



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119790734 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 08

(21) 申请号 202380062398.9

(22) 申请日 2023.08.30

(30) 优先权数据

2022-138447 2022.08.31 JP

2022-138449 2022.08.31 JP

2022-162631 2022.10.07 JP

2022-162633 2022.10.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.02.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/031648 2023.08.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/048690 JA 2024.03.07

(71) 申请人 三菱化学株式会社

地址 日本国东京都千代田区丸之内一丁目  
1番1号

(72) 发明人 长山和弘 冈部一毅 长谷川司

上田奈良麻优子 饭田宏一朗

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

专利代理师 李晓

(51) Int.Cl.

H10K 85/30 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H10K 50/12 (2006.01)

H10K 71/12 (2006.01)

H10K 85/10 (2006.01)

H10K 85/60 (2006.01)

H10K 101/30 (2006.01)

H10K 101/40 (2006.01)

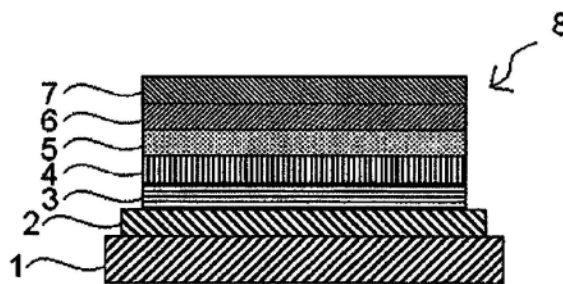
权利要求书9页 说明书117页 附图1页

(54) 发明名称

发光层用材料、有机电致发光元件、有机EL显示装置、有机EL照明、组合物和有机电致发光元件的制造方法

(57) 摘要

本发明的课题在于提供一种驱动寿命长的有机电致发光元件。本发明涉及一种发光层用材料,其是含有发光化合物和有机金属化合物的有机电致发光元件的发光层用材料,其中,有机金属化合物的分子量为1,200以上,发光化合物为特定的化合物,满足下述关系式(E-1)。T1A≥T1B式(E-1) (式(E-1)中,T1A:表示有机金属化合物的三重态能级(eV),T1B:表示发光化合物的三重态能级(eV)。



1. 一种发光层用材料,其是含有发光化合物和有机金属化合物的有机电致发光元件的发光层用材料,其中,

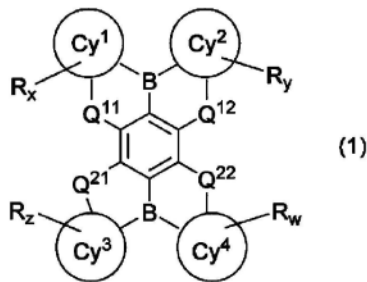
所述有机金属化合物的分子量为1,200以上,  
 所述发光化合物为下式(1)所表示的化合物,  
 满足下述关系式(E-1):

$$T1A \geq T1B \text{ 式 (E-1)}$$

式(E-1)中,

T1A:表示所述有机金属化合物的三重态能级,单位为eV,

T1B:表示所述发光化合物的三重态能级,单位为eV,  
 [化1]



式(1)中,环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>各自独立地表示五元环或六元环的芳香烃环或者五元环或六元环的芳香杂环,

环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>进一步具有或不具有稠环,

R表示氢原子或取代基,

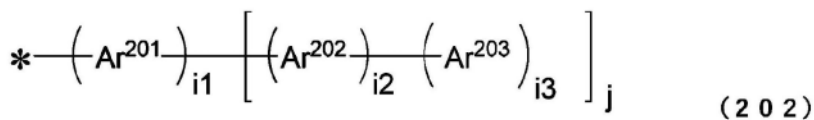
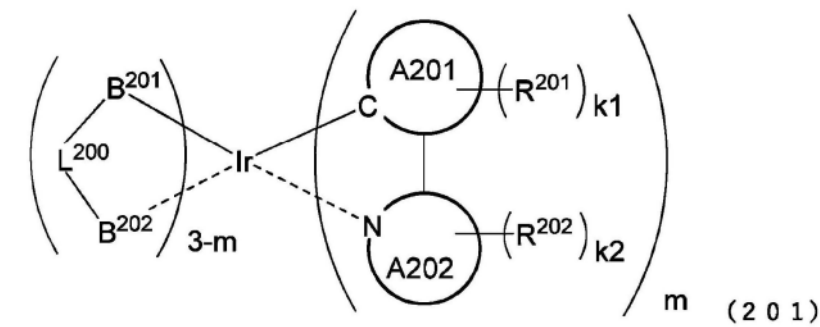
x、y、z、w各自表示R能够键合于环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>、环Cy<sup>4</sup>的最大数量,

Q<sup>11</sup>、Q<sup>12</sup>、Q<sup>21</sup>和Q<sup>22</sup>表示N-R、O或S,

R存在有多个时,各自相同或不同,

R为取代基时相邻的R彼此键合形成环或不形成环,或者R与相邻的环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>键合形成环或不形成环。

2. 根据权利要求1所述的发光层用材料,其中,所述有机金属化合物由下式(201)表示:  
 [化2]



环A201表示具有或不具有取代基的芳香烃环结构,或具有或不具有取代基的芳香杂环结构,

环A202表示具有或不具有取代基的芳香杂环结构，  
 $R^{201}$ 、 $R^{202}$ 各自独立地为上式(202)所表示的结构，  
 $R^{201}$ 、 $R^{202}$ 各自存在有多个时，它们相同或不同，  
 $Ar^{201}$ 、 $Ar^{203}$ 各自独立地表示具有或不具有取代基的芳香杂环结构，或具有或不具有取代基的芳香杂环结构，

$Ar^{202}$ 表示具有或不具有取代基的芳香杂环结构、具有或不具有取代基的芳香杂环结构、或具有或不具有取代基的脂肪烃结构，

$Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 和 $Ar^{203}$ 各自存在有多个时，它们相同或不同，

\*表示与环A201或环A202键合，

$B^{201}-L^{200}-B^{202}$ 表示阴离子性的双齿配体； $B^{201}$ 和 $B^{202}$ 各自独立地表示碳原子、氧原子或氮原子，这些原子是或不是构成环的原子，其为构成环的原子时的 $B^{201}$ 和/或 $B^{202}$ 表示环结构，

$L^{200}$ 表示单键或与 $B^{201}$ 和 $B^{202}$ 一起构成双齿配体的原子团，

$B^{201}-L^{200}-B^{202}$ 存在有多个时，它们相同或不同，

$i_1$ 、 $i_2$ 各自独立地表示0以上且12以下的整数，

$i_3$ 为以能够在 $Ar^{202}$ 中取代的个数为上限的0以上的整数，

$j$ 为以能够在 $Ar^{201}$ 中取代的个数为上限的0以上的整数，

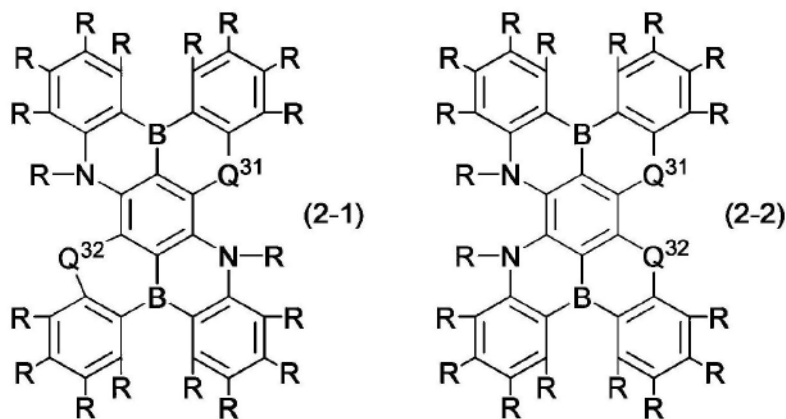
$k_1$ 、 $k_2$ 各自独立地为以能够在环A201、环A202中取代的个数为上限的0以上的整数，

$m$ 为1~3的整数。

3. 根据权利要求1所述的发光层用材料，其中，所述T1A为2.10eV以上且2.80eV以下。

4. 根据权利要求1所述的发光层用材料，其中，所述式(1)所表示的所述发光化合物由式(2-1)或式(2-2)表示：

[化3]



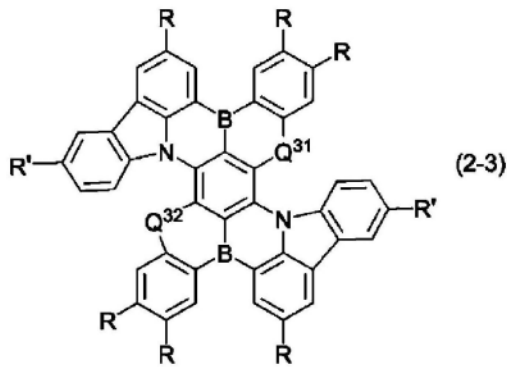
式(2-1)和式(2-2)中， $Q^{31}$ 和 $Q^{32}$ 表示0或S，

R与前述式(1)相同，R存在有多个时相互独立，相同或不同，

R为取代基时相邻的R彼此键合形成环或不形成环。

5. 根据权利要求1所述的发光层用材料，其中，所述式(1)所表示的所述发光化合物由式(2-3)表示：

[化4]



式(2-3)中, $Q^{31}$ 和 $Q^{32}$ 表示0或S,

R与所述式(1)中相同,R存在有多个时为相互独立,相同或不同,

R为取代基时相邻的R彼此键合形成环或不形成环,

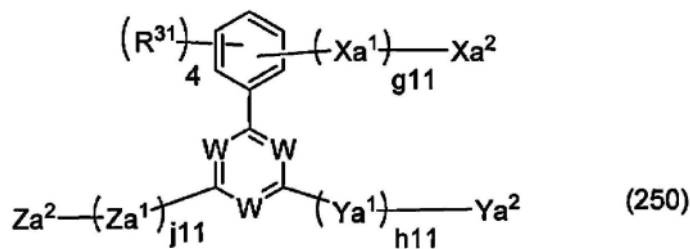
$R'$ 表示氢原子或取代基, $R'$ 存在有多个时相互独立,相同或不同。

6.根据权利要求1所述的发光层用材料,其中,将所述有机金属化合物的分子量设为 $MwA$ 、所述发光化合物的分子量设为 $MwB$ 时, $MwA/MwB$ 为2.0以上。

7.根据权利要求1所述的发光层用材料,其还含有主体材料。

8.根据权利要求7所述的发光层用材料,其中,所述主体材料包含选自下式(250)所表示的化合物、下式(240)所表示的化合物和下式(260)所表示的化合物中的至少1种,

[化5]



式(250)中,

W各自独立地表示CH或N,至少一个W为N,

$Xa^1$ 、 $Ya^1$ 和 $Za^1$ 各自独立地表示具有或不具有取代基的碳原子数6~30的二价芳香烃基,或具有或不具有取代基的碳原子数3~30的二价芳香杂环基,

$Xa^2$ 、 $Ya^2$ 和 $Za^2$ 各自独立地表示氢原子、具有或不具有取代基的碳原子数6~30的一价芳香烃基,或具有或不具有取代基的碳原子数3~30的一价芳香杂环基,

$g_{11}$ 、 $h_{11}$ 和 $j_{11}$ 各自独立地表示0~6的整数,

$g_{11}$ 、 $h_{11}$ 、 $j_{11}$ 中的至少一个为1以上的整数,

$g_{11}$ 为2以上时,多个存在的 $Xa^1$ 相同或不同,

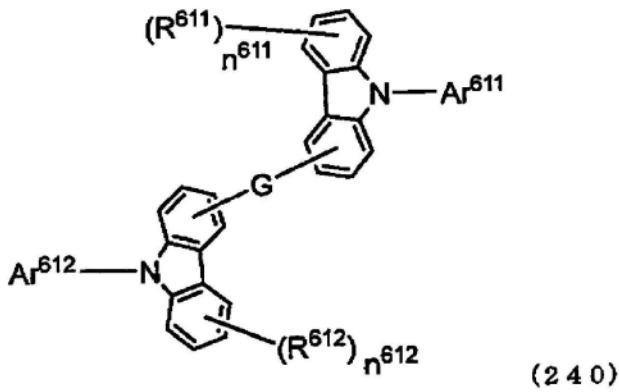
$h_{11}$ 为2以上时,多个存在的 $Ya^1$ 相同或不同,

$g_{11}$ 为2以上时,多个存在的 $Za^1$ 相同或不同,

$R^{31}$ 表示氢原子或取代基,4个 $R^{31}$ 相同或不同,

其中, $g_{11}$ 、 $h_{11}$ 或 $j_{11}$ 为0时,各自对应的 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 、 $Za^2$ 不是氢原子;

[化6]

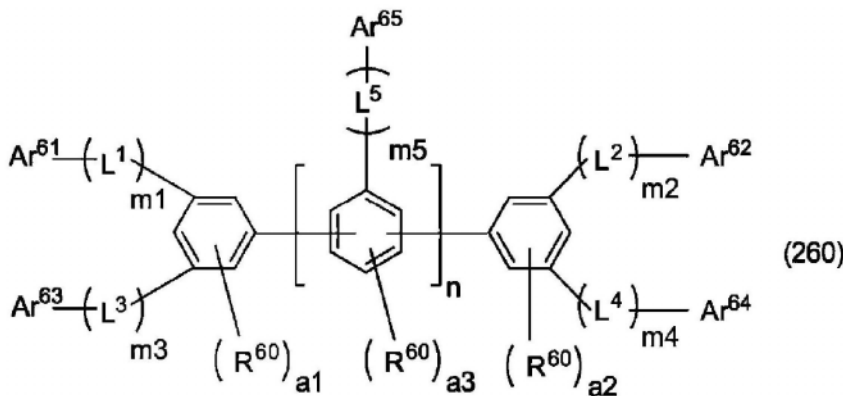


式(240)中,  
 $Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ 各自独立地表示具有或不具有取代基的碳原子数6~50的一价芳香烃基,  
 $R^{611}$ 、 $R^{612}$ 各自独立地为氬原子、卤素原子,或具有或不具有取代基的碳原子数6~50的一价芳香烃基,

$G$ 表示单键,或具有或不具有取代基的碳原子数6~50的二价芳香烃基,

$n^{611}$ 、 $n^{612}$ 各自独立地为0~4的整数;

[化7]



式(260)中,  
 $Ar^{61} \sim Ar^{65}$ 各自独立地为氢原子,或具有或不具有取代基的碳原子数6以上且60以下的一价芳香烃基,

$L^1 \sim L^5$ 各自独立地为具有或不具有取代基的碳原子数6以上且60以下的二价芳香烃基,

$R^{60}$ 各自独立地表示取代基,

$m1 \sim m5$ 各自独立地表示0~5的整数,

$n$ 表示0~10的整数,

$a1 \sim a3$ 各自独立地表示0~3的整数,

其中, $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 、 $Ar^{63}$ 、 $Ar^{64}$ 和 $n$ 为1以上时的至少一个 $Ar^{65}$ 之中,至少一个基团不是氢原子。

9. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述主体材料至少包含所述式(250)所表示的化合物。

10. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述式(250)中,  $-(Ya^1)_{h11}-(Ya^2)$  和  $-(Za^1)_{j11}-(Za^3)$  不同时为非取代苯基。

11. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述式(250)中,所述碳原子数6~30的

芳香烃基具有取代基时的取代基和所述碳原子数3~30的芳香杂环基具有取代基时的取代基选自下述取代基组Z2,选自下述取代基组Z2中的取代基不具有进一步的取代基:

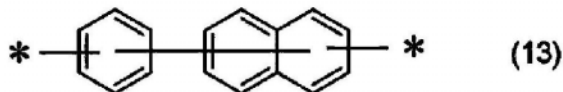
<取代基组Z2>

烷基、烷氧基、芳氧基、杂芳氧基、烷氧基羰基、二烷基氨基、二芳基氨基、芳基烷基氨基、酰基、卤素原子、卤代烷基、烷硫基、芳硫基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、氰基、芳香烃基和芳香杂环基。

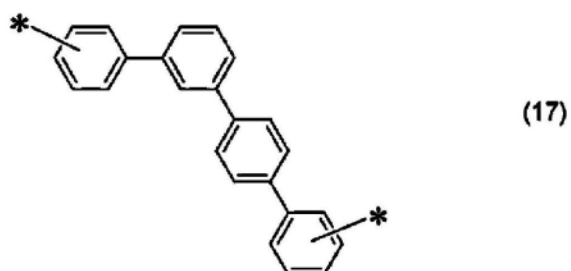
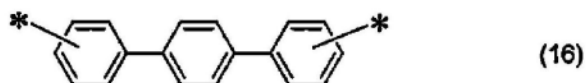
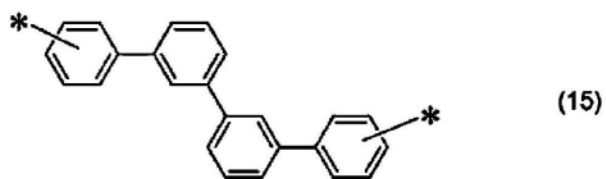
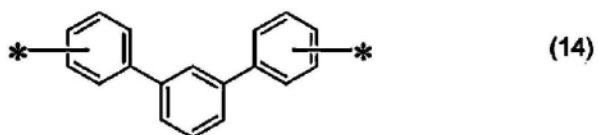
12. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述式(250)中的W中的至少2个为N。

13. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述式(250)中的 $g_{11}$ 为1以上时的 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $h_{11}$ 为1以上时的 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $j_{11}$ 为1以上时的 $(Za^1)_{j_{11}}$ 、所述式(240)中的 $Ar^{611}$ 和 $Ar^{612}$ 、以及所述式(260)中的 $m_1$ 为1以上时的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $m_2$ 为1以上时的 $(L^2)_{m_2}$ 、 $m_3$ 为1以上时的 $(L^3)_{m_3}$ 、 $m_4$ 为1以上时的 $(L^4)_{m_4}$ 和 $n$ 为1以上且 $m_5$ 为1以上时的 $(L^5)_{m_5}$ 各自独立地具有选自下式(11)~下式(17)所表示的部分结构中的部分结构,

[化8]



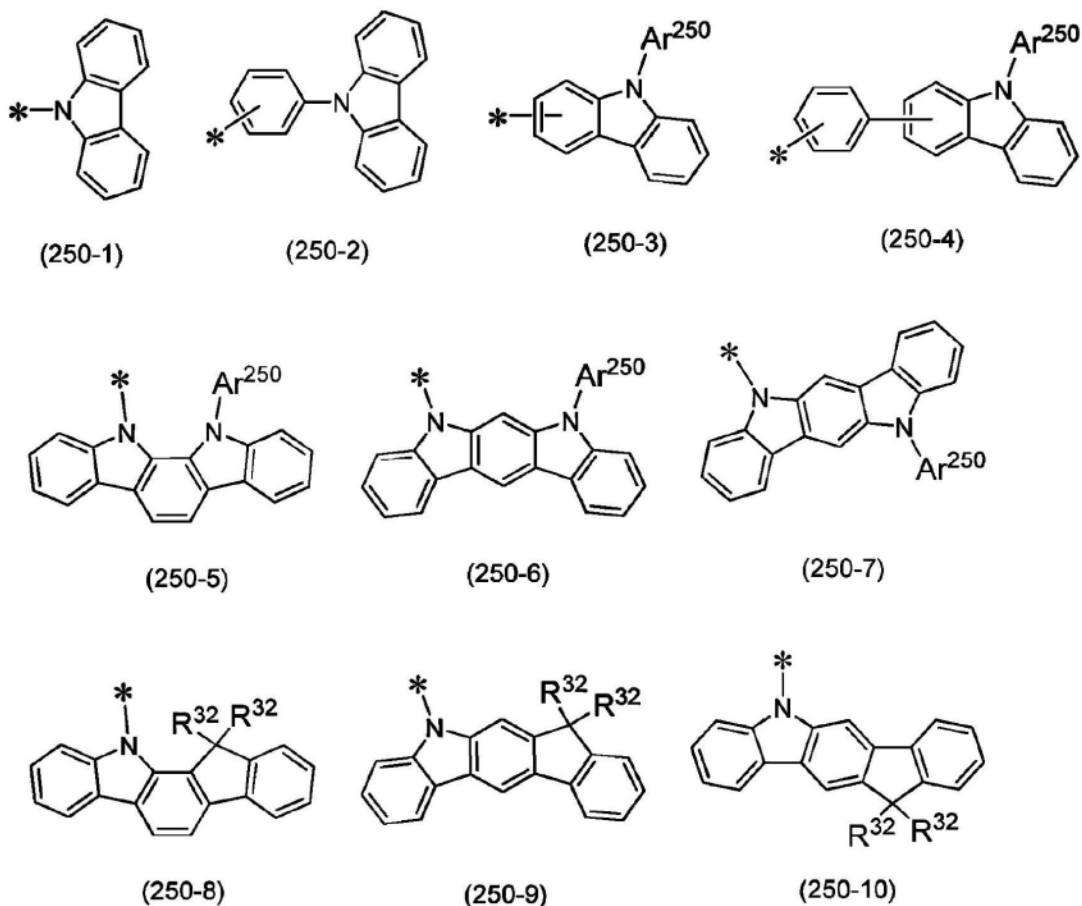
[化9]



各式(11)~式(17)中,\*表示与相邻结构的键合位置,或对式(250)而言 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 或 $Za^2$ 为氢原子时的该氢原子、对式(260)而言 $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 、 $Ar^{63}$ 、 $Ar^{64}$ 或 $Ar^{65}$ 为氢原子时的该氢原子,存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。

14. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述式(250)中的 $-(Xa^1)_{g11}-(Xa^2)$ 、 $-(Ya^1)_{h11}-(Ya^2)$ 和 $-(Za^1)_{j11}-(Za^2)$ 中的至少一个具有下式(250-1)~下式(250-10)所表示的部分结构或末端结构中的任一个,

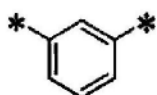
[化10]



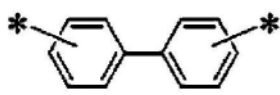
式(250-1)~式(250-10)中,\*表示键合位置;Ar<sup>250</sup>表示碳原子数6~20的芳香烃基;R<sup>32</sup>表示取代基,式(250-1)~式(250-10)所表示的结构还具有或不具有取代基。

15. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述主体材料至少包含所述式(240)所表示的化合物。

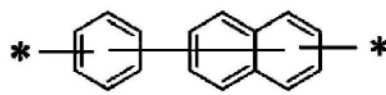
16. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述式(240)所表示的化合物中的所述Ar<sup>611</sup>和所述Ar<sup>612</sup>各自独立地具有选自下式(11)~(17)和式(21)~(24)中的部分结构,  
[化11]



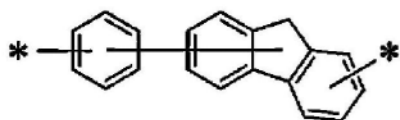
(11)



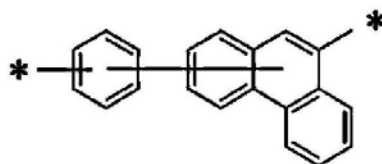
(12)



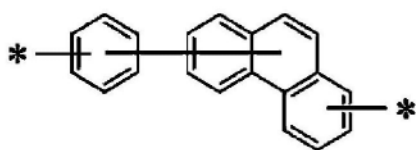
(13)



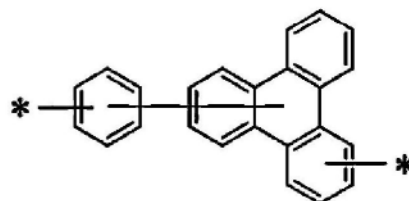
(21)



(22)

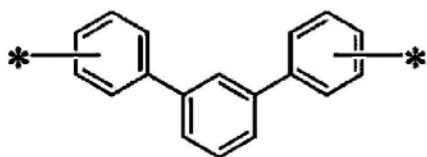


(23)

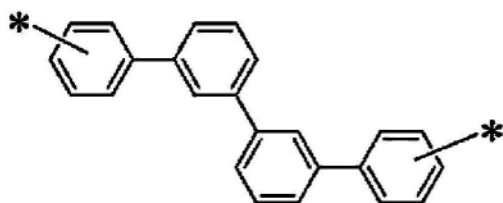


(24)

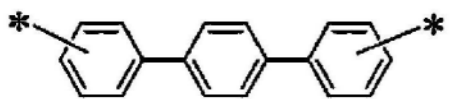
[化12]



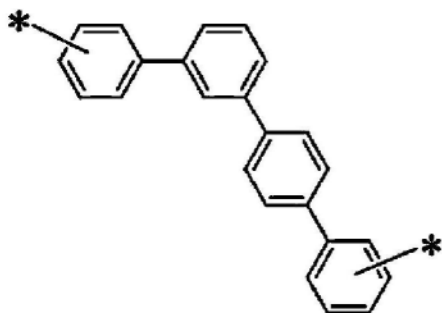
(14)



(15)



(16)



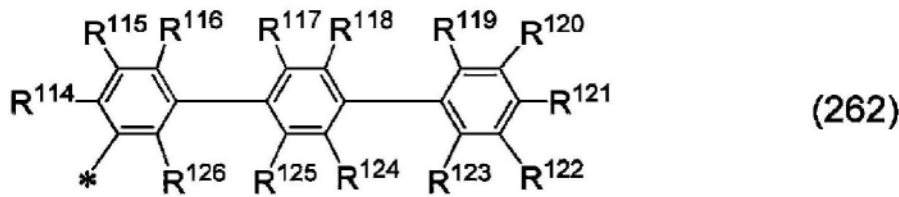
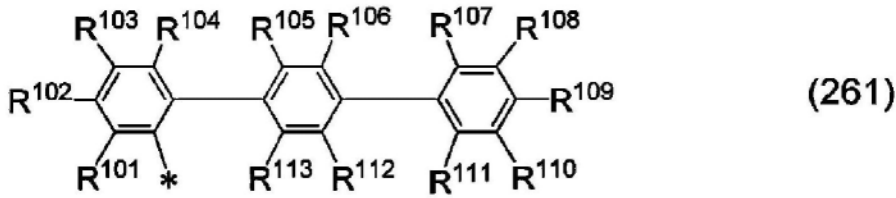
(17)

\*表示与相邻结构的键合位置或氢原子,存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。

17. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述主体材料至少包含所述式(260)所表示的化合物。

18. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,所述式(260)中的 $\text{Ar}^{61}$ 、 $\text{Ar}^{62}$ 和至少一个 $\text{Ar}^{65}$ 之中,1个以上且3个以下的基团为下式(261)或下式(262),

[化13]



式(261)或式(262)中,

星号\*表示与式(260)的键合位置,

$\text{R}^{101} \sim \text{R}^{126}$ 各自独立地表示氢原子或取代基。

19. 根据权利要求8所述的发光层用材料,其中,将所述式(250)所表示的化合物设为A组、将所述式(240)所表示的化合物设为B组和将所述式(260)所表示的化合物设为C组时,所述主体材料包含分别选自所述A组、所述B组和所述C组所表示3个组中的至少任意2个组的各至少1种的至少2种的化合物。

20. 一种有机电致发光元件,其是具有阳极、阴极和发光层的有机电致发光元件,其中,所述发光层设置在所述阳极与所述阴极之间,

所述发光层包含权利要求1~19中任一项所述的发光层用材料。

21. 一种有机EL显示装置或有机EL照明,其具备权利要求20所述的有机电致发光元件。

22. 一种组合物,其含有权利要求1~19中任一项所述的发光层用材料和有机溶剂。

23. 一种有机电致发光元件的制造方法,其是在基板上依次具有阳极、发光层和阴极的有机电致发光元件的制造方法,

所述制造方法包括:使用权利要求22所述的组合物并利用湿法成膜法来形成所述发光层的步骤。

## 发光层用材料、有机电致发光元件、有机EL显示装置、有机EL照明、组合物和有机电致发光元件的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种发光层用材料、有机电致发光元件、有机EL显示装置、有机EL照明、组合物和有机电致发光元件的制造方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,作为薄膜型电致发光元件,正在进行使用有机薄膜的有机电致发光元件的开发,来代替使用无机材料的电致发光元件。有机电致发光元件(OLED)通常在阳极与阴极之间具有空穴注入层、空穴传输层、有机发光层、电子传输层等,正在不断开发适合于该各层的材料,关于发光颜色,也分别正在对红色、绿色、蓝色进行开发。

[0003] 另外,作为有机电致发光元件的有机层的形成方法,可举出真空蒸镀法和湿法成膜法(涂布法)。真空蒸镀法由于容易层叠化,因此具有下述优点:容易改善从阳极和/或阴极的电荷注入、容易将激子封闭于发光层内。另一方面,湿法成膜法具有下述优点:不需要真空工艺,容易大面积化,通过使用将具有各种功能的多种材料混合而成的涂布液,能够容易地形成含有具有各种功能的多种材料的层等。因此,近年来,正在积极地进行基于利用涂布法的制膜的有机电致发光元件的研究开发。

[0004] 例如,专利文献1~3中记载了一种有机电致发光元件,其具有含有聚苯乙烯磺酸的空穴注入层和含有发光材料的发光层,该发光材料具有包含硼和氮的多环杂环化合物骨架。

另外,正在进行用于活用在有机电致发光元件中产生的激子中占75%的三重态激发状态的研究开发。例如,在非专利文献1~2中,作为提高有机电致发光元件的发光效率的方法,报告了在通过真空蒸镀法形成的发光层中,除了具有多环杂环化合物骨架的发光材料以外,还含有以磷光材料即铱为中心金属的有机金属化合物作为辅助发光的材料。

现有技术文献

专利文献

[0005] 专利文献1:国际公布第2016/152418号

专利文献2:国际公布第2019/198699号

专利文献3:国际公布第2019/235452号

非专利文献

[0006] 非专利文献1:AdvancedMaterials,2022年,第2201442页

非专利文献2:Angewandte Chemie International Edition,2022年,第61卷,第14号,第e202117181页

### 发明内容

发明所要解决的问题

[0007] 一般而言,包含硼的多环杂环化合物在硼上具有空p轨道,容易与各种反应基团反

应。因此,在专利文献1~3所公开的技术中,有机电致发光元件的驱动电压的降低不充分,并且无法提高驱动寿命。在专利文献1~3所公开的技术中,认为原因在于由于使用含有强酸性的聚苯乙烯磺酸的空穴注入层,因此在空穴注入层形成时所摄入的水分、磺酸基与包含硼的多环杂环化合物在元件驱动中反应。此外,在非专利文献1所公开的技术中,当包含主体材料时,则需要将3种以上材料的蒸镀速度比保持为恒定,难以得到稳定的性能。

[0008] 本发明是鉴于上述现有的实际情况而完成的,其要解决的课题在于提供一种驱动寿命长的有机电致发光元件。

解决问题的技术方案

[0009] 本发明人进行了深入研究,结果发现,通过使用发光层,可以解决上述课题,从而完成了本发明,所述发光层含有发光化合物和有机金属化合物,其中,有机金属化合物的分子量在特定范围内,有机金属化合物的三重态能级为发光化合物的三重态能级以上,发光化合物的单重态能级与三重态能级为特定的关系。

[0010] 即,本发明的要旨如下所述。

[0011] 本发明的方式1为一种发光层用材料,其是含有发光化合物和有机金属化合物的有机电致发光元件的发光层用材料,其中,

所述有机金属化合物的分子量为1,200以上,

所述发光化合物为下式(1)所表示的化合物,

满足下述关系式(E-1)。

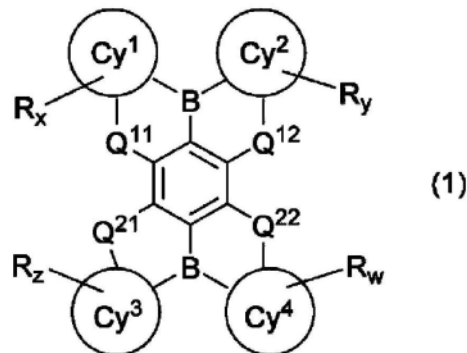
$T1A \geq T1B$ 式(E-1)

(式(E-1)中,

T1A:表示所述有机金属化合物的三重态能级(eV),

T1B:表示所述发光化合物的三重态能级(eV)。

[0012] [化1]



[0013] [式(1)中,环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>各自独立地表示五元环或六元环的芳香烃环或五元环或六元环的芳香杂环。

环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>进一步具有或不具有稠环。

R表示氢原子或取代基,

x、y、z、w各自表示R能够键合于环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>、环Cy<sup>4</sup>的最大数量。

Q<sup>11</sup>、Q<sup>12</sup>、Q<sup>21</sup>和Q<sup>22</sup>表示N-R、O或S。

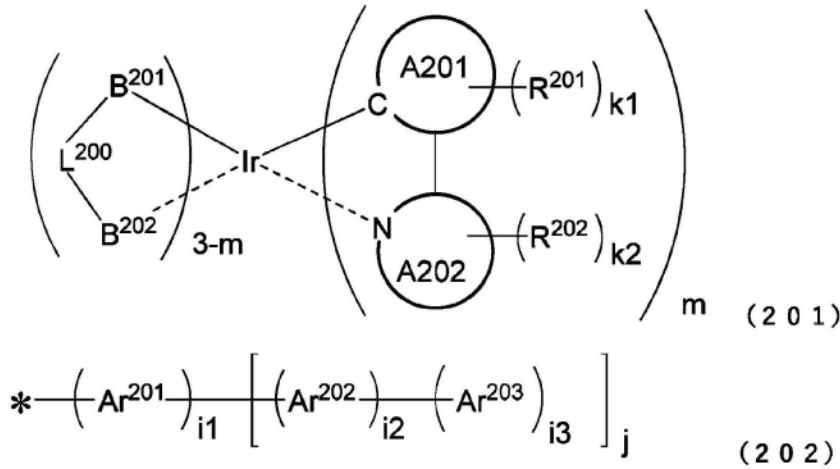
R存在有多个时,各自可以相同,也可以不同。

R为取代基时相邻的R彼此键合形成环或彼此不形成环、或者R可以与相邻的环

Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>键合形成环或不形成环。]

[0014] 本发明的方式2为一种发光层用材料,其中,在方式1的发光层用材料中,所述有机金属化合物由下式(201)表示。

[0015] [化2]



[0016] [环A201表示具有或不具有取代基的芳香烃环结构或具有或不具有取代基的芳香杂环结构。

环A202表示具有或不具有取代基的芳香杂环结构。

R<sup>201</sup>、R<sup>202</sup>各自独立地为上式202所表示的结构。

R<sup>201</sup>、R<sup>202</sup>各自存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

Ar<sup>201</sup>、Ar<sup>203</sup>各自独立地表示具有或不具有取代基的芳香烃环结构或具有或不具有取代基的芳香杂环结构。

Ar<sup>202</sup>表示具有或不具有取代基的芳香烃环结构、具有或不具有取代基的芳香杂环结构或具有或不具有取代基的脂肪烃结构。

Ar<sup>201</sup>、Ar<sup>202</sup>和Ar<sup>203</sup>各自存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

\*表示与环A201或环A202键合。

B<sup>201</sup>-L<sup>200</sup>-B<sup>202</sup>表示阴离子性的双齿配体。B<sup>201</sup>和B<sup>202</sup>各自独立地表示碳原子、氧原子或氮原子,这些原子可以是构成环的原子,其为构成环的原子时的B<sup>201</sup>和/或B<sup>202</sup>表示环结构。

L<sup>200</sup>表示单键或与B<sup>201</sup>和B<sup>202</sup>一起构成双齿配体的原子团。

B<sup>201</sup>-L<sup>200</sup>-B<sup>202</sup>存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

i1、i2各自独立地表示0以上且12以下的整数。

i3为以能够在Ar<sup>202</sup>中取代的个数为上限的0以上的整数。

j为以能够在Ar<sup>201</sup>中取代的个数为上限的0以上的整数。

k1、k2各自独立地为以能够在环A201、环A202中取代的个数为上限的0以上的整数。

m为1~3的整数。]

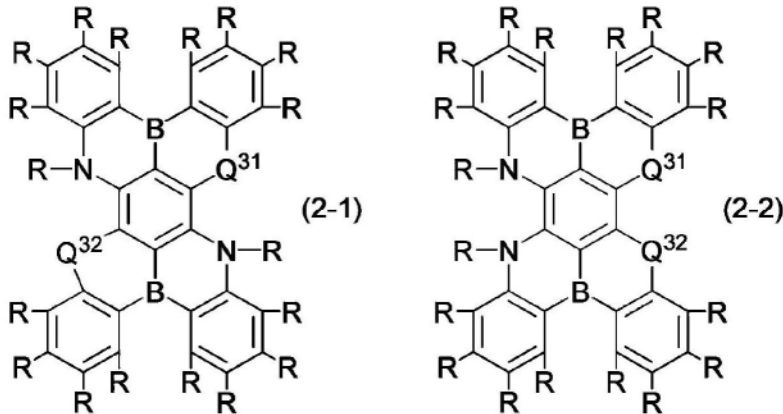
[0017] 本发明的方式3为一种发光层用材料,其中,在方式1或2的发光层用材料中,所述T1A为2.10eV以上且2.80eV以下。

[0018] 本发明的方式4为一种发光层用材料,其中,在方式1~3中任一项的发光层用材料

中,

所述式(1)所表示的所述发光化合物由式(2-1)或式(2-2)表示。

[0019] [化3]



[0020] [式(2-1)和式(2-2)中,  $Q^{31}$ 和 $Q^{32}$ 表示O或S。

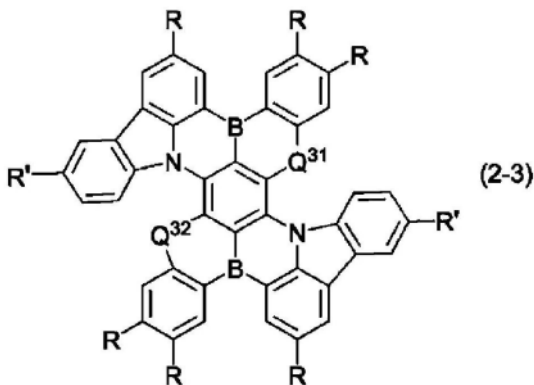
R与所述式(1)相同,R存在有多个时为相互独立,可以相同,也可以不同。

R为取代基时相邻的R彼此可以键合而形成环。]

[0021] 本发明的方式5为一种发光层用材料,其中,在方式1~4中任一项的发光层用材料中,

所述式(1)所表示的所述发光化合物由式(2-3)表示。

[0022] [化4]



[0023] [式(2-3)中,  $Q^{31}$ 和 $Q^{32}$ 表示O或S。

R与所述式(1)相同,R存在有多个时为相互独立,可以相同,也可以不同。

R为取代基时相邻的R彼此可以键合而形成环。

R'表示氢原子或取代基,R'存在有多个时为相互独立,可以相同,也可以不同。]

[0024] 本发明的方式6为一种发光层用材料,其中,在方式1~5中任一项的发光层用材料中,

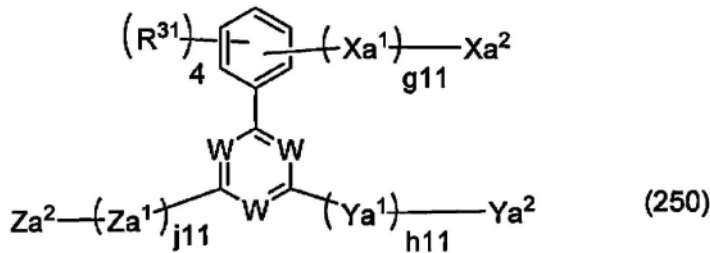
将所述有机金属化合物的分子量设为 $M_{wA}$ 、所述发光化合物的分子量设为 $M_{wB}$ 时, $M_{wA}/M_{wB}$ 为2.0以上。

[0025] 本发明的方式7为一种发光层用材料,其中,在方式1~6中任一项的发光层用材料中,

其还含有主体材料。

[0026] 本发明的方式8为一种发光层用材料,其中,在方式7的发光层用材料中,所述主体材料包含选自下式(250)所表示的化合物、下式(240)所表示的化合物和下式(260)所表示的化合物中的至少1种。

[0027] [化5]



[0028] (式(250)中,

W各自独立地表示CH或N,至少一个W为N,

Xa<sup>1</sup>、Ya<sup>1</sup>和Za<sup>1</sup>各自独立地表示具有或不具有取代基的碳原子数6~30的二价芳香烃基或具有或不具有取代基的碳原子数3~30的二价芳香杂环基,

Xa<sup>2</sup>、Ya<sup>2</sup>和Za<sup>2</sup>各自独立地表示氢原子、具有或不具有取代基的碳原子数6~30的一价的芳香烃基或具有或不具有取代基的碳原子数3~30的一价的芳香杂环基,

g<sub>11</sub>、h<sub>11</sub>和j<sub>11</sub>各自独立地表示0~6的整数,

g<sub>11</sub>、h<sub>11</sub>、j<sub>11</sub>中的至少一个为1以上的整数,

g<sub>11</sub>为2以上时,多个存在的Xa<sup>1</sup>可以相同,也可以不同,

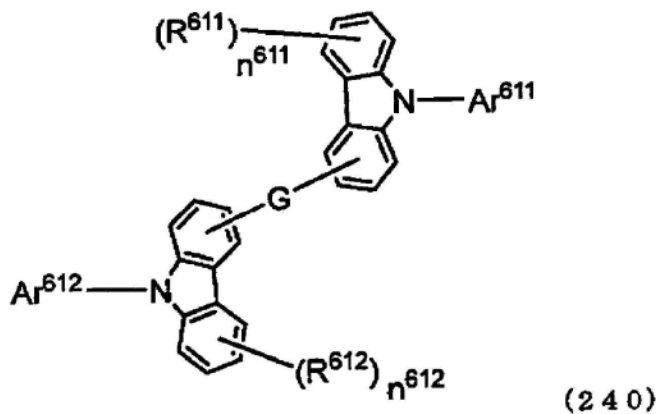
h<sub>11</sub>为2以上时,多个存在的Ya<sup>1</sup>可以相同,也可以不同,

g<sub>11</sub>为2以上时,多个存在的Za<sup>1</sup>可以相同,也可以不同,

R<sup>31</sup>表示氢原子或取代基,4个R<sup>31</sup>可以相同,也可以不同,

其中,g<sub>11</sub>、h<sub>11</sub>或j<sub>11</sub>为0时,各自对应的Xa<sup>2</sup>、Ya<sup>2</sup>、Za<sup>2</sup>不是氢原子。)

[0029] [化6]



[0030] (式(240)中,

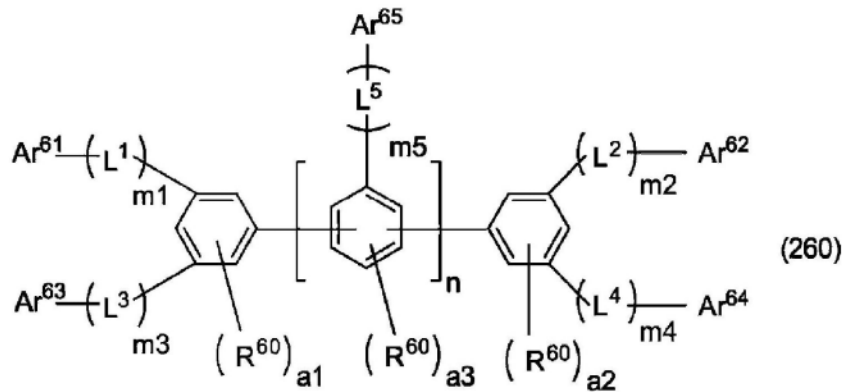
Ar<sup>611</sup>、Ar<sup>612</sup>各自独立地表示具有或不具有取代基的碳原子数6~50的一价的芳香烃基,

R<sup>611</sup>、R<sup>612</sup>各自独立地为氕原子、卤素原子或具有或不具有取代基的碳原子数6~50的一价的芳香烃基,

G表示单键或具有或不具有取代基的碳原子数6~50的二价芳香烃基,

$n^{611}$ 、 $n^{612}$ 各自独立地为0~4的整数。)

[0031] [化7]



[0032] (式(260)中,

$Ar^{61} \sim Ar^{65}$ 各自独立地为氢原子或具有或不具有取代基的碳原子数6以上且60以下的一价的芳香烃基,

$L^1 \sim L^5$ 各自独立地为具有或不具有取代基的二价的碳原子数6以上且60以下的芳香烃基,

$R^{60}$ 各自独立地表示取代基,

$m1 \sim m5$ 各自独立地表示0~5的整数,

$n$ 表示0~10的整数,

$a1 \sim a3$ 各自独立地表示0~3的整数,

其中, $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 、 $Ar^{63}$ 、 $Ar^{64}$ 和 $n$ 为1以上时的至少一个 $Ar^{65}$ 中,至少一个基团不是氢原子。)

[0033] 本发明的方式9为一种发光层用材料,其中,在方式8的发光层用材料中,所述主体材料至少包含所述式(250)所表示的化合物。

[0034] 本发明的方式10为一种发光层用材料,其中,在方式8或9的发光层用材料中,所述式(250)中, $-(Ya^1)_{h11}-(Ya^2)$ 和 $-(Za^1)_{j11}-(Za^2)$ 不同时为非取代苯基。

[0035] 本发明的方式11为一种发光层用材料,其中,在方式8~10中任一项的发光层用材料中,

所述式(250)中,所述碳原子数6~30的芳香烃基可以具有的取代基和上述碳原子数3~30的芳香杂环基可以具有的取代基选自下述取代基组Z2,选自下述取代基组Z2中的取代基不具有进一步的取代基。

[0036] <取代基组Z2>

烷基、烷氧基、芳氧基、杂芳氧基、烷氧基羰基、二烷基氨基、二芳基氨基、芳基烷基氨基、酰基、卤素原子、卤代烷基、烷硫基、芳硫基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、氰基、芳香烃基和芳香杂环基

[0037] 本发明的方式12为一种发光层用材料,其中,在方式8~11中任一项的发光层用材料中,

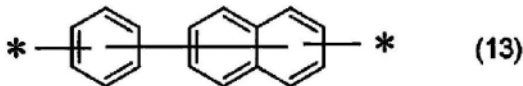
所述式(250)中的W中的至少2个为N。

[0038] 本发明的方式13为一种发光层用材料,其中,在方式8~12中任一项的发光层用材

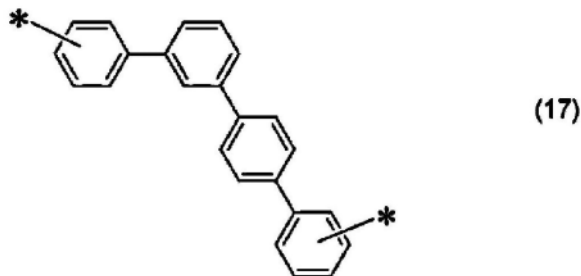
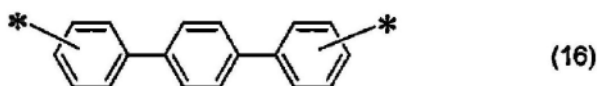
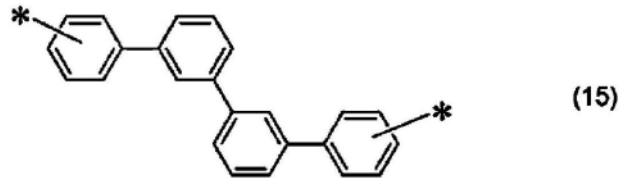
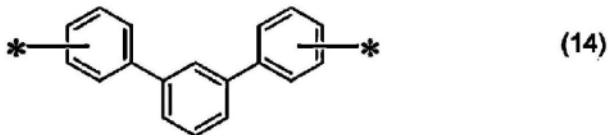
料中,

所述式(250)中的 $g_{11}$ 为1以上时的 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $h_{11}$ 为1以上时的 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $j_{11}$ 为1以上时的 $(Za^1)_{j_{11}}$ 、所述式(240)中的 $Ar^{611}$ 和 $Ar^{612}$ 、以及所述式(260)中的 $m_1$ 为1以上时的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $m_2$ 为1以上时的 $(L^2)_{m_2}$ 、 $m_3$ 为1以上时的 $(L^3)_{m_3}$ 、 $m_4$ 为1以上时的 $(L^4)_{m_4}$ 和 $n$ 为1以上且 $m_5$ 为1以上时的 $(L^5)_{m_5}$ 各自独立地具有选自下式(11)~下式(17)所表示的部分结构中的部分结构。

[0039] [化8]



[0040] [化9]



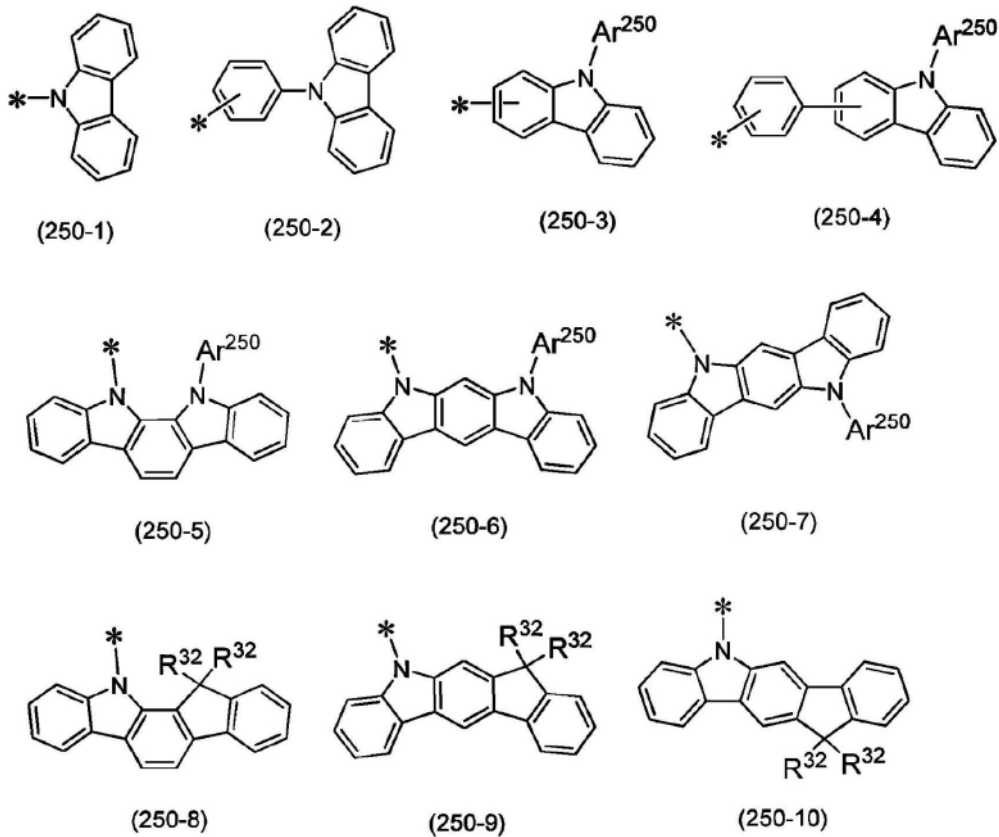
[0041] (各式(11)~式(17)中,\*表示与相邻结构的键合位置,或对式(250)而言 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 或 $Za^2$ 为氢原子时的该氢原子、式(260)时 $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 、 $Ar^{63}$ 、 $Ar^{64}$ 或 $Ar^{65}$ 为氢原子时的该氢原子,存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。)

[0042] 本发明的方式14为一种发光层用材料,其中,在方式8~13中任一项的发光层用材

料中,

所述式(250)中的 $-(Xa^1)_{g11}-(Xa^2)-$ 、 $-(Ya^1)_{h11}-(Ya^2)-$ 和 $-(Za^1)_{j11}-(Za^2)-$ 中的至少一个具有下式(250-1)~下式(250-10)所表示的部分结构或末端结构中的任一个。

[0043] [化10]



[0044] [式(250-1)~式(250-10)中,\*表示键合位置。 $Ar^{250}$ 表示碳原子数6~20的芳香烃基。 $R^{32}$ 表示取代基,式(250-1)~式(250-10)所表示的结构还具有或不具有取代基。]

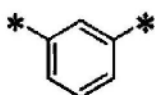
[0045] 本发明的方式15为一种发光层用材料,其中,在方式8~14中任一项的发光层用材料中,

所述主体材料至少包含所述式(240)所表示的化合物。

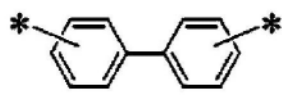
[0046] 本发明的方式16为一种发光层用材料,其中,在方式8~15中任一项的发光层用材料中,

所述式(240)所表示的化合物中的所述 $Ar^{611}$ 和所述 $Ar^{612}$ 各自独立地具有选自下式(11)~(17)和式(21)~(24)中的部分结构。

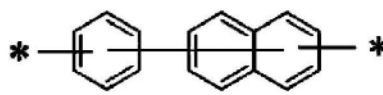
[0047] [化11]



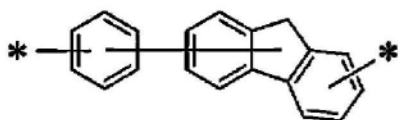
(11)



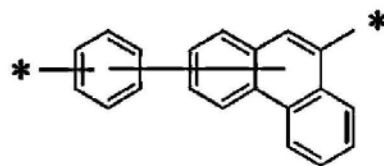
(12)



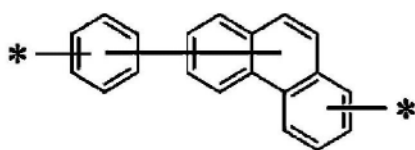
(13)



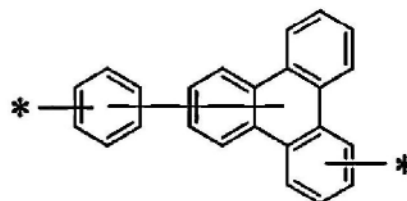
(21)



(22)

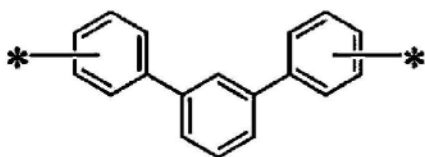


(23)

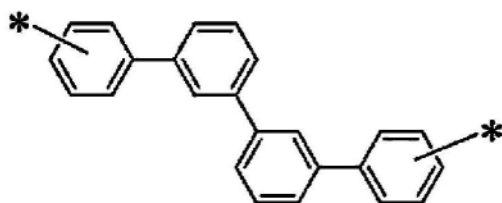


(24)

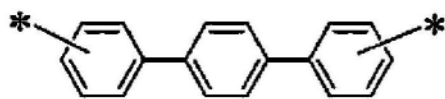
[0048] [化12]



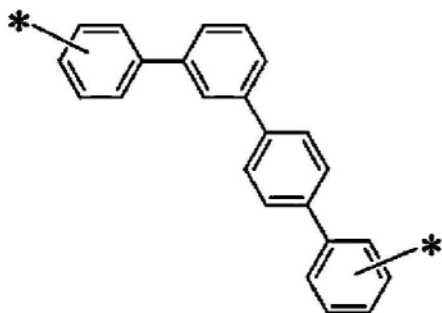
(14)



(15)



(16)



(17)

[0049] (\*表示与相邻结构的键合位置或氢原子,存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置)

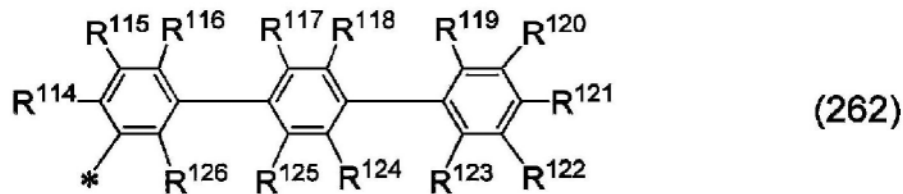
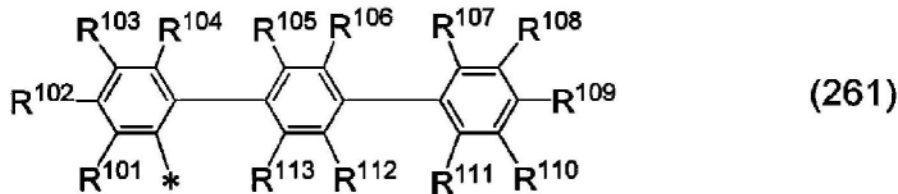
[0050] 本发明的方式17为一种发光层用材料,其中,在方式8~16中任一项的发光层用材料中,

所述主体材料至少包含所述式(260)所表示的化合物。

[0051] 本发明的方式18为一种发光层用材料,其中,在方式8~17中任一项的发光层用材料中,

所述式(260)中的Ar<sup>61</sup>、Ar<sup>62</sup>和至少一个Ar<sup>65</sup>之中,1个以上且3个以下的基团为下式(261)或下式(262)。

[0052] [化13]



[0053] (式(261)或式(262)中,

星号(\*)表示与式(260)的键合位置,

R<sup>101</sup>~R<sup>126</sup>各自独立地表示氢原子或取代基。)

[0054] 本发明的方式19为一种发光层用材料,其中,在方式8~18中任一项的发光层用材料中,

将所述式(250)所表示的化合物设为(A组)、将所述式(240)所表示的化合物设为(B组)和将所述式(260)所表示的化合物设为(C组)时,所述主体材料包含分别选自所述(A组)、所述(B组)和所述(C组)所表示3个组中的至少任意2个组的各至少1种的至少2种的化合物。

[0055] 本发明的方式20为一种有机电致发光元件,其是具有阳极、阴极和发光层的有机电致发光元件,其中,

所述发光层设置在所述阳极与所述阴极之间,

所述发光层包含方式1~19中任一项的发光层用材料。

[0056] 本发明的方式21为一种有机EL显示装置或有机EL照明,其具备方式20的有机电致发光元件。

[0057] 本发明的方式22为一种组合物,其含有方式1~19中任一项的发光层用材料和有机溶剂的组合物。

[0058] 本发明的方式23为一种有机电致发光元件的制造方法,其是在基板上依次具有阳极、发光层和阴极的有机电致发光元件的制造方法,

所述制造方法包括:使用方式22的组合物并利用湿法成膜法来形成所述发光层的步骤。

发明效果

[0059] 本发明的有机电致发光元件显示出优异的元素特性,特别是驱动寿命长。

### 附图说明

[0060] 图1是表示本发明的有机电致发光元件的结构例的截面示意图。

附图标记说明

- [0686] 1 基板  
2 阳极  
3 空穴注入层  
4 空穴传输层  
5 发光层  
6 电子传输层  
7 阴极  
8 有机电致发光元件

### 具体实施方式

[0061] 以下,对作为本发明的一个实施方式的有机电致发光元件的发光层用材料、有机电致发光元件、具备该有机电致发光元件的有机EL显示装置和具备该有机电致发光元件的有机EL照明、组合物和使用该组合物的有机电致发光元件的制造方法的实施方式进行详细说明。

[0062] [有机电致发光元件用材料]

<第一实施方式的材料>

本发明的第一实施方式的发光层用材料为含有发光化合物和有机金属化合物的有机电致发光元件的发光层用材料,其中,

所述有机金属化合物的分子量为1,200以上,

所述发光化合物为下式(1)所表示的化合物,

所述材料满足下述关系式(E-1)。

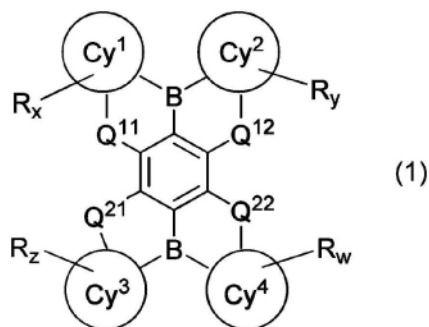
$T1A \geq T1B$ 式(E-1)

(式(E-1)中,

T1A:表示所述有机金属化合物的三重态能级(eV),

T1B:表示所述发光化合物的三重态能级(eV)。

[0063] [化14]



[0064] [式(1)中,环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>各自独立地表示五元环或六元环的芳香烃环或五元环或六元环的芳香杂环。

环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>可进一步具有稠环。

R表示氢原子或取代基,

x、y、z、w各自表示R能够键合于环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>、环Cy<sup>4</sup>的最大数量。

Q<sup>11</sup>、Q<sup>12</sup>、Q<sup>21</sup>和Q<sup>22</sup>表示N-R、O或S。

R存在有多个时,各自可以相同,也可以不同。

R为取代基时相邻的R彼此可以键合而形成环或R可以与相邻的环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>键合而形成环。]

[0065] <第二实施方式的材料>

本发明的第二实施方式的材料为含有发光化合物、有机金属化合物和主体材料的有机电致发光元件的发光层用材料,其中,

所述发光化合物为下式(1)所表示的化合物,

所述有机金属化合物为后述的式(201)所表示的化合物,

所述主体材料为包含选自后述的式(250)所表示的化合物、后述的式(240)所表示的化合物和后述的式(260)所表示的化合物中的至少1种的有机电致发光元件,

所述材料满足下述关系式(E-1)。

$T1A \geq T1B$ 式(E-1)

(式(E-1)中,

T1A:表示所述有机金属化合物的三重态能级(eV),

T1B:表示所述多环杂环化合物的三重态能级(eV)。

[0066] [有机电致发光元件]

本发明的其他实施方式的有机电致发光元件为具有阳极、阴极和发光层的有机电致发光元件,其中,

所述发光层设置在所述阳极与所述阴极之间,

所述发光层包含所述发光层用材料。

[0067] 将本发明的第一实施方式的发光层用材料包含在发光层中的有机电致发光元件的驱动寿命长的原因推测如下。

本发明的有机电致发光元件在发光层中具有有机金属化合物、发光化合物。其中,有机金属化合物起到将在发光层中生成的激发状态的能量高效地传递至发光化合物的作用。

在从有机金属化合物向发光化合物传递激发能量时,当有机金属化合物的分子量小时,则无法忽略有机金属化合物间的相互作用,会失去向发光化合物传递的能量,无法获得较高的性能。认为通过使有机金属化合物的分子量具有一定以上的大小,并且使有机金属化合物和发光化合物的三重态能级和单重态能级处于特定的关系,从而能够适度抑制有机金属化合物间的相互作用,显示出高性能。

认为通过使有机金属化合物的分子量具有一定以上的大小,可抑制有机金属化合物间的相互作用,能够使发光层中的三重态激发能量顺利地向发光化合物迁移。认为通过使三重态激发能量直接迁移至发光化合物,发光化合物难以变得不稳定,能够得到长寿命

的元件。

[0068] 以下的说明是将本发明的实施方式的一例(代表例)作为将本发明的发光层用材料包含在发光层中的有机电致发光元件进行说明,但本发明只要不超出其主旨,就并不特定于这些内容。

[0069] <发光层>

本发明的有机电致发光元件的发光层含有上式(1)所表示的发光化合物和有机金属化合物,其中,

所述有机金属化合物的分子量为1,200以上,

满足下述关系式(E-1)。

$T1A \geq T1B$ 式(E-1)

(式(E-1)中,

T1A:表示所述有机金属化合物的三重态能级(eV),

T1B:表示所述发光化合物的三重态能级(eV)。

[0070] 本发明中通过满足上式(E-1),上述有机金属化合物将在发光层中生成的激发三重态的能量高效地传递至上述发光化合物,使得上述发光化合物以高效率发光。

[0071] 另外,本发明中的发光化合物优选满足下述关系式(E-2)。

$\Delta EST = S1B - T1B \leq 0.30\text{eV}$ 式(E-2)

(S1B:所述发光化合物的单重态能级(eV))

通过满足上式(E-2),所述发光化合物的激发三重态能量被高效地内部转换为激发单重态,使得上述发光化合物以高效率发光。

式(E-2)中的 $\Delta EST$ 为0.30eV以下,优选为0.25eV以下,进一步优选为0.20eV以下。

$\Delta EST$ 的下限值并没有特别限制,通常为0.01eV以上。

[0072] T1A优选为1.90eV以上,更优选为2.00eV以上,进一步优选为2.10eV以上,优选为3.00eV以下,更优选为2.80eV以下,进一步优选为2.70eV以下。认为通过使T1A在该范围内,由于有机金属化合物的激发状态不会过于高能量而有机金属化合物的分解被抑制,并且由于不会过于低能量而有机金属化合物的激发状态快速被传递至发光化合物,因此得到更高性能的元件。

需要说明的是,上述的T1A、T1B和S1B可以通过以下方法求出。

S1B、以及T1A和T1B可以分别由荧光光谱、磷光光谱的峰值波长来求出。荧光光谱、磷光光谱可以使用分光光度计进行测定,例如可以使用日立高新技术株式会社制造的分光荧光光度计F-7000进行测定。测定时,将以下溶液用作试样,所述溶液为将化合物以 $10^{-6} \sim 10^{-5}\text{M}$ 左右的浓度溶解在适当的有机溶剂中而成。荧光光谱在室温下测定。磷光用液氮冷却至77K进行测定。

[0073] 进一步,本发明中的发光化合物优选满足下述关系式(E-3)。

$PkA < PkB$ 式(E-3)

(式(E-3)中,

PkA:表示所述有机金属化合物的最大发光波长(nm)

PkB:表示所述发光化合物的最大发光波长(nm))

[0074] 本发明中通过满足上式(E-3),上述有机金属化合物将在发光层中生成的激发能

量高效地传递至上述发光化合物,使得上述发光化合物以高效率发光。

[0075] PkA优选为550nm以上且650nm以下,下限进一步优选为560nm以上、更优选为570nm以上,上限进一步优选为630nm以下,更优选为610nm以下。PkB只要满足上式(E-3)即可,优选为PkB与PkA之差通常为80nm以下,优选为50nm以下,进一步优选为40nm以下,更优选为30nm以下,特别优选为25nm以下。通过使PkA和PkB为该范围,使有机金属化合物的激发能量高效地传递至发光化合物,因此得到更高性能的元素。此外,认为通过使有机金属化合物的分子量为1,200以上,处于式(E-3)关系的本发明的发光化合物在长波长、特别是红色发光区域高效地发光,得到更高性能的元素。

[0076] (最大发光波长)

PkA、PkB可以通过以下的方法来测定。

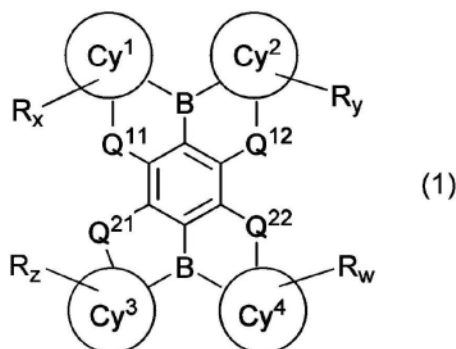
在室温下,制备使本发明中的有机金属化合物或发光化合物以 $1 \times 10^{-4}$ mol/L以下的浓度溶解于有机溶剂而成的溶液,用分光光度计(浜松光子学株式会社制造的有机EL量子效率测定装置C9920-02)测定上述溶液的发光光谱。将显示所得到的发光光谱强度的最大值的波长作为本发明中的最大发光波长。作为溶解有机金属化合物、发光化合物的有机溶剂,适合使用甲苯、2-甲基四氢呋喃等,通常优选为甲苯。

[0077] <发光化合物>

[0078] <多环杂环化合物>

本发明中的发光化合物为下式(1)所表示的多环杂环化合物。

[0079] [化15]



[0080] [式(1)中,环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>各自独立地表示五元环或六元环的芳香烃环或芳香杂环。

环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>可进一步具有稠环。

R表示氢原子或取代基,

x、y、z、w各自表示R能够键合于环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>、环Cy<sup>4</sup>的最大数量。

Q<sup>11</sup>、Q<sup>12</sup>、Q<sup>21</sup>和Q<sup>22</sup>表示N-R、O或S。

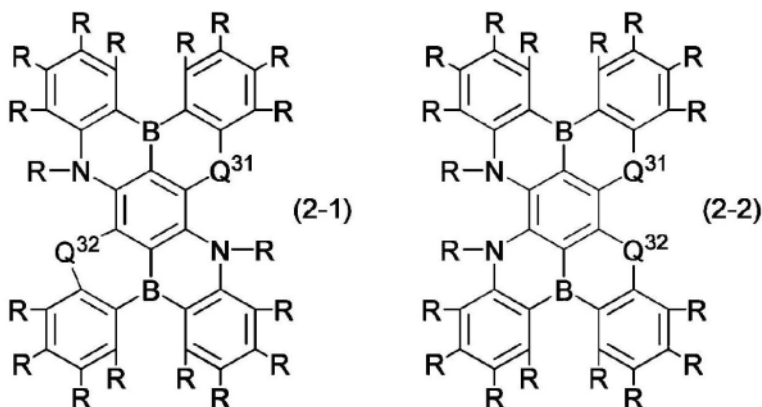
R存在有多个时,各自可以相同,也可以不同。

R为取代基时,相邻的R彼此可以键合而形成环或R与相邻的环Cy<sup>1</sup>、环Cy<sup>2</sup>、环Cy<sup>3</sup>和环Cy<sup>4</sup>键合而形成环。]

[0081] <优选的发光化合物>

上式(1)所表示的发光化合物优选为式(2-1)或式(2-2)所表示的化合物。

[0082] [化16]

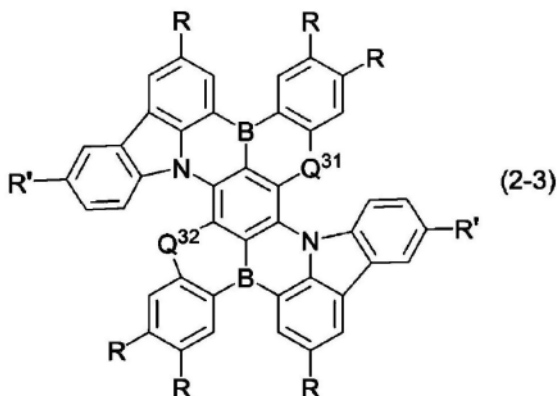


[0083] [式(2-1)和式(2-2)中,  $Q^{31}$ 和 $Q^{32}$ 表示0或S。

R与上式(1)相同,R存在有多个时为相互独立,可以相同,也可以不同。  
R为取代基时相邻的R彼此可以键合而形成环。]

[0084] 上式(1)所表示的发光化合物进一步优选为式(2-3)所表示的化合物。

[0085] [化17]



[0086] [式(2-3)中,  $Q^{31}$ 和 $Q^{32}$ 表示0或S。

R与上式(1)相同,R存在有多个时为相互独立,可以相同,也可以不同。  
R为取代基时相邻的R彼此可以键合而形成环。

R'表示氢原子或取代基,R'存在有多个时为相互独立,可以相同,也可以不同。]

[0087] 上式(1)、上式(2-1)、上式(2-2)和上式(2-3)所表示的发光化合物进一步优选所述R为选自氢原子或下述[取代基组W1]的取代基。上式(2-3)所表示的发光化合物进一步优选所述R'选自下述[R']。

[0088] [R]

R为氢原子或取代基,为取代基时的R为任意的取代基,优选为选自下述[取代基组W1]中的取代基。

[取代基组W1]

D、F、Cl、Br、I、 $-N(R')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-OH$ 、 $-COOR'$ 、 $-C(=O)R'$ 、 $-C(=O)NR'$ 、 $-P(=O)(R')_2$ 、 $-S(=O)R'$ 、 $-S(=O)_2R'$ 、 $-OS(=O)_2R'$ 、碳原子数1以上且30以下的直链、支链或环状烷基、碳原子数1以上且30以下的直链、支链或环状烷氧基、碳原子数1以上且30以下的直链、支链或环状烷硫基、碳原子数2以上且30以下的直链、支链或环状烯基、碳原子数2以上且30以下的直链、支链或环状炔基、碳原子数5以上且60以下的芳香烃基、碳原子数5以上且

60以下的杂芳香基、碳原子数5以上且40以下的芳氧基、碳原子数5以上且40以下的芳硫基、碳原子数5以上且60以下的芳烷基、碳原子数5以上且60以下的杂芳烷基、碳原子数10以上且40以下的二芳基氨基、碳原子数10以上且40以下的芳基杂芳基氨基或碳原子数10以上且40以下的二杂芳基氨基。

2个以上的相邻的R' 可以相互键合而形成脂肪族烃或芳香烃或者杂芳香族的单环或稠环。

该烷基、该烷氧基、该烷硫基、该烯基和该炔基进一步可以被一个以上的R' 取代, 这些基团中的1个-CH<sub>2</sub>-基或2以上不相邻的-CH<sub>2</sub>-基可以被取代为-C(-R')=C(-R')-、-C≡C-、-Si(-R')<sub>2</sub>-、-C(=O)-、-NR'-、-O-、-S-、-CONR'-或二价芳香烃基。此外, 这些基团中的一个以上的氢原子可以被D、F、Cl、Br、I或-CN取代。

该芳香烃基、该杂芳香基、该芳氧基、该芳硫基、该芳烷基、该杂芳烷基、该二芳基氨基、该芳基杂芳基氨基和该二杂芳基氨基各自独立地进一步可以被一个以上的R' 取代。

[0089] [R']

R' 各自独立地选自氢原子、D、F、Cl、Br、I、-N(R'')<sub>2</sub>、-CN、-NO<sub>2</sub>、-Si(R'')<sub>3</sub>、-B(OR'')<sub>2</sub>、-C(=O)R''、-P(=O)(R'')<sub>2</sub>、-S(=O)<sub>2</sub>R''、-OSO<sub>2</sub>R''、碳原子数1以上且30以下的直链、支链或环状烷基、碳原子数1以上且30以下的直链、支链或环状烷氧基、碳原子数1以上且30以下的直链、支链或环状烷硫基、碳原子数2以上且30以下的直链、支链或环状烯基、碳原子数2以上且30以下的直链、支链或环状炔基、碳原子数5以上且60以下的芳香烃基、碳原子数5以上且60以下的杂芳香基、碳原子数5以上且40以下的芳氧基、碳原子数5以上且40以下的芳硫基、碳原子数5以上且60以下的芳烷基、碳原子数5以上且60以下的杂芳烷基、碳原子数10以上且40以下的二芳基氨基、碳原子数10以上且40以下的芳基杂芳基氨基或碳原子数10以上且40以下的二杂芳基氨基。

2个以上的相邻的R' 可以相互键合而形成脂肪族或芳香烃或杂芳香族的单环或稠环。

该烷基、该烷氧基、该烷硫基、该烯基和该炔基进一步可以被一个以上的R'' 取代, 这些基团中的1个-CH<sub>2</sub>-基或2以上不相邻的-CH<sub>2</sub>-基可以被取代为-C(-R'')=C(-R'')-、-C≡C-、-Si(-R'')<sub>2</sub>-、-C(=O)-、-NR''-、-O-、-S-、-CONR''-或二价芳香烃基。此外, 这些基团中的一个以上的氢原子可以被D、F、Cl、Br、I或-CN取代。

该芳香烃基、该杂芳香基、该芳氧基、该芳硫基、该芳烷基、该杂芳烷基、该二芳基氨基、该芳基杂芳基氨基和该二杂芳基氨基进一步可以被一个以上的R'' 取代。

[0090] [R'']

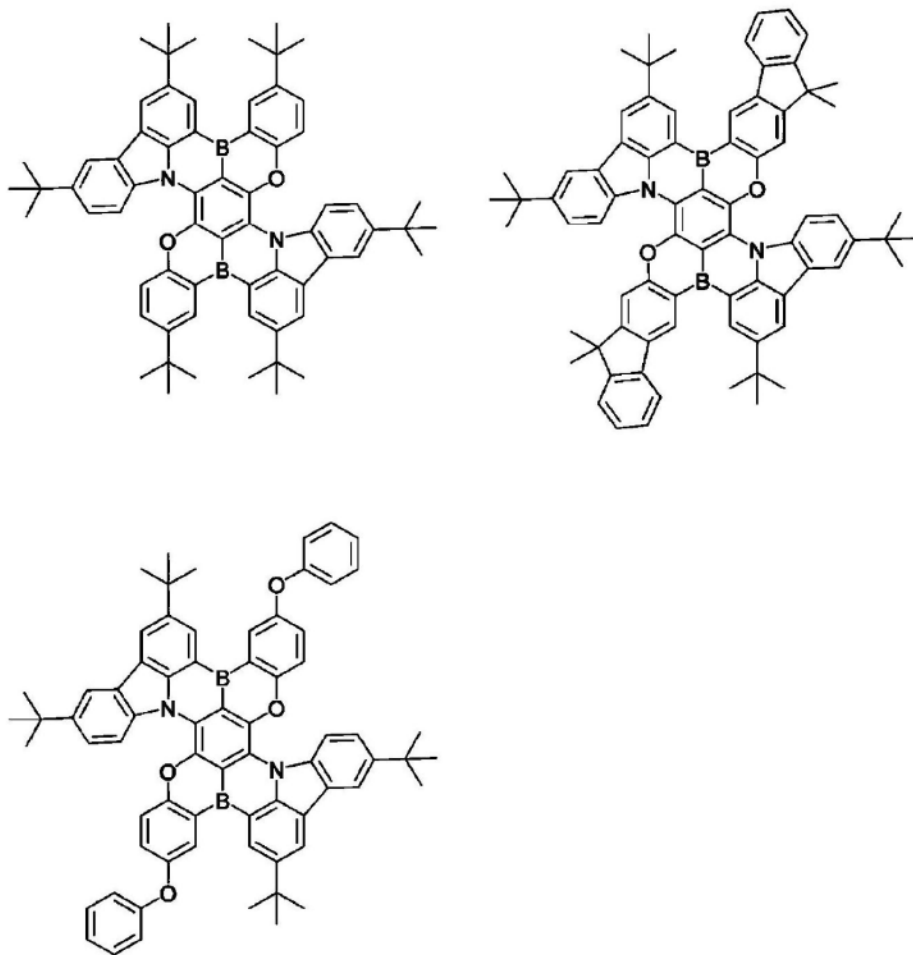
R'' 各自独立地选自氢原子、D、F、-CN、碳原子数1以上且20以下的脂肪烃基、碳原子数1以上且20以下的芳香烃基或碳原子数1以上且20以下的杂芳香基。

2个以上的相邻的R'' 可以相互键合而形成脂肪族或芳香烃或杂芳香族的单环或稠环。

[0091] (多环杂环化合物的具体例)

作为式(1)所表示的多环杂环化合物, 没有特别限定, 具体地可举出以下的结构。

[0092] [化18]



[0093] [有机金属化合物]

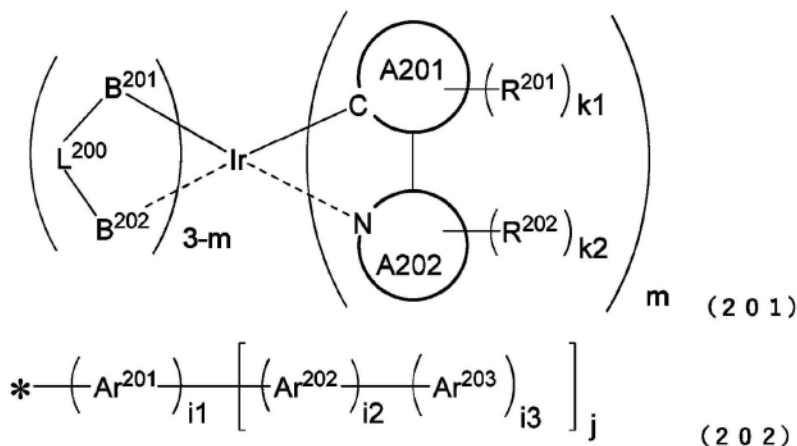
本发明中,有机金属化合物包含选自长式元素周期表(以下,只要没有特别注明,则在称为“元素周期表”时,是指长式元素周期表)中的第7~11族中的金属。作为选自元素周期表第7~11族中的金属,优选可举出:钪、铈、钇、银、镧、铪、铌、钼、铂、金等,其中更优选为铈或铂。

作为有机金属化合物,优选为维尔纳(Werner)型配合物或有机金属配合物。作为配合物的配体,优选为(杂)芳基吡啶配体、(杂)芳基吡唑配体等(杂)芳基与吡啶、吡唑、菲咯啉等连接而成的配体,特别是优选为苯基吡啶配体、苯基吡唑配体。此处,(杂)芳基表示芳基或杂芳基。

[0094] 通过上述金属的重原子效应,含上述金属的有机金属化合物发生从激发单重态向激发三重态的系间窜越,从激发三重态向基底状态的弛豫时间在一定程度上变短。进一步,通过满足前述的关系式(E-1),推测即使通过电子交换相互作用、通过偶极-偶极相互作用,也能够将通过向有机电致发光元件施加电压而产生的激发状态传递至发光化合物,推测即使通过电子交换相互作用、通过偶极-偶极相互作用,从而能够使发光化合物高效地发光。

特别优选为含铈的有机金属配合物。作为含铈的有机金属配合物,优选为式(201)所表示的金属化合物。

[0095] [化19]



[0096] [环A201表示可以具有取代基的芳香烃环结构或可以具有取代基的芳香杂环结构。

环A202表示可以具有取代基的芳香杂环结构。

$R^{201}$ 、 $R^{202}$ 各自独立地为上式(202)所表示的结构。

$R^{201}$ 、 $R^{202}$ 各自存在有多个时,它们可以相同,也可以不同

$\text{Ar}^{201}$ 、 $\text{Ar}^{203}$ 各自独立地表示可以具有取代基的芳香烃环结构或可以具有取代基的芳香杂环结构。

$\text{Ar}^{202}$ 表示可以具有取代基的芳香烃环结构、可以具有取代基的芳香杂环结构或可以具有取代基的脂肪烃结构。

$\text{Ar}^{201}$ 、 $\text{Ar}^{202}$ 和 $\text{Ar}^{203}$ 各自存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

\*表示与环A201或环A202键合。

$\text{B}^{201}$ - $\text{L}^{200}$ - $\text{B}^{202}$ 表示阴离子性的双齿配体。 $\text{B}^{201}$ 和 $\text{B}^{202}$ 各自独立地表示碳原子、氧原子或氮原子,这些原子可以是构成环的原子,其为构成环的原子时的 $\text{B}^{201}$ 和/或 $\text{B}^{202}$ 表示环结构。 $\text{L}^{200}$ 表示单键或与 $\text{B}^{201}$ 和 $\text{B}^{202}$ 一起构成双齿配体的原子团。

$\text{B}^{201}$ - $\text{L}^{200}$ - $\text{B}^{202}$ 存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

$i_1$ 、 $i_2$ 各自独立地表示0以上且12以下的整数。

$i_3$ 为以能够在 $\text{Ar}^{202}$ 中取代的个数为上限的0以上的整数。

$j$ 为以能够在 $\text{Ar}^{201}$ 中取代的个数为上限的0以上的整数。

$k_1$ 、 $k_2$ 各自独立地为以能够在环A201、环A202中取代的个数为上限的0以上的整数。

$m$ 为1~3的整数。]

[0097] (环A201、环A202)

作为环A201中的芳香烃环,优选为碳原子数6~30的芳香烃环,具体地,优选为苯环、萘环、蒽环、三苯环、茚环、茱萸环、芴环。

[0098] 作为环A201中的芳香杂环,优选为包含氮原子、氧原子或硫原子中的任一者作为杂原子的碳原子数3~30的芳香杂环,进一步优选为咪唑环、苯并咪唑环、噻吩环、苯并噻吩环。

[0099] 作为环A201,更优选为苯环、萘环、芴环,特别优选为苯环或芴环,最优选为苯环。

[0100] 作为环A202中的芳香杂环,优选为包含氮原子、氧原子或硫原子中的任一者作为

杂原子的碳原子数3~30的芳香杂环,具体地为吡啶环、吡嗪环、嘧啶环、咪唑环、噁唑环、噻唑环,最优选为吡啶环。

[0101] m为2或3时,多个环A201和多个环A202可以分别相同或不同。

[0102] 作为环A201与环A202的优选组合,当以(环A201-环A202)表述时,则为(苯环-吡啶环)、(苯环-喹啉环)、(苯环-喹喔啉环)、(苯环-喹唑啉环)、(苯环-咪唑环)、(苯环-苯并噻唑环),最优选为(苯环-吡啶环)。

[0103] 环A201、环A202所可以具有的取代基可以任意地选择,但优选为选自后述的取代基组S中的一种或多种取代基。

[0104] 键合于环A201的取代基彼此、键合于环A202的取代基彼此或键合于环A201的取代基与键合于环A202的取代基彼此可以相互键合而形成环。

[0105] ( $R^{201}$ 、 $R^{202}$ )

$R^{201}$ 、 $R^{202}$ 各自独立地为上式(202)所表示的结构,“\*”表示与环A201或环A202键合。 $R^{201}$ 、 $R^{202}$ 可以相同,也可以不同。 $R^{201}$ 、 $R^{202}$ 各自存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。即, $R^{201}$ 存在有多个时,它们可以相同,也可以不同, $R^{202}$ 存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

[0106] ( $Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 、 $Ar^{203}$ )

$Ar^{201}$ 、 $Ar^{203}$ 各自独立地表示可以具有取代基的芳香烃环结构或可以具有取代基的芳香杂环结构。

$Ar^{202}$ 表示可以具有取代基的芳香烃环结构、可以具有取代基的芳香杂环结构或可以具有取代基的脂肪烃结构。

$Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 和 $Ar^{203}$ 各自存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。即, $Ar^{201}$ 存在有多个时,它们可以相同,也可以不同, $Ar^{202}$ 存在有多个时,它们可以相同,也可以不同, $Ar^{203}$ 存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

在 $Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 、 $Ar^{203}$ 中的任一者为可以具有取代基的芳香烃环结构的情况下,作为芳香烃环结构,优选为碳原子数6~30的芳香烃环,具体地,优选为苯环、萘环、蒽环、三苯环、茈环、荧蒽环、茚环,更优选为苯环、萘环、茚环,最优选为苯环。

[0107] 在 $Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 、 $Ar^{203}$ 中的任一者为可以具有取代基的茚环的情况下,茚环的9位和9'位优选具有取代基或与相邻的结构键合。

[0108] 在 $Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 、 $Ar^{203}$ 中的任一者为可以具有取代基的苯环的情况下,优选为至少一个苯环在间位或对位与相邻的结构键合,更优选为至少一个苯环在间位与相邻的结构键合。

[0109] 在 $Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 、 $Ar^{203}$ 中的任一者为可以具有取代基的芳香杂环结构的情况下,作为芳香杂环结构,优选为包含氮原子、氧原子或硫原子中的任一者作为杂原子的碳原子数3~30的芳香杂环,具体地,可举出:吡啶环、嘧啶环、吡嗪环、三嗪环、咪唑环、噁唑环、噻唑环、苯并噻唑环、苯并噁唑环、苯并咪唑环、喹啉环、异喹啉环、喹喔啉环、喹唑啉环、萘啶环、菲啶环、咪唑环、二苯并咪唑环、二苯并噻吩环,进一步优选为吡啶环、嘧啶环、三嗪环、咪唑环、二苯并咪唑环、二苯并噻吩环。

[0110] 在 $Ar^{201}$ 、 $Ar^{202}$ 、 $Ar^{203}$ 中的任一者为可以具有取代基的咪唑环的情况下,咪唑环的N位优选具有取代基或与相邻的结构键合。

[0111] 在Ar<sup>202</sup>为可以具有取代基的脂肪烃结构的情况下,作为脂肪烃结构,为具有直链、支链或环状结构的脂肪烃结构,优选为碳原子数为1以上且24以下的脂肪烃,进一步优选为碳原子数为1以上且12以下的脂肪烃,更优选为碳原子数为1以上且8以下的脂肪烃。

[0112] (i1、i2、i3、j、k1、k2)

i1、i2各自独立地优选为1~12的整数,进一步优选为1~8的整数,更优选为1~6的整数。通过为该范围,可预见溶解性提高、电荷传输性提高。

[0113] i3优选为0~5的整数,进一步优选为0~2的整数,更优选为0或1。

[0114] j表示优选为0~2的整数,进一步优选为0或1。

[0115] k1、k2优选为0~3的整数,进一步优选为1~3的整数,更优选为1或2,特别优选为1。

[0116] Ar<sup>201</sup>、Ar<sup>202</sup>、Ar<sup>203</sup>可以具有的取代基可以任意地选择,但优选为选自后述的取代基组S中的一种或多种取代基,更优选为氢原子、烷基、芳基,特别优选为氢原子、烷基,最优选为非取代(氢原子)。

[0117] 在没有特别说明的情况下,作为取代基,优选为选自以下取代基组S中的基团。

[0118] (取代基组S)

- 烷基,优选为碳原子数1~20的烷基,更优选为碳原子数1~12的烷基,进一步优选为碳原子数1~8的烷基,特别优选为碳原子数1~6的烷基。烷基可以为直链或支链。

- 烷氧基,优选为碳原子数1~20的烷氧基,更优选为碳原子数1~12的烷氧基,进一步优选为碳原子数1~6的烷氧基。

- 芳氧基,优选为碳原子数6~20的芳氧基,更优选为碳原子数6~14的芳氧基,进一步优选为碳原子数6~12的芳氧基,特别优选为碳原子数6的芳氧基。

- 杂芳氧基,优选为碳原子数3~20的杂芳氧基,更优选为碳原子数3~12的杂芳氧基。

- 烷基氨基,优选为碳原子数1~20的烷基氨基,更优选为碳原子数1~12的烷基氨基。

- 芳基氨基,优选为碳原子数6~36的芳基氨基,更优选为碳原子数6~24的芳基氨基。

- 芳烷基,优选为碳原子数7~40的芳烷基,更优选为碳原子数7~18的芳烷基,进一步优选为碳原子数7~12的芳烷基。

- 杂芳烷基,优选为碳原子数7~40的杂芳烷基,更优选为碳原子数7~18的杂芳烷基。

- 烯基,优选为碳原子数2~20的烯基,更优选为碳原子数2~12的烯基,进一步优选为碳原子数2~8的烯基,特别优选为碳原子数2~6的烯基。

- 炔基,优选为碳原子数2~20的炔基,更优选为碳原子数2~12的炔基。

- 芳基,优选为碳原子数6~30的芳基,更优选为碳原子数6~24的芳基,进一步优选为碳原子数6~18的芳基,特别优选为碳原子数6~14的芳基。

- 杂芳基,优选为碳原子数3~30的杂芳基,更优选为碳原子数3~24的杂芳基,进一步优选为碳原子数3~18的杂芳基,特别优选为碳原子数3~14的杂芳基。

- 烷基甲硅烷基,优选为烷基的碳原子数为1~20的烷基甲硅烷基,更优选为烷基

的碳原子数为1~12的烷基甲硅烷基。

• 芳基甲硅烷基,优选为芳基的碳原子数为6~20的芳基甲硅烷基,更优选为芳基的碳原子数为6~14的芳基甲硅烷基。

• 烷基羰基,优选为碳原子数2~20的烷基羰基。

• 芳基羰基,优选为碳原子数7~20的芳基羰基。

• 氢原子、氘原子、氟原子、氰基或-SF<sub>5</sub>。

[0119] 以上基团的一个以上的氢原子可以被氟原子取代,或者一个以上的氢原子也可以被氘原子取代。

[0120] 只要没有特别说明,则芳基为芳香烃,杂芳基为芳香杂环。

[0121] (取代基组S中的优选基团)

这些取代基组S中,优选为烷基、烷氧基、芳氧基、芳基氨基、芳烷基、烯基、芳基、杂芳基、烷基甲硅烷基、芳基甲硅烷基、这些基团的一个以上的氢原子被氟原子取代的基团、氟原子、氰基或-SF<sub>5</sub>,更优选为烷基、芳基氨基、芳烷基、烯基、芳基、杂芳基、这些基团的一个以上的氢原子被氟原子取代的基团、氟原子、氰基或-SF<sub>5</sub>,进一步优选为烷基、烷氧基、芳氧基、芳基氨基、芳烷基、烯基、芳基、杂芳基、烷基甲硅烷基、芳基甲硅烷基,特别优选为烷基、芳基氨基、芳烷基、烯基、芳基、杂芳基,最优选为烷基、芳基氨基、芳烷基、芳基、杂芳基。

[0122] 这些取代基组S也可以进一步具有选自取代基组S中的取代基作为取代基。可以具有的取代基的优选基团、更优选基团、进一步优选基团、特别优选基团、最优选基团与取代基组S中的优选基团等相同。

[0123] (式(201)的优选结构)

在上式(201)中的上式(202)所表示的结构中,优选为具有连接有苯环而成的基团的结构、环A201或环A202中具有键合有烷基或芳烷基的芳香烃基或芳香杂环基的结构、环A201或环A202中键合有树枝化基元(dendron)的结构。

[0124] 在具有连接有苯环而成的基团的结构中,Ar<sup>201</sup>为苯环结构,i1为1~6,至少一个所述苯环在邻位或间位与相邻的结构键合。

通过为该结构,可期待溶解性提高,并且电荷传输性提高。

[0125] 在环A201或环A202中具有键合有烷基或芳烷基的芳香烃基或芳香杂环基的结构中,

Ar<sup>201</sup>为芳香烃结构或芳香杂环结构,i1为1~6,Ar<sup>202</sup>为脂肪烃结构,i2为1~12,优选为3~8,Ar<sup>203</sup>为苯环结构,i3为0或1。

在该结构的情况下,优选为Ar<sup>201</sup>为上述芳香烃结构,进一步优选为1~5个苯环连接而成的结构,更优选为1个苯环。

通过为该结构,可期待溶解性提高,并且电荷传输性提高。

[0126] 在环A201或环A202中键合有树枝化基元的结构中,Ar<sup>201</sup>、Ar<sup>202</sup>为苯环结构,Ar<sup>203</sup>为联苯基或三联苯结构,i1、i2为1~6,i3为2,j为2。

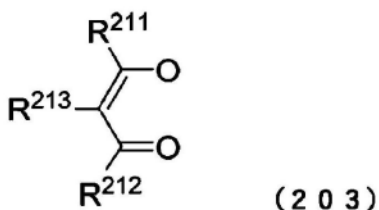
通过为该结构,可期待溶解性提高,并且电荷传输性提高。

[0127] (由B<sup>201</sup>-L<sup>200</sup>-B<sup>202</sup>表示的结构)

B<sup>201</sup>-L<sup>200</sup>-B<sup>202</sup>存在有多个时,它们可以相同,也可以不同。

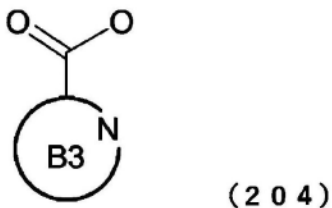
由B<sup>201</sup>-L<sup>200</sup>-B<sup>202</sup>表示的结构优选为下式(203)或(204)所表示的结构。

[0128] [化20]

[0129]  $R^{211}$ 、 $R^{212}$ 、 $R^{213}$ 表示取代基。

取代基没有特别限定,优选为选自上述取代基组S中的基团。

[0130] [化21]



[0131] 环B3表示可以具有取代基且含氮原子的芳香杂环结构。

环B3优选为吡啶环。

环B3所可以具有的取代基没有特别限定,优选为选自上述取代基组S中的基团。

[0132] (分子量)

有机金属化合物的分子量的上限没有特别限制,优选为10000以下,进一步优选为5000以下,更优选为4000以下,特别优选为3000以下。此外,有机金属化合物的分子量为1200以上,优选为1300以上、更优选为1700以上。认为通过为该分子量范围,能够使有机金属化合物不凝聚而与本发明的芳香族化合物和/或其他电荷传输材料均匀地混合,得到发光效率高、发光寿命长的发光层。

[0133] 基于 $T_g$ 、熔点、分解温度等高、有机金属化合物和所形成的发光层的耐热性优异的角度以及基于不易发生因气体产生、再结晶化和分子迁移等所引起的膜质下降、伴随材料热分解的杂质浓度上升等角度,有机金属化合物的分子量优选为较大。另一方面,基于有机化合物的纯化容易的角度,有机金属化合物的分子量优选为较小。

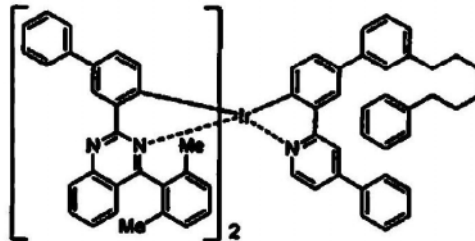
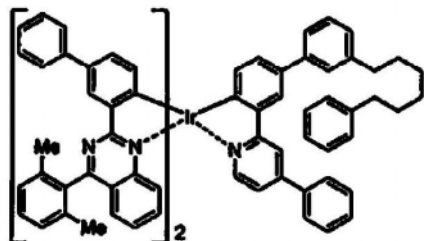
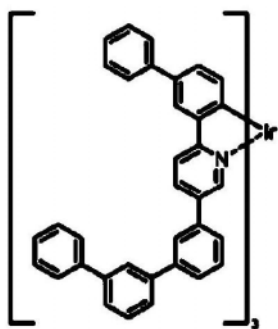
[0134] 另外,将上述有机金属化合物的分子量设为 $M_wA$ 、上述发光化合物的分子量设为 $M_wB$ 时, $M_wA/M_wB$ 优选为1.0以上、更优选为1.5以上、进一步优选为2.0以上。认为通过在该 $M_wA/M_wB$ 的范围内,能够适当产生从有机金属化合物向发光化合物的能量,得到发光效率高、发光寿命长的发光层。

[0135] (有机金属化合物的具体例)

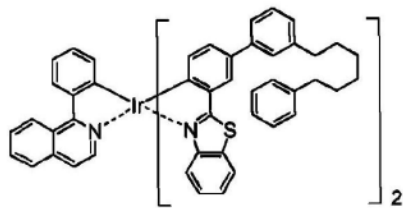
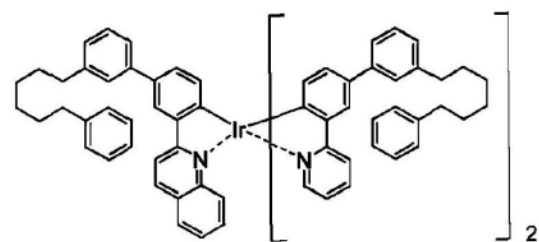
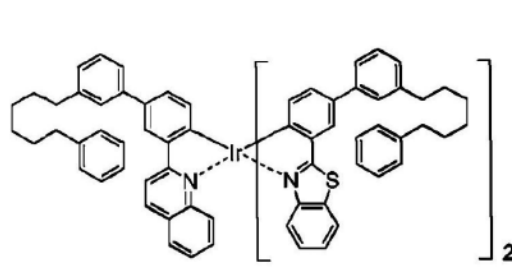
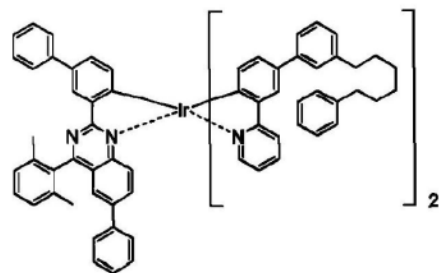
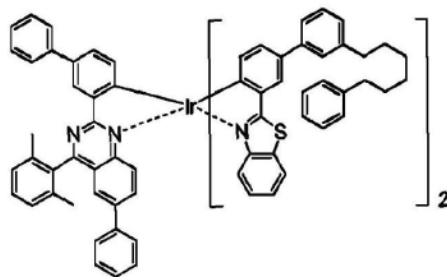
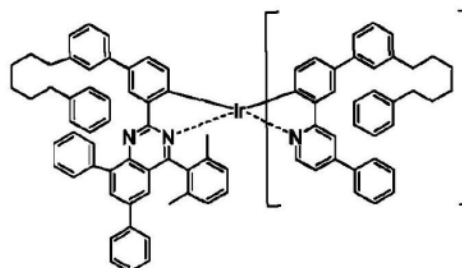
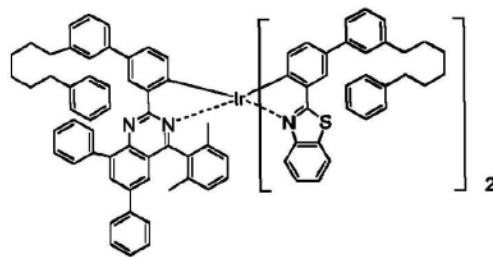
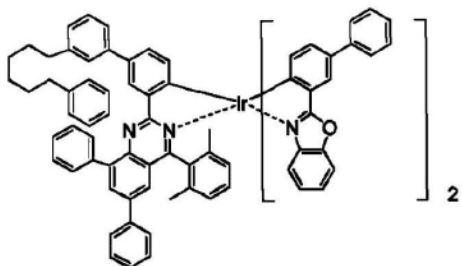
作为式(201)所表示的有机金属化合物没有特别限定,具体地可举出以下的结构。

需要说明的是,Me是指甲基,Ph是指苯基。

[0136] [化22]



[0137] [化23]



**[0138]** [主体材料]

发光层进一步优选含有主体材料。即,本发明的有机电致发光元件的发光层用材料进一步优选含有主体材料。主体材料优选为电荷传输材料,可以使用以往用作有机电致发光元件用材料。用作发光层的主体材料的电荷传输材料为具有电荷传输性优异的骨架的材料,优选选自电子传输材料、空穴传输材料和能传输电子与空穴这两者的双极性材料。进一步,本发明中,电荷传输材料还包含调整电荷的传输性的材料。

作为电荷传输性优异的骨架,具体地,例如可举出:吡啶、嘧啶、三嗪、咪唑、萘、茈、蒽、蒹、并四苯、菲、晕苯、荧蒽、苯并菲、芴、乙酰萘并荧蒽、香豆素、对双(2-苯基乙烯基)苯和它们的衍生物、喹吖啶酮衍生物、DCM(4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(对二甲基氨基苯乙基)-4H-吡喃,(4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran))系化合物、苯并吡喃衍生物、若丹明衍生物、苯并噻吨衍生物、氮杂苯并噻吨、取代有芳基氨基的稠合芳香环化合物、取代有芳基氨基的苯乙烯基衍生物等。

**[0139]** 这些可以单独使用一种,并且也可以以任意的组合和比率使用两种以上。

**[0140]** 这些之中,优选为吡啶、嘧啶、三嗪、咪唑、萘、茈、蒽、蒹、并四苯、菲、晕苯、荧蒽、苯并菲、芴、乙酰萘并荧蒽和它们的衍生物,进一步优选为蒽衍生物。

**[0141]** 作为电荷传输性优异的骨架,具体地,可举出:芳香结构、芳香胺结构、三芳基胺结构、二苯并呋喃结构、萘结构、菲结构、酞菁结构、卟啉结构、噻吩结构、苝基苯结构、芴结构、喹吖啶酮结构、三亚苯结构、咪唑结构、茈结构、蒽结构、菲咯啉结构、喹啉结构、吡啶结构、嘧啶结构、三嗪结构、噁二唑结构或咪唑结构等。

**[0142]** 作为电子传输材料,更优选为具有电子传输性优异的骨架且比较稳定的吡啶结构、嘧啶结构或三嗪结构的化合物,进一步优选为具有嘧啶结构或三嗪结构的化合物。作为电子传输材料,特别优选为后述的式(250)所表示的化合物。

**[0143]** 空穴传输材料为具有空穴传输性优异结构的化合物,在所述电荷传输性优异的骨架之中,作为空穴传输性优异的结构,优选为咪唑结构、二苯并呋喃结构、三芳基胺结构、萘结构、菲结构或茈结构,进一步优选为咪唑结构、二苯并呋喃结构或三芳基胺结构。作为空穴传输材料,特别优选为后述的式(240)所表示的化合物。

**[0144]** 作为能传输电子与空穴这两者的双极性材料,优选为具有电子传输性优异的骨架和空穴传输性优异的骨架这两者的材料。

作为调整电荷传输性的材料,优选为具有多个苯环连接而成结构的化合物即后述的式(260)所表示的化合物。认为通过包含该化合物作为主体材料,发光层内所生成的激子会高效地再结合而使发光效率变高,此外,认为发光层内的电荷传输性得到适当调整而抑制发光材料的劣化,驱动寿命变长。

**[0145]** 用作发光层的主体材料的电荷传输材料优选为具有三环以上的稠环结构的化合物,进一步优选为具有2个以上的三环以上的稠环结构的化合物或具有至少1个的五环以上的稠环的化合物。通过为这些化合物,容易得到分子的刚直性增加、抑制响应热的分子运动程度的效果。进一步,基于电荷传输性和材料的耐久性的角度,三环以上的稠环和五环以上的稠环优选具有芳香烃环或芳香杂环。

**[0146]** 作为三环以上的稠环结构,具体地,可举出:蒽结构、菲结构、茈结构、蒹结构、并四苯结构、三亚苯结构、芴结构、苯并芴结构、茛并芴结构、喹啉并芴结构、咪唑结构、茛并咪唑

结构、吡啶并咪唑结构、二苯并呋喃结构、二苯并噻吩结构等。

[0147] 在三环以上的稠环结构中,从电荷传输性和溶解性的观点出发,优选为选自由菲结构、茛结构、茛并茛结构、咪唑结构、茛并咪唑结构、吡啶并咪唑结构、二苯并呋喃结构和二苯并噻吩结构组成的组中的至少一个,从相对于电荷的耐久性的观点出发,进一步优选为咪唑结构或吡啶并咪唑结构。

[0148] [(A组)、(B组)、(C组)]

此处,本说明书中,为方便起见,将发光层所可包含的主体材料如下所述地称为(A组)、(B组)、(C组)。

(A组)电子传输材料,优选为下式(250)所表示的化合物

(B组)空穴传输材料,优选为下式(240)所表示的化合物

(C组)调整电荷传输性的材料,优选为下式(260)所表示的化合物

[0149] 本发明中,能够包含在发光层中的主体材料优选含有选自(A组)、(B组)和(C组)所表示3个组中的至少一个组中的至少1种的化合物,

进一步优选含有选自所述(A组)或所述(B组)中的至少1种的化合物,

进一步优选含有分别选自所述(A组)、所述(B组)和所述(C组)所表示3个组中的至少任意2个组的各至少1种的至少2种的化合物,

进一步优选含有选自所述(A组)和所述(B组)所表示2个组各自中的至少2种的化合物,

特别优选含有选自所述(A组)、所述(B组)和所述(C组)所表示3个组的各至少1种的至少3种的化合物。

需要说明的是,选自各个组中的化合物可以为一种,也可以为两种以上。

[0150] 由于选自(A组)中的化合物优选为下式(250)所表示的化合物,选自(B组)中的化合物优选为下式(240)所表示的化合物,选自(C组)中的化合物优选为下式(260)所表示的化合物,

发光层中所含的主体材料进一步优选含有选自下式(250)所表示的化合物、下式(240)所表示的化合物和下式(260)所表示的化合物中至少任意2种中各自至少1种的至少2种的化合物,

进一步优选含有分别选自下式(250)所表示的化合物和下式(240)所表示的化合物中的至少2种的化合物,

特别优选含有分别选自下式(250)所表示的化合物、下式(240)所表示的化合物和下式(260)所表示的化合物中的各至少1种的至少3种的化合物。

[0151] 认为本发明的有机电致发光元件在发光层中包含具有含氮的六元芳杂环与苯环连接而成的结构的化合物即上式(250)所表示的化合物作为主体材料的情况下,发光层内的电荷传输性被适当地调整,低电压化、发光效率提高,能够抑制作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物和上式(201)所表示的有机金属化合物的劣化,驱动寿命变长。特别是在具有上式(250)的W全部为氮原子的三嗪结构的情况下,LUMO比较深,除了电子传输性之外还具有适度的电子捕获性,通过不向上式(1)所表示的多环杂环化合物和上式(201)所表示的有机金属化合物过多地供给电子,作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物和上式(201)所表示的有机金属化合物的耐久性提高,其结果是认为有机电致发光元

件的驱动寿命变得 longer。特别是,认为电子进入作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物的硼原子所具有的空p轨道,有可能抑制作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物和上式(201)所表示的有机金属化合物发生劣化。

[0152] 另外,上式(250)所表示的化合物在中心具有含氮原子的芳香六元环,因此电子传输性高。因此,认为在使用上式(250)所表示的化合物作为主体材料的情况下,进一步通过使用空穴传输性高的主体材料作为其他主体材料,会进一步低电压化、驱动寿命变长。

[0153] 认为本发明的有机电致发光元件在发光层中含有包含具有2个咪唑环的结构化合物即上式(240)所表示的化合物作为主体材料的情况下,发光层内的电荷传输性被适当地调整,低电压化,能够抑制作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物和上式(201)所表示的有机金属化合物的劣化,驱动寿命变长。认为在作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物或上式(201)所表示的有机金属化合物直接接受从阳极侧的层注入的空穴而成为氧化状态时有可能劣化的情况下,上式(240)所表示的化合物具有空穴传输性而容易从阳极侧的层接受空穴,因此作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物或上式(201)所表示的有机金属化合物不易直接氧化,从而劣化被抑制。相反,认为在作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物或上式(201)所表示的有机金属化合物直接接受从阴极侧注入的电子而成为还原状态时容易劣化的情况下,从式(240)所表示的化合物向作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物或上式(201)所表示的有机金属化合物快速传输空穴,通过发光材料再结合发光而劣化被抑制。

[0154] 式(240)所表示的化合物的空穴传输性优异,向上式(201)所表示的有机金属化合物的空穴传输性优异。此外,认为式(240)所表示的化合物具有2个平面性高的咪唑结构,因此向平面性高的多环杂环化合物即上式(1)所表示的多环杂环化合物的空穴传输性提高。此时,认为通过也快速地进行向作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物供给电子而快速地再结合发光,也抑制发光材料的劣化。因此,认为通过使用上式(240)所表示的化合物作为第一主体材料,并且使用电子传输性高的材料作为第二主体材料,从而能够得到低电压化、驱动寿命长的有机电致发光元件。作为电子传输性高的主体,优选为上式(250)所表示的化合物。

[0155] 认为本发明的有机电致发光元件在发光层中包含具有多个苯环连接而成结构的化合物即上式(260)所表示的化合物作为主体材料的情况下,发光层内的电荷传输性被适当地调整,能够抑制作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物或上式(201)所表示的有机金属化合物的劣化,驱动寿命变长。特别是,上式(260)所表示的化合物具有抑制电荷传输性的效果。特别是,认为在将电子传输性优异的上式(250)所表示的化合物用作主体材料的情况下,通过将式(260)所表示的化合物作为主体材料进一步加入,使得作为发光材料的上式(1)所表示的多环杂环化合物或上式(201)所表示的有机金属化合物不会过度还原而劣化,可抑制发光层内的电子输送性,元件的驱动寿命变长。

[0156] <取代基的定义>

主体材料所可以具有的取代基选自取代基组Z2。

<取代基组Z2>

取代基组Z2是由烷基、烷氧基、芳氧基、杂芳氧基、烷氧基羰基、二烷基氨基、二芳基氨基、芳基烷基氨基、酰基、卤素原子、卤代烷基、烷硫基、芳硫基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、

氰基、芳香烃基和芳香杂环基构成的组。这些取代基可以包含直链、支链和环状中的任一种结构。

[0157] 作为取代基组Z2,更具体地,可举出以下的结构。

例如,甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、正己基、环己基、十二烷基等碳原子数通常为1以上、优选为4以上且通常为24以下、优选为12以下,更优选为8以下,进一步优选为6以下的直链、支链或环状的烷基;

例如,甲氧基、乙氧基等碳原子数通常为1以上且通常为24以下、优选为12以下的烷氧基;

例如,苯氧基、萘氧基、吡啶氧基等碳原子数通常为4以上、优选为5以上且通常为36以下、优选为24以下的芳氧基或杂芳氧基;

例如,甲氧基羰基、乙氧基羰基等碳原子数通常为2以上且通常为24以下、优选为12以下的烷氧基羰基;

例如,二甲基氨基、二乙基氨基等碳原子数通常为2以上且通常为24以下、优选为12以下的二烷基氨基;

例如,二苯基氨基、二甲苯基氨基等碳原子数通常为10以上、优选为12以上且通常为36以下、优选为24以下的二芳基氨基;

例如,苯基甲基氨基等碳原子数通常为7以上且通常为36以下、优选为24以下的芳基烷基氨基;

例如,乙酰基、苯甲酰基等碳原子数通常为2以上且通常为24以下、优选为12以下的酰基;

例如,氟原子、氯原子等卤素原子;

例如,三氟甲基等碳原子数通常为1以上且通常为12以下、优选为6以下的卤代烷基;

例如,甲硫基、乙硫基等碳原子数通常为1以上且通常为24以下、优选为12以下的烷硫基;

例如,苯硫基、萘硫基、吡啶硫基等碳原子数通常为4以上、优选为5以上且通常为36以下、优选为24以下的芳硫基;

例如,三甲基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基等碳原子数通常为2以上、优选为3以上且通常为36以下、优选为24以下的甲硅烷基;

例如,三甲基甲硅烷氧基、三苯基甲硅烷氧基等碳原子数通常为2以上、优选为3以上且通常为36以下、优选为24以下的甲硅烷氧基;

氰基;

例如,苯基、萘基等碳原子数通常为6以上且通常为36以下、优选为24以下的芳香烃基;

例如,噻吩基、吡啶基等碳原子数通常为3以上、优选为4以上且通常为36以下、优选为24以下的芳香杂环基。

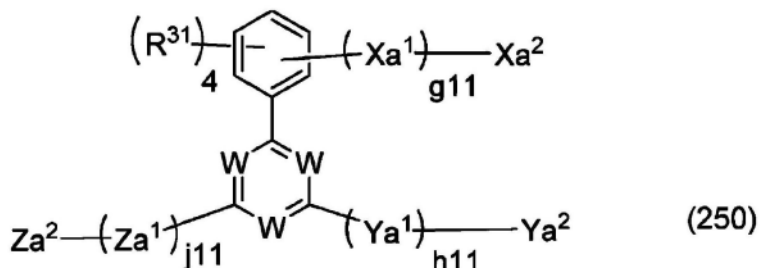
[0158] 上述的取代基组Z2之中,优选为烷基、烷氧基、二芳基氨基、芳香烃基或芳香杂环基。从电荷传输性的观点出发,作为取代基,优选为芳香烃基或芳香杂环基,更优选为芳香烃基,进一步优选为不具有取代基。从溶解性提高的观点出发,作为取代基,优选为烷基或

烷氧基。

[0159] 另外,上述取代基组Z2的各取代基可进一步具有取代基。作为这些取代基,可举出与上述取代基(取代基组Z2)相同的基团。上述取代基组Z2所可以具有的各取代基优选为碳原子数8以下的烷基、碳原子数8以下的烷氧基或苯基,更优选为碳原子数6以下的烷基、碳原子数6以下的烷氧基或苯基,从电荷传输性的观点出发,上述取代基组Z2的各取代基更优选不具有进一步的取代基。

[0160] <式(250)所表示的化合物>

[0161] [化24]



[0162] (式(250)中,

W各自独立地表示CH或N,至少一个W为N,

Xa<sup>1</sup>、Ya<sup>1</sup>和Za<sup>1</sup>各自独立地表示可以具有取代基的碳原子数6~30的二价芳香烃基或可以具有取代基的碳原子数3~30的二价芳香杂环基,

Xa<sup>2</sup>、Ya<sup>2</sup>和Za<sup>2</sup>各自独立地表示氢原子、可以具有取代基的碳原子数6~30的一价的芳香烃基或可以具有取代基的碳原子数3~30的一价的芳香杂环基,

g<sub>11</sub>、h<sub>11</sub>和j<sub>11</sub>各自独立地表示0~6的整数,

g<sub>11</sub>、h<sub>11</sub>、j<sub>11</sub>中的至少一个为1以上的整数,

g<sub>11</sub>为2以上时,多个存在的Xa<sup>1</sup>可以相同,也可以不同,

h<sub>11</sub>为2以上时,多个存在的Ya<sup>1</sup>可以相同,也可以不同,

j<sub>11</sub>为2以上时,多个存在的Za<sup>1</sup>可以相同,也可以不同,

R<sup>31</sup>表示氢原子或取代基,4个R<sup>31</sup>可以相同,也可以不同,

其中,g<sub>11</sub>、h<sub>11</sub>或j<sub>11</sub>为0时,各自对应的Xa<sup>2</sup>、Ya<sup>2</sup>、Za<sup>2</sup>不是氢原子。)

[0163] Xa<sup>1</sup>、Ya<sup>1</sup>、Za<sup>1</sup>、Xa<sup>2</sup>、Ya<sup>2</sup>和Za<sup>2</sup>中的上述碳原子数6~30的芳香烃基所可以具有的取代基和上述碳原子数3~30的芳香杂环基所可以具有的取代基各自独立地优选选自上述取代基组Z2,选自所述取代基组Z2中的取代基更优选不具有进一步的取代基。

[0164] 上式(250)所表示的化合物优选为电荷传输性化合物、即优选为电荷传输主体材料。

[0165] <W>

上式(250)中的W表示CH或N,其中的至少一个为N,但从电子传输性和电子耐久性的观点出发,优选至少2个为N,更优选全部为N。

[0166] <Xa<sup>1</sup>、Ya<sup>1</sup>、Za<sup>1</sup>、Xa<sup>2</sup>、Ya<sup>2</sup>、Za<sup>2</sup>>

作为上式(250)中的Xa<sup>1</sup>、Ya<sup>1</sup>、Za<sup>1</sup>为可以具有取代基的碳原子数6~30的二价芳香烃基时和Xa<sup>2</sup>、Ya<sup>2</sup>、Za<sup>2</sup>为可以具有取代基的碳原子数6~30的芳香烃基时的碳原子数6~30的芳香烃基的芳香烃环,优选为六元环的单环或二元至五元稠环。具体地,可举出:苯环、萘

环、萸环、菲环、芴环、茱环、茈环、并四苯环、茈环、苯并茈环、茈环、三亚苯环、茈萸环、茈并芴环等。其中优选为苯环、萸环、萸环、菲环或芴环,更优选为苯环、萸环、菲环或芴环,进一步优选为苯环、萸环或芴环。此外,优选 $g_{11}$ 为2以上时的末端的部分结构即 $-Xa^1-Xa^2$ 、 $h_{11}$ 为2以上时的末端的部分结构即 $-Ya^1-Ya^2$ 和 $j_{11}$ 为2以上时的末端的部分结构即 $-Za^1-Za^2$ 可以为螺茈结构。关于式(250)所表示的化合物, $g_{11}$ 为2以上时的末端的部分结构即 $-Xa^1-Xa^2$ 、 $h_{11}$ 为2以上时的末端的部分结构即 $-Ya^1-Ya^2$ 和 $j_{11}$ 为2以上时的末端的部分结构即 $-Za^1-Za^2$ 中的至少一个为螺茈结构。

[0167] 作为上式(250)中的 $Xa^1$ 、 $Ya^1$ 、 $Za^1$ 为可以具有取代基的碳原子数3~30的二价芳香杂环基时和 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 、 $Za^2$ 为可以具有取代基的碳原子数3~30的芳香杂环基时的碳原子数3~30的芳香杂环基的芳香杂环,优选为五元或六元环的单环或二元至五元稠环。具体地,可举出:呋喃环、苯并呋喃环、二苯并呋喃环、噻吩环、苯并噻吩环、二苯并噻吩环、吡咯环、吡唑环、咪唑环、噁二唑环、吡啶环、吡嗪环、吡啶并吡唑环、茈并吡唑环、吡咯并咪唑环、吡咯并吡唑环、噻吩并吡咯环、噻吩并噻吩环、呋喃并吡咯环、呋喃并呋喃环、噻吩并呋喃环、苯并异噻唑环、苯并异噻唑环、苯并咪唑环、吡啶环、吡嗪环、哒嗪环、嘧啶环、三嗪环、喹啉环、异喹啉环、噌啉环、喹啉环、呋啶环、喹啉环、喹啉酮环等。其中优选为噻吩环、吡咯环、咪唑环、吡啶环、嘧啶环、三嗪环、喹啉环、喹啉环、吡唑环、二苯并呋喃环、二苯并噻吩环、吡啶并吡唑环、菲咯啉环或茈并吡唑环,更优选为吡啶环、嘧啶环、三嗪环、喹啉环、喹啉环、吡唑环、吡啶并吡唑环、茈并吡唑环、二苯并呋喃环或二苯并噻吩环,进一步优选为吡唑环、吡啶并吡唑环、二苯并呋喃环或二苯并噻吩环。

[0168] 在上式(250)中的 $Xa^1$ 、 $Ya^1$ 、 $Za^1$ 、 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 和 $Za^2$ 中,特别优选的芳香烃环为苯环、萸环或菲环,特别优选的芳香杂环为吡唑环、吡啶并吡唑环、二苯并呋喃环或二苯并噻吩环。

[0169] 上式(250)中的 $Xa^1$ 、 $Ya^1$ 、 $Za^1$ 、 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 和 $Za^2$ 中的上述碳原子数6~30的芳香烃基所可以具有的取代基和上述碳原子数3~30的芳香杂环基所可以具有的取代基各自独立地优选选自上述取代基组Z2,选自所述取代基组Z2中的取代基更优选不具有进一步的取代基。认为通过选自取代基组Z2中的取代基不具有进一步的取代基,能够保持高的电荷传输性和耐久性而优选。

另外,取代基组Z2之中,从电荷传输性和耐久性的观点出发,优选为芳香烃基和芳香杂环基,特别优选为芳香烃基。

[0170]  $\langle g_{11}, h_{11}, j_{11} \rangle$

$g_{11}$ 、 $h_{11}$ 和 $j_{11}$ 各自独立地表示0~6的整数, $g_{11}$ 、 $h_{11}$ 、 $j_{11}$ 中的至少一个为1以上的整数。从电荷传输性和耐久性的观点出发,优选为 $g_{11}$ 为2以上或 $h_{11}$ 和 $j_{11}$ 中的至少一者为3以上。

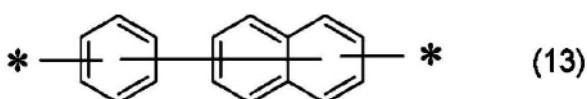
[0171] 另外,上式(250)所表示的化合物也包括具有3个中心W的环在内,这些环合计具有8~18个,从电荷传输性、耐久性和在有机溶剂中的溶解性的观点出发为优选。

[0172]  $\langle (Xa^1)_{g_{11}}, (Ya^1)_{h_{11}}, (Za^1)_{j_{11}} \rangle$

从化合物的溶解性和耐久性的观点出发,选自 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $(Za^1)_{j_{11}}$ 中的至少一个基团各自独立地优选具有选自下式(11)所表示的部分结构、下式(12)所表示的部分结构和下式(13)所表示部分结构中的部分结构, $g_{11}$ 为1以上时的 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $h_{11}$ 为1以上时的 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $j_{11}$ 为1以上时的 $(Za^1)_{j_{11}}$ 各自独立地进一步优选具有选自下式(11)所表示的部分

结构、下式 (12) 所表示的部分结构和下式 (13) 所表示部分结构中的部分结构。

[0173] [化25]



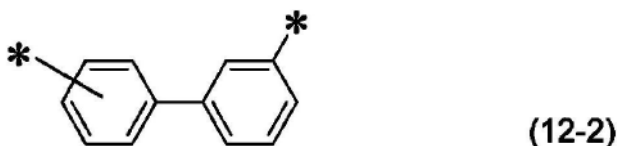
[0174] 在各上式 (11) ~ 式 (13) 中,\*表示与相邻结构的键合位置或 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 或 $Za^2$ 为氢原子时的该氢原子。存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。以下的记载中,只要没有特别说明,则\*的定义均相同。

[0175] 更优选为 $g_{11}$ 为1以上时的 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $h_{11}$ 为1以上时的 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $j_{11}$ 为1以上时的 $(Za^1)_{j_{11}}$ 各自独立地具有式 (11) 所表示的部分结构或式 (12) 所表示的部分结构。

进一步优选为 $g_{11}$ 为1以上时的 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $h_{11}$ 为1以上时的 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $j_{11}$ 为1以上时的 $(Za^1)_{j_{11}}$ 各自独立地具有式 (11) 所表示的部分结构和式 (12) 所表示的部分结构。

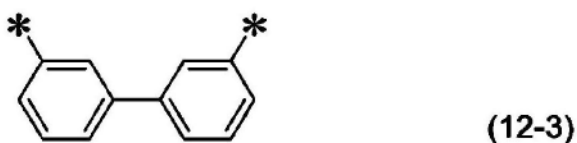
[0176] 作为式 (12) 所表示的部分结构,优选为下式 (12-2) 所表示的部分结构。

[0177] [化26]



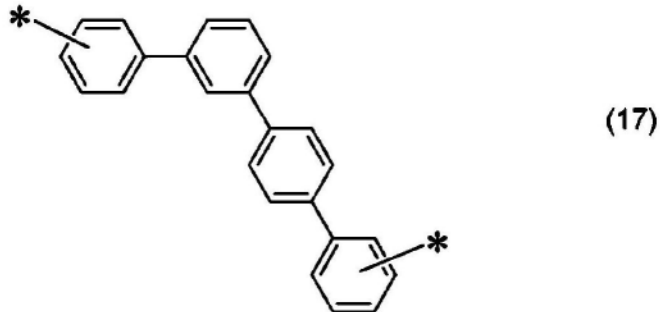
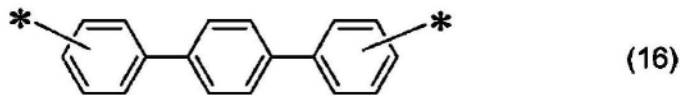
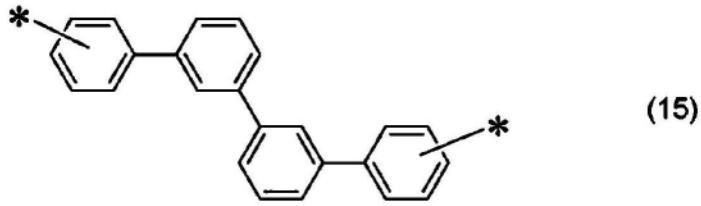
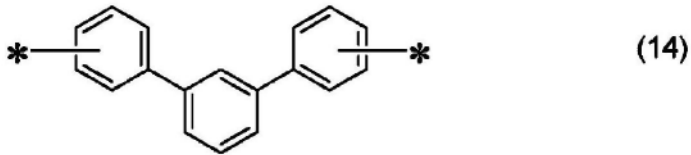
[0178] 作为式 (12) 所表示的部分结构,更进一步优选为下式 (12-3) 所表示的部分结构。

[0179] [化27]



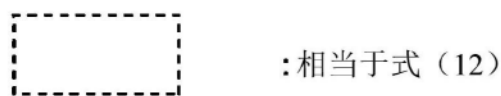
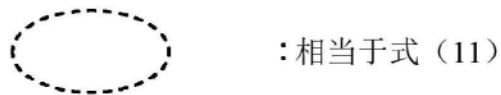
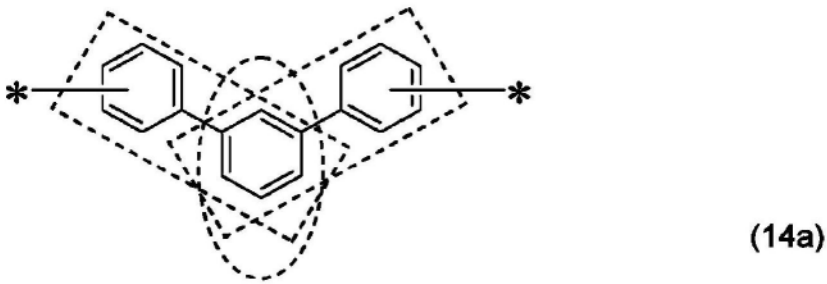
[0180] 作为具有式 (11) 所表示的部分结构和式 (12) 所表示的部分结构的部分结构,优选为包含多个以下结构的结构,所述结构选自式 (11) 所表示的部分结构和式 (12) 所表示的部分结构、即选自下式 (14) ~ 下式 (17) 中的部分结构。即, $g_{11}$ 为1以上时的 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $h_{11}$ 为1以上时的 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $j_{11}$ 为1以上时的 $(Za^1)_{j_{11}}$ 各自独立地优选具有选自上式 (11) ~ 上式 (13) 和下式 (14) ~ 下式 (17) 中的部分结构。换言之,从溶解性的观点出发, $g_{11}$ 为1以上时的 $(Xa^1)_{g_{11}}$ 、 $h_{11}$ 为1以上时的 $(Ya^1)_{h_{11}}$ 和 $j_{11}$ 为1以上时的 $(Za^1)_{j_{11}}$ 各自独立地优选具有选自式 (11) ~ 式 (17) 中的部分结构。

[0181] [化28]



[0182] 包含多个以下结构的结构,所述结构选自式(11)所表示的部分结构和式(12)所表示的部分结构,其是指例如式(14)所表示的部分结构为以下部分结构,所述部分结构能够视为如下式(14a)那样具有1个式(11)所表示的部分结构和具有2个式(12)所表示的部分结构。

[0183] [化29]

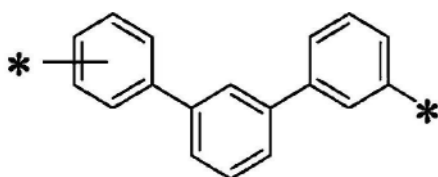


[0184] 进一步优选为  $(Xa^1)_{g11}$ 、 $(Ya^1)_{h11}$  和  $(Za^1)_{j11}$  中的至少一个至少具有式(14)所表示的部分结构或式(15)所表示的部分结构。更优选为  $g11$  为1以上时的  $(Xa^1)_{g11}$ 、 $h11$  为1以上时的

( $Y_{h11}^1$ ) 和  $j_{11}$  为 1 以上时的 ( $Z_{j11}^1$ ) 具有式 (14) 所表示的部分结构或式 (15) 所表示的部分结构。

[0185] 作为式 (14) 所表示的部分结构, 优选为下式 (14-2) 所表示的部分结构。

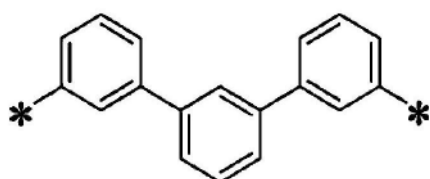
[0186] [化30]



(14-2)

[0187] 作为式 (14) 所表示的部分结构, 进一步优选为下式 (14-3) 所表示的部分结构。

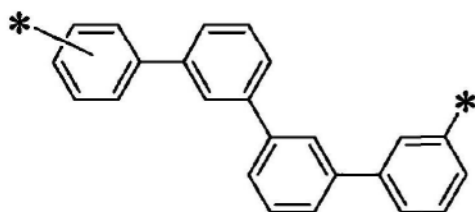
[0188] [化31]



(14-3)

[0189] 作为式 (15) 所表示的部分结构, 优选为下式 (15-2) 所表示的部分结构。

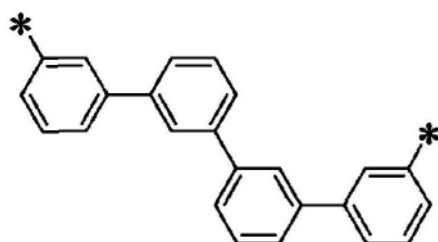
[0190] [化32]



(15-2)

[0191] 作为式 (15) 所表示的部分结构, 进一步优选为下式 (15-3) 所表示的部分结构。

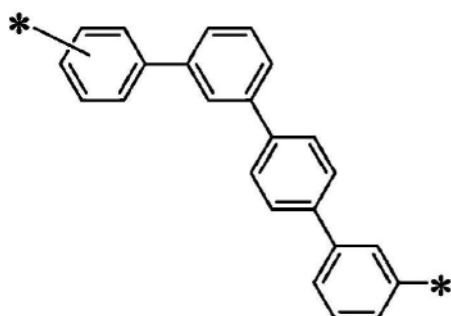
[0192] [化33]



(15-3)

[0193] 作为式 (17) 所表示的部分结构, 优选为下式 (17-2) 所表示的部分结构。

[0194] [化34]

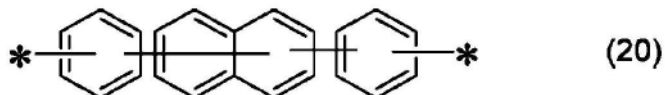
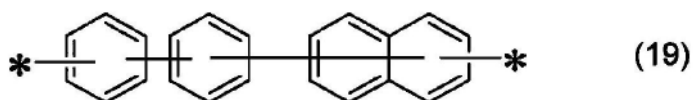


(17-2)

[0195] 作为包含式 (13) 所表示的部分结构的部分结构, ( $X_{g11}^1$ )、( $Y_{h11}^1$ ) 和 ( $Z_{j11}^1$ ) 中的

至少一个更优选为具有下式 (19) 所表示的部分结构或下式 (20) 所表示的部分结构。

[0196] [化35]



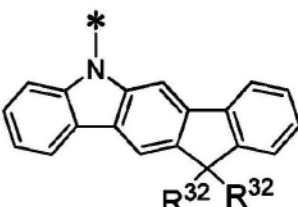
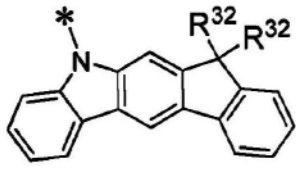
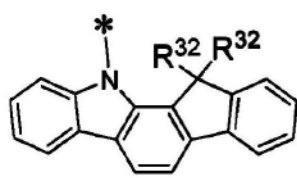
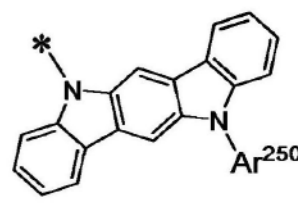
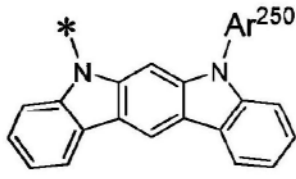
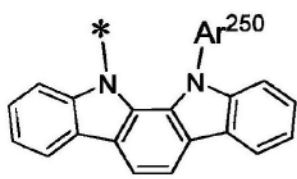
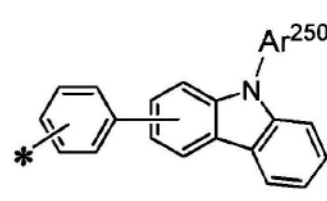
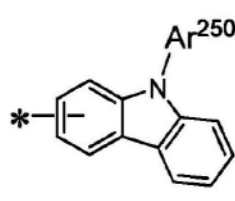
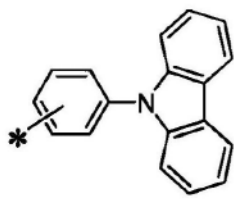
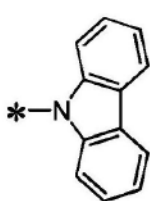
[0197] 在各上式 (14) ~ 式 (20) 中, \*表示与相邻结构的键合位置或 $Xa^2$ 、 $Ya^2$ 或 $Za^2$ 为氢原子时的该氢原子。存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。

[0198] 在式 (14) ~ 式 (20) 所表示的部分结构中, 优选为式 (14-3) 所表示的部分结构和式 (15-3) 所表示的部分结构, 进一步优选为式 (14-3)。

[0199]  $-(Xa^1)_{g11}-(Xa^2)$ 、 $-(Ya^1)_{h11}-(Ya^2)$  和  $-(Za^1)_{j11}-(Za^2)$  各自独立地优选具有式 (11) 所表示的部分结构、式 (12-3) 所表示的部分结构、式 (14-3) 所表示的部分结构或式 (15-3) 所表示的部分结构。

[0200] 另外,  $-(Xa^1)_{g11}-(Xa^2)$ 、 $-(Ya^1)_{h11}-(Ya^2)$  和  $-(Za^1)_{j11}-(Za^2)$  中的至少一个优选具有下式 (250-1) ~ 下式 (250-10) 所表示的部分结构或末端结构中的任一个。

[0201] [化36]



[0202] [式 (250-1) ~ 式 (250-10) 中, \*表示键合位置。Ar<sup>250</sup>表示碳原子数6 ~ 20的芳香烃

基。 $R^{32}$ 表示取代基,式(250-1)~式(250-10)所表示的结构可进一步具有取代基。]

[0203] 这些结构所可以具有的取代基与 $R^{32}$ 相同。

[0204]  $Ar^{250}$ 优选为碳原子数6~20的芳香烃基,更优选为苯基或联苯基,进一步优选为苯基。

[0205] 在具有2个 $R^{32}$ 的结构中,2个 $R^{32}$ 可以相同,也可以不同。

$R^{32}$ 优选为碳原子数1~20的烷基、碳原子数7~40的芳烷基、碳原子数1~20的烷氧基、碳原子数6~20的芳氧基、碳原子数1~20的烷基甲硅烷基、碳原子数6~20的芳基甲硅烷基、可以被碳原子数1~8的烷基取代的碳原子数6~30的芳基或可以被碳原子数1~8的烷基取代的碳原子数3~30的杂芳基,更优选为碳原子数1~20的烷基、碳原子数7~40的芳烷基、碳原子数1~20的烷氧基、碳原子数6~20的芳氧基、可以被碳原子数1~8的烷基取代的碳原子数6~30的芳基,进一步优选为碳原子数1~8的烷基、碳原子数7~20的芳烷基、碳原子数1~8的烷氧基、碳原子数6~14的芳氧基、可以被碳原子数1~8的烷基取代的碳原子数6~14的芳基。

[0206]  $\langle R^{31} \rangle$

作为为取代基时的 $R^{31}$ ,优选为可以具有取代基的碳原子数6~30的芳香烃基或可以具有取代基的碳原子数3~30的芳香杂环基。从耐久性提高和电荷传输性的观点出发,进一步优选为可以具有取代基的芳香烃基。为取代基时的 $R^{31}$ 存在有多个时可以互不相同。

[0207] 作为上述的碳原子数6~30的芳香烃基所可以具有的取代基、碳原子数3~30的芳香杂环基所可以具有的取代基、为取代基的 $R^{31}$ 所可以具有的取代基,可以选自上述取代基组Z2。

[0208] 从电荷传输性的观点出发, $R^{31}$ 优选为氢原子。

[0209] 另外,从溶解性的观点出发, $-(Ya^1)_{h11}-(Ya^2)$ 和 $-(Za^1)_{j11}-(Za^2)$ 优选不同时为非取代苯基。

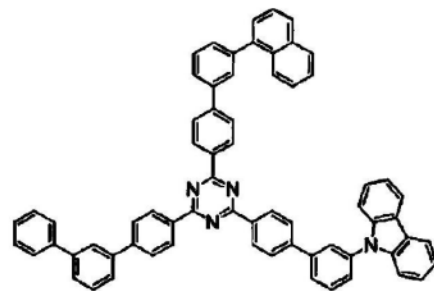
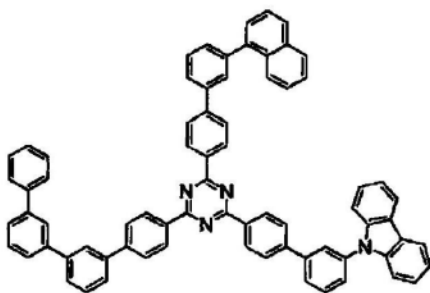
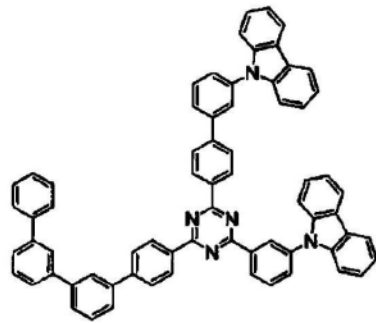
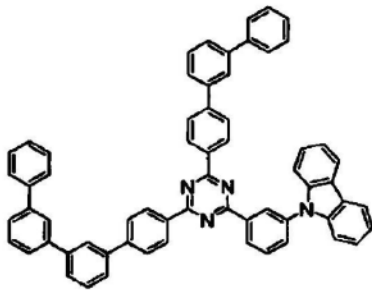
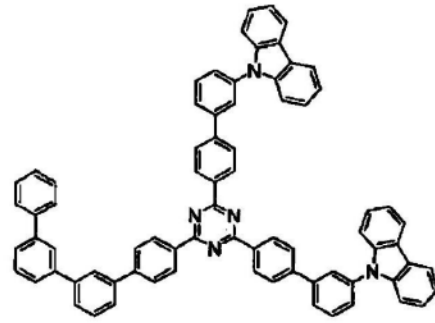
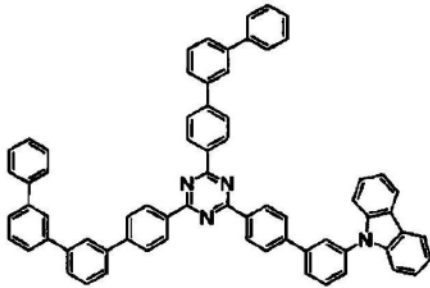
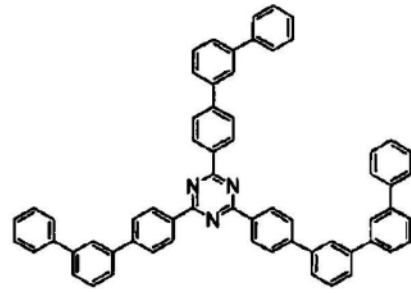
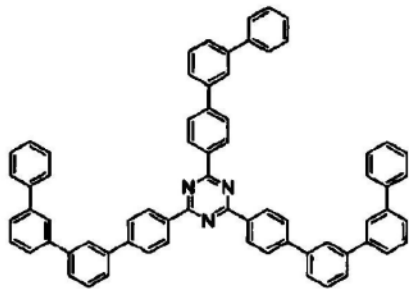
[0210]  $\langle$ 分子量 $\rangle$

上式(250)所表示的化合物为低分子材料,分子量优选为3,000以下,进一步优选为2,500以下,特别优选为2,000以下,最优选为1,500以下。化合物的分子量的下限通常为400以上,优选为500以上,更优选为600以上。

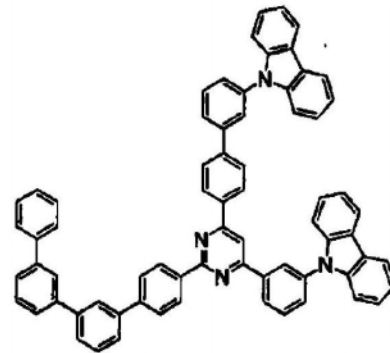
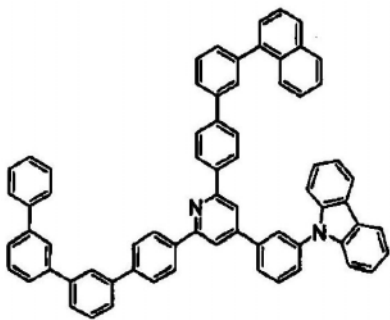
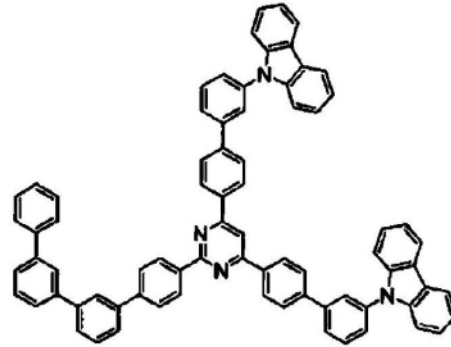
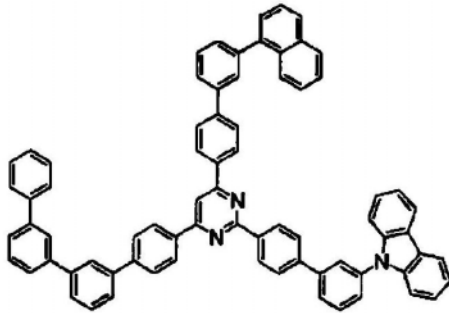
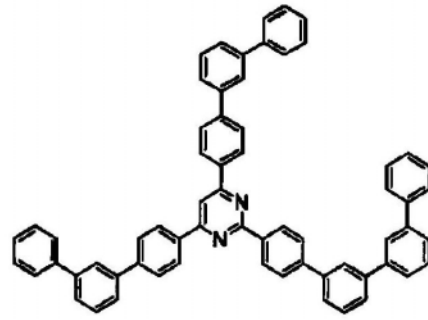
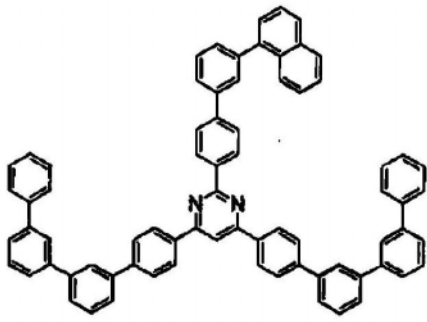
[0211]  $\langle$ 式(250)所表示的化合物的具体例 $\rangle$

式(250)所表示的化合物没有特别限定,例如可举出以下的化合物。

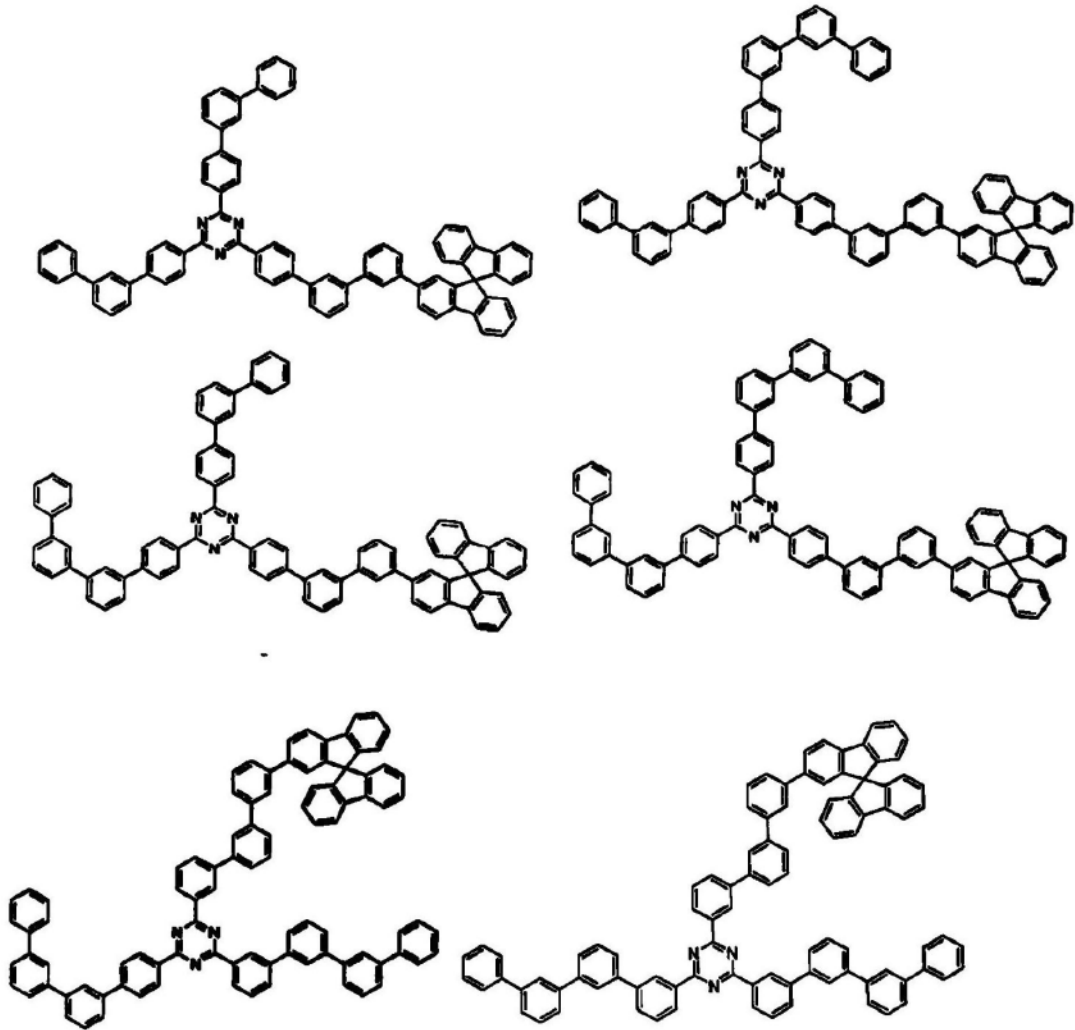
[0212] [化37]



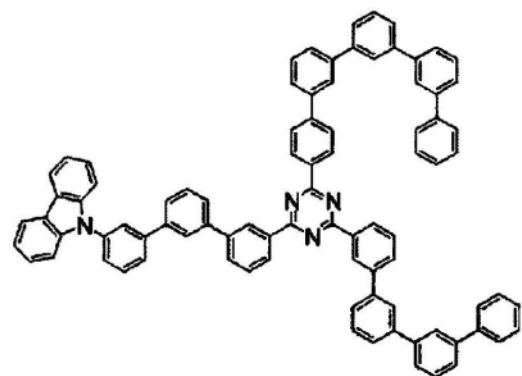
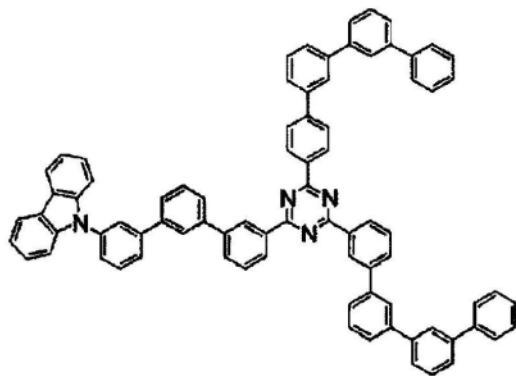
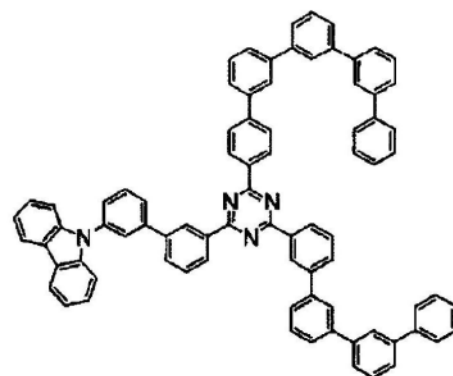
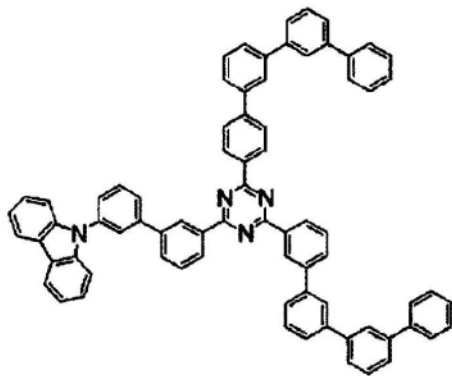
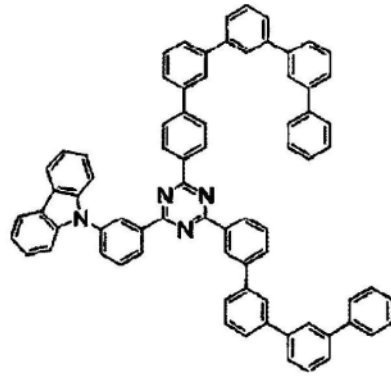
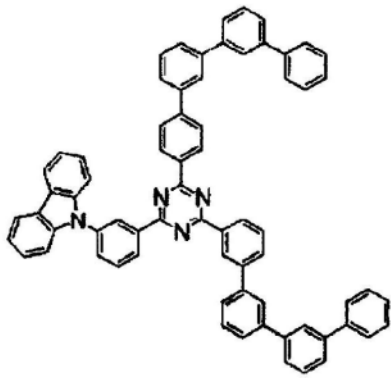
[0213] [化38]



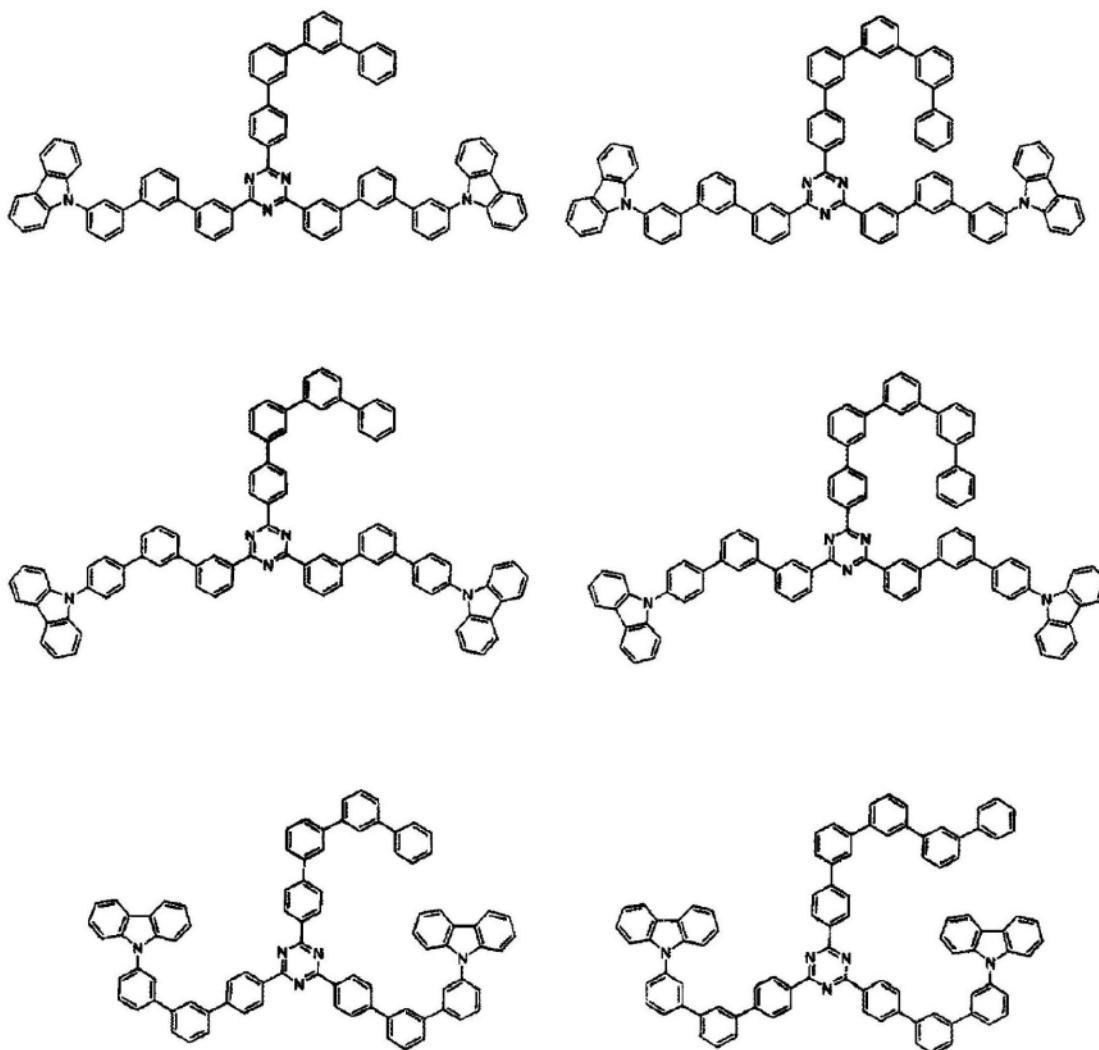
[0214] [化39]



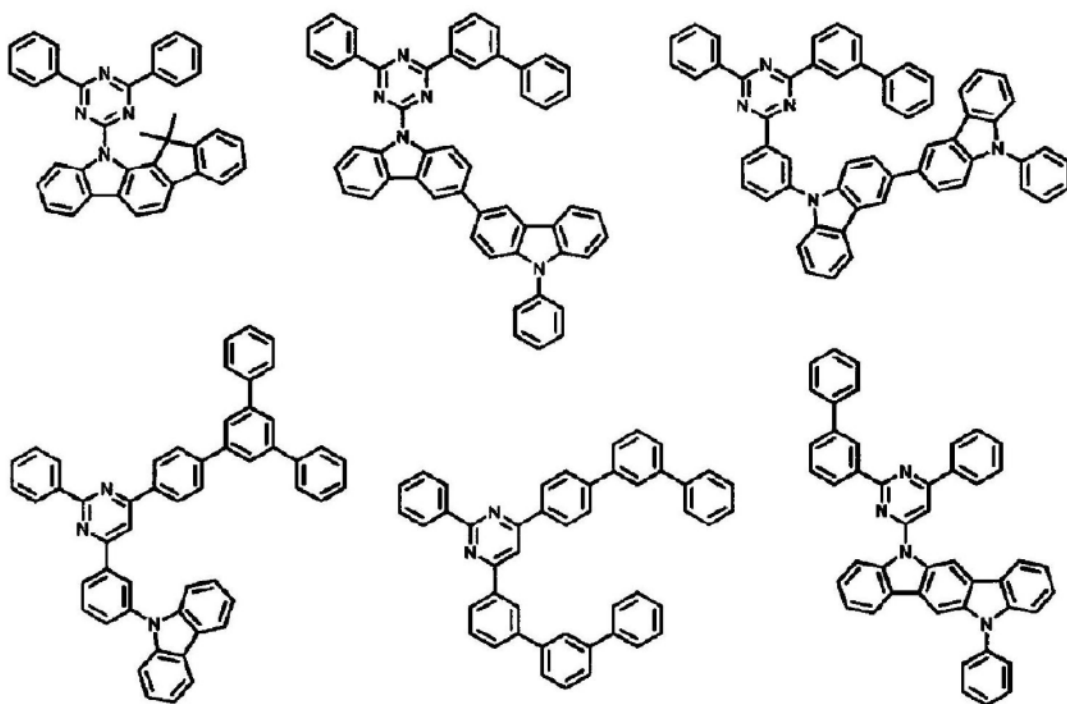
[0215] [化40]



[0216] [化41]



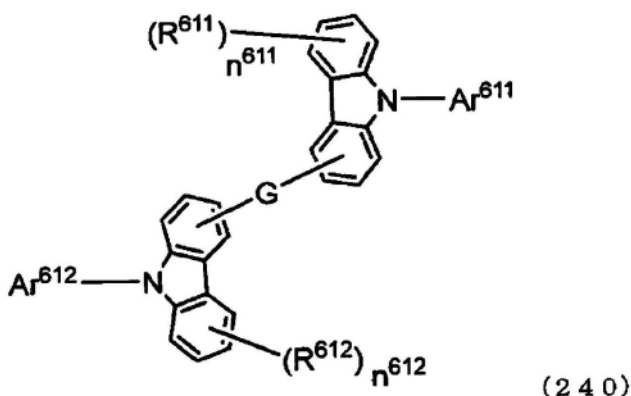
[0217] [化42]



[0218] 本发明的有机电致发光元件的发光层和组合中,作为上式(250)所表示的化合物,可以仅包含一种,也可以包含两种以上。

[0219] <式(240)所表示的化合物>

[0220] [化43]



[0221] (式(240)中,

$Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ 各自独立地表示可以具有取代基的碳原子数6~50的一价的芳香烃基,  
 $R^{611}$ 、 $R^{612}$ 各自独立地为氬原子、卤素原子或可以具有取代基的碳原子数6~50的一价的芳香烃基,

G表示单键或可以具有取代基的碳原子数6~50的二价芳香烃基,  
 $n^{611}$ 、 $n^{612}$ 各自独立地为0~4的整数。)

[0222] < $Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ >

$Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ 各自独立地表示可以具有取代基的碳原子数6~50的一价的芳香烃基。

作为芳香烃基的碳原子数,优选为6~50,更优选为6~30,进一步优选为6~18。作为芳香烃基,具体地,可举出:苯环、萘环、蒽环、四亚苯环、菲环、蒾环、芘环、苯并蒽环或芘环等碳原子数通常为6以上且通常为30以下、优选为18以下、进一步优选为14以下的芳香烃结构的一价基团,或者选自这些结构中的多个结构以链状或支链结合而成的结构的一价基团。多个芳香烃环连接的情况下,通常可举出2~8个连接而成的结构,优选为2~5个连接而成的结构。多个芳香烃环连接的情况下,可以为相同的结构连接,也可以为不同的结构连接。

[0223]  $Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ 优选为各自独立地为:

苯基、

多个苯环以多个链状或支链结合而成的一价基团、

一个或多个苯环和至少一个萘环以链状或支链结合而成的一价基团、

一个或多个苯环和至少一个菲环以链状或支链结合而成的一价基团,或者

一个或多个苯环和至少一个四亚苯环以链状或支链结合而成的一价基团,

进一步优选为多个苯环以多个链状或支链结合而成的一价基团,任一情况下连接顺序均不限制。

$Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ 各自独立地特别优选为可以具有取代基的多个苯环以链状或支链结合而成的一价基团,各自独立地最优选为多个苯环以多个链状或支链结合而成的一价基团。

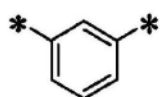
[0224] 所连接的苯环、萘环、菲环和四亚苯环的数量如上所述,通常为2~8,优选为2~5。

其中,优选为苯环1~4个连接而成的一价结构、苯环1~4个和萘环连接而成的一价结构、苯环1~4个和菲环连接而成的一价结构,或者苯环1~4个和四亚苯环连接而成的一价结构。

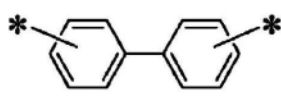
[0225] 这些芳香烃基可以具有取代基。芳香烃基所可以具有的取代基如上所述,具体地可以选自上述取代基组Z2。优选的取代基为上述取代基组Z2的优选取代基。

[0226] 从化合物的溶解性和耐久性的观点出发,Ar<sup>611</sup>、Ar<sup>612</sup>中的至少一个优选具有选自下式(11)~(13)和(21)~(24)中的部分结构,Ar<sup>611</sup>和Ar<sup>612</sup>各自独立地进一步优选具有选自下式(11)~(13)和(21)~(24)中的部分结构。

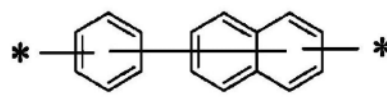
[0227] [化44]



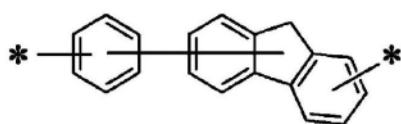
(11)



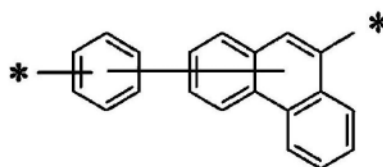
(12)



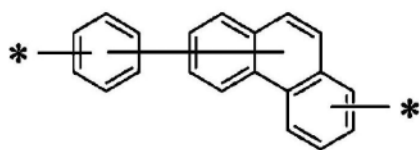
(13)



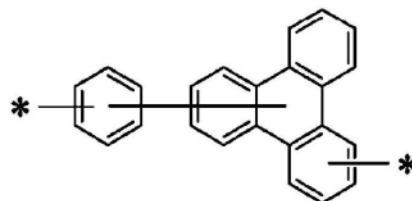
(21)



(22)



(23)



(24)

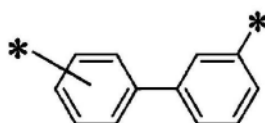
[0228] 在各上式(11)~(13)、(21)~(24)中,\*表示与相邻结构的键合位置或氢原子,存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。以下的记载中,只要没有特别说明,则\*的定义均相同。

[0229] 更优选为Ar<sup>611</sup>、Ar<sup>612</sup>各自独立地具有式(11)所表示的部分结构或式(12)所表示的部分结构。

进一步优选为Ar<sup>611</sup>、Ar<sup>612</sup>各自独立地具有式(11)所表示的部分结构和(12)所表示的部分结构。

[0230] 作为式(12)所表示的部分结构,优选为下式(12-2)所表示的部分结构。

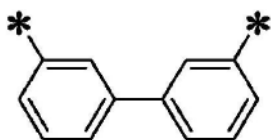
[0231] [化45]



(12-2)

[0232] 作为式(12)所表示的部分结构,更进一步优选为下式(12-3)所表示的部分结构。

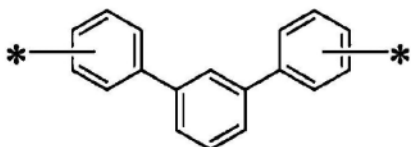
[0233] [化46]



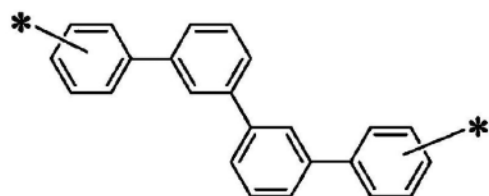
(12-3)

[0234] 作为具有式(11)所表示的部分结构和式(12)所表示的部分结构的部分结构,优选为包含多个以下结构的结构,所述结构选自式(11)所表示的部分结构和式(12)所表示的部分结构、即选自下式(14)~下式(17)中的部分结构。即,Ar<sup>611</sup>和Ar<sup>612</sup>各自独立地优选具有选自上式(11)~上式(13)和下式(14)~下式(17)中的部分结构。

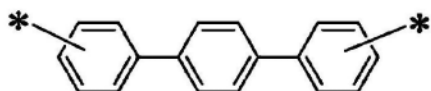
[0235] [化47]



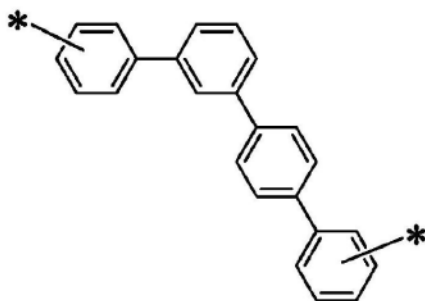
(14)



(15)



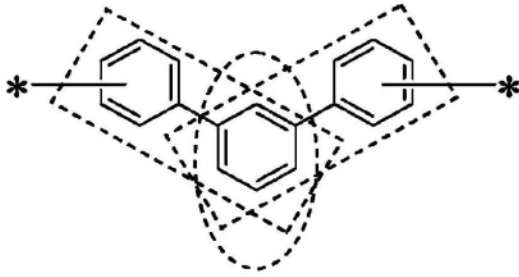
(16)



(17)

[0236] 包含多个以下结构的结构,所述结构选自式(11)所表示的部分结构和式(12)所表示的部分结构,其是指例如式(14)所表示的部分结构为以下部分结构,所述部分结构能够视为如下式(14a)那样具有1个式(11)所表示的部分结构和具有2个式(12)所表示的部分结构。

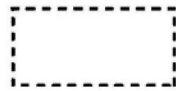
[0237] [化48]



(14a)



:相当于式(11)

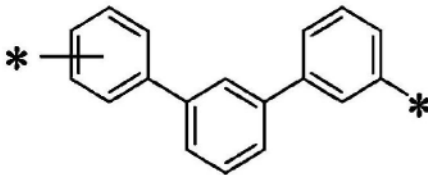


:相当于式(12)

[0238] 进一步优选为 $Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ 中的至少一个至少具有式(14)所表示的部分结构或式(15)所表示的部分结构。更优选为 $Ar^{611}$ 、 $Ar^{612}$ 具有式(14)所表示的部分结构或式(15)所表示的部分结构。

[0239] 作为式(14)所表示的部分结构,优选为下式(14-2)所表示的部分结构。

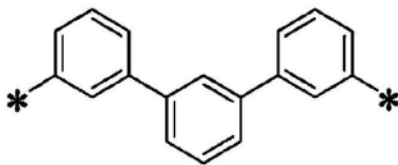
[0240] [化49]



(14-2)

[0241] 作为式(14)所表示的部分结构,进一步优选为下式(14-3)所表示的部分结构。

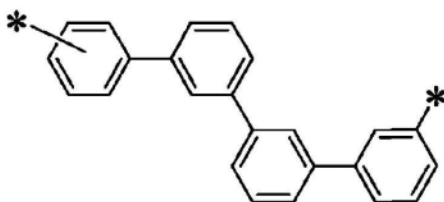
[0242] [化50]



(14-3)

[0243] 作为式(15)所表示的部分结构,优选为下式(15-2)所表示的部分结构。

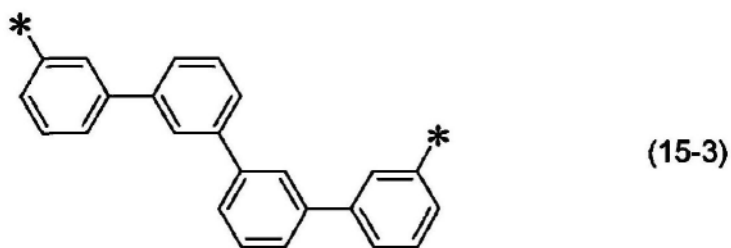
[0244] [化51]



(15-2)

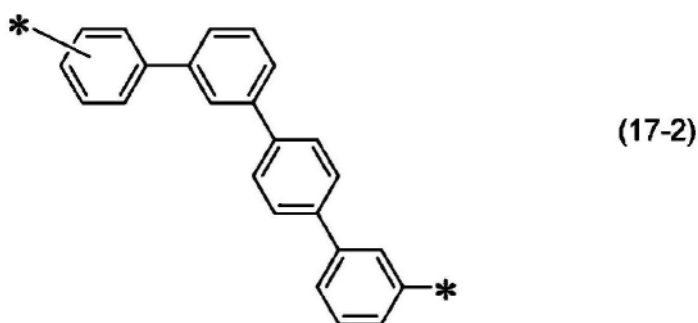
[0245] 作为式(15)所表示的部分结构,进一步优选为下式(15-3)所表示的部分结构。

[0246] [化52]



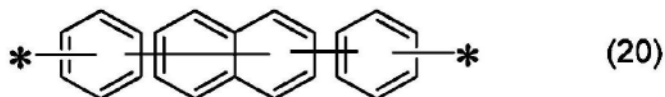
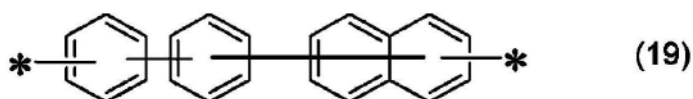
[0247] 作为式(17)所表示的部分结构,优选为下式(17-2)所表示的部分结构。

[0248] [化53]



[0249] 作为包含式(13)所表示的部分结构的部分结构,Ar<sup>611</sup>、Ar<sup>612</sup>中的至少一个更优选为具有下式(19)所表示的部分结构或下式(20)所表示的部分结构。

[0250] [化54]



[0251] 在各上式(14)~式(20)中,\*表示与相邻结构的键合位置或氢原子。存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。

[0252] 在式(14)~式(20)所表示的部分结构中,优选为式(14-3)所表示的部分结构和式(15-3)所表示的部分结构,进一步优选为式(14-3)。

[0253] Ar<sup>611</sup>、Ar<sup>612</sup>各自独立地优选具有式(11)所表示的部分结构、式(12-3)所表示的部分结构、式(14-3)所表示的部分结构或式(15-3)所表示的部分结构。

[0254] <R<sup>611</sup>、R<sup>612</sup>>

R<sup>611</sup>、R<sup>612</sup>各自独立地为氘原子、氟原子等卤素原子、可以具有取代基的碳原子数6~50的一价的芳香烃基。

优选为可以具有取代基的碳原子数6~50的一价的芳香烃基。

作为芳香烃基,可举出:更优选为碳原子数6~30、进一步优选为6~18、特别优选为6~10的芳香烃结构的一价基团。

作为一价芳香烃基,具体地与上述Ar<sup>611</sup>相同,优选的芳香烃基也相同,特别优选为苯基。

这些芳香烃基可以具有取代基。芳香烃基所可以具有的取代基如上所述,具体地

可以选自上述取代基组Z2。优选的取代基为上述取代基组Z2的优选取代基。

[0255] <n<sup>611</sup>、n<sup>612</sup>>

n<sup>611</sup>、n<sup>612</sup>各自独立地为0~4的整数。优选为0~2,进一步优选为0或1。

Ar<sup>611</sup>为非取代苯基时,n<sup>611</sup>为1~4的整数,Ar<sup>612</sup>为非取代苯基时,n<sup>612</sup>为1~4的整数,从具有相对于有机溶剂的高溶解性的观点出发为优选。

[0256] <取代基>

Ar<sup>611</sup>、Ar<sup>612</sup>、R<sup>611</sup>、R<sup>612</sup>为一价的芳香烃基时,所可以具有的取代基优选为选自上述取代基组Z2中的取代基。

[0257] <G>

G表示单键或可以具有取代基的碳原子数6~50的二价芳香烃基。

[0258] G的芳香烃基的碳原子数优选为6~50,进一步优选为6~30,更优选为6~18。作为芳香烃基,具体地,可举出:苯环、萘环、蒽环、四亚苯环、菲环、蒾环、芘环、苯并蒽环或芘环等碳原子数通常为6以上且通常为30以下、优选为18以下、进一步优选为14以下的芳香烃结构的二价基团,或者选自这些结构中的多个结构以链状或支链结合而成的结构的二价基团。多个芳香烃环连接的情况下,通常可举出2~8个连接而成的结构,优选为2~5个连接而成的结构。多个芳香烃环连接的情况下,可以为相同的结构连接,也可以为不同的结构连接。

[0259] G优选为单键、亚苯基、多个苯环以多个链状或支链结合而成的二价基团、一个或多个苯环和至少一个萘环以链状或支链结合而成的二价基团、一个或多个苯环和至少一个菲环以链状或支链结合而成的二价基团,或者

一个或多个苯环和至少一个四亚苯环以链状或支链结合而成的二价基团,进一步优选为多个苯环以多个链状或支链结合而成的二价基团,任一情况下连接顺序均不限制。

[0260] 所连接的苯环、萘环、菲环和四亚苯环的数量如上所述,通常为2~8,优选为2~5。其中进一步优选为苯环1~4个连接而成的二价结构、苯环1~4个和萘环连接而成的二价结构、苯环1~4个和菲环连接而成的二价结构,或者苯环1~4个和四亚苯环连接而成的二价结构。

[0261] 这些芳香烃基可以具有取代基。芳香烃基所可以具有的取代基如上所述,具体地可以选自上述取代基组Z2。优选的取代基为上述取代基组Z2的优选取代基。

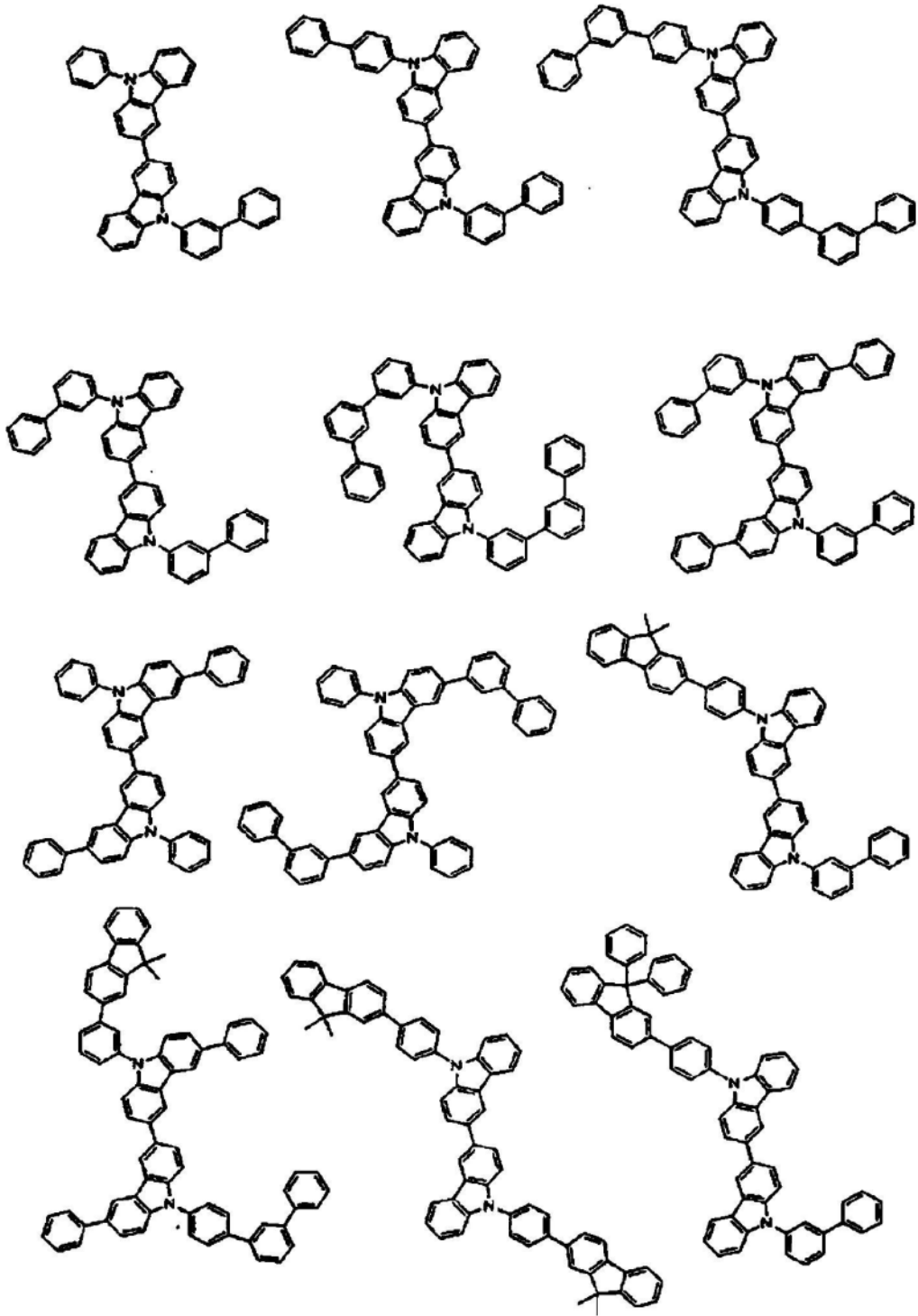
[0262] <分子量>

上式(240)所表示的化合物为低分子材料,分子量优选为3,000以下,更优选为2,500以下,进一步优选为2,000以下,特别优选为1,500以下,并且通常为400以上,优选为500以上,更优选为600以上。

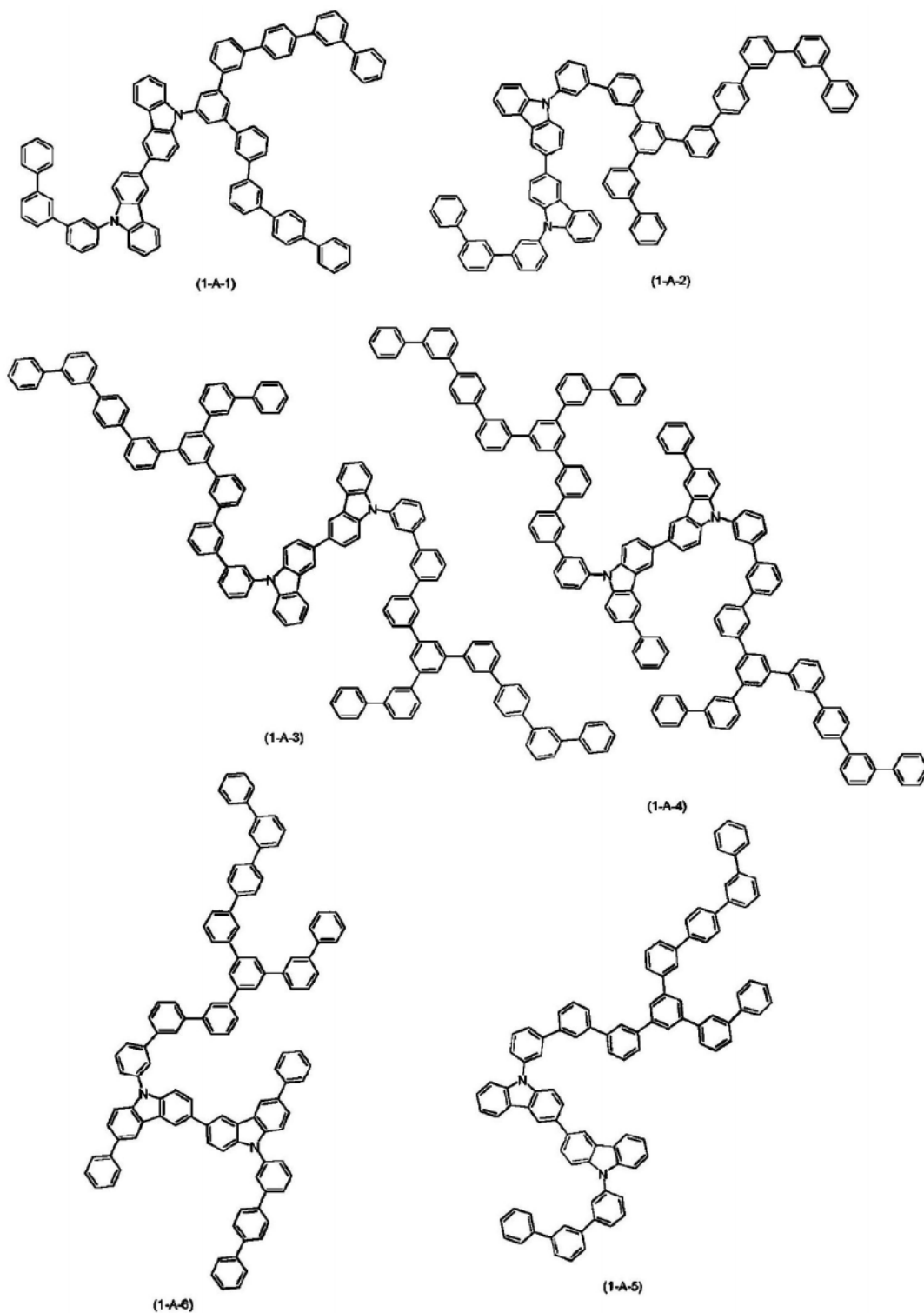
[0263] <上式(240)所表示的化合物IV的具体例>

以下,示出上式(240)所表示的化合物IV的优选具体例,但本发明并不限定于这些。

[0264] [化55]



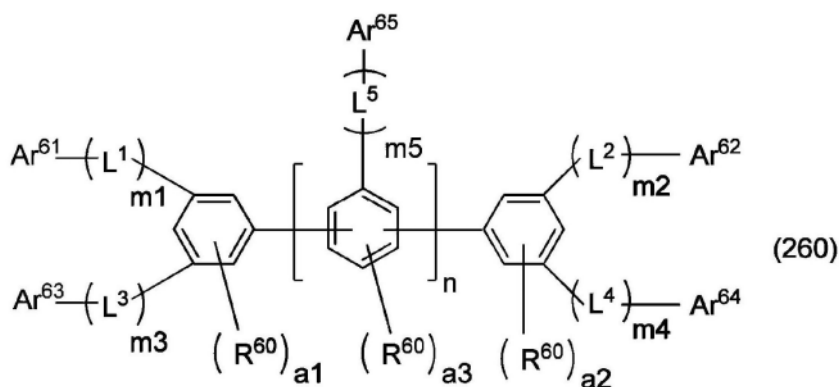
[0265] [化56]



[0266] 本发明的有机电致发光元件的发光层和组合物中,作为上式(240)所表示的化合物,可以仅包含一种,也可以包含两种以上。

[0267] <式(260)所表示的化合物>

[0268] [化57]



[0269] (式(260)中,

$Ar^{61} \sim Ar^{65}$ 各自独立地为氢原子或可以具有取代基的碳原子数6以上且60以下的一价的芳香烃基,

$L^1 \sim L^5$ 各自独立地为可以具有取代基的二价的碳原子数6以上且60以下的芳香烃基,

$R^{60}$ 各自独立地表示取代基,

$m1 \sim m5$ 各自独立地表示0~5的整数,

$n$ 表示0~10的整数,

$a1 \sim a3$ 各自独立地表示0~3的整数,

其中, $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 、 $Ar^{63}$ 、 $Ar^{64}$ 和 $n$ 为1以上时的至少一个 $Ar^{65}$ 之中,至少一个基团不是氢原子。)

[0270] ( $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 、 $Ar^{65}$ )

式(260)中的 $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 和 $Ar^{65}$ 各自独立地为氢原子或可以具有取代基的碳原子数6以上且60以下的一价的芳香烃基。

[0271] 从化合物的溶解性、耐久性的观点出发,式(260)中的 $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 和 $Ar^{65}$ 优选为氢原子、苯环的一价基团、萘环的一价基团、式(261)或式(262)所表示的结构,更优选为氢原子、苯环的一价基团、式(261)或式(262)所表示的结构,进一步优选为氢原子、苯环的一价基团、式(262)所表示的结构,特别优选为式(262)所表示的结构。

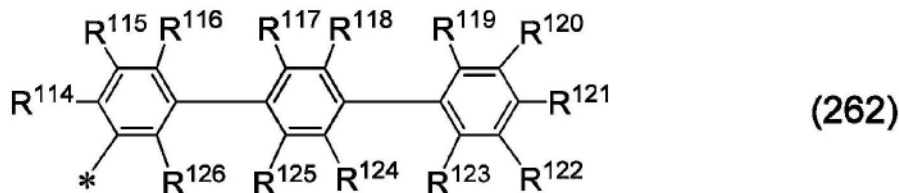
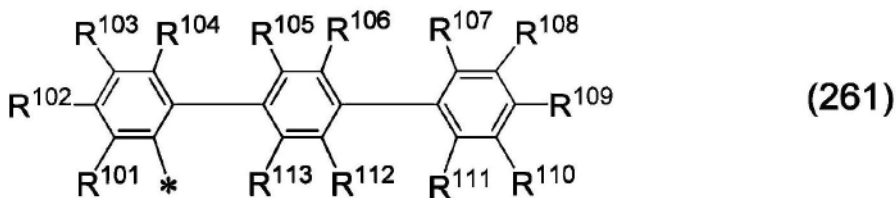
从耐久性和电荷传输性的观点出发, $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 和至少一个 $Ar^{65}$ 之中,1个以上且3个以下的基团优选为下式(261)或下式(262), $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 和至少一个和 $Ar^{65}$ 之中,1个以上且3个以下的基团进一步优选为下式(262)。

从电荷传输性和溶解性的观点出发, $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 和至少一个 $Ar^{65}$ 之中,1个基团优选由下式(262)表示。

从耐久性的观点出发, $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 和至少一个 $Ar^{65}$ 之中,2个以上的基团优选由下式(262)表示,3个基团进一步优选由下式(262)表示。

[0272] (式(261)、式(262))

[0273] [化58]



[0274] 式(261)或式(262)中,  
星号(\*)表示与式(260)的键合位置,  
 $R^{101} \sim R^{126}$ 各自独立地表示氢原子或取代基。

[0275]  $Ar^{61}$ 为式(261)或式(262)时, $m_1$ 优选为0或1,更优选为0。 $Ar^{62}$ 为式(261)或式(262)时, $m_2$ 优选为0或1,更优选为0。 $Ar^{65}$ 为式(261)或式(262)时, $m_5$ 优选为0或1,更优选为0。

[0276] ( $Ar^{63}, Ar^{64}$ )

式(260)中的 $Ar^{63}$ 和 $Ar^{64}$ 各自独立地表示氢原子或可以具有取代基的碳原子数6以上且60以下的一价的芳香烃基。

[0277] 作为碳原子数6以上且60以下的一价的芳香烃基的示例,可举出:苯环、萘环、蒽环、菲环、四亚苯环、蒄环、芘环、苯并蒽环、花环、联苯环或三联苯环的一价基团。

[0278] 从化合物的溶解性、耐久性的观点出发,式(260)中的 $Ar^{63}$ 、 $Ar^{64}$ 各自独立地优选为氢原子、苯环的一价基团、萘环的一价基团,更优选为氢原子、苯环的一价基团。

[0279] ( $L^1 \sim L^5$ )

式(260)中的 $L^1 \sim L^5$ 各自独立地表示可以具有取代基的二价的碳原子数6以上且60以下的芳香烃基。

[0280] 作为二价的碳原子数6以上且60以下的芳香烃基的示例,可举出:苯环、萘环、蒽环、四亚苯环、菲环、蒄环、芘环、苯并蒽环或芘环的二价基团。

$L^1 \sim L^5$ 各自独立地优选为可以具有取代基的亚苯基或亚苯基为2个以上、例如2~5个以直接键合连接而成的二价基团,从溶解性的观点出发,更优选可以具有取代基的1,3-亚苯基。

[0281] ( $R^{60}$ )

式(260)中的 $R^{60}$ 各自独立地表示取代基。作为取代基,可以使用选自上述取代基组Z2中的取代基。这些之中,优选为烷基、烯基、炔基、烷氧基、芳氧基、烷氧基羰基、酰基、卤素原子、卤代烷基、烷硫基、芳硫基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、芳烷基或芳香烃基。从耐热性和耐久性的观点出发,优选为烷基、烯基、烷氧基、芳氧基、烷氧基羰基、酰基、卤素原子、卤代烷基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、芳烷基、芳香烃基,进一步优选为烷基、烷氧基、芳烷基、芳香烃基,更优选为碳原子数10以下的烷基、碳原子数30以下的芳烷基、碳原子数30以下的芳香烃基,特别优选为苯环或2~5个苯环连接而成的基团。

[0282] ( $m_1 \sim m_5$ )

式(260)中的 $m_1$ 、 $m_2$ 和 $m_5$ 各自独立地表示0~5的整数,  
 $m_3$ 、 $m_4$ 各自独立地表示1~5的整数。

[0283] 从化合物的溶解性和耐久性的观点出发,式(260)中的 $m_1$ 、 $m_2$ 和 $m_5$ 优选为4以下,更优选为3以下,进一步优选为2以下,特别优选为1以下,最优选为0。

另外, $Ar^{61}$ 为式(261)或式(262)时的 $m_1$ 、 $Ar^{62}$ 为式(261)或式(262)时的 $m_2$ 和 $Ar^{65}$ 为式(261)或式(262)时的 $m_5$ 优选为0。

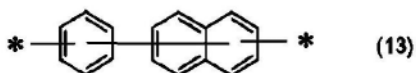
[0284] 从化合物的溶解性和耐久性的观点出发,式(260)中的 $m_3$ 、 $m_4$ 优选为1以上,优选为4以下,进一步优选为3以下,特别优选为2以下。

[0285] 式(260)中的 $m_1$ 为2以上时,多个 $L^1$ 可以相同或不同。式(260)中的 $m_2$ 为2以上时,多个 $L^2$ 可以相同或不同。式(260)中的 $m_3$ 为2以上时,多个 $L^3$ 可以相同或不同。式(260)中的 $m_4$ 为2以上时,多个 $L^4$ 可以相同或不同。式(260)中的 $m_5$ 为2以上时,多个 $L^5$ 可以相同或不同。

[0286]  $(L^1)_{m_1}$ 、 $(L^2)_{m_2}$ 、 $(L^3)_{m_3}$ 、 $(L^4)_{m_4}$ 、 $(L^5)_{m_5}$

从化合物的溶解性和耐久性的观点出发,在式(260)中的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $(L^2)_{m_2}$ 、 $(L^3)_{m_3}$ 、 $(L^4)_{m_4}$ 和至少一个 $(L^5)_{m_5}$ 内,至少一个基团优选具有选自下式(11)所表示的部分结构、下式(12)所表示的部分结构和下式(13)所表示部分结构中的部分结构, $m_1$ 为1以上时的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $m_2$ 为1以上时的 $(L^2)_{m_2}$ 和 $n$ 为1以上且 $m_5$ 为1以上时的 $(L^5)_{m_5}$ 、以及 $m_3$ 为1以上时的 $(L^3)_{m_3}$ 和 $m_4$ 为1以上时的 $(L^4)_{m_4}$ 进一步优选具有选自下式(11)所表示的部分结构、下式(12)所表示的部分结构和下式(13)所表示部分结构中的部分结构。作为优选的一个方式,例如,式(260)中的 $m_1$ 为1以上时的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $m_2$ 为1以上时的 $(L^2)_{m_2}$ 、 $m_3$ 为1以上时的 $(L^3)_{m_3}$ 、 $m_4$ 为1以上时的 $(L^4)_{m_4}$ 和 $n$ 为1以上且 $m_5$ 为1以上时的 $(L^5)_{m_5}$ 各自独立地可以具有选自下式(11)~式(17)所表示部分结构中的部分结构。

[0287] [化59]



[0288] 在各上式(11)~式(13)中,\*表示与相邻结构的键合位置或 $Ar^{61}$ 、 $Ar^{62}$ 、 $Ar^{63}$ 、 $Ar^{64}$ 或 $Ar^{65}$ 为氢原子时的氢原子,存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。以下的记载中,只要没有特别说明,则\*的定义均相同。

[0289] 更优选为在式(260)中的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $(L^2)_{m_2}$ 、 $(L^3)_{m_3}$ 、 $(L^4)_{m_4}$ 和至少一个 $(L^5)_{m_5}$ 内,至少一个基团具有式(11)所表示的部分结构或式(12)所表示的部分结构。

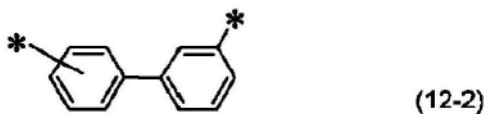
进一步优选为式(260)中, $m_1$ 为1以上时的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $m_2$ 为1以上时的 $(L^2)_{m_2}$ 、 $m_3$ 为1以上时的 $(L^3)_{m_3}$ 、 $m_4$ 为1以上时的 $(L^4)_{m_4}$ 和 $n$ 为1以上且 $m_5$ 为1以上时的 $(L^5)_{m_5}$ 分别具有式(11)所表示的部分结构或式(12)所表示的部分结构。

特别优选为式(260)中, $m_1$ 为1以上时的 $(L^1)_{m_1}$ 、 $m_2$ 为1以上时的 $(L^2)_{m_2}$ 、 $m_3$ 为1以上时

的  $(L^3)_{m3}$ 、 $m4$  为 1 以上时的  $(L^4)_{m4}$  和  $n$  为 1 以上且  $m5$  为 1 以上时的  $(L^5)_{m5}$  分别具有式 (11) 所表示的部分结构和式 (12) 所表示的部分结构。

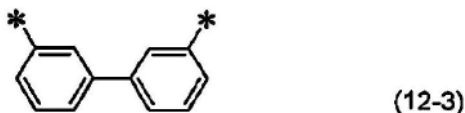
[0290] 式 (260) 中, 作为式 (12), 优选为下式 (12-2)。

[0291] [化60]



[0292] 式 (260) 中, 作为式 (12), 更进一步优选为下式 (12-3)。

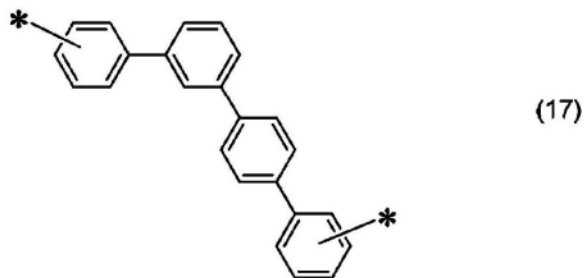
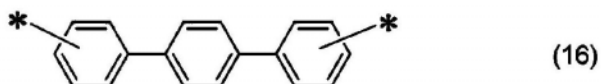
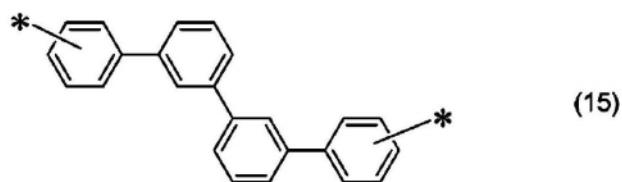
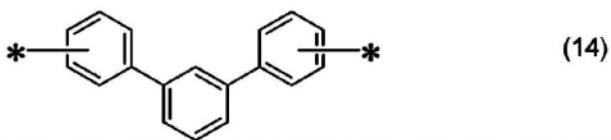
[0293] [化61]



[0294] 另外, 从化合物的溶解性和耐久性的观点出发, 在式 (260) 中的  $(L^1)_{m1}$ 、 $(L^2)_{m2}$ 、 $(L^3)_{m3}$ 、 $(L^4)_{m4}$  和至少一个  $(L^5)_{m5}$  内, 优选至少一个基团所具有的部分结构为具有式 (11) 所表示的部分结构和式 (12) 所表示的部分结构的部分结构。

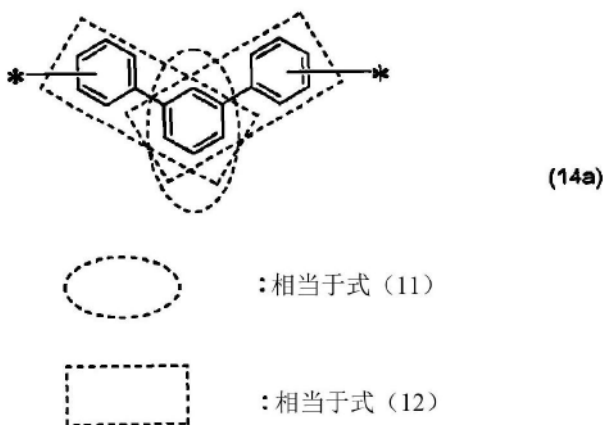
[0295] 式 (260) 中, 作为具有式 (11) 所表示的部分结构和式 (12) 所表示的部分结构的部分结构, 优选为包含多个以下结构的结构, 所述结构选自式 (11) 所表示的部分结构和式 (12) 所表示的部分结构、即选自下式 (14) ~ 下式 (17) 中的部分结构。即,  $m1$  为 1 以上时的  $(L^1)_{m1}$ 、 $m2$  为 1 以上时的  $(L^2)_{m2}$ 、 $m3$  为 1 以上时的  $(L^3)_{m3}$ 、 $m4$  为 1 以上时的  $(L^4)_{m4}$  和  $n$  为 1 以上且  $m5$  为 1 以上时的  $(L^5)_{m5}$  各自独立地优选具有选自上式 (11) ~ 上式 (13) 和下式 (14) ~ 下式 (17) 中的部分结构。

[0296] [化62]



[0297] 式(260)中,包含多个以下结构的结构,所述结构选自式(11)所表示的部分结构和式(12)所表示的部分结构,其是指例如式(14)为以下部分结构,所述部分结构能够视为如下式(14a)那样具有1个式(11)所表示的部分结构和具有2个式(12)所表示的部分结构。

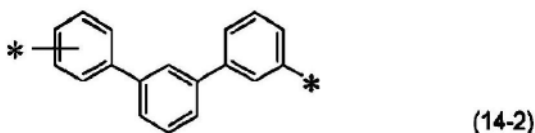
[0298] [化63]



[0299] 另外,进一步优选为在式(260)中的 $(L^1)_{m1}$ 、 $(L^2)_{m2}$ 、 $(L^3)_{m3}$ 、 $(L^4)_{m4}$ 和至少一个 $(L^5)_{m5}$ 内,至少一个基团具有式(14)所表示的部分结构或式(15)所表示的部分结构。更优选为 $m1$ 为1以上时的 $(L^1)_{m1}$ 、 $m2$ 为1以上时的 $(L^2)_{m2}$ 、 $m3$ 为1以上时的 $(L^3)_{m3}$ 、 $m4$ 为1以上时的 $(L^4)_{m4}$ 和 $n$ 为1以上且 $m5$ 为1以上时的 $(L^5)_{m5}$ 具有式(14)所表示的部分结构或式(15)所表示的部分结构。

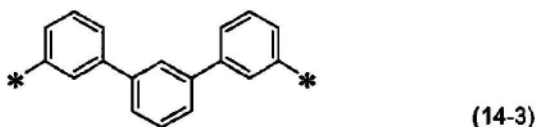
[0300] 式(260)中,作为式(14),优选为下式(14-2)。

[0301] [化64]



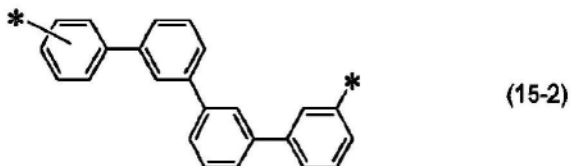
[0302] 式(260)中,作为式(14),进一步优选为下式(14-3)。

[0303] [化65]



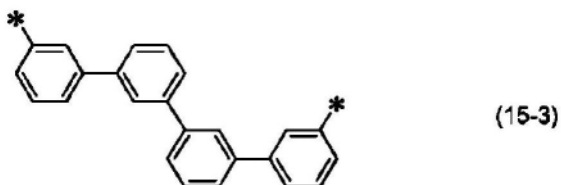
[0304] 式(260)中,作为式(15),优选为下式(15-2)。

[0305] [化66]



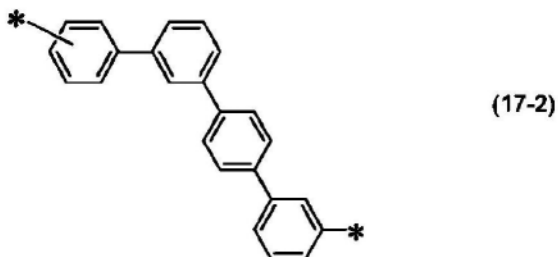
[0306] 式(260)中,作为式(15),进一步优选为下式(15-3)。

[0307] [化67]



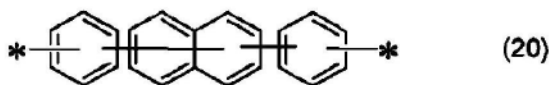
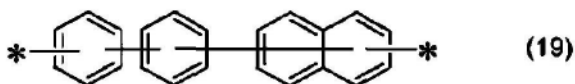
[0308] 式(260)中,作为式(17),优选为下式(17-2)。

[0309] [化68]



[0310] 另外,作为包含式(13)所表示的部分结构的部分结构,式(260)中的 $(L^1)_{m1}$ 、 $(L^2)_{m2}$ 、 $(L^3)_{m3}$ 、 $(L^4)_{m4}$ 和至少一个 $(L^5)_{m5}$ 中的至少一个更优选为具有下式(19)所表示的部分结构或下式(20)所表示的部分结构。

[0311] [化69]



[0312] 在各上式(14)~式(20)中,\*表示与相邻结构的键合位置或氢原子,存在的2个\*中的至少一个表示与相邻结构的键合位置。

[0313] 式(260)中,在式(14)~式(20)中,优选为式(14-3)和式(15-3),进一步优选为式(14-3)。

[0314] ( $L^1 \sim L^5$ 的优选部分结构)

式(260)中, $L^1 \sim L^5$ 优选具有式(11)所表示的部分结构、式(12-3)所表示的部分结构、式(14-3)所表示的部分结构或式(15-3)所表示的部分结构。

[0315] (n)

式(260)中的n表示0~10的整数。

从化合物的溶解性和耐久性的观点出发,式(260)中的n优选为1以上,进一步优选为2以上,优选为6以下,进一步优选为5以下,特别优选为4以下。

[0316] ( $a1 \sim a3$ )

$a1 \sim a3$ 各自独立地表示0~3的整数。

$a1 \sim a3$ ,从化合物的溶解性和耐久性的观点出发,

$a1 \sim a3$ 各自独立地优选为0或1,

$a1 = a2 = a3 =$ 最优选为0。

[0317] ( $R^{101} \sim R^{126}$ )

式(260)中, $R^{101} \sim R^{126}$ 各自独立地表示氢原子或取代基。作为取代基,可以使用选

自上述取代基组Z2中的取代基。这些之中,优选为烷基、烯基、炔基、烷氧基、芳氧基、烷氧基羰基、酰基、卤素原子、卤代烷基、烷硫基、芳硫基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、芳烷基或芳香烃基。从耐久性的观点出发,优选为烷基、烯基、烷氧基、芳氧基、烷氧基羰基、酰基、卤素原子、卤代烷基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、芳烷基、芳香烃基,更优选为氢原子、芳香烃基,特别优选为氢原子。

[0318] (取代基)

式(260)中, $Ar^{61} \sim Ar^{65}$ 中的碳原子数6以上且60以下的一价的芳香烃基和 $L^1 \sim L^5$ 中的二价的碳原子数6以上且60以下的芳香烃基所可以具有的取代基各自独立地可以选自上述取代基组Z2中。这些之中,优选为烷基、烯基、炔基、烷氧基、芳氧基、烷氧基羰基、酰基、卤素原子、卤代烷基、烷硫基、芳硫基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、芳烷基或芳香烃基,进一步优选为烷基、烯基、烷氧基、芳氧基、烷氧基羰基、酰基、卤素原子、卤代烷基、甲硅烷基、甲硅烷氧基、芳烷基、芳香烃基。

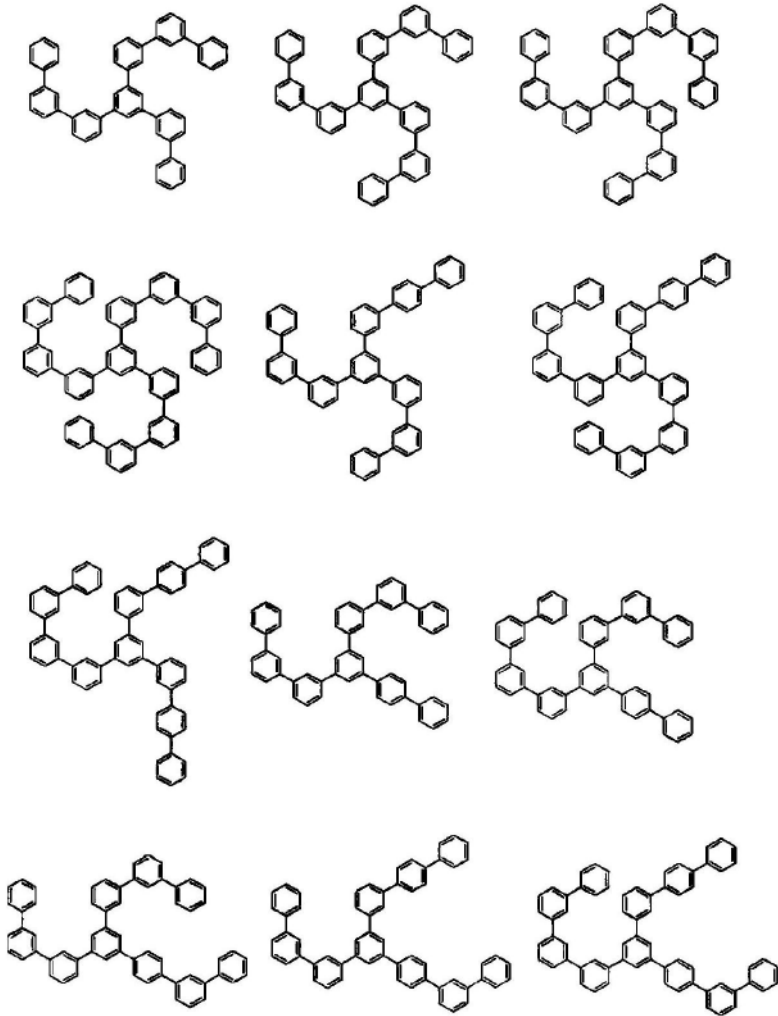
[0319] (分子量)

式(260)所表示的化合物的分子量优选为3,000以下,更优选为2,500以下,进一步优选为2,000以下,特别优选为1,500以下,并且通常为400以上,优选为500以上,更优选为600以上。

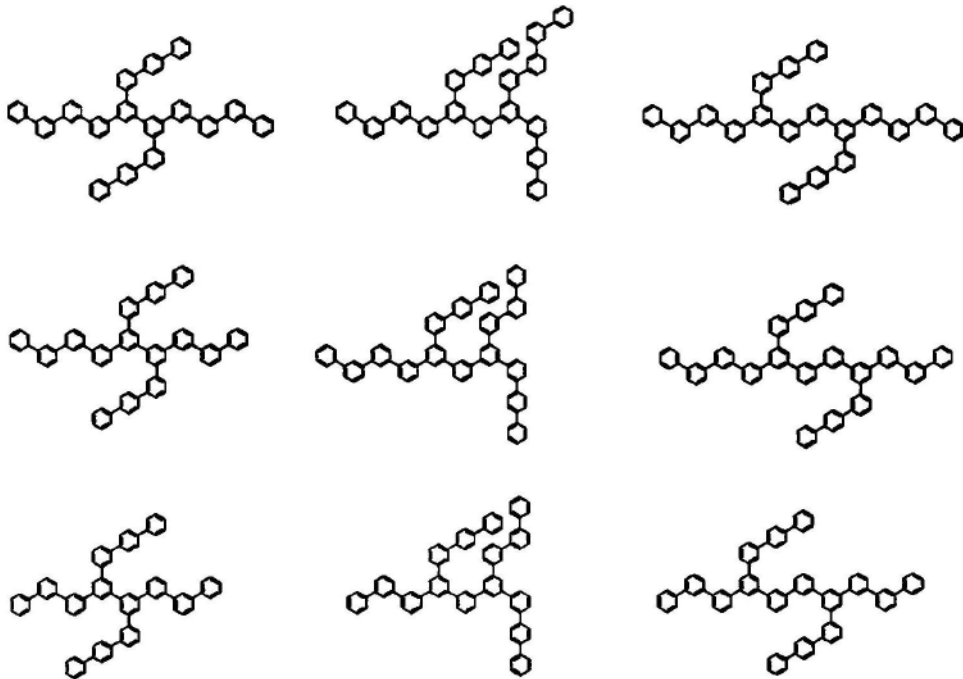
[0320] (具体例)

以下,示出式(260)所表示的化合物的具体例,但限定于这些。

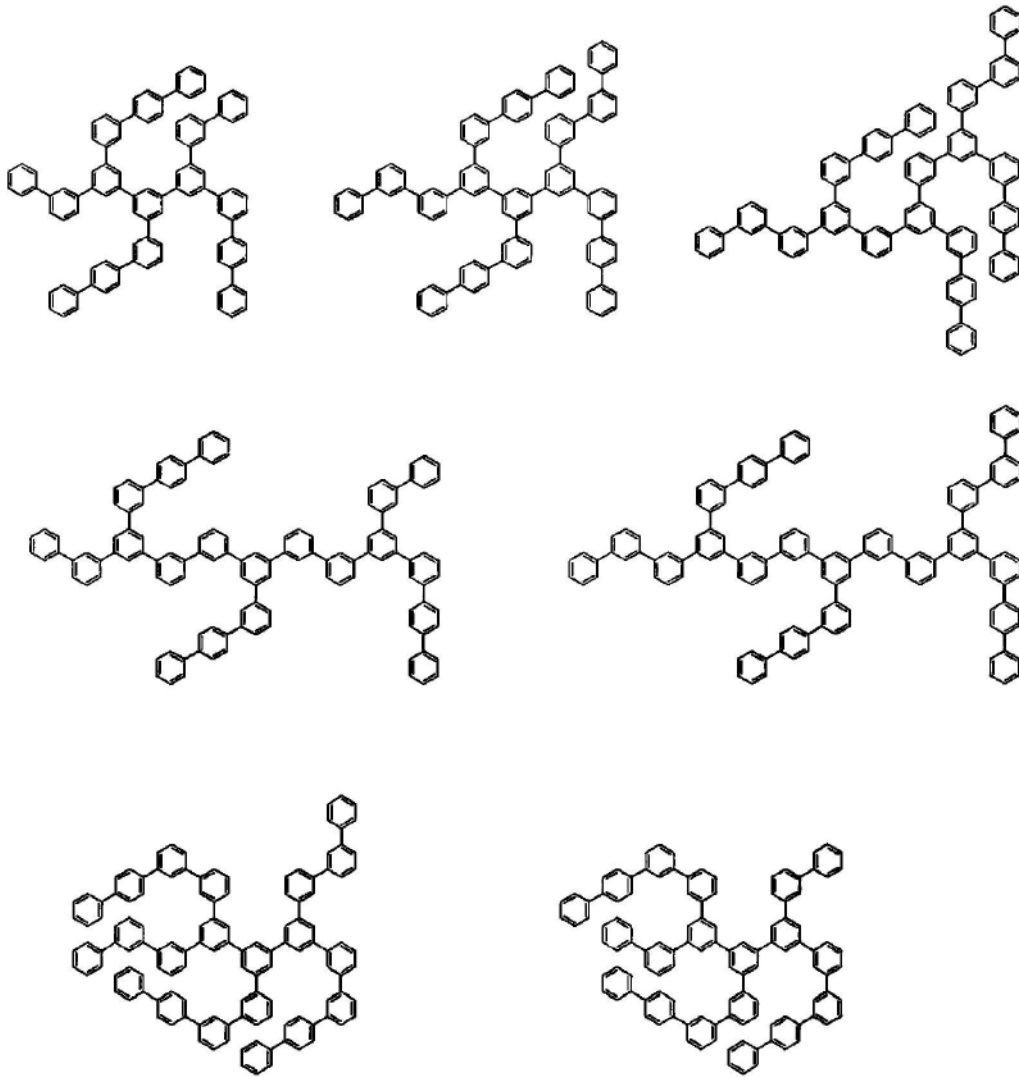
[0321] [化70]



[0322] [化71]



[0323] [化72]



[0324] 本发明的有机电致发光元件的发光层和组合物中,作为上式(260)所表示的化合物,可以仅包含一种,也可以包含两种以上。

[0325] [组合物]

本发明的组合物是含有本发明的有机电致发光元件的发光层用材料和有机溶剂的组合物。即,本发明的组合物是含有所述发光化合物、所述有机金属化合物和有机材料的有机电致发光元件的发光层形成用组合物。

[0326] 更详细地,本发明的第一实施方式的组合物是含有本发明的第一实施方式的有机电致发光元件的发光层用材料和有机溶剂的组合物。即,本发明的第一实施方式的组合物是有机电致发光元件的发光层形成用组合物,其含有上式(1)所表示的发光化合物、分子量为1,200以上的有机金属化合物和有机材料,所述发光化合物与所述有机金属化合物满足所述关系式(E-1)。

[0327] 本发明的第一实施方式的组合物中所含的上式(1)所表示的发光化合物和有机金属化合物的优选方式如上所述。本发明的第一实施方式的组合物优选为发光层形成用组合物。

[0328] 另外,更详细地,本发明的第二实施方式的组合物是含有本发明的第二实施方式的有机电致发光元件的发光层用材料和有机溶剂的组合物。即,本发明的第二实施方式的

组合物是有机电致发光元件的发光层形成用组合物,其含有上式(1)所表示的发光化合物、上式(201)所表示的有机金属化合物、主体材料和有机溶剂,所述发光化合物与所述有机金属化合物满足所述关系式(E-1),所述主体材料包含选自上式(250)所表示的化合物、上式(240)所表示的化合物和上式(260)所表示的化合物中的至少1种。

[0329] 本发明的第二实施方式的组合物中所含的上式(1)所表示的发光化合物、上式(201)所表示的有机金属化合物、上式(250)所表示的化合物、上式(240)所表示的化合物和上式(260)所表示的化合物的优选方式如上所述。本发明的第二实施方式的组合物优选为发光层形成用组合物。

[0330] 发光层的形成方法可以为真空蒸镀法和湿法成膜法中的任一者,优选为湿法成膜法。在湿法成膜法的情况下,发光层通过涂布含有机溶剂的发光层形成用组合物并进行干燥而成膜。

[0331] 本发明的第一实施方式的组合物进一步优选含有上述主体材料。组合物可以是将上式(1)所表示的多环杂环化合物和上式(201)所表示的有机金属化合物溶解或分散于有机溶剂中而成的组合物。组合物可以是将上式(1)所表示的多环杂环化合物、上式(201)所表示的有机金属化合物和所述主体材料溶解或分散于有机溶剂中而成的组合物。

[0332] (有机溶剂)

可在组合物中含有的有机溶剂为用于通过湿法成膜形成含多环杂环化合物的层的具有挥发性的液体成分。

[0333] 该有机溶剂只要是使作为溶质的多环杂环化合物和电荷传输性化合物良好地溶解的有机溶剂,就没有特别限定。

[0334] 作为优选的有机溶剂,例如可举出:正癸烷、环己烷、乙基环己烷、萘烷、双环己烷等烷烃类;甲苯、二甲苯、均三甲苯、苯基环己烷、四氢化萘、甲基萘等芳香烃类;氯苯、二氯苯、三氯苯等卤代芳香烃类;1,2-二甲氧基苯、1,3-二甲氧基苯、苯甲醚、苯乙醚、2-甲氧基甲苯、3-甲氧基甲苯、4-甲氧基甲苯、2,3-二甲基苯甲醚、2,4-二甲基苯甲醚、二苯基醚等芳香醚类;乙酸苯酯、丙酸苯酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、苯甲酸丙酯、苯甲酸正丁酯等芳香酯类;环己酮、环辛酮、葑酮等脂环族酮类;环己醇、环辛醇等脂环族醇类;甲基乙基酮、二丁基酮等脂肪酮类;丁醇、己醇等脂肪醇类;乙二醇二甲醚、乙二醇二乙醚、丙二醇-1-单甲醚乙酸酯(PGMEA)等脂肪醚类;等。

[0335] 这些之中,从粘度和沸点的观点出发,优选为烷烃类、芳香烃类、芳香酯类,特别优选为芳香烃类和芳香酯类。

[0336] 这些有机溶剂可以单独使用一种,并且也可以以任意的组合和比率使用两种以上。

[0337] 所使用的有机溶剂的沸点通常为80℃以上,优选为100℃以上,更优选为120℃以上,并且通常为350℃以下,优选为330℃以下,更优选为300℃以下。当有机溶剂的沸点低于该范围时,则在湿法成膜时,有可能因溶剂从组合物中蒸发而成膜稳定性降低。当有机溶剂的沸点高于该范围时,则在湿法成膜时,有可能因成膜后的溶剂残留而成膜稳定性降低。

[0338] 特别是,认为通过将上述有机溶剂中沸点为150℃以上的有机溶剂组合2种以上,容易形成更均匀的涂膜,因此优选。

[0339] (含量)

组合物中的式(1)所表示的多环杂环化合物的含量通常为0.001质量%以上,优选为0.01质量%以上,并且通常为30.0质量%以下,优选为20.0质量%以下。组合物中的式(201)所表示的有机金属化合物的含量通常为0.001质量%以上,优选为0.01质量%以上,并且通常为30.0质量%以下,优选为20.0质量%以下。通过使该含量为该范围,能够高效地从相邻的层(例如,空穴传输层、空穴阻挡层)向发光层进行空穴或电子的注入,降低驱动电压。需要说明的是,式(1)所表示的多环杂环化合物和式(201)所表示的有机金属化合物在组合物中可以仅含有一种,也可以组合含有两种以上。

组合物中所含的式(2)所表示的有机金属化合物的含量相对于式(1)所表示的多环杂环化合物1质量份,通常为100质量份以下,优选为10质量份以下,进一步优选为5质量份以下,并且通常为0.01质量份以上,优选为0.1质量份以上,进一步优选为0.2质量份以上。

[0340] 在组合物含有主体材料时,主体材料的含量通常为0.01质量%以上,优选为0.1质量%以上,并且通常为30.0质量%以下,优选为20.0质量%以下。

[0341] 组合物中所含的主体材料的含量相对于式(201)所表示的有机金属化合物1质量份,通常为1000质量份以下,优选为100质量份以下,进一步优选为50质量份以下且通常为0.01质量份以上,优选为0.1质量份以上、进一步优选为1质量份以上。

[0342] 组合物中所含的有机溶剂的含量通常为10质量%以上,优选为50质量%以上、特别优选为80质量%以上,并且通常为99.95质量%以下,优选为99.9质量%以下,特别优选为99.8质量%以下。如果有机溶剂的含量为上述下限以上,则具有适度的粘度而使涂布性提高,如果为上述上限以下,则容易得到均匀的膜而使成膜性良好。

[0343] (其他成分)

组合物根据需要,除了上述的化合物之外,还可以含有其他化合物。作为其他化合物,优选可举出已知作为抗氧化剂的二丁基羟基甲苯、二丁基苯酚等苯酚类。

[0344] (成膜方法)

发光层的形成方法优选为湿法成膜法。湿法成膜法是指涂布组合物而形成液膜,干燥而除去有机溶剂,形成发光层的膜的方法。作为涂布方法,例如采用:旋涂法、浸涂法、模涂法、棒涂法、刮刀涂布法、辊涂法、喷涂法、毛细管涂布法、喷墨法、喷嘴印刷法、丝网印刷法、凹版印刷法、柔性印刷法等用湿法进行成膜的方法,并使涂膜干燥进行膜形成。这些涂布方法之中,优选为旋涂法、喷涂法、喷墨法、喷嘴印刷法等。在制造具备有机电致发光元件的有机EL显示装置时,优选为喷墨法或喷嘴印刷法,特别优选为喷墨法。

[0345] 干燥方法没有特别限定,可以适当地使用自然干燥、减压干燥、加热干燥或者一边加热一边减压干燥。加热干燥还可以在自然干燥或减压干燥后为了进一步除去残留有机溶剂而实施。

[0346] 减压干燥优选减压至组合物中所含的有机溶剂的蒸气压以下。

[0347] 在加热的情况下,加热方法没有特别限定,可以使用利用热板的加热、在烘箱内的加热、红外线加热等。加热温度通常为80℃以上,优选为100℃以上,进一步优选为110℃以上,并且优选为200℃以下,进一步优选为150℃以下。

[0348] 加热时间通常为1分钟以上,优选为2分钟以上,并且通常为60分钟以下,优选为30分钟以下,进一步优选为20分钟以下。

## [0349] [空穴注入层]

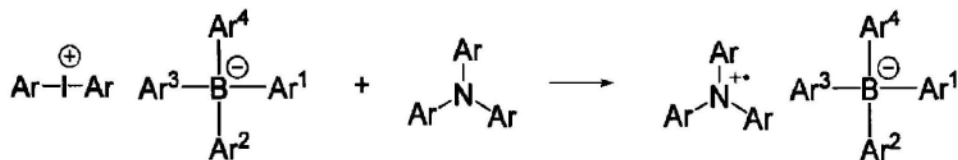
本发明的有机电致发光元件优选在阳极上具有空穴注入层。空穴注入层通常在阳极上相接形成。

空穴注入层由于需要传输空穴的功能,因此包含空穴传输材料。进一步,空穴注入层中优选含有四芳基硼酸根离子。此外,还优选包含具有交联基团的电子接受性化合物的交联物。

[0350] 为了提高从阳极向空穴注入层的空穴注入性、提高在空穴注入层内的空穴传输性,空穴注入层中所含的空穴传输材料优选含有阳离子自由基部位。为了使空穴传输材料阳离子自由基化,使用在形成空穴注入层时电子接受性化合物。作为电子接受性化合物的基本骨架,由作为后述的离子价1的阴离子的四芳基硼酸根离子和抗衡阳离子构成的离子化合物因具有高稳定性而优选。

[0351] 空穴传输材料的阳离子自由基化以如下方式进行。在作为空穴传输材料例如使用具有三芳基胺结构的化合物时,当将以二芳基碘作为抗衡阳离子的四芳基硼酸盐用作电子接受性化合物时,则在空穴注入层形成时,如下式所示的抗衡阳离子可以从二芳基碘变为三芳基胺鎓。

## [0352] [化73]



[0353] (例如,Ar、Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>4</sup>各自独立地为选自可以具有取代基的芳香烃环基、可以具有取代基的芳香杂环基或可以具有取代基的芳香烃环基和可以具有取代基的芳香杂环基中的结构连接多个而成的一价基团。)

[0354] 上述反应中生成的三芳基胺鎓由于具有可接受电子的半占轨道(SOMO),因此以三芳基胺鎓作为抗衡阳离子的四芳基硼酸盐为电子接受性化合物。

[0355] 本发明中,将由该空穴传输材料的阳离子和作为阴离子的四芳基硼酸根离子构成的化合物称为电荷传输性离子化合物。详细情况如后所述。

## [0356] [具有交联基团的电子接受性化合物]

作为电子接受性化合物,如上所述,可举出:具有以由四芳基硼酸根离子和抗衡阳离子构成的离子化合物作为基本骨架的化合物或以由四芳基硼酸根离子和抗衡阳离子构成的离子化合物作为基本骨架且具有以下交联基团的化合物。

## [0357] (交联基团)

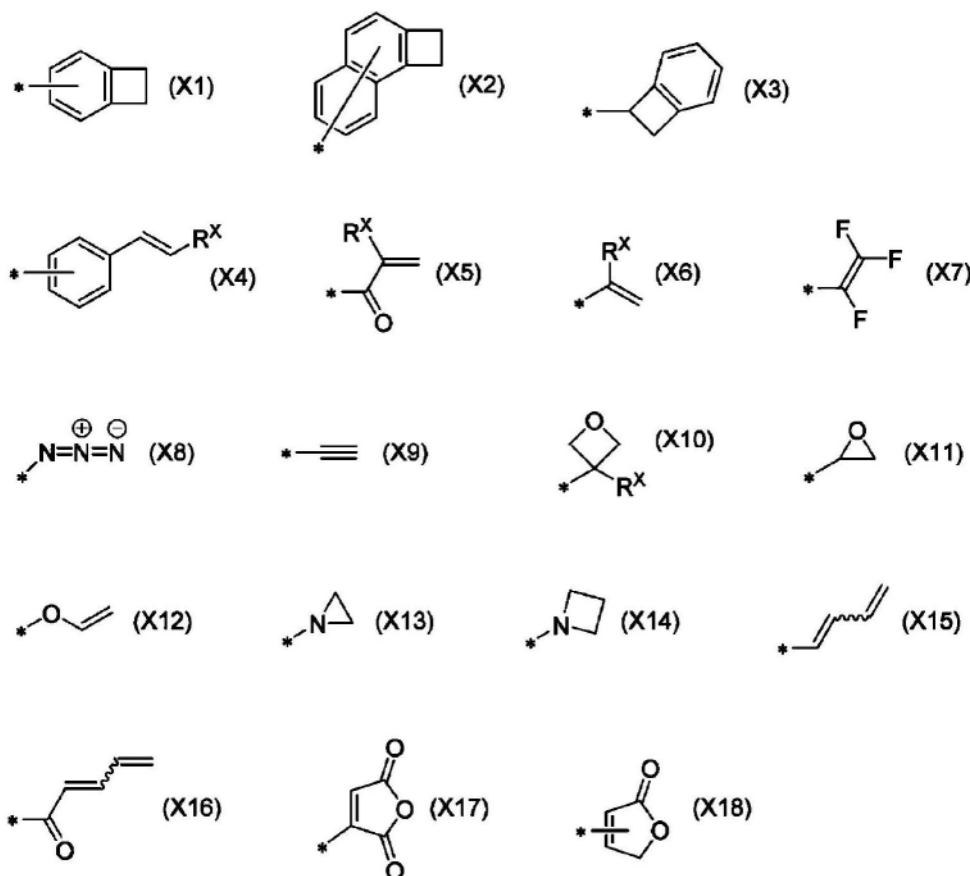
本发明的有机电致发光元件的空穴注入层中可包含的形成具有交联基团的电子接受性化合物的交联物的电子接受性化合物的交联基团是指通过热和/或活性能量线的照射,与位于该交联基团附近的其他基团反应,而生成新化学键的基团。这种情况下,反应的基团也存在与交联基团相同的基团或不同的基团的情况。

[0358] 认为在电子接受性化合物包含交联基团的情况下,在形成空穴注入层时进行交联反应,能够将电子接受性化合物固定于空穴注入层,在通过湿法成膜法形成空穴注入层之上的层时,电子接受性化合物不会扩展至空穴注入层之上的层。因此,推测通过使用具有交

联基团的电子接受性化合物,能够抑制驱动中的劣化反应。

[0359] 作为交联基团,优选为下式(X1)~(X18)中任一项所表示的交联基团。

[0360] [化74]



[0361] (式(X1)~(X4)中,苯环和萘环可以具有取代基。此外,上述取代基可以相互键合而形成环。

式(X4)、式(X5)、式(X6)和式(X10)中的 $R^X$ 各自独立地表示可以具有取代基的烷基。)

[0362] 由 $R^X$ 表示的烷基为直链、支链或环状结构,碳原子数为1以上,优选为24以下,更优选为12以下,进一步优选为8以下。

[0363] 作为式(X1)~(X4)的苯环和萘环、式(X4)~(X6)和(X10)的 $R^X$ 所可以具有的取代基,优选为烷基、芳香烃基、烷氧基、芳烷基。

[0364] 作为取代基的烷基为直链、支链或环状结构,碳原子数优选为24以下,更优选为12以下,进一步优选为8以下,优选为1以上。

[0365] 作为取代基的芳香烃基的碳原子数优选为24以下,更优选为18以下,进一步优选为12以下,优选为6以上。芳香烃基可进一步具有上述烷基作为取代基。

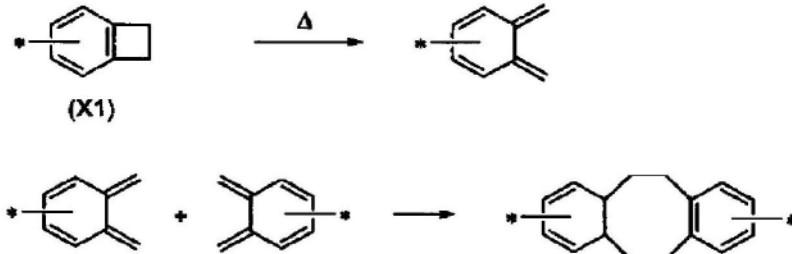
[0366] 作为取代基的烷氧基的碳原子数优选为碳原子数24以下,更优选为12以下,进一步优选为8以下,优选为1以上。

[0367] 作为取代基的芳烷基的碳原子数优选为碳原子数30以下,更优选为24以下,进一步优选为14以下,优选为7以上。芳烷基中所含的亚烷基优选为直链或支链结构。芳烷基中所含的芳基可进一步具有上述烷基作为取代基。

[0368] 作为交联基团,式(X1)~(X3)中任一项所表示的交联基团仅由热进行交联反应,基于极性小、对电荷传输的影响小的角度而优选。

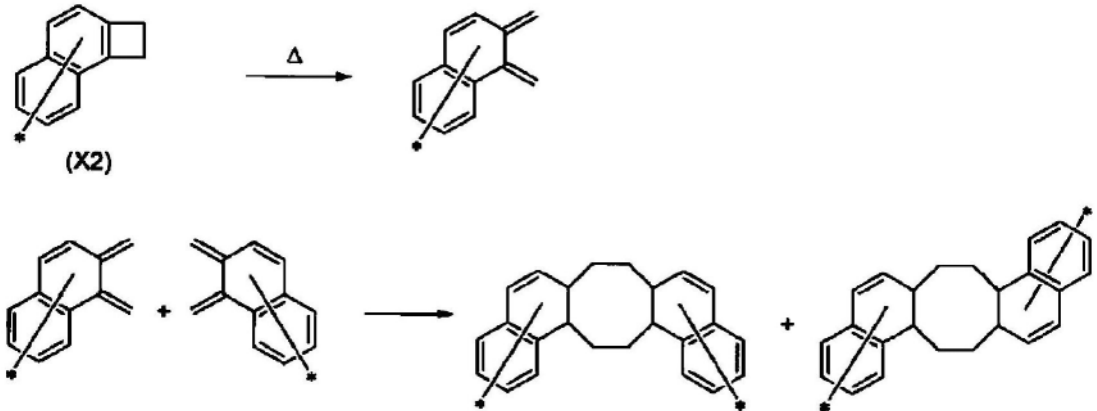
[0369] 式(X1)所表示的交联基团如下式所示,环丁烯环通过热而开环,开环后的基团彼此之间键合而形成交联结构。

[0370] [化75]



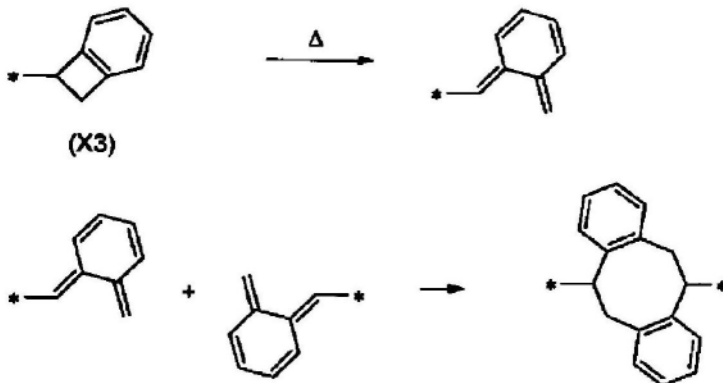
[0371] 式(X2)所表示的交联基团如下式所示,环丁烯环通过热而开环,开环后的基团彼此之间键合而形成交联结构。

[0372] [化76]



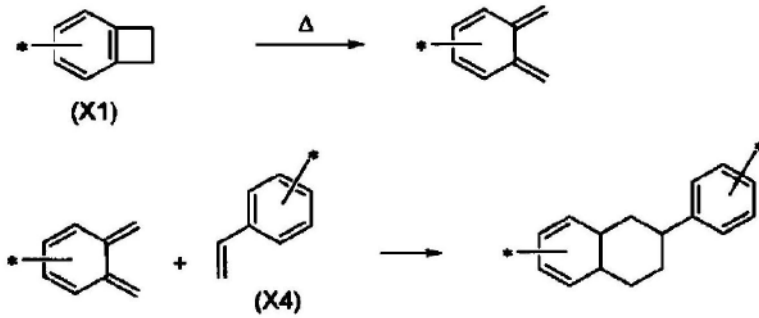
[0373] 式(X3)所表示的交联基团如下式所示,环丁烯环通过热而开环,开环后的基团彼此之间键合而形成交联结构。

[0374] [化77]



[0375] 关于式(X1)~(X3)中任一项所表示的交联基团,环丁烯环通过热而开环,开环后的基团在附近存在双键时,与双键反应而形成交联结构。下述中示出式(X1)所表示的交联基团开环后的基团与具有双键部位的式(X4)所表示的交联基团形成交联结构的示例。(其中,式(X4)的 $R^X$ 未予图示。)

[0376] [化78]

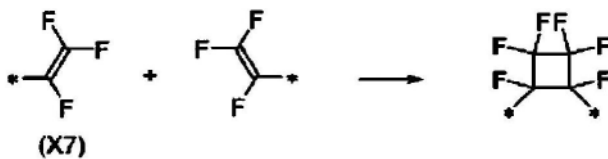


[0377] 作为含有可以与式 (X1) ~ (X3) 中任一项所表示的交联基团反应的双键的基团,除式 (X4) 所表示的交联基团以外,还可举出式 (X5)、(X6)、(X12)、(X15)、(X16)、(X17)、(X18) 中任一项所表示的交联基团。在将这些含有双键的基团用作电子接受性化合物中的交联基团的情况下,使空穴传输性化合物等形成空穴注入层的其他成分中含有式 (X1) ~ (X3) 中任一项所表示的交联基团会提高形成交联结构的可能性,因此优选。

[0378] 作为交联基团,自由基聚合性的式 (X4)、(X5)、(X6) 中任一项所表示的交联基团的极性小,不易成为电荷传输的阻碍,因此优选。

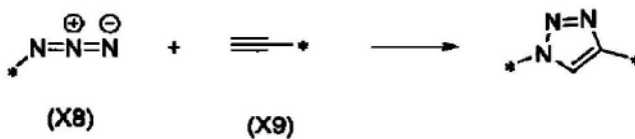
[0379] 作为交联基团,基于提高电子接受性的角度,优选式 (X7) 所表示的交联基团。需要说明的是,当使用式 (X7) 所表示的交联基团时,则进行下述的交联反应。

[0380] [化79]



[0381] 基于反应性高的角度,优选式 (X8)、(X9) 中任一项所表示的交联基团。需要说明的是,当使用式 (X8) 所表示的交联基团和式 (X9) 所表示的交联基团时,则进行下述的交联反应。

[0382] [化80]



[0383] 作为交联基团,基于反应性高的角度,优选阳离子聚合性的式 (X10)、(X11)、(X12) 中任一项所表示的交联基团。

[0384] (电子接受性化合物的交联物)

如后所述,本发明的有机电致发光元件的空穴注入层优选对空穴注入层形成用组合物进行湿法成膜而得到,空穴注入层形成用组合物优选为经过将后述的具有四芳基硼酸根离子结构的第一离子化合物和后述的空穴传输材料溶解或分散于有机溶剂的步骤而得到的组合物。而且,在本发明的有机电致发光元件的空穴传输层中,优选含有后述的将本发明中的四芳基硼酸根离子结构作为阴离子、将空穴传输材料的阳离子作为抗衡阳离子的电荷传输性离子化合物。

[0385] 因此,作为具有交联基团的电子接受性化合物中的电子接受性化合物,优选为作

为离子化合物的电子接受性化合物,作为电子接受性化合物的离子化合物优选为以四芳基硼酸根离子结构作为阴离子的离子化合物。在电子接受性化合物为以四芳基硼酸根离子结构作为阴离子的离子化合物的情况下,四芳基硼酸根离子优选具有交联基团。关于四芳基硼酸根离子结构如后所述。

[0386] 当使用具有交联基团的电子接受性化合物时,则形成具有交联基团的电子接受性化合物的交联物。具有交联基团的电子接受性化合物的交联物包含以下交联物的情况。

- 电子接受性化合物彼此交联而成的化合物。
- 电子接受性化合物与空穴传输材料交联而成的化合物。
- 电子接受性化合物与本发明中的四芳基硼酸根离子交联而成的化合物。
- 本发明中的四芳基硼酸根离子彼此交联而成的化合物。
- 本发明中的四芳基硼酸根离子与空穴传输材料交联而成的化合物。

[0387] 此处,“本发明中的四芳基硼酸根离子”包括下述情况:作为由后述的四芳基硼酸根离子和抗衡阳离子形成的离子化合物即电子接受性化合物而存在的情况,以及作为由后述的四芳基硼酸根离子和空穴传输材料的阳离子形成的电荷传输性离子化合物而存在的情况。

[0388] 交联反应的2个交联基团只要可以进行交联反应就可以为相同的交联基团或可以为不同的交联基团。

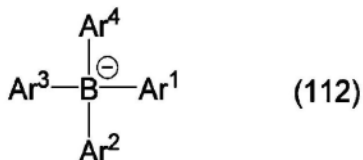
[0389] [四芳基硼酸根离子]

四芳基硼酸根离子为在硼原子上取代有4个可以具有取代基和/或交联基团的芳香烃环或可以具有取代基和/或交联基团的芳香杂环的离子价1的阴离子。

[0390] 包含硼的多环杂环化合物在硼上具有空p轨道,特别是容易与电子供与性的物质反应。反应的结果是生成电子供与性的物质的氧化物,该氧化物在驱动中有可能进一步引起劣化反应。另一方面,在作为在硼上不具有空p轨道的满足八隅体规则的稳定结构的四芳基硼酸根离子中,具有电子供与性的物质使被氧化的阳离子稳定化的效果。因此,推测通过使用四芳基硼酸根离子,能够抑制驱动中的劣化反应,耐久性提高、元件的驱动寿命变长。

[0391] 本发明的有机电致发光元件中所能够包含的四芳基硼酸根离子具有氟原子或被氟取代的烷基作为芳基的取代基,基于稳定性进一步提高的角度为优选。即,优选由下式(112)表示。

[0392] [化81]



[0393] (式(112)中,

$\text{Ar}^1$ 、 $\text{Ar}^2$ 、 $\text{Ar}^3$ 和 $\text{Ar}^4$ 各自独立地表示选自可以具有取代基和/或交联基团的芳香烃环基、可以具有取代基和/或交联基团的芳香杂环基或可以具有取代基和/或交联基团的芳香烃环基及可以具有取代基和/或交联基团的芳香杂环基中的结构连接多个而成的一价基团,

$\text{Ar}^1$ 、 $\text{Ar}^2$ 、 $\text{Ar}^3$ 和 $\text{Ar}^4$ 中的至少1个具有氟原子或被氟取代的烷基作为取代基。)

[0394]  $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 中的至少1个优选具有交联基团。

[0395] 作为 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 中使用的芳香烃环基,优选为单环、二元至六元稠环。具体地,可举出:苯环、萘环、蒽环、菲环、茈环、并四苯环、芘环、苯并芘环、蒽环、三亚苯环、萘环、茚萘环、茚环、联苯结构、三联苯结构或四联苯结构。

[0396] 作为 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 中使用的芳香杂环基,优选为单环、二元至六元稠环。具体地,可举出:呋喃环、苯并呋喃环、噻吩环、苯并噻吩环、吡咯环、吡啶环、咪唑环、噁二唑环、吡嗪环、咪唑环、吡咯并咪唑环、吡咯并吡啶环、吡咯并吡咯环、噻吩并吡咯环、噻吩并噻吩环、呋喃并吡咯环、呋喃并呋喃环、噻吩并呋喃环、苯并异噁唑环、苯并异噻唑环、苯并咪唑环、吡啶环、吡嗪环、哒嗪环、嘧啶环、三嗪环、喹啉环、异喹啉环、噌啉环、喹啉环、菲啶环、呋啶环、喹啉环、喹啉酮环或萘环。

[0397] 其中,出于稳定性、耐热性优异,更优选为源自苯环、萘环、茚环、吡啶环或咪唑环的一价基团或联苯基。特别优选为源自苯环的一价基团、即苯基或联苯基。

[0398] 选自可以具有取代基和/或交联基团的芳香烃环基及可以具有取代基和/或交联基团的芳香杂环基中的结构连接多个而成的一价基团中所含的单环或二元至六元稠环的芳香烃环基和单环或二元至六元稠环的芳香杂环基的合计数量为2以上,优选为8以下,进一步优选为4以下,更优选为3以下。

[0399] 作为 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 所可以具有的取代基,可举出后述的取代基组W中所述的基团。

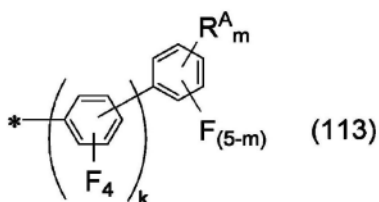
[0400] 作为 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 的取代基,从阴离子的稳定性增加、使阳离子稳定的效果提高的角度出发,优选为氟原子或被氟取代的烷基。此外,氟原子或被氟取代的烷基在 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 中,优选取代2个以上,更优选取代3个以上,最优选取代4个。

[0401] 作为 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 的取代基的被氟取代的烷基,优选为碳原子数1~12的直链或支链的烷基且取代有氟原子的基团,更优选为全氟烷基,进一步优选为碳原子数1~5的直链或支链的全氟烷基,特别优选为碳原子数1~3的直链或支链的全氟烷基,最优选为全氟甲基。其原因在于,包含四芳基硼酸根离子或具有交联基团的电子接受性化合物的交联物的空穴注入层或层叠于其上层的涂膜变得稳定。

[0402]  $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 所可以具有的交联基团如上述交联基团所示。

[0403] 基于阴离子的稳定性进一步增加、使阳离子稳定的效果进一步提高的角度,本发明的有机电致发光元件中所能够包含的四芳基硼酸根离子优选上式(112)中的 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 中的至少一个为式(113)所表示的基团,更优选 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 中的至少二个各自独立地为式(113)所表示的基团,进一步优选 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 中的至少3个各自独立地为式(113)所表示的基团,最优选 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 全部各自独立地为式(113)所表示的基团。

[0404] [化82]



[0405] (式(113)中,

$R^A$ 各自独立地为可以具有取代基和/或交联基团的芳香烃环基、可以具有取代基和/或交联基团的芳香杂环基、选自可以具有取代基和/或交联基团的芳香烃环基及可以具有取代基和/或交联基团的芳香杂环基中的结构连接多个而成的一价基团、被氟取代的烷基、取代基或交联基团,

$F_4$ 表示氟原子取代4个,

$F_{(5-m)}$ 各自独立地表示氟原子取代5-m个,

k各自独立地表示0~5的整数,

m各自独立地表示0~5的整数。)

[0406] 基于阴离子的稳定性进一步提高的角度,k优选为1以上,更优选为2以上。基于容易均匀分散的角度,k优选为0或1,优选为0。

[0407] 基于耐久性更优异的角度,m优选为0,基于能够向四芳基硼酸根离子引入各种功能的角度,优选为1以上,基于兼具耐久性的角度,进一步优选为1或2。

基于阴离子的稳定性提高、耐久性也优异的角度,优选为 $k+m \geq 1$ 。

[0408] 作为 $R^A$ 的芳香烃环基或芳香杂环基,其优选的结构和所可以具有的取代基与 $Ar^1$ 、 $Ar^2$ 、 $Ar^3$ 和 $Ar^4$ 的结构和所可以具有的取代基相同。

[0409] 作为 $R^A$ 的取代基和 $R^A$ 为取代基时的取代基,可举出后述的取代基组W中所述的基团。

[0410] 式(113)中,基于阴离子的稳定性进一步增加、使阳离子稳定的效果进一步提高的角度,至少一个 $R^A$ 优选为所述被氟取代的烷基,优选为全氟烷基,更优选为三氟甲基。

[0411] 作为 $R^A$ 的交联基团和 $R^A$ 为交联基团时的交联基团,如上述交联基团所述。

[0412] 基于兼顾交联性与电子接受性的角度,式(113)中优选至少一个 $R^A$ 包含上述交联基团。此时,作为 $R^A$ ,优选为所述交联基团或1个或多个所述交联基团键合于芳香烃基而成的结构。

[0413] 进一步, $R^A$ 也优选为包含下式(114)所表示的基团或下式(115)所表示的基团的基团。

[0414] [化83]



[0415] 这些式(114)所表示的基团、式(115)所表示的基团可以具有取代基,作为其取代基的示例,与 $R^A$ 所可以具有的取代基相同。

[0416] 作为 $R^A$ ,优选为式(114)所表示的基团或式(115)所表示的基团,或者式(114)所表示的基团或式(115)所表示的基团1个或多个键合于芳香烃基而成的结构。

[0417] 作为 $R^A$ 为1个或多个上述交联基团键合于芳香烃基而成的结构时的芳香烃基,优选为苯环、萘环或选自苯环和萘环中的2个以上连接而成的结构,连接数优选为4个以下。这种情况的进一步优选的 $R^A$ 为在苯环单环或萘环单环键合有所述交联基团而成的结构,进一步优选为在苯环键合有所述交联基团而成的结构,特别优选为1个或多个所述交联基团结合而成的结构。

[0418] 在R<sup>A</sup>为包含式(114)所表示的基团或下式(115)所表示的基团的基团时,进一步优选的R<sup>A</sup>为在苯环单环或萘环单环键合有式(114)所表示的基团或式(115)所表示的基团而成的结构,进一步优选为在苯环键合有式(114)所表示的基团或式(115)所表示的基团而成的结构,特别优选为式(114)所表示的基团或式(115)所表示的基团1个或2个结合而成的结构。

[0419] 这些式(114)所表示的基团、式(115)所表示的基团具有交联性,认为四芳基硼酸根离子和抗衡阳离子不会扩散至其他层,因此优选。

[0420] (取代基组W)

取代基组W为氢原子、卤素原子、氰基、由1~5个芳香烃环构成的芳香烃环基、脂肪烃环基、烷基、烯基、炔基、芳烷基、烷氧基、芳氧基、烷硫基、芳硫基、烷基酮基或芳基酮基。

[0421] 作为卤素原子的示例,可举出:氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等,出于化合物的稳定性,优选氟原子。

[0422] 作为由1~5个芳香烃环构成的芳香烃环基,可举出:苯基、联苯基、三联苯基、四联苯基、萘基、菲基、三亚苯基、萘基苯基等,出于化合物的稳定性,优选苯基、萘基、联苯基、三联苯基或四联苯基。

[0423] 作为脂肪烃环基的示例,可举出:环丙基、环丁基、环戊基、环己基等。

[0424] 作为烷基,碳原子数通常为1以上,优选为4以上,并且通常为24以下,优选为12以下,进一步优选为8以下,更优选为6以下。具体地,可举出:甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、正己基、环己基、辛基、2-乙基己基、十二烷基等。

[0425] 作为烯基,碳原子数通常为2以上,并且通常为24以下,优选为12以下。具体地,可举出:乙烯基、丙烯基、丁烯基等。

[0426] 作为炔基,碳原子数通常为2以上,并且通常为24以下,优选为12以下,具体地,可举出:乙酰基、丙炔基、丁炔基等。

[0427] 作为芳烷基的示例,可举出:苄基、苯基乙基、苯基己基等。

[0428] 作为烷氧基,碳原子数通常为1以上,并且通常为24以下,优选为12以下,进一步优选为6以下,作为具体例,可举出:甲氧基、乙氧基、丁氧基、己氧基、辛氧基等。

[0429] 作为芳氧基,碳原子数通常为4以上,优选为5以上,进一步优选为6以上,并且通常为36以下,优选为24以下,进一步优选为12以下,作为具体例,可举出:苯氧基、萘氧基等。

[0430] 作为烷硫基,碳原子数通常为1以上,并且通常为24以下,优选为12以下,作为具体例,可举出:甲硫基、乙硫基、丁硫基、己硫基等。

[0431] 作为芳硫基,碳原子数通常为4以上,优选为5以上,并且通常为36以下,优选为24以下,作为具体例,可举出:苯硫基、萘硫基等。

[0432] 作为烷基酮基,碳原子数通常为1以上,并且通常为24以下,优选为12以下,进一步优选为6以下,作为具体例,可举出:乙酰基、乙基羰基、丁基羰基、辛基羰基等。

[0433] 作为芳基酮基,碳原子数通常为5以上,优选为7以上,并且通常为25以下,优选为13以下,作为具体例,可举出:苯甲酰基、萘基羰基等。

[0434] 另外,相邻的取代基彼此可以键合,形成环。

作为形成环的示例,可举出:环丁烯环、环戊烯环等。

[0435] 另外,这些取代基中可以进一步取代有取代基,作为其取代基的示例,可举出:卤

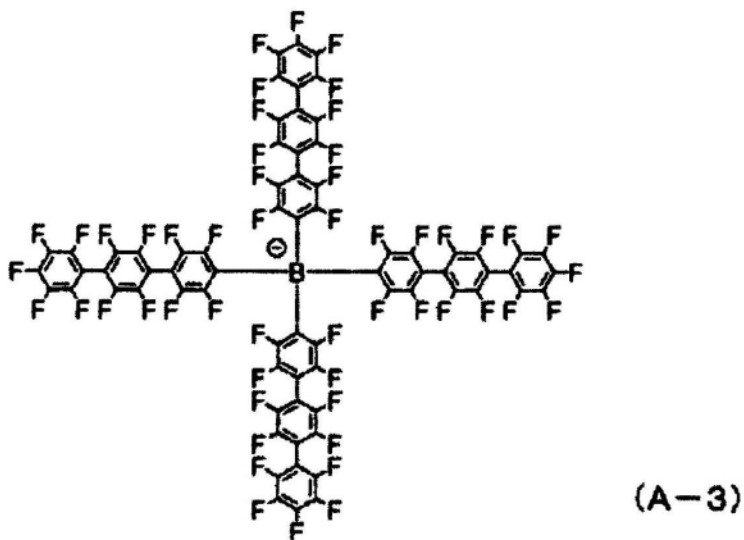
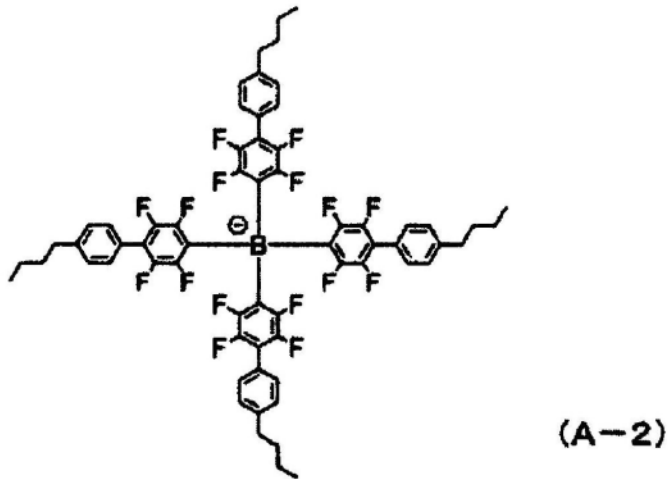
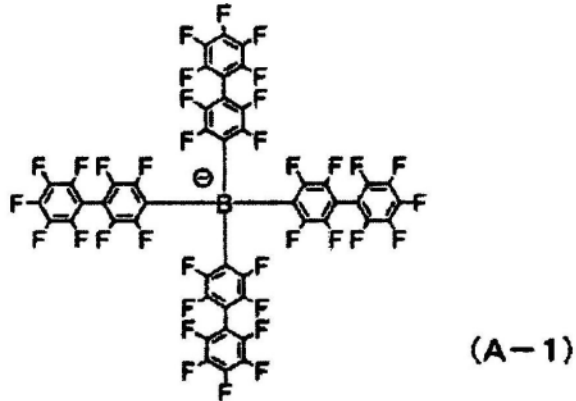
素原子、烷基、芳基或上述交联基团。

[0436] 这些取代基之中,基于化合物的稳定性的角度,优选为卤素原子或芳基。最优选为卤素原子,卤素原子之中优选为氟原子。

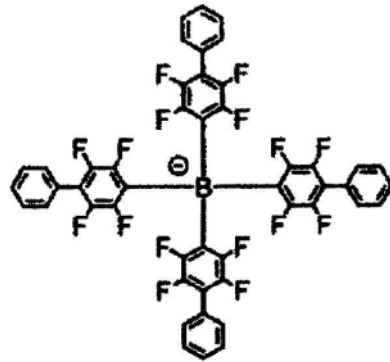
[0437] [四芳基硼酸根离子的具体例]

以下,可举出本发明的有机电致发光元件中使用的四芳基硼酸根离子的具体例,但并不限于这些。

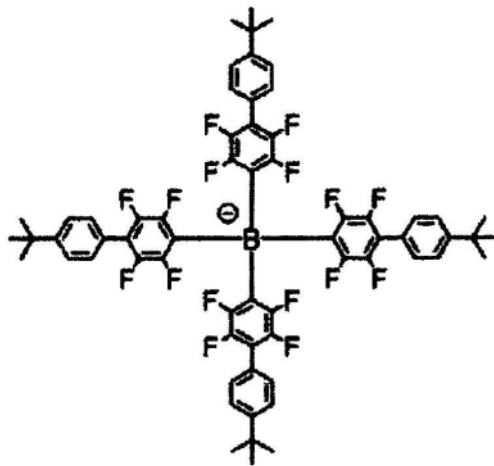
[0438] [化84]



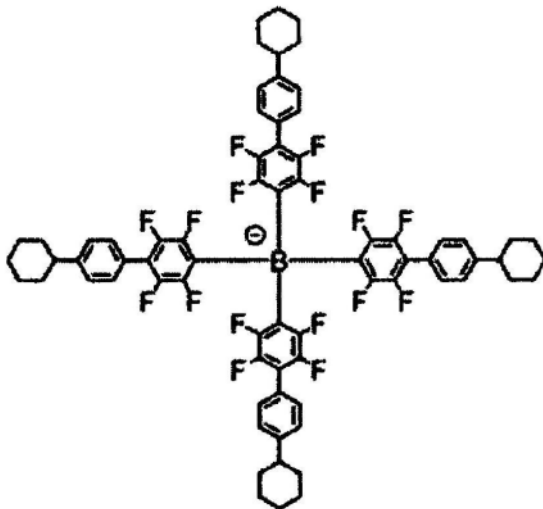
[0439] [化85]



(A-4)

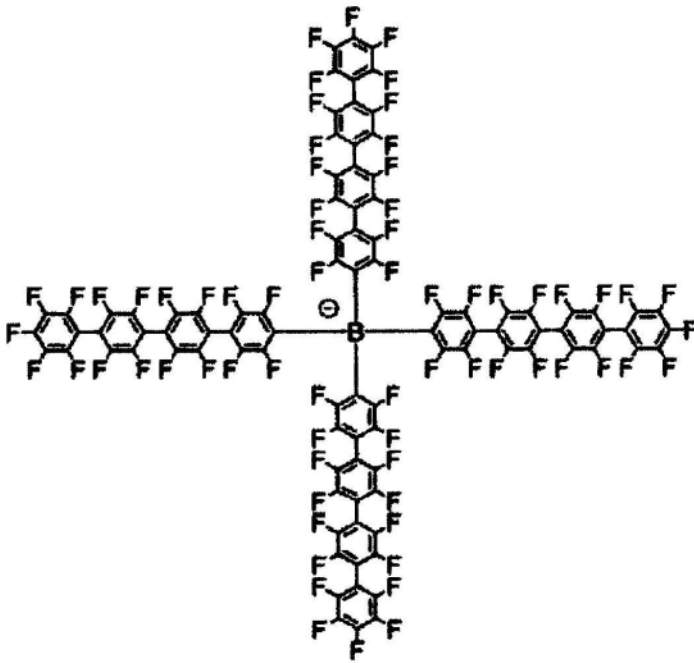


(A-5)

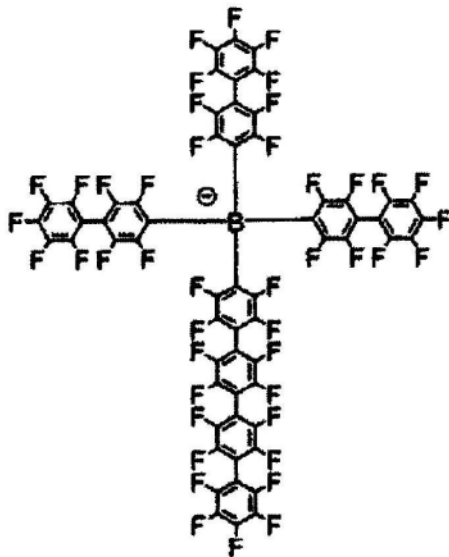


(A-6)

[0440] [化86]

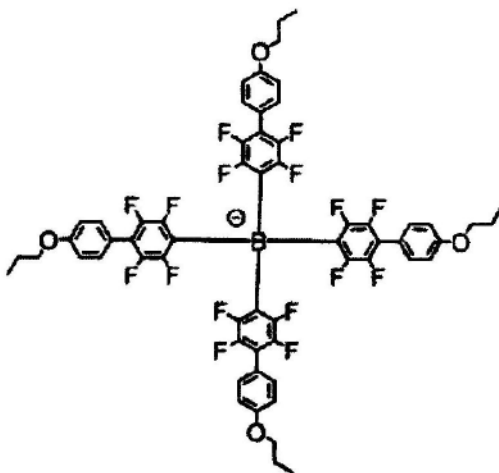
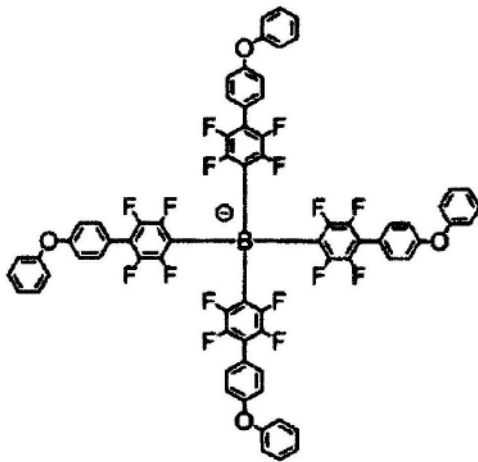
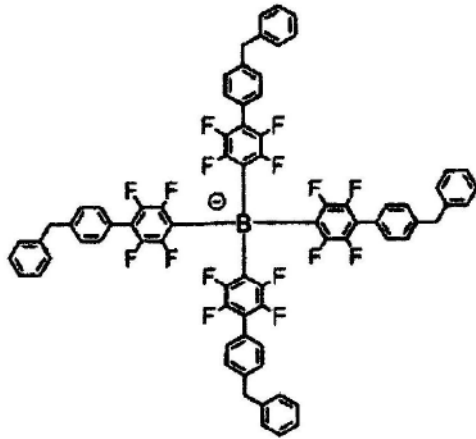


(A-7)

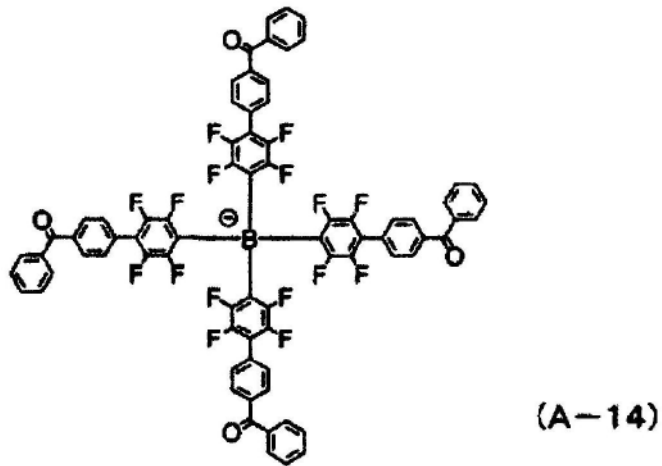
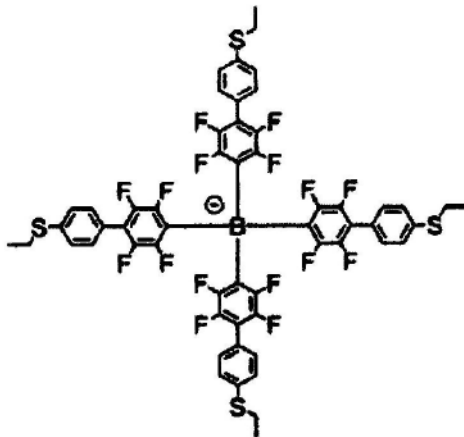
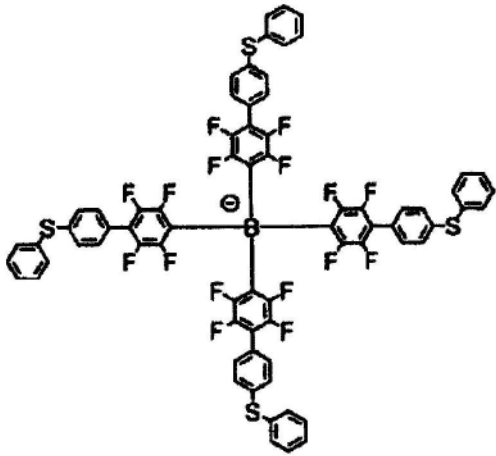


(A-8)

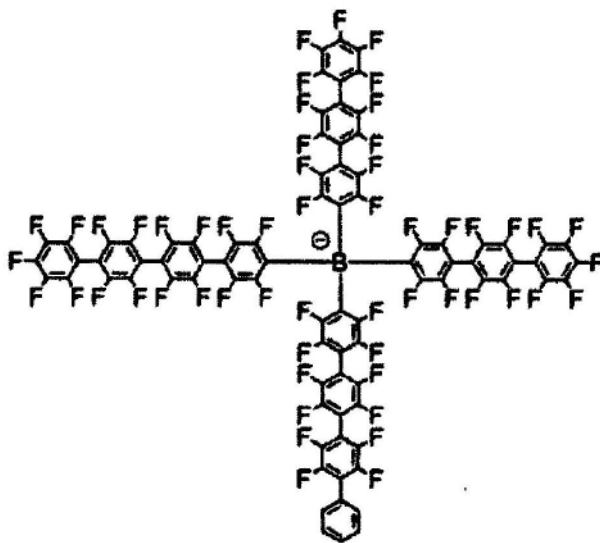
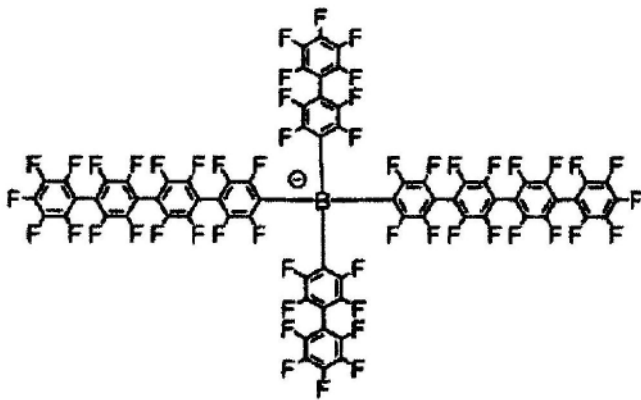
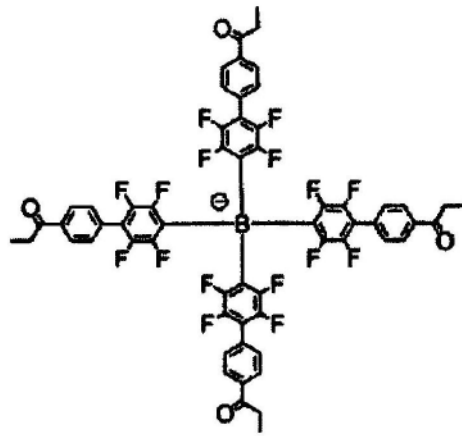
[0441] [化87]



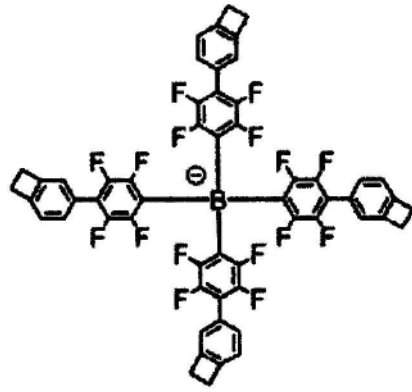
[0442] [化88]



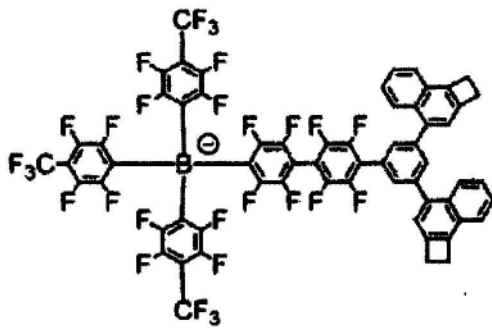
[0443] [化89]



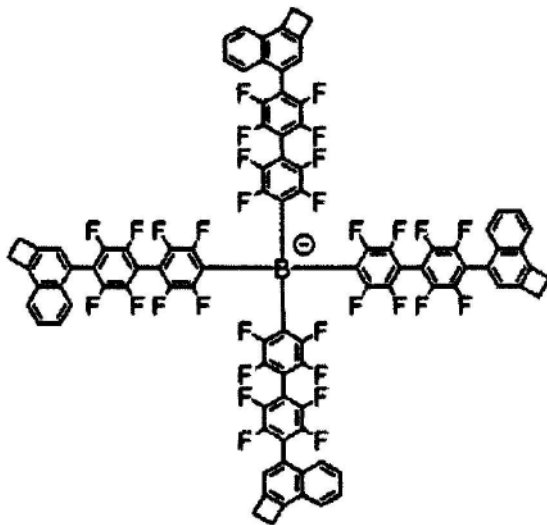
[0444] [化90]



(A-18)

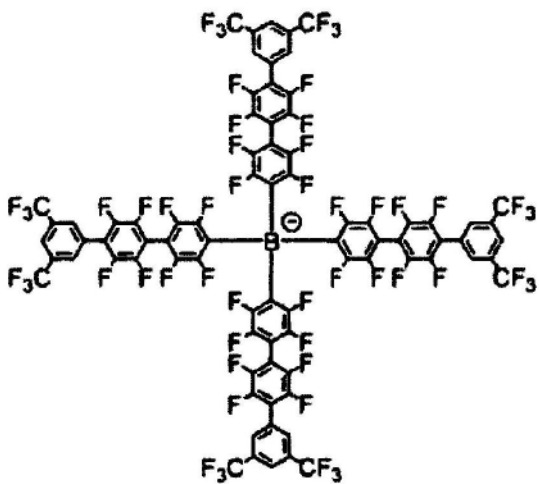
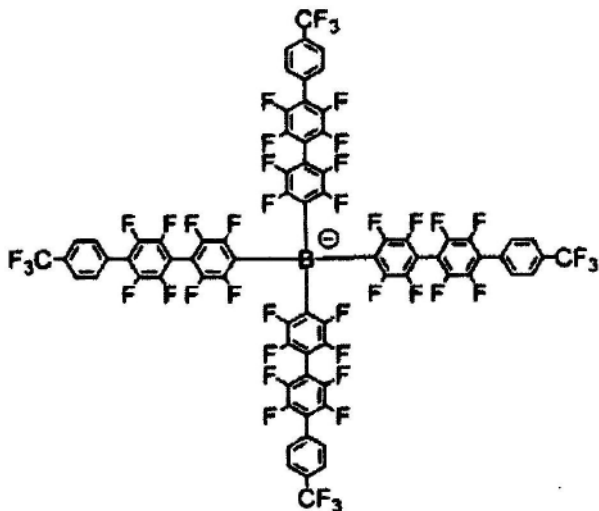
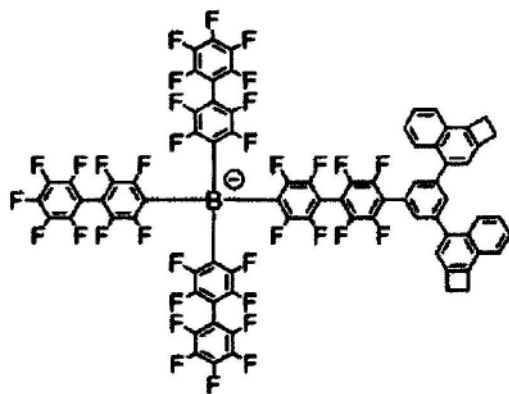


(A-19)

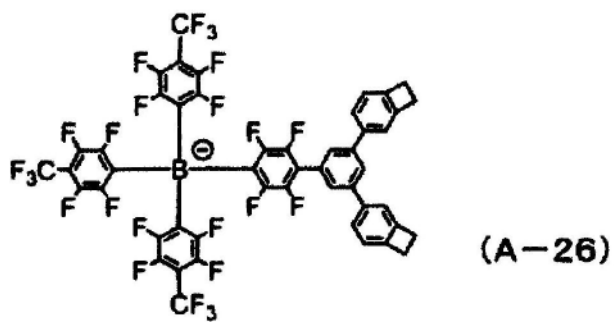
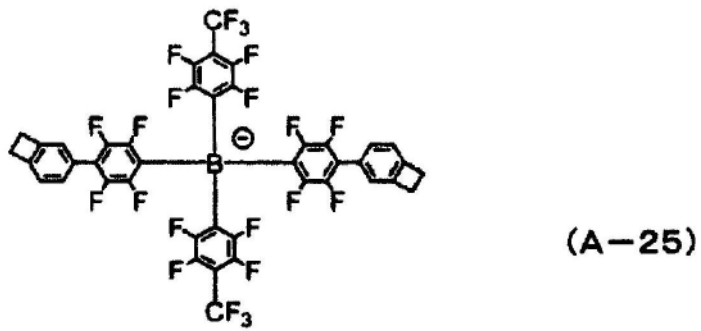
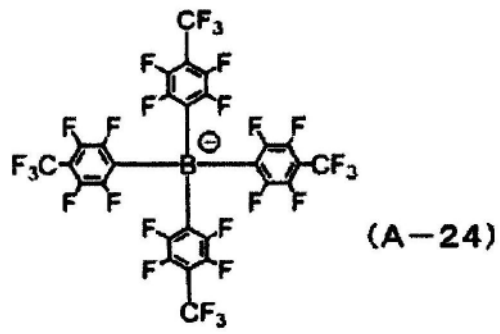


(A-20)

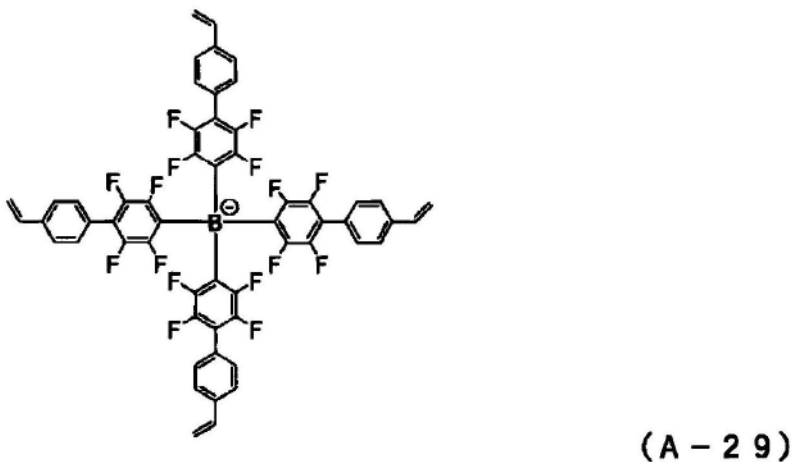
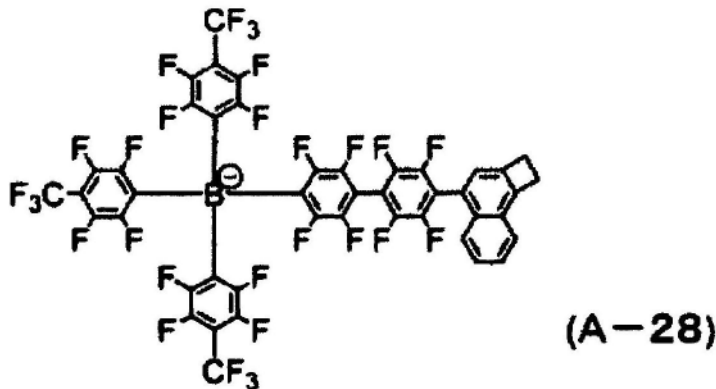
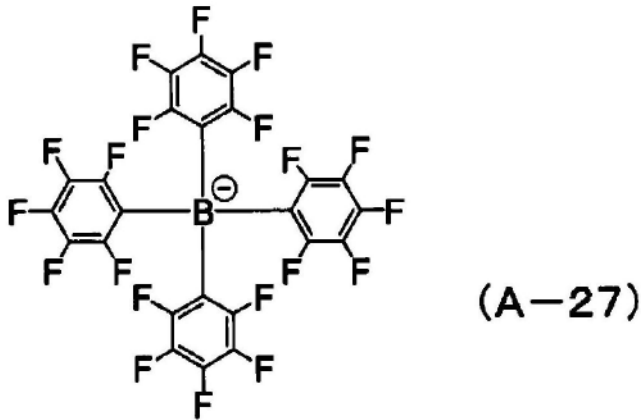
[0445] [化91]



[0446] [化92]



[0447] [化93]



[0448] 上述具体例中,基于电子接受性、耐热性、溶解性的角度,优选为(A-1)、(A-2)的化合物。进一步,从作为电荷传输膜用组合物的稳定性高出发,更优选为(A-18)、(A-19)、(A-20)、(A-21)、(A-25)、(A-26)、(A-28),从有机电致发光元件的稳定性出发,特别优选为(A-19)、(A-21)、(A-25)、(A-26)、(A-28)。

[0449] 需要说明的是,(A-18)、(A-19)、(A-20)、(A-21)、(A-25)、(A-26)、(A-28)、(A-29)的四芳基硼酸根离子由于具有交联基而能够形成“电子接受性化合物的交联物”。

[0450] [含四芳基硼酸根离子的电子接受性离子化合物]

四芳基硼酸根离子也优选用作含四芳基硼酸根离子的电子接受性离子化合物。将含四芳基硼酸根离子的电子接受性离子化合物称为第一离子化合物。第一离子化合物由作

为阴离子的所述四芳基硼酸根离子和抗衡阳离子构成。第一离子化合物用作电子接受性化合物。

[0451] 作为抗衡阳离子,优选为铯阳离子、铊阳离子、碳正离子、氧鎇阳离子、铵阳离子、磷阳离子、环庚基三烯基阳离子或具有过渡金属的二茂铁阳离子,更优选为铯阳离子、铊阳离子、碳正离子、铵阳离子,特别优选为铯阳离子。

[0452] 作为铯阳离子,优选为后述的通式(6)所表示的结构,进一步优选的结构也相同。

[0453] 作为铯阳离子,具体地,优选为二苯基铯阳离子、双(4-叔丁基苯基)铯阳离子、4-叔丁氧苯基苯基铯阳离子、4-甲氧基苯基苯基铯阳离子、4-异丙基苯基-4-甲基苯基铯阳离子等。

[0454] 作为铊阳离子,具体地,优选为三苯基铊阳离子、4-羟基苯基二苯基铊阳离子、4-环己基苯基二苯基铊阳离子、4-甲磺酰基苯基二苯基铊阳离子、(4-叔丁氧苯基)二苯基铊阳离子、双(4-叔丁氧苯基)苯基铊阳离子、4-环己基磺酰基苯基二苯基铊阳离子等。

[0455] 作为碳正离子,具体地,优选为三苯基碳正离子、三(甲基苯基)碳正离子、三(二甲基苯基)碳正离子等三取代碳正离子等。

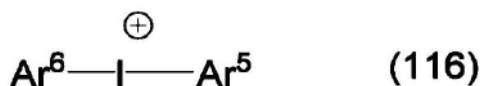
[0456] 作为铵阳离子,具体地,优选为三甲基铵阳离子、三乙基铵阳离子、三丙基铵阳离子、三丁基铵阳离子、三(正丁基)铵阳离子等三烷基铵阳离子;N,N-二乙基苯胺阳离子、N,N-2,4,6-五甲基苯胺阳离子等N,N-二烷基苯胺阳离子;二(异丙基)铵阳离子、二环己基铵阳离子等二烷基铵阳离子等。

[0457] 作为磷阳离子,具体地,优选为四苯基磷阳离子、四(甲基苯基)磷阳离子、四(二甲基苯基)磷阳离子等四芳基磷阳离子;四丁基磷阳离子、四丙基磷阳离子等四烷基磷阳离子等。

[0458] 这些之中,基于化合物的膜稳定性的角度,优选为铯阳离子、碳正离子、铊阳离子,更优选为铯阳离子。

[0459] 作为第一离子化合物的抗衡阳离子的铯阳离子优选为下式(116)所表示的结构。

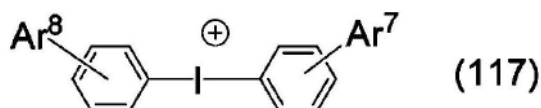
[0460] [化94]



[0461] 式(116)中,Ar<sup>5</sup>、Ar<sup>6</sup>各自独立地为可以具有取代基的芳香烃基或可以具有取代基的芳香杂环基。作为Ar<sup>5</sup>、Ar<sup>6</sup>的芳香烃环基或芳香杂环基可以选自与Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>、Ar<sup>3</sup>和Ar<sup>4</sup>时相同的结构,优选的结构也可以选自与Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>、Ar<sup>3</sup>和Ar<sup>4</sup>时相同的结构。

[0462] 另外,上式(116)所表示的抗衡阳离子优选由下式(117)表示。

[0463] [化95]



[0464] 上式(117)中,Ar<sup>7</sup>和Ar<sup>8</sup>与前述式(116)中的Ar<sup>5</sup>和Ar<sup>6</sup>所可以具有的取代基相同。

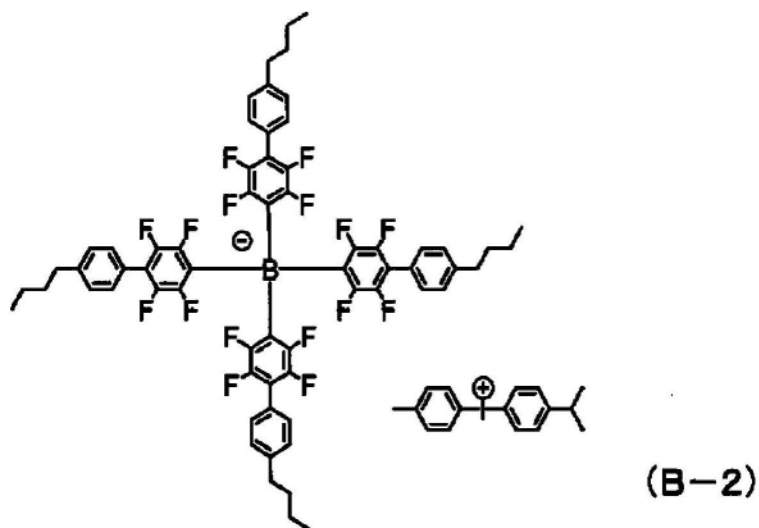
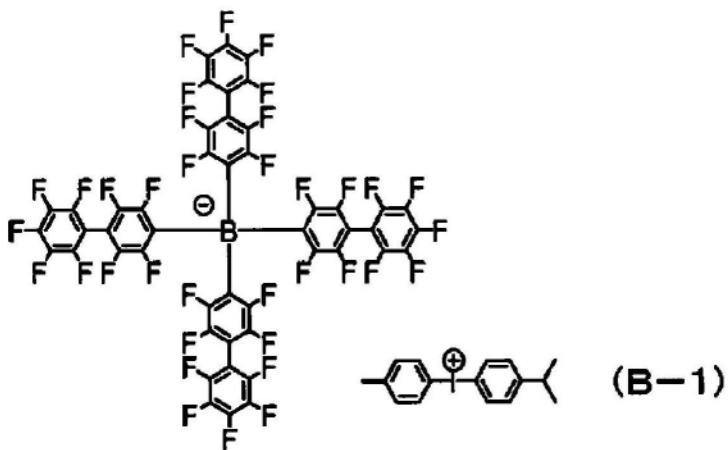
[0465] 本发明中使用的第一离子化合物的分子量通常为900以上、优选为1000以上、进一步优选为1200以上、并且通常为10000以下、优选为5000以下、进一步优选为3000以下的范围。当分子量过小时,则正电荷和负电荷的非定域化不充分,因此电子接受能力有可能降

低,当分子量过大时,则有可能妨碍电荷传输。

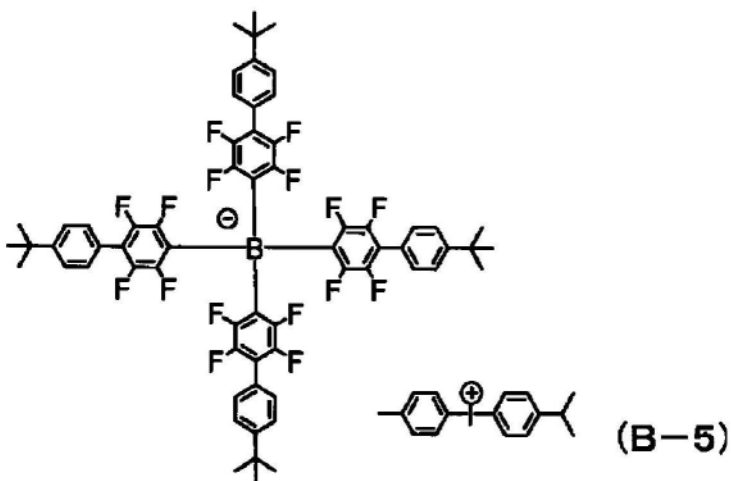
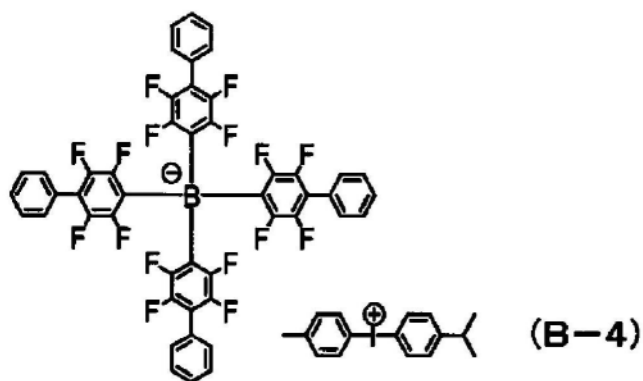
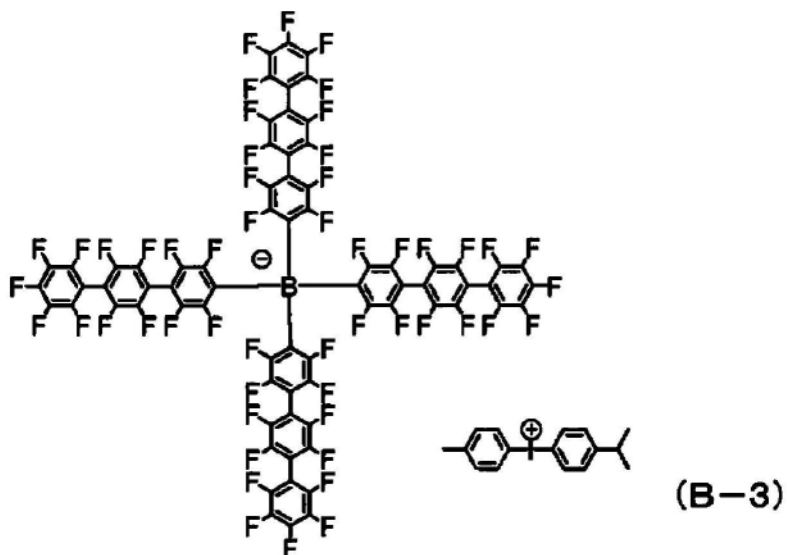
[0466] [具体例]

以下,作为本发明中的第一离子化合物,可举出与鎂阳离子的离子化合物的具体例,但第一离子化合物并不限于这些。

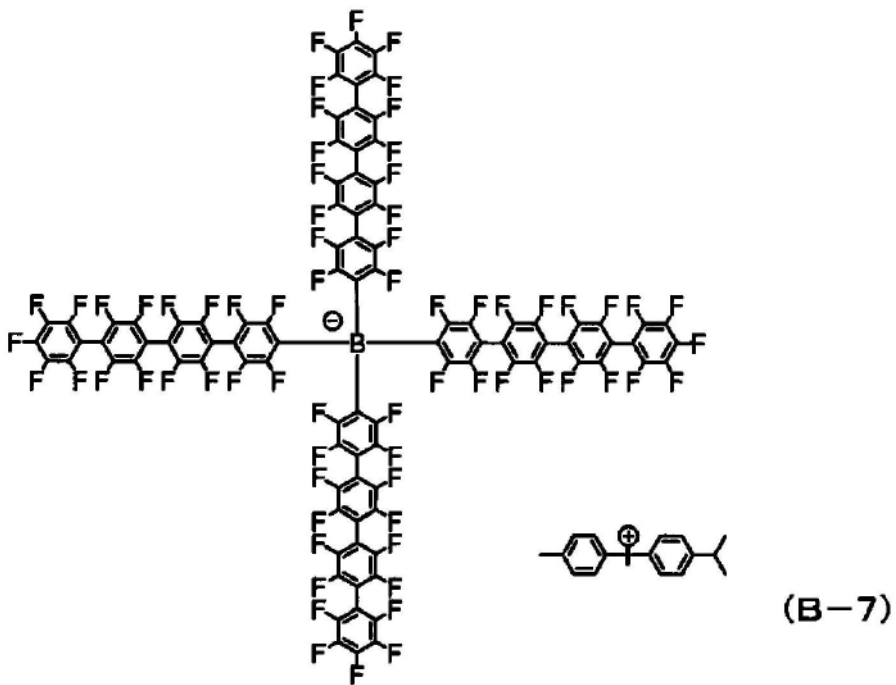
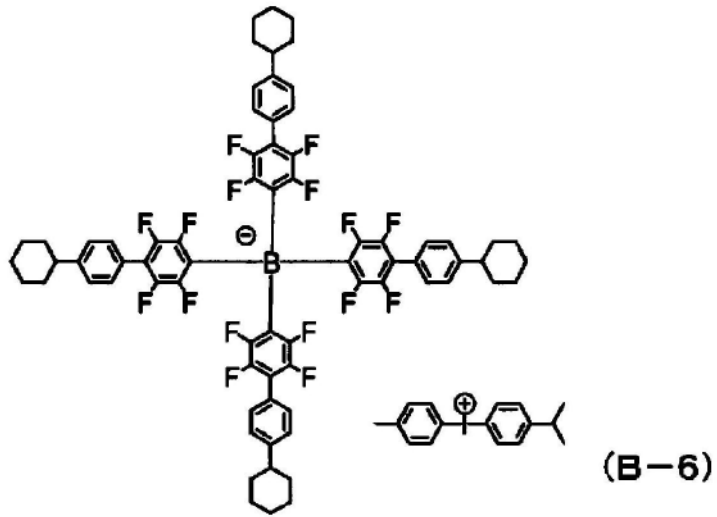
[0467] [化96]



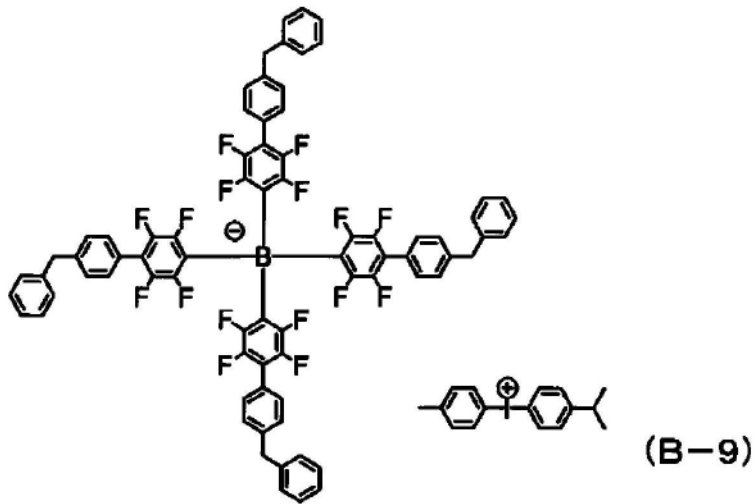
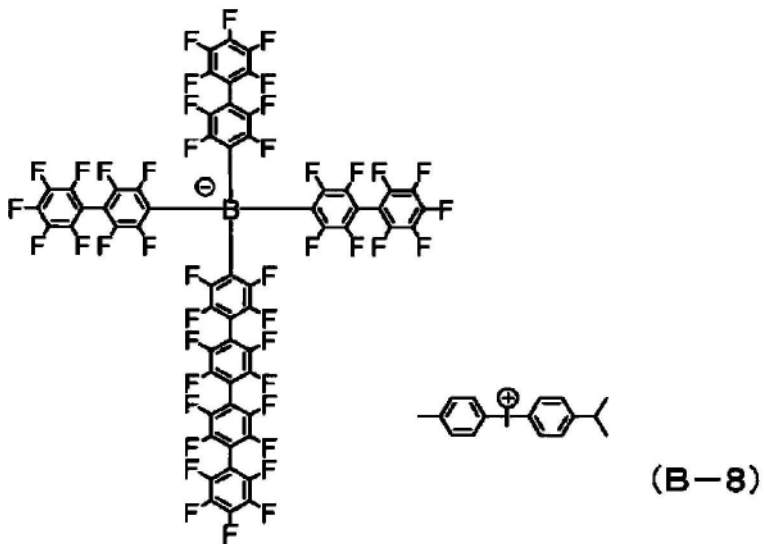
[0468] [化97]



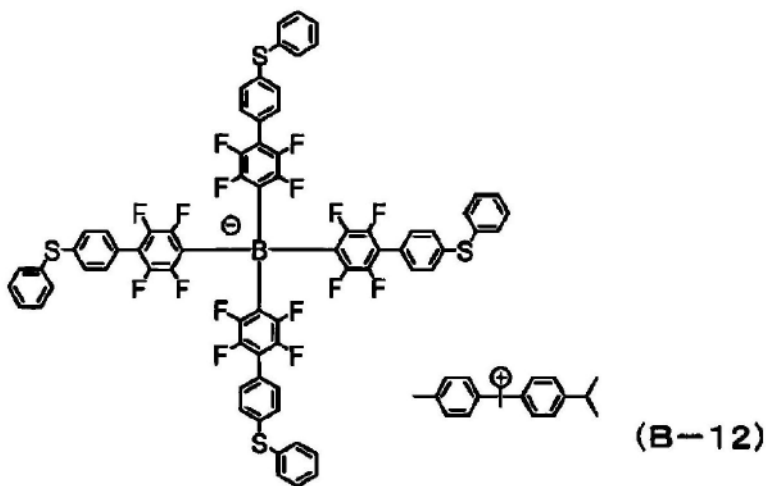
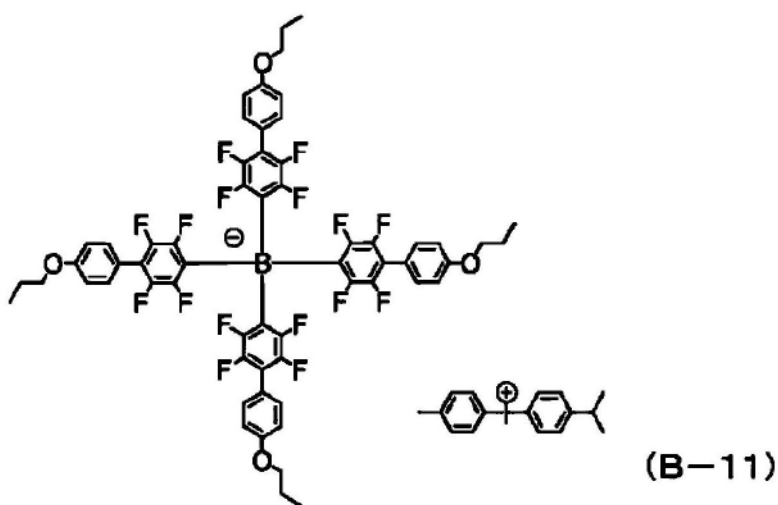
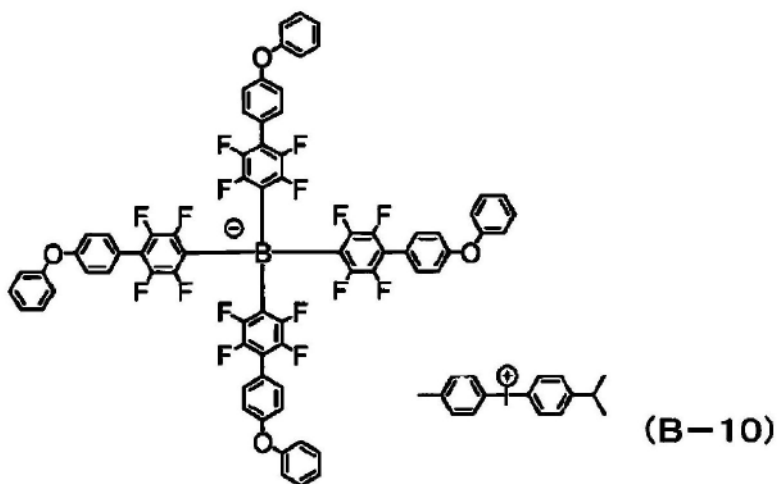
[0469] [化98]



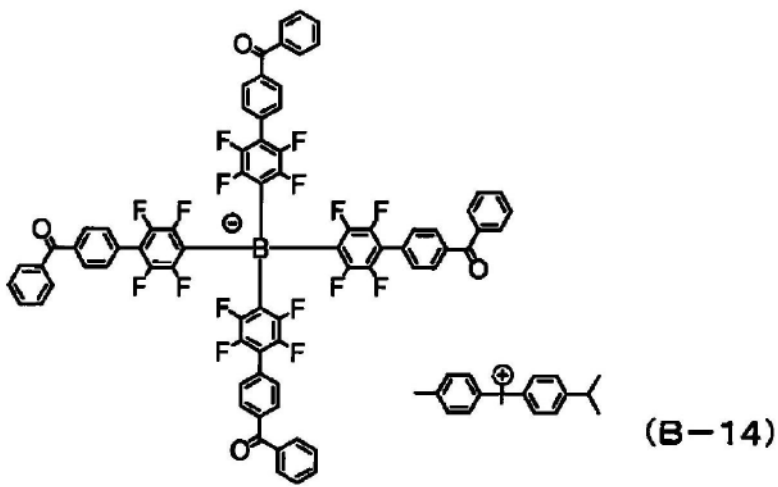
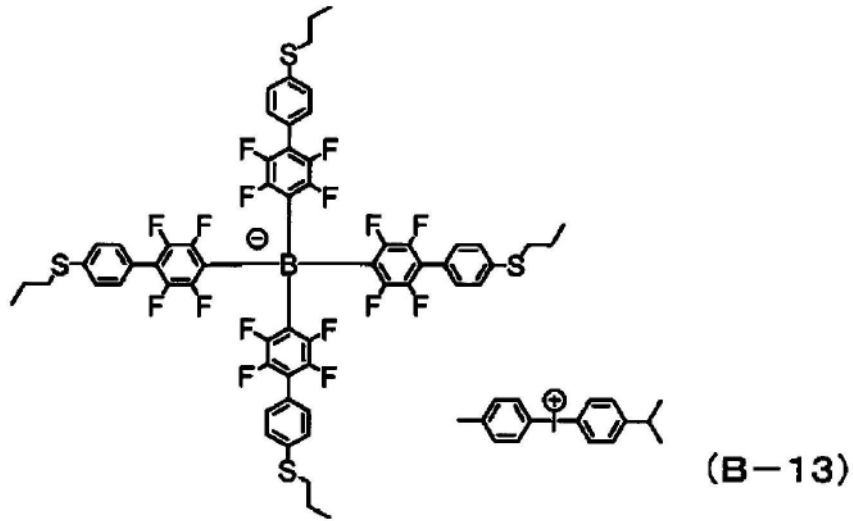
[0470] [化99]



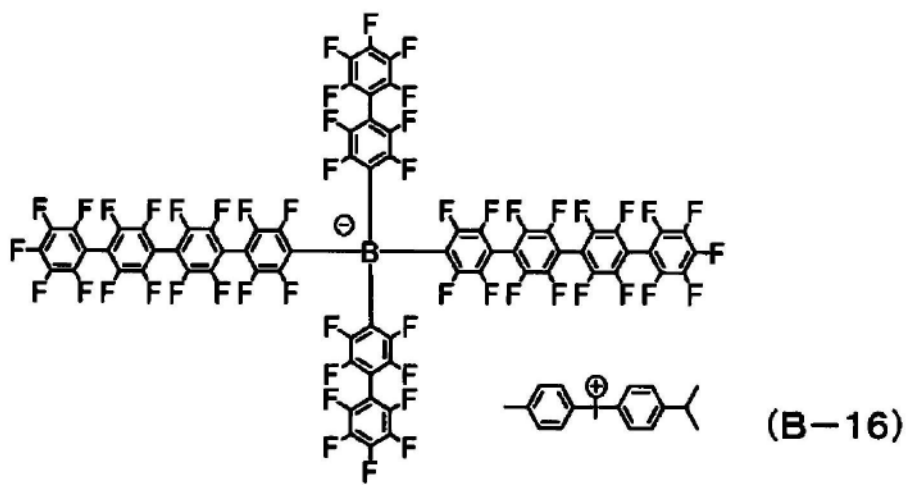
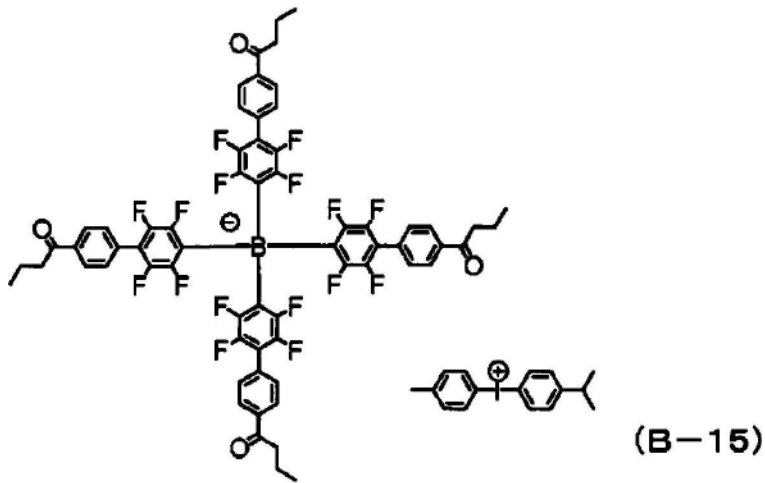
[0471] [化100]



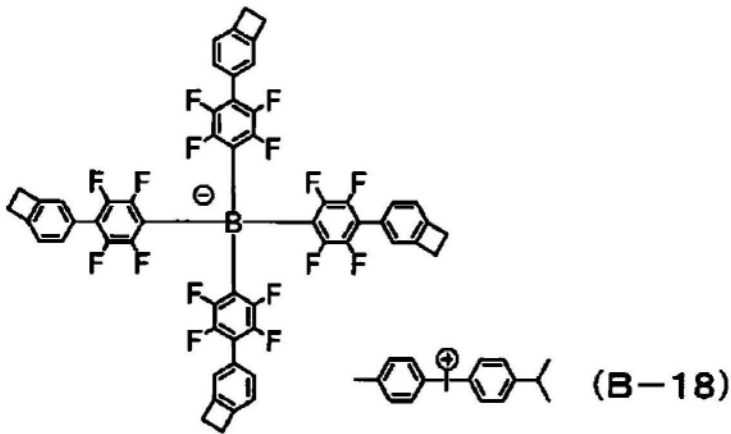
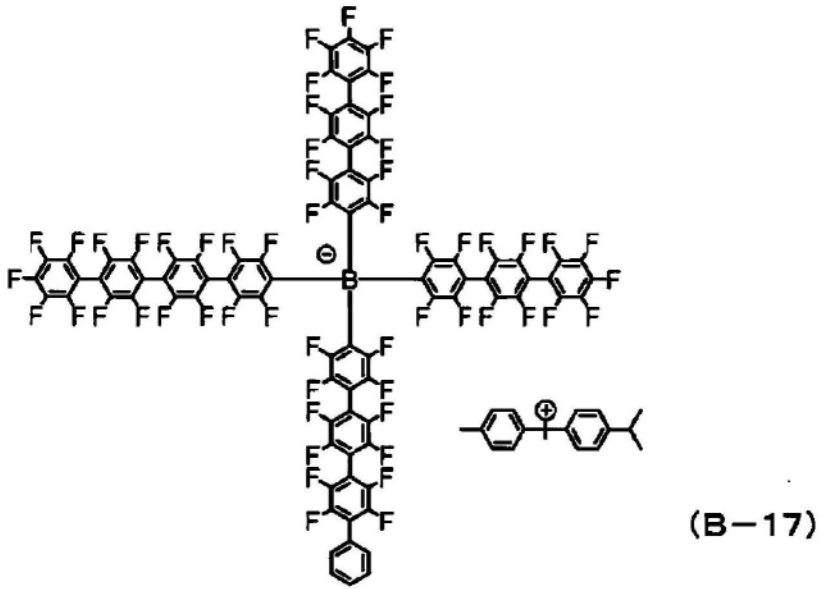
[0472] [化101]



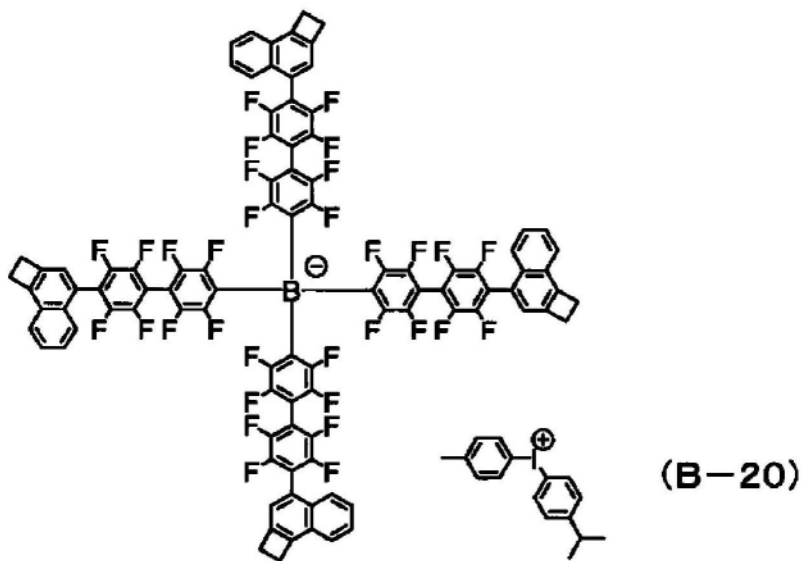
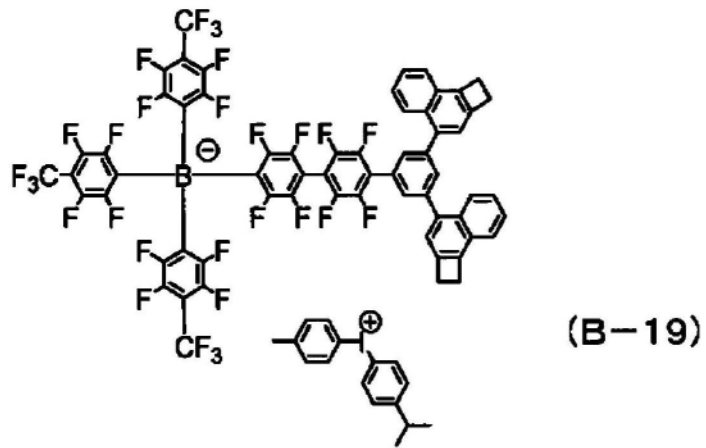
[0473] [化102]



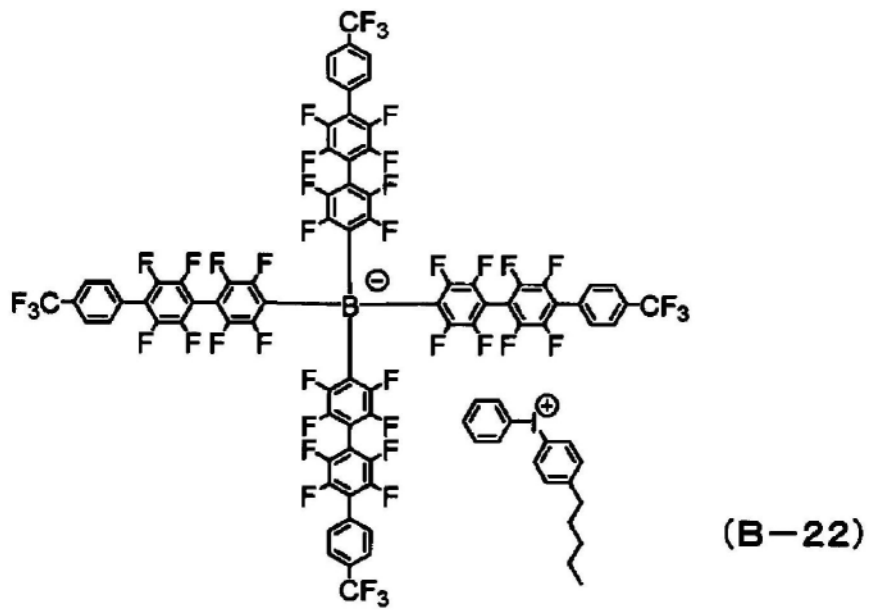
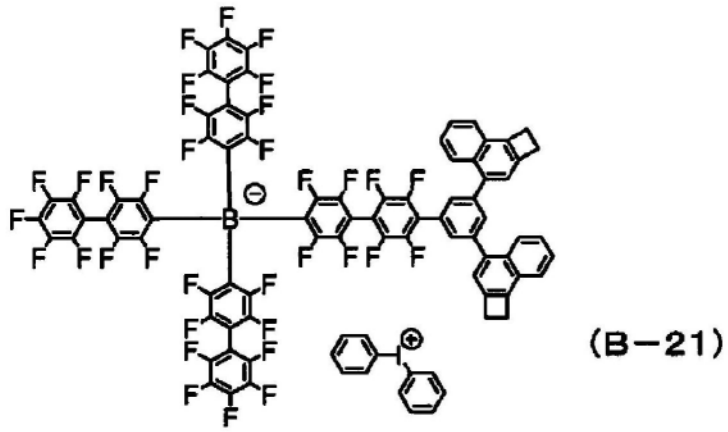
[0474] [化103]



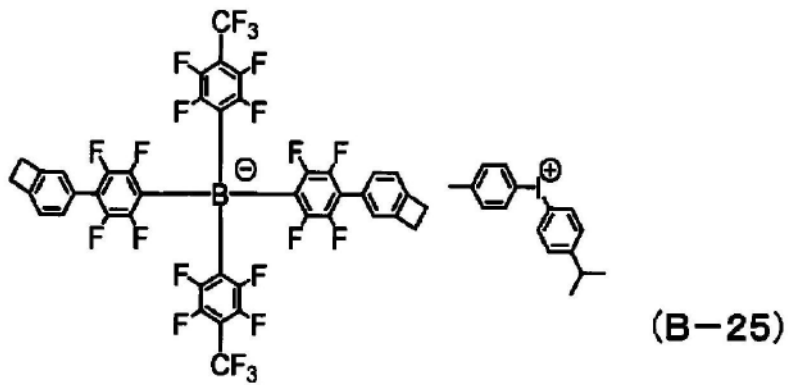
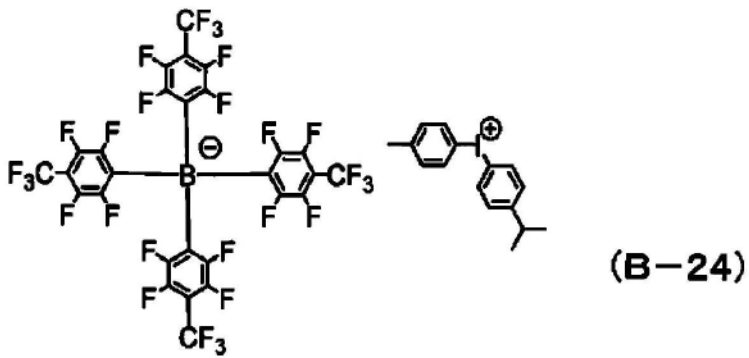
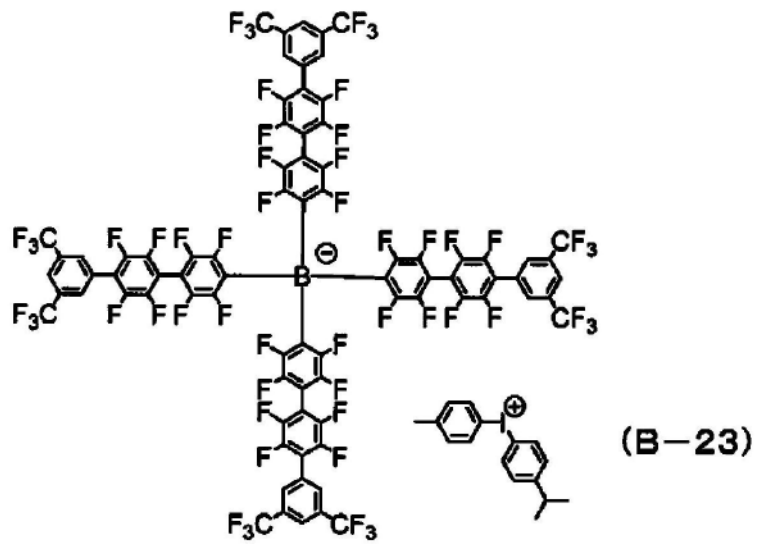
[0475] [化104]



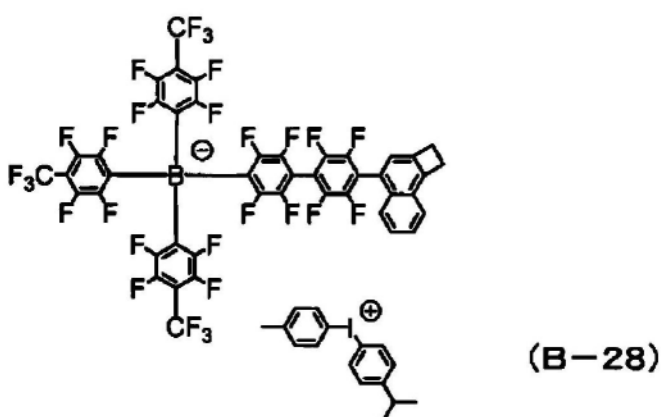
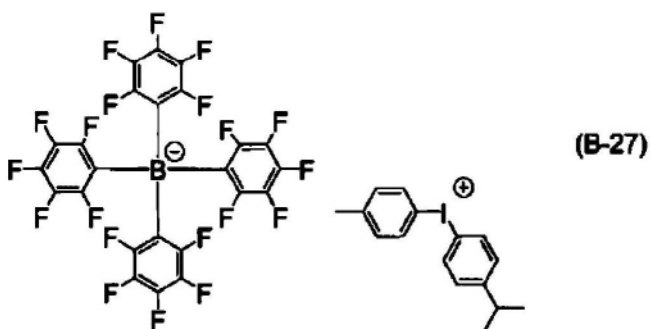
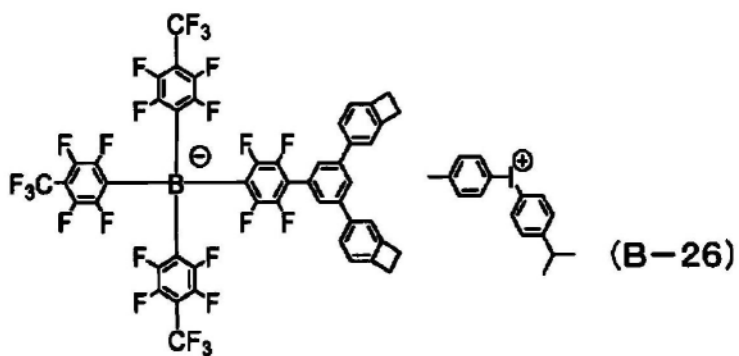
[0476] [化105]



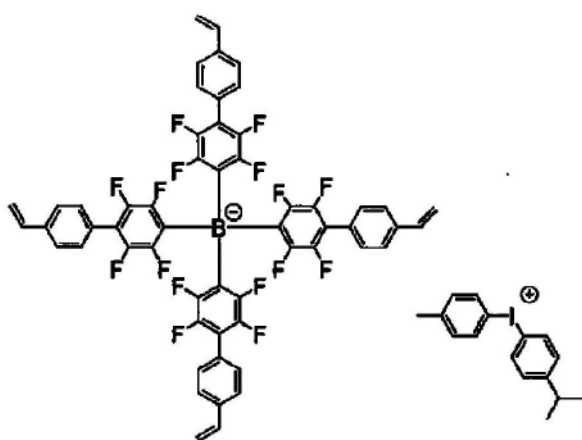
[0477] [化106]



[0478] [化107]



[0479] [化108]



(B-29)

[0480] 上述具体例中,基于电子接受性、耐热性、溶解性的角度,优选为(B-1)、(B-2)的化

合物。进一步,从作为电荷传输膜用组合物的稳定性高出发,更优选为(B-18)、(B-19)、(B-20)、(B-21)、(B-25)、(B-26)、(B-28)、(B-29),从有机电致发光元件的稳定性出发,特别优选为(B-19)、(B-21)、(B-25)、(B-26)、(B-28)、(B-29)。

[0481] [空穴传输材料]

空穴注入层优选包含空穴传输材料,优选使用空穴传输材料来形成。作为空穴传输材料,基于空穴传输能力的角度,优选具有4.5eV~5.5eV电离电势的化合物。作为示例,可举出:芳香胺化合物、酞菁衍生物、卟啉衍生物、寡聚噻吩衍生物等。其中,从非晶性、在溶剂中的溶解度、可见光的透射率的角度出发,优选为芳香胺化合物。

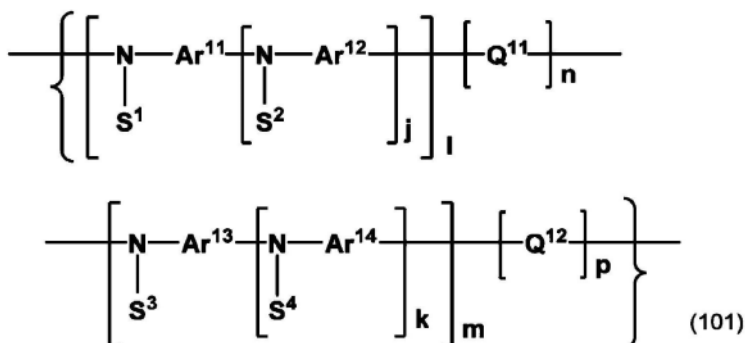
[0482] 在芳香胺化合物中,本发明中特别是优选为芳香叔胺化合物。需要说明的是,本发明中所称的芳香叔胺化合物是指具有芳香叔胺结构的化合物,也包括具有源自芳香叔胺的基团的化合物。

[0483] 芳香叔胺化合物的种类没有特别限制,但优选为作为高分子化合物的芳香叔胺高分子化合物。关于高分子化合物的分子量,从表面平滑化效果的角度出发,重均分子量优选为5000以上,进一步优选为7000以上,特别优选为10000以上,并且优选为1000000以下,进一步优选为200000以下,特别优选为100000以下。从空穴传输性的观点出发,在芳香叔胺高分子化合物中,进一步优选为在主链具有三苯基胺结构的高分子化合物。

[0484] [芳香叔胺高分子化合物]

作为芳香叔胺高分子化合物的优选示例,可举出具有下式(101)所表示的重复单元的高分子化合物。

[0485] [化109]



[0486] 上式(101)中, $j^{10}$ 、 $k^{10}$ 、 $l^{10}$ 、 $m^{10}$ 、 $n^{10}$ 、 $p^{10}$ 各自独立地表示0以上的整数。其中, $l^{10}+m^{10} \geq 1$ 。

[0487] 上式(101)中, $\text{Ar}^{11}$ 、 $\text{Ar}^{12}$ 、 $\text{Ar}^{14}$ 各自独立地表示可以具有取代基的二价芳香环基。 $\text{Ar}^{13}$ 表示可以具有取代基的二价芳香环基或下式(102)所表示的二价基团, $\text{Q}^{11}$ 、 $\text{Q}^{12}$ 各自独立地表示氧原子、硫原子、可以具有取代基的碳原子数6以下的烃链, $\text{S}^1 \sim \text{S}^4$ 各自独立地由下式(103)所表示的基团表示。

[0488]  $\text{Ar}^{11}$ 、 $\text{Ar}^{12}$ 、 $\text{Ar}^{14}$ 的芳香环基表示选自可以具有取代基的二价芳香烃基、可以具有取代基的二价芳香杂环基或可以具有取代基的二价芳香烃基和可以具有取代基的二价芳香杂环基中的至少2个基团连接多个而成的二价基团。 $\text{Ar}^{11}$ 、 $\text{Ar}^{12}$ 、 $\text{Ar}^{14}$ 的芳香环基的碳原子数优选为60以下。

[0489] 作为芳香烃基,优选为碳原子数为6以上且30以下,具体地,可举出:苯环、萘环、蒽

环、菲环、茚环、并四苯环、茈环、苯并茈环、蒽环、三亚苯环、茈环、茈环、茈环或茈环等六元环的单环或二元至五元稠环的二价基团。

[0490] 作为芳香杂环基,优选为碳原子数为3以上且30以下,具体地,可举出:呋喃环、苯并呋喃环、噻吩环、苯并噻吩环、吡咯环、吡啶环、咪唑环、噁二唑环、吡啶环、吡啶并咪唑环、吡啶并吡啶环、吡啶并吡咯环、噻吩并吡咯环、噻吩并噻吩环、呋喃并吡咯环、呋喃并呋喃环、噻吩并呋喃环、苯并异噁唑环、苯并异噻唑环、苯并咪唑环、吡啶环、吡啶环、吡啶环、嘧啶环、三嗪环、喹啉环、异喹啉环、噌啉环、喹啉环、菲啶环、苯并咪唑环、呋啶环、喹啉环、喹啉酮环或茈环等二价基团。

[0491] 其中,出于电荷传输性优异的角度,以及耐久性、耐热性优异,优选为源自苯环、萘环、茈环、吡啶环或呋啶环的二价基团或二价联苯基,进一步优选为源自苯环、茈环或呋啶环的二价基团或二价联苯基。

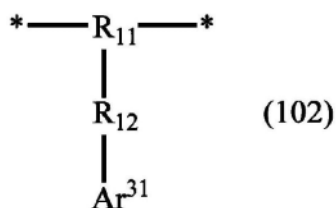
[0492] 因此,作为 $Ar^{11}$ 、 $Ar^{12}$ 、 $Ar^{14}$ ,优选为选自可以具有取代基的二价苯环、可以具有取代基的二价茈环或可以具有取代基的二价呋啶环中的基团或选自这些结构的2个以上的环连接多个而成的二价基团, $Ar^{11}$ 、 $Ar^{12}$ 、 $Ar^{14}$ 的芳香环基的碳原子数优选为60以下。

[0493] 这些芳香环基所可以具有的取代基可以选自作为上述主体材料所可以具有的取代基的上述取代基组Z2。

[0494]  $Ar^{13}$ 为芳香环基时,与 $Ar^{11}$ 、 $Ar^{12}$ 、 $Ar^{14}$ 的情况相同。

$Ar^{13}$ 此外优选为下式(102)所表示的二价基团。

[0495] [化110]



[0496] 上式(102)中, $R^{11}$ 表示由烷基、芳香环基或碳原子数40以下的烷基与芳香环基构成的三价基团,它们可以具有取代基。 $R^{12}$ 表示由烷基、芳香环基或碳原子数40以下的烷基与芳香环基构成的二价基团,它们可以具有取代基。 $Ar^{31}$ 表示一价芳香环基或一价交联基团,这些基团可以具有取代基。星号(\*)表示与式(101)的氮原子的键合位置。

[0497] 作为 $R^{11}$ 的芳香环基的具体例,可举出:源自苯环、萘环、呋啶环、二苯并呋喃环、二苯并噻吩环和它们连接而成的碳原子数30以下的连接环的三价基团。

[0498] 作为 $R^{11}$ 的烷基的具体例,可举出:源自甲烷、乙烷、丙烷、异丙烷、丁烷、异丁烷、戊烷的三价基团等。

[0499] 作为 $R^{12}$ 的芳香环基的具体例,可举出:源自苯环、萘环、呋啶环、二苯并呋喃环、二苯并噻吩环和它们连接而成的碳原子数30以下的连接环的二价基团。

[0500] 作为 $R^{12}$ 的烷基的具体例,可举出:源自甲烷、乙烷、丙烷、异丙烷、丁烷、异丁烷、戊烷的二价基团等。

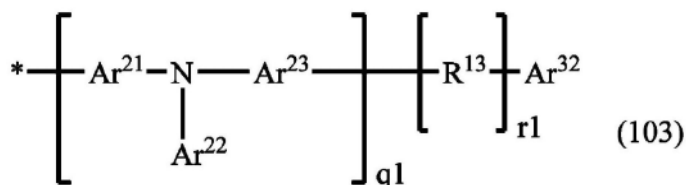
[0501] 作为 $Ar^{31}$ 的芳香环基的具体例,可举出:源自苯环、萘环、呋啶环、二苯并呋喃环、二苯并噻吩环和它们连接而成的碳原子数30以下的连接环的一价基团。

[0502] 作为 $Ar^{31}$ 的交联基团没有特别限定,与本发明的有机电致发光元件的空穴注入层

中所含的具有上述交联基团的电子接受性化合物的上述交联基团相同,优选为上式(X1)~(X18)中任一项所表示的交联基团。其中,优选地可举出:源自苯并环丁烯环、萘环丁烯环或氧杂环丁烷环的基团、乙烯基、丙烯酰基。从化合物的稳定性出发,更优选为源自苯并环丁烯环或萘环丁烯环的基团。

[0503]  $S^1 \sim S^4$ 各自独立地为下式(103)所表示的基团。

[0504] [化111]



[0505] 上式(103)中,q1,r1各自独立地表示0~6的整数。

q1,r1各自独立地优选为0~4,进一步优选为0或1。

[0506]  $\text{Ar}^{21}$ 、 $\text{Ar}^{23}$ 各自独立地表示二价芳香环基,这些基团可以具有取代基。 $\text{Ar}^{22}$ 表示可以具有取代基的一价芳香环基, $\text{R}^{13}$ 表示由烷基、芳香环基或烷基与芳香环基构成的二价基团,它们可以具有取代基。 $\text{Ar}^{32}$ 表示一价芳香环基或一价交联基团,这些基团可以具有取代基。星号(\*)表示与通式(101)的氮原子的键合位置。

[0507] 作为 $\text{Ar}^{21}$ 、 $\text{Ar}^{23}$ 的芳香环基的示例,与 $\text{Ar}^{11}$ 、 $\text{Ar}^{12}$ 、 $\text{Ar}^{14}$ 的情况相同。

[0508]  $\text{Ar}^{22}$ 、 $\text{Ar}^{32}$ 的芳香环基表示选自可以具有取代基的一价芳香烃基、可以具有取代基的一价芳香杂环基或可以具有取代基的一价芳香烃基和可以具有取代基的一价芳香杂环基中的至少2个基团连接多个而成的一价基团。 $\text{Ar}^{22}$ 、 $\text{Ar}^{32}$ 的芳香环基的碳原子数优选为60以下。

[0509] 作为芳香烃基,优选为碳原子数为6以上且30以下,具体地,可举出:苯环、萘环、蒽环、菲环、茈环、并四苯环、芘环、苯并芘环、蒽环、三亚苯环、芘环、荧蒽环或芴环等六元环的单环或二元至五元稠环的一价基团。

[0510] 作为芳香杂环基,优选为碳原子数为3以上且30以下,具体地,可举出:呋喃环、苯并呋喃环、噻吩环、苯并噻吩环、吡咯环、吡啶环、咪唑环、噁二唑环、吡啶环、咪唑并吡啶环、吡咯并吡啶环、吡咯并吡咯环、噻吩并吡咯环、噻吩并噻吩环、呋喃并吡咯环、呋喃并呋喃环、噻吩并呋喃环、苯并异噁唑环、苯并异噻唑环、苯并咪唑环、吡啶环、吡嗪环、哒嗪环、嘧啶环、三嗪环、喹啉环、异喹啉环、噌啉环、喹啉环、菲啶环、苯并咪唑环、呋啶环、喹啉环、喹啉酮环或藜环等一价基团。

[0511] 其中,出于电荷传输性优异的角度,以及耐久性、耐热性优异,优选为源自苯环、萘环、芴环、吡啶环或咪唑环的一价基团或联苯基。

[0512] 这些芳香环基可以具有取代基,所以可以具有的取代基可以选自上述取代基组Z2。

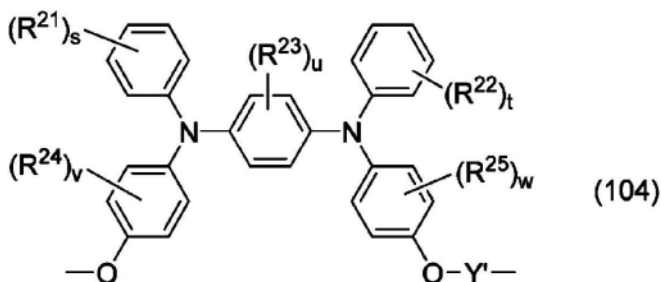
[0513] 作为 $\text{R}^{13}$ 的烷基或芳香环基的示例,与 $\text{R}^{12}$ 相同。

[0514]  $\text{Ar}^{32}$ 的交联基团没有特别限定,但与 $\text{Ar}^{31}$ 的交联基团的示例相同,优选的示例也相同。

[0515] 上述 $\text{Ar}^{11} \sim \text{Ar}^{14}$ 、 $\text{R}^{11}$ 、 $\text{R}^{12}$ 、 $\text{Ar}^{21} \sim \text{Ar}^{23}$ 、 $\text{Ar}^{31} \sim \text{Ar}^{32}$ 、 $\text{Q}^{11}$ 、 $\text{Q}^{12}$ 只要不违背本发明的主旨,均可进一步具有取代基。作为取代基的分子量,通常为400以下,其中优选为约250以下。取代基的种类没有特别限制,但作为示例,可举出选自所述取代基组Z2中的1种或2种以上。

[0516] 特别是,在具有式(101)所表示的重复单元的高分子化合物中,具有下式(104)所表示的重复单元的高分子化合物的空穴注入/传输性非常高,因此优选。

[0517] [化112]



[0518] 上式(104)中, $R^{21} \sim R^{25}$ 各自独立地表示任意的取代基。 $R^{21} \sim R^{25}$ 的取代基的具体例与上述取代基组Z2中记载的取代基相同。

[0519]  $Y'$ 表示可以具有取代基的碳原子数30以下的二价芳香环基。作为 $Y'$ 的芳香环基的示例,与上述 $Ar^{11}$ 、 $Ar^{12}$ 和 $Ar^{14}$ 的情况相同,所可以具有的取代基也相同。

[0520]  $s$ 、 $t$ 各自独立地表示0以上且5以下的整数。

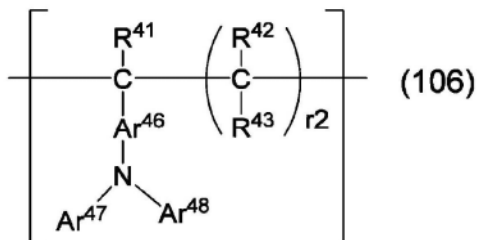
$u$ 、 $v$ 、 $w$ 各自独立地表示0以上且4以下的整数。

[0521] 作为芳香叔胺高分子化合物的优选示例,可举出包含下式(105)和/或式(106)所表示的重复单元的高分子化合物。

[0522] [化113]



[0523] [化114]



[0524] 上式(105)、式(106)中, $Ar^{45}$ 、 $Ar^{47}$ 和 $Ar^{48}$ 各自独立地表示可以具有取代基的一价芳香烃基或可以具有取代基的一价芳香杂环基。 $Ar^{44}$ 和 $Ar^{46}$ 各自独立地表示可以具有取代基的二价芳香烃基或可以具有取代基的二价芳香杂环基。 $R^{41} \sim R^{43}$ 各自独立地表示氢原子或任意的取代基。 $r$ 为0~2的整数。

[0525]  $Ar^{45}$ 、 $Ar^{47}$ 和 $Ar^{48}$ 的具体例、优选的示例、所可以具有的取代基的示例和优选的取代基的示例各自独立地与 $Ar^{22}$ 和 $Ar^{32}$ 的情况相同。

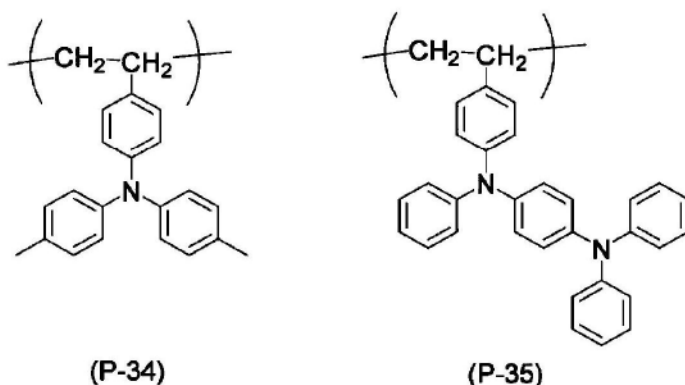
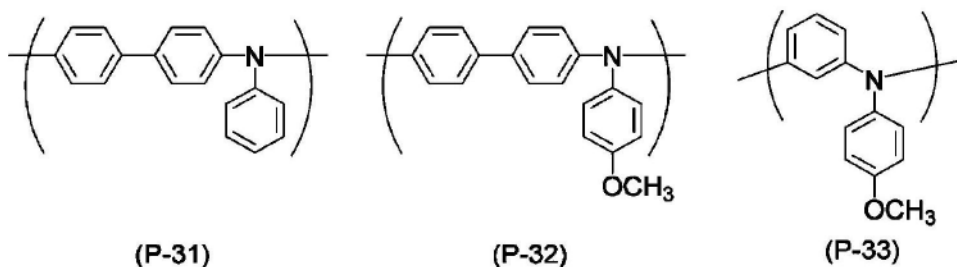
[0526]  $Ar^{44}$ 和 $Ar^{46}$ 的具体例、优选的示例、所可以具有的取代基的示例和优选的取代基的示例各自独立地与 $Ar^{11}$ 和 $Ar^{14}$ 的情况相同。

[0527] 作为 $R^{41} \sim R^{43}$ ,优选为氢原子或上述取代基组Z2中记载的取代基,其中,优选为氢原子、烷基、烷氧基、氨基、芳香烃基或芳香杂环基。

[0528]  $r$ 优选为0或1,进一步优选为0。

[0529] 以下,可举出能够在本发明中适用的式(105)、式(106)所表示的重复单元的优选具体例,但本发明并不限于这些。

[0530] [化115]



[0531] 另外,作为能够应用作空穴传输材料的芳香胺化合物,可举出被用作有机电致发光元件中的空穴注入/传输性的层形成材料的以往公知的化合物。例如可举出:连接有1,1-双(4-二对甲苯基氨基苯基)环己烷等叔芳香胺单元的芳香二胺化合物(日本特开昭59-194393号公报);以4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯基为代表的含有2个以上叔胺且2个以上的稠合芳香环取代为氮原子而成的芳香胺(日本特开平5-234681号公报);由三苯基苯的衍生物具有星射状(starburst)结构的芳香族三胺(美国专利第4,923,774号说明书);N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)联苯基-4,4'-二胺等芳香二胺(美国专利第4,764,625号说明书); $\alpha,\alpha,\alpha',\alpha'$ -四甲基- $\alpha,\alpha'$ -双(4-二对甲苯基氨基苯基)-对二甲苯(日本特开平3-269084号公报);分子整体上为立体不对称的三苯基胺衍生物(日本特开平4-129271号公报);苊基上取代有多个芳香二胺的化合物(日本特开平4-175395号公报);通过亚乙基连接有叔芳香胺单元的芳香二胺(日本特开平4-264189号公报);具有苯乙烯基结构的芳香二胺(日本特开平4-290851号公报);通过噻吩基连接有芳香叔胺单元的化合物(日本特开平4-304466号公报);星射状型芳香族三胺(日本特开平4-308688号公报);苊基苯化合物(日本特开平4-364153号公报);通过苄基连接有叔胺的化合物(日本特开平5-25473号公报);三胺化合物(日本特开平5-239455号公报);二联吡啶基氨基联苯(日本特开平5-320634号公报);N,N,N'-三苯基胺衍生物(日本特开平6-1972号公报);具有吩噻嗪结构的芳香二胺(日本特开平7-138562号公报);二氨基苯基菲啶衍生物(日本特开平7-252474号公报);脞化合物(日本特开平2-311591号公报);硅氮烷化合物(美国专利第4,950,950号说明书);硅烷胺衍生物(日本特开平6-49079号公报);磷胺(phosphamine)衍生物(日本特开平

6-25659号公报);喹吡啶酮化合物等。这些芳香胺化合物根据需要可以混合使用两种以上。

[0532] 另外,作为能够应用作空穴传输材料的芳香胺化合物的其他具体例,可举出具有二芳基氨基的8-羟基喹啉衍生物的金属配合物。上述的金属配合物的中心金属选自碱金属、碱土金属、Sc、Y、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Al、Ga、In、Si、Ge、Sn、Sm、Eu、Tb中的任一个,作为配体的8-羟基喹啉具有一个二芳基氨基作为取代基,但有时除了具有二芳基氨基之外还具有任意的取代基。

[0533] 另外,作为能够应用作空穴传输材料的酞菁衍生物或卟啉衍生物的优选具体例,可举出:卟啉-5,10,15,20-四苯基-21H,23H-卟啉-5,10,15,20-四苯基-21H,23H-卟啉钴(II)、5,10,15,20-四苯基-21H,23H-卟啉铜(II)、5,10,15,20-四苯基-21H,23H-卟啉铟(II)、5,10,15,20-四苯基-21H,23H-卟啉钒(IV)氧化物、5,10,15,20-四(4-吡啶基)-21H,23H-卟啉-29H,31H-酞菁铜(II)、酞菁锌(II)、酞菁钛、镁酞菁氧化物、酞菁铅、酞菁铜(II)、4,4',4'',4'''-四氮杂-29H,31H-酞菁等。

[0534] 另外,作为能够应用作空穴传输材料的寡聚噻吩衍生物的优选具体例,可举出 $\alpha$ -六噻吩等。

[0535] 需要说明的是,这些空穴传输材料的分子量除了具有上述的特定重复单元的高分子化合物时之外,通常为5000以下、优选为3000以下、更优选为2000以下、进一步优选为1700以下、特别优选为1400以下、并且通常为200以上、优选为400以上、更优选为600以上的范围。当空穴传输材料的分子量过大时,则难以进行合成和纯化而不优选,另一方面,当分子量过小时,则耐热性有可能降低而仍不优选。

[0536] 本发明的有机电致发光元件的空穴注入层可以单独含有上述的空穴传输材料中的任一种,也可以含有两种以上。在空穴注入层含有两种以上的空穴传输材料的情况下,其组合为任意,优选并用一种或两种以上的芳香叔胺高分子化合物和一种或两种以上的其他空穴传输材料。作为与前述的高分子化合物并用的空穴传输材料的种类,优选为芳香胺化合物。

[0537] 本发明的有机电致发光元件的空穴注入层中的空穴传输材料的含量达到满足与上述的电子接受性化合物的比率的范围。在并用两种以上的电荷传输膜用组合物的情况下,这些合计的含量包含在上述范围内。

[0538] [电荷传输性离子化合物]

本发明的有机电致发光元件的空穴注入层优选含有上述四芳基硼酸根离子与空穴传输材料的阳离子自由基以离子结合而成的电荷传输性离子化合物。

[0539] 本发明的有机电致发光元件的空穴注入层特别优选含有上述四芳基硼酸根离子与作为空穴传输材料的上述芳香叔胺高分子化合物的阳离子自由基以离子结合而成的电荷传输性离子化合物。

[0540] 该电荷传输性离子化合物可以通过以下任一方法得到。

i) 将上述第一离子化合物和上述空穴传输材料溶解或分散于有机溶剂中而混合。

ii) 将上述第一离子化合物和上述空穴传输材料溶解或分散于有机溶剂中而混合,并进一步加热。

iii) 将上述i)或ii)中得到的组合物进行湿法成膜,并对膜进行加热。

[0541] 第一离子化合物为电子接受性化合物,因此在上述任一方法中通过第一离子化合

物使上述空穴传输材料氧化而阳离子自由基化。其结果是生成以上述四芳基硼酸根离子作为抗衡阴离子、以空穴传输材料的阳离子自由基作为抗衡阳离子的离子化合物即电荷传输性离子化合物。

[0542] 本发明的有机电致发光元件的空穴注入层优选包含含有上述四芳基硼酸根离子作为抗衡阴离子的第一离子化合物和空穴传输材料,从电荷传输性的观点出发,进一步优选包含以所述四芳基硼酸根离子作为抗衡阴离子、以空穴传输材料的阳离子自由基作为抗衡阳离子的电荷传输性离子化合物。

[0543] [空穴注入层形成用组合物]

本发明的有机电致发光元件的空穴注入层优选对空穴注入层形成用组合物进行湿法成膜而得到。

[0544] 空穴注入层形成用组合物优选为经过将具有上述四芳基硼酸根离子结构的第一离子化合物和上述空穴传输材料溶解或分散于有机溶剂的步骤而得到的组合物。

[0545] 从得到均匀的空穴注入层的膜的观点出发,空穴注入层形成用组合物优选为使第一离子化合物和上述空穴传输材料溶解于有机溶剂中的溶液。

[0546] 即使在通过上述i)的方法得到的空穴注入层形成用组合物中不含上述电荷传输性离子化合物,也只要通过上述ii)或上述iii)的方法得到上述电荷传输性离子化合物即可,即使在通过上述ii)的方法得到的空穴注入层形成用组合物中不含上述电荷传输性离子化合物,也只要通过上述iii)的方法得到上述电荷传输性离子化合物即可。

[0547] 关于用于得到空穴注入层形成用组合物的上述第一离子化合物与上述空穴传输材料的配比,相对于所述空穴传输材料100质量份,所述第一离子化合物的量通常为0.1质量份以上,优选为1质量份以上,并且通常为100质量份以下,优选为40质量份以下。如果所述第一离子化合物的含量为上述下限以上,则能够充分生成自由载流子(空穴传输材料的阳离子自由基),空穴传输性提高而优选,如果为上述上限以下,则能够充分确保电荷传输能力而优选。在并用两种以上所述第一离子化合物的情况下,这些合计的含量包含在上述范围内。关于所述空穴传输材料也相同。

[0548] (有机溶剂)

空穴注入层形成用组合物中的有机溶剂的浓度通常为10质量%以上,优选为30质量%以上、更优选为50质量%以上、进一步优选为70质量%以上、并且通常为99.999质量%以下、优选为99.99质量%以下、进一步优选为99.9质量%以下的范围。需要说明的是,在混合使用两种以上的有机溶剂的情况下,使这些有机溶剂的合计满足该范围。

[0549] 作为优选的有机溶剂,例如可举出:醚系溶剂和酯系溶剂。具体地,作为醚系溶剂,例如可举出:乙二醇二甲醚、乙二醇二乙醚、丙二醇-1-单甲醚乙酸酯(PGMEA)等脂肪醚;1,2-二甲氧基苯、1,3-二甲氧基苯、苯甲醚、苯乙醚、2-甲氧基甲苯、3-甲氧基甲苯、4-甲氧基甲苯、2,3-二甲氧基苯甲醚、2,4-二甲氧基苯甲醚等芳香醚等。作为酯系溶剂,例如可举出:乙酸乙酯、乙酸正丁酯、乳酸乙酯、乳酸正丁酯等脂肪酯;乙酸苯酯、丙酸苯酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、苯甲酸丙酯、苯甲酸正丁酯等芳香酯等。这些可以单独使用任一种,也可以以任意的组合和比率使用两种以上。

[0550] 作为除上述的醚系溶剂和酯系溶剂以外的可以使用的溶剂,例如可举出:苯、甲苯、二甲苯等芳香烃系溶剂、N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺等酰胺系溶剂、二甲基

亚砷等。这些可以单独使用任一种,也可以以任意的组合和比率使用两种以上。此外,可以将这些溶剂中的一种或两种以上与上述的醚系溶剂和酯系溶剂中的一种或两种以上组合使用。特别是,苯、甲苯、二甲苯等芳香烃系溶剂溶解电子接受性化合物、自由载流子(阳离子自由基)的能力低,因此优选与醚系溶剂和酯系溶剂混合使用。

[0551] 这些有机溶剂中进一步优选为具有芳香烃结构的溶剂。

[0552] (成膜方法)

空穴注入层可以使用空穴注入层形成用组合物进行湿法成膜来形成。作为湿法成膜法,与通过湿法成膜将发光层形成用组合物成膜的方法相同,优选涂布干燥后进行加热。加热温度优选为120℃以上,进一步优选为150℃以上,更优选为180℃以上,并且优选为300℃以下,进一步优选为260℃以下。

[0553] 空穴注入层可以通过对涂布干燥后的膜进行加热而使其交联。此时,可以通过以下组合产生交联反应。

- [0554]
- 空穴传输材料的交联基团彼此
  - 空穴传输材料的交联基团与电子接受性化合物的交联基团
  - 电子接受性化合物的交联基团彼此
  - 空穴传输材料的交联基团与本发明中的四芳基硼酸根离子的交联基团
  - 本发明中的四芳基硼酸根离子的交联基团彼此
  - 电子接受性化合物的交联基团与本发明中的四芳基硼酸根离子的交联基团
- 通过该步骤,在空穴注入层形成所述电子接受性化合物的交联物。

[0555] 另外,优选通过加热促进电荷传输性离子化合物的形成,所述电荷传输性离子化合物为作为第一离子化合物的抗衡阴离子的四芳基硼酸根离子与空穴传输材料的阳离子自由基的离子化合物。

[0556] <有机电致发光元件的结构>

作为本发明的有机电致发光元件结构的一例,图1中示出有机电致发光元件8的结构例的示意图(截面)。图1中,1表示基板,2表示阳极,3表示空穴注入层,4表示空穴传输层,5表示发光层,6表示电子传输层,7表示阴极。

[0557] [基板]

基板1为有机电致发光元件的支撑体,通常使用石英或玻璃板、金属板或金属箔、塑料膜或片等。这些之中,优选玻璃板或聚酯、聚甲基丙烯酸酯、聚碳酸酯、聚砷等透明的合成树脂的板。由于不易引起因外部气体而导致的有机电致发光元件的劣化,基板优选采用阻气性高的材质。因此,特别是在使用合成树脂制的基板等这样阻气性低的材质的情况下,优选在基板的至少一面设置致密的氧化硅膜等来提高阻气性。

[0558] [阳极]

阳极2承担向发光层5侧的层注入空穴的功能。

[0559] 阳极2通常由铝、金、银、镍、钯、铂等金属;铟和/或锡的氧化物等金属氧化物;碘化铜等卤化金属;炭黑和聚(3-甲基噻吩)、聚吡咯、聚苯胺等导电性高分子等构成。

[0560] 阳极2的形成通常多通过溅射法、真空蒸镀法等干式法来进行。此外,在使用银等金属微粒、碘化铜等微粒、炭黑、导电性金属氧化物微粒、导电性高分子微粉末等来形成阳极的情况下,也可以通过分散于适当的粘合剂树脂溶液中并涂布在基板上形成。此外,在

导电性高分子的情况下,也可以通过电解聚合直接在基板上形成薄膜,或者在基板上涂布导电性高分子来形成阳极(Appl.Phys.Lett.,第60卷,第2711页,1992年)。

[0561] 阳极2通常为单层结构,但可适当地设为层叠结构。在阳极2为层叠结构的情况下,也可以在第一层的阳极上层叠不同的导电材料。

[0562] 阳极2的厚度只要根据所需的透明性和材质等来确定即可。特别是在需要高透明性的情况下,优选为可见光的透射率为60%以上的厚度,进一步优选为可见光的透射率为80%以上的厚度。阳极2的厚度通常为5nm以上,优选为10nm以上,并且通常为1000nm以下,优选为500nm以下。另一方面,在不需要透明性的情况下,阳极2的厚度只要根据所需的强度等任意地设置厚度即可,这种情况下,阳极2可以为与基板相同的厚度。

[0563] 在阳极2表面成膜其他层的情况下,优选在成膜前,预先通过实施紫外线/臭氧、氧电浆、氩电浆等处理,除去阳极2上的杂质,同时调整其电离电势而使空穴注入性提高。

[0564] [空穴注入层]

本发明的有机电致发光元件中的空穴注入层如上所述。对于空穴注入层的成膜方法,关于湿法成膜法如上所述,但可以使用真空蒸镀法。

[0565] [利用真空蒸镀法的空穴注入层的形成]

在用真空蒸镀法形成本发明的有机电致发光元件的空穴注入层的情况下,使用上述第一离子化合物作为含四芳基硼酸根离子的材料,可以使用可蒸镀的低分子空穴传输材料作为空穴传输材料。作为可蒸镀的低分子空穴传输材料,优选为分子量1500以下的空穴传输材料,进一步优选为分子量1000以下的空穴传输材料,并且优选为分子量400以上的空穴传输材料,进一步优选为分子量600以上的空穴传输材料。作为低分子空穴传输材料,优选为芳香胺系化合物,进一步优选为芳香叔胺化合物。

[0566] 在通过真空蒸镀法形成空穴注入层3的情况下,通常将空穴注入层3的构成材料的一种或两种以上放入设置于真空容器内的坩埚中(在使用两种以上材料的情况下,通常分别放入不同的坩埚中),利用真空泵将真空容器内排气至 $10^{-4}$ Pa左右。然后,对坩埚进行加热(在使用两种以上材料的情况下,通常对各自的坩埚进行加热),一边控制坩埚内材料的蒸发量一边使其蒸发(在使用两种以上材料的情况下,通常各自独立地一边控制蒸发量一边使其蒸发),在面向坩埚放置的基板上的阳极上形成空穴注入层。需要说明的是,在使用两种以上材料的情况下,也可以将它们的混合物放入坩埚中,加热使其蒸发来形成空穴注入层。

[0567] 只要不会明显损害本发明的效果,则蒸镀时的真空度没有限定,通常为 $0.1 \times 10^{-6}$ Torr( $0.13 \times 10^{-4}$ Pa)以上、 $9.0 \times 10^{-6}$ Torr( $12.0 \times 10^{-4}$ Pa)以下。只要不会明显损害本发明的效果,则蒸镀速度没有限定,通常为 $0.1 \text{Å}/\text{秒}$ 以上且 $5.0 \text{Å}/\text{秒}$ 以下。只要不会明显损害本发明的效果,则蒸镀时的成膜温度没有限定,优选在 $10^\circ\text{C}$ 以上且 $50^\circ\text{C}$ 以下进行。

[0568] [空穴传输层]

空穴传输层4是承担从阳极2侧向发光层5侧传输空穴的功能的层。空穴传输层4在本发明的有机电致发光元件中不是必须的层,但基于强化从阳极2向发光层5传输空穴的功能的角度,优选形成该层。在形成空穴传输层4的情况下,通常,空穴传输层4形成在阳极2和发光层5之间。此外,在存在上述空穴注入层3的情况下,形成在空穴注入层3和发光层5之间。

[0569] 空穴传输层4的膜厚通常为5nm以上,优选为10nm以上,并且另一方面,通常为300nm以下,优选为100nm以下。

[0570] 空穴传输层4的形成方法可以是真空蒸镀法,也可以是湿法成膜法。基于成膜性优异的角度,优选通过湿法成膜法形成。

[0571] 空穴传输层4通常含有空穴传输性化合物。

[0572] 作为空穴传输性化合物,作为优选的化合物可举出:以4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯基为代表的含有2个以上叔胺且2个以上的稠合芳香环取代为氮原子而成的芳香二胺(日本特开平5-234681号公报)、具有4,4',4''-三(1-萘基苯基氨基)三苯基胺等星射状结构的芳香胺化合物(J.Lumin.,第72-74卷,第985页,1997年)、由三苯基胺的四聚物构成的芳香胺化合物(Chem.Comm.,第2175页,1996年)、2,2',7,7'-四-(二苯基氨基)-9,9'-螺二芴等螺环化合物(Synth.Metals,第91卷,第209页,1997年)、4,4'-N,N'-二咪唑联苯基等咪唑衍生物等。此外,例如也可以包含聚乙烯咪唑、聚乙烯三苯基胺(日本特开平7-53953号公报)、含有四苯基联苯胺的聚芳醚砜(Polym.Adv.Tech.,第7卷,第33页,1996年)等。

[0573] [利用湿法成膜法的空穴传输层的形成]

在利用湿法成膜法形成空穴传输层的情况下,通常与上述利用湿法成膜法形成空穴注入层的情况相同地,可使用空穴传输层形成用组合物来代替空穴注入层形成用组合物而形成。

[0574] 在利用湿法成膜法形成空穴传输层的情况下,通常空穴传输层形成用组合物进一步含有溶剂。空穴传输层形成用组合物中使用的有机溶剂可以使用与上述的空穴注入层形成用组合物中使用的有机溶剂相同的有机溶剂。

[0575] 空穴传输层形成用组合物中的空穴传输性化合物的浓度可以为与空穴注入层形成用组合物中的空穴传输性化合物的浓度相同的范围。

[0576] [利用真空蒸镀法的空穴传输层的形成]

在对于利用真空蒸镀法形成空穴传输层的情况下,通常也可以与上述利用真空蒸镀法形成空穴注入层的情况相同地使用空穴传输层形成用组合物来代替空穴注入层形成用组合物而形成。蒸镀时的真空度、蒸镀速度和温度等成膜条件等可以在与上述空穴注入层的真空蒸镀时相同的条件下成膜。

[0577] [发光层]

发光层5是承担下述功能的层:在一对电极间施加电场时,通过从阳极2注入的空穴与从阴极7注入的电子再结合而被激发,从而发光的功能。发光层5是形成在阳极2和阴极7之间的层,在阳极上存在空穴注入层的情况下,发光层形成在空穴注入层与阴极之间,在阳极上存在空穴传输层的情况下,发光层形成在空穴传输层和阴极之间。

[0578] 本发明中的有机电致发光元件的发光层如上所述,优选含有式(1)所表示的多环杂环化合物和式(201)所表示的有机金属化合物,进一步优选含有主体材料。

[0579] 只要不会明显损害本发明的效果,则发光层5的膜厚为任意,但基于不易在膜中产生缺陷的角度,优选膜厚较厚,并且另一方面,基于容易形成低驱动电压的角度,优选膜厚较薄。因此,优选为3nm以上,进一步优选为5nm以上,并且另一方面,通常优选为200nm以下,进一步优选为100nm以下。

[0580] 发光层5在至少含有具有发光性质的材料(发光材料)的同时,优选含有一个或多个主体材料。

[0581] [空穴阻挡层]

在发光层5与后述的电子注入层之间,也可以设置空穴阻挡层。空穴阻挡层是层叠在发光层5上以使得与发光层5的阴极7侧的界面相接的层。

[0582] 该空穴阻挡层具有阻止从阳极2迁移过来的空穴到达阴极7的作用和将从阴极7注入的电子高效地向发光层5的方向传输的作用。作为对构成空穴阻挡层的材料所要求的物性,可举出:电子迁移率高且空穴迁移率低、能隙(HOMO、LUMO之差)大、激发三重态能级( $T_1$ )高。

[0583] 作为满足这样条件的空穴阻挡层的材料,例如可举出:双(2-甲基-8-羟基喹啉)(苯酚)铝、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(三苯基烷醇)铝等混合配体配合物、双(2-甲基-8-羟基喹啉)铝- $\mu$ -氧代-双(2-甲基-8-羟基喹啉)双核铝金属配合物等金属配合物、二苯乙烯基联苯基衍生物等苯乙烯基化合物(日本特开平11-242996号公报)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑等三唑衍生物(日本特开平7-41759号公报)、浴铜灵(bathocuproin)等菲咯啉衍生物(日本特开平10-79297号公报)等。进一步,作为空穴阻挡层的材料,还进一步优选国际公布第2005/022962号中记载的具有至少1个2,4,6位被取代的吡啶环的化合物。

[0584] 对空穴阻挡层的形成方法没有限制。因此,可以通过湿法成膜法、蒸镀法或其他方法来形成。

[0585] 只要不会明显损害本发明的效果,则空穴阻挡层的膜厚为任意,通常为0.3nm以上,优选为0.5nm以上,并且通常为100nm以下,优选为50nm以下。

[0586] [电子传输层]

出于进一步提高元件的电流效率(cd/A)的目的,电子传输层6设置在发光层5与阴极7之间。

[0587] 电子传输层6由可在施加电场的电极间将自阴极7注入的电子高效地向发光层5的方向传输的化合物形成。作为电子传输层6中使用的电子传输性化合物,需要为从阴极7的电子注入效率高且具有高电子迁移率、能够高效地传输所注入的电子的化合物。

[0588] 作为电子传输层中使用的电子传输性化合物,具体地,例如可举出:8-羟基喹啉的铝配合物等金属配合物(日本特开昭59-194393号公报)、10-羟基苯并[h]喹啉的金属配合物、噁二唑衍生物、二苯乙烯基联苯基衍生物、噁咯衍生物、3-羟基黄酮金属配合物、5-羟基黄酮金属配合物、苯并噁唑金属配合物、苯并噻唑金属配合物、三苯并咪唑基苯(美国专利第5645948号说明书)、喹啉化合物(日本特开平6-207169号公报)、菲咯啉衍生物(日本特开平5-331459号公报)、2-叔丁基-9,10-N,N'-二氰基蒽醌二亚胺、N型氢化非晶碳化硅、N型硫化锌、N型硒化锌等。

[0589] 电子传输层6的膜厚通常为1nm以上,优选为5nm以上,并且通常为300nm以下,优选为100nm以下。

[0590] 电子传输层6与上述同样地,通过湿法成膜法或真空蒸镀法层叠在空穴阻挡层上来形成。通常使用真空蒸镀法。

[0591] [电子注入层]

为了将从阴极7注入的电子高效地注入至电子传输层6或发光层5,也可以设置电子注入层。

[0592] 为了高效地进行电子注入,形成电子注入层的材料优选为功函数低的金属。作为示例,使用钠或铯等碱金属、钡或钙等碱土金属等。其膜厚通常为优选为0.1nm以上且5nm以下。

[0593] 进一步,在以红菲咯啉(bathophenanthroline)等含氮杂环化合物或8-羟基喹啉的铝配合物等金属配合物为代表的有机电子传输材料中,掺杂钠、钾、铯、锂、铷等碱金属(记载于日本特开平10-270171号公报、日本特开2002-100478号公报、日本特开2002-100482号公报等)也可以提高电子注入/传输性并且兼具优异的膜质,因此优选。

[0594] 电子注入层的膜厚通常为5nm以上、优选为10nm以上、并且通常为200nm以下、优选为100nm以下的范围。

[0595] 电子注入层通过湿法成膜法或真空蒸镀法,层叠在发光层5或其上的空穴阻挡层或电子传输层6上来形成。

湿法成膜法时的详细情况与前述的发光层的情况相同。

[0596] 也存在通过电子传输材料与锂配合物共掺杂的操作将空穴阻挡层、电子传输层、电子注入层形成为一层的情况。

[0597] [阴极]

阴极7起到将电子注入发光层5侧的层(电子注入层或发光层等)的作用。

[0598] 作为阴极7的材料,可以使用可在上述的阳极2中使用的材料,但基于高效地进行电子注入,优选使用功函数低的金属,例如使用锡、镁、铟、钙、铝、银等金属或它们的合金等。作为具体例,例如可举出:镁-银合金、镁-铟合金、铝-锂合金等低功函数的合金电极等。

[0599] 基于有机电致发光元件的稳定性的角度,优选为在阴极上层叠功函数高、相对于大气稳定的金属层来保护由低功函数金属构成的阴极。作为层叠的金属,例如可举出:铝、银、铜、镍、铬、金、铂等金属。

[0600] 阴极的膜厚通常与阳极相同。

[0601] [其他层]

只要不明显损害本发明的效果,则本发明的有机电致发光元件还可以具有其他层。即,在阳极与阴极之间,可以具有上述的其他任意的层。

[0602] [其他元件构成]

本发明的有机电致发光元件也可以是与上述说明相反的结构,即,例如,在基板上按照阴极、电子注入层、电子传输层、空穴阻挡层、发光层、空穴传输层、空穴注入层、阳极的顺序进行层叠。

[0603] 在将本发明的有机电致发光元件应用于有机电致发光装置的情况下,可以用作单一的有机电致发光元件,也可以制成多个有机电致发光元件配置成阵列状的结构来使用,还可以制成阳极与阴极配置成X-Y矩阵状的结构来使用。

[0604] <有机电致发光元件的制造方法>

本发明的有机电致发光元件的制造方法并没有特别限制。优选为如上所述,通过包括使用本发明的组合物并利用湿法成膜法形成发光层的步骤,从而能够制造在基板上依次具有阳极、发光层和阴极的有机电致发光元件。

## [0605] &lt;有机EL显示装置&gt;

本发明的有机EL显示装置(有机电致发光元件显示装置)具备本发明的有机电致发光元件。对于本发明的有机EL显示装置的型号或结构并没有特别限制,可以使用本发明的有机电致发光元件并依据常规方法进行组装。

[0606] 例如,可以通过如“有机EL显示器”(株式会社Ohmsha,平成16年(2004年)8月20日发行,时任静士、安达千波矢、村田英幸著)中记载的方法来形成本发明的有机EL显示装置。

## [0607] &lt;有机EL照明&gt;

本发明的有机EL照明(有机电致发光元件照明)具备本发明的有机电致发光元件。对于本发明的有机EL照明的型号或结构并没有特别限制,可以使用本发明的有机电致发光元件并依据常规方法进行组装。

## [0608] &lt;实施方式例&gt;

[有机电致发光元件的制作例]

有机电致发光元件可以通过以下的方法来制作。

清洗将ITO形成图案的玻璃基板。

将空穴注入层形成用组合物以湿法成膜在基板上,加热干燥,形成空穴注入层。

将空穴传输层形成用组合物以湿法成膜在空穴注入层上,加热干燥,形成空穴传输层。

将发光层形成用组合物以湿法成膜在空穴传输层上,加热干燥,形成发光层。

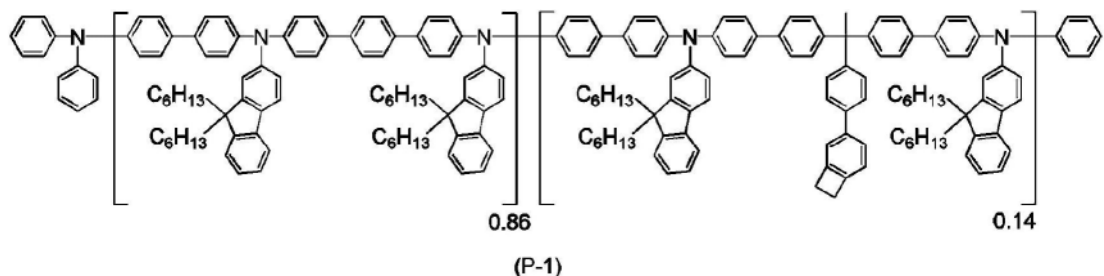
## [0609] [实施方式的例1]

虽没有特别限定,但有机电致发光元件例如可以通过以下的方法来制作

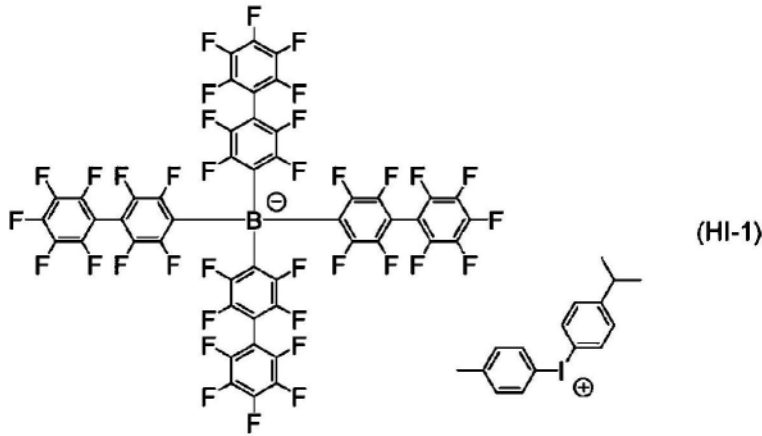
将对氧化锡(ITO)透明导电膜在玻璃基板上堆积为50nm厚度的产品(吉奥马科技公司制造,溅镀成膜品)使用通常的光刻技术和盐酸蚀刻而图案化为2mm宽的条纹,由此形成阳极。将这样将ITO形成图案的基板,按照利用表面活性剂水溶液的超声波清洗、利用超纯水的水洗、利用超纯水的超声波清洗、利用超纯水的水洗的顺序清洗后,利用压缩空气使其干燥,最后进行紫外线臭氧清洗。

作为空穴注入层形成用组合物,制备将具有下式(P-1)的重复结构的空穴传输性高分子化合物3.0重量%和电子接受性化合物(HI-1)0.6重量%溶解在苯甲酸乙酯中而成的组合物。

## [0610] [化116]



## [0611] [化117]

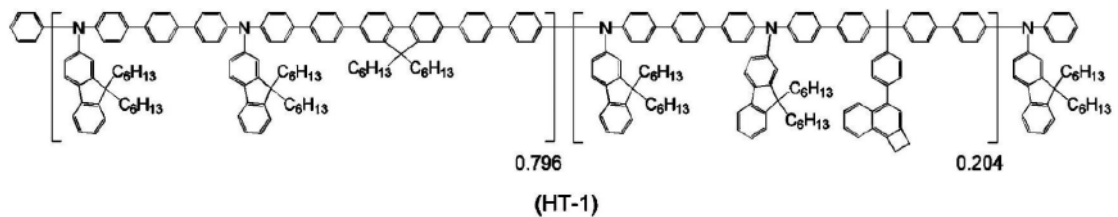


[0612] 在大气中将该溶液旋涂在上述基板上,在大气中利用加热板在240℃下干燥30分钟,例如形成膜厚40nm的均匀薄膜,作为空穴注入层。

[0613] 接着,将具有下述的结构式(HT-1)的电荷传输性高分子化合物溶解在1,3,5-三甲苯中,制备2.0重量%的溶液。

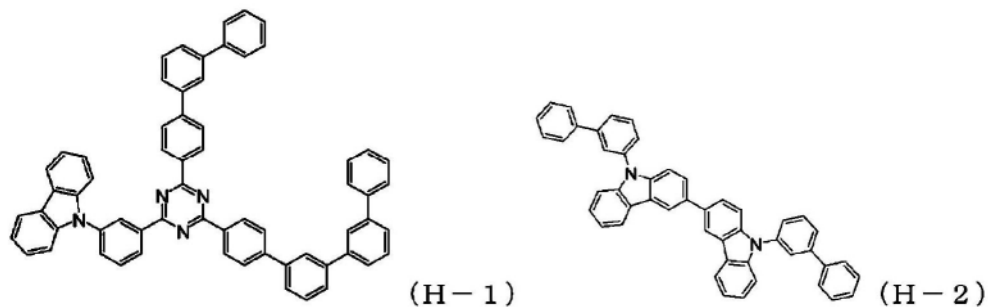
在氮手套箱中将该溶液旋涂在涂布成膜有上述空穴注入层的基板上,利用氮手套箱中的加热板在230℃下干燥30分钟,例如形成膜厚40nm的均匀薄膜,作为空穴传输层。

[0614] [化118]

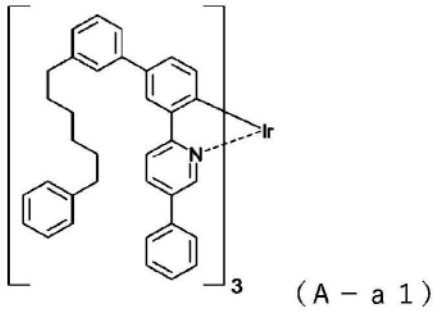


[0615] 接着,作为发光层的材料,将具有下述结构的主体材料(H-1)以2.6重量%的浓度、主体材料(H-2)以2.6重量%的浓度、有机金属化合物(A-a1)(分子量1592.16)以1.56重量%的浓度和作为发光化合物的多环杂环化合物(D-1)、(D-2)或(D-3)以0.26重量%的浓度溶解在环己基苯中,制备发光层形成用组合物。

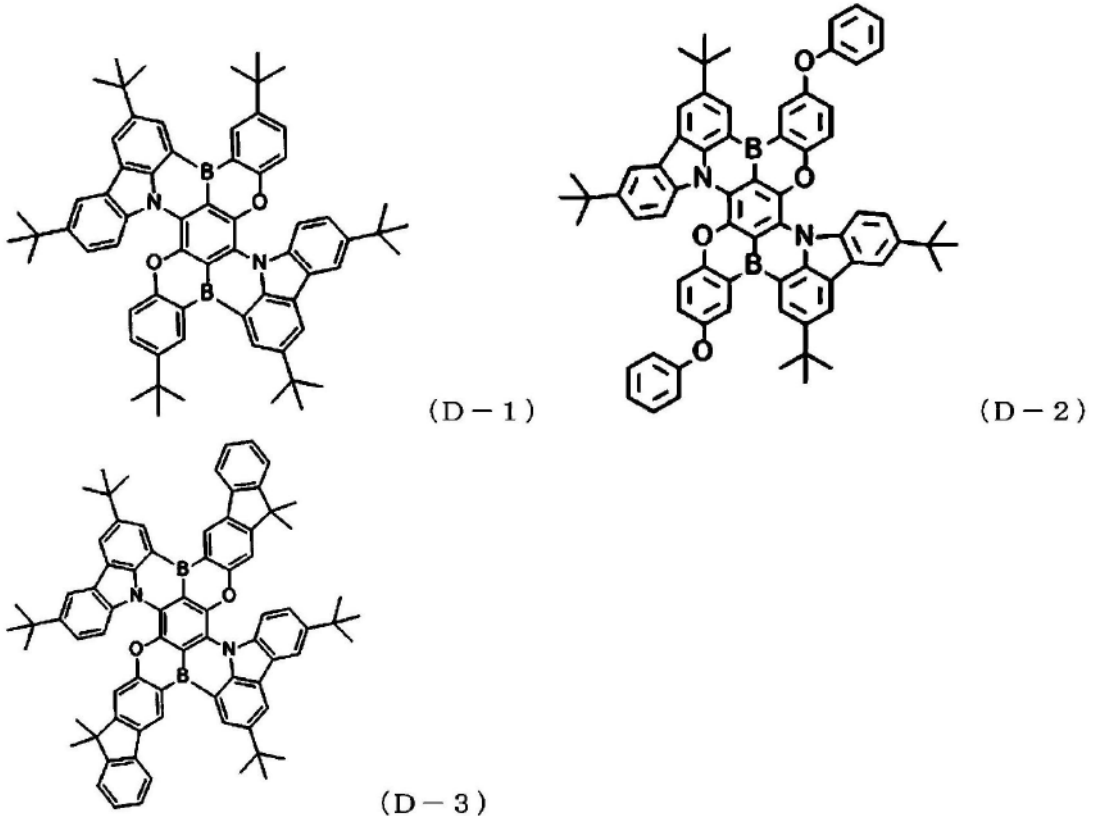
[0616] [化119]



[0617] [化120]



[0618] [化121]



[0619] 在氮手套箱中将该溶液旋涂在涂布成膜有上述空穴传输层的基板上,利用氮手套箱中的加热板在120℃下干燥20分钟,例如形成膜厚70nm的均匀薄膜,作为发光层。需要说明的是,式(A-a1)所表示的有机金属化合物的分子量为1592.16,最大发光波长为555nm,式(D-1)、式(D-2)、式(D-3)所表示的发光化合物的最大发光波长分别为613nm、628nm、619nm,并满足式(E-3)。

将成膜至发光层的基板设置在真空蒸镀装置中,将装置内排气至 $2 \times 10^{-4}$ Pa以下。

[0620] 接着,通过真空蒸镀法将下述结构式(ET-1)和8-羟基喹啉锂以2:3的膜厚比共蒸镀在发光层上,例如形成膜厚30nm的电子传输层。

[0621] [化122]



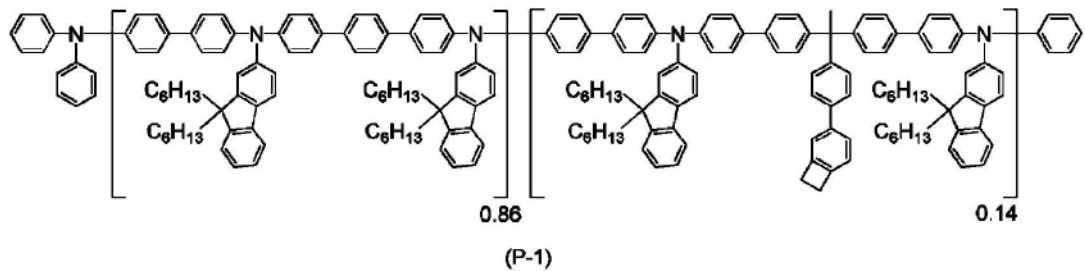
## [0629] [实施例1]

通过以下的方法制作有机电致发光元件。

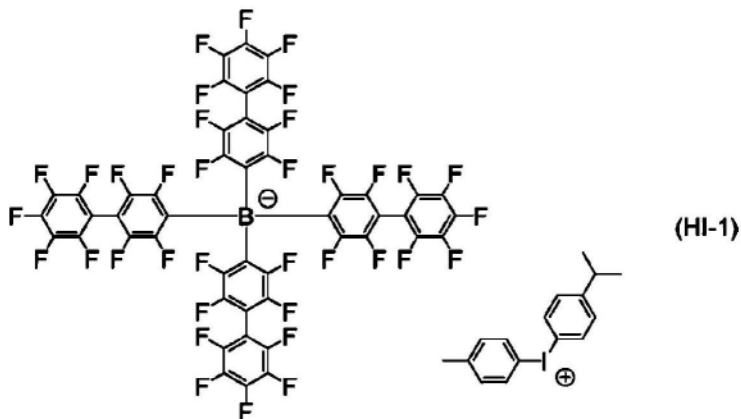
对将氧化铟锡 (ITO) 透明导电膜在玻璃基板上堆积为50nm厚度的产品 (吉奥马科技公司制造, 溅镀成膜品), 使用通常的光刻技术和盐酸蚀刻而图案化为2mm宽的条纹, 由此形成阳极。将这样将ITO形成了图案的基板, 按照利用表面活性剂水溶液的超声波清洗、利用超纯水的水洗、利用超纯水的超声波清洗、利用超纯水的水洗的顺序清洗后, 利用压缩空气使其干燥, 最后进行紫外线臭氧清洗。

作为空穴注入层形成用组合物, 制备将具有下式 (P-1) 的重复结构的空穴传输性高分子化合物3.0重量%和电子接受性化合物 (HI-1) 0.6重量%溶解在苯甲酸乙酯中而成的组合物。

## [0630] [化125]



## [0631] [化126]

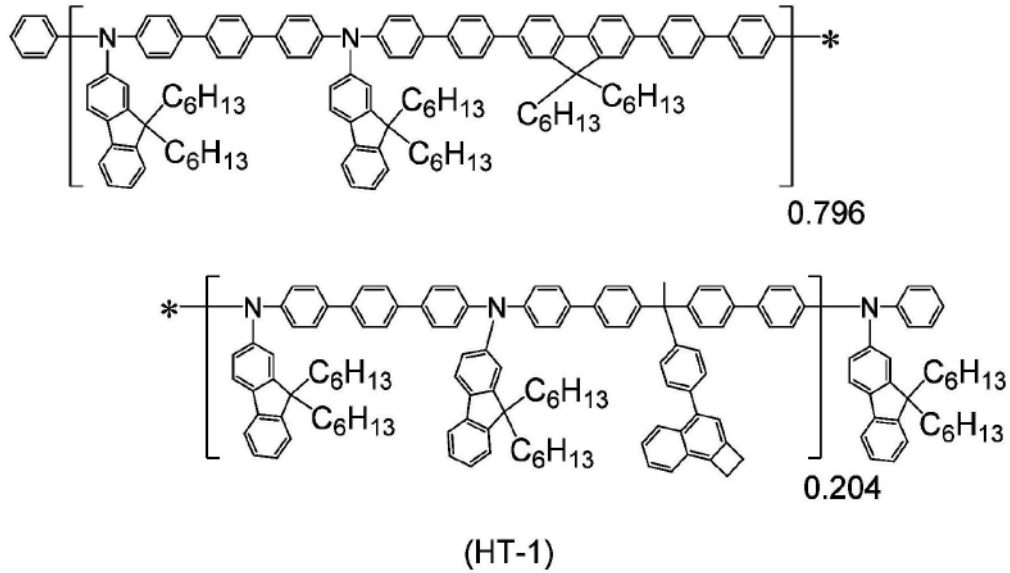


[0632] 在大气中将该溶液旋涂在上述基板上, 在大气中利用加热板在240℃下干燥30分钟, 形成膜厚40nm的均匀薄膜, 作为空穴注入层。

[0633] 接着, 将具有下述的结构式 (HT-1) 的电荷传输性高分子化合物溶解在1,3,5-三甲苯中, 制备2.0重量%的溶液。

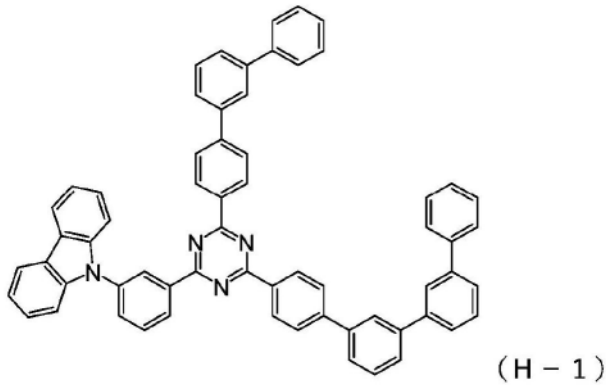
在氮手套箱中将该溶液旋涂在涂布成膜有上述空穴注入层的基板上, 利用氮手套箱中的加热板在230℃下干燥30分钟, 形成膜厚40nm的均匀薄膜, 作为空穴传输层。

## [0634] [化127]

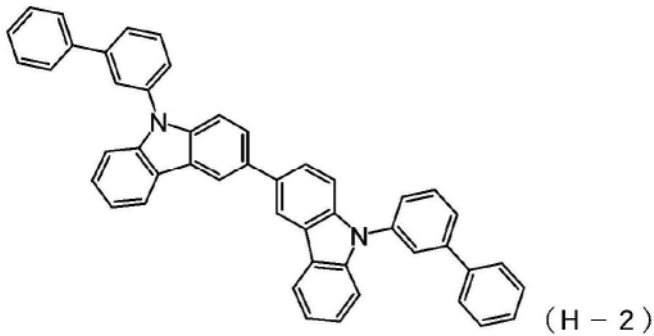


[0635] 接着,作为发光层的材料,将具有下述结构的主体材料(H-1)以2.4重量%的浓度、主体材料(H-2)以0.8重量%的浓度、有机金属化合物(A-1)(分子量2168.94)以0.96重量%的浓度、发光化合物(D-1)以0.064重量%的浓度溶解在环己基苯中,制备发光层形成用组合物。

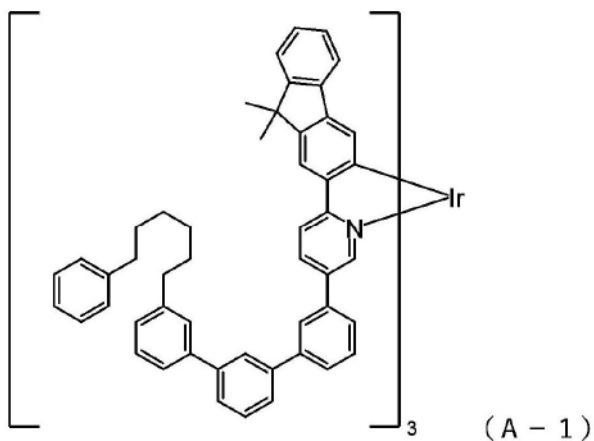
[0636] [化128]



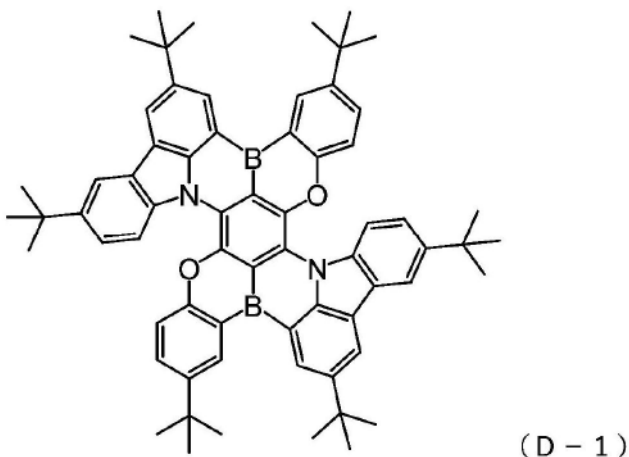
[0637] [化129]



[0638] [化130]



[0639] [化131]

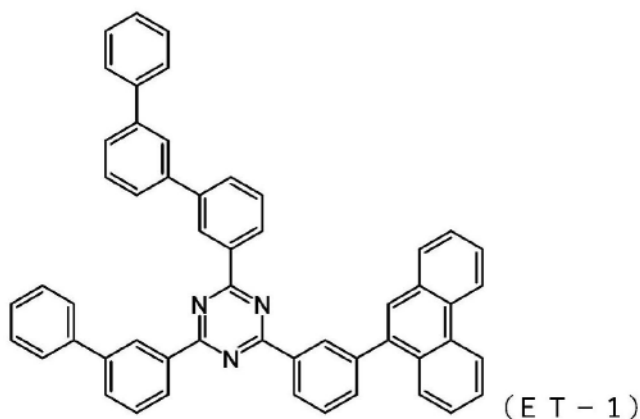


[0640] 在氮手套箱中将该溶液旋涂在涂布成膜有上述空穴传输层的基板上,利用氮手套箱中的加热板在120℃下干燥20分钟,形成膜厚40nm的均匀薄膜,作为发光层。

将成膜至发光层的基板设置在真空蒸镀装置中,将装置内排气至 $2 \times 10^{-4}$ Pa以下。

[0641] 接着,通过真空蒸镀法将由下述结构式表示的化合物(ET-1)和8-羟基喹啉锂以2:3的膜厚比共蒸镀在发光层上,形成膜厚30nm的电子传输层。

[0642] [化132]

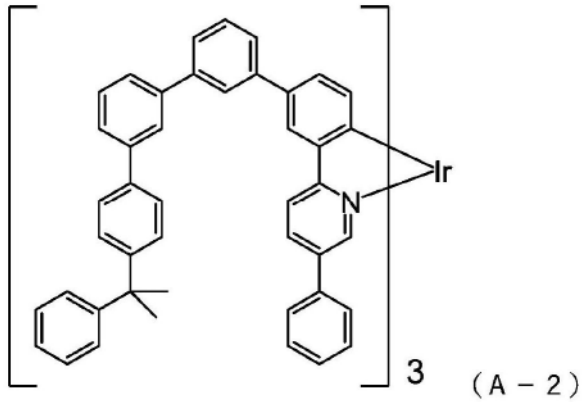


[0643] 接着,作为阴极蒸镀用的掩模,将2mm宽的条纹状荫罩以与阳极的ITO条纹正交的方式密接于基板,通过钼舟对铝进行加热,形成膜厚80nm的铝层,由此形成阴极。如上所述,得到具有2mm×2mm尺寸的发光面积部分的有机电致发光元件。

## [0644] [实施例2]

作为发光层的材料,除了使用由下述结构式表示的有机金属化合物(A-2)(分子量1922.51)来代替有机金属化合物(A-1)之外,与实施例1同样地制作有机电致发光元件。

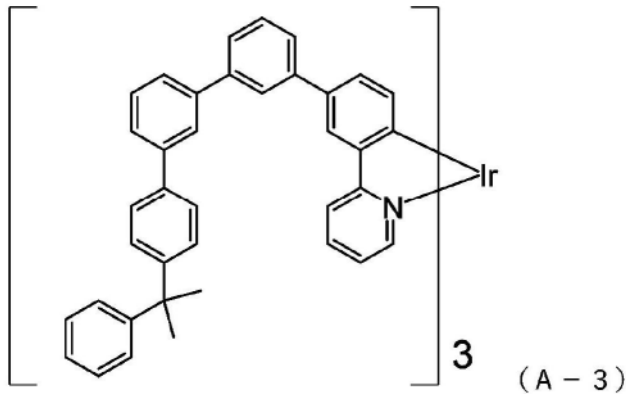
## [0645] [化133]



## [0646] [实施例3]

作为发光层的材料,除了使用由下述结构式表示的有机金属化合物(A-3)(分子量1694.21)来代替有机金属化合物(A-1)之外,与实施例1同样地制作有机电致发光元件。

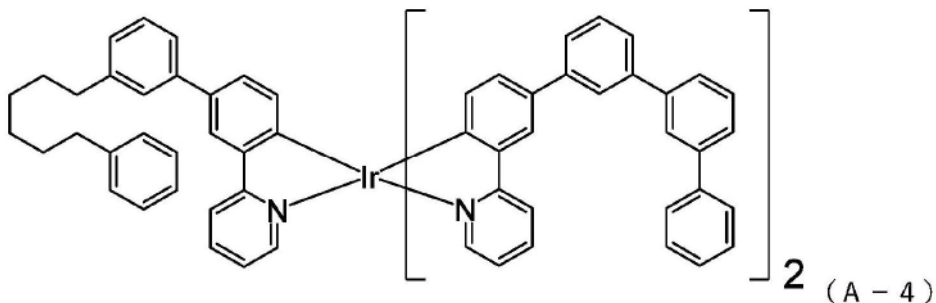
## [0647] [化134]



## [0648] [实施例4]

作为发光层的材料,除了使用由下述结构式表示的有机金属化合物(A-4)(分子量1347.74)来代替有机金属化合物(A-1)之外,与实施例1同样地制作有机电致发光元件。

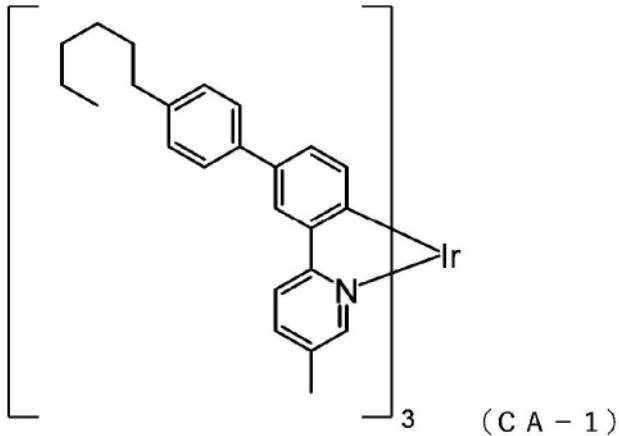
## [0649] [化135]



## [0650] [比较例1]

作为发光层的材料,除了使用由下述结构式表示的有机金属化合物(CA-1)(分子量1177.65)来代替有机金属化合物(A-1)之外,与实施例1同样地制作有机电致发光元件。

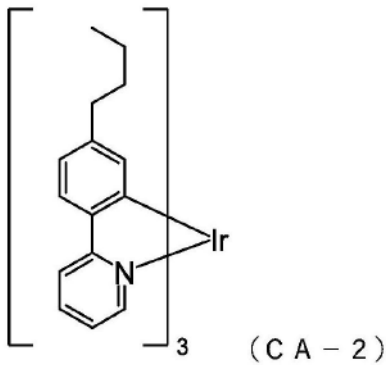
[0651] [化136]



[0652] [比较例2]

作为发光层的材料,除了使用由下述结构式表示的有机金属化合物(CA-2)(分子量823.11)来代替有机金属化合物(A-1)之外,与实施例1同样地制作有机电致发光元件。

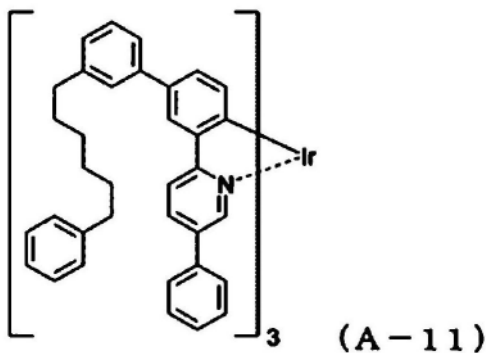
[0653] [化137]



[0654] [实施例5]

作为发光层的有机金属化合物,除了以0.96重量%使用具有下述结构的有机金属化合物(A-11)(分子量1592.16)之外,与实施例1同样地制作有机电致发光元件。

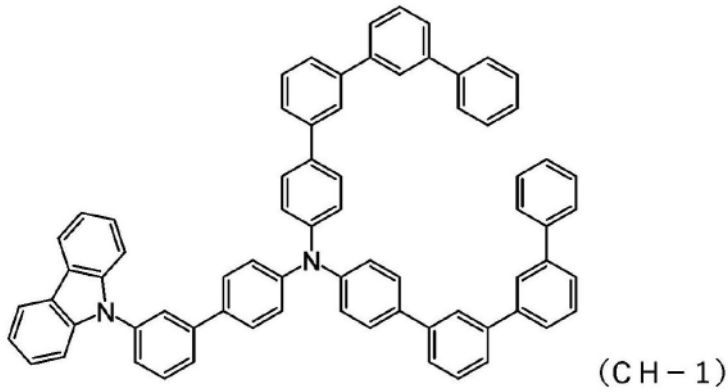
[0655] [化138]



[0656] [实施例6]

作为发光层的材料,除了使用由下述结构式表示的主体材料(CH-1)3.2重量%来代替使用主体材料(H-1)和主体材料(H-2)之外,与实施例5同样地制作有机电致发光元件。

[0657] [化139]



[0658] [有机金属化合物与发光化合物的三重态能级]

实施例1~4、比较例1和2、实施例5和6中的有机金属化合物与发光化合物的三重态能级满足式(E-1)。

[0659] 实施例1~4、比较例1和2、实施例5和6中的有机金属化合物的三重态能级由室温下的溶液的磷光光谱的峰值波长来计算出。此外,同样地发光化合物的单重态能级由室温下的荧光光谱的峰值波长来计算出。发光化合物的单重态能级与三重态能量的能量差( $\Delta$ EST)由77K下的荧光光谱和磷光光谱的峰值波长来计算出。使用这些数据,计算出发光化合物的室温下的三重态能级。这些结果归纳于表1中。可知实施例1~4、比较例1和2、实施例5和6中的有机金属化合物与发光化合物的三重态能级满足式(E-1)。

[0660] [表1]

表1

	有机金属化合物的 T1 (eV)	发光化合物的 S1 (eV)	发光化合物的 $\Delta$ EST (eV)	发光化合物的 T1 (eV)
实施例 1	2.1	2.0	0.16	1.84
实施例 2	2.2	2.0	0.16	1.84
实施例 3	2.4	2.0	0.16	1.84
实施例 4	2.4	2.0	0.16	1.84
比较例 1	2.4	2.0	0.16	1.84
比较例 2	2.4	2.0	0.16	1.84
实施例 5	2.3	2.0	0.16	1.84
实施例 6	2.3	2.0	0.16	1.84

[0661] [元件的评价]

实施例1~4、比较例1和2、实施例5和6中得到的有机电致发光元件以 $60\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度对元件持续通电时亮度减少至初始亮度90%的时间(LT90)。测定结果如表2所示。实施例1~6、比较例1和2的数值以将比较例2的LT90设为1.00时的各实施例、比较例的相对寿命来示出。

由表2的结果可知,使用本发明的有机电致发光元件,可得到长寿命的元件。

[0662] [实施例7]

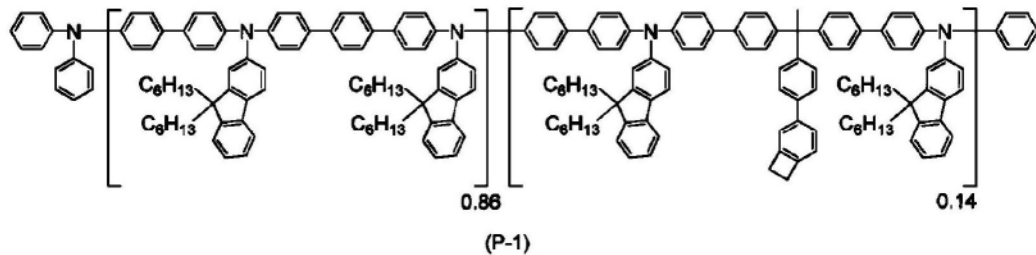
通过以下的方法制作有机电致发光元件。

对将氧化铟锡(ITO)透明导电膜在玻璃基板上堆积为50nm厚度的产品(吉奥马科

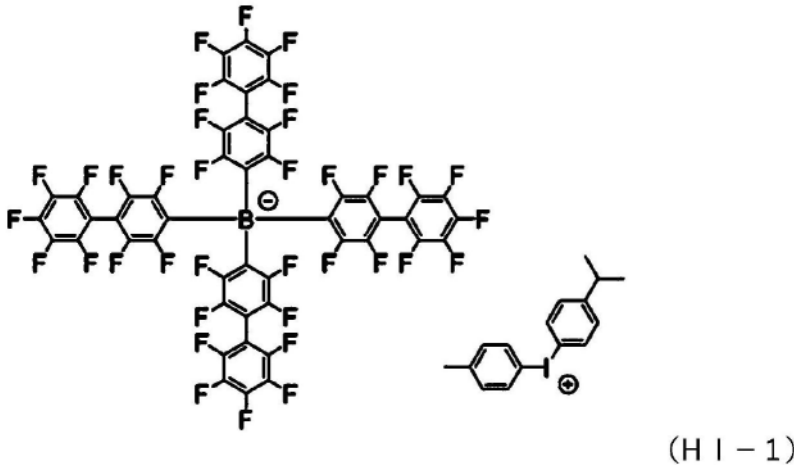
技公司制造,溅镀成膜品),使用通常的光刻技术和盐酸蚀刻而图案化为2mm宽的条纹,由此形成阳极。将这样将ITO形成图案的基板,按照利用表面活性剂水溶液的超声波清洗、利用超纯水的水洗、利用超纯水的超声波清洗、利用超纯水的水洗的顺序清洗后,利用压缩空气使其干燥,最后进行紫外线臭氧清洗。

作为空穴注入层形成用组合物,制备将具有下式(P-1)的重复结构的空穴传输性高分子化合物3.0重量%和电子接受性化合物(HI-1)0.6重量%溶解在苯甲酸乙酯中而成的组合物。

[0663] [化140]



[0664] [化141]

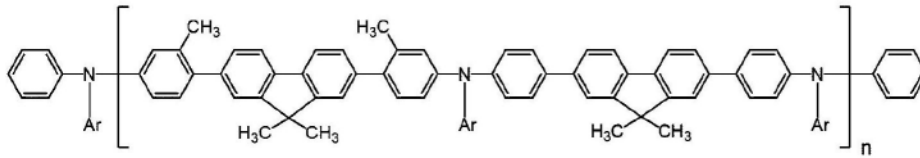


[0665] 在大气中将该溶液旋涂在上述基板上,在大气中利用加热板在240℃下干燥30分钟,形成膜厚40nm的均匀薄膜,作为空穴注入层。

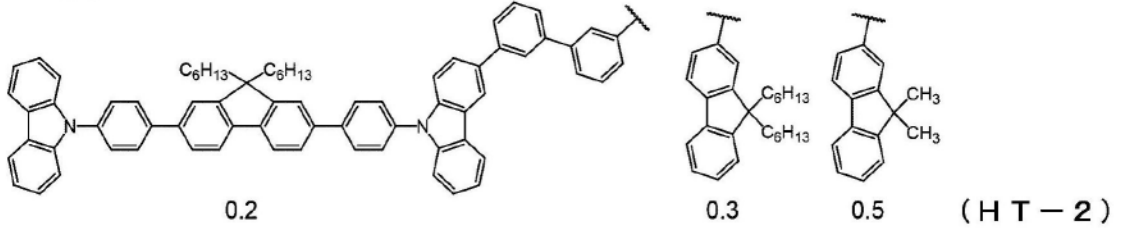
接着,将具有下述结构式(HT-2)的电荷传输性高分子化合物溶解在1,3,5-三甲基苯中,制备2.0重量%的溶液。

在氮手套箱中将该溶液旋涂在涂布成膜有上述空穴注入层的基板上,利用氮手套箱中的加热板在230℃下干燥30分钟,形成膜厚40nm的均匀薄膜,作为空穴传输层。

[0666] [化142]

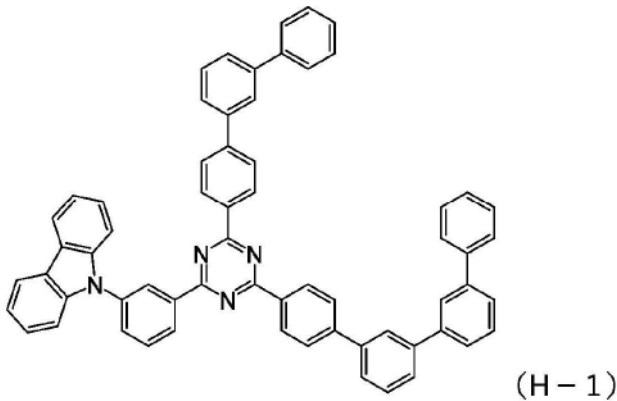


Ar:



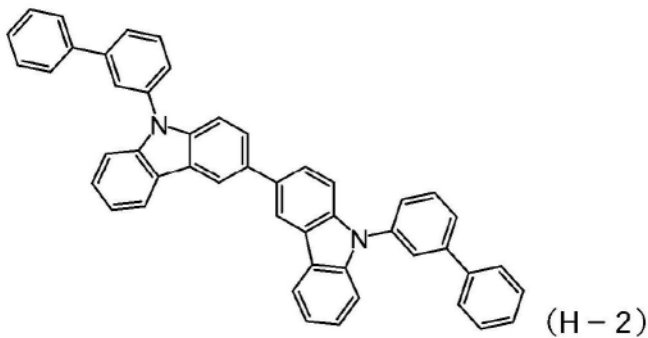
[0667] 接着,作为发光层的材料,将具有下述结构的主体材料(H-1)以2.4重量%的浓度、主体材料(H-2)以0.8重量%的浓度、有机金属化合物(A-12)(分子量1271.64)以0.96重量%的浓度、发光化合物(D-1)以0.064重量%的浓度溶解在环己基苯中,制备发光层形成用组合物。

[0668] [化143]



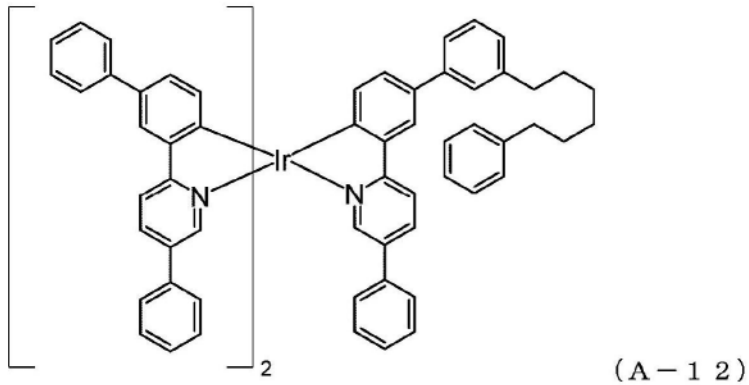
(H-1)

[0669] [化144]

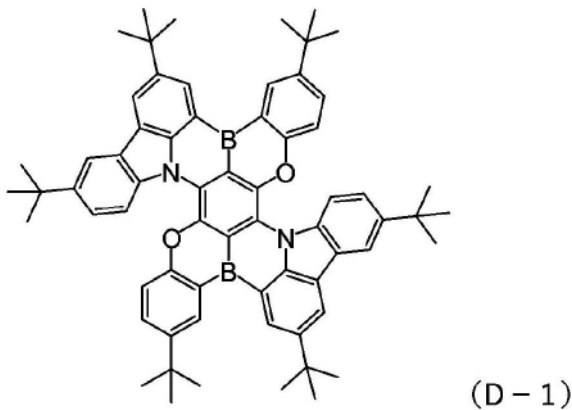


(H-2)

[0670] [化145]



[0671] [化146]

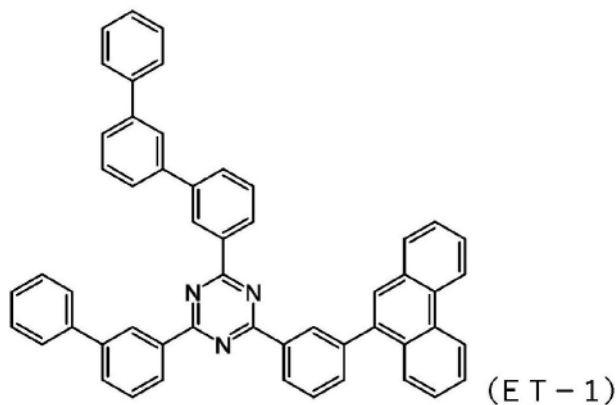


[0672] 在氮手套箱中将该溶液旋涂在涂布成膜有上述空穴传输层的基板上,利用氮手套箱中的加热板在120℃下干燥20分钟,形成膜厚40nm的均匀薄膜,作为发光层。

将成膜至发光层的基板设置在真空蒸镀装置中,将装置内排气至 $2 \times 10^{-4}$ Pa以下。

接着,通过真空蒸镀法将由下述结构式表示的化合物(ET-1)和8-羟基喹啉锂以2:3的膜厚比共蒸镀在发光层上,形成膜厚30nm的电子传输层。

[0673] [化147]



[0674] 接着,作为阴极蒸镀用的掩模,将2mm宽的条纹状荫罩以与阳极的ITO条纹正交的方式密接于基板,通过钼舟对铝进行加热,形成膜厚80nm的铝层,由此形成阴极。如上所述,得到具有2mm×2mm尺寸的发光面积部分的有机电致发光元件。

[0675] [实施例8]

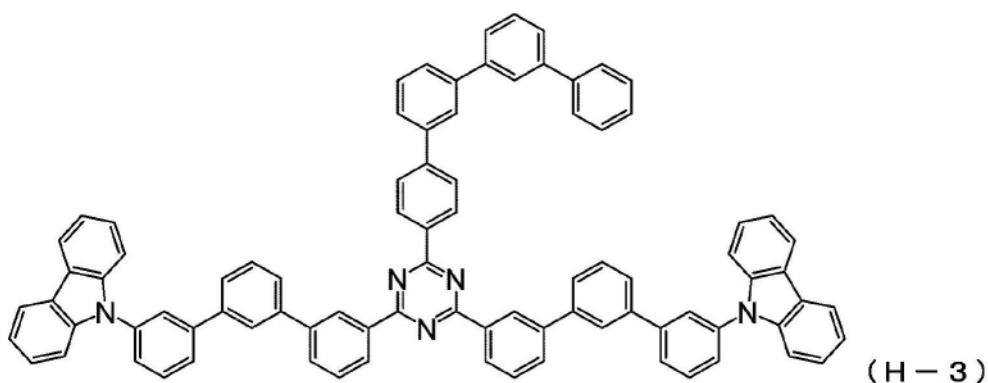
作为发光层的主体材料,仅使用主体材料(H-1)来代替使用主体材料(H-1)和主体材料(H-2),并将主体材料(H-1)以2.8重量%的浓度、有机金属化合物(A-12)以0.84重量%

的浓度、发光化合物 (D-1) 以 0.056 重量 % 的浓度溶解在环己基苯中来制备发光层形成用组合物,除此之外,与实施例 7 同样地制作有机电致发光元件。

[0676] [实施例 9]

作为发光层的主体材料,仅使用具有下述结构的主体材料 (H-3) 来代替主体材料 (H-1) 和主体材料 (H-2),并将主体材料 (H-3) 以 3.2 重量 % 的浓度、有机金属化合物 (A-12) 以 0.96 重量 % 的浓度、发光化合物 (D-1) 以 0.064 重量 % 的浓度溶解在环己基苯中来制备发光层形成用组合物,除此之外,与实施例 7 同样地制作有机电致发光元件。

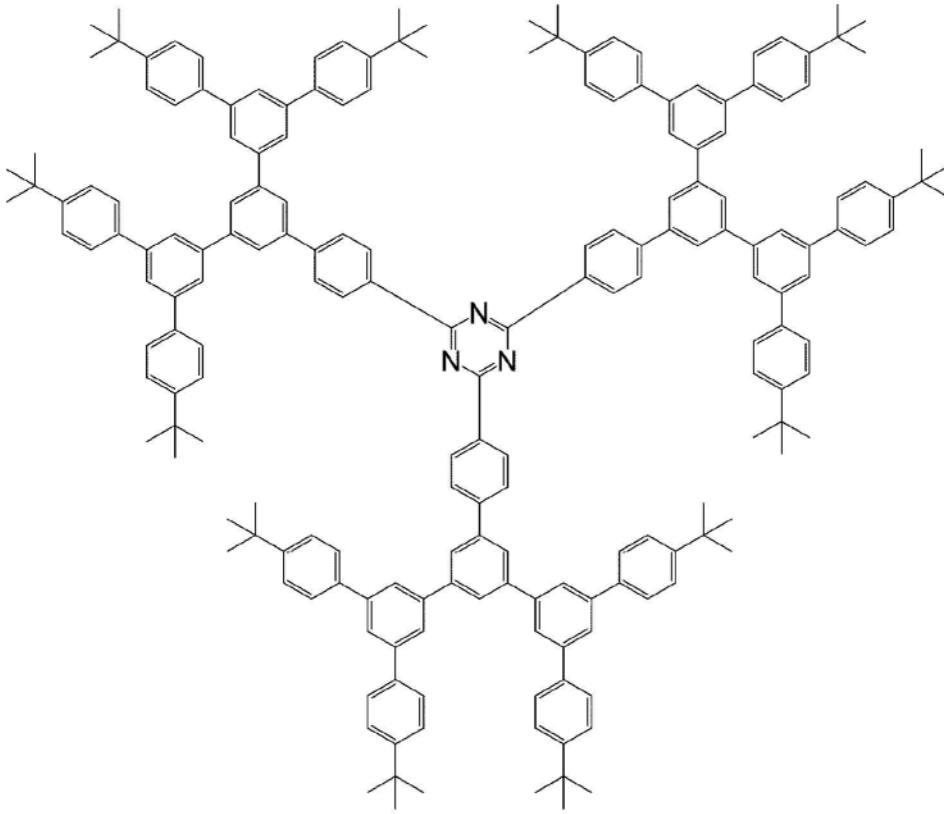
[0677] [化 148]



[0678] [实施例 10]

作为发光层的主体材料,仅使用述结构的主体材料 (H-4) 来代替使用材料 (H-1) 和主体材料 (H-2),并主体材料 (H-4) 以 3.2 重量 % 的浓度、有机金属化合物 (A-12) 以 0.96 重量 % 的浓度、发光化合物 (D-1) 以 0.064 重量 % 的浓度溶解在环己基苯中来制备发光层形成用组合物,除此之外,与实施例 7 同样地制作有机电致发光元件。

[0679] [化 149]



(H-4)

[0680] [有机金属化合物与发光化合物的三重态能级]

按照前述方法计算实施例7~10中使用的化合物(A-12)的三重态能级,结果为2.5eV。此外,如表1所示,发光化合物(D-1)的三重态能级为1.84eV。

因此,实施例7~10中的有机金属化合物与发光化合物的三重态能级满足式(E-1)。

[0681] [元件的评价]

对实施例7~10中得到的有机电致发光元件,测定以 $60\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度对元件持续通电时亮度减少至初始亮度97%的时间(LT97)。这些测定结果如表2所示。实施例7~10的数值是将实施例10设为1.00时的“相对寿命”。

由表2的结果可知,使用与特定结构的主体材料组合的本发明的有机电致发光元件,特别是可到长寿命的元件。

[0682] [表2]

表2

	有机金属化合物的分子量	相对寿命
实施例 1	2168.94	4.83
实施例 2	1922.51	5.81
实施例 3	1694.21	2.46
实施例 4	1347.74	4.18
比较例 1	1177.65	1.24
比较例 2	823.11	1.00
实施例 5	1592.16	5.62
实施例 6	1592.16	3.26
实施例 7	1271.64	1250
实施例 8	1271.64	980
实施例 9	1271.64	160
实施例 10	1271.64	1.00

[0683] 以上,对各种实施方式进行了说明,但本发明当然不限于于所述例子。若为本领域技术人员,则显然可以在权利要求书记载的范围内想到各种变更例或修改例,且可以了解到这些也当然属于本发明的技术范围。此外,在不脱离发明的主旨的范围内,也可以任意组合上述实施方式中的各构成要素。

[0684] 需要说明的是,本申请基于2022年8月31日提出申请的日本专利申请(特愿2022-138447)、2022年8月31日提出申请的日本专利申请(特愿2022-138449)、2022年10月7日提出申请的日本专利申请(特愿2022-162631)和2022年10月7日提出申请的日本专利申请(特愿2022-162633),其内容作为参考而援引入本申请中。

产业上的可利用性

[0685] 本发明的有机电致发光元件和本发明的组合物例如可以适合于有机EL显示装置和有机EL照明。

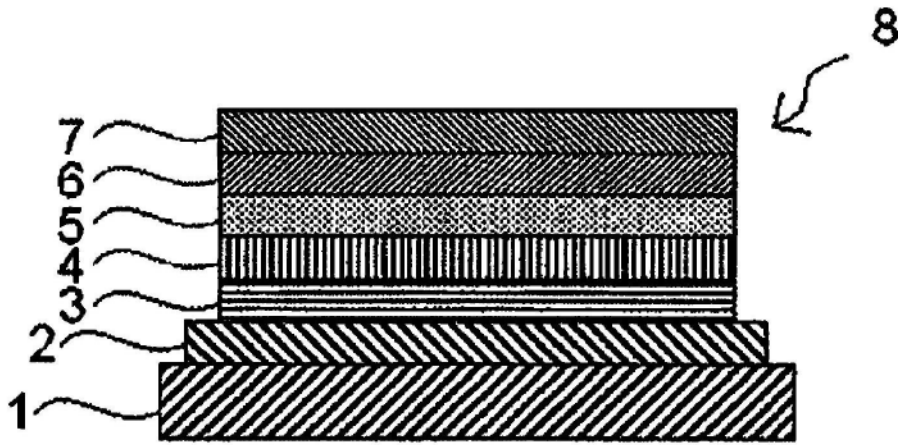


图1