



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110890471 A

(43)申请公布日 2020.03.17

(21)申请号 201910842105.4

(22)申请日 2019.09.06

(30)优先权数据

10-2018-0107005 2018.09.07 KR

(71)申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72)发明人 韩文奎 丁大荣 金光熙 张银珠

金璨秀 朴建洙 尹园植

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 金拟粲 王华芹

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

权利要求书5页 说明书29页 附图7页

(54)发明名称

电致发光器件和包括其的显示装置

(57)摘要

公开电致发光器件和包括其的显示装置。所述电致发光器件包括彼此面对的第一电极和第二电极；设置在所述第一电极和所述第二电极之间并且包括量子点和具有连接至骨架结构的取代或未取代的C4-C20烷基的第一空穴传输材料的发射层；设置在所述发射层和所述第一电极之间并且包括第二空穴传输材料的空穴传输层；以及设置在所述发射层和所述第二电极之间的电子传输层。

1. 电致发光器件, 包括

彼此面对的第一电极和第二电极;

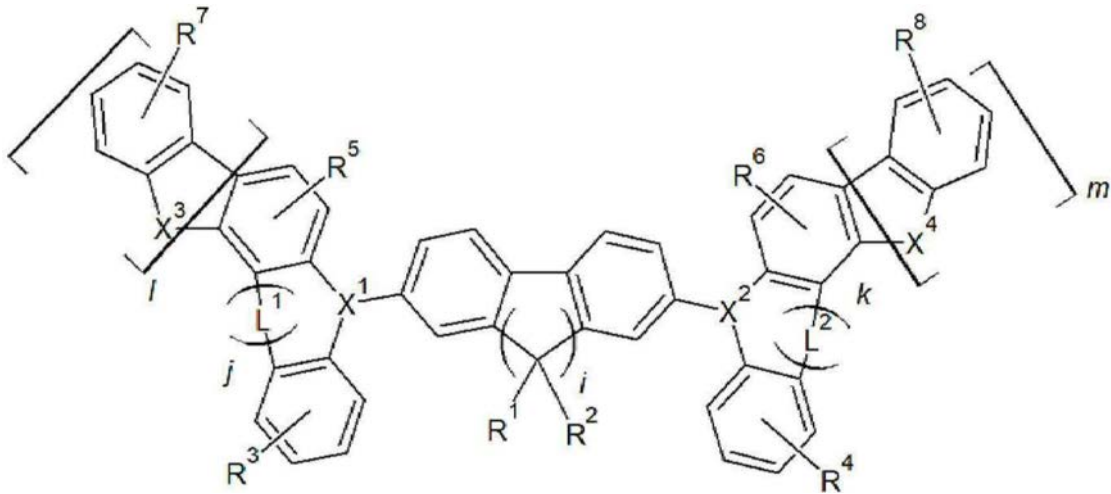
设置在所述第一电极和所述第二电极之间并且包括量子点和具有连接至骨架结构的取代或未取代的C4-C20烷基的第一空穴传输材料的发射层;

设置在所述发射层和所述第一电极之间并且包括第二空穴传输材料的空穴传输层; 以及

设置在所述发射层和所述第二电极之间的电子传输层。

2. 如权利要求1所述的电致发光器件, 其中所述第一空穴传输材料包括由化学式1表示的化合物:

[化学式1]



其中, 在化学式1中,

$R^1$ - $R^8$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基, 条件是 $R^1$ - $R^8$ 的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,

当 $R^3$ - $R^8$ 为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基时, 它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环,

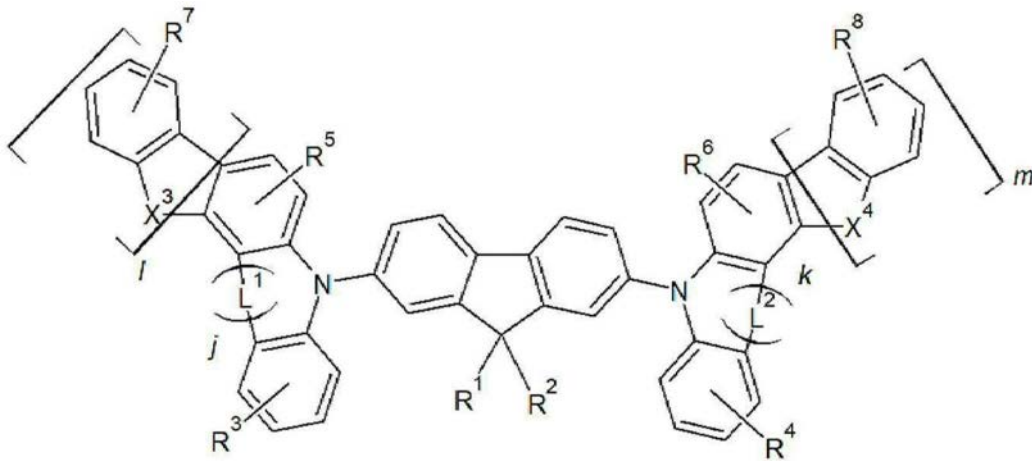
$X^1$ 和 $X^2$ 独立地选自N和C(- $R^a$ ), 且 $X^3$ 和 $X^4$ 独立地选自S、N- $R^b$ 、和C(- $R^c$ )(- $R^d$ ), 其中 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、和 $R^d$ 独立地选自取代或未取代的C1-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、和取代或未取代的C3-C20杂芳基,

$L^1$ 和 $L^2$ 独立地选自单键和取代或未取代的亚甲基或C2-C4亚烯基, 和

$i$ 、 $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、和 $m$ 独立地为0或1。

3. 如权利要求2所述的电致发光器件, 其中所述第一空穴传输材料包括由化学式2表示的化合物:

[化学式2]



其中在化学式2中，

$X^3$ 、 $X^4$ 、 $L^1$ 、 $L^2$ 、 $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、和 $m$ 与权利要求2的化学式1中定义的相同，

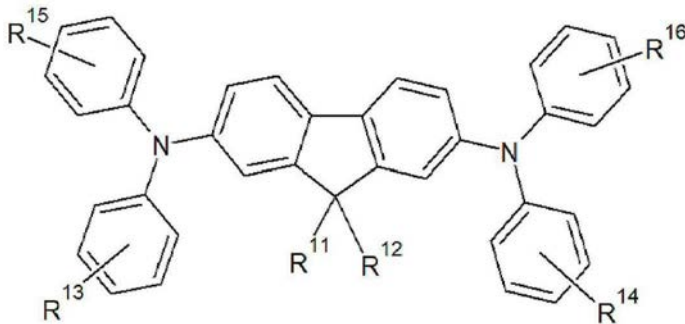
$R^1$ - $R^8$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基，条件是 $R^1$ - $R^6$ 的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基，和

当 $R^3$ - $R^6$ 为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时，它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

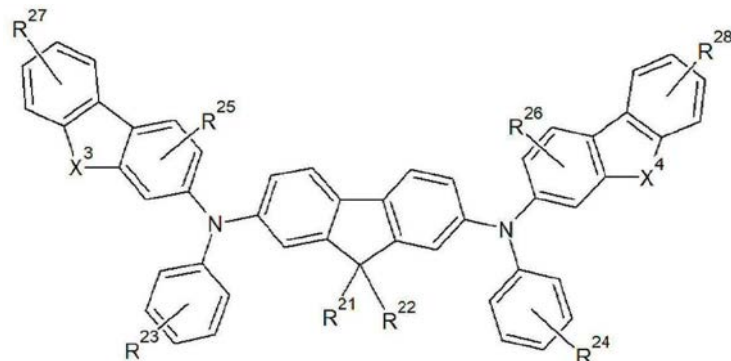
4. 如权利要求3所述的电致发光器件，其中 $R^1$ - $R^6$ 的至少两个为取代或未取代的C4-C20烷基。

5. 如权利要求3所述的电致发光器件，其中所述第一空穴传输材料包括由化学式2-1至化学式2-2表示的化合物的至少一种：

[化学式2-1]



[化学式2-2]



其中,在化学式2-1至化学式2-2中,

$X^3$ 和 $X^4$ 独立地与权利要求2的化学式1中定义的相同,

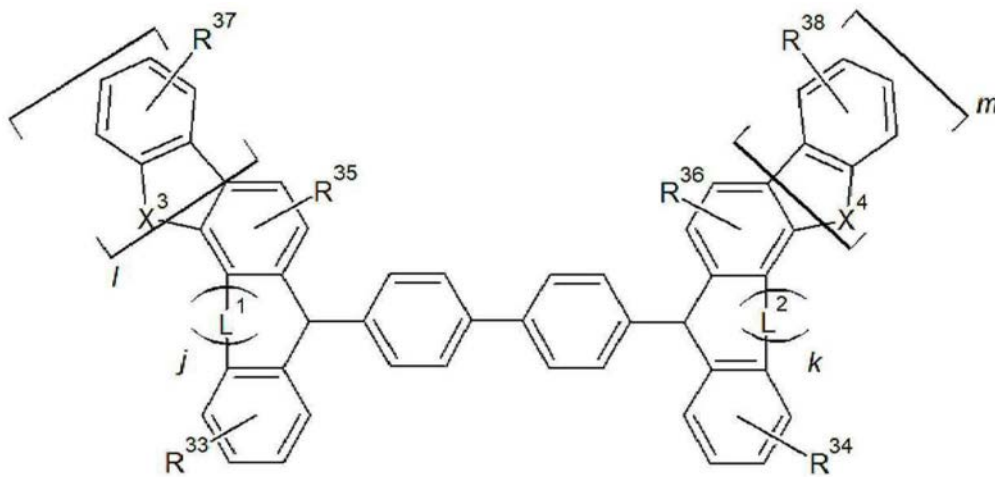
$R^{11}$ 、 $R^{12}$ 、 $R^{13}$ 、 $R^{14}$ 、 $R^{15}$ 、 $R^{16}$ 、 $R^{21}$ 、 $R^{22}$ 、 $R^{23}$ 、 $R^{24}$ 、 $R^{25}$ 、和 $R^{26}$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、和取代或未取代的C3-C20杂芳基,条件是 $R^{11}$ - $R^{14}$ 的至少一个和 $R^{21}$ - $R^{26}$ 的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,

$R^{27}$ 和 $R^{28}$ 独立地选自取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基,和

当 $R^{13}$ 、 $R^{14}$ 、 $R^{15}$ 、 $R^{16}$ 、 $R^{23}$ 、 $R^{24}$ 、 $R^{25}$ 、和 $R^{26}$ 为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

6.如权利要求2所述的电致发光器件,其中所述第一空穴传输材料包括由化学式3表示的化合物:

[化学式3]



其中,在化学式3中,

$X^3$ 、 $X^4$ 、 $L^1$ 、 $L^2$ 、 $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、和 $m$ 独立地与权利要求2中定义的相同,和

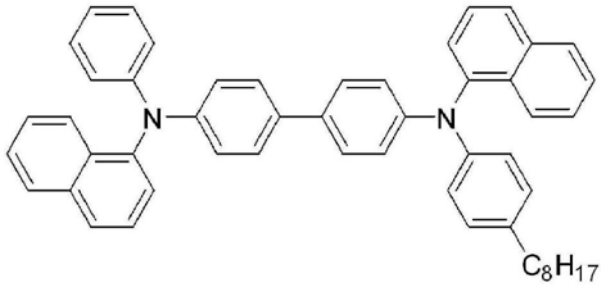
$R^{33}$ 、 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 、 $R^{36}$ 、 $R^{37}$ 、和 $R^{38}$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基,条件 $R^{33}$ - $R^{38}$ 的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,和

当 $R^{33}$ 、 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 、 $R^{36}$ 、 $R^{37}$ 、和 $R^{38}$ 为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

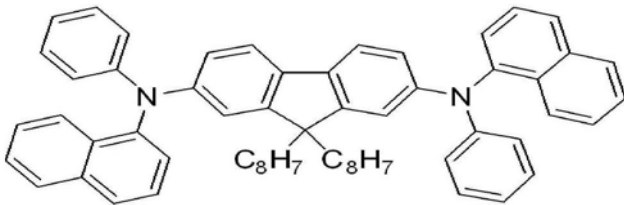
7.如权利要求6所述的电致发光器件,其中 $R^{33}$ - $R^{36}$ 的至少两个为未取代的C4-C10直链或支化的烷基。

8.如权利要求2所述的电致发光器件,其中所述第一空穴传输材料包括由化学式A至化学式F表示的化合物的至少一种:

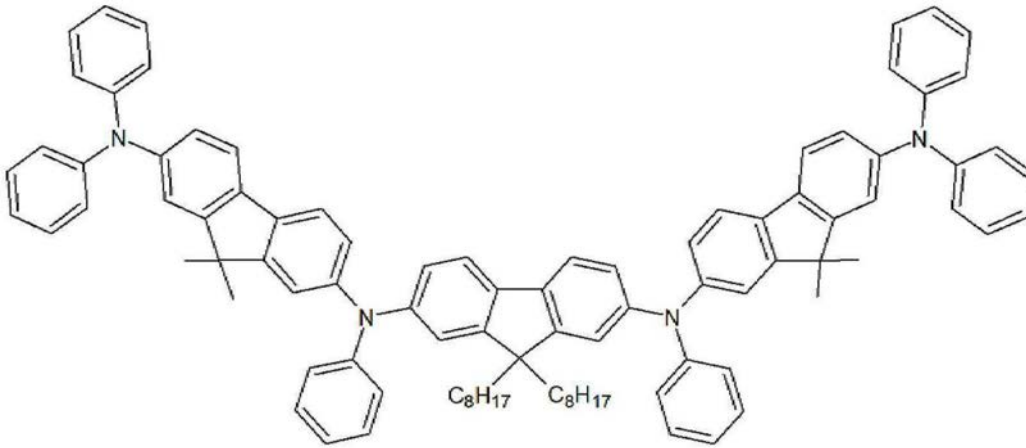
[化学式A]



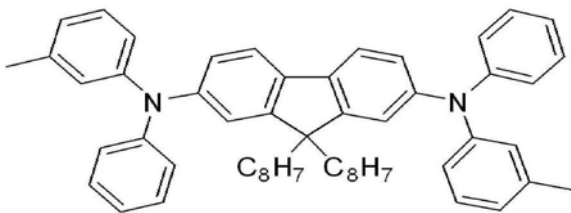
[化学式B]



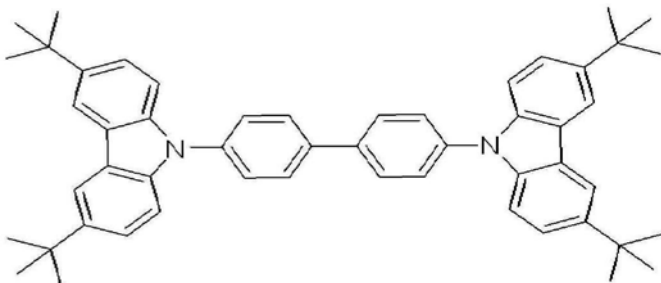
[化学式C]



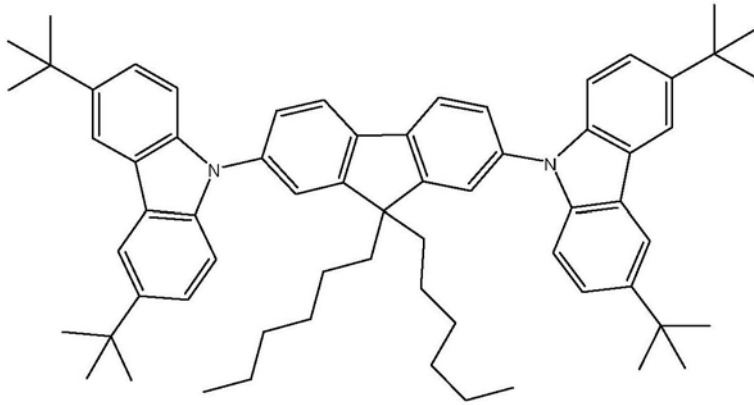
[化学式D]



[化学式E]



[化学式F]



9. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述第一空穴传输材料在非极性溶剂中具有溶解性。

10. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中基于所述发射层的总重量100重量%,以大于或等于2重量%且小于50重量%的量包括所述第一空穴传输材料。

11. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中通过原子力显微镜法测量的所述发射层的表面的均方根粗糙度为0.5-2.0。

12. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述量子点的表面结合有疏水性配体。

13. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述量子点包括II-VI族化合物、III-V族化合物、IV-VI族化合物、IV族元素或化合物、I-III-VI族化合物、I-II-IV-VI族化合物、或其组合。

14. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述量子点具有芯-壳结构。

15. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述第二空穴传输材料和所述第一空穴传输材料为不同的材料。

16. 如权利要求15所述的电致发光器件,其中所述第二空穴传输材料包括聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)或其衍生物、聚(磺苯乙烯)或其衍生物、聚-N-乙烯基吡啶或其衍生物、聚亚苯基亚乙烯基或其衍生物、聚对亚苯基亚乙烯基或其衍生物、聚甲基丙烯酸酯、多芳基胺、聚苯胺或其衍生物、聚吡咯或其衍生物、聚(9,9-二辛基芴)或其衍生物、聚(螺-二芴)或其衍生物、聚-(N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(4,4'-(N-4-丁基苯基)二苯基胺)]、聚[(9,9-二辛基芴)-共-(N,N'-二苯基-N,N'-二-(对-丁基苯基)-1,4-二氨基苯)]、NiO、MoO<sub>3</sub>、或它们的组合。

17. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述电子传输层包括无机材料纳米颗粒、基于喹诺酮的化合物、基于三嗪的化合物、基于喹啉的化合物、基于三唑的化合物、基于萘的化合物、或其组合。

18. 如权利要求17所述的电致发光器件,其中所述电子传输层包括由无机材料纳米颗粒构成的簇层。

19. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述电子传输层具有20nm-100nm的厚度。

20. 如权利要求1所述的电致发光器件,其中所述电致发光器件进一步包括在所述第一电极和所述空穴传输层之间的空穴注入层。

21. 显示装置,其包括如权利要求1-20任一项所述的电致发光器件。

## 电致发光器件和包括其的显示装置

[0001] 对相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年9月7日在韩国知识产权局提交的韩国专利申请No.10-2018-0107005的优先权和权益,将其全部内容引入本文中作为参考。

### 技术领域

[0003] 公开了电致发光器件和包括其的显示装置。

### 背景技术

[0004] 量子点是显示出量子限制效应的具有几纳米至几十纳米的直径的半导体纳米晶体材料。与通常使用的荧光体(phosphor)相比,量子点产生在窄的波长区域中的更强的光。在被激发的电子从导带跃迁至价带的同时量子点发射光,并且波长取决于颗粒尺寸而改变,即使是在相同的材料中。由于量子点的颗粒尺寸越小,其发射的光的波长越短,因此通过调节尺寸,它们可获得在合乎需要的波长区域中的光。

[0005] 换句话说,与使用包含磷光和/或荧光材料的发射层的有机发光二极管相比,包含量子点的发射层和包括其的各种电子器件(装置)可通常节省制造成本,并且通过改变量子点的尺寸,可发射合乎需要的颜色,而无需在发射层中使用其它有机材料以发射另外颜色的光。

[0006] 包括量子点的发射层的发光效率是由量子点的量子效率、电荷载流子的平衡、光提取效率等决定的。特别地,为了改善量子效率,可将激子限制在发射层中,但是当激子由于多种因素未被限制在发射层中时,其可导致问题例如激子猝灭。

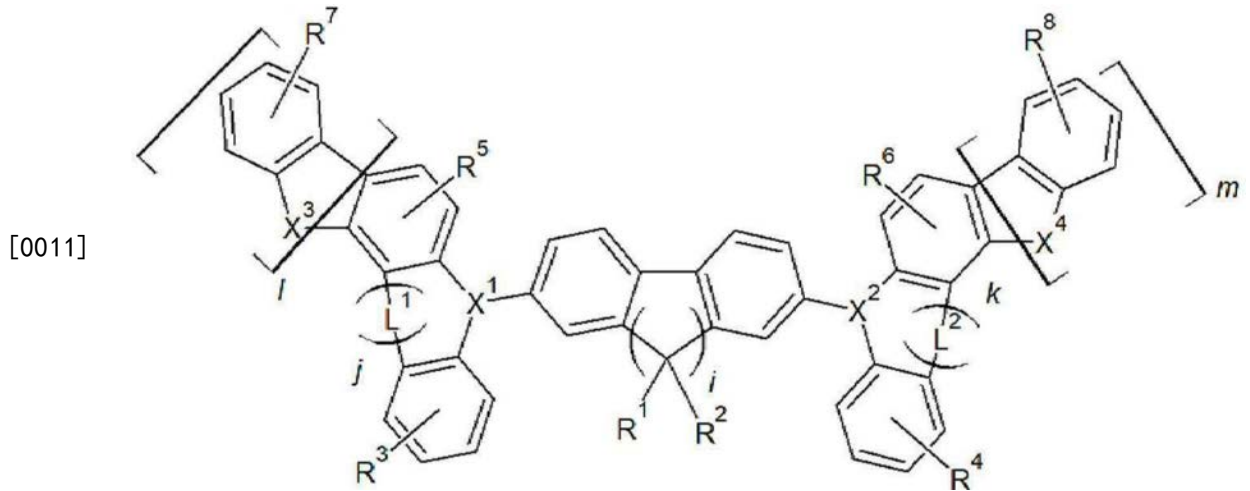
### 发明内容

[0007] 提供通过改善发射层的空穴传输能力和表面特性而具有改善的器件特性的电致发光器件和包括其的显示装置。

[0008] 根据一种实施方式,电致发光器件包括彼此面对的第一电极和第二电极;设置在所述第一电极和所述第二电极之间并且包括量子点和具有连接至骨架结构的取代或未取代的C4-C20烷基的第一空穴传输材料的发射层;设置在所述发射层和所述第一电极之间并且包括第二空穴传输材料的空穴传输层;以及设置在所述发射层和所述第二电极之间的电子传输层。

[0009] 所述第一空穴传输材料可包括由化学式1表示的化合物。

[0010] [化学式1]



[0012] 在化学式1中，

[0013]  $R^1$ - $R^8$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20 (例如C6-C20) 芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基，条件是 $R^1$ - $R^8$ 的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基，

[0014] 当 $R^3$ - $R^8$ 为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基时，它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环，

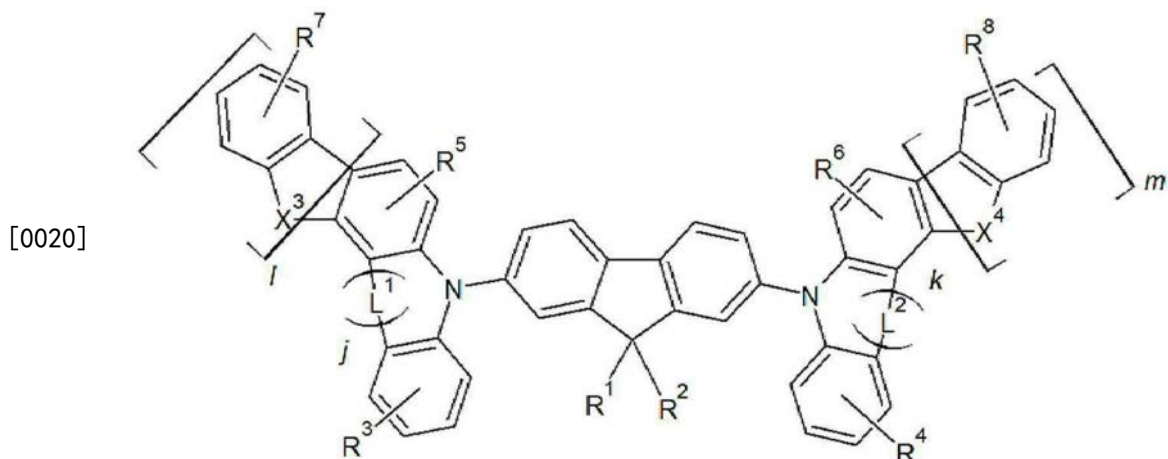
[0015]  $X^1$ 和 $X^2$ 独立地选自N和C(- $R^a$ )，且 $X^3$ 和 $X^4$ 独立地选自S、N- $R^b$ 、和C(- $R^c$ ) (- $R^d$ ) (其中 $R^a$ 、 $R^b$ 、 $R^c$ 、和 $R^d$ 独立地选自取代或未取代的C1-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、和取代或未取代的C3-C20杂芳基)，

[0016]  $L^1$ 和 $L^2$ 独立地选自单键和取代或未取代的亚甲基或C2-C4亚烯基，和

[0017]  $i$ 、 $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、和 $m$ 独立地为0或1。

[0018] 所述第一空穴传输材料可包括由化学式2表示的化合物。

[0019] [化学式2]



[0021] 其中，在化学式2中，

[0022]  $X^3$ 、 $X^4$ 、 $L^1$ 、 $L^2$ 、 $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、和 $m$ 与化学式1中定义的相同，

[0023]  $R^1$ - $R^8$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺

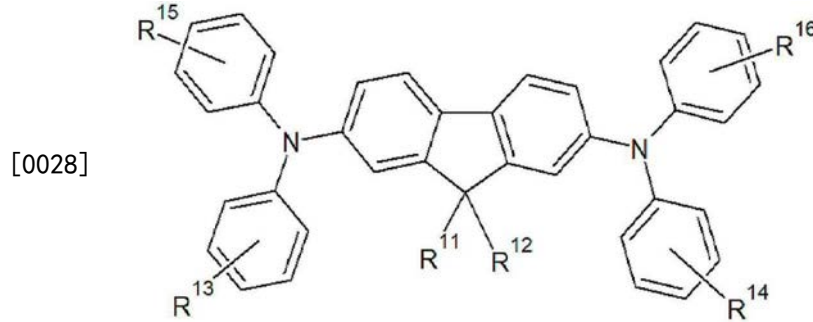
基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基,条件是R<sup>1</sup>-R<sup>6</sup>的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,和

[0024] 当R<sup>3</sup>-R<sup>6</sup>为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

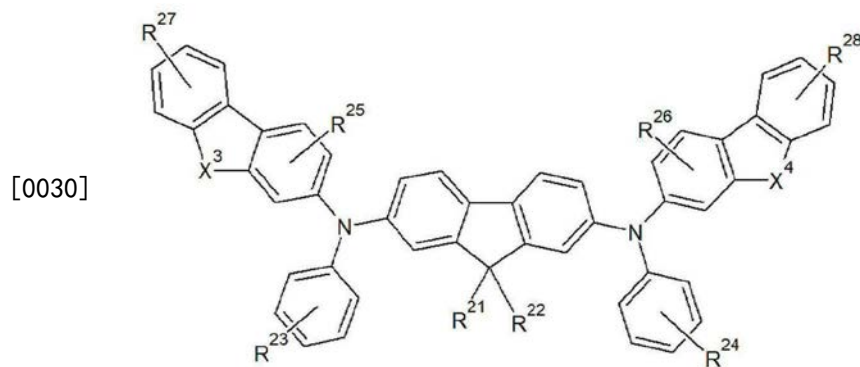
[0025] R<sup>1</sup>-R<sup>6</sup>的至少两个可为取代或未取代的C4-C20烷基。

[0026] 所述第一空穴传输材料可包括由化学式2-1至化学式2-2表示的化合物的至少一种。

[0027] [化学式2-1]



[0029] [化学式2-2]



[0031] 在化学式2-1至化学式2-2中,

[0032] X<sup>3</sup>和X<sup>4</sup>与化学式1中定义相同,

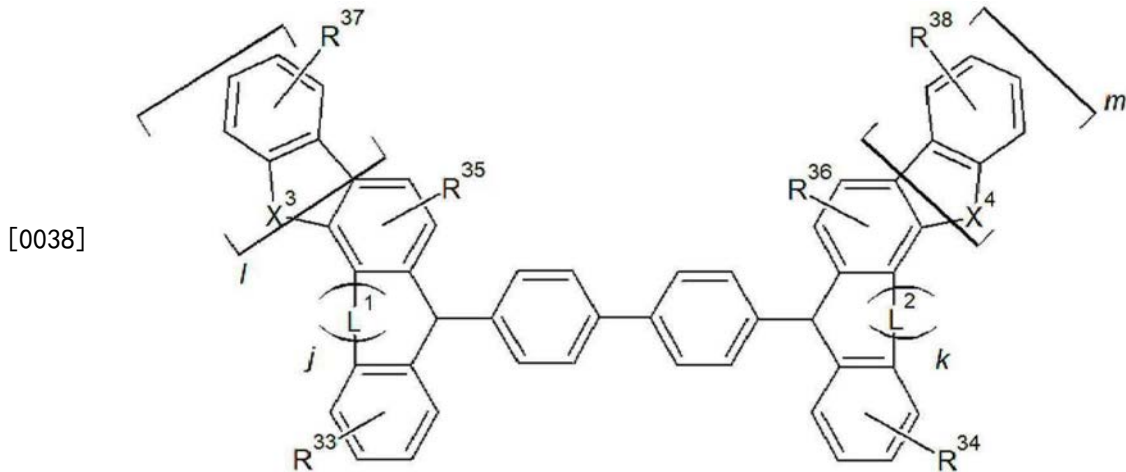
[0033] R<sup>11</sup>、R<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>21</sup>、R<sup>22</sup>、R<sup>23</sup>、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、和R<sup>26</sup>独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、和取代或未取代的C3-C20杂芳基,条件是R<sup>11</sup>-R<sup>14</sup>的至少一个和R<sup>21</sup>-R<sup>26</sup>的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,

[0034] R<sup>27</sup>和R<sup>28</sup>独立地选自取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基,和

[0035] 当R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>23</sup>、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、和R<sup>26</sup>为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

[0036] 所述第一空穴传输材料可包括由化学式3表示的化合物。

[0037] [化学式3]



[0039] 在化学式3中,

[0040]  $X^3$ 、 $X^4$ 、 $L^1$ 、 $L^2$ 、 $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、和 $m$ 独立地与化学式1中定义的相同,和

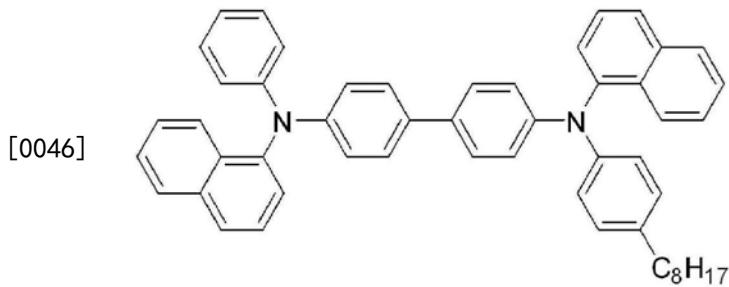
[0041]  $R^{33}$ 、 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 、 $R^{36}$ 、 $R^{37}$ 、和 $R^{38}$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C6-C40芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基,条件是 $R^{33}$ - $R^{38}$ 的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,和

[0042] 当 $R^{33}$ 、 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 、 $R^{36}$ 、 $R^{37}$ 、和 $R^{38}$ 为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

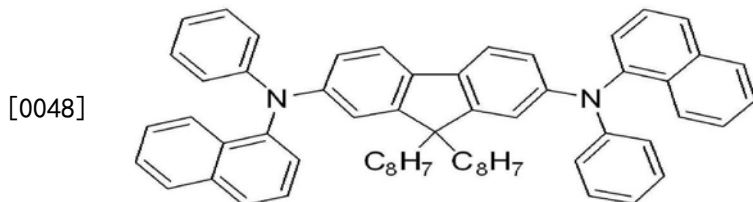
[0043]  $R^{33}$ - $R^{36}$ 的至少两个可为未取代的C4-C10直链或支化的烷基。

[0044] 所述第一空穴传输材料可包括由化学式A至化学式F表示的化合物的至少一种。

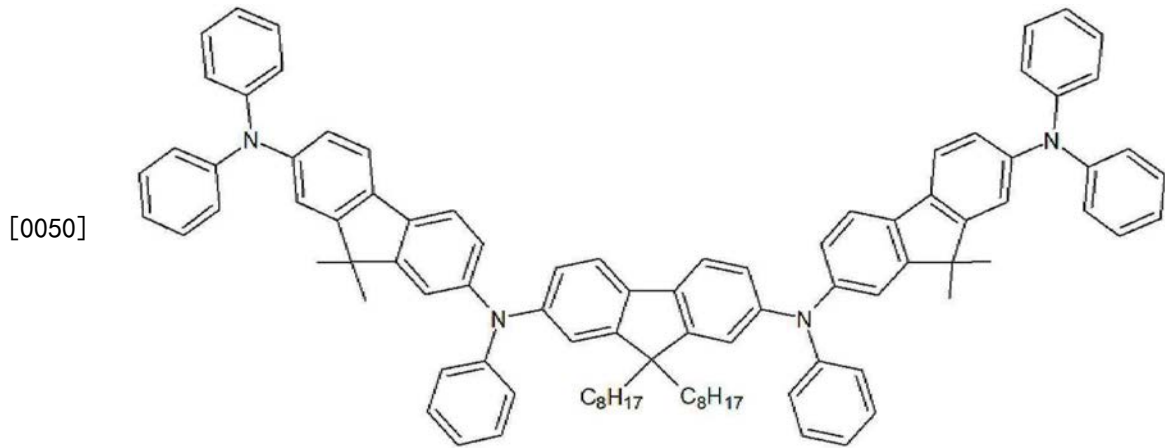
[0045] [化学式A]



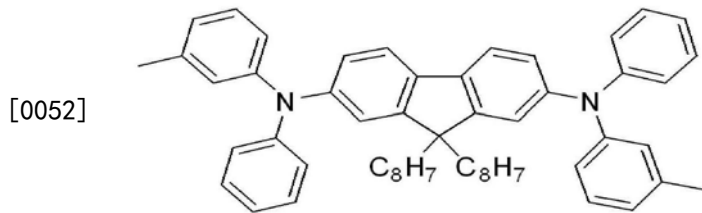
[0047] [化学式B]



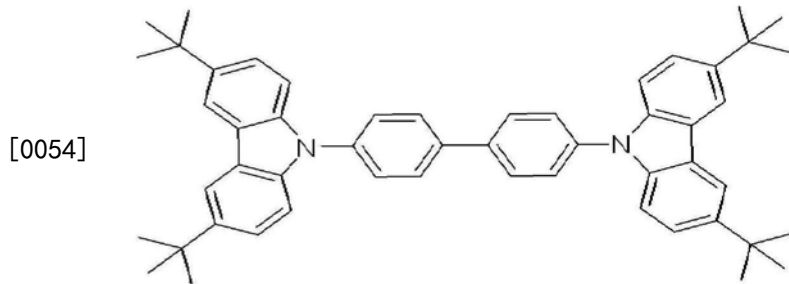
[0049] [化学式C]



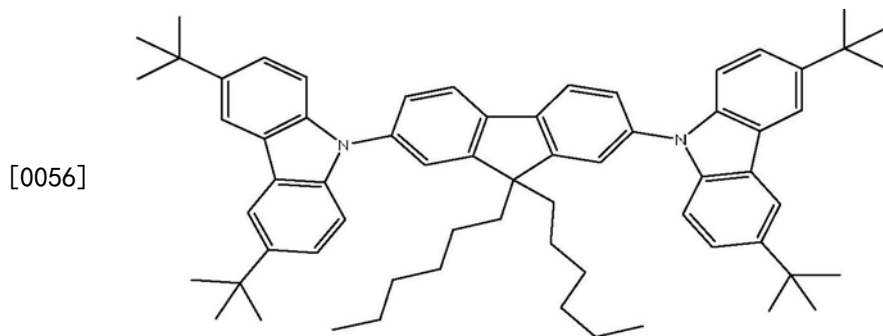
[0051] [化学式D]



[0053] [化学式E]



[0055] [化学式F]



[0057] 所述第一空穴传输材料在非极性溶剂中可具有溶解性。

[0058] 基于所述发射层的总重量100重量%，可以大于或等于约2重量%且小于约50重量%的量包括所述第一空穴传输材料。

[0059] 通过原子力显微镜法 (AFM) 测量的所述发射层的表面的均方根粗糙度可为约0.5-约2.0。

[0060] 所述量子点的表面可结合有疏水性配体。

[0061] 所述量子点可包括II-VI族化合物、III-V族化合物、IV-VI族化合物、IV族元素或化合物、I-III-VI族化合物、I-II-IV-VI族化合物、或其组合。

- [0062] 所述量子点可具有芯-壳结构。
- [0063] 所述第二空穴传输材料和所述第一空穴传输材料可为不同的材料。
- [0064] 所述第二空穴传输材料可包括聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)或其衍生物、聚(磺苯乙炔)或其衍生物、聚-N-乙炔基咪唑或其衍生物、聚亚苯基亚乙炔基或其衍生物、聚对亚苯基亚乙炔基或其衍生物、聚甲基丙烯酸酯、多芳基胺(聚芳基胺)、聚苯胺或其衍生物、聚吡咯或其衍生物、聚(9,9-二辛基芴)或其衍生物、聚(螺-二芴)或其衍生物、聚(N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺)、聚[(9,9-二辛基芴)-共-(4,4'-(N-(4-丁基苯基)-二苯基胺)]、聚((9,9-二辛基芴)-共-N,N-二苯基-N,N-二-(对-丁基苯基)-1,4-二氨基苯)、NiO、MoO<sub>3</sub>、或它们的组合。
- [0065] 所述电子传输层可包括无机材料纳米颗粒、基于喹诺酮的化合物、基于三嗪的化合物、基于喹啉的化合物、基于三唑的化合物、基于萘的化合物、或其组合。
- [0066] 所述电子传输层可包括由无机材料纳米颗粒构成的簇层(cluster layer)。
- [0067] 所述电子传输层可具有约20nm-约100nm的厚度。
- [0068] 所述电致发光器件可进一步在所述第一电极和所述空穴传输层之间的空穴注入层。
- [0069] 根据另一实施方式,提供包括所述电致发光器件的显示装置。
- [0070] 提供由于发射层的改善的空穴传输能力和表面特性而具有改善的器件特性的电致发光器件和包括其的显示装置。

## 附图说明

- [0071] 图1为根据实施方式的电致发光器件的示意性横截面图,
- [0072] 图2-5为原子力显微镜(AFM)图像,其显示发射层薄膜的表面形貌(制备对比例1(图2)、制备实施例3(图3)、制备对比例2(图4)、和制备实施例5(图5)),
- [0073] 图6-9为发射层薄膜的扫描电子显微镜图像(制备对比例3(图6)、制备对比例4(图7)、制备实施例10(图8)、和制备实施例11(图9)),
- [0074] 图10为根据实施例1-4和对比例1的电致发光器件的电压-电流密度(对数刻度(log scale))特性的图,
- [0075] 图11为显示根据实施例9-12和对比例2的电致发光器件的电压-电流密度(对数刻度)特性的图,
- [0076] 图12为显示根据实施例2、5、11、和14以及对比例1和2的电致发光器件的寿命特性的图,和
- [0077] 图13为显示根据实施例3、6、7、和8以及对比例1和2的电致发光器件的寿命特性的图。

## 具体实施方式

[0078] 现在将在下文中详细地描述本公开内容的实例实施方式,并且其可由具有相关领域中的普通技能的人员容易地执行。然而,本公开内容可以许多不同的形式体现,并且将不被解释为限于本文中阐述的实例实施方式。

[0079] 在附图中,为了清楚,层、膜、面板、区域等的厚度被放大。在说明书中相同的附图

标记始终表示相同的元件。将理解,当一个元件例如层、膜、区域、或基板被称为“在”另外的元件“上”时,其可直接在所述另外的元件上或者还可存在中间元件。相反,当一个元件被称为“直接在”另外的元件“上”时,则不存在中间元件。

[0080] 如本文中使用的,术语“烷基”指的是得自具有规定数量的碳原子的直链或支链饱和脂肪族并且具有至少1的化合价的基团。所述烷基的具体实例可为甲基、乙基、异丙基、叔丁基、正辛基、正癸基、正十六烷基等。

[0081] 如本文中使用的,术语“烯基”指的是具有至少一个碳-碳双键的直链或支链单价烃基团。所述烯基的具体实例可为乙烯基、烯丙基、2-丁烯基、3-戊烯基等。

[0082] 如本文中使用的,术语“炔基”指的是至少一个碳-碳三键的直链或支链单价烃基团。所述炔基的具体实例可为炔丙基、3-戊炔基等。

[0083] 如本文中使用的,术语“烷氧基”指的是“烷基-O-”,其中术语“烷基”具有与以上描述的相同的含义。

[0084] 如本文中使用的,术语“环烷基”指的是具有一个或多个其中所有环成员为碳的饱和环的单价基团。

[0085] 如本文中使用的,术语“芳基”指的是含有至少一个环并且具有规定数量的碳原子的芳香族基团。术语“芳基”可被解释为包括具有与至少一个环烷基环稠合的芳香族环的基团。

[0086] 如本文中使用的,术语“亚芳烷基”指的是被芳基取代的亚烷基。

[0087] 如本文中使用的,术语“杂芳基”指的是含有选自N、O、S、Si、和P的一个至三个杂原子作为成环原子并且任选地在所示处被一个或多个取代基取代的芳基。杂芳基的实例包括,但不限于,吡啶基、吡咯基、咪唑基、噻吩基、吡嗪基(pyridiziny)、吡嗪基、咪唑基、噁唑基、呋喃基、噻吩基、噻唑基、三唑基、四唑基、异噁唑基、喹啉基、吡咯基、吡唑基、苯并噻吩基、异喹啉基、喹啉基、喹啉基、噻吩基、异吡啶基、和5,6,7,8-四氢异喹啉基。

[0088] 如本文中使用的,当未另外提供定义时,术语“亚杂芳烷基”指的是被杂芳基取代的亚烷基。

[0089] 如本文中使用的,术语“亚烷基”、“亚环烷基”、“亚芳基”、和“亚杂芳基”指的是分别得自如上定义的烷基、环烷基、芳基、和杂芳基的二价基团。

[0090] 如本文中使用的,术语“烷基胺基”指的是-NRR',其中R和R'各自独立地为C1-C20烷基。如本文中使用的,术语“芳基胺基”指的是-NRR',其中R和R'各自独立地为C6-C30芳基。

[0091] 如本文中使用的,当未另外提供定义时,术语“取代(的)”可指的是化合物或基团的氢被如下的取代基代替:C1-C30烷基、C2-C30烯基、C2-C30炔基、C6-C30芳基、C7-C30烷芳基、C1-C30烷氧基、C1-C30杂烷基、C3-C30杂烷芳基、C3-C30环烷基、C3-C15环烯基、C6-C30环炔基、C2-C30杂环烷基、卤素(-F、-Cl、-Br、或-I)、羟基(-OH)、硝基(-NO<sub>2</sub>)、氰基(-CN)、氨基(-NRR',其中R和R'独立地为氢或C1-C6烷基)、叠氮基(-N<sub>3</sub>)、脒基(-C(=NH)NH<sub>2</sub>)、胍基(-NHNH<sub>2</sub>)、脞基(=N(NH<sub>2</sub>))、醛基(-C(=O)H)、氨基甲酰基(-C(O)NH<sub>2</sub>)、硫醇基(-SH)、酯基(-C(=O)OR,其中R为C1-C6烷基或C6-C12芳基)、羧基(-COOH)或其盐(-C(=O)OM,其中M为有机或无机阳离子)、磺酸基团(-SO<sub>3</sub>H)或其盐(-SO<sub>3</sub>M,其中M为有机或无机阳离子)、磷酸基团(-PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>)或其盐(-PO<sub>3</sub>MH或-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>,其中M为有机或无机阳离子)、或其组合。

- [0092] 如本文中使用的,“族”可指的是周期表的族。
- [0093] 如本文中使用的,“II族”可指的是IIA族和IIB族,且II族金属的实例可为Cd、Zn、Hg、和Mg,但不限于此。
- [0094] 如本文中使用的,“不包括Cd的II族金属”的实例可指的是除Cd之外的II族金属,例如Zn、Hg、Mg等。
- [0095] 如本文中使用的,“III族”可指的是IIIA族和IIIB族,且III族金属的实例可为Al、In、Ga、和Tl,但不限于此。
- [0096] 如本文中使用的,“IV族”可指的是IVA族和IVB族,且IV族金属的实例可为Si、Ge、和Sn,但不限于此。如本文中使用的,术语“金属”可包括半金属例如Si。
- [0097] 如本文中使用的,“I族”可指的是IA族和IB族,且实例可包括Li、Na、K、Rb、和Cs,但不限于此。
- [0098] 如本文中使用的,“V族”可指的VA族,且实例可包括氮、磷、砷、锑、和铋,但不限于此。
- [0099] 如本文中使用的,“VI族”可指的是VIA族,且实例可包括硫、硒、和碲,但不限于此。
- [0100] 首先,参考图1,描述根据实施方式的电致发光器件的示意性结构。
- [0101] 图1为根据实施方式的电致发光器件的示意性横截面图。
- [0102] 根据实施方式,电致发光器件10包括彼此面对的第一电极110和第二电极160以及设置在其间并且包括量子点141和具有连接至骨架结构的取代或未取代的C<sub>4</sub>-C<sub>20</sub>烷基的第一空穴传输材料的发射层140、设置在第一电极110和发射层140并且包括第二空穴传输材料的空穴传输层130、设置在第一电极110和空穴传输层130之间但是考虑到其与各构成元件的关系而可省略的空穴注入层120、以及设置在发射层140和第二电极160之间的电子传输层150。
- [0103] 换句话说,电致发光器件10可具有其中空穴注入层120、空穴传输层130、发射层140和电子传输层150设置在彼此面对的第一电极110和第二电极160之间的堆叠结构。
- [0104] 在一种实施方式中,第一电极110可直接连接到驱动电源因此可起到使电流流到发射层140的作用。第一电极110可包括在至少可见光波长区域中具有光透射性的材料。例如,第一电极110中包括的所述材料可进一步对于在红外或紫外(UV)波长区域中的光具有光透射性。例如,第一电极110可由光学透明的材料制成。
- [0105] 在一种实施方式中,第一电极110可包括氧化钼、氧化钨、氧化钒、氧化铯、氧化铌、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化镍、氧化铜、氧化钴、氧化锰、氧化铬、氧化铟、或其组合。
- [0106] 然而,根据实施方式的第一电极110不必要限于此,而是可包括选择性地透射在特定波长区域中的光的半透过性材料并且执行反射在可见光波长区域中的光和使其向第二电极160折回的功能。
- [0107] 同时,在实施方式中,第一电极110可设置在基板100上,如图1中所示。基板100可为透明绝缘基板或者可由延性的材料制成。基板100可包括玻璃或具有大于约150°C的玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)的膜形式的聚合物材料。例如,它包括基于COC(环烯烃共聚物)或COP(环烯烃聚合物)的材料。
- [0108] 在实施方式中,基板100可支持设置在第一电极110和第二电极160之间的空穴注入层120、空穴传输层130、发射层140、和电子传输层150。然而,根据实施方式的电致发光器

件10的基板100可不设置在第一电极110下面,而是在需要时基板100可设置在第二电极160上或者可被省略。

[0109] 第二电极160包括光学透明的材料并且可起到光透射电极的作用以透射在发射层140中产生的光。在一种实施方式中,第二电极160可包括选自如下的至少一种:银(Ag)、铝(Al)、铜(Cu)、金(Au)、和其合金、氧化钼、氧化钨、氧化钒、氧化铌、氧化铈、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化镍、氧化铜、氧化钴、氧化锰、氧化铬、氧化钆、或它们的组合。

[0110] 然而,根据实施方式的第二电极160不必限于此,而是可包括选择性地透射在特定波长区域中的光的半透过性材料并且执行反射在可见光波长区域中的光和使其向第一电极110折回的功能。

[0111] 当第二电极160起到反射电极的作用时,第一电极110可为由透射在至少可见光波长区域中的光的材料形成的光透射电极或者选择性地透射在特定波长区域中的光的半透过性电极。

[0112] 第一电极110和第二电极160各自可通过在基板100或有机层上经由例如溅射的方法沉积用于形成电极的材料而形成。

[0113] 另一方面,如图1中所示,根据实施方式的电致发光器件10可具有其中基板100和各构成元件以上面的堆叠顺序设置的常规结构。

[0114] 然而,根据实施方式的电致发光器件10不必要限于此,而是可具有在满足前述设置各构成元件的秩序的范围内的多种结构。例如,当基板100不是设置在第一电极110下面而是设置在第二电极160上时,电致发光器件10可具有反转的结构。

[0115] 空穴注入层120可直接设置在第一电极110上。空穴注入层120可通过空穴传输层130将空穴供应到发射层140中。然而,可考虑空穴传输层130的厚度和材料而省略空穴注入层120。

[0116] 空穴注入层120可由p-型半导体材料或掺杂有p-型掺杂剂的材料形成。例如,空穴注入层120可包括PEDOT[聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)]或其衍生物、PSS[聚(磺苯乙烯)]或其衍生物、聚-N-乙炔基吡啶(PVK)或其衍生物、聚亚苯基亚乙炔基或其衍生物、聚对-亚苯基亚乙炔基(PPV)或其衍生物、聚甲基丙烯酸酯、聚(9,9-二辛基芴)或其衍生物例如聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基-共-(4,4'-(N-4-丁基苯基)二苯基胺)]或聚[(9,9-二辛基芴)-共-N,N'-二苯基-N,N'-二-(对-丁基苯基)-1,4-二氨基苯]、聚(螺-二芴)或其衍生物、TCTA(三(4-吡啶-9-基苯基)胺)、TPD(N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺)、NPB(N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺)、m-MTDATA(三(3-甲基苯基苯基氨基)-三苯基胺)、TFB(聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(4,4'-(N-4-丁基苯基)二苯基胺)])、PFB(聚[(9,9-二辛基芴)-共-(N,N'-二苯基-N,N'-二-(对-丁基苯基)-1,4-二氨基苯)])、聚-TPD、金属氧化物例如NiO和MoO<sub>3</sub>、或它们的组合,但不限于此。

[0117] 空穴传输层130可设置在第一电极110上,例如第一电极110和空穴注入层120上。空穴传输层130可向发射层140中提供和传输空穴。空穴传输层130可直接形成于发射层140下面且直接接触发射层140。

[0118] 在一种实施方式中,空穴传输层130包括第二空穴传输材料。所述第二空穴传输材料可为p-型半导体材料、或掺杂有p-型掺杂剂的材料。

[0119] 在一种实施方式中,包括在空穴传输层130中的所述第二空穴传输材料可为与稍

后将描述的发射层140的第一空穴传输材料不同的材料。在一种实施方式中,所述第二空穴传输材料可为聚合物、低聚物、金属氧化物、或其组合。

[0120] 所述第二空穴传输材料的实例可为聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)或其衍生物、聚(磺苯乙烯)或其衍生物、聚-N-乙烯基吡啶或其衍生物、聚亚苯基亚乙烯基或其衍生物、聚对亚苯基亚乙烯基或其衍生物、聚甲基丙烯酸酯、多芳基胺、聚苯胺或其衍生物、聚吡咯或其衍生物、聚(9,9-二辛基芴)或其衍生物、聚(螺-二芴)或其衍生物、聚-(N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(4,4'-(N-4-丁基苯基)二苯基胺)]、聚[(9,9-二辛基芴)-共-(N,N'-二苯基-N,N'-二-(对-丁基苯基)-1,4-二氨基苯)]、NiO、MoO<sub>3</sub>、或它们的组合,但不限于此。

[0121] 当空穴传输层130由作为第二空穴传输材料的聚合物、低聚物、金属氧化物、或其组合制成时,电致发光器件10的寿命可增加,并且作为工作起动电压的电致发光器件10的导通电压可降低。特别地,当所述第二空穴传输材料选自上述材料时,与当使用单分子空穴传输材料时相比,可均匀地控制与发射层140直接接触的空穴传输层130的表面形貌。因此,从空穴传输层130移动到发射层140的空穴的泄漏路径被最小化,使得泄漏电流和驱动电压可降低。

[0122] 例如,空穴传输层130可以湿涂布方法例如旋涂等形成。例如,空穴传输层130和发射层140两者都可以湿涂布方法形成。这样,空穴传输层130和/或发射层140可以简单的工艺形成。

[0123] 另外,在一种实施方式中,空穴传输层130和发射层140可由具有相对不同的溶解性的材料制成。例如,用于空穴传输层130的材料在芳族非极性溶剂中具有改善的溶解性,且用于发射层140的材料在脂族非极性溶剂中具有改善的溶解性。在将用于空穴传输层130的材料溶解在芳族非极性溶剂中之后,将用于发射层140的材料溶解在脂族非极性溶剂中,然后进行溶液工艺,可依次形成空穴传输层130和发射层140而没有先前形成的空穴传输层130的表面损坏。

[0124] 例如,当形成TFB聚合物膜作为空穴传输层130时,将包括TFB前体聚合物和芳族非极性溶剂(例如,甲苯、二甲苯等)的前体溶液旋涂在第一电极110或空穴注入层120上,在N<sub>2</sub>的惰性气体气氛中或在真空中在约150°C-约180°C的温度下进行热处理约30分钟以形成由TFB制成的空穴传输层130,并且可使用脂族非极性溶剂(例如,辛烷、壬烷、环己烷等)来溶解用于发射层140的材料利用溶液工艺在其上容易地形成发射层140。

[0125] 这样,当空穴传输层130和发射层140的溶剂选择性彼此相对不同时,空穴传输层130和发射层140两者都可使用溶液工艺形成,且因此可方便地进行所述工艺并且通过不同的溶剂选择性而使在形成随后的发射层140的过程中由有机溶剂等导致的空穴传输层130的损坏最小化。

[0126] 发射层140可设置在空穴传输层130上并且可包括量子点141和第一空穴传输材料。

[0127] 发射层140为这样的地方:通过从第一电极110和第二电极160供应的电流传输的电子和空穴在其中复合以产生激子,所产生的激子从激发态跃迁至基态以发射与量子点141的尺寸对应的波长的光。即,量子点141可赋予发射层140以电致发光功能。

[0128] 特别地,量子点141由于量子限制效应而具有不连续的能带隙并且入射光可被转

换成具有特定波长的光,然后被放射。因此,包括量子点141的发射层140可产生具有优异的颜色再现性和色纯度的光。

[0129] 例如,发射层140可发射在预定波长区域中的光。所述预定的波长区域属于可见光区域,例如,在如下之中的一种:约380nm-约488nm的第一波长区域、约490nm-约510nm的第二波长区域、大于约510nm至小于或等于约580nm的第三波长区域、约582nm-约600nm的第四波长区域、和约620nm-约680nm的第五波长区域。

[0130] 在一种实施方式中,量子点141的材料没有特别限制并且可使用已知的或可商购获得的量子点。例如,根据实施方式的量子点141各自可包括II-VI族化合物、III-V族化合物、IV-VI族化合物、IV族元素或化合物、I-III-VI族化合物、I-II-IV-VI族化合物、或其组合。

[0131] 例如,根据实施方式的量子点141各自可包括不包括Cd的II-VI族化合物、III-V族化合物、IV-VI族化合物、IV族元素或化合物、I-III-VI族化合物、不包括Cd的I-II-IV-VI族化合物、或其组合。即,根据实施方式的量子点141各自可为非镉基量子点。像这样,当量子点141由非镉基材料组成时,与常规的镉基量子点相比,它们不具有毒性并且因此不是危险的且是环境友好的。

[0132] 所述II-VI族化合物可选自:选自ZnS、ZnSe、ZnTe、ZnO、HgS、HgSe、HgTe、MgSe、MgS、及其混合物的二元化合物;选自ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、MgZnSe、MgZnS、及其混合物的三元化合物;以及选自HgZnTeS、HgZnSeS、HgZnSeTe、HgZnSTe、及其混合物的四元化合物。所述II-VI族化合物可进一步包括III族金属。

[0133] 所述III-V族化合物可选自:选自GaN、GaP、GaAs、GaSb、AlN、AlP、AlAs、AlSb、InN、InP、InAs、InSb、及其混合物的二元化合物;选自GaNP、GaNAs、GaNSb、GaPAs、GaPSb、AlNP、AlNAs、AlNSb、AlPAs、AlPSb、InNP、InNAs、InNSb、InPAs、InPSb、InZnP、及其混合物的三元化合物;以及选自GaAlNP、GaAlNAs、GaAlNSb、GaAlPAs、GaAlPSb、GaInNP、GaInNAs、GaInNSb、GaInPAs、GaInPSb、InAlNP、InAlNAs、InAlNSb、InAlPAs、InAlPSb、及其混合物的四元化合物。所述III-V族化合物可进一步包括II族金属(InZnP)。

[0134] 所述IV-VI族化合物可选自:选自SnS、SnSe、SnTe、PbS、PbSe、PbTe、及其混合物的二元化合物;选自SnSeS、SnSeTe、SnSTe、PbSeS、PbSeTe、PbSTe、SnPbS、SnPbSe、SnPbTe、及其混合物的三元化合物;以及选自SnPbSSe、SnPbSeTe、SnPbSTe、及其混合物的四元化合物。所述I-III-VI族化合物的实例可为CuInSe<sub>2</sub>、CuInS<sub>2</sub>、CuInGaSe、和CuInGaS,但不限于此。所述I-II-IV-VI族化合物的实例可为CuZnSnSe和CuZnSnS,但不限于此。所述IV族元素或化合物的实例可为选自Si、Ge、及其混合物的单质;以及选自SiC、SiGe、及其混合物的二元化合物。

[0135] 所述二元化合物、所述三元化合物、或所述四元化合物分别以均匀的浓度存在于颗粒中或者以局部不同的浓度存在于相同的颗粒中。

[0136] 根据一种实施方式,所述量子点可具有包含一个半导体纳米晶体芯颗粒和另一围绕所述芯的半导体纳米晶体壳的芯-壳结构。所述芯和所述壳可具有其中所述壳的元素的浓度朝着所述芯降低的浓度梯度。另外,所述量子点可具有一个半导体纳米晶体芯和围绕所述芯的多层壳。这里,所述多层壳结构具有两个或更多个壳的结构且各层可具有单一组成或合金或者可具有浓度梯度。

[0137] 当所述量子点具有芯-壳结构时,所述壳的材料组成具有比所述芯的材料组成大的能带隙,这可呈现出有效的量子限制效应。然而,实施方式不限于此。同时,在多层壳中,最远离芯的壳具有可具有比离芯最近的壳高的能带隙并且量子点可发射在紫外(UV)至红外波长范围内的光。

[0138] 所述量子点可具有大于或等于约10%、例如大于或等于约20%、大于或等于约30%、大于或等于约40%、大于或等于约50%、大于或等于约60%、大于或等于约70%、大于或等于约90%、或甚至100%的量子效率。

[0139] 在显示装置中,所述量子点可具有相对窄的光谱以改善色纯度或颜色再现性。所述量子点可具有例如小于或等于约45nm、小于或等于约40nm、或者小于或等于或约30nm的光致发光波长谱的半宽度(FWHM)。在所述范围内,装置的色纯度或颜色再现性可改善。

[0140] 所述量子点可具有约1nm-约100nm的颗粒直径(对于非球形状的颗粒而言,最长尺寸)。例如,所述量子点可具有约1nm-约20nm、例如约2nm(或约3nm)-约15nm的颗粒直径。

[0141] 另外,所述量子点的形状可为本领域中的通常的形状且因此可没有特别限制。例如,所述量子点可具有球形的、椭圆形的、四面体的、棱锥形的、立方八面体的、圆柱形的、多面体的、多臂的、或立方形的纳米颗粒、纳米管、纳米线、纳米纤维、纳米片、或其组合。所述量子点可具有任意截面形状。

[0142] 所述量子点可为可商购获得的或者可以任何方法合成。例如,若干(几)纳米尺寸的量子点可根据湿化学工艺合成。在所述湿化学工艺中,前体在有机溶剂中反应以生长晶体颗粒,并且所述有机溶剂或配体化合物可配位至所述量子点的表面,从而控制所述晶体的生长。所述有机溶剂和所述配体化合物的实例是已知的。

[0143] 配位在所述量子点的表面上的有机材料可影响器件的稳定性,且因此可通过如下除去未配位在所述量子点的表面上的过量的有机材料:将它倒入过量的非溶剂中,并且将所得混合物离心。所述非溶剂的实例可为丙酮、乙醇、甲醇等,但不限于此。在除去过量的有机材料之后,配位在所述量子点的表面上的有机材料的量可小于或等于约50重量%、例如小于或等于约30重量%、小于或等于约20重量%、或者小于或等于约10重量%,基于所述量子点的重量。所述有机材料可包括配体化合物、有机溶剂、或其组合。

[0144] 根据实施方式的电致发光器件10可进一步包括具有结合至量子点141的表面的疏水性部分的配体(在下文中,称作疏水性配体)。在一种实施方式中,所述疏水性配体可包括结合至量子点141的表面的官能团和提供疏水性的疏水性官能团。

[0145] 所述疏水性部分可为例如C4-C20烷基、C4-C20烯基、C4-C20炔基、或其组合且结合至量子点141的表面的官能团可为例如羟基(-OH)、羧基(-COOH)等。

[0146] 所述疏水性配体的实例可为脂肪酸例如油酸、硬脂酸、棕榈酸等。当包括如所描述的疏水性配体时,量子点141可整体上呈现出非极性,并且包括其的发射层140可整体上呈现出非极性。具有附着的疏水性配体的量子点141可对于非极性溶剂、特别地脂族非极性溶剂具有溶剂选择性,即,可溶解在其中。

[0147] 在根据实施方式的电致发光器件10中,发射层140可以适当的量包括量子点141以呈现出优异的发光效率。

[0148] 例如,基于100重量%的所述发射层,可以例如大于或等于约5重量%、大于或等于约10重量%、大于或等于约15重量%、或者大于或等于约20重量%并且小于或等于约98重

量%、小于或等于约95重量%、小于或等于约90重量%、小于或等于约85重量%、小于或等于约80重量%、小于或等于约75重量%、小于或等于约70重量%、小于或等于约65重量%、小于或等于约60重量%、小于或等于约55重量%、或者小于或等于约50重量%，例如约5重量%-约98重量%、约20重量%-约98重量%、约20重量%-约90重量%、约20重量%-约85重量%、约50重量%-约85重量%的量包括量子点141。

[0149] 然而，实施方式不限于此，量子点141的量可根据所使用的量子点141的材料、发射的光的种类、所使用的疏水性配体的量、以及空穴传输层130、发射层140和/或电子传输层150的厚度而不同。

[0150] 另一方面，所述第一空穴传输材料可改善发射层140的空穴传输能力。所述第一空穴传输材料可为与空穴传输层130的第二空穴传输材料不同的材料。所述第一空穴传输材料可为p-型半导体材料、或掺杂有p-型掺杂剂的材料并且可选自单分子至低分子的材料、或其组合，这与所述第二空穴传输材料不同。

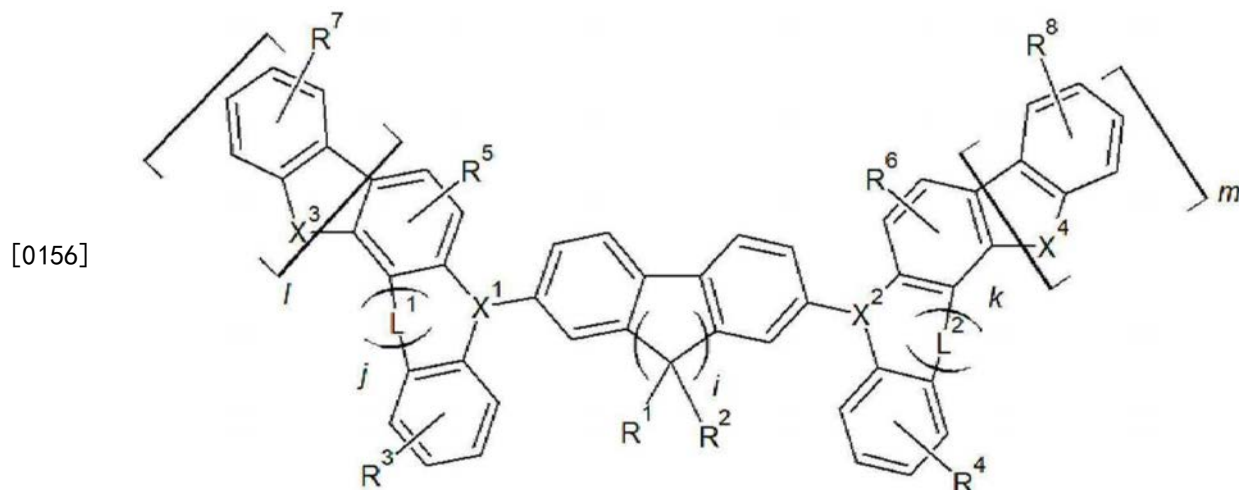
[0151] 在一种实施方式中，具有连接至骨架结构的取代或未取代的C4-C20烷基的所述第一空穴传输材料在非极性溶剂、特别地脂族非极性溶剂中可具有溶解性。在一种实施方式中，所述第一空穴传输材料和所述疏水性配体两者在脂族非极性溶剂中都可具有溶解性。因此，当使用所述溶液形成发射层140时，所形成的发射层140可具有改善的表面形貌。而且，由于所述第一空穴传输材料，所形成的发射层140可具有优异的空穴传输能力。

[0152] 如所描述的，发射层140和空穴传输层130分别在脂族非极性溶剂和芳族非极性溶剂中具有溶解性，并且因此在发射层140的形成期间可使对空穴传输层130的表面的损坏最小化且因此空穴传输层130可保持优异的空穴传输能力。

[0153] 在一种实施方式中，所述第一空穴传输材料可具有连接至骨架结构的取代或未取代的C4-C20烷基。当所述第一空穴传输材料具有连接至骨架结构的取代或未取代的C4-C20烷基时，所述第一空穴传输材料可溶解在非极性溶剂、特别地脂族非极性溶剂中。

[0154] 在一种实施方式中，所述第一空穴传输材料可为由化学式1表示的化合物。

[0155] [化学式1]



[0157] 在化学式1中，

[0158]  $R^1$ - $R^8$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺

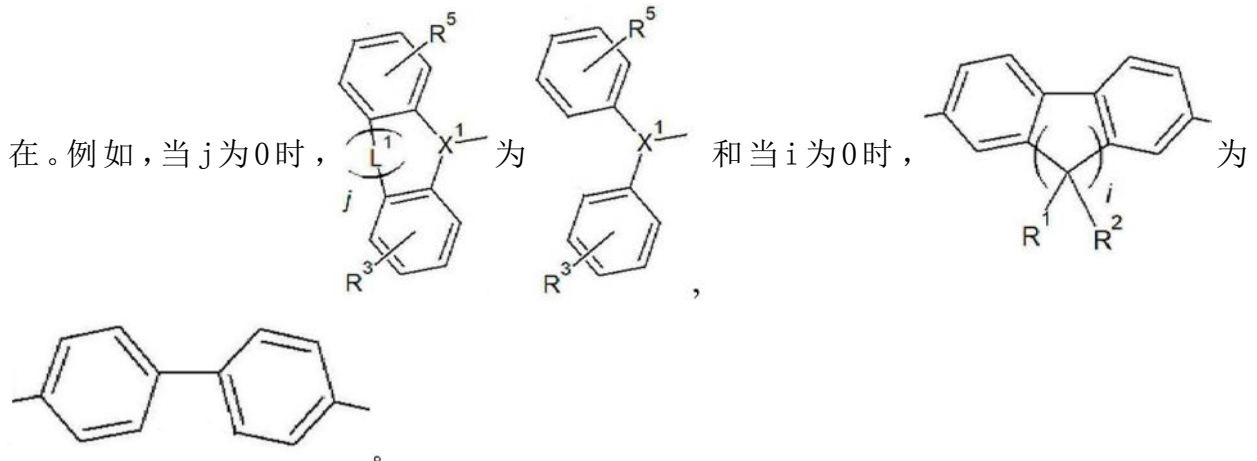
基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基，条件是R<sup>1</sup>-R<sup>8</sup>的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基，

[0159] 当R<sup>3</sup>-R<sup>8</sup>为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基时，它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环，

[0160] X<sup>1</sup>和X<sup>2</sup>独立地选自N和C(-R<sup>a</sup>)，且X<sup>3</sup>和X<sup>4</sup>独立地选自S、N-R<sup>b</sup>、和C(-R<sup>c</sup>)(-R<sup>d</sup>) (其中R<sup>a</sup>、R<sup>b</sup>、R<sup>c</sup>、和R<sup>d</sup>独立地选自取代或未取代的C1-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、和取代或未取代的C3-C20杂芳基)，

[0161] L<sup>1</sup>和L<sup>2</sup>独立地选自单键和取代或未取代的亚甲基或C2-C4亚烯基，和

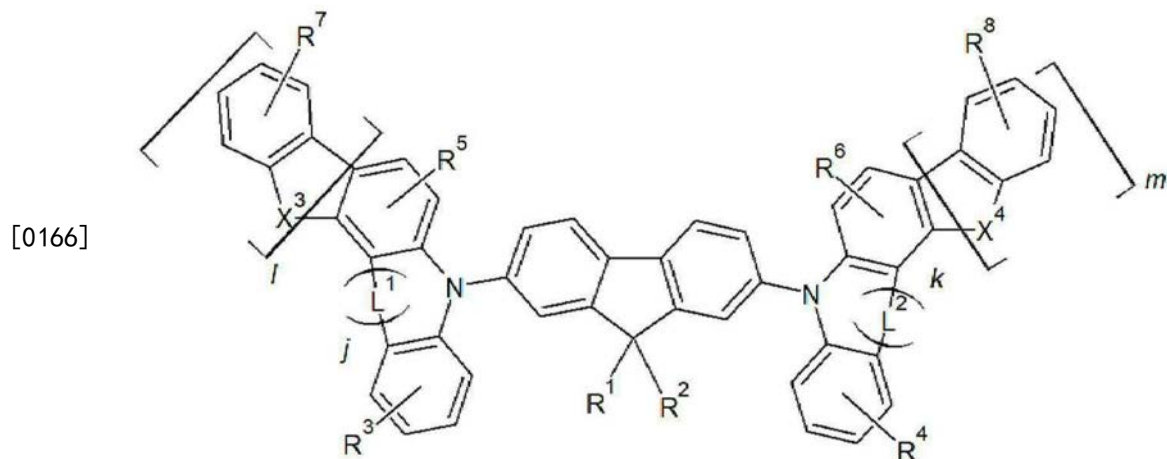
[0162] i、j、k、l、和m独立地为0或1。当i、j、k、l、或m为0时，其所代表的相应的部分不存在。例如，当j为0时，



[0163] 由于所述第一空穴传输材料包括如以化学式1显示的具有相对小的分子量的化合物并且与在量子点的表面上的配体良好地混合，因此当与单独包括量子点和/或包括量子点和聚合物型/低聚物型空穴传输材料时相比，发射层140可呈现出改善的表面形貌。

[0164] 特别地，所述第一空穴传输材料可包括由化学式2表示的化合物。

[0165] [化学式2]



[0167] 其中，在化学式2中，

[0168] X<sup>3</sup>、X<sup>4</sup>、L<sup>1</sup>、L<sup>2</sup>、j、k、l、和m与化学式1中定义的相同，

[0169] R<sup>1</sup>-R<sup>8</sup>独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基，条件是R<sup>1</sup>-R<sup>6</sup>的至少一

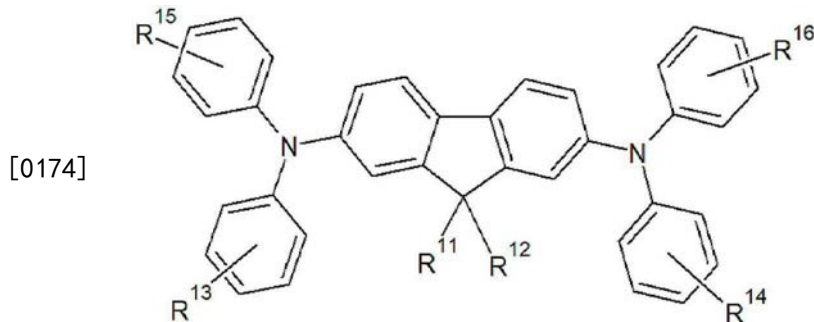
个为取代或未取代的C4-C20烷基,和

[0170] 当R<sup>3</sup>-R<sup>6</sup>为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

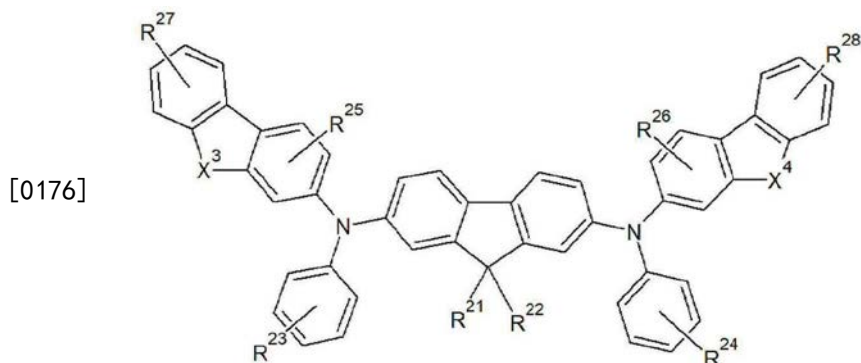
[0171] 在化学式2中,R<sup>1</sup>-R<sup>6</sup>的至少两个可为取代或未取代的C4-C20烷基。在此情况下,所述第一空穴传输材料在所述脂族非极性溶剂中的溶解性可进一步改善。

[0172] 例如,所述第一空穴传输材料可包括由化学式2-1至化学式2-2表示的化合物的至少一种。

[0173] [化学式2-1]



[0175] [化学式2-2]



[0177] 在化学式2-1至化学式2-2中,

[0178] X<sup>3</sup>和X<sup>4</sup>与化学式1中定义相同,

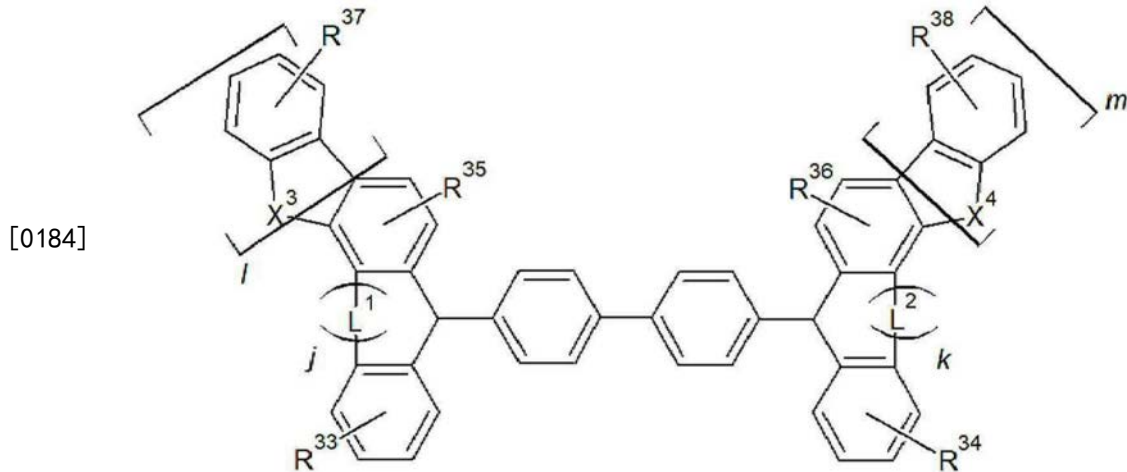
[0179] R<sup>11</sup>、R<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>21</sup>、R<sup>22</sup>、R<sup>23</sup>、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、和R<sup>26</sup>独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、和取代或未取代的C3-C20杂芳基,条件是R<sup>11</sup>-R<sup>14</sup>的至少一个和R<sup>21</sup>-R<sup>26</sup>的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,

[0180] R<sup>27</sup>和R<sup>28</sup>独立地选自取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基,和

[0181] 当R<sup>13</sup>、R<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>、R<sup>16</sup>、R<sup>23</sup>、R<sup>24</sup>、R<sup>25</sup>、和R<sup>26</sup>为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

[0182] 另一方面,所述第一空穴传输材料可包括由化学式3表示的化合物。

[0183] [化学式3]



[0185] 在化学式3中,

[0186]  $X^3$ 、 $X^4$ 、 $L^1$ 、 $L^2$ 、 $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、和 $m$ 独立地与化学式1中定义的相同,和

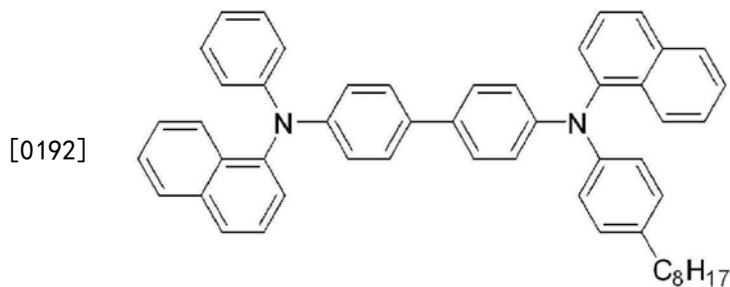
[0187]  $R^{33}$ 、 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 、 $R^{36}$ 、 $R^{37}$ 、和 $R^{38}$ 独立地选自取代或未取代的C4-C20烷基、取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、取代或未取代的C3-C20杂芳基、取代或未取代的C1-C20烷基胺基团、取代或未取代的C4-C20芳基胺基团、和取代或未取代的咪唑基,条件是 $R^{33}$ - $R^{38}$ 的至少一个为取代或未取代的C4-C20烷基,和

[0188] 当 $R^{33}$ 、 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 、 $R^{36}$ 、 $R^{37}$ 、和 $R^{38}$ 为取代或未取代的C3-C20环烷基、取代或未取代的C6-C20芳基、或者取代或未取代的C3-C20杂芳基之一时,它们与相邻的芳族环稠合以提供C8-C40稠环。

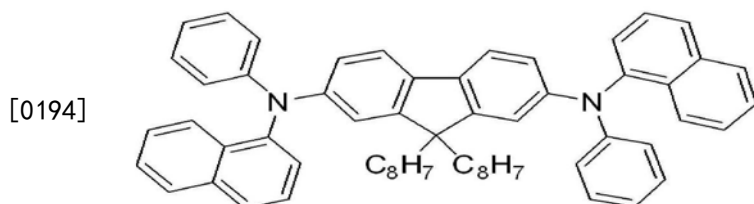
[0189] 在化学式3中, $R^{33}$ - $R^{36}$ 的至少两个可为未取代的C4-C10直链或支化的烷基。在此情况下,所述第一空穴传输材料在所述脂族非极性溶剂中的溶解性可进一步改善。

[0190] 更特别地,所述第一空穴传输材料可包括由化学式A至化学式F表示的化合物的至少一种。

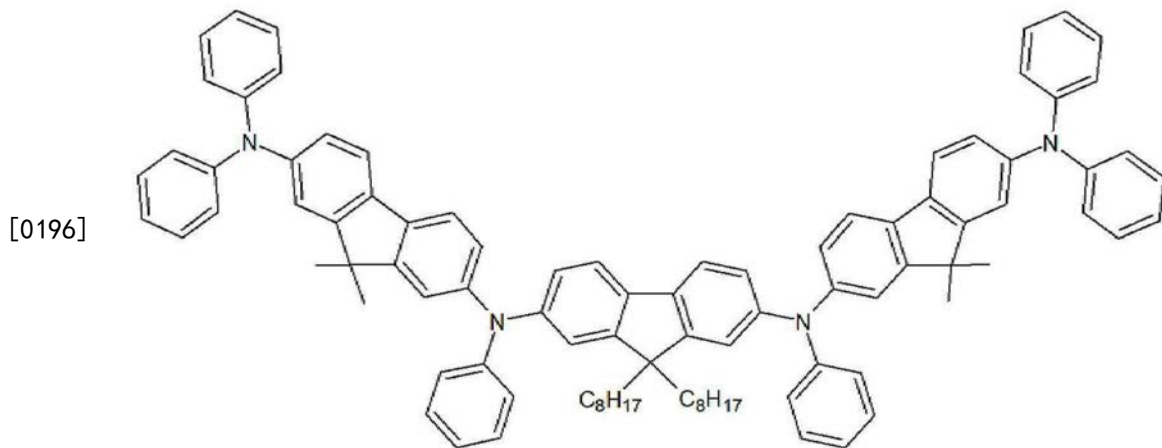
[0191] [化学式A]



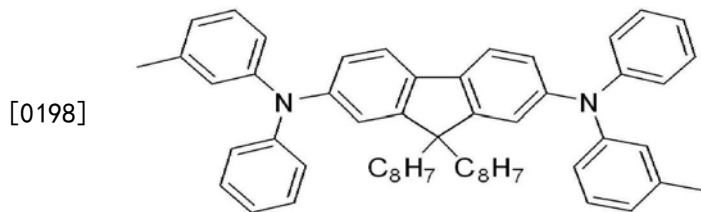
[0193] [化学式B]



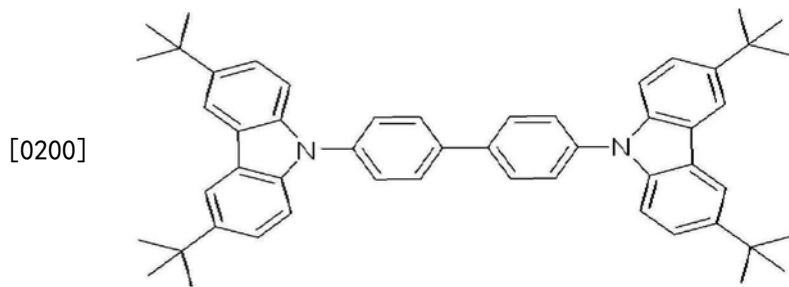
[0195] [化学式C]



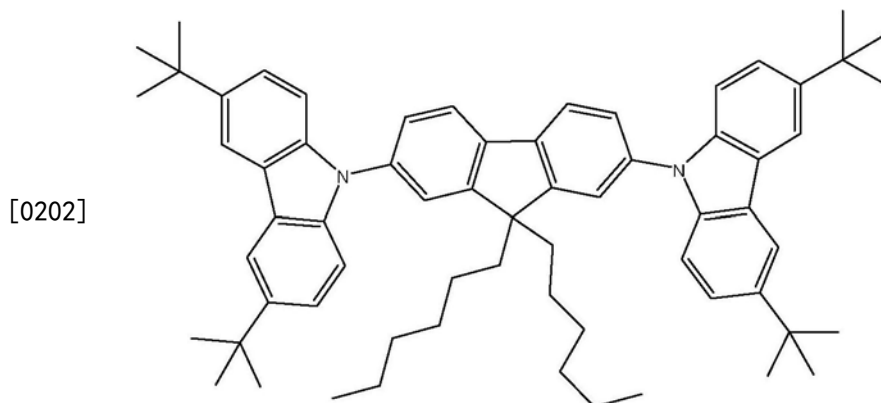
[0197] [化学式D]



[0199] [化学式E]



[0201] [化学式F]



[0203] 在使用量子点的电致发光器件中广泛使用的空穴传输材料具有比电子传输材料慢的空穴迁移率。为了保证稳定性,例如量子点的寿命,使有机配体结合至量子点的表面,并且附着至量子点的表面的有机配体通常具有非常低的空穴迁移率。

[0204] 因此,在驱动电致发光器件时,电子和空穴可无法在发射层的中心处、而是在发射层与空穴传输层的界面处或空穴传输层处彼此相遇。在此情况下,存在如下可能性:发光层的量子效率显著降低,且因此,必须将电致发光器件中的电子/空穴载流子平衡设置至恰当

的水平。

[0205] 因此,已经考虑了通过将量子点与常规的空穴传输材料共混而形成发射层的方法。然而,由于常规的空穴传输材料通常使用高分子量材料例如聚合物/低聚物,因此当它们与量子点共混时,表面形貌可形成得不均匀。如果发射层的表面形貌是不均匀的,可在发射层的表面上产生许多裂纹、孔等。由于所述裂纹和/或孔充当空穴和电子的泄漏路径,因此当表面形貌变得不均匀时,泄漏电流和导通电压可增加且器件的寿命可大大恶化。

[0206] 此外,当旋涂通过将量子点与常规的空穴传输材料共混而获得的组合物时,所述组合物可无法被形成为均匀的薄膜并且可被推出去,使得可无法形成发射层。

[0207] 另一方面,根据实施方式的电致发光器件10包括包含结合至疏水性配体的量子点141和由化学式1表示的单分子至低分子的第一空穴传输材料的发射层140。

[0208] 如上所述,与常规空穴传输材料和量子点的共混物相比,由量子点141和所述单分子至低分子的第一空穴传输材料的共混物构成的发射层140具有较好的表面形貌。因此,在所述发射层的表面上的裂纹和/或孔被最小化,由此降低泄漏电流和导通电压,且显著改善所述器件的寿命。

[0209] 另外,由量子点141和所述单分子至低分子的第一空穴传输材料构成的发射层140可作为通过使用溶液工艺例如旋涂容易地形成的均匀的薄膜获得。

[0210] 同时,根据实施方式的电致发光器件10可设计成使得发射层140和空穴传输层130具有相对不同的溶剂选择性。因此,在发射层140的形成期间可使对空穴传输层130的表面的损坏最小化,这进一步降低泄漏电流和导通电压。

[0211] 另外,由于在发射层140中包括所述第一空穴传输材料,因此促进了向发射层140中的空穴注入,使得可加快电致发光器件10的导通,可容易地调节向发射层140中注入的空穴载流子,并且向发射层140施加的电场电压可降低以改善发光效率、最大亮度和寿命。

[0212] 可根据空穴传输层130和电子传输层150的空穴/电子传输能力的程度而控制发射层140中的所述第一空穴传输材料的量以有效地控制发射层140中的空穴/电子载流子平衡。例如,基于发射层140的总重量100重量%,可例如以大于或等于约2重量%、大于或等于约5重量%、或者大于或等于约10重量%并且例如小于约50重量%、例如小于或等于约49重量%、小于或等于约45重量%、小于或等于约40重量%、小于或等于约30重量%、或者例如大于或等于约2重量%且小于约50重量%、例如大于或等于约5重量%且小于约50重量%、约5重量%-约40重量%、约5重量%-约30重量%、或约5重量%-约20重量%的量包括所述第一空穴传输材料。

[0213] 当在发射层140中以在上述范围内的量包括所述第一空穴传输材料时,电致发光器件10的总的发光效率和寿命特性可大大改善。

[0214] 根据实施方式的发射层140的表面形貌可通过使用原子力显微镜法(AFM)确认。在一种实施方式中,通过原子力显微镜法(AFM)测量的发射层140的均方根粗糙度可例如大于或等于约0.1、大于或等于约0.2、大于或等于约0.3、大于或等于约0.4、大于或等于约0.5、大于或等于约0.6、大于或等于约0.7、大于或等于约0.8、或者大于或等于约0.9并且例如小于或等于约2.0、或者小于或等于约1.5、或例如约0.5-约2.0、或约0.8-约1.5。

[0215] 即,当通过将量子点140和所述第一空穴传输材料共混而形成根据实施方式的电致发光器件10中的发射层140时,发射层140可如上所述具有优异的表面形貌。

[0216] 然而,确认在根据实施方式的电致发光器件10中的发射层140的表面形貌的方法不限于上述测量方法。例如,对于包括所述量子点和空穴传输材料的发射层,所述表面形貌可通过使用其它测量方法例如Zygo干涉计测量。在此情况下,可获得与以上不同的均方根粗糙度范围。然而,如果通过根据实施方式的测量方法测量的均方根粗糙度满足以上范围,则所述发射层落入本公开内容的范围内。

[0217] 在一种实施方式中,发射层140的厚度可考虑空穴传输层130和电子传输层150的各材料、各电子/空穴迁移率、以及各厚度而多样地选择,但是可具有例如约15nm-约100nm、约20nm-约60nm、约20nm-约50nm、约20nm-约40nm、或约25nm-约30nm的平均厚度。

[0218] 当发射层140的厚度小于15nm时,存在于发射层140中的空隙、裂纹等易于充当电子/空穴的泄漏路径而使器件特性大大恶化,并且可难以匹配与所述电致发光器件的其它构成元件的载流子平衡。

[0219] 另一方面,当发射层140的厚度大于100nm时,难以匹配电子/空穴载流子平衡并且驱动所需的电流和电压条件变得太高,由此使得难以实现有效的光发射。

[0220] 即,当发射层140的厚度范围在以上范围之外时,与空穴相比,电子可被太快地和/或过量地供应到发射层140,且因此电子可与空穴在发射层140和空穴传输层130之间的界面处结合以引起界面光发射或者可被传输至空穴注入层120和空穴传输层150,然后可猝灭。

[0221] 然而,根据实施方式的发射层140的厚度可考虑到与其它部件的材料和厚度的关系而多样地调节。例如,考虑到发射层140的发光效率,发射层140的厚度可小于或等于约60nm以通过降低发射层的导通电压和电场而使由电场引发的猝灭最小化。

[0222] 根据实施方式的电致发光器件10通过包括在所述器件的发射层140中的第一空穴传输材料而改善发射层140的传输能力且改善空穴传输/注入能力。结果,匹配所述器件中的空穴/电子载流子平衡是容易的。

[0223] 电子传输层150设置在发射层140和第二电极160之间且因此将电子传输到发射层140中。

[0224] 在一种实施方式中,电子传输层150的厚度可考虑所述器件中的空穴注入层120、空穴传输层130、和/或发射层140的电荷载流子平衡而多样地改变,但是可为例如大于或等于约20nm、大于或等于约30nm、大于或等于约40nm、或者大于或等于约50nm且例如小于或等于约100nm、小于或等于约90nm、小于或等于约80nm、小于或等于约70nm、或者小于或等于约60nm、例如约20nm-约100nm、约20nm-约90nm、约30nm-约80nm、约40nm-约80nm、或约60nm-约80nm。

[0225] 当电子传输层150具有在所述范围之外的厚度时,电子传输层150的空隙、裂纹等可对电子传输能力具有大的影响从而大大降低器件特性,并且难以满足与所述电致发光器件的其它构成元件的载流子平衡。

[0226] 在一种实施方式中,电子传输层150可由不通过电场发射光使得电子可不在内部猝灭的非发光的电子传输材料组成。

[0227] 另一方面,电子传输层150可包括无机材料纳米颗粒或者可为通过沉积形成的有机层。例如,电子传输层150可包括无机材料纳米颗粒、基于喹诺酮的化合物、基于三嗪的化合物、基于喹啉的化合物、基于三唑的化合物、基于萘的化合物、或其组合。

[0228] 在一种实施方式中,电子传输层150可包括无机材料纳米颗粒。无机材料纳米颗粒向电子传输层150赋予电子传输性质并且不呈现发光性质。在一种实施方式中,电子传输层150可包括至少两种无机材料纳米颗粒。在一种实施方式中,电子传输层150可包括由至少两种无机材料纳米颗粒形成的簇层。

[0229] 另一方面,可进一步在电子传输层150和第二电极160之间设置使电子的注入是容易的电子注入层和/或可进一步在电子传输层150和发射层140之间设置阻挡空穴的移動的空穴阻挡层。

[0230] 所述电子注入层和所述空穴阻挡层可具有各自合乎需要地选择的厚度。例如,各厚度可在大于或等于约1nm且小于或等于约500nm的范围内,但不限于此。所述电子注入层可为通过沉积形成的有机层。

[0231] 所述电子注入层可包括例如选自1,4,5,8-萘-四羧酸二酐(NTCDA)、浴铜灵(BCP)、三[3-(3-吡啶基)-~~苯基~~]硼烷(3TPYMB)、LiF、Alq<sub>3</sub>、Gaq<sub>3</sub>、Inq<sub>3</sub>、Znq<sub>2</sub>、Zn(BTZ)<sub>2</sub>、BeBq<sub>2</sub>、ET204(8-(4-(4,6-二(萘-2-基)-1,3,5-三嗪-2-基)苯基)喹诺酮)、8-羟基喹啉锂(Liq)、n-型金属氧化物(例如ZnO、HfO<sub>2</sub>等)、ET204(8-(4-(4,6-二(萘-2-基)-1,3,5-三嗪-2-基)苯基)喹诺酮)、Bphen、ABH113、NET218、NET338、NDN77、NDN87、和其组合的至少一种,但不限于此。

[0232] 空穴阻挡层(HBL)可包括例如选自1,4,5,8-萘-四羧酸二酐(NTCDA)、浴铜灵(BCP)、三[3-(3-吡啶基)-~~苯基~~]硼烷(3TPYMB)、LiF、Alq<sub>3</sub>、Gaq<sub>3</sub>、Inq<sub>3</sub>、Znq<sub>2</sub>、Zn(BTZ)<sub>2</sub>、BeBq<sub>2</sub>、和其组合的至少一种,但不限于此。

[0233] 如上所述,根据实施方式的电致发光器件10通过在发射层140中包括所述量子点和所述第一空穴传输材料而可改善发射层140的空穴迁移率。另外,所述发射层中的所述第一空穴传输材料为具有连接至骨架结构的取代或未取代的C<sub>4</sub>-C<sub>20</sub>烷基的单分子至低分子的材料,并且因此在非极性溶剂中的溶解性改善且当使用溶液工艺形成包括所述量子点和所述第一空穴传输材料的发光层时,所形成的发射层可具有改善的表面形貌。

[0234] 另外,根据实施方式,可将发射层140和空穴传输层130控制成具有如上所述的溶剂选择性。因此,由于空穴传输层130的表面不被损坏,因此发射层140和空穴传输层130可保持优异的空穴传输能力。

[0235] 另外,由于包括在发射层140中的所述第一空穴传输材料具有连接至骨架结构的取代或未取代的C<sub>4</sub>-C<sub>20</sub>烷基,因此它可与其上附着有疏水性配体的量子点一起溶解在所述脂族非极性溶剂中。因此,当使用所述溶液形成发射层140时,所形成的发射层140的表面形貌改善。而且,由于所述第一空穴传输材料,空穴传输能力改善。结果,由于发射层140自身的空穴传输能力改善且发射层140的传导性也改善,因此发射层140的由电场引起的猝灭可减少且因此电致发光器件10的发光效率、亮度、和寿命可大大改善。

[0236] 在下文中,描述包括电致发光器件10的显示装置。

[0237] 根据实施方式的显示装置包括基板,在所述基板上形成的驱动电路,以及设置在所述驱动电路上并且以预定的间隔彼此间隔开的第一电致发光器件、第二电致发光器件、和第三电致发光器件。

[0238] 所述第一至第三电致发光器件具有与电致发光器件10相同的结构,但是从各电致发光器件的量子点发射的光的波长可彼此不同。

[0239] 在一种实施方式中,所述第一电致发光器件为发射红色光的红色器件,所述第二

电致发光器件为发射绿色光的绿色器件,且所述第三电致发光器件为发射蓝色光的蓝色器件。换句话说,所述第一至第三电致发光器件可为在所述显示装置中分别表达(显示)红色、绿色和蓝色的像素。

[0240] 然而,实施方式不必要限于此,而是所述第一至第三电致发光器件可分别表达品红色、黄色、和青色,或者可表达其它颜色。

[0241] 所述第一至第三电致发光器件之一可为电致发光器件10。在此情况下,显示至少蓝色的所述第三电致发光器件可合乎需要地为电致发光器件10。

[0242] 在根据实施方式的显示装置中,各像素的除发射层之外的空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、和空穴阻挡层可被集成以形成公共的层。然而,实施方式不限于此。可在所述显示装置的各像素中独立地形成空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、和空穴阻挡层,或者空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、和空穴阻挡层的至少一个可形成公共的层且剩余的层可形成分开的独立的层。

[0243] 所述基板可为透明绝缘基板或者可由延性材料制成。所述基板可包括玻璃或具有大于约150°C的玻璃化转变温度(Tg)的膜形式的聚合物材料。例如,它包括基于COC(环烯烃共聚物)或COP(环烯烃聚合物)的材料。所有的第一至第三电致发光器件形成于所述基板上。即,根据实施方式的显示装置的基板提供公共的层。

[0244] 所述驱动电路设置在所述基板上并且独立地连接至所述第一至第三电致发光器件的每一个。所述驱动电路可包含包括扫描线、数据线、驱动电源线、公共电源线等的至少一种线、连接至所述线并且对应于一个有机发光二极管的至少两个薄膜晶体管(TFT)、和至少一个电容器等。所述驱动电路可具有多种已知的结构。

[0245] 如上所述,根据实施方式的显示装置可呈现出改善的装置效率和因此的优异的光致发光特性。

[0246] 在下文中,参考实施例更详细地说明实施方式。然而,这些实施例是示例性的,且本公开内容不限于此。

#### [0247] 制备实施例1

[0248] 将油酸附着在其上作为疏水性配体的红色量子点(InP,平均颗粒直径:9nm)  $5 \times 10^{-5}$ mmol和2.66mmol的由化学式D表示的化合物(DOFL-TPD)置于10mL的辛烷中并且搅拌5分钟,从而制备用于发射层的组合物。

[0249] 基于所述量子点和由化学式D表示的化合物的总重量,以5重量%的量包括由化学式D表示的化合物。

#### [0250] 制备实施例2

[0251] 根据与制备实施例1相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式D表示的化合物的量调节成10重量%,基于所述量子点和由化学式D表示的化合物的总重量。

#### [0252] 制备实施例3

[0253] 根据与制备实施例1相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式D表示的化合物的量调节成15重量%,基于所述量子点和由化学式D表示的化合物的总重量。

#### [0254] 制备实施例4

[0255] 根据与制备实施例1相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式D表示的化合物的量调节成20重量%,基于所述量子点和由化学式D表示的化合物的总重量。

[0256] 制备实施例5

[0257] 将油酸附着在其上作为疏水性配体的蓝色量子点 (ZnSeTe, 平均颗粒直径:13nm)  $3.33 \times 10^{-5}$ mmol和2.66mmol的由化学式D表示的化合物 (DOFL-TPD) 置于10mL的辛烷中并且搅拌5分钟,从而制备用于发射层的组合物。

[0258] 以15重量%的量包括由化学式D表示的化合物,基于所述量子点和由化学式D表示的化合物的总重量。

[0259] 制备实施例6

[0260] 根据与制备实施例1相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:使用3.64mmol的由化学式B表示的化合物 (DOFL-NPB) 代替由化学式D表示的化合物 (DOFL-TPD), 并且将由化学式B表示的化合物的量调节成5重量%,基于所述量子点和由化学式B表示的化合物的总重量。

[0261] 制备实施例7

[0262] 根据与制备实施例6相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式B表示的化合物的量调节成10重量%,基于所述量子点和由化学式B表示的化合物的总重量。

[0263] 制备实施例8

[0264] 根据与制备实施例6相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式B表示的化合物的量调节成15重量%,基于所述量子点和由化学式B表示的化合物的总重量。

[0265] 制备实施例9

[0266] 根据与制备实施例6相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式B表示的化合物的量调节成20重量%,基于所述量子点和由化学式B表示的化合物的总重量。

[0267] 制备实施例10

[0268] 根据与制备实施例1相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式D表示的化合物的量调节成30重量%,基于所述量子点和由化学式D表示的化合物的总重量。

[0269] 制备实施例11

[0270] 根据与制备实施例6相同的方法制备用于发射层的组合物,除了如下之外:将由化学式B表示的化合物的量调节成40重量%,基于所述量子点和由化学式B表示的化合物的总重量。

[0271] 制备对比例1

[0272] 将油酸附着在其上作为疏水性配体的红色量子点 (InP, 平均颗粒直径:9nm)  $5 \times 10^{-5}$ mmol置于10mL的辛烷中并且搅拌5分钟,从而制备用于发射层的组合物。

[0273] 制备对比例2

[0274] 将油酸附着在其上作为疏水性配体的蓝色量子点 (ZnSeTe, 平均颗粒直径:13nm)

$3.33 \times 10^{-5}$  mmol 添加到 10 mL 的辛烷并且搅拌 5 分钟, 从而制备用于发射层的组合物。

[0275] 制备对比例3

[0276] 根据与制备实施例6相同的方法制备用于发射层的组合物, 除了如下之外: 将由化学式B表示的化合物的量调节成 50 重量%, 基于所述量子点和由化学式B表示的化合物的总重量。

[0277] 制备对比例4

[0278] 根据与制备实施例1相同的方法制备用于发射层的组合物, 除了如下之外: 将由化学式D表示的化合物的量调节成 50 重量%, 基于所述量子点和由化学式D表示的化合物的总重量。

[0279] 评价1: 发射层的表面形貌

[0280] 分别将根据制备实施例3和5以及制备对比例1和2的用于发射层的组合物旋涂在玻璃基板上, 在 80°C 下热处理 30 分钟以形成具有约 25 nm 的平均厚度的各发射层薄膜。

[0281] 随后, 通过原子力显微镜法 (AFM) 测量各发射层薄膜的表面形貌, 且结果示于图 2-5 中。

[0282] 图 2-5 为显示所述发射层薄膜的表面形貌的原子力显微镜 (AFM) 图像 (制备对比例 1 (图 2)、制备实施例 3 (图 3)、制备对比例 2 (图 4)、和制备实施例 5 (图 5))。

[0283] 在图 2-5 中, 各图像具有对应于 5  $\mu$ m 的各宽度尺度, 且在这里, 当图像显示较明亮的颜色时, 其位于相对上部, 但是当其显示较暗的颜色时, 其位于相对下部。

[0284] 参考图 2-5, 与不包括的空穴传输材料的根据制备对比例 1 和 2 的那些相比, 根据制备实施例 3 和 5 的基于相同种类的量子点的其中共混了空穴传输材料的发射层薄膜显示出更低的均方根粗糙度 (RMS)。

[0285] 图 2-5 的结果显示, 与包括仅量子点的发射层相比, 根据实施方式的通过将空穴传输材料与量子点共混而形成的发射层显示出优异的表面形貌。

[0286] 评价2: HOD 的空穴传输能力评价

[0287] 分别使用根据制备实施例 2-3 和 6-8 以及制备对比例 1 的用于发射层的组合物制造 HOD (单空穴器件)。HOD 可通过如下制造: 分别将通过将 PEDOT 溶解在水中而制备的用于空穴注入层的溶液和通过将 TFB 溶解在甲苯中而制备的用于空穴传输层的溶液旋涂在图案化的 ITO 电极上以顺序地形成空穴注入层和空穴传输层, 将用于发射层的组合物在其上涂覆和干燥以形成发射层, 将阻挡空穴通过所述发射层的材料沉积在所述发射层上, 和最后形成 Al 电极。所制造的 HOD 可有效地检测仅空穴传输能力。

[0288] 随后, 在向 HOD 施加 5 V 和 8 V 的电压之后, 在各发射层中测量的电流密度显示于表 1 中。

[0289] (表 1)

	制备实 施例 2	制备实 施例 3	制备实 施例 6	制备实 施例 7	制备实 施例 8	制备对比 例 1
[0290] 施 加 5V	0.08 mA/cm <sup>2</sup>	0.67 mA/cm <sup>2</sup>	0.06 mA/cm <sup>2</sup>	0.47 mA/cm <sup>2</sup>	0.77 mA/cm <sup>2</sup>	0.01 mA/cm <sup>2</sup>
施 加 8V	2.32 mA/cm <sup>2</sup>	10.1 mA/cm <sup>2</sup>	3.50 mA/cm <sup>2</sup>	9.63 mA/cm <sup>2</sup>	15.96 mA/cm <sup>2</sup>	0.025 mA/cm <sup>2</sup>

[0291] 参考表1,与通过使用根据制备对比例1的用于发射层的组合物制造的HOD相比,通过使用根据制备实施例的用于发射层的组合物制造的HOD显示出改善的电流密度。

[0292] 另一方面,当使用相同种类的空穴传输材料时(制备实施例2和3的比较以及制备实施例6-8的比较),当空穴传输材料的量增加时,电流密度也增加。

[0293] 然而,当使用不同种类的空穴传输材料时(制备实施例2-3和制备实施例6-8的比较),电流密度也变成不同的。

[0294] 参考表1的结果,通过经由将量子点和空穴传输材料共混而形成的发射层,根据制备实施例的HOD显示出大大改善的空穴传输能力。

[0295] 评价3:取决于第一空穴传输材料的含量的发射层的表面特性

[0296] 将根据制备实施例10-11和制备对比例3-4的用于发射层的组合物分别在玻璃基板上涂覆和干燥以形成发射层薄膜,通过使用扫描电子显微镜测量各发射层薄膜的表面,且结果显示于图6-9中。

[0297] 图6-9为所述发射层薄膜的扫描电子显微镜图像(制备对比例3(图6)、制备对比例4(图7)、制备实施例10(图8)、和制备实施例11(图9))。

[0298] 参考图6-9,根据制备实施例10-11的发射层显示出相对均匀的表面分布,但是当过量地包括第一空穴传输材料时,相分离可发生,如制备对比例3-4中所示。

[0299] 因此,参考评价3的结果,根据实施例的电致发光器件在发射层中在以上范围内包括第一空穴传输材料且因此可防止在所述发射层的表面上的相分离和保证优异的表面粗糙度。

[0300] 实施例1

[0301] 将沉积有ITO作为第一电极(阳极)的玻璃基板用UV-臭氧进行表面处理15分钟,通过如下在其上形成具有30nm的平均厚度的空穴注入层:旋涂PEDOT:PSS溶液(H.C.Starks)并且将其在空气气氛下在150℃下热处理10分钟,然后在N<sub>2</sub>气氛下在150℃下热处理10分钟。

[0302] 随后,通过如下在所述空穴注入层上形成具有25nm的平均厚度的空穴传输层:旋涂通过将聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(4,4'-(N-4-丁基苯基)二苯基胺)](TFB)(Sumitomo)溶解在甲苯中而制备的用于空穴传输层的溶液,和将其在150℃下热处理30分钟。

[0303] 随后,将根据制备实施例1的用于发射层的组合物旋涂在所述空穴传输层上并且在80℃下加热以形成具有25nm的平均厚度的红色发射层(发射红色光的层)。

[0304] 在所述红色发射层上,通过如下形成具有80nm的平均厚度的电子传输层:旋涂其

中ZnO分散在乙醇中的用于电子传输层的溶液,然后将其在80℃下热处理30分钟。

[0305] 随后,通过在所述电子传输层上真空沉积铝(Al)至90nm厚而形成第二电极以制造根据实施例1的电致发光器件。

[0306] 实施例2

[0307] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例2的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例2的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0308] 实施例3

[0309] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例3的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例3的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0310] 实施例4

[0311] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例4的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例4的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0312] 实施例5

[0313] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例5的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例2的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物并且以60nm的平均厚度形成电子传输层。

[0314] 实施例6

[0315] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例6的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例3的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物并且以60nm的平均厚度形成电子传输层。

[0316] 实施例7

[0317] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例7的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例3的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物,以30nm的平均厚度形成发射层,并且以60nm的平均厚度形成电子传输层。

[0318] 实施例8

[0319] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例8的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例3的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物并且以30nm的平均厚度形成发射层。

[0320] 实施例9

[0321] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例9的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例6的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0322] 实施例10

[0323] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例10的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例7的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0324] 实施例11

[0325] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例11的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例8的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0326] 实施例12

[0327] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例12的电致发光器件,除了如下之外:使

用根据制备实施例9的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0328] 实施例13

[0329] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例13的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例7的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物并且以60nm的平均厚度形成电子传输层。

[0330] 实施例14

[0331] 根据与实施例1相同的方法制造根据实施例14的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备实施例8的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物并且以60nm的平均厚度形成电子传输层。

[0332] 对比例1

[0333] 根据与实施例1相同的方法制造根据对比例1的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备对比例1的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物。

[0334] 对比例2

[0335] 根据与实施例1相同的方法制造根据对比例2的电致发光器件,除了如下之外:使用根据制备对比例2的用于发射层的组合物代替根据制备实施例1的用于发射层的组合物并且以60nm的平均厚度形成电子传输层。

[0336] 评价4:取决于发射层中的空穴传输材料的含量的电压-电流密度关系

[0337] 测量根据实施例1-4和对比例1的电致发光器件以及根据实施例9-12和对比例2的电致发光器件的电压-电流密度关系并且将它们分别显示于图10和11中。

[0338] 图10为显示根据实施例1-4和对比例1的电致发光器件的电压-电流密度(对数刻度)特性的图且图11为显示根据实施例9-12和对比例2的电致发光器件的电压-电流密度(对数刻度)特性的图。

[0339] 参考图10和11,在预定的条件(图10以及图11的实施例9-12的相同种类的发射层和相同厚度的电子传输层)下,随着在发射层中空穴传输材料的量增加,器件的导通电压逐渐更低。

[0340] 参考图10和11的结果,根据实施例的电致发光器件与根据对比例的那些相比显示出改善的空穴传输能力,并且随着在发射层中空穴传输材料的量增加,空穴传输能力逐渐改善。

[0341] 评价5:电子传输层的平均厚度和器件特性的关系

[0342] 测量根据实施例2、6、11、13以及对比例1和2的电致发光器件的器件特性并且将其显示于表2中。

[0343] (表2)

[0344]

	最大 EQE	在100 尼特 下的 EQE	在 500 尼特 下的 EQE	在 1000 尼特 下的 EQE	最 大 电 流 效 率 (Cd/ A)	在 5mA 下的 驱 动 电 压 (V)	在 5mA 下的 亮 度 (Cd/ m <sup>2</sup> )	$\lambda_{\text{最大}}$ (nm)	FW HM (nm)	CIE x	CIE y	Max 亮 度
实施例 2	3.6	2.3	3.3	3.6	4.5	2.6	175	627	37	0.6830	0.3150	17240
实施例 6	4.1	2.8	3.8	4.0	5.3	2.8	220	626	37	0.6820	0.3161	16230
实施例 11	3.5	2.6	3.3	3.5	4.3	2.7	178	627	37	0.6850	0.3140	14040
实施例 13	5.2	3.7	4.9	5.1	6.6	2.8	301	626	37	0.6820	0.3160	10780
对比例 1	3.8	2.2	3.7	3.6	4.7	3.0	182	627	37	0.6840	0.3140	6850
对比例 2	4.2	3.0	3.9	4.1	5.3	2.8	228	627	37	0.6830	0.3160	7170

[0345] 参考表2,基于相同种类的电子传输层的平均厚度(实施例2和11与对比例1的比较以及实施例6和13与对比例2的比较),取决于发射层中包括的空穴传输材料的种类,具体的器件特性可有点不同,但是实施例与对比例相比显示出至少显著优异的最大亮度(Max亮度)。另一方面,基于相同的空穴传输材料(实施例2和6的比较以及实施例11和13的比较),取决于电子传输层(ETL)的平均厚度,器件特性例如外量子效率、最大亮度(Max亮度)等可不同。

[0346] 另一方面,分别评价根据实施例2、5、11、和14以及对比例1和2的电致发光器件的寿命特性并且结果显示于表3和图8中。

[0347] 图12为显示根据实施例2、5、11、和14以及对比例1和2的电致发光器件的寿命特性的图。

[0348] (表3)

[0349]

	T95 (h)	T50 (h)
实施例2	0.09	大于1000
实施例5	0.09	大于1000
实施例11	154.91	约700
实施例14	34.35	大于1000
对比例1	0.03	4.8
对比例2	0.03	0.9

[0350] T95表示直至亮度为初始亮度(100%)的95%时所消逝的时间(h),且T50表示直至亮度为初始亮度(100%)的50%时所消逝的时间(h)。

[0351] 参考图12和表3,基于相同的电子传输层厚度(实施例2和11与对比例1的比较以及实施例5和14与对比例2的比较),与对比例的那些相比,根据实施例的电致发光器件显示出

优异的T50和T95。另一方面,基于相同的空穴传输材料(实施例2和5与对比例1的比较,实施例11和14与对比例2的比较),寿命特性还可取决于电子传输层的平均厚度而不同(特别地,参考实施例11和14)。

[0352] 因此,参考评价5的结果,取决于包括在发射层中的空穴传输材料的种类,电子传输层可具有不同的最佳平均厚度。

[0353] 评价6:在电子传输层和发射层的平均厚度与器件特性之间的关系

[0354] 测量根据实施例3、6、7、和8以及对比例1和2的电致发光器件的器件特性,且结果示于表4中。

[0355] (表4)

[0356]

	最大 EQE	在 100 尼特 下的 EQE	在 500 尼特 下的 EQE	在 1000 尼特 下的 EQE	最大 电 流 效率 (Cd/ A)	在 5 mA 下的 驱 动 电 压 (V)	在 5 mA 下 的 亮 度 (Cd/ m <sup>2</sup> )	$\lambda_{最大}$ (nm)	FW HM (nm)	CIE x	CIE y	Max 亮 度
实施例 3	3.6	2.3	3.3	3.6	4.5	2.6	175	627	37	0.6830	0.3150	17240
实施例 6	4.1	2.8	3.8	4.0	5.3	2.8	220	626	37	0.6820	0.3161	16230
实施例 7	2.8	2.2	2.6	2.8	3.6	2.7	149	626	37	0.6820	0.3160	15510
实施例 8	2.8	2.4	2.7	2.8	3.4	2.7	156	628	38	0.6850	0.3140	19560
对比例 1	3.8	2.2	3.7	3.6	4.7	3.0	182	627	37	0.6840	0.3140	6850
对比例 2	4.2	3.0	3.9	4.1	5.3	2.8	228	627	37	0.6830	0.3160	7170

[0357] 参考表4,基于电子传输层的相同的平均厚度(实施例3和8与对比例1的比较以及实施例6和7与对比例2的比较),取决于发射层的平均厚度的最大亮度可彼此相反。换句话说,对于实施例3和8,随着发射层的平均厚度增加,最大亮度增加,但是对于实施例6和7,最大亮度却降低。另一方面,分别评价根据实施例3、6、7、和8以及对比例1和2的电致发光器件的寿命特性,且结果示于表5和图13中。

[0358] 图13为显示根据对比例1-2以及实施例3、6、7、和8的电致发光器件的寿命特性的图。

[0359] (表5)

[0360]

	T95 (h)	T50 (h)
实施例3	0.09	大于1000
实施例6	0.09	大于1000
实施例7	0.07	大于1000
实施例8	1.02	大于1000
对比例1	0.03	4.8

对比例2	0.03	0.9
------	------	-----

[0361] 参考图13和表5,基于相同的电子传输层厚度(实施例3和8与对比例1的比较以及实施例6和7与对比例2的比较),与根据对比例的那些相比,根据实施例的电致发光器件显示出优异的T50和T95。另一方面,基于相同的空穴传输材料和相同的电子传输层平均厚度(实施例6和7的比较以及实施例3和8的比较)且特别地,参考实施例7和8的T95,当发射层的厚度改变时,寿命特性可不同。然而,实施例3、6、7、和8的寿命特性显示出大于1000小时的优异的T50。

[0362] 因此,参考评价6的结果,发射层的平均厚度对器件特性也具有影响,且因此,可通过控制电子传输层的平均厚度和发射层的平均厚度来调节器件特性。

[0363] 尽管已经关于目前被认为是实践性的实例实施方式的内容描述了本公开内容,但是将理解,本发明不限于所公开的实施方式,而是相反,意图覆盖包括在所附权利要求的精神和范围内的各种变型和等同布置。

[0364] <符号说明>

[0365]	10:电致发光器件	100:基板
[0366]	110:第一电极	120:空穴注入层
[0367]	130:空穴传输层	140:发射层
[0368]	141:量子点	150:电子传输层
[0369]	160:第二电极	

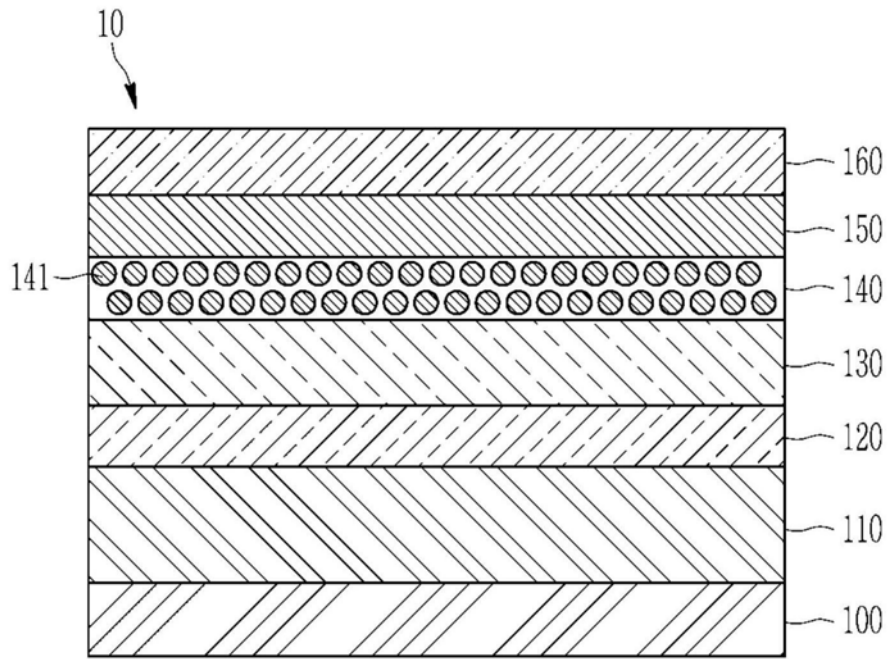


图1

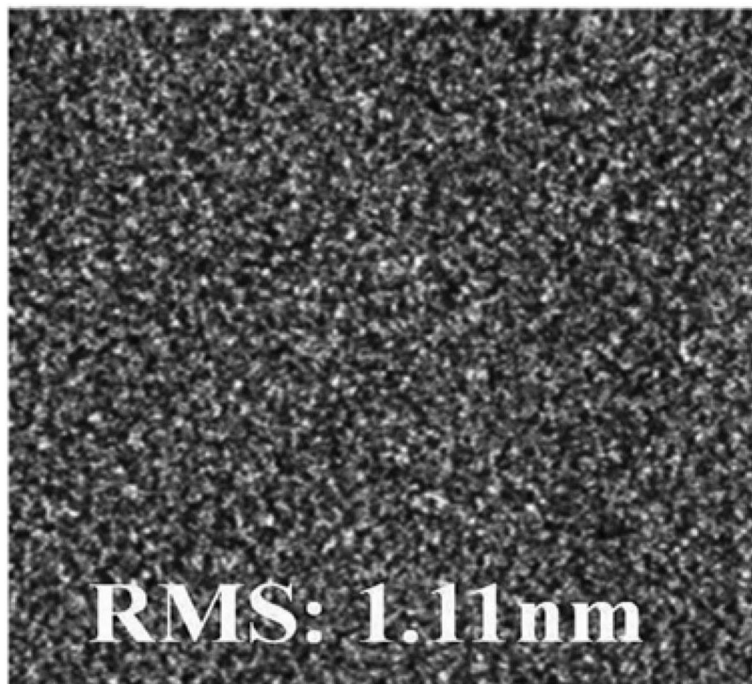


图2

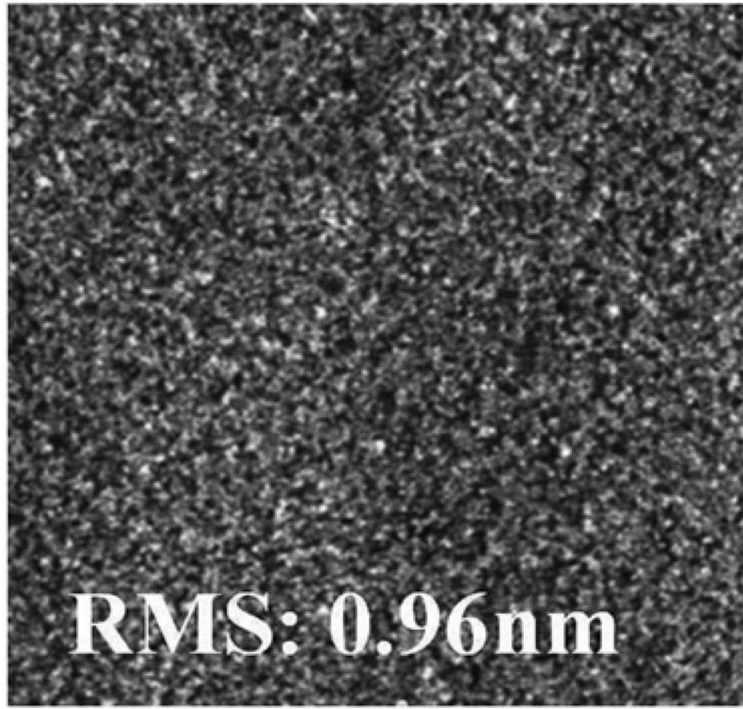


图3

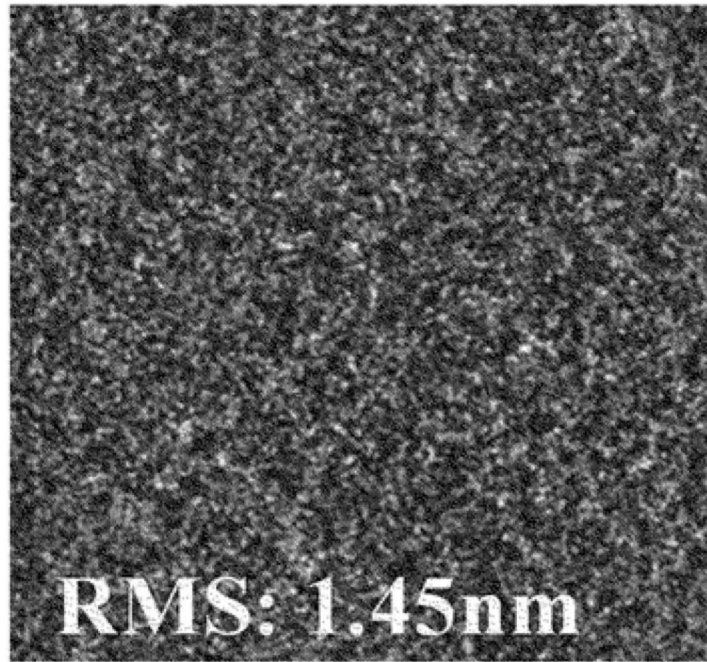


图4

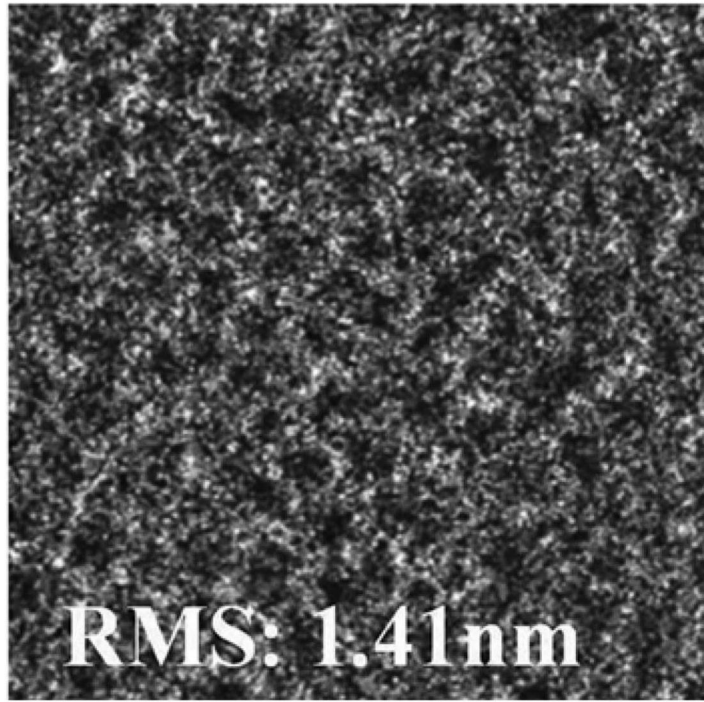


图5

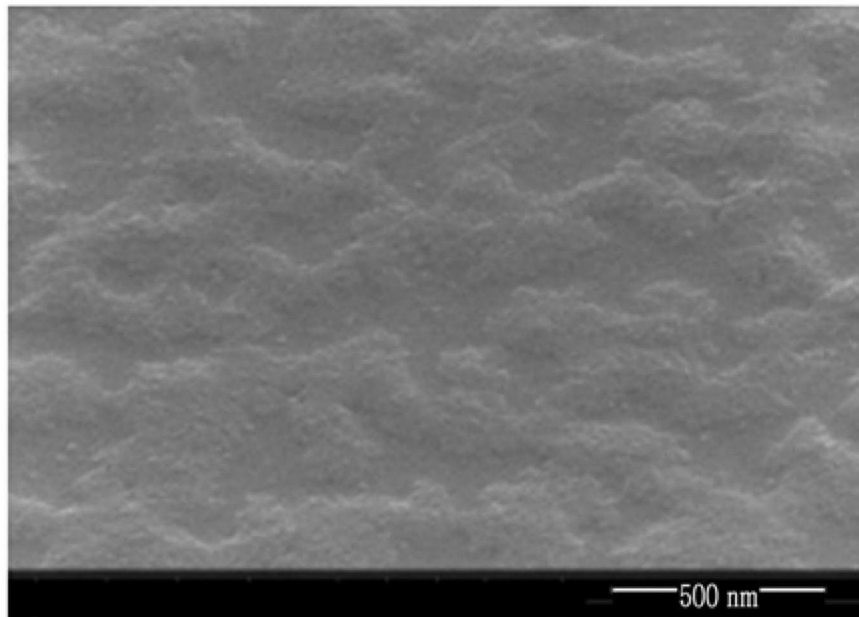


图6

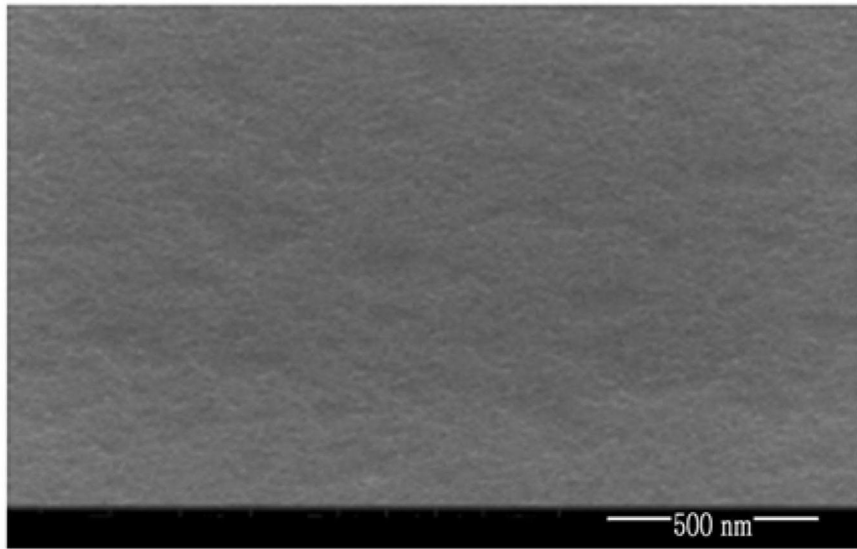


图7

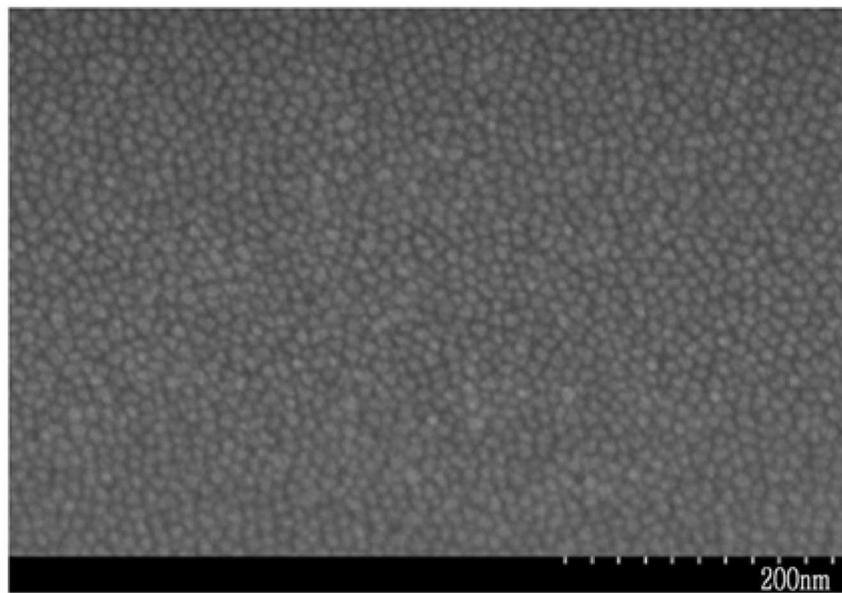


图8

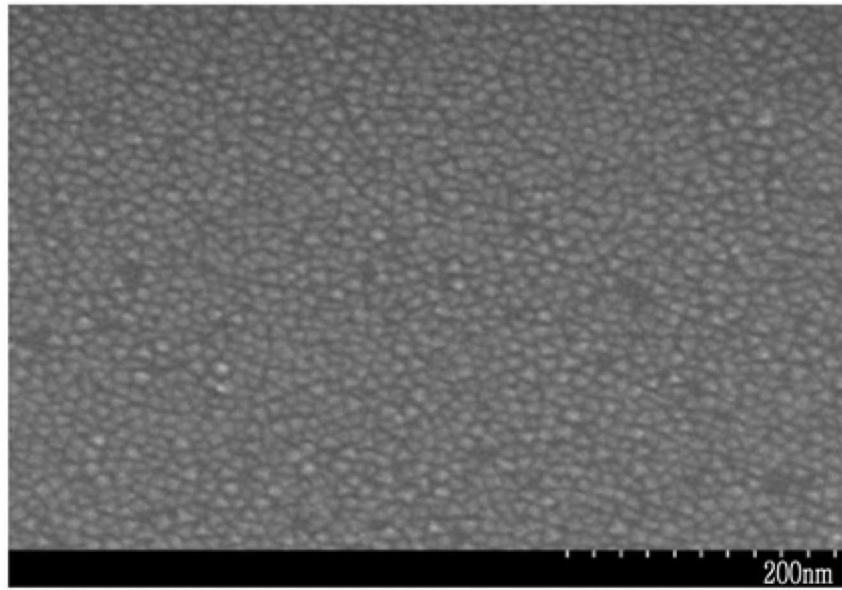


图9

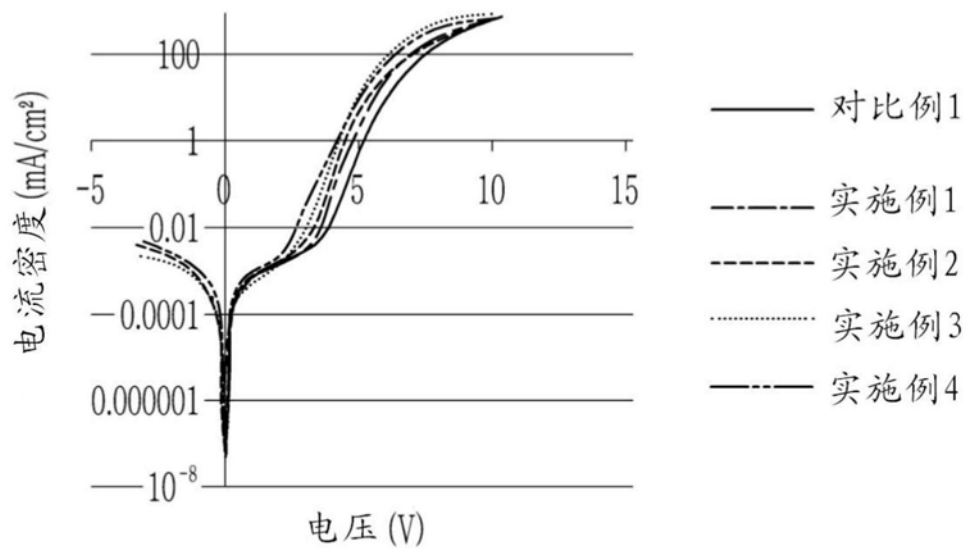


图10

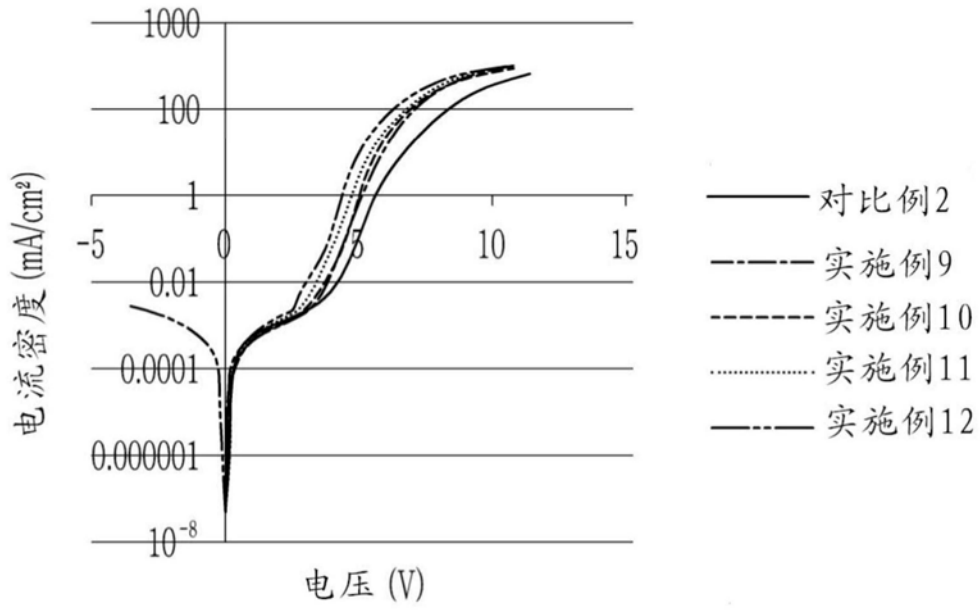


图11

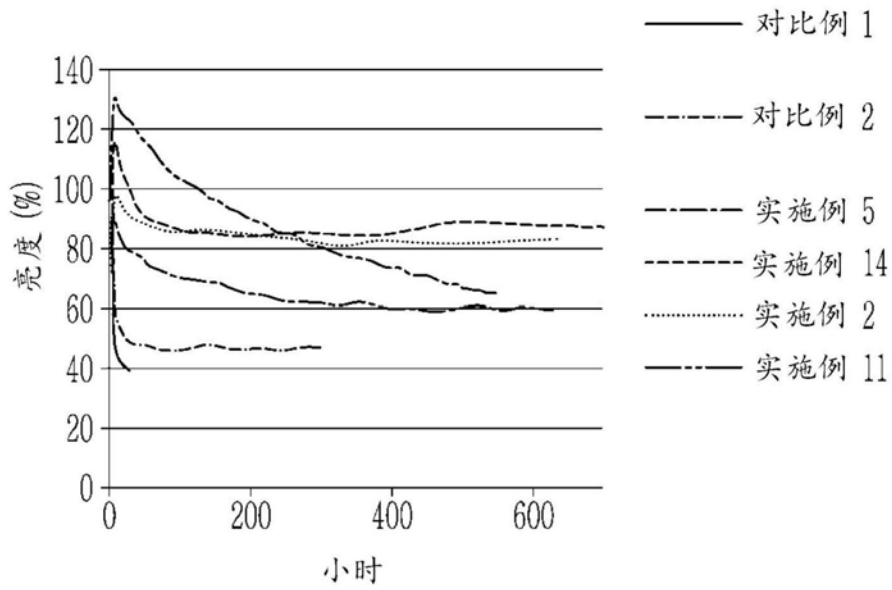


图12

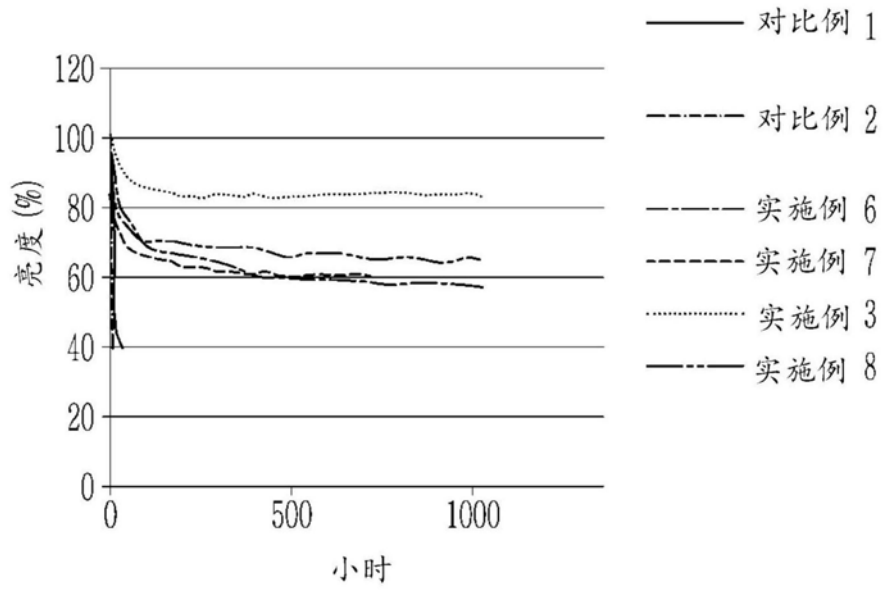


图13

专利名称(译)	电致发光器件和包括其的显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN110890471A</a>	公开(公告)日	2020-03-17
申请号	CN201910842105.4	申请日	2019-09-06
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
[标]发明人	韩文奎 丁大荣 金光照 张银珠 金璨秀 朴建洙		
发明人	韩文奎 丁大荣 金光照 张银珠 金璨秀 朴建洙 尹园植		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54		
CPC分类号	H01L51/0052 H01L51/006 H01L51/0072 H01L51/5056 C09K11/62 C09K11/70 C09K11/88 H01L51/502 H01L51/0003 H01L51/5072 H01L51/5088 H01L51/56 H01L2251/5369 H01L2251/558		
代理人(译)	王华芹		
优先权	1020180107005 2018-09-07 KR		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

公开电致发光器件和包括其的显示装置。所述电致发光器件包括彼此面对的第一电极和第二电极；设置在所述第一电极和所述第二电极之间并且包括量子点和具有连接至骨架结构的取代或未取代的C4-C20烷基的第一空穴传输材料的发射层；设置在所述发射层和所述第一电极之间并且包括第二空穴传输材料的空穴传输层；以及设置在所述发射层和所述第二电极之间的电子传输层。

