

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102906895 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 30

(21) 申请号 201180025675. 6  
 (22) 申请日 2011. 05. 16  
 (30) 优先权数据  
 2010-118939 2010. 05. 25 JP  
 (85) PCT申请进入国家阶段日  
 2012. 11. 23  
 (86) PCT申请的申请数据  
 PCT/JP2011/061139 2011. 05. 16  
 (87) PCT申请的公布数据  
 W02011/148801 JA 2011. 12. 01  
 (71) 申请人 日本精机株式会社  
 地址 日本国新潟县  
 (72) 发明人 田所丰康  
 (74) 专利代理机构 北京三幸商标专利事务所  
 11216  
 代理人 刘激扬

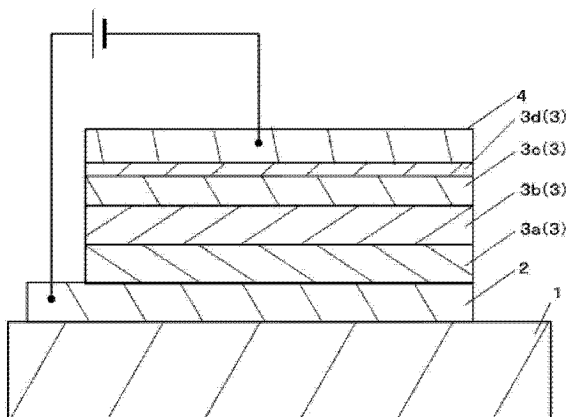
(51) Int. Cl.  
*H01L 51/50* (2006. 01)  
*H05B 33/10* (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称  
 有机 EL 元件

(57) 摘要

本发明提供在低电力且高温环境下的可靠性高的有机 EL 元件。该有机 EL 元件通过将至少具有发光层 3b 的有机层 3 层叠形成于阳极 2 与阴极 4 之间而成。其特征在于, 发光层 3b 至少包含: 电子迁移率 ( $\mu_{eEM}$ ) 与空穴迁移率 ( $\mu_{hEM}$ ) 之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 0.6 以上且为 10 以下的主体材料; 呈现发光的发光掺杂剂; 以及空穴传输性掺杂剂, 其中, 前述空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率 ( $\mu_{hHT}$ ) 与前述主体材料的电子迁移率 ( $\mu_{eEM}$ ) 之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为 0.1 以上且为 10 以下。



1. 一种有机EL元件,其特征在于,该有机EL元件通过将至少具有发光层的有机层层叠形成于阳极与阴极之间而成,

所述发光层至少包含:电子迁移率( $\mu_{eEM}$ )与空穴迁移率( $\mu_{hEM}$ )之比( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ )为0.6以上且为10以下的主体材料;呈现发光的发光掺杂剂;以及空穴传输性掺杂剂,其中,

所述空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率( $\mu_{hHT}$ )与所述主体材料的电子迁移率( $\mu_{eEM}$ )之比( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ )为0.1以上且为10以下。

2. 根据权利要求1所述的有机EL元件,其特征在于,所述空穴传输性掺杂剂在所述发光层中的浓度为50重量%以下。

3. 根据权利要求1所述的有机EL元件,其特征在于,所述发光掺杂剂与所述主体材料的离子化电位的差为0.05eV以上。

## 有机 EL 元件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有机 EL (电致发光) 元件, 特别涉及有机 EL 元件的低电压化以及高效率化。

### 背景技术

[0002] 以往, 作为由有机材料形成的自发光元件的有机 EL 元件, 例如已知有下述有机 EL 元件, 其通过依次层叠: 作为阳极的由 ITO (氧化锡铟) 等形成的第一电极、至少具有发光层的有机层、作为阴极的由铝 (Al) 等形成的非透光性的第二电极而形成。

[0003] 该有机 EL 元件为: 从前述第一电极注入空穴、或从第二电极注入电子而使空穴以及电子在前述发光层中再结合从而发出光的有机 EL 元件。使用了有机 EL 元件的有机 EL 显示器由于是自发光因而可视性优异, 并且由于是完全固体元件, 因而耐冲击性、在低温环境下的响应性优异, 因此被采用于必须进行显示的瞬间判读的车辆用仪表等车载显示装置中。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1: 日本特开 2005-108726 号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 特别是车载显示装置中采用的有机 EL 元件对在广范围的温度环境下的高可靠性提出了要求并且对低电力化提出了要求。为了提高在低电力且高温环境下的可靠性, 低电压化和高效率化是重要的课题。对此, 作为用于实现低电压化和高效率的方法, 可考虑在发光层与阴极之间形成电子迁移率高的电子传输层, 但是存在有如下问题: 电子传输层的电子迁移率高时, 则电子的供给变为过量, 载流子平衡发生崩溃, 在发光层与阳极之间形成的空穴传输层因电子而劣化、寿命变短。

[0009] 另外, 如专利文献 1 中公开的那样, 存在如下方法: 通过向发光层中加入可补足主体材料所具有的载流子传输性的辅助掺杂剂, 在发光层中使空穴传输性材料、电子传输性材料这样的具有相反的载流子传输性的材料混合存在, 从而将发光层自身设为双极 (两载流子传输性), 提高发光层内的再结合概率并且提高发光效率。但是, 在该方法中保持载流子平衡也是重要的, 在提高高温环境下的可靠性上还有改善的余地。

[0010] 因此本发明鉴于该问题而开发, 其目的在于提供在低电力且高温环境下的可靠性高的有机 EL 元件。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 本发明为了解决前述课题, 提供一种有机 EL 元件, 其特征在于, 该有机 EL 元件通过将至少具有发光层的有机层层叠形成于阳极与阴极之间而成,

[0013] 前述发光层至少包含: 电子迁移率 ( $\mu_{eEM}$ ) 与空穴迁移率 ( $\mu_{hEM}$ ) 之比 ( $\mu_{eEM}/$

$\mu$  hEM) 为 0.6 以上且为 10 以下的主体材料;呈现发光的发光掺杂剂;以及空穴传输性掺杂剂,其中,

[0014] 前述空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率 ( $\mu$  hHT) 与前述主体材料的电子迁移率 ( $\mu$  eEM) 之比 ( $\mu$  hHT/ $\mu$  eEM) 为 0.1 以上且为 10 以下。

[0015] 另外,其特征在于,前述空穴传输性掺杂剂在所述发光层中的浓度为 50 重量% 以下。

[0016] 另外,其特征在于,前述发光掺杂剂与前述主体材料的离子化电位的差为 0.05eV 以上。

[0017] 发明的效果

[0018] 本发明涉及有机 EL 元件,可提供在低电力且高温环境下的可靠性高的有机 EL 元件。

### 附图说明

[0019] 图 1 所示为作为本发明的实施方式的有机 EL 元件的图。

[0020] 图 2 所示为本发明的实施例 1~7 和比较例 1~4 的试验结果的图。

### 具体实施方式

[0021] 以下,基于附图对本发明的实施方式进行说明。

[0022] 图 1 所示为本发明的实施方式的图。作为本实施方式的有机 EL 元件具有支撑基板 1、作为阳极的第一电极 2、有机层 3、作为阴极的第二电极 4。又,有机 EL 元件是将涂布吸湿剂的密封基板配设于支撑基板 1 上而密封的有机 EL 元件,但是在图 1 中省略了该密封基板。

[0023] 支撑基板 1 为例如由透光性的玻璃材料形成的矩形的基板。在支撑基板 1 上,第一电极 2、有机层 3 以及第二电极 4 依次地层叠形成。

[0024] 第一电极 2 是作为注入空穴的阳极的电极,并且由利用溅射法等手段将铟锡氧化物 (ITO) 层状地形成于支撑基板 1 上而得到的氧化物透明导电膜形成,利用光刻等手段而图案化为规定的形状而得到。另外,第一电极 2 的表面可实施 UV/O<sub>3</sub> 处理、等离子体处理等表面处理而成。

[0025] 有机层 3 由至少包含发光层的多层形成,是形成在第一电极 2 上的有机层。在本实施方式中,通过从第一电极 2 侧起依次地使空穴注入传输层 3a、发光层 3b、电子传输层 3c 以及电子注入层 3d 依次层叠形成而得到。

[0026] 空穴注入传输层 3a 具有从第一电极 2 摄入空穴并且向发光层 3b 传递的功能,通过利用蒸镀法等手段将例如胺类化合物等空穴传输性材料形成为膜厚 15~40nm 左右的层状而得到。

[0027] 发光层 3b 通过利用共蒸镀等手段将至少呈现发光的发光掺杂剂和空穴传输性掺杂剂添加于主体材料中而得到,该主体材料中,电子迁移率(以下将主体材料的电子迁移率记作  $\mu$  eEM) 与空穴迁移率(以下将主体材料的空穴迁移率记作  $\mu$  hEM) 之比 ( $\mu$  eEM/ $\mu$  hEM) 为 0.6 以上且为 10 以下 ( $0.6 \leq \mu$  eEM/ $\mu$  hEM  $\leq 10$ )。前述主体材料通常在发光层 3b 中以最高的比率包含,可实现空穴以及电子的传输,并且具有在其分子内通过空穴以及

电子发生再结合而使前述发光掺杂剂发光的功能,具有 3.0eV 左右的能量禁带。前述发光掺杂剂具有在空穴与电子的再结合时发生反应而发光的功能,由与前述主体材料的  $I_p$  (离子化电位) 的差为 0.05eV 以上且显示例如绿色发光的荧光材料形成。前述空穴传输性掺杂剂具有提高从第一电极 2 向发光层 3b 注入空穴的注入效率的功能,前述空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率 (以下将空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率记作  $\mu_{hHT}$ ) 与前述主体材料的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为 0.1 以上且为 10 以下 ( $0.1 \leq \mu_{hHT}/\mu_{eEM} \leq 10$ ), 在发光层 3b 中的浓度为 50 重量 % 以下,并且是玻璃化转变温度为 85℃ 以上并且优选为 110℃ 以上的材料。

[0028] 电子传输层 3c 具有将电子传递给发光层 3b 的功能,例如通过利用真空蒸镀法等手段将羟基喹啉铝 (aluminium quinolino1) (Alq3) 等电子传输性材料层状地形成而得到。

[0029] 电子注入层 3d 具有从第二电极 4 摄入电子的功能,例如通过利用真空蒸镀法等手段将氟化锂 (LiF)、喹啉锂 (Liq) 薄膜状地形成而得到。

[0030] 第二电极 4 是作为注入电子的阴极的电极,由利用蒸镀等手段将例如铝 (Al) 等低电阻导电材料层状地形成于电子注入层 3d 上而得到的导电膜形成。

[0031] 通过以上的各部分而构成有机 EL 元件。

[0032] 本申请发明人等进行了深入研究,结果发现如下事实,从而达成本发明,将前述主体材料的空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  和电子迁移率  $\mu_{eEM}$  规定为规定的范围,另外,将前述主体材料的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  和前述空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  规定为规定的范围,从而使有机 EL 元件的载流子平衡得到稳定化,可获得在低电力且高温环境下的可靠性高的元件。即,利用电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 0.6 以上且为 10 以下的 ( $0.6 \leq \mu_{eEM}/\mu_{hEM} \leq 10$ ) 前述主体材料而形成发光层 3b,将前述空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与前述主体材料的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为 0.1 以上且为 10 以下的 ( $0.1 \leq \mu_{hHT}/\mu_{eEM} \leq 10$ ) 前述空穴传输性掺杂剂添加于发光层 3b,从而可使载流子平衡稳定而实现低电压和高效率,可获得在低电力且高温环境下的可靠性高的有机 EL 元件。前述主体材料是将电子和空穴传输且使电子与空穴再结合而形成激子的材料,电子和空穴的迁移率的差大时,则形成激子的区域发生偏倚,在发光层 3b 之中无法均匀地发光,发生激子彼此的再结合而降低发光效率。并且无法再结合而溢出的电子或空穴对空穴注入传输层 3a 或电子传输层 3c 造成影响,使材料劣化并且使寿命特性恶化。为了调整该载流子的平衡,需要使前述主体材料的电子和空穴的迁移率的比率一致于某范围中。具体而言,如本发明那样迁移率的比为  $0.6 \leq \mu_{eEM}/\mu_{hEM} \leq 10$  之时可获得效果。另外,添加于前述主体材料的前述空穴传输性掺杂剂与低电压化和寿命特性有关,在电子迁移率  $\mu_{eEM}$  高的前述主体材料中,电子蓄积于空穴注入传输层 3a 与发光层 3b 的界面并且溢出的电子使空穴注入传输层 3a 的空穴传输性材料发生劣化而使寿命特性恶化,但是通过添加前述空穴传输性掺杂剂从而可减低电子的蓄积并且可抑制空穴注入传输层 3a 的材料劣化。具体而言,如本发明那样将前述空穴传输性掺杂剂的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与前述主体材料的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  的比率设为  $0.1 \leq \mu_{hHT}/\mu_{eEM} \leq 10$ ,从而抑制效果显著。

[0033] 另外,将前述空穴传输性掺杂剂按照在发光层 3b 中的浓度为 50 重量 % 以下的方式添加,从而可维持发光效率并且不需缩短寿命特性而可实现低电压化。发光层 3b 中的前述空穴传输性掺杂剂的浓度与驱动电压和效率以及寿命特性大大相关。前述空穴传输性掺

杂剂的浓度高时则因前述空穴传输性掺杂剂的迁移率而导致电流电压特性的电压降低,但是由于与发光相关的前述主体材料变少因而引起发光效率的降低,为了发出相同的亮度而必须使电流较多流动,结果是寿命变短。在本发明中,发光层 3b 的前述主体材料和前述空穴传输性掺杂剂不会使发光效率降低到相同比率。然而,前述空穴传输性掺杂剂的浓度超过 55 重量 % 时则显著显现出发光效率的降低。

[0034] 另外,通过使前述发光掺杂剂与前述主体材料的  $I_p$  之差为 0.05eV 以上,从而可从前述主体材料向前述发光掺杂剂将在前述主体材料中形成的激子的能量高效地转移到前述发光掺杂剂,并且可获得高的发光效率。前述发光掺杂剂和前述主体材料的  $I_p$  的差异与激子的能量移动的效率有关, $I_p$  的差为 0.05eV 以下时则前述发光掺杂剂在发光掺杂剂自身中由空穴和电子形成激子并且发光的比例变高,而源自在前述主体材料中形成的激子的能量移动所导致的发光比例降低,因此发生发光效率的降低。

[0035] 以下,进一步对本发明的实施例进行说明,但本发明不限于此。图 2 表示各实施例及各比较例的性能比较。

#### [0036] 实施例 1

[0037] 在支撑基板 1 上以膜厚 145nm 形成由 ITO 形成的第一电极 2,在第一电极 2 上以膜厚 30nm 形成由空穴传输性材料 HT1 形成的空穴注入传输层 3a。另外,在空穴注入传输层 3a 上将主体材料 EM1 和包含显示绿色发光的荧光掺杂剂 GD1 的前述发光掺杂剂和包含空穴传输性材料 HT1 的前述空穴传输性掺杂剂以 45:1.5:5 的比率而含有,而以膜厚 50nm 形成发光层 3b。主体材料 EM1 的  $I_p=5.9\text{eV}$ ,  $E_a$ (电子亲和力)=2.9eV,电子迁移率  $\mu_{eEM}=3\times 10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,空穴迁移率  $\mu_{hEM}=2\times 10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 1.5。荧光掺杂剂 GD1 的  $E_g$ (能量禁带)=2.4eV,  $I_p=5.8\text{eV}$ ,与主体材料 EM1 的  $I_p$  的差为 0.1eV。空穴传输性材料 HT1 的  $T_g$ (玻璃化转变温度)=130°C,  $I_p=5.4\text{eV}$ ,空穴迁移率  $\mu_{hHT}=4\times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,发光层 3b 中的浓度为 10 重量 %。另外,空穴传输性材料 HT1 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM1 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为约 0.13。进一步,在发光层 3b 上以膜厚 25nm 形成电子传输性材料 ET1 作为电子传输层 3c。电子传输性材料 ET1 的  $I_p=5.8\text{eV}$ ,  $E_a=3.0\text{eV}$ ,电子迁移率  $\mu_e=5\times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 。进一步,在电子传输层 3c 上以膜厚 1nm 形成 LiF 作为电子注入层 3d,在电子注入层 3d 上以膜厚 100nm 形成 Al 作为第二电极 4,从而制作出有机 EL 元件。实施例 1 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=6.7\text{V}$ ,电流效率  $L/J=28\text{cd}/\text{A}$ ,在 85°C 的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间超过了 2000 小时。

#### [0038] 实施例 2

[0039] 另外,作为实施例 2,将发光层 3b 的前述主体材料变更为主体材料 EM2,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。又,主体材料 EM2 的  $I_p=5.9\text{eV}$ ,  $E_a=2.9\text{eV}$ ,电子迁移率  $\mu_{eEM}=6\times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,空穴迁移率  $\mu_{hEM}=1\times 10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 0.6。另外,荧光掺杂剂 GD1 与主体材料 EM2 的  $I_p$  的差为 0.1eV。另外,空穴传输性材料 HT1 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM2 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为约 0.67。实施例 2 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=6.8\text{V}$ ,电流效率  $L/J=26\text{cd}/\text{A}$ ,在 85°C 的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间超过了 2000 小时。

**[0040] 实施例 3**

[0041] 另外,作为实施例 3,将发光层 3b 的前述主体材料变更为主体材料 EM3,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。又,主体材料 EM3 的  $I_p=5.9\text{eV}$ ,  $E_a=2.9\text{eV}$ , 电子迁移率  $\mu_{eEM}=4\times 10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ , 空穴迁移率  $\mu_{hEM}=4\times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{Vs}$ , 电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 10。另外,荧光掺杂剂 GD1 与主体材料 EM3 的  $I_p$  的差为  $0.1\text{eV}$ 。另外,空穴传输性材料 HT1 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM3 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为 0.1。实施例 3 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=6.8\text{V}$ , 电流效率  $L/J=27\text{cd}/\text{A}$ , 在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间超过了 1800 小时。

**[0042] 实施例 4**

[0043] 另外,作为实施例 4,将发光层 3b 中的主体材料 EM1、荧光掺杂剂 GD1 以及空穴传输性材料 HT1 的比率设为 25:1.5:25,将空穴传输性材料 HT1 在发光层 3b 中的浓度设为 50 重量%,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。实施例 4 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=6.9\text{V}$ , 电流效率  $L/J=25\text{cd}/\text{A}$ , 在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间超过了 1500 小时。

**[0044] 实施例 5**

[0045] 另外,作为实施例 5,将发光层 3b 中的主体材料 EM1、荧光掺杂剂 GD1 以及空穴传输性材料 HT1 的比率设为 30:1.5:20,空穴传输性材料 HT1 在发光层 3b 中的浓度设为 40 重量%,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。实施例 5 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=6.5\text{V}$ , 电流效率  $L/J=27\text{cd}/\text{A}$ , 在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间超过了 1900 小时。

**[0046] 实施例 6**

[0047] 另外,作为实施例 6,将发光层 3b 的前述空穴传输性掺杂剂变更为空穴传输性材料 HT2,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。又,空穴传输性材料 HT2 的  $T_g=128^\circ\text{C}$ ,  $I_p=5.5\text{eV}$ , 空穴迁移率  $\mu_{hHT}=3\times 10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ , 发光层 3b 中的浓度为 10%。另外,空穴传输性材料 HT2 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM1 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为 1。实施例 6 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=6.4\text{V}$ , 电流效率  $L/J=28\text{cd}/\text{A}$ , 在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间超过了 2000 小时。

**[0048] 实施例 7**

[0049] 另外,作为实施例 7,将发光层 3b 的前述主体材料变更为主体材料 EM2,将前述空穴传输性掺杂剂变更为空穴传输性材料 HT2,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。主体材料 EM2 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 0.6。另外,空穴传输性材料 HT2 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM2 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为 5。实施例 7 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=6.5\text{V}$ , 电流效率  $L/J=28\text{cd}/\text{A}$ , 在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间超过了 2000 小时 ( $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$ )。

[0050] (比较例 1)

[0051] 另外,作为比较例 1,在发光层 3b 中不含前述空穴传输性掺杂剂,将主体材料 EM1 和荧光掺杂剂 GD1 的比率设为 50:1.5,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。比较例 1 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=8.2\text{V}$ ,电流效率  $L/J=17\text{cd}/\text{A}$ ,在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间为 1000 小时。

[0052] (比较例 2)

[0053] 另外,作为比较例 2,将发光层 3b 的前述主体材料变更为主体材料 EM4,将主体材料 EM4、荧光掺杂剂 GD1 以及空穴传输性材料 HT1 的比率设为 45:1.5:5,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。主体材料 EM4 的  $I_p=5.8\text{eV}$ ,  $E_a=2.95\text{eV}$ ,电子迁移率  $\mu_{eEM}=3\times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,空穴迁移率  $\mu_{hEM}=1\times 10^{-8}\text{cm}^2/\text{Vs}$ ,电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 300。另外,荧光掺杂剂 GD1 与主体材料 EM4 的  $I_p$  的差为  $0.05\text{eV}$ 。另外,空穴传输性材料 HT1 在发光层 3b 中的浓度为 10 重量%。另外,空穴传输性材料 HT1 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM4 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为约 133。比较例 2 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=7.5\text{V}$ ,电流效率  $L/J=17\text{cd}/\text{A}$ ,在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间为 1200 小时。

[0054] (比较例 3)

[0055] 另外,作为比较例 3,将发光层 3b 的前述空穴传输性掺杂剂变更为空穴传输性材料 HT3,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。空穴传输性材料 HT3 的  $T_g=100^\circ\text{C}$ ,  $I_p=5.4\text{eV}$ ,空穴迁移率  $\mu_{hHT}=8\times 10^{-5}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 。另外,空穴传输性材料 HT3 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM1 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为约 0.03。比较例 3 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=8.0\text{V}$ ,电流效率  $L/J=16\text{cd}/\text{A}$ ,在  $85^\circ\text{C}$  的高温环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间为 1200 小时。

[0056] (比较例 4)

[0057] 另外,作为比较例 4,将发光层 3b 的前述主体材料变更为主体材料 EM4,将前述空穴传输性掺杂剂变更为空穴传输性材料 HT3,此外与实施例 1 同样地进行了有机 EL 元件的制作以及特性的测定。电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与主体材料 EM4 的空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 为 300。另外,空穴传输性材料 HT3 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与主体材料 EM4 的电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 为约 26.7。比较例 4 显示绿色发光,其特性为发光亮度  $L_p=13500\text{cd}/\text{m}^2$  时的驱动电压  $E=8.0\text{V}$ ,电流效率  $L/J=16\text{cd}/\text{A}$ , $85^\circ\text{C}$  的高温温度环境下的初始亮度  $L_p=3000\text{cd}/\text{m}^2$  下进行 DC 驱动时的寿命减半时间为 1200 小时。

[0058] 如图 2 所示,发光层 3b 的主体材料使用电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 落入本发明中的规定范围 ( $0.6 \leq \mu_{eEM}/\mu_{hEM} \leq 10$ ) 内的主体材料 EM1~3、并且空穴传输性掺杂剂适用可使主体材料 EM1~EM3 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 落入本发明中的规定范围 ( $0.1 \leq \mu_{hHT}/\mu_{eEM} \leq 10$ ) 内的空穴传输性材料 HT1 或者 HT2 的实施例 1~7 中,显示低电压以及高效率,即使是高温环境下也可获得长寿命。与此相对,发光层 3b 中不具有空穴传输性掺杂剂的比较例 1、以及比较

例 2、4、比较例 3 与实施例 1~7 相比驱动电压高,发光效率降低,在高温环境下的寿命减半时间也变短,因此作为有机 EL 元件的特性恶化。其中比较例 2、4 使用电子迁移率  $\mu_{eEM}$  与空穴迁移率  $\mu_{hEM}$  之比 ( $\mu_{eEM}/\mu_{hEM}$ ) 落入本发明中的规定范围 ( $0.6 \leq \mu_{eEM}/\mu_{hEM} \leq 10$ ) 外的主体材料 EM4 作为发光层 3b 的主体材料,空穴传输性掺杂剂中适用可使主体材料 EM4 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 落入本发明中的规定范围 ( $0.1 \leq \mu_{hHT}/\mu_{eEM} \leq 10$ ) 外的空穴传输性材料 HT3。比较例 3 的空穴传输性掺杂剂适用可使主体材料 EM1 的空穴迁移率  $\mu_{hHT}$  与电子迁移率  $\mu_{eEM}$  之比 ( $\mu_{hHT}/\mu_{eEM}$ ) 落入本发明中的规定范围 ( $0.1 \leq \mu_{hHT}/\mu_{eEM} \leq 10$ ) 外的空穴传输性材料 HT3。因此,从图 2 也明显可知,如本发明那样通过形成发光层 3b 从而可获得在低电力且高温环境下的可靠性高的有机 EL 元件。又,从图 2 明显可知,在实施例 1~7 之中,空穴传输性掺杂剂在发光层 3b 中的浓度高的实施例 4 中在高温环境下的寿命减半时间比较短,空穴传输性掺杂剂在发光层 3b 中的浓度优选为至少 50 重量%以下,进一步优选为 40 重量%以下。

[0059] 又,本实施方式中,空穴注入传输层 3a 是利用单一层而形成的空穴注入传输层,但本发明的有机 EL 元件中,也可以为分别依次层叠空穴注入层以及空穴传输层而得到。另外,前述发光掺杂剂是显示绿色发光的发光掺杂剂,但是发光掺杂剂也可以为显示其它的发光色的发光掺杂剂。另外,发光层或者电子传输层也可以为多层形成的构成。

[0060] 产业上的可利用性

[0061] 本发明涉及有机 EL 元件,特别适合为在如下设备中使用的有机 EL 元件,该设备是设想要在车载用显示器等高温环境中使用的设备。

[0062] 附图标记说明

[0063] 1 支撑基板,

[0064] 2 第一电极(阳极),

[0065] 3 有机层,

[0066] 3a 空穴注入传输层,

[0067] 3b 发光层,

[0068] 3c 电子传输层,

[0069] 3d 电子注入层,

[0070] 4 第二电极(阴极)

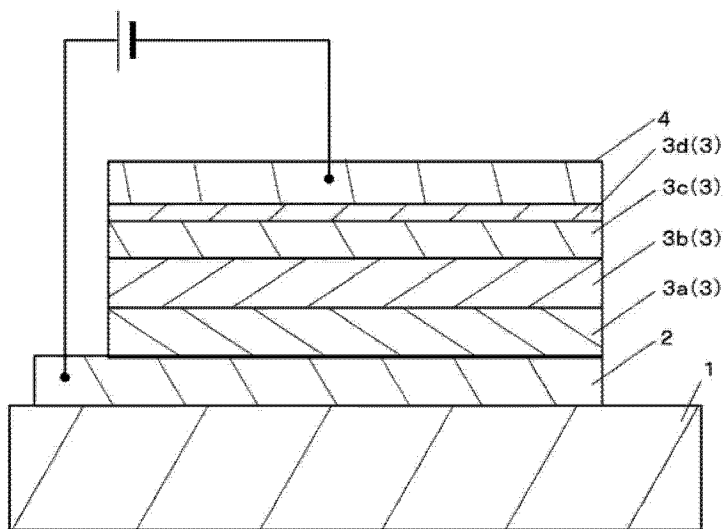


图 1

				$L_p = 13500\text{cd/m}^2$		85℃ DC 减半 $L_p = 3000\text{cd/m}^2$
	主体材料	空穴传输性材料	发光掺杂剂	电压	效率	寿命(h)
实施例1	EM1	HT1(10%)	GD1	6.7V	28cd/A	2000
实施例2	EM2	HT1(10%)	GD1	6.8V	26cd/A	2000
实施例3	EM3	HT1(10%)	GD1	6.8V	27cd/A	1800
实施例4	EM1	HT1(50%)	GD1	6.9V	25cd/A	1500
实施例5	EM1	HT1(40%)	GD1	6.5V	27cd/A	1900
实施例6	EM1	HT2(10%)	GD1	6.4V	28cd/A	2000
实施例7	EM2	HT2(10%)	GD1	6.5V	26cd/A	2000
比较例1	EM1	无	GD1	8.2V	17cd/A	1000
比较例2	EM4	HT1(10%)	GD1	7.5V	17cd/A	1200
比较例3	EM1	HT3(10%)	GD1	8.0V	16cd/A	1200
比较例4	EM4	HT3(10%)	GD1	8.0V	16cd/A	1200

图 2