



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102148334 A

(43) 申请公布日 2011.08.10

(21) 申请号 201110034265.X

H01L 51/56(2006.01)

(22) 申请日 2011.01.28

(30) 优先权数据

2010-024390 2010.02.05 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 肥后智之 吉永祯彦

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

代理人 武玉琴 陈桂香

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

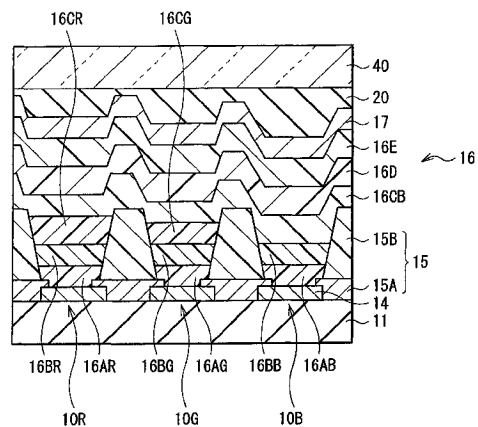
权利要求书 3 页 说明书 36 页 附图 11 页

(54) 发明名称

有机电致发光显示器及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及有机 EL 显示器及其制造方法。该有机 EL 显示器包括：下电极，其布置在基板上以分别对应于红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件；空穴注入 / 输送层，其布置在下电极上以分别对应于红色、绿色和蓝色有机 EL 元件；红色有机发光层和绿色有机发光层，其分别布置在红色有机 EL 元件和绿色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上，均包括低分子材料；蓝色有机发光层，其布置在红色有机发光层、绿色有机发光层和蓝色有机 EL 元件的空穴注入 / 输送层的整个表面上；及布置在所述蓝色发光层的整个表面上的电子注入 / 输送层和上电极。本发明能够改善所述红色有机 EL 元件和所述绿色有机 EL 元件的特性。



1. 一种有机电致发光显示器,其包括:

下电极,其布置在基板上使得分别对应于红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件;

空穴注入 / 输送层,其布置在所述下电极上使得分别对应于所述红色有机 EL 元件、所述绿色有机 EL 元件和所述蓝色有机 EL 元件,所述空穴注入 / 输送层具有空穴注入特性和空穴输送特性中的一个或两个特性;

红色有机发光层,其布置在所述红色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上,所述红色有机发光层包括低分子材料;

绿色有机发光层,其布置在所述绿色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上,所述绿色有机发光层包括低分子材料;

蓝色有机发光层,其布置在所述红色有机发光层、所述绿色有机发光层和所述蓝色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层的整个表面上;及

电子注入 / 输送层和上电极,所述电子注入 / 输送层和所述上电极布置在所述蓝色发光层的整个表面上,所述电子注入 / 输送层具有电子注入特性和电子输送特性中的一个或两个特性。

2. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器,其中,所述低分子材料具有低于所述红色有机发光层或所述绿色有机发光层的 LUMO、即最低未占分子轨道的值且高于所述红色有机发光层或所述绿色有机发光层的 HOMO、即最高占用分子轨道的值。

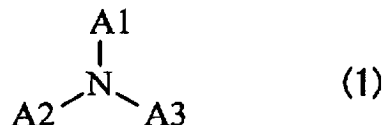
3. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器,其中,所述低分子材料具有高于所述蓝色有机发光层的 LUMO 的值和低于所述蓝色有机发光层的 HOMO 的值。

4. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器,其中,所述红色有机发光层和所述绿色有机发光层均包括高分子材料,所述蓝色有机发光层是由低分子材料制成。

5. 如权利要求 4 所述的有机电致发光显示器,其中,包含在所述红色有机发光层和所述绿色有机发光层内的所述高分子材料和所述低分子材料的混合比率等于或低于 1 : 2。

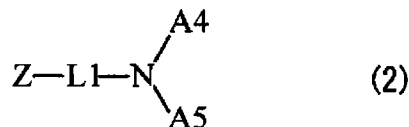
6. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器,其中,所述红色有机 EL 元件和所述绿色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层是由高分子材料制成,所述蓝色有机 EL 元件的空穴输送层是由低分子材料制成,所述蓝色有机 EL 元件的所述空穴输送层分别包括具有空穴注入特性的层和具有空穴输送特性的层。

7. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器,其中,
所述低分子材料是分子式 (1) 表示的化合物,



其中, A1 ~ A3 均是芳烃基、杂环基或它们的衍生物。

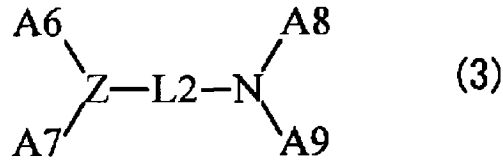
8. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器,其中,
所述低分子材料是分子式 (2) 表示的除分子式 (1) 所表示化合物之外的化合物,



其中, Z 是含氮烃基或其衍生物, L1 是键合有 1 ~ 4 个二价芳环基的基团或其衍生物, 更具体地, L1 是连接有 1 ~ 4 个芳环的二价基团或其衍生物, A4 和 A5 均是芳烃基、芳杂环基或其衍生物, A4 和 A5 可相互键合以形成环状结构。

9. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器, 其中,

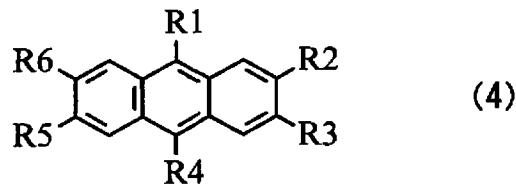
所述低分子材料是分子式 (3) 表示的除分子式 (1) 所表示化合物之外的化合物,



其中, L2 是键合有 2 ~ 6 个二价芳环基的基团或其衍生物, 更具体地, L2 是连接有 2 ~ 6 个芳环的二价基团或其衍生物, A6 ~ A9 均是键合有 1 ~ 10 个芳烃基、1 ~ 10 个杂环基或 1 ~ 10 个其衍生物的基团。

10. 如权利要求 1 所述的有机电致发光显示器, 其中,

所述蓝色有机发光层是由分子式 (4) 表示的化合物制成,



其中, R1 ~ R6 均是氢原子、卤素原子、羟基、氰基、硝基或包含具有 20 个碳原子以下的羰基的基团、包含羰基酯基团的基团、烷基、烯基、烷氧基、包含具有 30 个碳原子以下的甲基烷基的基团、包含芳基的基团、包含杂环基的基团、包含氨基的基团或其衍生物。

11. 一种有机电致发光显示器的制造方法, 其包括以下步骤:

在基板上形成下电极, 使得分别对应于红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件;

通过涂覆方法在所述下电极上形成具有空穴注入特性和空穴输送特性中的一个或两个特性的空穴注入 / 输送层, 使得分别对应于所述红色有机 EL 元件、所述绿色有机 EL 元件和所述蓝色有机 EL 元件;

通过涂覆方法在所述红色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上形成包括低分子材料的红色有机发光层;

通过涂覆方法在所述绿色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上形成包括低分子材料的绿色有机发光层;

通过蒸镀方法在所述红色有机发光层、所述绿色有机发光层和所述蓝色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层的整个表面上形成由低分子材料制成的蓝色有机发光层; 及

在所述蓝色有机发光层的整个表面上依次形成电子注入 / 输送层和上电极, 所述电子注入 / 输送层具有电子注入特性和电子输送特性中的一个或两个特性。

12. 如权利要求 11 所述的有机电致发光显示器的制造方法, 其中, 使用喷墨印刷方法或喷嘴涂覆方法作为所述涂覆方法。

13. 如权利要求 11 所述的有机电致发光显示器的制造方法, 其中, 在形成包括所述低分子材料的所述红色有机发光层和包括所述低分子材料的所述绿色有机发光层的所述步骤中, 在适合于材料的温度下进行热处理, 所述材料在所述红色有机发光层或所述绿色有

机发光层所包含的材料中具有最低的玻璃化转变点。

有机电致发光显示器及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请包含与 2010 年 2 月 5 日向日本专利局提交的日本在先专利申请 JP 2010-024390 的公开内容相关的主题, 在这里将该在先申请的全部内容以引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及利用有机 EL 效应进行发光的有机电致发光 (EL) 显示器及其制造方法。

背景技术

[0004] 随着信息和通信行业的加速发展, 需要更高性能的显示元件。世人所关注的作为下一代显示元件的有机 EL 元件不仅具有宽视角和优良对比度的优点, 而且具有快速响应时间的优点。

[0005] 形成有机 EL 元件的发光层等的材料大体上分为低分子材料和高分子材料。众所周知, 低分子材料表现出高发光效率和长寿命, 特别是, 发出蓝色光的低分子材料具有高性能。

[0006] 而且, 作为形成有机 EL 元件的有机膜的方法, 通过诸如真空沉积方法之类的干式方法形成由低分子材料制成的膜, 通过诸如旋转涂覆法、喷墨印刷法或喷嘴涂覆 (nozzle coating) 法之类的湿式方法形成由高分子材料制成的膜。

[0007] 作为使用此类形成方法的示例, 例如, 日本专利 4062352 号和 3899566 号所描述的形成方法披露了通过喷墨印刷法形成红色发光层和绿色发光层及通过蒸镀法形成蓝色发光层的制造方法。在日本专利 4062352 号和 3899566 号所披露的制造方法中, 通过蒸镀方法, 使用具有高实用性的低分子材料制造蓝色发光层, 因此, 制造成本低, 增大显示器尺寸的可能性高。

[0008] 而且, 日本未审查专利公开公报 2006-140434 号披露了在红色发光层和绿色发光层的上方形成作为公共层的蓝色发光层的显示器。在这种结构中, 蓝色发光层上不需要精细图案, 因此, 减少了制造步骤。

[0009] 然而, 在日本未审查专利公开公报 2006-140434 号的显示器中, 存在如下问题, 即, 从布置在红色发光层和绿色发光层上方的蓝色发光层向红色发光层和绿色发光层注入空穴或电子的效率低, 由此, 没有获得红色发光层和绿色发光层的内在特性。换句话说, 在红色有机 EL 元件和绿色有机 EL 元件中, 未有效获得发光效率、寿命特性等。

发明内容

[0010] 期望提供一种能够改善红色有机 EL 元件和绿色有机 EL 元件的特性的有机 EL 显示器及其制造方法。

[0011] 根据本发明的实施例, 提供一种有机 EL 显示器, 所述有机 EL 显示器包括部件

(A) ~ 部件 (F) :

[0012] (A) 下电极,其布置在基板上以分别对应于红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件;

[0013] (B) 空穴注入 / 输送层,其布置在所述下电极上以分别对应于所述红色有机 EL 元件、所述绿色有机 EL 元件和所述蓝色有机 EL 元件,所述空穴注入 / 输送层具有空穴注入特性和空穴输送特性中的一个或两个特性;

[0014] (C) 红色有机发光层,其布置在所述红色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上,包括低分子材料;

[0015] (D) 绿色有机发光层,其布置在所述绿色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上,包括低分子材料;

[0016] (E) 蓝色有机发光层,其布置在所述红色有机发光层、所述绿色有机发光层和所述蓝色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层的整个表面上;及

[0017] (F) 电子注入 / 输送层和上电极,所述电子注入 / 输送层和上电极布置在所述蓝色有机发光层的整个表面上,所述电子注入 / 输送层具有电子注入特性和电子输送特性中的一个或两个特性。

[0018] 这里,低分子材料例如是重均分子量为等于或小于 50000 的单体或低聚物。低聚物是由 2 ~ 10 个键合在一起的单体形成的聚合物。应指出,这里所述的分子量范围仅是优选分子量,但在本发明中,并未将具有超过上述范围的分子量的低分子材料排除在外。

[0019] 在根据本发明的实施例的所述有机 EL 显示器中,当所述低分子材料(单体或低聚物)加入到所述红色发光层和所述绿色发光层时,改善了从作为公共层的所述蓝色发光层向所述红色发光层和所述绿色发光层注入空穴或电子的效率。

[0020] 根据本发明的实施例,提供一种制造有机 EL 显示器的方法,所述方法包括以下步骤 (A) ~ (F) :

[0021] (A) 在基板上形成下电极,以便所述下电极分别对应于红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件;

[0022] (B) 通过涂覆方法在所述下电极上形成具有空穴注入特性和空穴输送特性中的一个或两个特性的空穴注入 / 输送层,以便所述空穴注入 / 输送层分别对应于所述红色有机 EL 元件、所述绿色有机 EL 元件和所述蓝色有机 EL 元件;

[0023] (C) 通过涂覆方法在所述红色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上形成包括低分子材料的红色有机发光层;

[0024] (D) 通过涂覆方法在所述绿色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层上形成包括低分子材料的绿色有机发光层;

[0025] (E) 通过蒸镀方法在所述红色有机发光层、所述绿色有机发光层和所述蓝色有机 EL 元件的所述空穴注入 / 输送层的整个表面上形成由低分子材料制成的蓝色有机发光层;及

[0026] (F) 在所述蓝色有机发光层的整个表面上依次形成具有电子注入特性和电子输送特性中的一个或两个特性的电子注入 / 输送层和上电极。

[0027] 在根据本发明的实施例的有机 EL 元件的所述制造方法中,当在加入有低分子材料的所述红色有机发光层和所述绿色有机发光层上,以及在所述蓝色有机 EL 元件的通过

涂覆方法形成的具有空穴注入特性和空穴输送特性中的一个或两个特性的层上,形成由低分子材料制成的所述蓝色发光层时,改善了从作为公共层的所述蓝色发光层注入空穴或电子的效率,改善了由低分子材料制成的空穴输送层的界面。

[0028] 在根据本发明的实施例的所述有机 EL 显示器和制造有机 EL 显示器的所述方法中,所述低分子材料(单体或低聚物)加入到所述红色发光层和所述绿色发光层,所以改善了从所述蓝色发光层向所述红色发光层和所述绿色发光层注入空穴或电子的效率。因此,能够改善所述红色有机 EL 元件和所述绿色有机 EL 元件的特性。因此,通过以阵列形式形成红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件而构成的彩色有机 EL 显示器实现了更高的发光效率和更长的寿命。

[0029] 通过下面的说明,本发明的其它或更多目标、特征和优点将更加明显。

附图说明

[0030] 图 1 是表示根据本发明的实施例的有机 EL 显示器的结构的示意图。

[0031] 图 2 是表示图 1 所示的像素驱动电路的示例的示意图。

[0032] 图 3 是表示图 1 所示的显示区域的结构剖面图。

[0033] 图 4 是表示图 1 所示的有机 EL 显示器的制造方法的流程图。

[0034] 图 5A ~图 5C 是以制造步骤的顺序表示图 4 所示的制造方法的剖面图。

[0035] 图 6A ~图 6C 是表示图 5A ~图 5C 之后的步骤的剖面图。

[0036] 图 7A ~图 7C 是表示图 6A ~图 6C 之后的步骤的剖面图。

[0037] 图 8 是表示包括根据上述实施例的显示器的模块的示意结构的平面图。

[0038] 图 9 是根据上述实施例的显示器的应用示例 1 的外观立体图。

[0039] 图 10A 和图 10B 分别是应用示例 2 的从前边和后边看的外观立体图。

[0040] 图 11 是应用示例 3 的外观立体图。

[0041] 图 12 是应用示例 4 的外观立体图。

[0042] 图 13A ~图 13G 表示应用示例 5,其中,图 13A 和图 13B 分别是应用示例 5 打开状态下的前视图和后视图,图 13C、13D、13E、13F 和 13G 分别是应用示例 5 关闭状态下的前视图、左视图、右视图、俯视图和仰视图。

[0043] 图 14A ~图 14C 是表示红色有机 EL 元件的实验示例的结果的曲线。

[0044] 图 15A 和图 15B 是表示绿色有机 EL 元件的实验示例的结果的曲线。

[0045] 图 16 是表示实验 2 的结果的曲线。

具体实施方式

[0046] 下面将参照附图详细说明本发明的优选实施例。

[0047] 图 1 表示根据本发明的实施例的有机 EL 显示器的结构。有机 EL 显示器用作有机 EL 电视机等,在有机 EL 显示器中,例如,后面将说明的多个红色有机 EL 元件 10R、多个绿色有机 EL 元件 10G 和多个蓝色有机 EL 元件 10B 在基板 11 上以矩阵形式布置成为显示区域 110。信号线驱动电路 120 和扫描线驱动电路 130 在显示区域 110 周围布置成为画面显示的驱动器。

[0048] 在显示区域 110 中布置像素驱动电路 140。图 2 表示像素驱动电路 140 的示例。

像素驱动电路 140 是形成在后面将说明的下电极 14 下方的有源驱动电路。换句话说,像素驱动电路 140 包括驱动晶体管 Tr1、写晶体管 Tr2、驱动晶体管 Tr1 与写晶体管 Tr2 之间的电容(保持电容)Cs 以及在第一电源线(Vcc)和第二电源线(GND)之间串联连接至驱动晶体管 Tr1 的有机发光元件 10R(或 10G 或 10B)。驱动晶体管 Tr1 和写晶体管 Tr2 均是由普通薄膜晶体管(TFT)构成,TFT 可具有例如逆交错结构(所谓的底栅极型)或交错结构(顶栅极型),但 TFT 的结构不特定限于此。

[0049] 在像素驱动电路 140 中,在列方向上布置多个信号线 120A,在行方向上布置多个扫描线 130A。每个信号线 120A 和每个扫描线 130A 之间的交叉点对应于有机发光元件 10R、10G 和 10B 中的一个有机发光元件(子像素)。每个信号线 120A 连接至信号线驱动电路 120,信号线驱动电路 120 通过信号线 120A 向写晶体管 Tr2 的源极供应图像信号。每个扫描线 130A 连接至扫描线驱动电路 130,扫描线驱动电路 130 通过扫描线 130A 向写晶体管 Tr2 的栅极依次供应扫描信号。

[0050] 而且,在显示区域 110 中,发出红色光的红色有机 EL 元件 10R、发出绿色光的绿色有机 EL 元件 10G 和发出蓝色光的蓝色有机 EL 元件 10B 以矩阵形式依次布置为一个整体。应指出,彼此相邻的红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的组合构成一个像素。

[0051] 图 3 表示图 1 所示的显示区域 110 的剖面结构。红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 均具有如下结构,即,在该结构中,隔着上述像素驱动电路 140 的驱动晶体管 Tr1 和平坦化绝缘膜(未图示)从基板 11 起依次层叠作为阳极的下电极 14、隔壁 15、包括下面将说明的发光层 16C 的有机层 16 和作为阴极的上电极 17。

[0052] 红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 涂覆有保护层 20,通过由热固树脂、紫外线固化树脂等制成的粘合层(未图示)将由玻璃等制成的密封基板 40 结合到保护层 20 的整个表面,以便密封红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B。

[0053] 基板 11 是支撑主体,红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 以阵列的形式形成在基板 11 的主表面上,基板 11 可由已知的基板构成,也可以使用例如石英、玻璃、金属箔或由树脂制成的膜或片等。特别的,石英或玻璃是优选的,在基板 11 是由树脂制成的情况下,可使用以聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)为代表的甲基丙烯酸树脂、诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)和聚萘二甲酸丁二醇酯(PBN)之类的聚酯、聚碳酸酯树脂等作为树脂,但为了降低透水性和透气性,因此基板 11 需要具有层叠结构或需要经过表面处理。

[0054] 下电极 14 布置在基板 11 上以分别对应于红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B。下电极 14 在层叠方向上均具有 10nm ~ 1000nm(包括两个端点)的厚度(在下文中简称为厚度),是由诸如铬(Cr)、金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、铜(Cu)、钨(W)或银(Ag)之类的金属元素的单质或合金制成。而且,下电极 14 可具有包括由这些金属元素中的任一金属元素的单质或合金制成的金属膜与由铟锡氧化物(ITO)、InZnO(铟锌氧化物)或锌氧化物(ZnO)和铝(Al)的合金制成的透明导电膜的层叠结构。应指出,在下电极 14 用作阳极的情况下,下电极 14 优选地是由具有高空穴注入特性的材料制成。然而,通过布置合适的空穴注入层,甚至也可将诸如铝(Al)合金之类的由于其表面上出现氧

化的覆盖膜或功函数小的原因而导致空穴注入势垒的材料用作下电极 14。

[0055] 隔壁 15 设置成确保下电极 14 和上电极 17 之间的绝缘及形成期望形状的发光区域。而且,在通过喷墨印刷或喷嘴涂覆系统在下面说明的制造步骤中进行涂覆时的情况下,隔壁 15 具有隔壁的作用。隔壁 15 在由诸如 SiO_2 之类的无机绝缘材料制成的下隔壁 15A 上例如包括由诸如阳性型感光聚苯并噁唑或阳性型感光聚酰亚胺之类的感光树脂制成的上隔壁 15B。在隔壁 15 中,布置开口以对应于每个发光区域。应指出,不仅可以在开口中,而且可以在隔壁 15 上布置有机层 16 和上电极 17,但仅从隔壁 15 的开口处发出光。

[0056] 每个红色有机 EL 元件 10R 的有机层 16 具有例如如下结构,即,在该结构中,从下电极 14 起依次层叠空穴注入层 16AR、空穴输送层 16BR、红色发光层 16CR、蓝色发光层 16CB、电子输送层 16D 和电子注入层 16E。每个绿色有机 EL 元件 10G 的有机层 16 具有例如如下结构,即,在该结构中,从下电极 14 起依次层叠空穴注入层 16AG、空穴输送层 16BG、绿色发光层 16CG、蓝色发光层 16CB、电子输送层 16D 和电子注入层 16E。每个蓝色有机 EL 元件 10B 的有机层 16 具有例如如下结构,即,在该结构中,从下电极 14 起依次层叠空穴注入层 16AB、空穴输送层 16BB、蓝色发光层 16CB、电子输送层 16D 和电子注入层 16E。蓝色发光层 16CB、电子输送层 16D 和电子注入层 16E 布置成为红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的公共层。

[0057] 空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 是用于增强空穴注入效率和防止泄露的缓冲层,它们分别布置在红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的下电极 14 上。

[0058] 每个空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 的厚度优选地处于 $5\text{nm} \sim 100\text{nm}$ 的范围(包括两个端点)内,更优选地处于 $8\text{nm} \sim 50\text{nm}$ 的范围(包括两个端点)内。可基于电极或邻近层的材料适当地选择空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 的材料,可使用聚苯胺、聚噻吩、聚吡咯、聚苯乙炔、聚噻吩乙炔、聚喹啉、聚喹噁啉或其衍生物、诸如在主链或支链中包括芳香胺结构的导电高聚合物、金属酞菁(诸如铜酞菁)或碳等。

[0059] 在空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 的材料是高分子材料的情况下,高分子材料的重均分子量(Mw)可以处于 $5000 \sim 300000$ 的范围内(包括两个端点),特别是,高分子材料的重均分子量优选地处于大约 $10000 \sim 200000$ 的范围内(包括两个端点)。而且,可使用具有大约 $2000 \sim 10000$ 的 Mw 的低聚物。然而,在 Mw 小于 5000 的情况下,当形成空穴输送层和后续层时,空穴注入层可能溶解。而且,在 Mw 大于 300000 的情况下,可能使材料凝胶化而导致难以形成膜。

[0060] 用作空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 材料的导电高聚物的代表示例包括聚苯胺、寡聚苯胺和诸如聚 3,4-乙撑二氧噻吩(PEDOT)之类的聚二氧噻吩。另外,可使用市售的由世泰科股份有限公司(H. C. starck GmbH)制造的 Nafion(商标)聚合物、市售的由日本日产化学工业株式会社(Nissan Chemical Industries, Ltd.)制造的商品名为 Liquion(商标)溶解形式的聚合物 ELsource(商标)、或由综研化学有限公司工程(Soken Chemical & Engineering Co., Ltd.)制造的 Verazol(商标)导电聚合物等等。

[0061] 设置红色有机 EL 元件 10R 和绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BR 和 16BG 以分别增强向红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 传输空穴的效率。空穴输送层 16BR 和 16BG 分别布置在红色有机 EL 元件 10R 和绿色有机 EL 元件 10G 的空穴注入层 16AR 和 16AG 上。

[0062] 例如,基于整个的元件结构,空穴输送层 16BR 和 16BG 的厚度优选地处于 10nm ~ 200nm 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 15nm ~ 150nm 的范围内(包括两个端点)。对于形成空穴输送层 16BR 和 16BG 的高分子材料,可以使用可在有机溶剂中溶解的发光材料,例如,聚乙烯基咔唑(polyvinylcarbazole)、聚芴、聚苯胺、聚硅烷或其衍生物、在支链或主链上具有芳香胺的聚硅氧烷衍生物、聚噻吩及其衍生物和聚吡咯。

[0063] 在空穴输送层 16BR 和 16BG 的材料是高分子材料的情况下,高分子材料的重均分子量(Mw)优选地为 50000 ~ 300000(包括两个端点),更优选地为 100000 ~ 200000(包括两个端点)。在 Mw 小于 50000 的情况下,当形成发光层 16CR 和 16CG 时,高分子材料中的低分子成分脱落,于是导致在空穴注入层 16AR 和 16AG 及空穴输送层 16BR 和 16BG 中出现坏点,所以可能出现有机 EL 元件的初始性能下降或元件的劣化。另一方面,在 Mw 大于 300000 的情况下,可能使材料凝胶化而导致难以形成膜。应指出,重均分子量(Mw)是通过使用四氢呋喃作为溶剂的凝胶渗透色谱法(GPC, gel permeation chromatography)确定聚苯乙烯当量重均分子量(polystyrene-equivalent weight-average molecular weight)而获得的值。

[0064] 响应于电场的施加,红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 通过电子和空穴的再结合而发出光。例如,基于整个的元件结构,每个红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的厚度优选地处于 10nm ~ 200nm 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 15nm ~ 150nm 的范围内(包括两个端点)。红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 是由通过向高分子(发光)材料加入低分子(单体或低聚物)形成的混合材料制成的。

[0065] 红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的高分子材料的示例包括聚芴类高聚物衍生物、聚对苯乙炔衍生物、聚苯撑衍生物、聚乙烯基咔唑衍生物、聚噻吩衍生物、茈类颜料、香豆素类颜料、罗丹明类颜料或掺杂有有机 EL 材料的上述高分子材料。对于掺杂材料,例如,可使用红荧烯(rubrene)、茈、9,10-二苯基蒽、四苯基丁二烯、尼罗红(nile red)或香豆素 6。

[0066] 加入到形成红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的高分子材料的低分子材料用于改善从作为公共层的蓝色发光层 16CB 向红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 注入空穴或电子的效率。

[0067] 在相关技术中的有机 EL 元件中,在仅由高分子材料制成的红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的上方布置由低分子材料制成的作为公共层的蓝色发光层 16CB,红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的能级与蓝色发光层 16CB 的能级之间的差异巨大。因此,蓝色发光层 16CB 与每个红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 之间的空穴或电子注入效率十分低,如上所述,存在如下问题,即,不能有效获得由高分子材料制成的发光层的内在特性。在该实施例中,为了改善空穴或电子注入特性,将用于减小红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的能级与蓝色发光层 16CB 的能级之间的差异的低分子材料(单体或低聚物)加入到红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG。下面将分析红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的最高已占分子轨道(HOMO)级和最低未占分子轨道(LUMO)级、蓝色发光层 16CB 的 HOMO 级和 LUMO 级以及加入到红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的低分子材料的 HOMO 级和 LUMO 级之间的关系。对于具体添加的低分子材料,选择如下化合物,即,所述化合物具有低于红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的 LUMO 级及高于蓝色发光层 16CB 的 LUMO 级的数值,且

还具有高于红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的 HOMO 级及低于蓝色发光层 16CB 的 HOMO 级的数值。

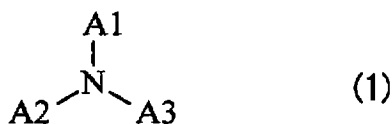
[0068] 而且,加入到红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的低分子材料是指如下低分子材料,即,该低分子材料是除由通过重复相同或相似的低分子化合物的链反应产生的高分子量的聚合物或缩合物的分子构成的化合物之外的、大体上单个分子量的低分子材料。而且,在该低分子材料中,通过加热在分子之间不出现新的化学键,低分子材料以单个分子形式存在。低分子材料的重均分子量 (Mw) 优选地为等于或小于 50000,这是因为,与具有例如大于 50000 的大分子量材料相比,小分子量材料在一定程度上具有多种特性,容易调整空穴或电子迁移率、带隙、对溶剂的溶解度等。而且,对于低分子材料的添加量,在红色发光层 16CR 或绿色发光层 16CG 中使用的高分子材料和低分子材料之间的重量混合比率优选地处于 10 : 1 ~ 1 : 2 的范围内 (包括两个端点)。在高分子材料和低分子材料之间的混合比率小于 10 : 1 的情况下,降低了低分子材料的添加所产生的效果。而且,在混合比率大于 1 : 2 的情况下,难以获得作为发光材料的高分子材料的特性。

[0069] 对于这些低分子材料,例如,可以使用苯、苯乙烯胺、三苯胺、吡啉、苯并菲、氮杂苯并菲、四氰基对苯醌二甲烷、三唑、咪唑、噁二唑、聚芳烷、苯二胺、芳胺、噁唑、噻吩、茚、芴酮、脞、二苯乙烯或其衍生物或诸如聚硅烷类化合物、乙烯基咪唑类化合物、噻吩类化合物或苯胺类化合物之类的杂环共轭单体或低聚物。

[0070] 更具体地,可使用 α -萘基苯基苯二胺、吡啉、金属四苯基吡啉、金属萘酞菁、六氰基氮杂苯并菲、7,7,8,8-四氰基对苯二醌二甲烷 (TCNQ)、7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氰对苯醌二甲烷 (F4-TCNQ)、四氰基-4,4,4'-三(3-甲基苯基苯基氨基)-三苯胺、N, N, N', N' -四(对甲苯基)对苯二胺、N, N, N', N' -四苯基-4,4'-二氨基联苯、N-苯基咪唑、4-二-对甲苯基氨基二苯乙烯、聚对苯乙炔、聚噻吩乙炔和聚(2,2'-噻吩基吡咯),但低分子材料不限于此。

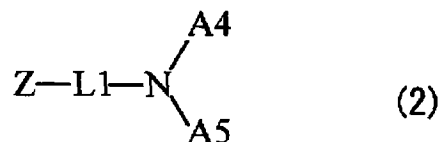
[0071] 更优选地,使用由下面的化学式 (1) ~ (3) 表示的低分子材料。

[0072]



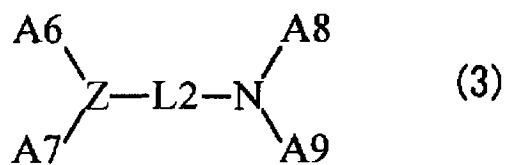
[0073] 其中, A1 ~ A3 均是芳烃基、杂环基或它们的衍生物。

[0074]



[0075] 其中, Z 是含氮烃基或其衍生物, L1 是键合有 1 ~ 4 个二价芳环基的基团或其衍生物,更具体地, L1 是连接有 1 ~ 4 个芳环的二价基团或其衍生物, A4 和 A5 均是芳烃基、芳杂环基或其衍生物, A4 和 A5 可相互键合以形成环状结构。

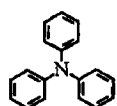
[0076]



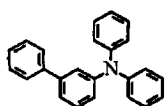
[0077] 其中, L2 是键合有 2 ~ 6 个二价芳环基的基团或其衍生物, 更具体地, L2 是连接有 2 ~ 6 个芳环的二价基团或其衍生物, A6 ~ A9 均是键合有 1 ~ 10 个芳烃基、1 ~ 10 个杂环基或 1 ~ 10 个它们的衍生物的基团。

[0078] 化学式 (1) 所表示的化合物的具体示例包括由下面的分子式 (1-1) ~ (1-48) 所表示的化合物。

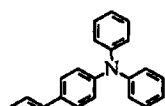
[0079]



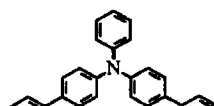
(1-1)



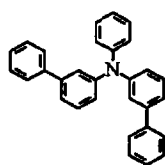
(1-2)



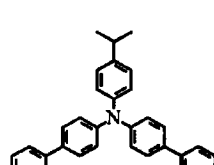
(1-3)



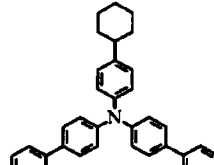
(1-4)



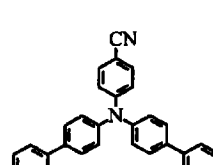
(1-5)



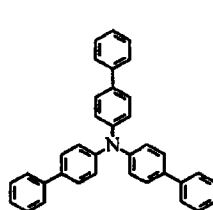
(1-6)



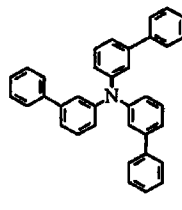
(1-7)



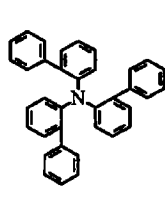
(1-8)



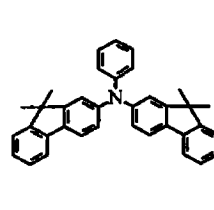
(1-9)



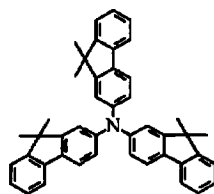
(1-10)



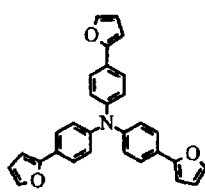
(1-11)



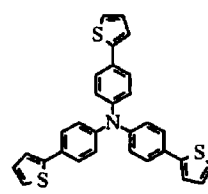
(1-12)



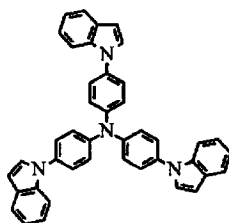
(1-13)



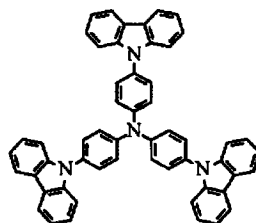
(1-14)



(1-15)

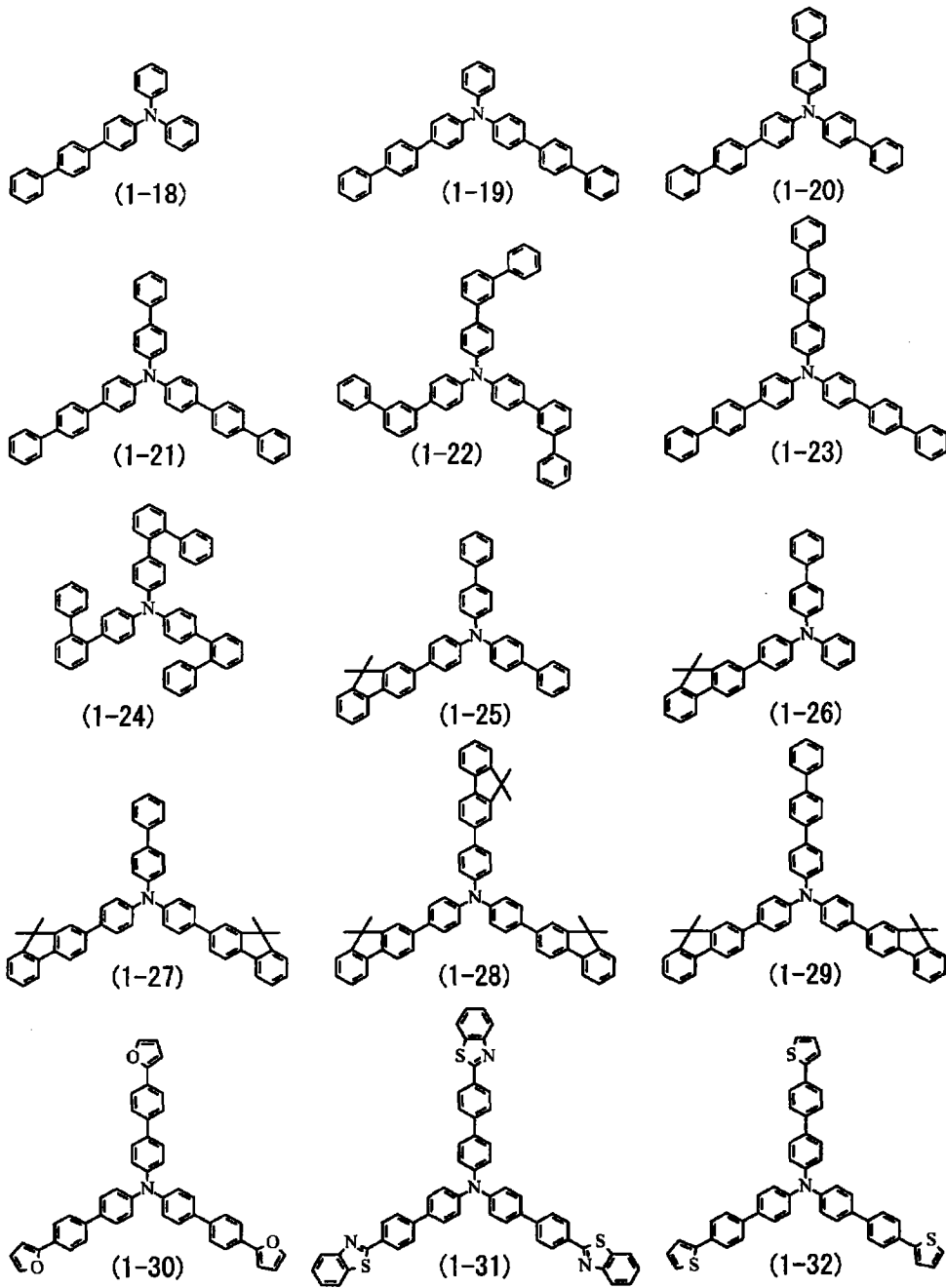


(1-16)

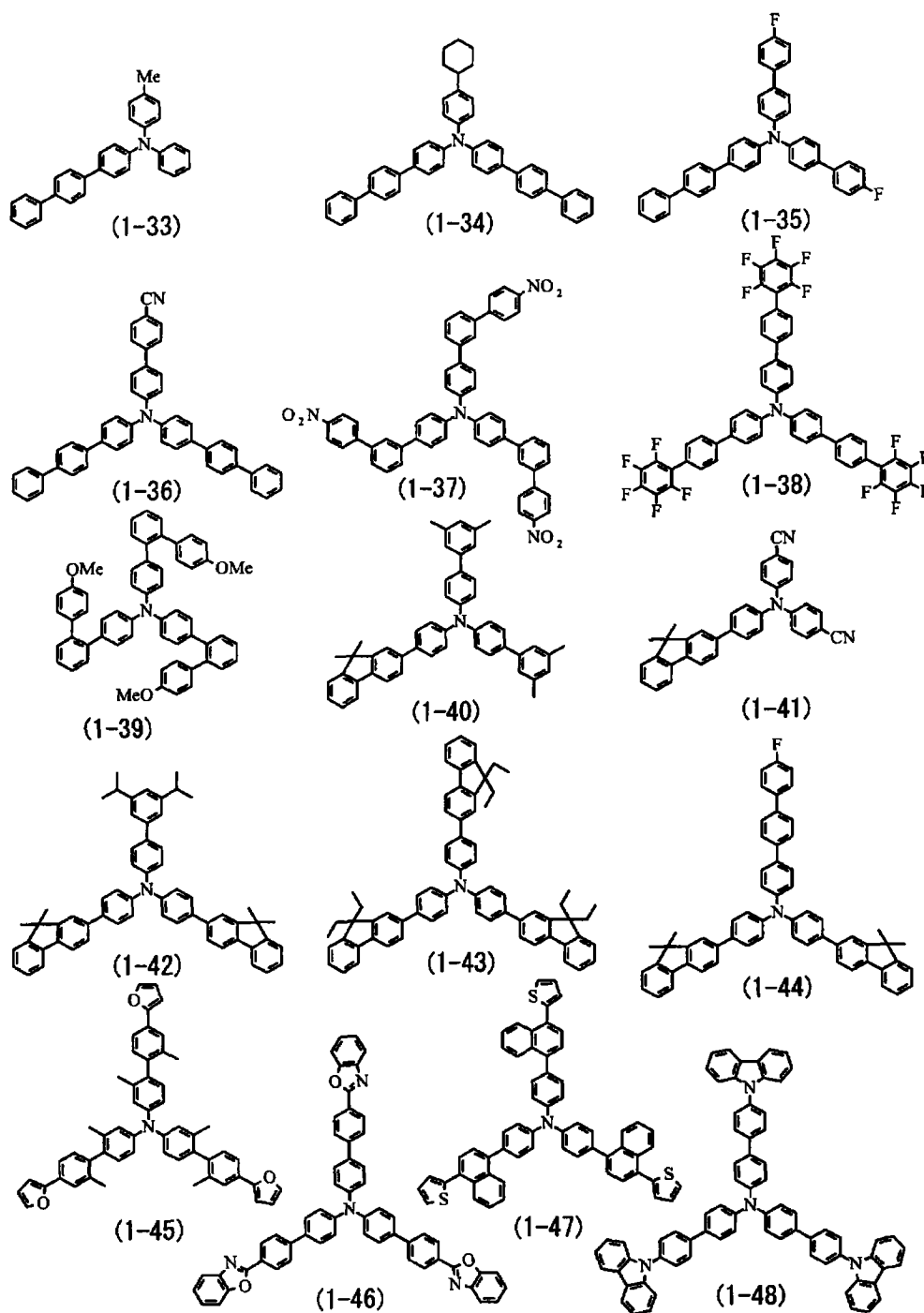


(1-17)

[0080]

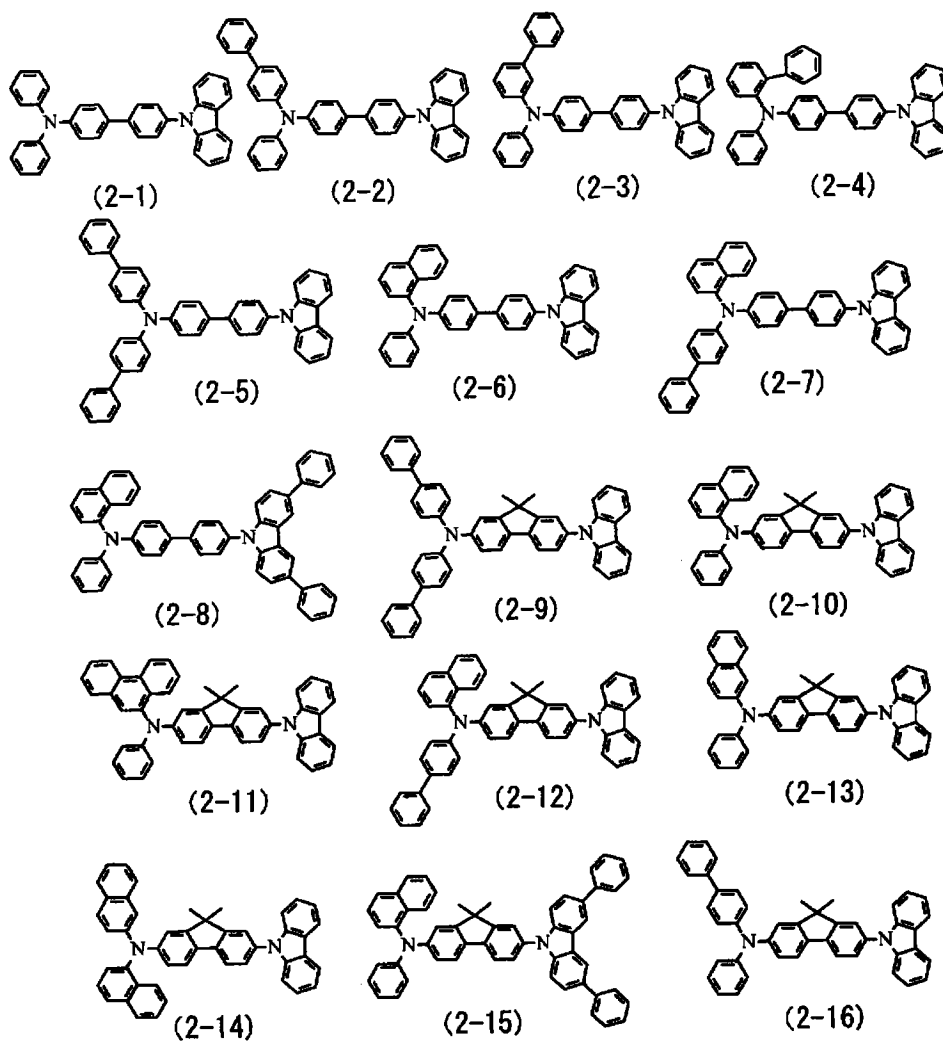


[0081]

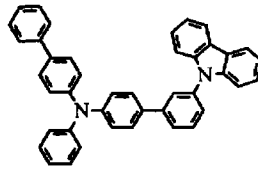


[0082] 化学式 (2) 所表示的化合物的具体示例包括由下面的分子式 (2-1) ~ (2-69) 所表示的化合物。应指出,对于键合到 L1 的含氮烃基,例如,在这里描述了包含咪唑基或吡啶基的化合物,但含氮烃基不限于此。例如,可使用咪唑基。

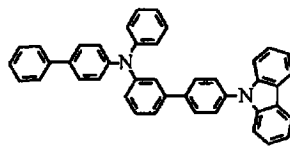
[0083]



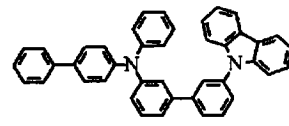
[0084]



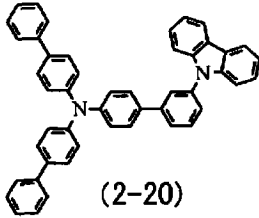
(2-17)



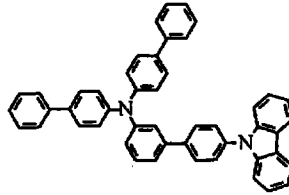
(2-18)



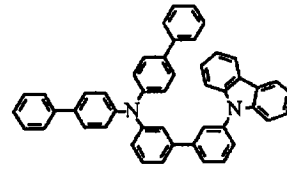
(2-19)



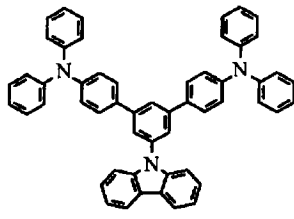
(2-20)



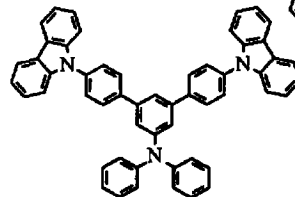
(2-21)



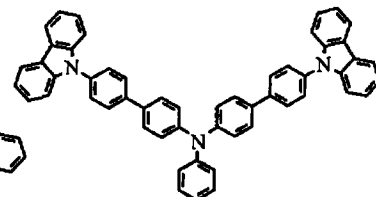
(2-22)



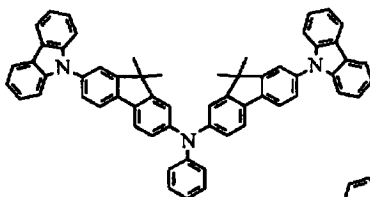
(2-23)



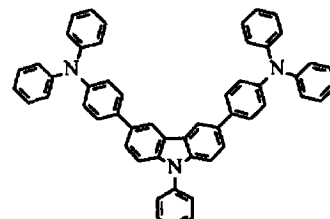
(2-24)



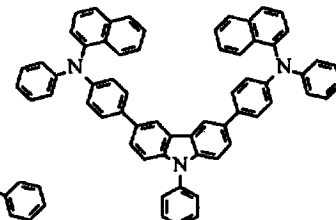
(2-25)



(2-26)

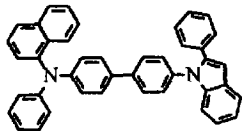


(2-27)

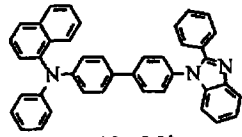


(2-28)

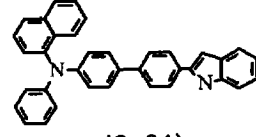
[0085]



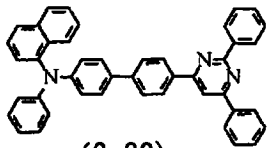
(2-29)



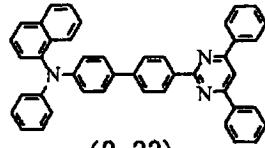
(2-30)



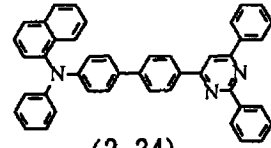
(2-31)



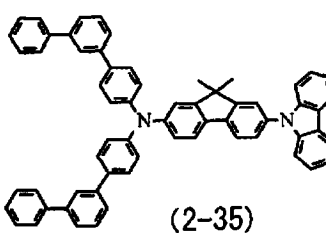
(2-32)



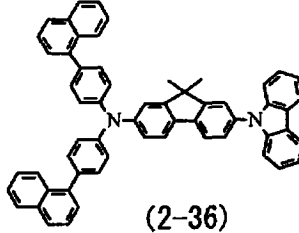
(2-33)



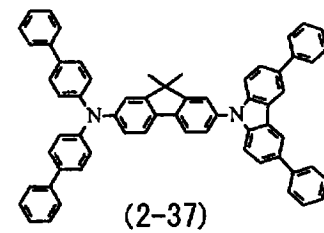
(2-34)



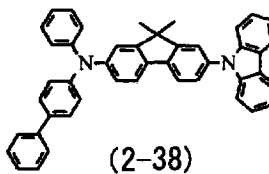
(2-35)



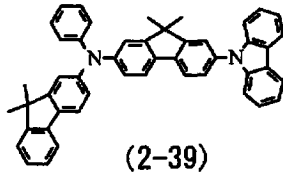
(2-36)



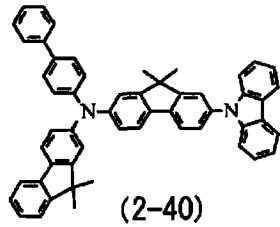
(2-37)



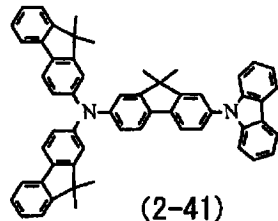
(2-38)



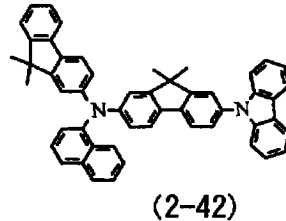
(2-39)



(2-40)

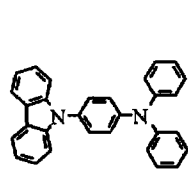


(2-41)

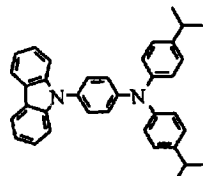


(2-42)

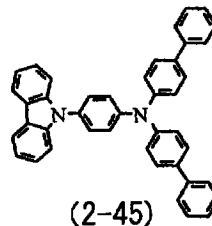
[0086]



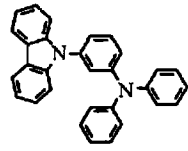
(2-43)



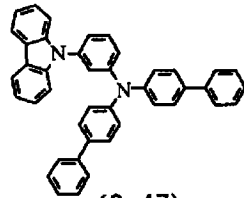
(2-44)



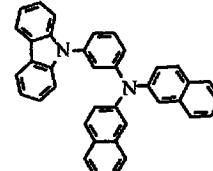
(2-45)



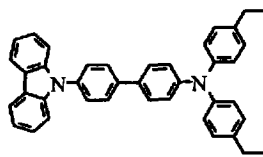
(2-46)



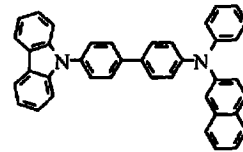
(2-47)



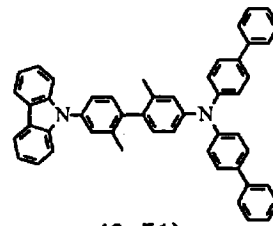
(2-48)



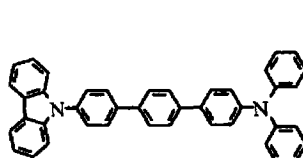
(2-49)



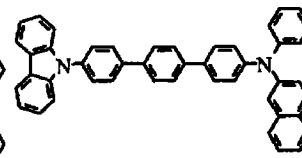
(2-50)



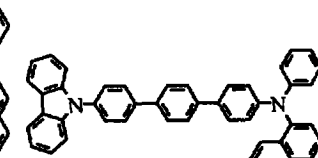
(2-51)



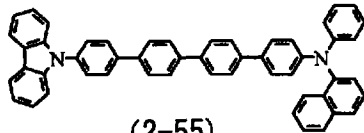
(2-52)



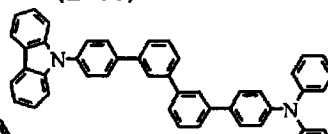
(2-53)



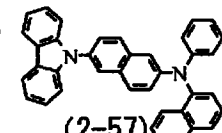
(2-54)



(2-55)

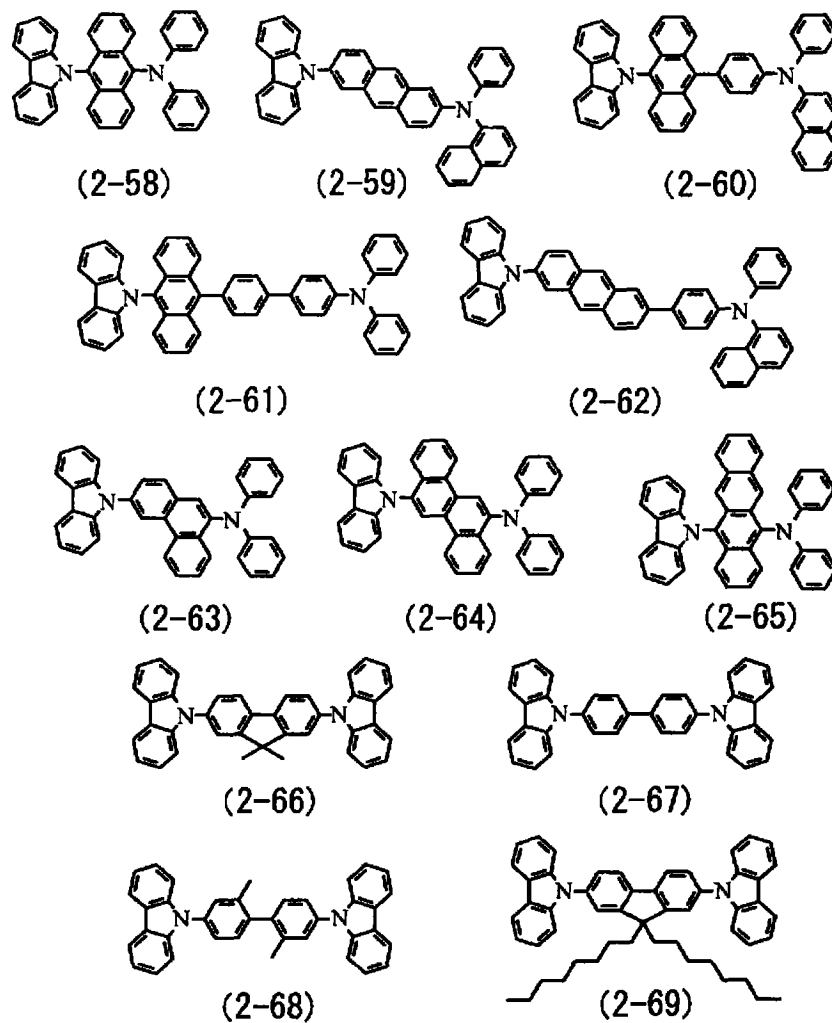


(2-56)



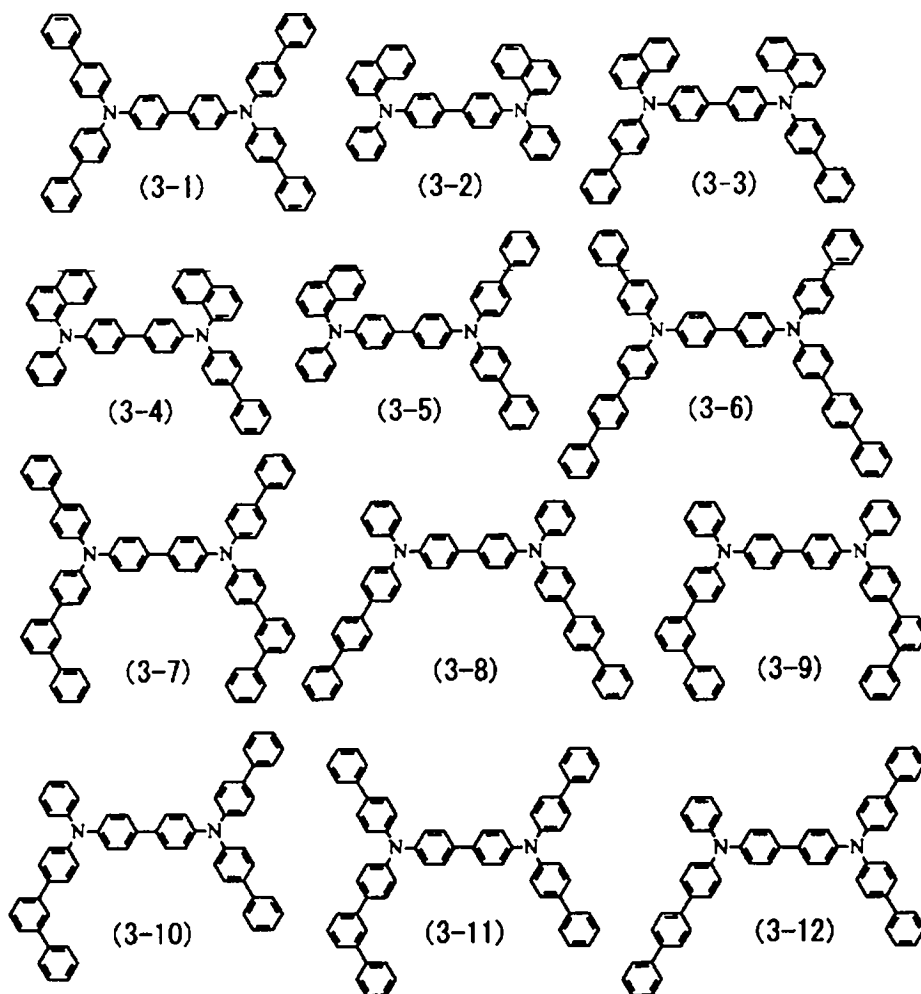
(2-57)

[0087]

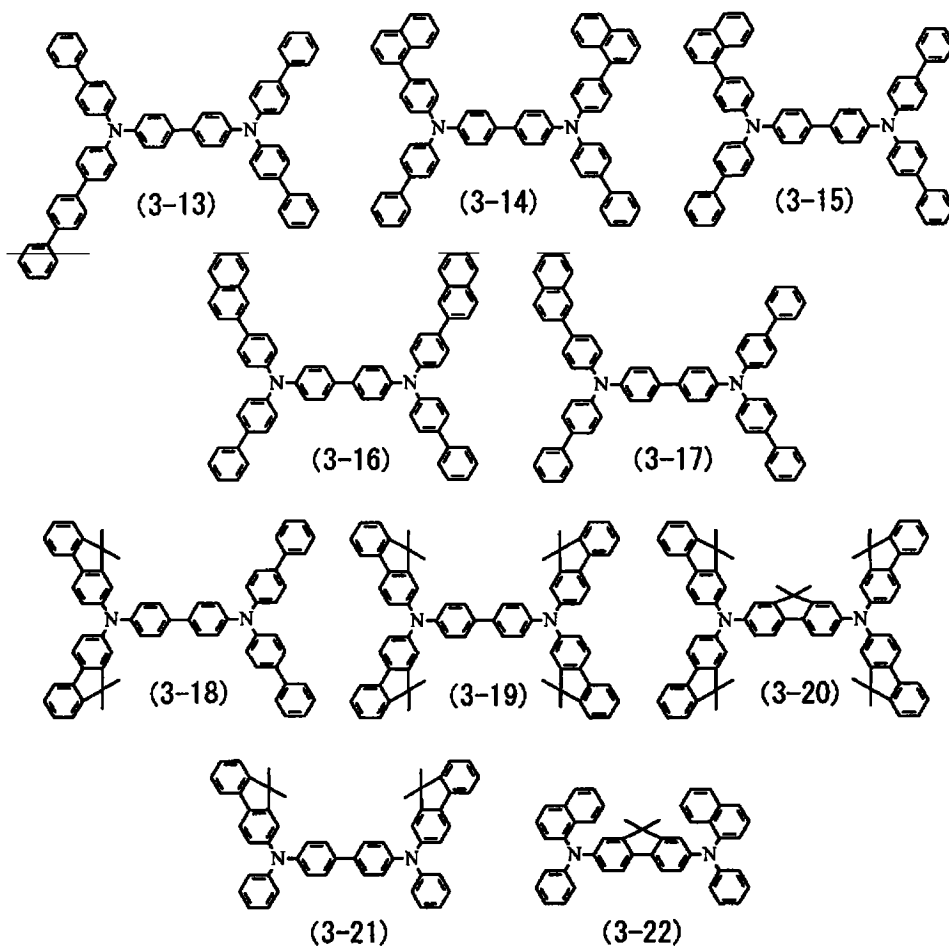


[0088] 化学式 (3) 所表示的化合物的具体示例包括由下面的分子式 (3-1) ~ (3-45) 所表示的化合物。

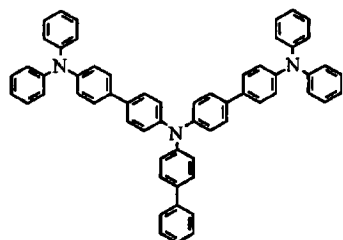
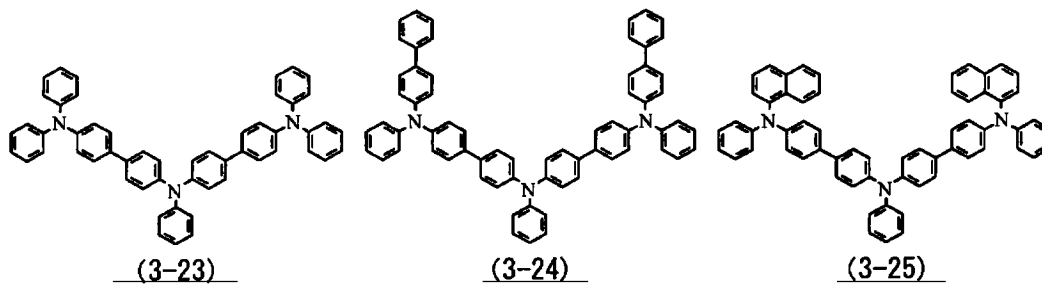
[0089]



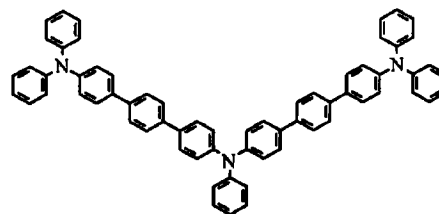
[0090]



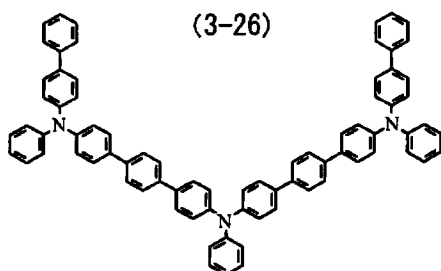
[0091]



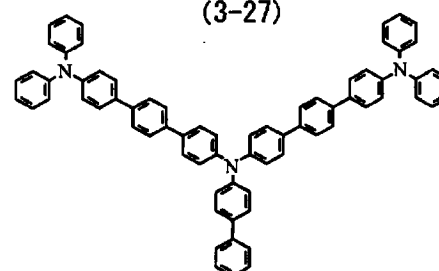
(3-26)



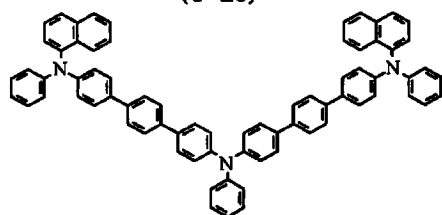
(3-27)



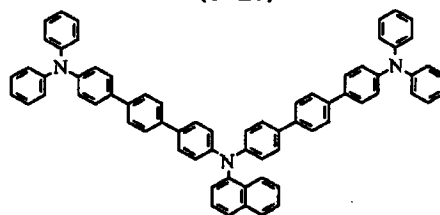
(3-28)



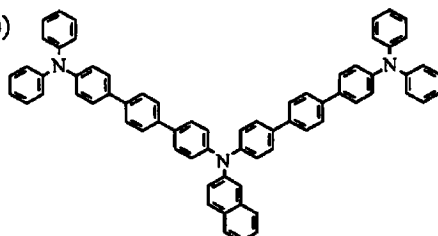
(3-29)



(3-30)

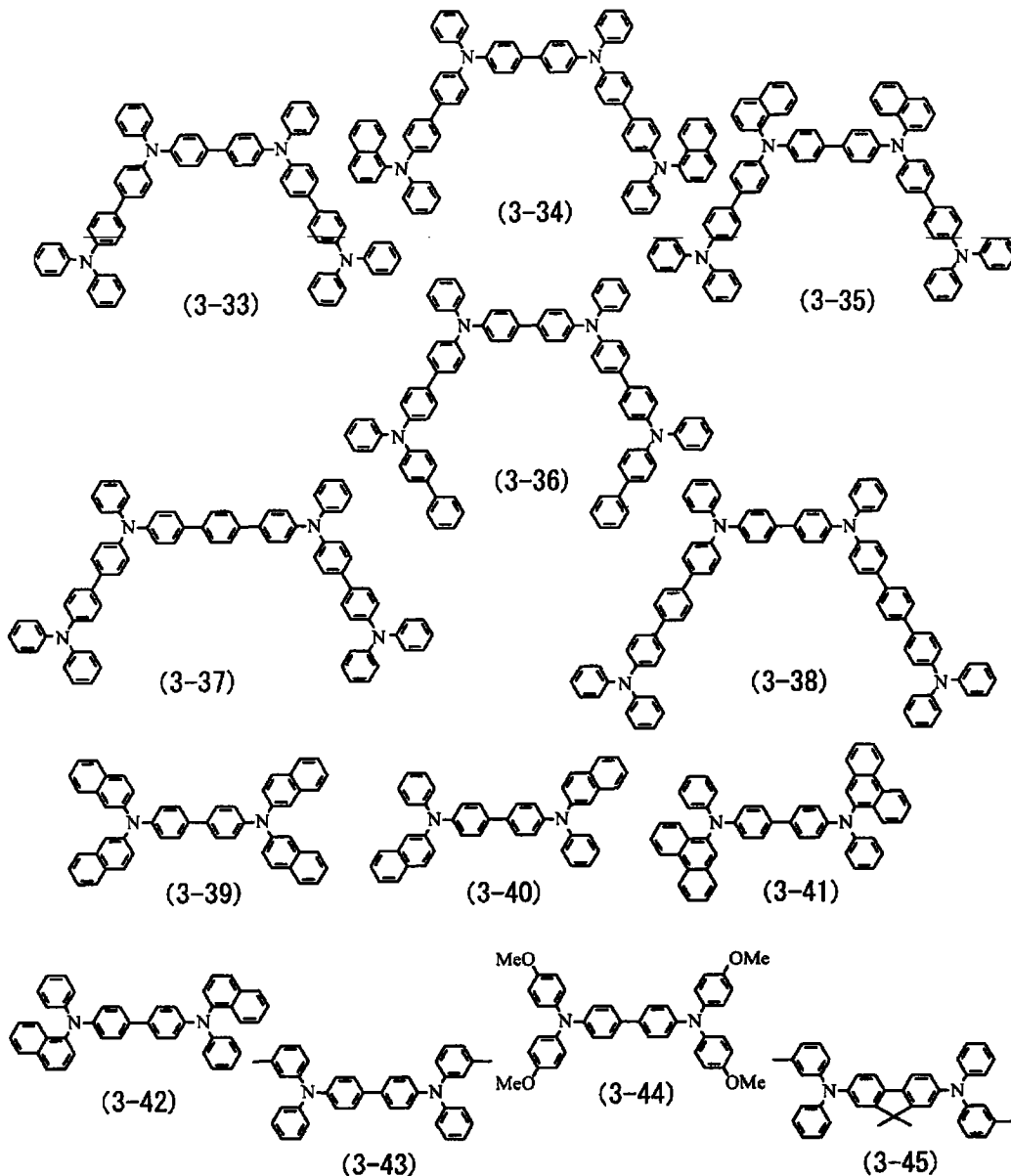


(3-31)



(3-32)

[0092]



[0093] 蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 用于增强向蓝色发光层 16CB 传输空穴的效率,空穴输送层 16BB 和蓝色发光层 16CB 分别布置在空穴注入层 16AB 上。例如,基于整个的元件结构,空穴输送层 16BB 的厚度优选地处于 10nm ~ 200nm 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 15nm ~ 150nm 的范围内(包括两个端点)。

[0094] 空穴输送层 16BB 至少包括低分子材料。因此,在有机 EL 显示器中,可以实现对蓝色发光效率和寿命的改善。而且,如同在向红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 中所加入的低分子材料的情况,这里使用的低分子材料是除诸如低分子化合物的聚合物或缩合物等化合物之外的具有单个分子量的低分子材料,低分子材料以单个分子形式存在。

[0095] 对于在空穴输送层 16BB 中使用的低分子材料,例如,可以使用苯、苯乙胺、三苯胺、吡啶、苯并菲、氮杂苯并菲、四氰基对苯醌二甲烷、三唑、咪唑、噁二唑、聚芳烷、苯二胺、芳胺、噁唑、葱、茚酮、脲、二苯乙烯或其衍生物或诸如聚硅烷类化合物、乙烯基吡啶类化合物、噻吩类化合物或苯胺类化合物之类的杂环共轭单体或低聚物。

[0096] 更具体地,可使用 α -萘基苯基苯二胺、吡啶、金属四苯基吡啶、金属萘酞菁、六氰

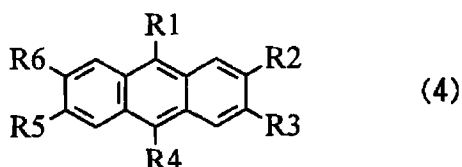
基氮杂苯并菲、7,7,8,8-四氰基对苯二醌二甲烷 (TCNQ)、7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟对苯醌二甲烷 (F4-TCNQ)、四氰基-4,4,4'-三(3-甲基苯基苯基氨基)-三苯胺、N,N,N',N'-四(对甲苯基)对苯二胺、N,N,N',N'-四苯基-4,4'-二氨基联苯、N-苯基咪唑、4-二-对甲苯基氨基二苯乙烯、聚对苯乙炔、聚噻吩乙炔和聚(2,2'-噻吩基吡咯),但低分子材料不限于此。

[0097] 而且,优选地,使用由上述化学式(1)~(3)表示的任何低分子材料形成空穴输送层16BB,具体示例包括由上述分子式(1-1)~(1-48)、(2-1)~(2-69)和(3-1)~(3-45)表示的化合物。

[0098] 响应于电场的施加,蓝色发光层16CB通过电子和空穴的再结合而发出光,蓝色发光层16CB作为公共层布置在红色发光层16CR、绿色发光层16CG和蓝色有机EL元件10B的空穴输送层16BB的整个表面上。蓝色发光层16CB包括作为主体材料的蒽化合物,主体材料掺杂有作为客体材料的蓝色或绿色荧光颜料以便发出蓝色光或绿色光。

[0099] 对于形成蓝色发光层16CB的主体材料,优选地使用由化学式(4)表示的化合物。

[0100]



[0101] 其中,R1~R6均是氢原子、卤素原子、羟基、氰基、硝基或包含具有20个碳原子以下的羰基的基团、包含羰基酯基团的基团、烷基、烯基、烷氧基、包含具有30个碳原子以下的甲硅烷基的基团、包含芳基的基团、包含杂环基的基团、包含氨基的基团或其衍生物。

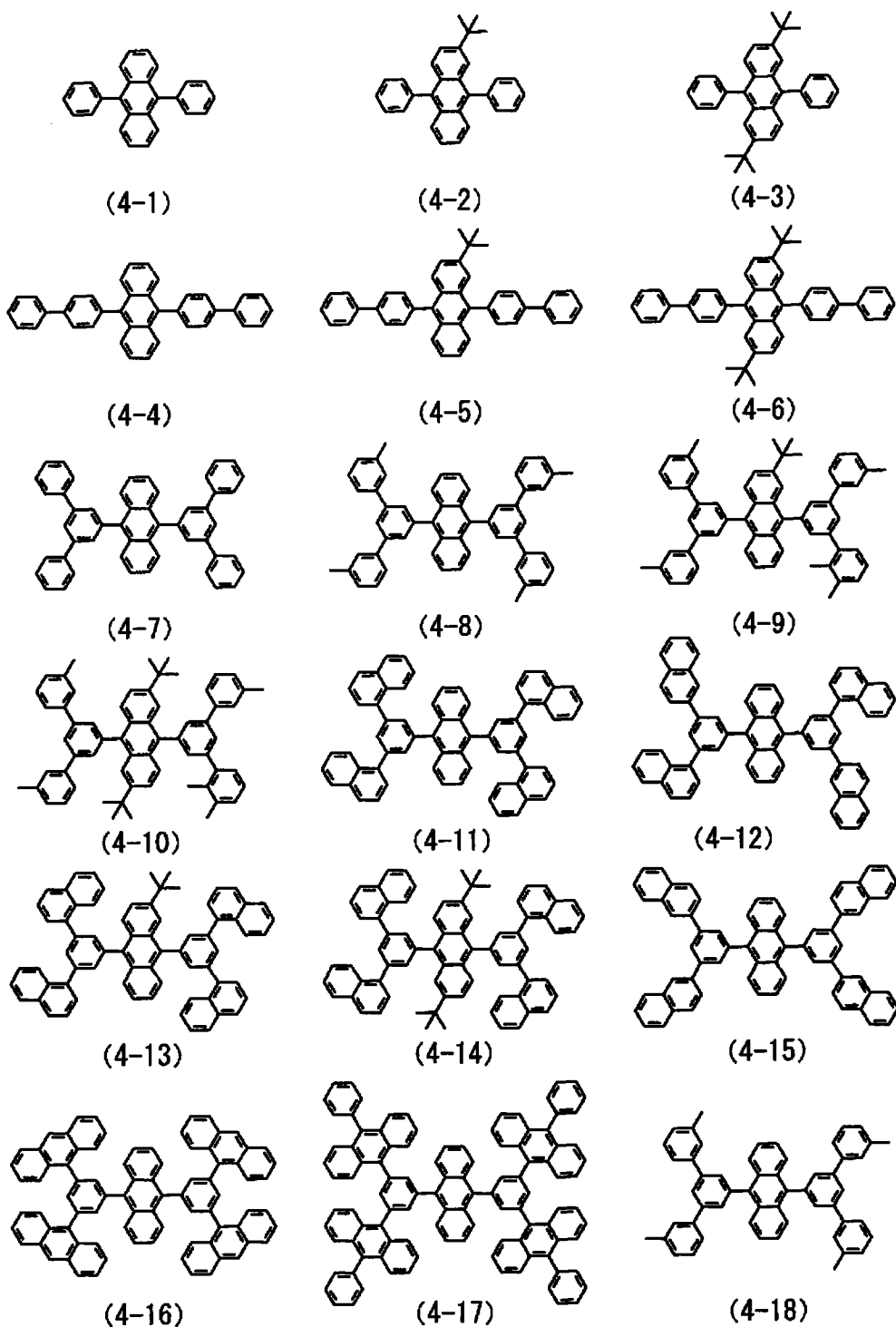
[0102] 在由分子式(4)表示的化合物中,由R1~R6所示的包含芳基的基团的示例包括苯基、1-萘基、2-萘基、苧基、1-蒽基、2-蒽基、9-蒽基、1-菲基、2-菲基、3-菲基、4-菲基、9-菲基、1-稠四苯基(1-naphthaceny1)、2-稠四苯基、9-稠四苯基、1-芘基、2-芘基、4-芘基、1-蒎基、6-蒎基、2-荧蒎基、3-荧蒎基、2-联苯基、3-联苯基、4-联苯基、邻甲苯基、间甲苯基、对甲苯基、和对叔丁基苯基。

[0103] 而且,由R1~R6所示的包含杂环基的基团是包含作为杂原子的氧原子(O)、氮原子(N)和硫原子(S)的五元环芳环基或六元环芳环基或是具有2~20个碳原子的稠合多环芳环基。这种杂环基的示例包括噻吩基、呋喃基、吡咯基、吡啶基、喹啉基、喹噁啉基、咪唑并吡啶基和苯并噻唑基。代表示例包括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-异氮茛基(1-isoindolyl group)、2-异氮茛基、3-异氮茛基、4-异氮茛基、5-异氮茛基、6-异氮茛基、7-异氮茛基、2-呋喃基、3-呋喃基、2-苯并呋喃基、3-苯并呋喃基、4-苯并呋喃基、5-苯并呋喃基、6-苯并呋喃基、7-苯并呋喃基、1-异苯并呋喃基、3-异苯并呋喃基、4-异苯并呋喃基、5-异苯并呋喃基、6-异苯并呋喃基、7-异苯并呋喃基、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-喹噁啉基、5-喹噁啉基、6-喹噁啉基、1-咪唑基、2-咪唑基、3-咪唑基、4-咪唑基、9-咪唑基、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-吡啶基和9-吡啶基。

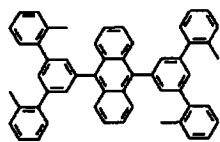
[0104] 由 R1 ~ R6 所示的包含氨基的基团可以是烷基氨基、芳基氨基和芳烷基氨基等中的任何一种。它们优选地包括具有 1 ~ 6 个碳原子的脂肪烃基和 / 或具有 1 ~ 4 个碳原子的芳环基。这些基团包括二甲基氨基、二乙基氨基、二丁基氨基、二苯基氨基、双甲苯基氨基、双联苯基氨基和二萘基氨基。注意, 上述取代基可以形成由两个以上取代基构成的稠合环, 而且, 上述取代基也可以是其衍生物。

[0105] 由化学式 (4) 表示的化合物的示例包括由下面分子式 (4-1) ~ (4-51) 表示的化合物。

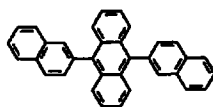
[0106]



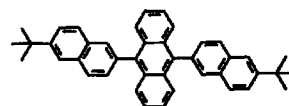
[0107]



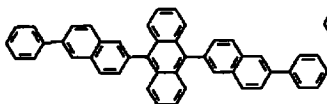
(4-19)



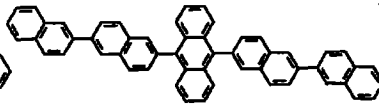
(4-20)



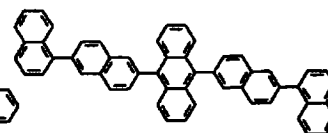
(4-21)



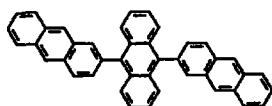
(4-22)



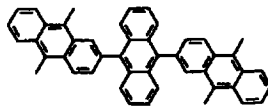
(4-23)



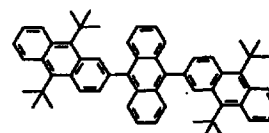
(4-24)



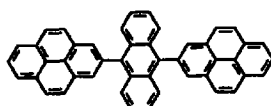
(4-25)



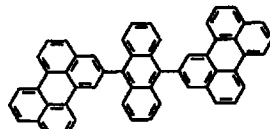
(4-26)



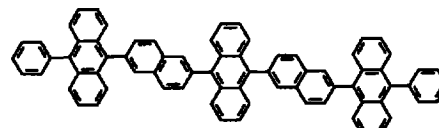
(4-27)



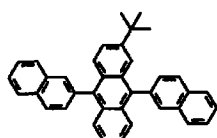
(4-28)



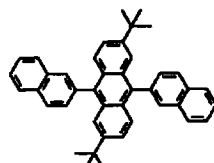
(4-29)



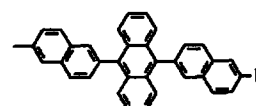
(4-30)



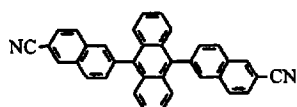
(4-31)



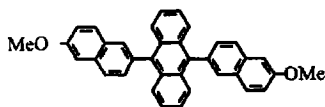
(4-32)



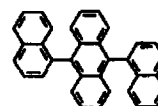
(4-33)



(4-34)

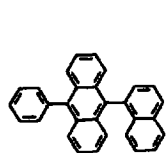


(4-35)

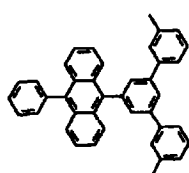


(4-36)

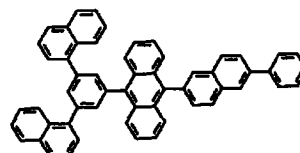
[0108]



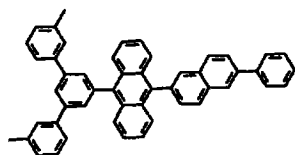
(4-37)



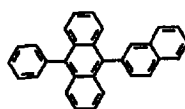
(4-38)



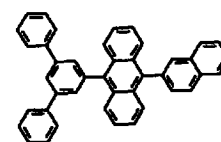
(4-39)



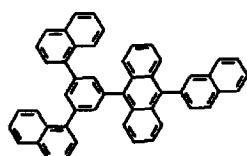
(4-40)



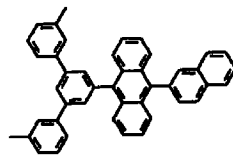
(4-41)



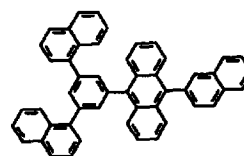
(4-42)



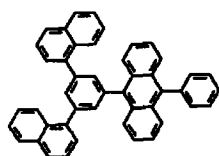
(4-43)



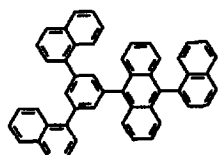
(4-44)



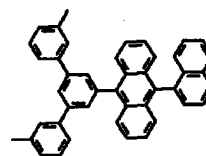
(4-45)



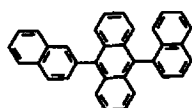
(4-46)



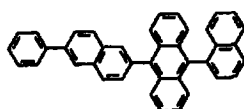
(4-47)



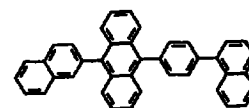
(4-48)



(4-49)



(4-50)



(4-51)

[0109] 另一方面,对于形成蓝色发光层 16CB 的发光客体材料,例如,使用诸如低分子荧光材料、磷光染料或金属络合物之类的有机发光材料。

[0110] 这里的蓝色发光客体材料是表示在大约 400nm ~ 490nm 的发光波长范围内具有峰值的化合物。对于这类化合物,使用诸如萘衍生物、蒽衍生物、丁省衍生物、苯乙烯胺衍生物或双吡嗪基亚甲基硼复合物之类的有机材料。特别是,对于上述化合物,优选地从由氨基萘衍生物、氨基蒽衍生物、氨基蒹衍生物、氨基芘衍生物、苯乙烯胺衍生物和双吡嗪基亚甲基硼复合物组成的群组中选择一种。

[0111] 电子输送层 16D 用于增强向红色发光层 16CR、绿色发光层 16CG 和蓝色发光层 16CB 传输电子的效率,电子输送层 16D 作为公共层布置在蓝色发光层 16CB 的整个表面上。电子输送层 16D 的材料示例包括喹啉、茈、菲咯啉、双苯乙烯基、吡嗪、三唑、噁唑、富勒烯(fullerene)、噁二唑、茆酮、及其衍生物和其金属络合物。更具体地,可使用三(8-羟基喹啉)铝(简称为 Alq3)、蒽、萘、芘、蒹、茈、丁二烯、香豆素、C60、吡啶、二苯乙烯、1,10-菲咯啉或其衍生物或其金属络合物。

[0112] 电子注入层 16E 用于增强电子注入效率,电子注入层 16E 布置在电子输送层 16D

的整个表面上。对于电子注入层 16E 的材料,可以使用作为锂 (Li) 的氧化物的氧化锂 (Li_2O)、作为铯 (Cs) 的复合氧化物的碳酸铯 (Cs_2CO_3) 或上述氧化物和复合氧化物的混合物。而且,电子注入层 16E 的材料不限于此,例如,可单独使用诸如钙 (Ca) 或钡 (Ba) 之类的碱土金属、诸如锂或铯之类的碱金属和诸如铟 (In) 或镁 (Mg) 之类的具有小的功函数的金属或这些金属中的任一金属的氧化物、复合氧化物或氟化物,也可以使用它们的混合物或合金以改善稳定性。

[0113] 上电极 17 例如具有 $2\text{nm} \sim 15\text{nm}$ (包括两个端点) 的厚度,是由金属导电膜构成。更具体地,使用 Al、Mg、Ca、或 Na 的合金。特别地,镁和银的合金 (Mg-Ag 合金) 是优选的,这是因为 Mg-Ag 合金在薄膜中既具有导电性,而且具有小的吸收。不具体限制 Mg-Ag 合金中的镁和银之间的比率,但其优选地处于 Mg : Ag 的膜厚比率 = $20 : 1 \sim 1 : 1$ 的范围内 (包括两个端点)。而且,上电极 17 的材料可以是 Al 和 Li 的合金 (Al-Li 合金)。

[0114] 而且,上电极 17 可以是由包括诸如喹啉铝络合物、苯乙烯胺衍生物或酞菁衍生物之类的有机发光材料的混合层构成。在这种情况下,上电极 17 还可包括诸如 MgAg 之类的具有透光性的层。应指出,在有源矩阵驱动系统的情况下,上电极 17 形成在整个基板 11 上,以便通过有机层 16 和隔壁 15 与下电极 14 绝缘,上电极 17 用作红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的公共电极。

[0115] 保护层 20 例如具有 $2 \sim 3\mu\text{m}$ 的厚度 (包括两个端点),可由绝缘材料或导电材料制成。对于绝缘材料,无机非晶绝缘材料是优选的,例如,非晶硅 ($\alpha\text{-Si}$)、非晶碳化硅 ($\alpha\text{-SiC}$)、非晶氮化硅 ($\alpha\text{-Si}_{1-x}\text{N}_x$)、非晶碳 ($\alpha\text{-C}$) 等。这些无机非晶绝缘材料不形成颗粒,所以无机非晶绝缘材料形成具有低透水性的良好保护膜。

[0116] 密封基板 40 布置在靠近红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的上电极 17 的一侧,密封基板 40 用于使用粘合层 (未图示) 来密封红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B。对于发出自红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的光,密封基板 40 是由诸如玻璃之类的透明材料制成。在密封基板 40 中,例如,布置滤色器和作为黑矩阵的遮光膜 (均未图示) 以提取发出自红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的光并吸收红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G、蓝色有机 EL 元件 10B 及其之间的布线所反射的外部光,由此,改善了对比度。

[0117] 滤色器包括依次布置以分别对应于红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的红色滤色器、绿色滤色器和蓝色滤色器 (均未图示)。红色滤色器、绿色滤色器和蓝色滤色器具有例如矩形形状,且无间隔地形成。红色滤色器、绿色滤色器和蓝色滤色器是由混合有对应颜色的颜料的树脂制成,通过选择颜料调整红色滤色器、绿色滤色器和蓝色滤色器,使得在目标红色、绿色或蓝色波长范围内具有高透光率而在其它波长范围内具有低透光率。

[0118] 而且,在滤色器中具有高透光率的波长范围与提取自共振器结构的光的光谱的峰值波长 λ 互相相等。由此,仅具有与提取自从密封基板 40 进入的外部光中的光的光谱的峰值波长 λ 相等的波长的光穿过滤色器,而阻止其它波长的外部光进入红色、绿色和蓝色有机 EL 元件 10R、10G 和 10B。

[0119] 遮光膜是由例如黑色树脂膜或使用薄膜干涉的薄膜滤光片构成,黑色树脂膜混合

有具有 1 或多于 1 的光学密度的黑色着色剂。特别地,遮光膜优选地是由黑色树脂膜构成,这是因为容易低成本地形成遮光膜。例如通过层叠一个或多个由金属、金属氮化物或金属氧化物制成的薄膜形成薄膜滤光片,薄膜滤光片利用薄膜干涉使光减弱。更具体地,对于薄膜滤光片,可使用通过交替层叠铬和三氧化二铬 (Cr_2O_3) 形成的薄膜滤光片。

[0120] 能够通过例如以下步骤制造有机 EL 显示器。

[0121] 图 4 表示有机 EL 显示器的制造方法的流程图,图 5A ~ 图 5C 至图 7A ~ 图 7C 以制造步骤的顺序表示图 4 所示的制造方法。首先,在由上述材料制成的基板 11 上形成包括驱动晶体管 Tr1 的像素驱动电路 140,并且,例如,布置由感光树脂制成的平坦化绝缘膜(未图示)。

[0122] 下电极 14 的形成步骤

[0123] 接下来,例如,如图 5A(步骤 S101)所示,在基板 11 的整个表面上形成由 ITO 制成的透明导电膜,图案化透明导电膜以分别形成红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 的下电极 14。此时,下电极 14 均通过平坦化绝缘膜(未图示)的接触孔(未图示)电连接至驱动晶体管 Tr1 的漏极。

[0124] 隔壁 15 的形成步骤

[0125] 接下来,同样如图 5A 所示,通过例如 CVD(化学气相沉积)方法在下电极 14 和平坦化绝缘膜(未图示)上形成由诸如 SiO_2 之类的无机绝缘材料制成的膜,使用光刻技术和蚀刻技术图案化所述膜以形成下隔壁 15A。

[0126] 此后,同样如图 5A 所示,在下隔壁 15A 的预定位置中形成由上述感光树脂制成的上隔壁 15B,更具体地,所述预定位置是围绕每个像素的发光区域的位置。因此,形成包括上隔壁 15B 和下隔壁 15A 的隔壁 15(步骤 S102)。

[0127] 在形成隔壁 15 之后,对基板 11 的形成有下电极 14 和隔壁 15 处的表面进行氧等离子体处理以去除诸如粘附到表面上的有机物之类的污染物,由此,改善了润湿性。更具体地,以例如大约 $70 \sim 80^\circ\text{C}$ 的预定温度加热基板 11,接着,基板 11 在大气压力下经受使用氧气作为反应气体的等离子体处理 (O_2 等离子体处理)。

[0128] 进行防水处理的步骤

[0129] 在进行等离子体处理之后,进行防水处理步骤(防液体处理)(步骤 S103),以便降低上隔壁 15B 的具体为上表面和侧表面的润湿性。更具体地,在大气压力下进行使用四氟化碳作为反应气体的等离子体处理 (CF_4 等离子体处理),此后,将在等离子体处理中加热的基板 11 冷却到室温,以便使上隔壁 15B 的上表面和侧表面具有防水性,由此,降低了其润湿性。

[0130] 在 CF_4 等离子体处理中,向下电极 14 和下隔壁 15A 的暴露表面施加了较小影响,但作为下电极 14 的材料的 ITO、作为下隔壁 15A 的材料的 SiO_2 等对氟具有较差的亲合力,因此,通过氧等离子体处理而改善润湿性的表面的润湿性保持原来的样子。

[0131] 空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 的形成步骤

[0132] 在进行防水处理之后,如图 5B 所示,在上隔壁 15B 所包围的区域中形成由上述材料制成的空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB(步骤 S104)。通过诸如旋转涂覆方法或液滴排出(liquid droplet discharging)方法之类的涂覆方法形成空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB。特别是,由于需要在上隔壁 15B 所包围的区域中选择性地布置空穴注入层 16AR、16AG 和

16AB 的形成材料,优选地使用作为液滴排出方法的喷墨印刷方法或喷嘴涂覆方法。

[0133] 更具体地,例如通过喷墨印刷方法,将诸如聚苯胺或聚噻吩之类的作为空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 的形成材料的溶液或分散液体排出到下电极 14 的暴露表面。此后,进行热处理(烘干处理)以形成空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB。

[0134] 在热处理中,将溶剂或分散媒介烘干,接着,在高温下加热。在使用诸如聚苯胺或聚噻吩之类的导电高聚合物的情况下,优选地在空气或氧气环境下进行热处理,这是因为通过借助氧气对导电高聚合物进行氧化而容易增强导电性。

[0135] 加热温度优选地处于 $150^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 $180^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 的范围内(包括两个端点)。基于温度和大气,加热时间优选地处于大约 5 分钟 \sim 300 分钟的范围内,更优选地处于 10 分钟 \sim 240 分钟的范围内(包括两个端点)。烘干的膜的厚度优选地处于 $5\text{nm} \sim 100\text{nm}$ 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 $8\text{nm} \sim 50\text{nm}$ 的范围内(包括两个端点)。

[0136] 红色有机 EL 元件 10R 和绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BR 和 16BG 的形成步骤

[0137] 在形成空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 之后,如图 5C 所示,分别在红色有机 EL 元件 10R 和绿色有机 EL 元件 10G 的空穴注入层 16AR 和 16AG 上形成由上述材料制成的空穴输送层 16BR 和 16BG(步骤 S105)。通过诸如旋转喷涂方法或液滴排出方法之类的涂覆方法形成空穴输送层 16BR 和 16BG。特别地,由于需要在由上隔壁 15B 所围绕的区域中选择性地布置空穴输送层 16BR 和 16BG 的形成材料,所以优选地使用作为液滴排出方法的喷墨印刷方法或喷嘴涂覆方法。

[0138] 更具体地,通过例如喷墨印刷方法将作为空穴输送层 16BR 和 16BG 的形成材料的高聚合物的溶液或分散液体排出到空穴注入层 16AR 和 16AG 的暴露表面。此后,进行热处理(烘干处理)以形成红色有机 EL 元件 10R 和绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BR 和 16BG。

[0139] 在热处理中,将溶剂或分散液体烘干,接着,在高温下加热。对于用于涂覆的大气或用于烘干和加热溶剂的大气,包括作为主要成分的氮气(N_2)的大气是优选的,这是因为大气中包含氧气和水分,可能降低形成的有机 EL 显示器的发光效率或寿命。特别是,在加热步骤中,氧气或水分的影响很大,因此,需要注意氧气或水分。氧气浓度优选地处于 $0.1\text{ppm} \sim 100\text{ppm}$ 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 50ppm 或小于 50ppm 的范围内。当氧气浓度大于 100ppm 时,形成的薄膜的界面可能被污染以致降低所获得的有机 EL 显示器的发光效率和寿命。而且,在氧气浓度小于 0.1ppm 的情况下,这样的低浓度不会带来元件特性的问题,但在现有的大规模生产过程中,用于保持小于 0.1ppm 的氧气浓度的大气的设备的费用较高。

[0140] 而且,水分的露点优选地处于例如 $-80^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 -50°C 或小于 -50°C ,更加优选地处于 -60°C 或小于 -60°C 。当出现具有高于 -40°C 的露点的水分时,形成的薄膜的界面可能被污染以致降低所获得的有机 EL 显示器的发光效率或寿命。而且,在水分具有低于 -80°C 的露点的情况下,这种低温度不会导致元件的特性变化,但在现有的大规模生产过程中,用于保持低于 -80°C 的露点的大气的装置的费用较高。

[0141] 加热温度优选地处于 100℃~230℃ 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 100℃~200℃ 的范围内(包括两个端点)。优选地,加热温度至少低于形成空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 的温度。基于温度和大气,加热时间优选地处于大约 5 分钟~300 分钟的范围内,更优选地处于 10 分钟~240 分钟的范围内(包括两个端点)。基于整个元件的结构,烘干的膜的厚度优选地处于 10nm~200nm 的范围内(包括两个端点),更优选地处于 15nm~150nm 的范围内(包括两个端点)。

[0142] 红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的形成步骤

[0143] 在形成红色有机 EL 元件 10R 和绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BR 和 16BG 之后,如图 6A 所示,在红色有机 EL 元件 10R 的空穴输送层 16BR 上形成由上述高分子材料和上述低分子材料的混合材料制成的红色发光层 16CR。而且,在绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BG 上形成由上述高分子材料和上述低分子材料的混合材料制成的绿色发光层 16CG(步骤 S106)。通过诸如旋转喷涂方法或液滴排出方法之类的涂覆方法形成红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG。特别是,由于需要在由上隔壁 15B 所围绕的区域中选择性地排出红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的形成材料,所以优选地使用作为液滴排出方法的喷墨印刷方法或喷嘴涂覆方法。

[0144] 更具体地,通过例如喷墨印刷方法将作为红色发光层 16CR 或绿色发光层 16CG 的形成材料的高聚合物的溶液或分散液体排出到空穴输送层 16BR 或 16BG 的暴露表面上。此后,如同形成上述红色有机 EL 元件 10R 和上述绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BR 和 16BG 的步骤所描述的热处理(烘干处理),在相同的条件下以相同的方法进行热处理以形成红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG。

[0145] 蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 的形成步骤

[0146] 在形成红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 之后,如图 6B 所示,在蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴注入层 16AB 上形成由上述低分子材料制成的空穴输送层 16BB(步骤 S107)。通过诸如旋转喷涂方法或液滴排出方法之类的涂覆方法形成空穴输送层 16BB。特别是,由于需要在由上隔壁 15B 所围绕的区域中选择性地排出空穴输送层 16BB 的形成材料,所以优选地使用作为液滴排出方法的喷墨印刷方法或喷嘴涂覆方法。

[0147] 更具体地,通过例如喷墨印刷方法将作为空穴输送层 16BB 的形成材料的低分子材料的溶液或分散液体排出到空穴注入层 16AB 的暴露表面上。此后,如同形成上述红色有机 EL 元件 10R 和上述绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BR 和 16BG 的步骤所描述的热处理(烘干处理),在相同的条件下以相同的方法进行热处理以形成空穴输送层 16BB。

[0148] 步骤的顺序

[0149] 可以以任何顺序进行红色有机 EL 元件 10R 和绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BR 和 16BG 的形成步骤、蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 的形成步骤以及红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的形成步骤,但需要预先形成在其上展开待形成的层的基座,且需要在每个加热和烘干步骤中经受加热步骤。而且,需要在等于或低于前一步骤中的温度的温度下进行涂覆。例如,在用于加热红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的温度为 130℃ 及用于加热蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 的温度也为 130℃ 的情况下,可以进行涂覆以形成红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG,然后,在不烘干红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的情况下,可以进行涂覆以形成蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB,

此后,可以进行烘干和加热红色发光层 16CR、绿色发光层 16CG 和蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 的步骤。

[0150] 而且,在每个上述步骤中,优选地,分开进行烘干步骤和加热步骤,这是因为,在烘干步骤中,涂覆的湿膜容易流动,由此容易形成不均匀的膜。优选的烘干步骤是在常压下统一地在真空中将膜烘干,更优选地,在使风吹过膜的情况下将膜烘干。在加热步骤中,在一定程度上去除溶剂以降低流动性,于是膜变硬。接着,当缓慢加热膜时,能够将少量的残留溶剂去除,或在分子水平上重新布置发光材料或空穴输送层的材料。

[0151] 蓝色发光层 16CB 的形成步骤

[0152] 在形成蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 及红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 之后,如图 6C 所示,在红色发光层 16CR、绿色发光层 16CG 和蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 的整个表面上形成作为公共层的由上述低分子材料制成的蓝色发光层 16CB(步骤 S108)。

[0153] 电子输送层 16D、电子注入层 16E 和上电极 17 的形成步骤

[0154] 在形成蓝色发光层 16CB 之后,如图 7A、7B 和 7C 所示,通过蒸镀方法在蓝色发光层 16CB 的整个表面上形成由上述材料制成的电子输送层 16D、电子注入层 16E 和上电极 17(步骤 S109、S110 和 S111)。

[0155] 在形成上电极 17 之后,如图 3 所示,通过例如蒸镀方法或 CVD 方法之类的具有小的膜形成颗粒能量的膜形成方法形成保护层 20,以致不向基座施加影响。例如,在形成由非晶氮化硅制成的保护层 20 时,通过 CVD 方法形成保护层 20 以便具有 2 ~ 3 μm 的厚度(包括两个端点)。此时,为了防止由于有机层 16 的劣化而导致亮度下降,优选地,将膜形成温度设置成为室温,且在使膜上的应力为最小的条件下形成膜,以防止保护层 20 剥落。

[0156] 在不使用掩模的情况下在整个表面上形成蓝色发光层 16CB、电子输送层 16D、电子注入层 16E、上电极 17 和保护层 20。而且,在不暴露于空气的情况下,优选地在同一个膜形成装置中依次形成蓝色发光层 16CB、电子输送层 16D、电子注入层 16E、上电极 17 和保护层 20。因此,可以防止由于水分所导致的有机层 16 的劣化。

[0157] 在与形成下电极 14 的步骤相同的步骤中形成辅助电极(未图示)的情况下,在形成上电极 17 之前,可以通过诸如激光烧蚀(laser ablation)之类的技术去除形成在辅助电极的整个上表面上的有机层 16。因此,上电极 17 能够直接连接至辅助电极,由此,改善了接触。

[0158] 在形成保护层 20 之后,例如,在由上述材料制成的密封基板 40 上形成由上述材料制成的遮光膜。接下来,通过旋转涂覆等使用红色滤色器(未图示)的材料涂覆密封基板 40,通过光刻技术将所述材料图案化并烧制所述材料以形成红色滤色器。接下来,如同在红色滤色器(未图示)的情况下,依次形成蓝色滤色器和绿色滤色器(均未图示)。

[0159] 此后,在保护层 20 上形成粘合层(未图示),密封基板 40 隔着粘合层结合到保护层 20。因而,完成图 1 ~ 图 3 所示的显示器。

[0160] 在所述显示器中,通过写晶体管 Tr2 的栅极将扫描信号从扫描线驱动电路 130 供应到每个像素,通过写晶体管 Tr2 从信号线驱动电路 120 供应的图像信号保持在保持电容 Cs 中。换句话说,响应于保持电容 Cs 中所保持的信号,对驱动晶体管 Tr1 的开/关进行控制,由此,驱动电流 Id 注入到每个红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机

EL 元件 10B, 以致通过电子和空穴的再结合进行发光。在底部发光的情况下, 光穿过下电极 14 和基板 11, 在顶部发光的情况下, 光穿过上电极 17、滤色器 (未图示) 和密封基板 40, 于是射出光。

[0161] 此时, 在每个红色有机 EL 元件 10R 中, 布置红色发光层 16CR 和蓝色发光层 16CB, 但能量转换到最低能级的红色以显著地发出红色光。在每个绿色有机 EL 元件 10G 中, 布置绿色发光层 16CG 和蓝色发光层 16CR, 但能量转换到最低能级的绿色以显著地发出绿色光。在每个蓝色有机 EL 元件 10B 中, 仅包括蓝色发光层 16CB, 所以发出蓝色光。如上所述, 在使用仅由相关技术中所使用的高分子材料制成的红色或绿色有机发光层的有机 EL 元件中, 从蓝色发光层向红色发光层或绿色发光层注入空穴或电子的效率低, 由高分子材料制成的红色发光层或绿色发光层没有充分利用其内在特性。

[0162] 在这种情况下, 红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 是由加入有低分子材料的高分子材料制成, 所以降低了红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的能级与由低分子材料制成的蓝色发光层 16CB 的能级之间的差异。因此, 改善了从蓝色发光层 16CB 向红色发光层 16CR 或绿色发光层 16CG 注入空穴或电子的效率, 能够真正地获得接近红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的元件特性的值。

[0163] 因此, 在本实施例中, 通过涂覆方法使用高分子材料和低分子材料的混合材料形成红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG, 所以, 改善了从蓝色发光层 16CB 向红色发光层 16CR 或绿色发光层 16CG 输送空穴或电子的效率, 获得了接近红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 的元件特性的值。换句话说, 通过以阵列形式形成红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 而构成彩色有机 EL 显示器, 可以实现较高的发光效率和较长的寿命。

[0164] 模块和应用示例

[0165] 下面将说明上述实施例中所述的有机 EL 显示器的应用示例。根据上述实施例的有机 EL 显示器适用于任何领域的电子装置的显示器, 这些电子装置的显示器用于显示作为图像或图片的供应自外部的图片信号或产生自内部的图片信号, 例如, 电视机、数码相机、笔记本个人计算机、诸如移动电话之类的手持终端装置和摄像机等。

[0166] 模块

[0167] 如图 8 所示, 将根据上述实施例的有机 EL 显示器作为模块并入到诸如后面将说明的应用示例 1 ~ 5 之类的各种电子装置。在模块中, 例如, 在基板 11 的一侧上布置从保护层 20 和密封基板 40 暴露出的区域 210, 通过延伸信号线驱动电路 120 和扫描线驱动电路 130 的布线, 在所暴露的区域 210 中形成外部连接端子 (未图示)。在外部连接端子中, 布置用于信号输入 / 输出的柔性印刷电路 (FPC) 220。

[0168] 应用示例 1

[0169] 图 9 表示应用有根据上述实施例的有机 EL 显示器的电视机的外观。电视机例如包括具有前面板 310 和滤光玻璃 320 的画面显示屏幕部 300, 画面显示屏幕部 300 是由根据上述实施例的有机 EL 显示器构成。

[0170] 应用示例 2

[0171] 图 10A 和图 10B 表示应用有根据上述实施例的有机 EL 显示器的数码相机的外观。数码相机例如包括用于闪光的发光部 410、显示部 420、菜单开关 430 和快门按钮 440, 显示

部 420 是由根据上述实施例的有机 EL 显示器构成。

[0172] 应用示例 3

[0173] 图 11 表示应用有根据上述实施例的有机 EL 显示器的笔记本个人计算机的外观。笔记本个人计算机例如包括主体 510、用于输入符号等操作的键盘 520 和用于显示图像的显示部 530。显示部 530 是由根据上述实施例的有机 EL 显示器构成。

[0174] 应用示例 4

[0175] 图 12 表示应用有根据上述实施例的有机 EL 显示器的摄像机的外观。摄像机例如包括主体 610、设于主体 610 的前侧表面上用于捕获目标的镜头 620、开始 / 停止摄像开关 630 和显示部 640，显示部 640 是由根据上述实施例的有机 EL 显示器构成。

[0176] 应用示例 5

[0177] 图 13A ~ 图 13G 表示应用有根据上述实施例的有机 EL 显示器的移动电话的外观。在移动电话中，例如，上盖 710 和下盖 720 通过结合部（铰链部）730 彼此结合。移动电话包括显示器 740、子显示器 750、图片灯 760 和相机 770。其中，显示器 740 或子显示器 750 是由根据上述实施例的有机 EL 显示器构成。

[0178] 示例

[0179] 而且，下面将说明本发明的具体示例。

[0180] 示例

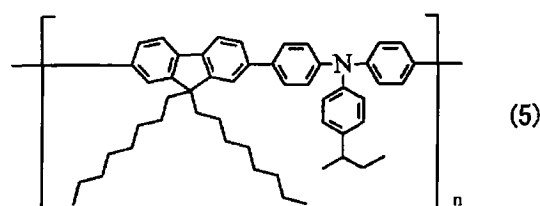
[0181] 在尺寸为 25mm×25mm 的基板 11 上形成红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B。

[0182] 首先，准备作为基板 11 的玻璃基板（25mm×25mm），在基板 11 上形成作为下电极 14 的双层结构，双层结构包括厚度为 120nm 的由 Ag-Pd-Cu 合金制成的银合金层和厚度为 10nm 的由 ITO 制成的透明导电膜（步骤 S101）。

[0183] 接下来，在空气中通过旋转涂覆方法使用 ND1501（日本日产化学工业株式会社生产的聚苯胺）进行涂覆，以形成 15nm 厚的空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB，接着，在加热板（hot plate）上以 220℃ 持续 30 分钟对空穴注入层 16AR、16AG 和 16AB 进行热固化（步骤 S104）。

[0184] 此后，在 N₂ 环境下（露点为 -60℃ 及氧气浓度为 10ppm），通过旋转涂覆方法将由分子式 (5) 表示的聚合物（聚乙烯基吡唑）涂覆到空穴注入层 16AR 和 16AG，以形成空穴输送层 16BR 和 16BG。每个红色有机 EL 元件 10R 的空穴输送层 16BR 的厚度为 150nm，每个绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BG 的厚度为 20nm。之后，在 N₂ 环境下（露点为 -60℃ 及氧气浓度为 10ppm），在加热板上以 180℃ 持续 60 分钟对空穴输送层 16BR 和 16BG 进行热固化（步骤 S105）。

[0185]



[0186] 在形成空穴输送层 16BR 和 16BG 之后，将以 2 : 1 的重量比混合的具有区段形式的苯并噻二唑的茚酮类聚芳撑材料和由分子式 (2-38) 表示的低分子材料的混合材料溶解

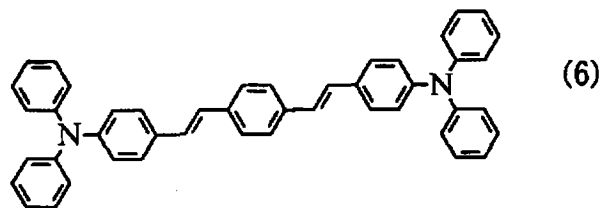
在二甲苯中,通过旋转涂覆方法将混合材料涂覆到红色有机 EL 元件 10R 的空穴输送层 10BR 以形成厚度为 80nm 的作为红色发光层 16CR 的层(实验示例 1-1)。而且,将以 2 : 1 的重量比混合的具有区段形式的葱的茛酮类聚芳撑材料和由分子式 (2-38) 表示的低分子材料的混合材料溶解在二甲苯中,通过旋转涂覆方法将混合材料涂覆到绿色有机 EL 元件 10G 的空穴输送层 16BG 以形成厚度为 80nm 的作为绿色发光层 16CG 的层(实验示例 2-1)。接下来,在 N₂ 环境下(露点为 -60℃及氧气浓度为 10ppm),在加热板上以 130℃持续 10 分钟对红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 进行热固化(步骤 S106)。

[0187] 在形成红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG 之后,通过旋转涂覆方法将由分子式 (2-38) 表示的低分子材料涂覆到蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴注入层 16AB 以形成厚度为 50nm 的作为空穴输送层 16BB 的层(实验示例 3-1)。此后,在 N₂ 环境下(露点为 -60℃及氧气浓度为 10ppm),在加热板上以 100℃持续 60 分钟对空穴输送层 16BB 进行热固化(步骤 S107)。

[0188] 在形成空穴输送层 16BB 之后,将形成有红色有机 EL 元件 10R 的红色发光层 16CR 为止的层的基板 11、形成有绿色有机 EL 元件 10G 的绿色发光层 16CG 为止的层的基板 11 和形成有蓝色有机 EL 元件 10R 的空穴输送层 16BB 为止的层的基板 11 放到真空沉积装置中以蒸镀蓝色发光层 16CB 和后面的层。

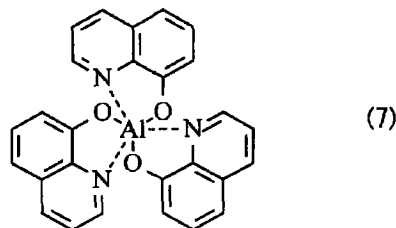
[0189] 首先,对于蓝色发光层 16CB,以 95 : 5 的重量比率共同蒸镀由化学式 (4-20) 表示的 ADN(9,10-二(2-萘基)葱)和由化学式 (6) 表示的蓝色掺杂剂(步骤 S108)。

[0190]



[0191] 在形成蓝色发光层 16CB 之后,通过真空沉积方法蒸镀由分子式 (7) 表示的 Alq₃(三(8-羟基喹啉)铝)以形成厚度为 15nm 的作为电子输送层 16D 的层(步骤 S109)。接下来,通过相同的蒸镀方法形成厚度为 0.3nm 的作为电子注入层 16E 的 LiF 膜(步骤 S110),接着,形成厚度为 10nm 的作为上电极 17 的 Mg-Ag 层(步骤 S111)。最后,通过 CVD 方法形成由 SiN 制成的保护层 20,使用透明树脂进行固封。通过组合以这种方式获得的红色有机 EL 元件 10R、绿色有机 EL 元件 10G 和蓝色有机 EL 元件 10B 来获得全色有机 EL 显示器。

[0192]

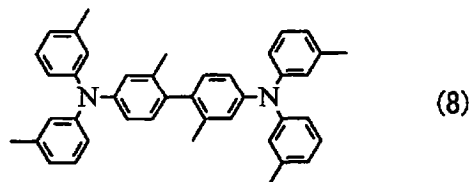


[0193] 实验 1

[0194] 在示例所述的有机 EL 显示器形成步骤中的红色发光层 16CR 和绿色发光层 16CG

的形成步骤中,对于加入到高分子材料的低分子材料,使用由下面的分子式 (8) 及分子式 (2-6)、(2-24)、(2-39)、(3-5)、(3-10)、(1-29) 和 (1-34) 表示的低分子材料代替由分子式 (2-38) 表示的化合物,以便制备红色有机 EL 元件 10R(实验示例 1-2 ~ 1-9) 和绿色有机 EL 元件 10G(实验示例 2-2 ~ 2-9), 制备未加入低分子材料的红色有机 EL 元件 (实验示例 1-10) 和未加入低分子材料的绿色有机 EL 元件 (实验示例 2-10)。然后,测量在以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度驱动每个实验示例 1-1 ~ 1-10 和 2-1 ~ 2-10 的情况下的驱动电压 (V) 和发光效率 (cd/A)。而且,也测量在以 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度的恒定电流驱动每个实验示例 1-1 ~ 1-10 和 2-1 ~ 2-10 的情况下的亮度减半的时间。图 14A、14B、14C、15A 和 15B 及表 1 和 2 表示了这些结果。而且,分别测量在以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度驱动每个有机 EL 元件 10B 的情况下的驱动电压 (V)、发光效率 (cd/A) 和色度及测量在以 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度恒定电流驱动每个有机 EL 元件 10B 的情况下的亮度减半的时间,其中,将由化学式 (2-38)、(2-6) 和 (2-24) 表示的化合物用作蓝色有机 EL 元件 10B 的空穴输送层 16BB 的低分子材料 (实验示例 3-1 ~ 3-3)。表 3 表示了这些结果。

[0195]



[0196] 表 1

[0197]

	红色发光层	混合比率 (高分子材料: 低分子材料)	驱动电压 (V)	发光效率 (cd/A)	色度	寿命 (亮度减半的时间/h)
实验示例 1-1	高分子材料/分子式 (2-38)	2:1	7.1	8.4	0.67 0.32	200

[0198]

实验示 例 1-2	高分子材料/分子式 (8)	2:1	7.3	8.2	0.67 0.32	190
实验示 例 1-3	高分子材料/分子式 (2-6)	2:1	7.5	8.0	0.67 0.32	170
实验示 例 1-4	高分子材料/分子式 (2-24)	2:1	7.7	7.8	0.67 0.32	160
实验示 例 1-5	高分子材料/分子式 (2-39)	2:1	7.2	7.6	0.67 0.32	170
实验示 例 1-6	高分子材料/分子式 (3-5)	2:1	7.2	8.3	0.67 0.32	185
实验示 例 1-7	高分子材料/分子式 (3-10)	2:1	8.3	7.4	0.67 0.32	140
实验示 例 1-8	高分子材料/分子式 (1-29)	2:1	8.5	7.8	0.67 0.32	155
实验示 例 1-9	高分子材料/分子式 (1-34)	2:1	8.7	7.6	0.67 0.32	150
实验示 例 1-10	高分子材料/ -	2:1	9.0	6.7	0.67 0.32	10

[0199] 表 2

[0200]

	绿色发光层	混合比率 (高分子材料: 低分子材料)	驱动电压 (V)	发光效率 (cd/A)	色度	寿命 (亮度减半的时间/h)
实验示例 2-1	高分子材料/ 分子式 (2-38)	2:1	4.8	17.0	0.26 0.65	300
实验示例 2-2	高分子材料/ 分子式 (8)	2:1	4.9	16.5	0.26 0.65	280
实验示例 2-3	高分子材料/ 分子式 (2-6)	2:1	5.2	13.2	0.26 0.65	270
实验示例 2-4	高分子材料/ 分子式 (2-24)	2:1	5.3	14.5	0.26 0.65	265
实验示例 2-5	高分子材料/ 分子式 (2-39)	2:1	5.8	16.6	0.26 0.65	265
实验示例 2-6	高分子材料/ 分子式 (3-5)	2:1	5.9	12.8	0.26 0.65	260
实验示例 2-7	高分子材料/ 分子式 (3-10)	2:1	5.4	13.5	0.26 0.65	280
实验示例 2-8	高分子材料/ 分子式 (1-29)	2:1	6.2	12.8	0.26 0.65	290
实验示例 2-9	高分子材料/ 分子式 (1-34)	2:1	6.7	12.7	0.26 0.65	290
实验示例 2-10	高分子材料/ -	2:1	7.3	11.0	0.26 0.65	260

[0201] 表 3

[0202]

	蓝色空穴输送层	蓝色发光层	驱动电压 (V)	发光效率 (cd/A)	色度	寿命 (亮度减半的时间/h)
实验示例 3-1	高分子材料/分子式 (2-38)	ADN	5.3	7.2	0.15 0.15	240
实验示例 3-2	高分子材料/分子式 (2-6)	ADN	5.3	7.3	0.15 0.15	230
实验示例 3-3	高分子材料/分子式 (2-24)	ADN	5.6	7.1	0.15 0.15	200

[0203]

[0204] 图 14A ~ 图 14C 是表示实验示例 1-1 和低分子材料未加入红色发光层 16CR 的实验示例 1-10 的以电流密度 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 进行恒定电流驱动的情况下的驱动电压 (V) (图 14A)、发光效率 (cd/A) (图 14B) 和亮度减半的时间 (图 14C) 的结果的曲线。图 15A 和图 15B 是实验示例 2-1 和低分子材料未加入绿色发光层 16CG 的实验示例 2-10 的以电流密度 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 进行恒定电流驱动的情况下的发光效率 (cd/A) (图 15A) 和亮度减半的时间 (图 15B) 的结果的曲线。

[0205] 显然,从图 14A、14B、14C、15A 和 15B 及表 1 和表 2 可以看出,与包括由高分子材料制成的红色发光层 16CR 的红色有机 EL 元件 (实验示例 1-10) 和包括由高分子材料制成的绿色发光层 16CG 的绿色有机 EL 元件 (实验示例 2-10) 相比,其高分子材料分别加入有由分子式 (8)、(2-6)、(2-24)、(2-39)、(3-5)、(3-10)、(1-29) 和 (1-34) 表示的低分子材料的红色有机 EL 元件 (实验示例 1-1 ~ 1-9) 和绿色有机 EL 元件 (实验示例 2-1 ~ 2-9) 改善了驱动电压、发光效率和亮度减半的时间。特别是,显著地改善了红色有机 EL 元件 10R 的亮度减半的时间。

[0206] 实验 2

[0207] 在示例所述的有机 EL 显示器形成步骤中的形成红色发光层 16CR 的步骤中,加入到高分子材料的低分子材料 (由分子式 (2-38) 表示) 的添加量以 0%、11%、20%、25%、33%、50%、66% 和 80% 进行变化,测量在以电流密度为 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恒定电流驱动的情况下的亮度减半的时间的变化。

[0208] 表 4

添加量 (%)	寿命 (亮度减半的时间/h)
0	10
11	80
20	120
25	150

[0209]

[0210]

33	200
50	100
66	80
80	60

[0211] 表 4 表示实验 2 中低分子材料的添加量和亮度减半的时间的结果。图 16 表示实验 2 的结果的曲线。显然,从表 4 和图 16 可以看出,当向形成发光层 16C 的高分子材料加入低分子材料时,改善了有机 EL 元件 10R 的亮度减半的时间,且当添加量优选地处于 10%~70% 的范围内(包括两个端点)时,能够有效地改善有机 EL 元件 10R 的亮度减半时间。特别是,当添加量为大约 30% 时,能够显著地改善亮度减半的时间。

[0212] 尽管已参照实施例和示例描述了本发明,但本发明不限于此,可以进行各种修改。

[0213] 例如,每个层的材料和厚度以及形成每个层的方法和条件不限于上述实施例和上述示例所述的情况,可以在任何其它条件下通过任何其它方法使用其它任何材料将每个层制成为任何其它厚度。

[0214] 而且,在上述实施例和上述示例中,具体描述了有机 EL 元件 10R、10G 和 10B 的结构,但是,并非必需包括所有层,或者,还可包括任何其它层。

[0215] 而且,在上述实施例中,描述了有源矩阵显示的情况。然而,本发明也适用于无源矩阵驱动。而且,用于有源矩阵驱动的像素驱动电路的结构不限于上述实施例所描述的情况,必要时,可以加入电容元件或晶体管。在这种情况下,根据像素驱动电路的变化,可以包含上述信号线驱动电路 120 和扫描线驱动电路 130 之外的其它必要的驱动电路。

[0216] 本领域技术人员应当理解,依据设计要求和其它因素,可以在本发明所附的权利要求或其等同物的范围内进行各种修改、组合、次组合及改变。

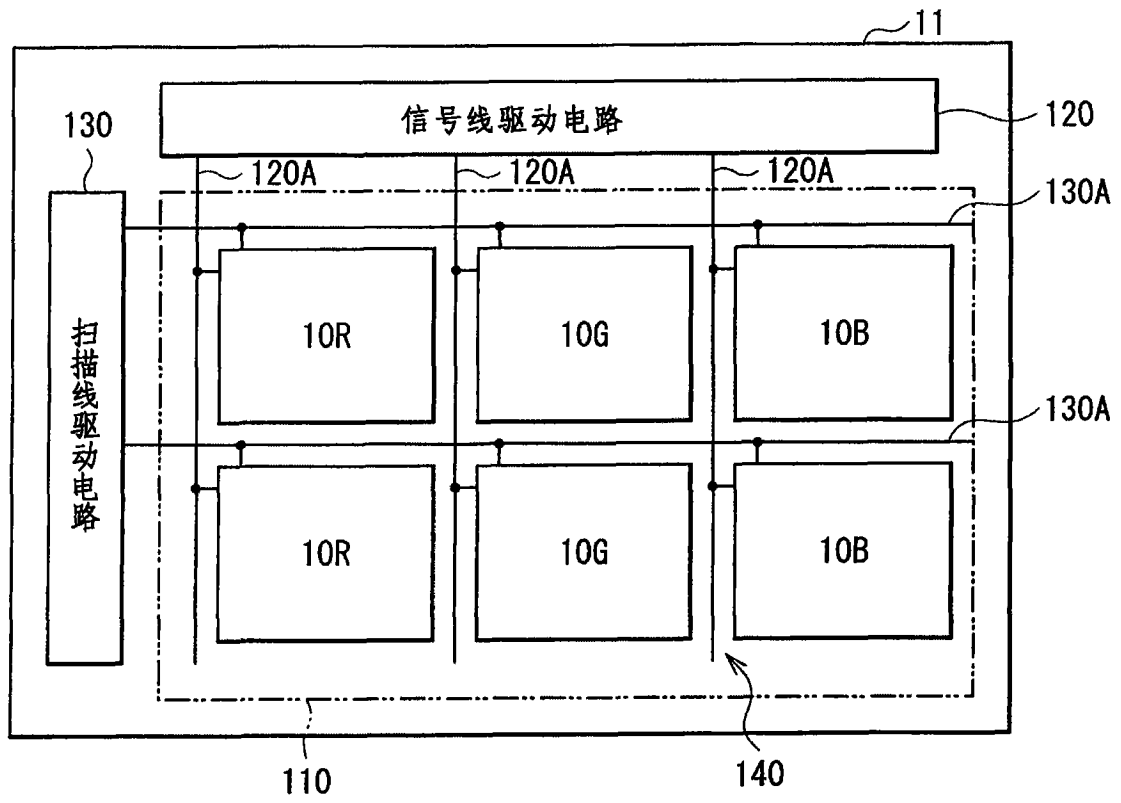


图 1

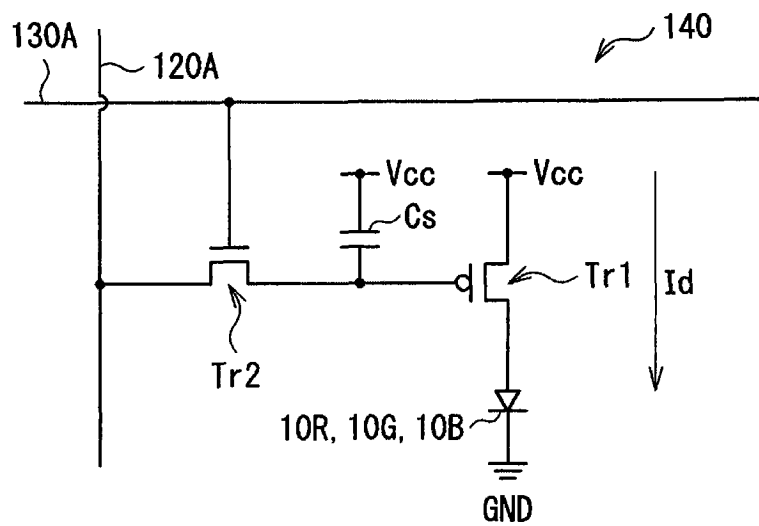


图 2

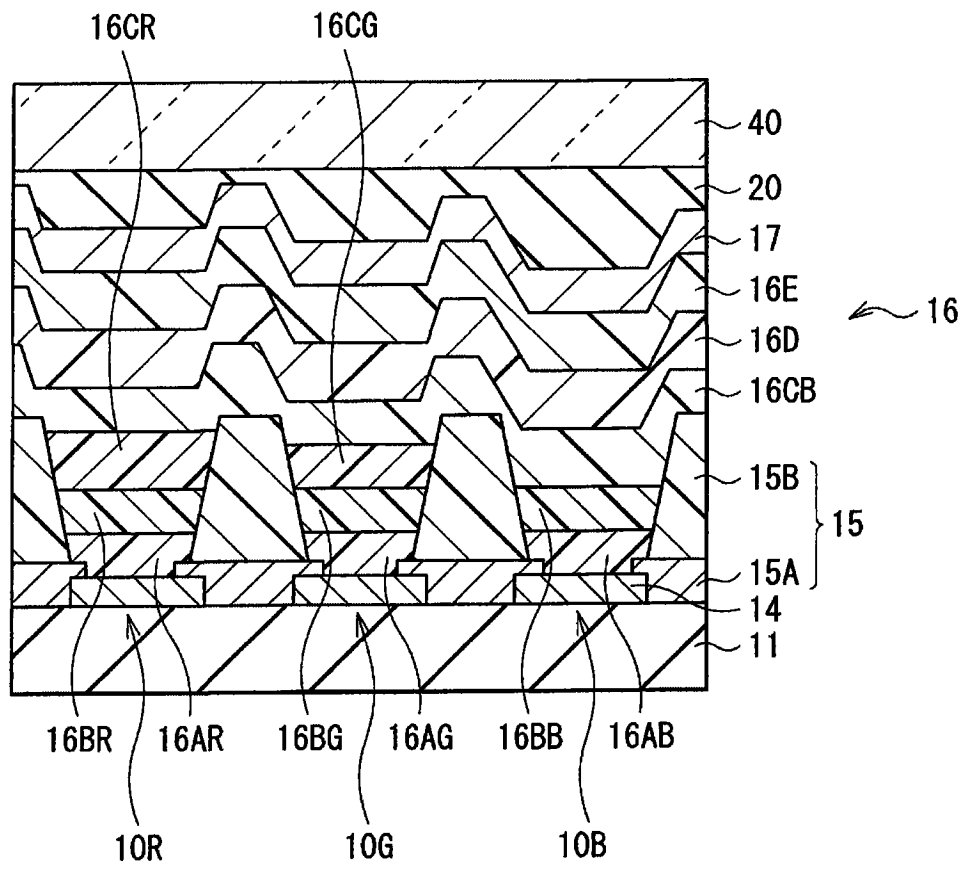


图 3

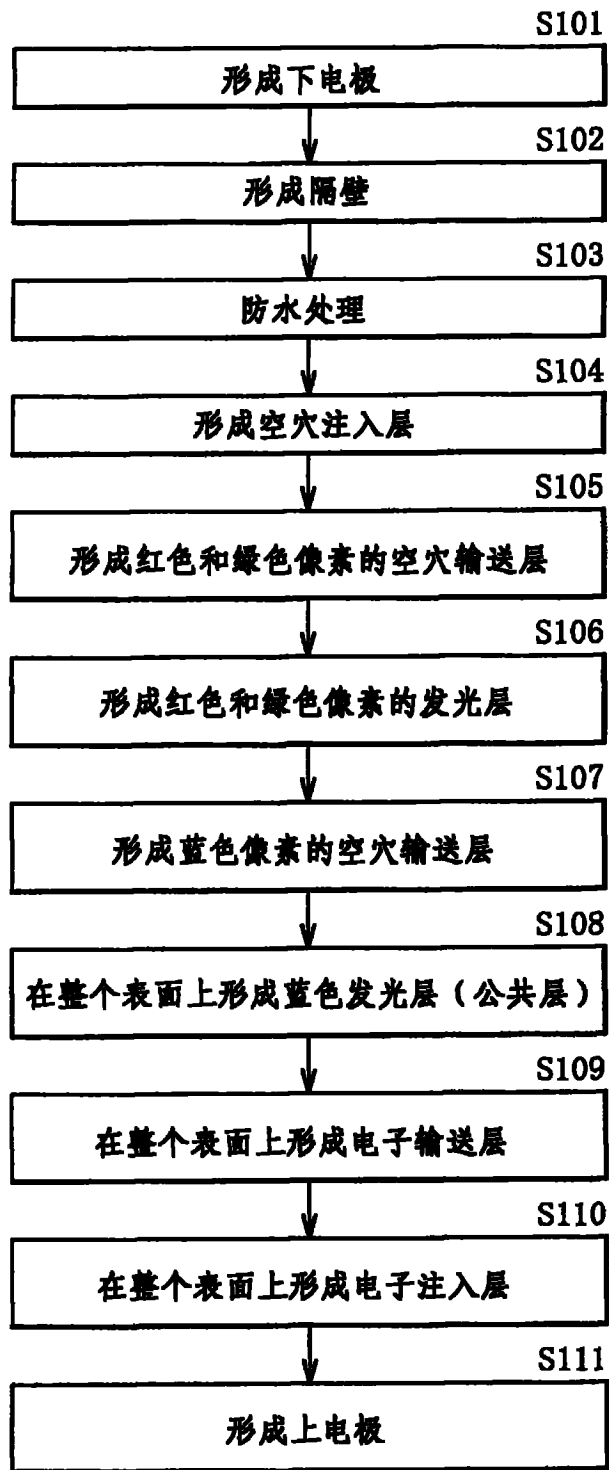


图 4

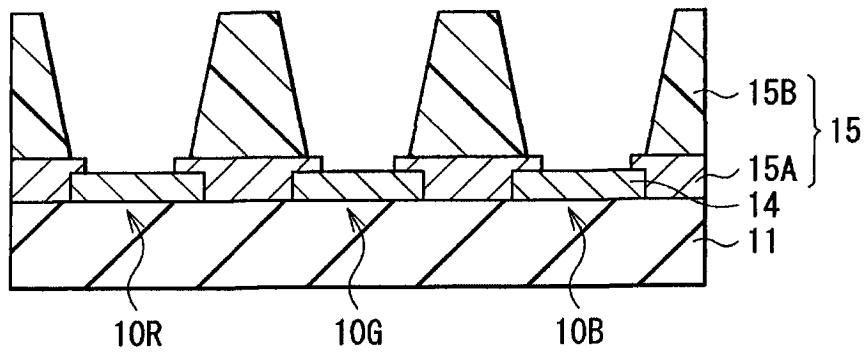


图 5A

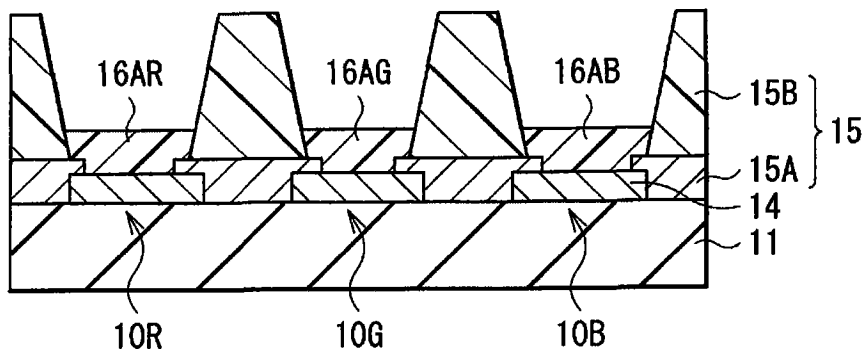


图 5B

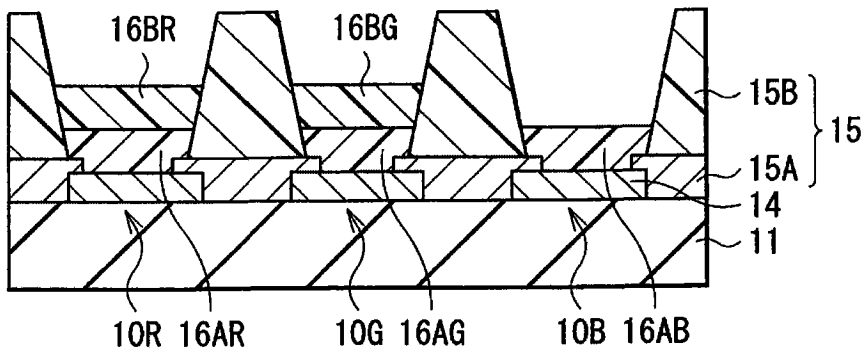


图 5C

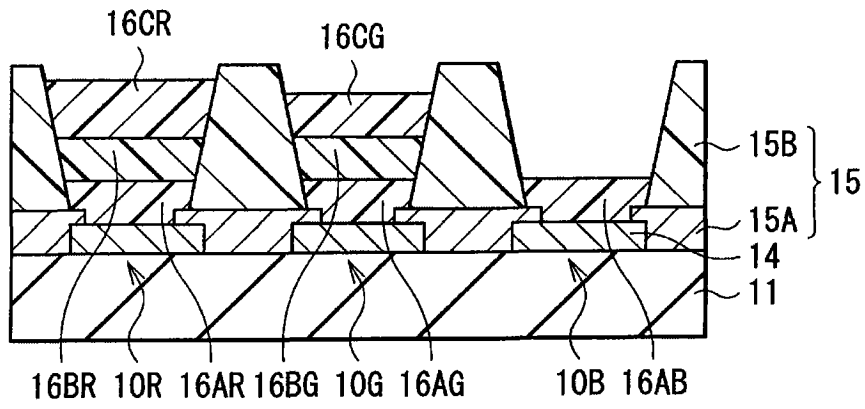


图 6A

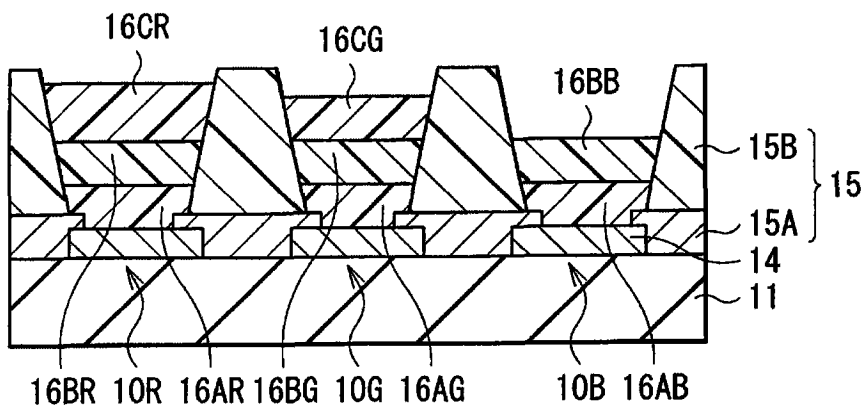


图 6B

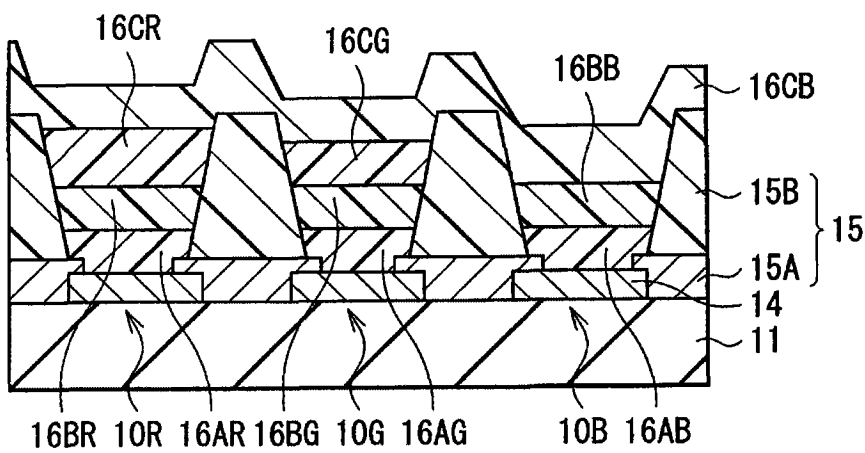


图 6C

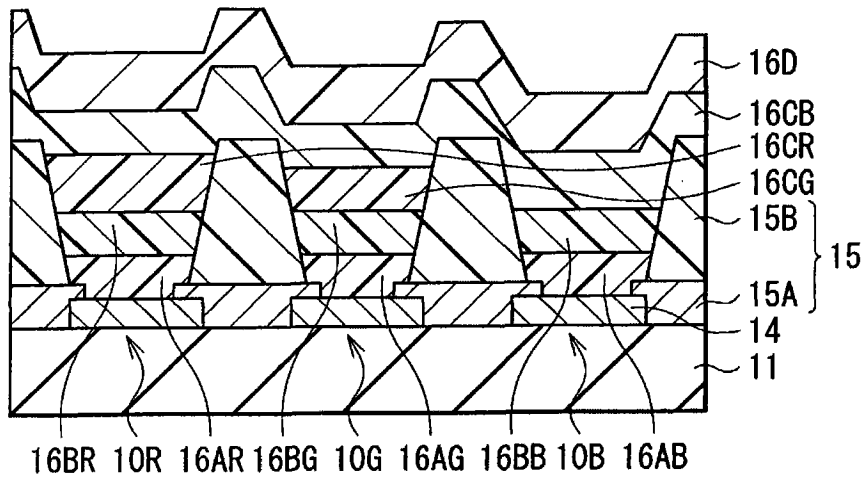


图 7A

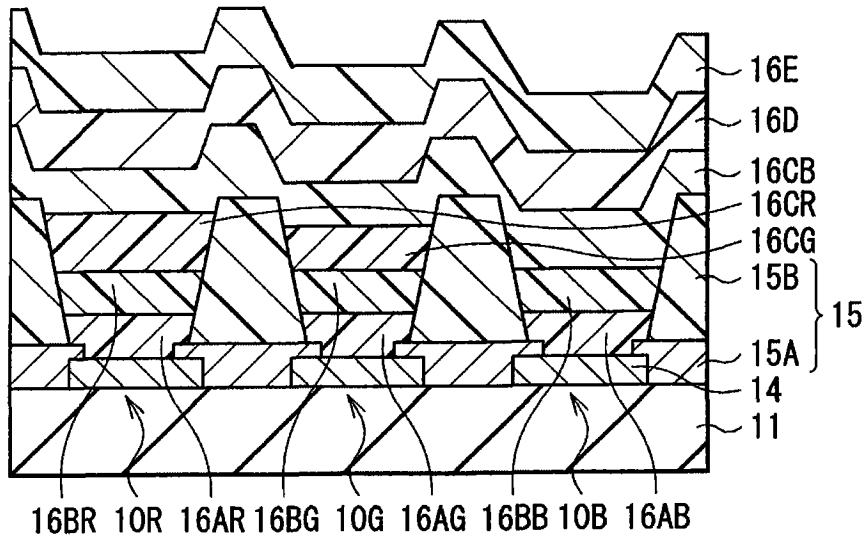


图 7B

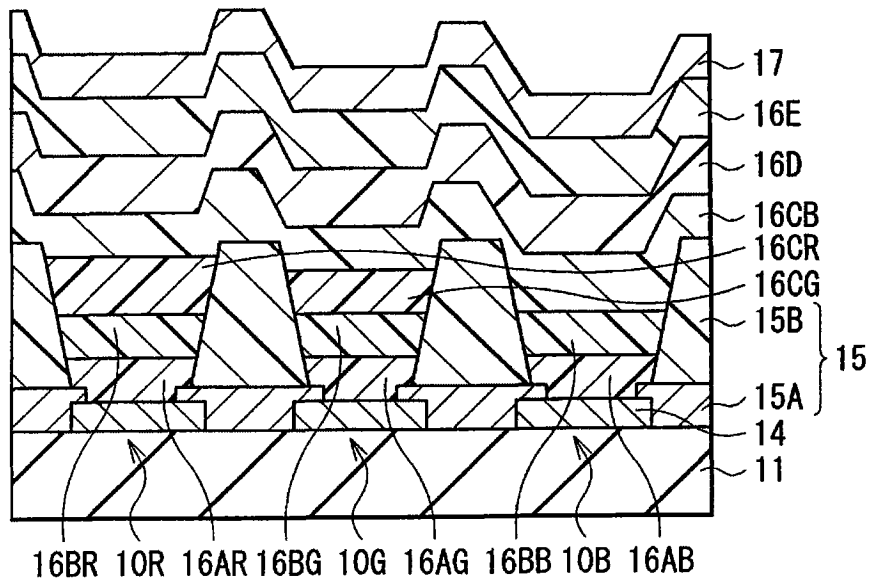


图 7C

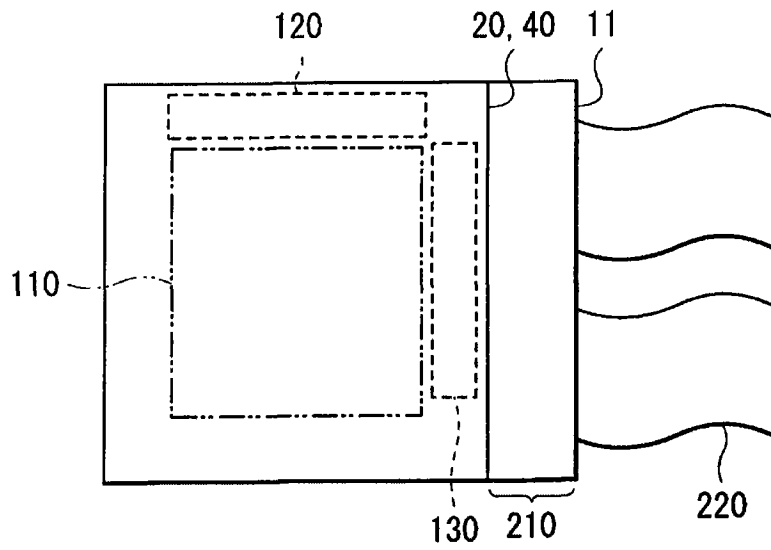


图 8

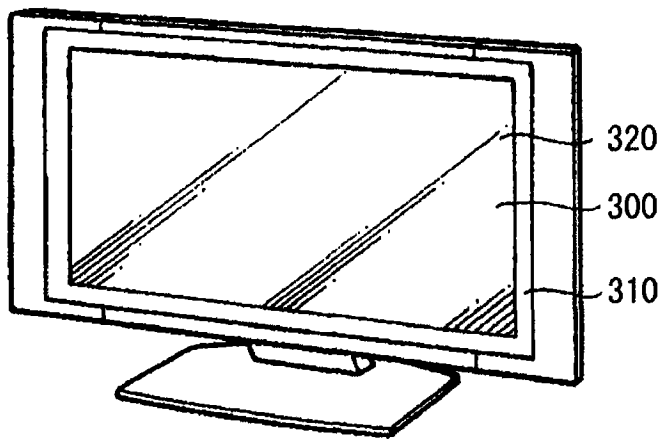


图 9

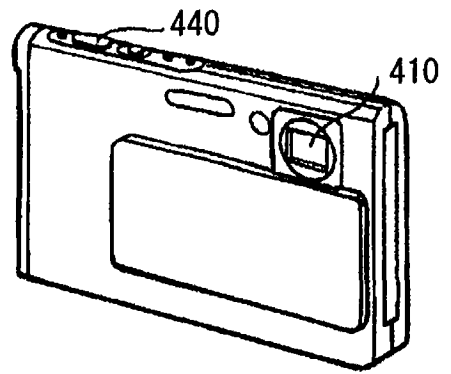


图 10A

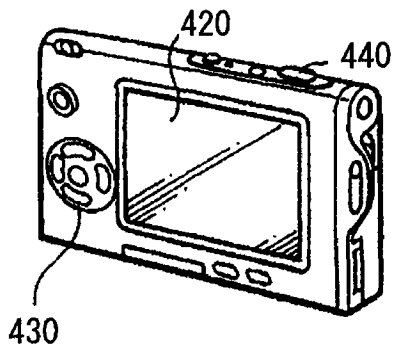


图 10B

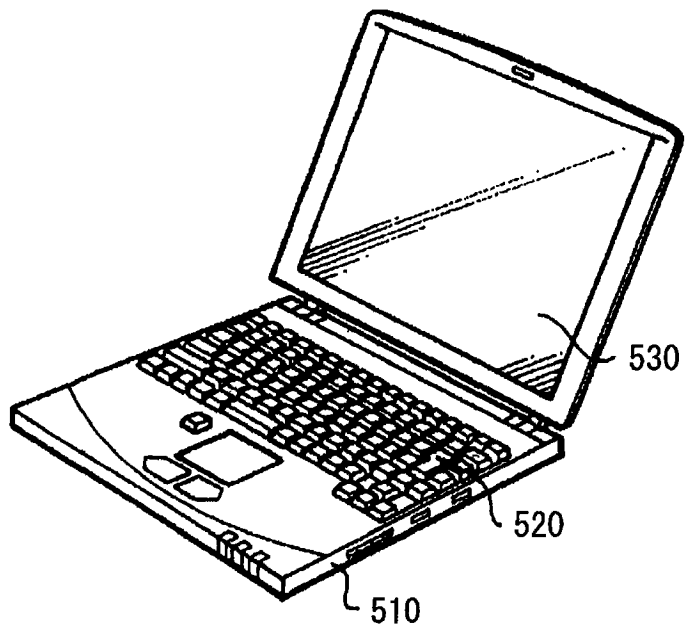


图 11

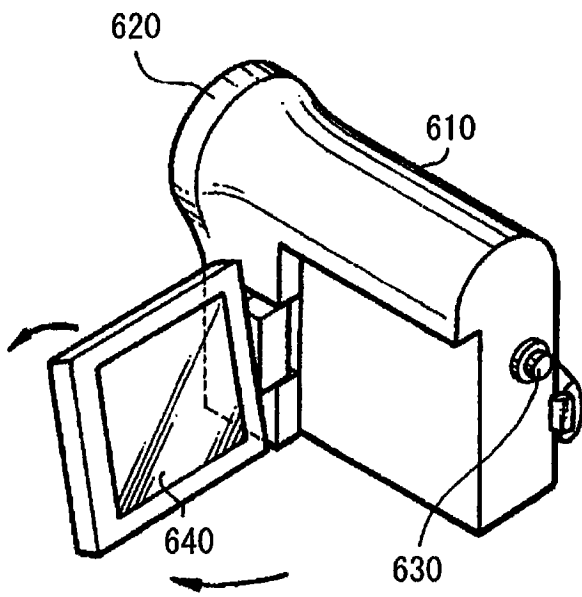


图 12

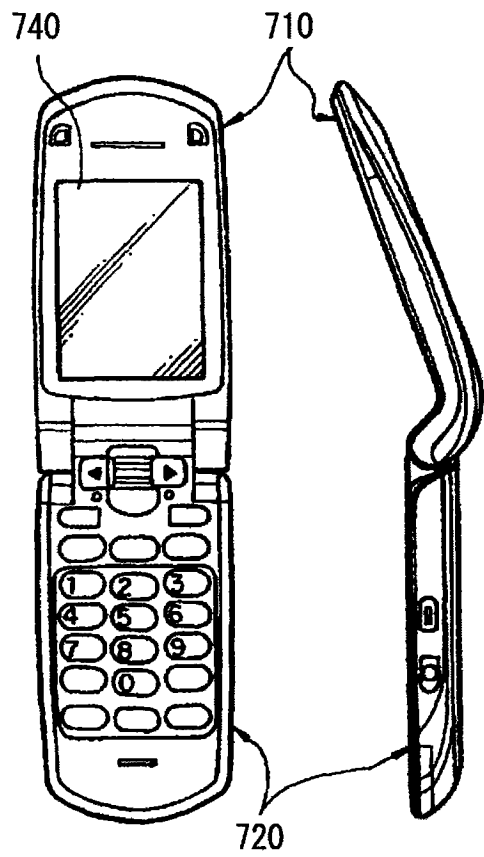


图13A

图13B

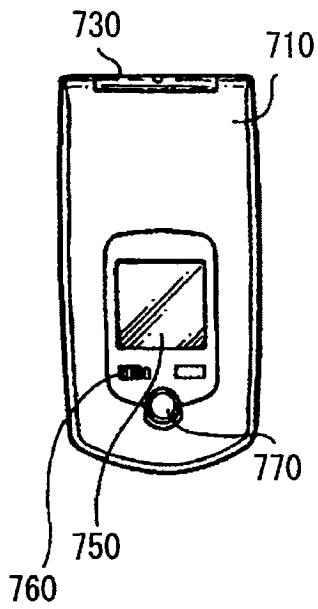


图 13C

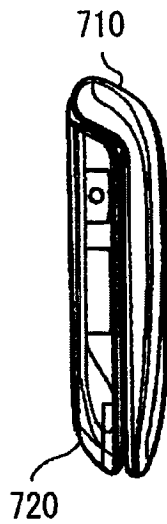


图 13D

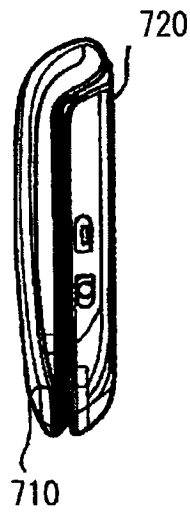


图 13E

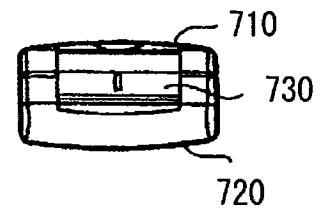


图 13F

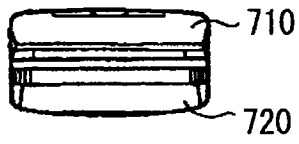


图 13G

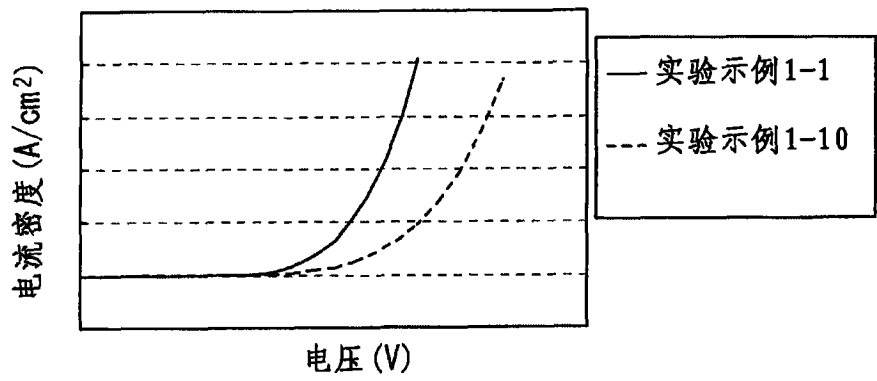


图 14A

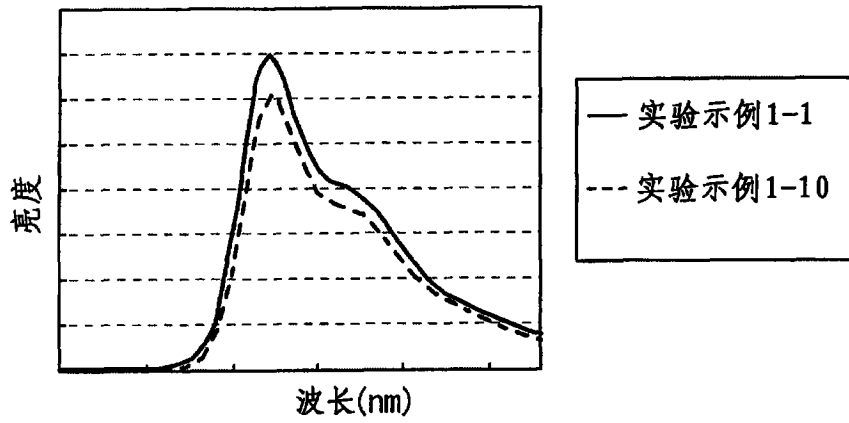


图 14B

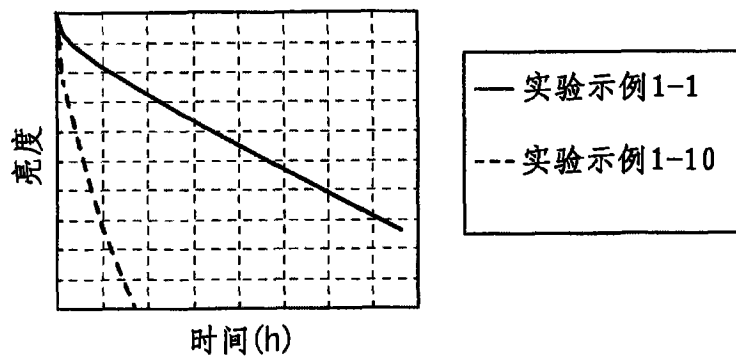


图 14C

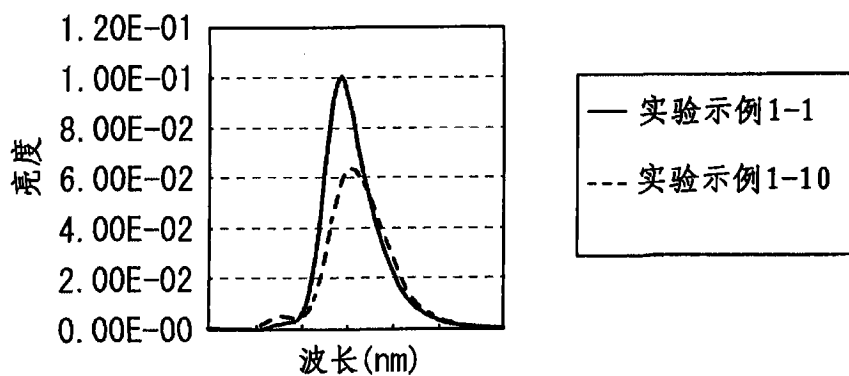


图 15A

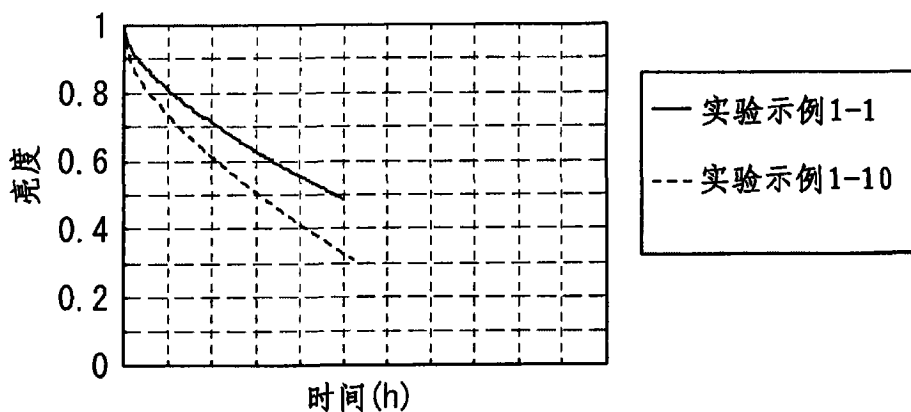


图 15B

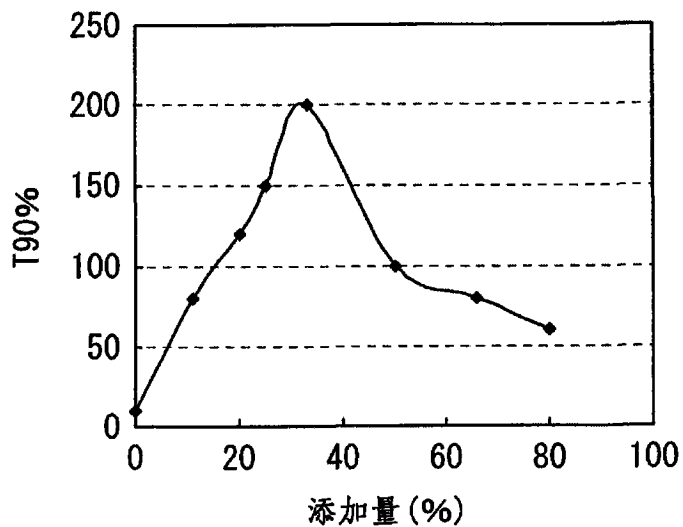


图 16

专利名称(译)	有机电致发光显示器及其制造方法		
公开(公告)号	CN102148334A	公开(公告)日	2011-08-10
申请号	CN201110034265.X	申请日	2011-01-28
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
当前申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	肥后智之 吉永祯彦		
发明人	肥后智之 吉永祯彦		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56 H01L27/32 H01L51/54		
CPC分类号	H01L51/0058 H01L51/0081 H01L51/006 H01L27/3211 H01L51/5036 H01L51/5004 H01L51/0059 H01L51/0043 H01L51/0039		
代理人(译)	武玉琴 陈桂香		
优先权	2010024390 2010-02-05 JP		
其他公开文献	CN102148334B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及有机EL显示器及其制造方法。该有机EL显示器包括：下电极，其布置在基板上以分别对应于红色有机EL元件、绿色有机EL元件和蓝色有机EL元件；空穴注入/输送层，其布置在下电极上以分别对应于红色、绿色和蓝色有机EL元件；红色有机发光层和绿色有机发光层，其分别布置在红色有机EL元件和绿色有机EL元件的所述空穴注入/输送层上，均包括低分子材料；蓝色有机发光层，其布置在红色有机发光层、绿色有机发光层和蓝色有机EL元件的空穴注入/输送层的整个表面上；及布置在所述蓝色发光层的整个表面上的电子注入/输送层和上电极。本发明能够改善所述红色有机EL元件和所述绿色有机EL元件的特性。

