta_i$ (1), 其中 L_0 是蒸发源在垂直方向上与基材平面的距离, D_{0i} 是材料 i 在蒸发源至基材平面的垂直线的交叉点处的膜厚度,且 D_i 是基材在以相对垂直线角度 θ_i 的方向上距离蒸发源 L_i 的某个位置上的材料 i 的膜厚度。通过该方法,甚至可在具有大屏幕网的基材上形成用于元件的均匀薄膜层。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种通过真空蒸发沉积两种或多种材料而在基材上形成一个或多个用于元件的薄膜的方法，包括：

在以下情形在每种材料的 n_i 值为 $k \pm 0.5$ ，其中 k 为常数 2-5 的控制条件下，沉积每种材料，

当材料 i 在基材上的沉积位置与膜厚度之间的关系近似为下式 (1)：

$$D_i/D_{0i} \propto (L_0/L_i)^3 \cos^{n_i}\theta_i \quad (1)$$

其中 L_0 是蒸发源在垂直方向上与基材平面的距离， D_{0i} 是材料 i 在蒸发源至基材平面的垂直线的交叉点处的膜厚度，且 D_i 是基材在以相对垂直线成角度 θ_i 的方向上距离蒸发源为 L_i 的某个位置上的材料 i 的膜厚度。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中 k 为 2-3。

3. 根据权利要求 1 的方法，其中 k 为 2。

4. 根据权利要求 1-3 中任何一项的方法，其中 n_i 值由 (a) 调节用于盛装蒸发源的坩埚的形状的方法和/或 (b) 调节蒸发速率的方法来控制。

5. 根据权利要求 1-4 中任何一项的方法，其中两种或多种材料顺序沉积以形成薄膜层的叠层结构。

6. 根据权利要求 1-4 中任何一项的方法，其中两种或多种材料同时沉积成一个膜。

7. 根据权利要求 1-6 中任何一项的方法，其中通过偏心回转蒸发法来沉积材料。

8. 根据权利要求 1-7 中任何一项的方法，其中所述材料是用于有机电致发光元件的有机层的有机材料且所述层使用所述材料形成。

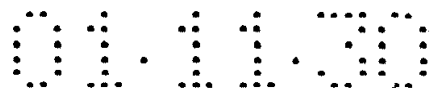
9. 根据权利要求 6 的方法，其中所述材料是有机电致发光元件的发光层的主体材料和掺杂剂材料，且所述发光层通过共沉积所述主体和掺杂剂材料而形成。

10. 一种有机电致发光元件, 包含通过权利要求 8 的方法形成的有机层。

11. 一种有机电致发光元件, 包含通过权利要求 9 的方法形成的发光层。

12. 根据权利要求 10 或权利要求 11 的有机电致发光元件, 其中 CIE 发光色度的 X 坐标的变化为 0.005/250 毫米或更低且其 Y 坐标的变化为 0.02/250 毫米或更低。

13. 根据权利要求 10-12 中任何一项的有机电致发光元件, 其中电功率转化效率的变化为 15%/250 毫米或更低。



说 明 书

沉积用于元件的薄膜的方法、和有机电致发光元件

技术领域

本发明涉及一种沉积用于元件的薄膜层的方法、以及一种有机电致发光元件(以下称作有机 EL 元件),具体地涉及一种沉积用于元件的薄层/薄膜层的方法,包括,通过真空蒸发法沉积两种或多种待沉积的材料(称作材料),这样在待沉积的基材(称作基材)上形成均匀性优异的一层或多层薄层,并涉及由该膜沉积法制成的有机 EL 元件。

背景技术

最近,对于显示器等,已经注意到有机 EL 元件并已进行研究。一般来说,有机 EL 元件主要具有透明电极(阳极)、由有机材料制成的发光层、和相对电极(阴极)。许多有机 EL 元件进一步具有电子注入层、空穴注入层等以提高发光性能,并具有这样一种结构,其中这些层在基材上沉积为叠层结构。原理是,由阴极注射到发光层的电子在发光层与由阳极注射到发光层的空穴进行复合,由此产生发光。

对于具有其中薄膜层沉积为叠层结构的结构的元件,如上述的有机 EL 元件,相应的层在许多情况下由真空蒸发法而沉积。

但如果薄膜层通过该真空蒸发法在具有大屏幕的基材上沉积为叠层结构,会产生不能形成均匀薄膜的问题。因此,许多基材片不能排列在大面积的基材中,从而不能规模生产。如果生产大尺寸的装置,会在其发光平面中产生发光变化,这样该装置变成有缺陷的产品。

针对这些问题,JP-A-10-335062 提出了一种方法,其中材料在基材上的沉积位置与其蒸气密度之间的关系由函数 $\cos^n\theta$ 表示,其 n 值设定为 3-6,并将其蒸发源设定至距离基材中心的某个位置上。但通过该方法,难以在具有大屏幕的基材上形成均匀薄膜。即,发光性能的变化仍然不能得到克服。因此,考虑到在有机 EL 元件或类似元件的结构中,薄膜层在具有大屏幕的基材上沉积为叠层结构,以下是未解决

的问题：保持该元件中各个位置上的发光性能的均匀性。

(1)如果薄膜沉积为叠层结构，每个膜在沉积基材上的各个位置上的膜厚度变化大。即，在有机 EL 元件的情况下，在元件的平面内部产生发光性能变化。

(2)对于有机 EL 元件或类似元件，如果其发光层的主体材料和掺杂剂材料作为蒸发源共蒸发，掺杂剂的密度在元件的平面中不恒定，因此产生发光性能的变化。

本发明由上述观点而得到。本发明的一个目的是提供一种通过真空蒸发法，即使在具有大屏幕的沉积基材上也能沉积用于元件的均匀薄膜层的方法，该方法能够实现以下效果。如果将许多层沉积为叠层结构，每个膜在沉积基材上各个位置上的膜厚度变化可变小。如果共蒸发多个蒸发源，每种材料在沉积基材上各个位置上的密度变化可变小。

本发明的另一目的是提供一种通过这种用于沉积元件用薄膜层的方法而制成且在元件各个位置上的发光性能变化小的有机 EL 元件。

本发明的公开内容

为了实现上述目的，本发明人进行了认真的研究。结果，本发明人已经发现，在通过真空蒸发法将多种材料沉积为膜时，如果待沉积的材料 i 在沉积基材上的位置与沉积膜的膜厚度之间的关系由 $\cos^{n_i}\theta$ 表示，且每种材料的 n_i 值控制在特定范围内，那么可得到非常高的膜厚度均匀性。基于该发现，本发明得以完成。因此，本发明的主题如下。

(1)一种通过真空蒸发沉积两种或多种材料而在基材上形成一层或多层用于元件的膜的方法，包括：

在以下情形在每种材料的 n_i 值为 $k \pm 0.5$ ，其中 k 为 2-5 的常数的控制情况下，沉积每种材料，

如果材料 i 在基材上的沉积位置与膜厚度之间的关系由下式(1)近似：

$$D_i/D_{0i} \propto (L_0/L_i)^3 \cos^{n_i}\theta_i \quad (1)$$

其中 L_0 是蒸发源在垂直方向上与基材平面的距离， D_{0i} 是材料 i 在

蒸发源至基材平面的垂直线的交叉点处的膜厚度，且 D_i 是基材在以相对垂直线角度 θ_i 的方向上离开蒸发源距离 L_i 的位置上的材料 i 的膜厚度。

(2) 根据项 (1) 的方法，其中 k 为 2-3。

(3) 根据项 (1) 的方法，其中 k 为 2。

(4) 根据项 (1)-(3) 中任何一项的方法，其中 n_i 值由 (a) 调节用于盛装蒸发源的坩埚的形状的方法和/或 (b) 调节蒸发速率的方法来控制。

(5) 根据项 (1)-(4) 中任何一项的方法，其中两种或多种材料顺序沉积以形成薄膜层的叠层结构。

(6) 根据项 (1)-(4) 中任何一项的方法，其中两种或多种材料同时沉积成一个膜。

(7) 根据项 (1)-(6) 中任何一项的方法，其中通过偏心回转蒸发法来沉积材料。

(8) 根据项 (1)-(7) 中任何一项的方法，其中所述材料是用于有机电致发光元件的有机层的有机材料且所述层使用所述材料形成。

(9) 根据项 (6) 的方法，其中所述材料是有机电致发光元件的发光层的主体材料和掺杂剂材料，且所述发光层通过共沉积所述主体和掺杂剂材料而形成。

(10) 一种有机电致发光元件，包含通过项 (8) 的方法形成的有机层。

(11) 一种有机电致发光元件，包含通过项 (9) 的方法形成的发光层。

(12) 根据项 (10) 或项 (11) 的有机电致发光元件，其中 CIE 发光色度的 X 坐标的变化为 0.005/250 毫米或更低且其 Y 坐标的变化为 0.02/250 毫米或更低。

(13) 根据项 (10)-(12) 中任何一项的有机电致发光元件，其中电功率转化效率的变化为 15%/250 毫米或更低。

附图的简要描述

图 1 是一种通过偏心回转蒸发法沉积膜的方法的示意图，与本发明

的一个实施方案有关；

图 2 给出了按照本发明实施例 1 和对比例 1 的膜沉积法的有机 EL 元件的发光色度(X 轴)的变化；

图 3 给出了按照本发明实施例 1 和对比例 1 的膜沉积法的有机 EL 元件的发光色度(Y 轴)的变化；和

图 4 给出了按照本发明实施例 1 和对比例 1 的膜沉积法的有机 EL 元件的功率产生转化效率(效率)的变化。

实现本发明的最佳方式

以下描述本发明的实施方案。

本发明涉及一种通过真空蒸发沉积两种或多种材料而在基材上形成一层或多层用于元件的薄膜的方法，包括：在以下情形在每种材料的 n_i 值为 $k \pm 0.5$ ，其中 k 为 2-5 的常数的情况下，沉积每种材料，即当材料 i 在基材上的沉积位置与膜厚度之间的关系由下式(1)近似时：

$$D_i/D_{0i} \propto (L_0/L_i)^3 \cos^{n_i}\theta_i \quad (1)$$

其中 L_0 是蒸发源在垂直方向上与基材平面的距离， D_{0i} 是材料 i 在蒸发源至基材平面的垂直线的交叉点处的膜厚度，且 D_i 是基材在以相对垂直线角度 θ_i 的方向上离开蒸发源距离 L_i 的某个位置上的材料 i 的膜厚度。

假设任何蒸发源在真空蒸发时是一个点蒸发源，式(1)中的余弦侧是真实的。该式中的相应符号描述如上。 n_i 值是正值，表示蒸发源蒸气的颗粒的传播，且根据材料而原本不同，且为其每种所特定的值。例如，对于 Al 之类的金属，它们的 n_i 值大且一般为 6-10 或更高。另一方面，对于有机材料，它们的 n_i 值小于金属。如果该 n_i 值大，蒸气颗粒的传播小且往往具有一种局部分布。如果 n_i 值小，传播往往具有一种扩散分布。

因此，如果单个材料沉积成膜，其 n_i 值一般设定为约 2-6，且优选设定为 2-4。本发明涉及一种控制该 n_i 值并将每种材料的 n_i 值调节在 $k \pm 0.5$ 范围内以进行真空蒸发的方法，其中 k 是常数 2-5。为了使

膜的均匀性更高并抑制材料的扩散损失，常数 k 更优选 2-3。约 2 是特别优选的。如果该值为约 2，可形成具有高均匀性的膜，即使没有采用以下描述的偏心回转蒸发法。

在本发明中，用于控制 n_i 值的方法的例子包括以下方法 (a) 和 (b)。

(a) 调节坩埚形状的方法

这是一种调节坩埚形状的方法，所述坩埚是一种用于接纳材料的元件。用于此调节的要素是，例如坩埚开口的直径 (h)、开口的厚度 (t)、其深度 (d)、等。通过调节这些要素， n_i 值得到调节。例如，如果 d/t 变大， n_i 值变小。例如，如果坩埚的深度 h 变小， n_i 值也变小。简言之，例如在改变 d/t 和 h 时， n_i 值可调节至所需值。

通常，所用的坩埚可以是一种成型为基本上圆柱形状且由石英、石墨、玻璃碳、BN(氮化硼)、氧化铝或类似物制成的产品。

(b) 改变蒸发速率的方法

这是一种增加或降低蒸发速率以调节 n_i 值的方法。如果蒸发速率变大， n_i 值变小且沉积颗粒具有更高可分散程度的性质。因为蒸发速率随着坩埚温度而变化， n_i 值通常通过升高或降低坩埚温度而调节。

作为这种用于控制 n_i 值的方法，可以使用方法 (a) 或方法 (b) 中的任何一个，或可以使用其两种或多种方法的组合。

因此，本发明的目的可通过将材料特有的 n_i 值与一种或多种上述用于调节 n_i 值和有成膜时将材料的 n_i 值控制在给定范围 ($k \pm 0.5$) 内的方法结合起来而实现。换句话说，如果通过将多种材料的 n_i 值控制成基本上相同的数值并顺序蒸发上述材料而形成多个薄膜，那么每种膜在沉积基材上各个位置上的膜厚度是均匀的。如果多种材料同时共蒸发以形成共沉积膜，所形成的薄膜可使得每种材料在沉积基材的整个表面上具有小的密度变化。

因此需要同时共蒸发多种材料以形成共沉积膜并进一步调节每种材料的密度。该方法优选通过在蒸发源和沉积基材之间和靠近蒸发源处安置一个所谓的切断机构来进行。换句话说，期望的是，该方法通过由上述方法 (a) 或 (b) 调节 n_i 值，并在保持所述 n_i 值的同时将蒸气

到达沉积基材的量调节至低值而进行。切断机械的具体例子包括其中圆柱体的上部具有弧形开口且该开口通过旋转而定期打开或关闭的机械。

本发明沉积用于元件的薄膜层的方法可以是任何方法，只要满足上述条件。例如，该方法可以是其中沉积基材被固定而不旋转且蒸发源安置在其中心之下(非旋转沉积法)的方法、其中上述沉积基材旋转的方法、或其中沉积基材旋转且蒸发源离开沉积基材的旋转中心设置的所谓偏心回转蒸发法。这种偏心回转蒸发法是一种对于其中沉积基材面积大的场合特别有效的方法。这种偏心回转蒸发法的具体例子可例如由图 1 示意性地给出。在图 1 中，1 表示沉积基材，2 是蒸发源台架；3 是沉积基材的旋转轴；且 4 是蒸发源。沉积基材 1 围绕沉积基材旋转轴 3 作为中心进行旋转，而且蒸发源 4 离开该沉积基材旋转轴(中心)布置。在该方法中，膜的沉积条件一般为：沉积基材的长边尺寸为 20-80 厘米，蒸发源台架和沉积基材之间的距离 b 为 20-100 厘米，且蒸发源的偏心距离为 10-40 厘米。旋转速率通常为 2-10rpm。

以下，上述用于沉积元件用薄膜层的方法可用于包含，例如太阳能电池、光导材料或有机材料的功能元件或类似元件，且该方法对于有机 EL 元件的生产特别有效。以下描述在生产有机 EL 元件时用于沉积薄膜层的方法。即，本发明是上述用于沉积元件用薄膜层的方法，其中所述材料是有机电致发光元件的有机层的有机材料且所述层使用所述材料而形成。

该方法可得到有机 EL 元件的有机层，其中每个膜在元件中各个位置上的膜厚度变化小。结果，在有机 EL 元件各个位置上没有产生发光性能变化并可表现出均匀的发光性能，即使该元件是一种大面积的元件。

本发明还提供上述用于沉积元件用薄膜层的方法，其中所述材料是有机电致发光元件的发光层的主体材料和掺杂剂材料，且所述发光层通过共沉积主体和掺杂剂材料而形成。在膜沉积中，明智的是，掺杂剂的密度通过安置上述切断机构而调节。

这种膜沉积法的优点在于，发光层的膜厚度可变得均匀，且发光层中的掺杂剂密度可变得均匀。因此，没有产生有机 EL 元件的发光性能变化并可表现出更均匀的发光性能，即使该元件是一种大面积的元件。

以下具体描述有机 EL 元件的有机层，包括发光层。

作为用于本发明的有机 EL 元件，通常使用一种在由透明电极制成的阳极上具有至少一复合区和发光区作为有机层的有机 EL 元件。复合区和发光区通常存在于发光层中。因此，仅发光层用作有机层。但除了发光层，空穴注入层、电子注入层、有机半导体层等也可根据需要使用。阴极在这些有机层上形成。

以下给出了用于本发明的有机 EL 元件的典型组成例子。当然，本发明并不局限于这些例子。

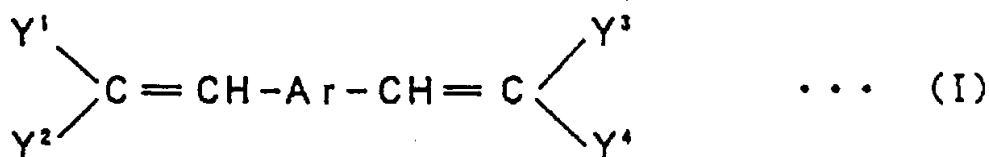
可以给出如下结构：

- (1) 透明电极(阳极)/发光层/电极(阴极)，
- (2) 透明电极(阳极)/空穴注入层/发光层/电极(阴极)，
- (3) 透明电极(阳极)/发光层/电子注入层/电极(阴极)，
- (4) 透明电极(阳极)/空穴注入层/发光层/电子注入层/电极(阴极)，
- (5) 阳极/有机半导体层/发光层/阴极，
- (6) 阳极/有机半导体层/电子阻挡层/发光层/阴极，和
- (7) 阳极/空穴注入层/发光层/粘附促进层/阴极。其中，优选使用结构(4)。除了这些，可由阴极侧发光，即，阴极可制成透明电极。或者，可从阳极和阴极的两面发光。

[有机 EL 元件的有机层的蒸发材料]

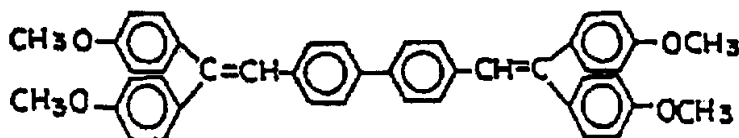
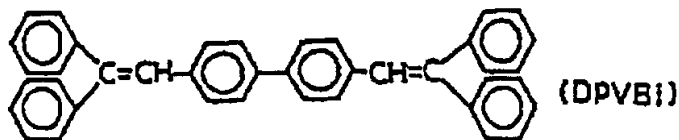
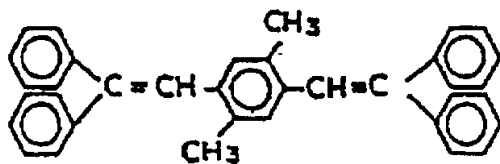
1. 发光层的蒸发材料

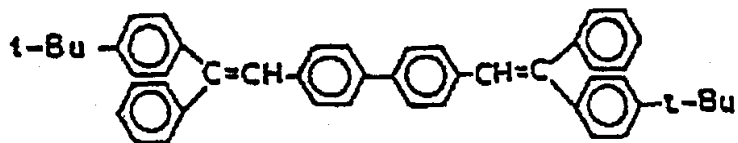
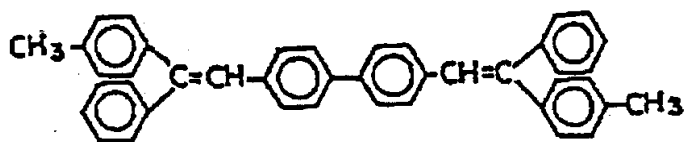
作为构成有机 EL 元件发光层的蒸发材料(主体材料)，优选使用由以下通式(I)表示的二苯乙烯基亚芳基化合物：



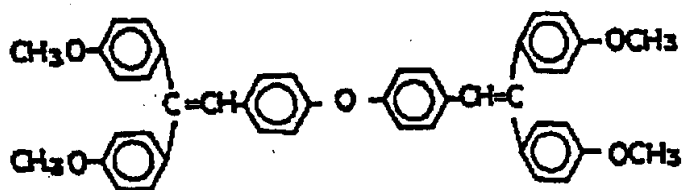
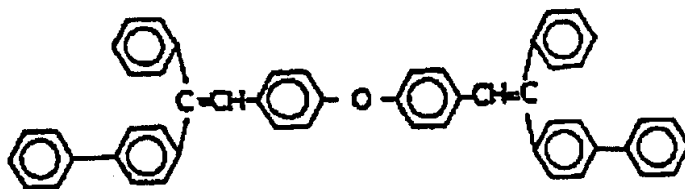
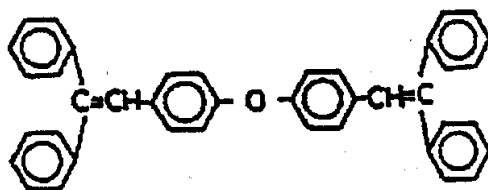
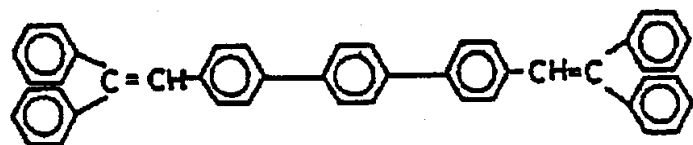
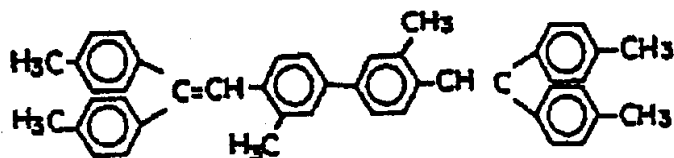
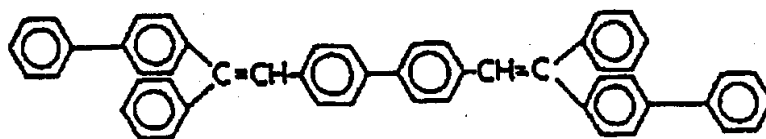
该化合物公开于 JP-A-2-247278。

在该通式中， Y^1 - Y^4 分别独立地表示氢原子、具有1-6个碳原子的烷基、具有1-6个碳原子的烷氧基、具有7-8个碳原子的芳烷基、具有6-18个碳原子的取代或未取代芳基、取代或未取代环己基、具有6-18个碳原子的取代或未取代芳氧基、或具有1-6个碳原子的烷氧基。此处的取代基是具有1-6个碳原子的烷基、具有1-6个碳原子的烷氧基、具有7-8个碳原子的芳烷基、具有6-18个碳原子的芳氧基、具有1-6个碳原子的酰基、具有1-6个碳原子的酰氧基、羧基、苯乙烯基、具有6-20个碳原子的芳基羰基、具有6-20个碳原子的芳氧基羰基、具有1-6个碳原子的烷氧基羰基、乙烯基、苯氨基羰基、氨基甲酰基、苯基、硝基、羟基、或卤素。取代基可以是单独的或组合的。 Y^1 - Y^4 可以相同或不同。 Y^1 和 Y^2 可相互键接，且 Y^3 和 Y^4 可相互键接以形成取代或未取代饱和5-元环或取代或未取代饱和6-元环。Ar表示具有6-40个碳原子的取代或未取代亚芳基，且可在单个位置或多个位置上被取代。其键接部分可以是邻、对或间位。但如果Ar是未取代亚苯基， Y^1 - Y^4 分别独立地表示选自具有1-6个碳原子的烷氧基、具有7-8个碳原子的芳烷基、取代或未取代萘基、联苯基、环己基、和芳氧基中的任何一种。作为这些二苯乙烯基亚芳基化合物的例子，可以给出以下化合物。





(t-Bu: 叔丁基)



作为构成另一优选发光层的蒸发材料(主体材料),可以提及8-羟基喹啉或其衍生物的金属配合物。其具体例子包括金属螯合物 oxanoid 化合物,包括羟基喹啉(一般,8-喹啉酚或8-羟基喹啉)的螯合物。这些化合物具有高性能水平,且容易塑造成薄膜形式。oxanoid 化合物的例子满足以下结构式。



其中 Mt 表示金属, n 是 1-3 的整数, Z' 的位置相互独立且 Z 是完成至少两个稠合芳环所需的原子。

由 Mt 表示的金属可以是一价、二价或三价金属。其例子包括碱金属如锂、钠和钾;碱土金属如镁和钙;以及土金属如硼和铝。可以使用所有的一般称作有用的螯合物化合物的一价、二价和三价金属。

Z 表示形成一种杂环的原子,在所述杂环中,至少两个稠合芳环中的一个吡咯或吡嗪。如果需要,某些其它的环可加入该稠合芳环中。为了避免庞大的分子而没有提高功能,由 Z 表示的原子的数目优选为 18 或更低。螯合的 oxanoid 化合物的具体例子包括三(8-喹啉酚)铝、二(8-喹啉酚)镁、二(苯并-8-喹啉酚)锌、二(2-甲基-8-喹啉酚合)铝氧化物、三(8-喹啉酚)铟、三(5-甲基-8-喹啉酚)铝、8-喹啉酚锂、三(5-氯-8-喹啉酚)镓、二(5-氯-8-喹啉酚)钙、5,7-二氯-8-喹啉酚铝、和三(5,7-二溴-8-羟基喹啉酚)铝。

描述于 JP-A-5-198378 的酚根 (phenolate) 取代 8-羟基喹啉的金属配合物是优选的蓝色发光材料。这种酚根取代 8-羟基喹啉的金属配合物的具体例子包括二(2-甲基-8-喹啉酚根 (quinolinolate)) (酚根) 铝 (III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根) (邻甲酚根) 铝 (III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根) (间甲酚根) 铝 (III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根) (对甲酚根) 铝 (III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根) (邻-苯基苯酚根) 铝 (III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根) (间-苯基苯酚根) 铝 (III)、二(2-甲基-8-喹啉酚

根)(对-苯基苯酚根)铝(III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根)(2,3-二甲基苯酚根)铝(III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根)(2,6-二甲基苯酚根)铝(III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根)(3,4-二甲基苯酚根)铝(III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根)(3,5-二甲基苯酚根)铝(III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根)(3,5-二叔丁基苯酚根)铝(III)、二(2-甲基-8-喹啉酚根)(2,6-二苯基苯酚根)铝(III)、和二(2-甲基-8-喹啉酚根)(2,4,6-三苯基苯酚根)铝(III)。这些发光材料可单独或两种或多种结合使用。

以下进行更具体的描述。例如,在形成两个发光层的情况下,第一发光层可以使用各种已知的发光材料。第一发光层的优选例子可以是其中向 oxanoid 化合物中加入少量,即 0.2-3% 重量的绿色荧光染料的一层。此处所加的绿色发染料是香豆灵型或喹吡啶酮型。通过加入该材料,具有第一发光层的元件有可能实现具有高效率 5-20 (lm/W) 的绿色发光。如果要求从第一发光层高效率地获得黄或橙色,采用这样一层,其中向 oxanoid 化合物中加入 0.2-3% 重量的红荧烯、其衍生物、二氰基吡喃衍生物或茈衍生物。这种元件可以高输出效率 3-10 (lm/W) 进行发光。通过同时加入绿色荧光染料和红色荧光染料,可以实现橙色。优选地,例如,香豆灵和二氰基吡喃型染料、喹吡啶酮和茈染料、或香豆灵和茈染料可同时使用。第一发光层的另一特别优选的例子是多亚芳基亚乙烯基衍生物。这样有可能非常有效地输出绿色或橙色。对于第二发光层,可以使用各种已知的蓝色发光材料。例如,二苯乙烯基亚芳基衍生物、三苯乙烯基亚芳基衍生物、和烯丙基氧化的喹啉酚根金属配合物是高水平的蓝色发光材料。作为聚合物,可以提及聚对亚苯基衍生物。

发光层的膜厚度并不特别限定。膜厚度优选为 1 纳米至 10 μ m, 特别优选 5 纳米至 0.5 μ m。

2. 空穴注入层的蒸发材料

空穴注入层对用于元件的元件不是必要的,但优选用于提高发光性能。该空穴注入层是用于帮助将空穴注射到发光层中的一层。其空穴迁移率大,且其离子化能通常小至 5.5eV 或更低。这种空穴注入层优

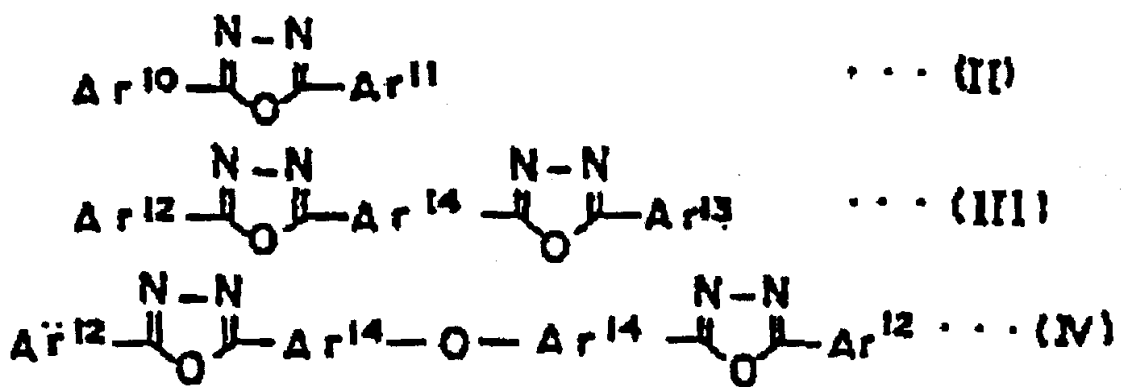
选由一种在较低电场下将空穴传输到发光层中的材料制成。更优选，空穴的迁移率至少为约 10^{-6} 厘米²/伏特·秒，例如，当施加 10^4 - 10^6 伏特/厘米的电场时。构成有机 EL 元件的这种空穴注入层的蒸发材料并不特别限定，只要该材料具有上述的优选性能。可以使用选自通常在光导材料中用作传输电荷和空穴的材料、和用于 EL 元件的空穴注入层的已知材料中的任何一种。其具体例子包括三唑衍生物(参见美国专利 3112197)、噁二唑衍生物(参见美国专利 3189447)、咪唑衍生物(参见 JP-B-37-16096)、多芳基烷烃衍生物(参见美国专利 3615402、3820989 和 3542544、JP-B-45-555、JP-B-51-10983、JP-A-51-93224、JP-A-55-17105、JP-A-56-4148、JP-A-55-108667、JP-A-55-156953 和 JP-A-56-36656)、吡唑啉衍生物和吡唑啉酮衍生物(参见美国专利 3180729 和 4278746、JP-A-55-88064、JP-A-55-88065、JP-A-49-105537、JP-A-55-51086、JP-A-56-80051、JP-A-56-88141、JP-A-57-45545、JP-A-54-112637、和 JP-A-55-74546)、亚苯基二胺衍生物(参见美国专利 3615404、JP-B-51-10105、JP-B-46-3712、JP-B-47-25336、JP-A-54-53435、JP-A-54-110536、和 JP-A-54-119925)、芳基胺衍生物(参见美国专利 3567450、3180703、3240597、3658520、4232103、4175961 和 4012376、JP-B-49-35702、JP-B-39-27577、JP-A-55-144250、JP-A-56-119132、JP-A-56-22437、和西德专利 1110518)、氨基取代查耳酮衍生物(参见美国专利 3526501)、噁唑衍生物(公开于美国专利 3257203 中的衍生物)、芴酮衍生物(参见 JP-A-54-110837)、脞衍生物(参见美国专利 3717462、JP-A-54-59143、JP-A-55-52063、JP-A-55-52064、JP-A-55-46760、JP-A-55-85495、JP-A-57-11350、JP-A-57-148749 和 JP-A-2-311591)、苯乙烯基蒽衍生物(参见 JP-A-56-46234)、芪衍生物(参见 JP-A-61-210363、JP-A-61-228451、JP-A-61-14642、JP-A-61-72255、JP-A-62-47646、JP-A-62-36674、JP-A-62-10652、JP-A-62-30255、JP-A-60-93445、JP-A-60-94462、JP-A-60-174749 和 JP-A-60-175052)、硅氮烷衍生物(参见美国专利 4950950)、聚硅烷衍生物(JP-A-2-204996)、苯胺型

共聚物(JP-A-2-282263)、和公开于 JP-A-211399 的导电聚合物低聚物(尤其是, 噻吩低聚物)。作为空穴注入层的材料, 可以使用上述的那些材料, 但优选使用以下材料: 卟啉化合物(公开于 JP-A-63-29569 的化合物)、和芳族叔胺化合物和苯乙烯基胺化合物(参见美国专利 4127412、JP-A-53-27033、JP-A-54-58445、JP-A-54-149634、JP-A-54-64299、JP-A-55-79450、JP-A-55-144250、JP-A-56-119132、JP-A-61-295558、JP-A-61-98353、和 JP-A-63-295695), 尤其是芳族叔胺化合物。卟啉化合物的代表例包括卟啉、1, 10, 15, 20-四苯基-21H, 23H-卟啉铜(II)、1, 10, 15, 20-四苯基-21H, 23H-卟啉锌(II)、5, 10, 15, 20-四(五氟苯基)-21H, 23H-卟啉、酞菁氧化硅、酞菁氯化铝、酞菁(非金属)、酞菁二锂、四甲基酞菁铜、铜酞菁、铬酞菁、锌酞菁、铅酞菁、酞菁氧化钛、Mg 酞菁、和八甲基铜酞菁。芳族叔胺化合物和苯乙烯基胺化合物的代表例包括 N, N, N', N'-四苯基-4, 4'-二氨基苯基、N, N'-二苯基-N, N'-二-(3-甲基苯基)-[1, 1'-联苯]-4, 4'-二胺(以下简称 TPD)、2, 2-二(4-二-对-甲苯基氨基苯基)丙烷、1, 1-二(4-二-对-甲苯基氨基苯基)环己烷、N, N, N', N'-四-对甲苯基-4, 4'-二氨基苯基、1, 1-二(4-二-对-甲苯基氨基苯基)-4-苯基环己烷、二(4-二甲基氨基-2-甲基苯基)苯基甲烷、二(4-二-对-甲苯基氨基苯基)苯基甲烷、N, N'-二苯基-N, N'-二-(4-甲氧基苯基)-4, 4'-二氨基联苯、N, N, N', N'-四苯基-4, 4'-二氨基苯基醚、4, 4'-二(二苯基氨基)四苯基、N, N, N-三(对甲苯基)胺、4-(二-对甲苯基氨基)-4'-[4(二-对甲苯基氨基)苯乙烯基]芪、4-N, N-二苯基氨基-(2-二苯基乙烯基)苯、3-甲氧基-4'-N, N-二苯基氨基苯乙烯基苯、N-苯基吡啶、在其分子中具有两个稠合芳环并公开于美国专利 5061569 的 4, 4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯基(以下简称 NPD)、以及具有三个连接成星爆发形状的二苯胺单元并公开于 JP-A-4-308688 的 4, 4', 4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(以下简称 MTDATA)。除了作为发光层材料给出的上述芳族二亚甲基型化合物, 无机化合物如 p-型 Si 和 p-型 SiC 可用作空穴注入层的材料。空穴注入层可通过真空蒸发法将上述化合

物变成薄膜而形成。空穴注入层的膜厚度并不特别限定，且通常为 5 纳米至 5 μm 。该空穴注入层可以是由一种或多种上述材料制成的单层，或可以是一种叠层结构，其中沉积有由不同于上述空穴注入层的化合物制成的空穴注入层。有机半导体层是有助于将空穴或电子注射到发光层中的一层，并合适地具有 10^{-10}S/cm 或更高的导电率。作为这种有机半导体层的材料，可以使用导电低聚物如含噻吩的低聚物、和含芳基胺的低聚物、以及导电树枝状聚合物(dendrimer)如含芳基胺的树枝状聚合物。

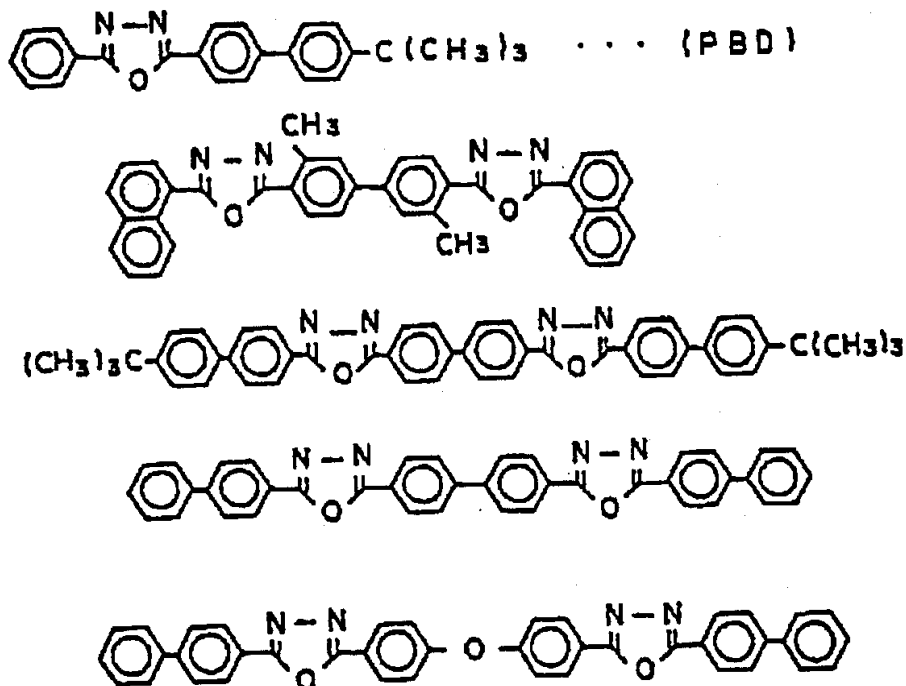
3. 电子注入层的蒸发材料

另一方面，电子注入层是有助于将电子注射到发光层中的一层，且其电子迁移率大。粘附促进层是电子注入层中的由具有良好阴极粘附性的材料制成的一层。构成有机 EL 元件的这种电子注入层的蒸发材料的优选例子为 8-羟基喹啉或其衍生物、或噁二唑衍生物的金属配合物。作为用于粘附促进层的材料，8-羟基喹啉或其衍生物的配合物是特别合适的。8-羟基喹啉或其衍生物的配合物的具体例子包括金属螯合物 oxanoid 化合物，包括羟基喹啉(一般，8-喹啉酚或 8-羟基喹啉)的螯合物。另一方面，噁二唑衍生物的例子是由通式 (II)、(III) 和 (IV) 表示的电子传导化合物：



其中 $\text{Ar}^{10} - \text{Ar}^{13}$ 分别独立地表示取代或未取代芳基，且 Ar^{10} 和 Ar^{11} 可以相同或不同，且 Ar^{12} 和 Ar^{13} 可以相同或不同。 Ar^{14} 表示取代或未取代亚芳基。芳基的例子包括苯基、联苯基、蒽基、菲基和芘基。亚芳基的例子包括亚苯基、亚萘基、亚联苯基、亚蒽基、亚菲基和亚芘基。

取代基的例子包括具有 1-10 个碳原子的烷基、具有 1-10 个碳原子的烷氧基和氰基。作为这种电子传导化合物，成膜化合物是优选的。电子传导化合物的具体例子包括：



4. 其它的有机蒸发材料

有机层具有如上述的结构，但可进一步具有电子阻挡层、粘附促进层、等。但这些对发光均匀性的影响较小。因此，形成这些层的方法并不限定，且可以是本发明的方法或某些其它的已知方法。

电子阻挡层的蒸发材料可以是上述 TPD、聚苯基化合物、或类似物，且粘附促进材料的蒸发材料可以是描述为电子注射材料的上述 Alq(8-羟基喹啉的金属配合物)、或类似物。

[有机 EL 元件中除了有机层的其它层的蒸发材料]

为了形成这些层，可以使用本发明沉积元件所用薄膜层的方法，但该方法不是必须使用。可以使用在说明各部分中描述的不同的膜沉积方法。

1. 透明电极(阳极)的蒸发材料

作为阳极，可以提及具有大功函数(4eV 或更高)的 ITO。阳极可通过溅射、离子镀膜、电子束蒸发、CVD、MOCVD、等离子体 CVD 或类似方法形成薄膜而得到。如果由按照此方式的阳极得到来自发光层的发

光，优选将阳极的发光透过率设定超过 10%。阳极的片电阻率优选为几百个 Ω/\square 或更低。阳极的厚度取决于其材料，通常为 10 纳米至 $1\mu\text{m}$ ，优选 10-200 纳米。在本发明中，基材电极通常用作阳极。

2. 电极(阴极)的蒸发材料

作为阴极，使用其电极材料为具有较小功函数(4.0eV 或更低)的金属、合金、导电化合物或其混合物的阴极。这种电极材料的蒸发材料的具体例子包括钠、钠-钾合金、镁、锂、镁-银合金、铝/氧化铝(Al_2O_3)、铝-锂合金、铟、和稀土金属。该阴极按照形成透明电极膜时的相同方式，例如蒸发或溅射，通过将电极材料沉积为薄膜而制成。阴极的片电阻率优选为几百个 Ω/\square 或更低，且其膜厚度通常为 10 纳米至 $1\mu\text{m}$ ，优选 50-200 纳米。在用于本发明的有机 EL 元件中，阳极或阴极之一优选为透明或半透明的，因为发光取出效率由于发光的透过而良好。

[有机 EL 元件的其它部件]

用于本发明的载体基材优选由具有透明性和足以承载多色发光装置的刚性的材料制成。本发明中，多色发光装置通过安置载体基材而增强，这样可得到高的机械强度如抗震性。

该材料的具体例子包括玻璃板、陶瓷板、和塑料板(聚碳酸酯树脂、丙烯酸系树脂、氯乙烯树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚酰亚胺树脂、聚酯树脂等)。

沉积本发明元件所用薄膜的方法描述如上。具有通过这些方法形成的发光层或有机层的有机 EL 元件具有下述性能：有机层的各处膜厚度非常均匀，这样该元件的发光性能均匀性变高。

例如假设不存在非发光点，发光性能的这种均匀性可，通过取决于与沉积基材中心的距离的发光色度变化、取决于与沉积基材中心的距离的电功率转化效率变化、等来检查。本发明取决于与沉积基材中心的距离的发光色度变化如下：在 CIE 发光色度的 X 坐标上可得到 0.005/250 毫米或更低，尤其是 0.002/250 毫米或更低的变化；并在其 Y 坐标上可得到 0.02/250 毫米或更低，尤其是 0.01/250 毫米或更低的变化。对于电功率转化效率的变化，可得到 15%/250 毫米或更低

的变化。

因此，如果元件具有大屏幕，有可能得到一种在相同元件的发光性能变化上具有以下性能的元素：在 CIE 发光色度的 X 坐标上具有 0.005/250 毫米或更低的变化、在其 Y 坐标上具有 0.02/250 毫米或更低的变化、和在电功率转化效率上具有 15%/250 毫米或更低的变化。

实施例

本发明通过实施例更具体地描述，但不限于这些实施例。

实验实施例 1

(其中测定 n_i 值的实施例)

使用一种真空蒸发机器，其中蒸发源设定在沉积基材(尺寸: 360 × 465 毫米)和蒸发源台架之间垂直距离为 500 毫米，且距离蒸发源台架与一垂直线的交叉点 250 毫米的某个位置上，所述垂直线由沉积基材的中心向下至蒸发源台架。在蒸发源中，将 1.5 克材料，三(8-喹啉酚)铝(以下简称 Alq)均匀填充到一个开口直径为 25 毫米、厚度为 1.6 毫米且深度为 70 毫米的石墨坩埚的底部。坩埚的温度设定为 283°C (这样基材中心处的蒸发速率为 1.0 埃/秒)。蒸发进行至所得膜在基材中心处的厚度为 2500 埃。通过一种针接触型厚度测试仪 Dektak FPD500 来测定在沉积基材区域内的 50 个点处的膜厚度。匹配相应的膜厚度以满足等式(I)，然后计算 n_i 值。该膜沉积中的 n_i 值为 2.38。

实验实施例 2-5

(其中测定蒸发速率和 n_i 值的实施例)

按照实施例 1 的相同方式，将 4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯基(以下简称 NPD, 在实验实施例 2 中)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(以下简称 MTDATA, 在实验实施例 3 中)、4,4'-二[2-[4-(N,N-二-对甲苯基)苯基]乙烯基]联苯基(以下简称 DTAVBi, 在实验实施例 4 中)、和 4,4'-二(2,2-二苯基乙烯基)联苯基(以下简称 DPVBi, 在实验实施例 5 中)蒸发至每个所得膜在基材中心处的厚度为 2500 埃。坩埚温度设定为 258、260、287 或 230°C 且蒸发

速率分别设定为 1.0 埃/秒以进行蒸发。每个 n_i 值在表 1 中给出。

表 1

实验实施例	蒸发温度 $^{\circ}\text{C}$	n_i 值
2	258	3.40
3	260	3.52
4	287	2.44
5	230	2.35

实验实施例 6

(其中 n_i 值通过坩埚形状进行调节的实施例)

将具有不同深度的以下坩埚 A 和 B 放置在沉积基材(尺寸: 210 × 260 毫米)和蒸发源台架之间垂直距离为 400 毫米, 且距离蒸发源台架与一垂直线的交叉点为 100 毫米的某个位置上, 所述垂直线由沉积基材的中心向下至蒸发源台架, 这样坩埚以相对沉积基材平面的垂直线成 15° 的角度倾斜。将材料 DTAVBi 填充到每个坩埚中, 在以下条件下进行蒸发。以下, 通过一种针接触型厚度测试仪 Dektak FPD500 来测定在沉积基材区域内的 9 个点处的膜厚度, 然后计算 n_i 值。

蒸发条件:

坩埚的形状:

A 由石英制成, 内径: 20 毫米, ϕ , 深度: 75 毫米

B 由石英制成, 内径: 20 毫米, ϕ , 深度: 37.5 毫米

蒸发速率:

坩埚 A 和 B 的温度分别设定为 283 和 293 $^{\circ}\text{C}$, 并将沉积基材中心处的蒸发速率分别设定为 0.15 埃/秒。

n_i 值:

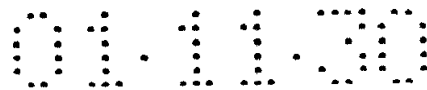
坩埚 A: 2.85

坩埚 B: 5.85

实验实施例 7

(其中 n_i 值通过蒸发速率进行调节的实施例)

按照实验实施例 1(实验实施例 4)的相同方式进行蒸发并测定 n_i



值, 只是以 0.05 埃/秒的蒸发速率蒸发 DTAVBi。此时, 蒸发温度为 275 °C 且 n_i 值为 6.28。

[实施例 1]

(在控制 n_i 值的同时形成有机 EL 元件的膜, 以及所得元件的发光性能的评估 I: 偏心回转蒸发法)

(1) 在控制 n_i 值的同时形成有机 EL 元件的膜

使用一种真空蒸发机器, 其中蒸发源设定在沉积基材和蒸发源台架之间垂直距离为 500 毫米, 且距离蒸发源台架与一垂直线的交叉点 250 毫米的某个位置上, 所述垂直线由沉积基材的中心向下至蒸发源台架。沉积基材的旋转数设定为 4.8rpm, 然后将通过偏心回转蒸发法进行以下的膜沉积。使用一种由石墨制成且开口直径为 25 毫米、厚度为 1.6 毫米和深度为 70 毫米的坩埚。将分别在其表面上沉积有 ITO(为阳极且厚度为 120 纳米)的 25(5×5)个玻璃基材(25×25×1.1 毫米)放置到尺寸为 390×490 毫米的基材台架上, 并将该台架加载到真空蒸发机器上。蒸发进行至真空度为 2×10^{-4} Pa 或更低。将用于有机 EL 元件有机层的 5 种材料和用于由无机层组成的电极的一种材料在坩埚中以同心形状放置。在改变蒸发速率的同时, 分别控制成膜时的 n_i 值以顺序形成下示的膜 a-e。但在使用有机材料的成膜 a-d 之前, 放置一个用于图案化膜的蒸发掩膜(由 SUS 制成, 厚度: 0.2 微米)以进行成膜 a-d(成膜 1-4)。然后, 放置一个用于图案化电极的蒸发掩膜(由 SUS 制成, 厚度: 0.2 微米)以进行使用无机材料的成膜 e(成膜 5)。即, 生产出其中每个基材的发光面积为 4×8 毫米的元件。

a. 沉积 1

蒸发材料:

4, 4', 4''-三 [N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(以下简称 MTDATA), 作为用于第一空穴注入层的材料,

蒸发条件:

n_i 值(n_1 值): 2.05,

蒸发速率(在沉积基材的中心处): 2.8-3.0 埃/秒, 和

膜厚度: 60 纳米,

b. 沉积 2

蒸发材料:

4,4'-二[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯基(以下简称 NPD), 作为用于第二空穴注入层的材料,

蒸发条件:

ni 值(n2 值): 2.25,

膜厚度: 20 纳米, 和

蒸发速率: 2.2-2.4 埃/秒,

c. 沉积 3

蒸发材料:

作为发光层的材料, 发光掺杂剂材料 4,4'-二[2-[4-(N,N-二-对甲苯基)苯基]乙烯基]联苯基(以下简称 DTAVBi)、和发光主体材料 4,4'-二(2,2-二苯基乙烯基)联苯基(以下简称 DPVBi),

蒸发条件:

ni 值(主体材料, n3H 值): 2.35

ni 值(掺杂剂材料, n3D 值): 2.44,

蒸发速率(在沉积基材的中心处): 1.0 埃/秒,

切断机械: 将切断器放置在 DTAVBi(掺杂剂材料)的蒸发坩埚的开口与闸门之间。

蒸发方法: 通过同时双蒸发(共蒸发), 由两个相邻的蒸发源同时蒸发两种材料,

膜厚度: 40 纳米,

d. 沉积 4

蒸发材料:

电子传输材料, 三(8-喹啉酚)铝(以下简称 Alq)

蒸发条件:

ni 值(n4 值): 2.38,

蒸发速率(在沉积基材的中心处): 1.0-1.1 埃/秒, 和

膜厚度: 20 纳米,

e. 沉积 5

蒸发材料:

由阴极材料 Al 和 Li 制成且 Li 浓度为 10% (原子) 的合金材料,

蒸发条件:

ni 值 (n5 值): 6.12,

蒸发速率: 5-8 埃/秒,

膜厚度: 150 纳米, 和

蒸发时的真空度: 1.0×10^{-4} Pa

(2) 有机 EL 元件的发光性能的评估

将 6V 直流电压施加到元件上, 该元件放置在基材台架的中心, 选自通过上述成膜法得到的元件。结果, 流过的电流为 4.16 mA/cm^2 并发出亮度为 378nit 的蓝色光。这时, 电功率转化效率为 4.751 lm/W , 且发光色度为 (0.173, 0.258)。亮度和发光色度按照由 Topcon 公司制造的 BM-7 来测定。在 4×8 毫米² 的发光区中, 肉眼没有观察到非发光点。发光的均匀性也良好。

[对比例 1]

(有机 EL 元件的成膜, 其中所有的 ni 值没有控制)

按照实施例 1 的相同方式生产出元件, 只是在蒸发掺杂剂材料以沉积为发光层时没有使用切断机且蒸发速率通过降低坩埚温度而调节至 0.05 埃/秒。该掺杂剂材料的 ni 值 (n3D 值) 为 6.28。

[实施例 1 和对比例 1 的有机 EL 元件相互间的发光性能比较]

对于在实施例 1 和对比例 1 中得到的有机 EL 元件, 图 2 和 3 给出了在发光色度的 X 坐标和 Y 坐标上相对与沉积基材旋转中心的距离的变化。在实施例 1 的有机 EL 元件中, 从沉积基材的中心至距离该中心 250 毫米的位置, 发光颜色是均匀的。X 坐标和 Y 坐标的实质变化分别为约 0.01 和约 0.01。对于相对沉积基材中心的距离的电功率转化效率 (lm/W), 如图 4 所示, 可以理解, 从基材中心至距离该中心 250 毫米的位置, 发光效率的变化在 10% 以内且均匀。

另一方面，在对比例 1 的有机 EL 元件中，从基材中心至距离该中心 250 毫米的位置，发光色度在 X 坐标和 Y 坐标中的变化分别为 0.008 和 0.033。例如，如果将对比例 1 的距离基材中心 230 毫米处的元件与实施例 1 的元件进行比较，对比例 1 的元件具有变化的发光色度。其发光颜色为绿色。

电功率转化效率 (lm/W) 相对与沉积基材中心的距离的变化在距离 250 毫米的位置上为约 20%。

[实施例 2]

(在控制 ni 值的同时形成有机 EL 元件的膜，以及所得元件的发光性能的评估 II: 非旋转蒸发法)

使用一种真空蒸发机器，其中能够旋转以下 6 个蒸发源刚好之上的定位(可确定位置)的沉积基材与蒸发源台架之间的垂直距离为 500 毫米，且进行以下的有机 EL 元件的成膜。蒸发源在蒸发源台架上沿着同心回路放置，其中与实施例 1 相同的 6 种材料被放入用于实施例 1 的坩埚中，所述台架的中心位于蒸发源台架与一垂直线的交叉点上，所述垂直线由沉积基材的中心向下至蒸发源台架。将分别沉积有 120 纳米厚 ITO 的玻璃基材 1 和 2 分别加载到沉积基材与该蒸发源台架上蒸发源定位之处的垂直线的交叉点上、以及位于沉积基材上并朝向中心地距离该交叉点 10 厘米处的位置上。进行抽空直到真空度为 2×10^{-4} Pa 或更低。然后，将待沉积的 6 种材料的蒸发源一个接一个地固定到刚好在玻璃基材 1 之下的位置上，这样形成膜。形成各个膜的蒸发条件与实施例 1 相同。因此在成膜时，沉积基材上的玻璃基材 1 总是存在于各蒸发源的垂直线上。玻璃基材 2 存在于朝向中心地与玻璃基材 1 距离 10 厘米处的位置上。在固定蒸发源和玻璃基材的状态下进行成膜。在沉积 3 中，切断机器按照实施例 1 的相同方式设置。另外，也可按照实施例 1 的相同方式设置一个图案化掩膜。

这样，得到分别具有尺寸 4×8 毫米的发光区的元件 1 (位于蒸发源的垂直线上) 和元件 2 (朝向中心地与元件 1 相距 10 厘米)。两者有机材料层的膜厚度、膜厚度之间的差异、及其变化率在表 2 中给出，且

两者在发光效率、发光效率之间的差异、及其变化率在表 3 中给出。

[对比例 2]

(有机 EL 元件的成膜, 其中没有控制 ni 值: 非旋转蒸发法)

通过真空蒸发, 按照实施例 2 的相同方式, 形成按照成膜 1-5 的有机 EL 元件的膜, 只是实施例 2 中的成膜 1 的蒸发条件如下。但在成膜 1 中, 材料与实施例 2 相同。

蒸发条件:

使用由钼制成且开口直径为 1 毫米、厚度为 0.5 毫米和深度为 10 毫米的舟, 替代由石墨制成且开口直径为 25 毫米、厚度为 1.6 毫米和深度为 70 毫米的坩埚。

ni 值(n1 值): 4.82,

蒸发速率(在沉积基材的中心处): 0.8-1.2 埃/秒,

舟温度: 325℃, 和

膜厚度: 60 纳米

这样, 得到分别具有尺寸 4×8 毫米的发光区的元件 1(位于蒸发源的垂直线上)和元件 2(朝向中心地与元件 1 相距 10 厘米)。两者有机材料层的膜厚度、膜厚度之间的差异、及其变化率在表 2 中给出, 且两者在发光效率、发光效率之间的差异、及其变化率在表 3 中给出。

表 2

	实施例 2	对比例 2
元件 1 的有机层的膜厚度: 纳米	139	140
元件 2 的有机层的膜厚度: 纳米	133	125
膜厚度的差异: 纳米(膜厚度的变化率)	6(4.3%)	15(10.7%)

表 3

	实施例 2	对比例 2
元件 1 的发光效率: cd/A	9.8	9.7
元件 2 的发光效率: cd/A	9.7	6.8
发光效率之间的差异: cd/A (发光效率的变化率)	0.1(1.0%)	2.9(29.9%)

[实施例 2 的有机 EL 元件与对比例 2 的有机电致发光元件在发光性能等方面的比较]

从表 2 和 3 看出, 对于在实施例 2 中通过非旋转蒸发法得到的有机 EL 元件, 其中在形成有机层时控制了 n_i 值, 膜厚度的变化率为 5% 或更低且在发光效率的变化为 1%, 即使该有机 EL 元件为 10 厘米远。另一方面, 对于在对比例 2 中通过非旋转蒸发法得到的有机 EL 元件, 其中 n_i 值在成膜 1 时设定为 4.82, 膜厚度的变化率为 10% 或更低且在发光效率的变化为约 30%。因此, 如果在控制 n_i 值的同时沉积多层, 可得到一种均匀的元件, 其中在沉积基材各个位置上的膜厚度和发光效率的变化小。

工业实用性

按照本发明这种沉积元件用薄膜层的方法, 即使在具有大屏幕的沉积基材上, 也可形成均匀的膜。均匀性高。如果将多层沉积为叠层结构, 每个膜的膜厚度在沉积基材的各个位置上变化小。如果共蒸发多种材料, 可得到这样一种膜, 其中每种材料的密度在沉积基材的各个位置上变化小。

在该方法中得到的有机 EL 元件是均匀的, 其中发光性能在该元件的各个位置上变化小。

说明书附图

图 1

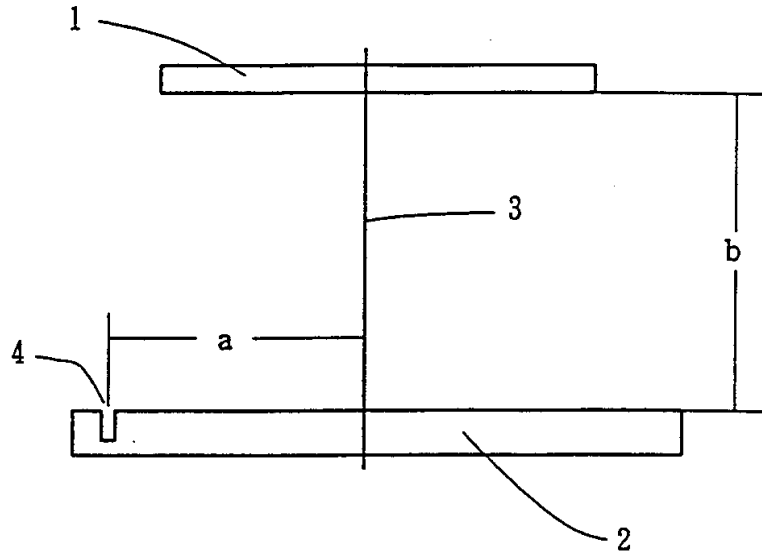


图 2

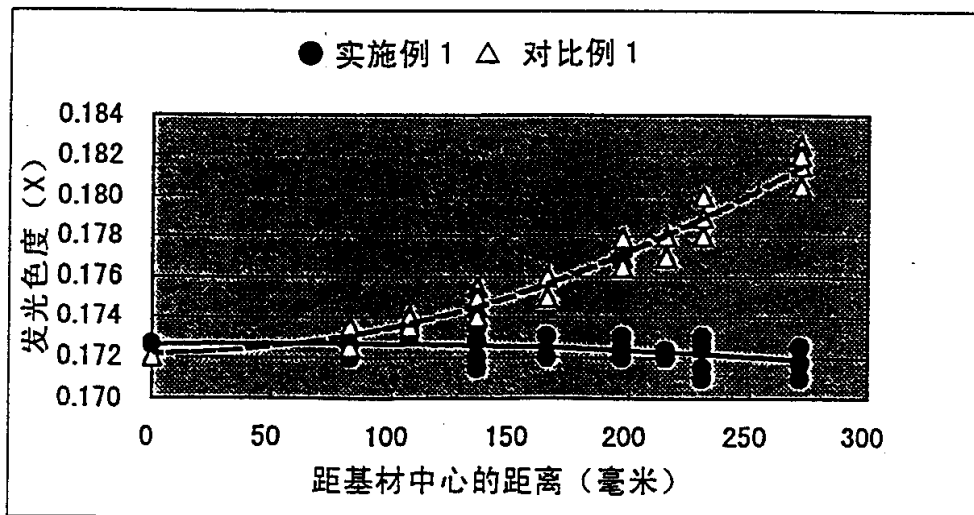


图 3

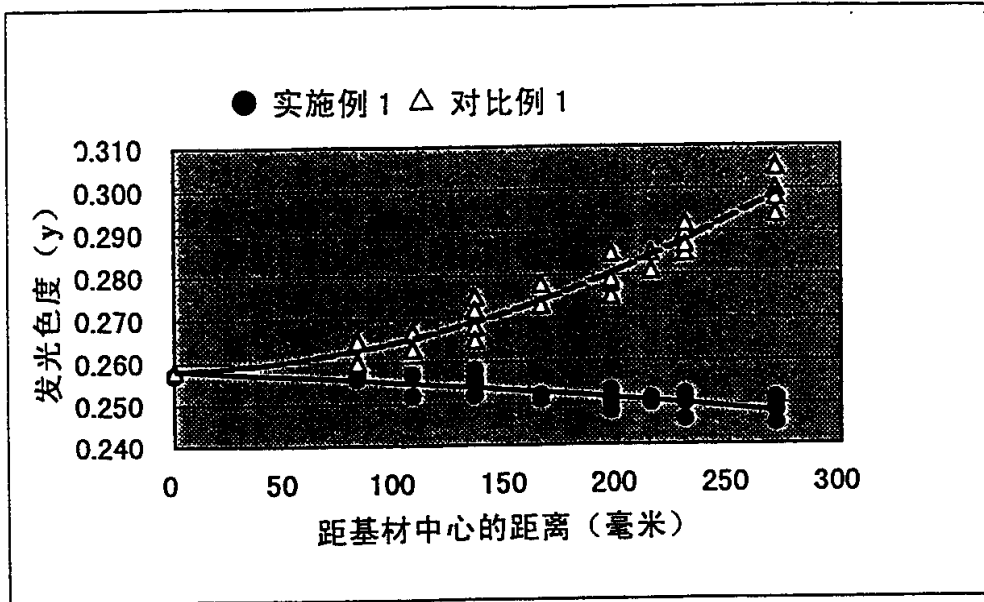


图 4

