



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108463894 A

(43)申请公布日 2018.08.28

(21)申请号 201680076949.7

(22)申请日 2016.12.28

(30)优先权数据

2015-256566 2015.12.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.06.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/089032 2016.12.28

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/115833 JA 2017.07.06

(71)申请人 国立大学法人九州大学

地址 日本福岡

(72)发明人 秉权·丹尼尔·曾 安达千波矢

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 张世俊

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

G09K 11/06(2006.01)

权利要求书2页 说明书44页 附图18页

(54)发明名称

有机电致发光元件

(57)摘要

本发明是一种有机电致发光元件,其具有至少依序积层阳极(2)、发光层(3)、阴极(4)的构造,且发光层(3)含有第1主体材料、第2主体材料及作为掺杂剂的发光材料,第1主体材料及第2主体材料均具有高于发光材料的最低激发三重态能级的最低激发三重态能级。该元件能够抑制驱动时经时性的性能劣化,寿命长。

1. 一种有机电致发光元件,其特征不在于具有至少依序积层阳极、发光层、阴极的构造,且

所述发光层含有第1主体材料、第2主体材料及作为掺杂剂的发光材料,所述第1主体材料及所述第2主体材料均具有高于发光材料的最低激发三重态能级的最低激发三重态能级。

2. 根据权利要求1所述的有机电致发光元件,其中所述第2主体材料具有电子传输性。

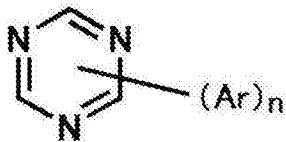
3. 根据权利要求1或2所述的有机电致发光元件,其中在所述发光层和所述阴极之间具有至少一层电子传输层,且

所述第2主体材料包含和所述电子传输层中最靠近发光层的电子传输层的构成材料相同的材料。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的有机电致发光元件,其中所述第2主体材料包含下述式(1)所表示的化合物或该化合物的衍生物,

[化1]

通式(1)

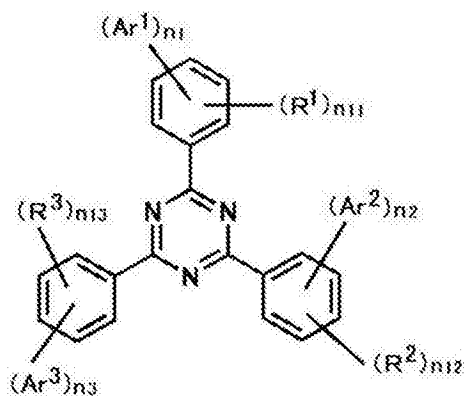


[通式(1)中,Ar表示经取代或未经取代的芳基、或者经取代或未经取代的杂芳基;n表示1~3的整数;n为2以上时,多个Ar相互可以相同也可以不同]。

5. 根据权利要求4所述的有机电致发光元件,其特征不在于:所述通式(1)所表示的化合物为下述通式(2)所表示的化合物,

[化2]

通式(2)



[通式(2)中, $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 分别独立地表示经取代或未经取代的芳基、或者经取代或未经取代的杂芳基; $R^1$ 、 $R^2$ 及 $R^3$ 分别独立地表示取代基,该取代基不为经取代或未经取代的芳基、及经取代或未经取代的杂芳基; $n_1$ 、 $n_2$ 及 $n_3$ 分别独立地表示1~5的整数; $n_{11}$ 、 $n_{12}$ 及 $n_{13}$ 分别独立地表示0~4的整数]。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的有机电致发光元件,其特征不在于:在发光层和阴极之间具有至少一层电子传输层,所述电子传输层的至少一层包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物。

7. 根据权利要求6所述的有机电致发光元件, 其中在发光层和阴极之间, 从发光层侧起依序具有第1电子传输层及第2电子传输层, 所述第2电子传输层包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物。

8. 根据权利要求6或7所述的有机电致发光元件, 其中所述化合物为含有Li的化合物。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的有机电致发光元件, 其中所述化合物为8-羟基喹啉衍生物。

## 有机电致发光元件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种有机电致发光元件,特别是涉及有机电致发光元件的长寿命化。

### 背景技术

[0002] 有机电致发光元件(有机EL元件)是通过利用注入至发光层的电子和空穴的再结合能量来激发发光材料,将其激子恢复至基态时所放射的光提取到外部而发光的发光元件,构成为至少具有阴极及阳极与配置在阴极和阳极之间的发光层(例如参照专利文献1)。

[0003] 像这样,由于有机电致发光元件为自发光型,所以无需背光源,和使用背光源的液晶显示器相比具有如下优点:能够实现薄型化、低耗电化,且可获得高对比度,响应速度也快。因此,有机电致发光元件作为显示器或照明器具的发光元件备受业界期待,随着开发初期的问题得到解决,业界正在积极地进行用来提高实用性的研究。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利特开2013-93455号公报

### 发明内容

[0007] [发明要解决的问题]

[0008] 且说,为了实际使用显示器或照明器具,重要的是其发光元件的亮度或驱动电压长期稳定、即发光元件的寿命足够长。然而,一般来说有机电致发光元件大多寿命短,这成为阻碍有机电致发光元件实用化的原因。

[0009] 在这种状况下,本发明者等人以抑制驱动时经时性的性能劣化而获得长寿命的有机电致发光元件为目的进行了努力研究。

[0010] [解决问题的技术手段]

[0011] 本发明者等人为了解决所述问题而进行了努力研究,结果发现:通过使发光层中含有其最低激发三重态能级高于作为掺杂剂的发光材料的最低激发三重态能级的两种主体材料(第1主体材料及第2主体材料),能够有效地抑制元件驱动时经时性的性能劣化,达成有机电致发光元件的显著的长寿命化。

[0012] 本发明是基于这些见解提出的,具体来说具有以下构成。

[0013] [1]一种有机电致发光元件,其特征在于具有至少依序积层阳极、发光层、阴极的构造,且所述发光层含有第1主体材料、第2主体材料及作为掺杂剂的发光材料,所述第1主体材料及所述第2主体材料均具有高于发光材料的最低激发三重态能级的最低激发三重态能级。

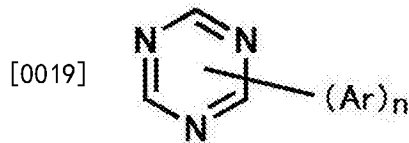
[0014] [2]根据[1]所述的有机电致发光元件,其中所述第2主体材料具有电子传输性。

[0015] [3]根据[1]或[2]所述的有机电致发光元件,其中在所述发光层和所述阴极之间具有至少一层电子传输层,所述第2主体材料包含和所述电子传输层中最靠近发光层的电子传输层的构成材料相同的材料。

[0016] [4]根据[1]至[3]中任一项所述的有机电致发光元件,其中所述第2主体材料包含下述通式(1)所表示的化合物或该化合物的衍生物。

[0017] [化1]

[0018] 通式(1)

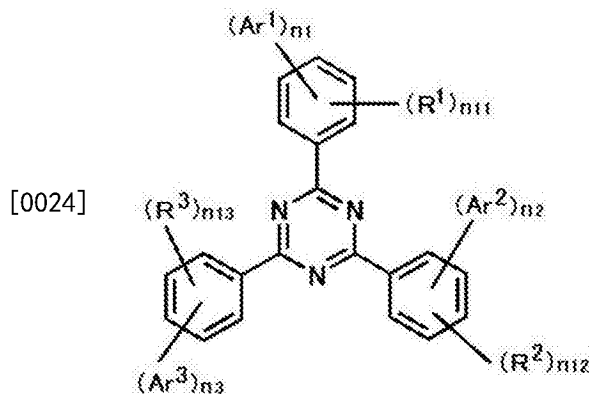


[0020] [通式(1)中,Ar表示经取代或未经取代的芳基、或者经取代或未经取代的杂芳基;n表示1~3的整数;n为2以上时,多个Ar相互可以相同也可以不同]

[0021] [5]根据[4]所述的有机电致发光元件,其中所述通式(1)所表示的化合物为下述通式(2)所表示的化合物。

[0022] [化2]

[0023] 通式(2)



[0025] [通式(2)中,Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>及Ar<sup>3</sup>分别独立地表示经取代或未经取代的芳基、或者经取代或未经取代的杂芳基;R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>及R<sup>3</sup>分别独立地表示取代基,该取代基不为经取代或未经取代的芳基、及经取代或未经取代的杂芳基;n<sub>1</sub>、n<sub>2</sub>及n<sub>3</sub>分别独立地表示1~5的整数;n<sub>11</sub>、n<sub>12</sub>及n<sub>13</sub>分别独立地表示0~4的整数]

[0026] [6]根据[1]至[5]中任一项所述的有机电致发光元件,其特征在于:在发光层和阴极之间具有至少一层电子传输层,所述电子传输层的至少一层包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物。

[0027] [7]根据[6]所述的有机电致发光元件,其中在发光层和阴极之间,从发光层侧起依序具有第1电子传输层及第2电子传输层,所述第2电子传输层包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物。

[0028] [8]根据[6]或[7]所述的有机电致发光元件,其中所述化合物为含有Li的化合物。

[0029] [9]根据[6]至[8]中任一项所述的有机电致发光元件,其中所述化合物为8-羟基喹啉衍生物。

[0030] [发明的效果]

[0031] 根据本发明的有机电致发光元件,发光层含有第1主体材料、第2主体材料及作为掺杂剂的发光材料,第1主体材料及第2主体材料均具有高于发光材料的最低激发三重态能级T<sub>1a</sub>的最低激发三重态能级T<sub>1h</sub>,由此能够抑制驱动时经时性的性能劣化,实现其寿命的大

幅度延长。

### 附图说明

[0032] 图1是表示有机电致发光元件的层构成例的概略剖视图。

[0033] 图2是表示有机电致发光元件的另一层构成例的概略剖视图。

[0034] 图3是表示有机电致发光元件的又一层构成例的概略剖视图。

[0035] 图4是表示有机电致发光元件的又一层构成例的概略剖视图。

[0036] 图5是表示利用有机电致发光元件所测定的TSC曲线的一例的特性图。

[0037] 图6是实施例1的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的能量图。

[0038] 图7是表示实施例1的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例1的发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的电流密度-外部量子效率特性的曲线图。

[0039] 图8是表示实施例1的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例1的发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的亮度比的经时性变化的曲线图。

[0040] 图9是表示实施例2的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例2的发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的电流密度-外部量子效率特性的曲线图。

[0041] 图10是表示实施例2的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例2的发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的亮度比的经时性变化的曲线图。

[0042] 图11是实施例3的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例3的发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的发光光谱。

[0043] 图12是表示实施例3的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例3的发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的电压-电流密度-亮度特性的曲线图。

[0044] 图13是表示实施例3的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例3的发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的电流密度-外部量子效率特性的曲线图。

[0045] 图14是表示实施例3的发光层含有T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件和比较例3发光层不含T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的亮度比和电压变化量的经时性变化的曲线图。

[0046] 图15是实施例4的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>的有机电致发光元件的能量图。

[0047] 图16是实施例4的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>的有机电致发光元件的发光光谱。

[0048] 图17是表示实施例4的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>的有机电致发光元件的电压-电流密度-亮度特性的曲线图。

[0049] 图18是表示实施例4的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>的

有机电致发光元件的电流密度-亮度特性的曲线图。

[0050] 图19是表示实施例4的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>的有机电致发光元件的电流密度-外部量子效率特性的曲线图。

[0051] 图20是表示实施例4的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>的有机电致发光元件的亮度比的经时性变化的曲线图。

[0052] 图21是实施例5的发光层含有T2T(第2主体材料),具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的能量图。

[0053] 图22是实施例5的发光层含有T2T(第2主体材料),具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的发光光谱。

[0054] 图23是表示实施例5的发光层含有T2T(第2主体材料),具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的电压-电流密度-亮度特性的曲线图。

[0055] 图24是表示实施例5的发光层含有T2T(第2主体材料),具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的电流密度-外部量子效率特性的曲线图。

[0056] 图25是表示实施例5的发光层含有T2T(第2主体材料),具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的亮度比和电压变化量的经时性变化的曲线图。

[0057] 图26是实施例6的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的能量图。

[0058] 图27是实施例6的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的发光光谱。

[0059] 图28是表示实施例6的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的电压-电流密度-亮度特性的曲线图。

[0060] 图29是表示实施例6的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的电流密度-外部量子效率特性的曲线图。

[0061] 图30是表示实施例6的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的亮度比和电压变化量的经时性变化的曲线图。

[0062] 图31是实施例7的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的能量图。

[0063] 图32是实施例7的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的发光光谱。

[0064] 图33是表示实施例7的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的电压-电流密度-亮度特性的曲线图。

[0065] 图34是表示实施例7的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的电流密度-外部量子效率特性的曲线图。

[0066] 图35是表示实施例7的发光层含有T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>,具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的亮度比和电压变化量的经时性变化的曲线图。

## 具体实施方式

[0067] 以下详细地说明本发明的内容。以下记载的构成要件的说明有时是基于本发明的代表性实施方式或具体例完成的,但本发明并不限于这样的实施方式或具体例。另外,本说明书中使用“~”表示的数值范围意指包含“~”的前后所记载的数值作为下限值及上限值的范围。另外,本发明中所使用的化合物的分子内存在的氢原子的同位素种类没有特别限定,例如分子内的氢原子可以全部为 $^1\text{H}$ ,或也可以一部分或全部为 $^2\text{H}$ (氘D)。

[0068] 本发明的有机电致发光元件的特征在于具有至少依序积层阳极、发光层、阴极的构造,且发光层含有第1主体材料、第2主体材料及作为掺杂剂的发光材料,第1主体材料及第2主体材料均具有高于发光材料的最低激发三重态能级的最低激发三重态能级。

[0069] 本发明的有机电致发光元件通过使发光层中含有所述的第1主体材料及第2主体材料,能够抑制驱动时经时性的性能劣化,实现其寿命的大幅度延长。

[0070] 如上所述,本发明的有机电致发光元件具有至少依序积层阳极、发光层、阴极的构造。进而,本发明的有机电致发光元件也可以在发光层和阴极之间具有至少一层电子传输层。在本发明的有机电致发光元件具有至少一层电子传输层的情况下,优选该电子传输层的至少一层包含含有第一族原子、第二族元素或过渡金属原子的化合物。由此,能够进一步延长有机电致发光元件的寿命。

[0071] 本发明的有机电致发光元件只要具有像所述那样顺序的积层构造,那么其层构造就没有特别限定,作为具体例,可以列举:如图1所示,在衬底1上依序积层阳极2、发光层3、阴极4的构造;如图2所示,在衬底1上依序积层阳极2、发光层3、电子传输层5、阴极4的构造;如图3所示,在衬底1上依序积层阳极2、发光层3、第1电子传输层5a、第2电子传输层5b、阴极4的构造。另外,有机电致发光元件在图1~3所示的层构造的基础上,也可以在发光层3和电子传输层5或第1电子传输层5a的界面具有电荷陷阱浓度减少层,或也可以在阳极2和发光层3之间具有空穴注入层或空穴传输层,或也可以进而具有具备其它功能的有机层。作为其它有机层,可以列举:电子阻挡层、空穴阻挡层、电子注入层、激子阻挡层等。空穴传输层也可以是具有空穴注入功能的空穴注入传输层,电子传输层也可以是具有电子注入功能的电子注入传输层。另外,在图3所示的层构造的基础上,在第1电子传输层5a和第2电子传输层5b之间也可以具有功能层。将在图1所示的层构造并用空穴注入层及空穴传输层的有机电致发光元件的构造例表示于图4。在图4中,1表示衬底,2表示阳极,6表示空穴注入层,7表示空穴传输层,3表示发光层,5表示电子传输层,4表示阴极。

[0072] 以下,对有机电致发光元件的各构件及各层进行说明。

[0073] [衬底]

[0074] 本发明的有机电致发光元件优选由衬底支撑。关于该衬底没有特别限制,只要以往惯用于有机电致发光元件即可,例如可以使用包含玻璃、透明塑料、石英、硅等的衬底。

[0075] [阳极]

[0076] 作为有机电致发光元件中的阳极,优选使用以功函数大(4eV以上)的金属、合金、导电性化合物及这些的混合物作为电极材料的阳极。作为这种电极材料的具体例,可以列举Au等金属、CuI、氧化铟锡(ITO)、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 等导电性透明材料。另外,也可以使用IDIXO( $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ )等为非晶质且能够制作透明导电膜的材料。阳极可以通过蒸镀或溅镀等方法使这些电极材料形成薄膜,并利用光刻法形成所需形状的模式,或在不怎么需要图案精度的情况下(约100 $\mu\text{m}$ 以上),也可以在所述电极材料的蒸镀或溅镀时经由所需形状的模式形成



图案。或者,在使用像有机导电性化合物那样能够涂布的材料的情况下,也可以使用印刷方式、涂布方式等湿式成膜法。在从该阳极提取光的情况下,理想为将透过率设为大于10%,另外,阳极的薄片电阻优选数百 $\Omega/\square$ 以下。进而膜厚也因材料而异,通常是在10~1000nm、优选10~200nm的范围内选择。

[0077] [阴极]

[0078] 另一方面,作为阴极,使用以功函数小(4eV以下)的金属(称为电子注入性金属)、合金、导电性化合物及这些的混合物作为电极材料的阴极。作为这种电极材料的具体例,可以列举:钠、钠-钾合金、镁、锂、镁/铜混合物、镁/银混合物、镁/铝混合物、镁/铟混合物、铝/氧化铝( $Al_2O_3$ )混合物、铟、锂/铝混合物、稀土金属等。这些中,就电子注入性及对氧化等的耐久性的方面来说,优选电子注入性金属和作为功函数的值大于其且稳定的金属的第二金属的混合物,例如镁/银混合物、镁/铝混合物、镁/铟混合物、铝/氧化铝( $Al_2O_3$ )混合物、锂/铝混合物、铝等。阴极可以通过利用蒸镀或溅镀等方法使这些电极材料形成薄膜来制作。另外,阴极的薄片电阻优选数百 $\Omega/\square$ 以下,膜厚通常是在10nm~5 $\mu$ m、优选50~200nm的范围内选择。另外,为了使发出的光透过,只要有机电致发光元件的阳极或阴极的任一透明或半透明,那么发光亮度会提高而适宜。

[0079] 另外,通过将阳极的说明中所列举的导电性透明材料用于阴极,能够制作透明或半透明的阴极,通过应用其,能够制作阳极和阴极两者具有透过性的元件。

[0080] [发光层]

[0081] 发光层是通过使分别从阳极及阴极注入的空穴及电子再结合而产生激子后发光的层。本发明中的发光层含有作为掺杂剂的发光材料和第1主体材料及第2主体材料,第1主体材料及第2主体材料均具有高于发光材料的最低激发三重态能级的最低激发三重态能级。

[0082] 发光材料可以是荧光发光材料,或也可以是磷光发光材料。另外,发光材料也可以是放射普通荧光且放射延迟荧光的延迟荧光材料。其中,通过将延迟荧光材料用作发光材料,能够获得高发光效率。

[0083] 第1主体材料及第2主体材料只要是具有高于发光材料的最低激发三重态能级的最低激发三重态能级的化合物,那么就没有特别限定。第1主体材料及第2主体材料的至少一个的最低激发三重态能级 $T_{1h}$ 和发光材料的最低激发三重态能级 $T_{1d}$ 的差 $T_{1h}-T_{1d}$ (以下称为“能级差 $\Delta T_1$ ”)优选超过0eV,另外,优选1eV以下,更优选0.7eV以下,进一步优选0.5eV以下。

[0084] 发光材料的最低激发单重态能级 $S_{1d}$ 和第1主体材料及第2主体材料的各最低激发单重态能级 $S_{1h}$ 的关系没有特别限制,优选第1主体材料及第2主体材料具有高于发光材料的最低激发单重态能级 $S_{1d}$ 的最低激发单重态能级 $S_{1h}$ 。由此,能够将发光材料所产生的单重态激子封入至发光材料的分子中,将其单重态激子的能量有效利用于光的放射。

[0085] 这里,在本说明书中,发光材料、第1主体材料及第2主体材料的各最低激发单重态能级 $S_{1d}$ 、 $S_{1h}$ 、各最低激发三重态能级 $T_{1d}$ 、 $T_{1h}$ 是通过以下顺序求出的值。

[0086] (1) 最低激发单重态能级 $S_1$  ( $S_{1d}$ 、 $S_{1h}$ )

[0087] 在Si衬底上蒸镀测定对象化合物而制作试样,在常温(300K)下测定该试样的荧光光谱。荧光光谱是将纵轴设为发光,横轴设为波长。对该发光光谱的短波侧的下降作切线,

求出该切线和横轴的交点的波长值 $\lambda_{\text{edge}}$  [nm]。将利用以下所示的换算式使该波长值换算为能量值所得的值设为S1。

[0088] 换算式： $S1 [\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}}$

[0089] 在发光光谱的测定中，激发光源可以使用氮气激光 (Lasertechnik Berlin公司制造的MNL200)，检测器可以使用条纹相机 (Hamamatsu Photonics公司制造的C4334)。

[0090] (2) 最低激发三重态能级T1 (T1a、T1b)

[0091] 将和单重态能量S1相同的试样冷却至77 [K]，对磷光测定用试样照射激发光 (337nm)，使用条纹相机测定磷光强度。对该磷光光谱的短波长侧的上升作切线，求出该切线和横轴的交点的波长值 $\lambda_{\text{edge}}$  [nm]。将利用以下所示的换算式使该波长值换算为能量值所得的值设为T1。

[0092] 换算式： $T1 [\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}}$

[0093] 对磷光光谱的短波长侧的上升所作的切线是以如下方式作出。在光谱曲线上从磷光光谱的短波长侧移动至光谱的极大值中最短波长侧的极大值时，朝向长波长侧考虑曲线上的各点的切线。该切线随着曲线上升 (即随着纵轴增加) 而增加斜率。将在该斜率的值取极大值的点所作的切线设为对该磷光光谱的短波长侧的上升所作的切线。

[0094] 另外，具有光谱的最大波峰强度的10%以下的波峰强度的极大点不包括在所述的最短波长侧的极大值内，将在最接近最短波长侧的极大值的斜率的值取极大值的点所作的切线设为对该磷光光谱的短波长侧的上升所作的切线。

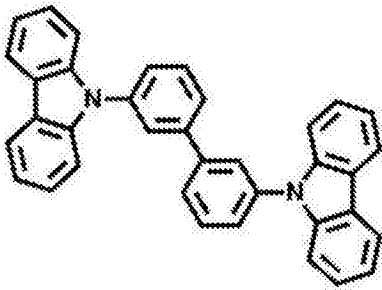
[0095] 作为第1主体材料及第2主体材料，优选具有空穴传输能力、电子传输能力，且防止发光的波长变长，而且具有高玻璃转移温度的有机化合物。另外，第1主体材料和第2主体材料优选能级或载子传输能力等特性互不相同。由此，易于控制有机电致发光元件的发光效率或寿命等特性。

[0096] 例如，优选第1主体材料及第2主体材料中的至少第2主体材料具有电子传输性。由此，能够使电子在发光层中顺利迁移，能够进一步抑制经时性的性能劣化，进一步延长寿命。作为这种第2主体材料，优选使用和下述电子传输层的构成材料相同的材料，在设置多层电子传输层的情况下，优选使用和其中位于最靠近发光层的位置的电子传输层 (例如第1电子传输层) 的构成材料相同的材料。

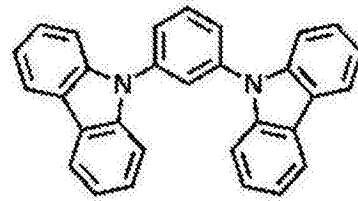
[0097] 另外，第2主体材料优选HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital, 最高占有分子轨道) 能级或LUMO (Lower Unoccupied Molecular Orbital, 最低未占分子轨道) 能级和第1主体材料有意义地不同。由此，能够控制电子和空穴的再结合区域而改善寿命等特性。作为这种第2主体材料，例如能够优选使用如下材料：其HOMO能级低于发光材料及第1主体材料的各HOMO能级，其LUMO能级高于发光材料的LUMO能级且低于第1主体材料的LUMO能级。

[0098] 作为第1主体，例如能够优选使用下述化合物。

[0099] [化3]

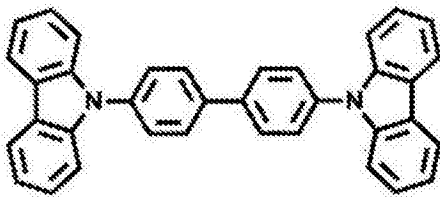


mCBP

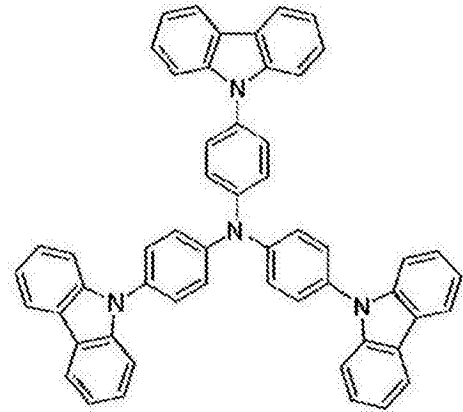


mCP

[0100]



CBP

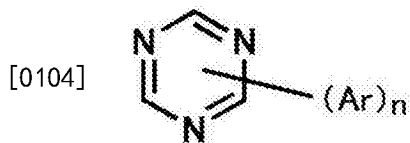


TCTA

[0101] 作为第2主体,例如能够优选使用下述通式(1)所表示的化合物。

[0102] [化4]

[0103] 通式(1)

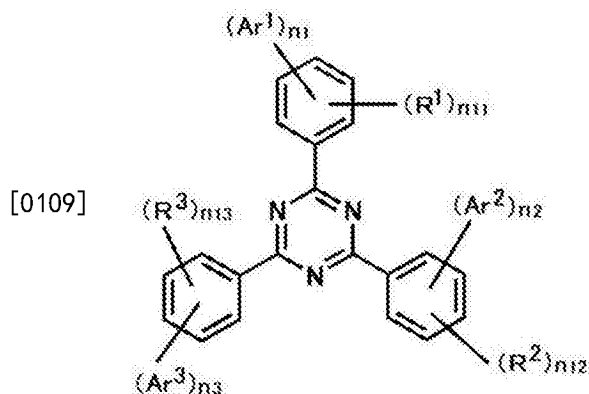


[0105] 通式(1)中,Ar表示经取代或未经取代的芳基、或者经取代或未经取代的杂芳基。 $n$ 表示1~3的整数。 $n$ 优选2以上。 $n$ 为2以上时,多个Ar相互可以相同也可以不同,优选相同。关于Ar的说明及优选的形态,可以参照下述通式(2)的 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 的说明及优选的形态。另外,通式(1)所表示的化合物可以是旋转对称体,或也可以不是旋转对称体。

[0106] 作为第2主体,能够优选使用下述通式(2)所表示的化合物。通式(2)所表示的化合物是包含在所述通式(1)中的化合物。

[0107] [化5]

[0108] 通式(2)



[0110] 通式(2)中,  $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 分别独立地表示经取代或未经取代的芳基、或者经取代或未经取代的杂芳基。 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 相互可以相同也可以不同, 优选相同。 $n_1$ 、 $n_2$ 及 $n_3$ 分别独立地表示1~5的整数。 $n_1$ 、 $n_2$ 及 $n_3$ 优选1~3, 更优选1或2。 $n_1$ 、 $n_2$ 及 $n_3$ 可以相同也可以不同, 优选相同。 $n_1$ 为2以上时, 该2个以上的 $Ar^1$ 相互可以相同也可以不同,  $n_2$ 为2以上时, 该2个以上的 $Ar^2$ 相互可以相同也可以不同,  $n_3$ 为2以上时, 该2个以上的 $Ar^3$ 相互可以相同也可以不同。

[0111] 构成 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 可以采用的经取代或未经取代的芳基的芳香环可以是单环, 也可以是2个以上的芳香环稠合而成的稠环。构成芳香环的环骨架的碳数优选6~22, 更优选6~18, 进一步优选6~14, 进一步更优选6~10。作为构成芳基的芳香环的具体例, 可以列举苯环、萘环。构成 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 可以采用的经取代或未经取代的杂芳基的杂芳环可以是单环, 也可以是1个以上的杂环和1个以上的芳香环稠合而成的稠环, 或也可以是2个以上的杂环稠合而成的稠环。其中, 具有 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 的键结键的环为杂环。构成杂环的环骨架的原子数优选5~22, 更优选5~18, 进一步优选5~14, 进一步更优选5~10。构成杂环的环骨架的碳数优选4~21, 更优选4~17, 进一步优选4~13, 进一步更优选4~9。构成杂环的环骨架的杂原子优选氮原子、氧原子、硫原子, 更优选氮原子。作为构成杂芳基的芳香环的具体例, 可以列举: 吡啶环、噁嗪环、噻啶环、三嗪环、三唑环、苯并三唑环。

[0112] 可以取代至 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 可以采用的芳基的取代基和可以取代至 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 可以采用的杂芳基的取代基没有特别限制。作为取代基, 例如可以列举: 羟基、卤素原子、氰基、碳数1~20的烷基、碳数1~20的烷氧基、碳数1~20的烷硫基、经碳数1~20的烷基取代的氨基、碳数2~20的酰基、碳数6~40的芳基、碳数6~40的芳氧基、碳数6~40的芳硫基、碳数3~40的杂芳基、碳数3~40的杂芳氧基、碳数3~40的杂芳硫基、碳数2~10的烯基、碳数2~10的炔基、碳数2~10的烷氧羰基、碳数1~10的烷基磺酰基、碳数1~10的卤烷基、酰氨基、碳数2~10的烷基酰氨基、碳数3~20的三烷基甲硅烷基、碳数4~20的三烷基甲硅烷基烷基、碳数5~20的三烷基甲硅烷基烯基、碳数5~20的三烷基甲硅烷基炔基及硝基等。在这些具体例中, 能够进一步经取代基取代的基也可以经取代。更优选的取代基为卤素原子、氰基、碳数1~20的经取代或未经取代的烷基、碳数1~20的烷氧基、碳数6~40的经取代或未经取代的芳基、碳数6~40的经取代或未经取代的芳氧基、碳数3~40的经取代或未经取代的杂芳基、碳数3~40的经取代或未经取代的杂芳氧基、经碳数1~20的二烷基取代的氨基。进一步优选的取代基为氟原子、氯原子、氰基、碳数1~10的经取代或未经取代的烷基、碳数1~10的经取代或未经取代的烷氧基、碳数6~15的经取代或未经取代的芳基、碳数3~12的经取代或未经取代的杂芳基。取代基的数量优选0~5个, 更优选0~4个。

[0113] 通式(2)的 $R^1$ 、 $R^2$ 及 $R^3$ 分别独立地表示取代基。但是,该取代基不是经取代或未经取代的芳基、及经取代或未经取代的杂芳基。 $n_{11}$ 、 $n_{12}$ 及 $n_{13}$ 分别独立地表示0~4的整数,优选0~2的整数,更优选0或1。另外, $n_{11}$ 、 $n_{12}$ 及 $n_{13}$ 优选至少一个为0,更优选全部为0。 $n_{11}$ 为2以上时,该2个以上的 $R^1$ 相互可以相同也可以不同, $n_{12}$ 为2以上时,该2个以上的 $R^2$ 相互可以相同也可以不同, $n_{13}$ 为2以上时,该2个以上的 $R^3$ 相互可以相同也可以不同。另外,  $(R^1)_{n_{11}}$ 、 $(R^2)_{n_{12}}$ 、 $(R^3)_{n_{13}}$ 可以相同也可以不同,优选相同。

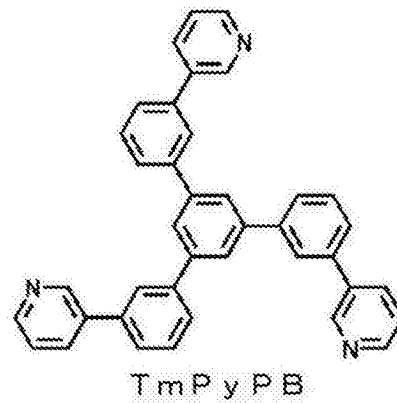
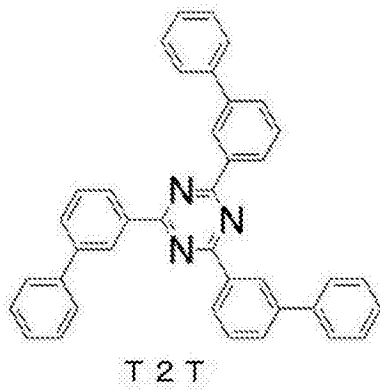
[0114] 关于 $R^1$ 、 $R^2$ 及 $R^3$ 所表示的取代基的说明及优选的范围,可以参照所述的可以取代至 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 及 $Ar^3$ 可以采用的芳基的取代基的说明及优选的范围。

[0115] 通式(2)所表示的化合物可以采取三嗪环的2位、4位、6位的结构全部相同的旋转对称结构,或也可以是2位、4位、6位中仅2个部位相同的结构,或也可以是3个部位全部不同的结构,优选采取旋转对称结构。

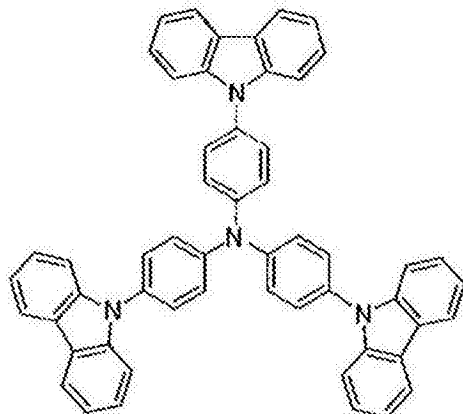
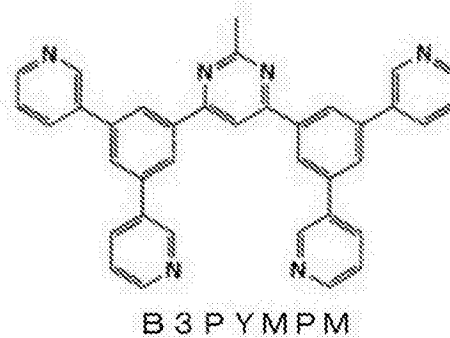
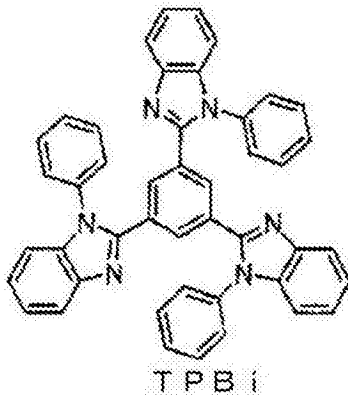
[0116] 作为通式(1)所表示的化合物的具体例,可以例示T2T或其衍生物。

[0117] 另外,不限于通式(1)所表示的化合物,作为能够优选用作第2主体的化合物,例如可以例示下述化合物。但本发明中可以使用的第2主体不应受这些具体例限定地解释。

[0118] [化6]



[0119]



[0120] 作为第1主体材料和第2主体材料的组合的具体例,例如可以列举:mCBP/T2T、mCP/T2T、CBP/T2T、mCBP/TmPyPB、mCP/TmPyPB、CBP/TmPyPB、TCTA/TPBi、TCTA/B3PYMPM、mCBP/TPBi、mCP/TPBi、CBP/TPBi、mCBP/TCTA、mCP/TCTA、CBP/TCTA的组合等。

[0121] 发光层可以仅包含发光材料和第1主体材料及第2主体材料,或也可以含有其它成分。例如发光层也可以进而包含除第1主体材料及第2主体材料以外的主体材料。

[0122] 另外,在本发明的有机电致发光元件中,发光从发光层所包含的本发明的发光材料产生。该发光可以是荧光发光、延迟荧光发光、磷光发光的任一种,这些发光也可以混合存在。另外,发光的一部分或局部也可以有来自主体材料的发光。

[0123] 发光层中的发光材料的含量相对于发光层的总量优选0.1重量%以上,更优选1重量%以上,进一步优选5重量%以上。另外,发光层中的发光材料的含量相对于发光层的总量优选50重量%以下,更优选20重量%以下,进一步优选15重量%以下。其中,在设置下述

电荷陷阱浓度减少层的情况下,发光层中的发光材料的含量相对于发光层的总量优选0.1重量%以上,更优选1重量%以上,进一步优选5重量%以上,进一步更优选10重量%以上,特别优选12重量%以上。另外,该情况下的发光层中的发光材料的含量相对于发光层的总量优选50重量%以下,更优选30重量%以下,进一步优选25重量%以下,进一步更优选20重量%以下。

[0124] 发光层中的第1主体材料的含量相对于发光层所含有的主体材料的总量优选10重量%以上,更优选70重量%以上,进一步优选80重量%以上。另外,发光层中的第1主体材料的含量相对于发光层所含有的主体材料的总量优选95重量%以下,更优选90重量%以下。

[0125] 发光层中的第2主体材料的含量相对于发光层所含有的主体材料的总量优选5重量%以上,更优选10重量%以上。另外,发光层中的第2主体材料的含量相对于发光层所含有的主体材料的总量优选90重量%以下,更优选70重量%以下,进一步优选50重量%以下,进一步更优选30重量%以下,特别优选20重量%以下。

[0126] 如上所述,就获得高发光效率的方面来说,发光层的发光材料优选延迟荧光材料。通过延迟荧光材料获得高发光效率是基于以下原理。

[0127] 在有机电致发光元件中,从正负两电极向发光材料中注入载子,产生激发态的发光材料并使其发光。通常,在载子注入型有机电致发光元件的情况下,产生的激子中被激发为激发单重态的有25%,其余75%被激发为激发三重态。因此,利用作为来自激发三重态的发光的磷光时能量利用效率高。然而,由于激发三重态寿命长,所以会产生激发态的饱和或因激发三重态的激子间的相互作用导致的能量失活,一般来说,多数情况下磷光的量子产率不高。另一方面,延迟荧光材料通过系间跨越等使能量向激发三重态跃迁后,通过三重态-三重态湮灭或热能的吸收而向激发单重态逆系间跨越,放射荧光。认为在有机电致发光元件中,尤其是基于热能的吸收的热活化型延迟荧光材料特别有用。在将延迟荧光材料用于有机电致发光元件的情况下,激发单重态的激子像通常那样放射荧光。另一方面,激发三重态的激子吸收器件所发出的热而向激发单重态系间跨越,放射荧光。这时,由于是源自激发单重态的发光,所以是和荧光相同波长的发光,并且通过从激发三重态向激发单重态的逆系间跨越,产生的光的寿命(发光寿命)比普通荧光或磷光长,所以作为比这些延迟的荧光被观察到。可以将其定义为延迟荧光。如果使用这种热活化型激子迁移机制,那么通过在载子注入后经过热能的吸收,能够将通常仅产生25%的激发单重态的化合物的比率提高至25%以上。如果使用即便在未达100℃的低温度下也发出强荧光及延迟荧光的化合物,那么利用器件的热便会充分地产生从激发三重态向激发单重态的系间跨越,放射延迟荧光,所以能够飞跃性地提高发光效率。

[0128] [电子传输层]

[0129] 电子传输层包含具有传输电子的功能的材料,电子传输层可以设置单层或多层。

[0130] 作为电子传输材料(也有兼作空穴阻挡材料的情况),只要具有将从阴极注入的电子传递至发光层的功能即可,优选不含金属原子。

[0131] 作为可以使用的电子传输层,例如可以列举:经硝基取代的萘衍生物、二苯基对苯醌衍生物、噻喃二氧化物衍生物、碳二酰亚胺、亚萘基甲烷衍生物、蒽醌二甲烷及蒽酮衍生物、噁二唑衍生物等。进而,在所述噁二唑衍生物中,将噁二唑环的氧原子取代为硫原子的噻二唑衍生物、具有作为拉电子基为人所知的喹啉环的喹啉衍生物也可以用作电子传

输材料。也可以使用进而将这些材料导入至高分子链、或以这些材料作为高分子的主链的高分子材料。

[0132] 另外,电子传输层的至少一层优选包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物。由此,可以进一步抑制有机电致发光元件经时性的性能劣化,进一步延长寿命。

[0133] 作为含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物,优选含有第一族原子或第二族原子的化合物,更优选含有锂原子的化合物。另外,在含有过渡金属原子的化合物中,能够优选使用含有铊、钪、钆、铽、镝、钬、铒、镱、镱、铟、铊、铋、铷、铯、铊、金的化合物。另外,包含这些原子的化合物优选组合这些原子和有机配体而成的化合物或有机金属化合物,更优选组合这些原子和有机配体而成的化合物,优选8-羟基喹啉衍生物,其中特别优选8-羟基喹啉-锂(Liq)。

[0134] 在设置多层电子传输层,且包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物的情况下,含有该化合物的可以是全部的电子传输层,或也可以是一部分的电子传输层。作为设置多层电子传输层的情况下的优选构成,可以例示以下的构成:如图3所示,从发光层3侧起依序积层第1电子传输层5a、第2电子传输层5b,在这些电子传输层中的第2电子传输层5b中包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物。

[0135] 在电子传输层包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物的情况下,包含这些原子的化合物的含量相对于电子传输层的总量优选10重量%以上,更优选50重量%以上。另外,其含量相对于电子传输层的总量优选90重量%以下,更优选75重量%以下。

[0136] [电荷陷阱浓度减少层]

[0137] 在本发明中,也可以在发光层和电子传输层的界面设置电荷陷阱浓度减少层。

[0138] 在本说明书中,“电荷陷阱浓度减少层”意指通过形成该层而减少热刺激电流(TSC)测定中的250~320K之间的波峰面积的层。换言之,是指如下层:对具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件、及除不具有电荷陷阱浓度减少层以外构成和该有机电致发光元件相同的有机电致发光元件进行热刺激电流测定时,关于出现在其曲线的250~320K之间的波峰的波峰面积,前者的有机电致发光元件比后者的有机电致发光元件小。在以下的说明中,有时将具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件称为“对象元件”,将除不具有电荷陷阱浓度减少层以外构成和对象元件相同的有机电致发光元件称为“参照元件”。

[0139] 测定TSC曲线中的250~320K之间的波峰面积时,首先对有机电致发光元件进行热刺激电流测定。

[0140] 热刺激电流测定是指如下测定:通过热使被捕获在有机半导体薄膜的定域能级的电荷释出并作为电流值检测,由此获得TSC曲线(电流值的温度曲线)。根据TSC曲线的波峰的温度,能够判定定域能级的深度,根据波峰的波峰面积,能够估算出定域能级中的电荷的浓度。这里,电荷包含由电子产生的负电荷及由空穴产生的正电荷两者。

[0141] 该热刺激电流测定具体来说是以下方式进行的。将作为测定对象的有机电致发光元件在真空室内冷却至液氮温度(77K)。其次,于保持在77K的状态下向有机电致发光元件供给2分钟2mA/cm<sup>2</sup>的偏压电流,使电荷储存于元件内部的陷阱能级中。接着,一面对有机电致发光元件施加-0.01V的收集电压(collecting voltage)一面以5°C/分钟的速度进



行升温,观测这时所检测出的电流而获得TSC曲线。这种热刺激电流测定可以使用理学电机股份有限公司制造的热刺激电流测定机(商品名TSC-FETT EL2000)进行。

[0142] 然后,测定在所获得的TSC曲线中出现于250~320K之间的波峰的波峰面积。这里,出现于250~320K之间的波峰的数量可以是一个,或也可以是多个。在出现于250~320K之间的波峰的数量为多个的情况下,合计各波峰的波峰面积所得的和与所述的“250~320K之间的波峰面积”对应。

[0143] 将利用有机电致发光元件所测定的TSC曲线的典型例表示于图5。在图5中,“对象元件”表示形成Liq层作为电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件,“参照元件”表示除不形成电荷陷阱浓度减少层以外以和对象元件相同的方式制作的有机电致发光元件。

[0144] 如图5所示,该对象元件及参照元件的TSC曲线在105K附近的低温区域和250~320K的高温区域分别具有一个波峰。其中低温区域的波峰对应于储存在浅陷阱能级(Shallow trap)的电荷的释出,高温区域的波峰对应于储存在深陷阱能级的电荷的释出。另外,各波峰的波峰面积反映储存在各陷阱能级的电荷的浓度。这里,如果比较各元件的高温区域的波峰,那么对象元件的高温区域的波峰强度和参照元件相比显著减少,其波峰面积为参照元件的波峰面积的1/1.41。这意味着利用电荷陷阱浓度减少层,深陷阱能级中的电荷浓度减少。

[0145] 本说明书中的“电荷陷阱浓度减少层”是指如下材料层,其设置在发光层和电子传输层的界面,且对象元件的以所述方式所求出的TSC曲线的高温区域(250~320K)的波峰面积小于参照元件。认为这种电荷陷阱浓度减少层有效地抑制在有机电致发光元件驱动时于元件内部形成深陷阱能级、或电荷储存于深陷阱能级。由此,能够进一步抑制经时性的EL性能的劣化,进一步改善有机电致发光元件的寿命。

[0146] 关于具有电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的高温区域的波峰面积,在将不具有电荷陷阱浓度减少层的参照元件的高温区域的波峰面积设为 $S_0$ 时,优选未达 $S_0$ ,更优选 $0.71 \cdot S_0$ 以下,进一步优选 $0.30 \cdot S_0$ 以下,进一步更优选 $0.10 \cdot S_0$ 以下,理想优选为零。这种电荷陷阱浓度减少层能够有效地减少深陷阱能级中的电荷的浓度,显著延长有机电致发光元件的寿命。

[0147] 作为电荷陷阱浓度减少层的材料,只要通过形成包含该材料的层而减少TSC测定中的250~320K之间的波峰面积,那么就没有特别限定,优选含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子,更优选含有第一族原子或第二族原子,进一步优选含有锂原子。另外,在含有过渡金属原子的材料中,能够优选使用含有铈、钕、钷、铽、镝、钬、铒、镱、镱、铪、铟、铂、金的材料。

[0148] 这些原子可以以其单质含有于电荷陷阱浓度减少层中,或作为包含这些原子的化合物含有于电荷陷阱浓度减少层中,优选作为包含这些原子的化合物含有于电荷陷阱浓度减少层中。另外,包含这些原子的化合物优选组合这些原子和有机配体而成的化合物或有机金属化合物,更优选组合这些原子和有机配体而成的化合物,优选8-羟基喹啉衍生物,其中特别优选8-羟基喹啉-锂(Liq)。已知元件内部的深陷阱能级的形成是起因于激子-极化子湮灭,但推测Liq由于激发三重态能级低,所以激子的激发三重态能量易于迁移至Liq,能够抑制激子-极化子湮灭。由此,包含Liq的电荷陷阱浓度减少层能够有效地减少深陷阱能级中的电荷量。另外,在所述的电子传输层的至少一层包含含有第一族原子、第二族原子及

过渡金属原子的化合物的情况下,该化合物可以和构成第1电荷陷阱浓度减少层的含有第一族原子、第二族原子及过渡金属原子的化合物相同也可以不同,优选相同。

[0149] 另外,电荷陷阱浓度减少层只要是通过形成该层而减少TSC测定中的250~320K之间的波峰面积的材料,那么也可以并存不含第一族原子、第二族原子及过渡金属原子的化合物。但是电荷陷阱浓度减少层中的含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的化合物的含量为电荷陷阱浓度减少层的总质量的80质量%以上,更优选90质量%以上,进一步优选95质量%以上,也可以是100质量%。尤其是通过使电荷陷阱浓度减少层中以所述的含量含有组合这些原子和有机配体而成的化合物,能够显著抑制驱动时经时性的性能劣化。

[0150] 电荷陷阱浓度减少层的平均膜厚没有特别限定,优选0.1~100nm,更优选0.5~10nm,进一步优选1~3nm。

[0151] [功能层]

[0152] 在本发明中,也可以将包含含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的材料的功能层设置在第1电子传输层和第2电子传输层之间。由此,能够进一步抑制有机电致发光元件的经时性的性能劣化,进一步延长寿命。

[0153] 关于功能层所使用的含有第一族原子、第二族原子或过渡金属原子的材料的说明及优选范围、材料的含有比率及功能层的平均膜厚的优选范围,可以参照所述电荷陷阱浓度减少层中的对应说明。

[0154] [注入层]

[0155] 注入层是指为了降低驱动电压或提高发光亮度而设置在电极和有机层间的层,有空穴注入层和电子注入层,也可以存在于阳极和发光层或空穴传输层之间、及阴极和电子传输层之间。注入层可以视需要设置。

[0156] [阻挡层]

[0157] 阻挡层是能够阻挡存在于发光层中的电荷(电子或空穴)及/或激子向发光层外扩散的层。电子阻挡层可以配置在发光层及空穴传输层之间,阻挡电子向空穴传输层迁移并通过发光层。同样地,空穴阻挡层可以配置在发光层及电子传输层之间,阻挡空穴向电子传输层迁移并通过发光层。在本发明中,可以使配置在发光层和电子传输层之间的电荷陷阱浓度减少层兼具该空穴阻挡层的功能。例如,通过实验确认包含Liq的电荷陷阱浓度减少层具有作为空穴阻挡层的功能。阻挡层又可以用于阻挡激子扩散至发光层的外侧。即电子阻挡层、空穴阻挡层也可以分别兼具作为激子阻挡层的功能。本说明书中所说的电子阻挡层或激子阻挡层是以包含以一层具有电子阻挡层及激子阻挡层的功能的层的含义使用。

[0158] [空穴阻挡层]

[0159] 空穴阻挡层广义来说具有电子传输层的功能。空穴阻挡层具有传输电子且阻挡空穴到达电子传输层的作用,由此可以提高发光层中的电子和空穴的再结合概率。如上所述,在本发明中,可以使电荷陷阱浓度减少层兼具该空穴阻挡层的功能。

[0160] [电子阻挡层]

[0161] 电子阻挡层广义来说具有传输空穴的功能。电子阻挡层具有传输空穴且阻挡电子到达空穴传输层的作用,由此可以提高发光层中的电子和空穴再结合的概率。

[0162] [激子阻挡层]

[0163] 激子阻挡层是指用来阻挡在发光层内因空穴和电子再结合而产生的激子扩散至

电荷传输层的层,通过插入本层,能够将激子有效率地封入至发光层内,能够提高元件的发光效率。激子阻挡层可以和发光层相邻地插入至阳极侧、阴极侧的任一侧,也可以同时插入至两侧。即,在阳极侧具有激子阻挡层的情况下,可以和发光层相邻地将该层插入至空穴传输层和发光层之间,在插入至阴极侧的情况下,可以和发光层相邻地将该层插入至发光层和阴极之间。另外,在阳极和与发光层的阳极侧相邻的激子阻挡层之间可以具有空穴注入层或电子阻挡层等,在阴极和与发光层的阴极侧相邻的激子阻挡层之间可以具有电子注入层、电子传输层、空穴阻挡层等。在配置阻挡层的情况下,优选用作阻挡层的材料的激发单重态能量及激发三重态能量的至少任一个高于发光材料的激发单重态能量及激发三重态能量。在本发明中,也可以使电荷陷阱浓度减少层兼具该激子阻挡层的功能。

[0164] [空穴传输层]

[0165] 空穴传输层包含具有传输空穴的功能的空穴传输材料,空穴传输层可以设置单层或多层。

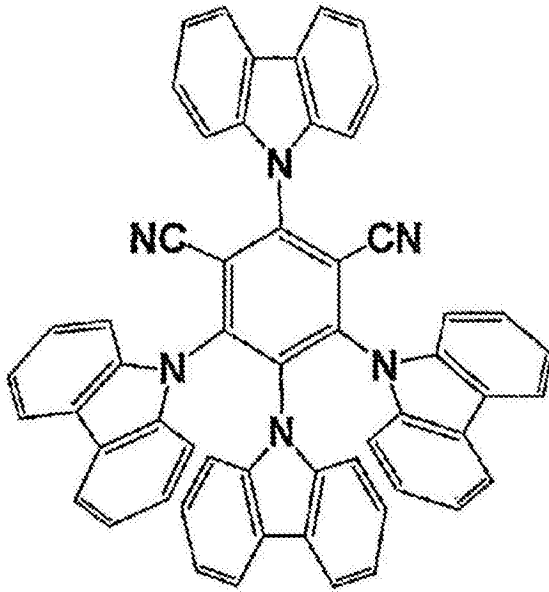
[0166] 作为空穴传输材料,是具有空穴的注入或传输、电子的障壁性的任一种的材料,可以是有机物、无机物的任一种。作为可以使用的公知的空穴传输材料,例如可以列举:三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、呋唑衍生物、吡啶并咪唑衍生物、聚芳基烷烃衍生物、吡啶啉衍生物及吡啶啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、经氨基取代的查耳酮衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基噻吩衍生物、茚衍生物、茈衍生物、硅氮烷衍生物、苯胺系共聚物、以及导电性高分子低聚物、尤其是噻吩低聚物等,优选使用卟啉化合物、芳香族三级胺化合物及苯乙烯胺化合物,更优选使用芳香族三级胺化合物。

[0167] 本发明的有机电致发光元件例如可以通过将所述各层按照积层位置依序制膜而制作。各层的制膜方法没有特别限定,可以利用干式制程、湿式制程的任一种制作。

[0168] 以下具体例示可以用于有机电致发光元件的优选材料。但本发明中可以使用材料并不受以下的例示化合物限定地解释。另外,即便是作为具有特定功能的材料而例示的化合物,也能够转用作具有其它功能的材料。另外,以下的例示化合物的结构式中的R、R'、R<sub>1</sub>~R<sub>10</sub>分别独立地表示氢原子或取代基。X表示形成环骨架的碳原子或杂原子,n表示3~5的整数,Y表示取代基,m表示0以上的整数。

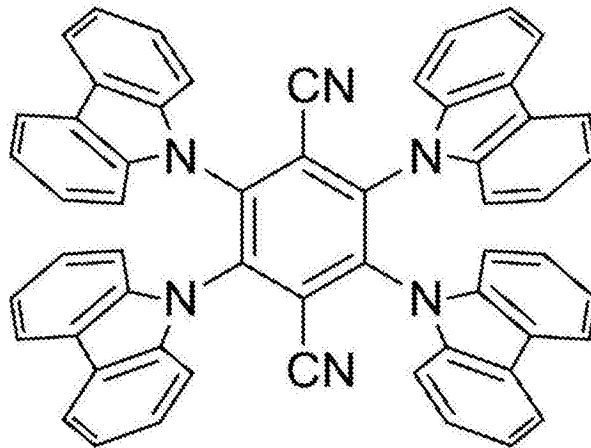
[0169] 发光层所使用的发光材料可以是放射荧光的发光材料,也可以是放射磷光的发光材料。荧光发光材料可以是放射延迟荧光的发光材料,也可以是不放射延迟荧光的发光材料。作为可以用作发光层的发光材料的优选化合物,可以列举下述化合物。

[0170] [化7-1]

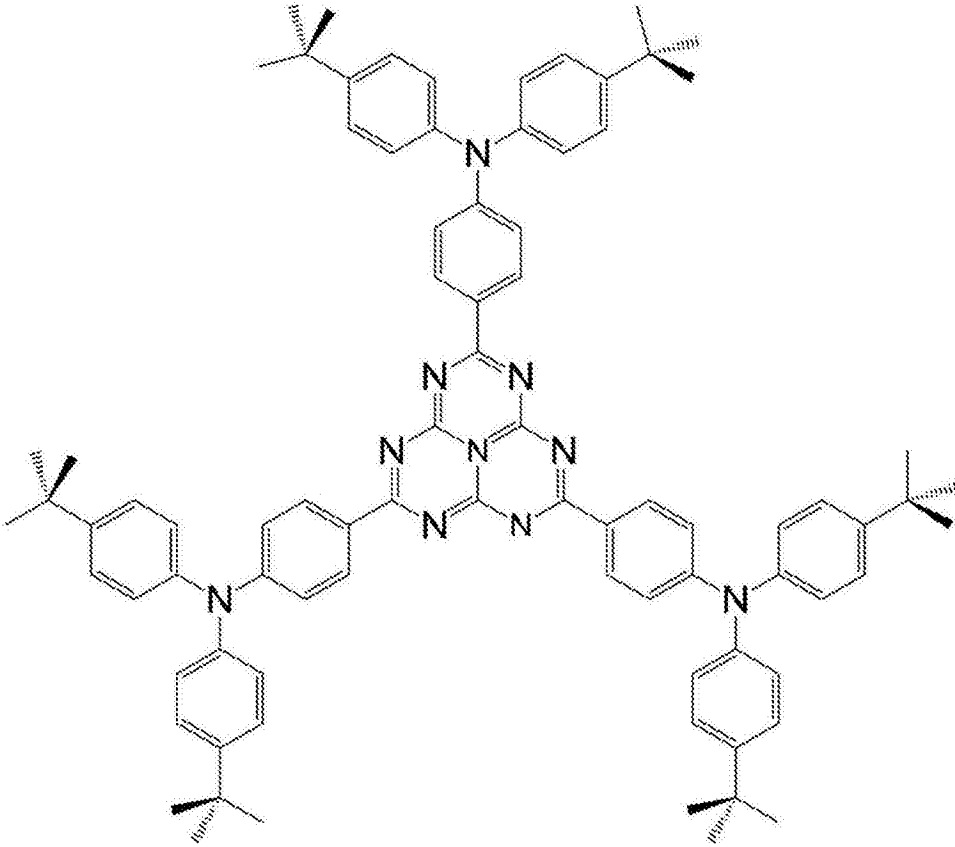


[0171]

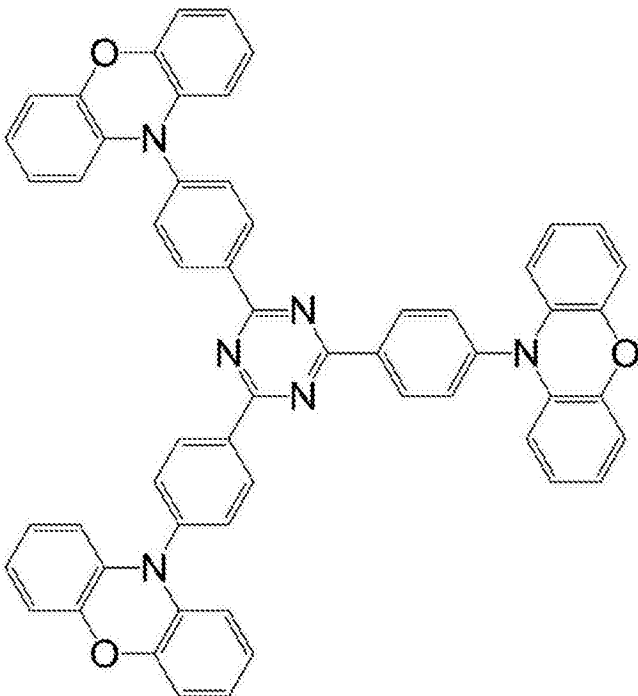
4CzIPN



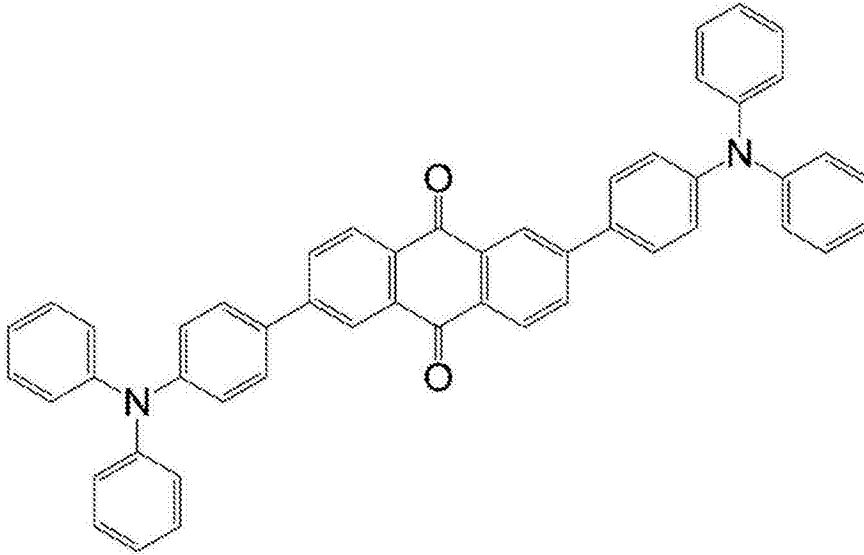
[0172] [化7-2]



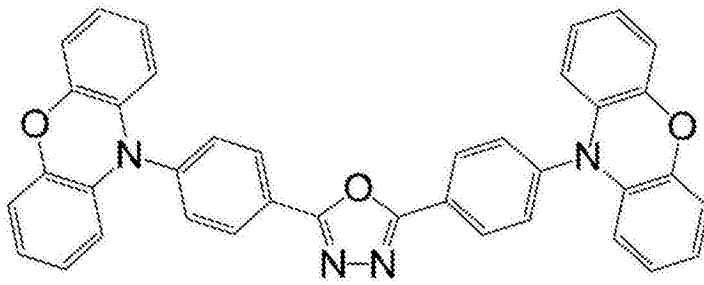
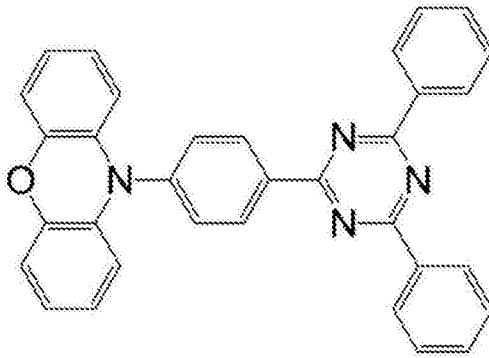
[0173]



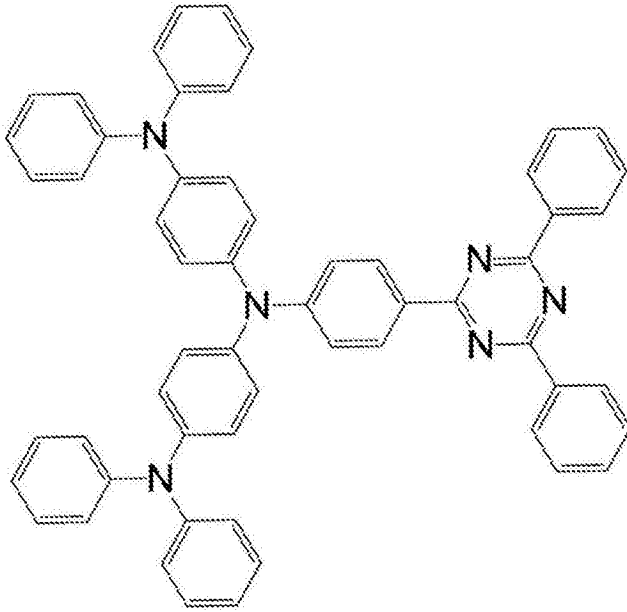
[0174] [化7-3]



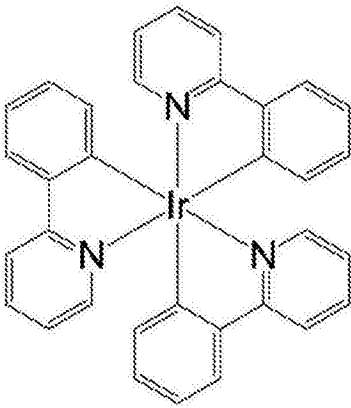
[0175]



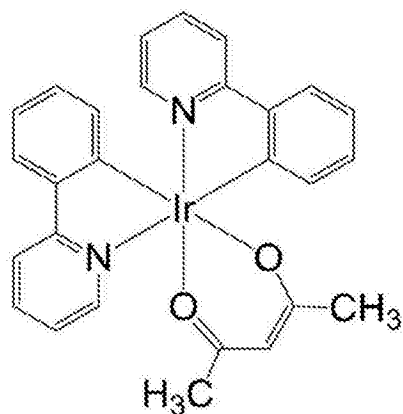
[0176] [化7-4]



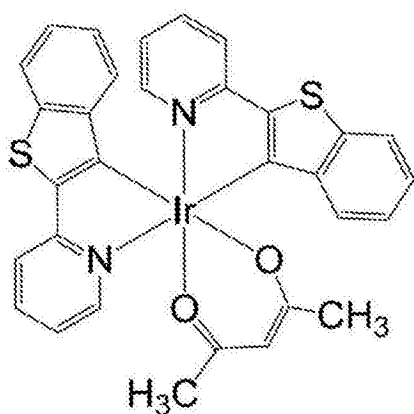
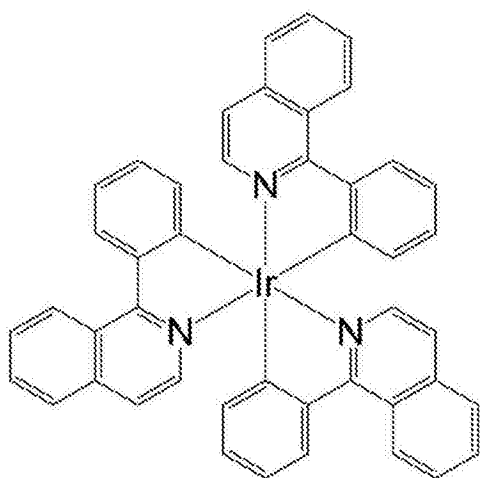
[0177]



[0178] [化7-5]



[0179]



[0180] 作为放射延迟荧光的发光材料(延迟荧光体),能够优选列举:W02013/154064号公报的段落0008~0048及0095~0133、W02013/011954号公报的段落0007~0047及0073~0085、W02013/011955号公报的段落0007~0033及0059~0066、W02013/081088号公报的段落0008~0071及0118~0133、日本专利特开2013-256490号公报的段落0009~0046及0093~0134、日本专利特开2013-116975号公报的段落0008~0020及0038~0040、W02013/133359号公报的段落0007~0032及0079~0084、W02013/161437号公报的段落0008~0054及0101~0121、日本专利特开2014-9352号公报的段落0007~0041及0060~0069、日本专利

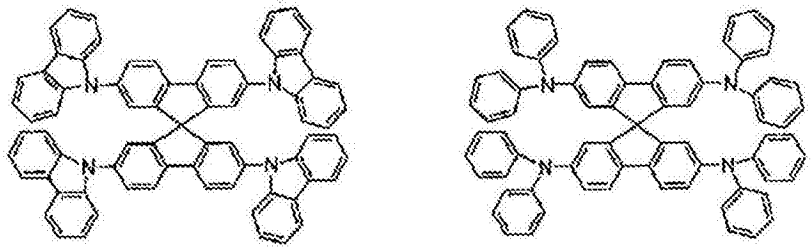
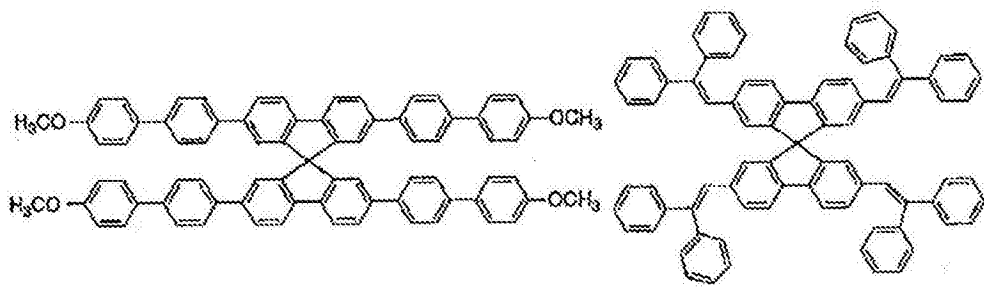


特开2014-9224号公报的段落0008~0048及0067~0076中记载的通式所包含的化合物、尤其是例示化合物。这些公报作为本说明书的一部分引用至本文中。

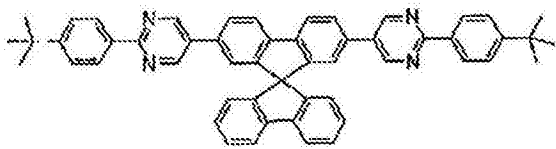
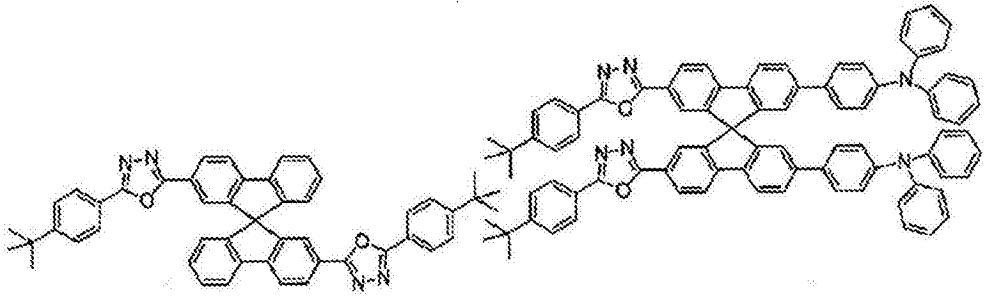
[0181] 另外,作为放射延迟荧光的发光材料(延迟荧光体),能够优选列举:日本专利特开2013-253121号公报、W02013/133359号公报、W02014/034535号公报、W02014/115743号公报、W02014/122895号公报、W02014/126200号公报、W02014/136758号公报、W02014/133121号公报、W02014/136860号公报、W02014/196585号公报、W02014/189122号公报、W02014/168101号公报、W02015/008580号公报、W02014/203840号公报、W02015/002213号公报、W02015/016200号公报、W02015/019725号公报、W02015/072470号公报、W02015/108049号公报、W02015/080182号公报、W02015/072537号公报、W02015/080183号公报、日本专利特开2015-129240号公报、W02015/129714号公报、W02015/129715号公报、W02015/133501号公报、W02015/136880号公报、W02015/137244号公报、W02015/137202号公报、W02015/137136号公报、W02015/146541号公报、W02015/159541号公报中记载的通式所包含的化合物、尤其是例示化合物。这些公报也是作为本说明书的一部分引用至本文中。

[0182] 其次,列举也可用作发光层的主体材料的优选化合物。

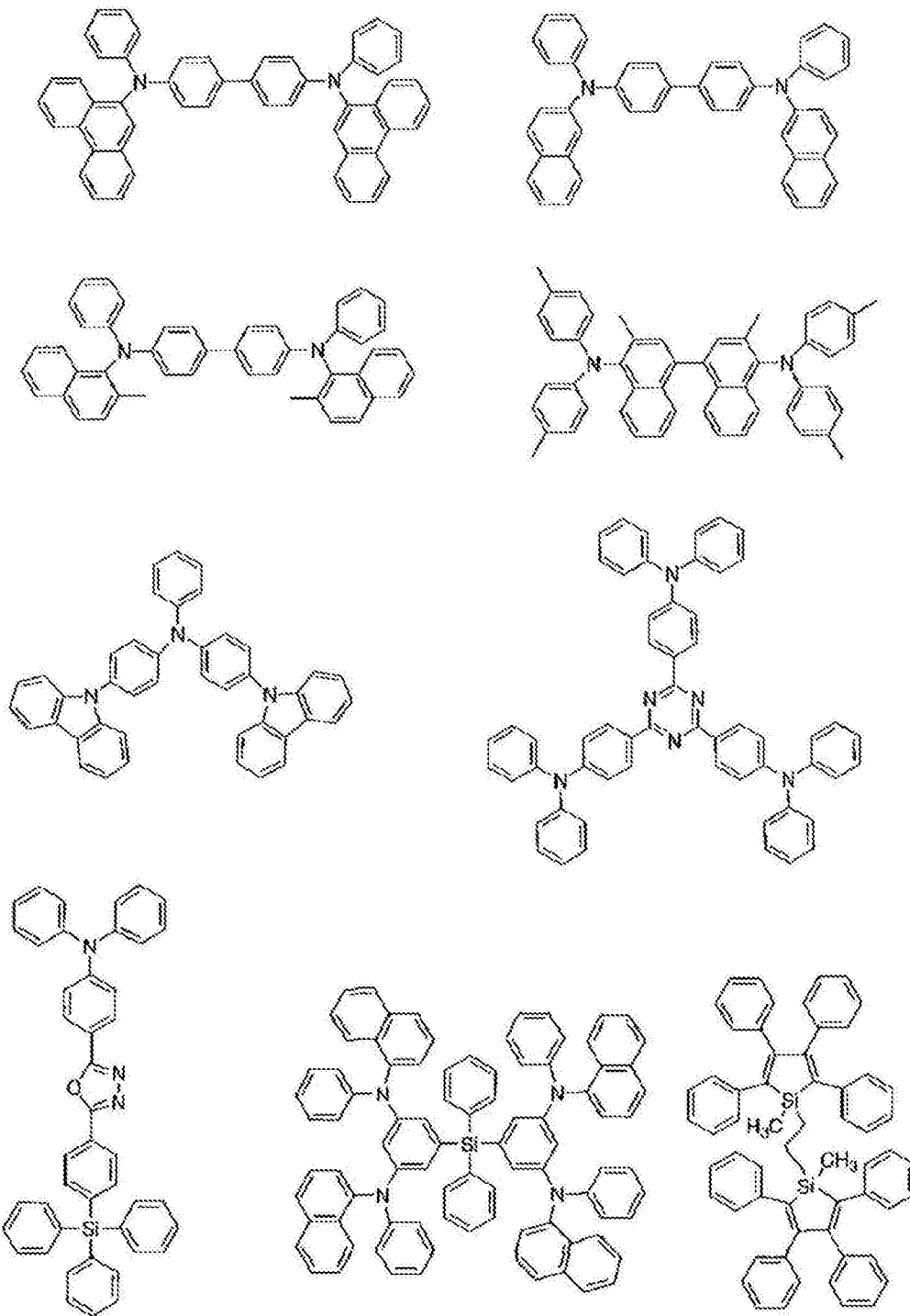
[0183] [化8]



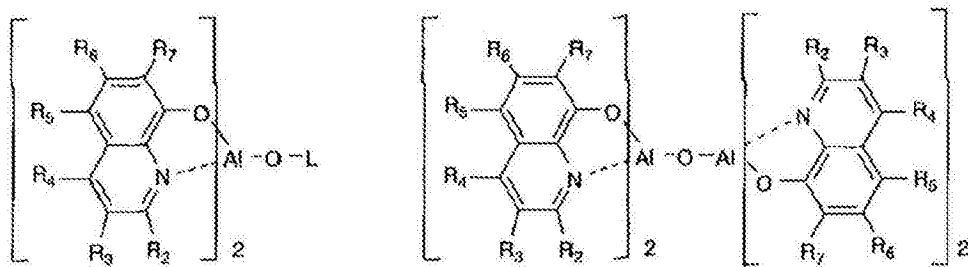
[0184]



[0185] [化9]

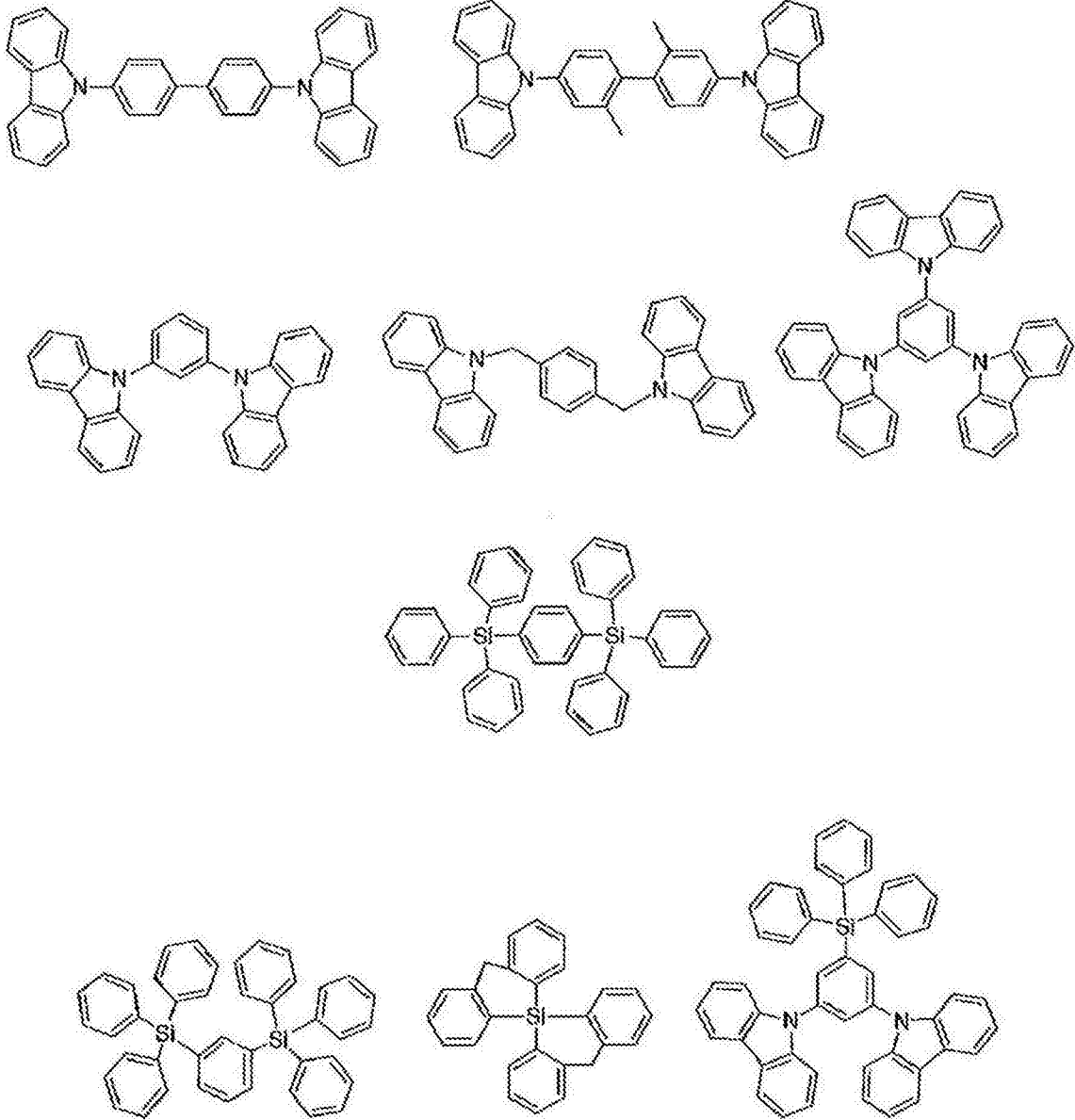


[0186]



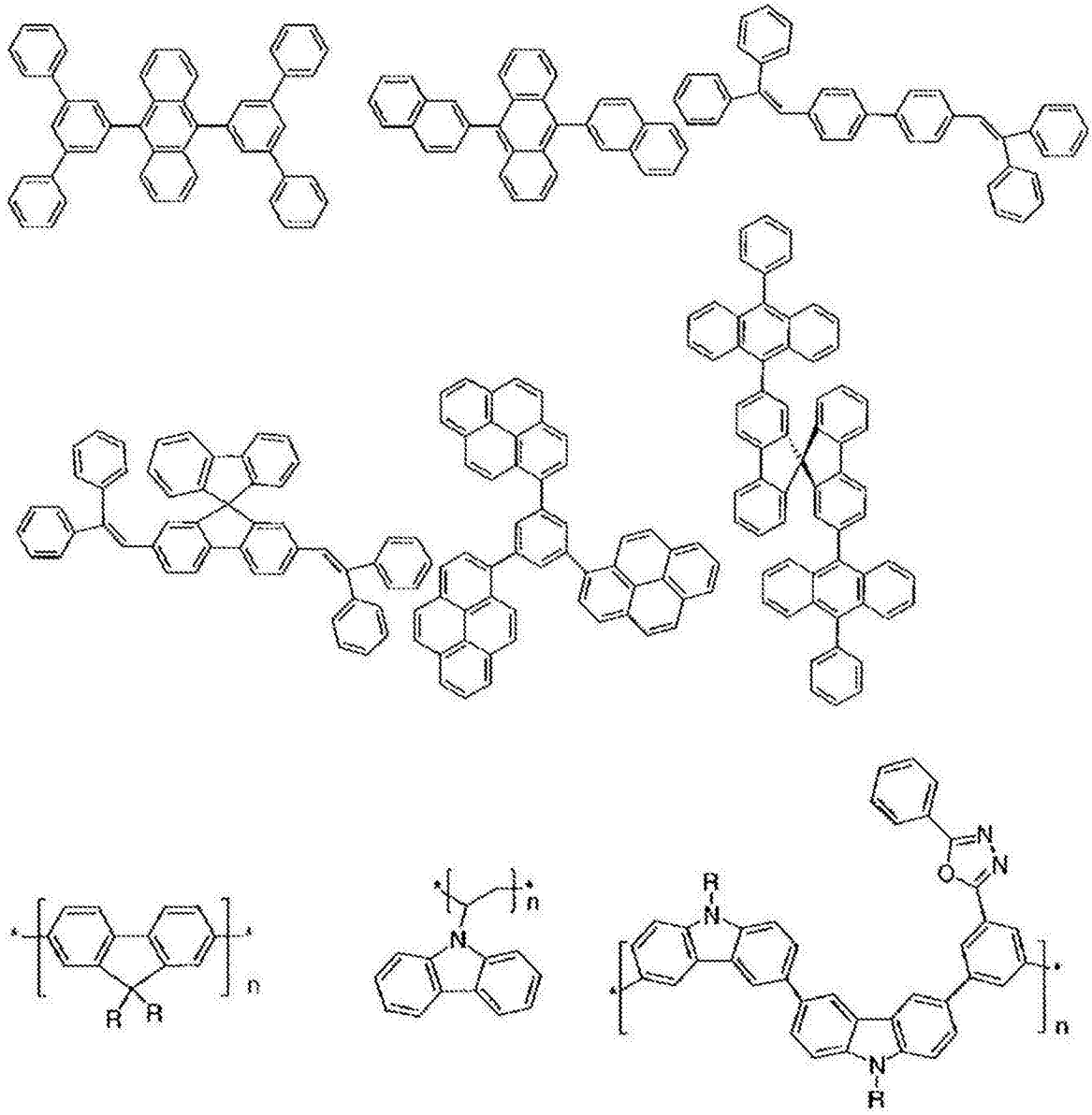
[0187] [化10]

[0188]

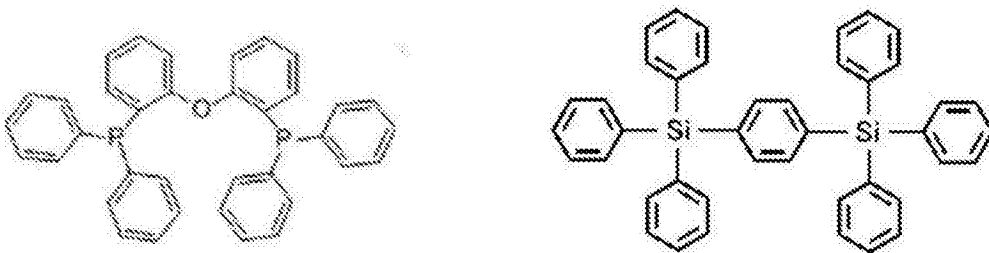


[0189] [化11]

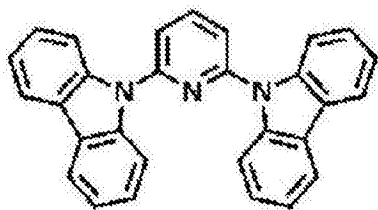
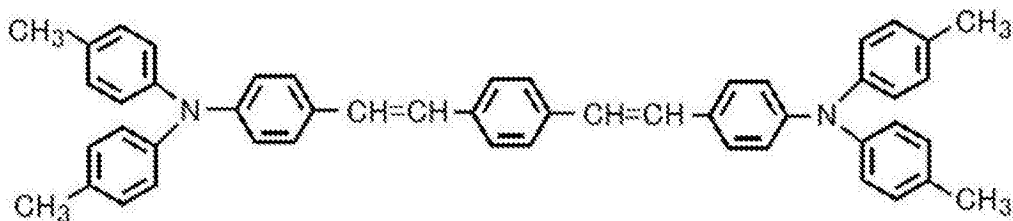
[0190]



[0191] [化12]

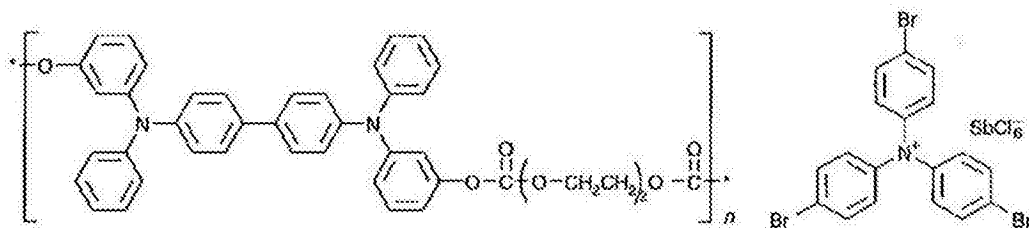
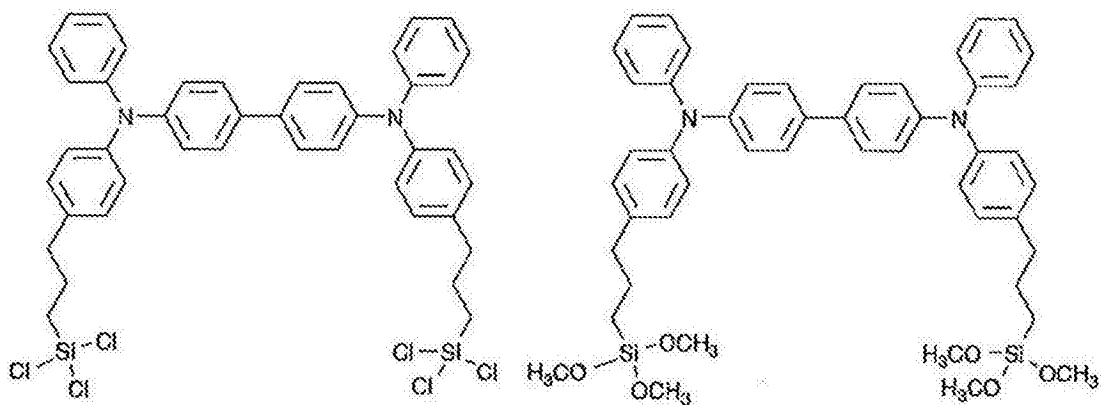


[0192]

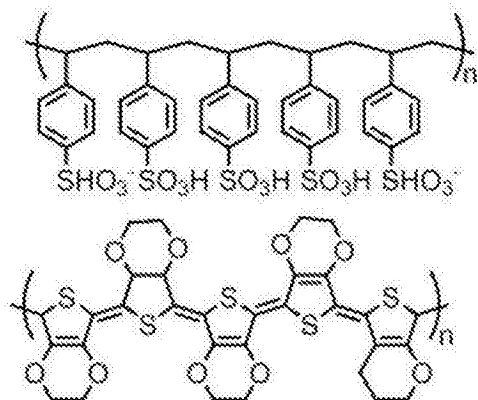
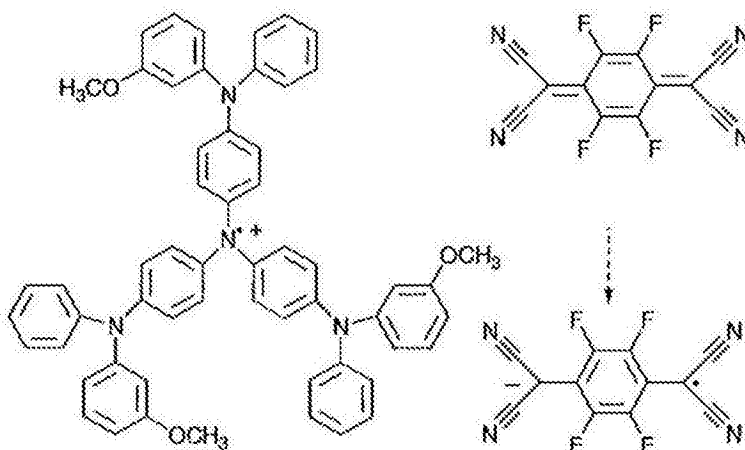


[0193] 其次,列举可以用作空穴注入材料的优选化合物例。

[0194] [化13]

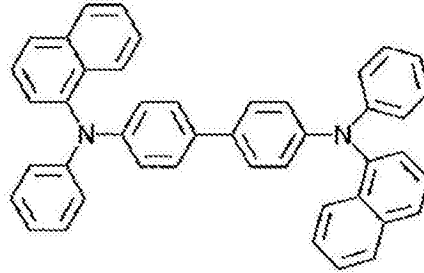
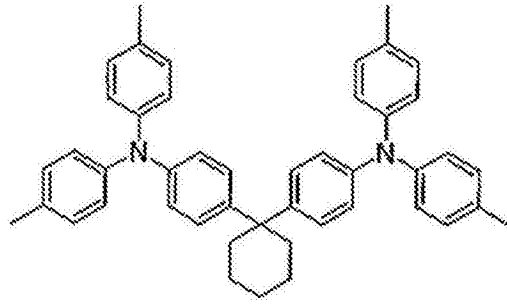


[0195]

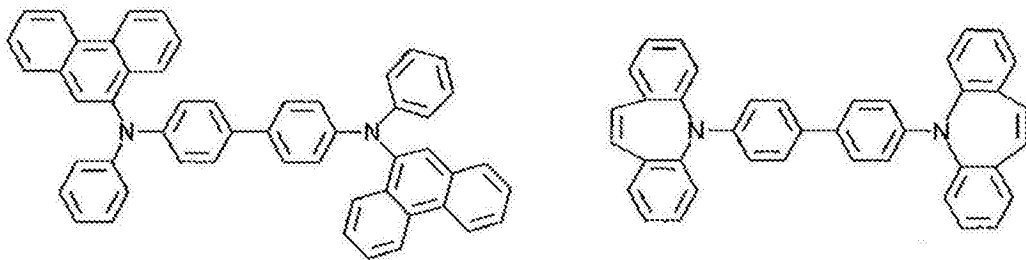
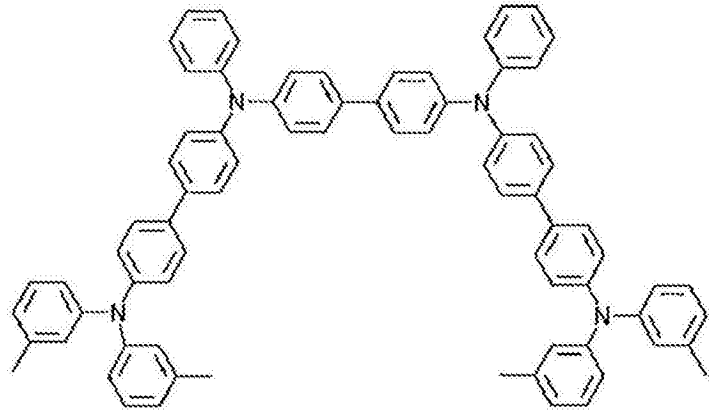


[0196] 其次,列举可以用作空穴传输材料的优选化合物例。

[0197] [化14]

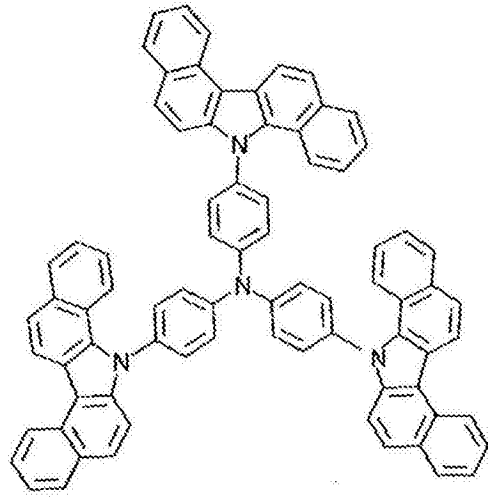
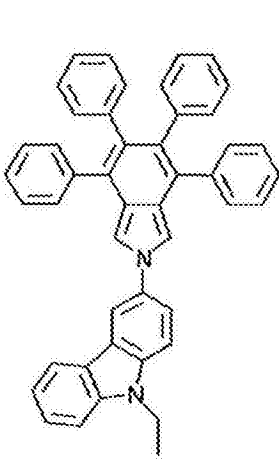


[0198]

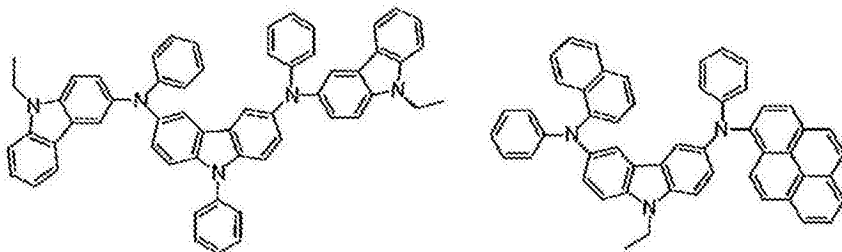
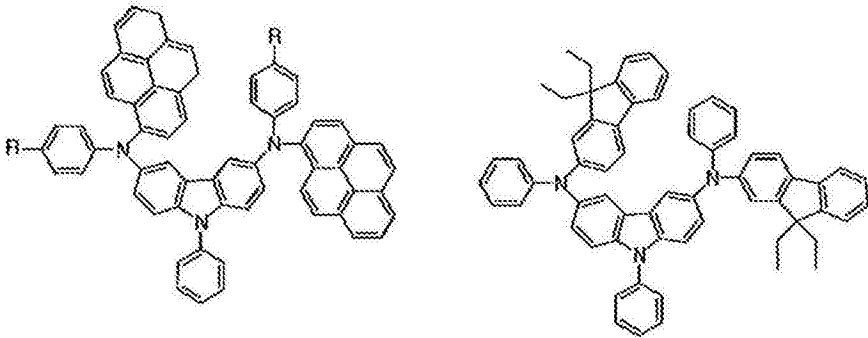
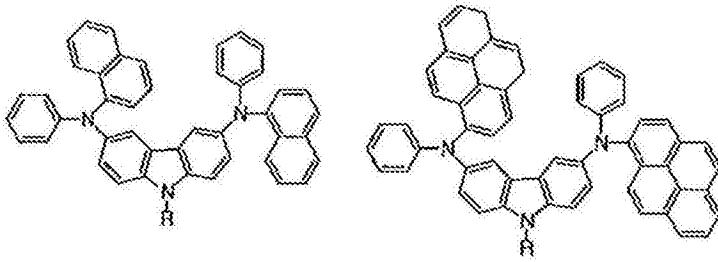


[0199] [化15]

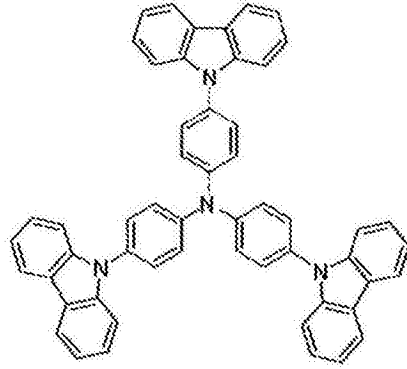
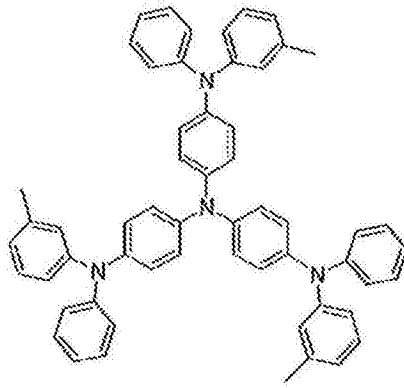




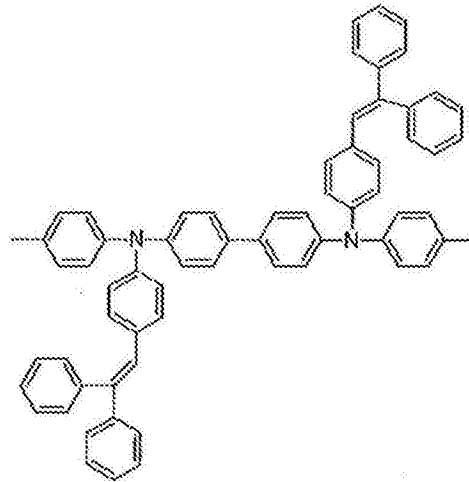
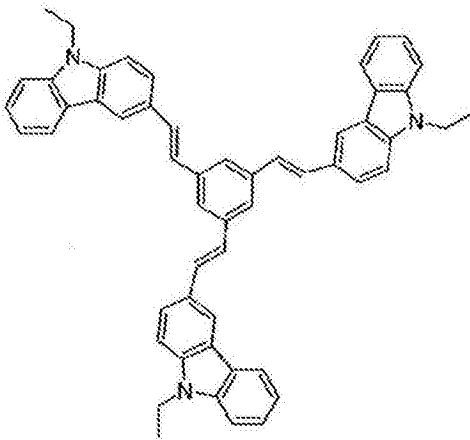
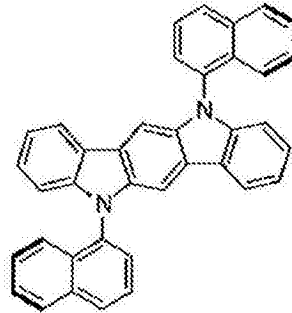
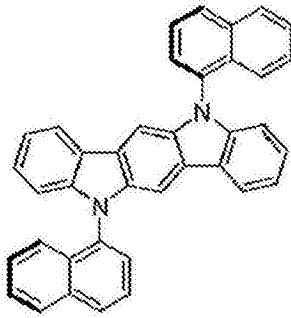
[0200]



[0201] [化16]

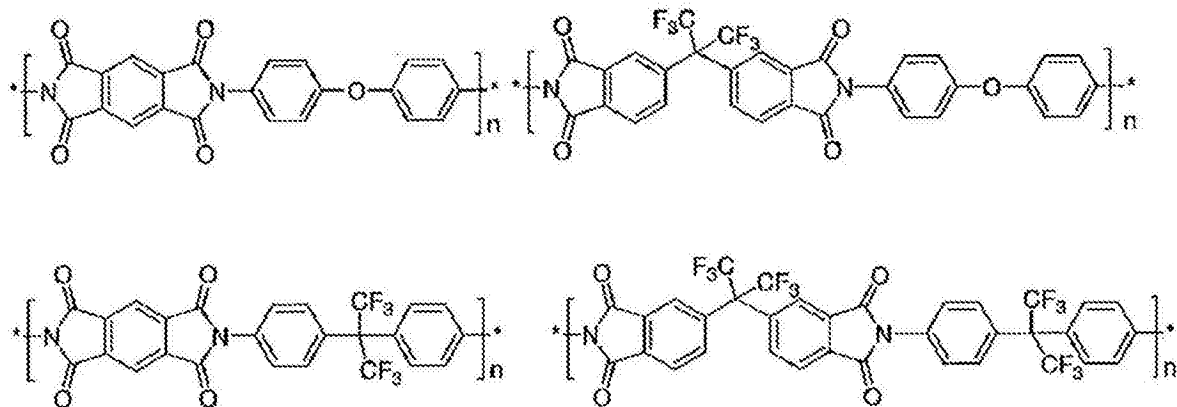
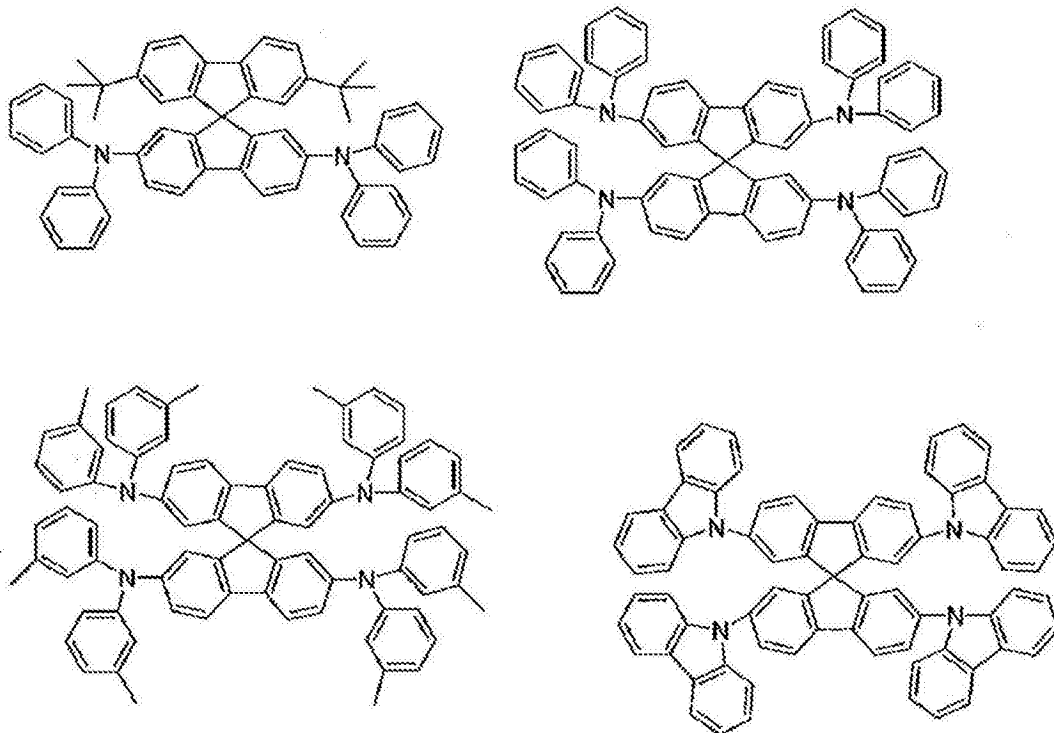


[0202]

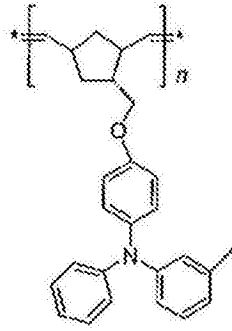


[0203] [化17]

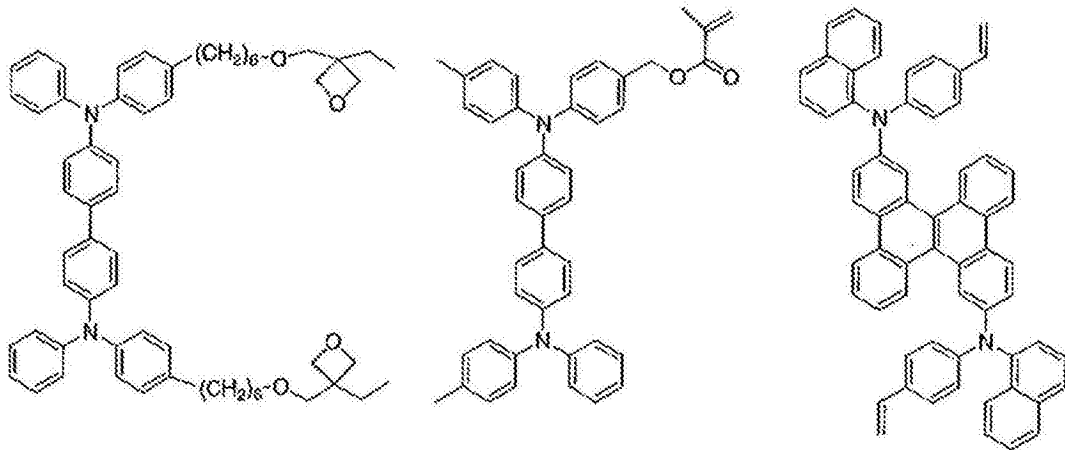
[0204]



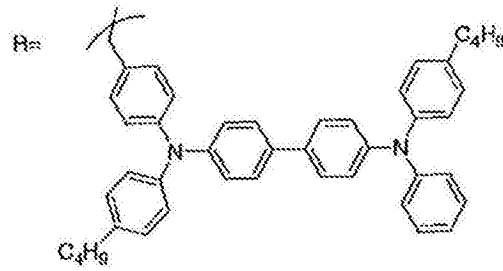
[0205] [化18]

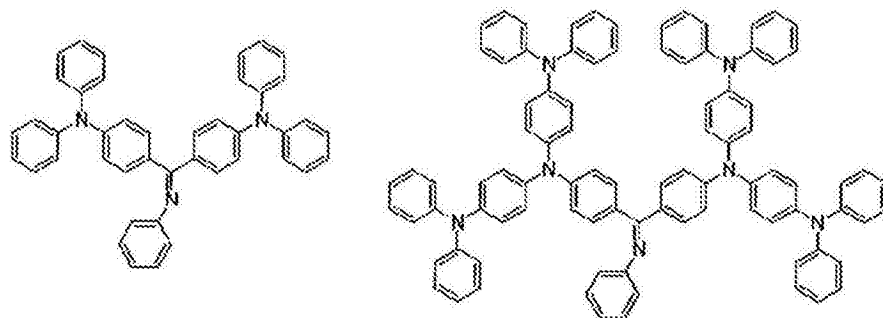


[0206]

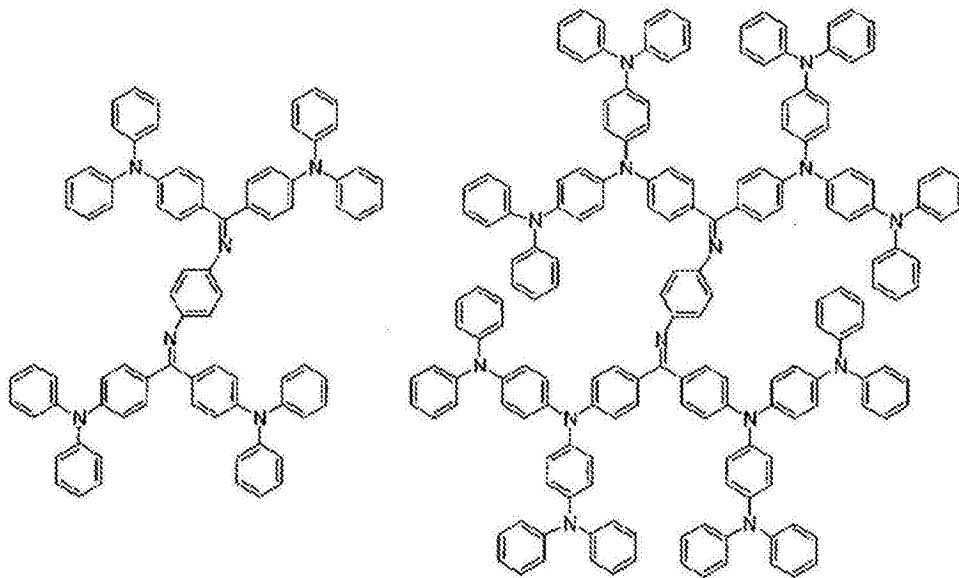


[0207] [化19]



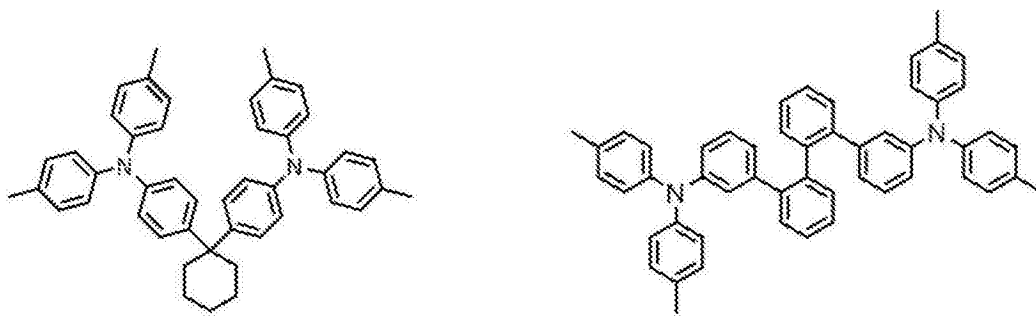


[0208]

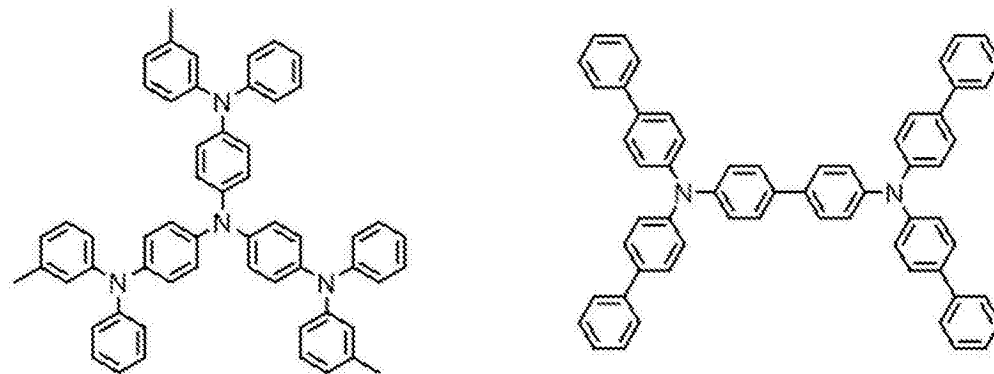


[0209] 其次,列举可以用作电子阻挡材料的优选化合物例。

[0210] [化20]

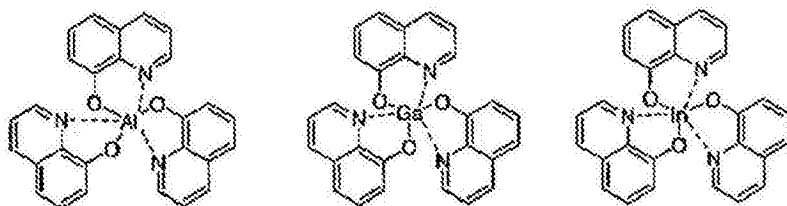
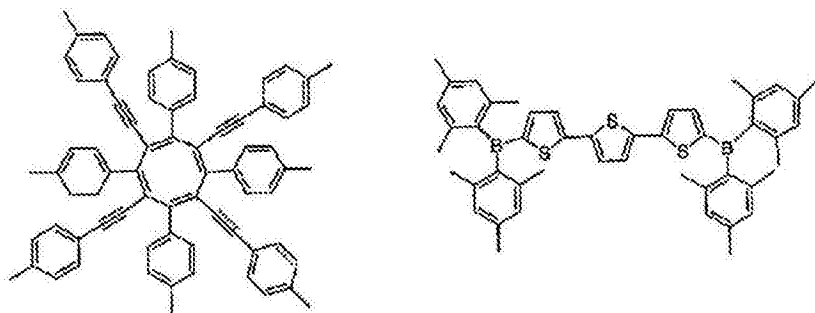


[0211]

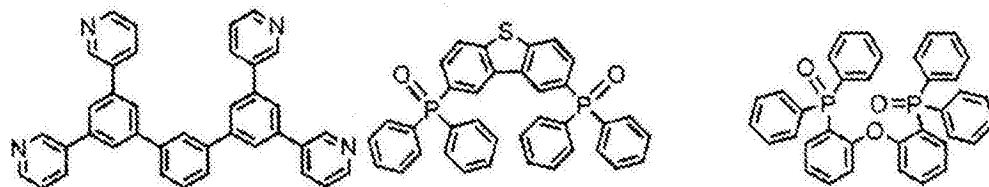
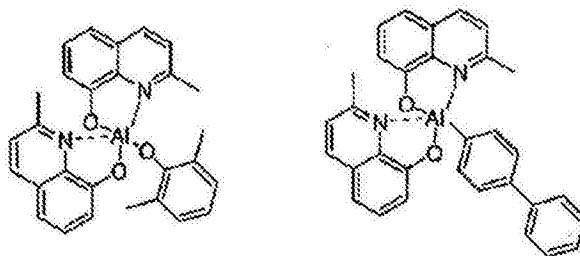
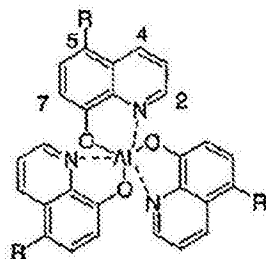


[0212] 其次,列举可以用作电子传输材料的优选化合物例。

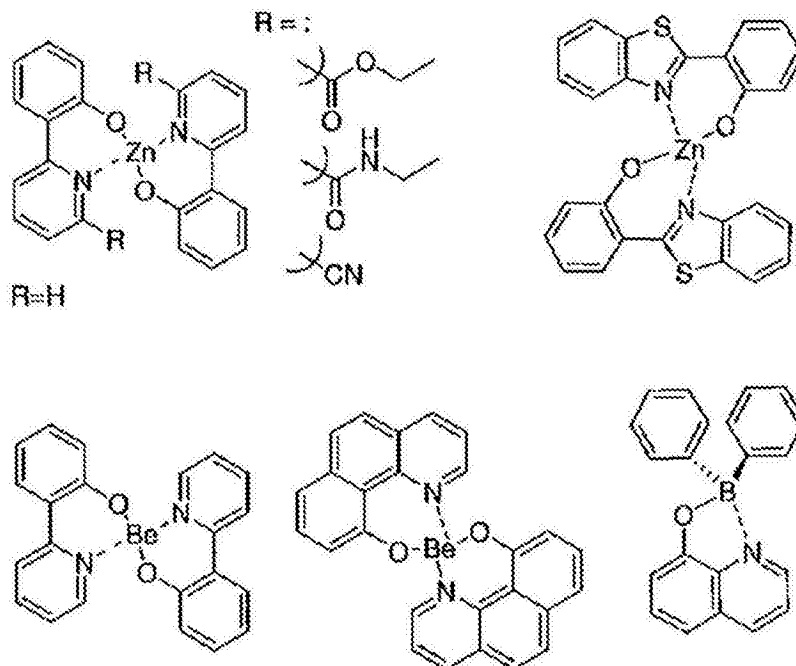
[0213] [化21]



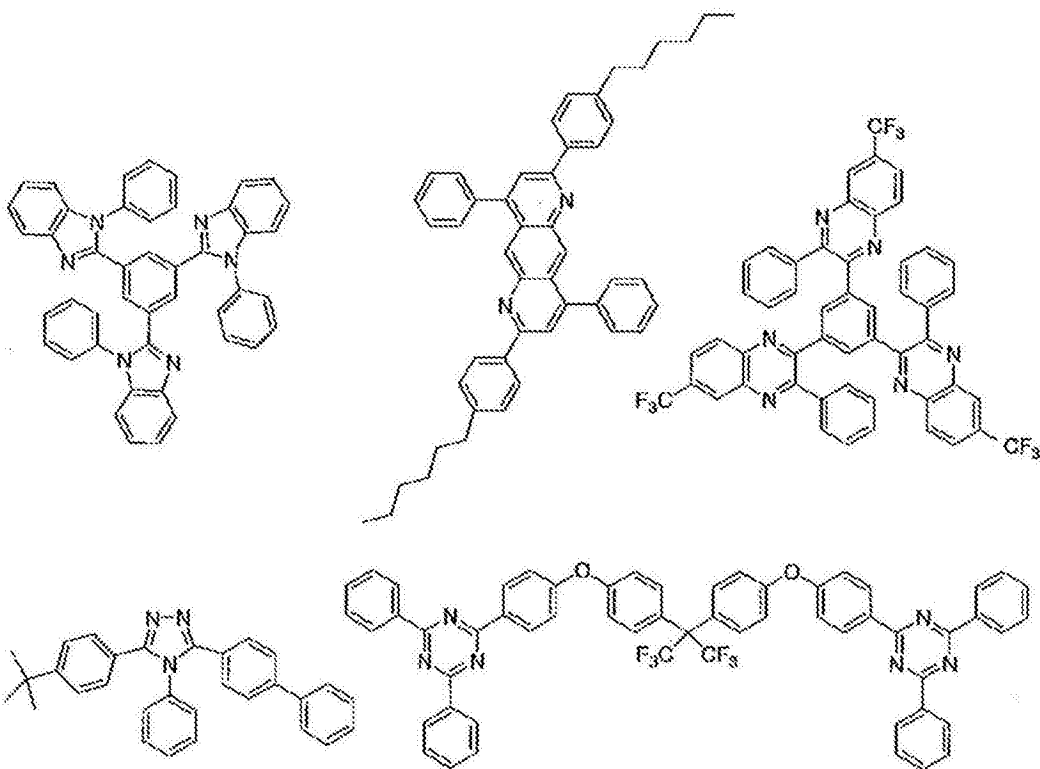
[0214]



[0215] [化22]

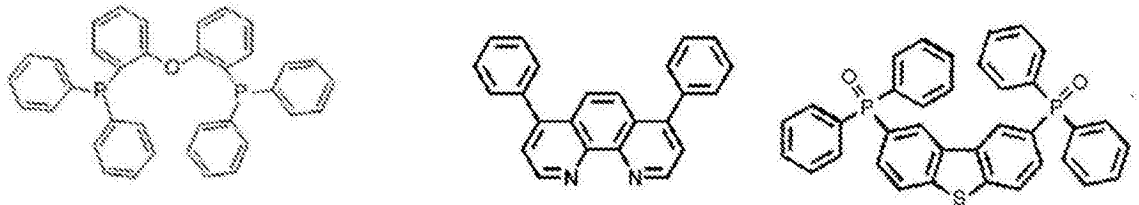
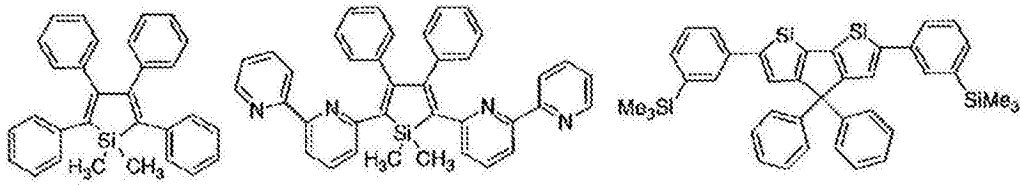
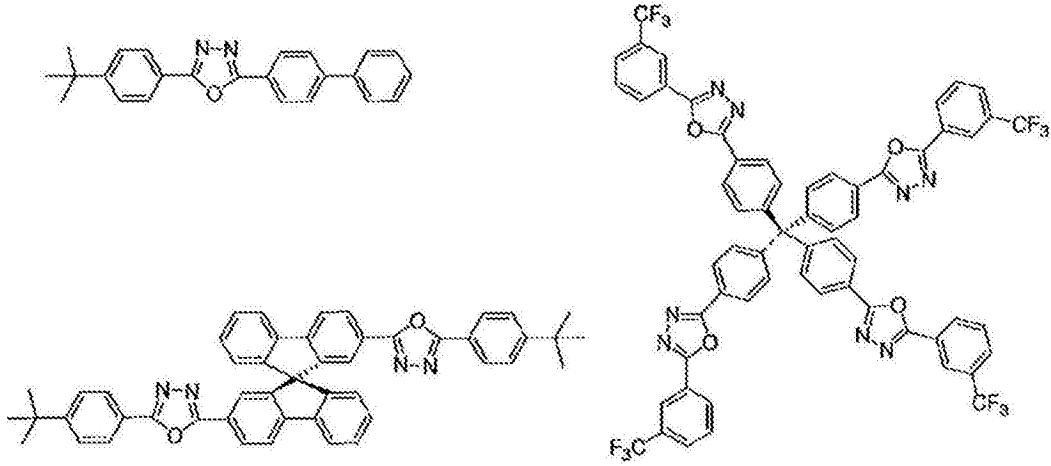


[0216]



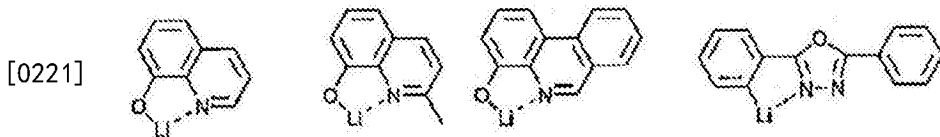
[0217] [化23]

[0218]



[0219] 其次,列举可以用作电子注入材料的优选化合物例。

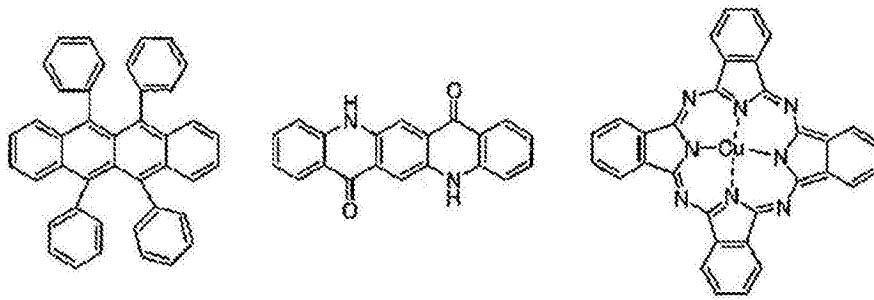
[0220] [化24]



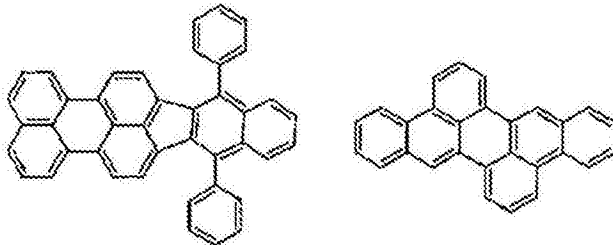
[0222] 列举作为可以进一步添加的材料所优选的化合物例。例如可以想到作为稳定材料进行添加等。

[0223] [化25]





[0224]



[0225] 利用所述方法制作的有机电致发光元件通过在获得的元件的阳极和阴极之间施加电场而发光。这时,如果是由激发单重态能量产生的发光,那么和其能级对应的波长的光作为荧光发光及延迟荧光发光被确认到。另外,如果是由激发三重态能量产生的发光,那么和其能级对应的波长作为磷光被确认到。由于普通荧光和延迟荧光发光相比荧光寿命短,所以发光寿命可以通过荧光和延迟荧光来区分。

[0226] 另一方面,关于磷光,在普通有机化合物中,激发三重态能量不稳定而转换为热等,寿命短而立即失活,所以在室温下几乎无法观测。为了测定普通有机化合物的激发三重态能量,可以通过观测极低温的条件下的发光来进行测定。

[0227] 本发明的有机电致发光元件可以应用于单一元件、包含配置为阵列状的构造的元件、阳极和阴极配置为X-Y矩阵状的构造的任一种。根据本发明,通过在发光层和电子传输层的界面设置电荷陷阱浓度减少层,能够获得抑制驱动时经时性的性能劣化,长期以高亮度发光,且能够实现低电压驱动的有机电致发光元件。本发明的有机电致发光元件能够进一步应用于各种用途。例如,能够使用本发明的有机电致发光元件制造有机电致发光显示装置,详细内容可以参照时任静士、安达千波矢、村田英幸合著的“有机EL显示器”(Ohmsha公司)。另外,本发明的有机电致发光元件尤其是也可以应用于需求大的有机电致发光照明或背光源。

[0228] 实施例

[0229] 以下列举实施例进一步具体地说明本发明的特征。以下所示的材料、处理内容、处理顺序等只要不脱离本发明的主旨,那么就可进行适当变更。因此,本发明的范围不应受以下所示的具体例限定地解释。另外,发光特性的评价是使用电源电表(吉时利公司制造:2400系列)、半导体参数分析器(安捷伦科技公司制造:E5273A)、光功率计测定装置(Newport公司制造:1930C)、光学分光器(Ocean Optics公司制造:USB2000)、分光放射计(TOPCON公司制造:SR-3)及条纹相机(Hamamatsu Photonics(股)制造的C4334型)进行的。

[0230] 关于能量图的各能级的测定,HOMO是使用大气中光电子分光装置(理研计器:AC3),LUMO是使用UV可见近红外分光装置(珀金埃尔默:LAMBDA950)进行的。

[0231] 热刺激电流(TSC)测定是使用理学电机股份有限公司制造的热刺激电流测定机

(商品名TSC-FETT EL2000),并依据所述“电荷陷阱浓度减少层”的定义处所说明的条件进行的。

[0232] (实施例1)发光层含有5重量%的4CzIPN(发光材料)、mCBP(第1主体材料)及T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的制作和评价

[0233] 在形成了膜厚100nm的包含铟锡氧化物(ITO)的阳极的玻璃衬底上,通过真空蒸镀法在真空度 $10^{-5}$ Pa下积层各薄膜。首先,在ITO上形成厚度为10nm的HAT-CN,在其上形成厚度为30nm的Tris-PCz。其次,从不同蒸镀源共蒸镀4CzIPN、mCBP及T2T,形成厚度为30nm的层作为发光层。这时,4CzIPN的浓度(相对于4CzIPN、mCBP及T2T的合计量的含有率)设为5重量%。另外,mCBP的含量相对于mCBP和T2T的合计量(主体材料总量)设为95重量%、90重量%或85重量%,T2T的含量相对于主体材料总量设为5重量%、10重量%或15重量%。其次,蒸镀厚度为10nm的T2T,形成第1电子传输层,在其上蒸镀厚度为40nm的BPy-TP2,形成第2电子传输层。进而蒸镀0.8nm的氟化锂(LiF),接着蒸镀厚度为100nm的铝(Al),由此形成阴极,制作主体材料的组成比不同的三种有机电致发光元件(有机EL元件)。

[0234] 关于本实施例中所使用的发光层材料的最低激发三重态能级,4CzIPN为2.40eV,mCBP为2.90eV,T2T为2.70eV。

[0235] 将实施例1中所制作的有机EL元件的能量图表示于图6。关于图6中的数值,下方表示各有机层的HOMO能级的绝对值,上方表示各有机层的LUMO能级的绝对值。在从ITO侧起第三个有机层(发光层)中,上下的实线表示mCBP的能级,外侧虚线表示T2T的能级,内侧虚线表示4CzIPN的能级。

[0236] (比较例1)发光层含有5重量%的4CzIPN(发光材料)和mCBP(第1主体材料)的有机电致发光元件的制作和评价

[0237] 除从不同蒸镀源共蒸镀4CzIPN和mCBP而形成厚度30nm的发光层以外,以和实施例1相同的方式制作有机电致发光元件(有机EL元件)。

[0238] 将实施例1、比较例1中所制作的有机EL元件的电流密度-外部量子效率特性表示于图7,将亮度比的经时性变化表示于图8。在这些图中,“参照”表示发光层不含T2T的有机EL元件(比较例1),“5%”、“10%”、“15%”表示发光层分别以该含量(相对于主体材料总量的含有率)含有T2T的有机EL元件(实施例1)。另外,在图8中,“ $L_0/L$ ”表示测定亮度L相对于初始亮度 $L_0$ (1000cd/m<sup>2</sup>)的亮度比。下述图10、20的“ $L_0/L$ ”也与其含义相同。

[0239] (实施例2)发光层含有10重量%的4CzIPN(发光材料)、mCBP(第1主体材料)及T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的制作和评价

[0240] 除将发光层中的4CzIPN的浓度变更为10重量%以外,以和实施例1相同的方式制作主体材料的组成比不同的三种有机电致发光元件(有机EL元件)。

[0241] (比较例2)发光层含有10重量%的4CzIPN(发光材料)和mCBP(第1主体材料)的有机电致发光元件的制作和评价

[0242] 除从不同蒸镀源共蒸镀4CzIPN和mCBP而形成厚度30nm的发光层以外,以和实施例2相同的方式制作有机电致发光元件(有机EL元件)。

[0243] 将实施例2、比较例2中所制作的有机EL元件的电流密度-外部量子效率特性表示于图9,将亮度比的经时性变化表示于图10。在这些图中,“参照”表示发光层不含T2T的有机EL元件(比较例2),“5%”、“10%”、“15%”表示发光层分别以该含量(相对于主体材料总量

的含有率)含有T2T的有机EL元件(实施例2)。

[0244] (实施例3)发光层含有15重量%的4CzIPN(发光材料)、mCBP(第1主体材料)及T2T(第2主体材料)的有机电致发光元件的制作和评价

[0245] 除将发光层中的4CzIPN的浓度变更为15重量%以外,以和实施例1相同的方式制作主体材料的组成比不同的三种有机电致发光元件(有机EL元件)。

[0246] (比较例3)发光层含有15重量%的4CzIPN(发光材料)和mCBP(第1主体材料)的有机电致发光元件的制作和评价

[0247] 除从不同蒸镀源共蒸镀4CzIPN和mCBP而形成厚度30nm的发光层以外,以和实施例3相同的方式制作有机电致发光元件(有机EL元件)。

[0248] 将实施例3、比较例3中所制作的有机EL元件的发光光谱表示于图11,将电压-电流密度-亮度特性表示于图12,将电流密度-外部量子效率特性表示于图13,将亮度比和电压变化量的经时性变化表示于图14。在图14中,“ $L_0/L$ ”表示测定亮度L相对于初始亮度 $L_0$ (1000cd/m<sup>2</sup>)的亮度比,“ $\Delta V$ ”表示和初始电压相比的电压变化量。下述图25、30、35的“ $L_0/L$ ”、“ $\Delta V$ ”也和其含义相同。在这些图中,“参照”表示发光层不含T2T的有机EL元件(比较例3),“5%”、“10%”、“15%”表示发光层分别以该含量(相对于主体材料总量的含有率)含有T2T的有机EL元件(实施例3)。

[0249] 另外,将实施例1~3、比较例1~3中所制作的有机EL元件的发光层的组成比及器件特性汇总表示于表1中。

[0250] [表1]

[0251]

	4CzIPN的浓度 (重量%)	相对于主体总量的比率(重量%)		最大外部量子 效率 EQEmax(%)	1000 cd 下的外部量子 效率 EQE(%)	直到 $L_0/L$ 变为 0.9 的 时间 LT90(小时)
		mCBP	T2T			
比较例 1	5	100	0	19.25	16.03	50
实施例 1	5	95	5	19.26	16.32	55
	5	90	10	21.16	17.05	102
	5	85	15	21.22	17.30	98
	10	100	0	17.79	16.92	220
实施例 2	10	95	5	18.61	17.13	298
	10	90	10	18.70	17.48	330
	10	85	15	18.46	17.52	320
	15	100	0	14.68	14.68	370
比较例 3	15	95	5	15.01	15.01	376
	15	90	10	15.43	15.43	360
	15	85	15	15.41	15.40	440

[0252] 根据表1、图8、10、14可知发光层含有T2T的有机EL元件(实施例1~3)和发光层不含T2T的有机EL元件(比较例1~3)相比,能够抑制亮度比的经时性降低。另外,观察表1、图7、9、13可知发光层含有T2T的有机EL元件(实施例1~3)可以获得和发光层不含T2T的有机EL元件(比较例1~3)同等以上的外部量子效率。据此可确认通过在发光层添加T2T(第2主体材料),从而无损外部量子效率地改善有机EL元件的寿命。

[0253] (实施例4)发光层含有10重量%的4CzIPN(发光材料)、mCBP(第1主体材料)及T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有BPy-TP2和Li<sub>q</sub>的有机电致发光元件的制作和评价

[0254] 将发光层中的4CzIPN的浓度变更为10重量%,将mCBP相对于主体材料总量的含有

率设为90重量%，将T2T相对于主体材料总量的含有率设为10重量%，从不同蒸镀源共蒸镀BPy-TP2和Li<sub>q</sub>而形成第2电子传输层，除此以外，以和实施例1相同的方式制作有机电致发光元件(有机EL元件)。这时，将第2电子传输层中的Li<sub>q</sub>的浓度设为25重量%、50重量%或75重量%来制作Li<sub>q</sub>浓度不同的三种有机EL元件。

[0255] 将实施例4中所制作的有机EL元件的能量图表示于图15，将发光光谱表示于图16，将电压-电流密度-亮度特性表示于图17，将电流密度-亮度特性表示于图18，将电流密度-外部量子效率特性表示于图19，将亮度比的经时性变化表示于图20。另外，在各图中，也一并表示除单独蒸镀BPy-TP2而形成第2电子传输层以外，以和所述相同的方式制作的有机EL元件的测定结果。图15中的数值的含义和图6中的数值的含义相同。其中，在从LiF/Al侧起第一个有机层(第2电子传输层)中，上下的实线表示BPy-TP2的能级，虚线表示Li<sub>q</sub>的能级。在图16~20中，“参照”表示第2电子传输层不含Li<sub>q</sub>的有机EL元件，“25%”、“50%”、“75%”表示第2电子传输层分别以该含量含有Li<sub>q</sub>的有机EL元件。

[0256] 根据图20可知第2电子传输层含有Li<sub>q</sub>的有机EL元件和第2电子传输层不含Li<sub>q</sub>的有机EL元件相比，进一步抑制亮度比的经时性降低。据此可知通过在发光层添加T2T(第2主体材料)，然后进而在第2电子传输层添加Li<sub>q</sub>，有机EL元件的寿命进一步得到改善。

[0257] (实施例5) 发光层含有4CzIPN(发光材料)、mCBP(第1主体材料)及T2T(第2主体材料)，在发光层和第1电子传输层的界面具有包含Li<sub>q</sub>的电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的制作和评价

[0258] 除在发光层上蒸镀厚度为1nm的Li<sub>q</sub>而形成电荷陷阱浓度减少层，然后形成第1电子传输层以外，以和实施例1相同的方式制作有机电致发光元件(有机EL元件)。其中，将发光层中的T2T的含量相对于主体材料总量固定为10重量%，将4CzIPN的浓度设为5重量%、10重量%、15重量%或20重量%而制作4CzIPN浓度不同的四种有机EL元件。

[0259] 将制作的有机EL元件的能量图表示于图21，将发光光谱表示于图22，将电压-电流密度-亮度特性表示于图23，将电流密度-外部量子效率特性表示于图24，将亮度比与电压变化量的经时性变化表示于图25。图21中的数值的含义和图6中的数值的含义相同。在图22~25中，“5%”、“10%”、“15%”、“20%”表示发光层分别以该浓度含有4CzIPN的有机EL元件。

[0260] 在图25的特性图中，如果比较寿命最长的将4CzIPN浓度设为15重量%的有机EL元件和图14的特性图(实施例3)中T2T为10%的有机EL元件，那么可知本实施例的有机EL元件(具有电荷陷阱浓度减少层的有机EL元件)和实施例3的有机EL元件(不具有电荷陷阱浓度减少层的有机EL元件)相比，进一步抑制亮度比的经时性降低。据此可知如果在发光层添加T2T(第2主体材料)，然后进而在发光层和第1电子传输层的界面形成电荷陷阱浓度减少层，那么有机EL元件的寿命进一步得到改善。

[0261] (实施例6) 发光层含有15重量%的4CzIPN(发光材料)、mCBP(第1主体材料)及T2T(第2主体材料)，第2电子传输层含有BPy-TP2和Li<sub>q</sub>，在发光层和第1电子传输层的界面具有包含Li<sub>q</sub>的电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的制作和评价

[0262] 将发光层中的4CzIPN的浓度变更为15重量%，将mCBP相对于主体材料总量的含有率设为90重量%，将T2T相对于主体材料总量的含有率设为10重量%，在该发光层上蒸镀厚度为3nm的Li<sub>q</sub>而形成电荷陷阱浓度减少层，然后形成第1电子传输层，进而，使用Li<sub>q</sub>代替

LiF并从不同蒸镀源共蒸镀BPy-TP2和Li<sub>q</sub>而形成第2电子传输层,除此以外,以和实施例1相同的方式制作有机电致发光元件(有机EL元件)。这时,将第2电子传输层中的Li<sub>q</sub>的浓度设为50重量%或75重量%而制作Li<sub>q</sub>浓度不同的两种有机EL元件。

[0263] 将制作的有机EL元件的能量图表示于图26,将发光光谱表示于图27,将电压-电流密度-亮度特性表示于图28,将电流密度-外部量子效率特性表示于图29,将亮度比和电压变化量的经时性变化表示于图30。图26中的数值的含义和图15中的数值的含义相同。在图27~30中,“参照”表示第2电子传输层不含Li<sub>q</sub>的有机EL元件,“50%”、“75%”表示第2电子传输层分别以该浓度含有Li<sub>q</sub>的有机EL元件。

[0264] 如果比较图30的特性图和图20的特性图(实施例4),那么可知本实施例的有机EL元件(具有电荷陷阱浓度减少层的有机EL元件)和实施例4的有机EL元件(不具有电荷陷阱浓度减少层的有机EL元件)相比,亮度比的降低速度显著小,据此可知如果在发光层添加T2T(第2主体材料),在第2电子传输层添加Li<sub>q</sub>,然后进而在发光层和第1电子传输层的界面形成电荷陷阱浓度减少层,那么有机EL元件的寿命得到明显改善。

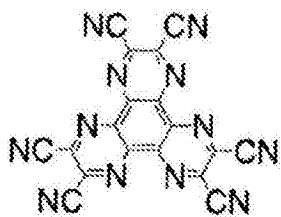
[0265] (实施例7)发光层含有15重量%的4CzIPN(发光材料)、mCBP(第1主体材料)及T2T(第2主体材料),第2电子传输层含有BPy-TP2和50重量%的Li<sub>q</sub>,在发光层和第1电子传输层的界面具有包含Li<sub>q</sub>的电荷陷阱浓度减少层的有机电致发光元件的制作和评价

[0266] 将发光层中的mCBP的含量变更为相对于主体材料总量为90重量%、70重量%、50重量%或30重量%,将T2T的含量变更为相对于主体材料总量为10重量%、30重量%、50重量%或70重量%,将第2电子传输层中的Li<sub>q</sub>的浓度固定为50重量%,除此以外,以和实施例6相同的方式制作主体材料的组成比不同的四种有机电致发光元件(有机EL元件)。

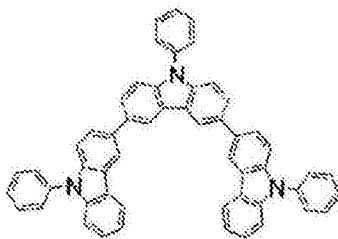
[0267] 将制作的有机EL元件的能量图表示于图31,将发光光谱表示于图32,将电压-电流密度-亮度特性表示于图33,将电流密度-外部量子效率特性表示于图34,将亮度比和电压变化量的经时性变化表示于图35。图31中的数值的含义和图15中的数值的含义相同。在图32~35中,“10%”、“30%”、“50%”、“70%”表示发光层分别以该含量(相对于主体材料总量的含有率)含有T2T的有机EL元件。

[0268] 根据图35的特性图确认到如果T2T(第2主体材料)相对于主体总量的含有率过大,那么和含有率小的情况相比,存在亮度比的经时性降低变大的倾向。据此可知发光层中的第2主体材料的含量存在上限,优选90重量%以下,更优选70重量%以下,进一步优选50重量%以下,进一步更优选30重量%以下。

[0269] [化26]

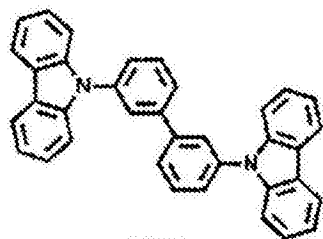


HAT-CN

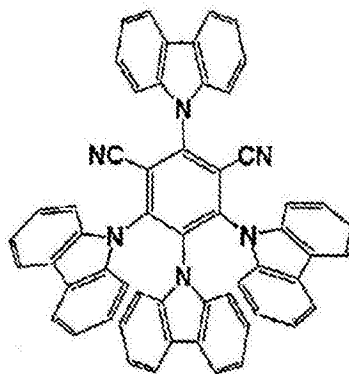


Tris-PCz

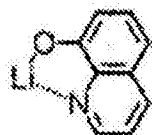
[0270]



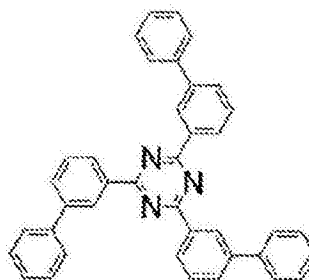
mCBP



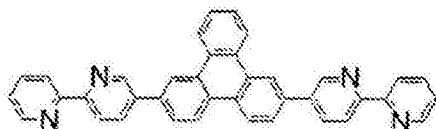
4CzIPN



Liq



T2T



BPy-TP2

[0271] [工业上的可利用性]

[0272] 本发明的有机电致发光元件能够抑制驱动时经时性的性能劣化,具有非常长的寿命。因此,本发明的工业上的可利用性高。

[0273] [符号的说明]

[0274] 1 衬底

- [0275] 2 阳极
- [0276] 3 发光层
- [0277] 4 阴极
- [0278] 5 电子传输层
- [0279] 5a 第1电子传输层
- [0280] 5b 第2电子传输层
- [0281] 6 空穴注入层
- [0282] 7 空穴传输层

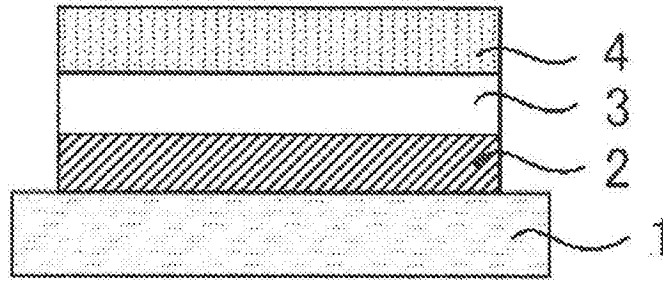


图1

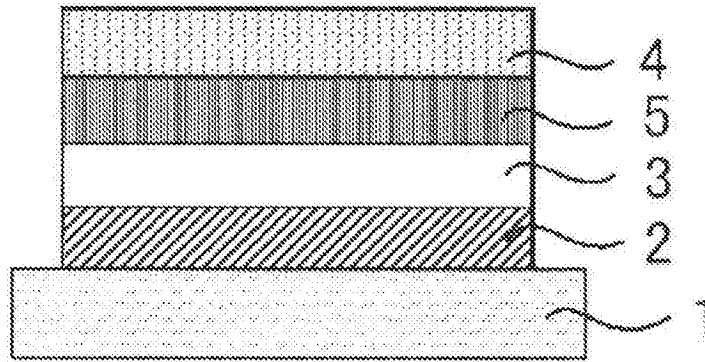


图2

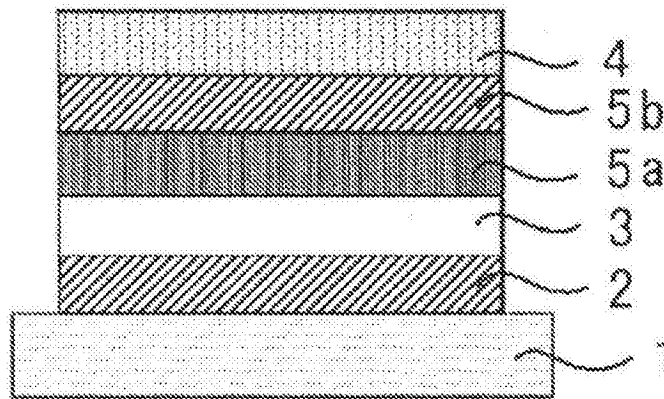


图3



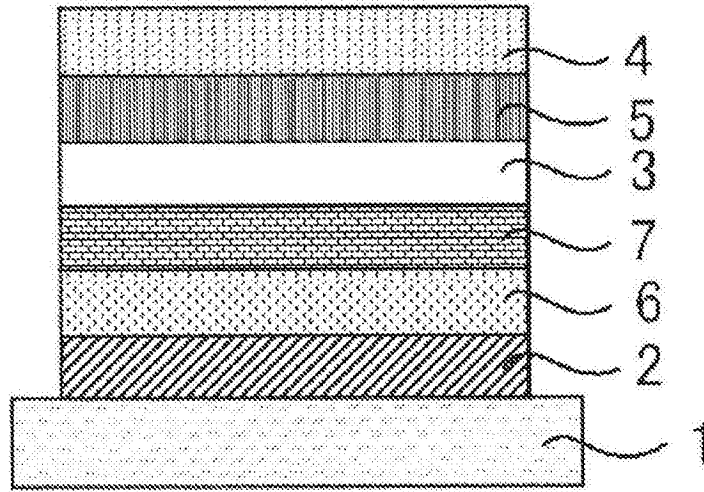


图4

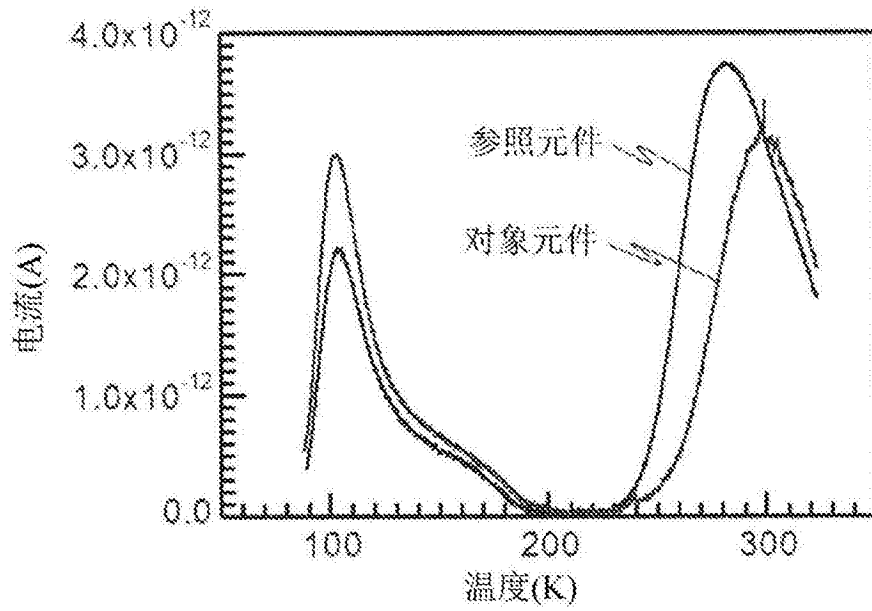


图5

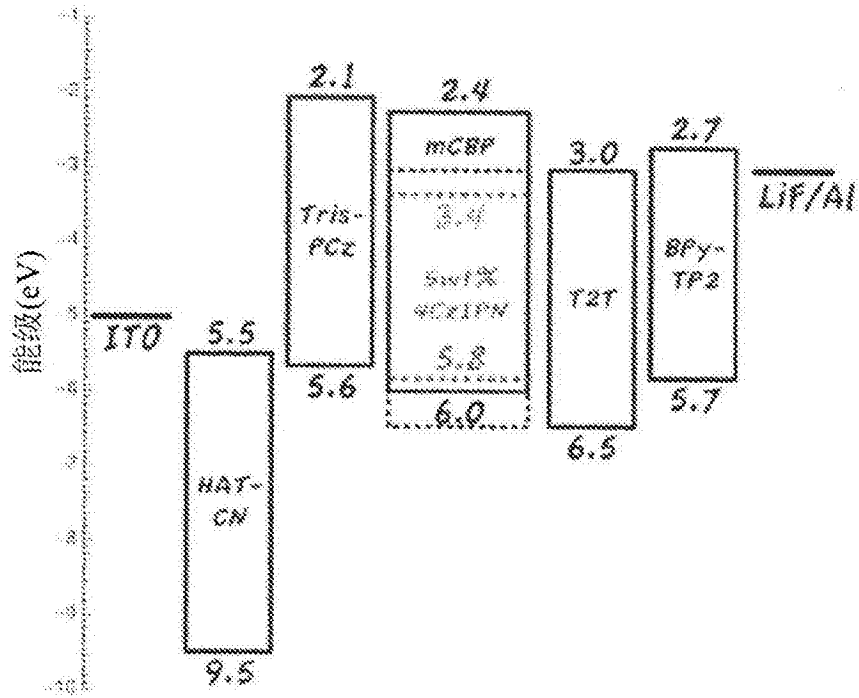


图6

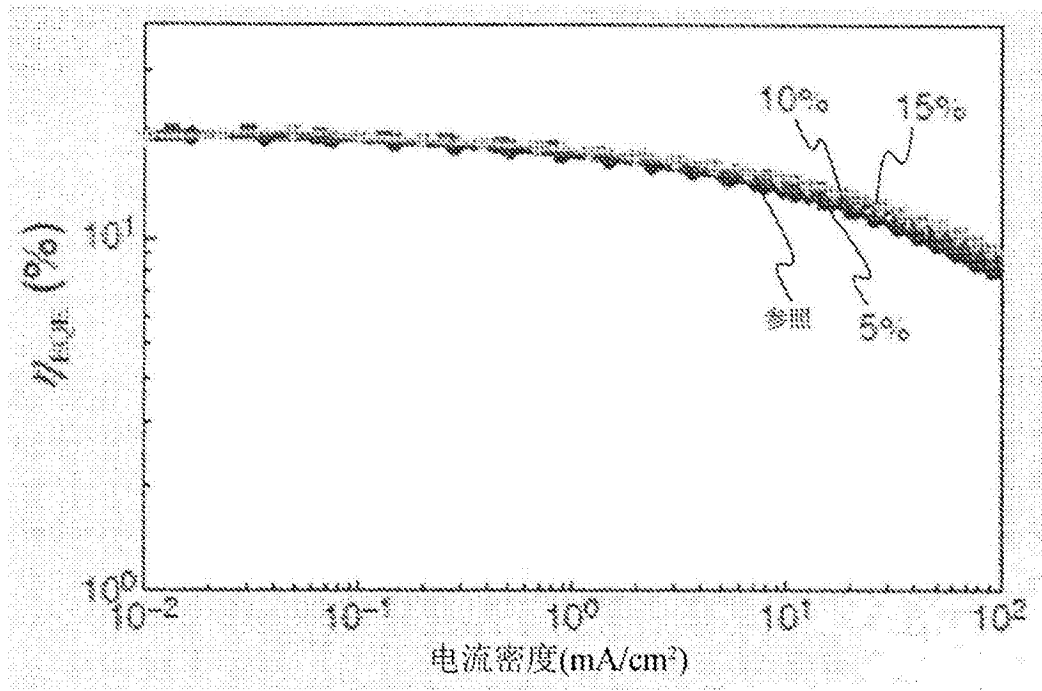


图7

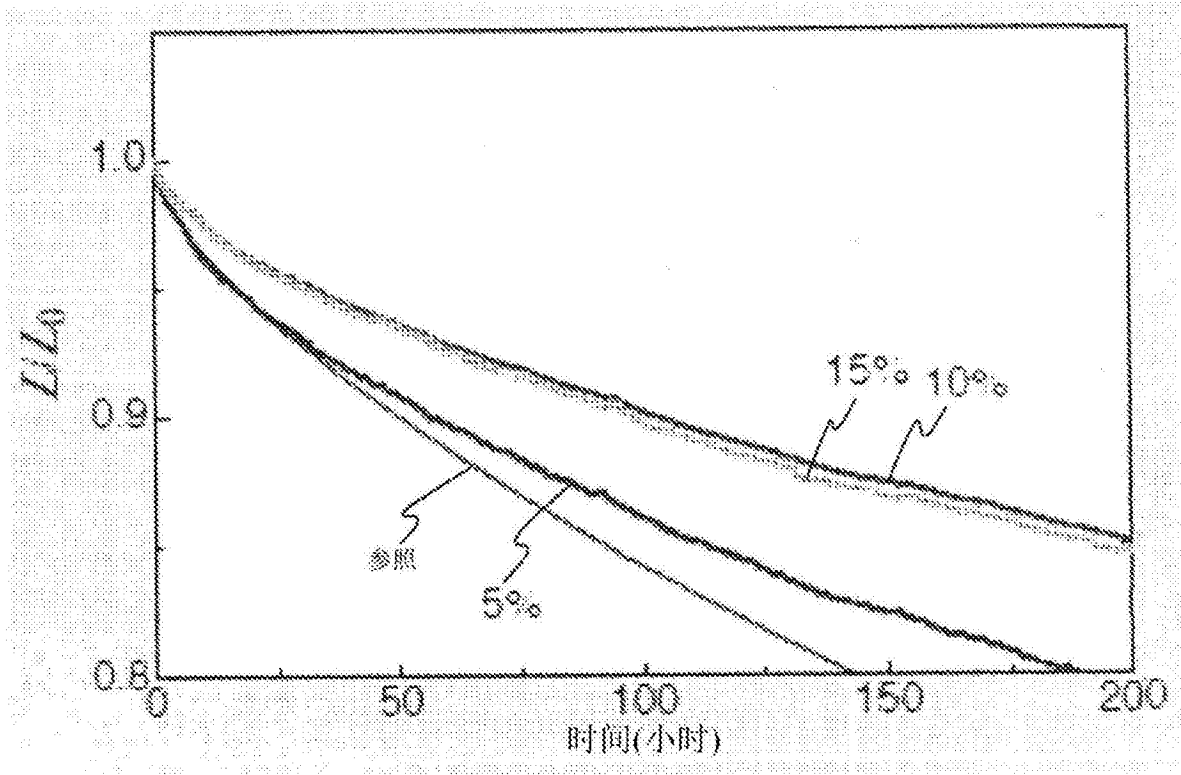


图8

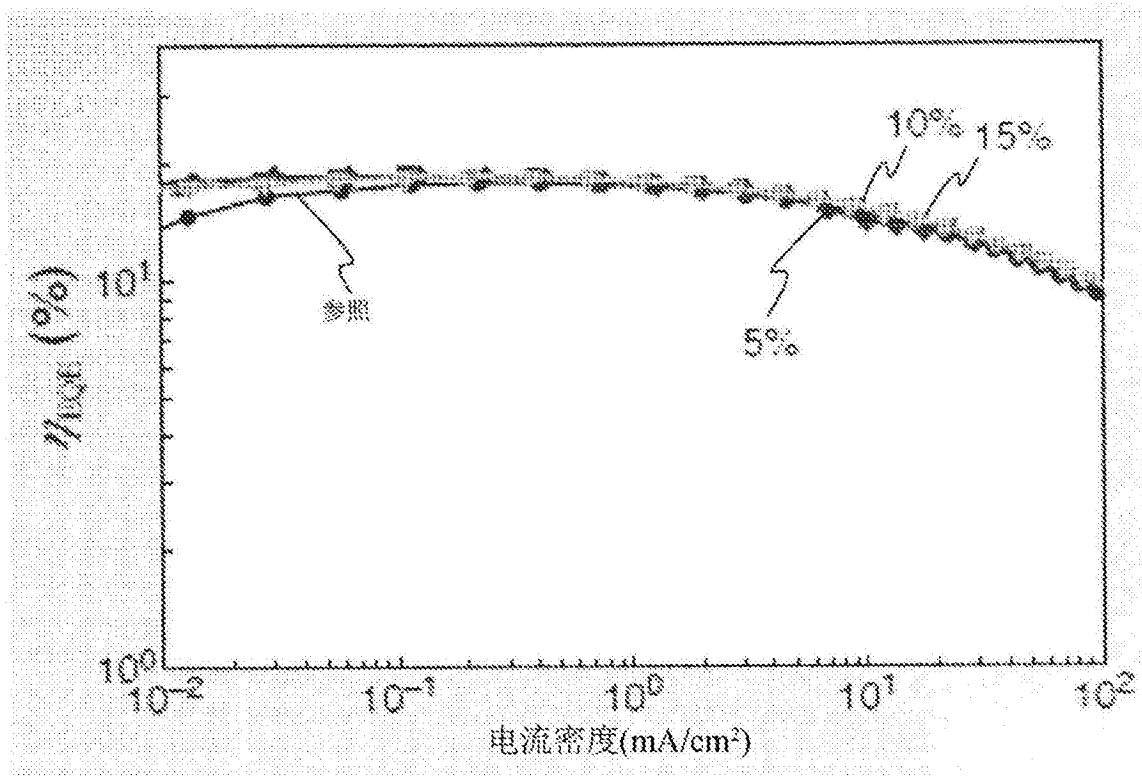


图9

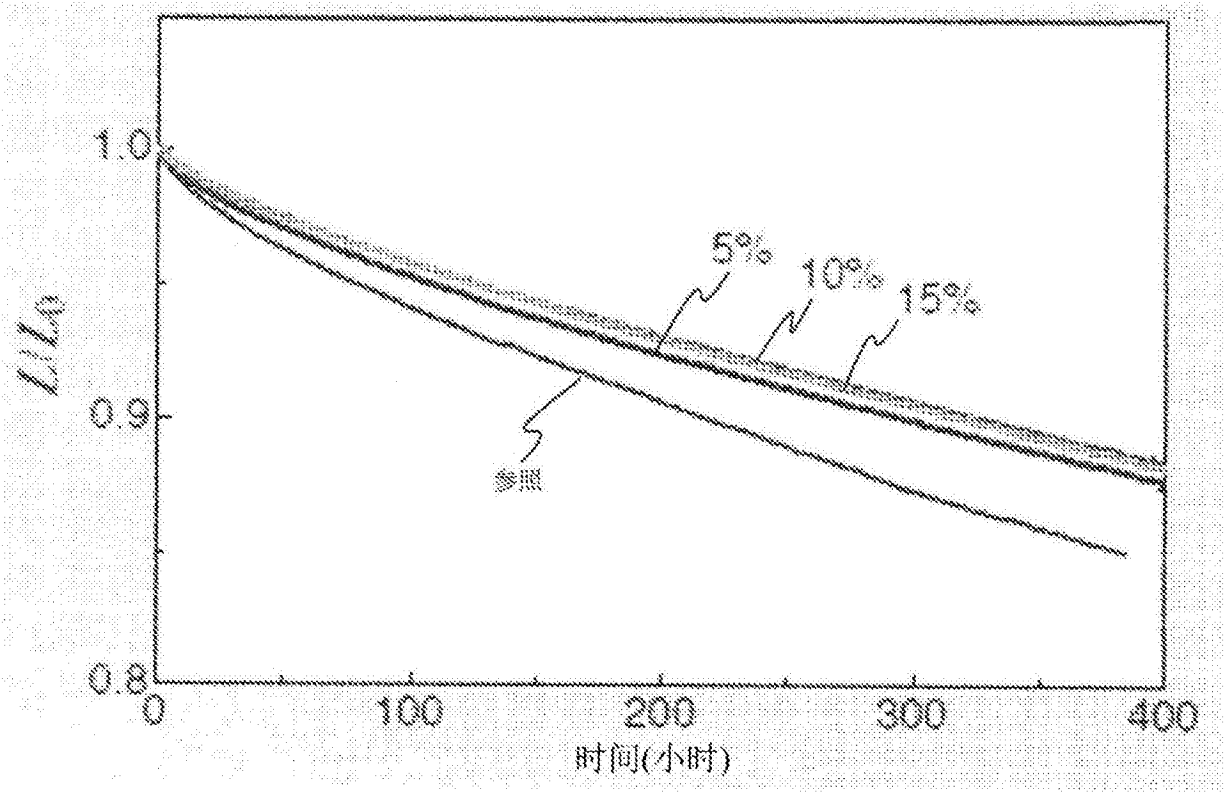


图10

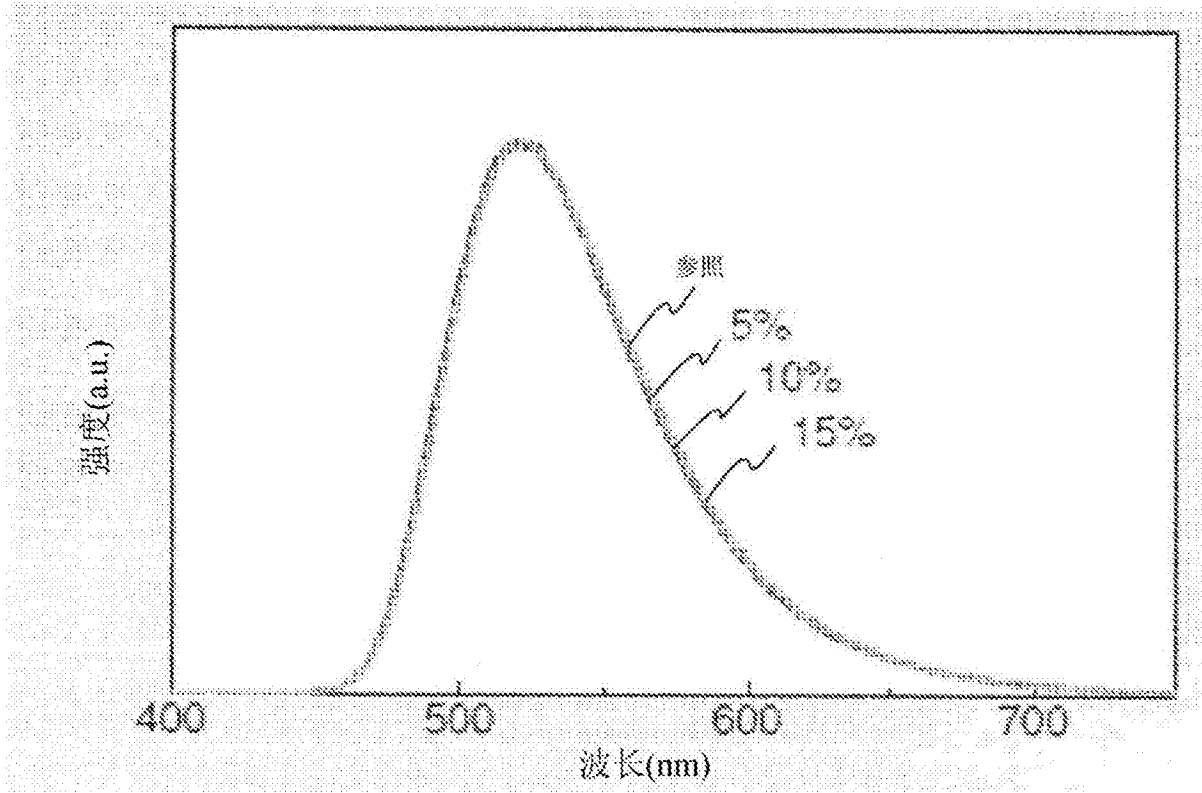


图11

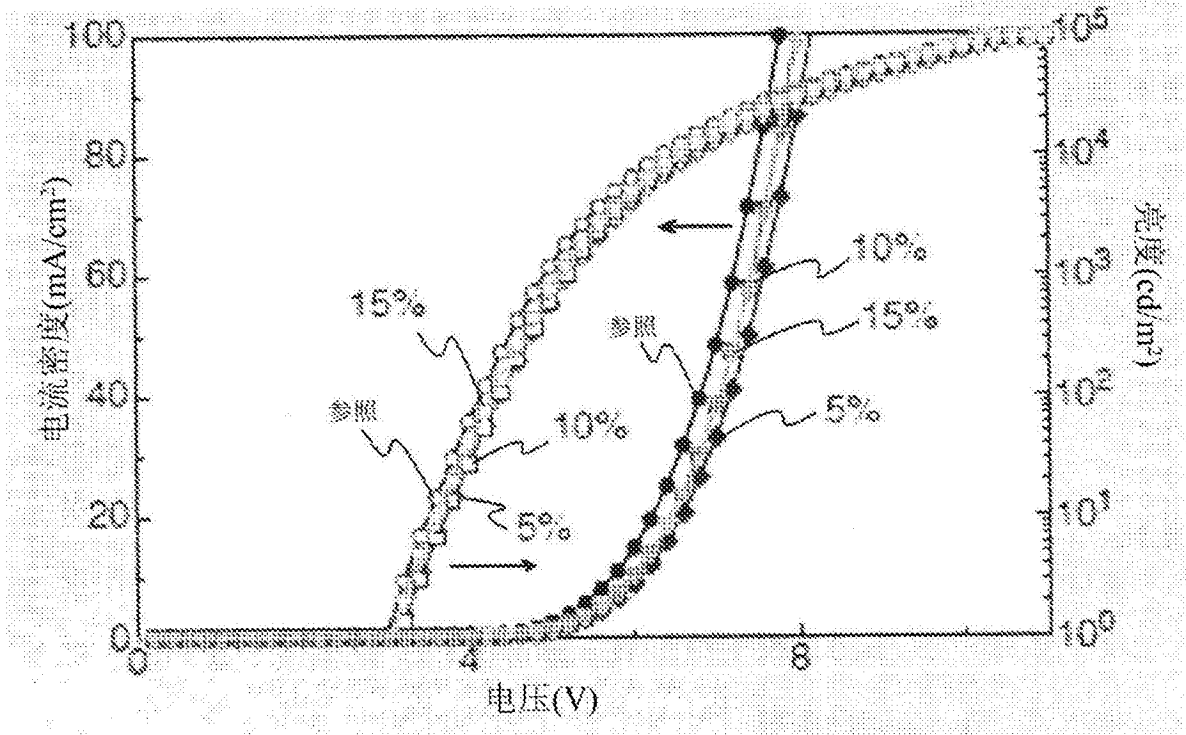


图12

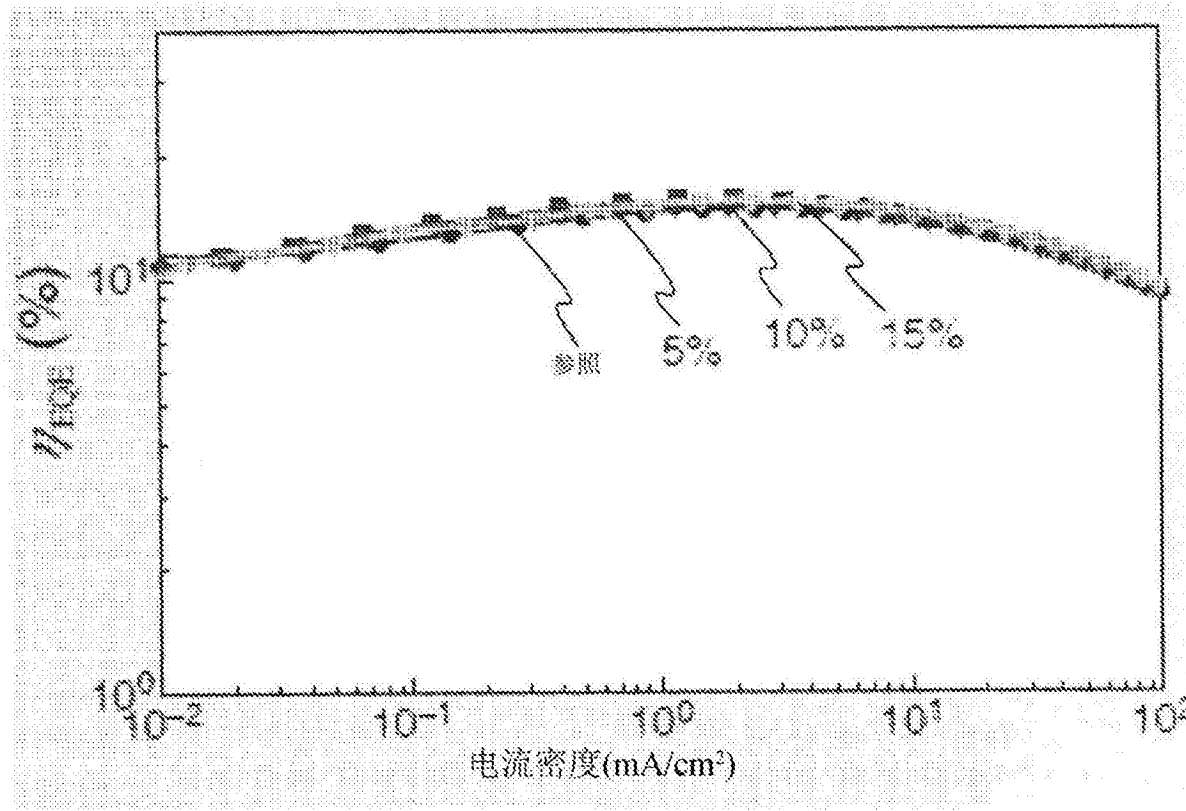


图13

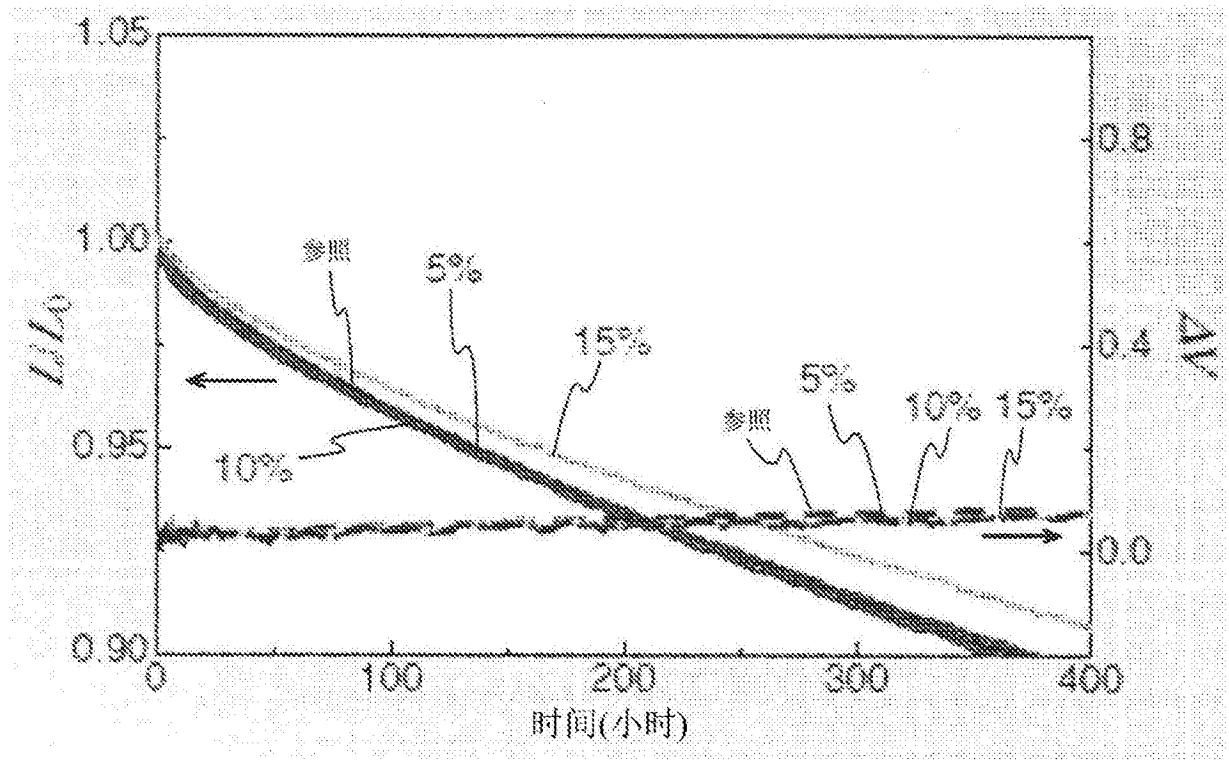


图14

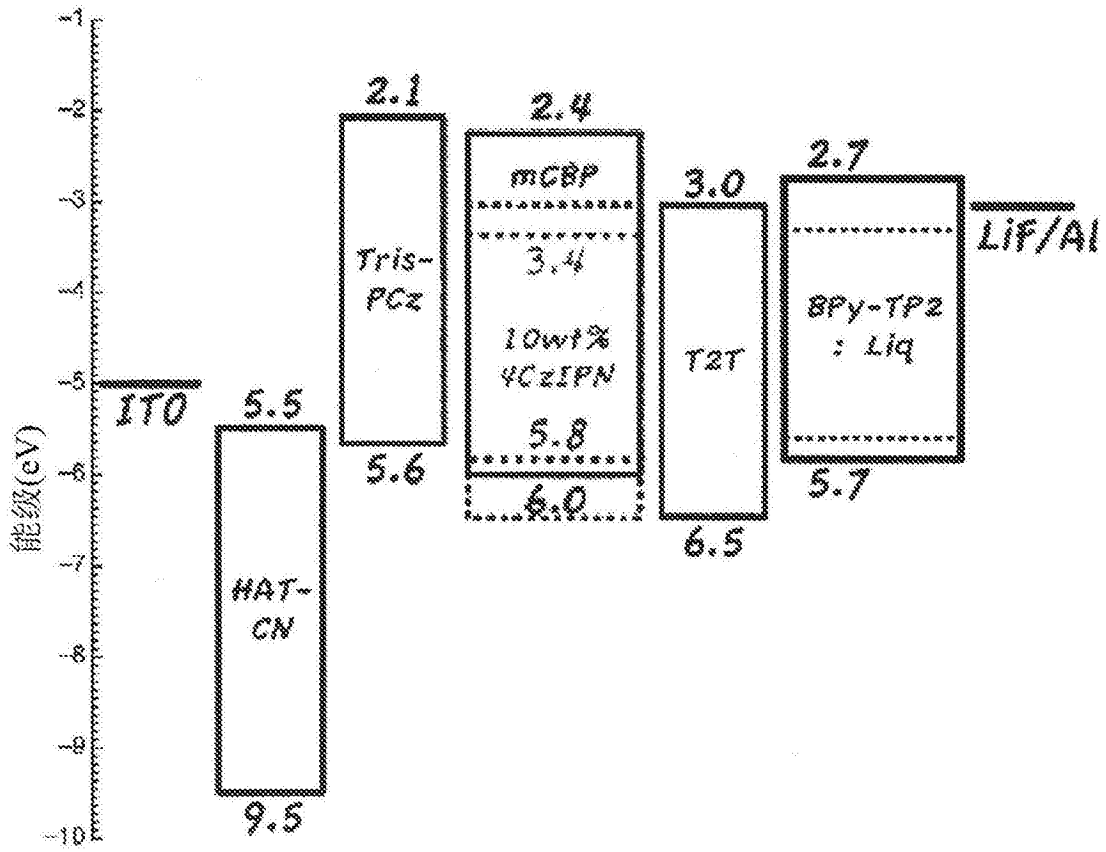


图15

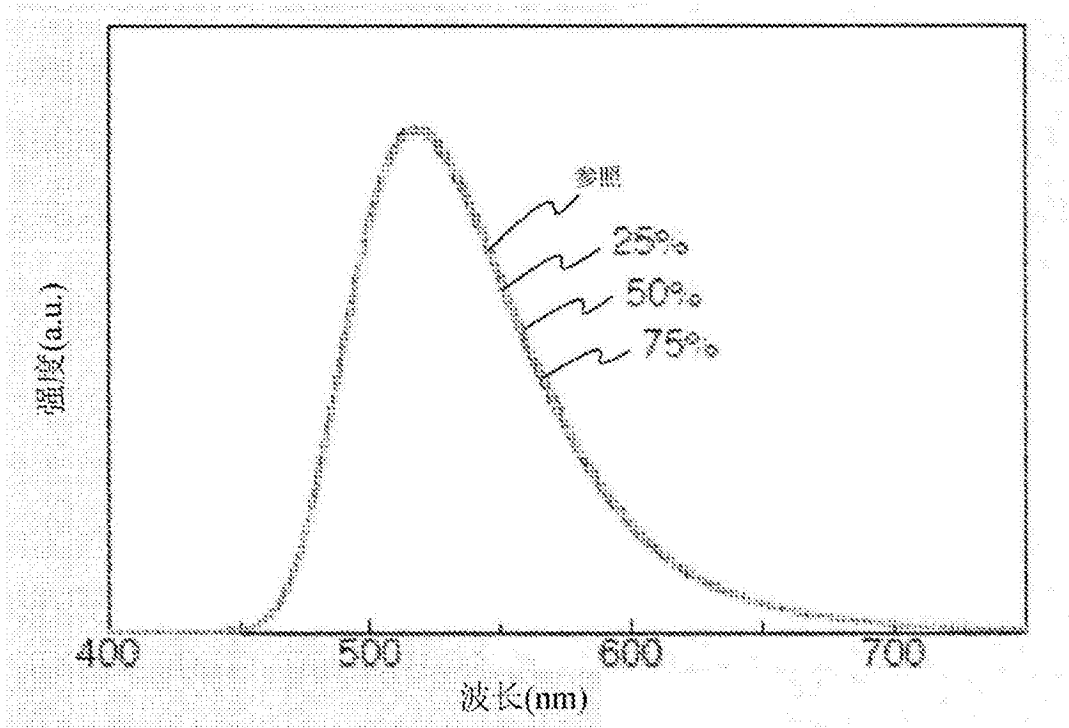


图16

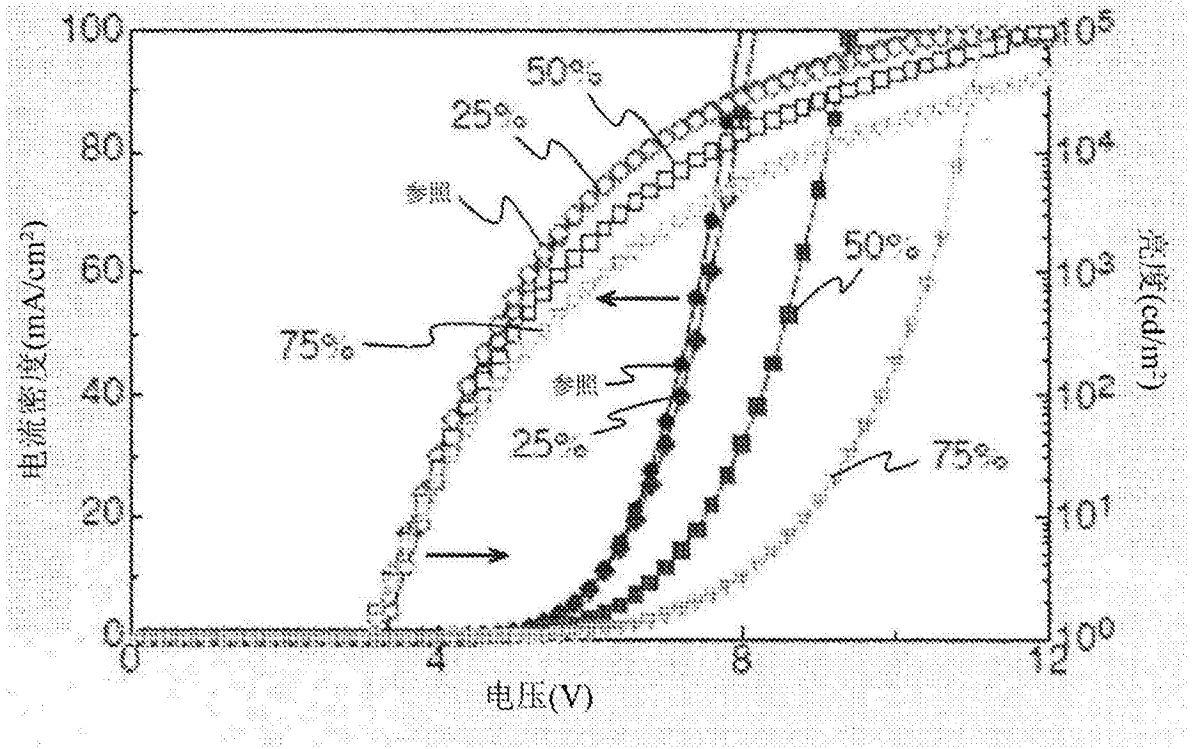


图17

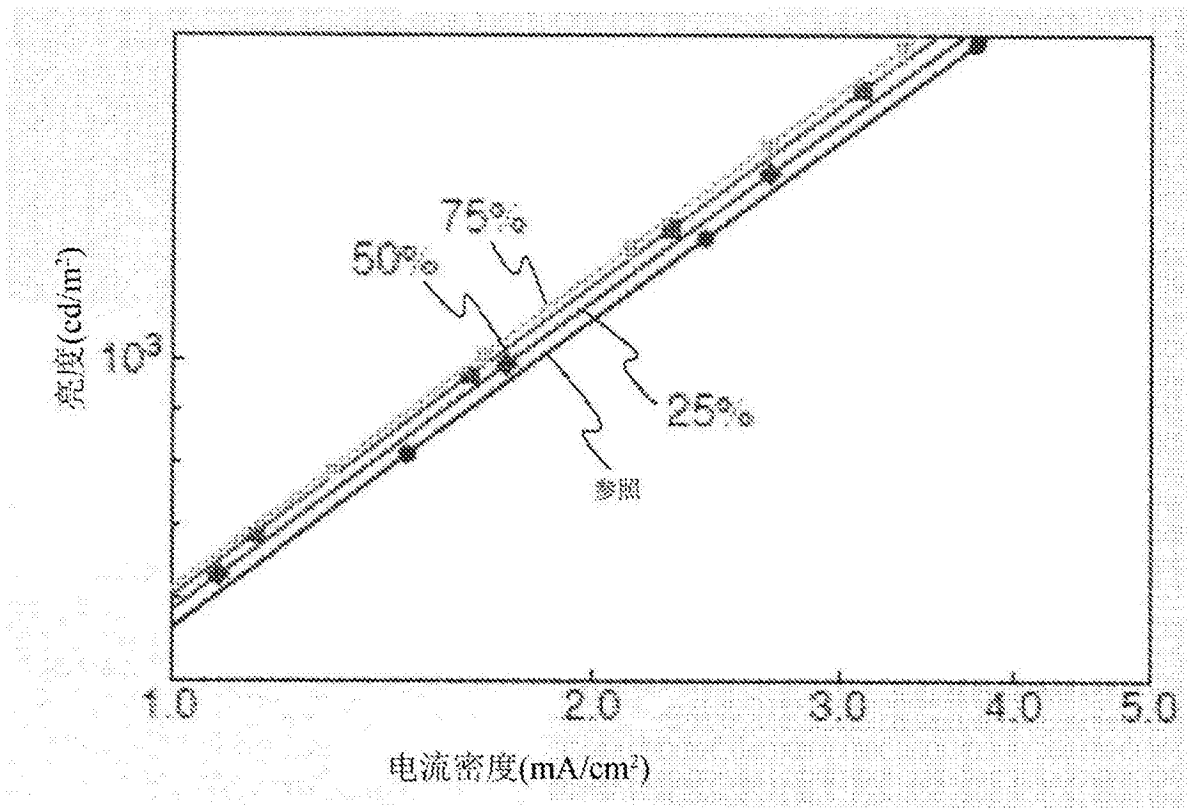


图18



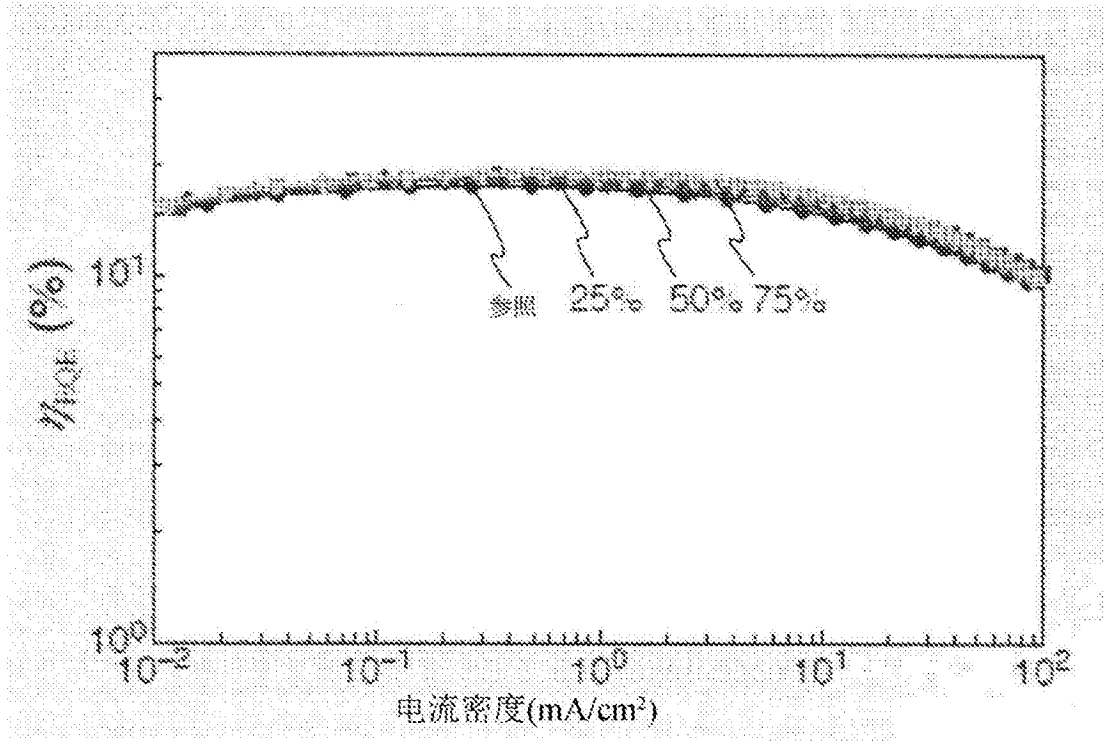


图19

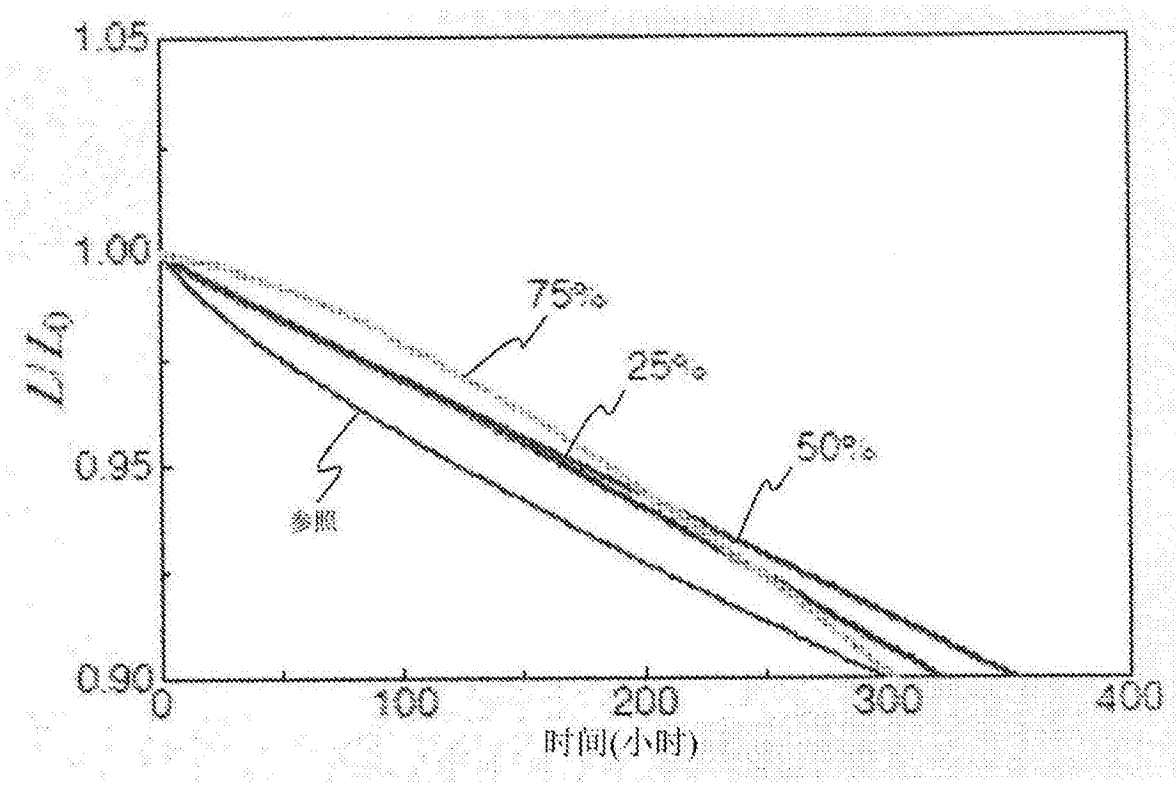


图20

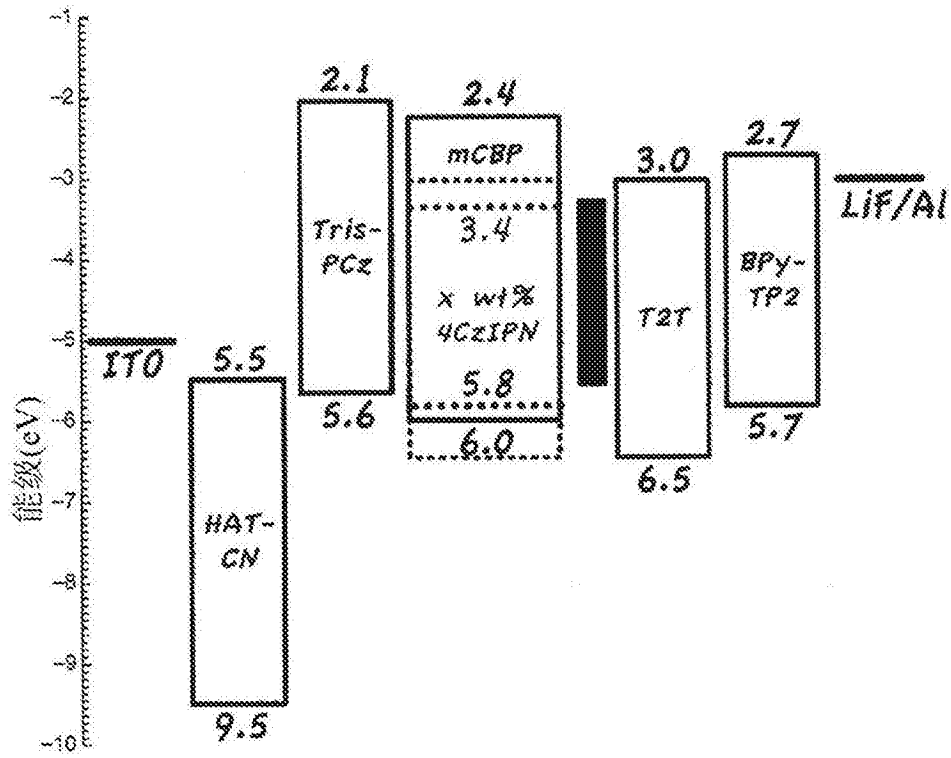


图21

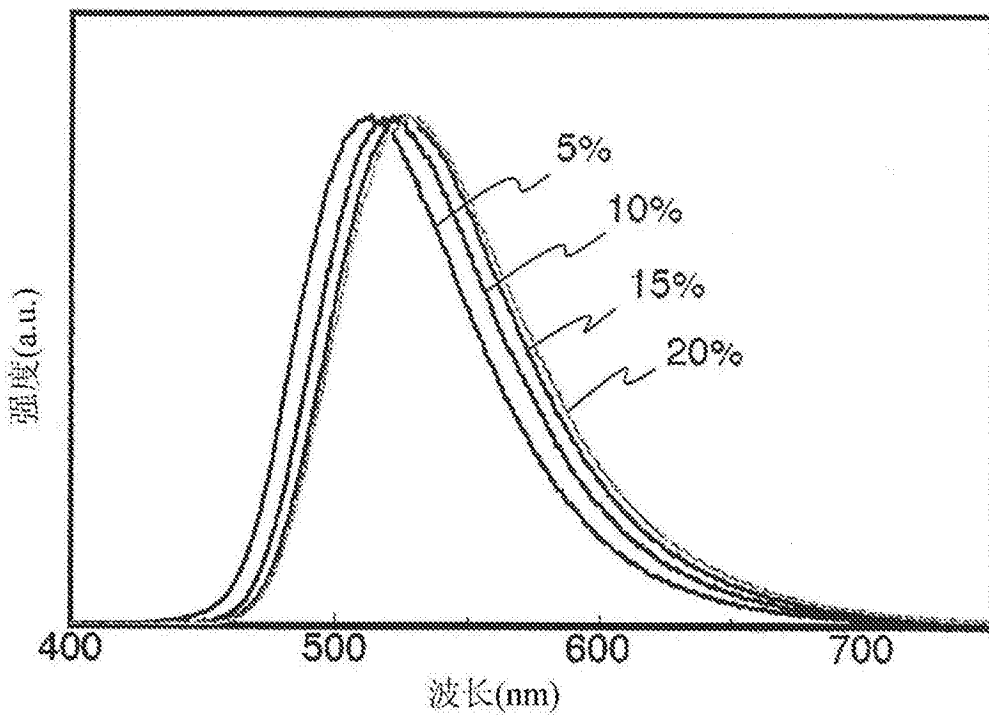


图22

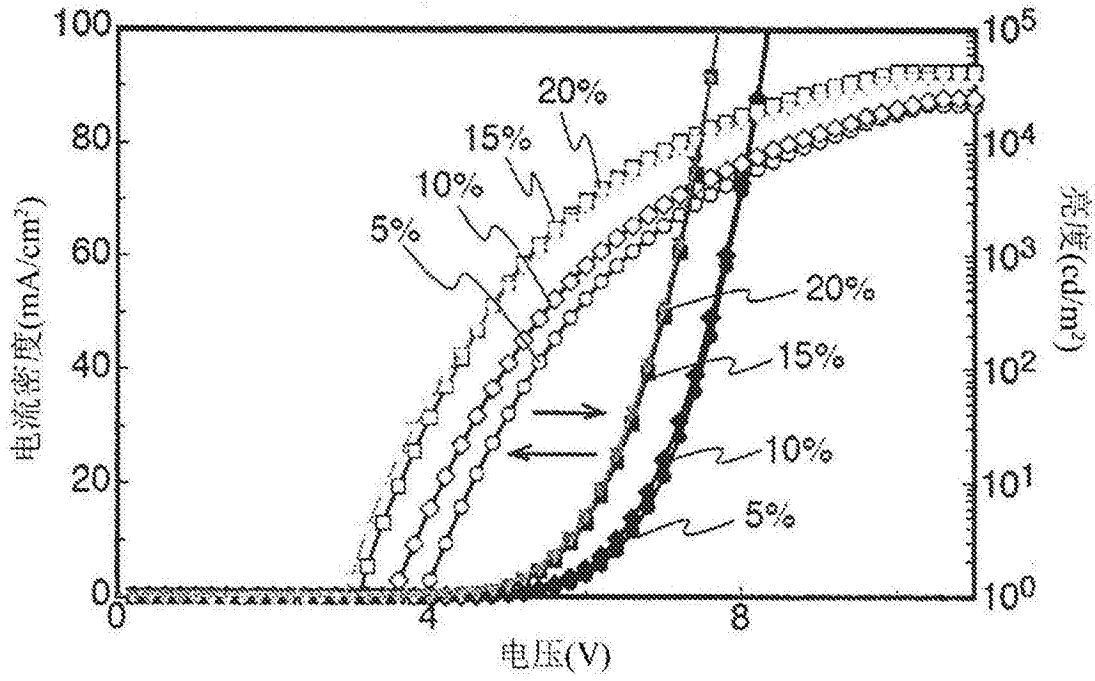


图23

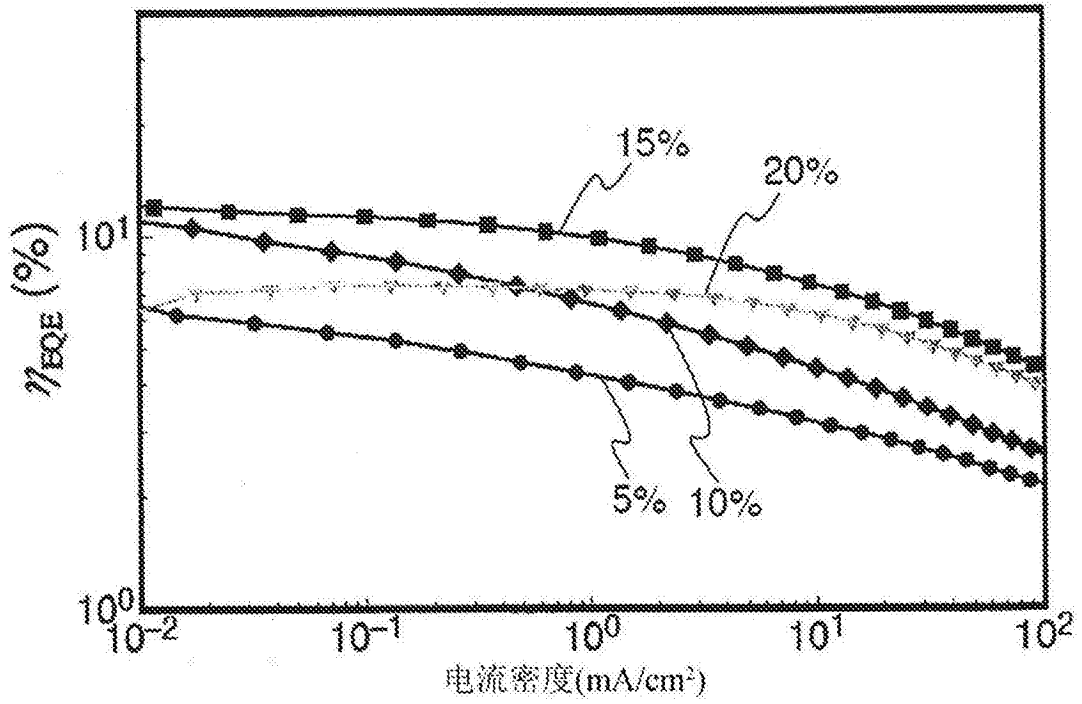


图24

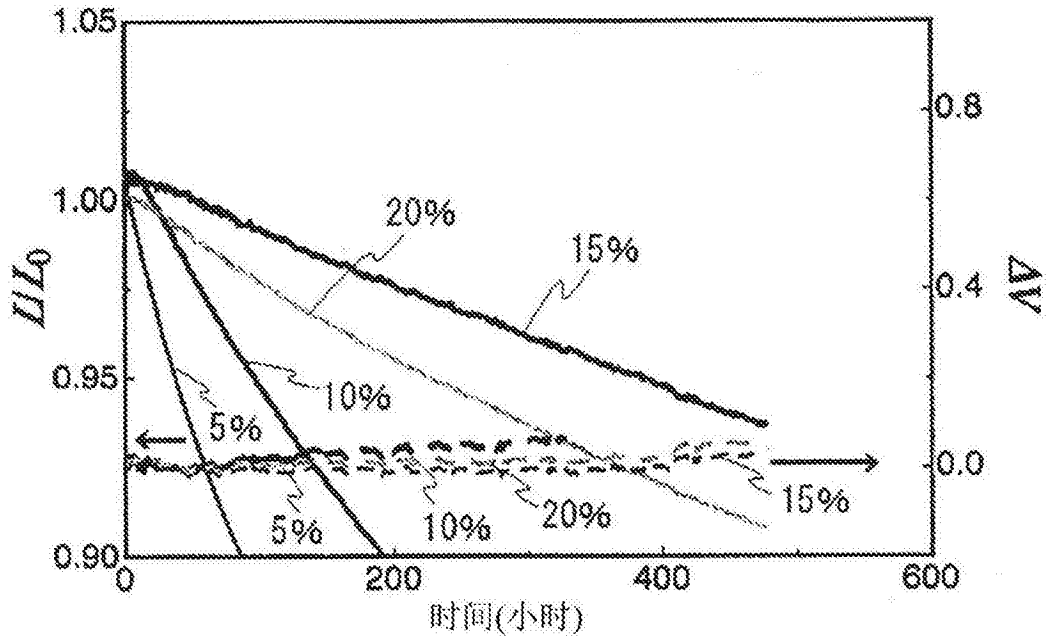


图25

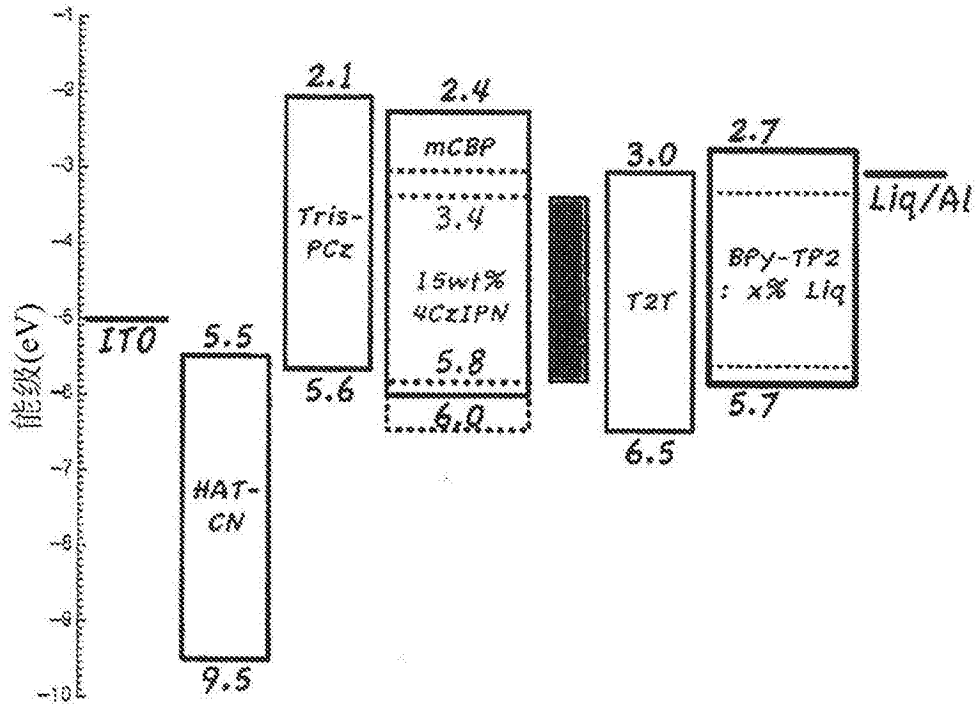


图26

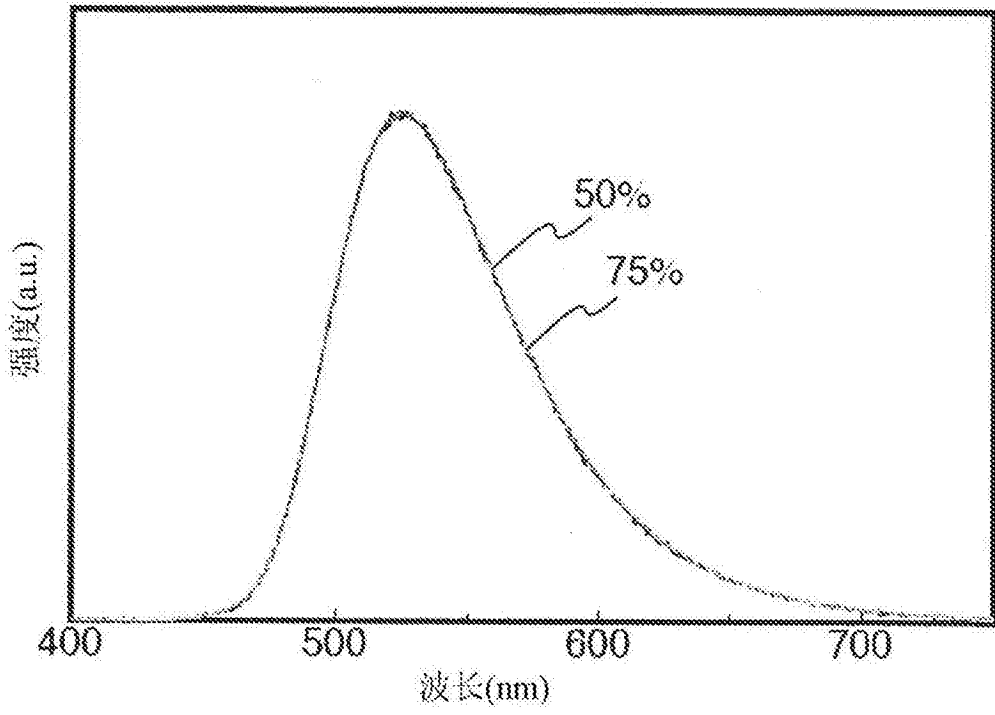


图27

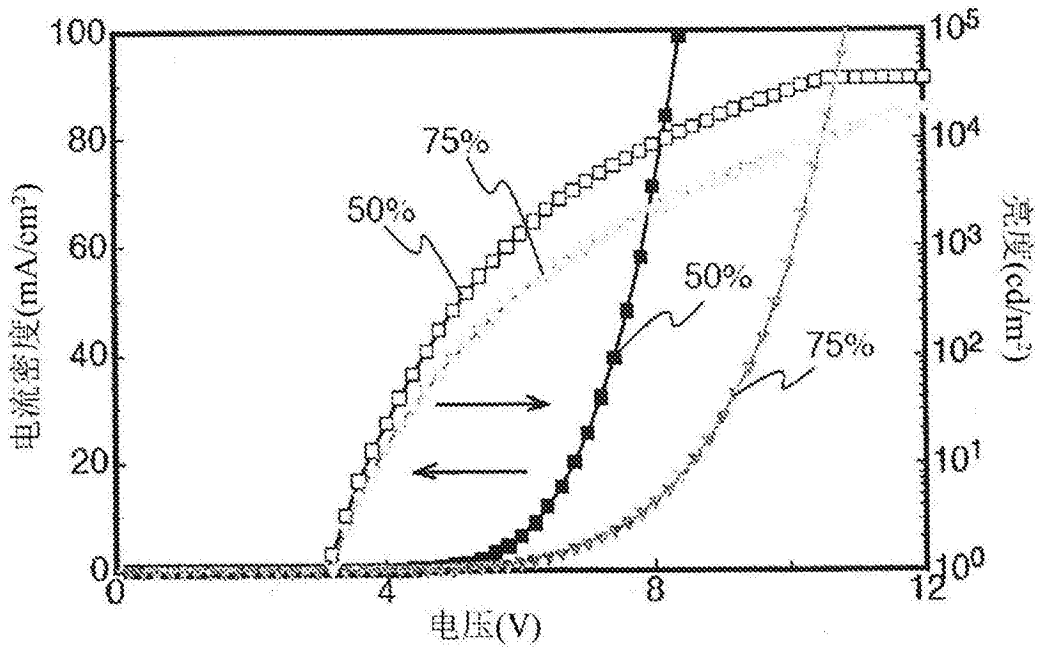


图28

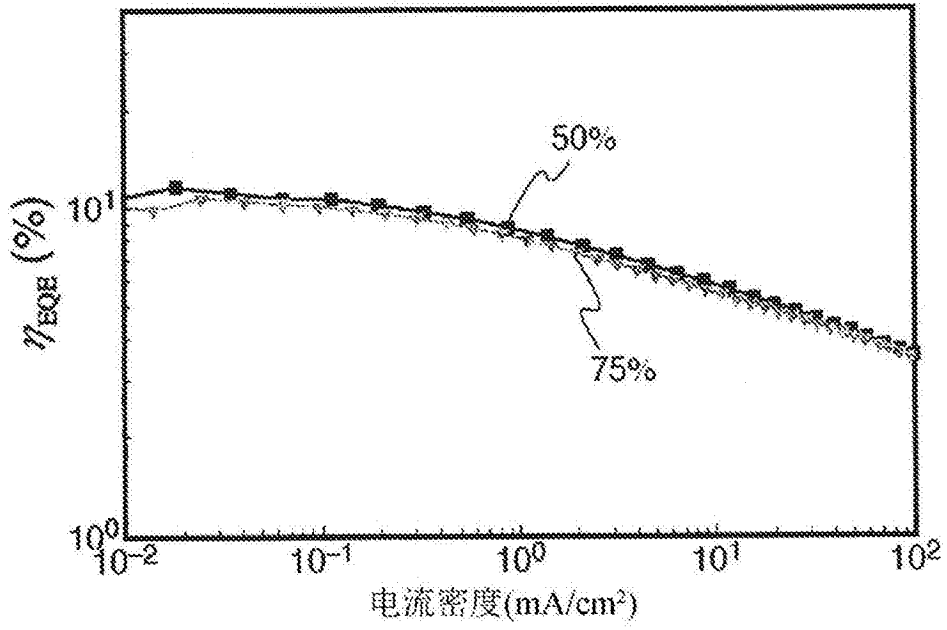


图29

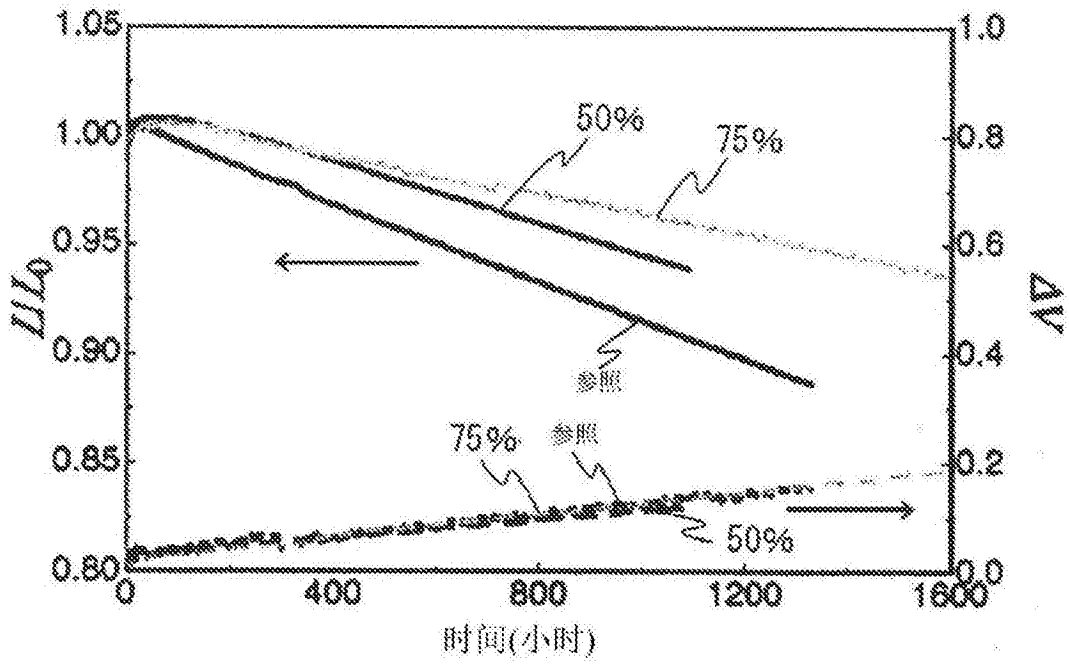


图30

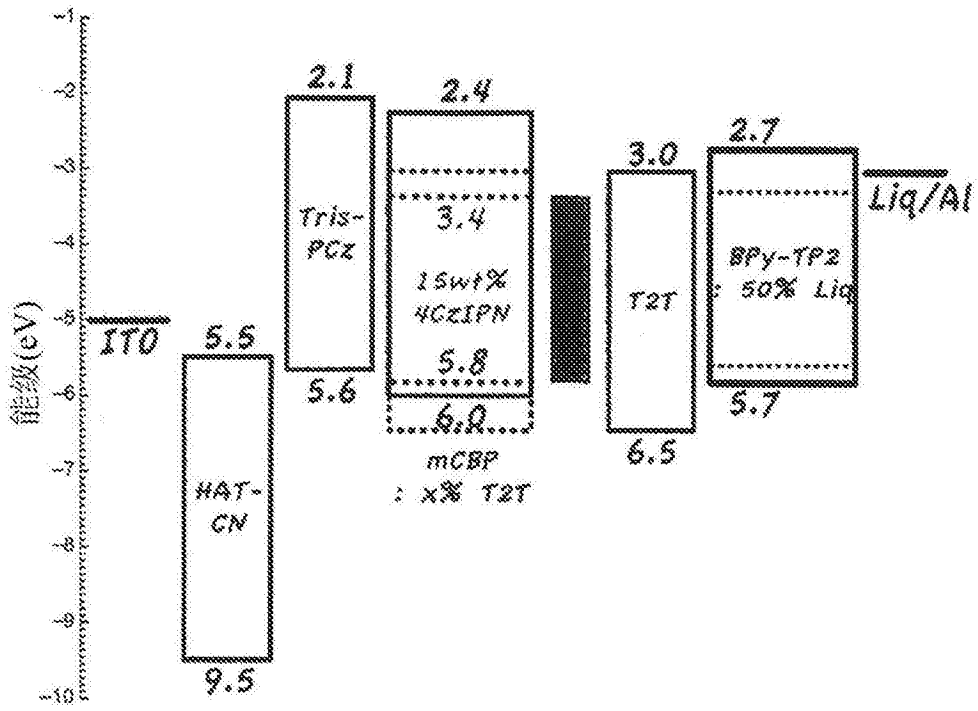


图31

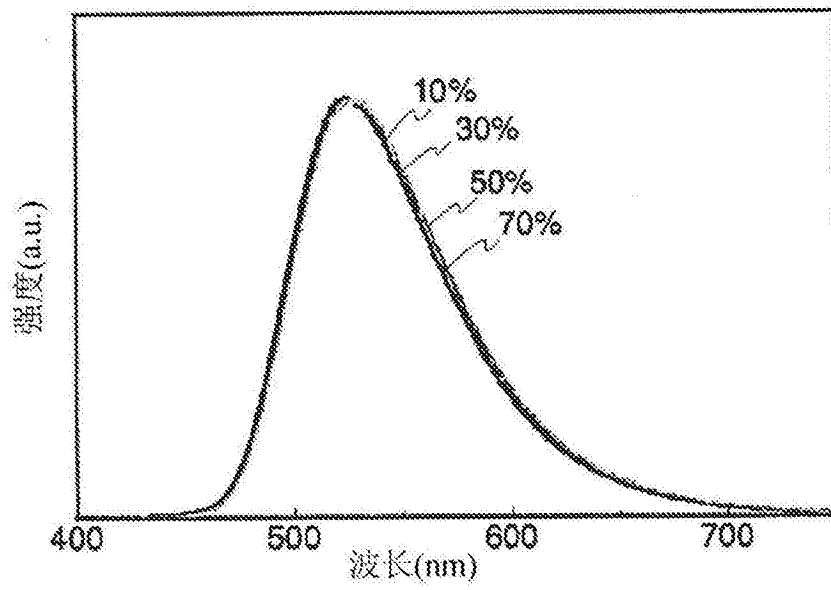


图32

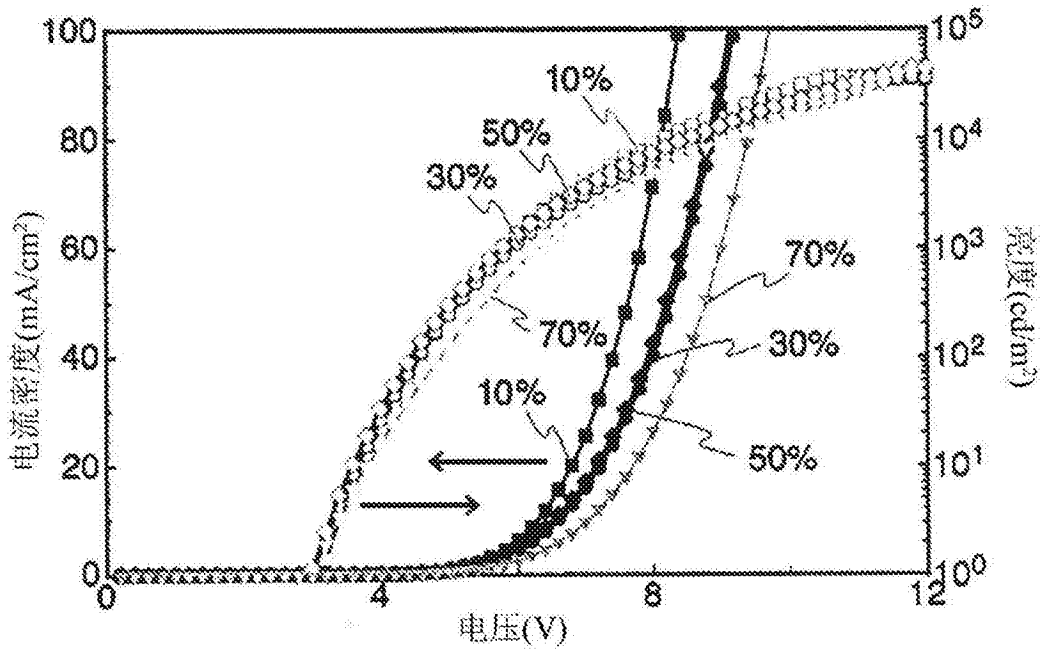


图33

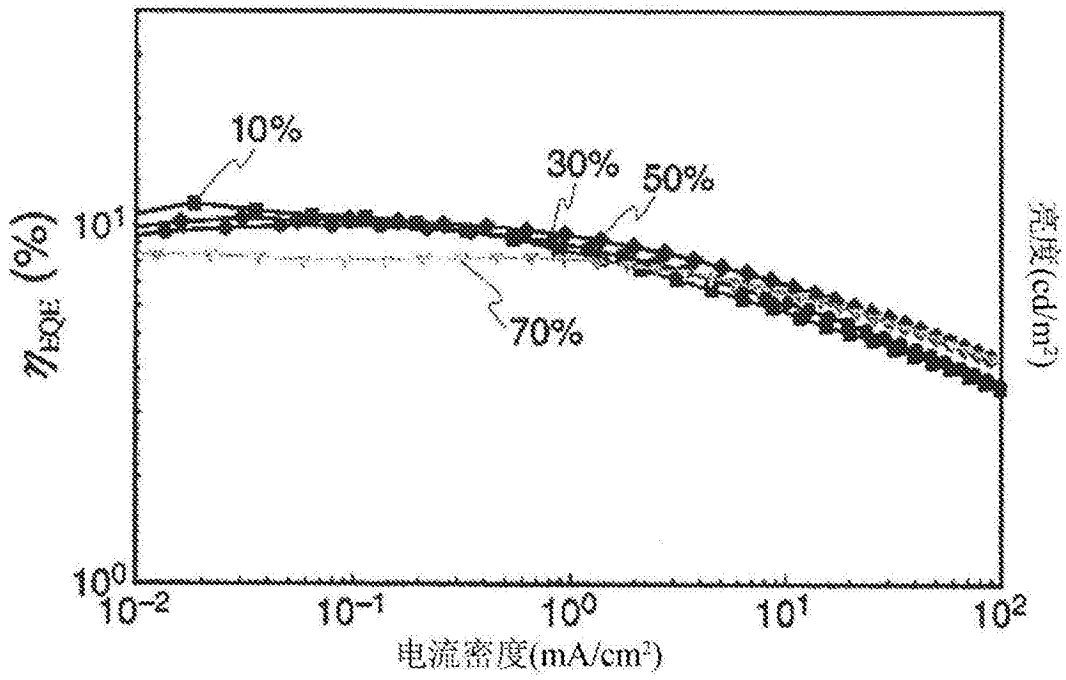


图34



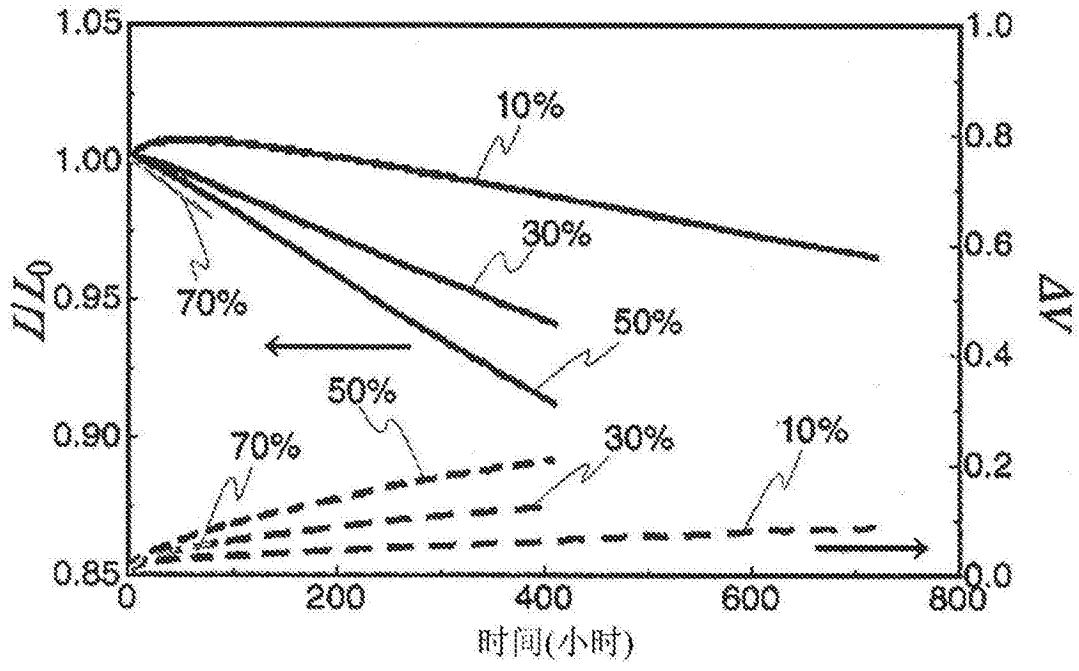


图35