



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115700044 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 03

(21) 申请号 202180037916.2

朱性堃 梁炳善 金志丸

(22) 申请日 2021.06.16

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11277

(30) 优先权数据

2020-105811 2020.06.19 JP

专利代理师 刘新宇 李茂家

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.11.24

(51) Int. Cl.

H10K 50/15 (2023.01)

H10K 50/10 (2023.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/022894 2021.06.16

C09K 11/06 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/256515 JA 2021.12.23

(71) 申请人 保土谷化学工业株式会社

地址 日本东京都

申请人 SFC有限公司

(72) 发明人 平山雄太 山本刚史 加瀬幸喜

骏河和行 林秀一 车淳旭

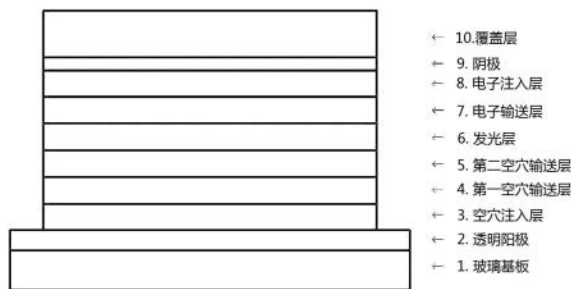
权利要求书4页 说明书35页 附图43页

(54) 发明名称

有机电致发光元件

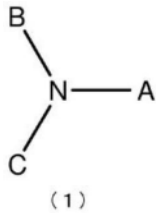
(57) 摘要

本发明的课题在于,提供空穴的注入/输送性能、电子阻挡能力、薄膜状态下的稳定性、耐久性优异的用于有机EL元件的材料,进而,其课题在于,通过将材料与空穴和电子的注入/输送性能、电子阻挡能力、薄膜状态下的稳定性、耐久性优异的用于有机EL元件的各种材料以能够有效地发挥出各种材料所具有的特性的方式加以组合,从而提供高效率、低驱动电压、长寿命的有机EL元件。本发明是一种有机EL元件,其包含特定的芳基胺化合物作为构成第二空穴输送层的材料,将第二空穴输送层的HOMO能级与第一空穴输送层的HOMO能级之差设为0.15eV以下。



1. 一种有机电致发光元件,其中,在阳极与阴极之间,从阳极侧起依次至少具有第一空穴输送层、第二空穴输送层、发光层和电子输送层,

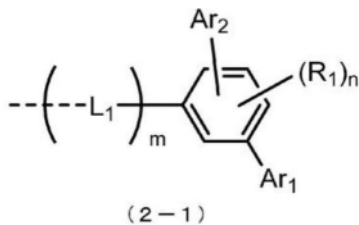
所述第二空穴输送层包含下述通式(1)所示的三芳基胺化合物,并且,所述第二空穴输送层的HOMO能级与所述第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值为0.15eV以下,



式(1)中,A表示下述通式(2-1)所示的基团;

B表示取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合芳香族基团;

C表示下述通式(2-1)所示的基团、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合芳香族基团,



式(2-1)中,虚线部表示键合部位;

$R_1$ 表示氕原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基;

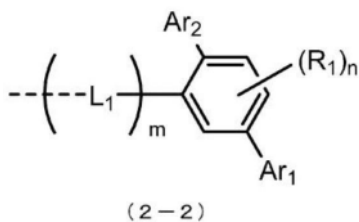
$n$ 为 $R_1$ 的个数,表示0~3的整数, $n$ 为2或3时, $R_1$ 彼此任选相同或不同, $R_1$ 彼此任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子或硫原子相互键合而形成环;

$L_1$ 表示取代或未取代的芳香族烃、取代或未取代的芳香族杂环、或者取代或未取代的稠合多环芳香族的二价基团;

$m$ 为 $L_1$ 的个数,表示1~3的整数, $m$ 为2或3时, $L_1$ 彼此任选相同或不同;

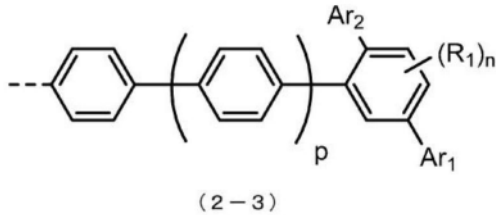
$Ar_1$ 和 $Ar_2$ 各自独立地表示取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合多环芳香族基团。

2. 根据权利要求1所述的有机电致发光元件,其中,所述通式(2-1)所示的基团为下述通式(2-2)所示的基团,



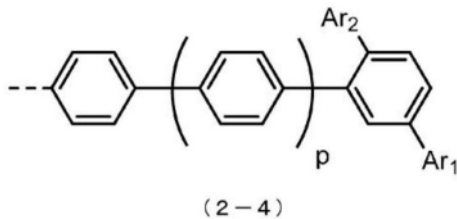
式(2-2)中,Ar<sub>1</sub>、Ar<sub>2</sub>、L<sub>1</sub>、m、n和R<sub>1</sub>的定义与所述通式(2-1)相同。

3. 根据权利要求1所述的有机电致发光元件,其中,所述通式(2-1)所示的基团为下述通式(2-3)所示的基团,



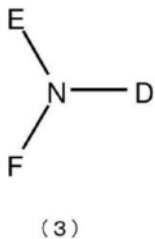
式(2-3)中,Ar<sub>1</sub>、Ar<sub>2</sub>、n和R<sub>1</sub>的定义与所述通式(2-1)相同;p表示0或1。

4. 根据权利要求1所述的有机电致发光元件,其中,所述通式(2-1)所示的基团为下述通式(2-4)所示的基团,

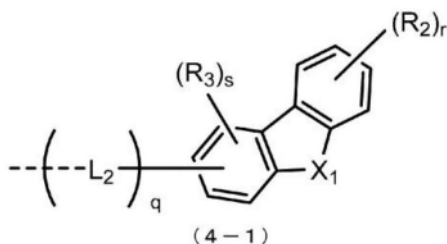


式(2-4)中,Ar<sub>1</sub>和Ar<sub>2</sub>的定义与所述通式(2-1)相同;p表示0或1。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的有机电致发光元件,其中,所述第一空穴输送层包含通式(3)所示的三芳基胺化合物,



式(3)中,D、E和F各自独立地表示下述通式(4-1)所示的基团、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合多环芳香族基团,其中,D、E和F之中的至少一者为下述通式(4-1)所示的基团,



式(4-1)中,虚线部表示键合部位;

L<sub>2</sub>表示取代或未取代的芳香族烃、取代或未取代的芳香族杂环、或者取代或未取代的稠合多环芳香族的二价基团;

q表示0~3的整数,q为2或3时,L<sub>2</sub>彼此任选相同或不同;

R<sub>2</sub>和R<sub>3</sub>各自独立地表示氫原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取

代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基；

r表示0~4的整数；s表示0~3的整数；r为2~4时， $R_2$ 彼此任选相同或不同；s为2或3时， $R_3$ 彼此任选相同或不同； $R_2$ 彼此、 $R_3$ 彼此或者 $R_2$ 与 $R_3$ 任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子或硫原子相互键合而形成环；

$X_1$ 表示O、S、 $NR_4$ 或 $CR_5R_6$ ；D、E和F之中的两者以上为通式(4-1)所示的基团时， $X_1$ 彼此任选相同或不同；

$R_4$ 表示氖原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基；

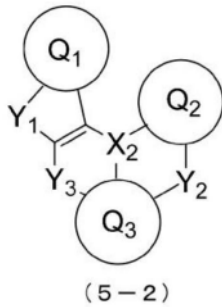
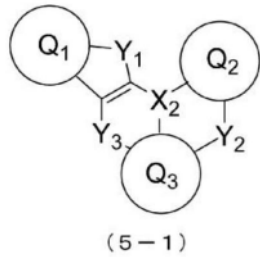
$R_5$ 和 $R_6$ 各自独立地表示任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基， $R_5$ 与 $R_6$ 任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子或硫原子相互键合而形成环。

6. 根据权利要求5所述的有机电致发光元件，其中，所述通式(3)中的D、E和F之中的两者为所述通式(4-1)所示的基团， $X_1$ 各自独立地为所述 $NR_4$ 或 $CR_5R_6$ 。

7. 根据权利要求5所述的有机电致发光元件，其中，所述通式(3)中的D、E和F之中的两者为所述通式(4-1)所示的基团，一个 $X_1$ 为所述 $NR_4$ ，另一个 $X_1$ 为所述 $CR_5R_6$ 。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的有机电致发光元件，其中，所述发光层含有蓝色发光性掺杂物。

9. 根据权利要求8所述的有机电致发光元件，其中，所述蓝色发光性掺杂物为下述通式(5-1)或(5-2)所示的化合物，



式(5-1)和(5-2)中, $Q_1$ 、 $Q_2$ 和 $Q_3$ 各自独立地表示取代或未取代的芳香族烃、或者取代或未取代的芳香族杂环;

$X_2$ 表示B、P、 $P=O$ 或 $P=S$ ;

$Y_1$ 、 $Y_2$ 和 $Y_3$ 各自独立地表示 $N-R_7$ 、 $C-R_8R_9$ 、O、S、Se或 $Si-R_{10}R_{11}$ ;

$R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 各自独立地表示氢原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的芳氧基, $R_8$ 与 $R_9$ 以及 $R_{10}$ 与 $R_{11}$ 任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环;

$Y_1$ 为 $N-R_7$ 、 $C-R_8R_9$ 或 $Si-R_{10}R_{11}$ 时, $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 任选与 $Q_1$ 借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环;

$Y_2$ 为 $N-R_7$ 、 $C-R_8R_9$ 或 $Si-R_{10}R_{11}$ 时, $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 任选与 $Q_2$ 或 $Q_3$ 借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环;

$Y_3$ 为 $N-R_7$ 、 $C-R_8R_9$ 或 $Si-R_{10}R_{11}$ 时, $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 任选与 $Q_3$ 借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的有机电致发光元件,其中,所述发光层含有具有蒽骨架的蒽衍生物。

## 有机电致发光元件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及对于各种显示装置而言适合的自发光元件、即有机电致发光元件,详细而言,涉及使用了特定芳基胺化合物的有机电致发光元件(以下简称为有机EL元件)。

### 背景技术

[0002] 有机EL元件为自发光性元件,因此与液晶元件相比更明亮、可视性优异、能够实现清晰的显示,因此进行了积极的研究。

[0003] 伊士曼柯达公司的C.W.Tang等人在1987年通过开发将各种作用分担于各种材料而得到的层叠结构元件,从而将使用了有机材料的有机EL元件加以实用。他们通过将能够输送电子的荧光体与能够输送空穴的有机物进行层叠,并将两种电荷注入至荧光体的层中而使其发光,从而以10V以下的电压得到了1000cd/m<sup>2</sup>以上的高亮度(例如参照专利文献1和专利文献2)。

[0004] 至今为止,为了有机EL元件的实用化而进行了多种改良,通过将层叠结构的各种作用进一步细分化,并在基板上依次设置阳极、空穴注入层、空穴输送层、发光层、电子输送层、电子注入层、阴极而得到的电致发光元件,从而实现高效率 and 耐久性(例如参照非专利文献1)。

[0005] 另外,出于进一步提高发光效率的目的而尝试了利用三重态激子,研究了磷光发光性化合物的利用(例如参照非专利文献2)。并且,还开发了利用由热活化延迟荧光(TADF)实现的发光的元件。九州大学的安达等人在2011年通过使用热活化延迟荧光材料的元件而实现了5.3%的外量子效率(例如参照非专利文献3)。

[0006] 发光层通常也可以通过向被称为主体材料的电荷输送性化合物中掺杂荧光性化合物、磷光发光性化合物或会放射延迟荧光的材料来制作。如前述非专利文献中记载的那样,有机EL元件中的有机材料的选择对该元件的效率、耐久性等各种特性造成明显的影响(例如参照非专利文献2)。

[0007] 在有机EL元件中,从两个电极注入的电荷在发光层中再结合而得到发光,但如何将空穴、电子这两种电荷高效地传递至发光层是重要的,需要制成载流子平衡优异的元件。另外,通过提高空穴注入性,提高对从阴极注入的电子加以阻挡的电子阻挡性,从而提高空穴与电子进行再结合的概率,进而,通过将在发光层内生成的激子加以封闭,从而能够得到高发光效率。因此,空穴输送材料起到的作用是重要的,寻求空穴注入性高、空穴迁移率大、电子阻挡性高、进而对于电子而言耐久性高的空穴输送材料。

[0008] 另外,关于元件寿命,材料的耐热性、非晶性也是重要的。在耐热性低材料中,因元件驱动时产生的热而导致在低温下也发生热分解,材料劣化。在非晶性低材料中,即便在短时间内也发生薄膜的结晶化,元件会劣化。因此,对使用的材料要求耐热性高、非晶性良好的性质。

[0009] 作为至今为止在有机EL元件中使用的空穴输送材料,已知的是N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(NPD)、各种芳香族胺衍生物(例如参照专利文献1和专利文献2)。NPD

具有良好的空穴输送能力,但成为耐热性指标的玻璃化转变温度(Tg)低至96℃,在高温条件下因结晶化而发生元件特性的降低(例如参照非专利文献4)。另外,在前述专利文献所记载的芳香族胺衍生物中,空穴的迁移率为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的具有优异迁移率的化合物是已知的(例如参照专利文献1和专利文献2),但电子阻挡性不充分,因此,一部分电子从发光层中穿过去,无法期待发光效率的提高等,为了进一步的高效率化,寻求电子阻挡性更高、薄膜更稳定且耐热性高的材料。另外,存在耐久性高的芳香族胺衍生物的报告(例如参照专利文献3),但其用作在电子照片感光体中使用的电荷输送材料,尚无用作有机EL元件的例子。

[0010] 作为对耐热性、空穴注入性等特性加以改良的化合物,提出了具有取代咪唑结构的芳基胺化合物(例如参照专利文献4和专利文献5),但将这些化合物用于空穴注入层或空穴输送层而得到的元件虽然耐热性、发光效率等得以改良,但尚无法说是充分的,寻求进一步的低驱动电压化、进一步的高发光效率化。

[0011] 为了改善有机EL元件的元件特性、提高元件制作的成品率,寻求通过将空穴和电子的注入/输送性能、薄膜的稳定性、耐久性优异的材料加以组合而使空穴与电子能够以高效率进行再结合、发光效率高、驱动电压低、寿命长的元件。

[0012] 另外,为了改善有机EL元件的元件特性,寻求通过将空穴和电子的注入/输送性能、薄膜的稳定性、耐久性优异的材料加以组合,从而呈现载流子平衡的高效率、低驱动电压、长寿命的元件。

[0013] 现有技术文献

[0014] 专利文献

[0015] 专利文献1:US5792557

[0016] 专利文献2:US5639914

[0017] 专利文献3:US7799492

[0018] 专利文献4:US8021764

[0019] 专利文献5:US8394510

[0020] 专利文献6:韩国公开专利10-2018-0051356号公报

[0021] 专利文献7:EP2684932

[0022] 非专利文献

[0023] 非专利文献1:应用物理学会第9次演讲会预稿集第55~61页(2001)

[0024] 非专利文献2:应用物理学会第9次演讲会预稿集第23~31页(2001)

[0025] 非专利文献3:Appl.Phys.Let.,98,083302(2011)

[0026] 非专利文献4:有机EL讨论会第三次例会预稿集第13~14页(2006)

## 发明内容

[0027] 本发明的目的在于,提供空穴的注入/输送性能、电子阻挡能力、薄膜状态下的稳定性、耐久性优异的用于有机EL元件的材料,进而,其目的在于,通过将该材料与空穴和电子的注入/输送性能、电子阻挡能力、薄膜状态下的稳定性、耐久性优异的用于有机EL元件的各种材料以能够有效地发挥出各种材料所具有的特性的方式加以组合,从而提供高效率、低驱动电压、长寿命的有机EL元件。

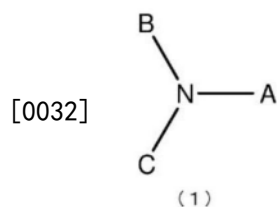
[0028] 作为本发明想要提供的有机EL元件中使用的有机化合物应该具备的物理特性,可

列举出：(1) 空穴的注入特性良好、(2) 空穴的迁移率大、(3) 薄膜状态稳定、(4) 耐热性优异。另外，作为本发明想要提供的有机EL元件应该具备的物理特性，可列举出：(1) 发光效率和电力效率高、(2) 实用驱动电压低、(3) 寿命长。

[0029] 因而，本发明人等为了实现上述目的而着眼于三芳基胺化合物的空穴的注入和输送能力、薄膜的稳定性和耐久性优异这一点，对各种三芳基胺化合物进行深入，结果获得如下见解：若将具有特定结构的三芳基胺化合物用作空穴输送层的材料，则能够高效地输送从阳极侧注入的空穴。进而发现：通过将空穴输送层制成两层结构，并将各层制成特定构成，从而能够实现上述目的，由此完成了本发明。

[0030] 即，本发明为以下的有机EL元件。

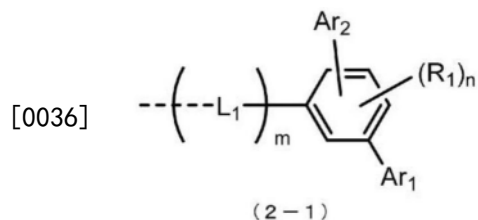
[0031] 1) 一种有机电致发光元件，其中，在阳极与阴极之间，从阳极侧起依次至少具有第一空穴输送层、第二空穴输送层、发光层和电子输送层，前述第二空穴输送层包含下述通式(1)所示的三芳基胺化合物，并且，前述第二空穴输送层的HOMO能级与前述第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值为0.15eV以下。



[0033] (式中，A表示下述通式(2-1)所示的基团；

[0034] B表示取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合芳香族基团；

[0035] C表示下述通式(2-1)所示的基团、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合芳香族基团。)



[0037] (式中，虚线部表示键合部位；

[0038]  $R_1$ 表示氕原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基；

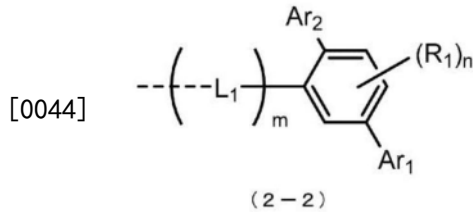
[0039]  $n$ 为 $R_1$ 的个数，表示0~3的整数， $n$ 为2或3时， $R_1$ 彼此任选相同或不同， $R_1$ 彼此任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子或硫原子相互键合而形成环；

[0040]  $L_1$ 表示取代或未取代的芳香族烃、取代或未取代的芳香族杂环、或者取代或未取代的稠合多环芳香族的二价基团；

[0041]  $m$ 为 $L_1$ 的个数,表示1~3的整数, $m$ 为2或3时, $L_1$ 彼此任选相同或不同;

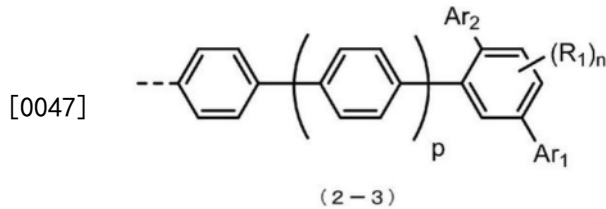
[0042]  $Ar_1$ 和 $Ar_2$ 各自独立地表示取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合多环芳香族基团。)

[0043] 2) 根据前述1)所述的有机电致发光元件,其中,前述通式(2-1)所示的基团为下述通式(2-2)所示的基团。



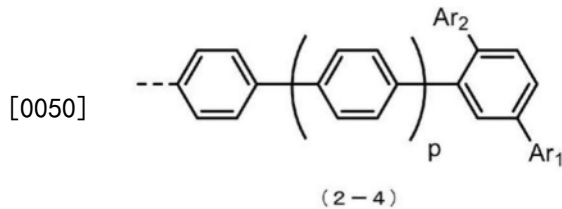
[0045] (式中, $Ar_1$ 、 $Ar_2$ 、 $L_1$ 、 $m$ 、 $n$ 和 $R_1$ 的定义与前述通式(2-1)相同。)

[0046] 3) 根据前述1)所述的有机电致发光元件,其中,前述通式(2-1)所示的基团为下述通式(2-3)所示的基团。



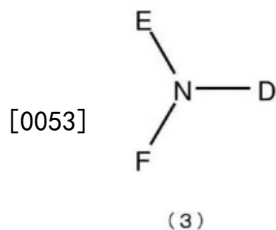
[0048] (式中, $Ar_1$ 、 $Ar_2$ 、 $n$ 和 $R_1$ 的定义与前述通式(2-1)相同。 $p$ 表示0或1。)

[0049] 4) 根据前述1)所述的有机电致发光元件,其中,前述通式(2-1)所示的基团为下述通式(2-4)所示的基团。

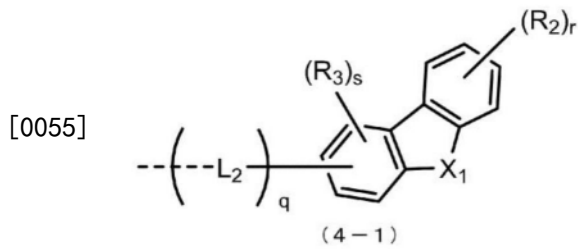


[0051] (式中, $Ar_1$ 和 $Ar_2$ 的定义与前述通式(2-1)相同。 $p$ 表示0或1。)

[0052] 5) 根据前述1)~4)中任一项所述的有机电致发光元件,其中,前述第一空穴输送层包含通式(3)所示的三芳基胺化合物。



[0054] (式中, $D$ 、 $E$ 和 $F$ 各自独立地表示下述通式(4-1)所示的基团、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的稠合多环芳香族基团。其中, $D$ 、 $E$ 和 $F$ 之中的至少一者为下述通式(4-1)所示的基团。)



[0056] (式中,虚线部表示键合部位;

[0057]  $L_2$ 表示取代或未取代的芳香族烃、取代或未取代的芳香族杂环、或者取代或未取代的稠合多环芳香族的二价基团;

[0058]  $q$ 表示0~3的整数, $q$ 为2或3时, $L_2$ 彼此任选相同或不同;

[0059]  $R_2$ 和 $R_3$ 各自独立地表示氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基;

[0060]  $r$ 表示0~4的整数; $s$ 表示0~3的整数; $r$ 为2~4时, $R_2$ 彼此任选相同或不同; $s$ 为2或3时, $R_3$ 彼此任选相同或不同; $R_2$ 彼此、 $R_3$ 彼此或者 $R_2$ 与 $R_3$ 任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子或硫原子相互键合而形成环。

[0061]  $X_1$ 表示O、S、 $NR_4$ 或 $CR_5R_6$ ;D、E和F之中的两者以上为通式(4-1)所示的基团时, $X_1$ 彼此任选相同或不同;

[0062]  $R_4$ 表示氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基;

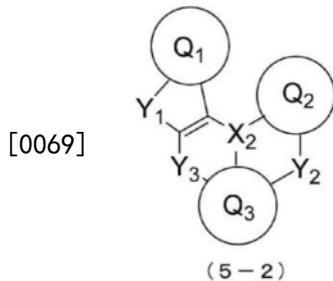
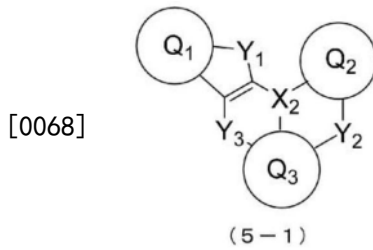
[0063]  $R_5$ 和 $R_6$ 各自独立地表示任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的稠合多环芳香族基团、或者取代或未取代的芳氧基, $R_5$ 与 $R_6$ 任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子或硫原子相互键合而形成环。)

[0064] 6)根据前述5)所述的有机电致发光元件,其中,前述通式(3)中的D、E和F之中的两者为前述通式(4-1)所示的基团, $X_1$ 各自独立地为前述 $NR_4$ 或 $CR_5R_6$ 。

[0065] 7)根据前述5)所述的有机电致发光元件,其中,前述通式(3)中的D、E和F之中的两者为前述通式(4-1)所示的基团,一个 $X_1$ 为前述 $NR_4$ ,另一个 $X_1$ 为前述 $CR_5R_6$ 。

[0066] 8)根据前述1)~7)中任一项所述的有机电致发光元件,其中,前述发光层含有蓝色发光性掺杂物。

[0067] 9)根据前述8)所述的有机电致发光元件,其中,前述蓝色发光性掺杂物为下述通式(5-1)或(5-2)所示的化合物。



[0070] (式(5-1)和(5-2)中, $Q_1$ 、 $Q_2$ 和 $Q_3$ 各自独立地表示取代或未取代的芳香族烃、或者取代或未取代的芳香族杂环;

[0071]  $X_2$ 表示B、P、P=O或P=S;

[0072]  $Y_1$ 、 $Y_2$ 和 $Y_3$ 各自独立地表示N- $R_7$ 、C- $R_8R_9$ 、O、S、Se或Si- $R_{10}R_{11}$ ;

[0073]  $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 各自独立地表示氢原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、或者取代或未取代的芳氧基, $R_8$ 与 $R_9$ 以及 $R_{10}$ 与 $R_{11}$ 任选借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环;

[0074]  $Y_1$ 为N- $R_7$ 、C- $R_8R_9$ 或Si- $R_{10}R_{11}$ 时, $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 任选与 $Q_1$ 借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环;

[0075]  $Y_2$ 为N- $R_7$ 、C- $R_8R_9$ 或Si- $R_{10}R_{11}$ 时, $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 任选与 $Q_2$ 或 $Q_3$ 借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环;

[0076]  $Y_3$ 为N- $R_7$ 、C- $R_8R_9$ 或Si- $R_{10}R_{11}$ 时, $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 任选与 $Q_3$ 借助单键、取代或未取代的亚甲基、氧原子、硫原子或单取代氨基相互键合而形成环。)

[0077] 10) 根据前述1)~9)中任一项所述的有机电致发光元件,其中,前述发光层含有具有蒽骨架的蒽衍生物。

[0078] 作为通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1$ ~ $R_6$ 所示的“取代或未取代的芳香族烃基”、“取代或未取代的芳香族杂环基”或者“取代或未取代的稠合多环芳香族基团”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”或“稠合多环芳香族基团”,具体而言,除了苯基、联苯基、三联苯基、萘基、蒽基、菲基、芴基、螺二芴基、茛基、苊基、茈基、茈基、荧蒽基、苯并菲基、吡啶基、嘧啶基、三嗪基、咪唑基、吡咯基、噻吩基、喹啉基、异喹啉基、苯并咪唑基、苯并噻吩基、吲哚基、呋唑基、苯并噻唑基、苯并噻吩基、喹啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并咪唑基、二苯并噻吩基、萘啶基、菲咯啉基、吡啶基和咪唑基等之外,可以选自碳原子数6~30的芳基或碳原子数2~30的杂芳基,被这些取代基取代的苯环或者在同一个苯环上取代的多个取代基彼此任



(4-1)中的 $R_1 \sim R_6$ 所示的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”或“稠合多环芳香族基团”而示出的基团相同的基团,可采用的方式也可列举出相同的方式。

[0084] 作为通式(2-1)~(2-4)中的 $Ar_1$ 和 $Ar_2$ 所示的“取代芳香族烃基”、“取代芳香族杂环基”或“取代稠合多环芳香族基团”中的“取代基”,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1 \sim R_6$ 所示的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采用的方式也可列举出相同的方式。

[0085] 作为通式(1)中的B、C和通式(3)中的D、E、F所示的“取代或未取代的芳香族烃基”、“取代或未取代的芳香族杂环基”或者“取代或未取代的稠合多环芳香族基团”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”或“稠合多环芳香族基团”,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1 \sim R_6$ 所示的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”或“稠合多环芳香族基团”而示出的基团相同的基团,可采用的方式也可列举出相同的方式。

[0086] 作为通式(1)中的B、C和通式(3)中的D、E、F所示的“取代芳香族烃基”、“取代芳香族杂环基”或“取代稠合多环芳香族基团”中的“取代基”,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1 \sim R_6$ 所示的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采用的方式也可列举出相同的方式。

[0087] 作为通式(2-1)、(2-2)和(4-1)中的 $L_1$ 、 $L_2$ 所示的“取代或未取代的芳香族烃、取代或未取代的芳香族杂环、或者取代或未取代的稠合多环芳香族的二价基团”中的“取代或未取代的芳香族烃”、“取代或未取代的芳香族杂环”或者“取代或未取代的稠合多环芳香族”的“芳香族烃”、“芳香族杂环”或“稠合多环芳香族”,具体而言,可列举出苯、联苯、三联苯、四苯基(tetrakisphenyl)、苯乙烯、萘、蒽、蒎、芴、菲、茚满、芘、苯并菲、吡啶、嘧啶、三嗪、吡咯、呋喃、噻吩、喹啉、异喹啉、苯并呋喃、苯并噻吩、吲哚啉、咪唑、咪唑啉、苯并咪唑、喹啉、喹啉啉、苯并咪唑、吡啶、二苯并呋喃、二苯并噻吩、萘啶、菲绕啉、吡啶等。

[0088] 并且,通式(2-1)、(2-2)和(4-1)中的 $L_1$ 、 $L_2$ 所示的“取代或未取代的芳香族烃、取代或未取代的芳香族杂环、或者取代或未取代的稠合多环芳香族的二价基团”表示从上述“芳香族烃”、“芳香族杂环”或“稠合多环芳香族”中去除两个氢原子而形成的二价基团。另外,这些二价基团任选具有取代基,作为“取代基”,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1 \sim R_6$ 所示的“取代基”而示出的基团相同的基团,可采用的方式也可列举出相同的方式。

[0089] 作为通式(2-1)所示的一价基团,从空穴的注入和输送能力的观点出发,优选为通式(2-2)所示的基团,更优选为通式(2-3)所示的基团,特别优选为通式(2-4)所示的基团。

[0090] 通式(2-1)~(2-4)所示的基团中,从空穴的注入和输送能力的观点出发, $Ar_1$ 和 $Ar_2$ 优选为取代或未取代的芳香族烃基、或者取代或未取代的稠合多环芳香族基团,更优选为取代或未取代的苯基、取代或未取代的萘基、或者取代或未取代的联苯基,特别优选为未取代的苯基或未取代的萘基。

[0091] 通式(1)所示的三芳基胺化合物中,从空穴的注入和输送能力的观点出发,B和C各自独立地优选为取代或未取代的芳香族烃基、或者取代或未取代的稠合芳香族基团,更优选为取代或未取代的苯基、取代或未取代的萘基、取代或未取代的菲基、或者取代或未取代的芴基。

[0092] 通式(4-1)所示的基团中,从空穴的注入和输送能力的观点出发, $X_1$ 优选为 $NR_4$ 或



[0101] 作为通式 (5-1) 和 (5-2) 中的  $R_7 \sim R_{11}$  所示的“任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”或者“任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷氧基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”或者“碳原子数5~10的环烷氧基”，具体而言，可列举出甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、叔丁氧基、正戊氧基、正己氧基、环戊氧基、环己氧基、环庚氧基、环辛氧基、1-金刚烷氧基、2-金刚烷氧基等。另外，这些基团任选具有取代基，作为取代基，可列举出与针对前述通式 (2-1) ~ (2-3) 和 (4-1) 中的  $R_1 \sim R_6$  所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

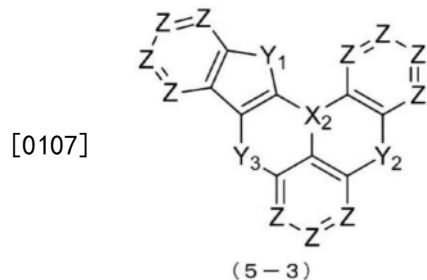
[0102] 作为通式 (5-1) 和 (5-2) 中的  $R_7 \sim R_{11}$  所示的“取代或未取代的芳香族烃基”、“取代或未取代的芳香族杂环基”中的“芳香族烃基”、“芳香族杂环基”，具体而言，可列举出苯基、联苯基、三联苯基、萘基、蒽基、菲基、吡啶基、嘧啶基、三嗪基、呋喃基、吡咯基、噻吩基等。另外，这些基团任选具有取代基，作为取代基，可列举出与针对前述通式 (2-1) ~ (2-3) 和 (4-1) 中的  $R_1 \sim R_6$  所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

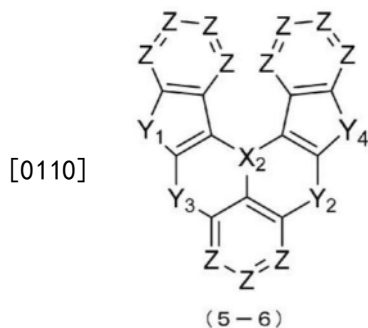
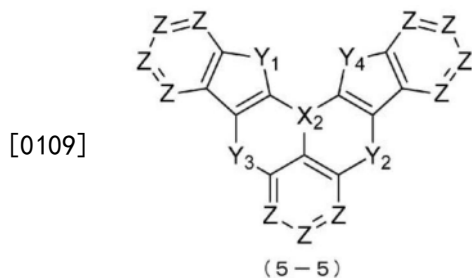
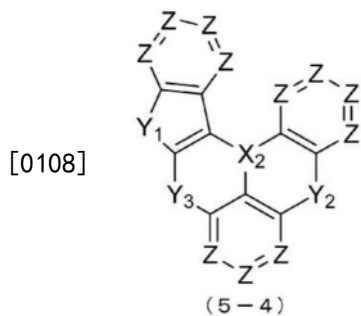
[0103] 作为通式 (5-1) 和 (5-2) 中的  $R_7 \sim R_{11}$  所示的“取代或未取代的芳氧基”中的“芳氧基”，具体而言，可列举出苯氧基、联苯氧基、三联苯氧基、萘氧基、蒽氧基、菲氧基、芴氧基、茛氧基、茚氧基、茚氧基等。另外，这些基团任选具有取代基，作为取代基，可列举出与针对前述通式 (2-1) ~ (2-3) 和 (4-1) 中的  $R_1 \sim R_6$  所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0104] 通式 (5-1) 和 (5-2) 所示的化合物中，从发光效率的观点出发， $Q_1 \sim Q_3$  所示的“取代或未取代的芳香族烃”或者“取代或未取代的芳香族杂环”中的“芳香族烃”或“芳香族杂环”优选为苯、萘、菲、吡啶、嘧啶、茛、苯并呋喃、苯并噻吩或吡咯，更优选为苯或萘。

[0105] 通式 (5-1) 和 (5-2) 所示的化合物中，从发光效率的观点出发， $Y_1$  优选为 N- $R_7$ 、O 或 S，更优选为 O 或 S。另外，前述通式 (5-1) 所示的化合物中，从发光效率的观点出发，优选  $Y_2$  和  $Y_3$  之中的至少一者为 N- $R_7$ ，更优选均为 N- $R_7$ 。作为  $R_7$ ，优选为“取代或未取代的芳香族烃基”，更优选为取代或未取代的苯基、联苯基、三联苯基或萘基。

[0106] 作为前述通式 (5-1) 和 (5-2) 所示的化合物，优选为下述通式 (5-3) ~ (5-6) 所示的化合物。





[0111] (式(5-3)~(5-6)中, $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$ 的定义与前述通式(5-1)和(5-2)相同,

[0112]  $Y_4$ 为选自 $N-R_7$ 、 $C-R_8R_9$ 、 $O$ 、 $S$ 、 $Se$ 或 $Si-R_{10}R_{11}$ 中的任一者,

[0113]  $R_7$ 、 $R_8$ 、 $R_9$ 、 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 的定义与前述通式(5-1)和(5-2)相同,

[0114]  $Z$ 彼此任选相同或不同,为 $CR_{12}$ 或 $N$ ,

[0115]  $R_{12}$ 彼此任选相同或不同,表示氢原子、氘原子、卤素基、氰基、硝基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基、任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基硫氧基、任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基胺基、任选具有取代基的碳原子数3~10的直链状或支链状的烷基甲硅烷基、取代或未取代的芳香族烃基、取代或未取代的芳香族杂环基、取代或未取代的芳氧基、取代或未取代的芳基硫氧基、取代或未取代的芳基胺基、取代或未取代的芳基甲硅烷基, $R_{12}$ 任选各个基团彼此相互键合或者与邻接的取代基键合而形成脂环族、芳香族的单环或多环,前述脂环族、芳香族的单环或多环中的碳原子任选被选自 $N$ 、 $S$ 和 $O$ 中的任一个或多个杂原子替代。)

[0116] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”或“任选具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”或者“碳原子数5~10的环烷基”,具体而言,可列举出甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、叔丁基、正戊基、异戊基、新戊基、正己基、环戊基、环己基、1-金刚烷基、2-金刚烷基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1$ ~ $R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状

的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0117] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷氧基”,具体而言,可列举出甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、叔丁氧基、正戊氧基、正己氧基等。另外,这些基团任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0118] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基硫氧基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基硫氧基”,具体而言,可列举出甲基硫氧基、乙基硫氧基、正丙基硫氧基、异丙基硫氧基、正丁基硫氧基、异丁基硫氧基、叔丁基硫氧基、正戊基硫氧基、异戊基硫氧基、新戊基硫氧基、正己基硫氧基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0119] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“任选具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基胺基”中的“碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基胺基”,具体而言,可列举出甲基胺基、二甲基胺基、乙基胺基、二乙基胺基、正丙基胺基、二正丙基胺基、异丙基胺基、二异丙基胺基、正丁基胺基、异丁基胺基、叔丁基胺基、正戊基胺基、异戊基胺基、新戊基胺基、正己基胺基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0120] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“任选具有取代基的碳原子数3~10的直链状或支链状的烷基甲硅烷基”中的“碳原子数3~10的直链状或支链状的烷基甲硅烷基”,具体而言,可列举出三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、三正丙基甲硅烷基、三异丙基甲硅烷基、正丁基二甲基甲硅烷基、异丁基二甲基甲硅烷基、叔丁基二甲基甲硅烷基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0121] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“取代或未取代的芳香族烃基”或者“取代或未取代的芳香族杂环基”中的“芳香族烃基”或“芳香族杂环基”,具体而言,可列举出苯基、联苯基、三联苯基、萘基、蒽基、菲基、吡啶基、嘧啶基、三嗪基、呋喃基、吡咯基、噻吩基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的

“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0122] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“取代或未取代的芳氧基”中的“芳氧基”,具体而言,可列举出苯氧基、联苯氧基、三联苯氧基、萘氧基、蒽氧基、菲氧基、芴氧基、茛氧基、茈氧基、茱氧基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0123] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“取代或未取代的芳基硫氧基”中的“芳基硫氧基”,具体而言,可列举出苯基硫氧基、联苯基硫氧基、三联苯基硫氧基、萘基硫氧基、蒽基硫氧基、菲基硫氧基、芴基硫氧基、茛基硫氧基、茈基硫氧基、茱基硫氧基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0124] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“取代或未取代的芳基胺基”中的“芳基胺基”,具体而言,可列举出苯基胺基、联苯基胺基、三联苯基胺基、萘基胺基、蒽基胺基、菲基胺基、芴基胺基、茛基胺基、茈基胺基、茱基胺基、二苯基胺基、二联苯基胺基、二三联苯基胺基、二萘基胺基、二蒽基胺基、二芴基胺基、二茛基胺基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0125] 作为通式(5-3)~(5-6)中的 $R_{12}$ 所示的“取代或未取代的芳基甲硅烷基”中的“芳基甲硅烷基”,具体而言,可列举出三苯基甲硅烷基、三萘基甲硅烷基、三联苯基甲硅烷基等。另外,它们任选具有取代基,作为取代基,可列举出与针对前述通式(2-1)~(2-3)和(4-1)中的 $R_1\sim R_6$ 所示的“具有取代基的碳原子数1~6的直链状或支链状的烷基”、“具有取代基的碳原子数5~10的环烷基”或者“具有取代基的碳原子数2~6的直链状或支链状的烯基”中的“取代基”而示出的基团相同的基团。

[0126] 前述通式(1)所示的三芳基胺化合物具有(1)空穴的注入特性良好、(2)空穴的迁移率大、(3)电子阻挡能力优异、(4)薄膜状态稳定、(5)耐热性优异的特性,因此,适合作为本发明的有机EL元件的空穴输送层的构成材料。

[0127] 将前述通式(1)所示的三芳基胺化合物用作空穴输送层的构成材料而得到的本发明的有机EL元件由于使用了与以往的空穴输送材料相比空穴的迁移率大、具有优异的电子阻挡能力、具有优异的非晶性且薄膜状态稳定的三芳基胺化合物,因此,效率变高、驱动电压变低、寿命变长。

[0128] 本发明中,通过将空穴输送层制成第一空穴输送层和第二空穴输送层的两层结构,由前述通式(1)所示的三芳基胺化合物形成位于与发光层邻接一侧的第二空穴输送层,从而能够最大限度地利用该三芳基胺化合物所具有的电子阻挡性能,能够实现效率更高且寿命更长的有机EL元件。

[0129] 进而,本发明中,通过将前述第二空穴输送层的HOMO能级与前述第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值设为0.15eV以下,从而能够发挥出优异的空穴注入特性/空穴输送性,因此,能够实现效率更高、驱动电压更低、寿命更长的有机EL元件。

#### 附图说明

[0130] 图1是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-1~1-12的结构式的图。

[0131] 图2是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-13~1-24的结构式的图。

[0132] 图3是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-25~1-36的结构式的图。

[0133] 图4是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-37~1-48的结构式的图。

[0134] 图5是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-49~1-60的结构式的图。

[0135] 图6是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-61~1-72的结构式的图。

[0136] 图7是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-73~1-84的结构式的图。

[0137] 图8是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-85~1-96的结构式的图。

[0138] 图9是作为通式(1)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物1-97~1-105的结构式的图。

[0139] 图10是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-1~3-12的结构式的图。

[0140] 图11是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-13~3-24的结构式的图。

[0141] 图12是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-25~3-36的结构式的图。

[0142] 图13是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-37~3-48的结构式的图。

[0143] 图14是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-49~3-60的结构式的图。

[0144] 图15是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-61~3-72的结构式的图。

[0145] 图16是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-73~3-84的结构式的图。

[0146] 图17是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-85~3-96的结构式的图。

[0147] 图18是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-97~3-108的结构式的图。

[0148] 图19是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-109~3-120的结构式的图。

[0149] 图20是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-121~3-132的结构式的图。

[0150] 图21是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-133~3-144的结构式的图。

[0151] 图22是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-145~3-156的结构式的图。

[0152] 图23是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-157~3-168的结构式的图。

[0153] 图24是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-169~3-180的结构式的图。

[0154] 图25是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-181~3-195的结构式的图。

[0155] 图26是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-196~3-207的结构式的图。

[0156] 图27是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-208~3-219的结构式的图。

[0157] 图28是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-220~3-231的结构式的图。

[0158] 图29是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-232~3-243的结构式的图。

[0159] 图30是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-244~3-255的结构式的图。

[0160] 图31是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-256~3-269的结构式的图。

[0161] 图32是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-270~3-282的结构式的图。

[0162] 图33是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-283~3-297的结构式的图。

[0163] 图34是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-298~3-311的结构式的图。

[0164] 图35是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-312~3-326的结构式的图。

[0165] 图36是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-327~3-338的结构式的图。

[0166] 图37是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-339~3-353的

结构式的图。

[0167] 图38是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-354~3-368的结构式的图。

[0168] 图39是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-369~3-384的结构式的图。

[0169] 图40是作为通式(3)所示的三芳基胺化合物的例示而示出化合物3-385~3-392的结构式的图。

[0170] 图41是作为通式(5-1)所示的化合物的例示而示出化合物5-1-1~5-1-15的结构式的图。

[0171] 图42是作为通式(5-1)所示的化合物的例示而示出化合物5-1-16~5-1-26的结构式的图。

[0172] 图43是作为通式(5-2)所示的化合物的例示而示出化合物5-2-1~5-2-12的结构式的图。

[0173] 图44示出本发明的有机EL元件的构成的一例的图。

### 具体实施方式

[0174] 在本发明的有机EL元件中适合使用的前述通式(1)所示的三芳基胺化合物之中,将优选化合物的具体例示于图1~图9,在前述通式(3)所示的三芳基胺化合物之中,将优选化合物的具体例示于图10~图40,在前述通式(5-1)所示的化合物之中,将优选化合物的具体例示于图41~图42,在前述通式(5-2)所示的化合物之中,将优选化合物的具体例示于图43,但不限于这些化合物。

[0175] 通式(1)所示的三芳基胺化合物的精制可通过基于柱色谱的精制、基于硅胶、活性炭、活性白土等的吸附精制、基于溶剂的重结晶或析晶法、升华精制法等来进行。化合物的鉴定可通过NMR分析来进行。作为物性值,优选进行熔点、玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)和功函数的测定。熔点成为蒸镀性的指标,玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)成为薄膜状态的稳定性的指标,功函数成为空穴输送性、空穴阻挡性的指标。在本发明的有机EL元件中使用的化合物优选使用在通过基于柱色谱的精制、基于硅胶、活性炭、活性白土等的吸附精制、基于溶剂的重结晶或析晶法、升华精制法等进行精制后,最后通过升华精制法进行精制而得到的化合物。

[0176] 熔点和玻璃化转变温度(T<sub>g</sub>)可使用粉体并利用高灵敏度差示扫描量热计(BRUKER AXS GMBH制、DSC3100SA)进行测定。

[0177] 各层的HOMO能级可通过在ITO基板上制作100nm的薄膜,并利用电离电势测定装置(住友重机械工业公司制、PYS-202)来求出。

[0178] 作为本发明的有机EL元件的结构,可列举出:在基板上依次具有阳极、第一空穴输送层、第二空穴输送层、发光层、电子输送层和阴极的结构;另外,在阳极与第一空穴输送层之间具有空穴注入层的结构;在发光层与电子输送层之间具有空穴阻挡层的结构;在电子输送层与阴极之间具有电子注入层的结构。这些多层结构中,也可以制成例如兼作空穴注入层和第一空穴输送层的构成、兼作电子注入层和电子输送层的构成等。另外,可以制成将具有相同功能的有机层层叠两层以上而得到的构成,也可以为将第一空穴输送层层叠两层而得到的构成、将第二空穴输送层层叠两层而得到的构成、将发光层层叠两层而得到的构

成、将电子输送层层叠两层而得到的构成等。作为本发明的有机EL元件的结构,优选的是:第二空穴输送层与发光层邻接,还具有作为电子阻挡层的功能。

[0179] 作为本发明的有机EL元件的阳极,可以使用ITO、金之类的功函数大的电极材料。作为本发明的有机EL元件的空穴注入层,可以使用星型的三苯基胺衍生物、各种三苯基胺四聚物等材料;铜酞菁所代表的卟啉化合物;六氰基氮杂苯并菲之类的受体性杂环化合物、涂布型高分子材料等。

[0180] 关于作为本发明的有机EL元件的第一空穴输送层而能够使用的空穴输送性材料,除了N,N'-二苯基-N,N'-二(间甲苯基)联苯胺(TPD)、N,N'-二苯基-N,N'-二( $\alpha$ -萘基)联苯胺(NPD)、N,N,N',N'-四联苯基联苯胺等联苯胺衍生物;1,1-双[4-(二-4-甲基氨基)苯基]环己烷(TAPC)、前述通式(1)或前述通式(3)所示的三芳基胺化合物之外,也可以使用各种三苯基胺衍生物等化合物。另外,作为本发明的有机EL元件的第一空穴输送层,优选使用前述通式(3)所示的三芳基胺化合物。

[0181] 另外,在空穴注入层或第一空穴输送层中,可以使用对于该层中通常使用的材料进一步P掺杂三溴苯基胺六氯化铟、轴烯衍生物(例如参照专利文献7)等而得到的物质;在其部分结构具有TPD等联苯胺衍生物的结构的高分子化合物等。

[0182] 作为本发明的有机EL元件的第二空穴输送层,可以使用前述通式(1)所示的三芳基胺化合物。作为能够与前述通式(1)所示的三芳基胺化合物混合或同时使用的空穴输送性材料,可列举出4,4',4''-三(N-咪唑基)三苯基胺(TCTA)、9,9-双[4-(咪唑-9-基)苯基]芴、1,3-双(咪唑-9-基)苯(mCP)、2,2-双(4-咪唑-9-基苯基)金刚烷(Ad-Cz)等咪唑衍生物;9-[4-(咪唑-9-基)苯基]-9-[4-(三苯基甲硅烷基)苯基]-9H-芴所代表的具有三苯基甲硅烷基和三芳基胺结构的化合物等具有电子阻挡作用的化合物。

[0183] 本发明中,前述第二空穴输送层的HOMO能级与前述第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值为0.15eV以下,更优选为0.12eV以下、进一步优选为0.10eV以下。

[0184] 作为本发明的有机EL元件的发光层,除了可以使用以Alq<sub>3</sub>为首的羟基喹啉衍生物的金属络合物之外,也可以使用各种金属络合物、蒽衍生物、双苯乙烯基苯衍生物、芘衍生物、噻唑衍生物、聚对亚苯基亚乙烯基衍生物等。另外,发光层可以由主体材料和掺杂材料构成,作为主体材料,优选使用蒽衍生物,除此之外,在使用前述发光材料的基础上,可以使用具有咪唑环作为稠环的部分结构的杂环化合物、具有咪唑环作为稠环的部分结构的杂环化合物、咪唑衍生物、噻唑衍生物、苯并咪唑衍生物、聚二烷基芴衍生物等。另外,作为掺杂材料,优选使用芘衍生物、前述通式(5-1)或(5-2)所示的化合物,除此之外,也可以使用喹吖啶酮、香豆素、红荧烯、茈、以及它们的衍生物、苯并吡喃衍生物、茚并菲衍生物、罗丹明衍生物、氨基苯乙烯基衍生物等。

[0185] 另外,作为发光材料,也可以使用磷光发光体。作为磷光发光体,可以使用铱、铂等金属络合物的磷光发光体。可以使用Ir(ppy)<sub>3</sub>等绿色的磷光发光体、FIrpic、FIr6等蓝色的磷光发光体、Btp<sub>2</sub>Ir(acac)等红色的磷光发光体等,作为此时的主体材料,作为空穴注入/输送性的主体材料,可以使用4,4'-二(N-咪唑基)联苯(CBP)、TCTA、mCP等咪唑衍生物等。作为电子输送性的主体材料,可以使用对双(三苯基甲硅烷基)苯(UGH2)、2,2',2''-(1,3,5-亚苯基)-三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(TPBI)等,能够制作高性能的有机EL元件。

[0186] 关于磷光性发光材料在主体材料中的掺杂,为了避免浓度淬灭,优选以相对于发

光层整体为1~30重量百分数的范围通过共蒸镀来进行。

[0187] 另外,作为发光材料,也可以使用PIC-TRZ、CC2TA、PXZ-TRZ、4CzIPN等CDCB衍生物等会放射延迟荧光的材料(例如参照非专利文献3)。

[0188] 作为本发明的有机EL元件的空穴阻挡层,除了可以使用浴铜灵(BCP)等菲绕啉衍生物、铝(III)双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基苯酚盐(以下简称为BA1q)等羟基喹啉衍生物的金属络合物之外,也可以使用各种稀土络合物、三唑衍生物、三嗪衍生物、噁二唑衍生物等具有空穴阻挡作用的化合物。

[0189] 作为本发明的有机EL元件的电子输送层,可以使用以Alq<sub>3</sub>、BA1q为首的羟基喹啉衍生物的金属络合物、各种金属络合物、三唑衍生物、三嗪衍生物、噁二唑衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、苯并咪唑衍生物、噻二唑衍生物、噻吩衍生物、碳二亚胺衍生物、喹喔啉衍生物、吡啶并吡啶衍生物、菲绕啉衍生物、硅杂环戊二烯衍生物等。

[0190] 作为本发明的有机EL元件的电子注入层,可以使用氟化锂、氟化铯等碱金属盐;氟化镁等碱土金属盐;羟基喹啉锂等羟基喹啉衍生物的金属络合物;氧化铝等金属氧化物;或者镱(Yb)、钐(Sm)、钙(Ca)、锶(Sr)、铯(Cs)等金属等,通过电子输送层和阴极的优选选择而能够省略电子注入层。

[0191] 进而,在电子注入层或电子输送层中,可以使用对于该层中通常使用的材料进一步N掺杂铯等金属而得到的物质。

[0192] 作为本发明的有机EL元件的阴极,可以将铝之类的功函数低的电极材料、镁银合金、镁钡合金、铝镁合金之类的功函数更低的合金用作电极材料。

[0193] 构成上述本发明的有机EL元件的各层中使用的材料可以单独成膜,也可以以其与其它材料一同混合成膜而得到的单层的形式使用,还可以制成单独成膜所得到的层彼此的层叠结构、混合成膜所得到的层彼此的层叠结构、或者单独成膜所得到的层与混合成膜所得到的层的层叠结构。这些材料除了利用蒸镀法之外,也可以利用旋涂法、喷墨法等公知方法来进行薄膜形成。

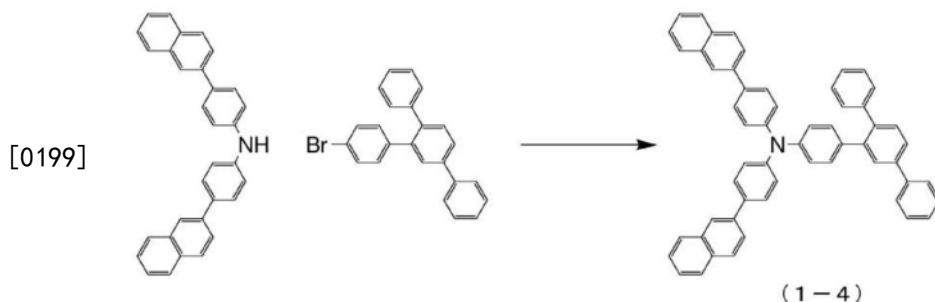
[0194] 实施例

[0195] 以下,针对本发明的实施方式,利用实施例来具体说明,但本发明不限定于以下的实施例。

[0196] [合成例1]

[0197] <双(4-萘-2-基-苯基)-(2',5'-二苯基-联苯-4-基)胺(化合物(1-4))的合成>

[0198] 向反应容器中投入双(4-萘-2-基-苯基)胺:10.0g、4-溴-2',5'-二苯基-联苯:11.0g、乙酸钡(II):0.1g、三(叔丁基)膦:0.2g、叔丁醇钠:2.7g,在甲苯溶剂的存在下回流搅拌3小时。在自然冷却后,对过滤得到的滤液进行浓缩而得到粗产物。通过利用甲苯/丙酮混合溶剂对所得粗产物进行析晶晶体精制,从而得到双(4-萘-2-基-苯基)-(2',5'-二苯基-联苯-4-基)胺(化合物(1-4))的白色粉体:9.0g(收率:52.3%)。



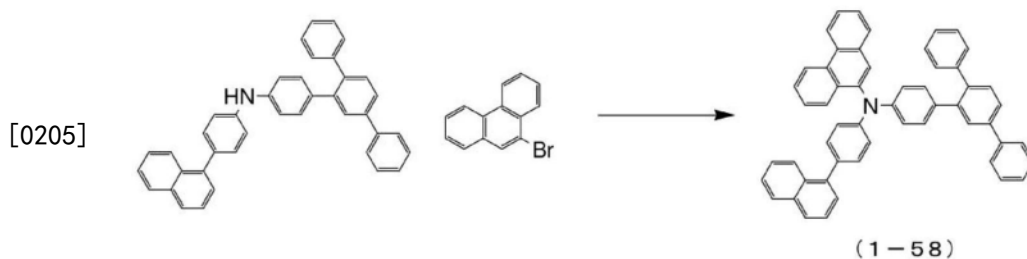
[0200] 针对所得白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的39个氢信号,并对结构进行鉴定。

[0201]  $\delta$  (ppm) = 8.06 (2H)、7.92 (6H)、7.78 (4H)、7.73 (1H)、7.68 (5H)、7.53 (7H)、7.42 (1H)、7.39-7.23 (9H)、7.14 (4H)。

[0202] [合成例2]

[0203] <(2',5'-二苯基-联苯-4-基)-(4-萘-1-基-苯基)-菲-9-基-胺(化合物(1-58))的合成>

[0204] 向反应容器中投入(2',5'-二苯基-联苯-4-基)-(4-萘-1-基-苯基)胺:8.5g、9-溴-菲:4.8g、乙酸钡(II):0.1g、三(叔丁基)膦:0.3g、叔丁醇钠:2.3g,在甲苯溶剂的存在下回流搅拌3小时。在自然冷却后,对过滤得到的滤液进行浓缩而得到粗产物。通过利用甲苯/丙酮混合溶剂对所得粗产物进行析晶晶体精制,从而得到(2',5'-二苯基-联苯-4-基)-(4-萘-1-基-苯基)-菲-9-基-胺(化合物(1-58))的白色粉体:8.3g(收率:73.1%)。



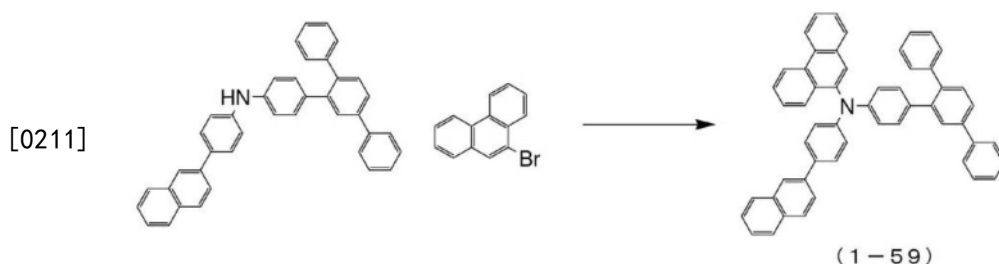
[0206] 针对所得白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的37个氢信号,并对结构进行鉴定。

[0207]  $\delta$  (ppm) = 8.79 (1H)、8.75 (1H)、8.14 (1H)、8.03 (1H)、7.92 (1H)、7.85 (2H)、7.72 (6H)、7.65 (2H)、7.60 (1H)、7.50 (7H)、7.42 (1H)、7.36 (3H)、7.27-7.18 (6H)、7.09 (4H)。

[0208] [合成例3]

[0209] <(2',5'-二苯基-联苯-4-基)-(4-萘-2-基-苯基)-菲-9-基-胺(化合物(1-59))的合成>

[0210] 向反应容器中投入(2',5'-二苯基-联苯-4-基)-(4-萘-2-基-苯基)胺:8.0g、9-溴-菲:4.5g、乙酸钡(II):0.1g、三(叔丁基)膦:0.2g、叔丁醇钠:2.2g,在甲苯溶剂的存在下回流搅拌3小时。在自然冷却后,对过滤得到的滤液进行浓缩而得到粗产物。通过利用甲苯/丙酮混合溶剂对所得粗产物进行析晶晶体精制,从而得到(2',5'-二苯基-联苯-4-基)-(4-萘-2-基-苯基)-菲-9-基-胺(化合物(1-59))的淡黄色粉体:6.6g(收率:61.7%)。



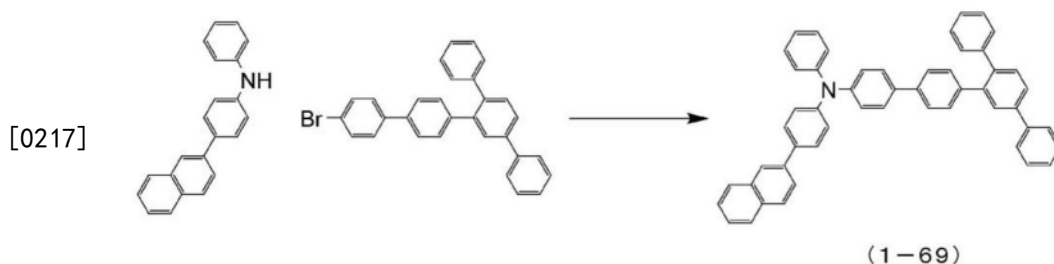
[0212] 针对所得淡黄色粉体,利用 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) 测定而检测到以下的37个氢信号,并对结构进行鉴定。

[0213]  $\delta$  (ppm) = 8.79 (1H) 、8.74 (1H) 、8.09 (1H) 、8.01 (1H) 、7.86 (4H) 、7.75 (1H) 、7.71 (5H) 、7.66 (2H) 、7.60 (3H) , 7.50 (5H) , 7.39 (1H) , 7.34-7.23 (6H) , 7.20 (2H) , 7.07 (4H) 。

[0214] [合成例4]

[0215] <(2'',5''-二苯基-[1,1';4',1'']三联苯-4-基)-(4-萘-2-基-苯基)-苯基-胺(化合物(1-69))的合成>

[0216] 向反应容器中投入(4-萘-2-基-苯基)-苯基-胺:6.0g、4-溴-2'',5''-二苯基-[1,1';4',1'']三联苯:10.3g、乙酸钡(II):0.1g、三(叔丁基)膦:0.2g、叔丁醇钠:2.3g,在甲苯溶剂的存在下回流搅拌一晚。在自然冷却后,对过滤得到的滤液进行浓缩而得到粗产物。通过利用柱色谱(载体:硅胶、洗脱液:二氯甲烷/正庚烷)对所得粗产物进行精制,从而得到(2'',5''-二苯基-[1,1';4',1'']三联苯-4-基)-(4-萘-2-基-苯基)-苯基-胺(化合物(1-69))的白色粉体:7.1g(收率:51.7%)。



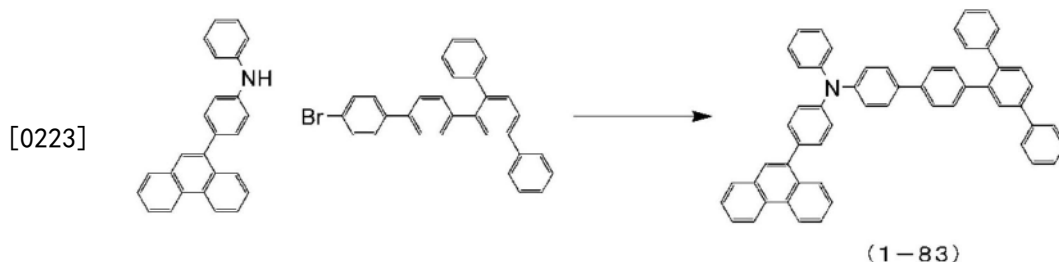
[0218] 针对所得白色粉体,利用 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) 测定而检测到以下的37个氢信号,并对结构进行鉴定。

[0219]  $\delta$  (ppm) = 8.04 (1H) 、7.91 (3H) 、7.73 (5H) 、7.66 (2H) 、7.56 (2H) 、7.51 (7H) 、7.42 (1H) 、7.39-7.18 (15H) 、7.10 (1H) 。

[0220] [合成例5]

[0221] <(2'',5''-二苯基-[1,1';4',1'']三联苯-4-基)-(4-菲-9-基-苯基)-苯基-胺(化合物(1-83))的合成>

[0222] 向反应容器中投入(4-菲-9-基-苯基)-苯基-胺:11.0g、4-溴-2'',5''-[1,1';4',1'']三联苯:16.2g、乙酸钡(II):0.1g、三(叔丁基)膦:0.3g、叔丁醇钠:3.7g,在甲苯溶剂的存在下回流搅拌一晚。在自然冷却后,对过滤得到的滤液进行浓缩而得到粗产物。通过利用柱色谱(载体:硅胶、洗脱液:二氯甲烷/正庚烷)对所得粗产物进行精制,从而得到(2'',5''-二苯基-[1,1';4',1'']三联苯-4-基)-(4-菲-9-基-苯基)-苯基-胺(化合物(1-83))的白色粉体:11.2g(收率:48.5%)。



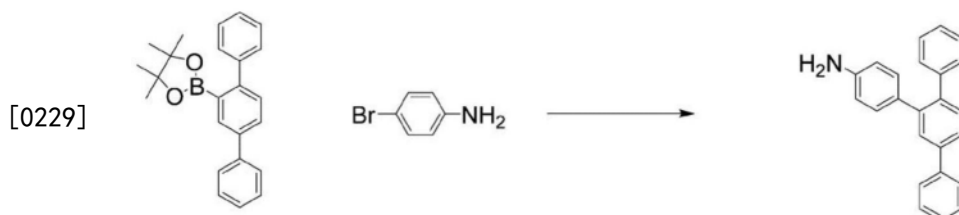
[0224] 针对所得白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的39个氢信号,并对结构进行鉴定。

[0225]  $\delta$  (ppm) = 8.81 (1H)、8.75 (1H)、8.09 (1H)、7.93 (1H)、7.71 (7H)、7.65-7.44 (10H)、7.44-7.22 (17H)、7.11 (1H)。

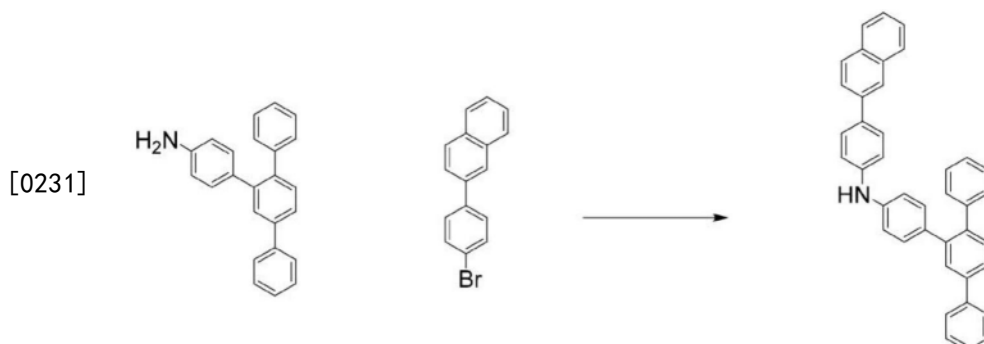
[0226] [合成例6]

[0227] <N-(3'-(萘-2-基)-[1,1'-联苯]-4-基)-N-(4-(萘)-2-基)苯基)-5'-苯基-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺(化合物(1-96))的合成>

[0228] 向反应容器中投入4-溴苯胺:50.0g、4,4,5,5-四甲基-2-[1,1':4',1''-三联苯]-2'-基-1,3,2-二氧杂硼烷:113.9g、甲苯:350mL、乙醇:88mL、碳酸钾:80.4g、水:290mL,添加四(三苯基膦)钯:6.7g,回流搅拌14小时。在自然冷却后,进行分液,将有机层利用水、饱和食盐水依次进行清洗,利用无水硫酸镁进行干燥。通过过滤而去除干燥剂,将滤液浓缩。向残渣中添加庚烷:450mL,在室温下搅拌一晚,通过过滤而采取固体,得到[1,1':2',1''-三联苯]-4-胺的黄白色粉体:77.8g(收率:83.3%)。

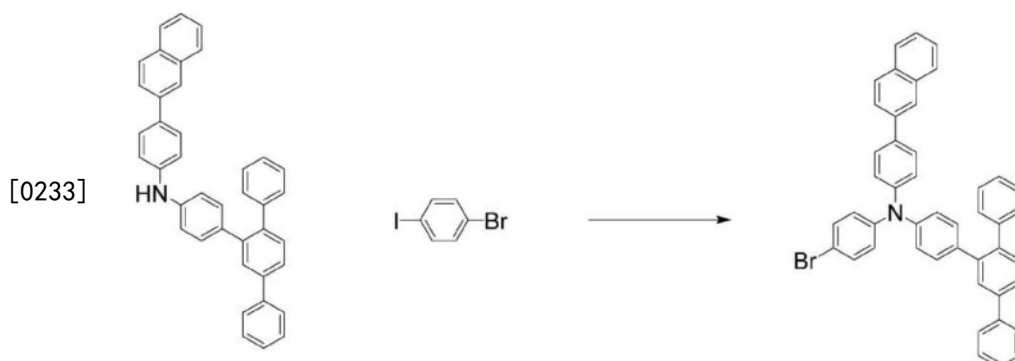


[0230] 向反应容器中投入[1,1':2',1''-三联苯]-4-胺:55.0g、2-(4-溴苯基)萘:74.9g、叔丁醇钠:28.0g、甲苯:420mL、三(二苄叉丙酮)二钯:0.9g、2,2'-双(二苯基膦基)-1,1'-联萘:2.4g,回流搅拌15小时。冷却至80℃,使用装有Celite的漏斗,通过热过滤来去除固体。将滤液加热并搅拌,在80℃下添加硅胶:50g,并搅拌1小时,通过热过滤来去除固体。通过将滤液浓缩,并利用甲苯/丙酮混合溶剂对残渣进行重结晶,从而得到N-(4-(2-萘基)苯基)-[1,1':2',1''-三联苯]-4-胺的黄白色粉体:69.5g(收率:68.3%)。

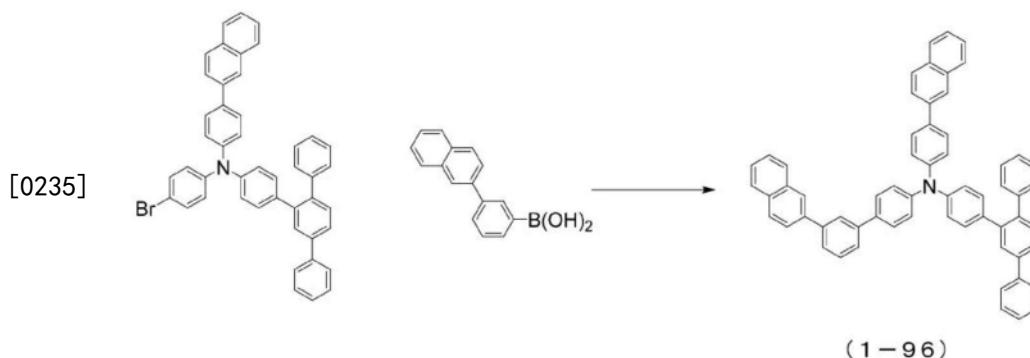


[0232] 向反应容器中投入N-(4-(2-萘基)苯基)-[1,1':2',1''-三联苯]-4-胺:69.5g、1-溴-4-碘苯:45.1g、叔丁醇钠:25.7g、甲苯:700mL、碘化铜:2.5g、N,N'-二甲基乙二

胺:2.3g,回流搅拌16小时。冷却至80℃,使用装有Celite的漏斗,通过热过滤来去除固体。将滤液浓缩,利用柱色谱法(载体:硅胶、洗脱液:二氯甲烷/正庚烷)对残渣进行精制,得到N-(4-溴苯基)-N-(4-(2-萘基)苯基)-[1,1':2',1'':4'',1'''-四联苯基]-4-胺的黄白色粉体:59.4g(收率:65.5%)。



[0234] 向反应容器中投入N-(4-溴苯基)-N-(4-(2-萘基)苯基)-[1,1':2',1'':4'',1'''-四联苯基]-4-胺:12.0g、3-(2-萘基)苯基硼酸:5.3g、甲苯:84mL、乙醇:21mL、碳酸钾:4.9g、水:18mL,添加四(三苯基膦)钯:0.4g,回流搅拌14小时。在自然冷却后,添加甲醇:84mL,通过过滤而采取析出的固体,向所得固体中添加水:70mL、甲醇:70mL,进行1小时的回流分散清洗。通过过滤而采取固体,添加甲苯:140mL,一度加热至100℃来去除水、甲醇后,冷却至80℃,添加硅胶:7g、活性白土:7g,搅拌1小时。通过过滤来去除固体,将滤液浓缩。向残渣中添加丙酮:140mL,在室温下搅拌一晚,通过过滤来采取固体。通过利用甲苯/丙酮混合溶剂对固体进行重结晶,从而得到N-(3'-(萘-2-基)-[1,1'-联苯]-4-基)-N-(4-(萘)-2-基)苯基)-5'-苯基-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺(化合物(1-96))的黄白色粉体:11.3g(收率:79.6%)。



[0236] 针对所得黄白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的43个氢信号,并对结构进行鉴定。

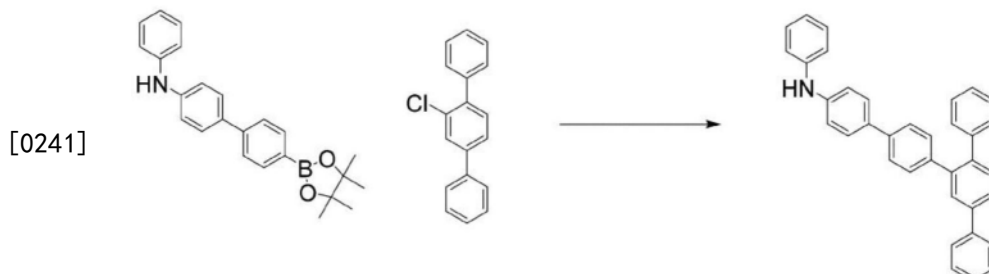
[0237]  $\delta$  (ppm) = 8.09 (1H)、8.01 (1H)、7.77-7.92 (8H)、7.43-7.73 (19H)、7.21-7.38 (10H)、7.04-7.13 (4H)。

[0238] [合成例7]

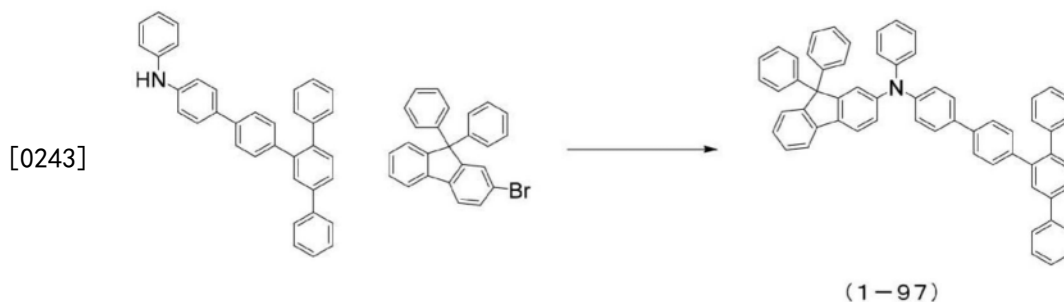
[0239] <N,9,9-三苯基-N-(4'-苯基-[1,1':2',1'':4'',1'''-四联苯]-4''')-基)-9H-芴-2-胺(化合物(1-97))的合成>

[0240] 向反应容器中投入2'-氯-[1,1':4',1''-三联苯基]:20.0g、N-苯基-4'-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂硼烷-2-基)-[1,1'-联苯基]-4-胺:29.5g、1,4-二噁烷:200mL、磷酸

钾:32.1g、水:60mL,添加三(二苄叉丙酮)二钯:2.1g、三环己基膦:2.1g,回流搅拌14小时。在自然冷却后,添加甲醇:200mL,通过过滤来采取析出的固体。向固体中添加氯苯:360mL,一度加热至100℃,冷却至80℃,添加硅胶:9g、活性白土:9g,并搅拌1小时。通过过滤来去除固体,将滤液浓缩。向残渣中添加丙酮:360mL,在室温下搅拌一晚,通过过滤而采取固体,得到N,4'-二苯基-[1,1':2',1'':4'',1'''-三联苯基]-4'''-胺的黄白色粉体:30.6g(收率:85.5%)。



[0242] 向反应容器中投入N,4'-二苯基-[1,1':2',1'':4'',1'''-三联苯基]-4'''-胺:20.0g、2-溴-9,9-二苯基-9H-芴:18.5g、甲苯:200mL、叔丁醇钠:6.1g,添加三(二苄叉丙酮)二钯:0.1g、三(叔丁基)膦的50%甲苯溶液:0.2g,回流搅拌14小时。在冷却至80℃后,使用装有Celite的漏斗来进行热过滤,去除固体。将滤液加热并搅拌,在80℃下添加硅胶:12g、活性白土:12g,并搅拌1小时。通过过滤来去除固体,将滤液浓缩。通过利用甲苯/丙酮混合溶剂对残渣进行重结晶,得到N,9,9-三苯基-N-(4'-苯基-[1,1':2',1'':4'',1'''-四联苯]-4'''-基)-9H-芴-2-胺(化合物(1-97))的黄白色粉体:21.4g(收率:64.1%)。



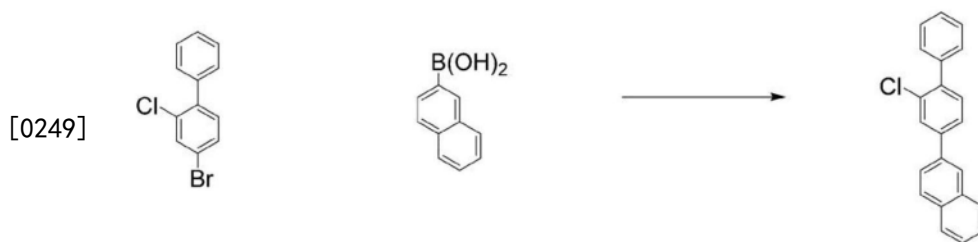
[0244] 针对所得黄白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的43个氢信号,并对结构进行鉴定。

[0245]  $\delta$  (ppm) = 7.64-7.71 (5H)、7.58-7.60 (1H)、7.51-7.53 (1H)、7.41-7.48 (6H)、7.30-7.38 (3H)、7.14-7.24 (21H)、6.98-7.09 (6H)。

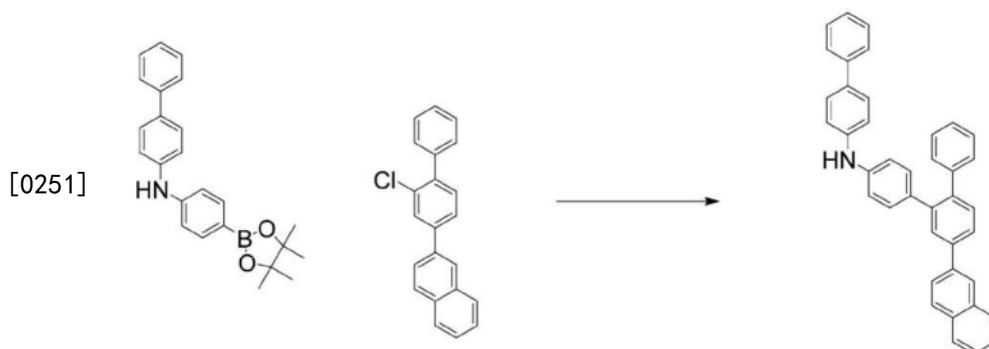
[0246] [合成例8]

[0247] <N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-(萘-2-基)-N-(4-(萘-2-基)苯基)-[1,1':2',1'''-三联苯基]-4-胺(化合物(1-102))的合成>

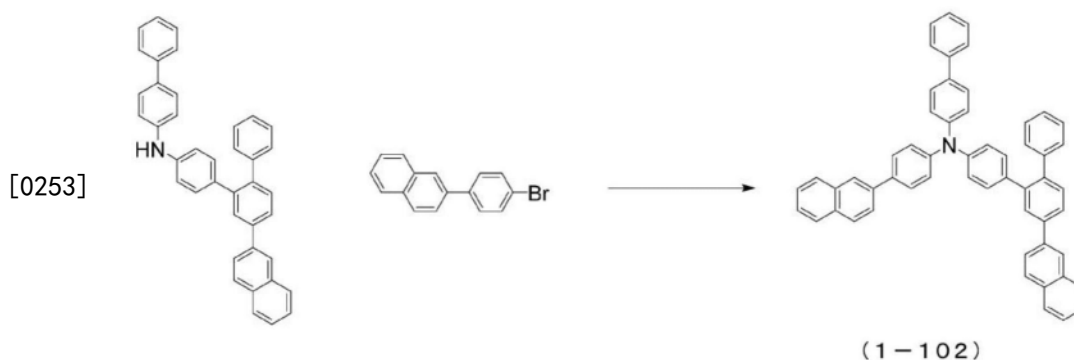
[0248] 向反应容器中投入4-溴-2-氯-1,1'-联苯:31.0g、2-萘硼酸:22.0g、甲苯:240mL、乙醇:60mL、碳酸钾:24.1g、水:80mL,添加四(三苯基膦)钯:1.3g,回流搅拌15小时。在自然冷却后,进行分液,用水清洗有机层。对有机层进行搅拌,一度加热至100℃,确认没有水,冷却至80℃,添加硅胶:20g,搅拌1小时。通过热过滤来去除固体,将滤液浓缩。通过利用甲苯/庚烷混合溶剂对残渣进行重结晶,得到2-(2-氯-[1,1'-联苯]-4-基)萘的灰色粉体:25.6g(收率:63.5%)。



[0250] 向反应容器中投入2-(2-氯-[1,1'-联苯]-4-基)萘:20.0g、N-(4-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂硼烷-2-基)苯基)-[1,1'-联苯基]-4-胺:24.8g、1,4-二噁烷:160mL、磷酸钾:27.0g、水:60mL,添加三(二苄叉丙酮)二钯:1.8g、三环己基膦:1.8g,回流搅拌12小时。在自然冷却后,进行浓缩。将残留有水的残渣用甲苯进行萃取,将有机层用水、饱和食盐水依次清洗,用无水硫酸镁进行干燥。通过过滤来去除干燥剂,对滤液进行搅拌、加热,在80℃下添加硅胶:20g。搅拌1小时,通过热过滤来去除固体,将滤液浓缩。通过利用甲苯溶剂对残渣进行重结晶,得到N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-(萘-2-基)-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺的黄白色粉体:26.0g(收率:78.0%)。



[0252] 向反应容器中投入N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-(萘-2-基)-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺:24.6g、2-(4-溴苯基)萘:14.7g、甲苯:250mL、叔丁醇钠:6.8g,添加三(二苄叉丙酮)二钯:0.4g、三(叔丁基)膦的50%甲苯溶液:0.4g,回流搅拌4小时。在冷却至80℃后,使用装有Celite的漏斗进行热过滤,去除固体。将滤液加热并搅拌,在80℃下添加硅胶:17g、活性白土:17g,并搅拌1小时。通过过滤来去除固体,将滤液浓缩。通过利用甲苯/丙酮混合溶剂对残渣进行析晶晶体精制,得到N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-(萘-2-基)-N-(4-(萘-2-基)苯基)-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺(化合物(1-102))的黄白色粉体:21.0g(收率:61.5%)。



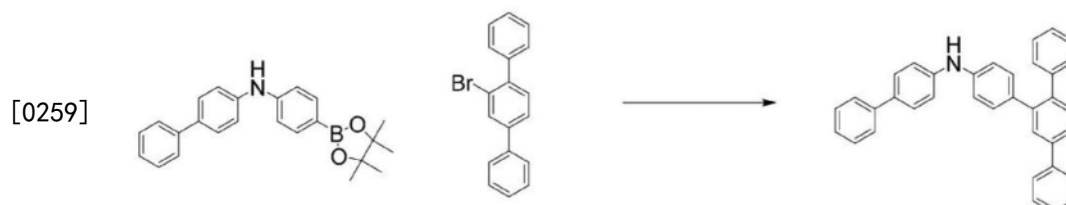
[0254] 针对所得黄白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的39个氢信号,并对结构进行鉴定。

[0255]  $\delta$  (ppm) = 8.14 (1H)、8.01 (1H)、7.82-7.93 (8H)、7.71-7.77 (2H)、7.39-7.63 (13H)、7.05-7.32 (14H)。

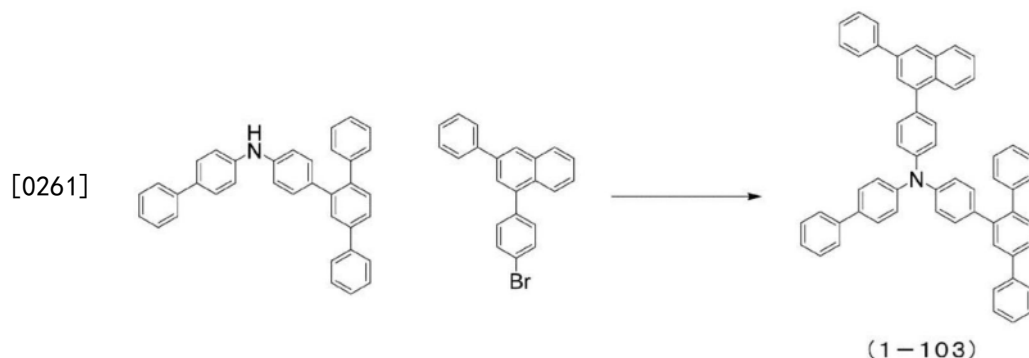
[0256] [合成例9]

[0257] <N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-苯基-N-(4-(3-苯基萘-1-基)苯基)-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺(化合物(1-103))的合成>

[0258] 向反应容器中投入2'-溴-[1,1':4',1''-三联苯基]:32.7g、N-(4-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂硼烷-2-基)苯基)-[1,1'-联苯基]-4-胺:24.8g、甲苯:320mL、乙醇:90mL、碳酸钾:21.9g、水:80mL,添加四(三苯基膦)钯:1.2g,回流搅拌13小时。进行自然冷却,通过过滤而采取析出的固体,添加甲醇:250mL、水:250mL,回流分散清洗1小时后,通过过滤来采取固体。向固体中添加甲苯:750mL,进行搅拌,一度加热至100℃,在确认甲醇、水的去除后,冷却至80℃。添加硅胶:10g,并搅拌1小时,通过热过滤来去除固体。将滤液浓缩,通过利用丙酮溶剂对残渣进行析晶,得到N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-苯基-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺的黄色粉体:33.0g(收率:65.9%)。



[0260] 向反应容器中投入N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-苯基-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺:10.2g、1-(4-溴苯基)-3-苯基萘:7.0g、甲苯:70mL、叔丁醇钠:2.8g,添加乙酸钯:0.1g、三(叔丁基)膦的50%甲苯溶液:0.4g,回流搅拌4小时。冷却至室温,添加甲醇,通过过滤来采取析出的固体。向固体中添加甲苯:300mL,进行搅拌、加热,在80℃下添加硅胶:7g、活性白土:7g,并搅拌1小时。通过热过滤来去除固体,将滤液浓缩。通过利用二氯甲烷/丙酮混合溶剂对残渣进行重结晶,得到N-([1,1'-联苯]-4-基)-5'-苯基-N-(4-(3-苯基萘-1-基)苯基)-[1,1':2',1''-三联苯基]-4-胺(化合物(1-103))的白色粉体:10.9g(收率:74.2%)。



[0262] 针对所得白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>)检测到以下的41个氢信号,并对结构进行鉴定。

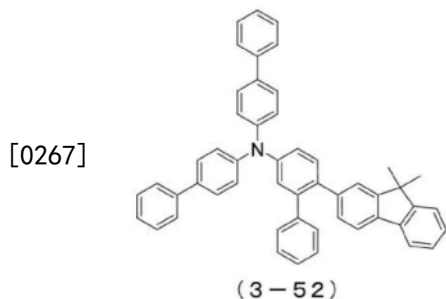
[0263]  $\delta$  (ppm) = 8.01-8.03 (2H)、7.94-7.96 (1H)、7.58-7.77 (9H)、7.22-7.53 (25H)、7.08-7.15 (4H)。

[0264] [合成例10]

[0265] <N,N-双(联苯-4-基)-6-(9,9-二甲基芴-2-基)联苯基-3-胺(化合物(3-52))的合

成>

[0266] 向反应容器中投入N,N-双(联苯-4-基)-6-溴联苯基-3-胺:13.0g、(9,9-二甲基芴-2-基)硼酸:6.8g、碳酸钾:3.9g、四(三苯基膦)钯:0.54g,添加甲苯:100mL、乙醇:26mL、水:40mL,回流搅拌一晚。在自然冷却后,分取出有机层,用水、饱和食盐水依次清洗。将有机层用无水硫酸镁进行干燥,通过过滤来去除干燥剂。将滤液浓缩,通过利用柱色谱法(硅胶、庚烷:甲苯=2:1)对残渣进行精制,从而得到N,N-双(联苯-4-基)-6-(9,9-二甲基芴-2-基)联苯基-3-胺(化合物(3-52))的淡黄色粉体:9.0g(收率57%)。



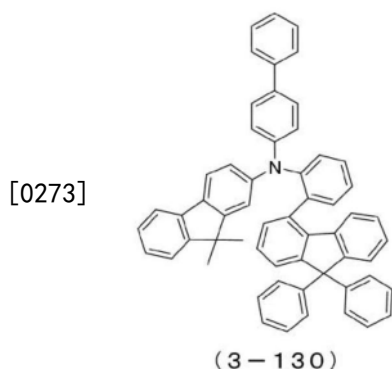
[0268] 针对所得白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的39个氢的信号,并对结构进行鉴定。

[0269]  $\delta$  (ppm) = 7.22-7.68 (28H)、7.12 (4H)、6.99 (1H)、1.22 (6H)。

[0270] [合成例11]

[0271] <N-联苯-4-基-N-[2-(9,9-二苯基芴-4-基)苯基]-9,9-二苯基芴-2-胺(化合物(3-130))的合成>

[0272] 向反应容器中投入N-联苯-4-基-9,9-二甲基芴-2-胺:20.0g、4-(2-溴苯基)-9,9-二甲基芴:28.8g、叔丁醇钠:8.0g、甲苯:200mL,添加乙酸钯:0.12g、50%叔丁基膦的甲苯溶液:0.45g,回流搅拌4小时。在自然冷却后,对过滤得到的滤液进行浓缩而得到粗产物。通过利用柱色谱法(硅胶、庚烷:甲苯=2:1)对所得粗产物进行精制,从而得到N-联苯-4-基-N-[2-(9,9-二苯基芴-4-基)苯基]-9,9-二苯基芴-2-胺(化合物(3-130))的白色粉体:31.3g(收率:75.0%)。



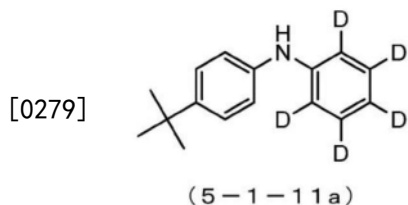
[0274] 针对所得白色粉体,利用<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)测定而检测到以下的43个氢的信号,并对结构进行鉴定。

[0275]  $\delta$  (ppm) = 7.46-7.55 (4H)、6.79-7.38 (29H)、6.67-6.69 (2H)、6.47-6.51 (2H)、1.08 (3H)、1.01 (3H)。

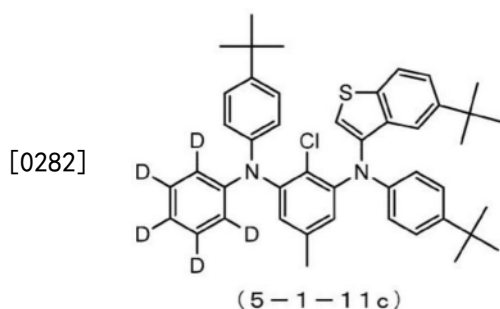
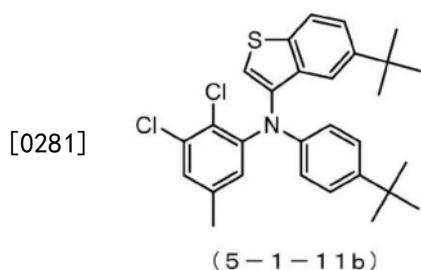
[0276] [合成例12]

[0277] <化合物(5-1-11)的合成>

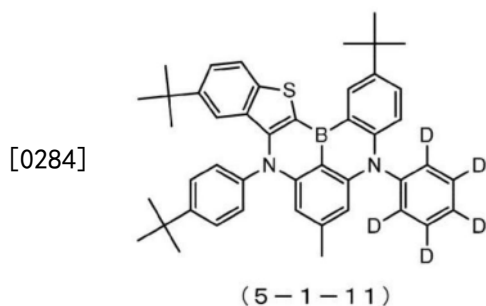
[0278] 向反应容器中添加1-溴苯(D-取代):45.0g、4-叔丁基苯胺:58.0g、乙酸钡(II):1.0g、叔丁醇钠:30.0g、双(二苯基膦基)-1,1'-联萘:2.0g、甲苯:450mL,回流搅拌24小时。在自然冷却后,进行浓缩,通过柱色谱进行精制,从而得到下述化合物(5-1-11a)的粉体:49.9g(收率:78%)。



[0280] 向反应容器中添加上述化合物(5-1-11a):20.0g、下述化合物(5-1-11b):18.4g、乙酸钡(II):0.5g、叔丁醇钠:18.9g、三(叔丁基)膦:0.8g、甲苯:200mL,回流搅拌24小时。在自然冷却后,进行浓缩,通过柱色谱进行精制,从而得到下述化合物(5-1-11c)的粉体:21.5g(收率:84%)。



[0283] 向反应容器中添加上述化合物(5-1-11c):12.0g、叔丁基苯120ml,在-78℃下滴加正丁基锂42.5ml后,边以60℃搅拌3小时边通入氮气。接着,在-78℃下滴加三溴化硼11.3g后,在常温下搅拌1小时,在0℃下滴加N,N-二异丙基乙基胺5.9g后,以120℃搅拌2小时。在自然冷却后,投入乙酸钠水溶液并搅拌,用乙酸乙酯进行萃取,将有机层浓缩后,通过利用柱色谱进行精制,从而得到下述化合物(5-1-11)的粉体:1.7g(收率:11%)。



[0285] 针对合成例1~11中得到的通式(1)或(3)所示的三芳基胺化合物,利用高灵敏度

差示扫描量热计 (BRUKER AXS GMBH制、DSC3100SA) 来测定玻璃化转变温度。以下示出结果。

[0286]	化合物 (1-4)	107.1°C
[0287]	化合物 (1-58)	131.2°C
[0288]	化合物 (1-59)	129.7°C
[0289]	化合物 (1-69)	110.0°C
[0290]	化合物 (1-83)	127.9°C
[0291]	化合物 (1-96)	109.5°C
[0292]	化合物 (1-97)	136.2°C
[0293]	化合物 (1-102)	109.1°C
[0294]	化合物 (1-103)	118.7°C
[0295]	化合物 (3-52)	114.6°C
[0296]	化合物 (3-130)	137.3°C

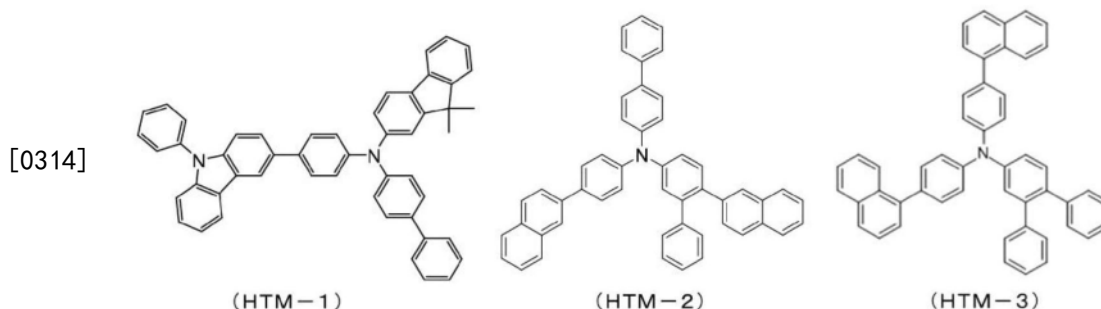
[0297] 根据上述测定结果可知:本发明中使用的通式 (1) 或 (3) 所示的三芳基胺化合物具有100°C以上的玻璃化转变温度。这表示薄膜状态是稳定的。

[0298] 使用合成例1~11中得到的通式 (1) 或 (3) 所示的三芳基胺化合物,在ITO基板上制作膜厚100nm的蒸镀膜,利用电离电势测定装置(住友重机械工业公司制、PYS-202)来测定各层的HOMO能级(电离电势)。以下示出结果。

[0299]	化合物 (1-4)	5.67eV
[0300]	化合物 (1-58)	5.72eV
[0301]	化合物 (1-59)	5.75eV
[0302]	化合物 (1-69)	5.72eV
[0303]	化合物 (1-83)	5.76eV
[0304]	化合物 (1-96)	5.69eV
[0305]	化合物 (1-97)	5.68eV
[0306]	化合物 (1-102)	5.67eV
[0307]	化合物 (1-103)	5.73eV
[0308]	化合物 (3-52)	5.66eV
[0309]	化合物 (3-130)	5.67eV

[0310] 为了进行对比,针对使用下述结构式的化合物 (HTM-1)、(HTM-2) 和 (HTM-3) 而形成的层,也测定HOMO能级。将测定结果总结如下。

[0311]	化合物 (HTM-1)	5.50eV
[0312]	化合物 (HTM-2)	5.68eV
[0313]	化合物 (HTM-3)	5.73eV



[0315] 根据上述测定结果可知：与NPD、TPD等常规的空穴输送材料所具有的HOMO能级5.4eV相比，通式(1)所示的三芳基胺化合物显示出适合的能级，具有良好的空穴输送能力。

[0316] [实施例1]

[0317] 有机EL元件如下制作：如图44所示那样，在玻璃基板1上预先形成作为透明阳极2的反射ITO电极，在由此得到的物体上按照空穴注入层3、第一空穴输送层4、第二空穴输送层5、发光层6、电子输送层7、电子注入层8、阴极9、覆盖层(capping layer)10的顺序进行蒸镀。

[0318] 具体而言，将依次成膜出膜厚50nm的ITO、膜厚100nm的银合金的反射膜、膜厚5nm的ITO而得到的玻璃基板1在异丙醇中进行20分钟的超声波清洗后，在加热至250℃的加热板上进行10分钟的干燥。其后，在进行15分钟的UV臭氧处理后，将该带有ITO的玻璃基板置于真空蒸镀机内，减压至0.001Pa以下。

[0319] 接着，以覆盖透明阳极2的方式，将下述结构式的电子受体(Acceptor-1)与实施例10的化合物(3-52)以蒸镀速度比成为Acceptor-1:化合物(3-52)=3:97的蒸镀速度进行二元蒸镀，以膜厚成为10nm的方式形成成为空穴注入层3。

[0320] 在该空穴注入层3上，将实施例10的化合物(3-52)以膜厚成为140nm的方式形成成为第一空穴输送层4。

[0321] 在该第一空穴输送层4上，将实施例1的化合物(1-4)以膜厚成为5nm的方式形成成为第二空穴输送层5。

[0322] 在该第二空穴输送层5上，将实施例8的化合物(5-1-11)和下述结构式的化合物(EMH-1)以蒸镀速度比成为化合物(5-1-11):(EMH-1)=5:95的蒸镀速度进行二元蒸镀，以膜厚成为20nm的方式形成成为发光层6。

[0323] 在该发光层6上，将下述结构式的化合物(ETM-1)和下述结构式的化合物(ETM-2)以蒸镀速度比成为化合物(ETM-1):(ETM-2)=50:50的蒸镀速度进行二元蒸镀，以膜厚成为30nm的方式形成成为电子输送层7。

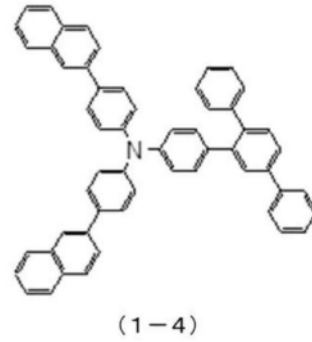
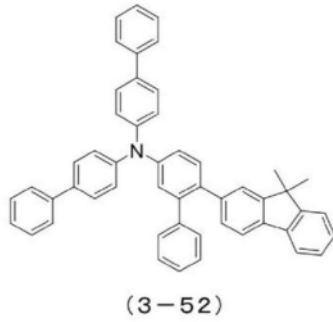
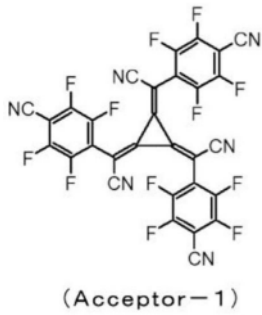
[0324] 在该电子输送层7上，将氟化锂以膜厚成为1nm的方式形成成为电子注入层8。

[0325] 在该电子注入层8上，将镁银合金以膜厚成为12nm的方式形成成为阴极9。

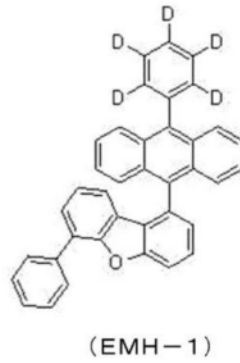
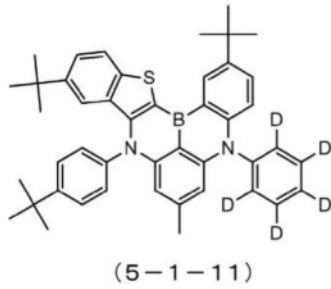
[0326] 最后，将下述结构式的化合物(CPL-1)以膜厚成为60nm的方式形成成为覆盖层10。

[0327] 针对所制作的有机EL元件，在大气中、常温下施加直流电压，进行流通电流密度为10mA/cm<sup>2</sup>的电流时的发光特性的测定，将其结果总结示于表2。

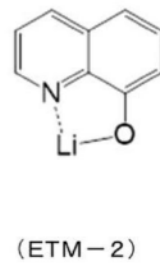
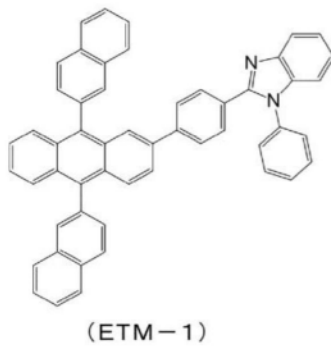
[0328]



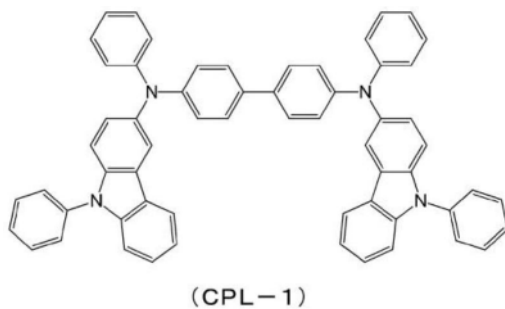
[0329]



[0330]



[0331]



[0332] [实施例2]

[0333] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-58)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0334] [实施例3]

[0335] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-59)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0336] [实施例4]

[0337] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-69)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0338] [实施例5]

[0339] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-83)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0340] [实施例6]

[0341] 在实施例1中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0342] [实施例7]

[0343] 在实施例2中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0344] [实施例8]

[0345] 在实施例3中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0346] [实施例9]

[0347] 在实施例4中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0348] [实施例10]

[0349] 在实施例5中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0350] [实施例11]

[0351] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-96)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0352] [实施例12]

[0353] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-97)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0354] [实施例13]

[0355] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-102)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0356] [实施例14]

[0357] 在实施例1中,作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(1-103)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0358] [实施例15]

[0359] 在实施例11中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0360] [实施例16]

[0361] 在实施例12中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0362] [实施例17]

[0363] 在实施例13中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0364] [实施例18]

[0365] 在实施例14中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(3-130)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0366] [比较例1]

[0367] 为了进行对比,在实施例1中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(HTM-1)来代替化合物(3-52),作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(HTM-2)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0368] [比较例2]

[0369] 为了进行对比,在实施例1中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(HTM-1)来代替化合物(3-52),作为第二空穴输送层5的材料,使用化合物(HTM-3)来代替化合物(1-4),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0370] [比较例3]

[0371] 为了进行对比,在实施例1中,作为空穴注入层3和第一空穴输送层4的材料,使用化合物(HTM-1)来代替化合物(3-52),除此之外,在相同的条件下制作有机EL元件,同样操作来进行发光特性的测定,将其结果总结示于表2。

[0372] 针对实施例和比较例的元件,计算第二空穴输送层的HOMO能级与第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值,将其结果总结示于表1。

[0373] [表1]

[0374]

	空穴注入层和第一空穴输送层	第二空穴输送层	第二空穴输送层的HOMO能级与第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值
实施例1	化合物(3-52)	化合物(1-4)	0.01
实施例2	化合物(3-52)	化合物(1-58)	0.06
实施例3	化合物(3-52)	化合物(1-59)	0.09
实施例4	化合物(3-52)	化合物(1-69)	0.06
实施例5	化合物(3-52)	化合物(1-83)	0.10
实施例6	化合物(3-130)	化合物(1-4)	0.00
实施例7	化合物(3-130)	化合物(1-58)	0.05
实施例8	化合物(3-130)	化合物(1-59)	0.08
实施例9	化合物(3-130)	化合物(1-69)	0.05
实施例10	化合物(3-130)	化合物(1-83)	0.09
实施例11	化合物(3-52)	化合物(1-96)	0.03
实施例12	化合物(3-52)	化合物(1-97)	0.02
实施例13	化合物(3-52)	化合物(1-102)	0.01
实施例14	化合物(3-52)	化合物(1-103)	0.07
实施例15	化合物(3-130)	化合物(1-96)	0.02
实施例16	化合物(3-130)	化合物(1-97)	0.01
实施例17	化合物(3-130)	化合物(1-102)	0.00
实施例18	化合物(3-130)	化合物(1-103)	0.06
比较例1	化合物(HTM-1)	化合物(HTM-2)	0.18
比较例2	化合物(HTM-1)	化合物(HTM-3)	0.23
比较例3	化合物(HTM-1)	化合物(1-4)	0.17

[0375] 如表1所示那样,在实施例1~18中,第二空穴输送层与第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值为0.15eV以下。另一方面,在比较例1~3中,第二空穴输送层与第一空穴输送层的HOMO能级之差的绝对值大于0.15eV。

[0376] 在表2中总结示出的实施例和比较例的元件寿命设为:将开始发光时的发光亮度(初始亮度)设为 $2000\text{cd}/\text{m}^2$ 并进行恒定电流驱动时,发光亮度衰减至 $1900\text{cd}/\text{m}^2$ (相当于将初始亮度设为100%时的95%:95%衰减)为止的时间。

[0377] [表2]

	空穴注入层和 第一空穴输送层	第二空穴输送层	电压 [V]	亮度 [cd/m <sup>2</sup> ]	发光效率 [cd/A]	电力效率 [lm/W]	元件寿命 95%衰减
实施例1	化合物(3-52)	化合物(1-4)	3.49	848	8.50	7.65	413小时
实施例2	化合物(3-52)	化合物(1-58)	3.45	839	8.41	7.66	441小时
实施例3	化合物(3-52)	化合物(1-59)	3.50	850	8.52	7.65	428小时
实施例4	化合物(3-52)	化合物(1-69)	3.48	838	8.40	7.60	408小时
实施例5	化合物(3-52)	化合物(1-83)	3.45	858	8.59	7.83	423小时
实施例6	化合物(3-130)	化合物(1-4)	3.50	855	8.57	7.71	426小时
实施例7	化合物(3-130)	化合物(1-58)	3.45	851	8.52	7.76	456小时
实施例8	化合物(3-130)	化合物(1-59)	3.50	861	8.63	7.75	444小时
实施例9	化合物(3-130)	化合物(1-69)	3.49	845	8.47	7.64	417小时
[0378] 实施例10	化合物(3-130)	化合物(1-83)	3.45	872	8.73	7.95	439小时
实施例11	化合物(3-52)	化合物(1-96)	3.50	826	8.28	7.43	438小时
实施例12	化合物(3-52)	化合物(1-97)	3.49	898	9.00	8.10	399小时
实施例13	化合物(3-52)	化合物(1-102)	3.45	901	9.03	8.23	389小时
实施例14	化合物(3-52)	化合物(1-103)	3.48	838	8.40	7.59	423小时
实施例15	化合物(3-130)	化合物(1-96)	3.50	844	8.45	7.59	451小时
实施例16	化合物(3-130)	化合物(1-97)	3.49	907	9.09	8.20	408小时
实施例17	化合物(3-130)	化合物(1-102)	3.45	912	9.13	8.32	397小时
实施例18	化合物(3-130)	化合物(1-103)	3.49	845	8.47	7.64	440小时
比较例1	化合物(HTM-1)	化合物(HTM-2)	3.61	723	7.23	6.30	256小时
比较例2	化合物(HTM-1)	化合物(HTM-3)	3.59	743	7.43	6.49	244小时
比较例3	化合物(HTM-1)	化合物(1-4)	3.59	797	7.97	6.98	323小时

[0379] 如表2所示可知：关于流通电流密度为10mA/cm<sup>2</sup>的电流时的电压，与比较例1~3的3.59~3.61V相比，在实施例1~18中，达到3.45~3.50V的明显低电压。关于流通电流密度10mA/cm<sup>2</sup>的电流时的发光效率，与比较例1~3的7.23~7.97cd/A相比，在实施例1~18中，达到8.28~9.13cd/A的明显高效率。另外，关于电力效率，与比较例1~3的6.30~6.98lm/W相比，在实施例1~18中，达到7.43~8.32lm/W的明显高效率。进而，关于元件寿命(95%衰减)，与比较例1~3的244~323小时相比，在实施例1~18中，能够实现389~456小时的明显长寿命化。

[0380] 产业上的可利用性

[0381] 与以往的有机EL元件相比，本发明的使用具有特定结构的三芳基胺化合物得到的有机EL元件的发光效率提高，且能够改善有机EL元件的耐久性，因此，能够实现在例如家庭电化制品、照明用途中的应用开拓。

[0382] 附图标记说明

[0383] 1玻璃基板

[0384] 2透明阳极

[0385] 3空穴注入层

[0386] 4第一空穴输送层

[0387] 5第二空穴输送层

[0388] 6发光层

[0389] 7电子输送层

[0390] 8电子注入层

[0391] 9阴极

[0392] 10覆盖层

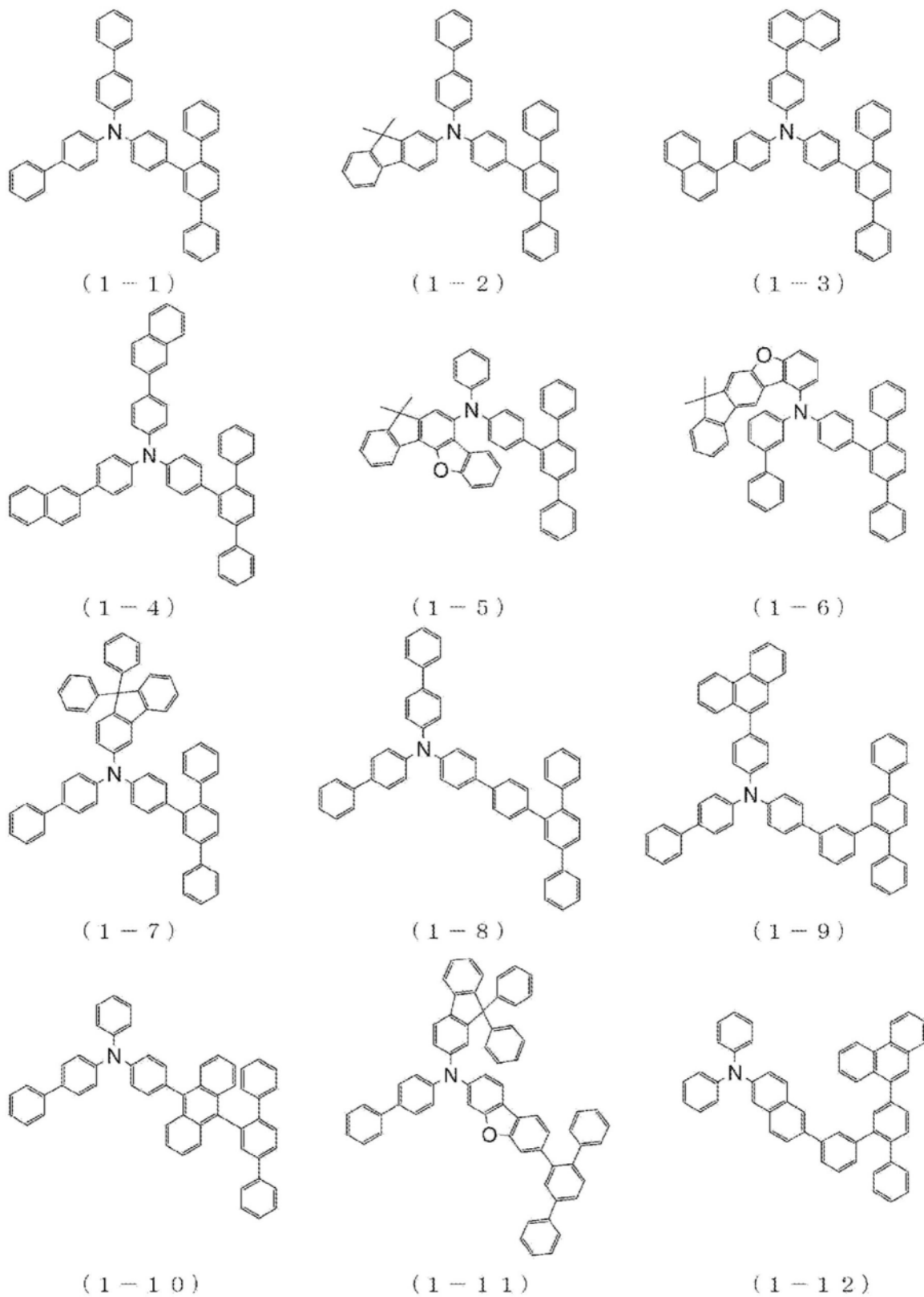
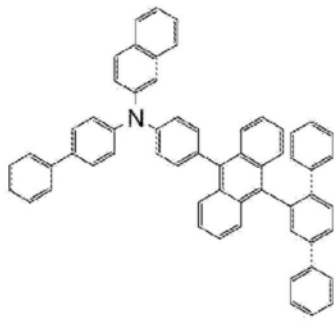
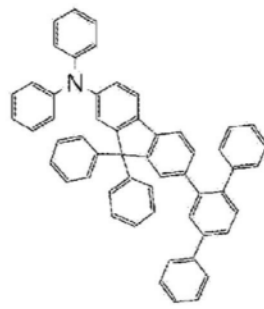


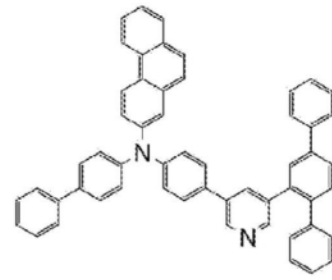
图1



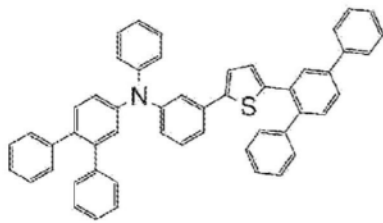
(1-13)



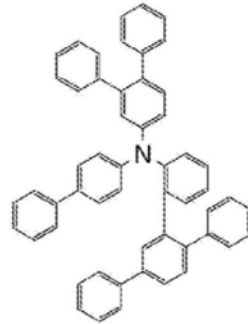
(1-14)



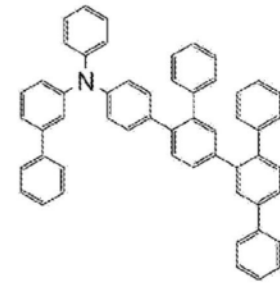
(1-15)



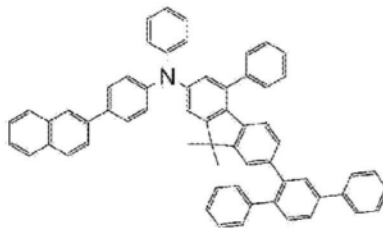
(1-16)



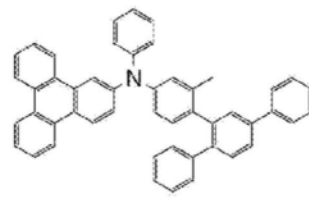
(1-17)



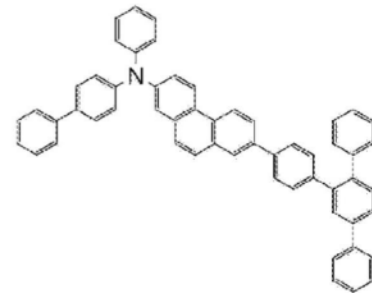
(1-18)



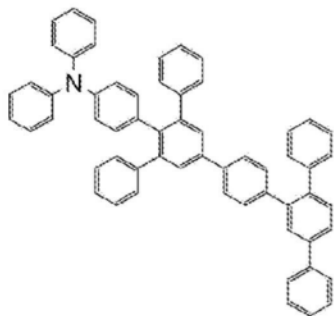
(1-19)



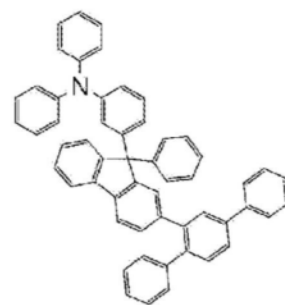
(1-20)



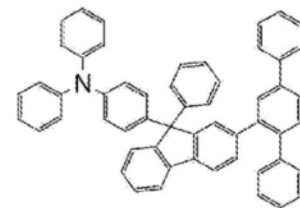
(1-21)



(1-22)



(1-23)



(1-24)

图2

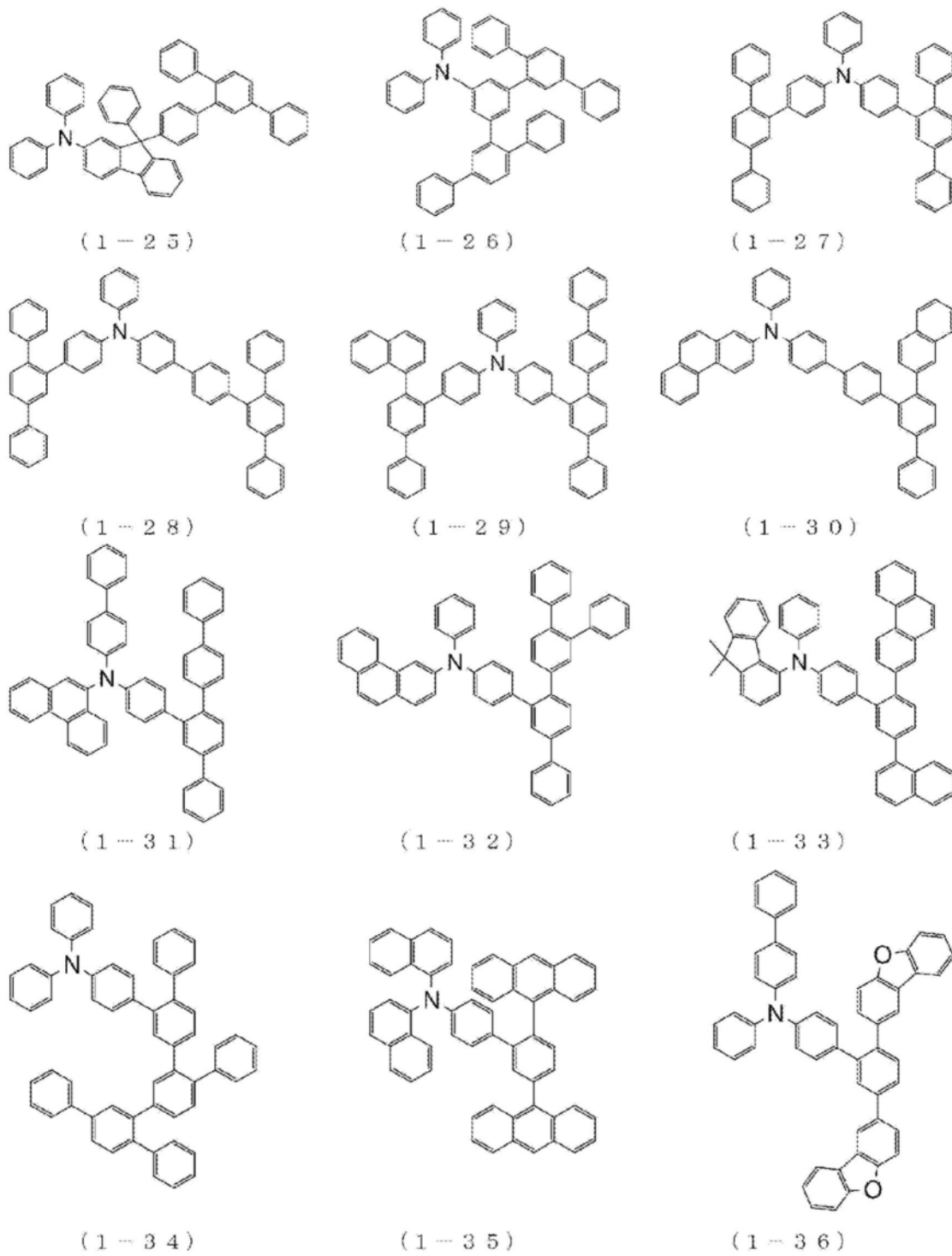


图3

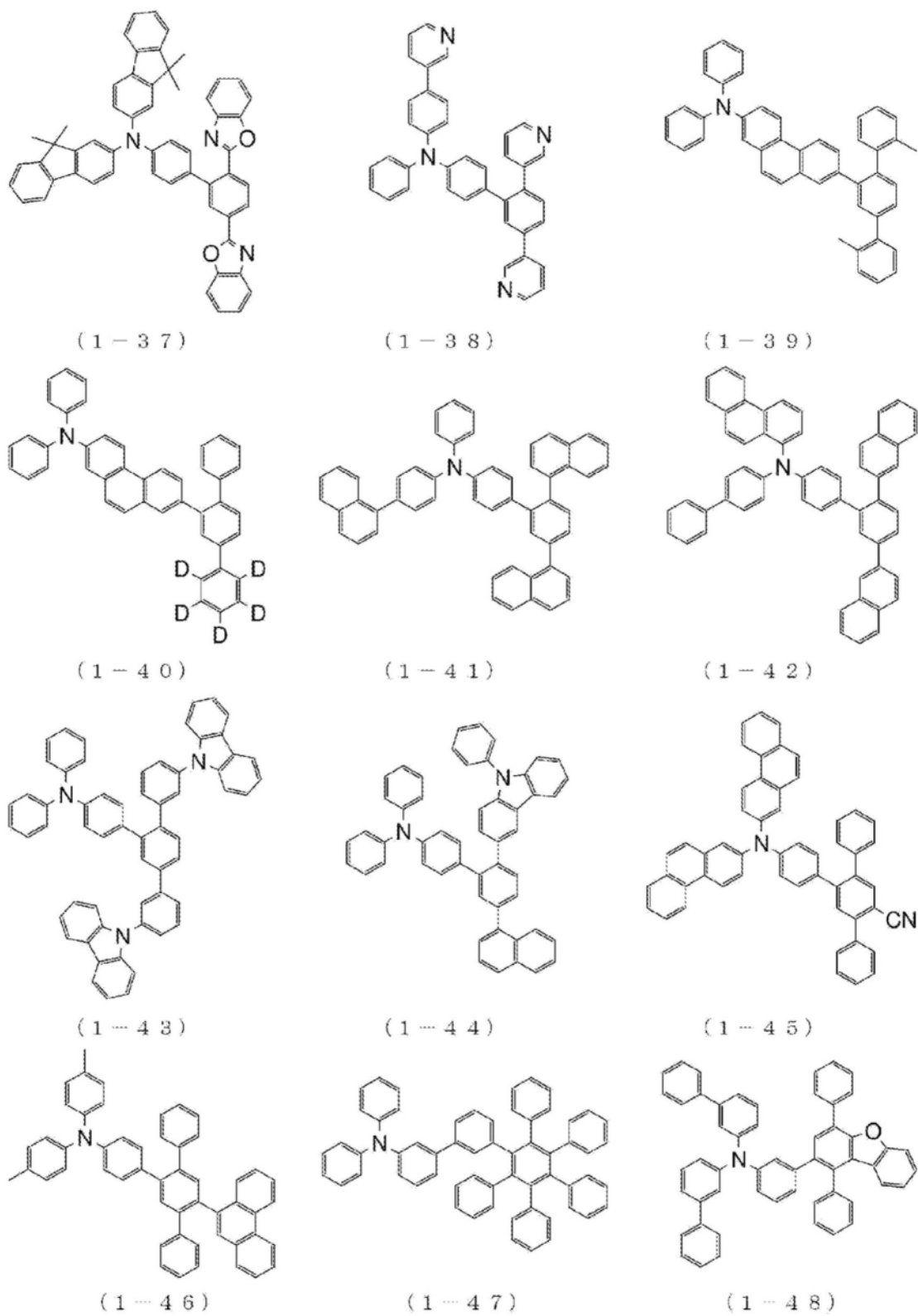


图4

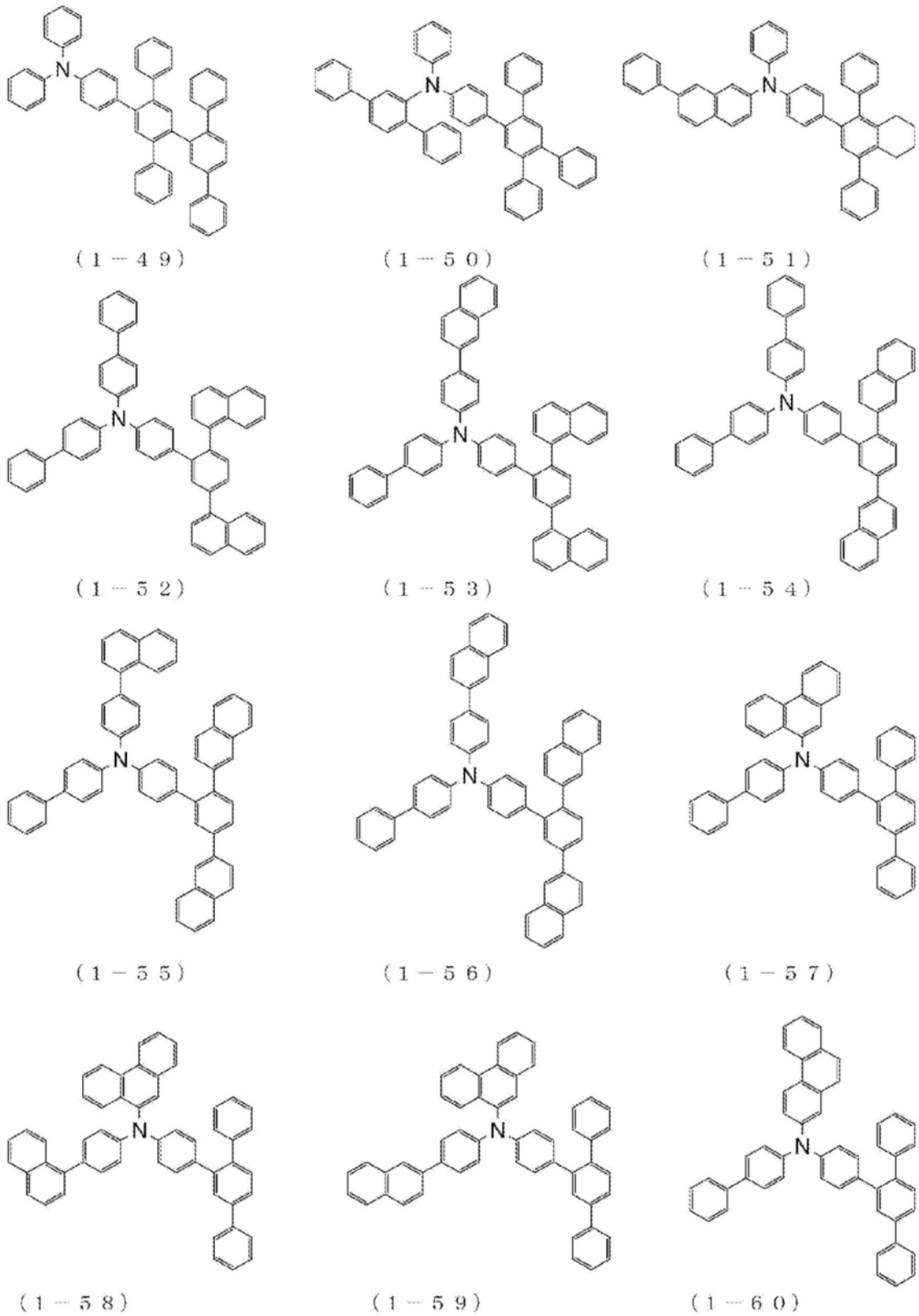


图5

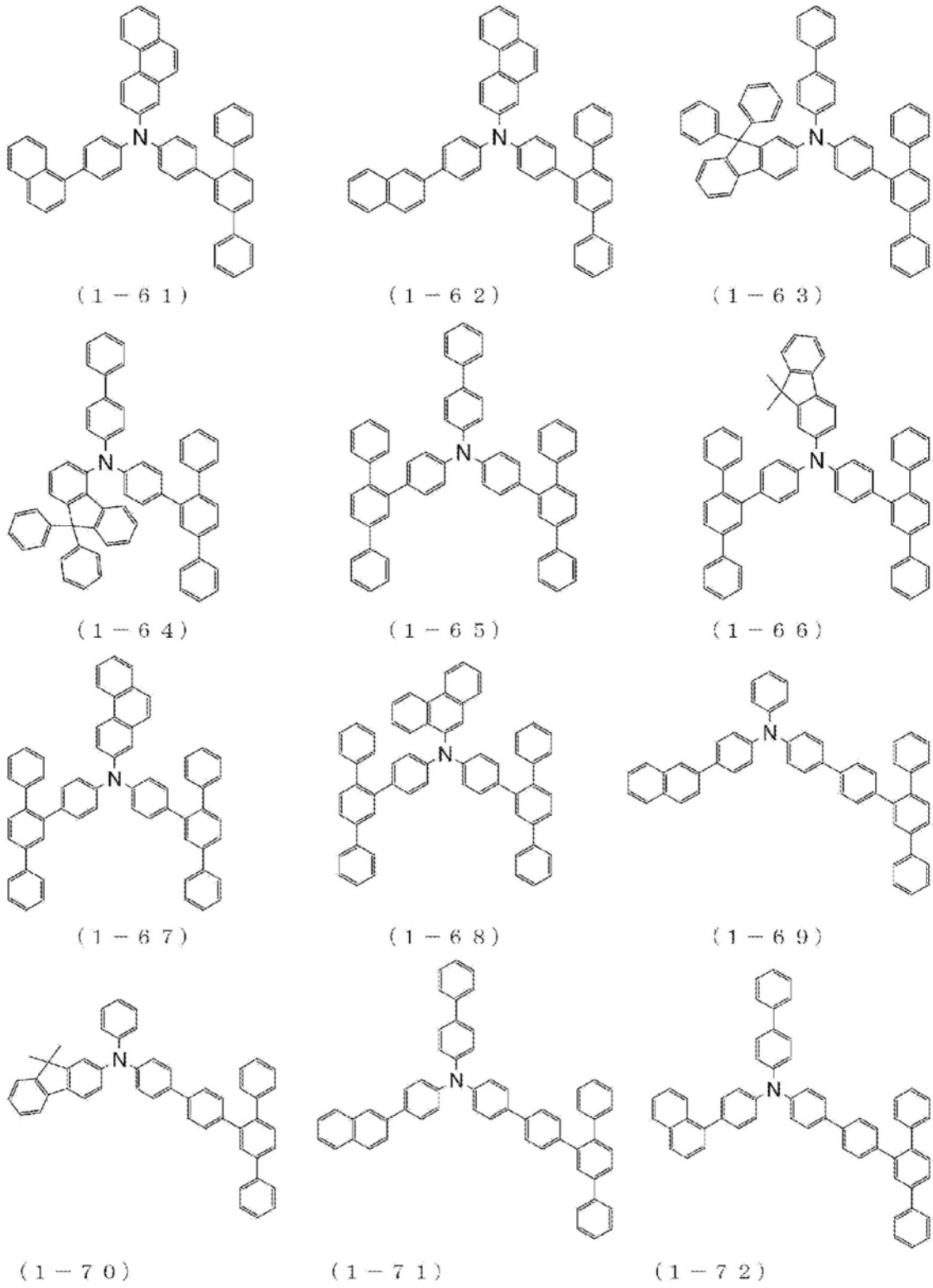


图6

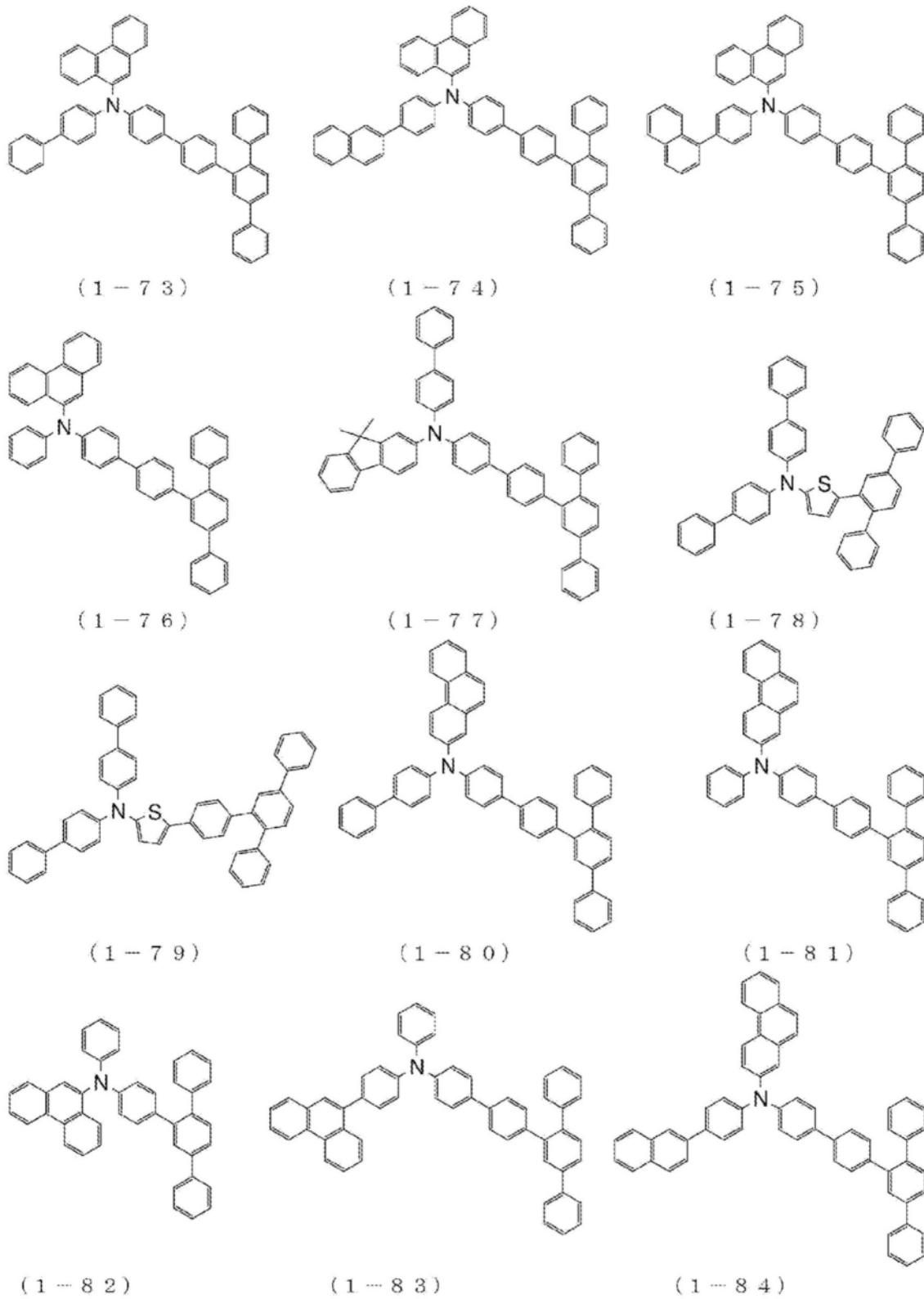


图7

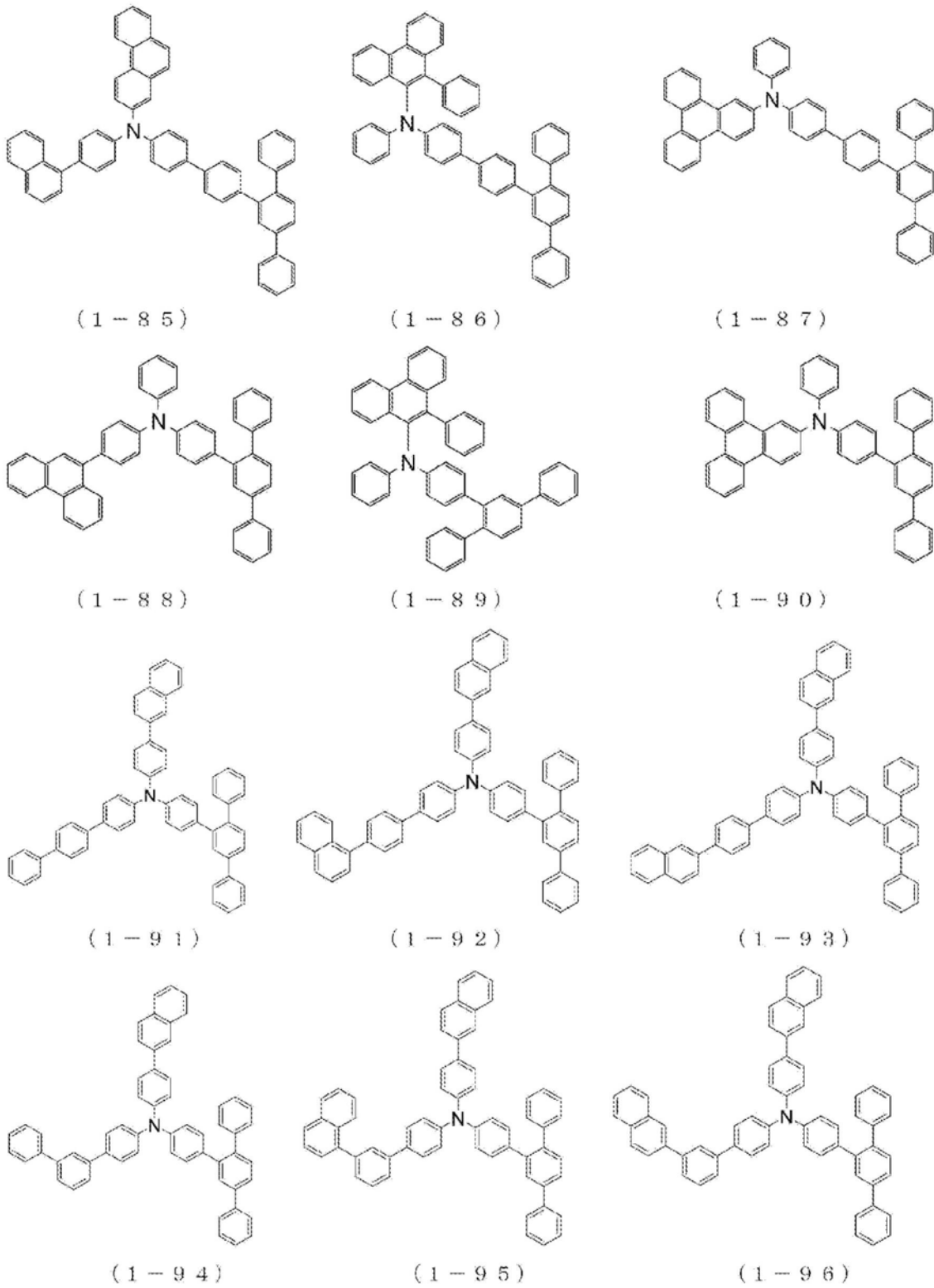


图8

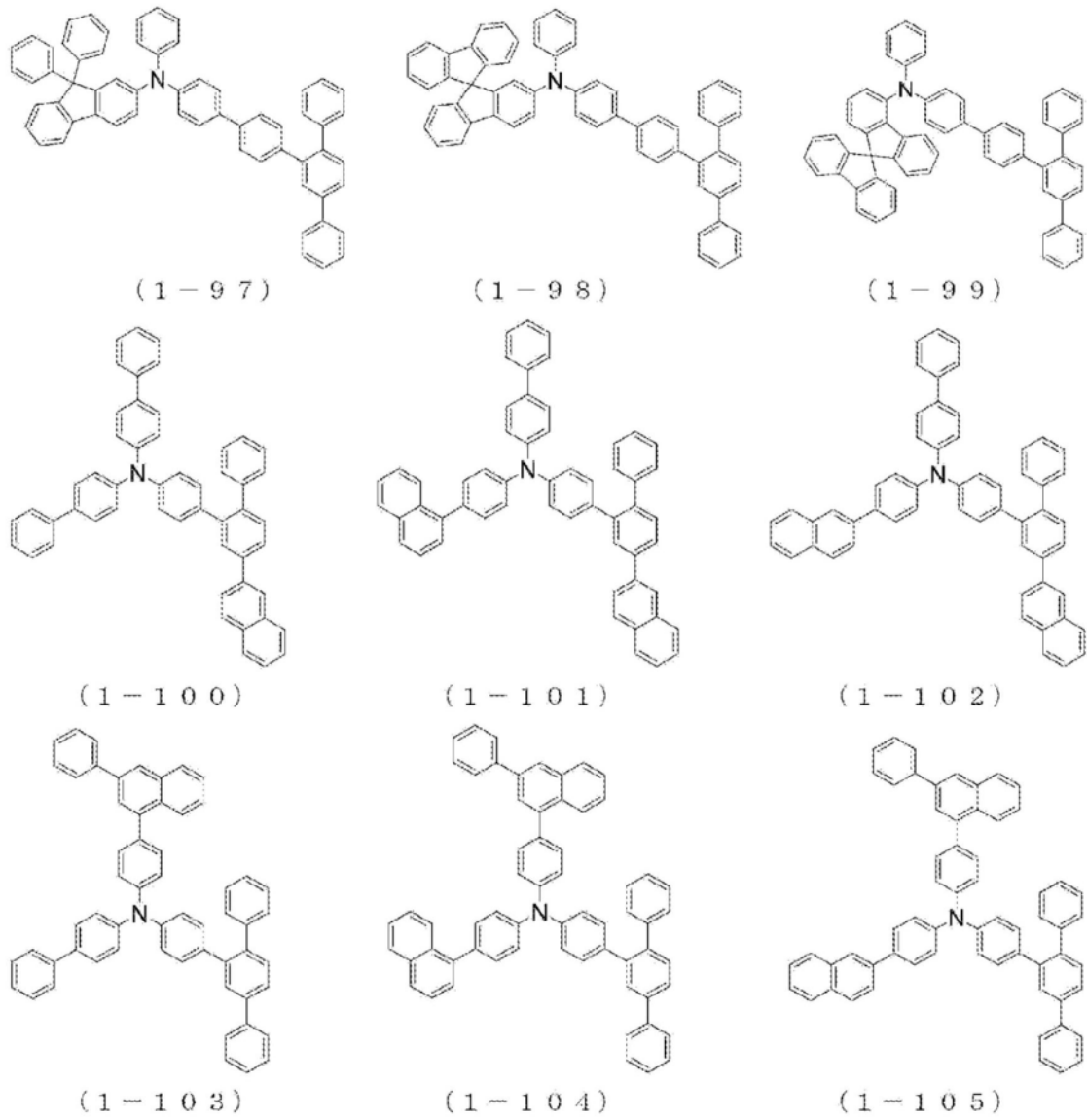


图9

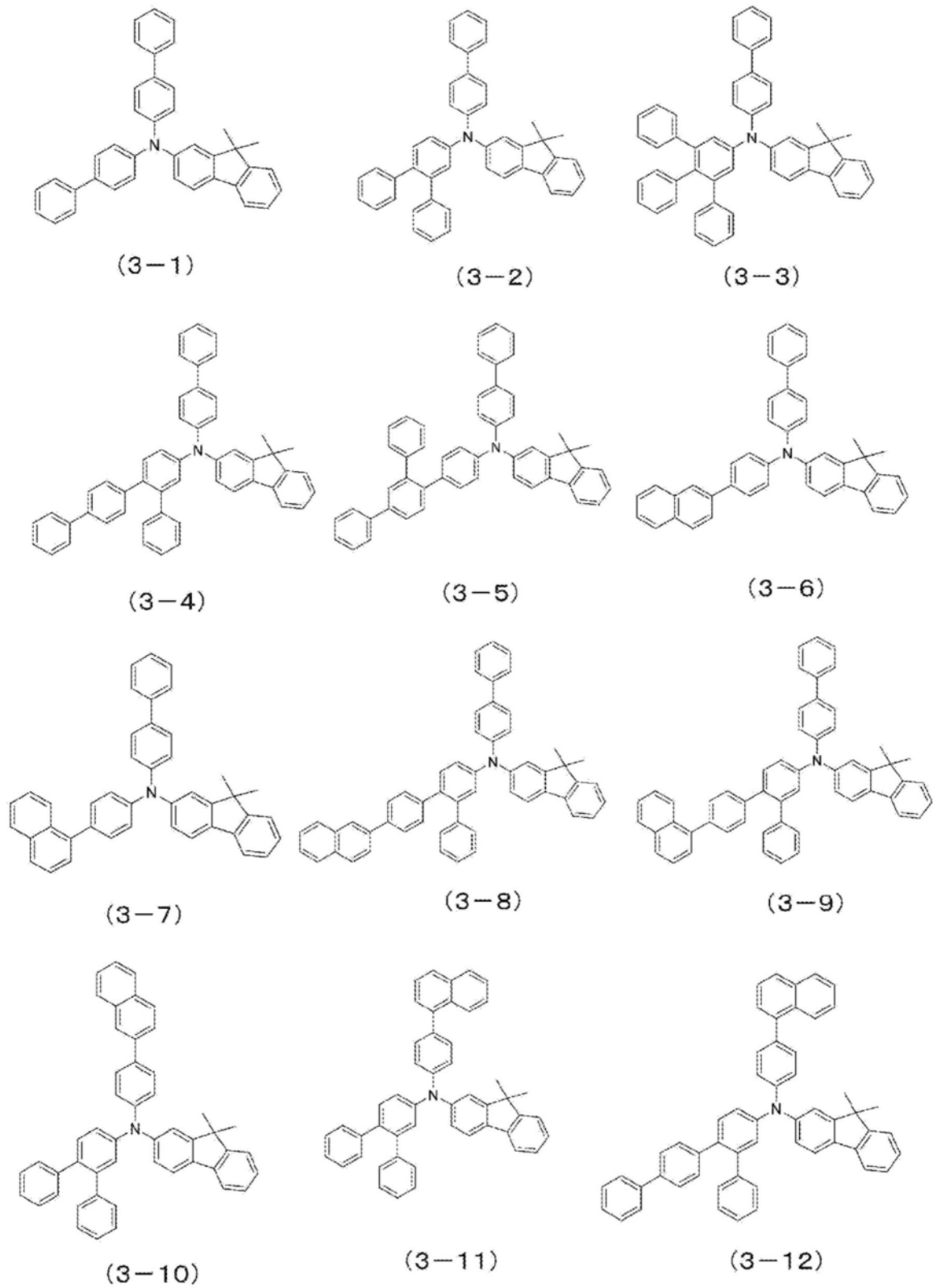


图10

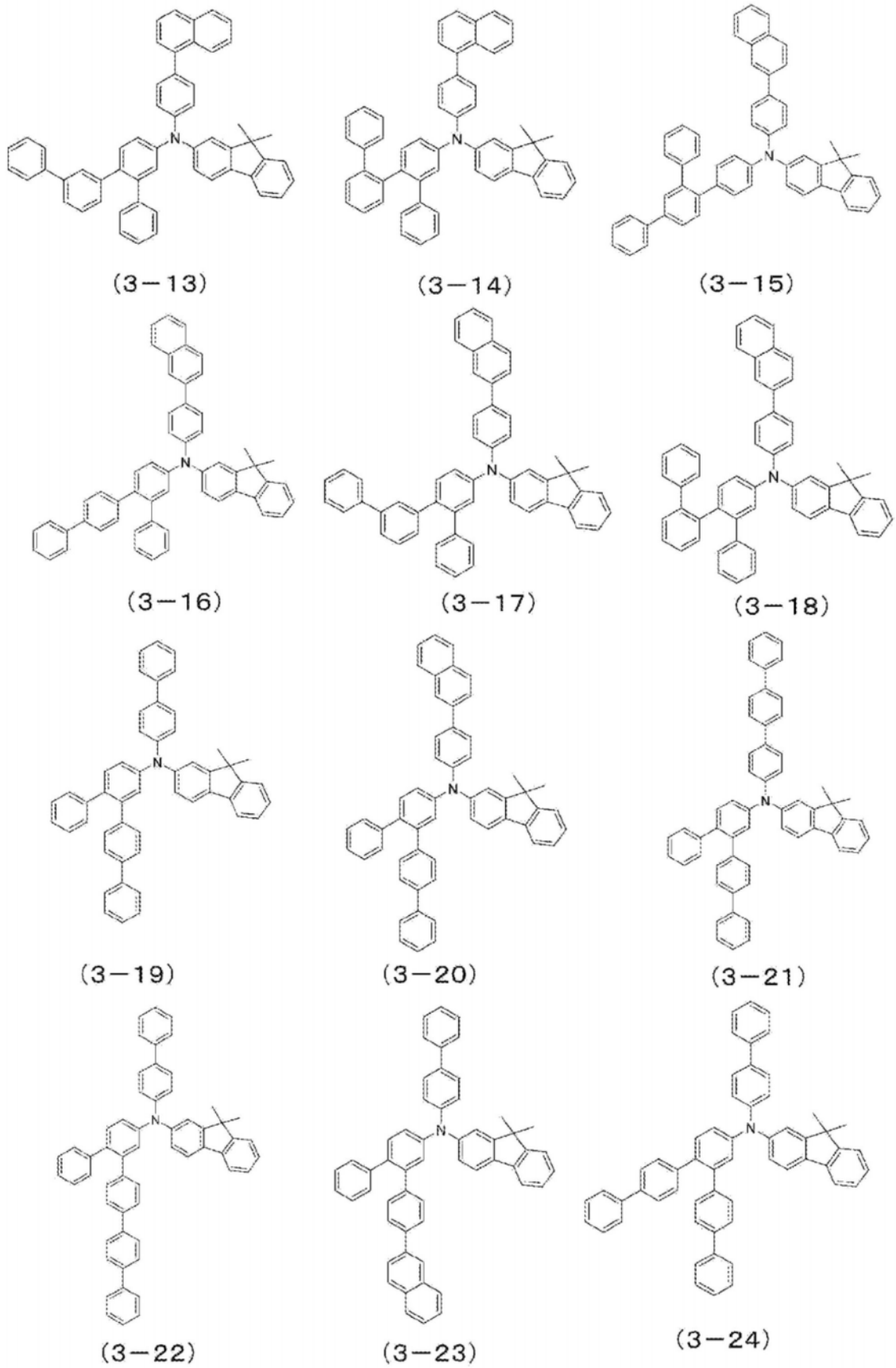


图11

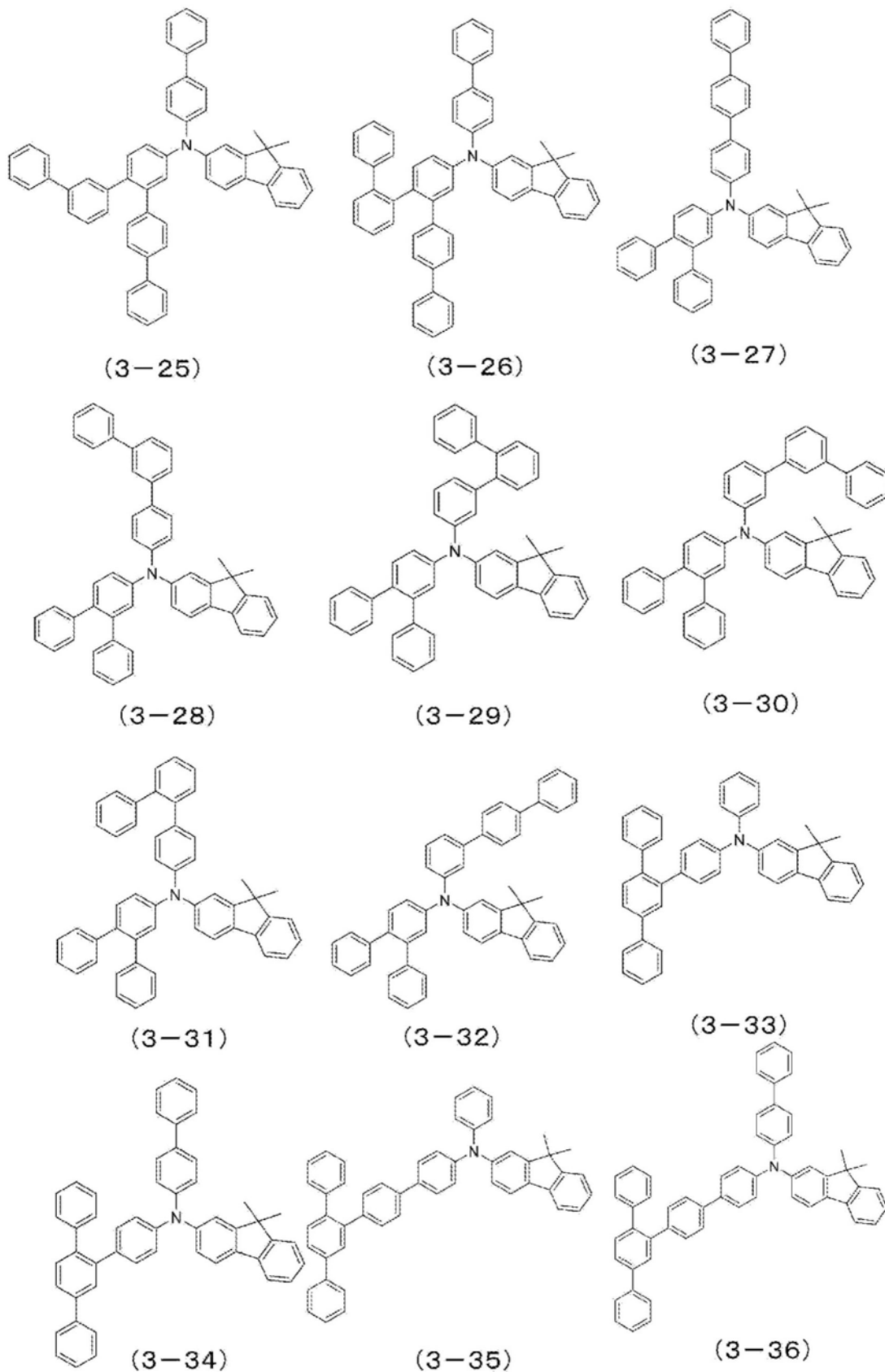


图12

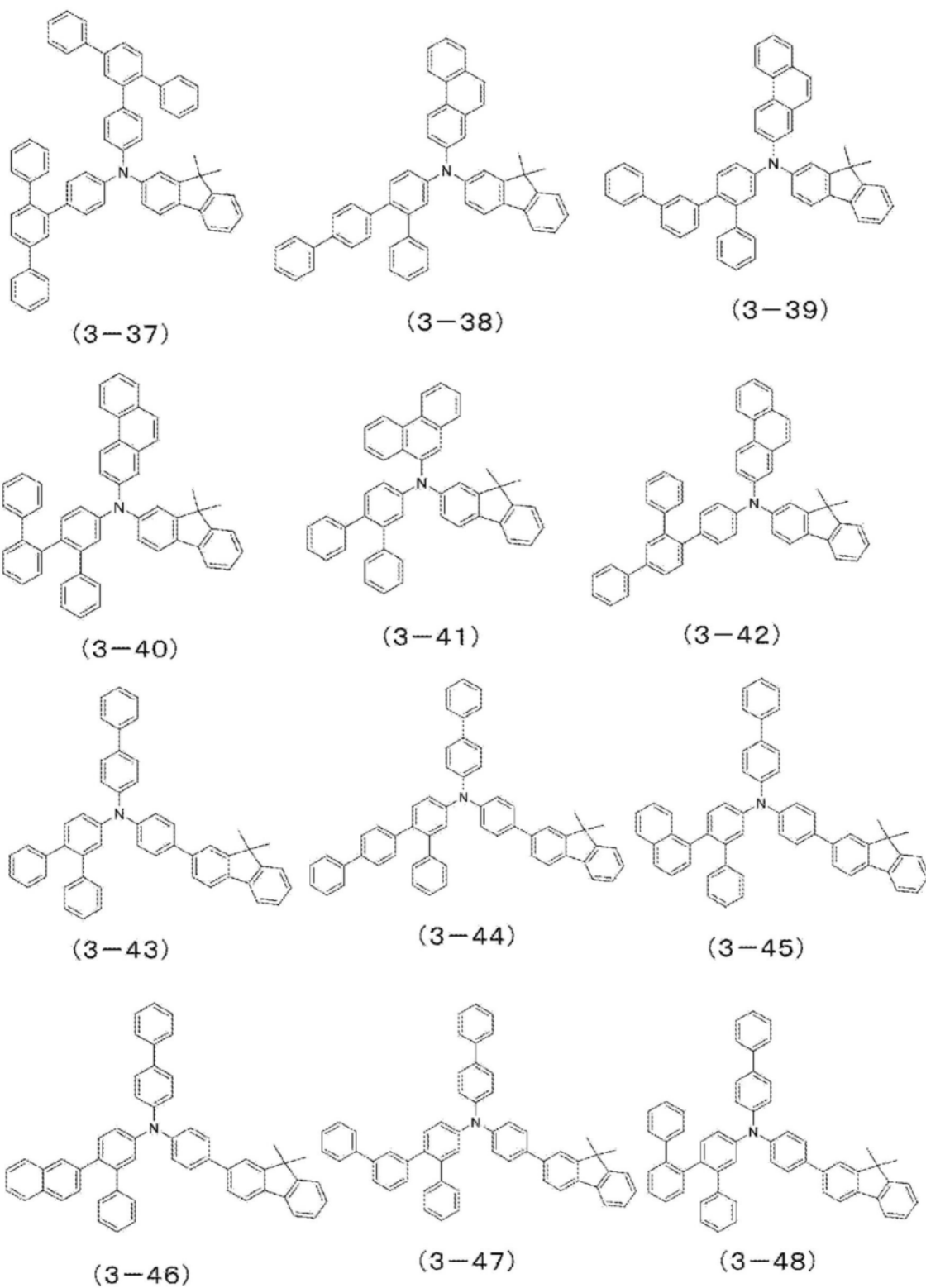


图13

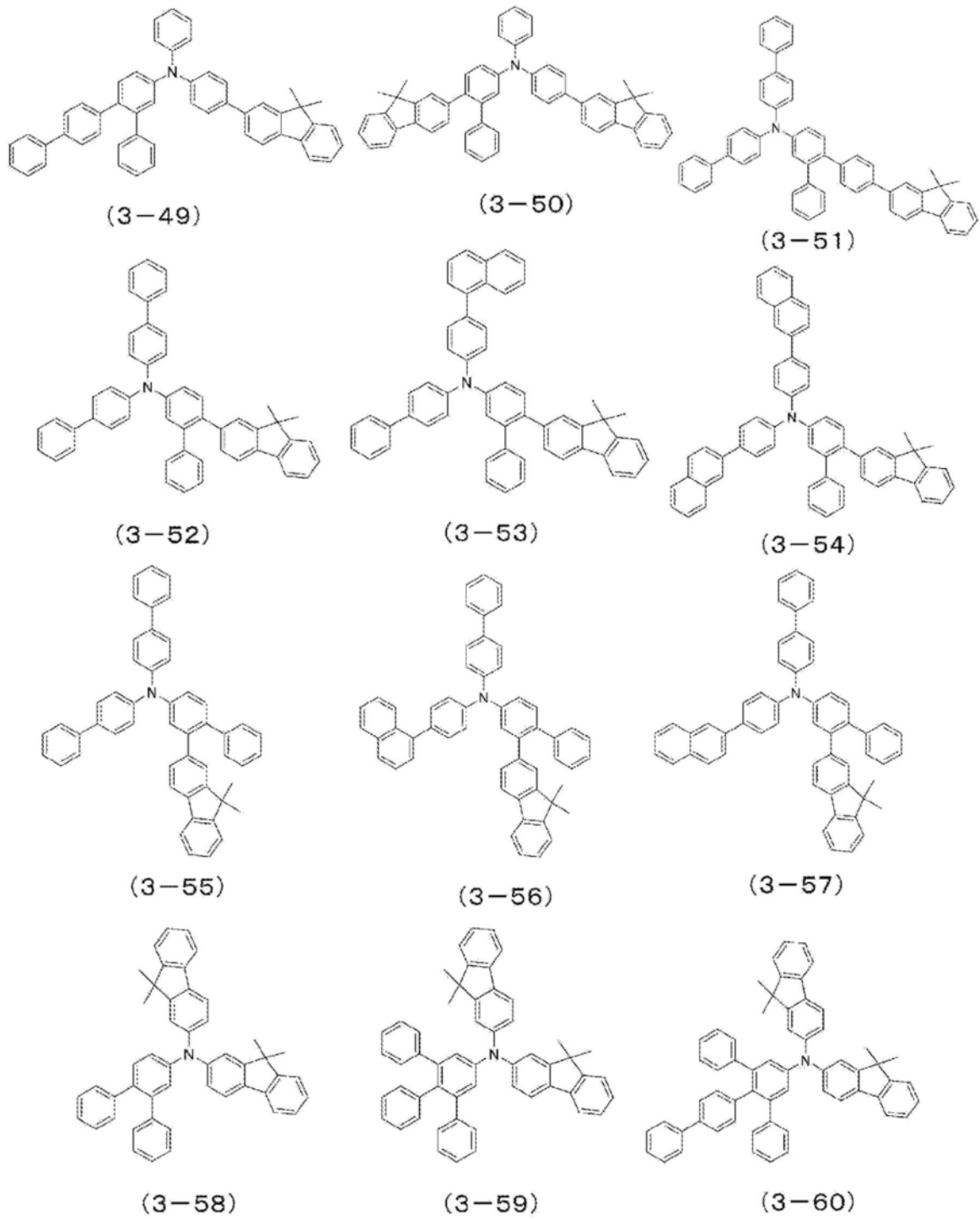


图14

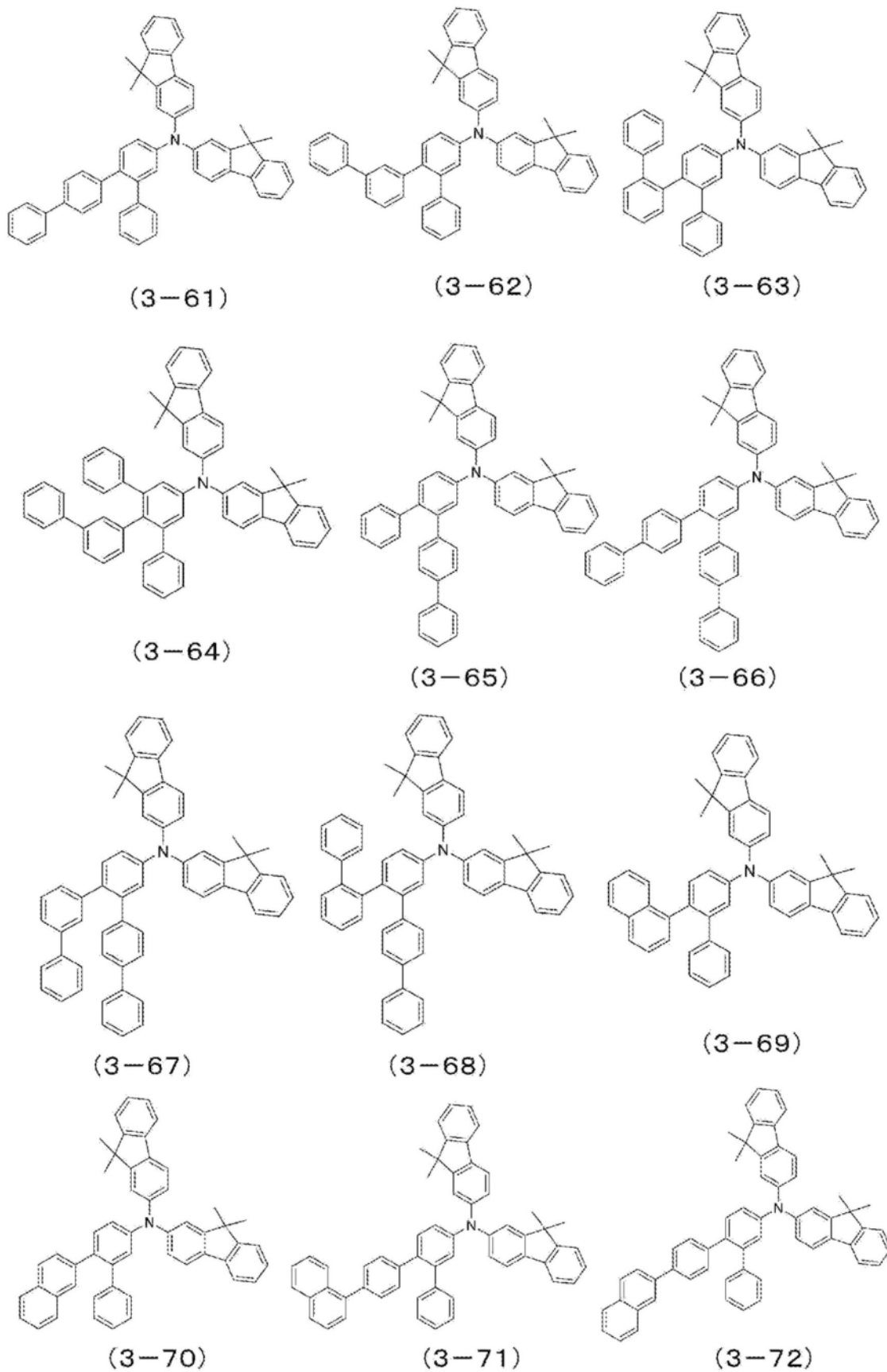


图15

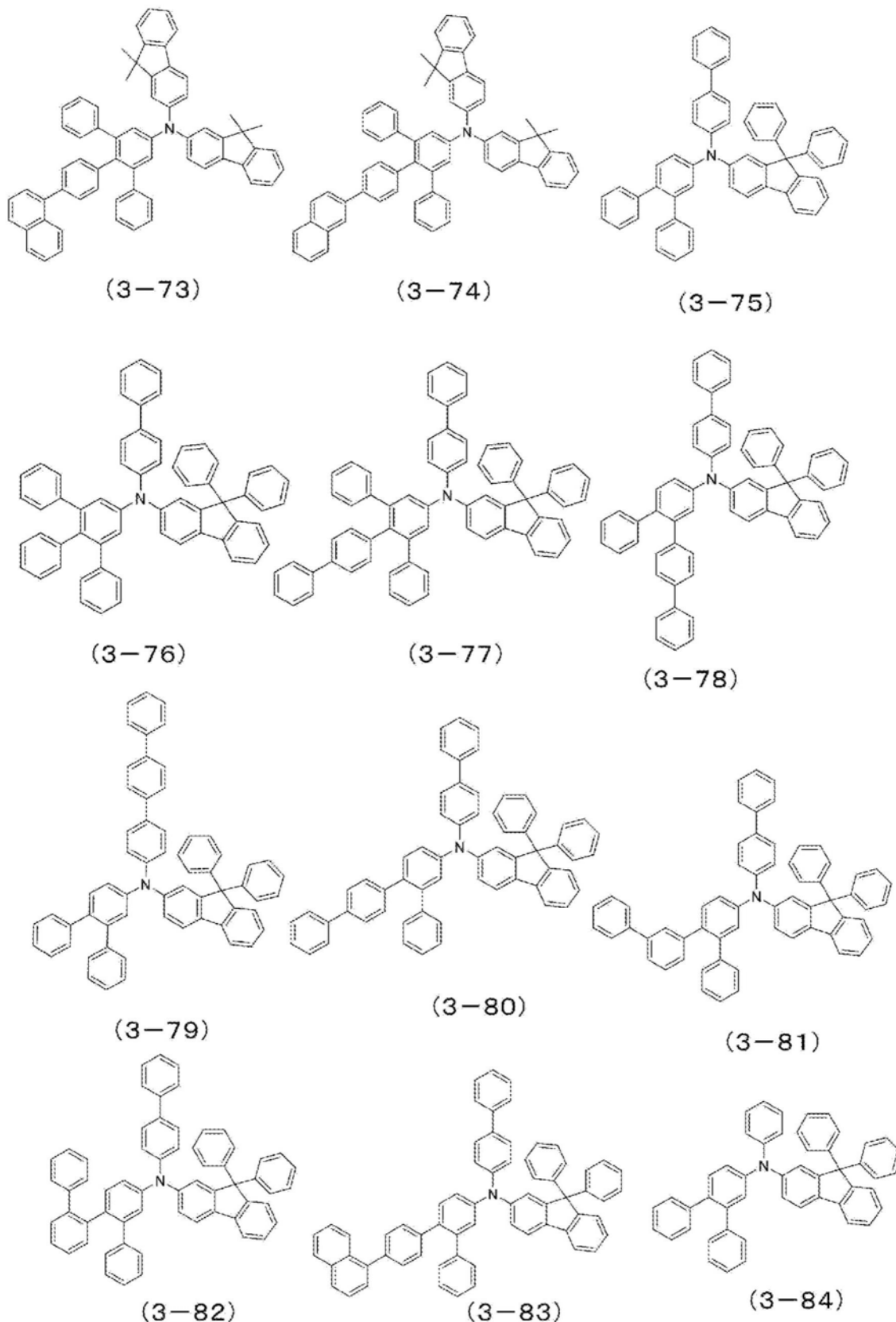


图16

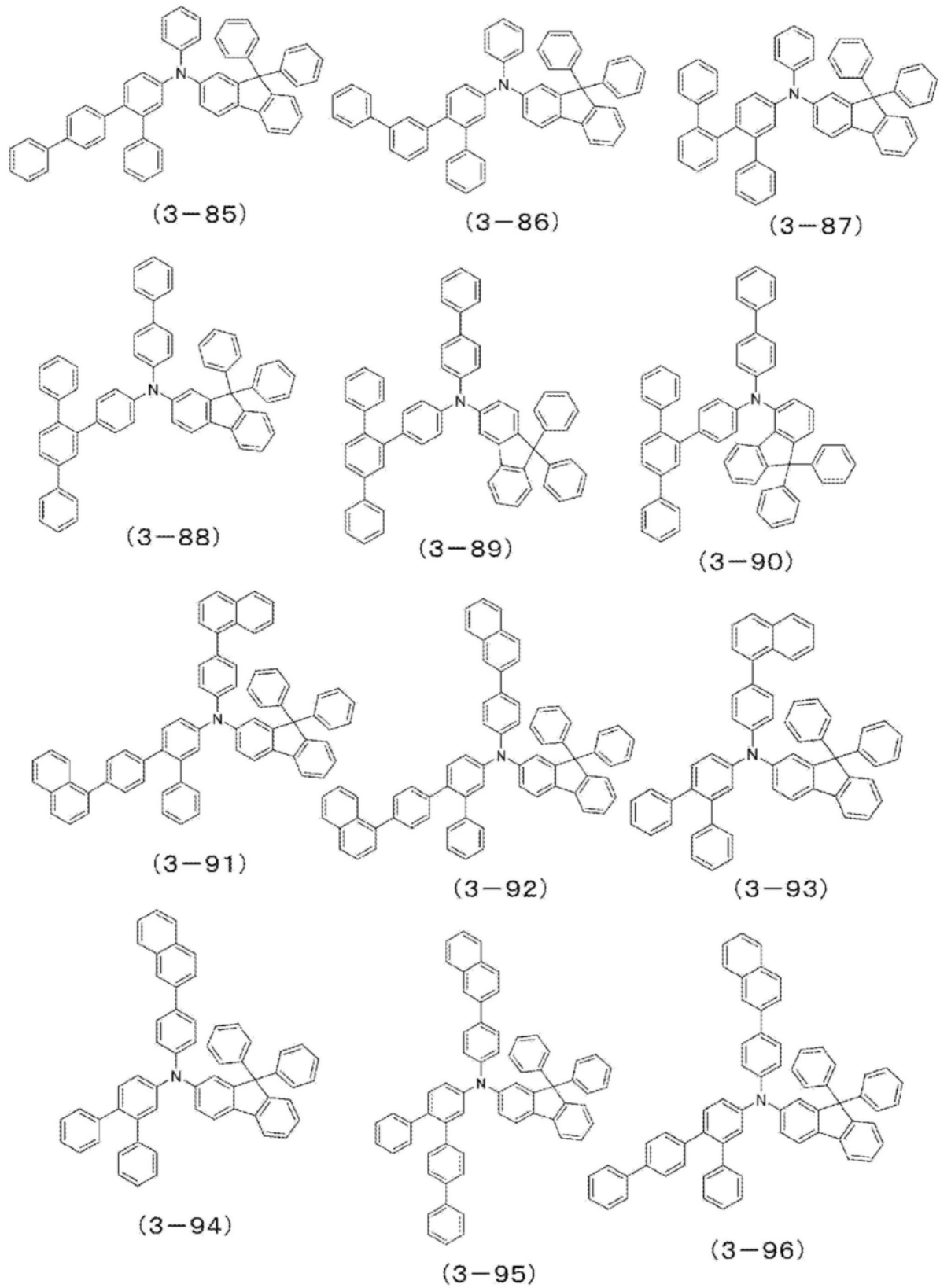


图17

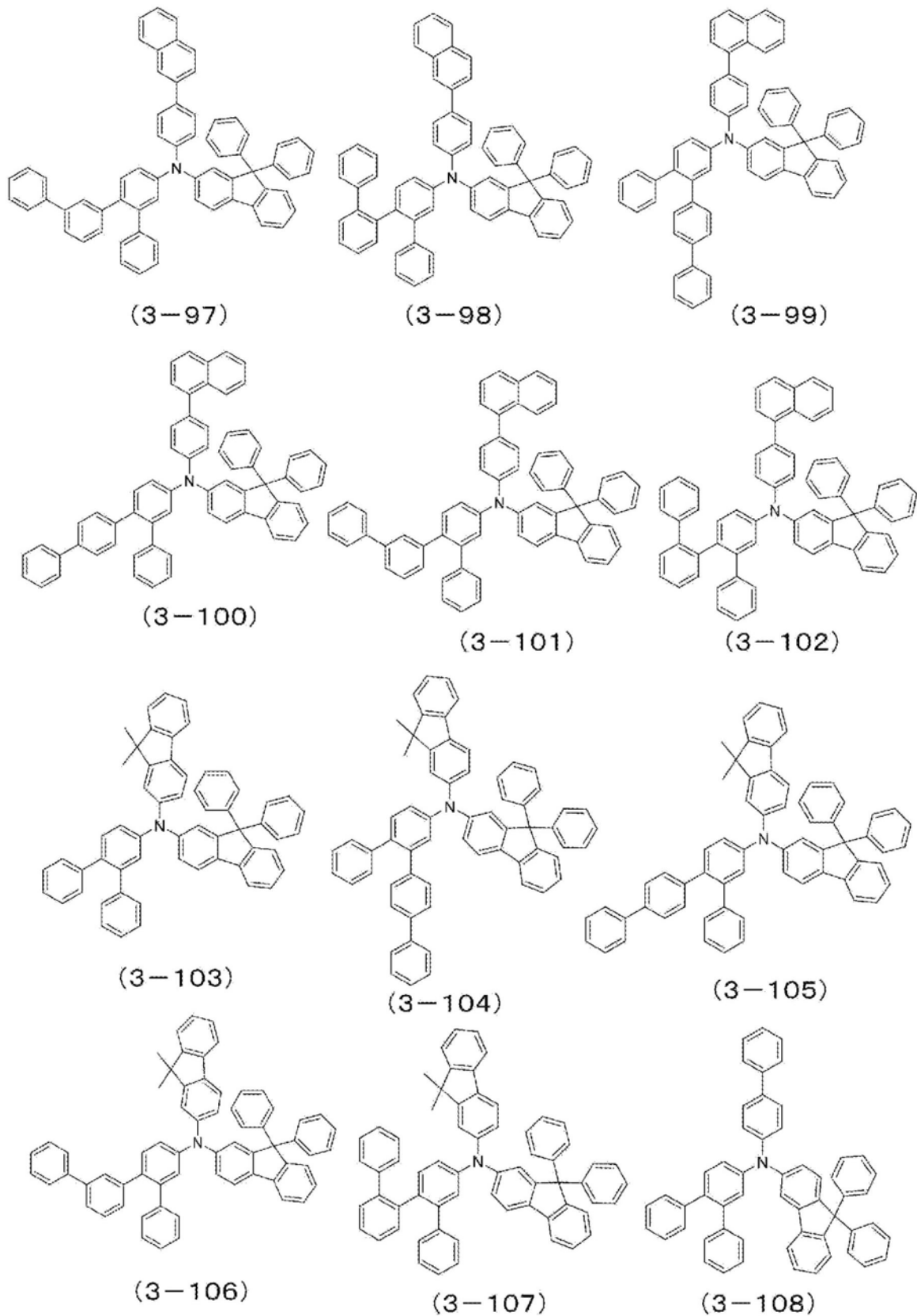


图18

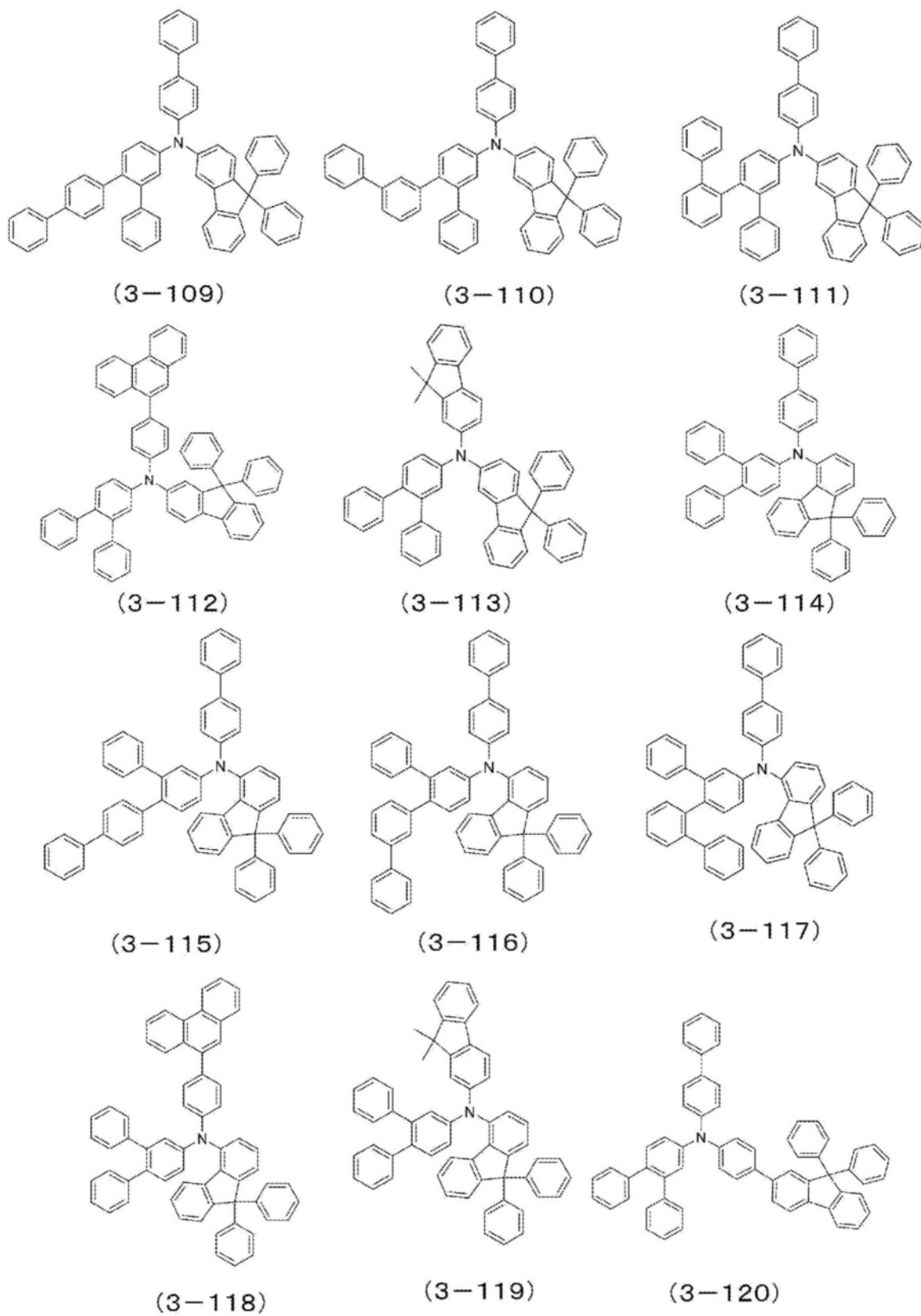


图19

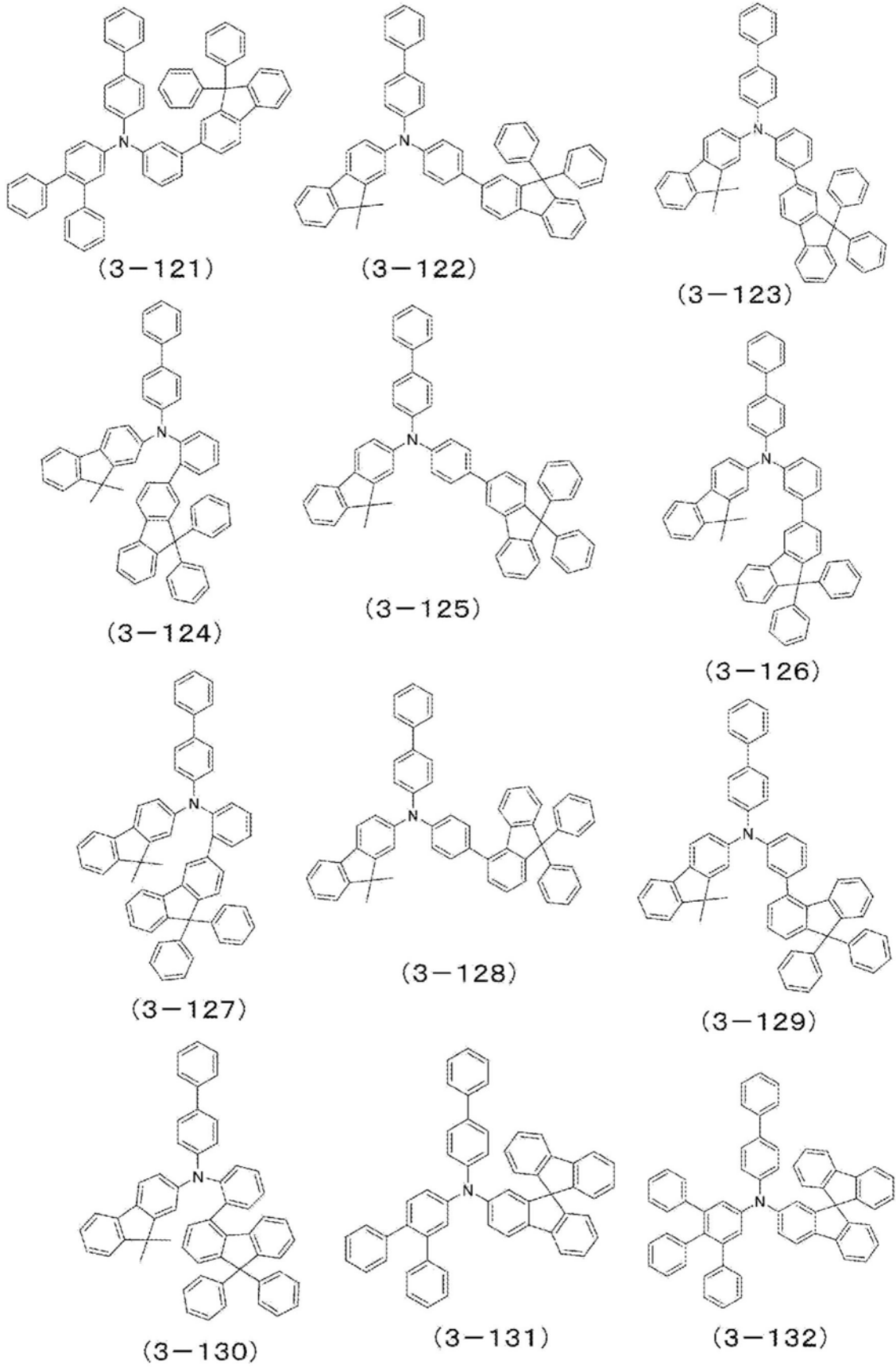


图20

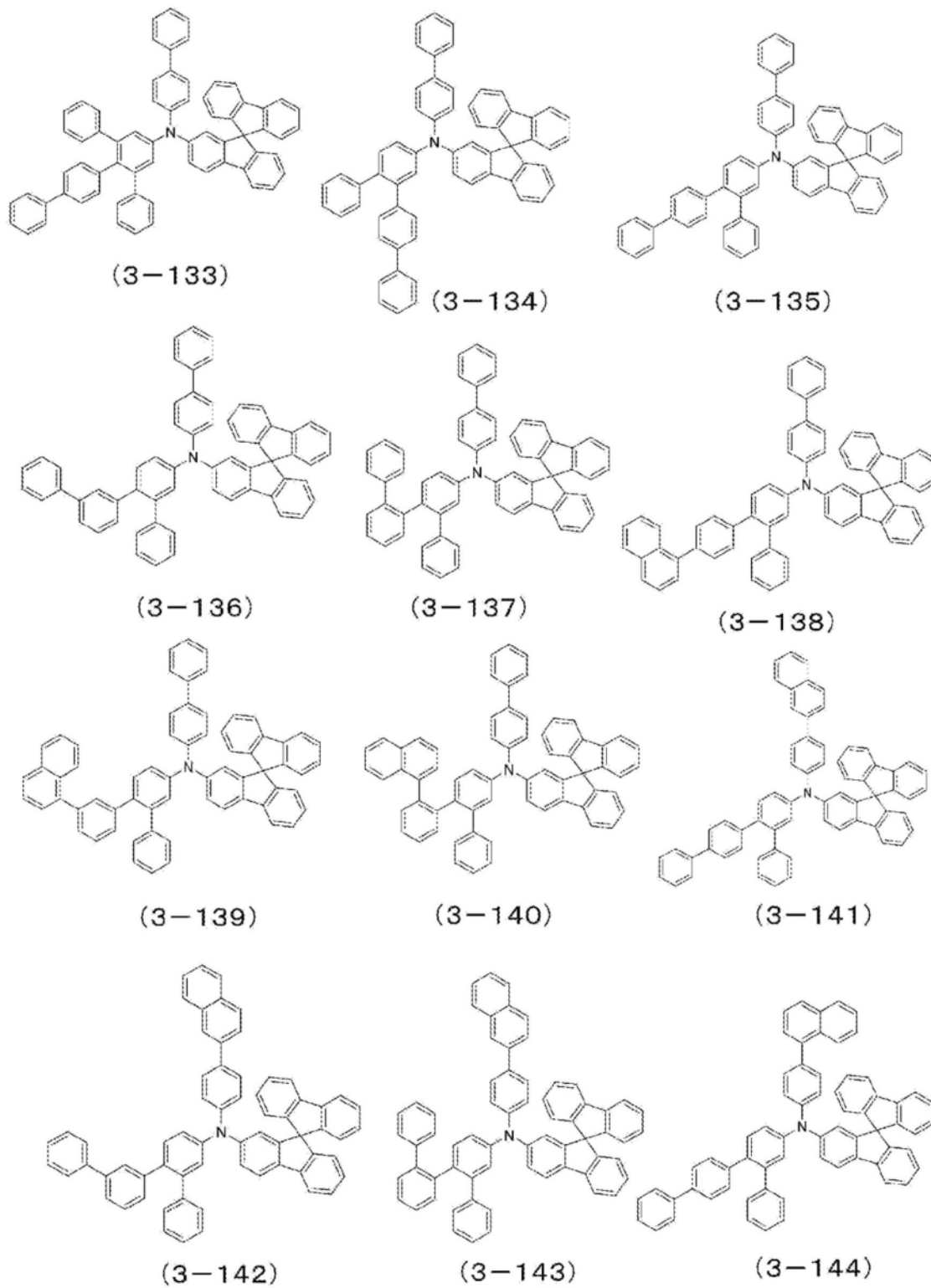


图21

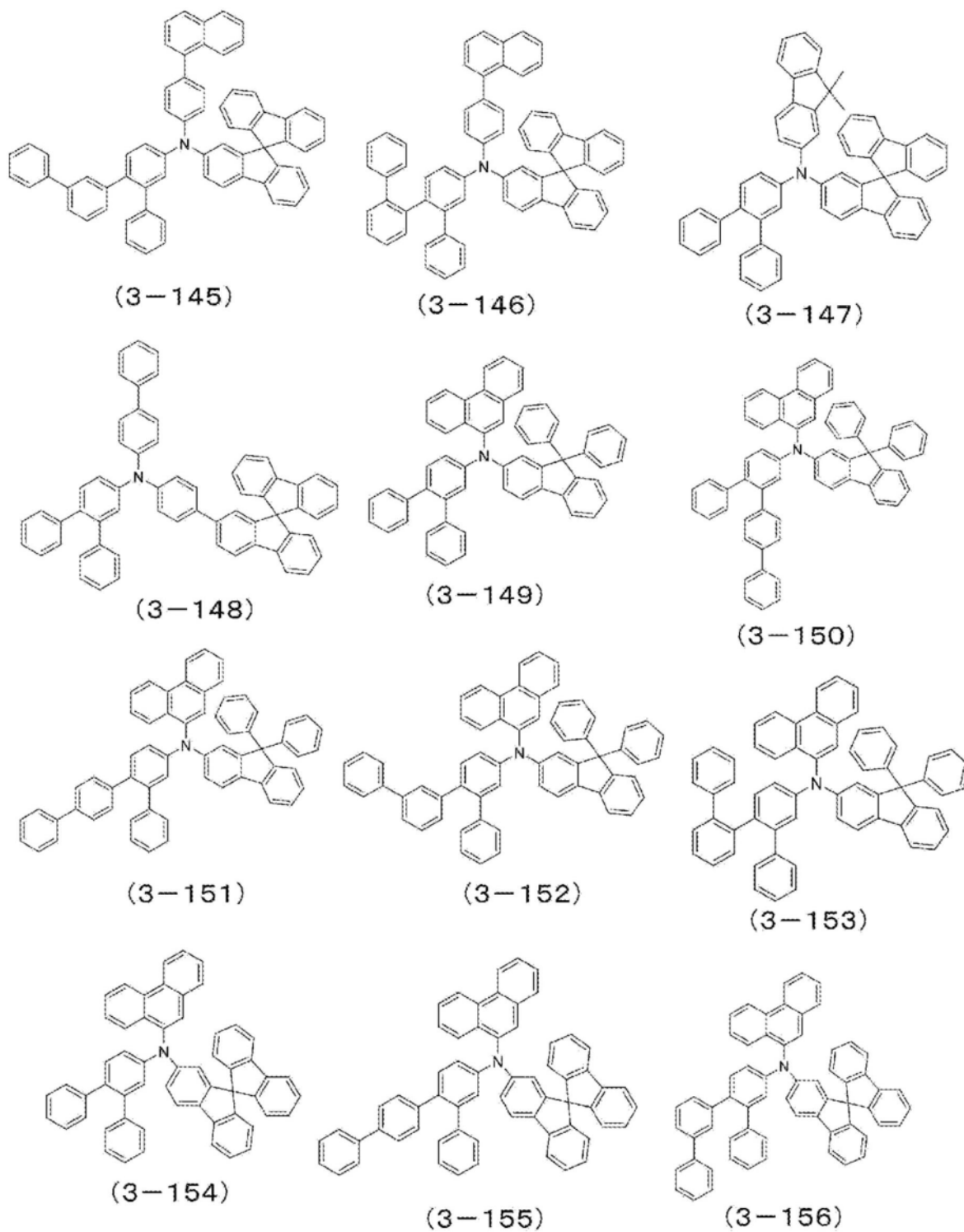


图22

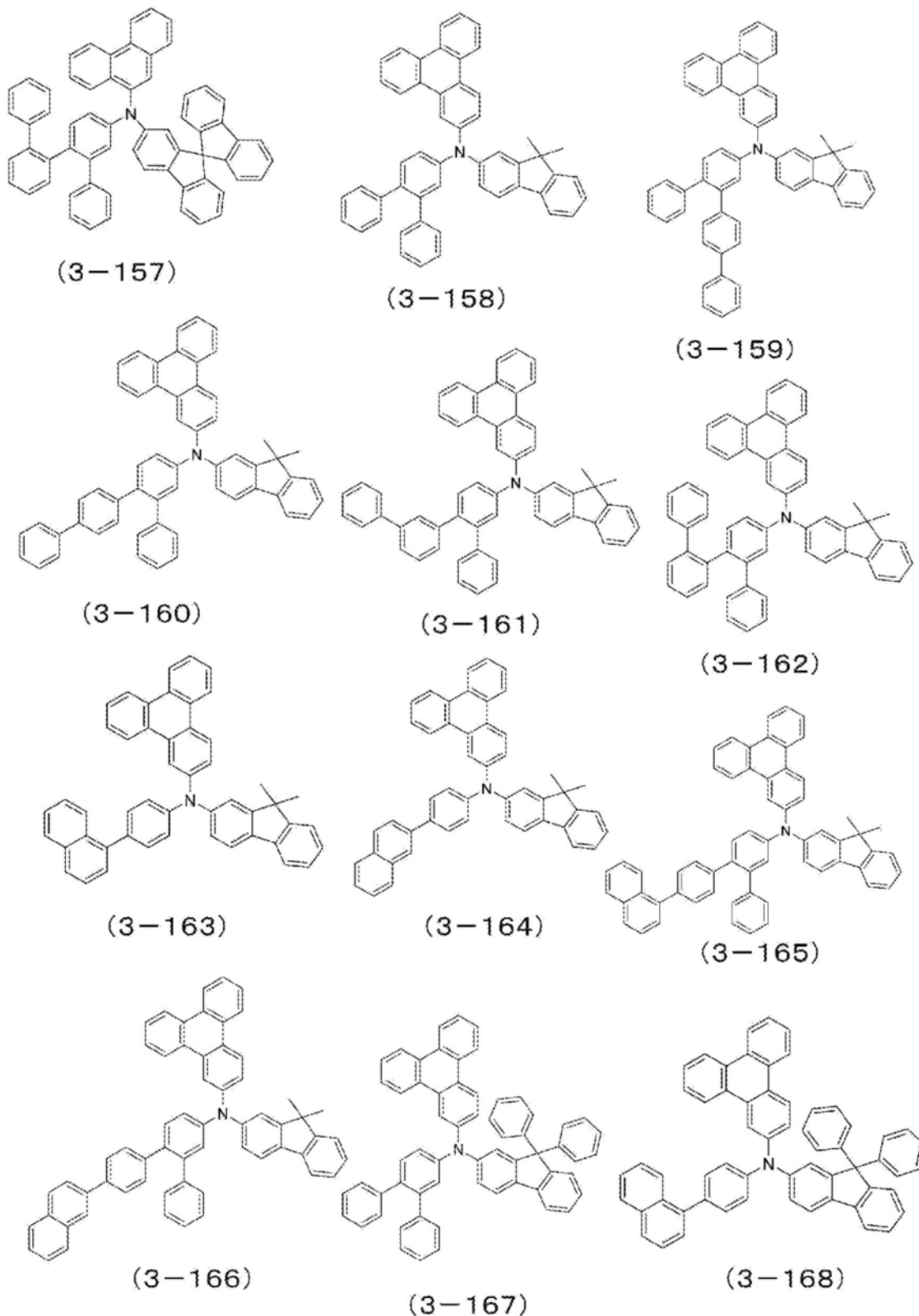


图23

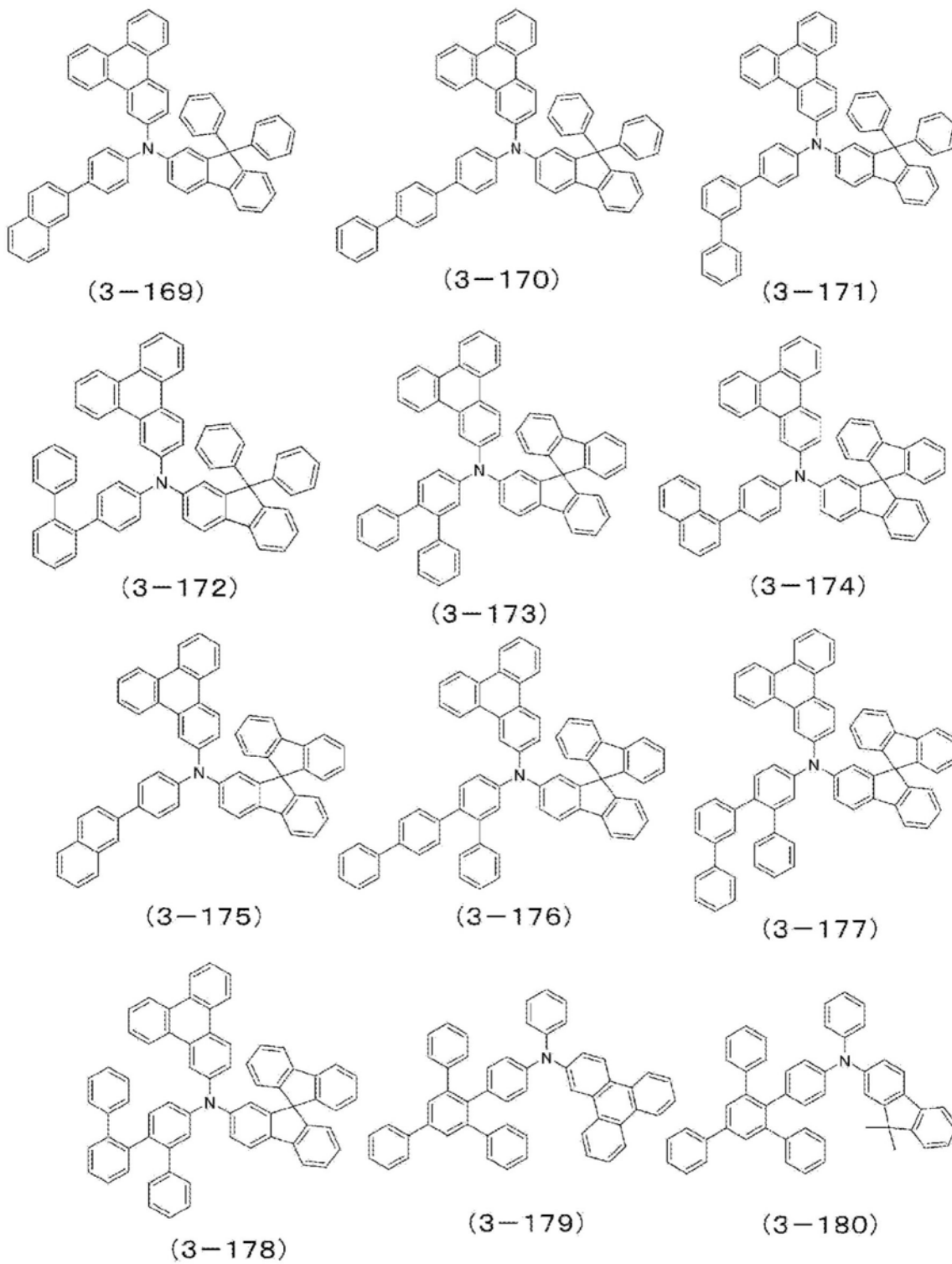


图24

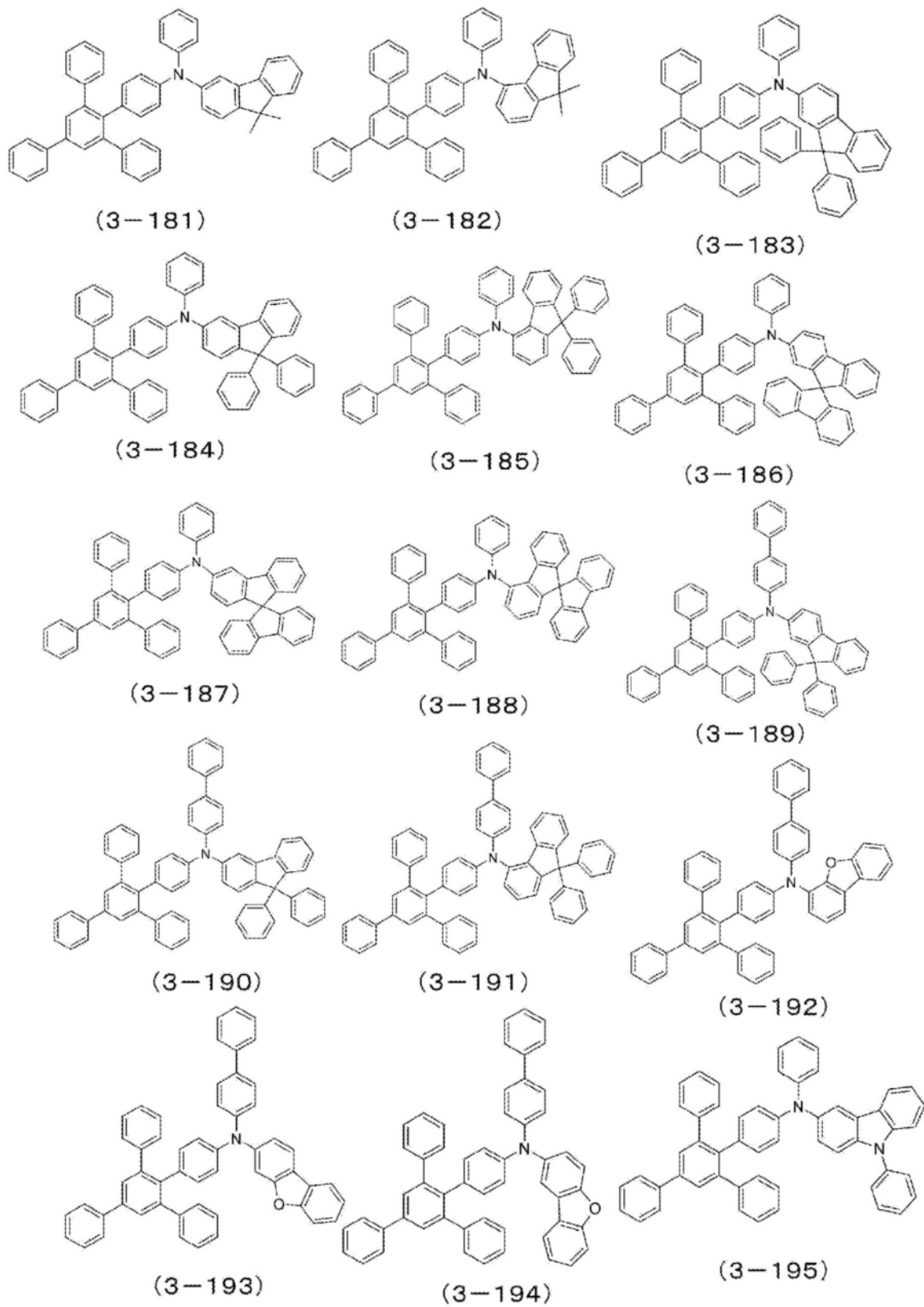


图25

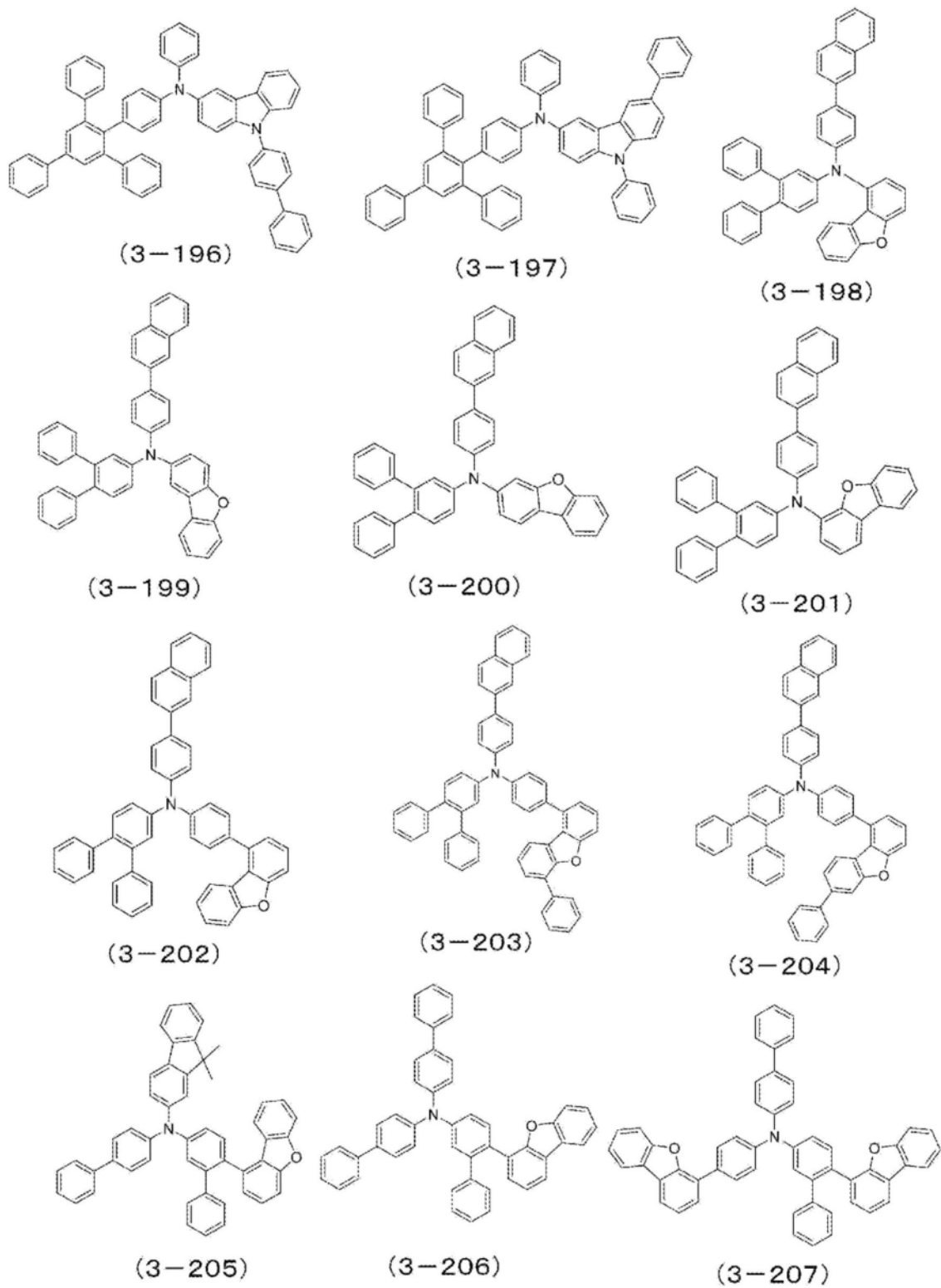


图26

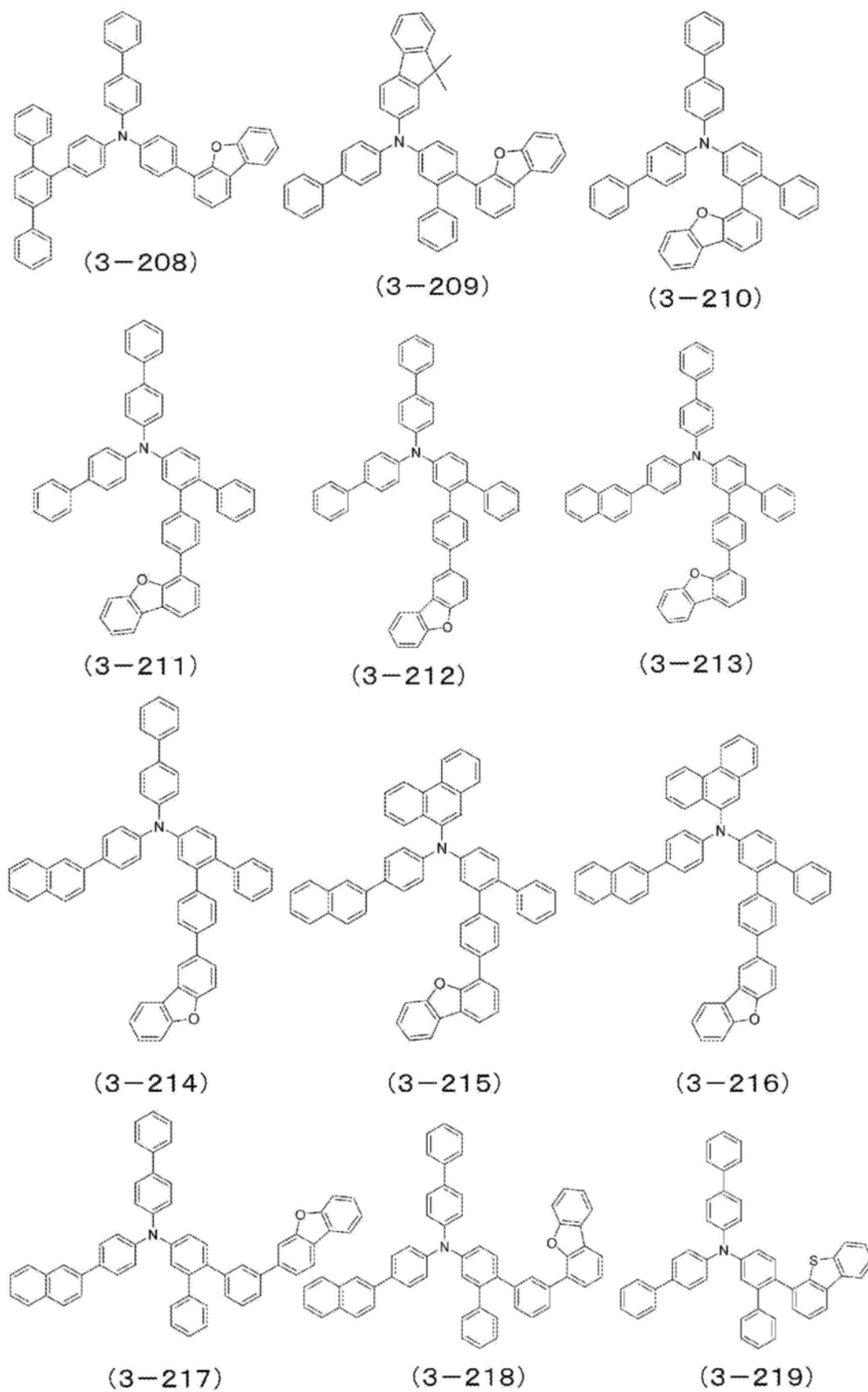


图27

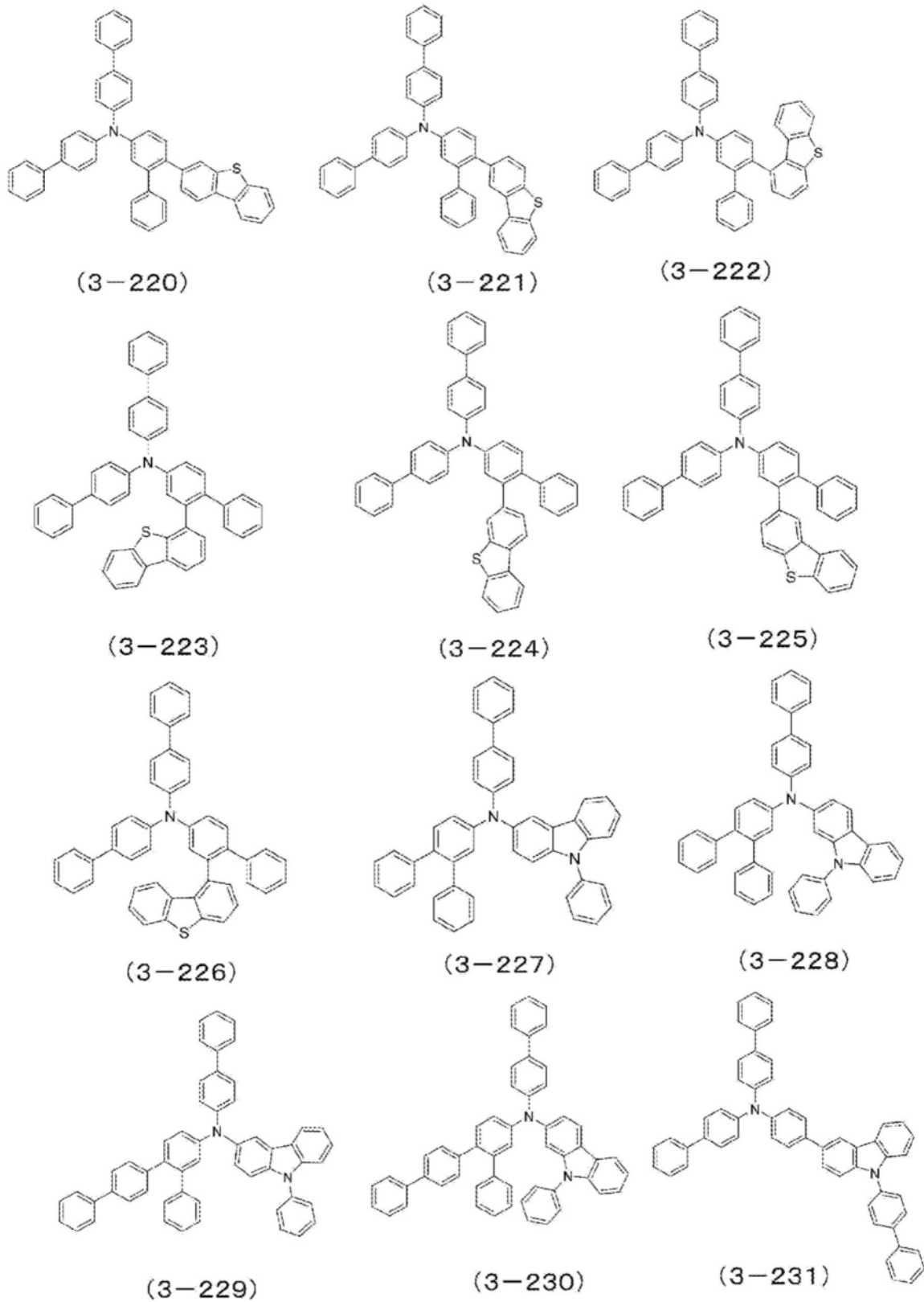


图28

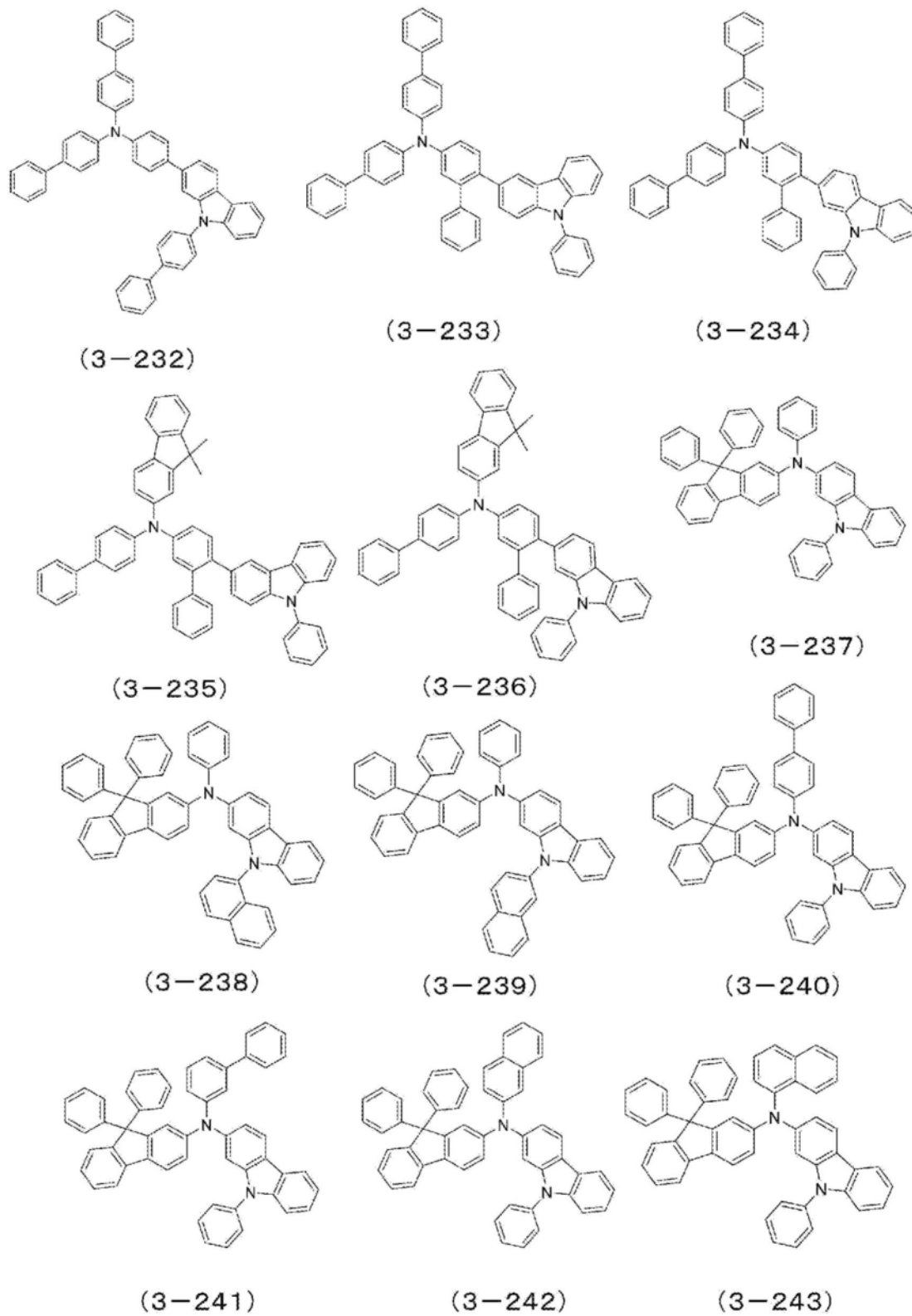


图29

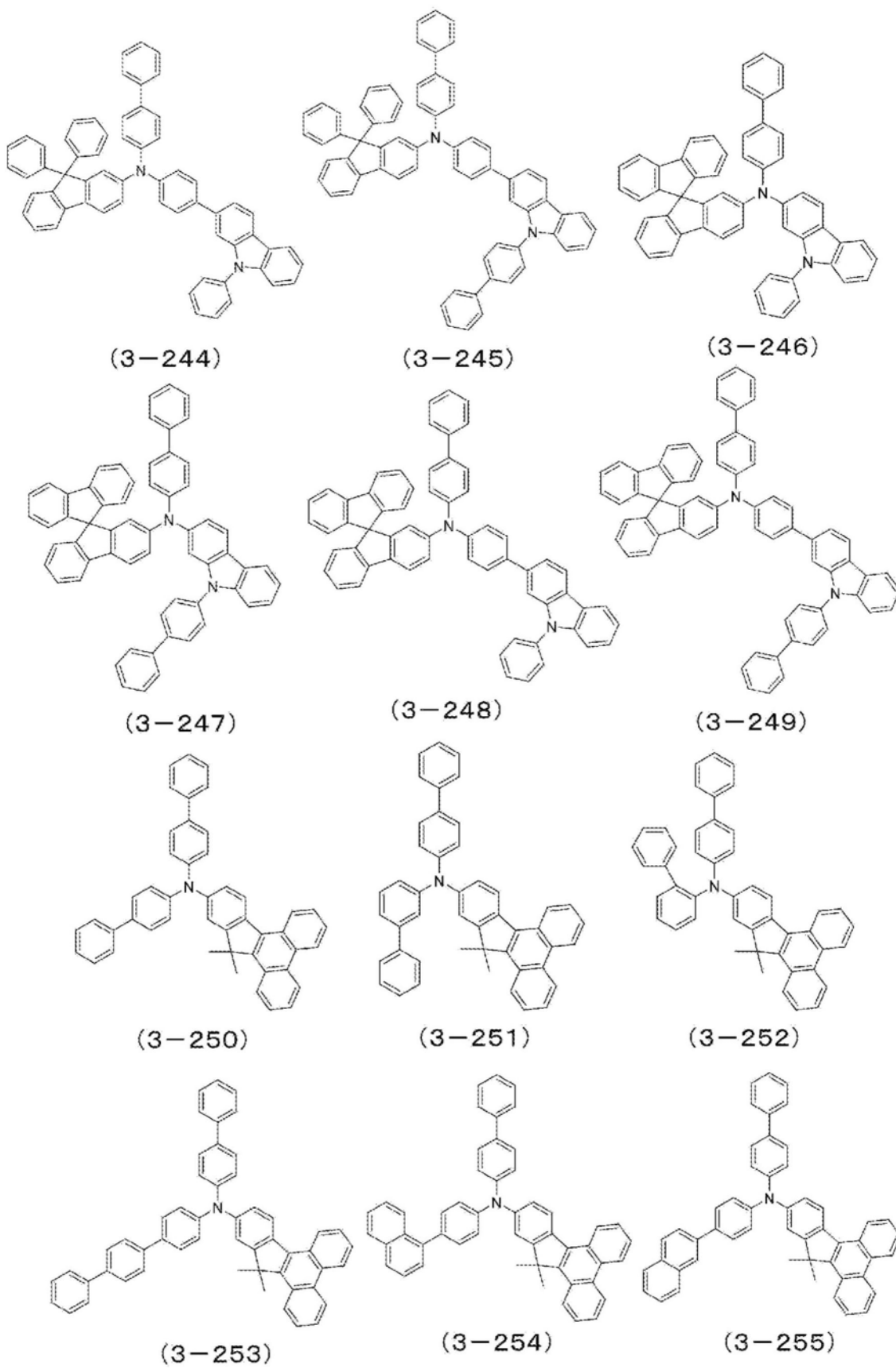


图30

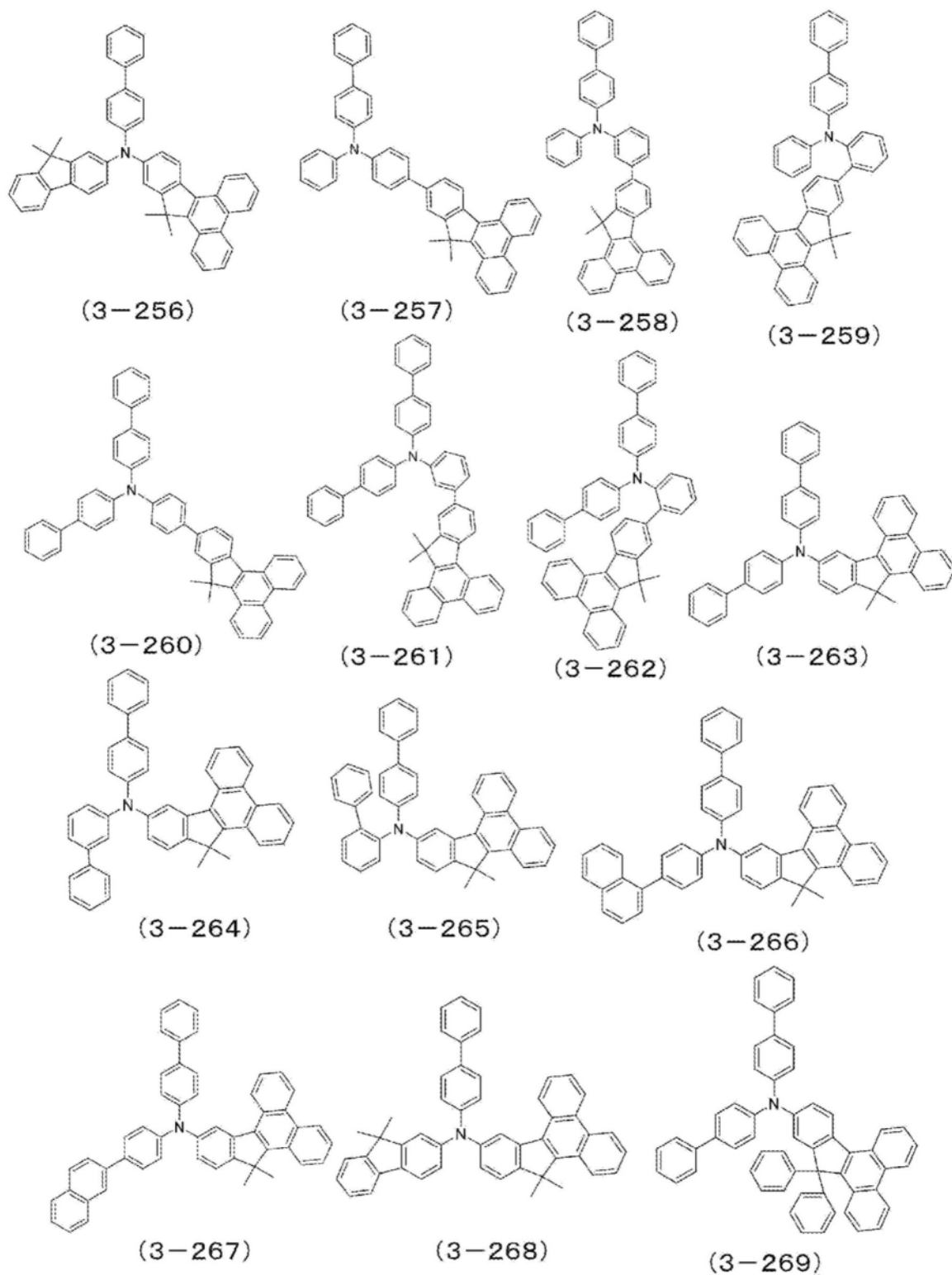


图31

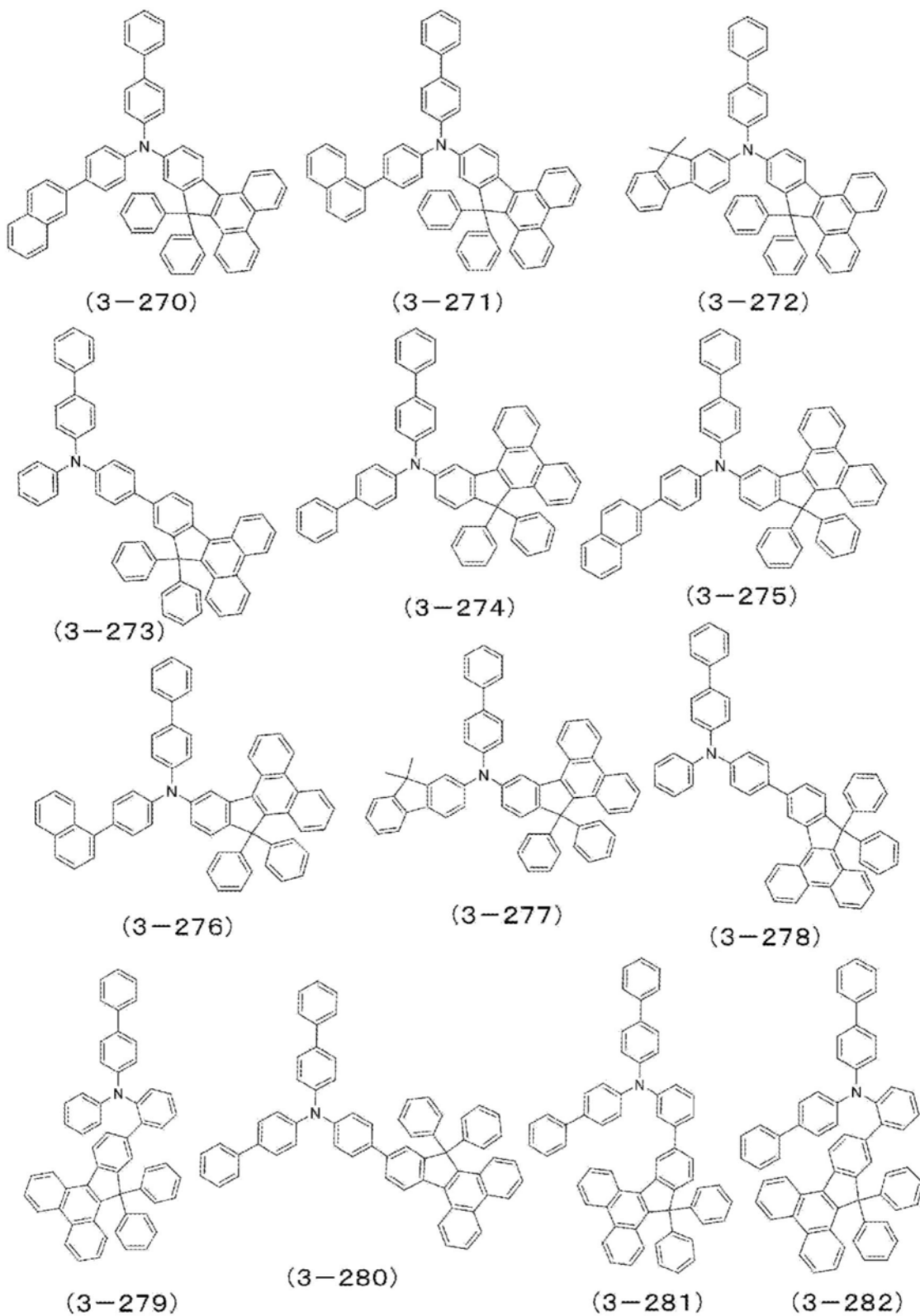


图32

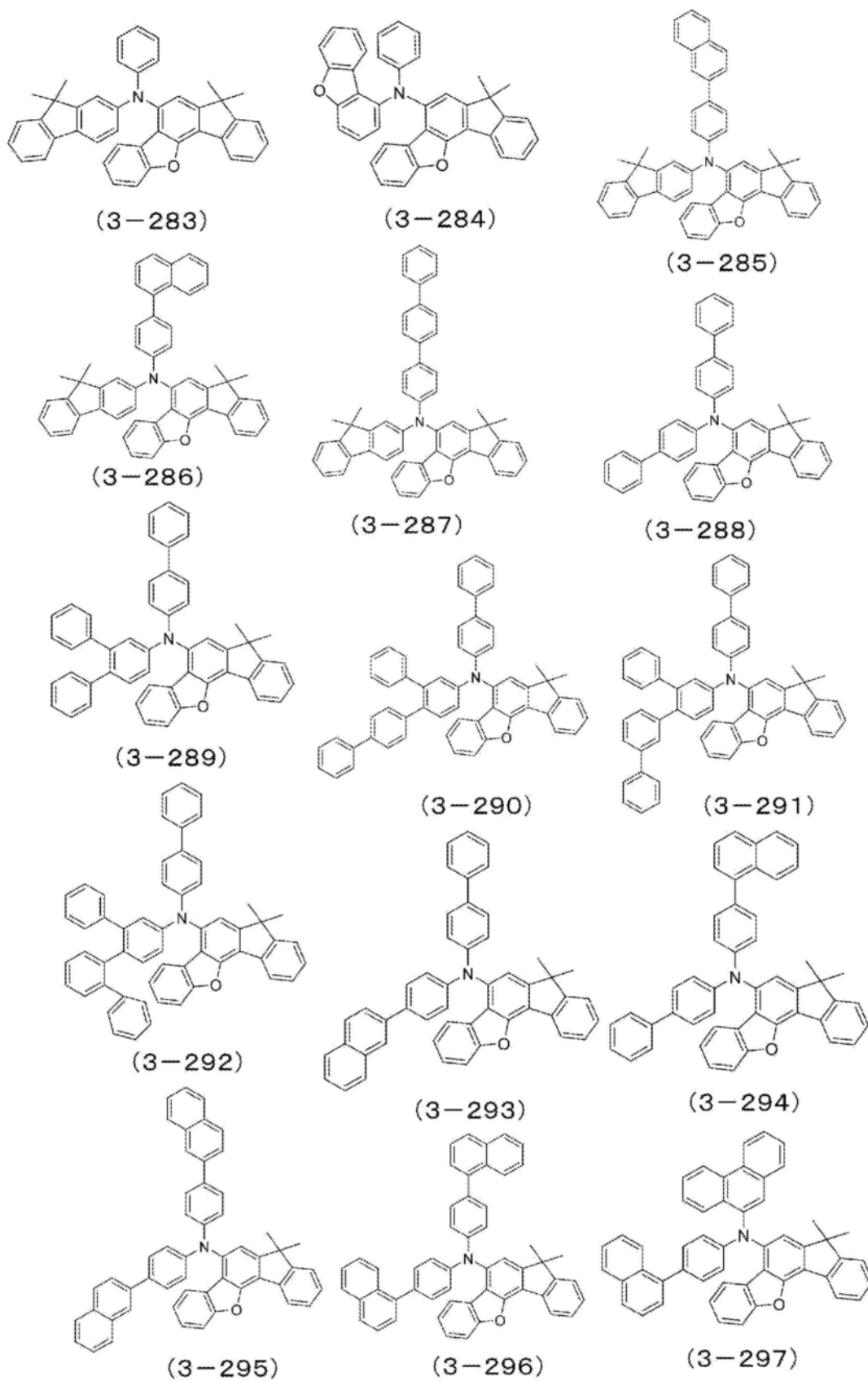


图33

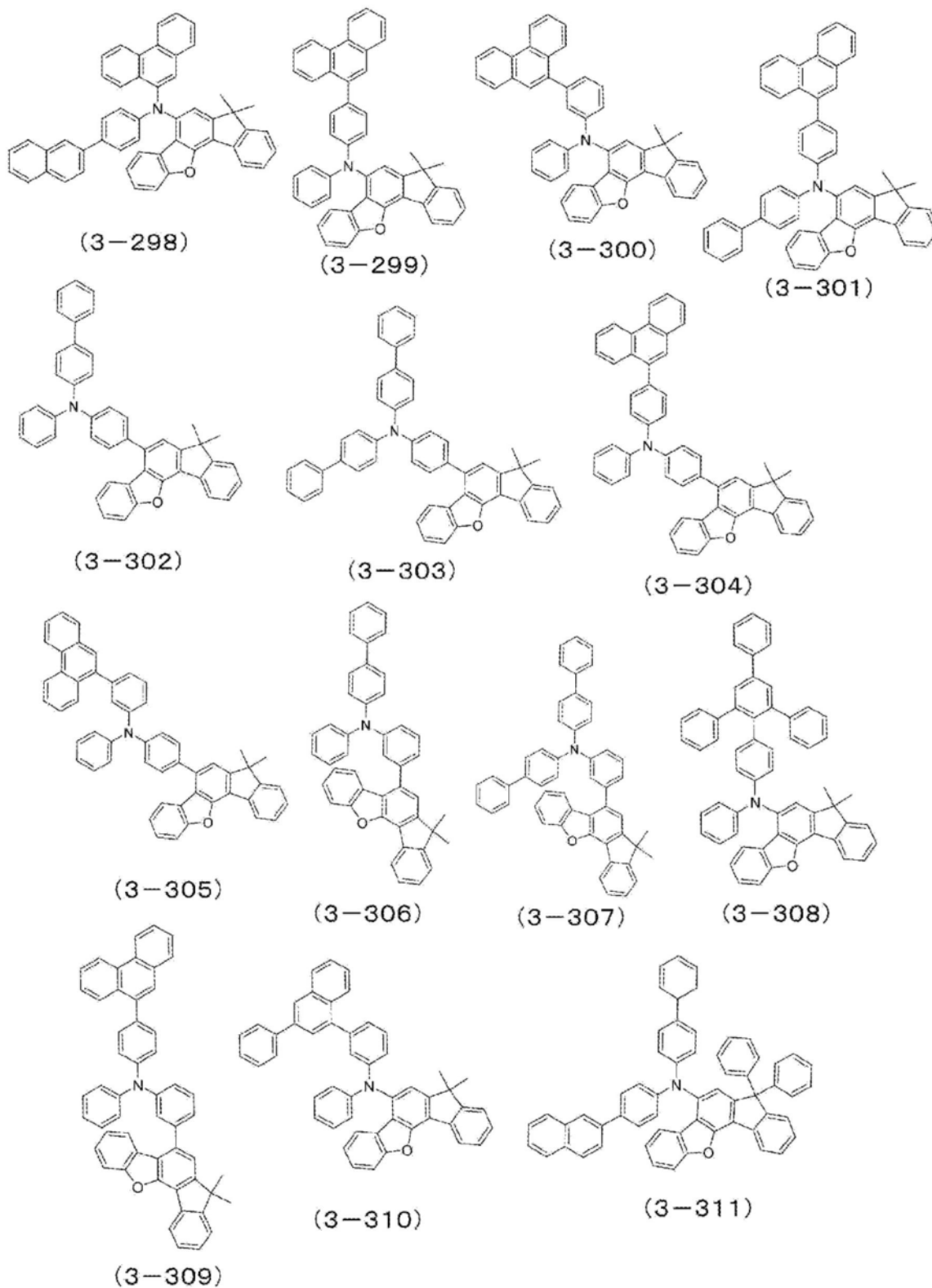


图34

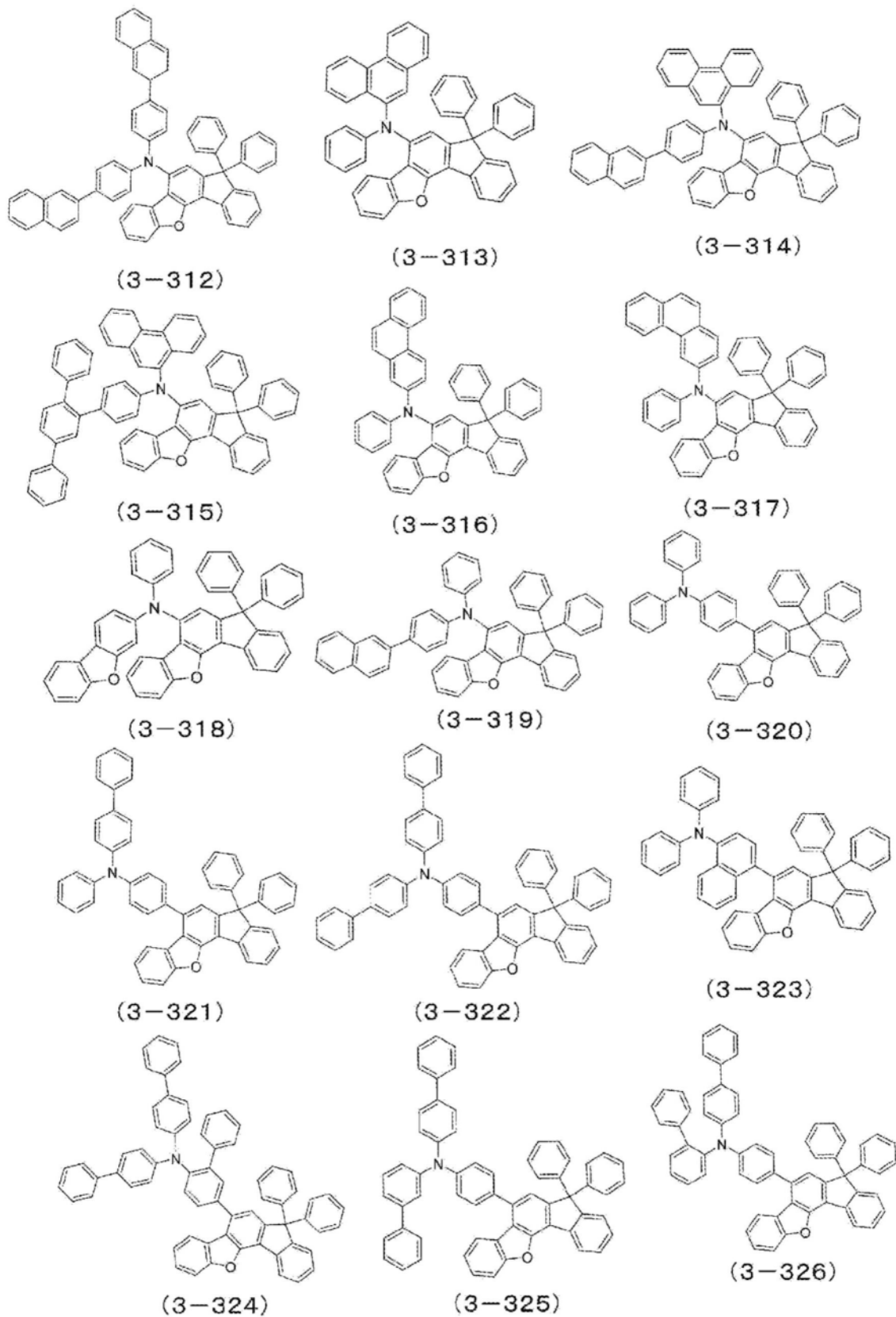


图35

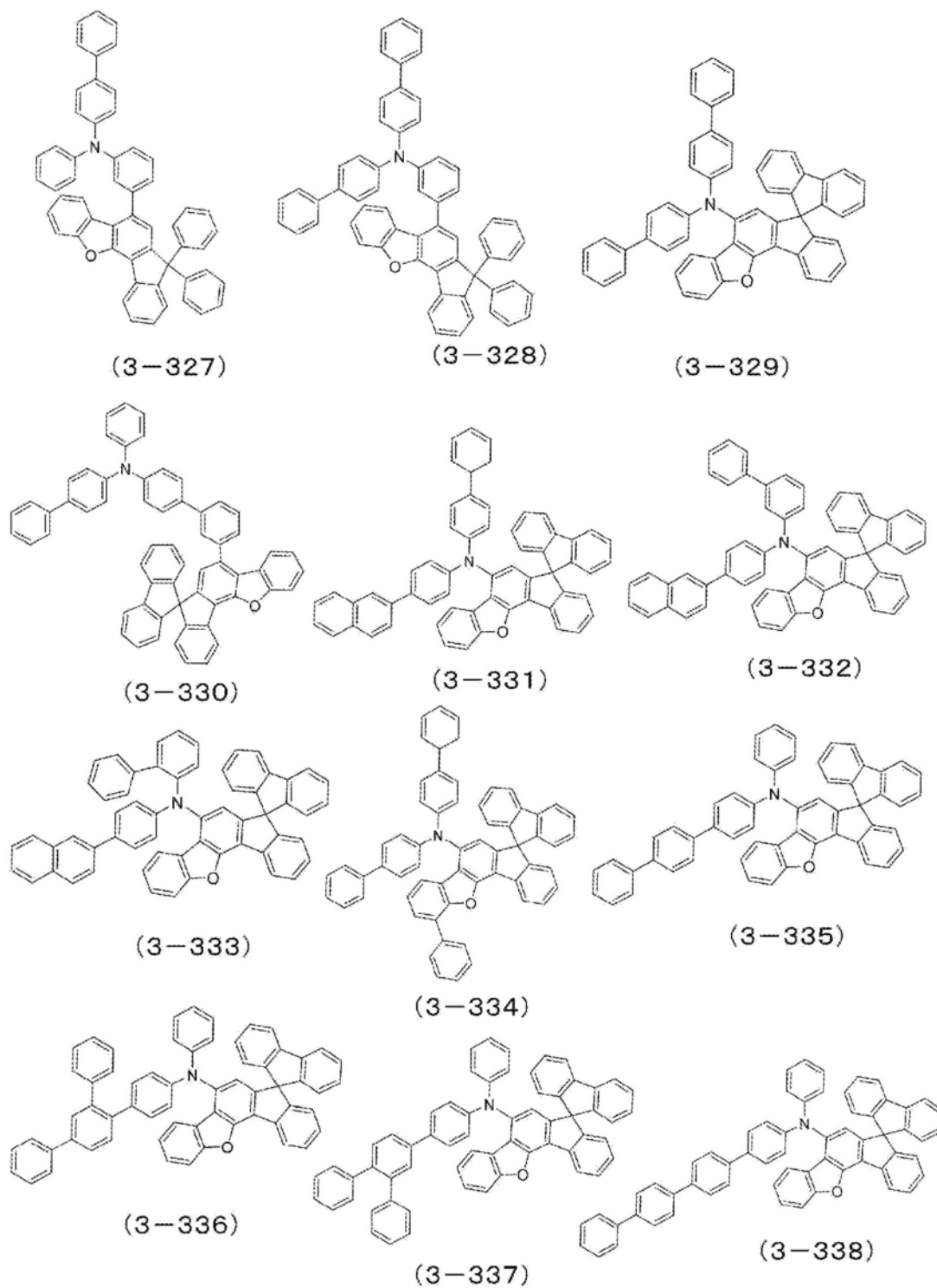


图36

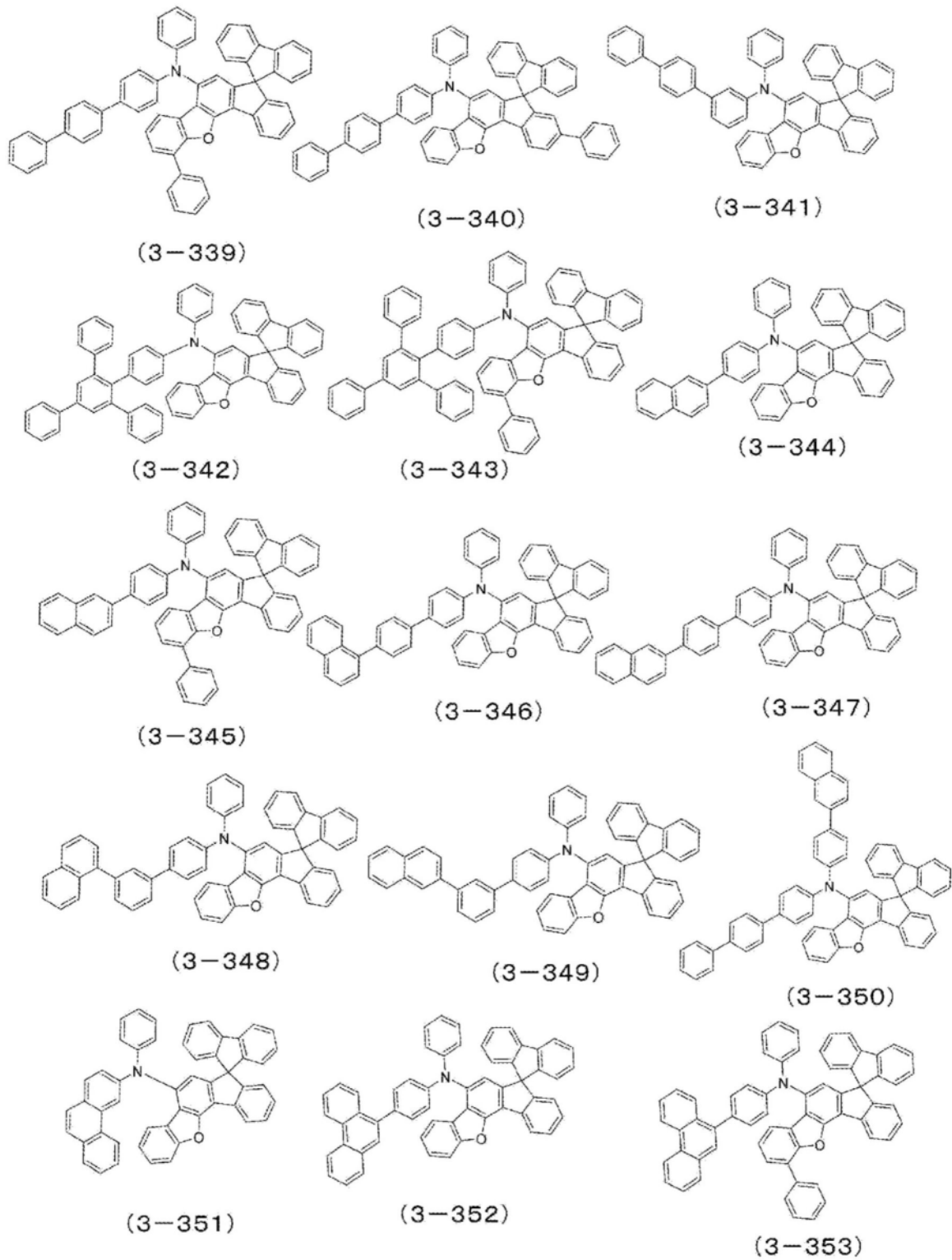


图37

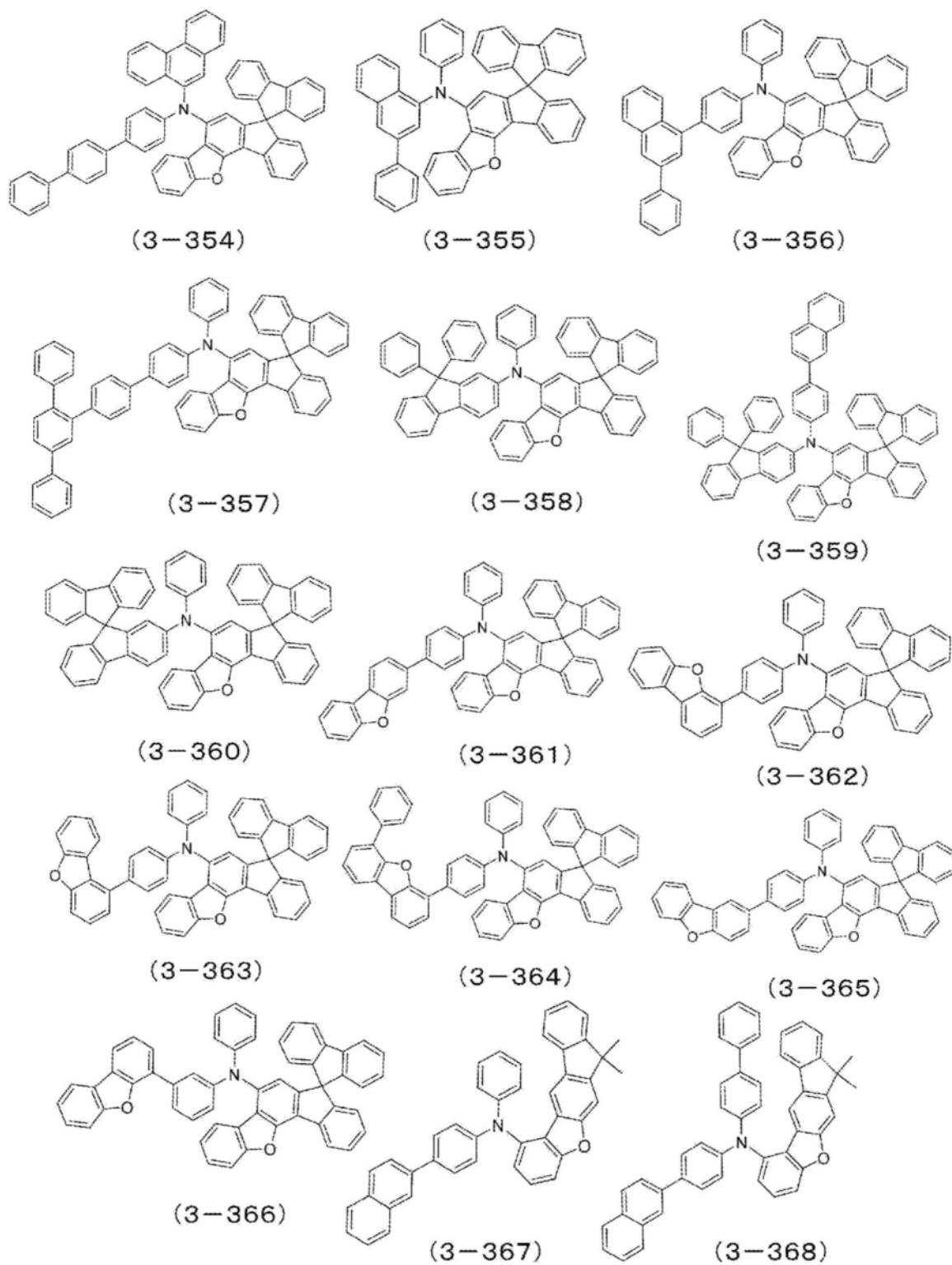


图38

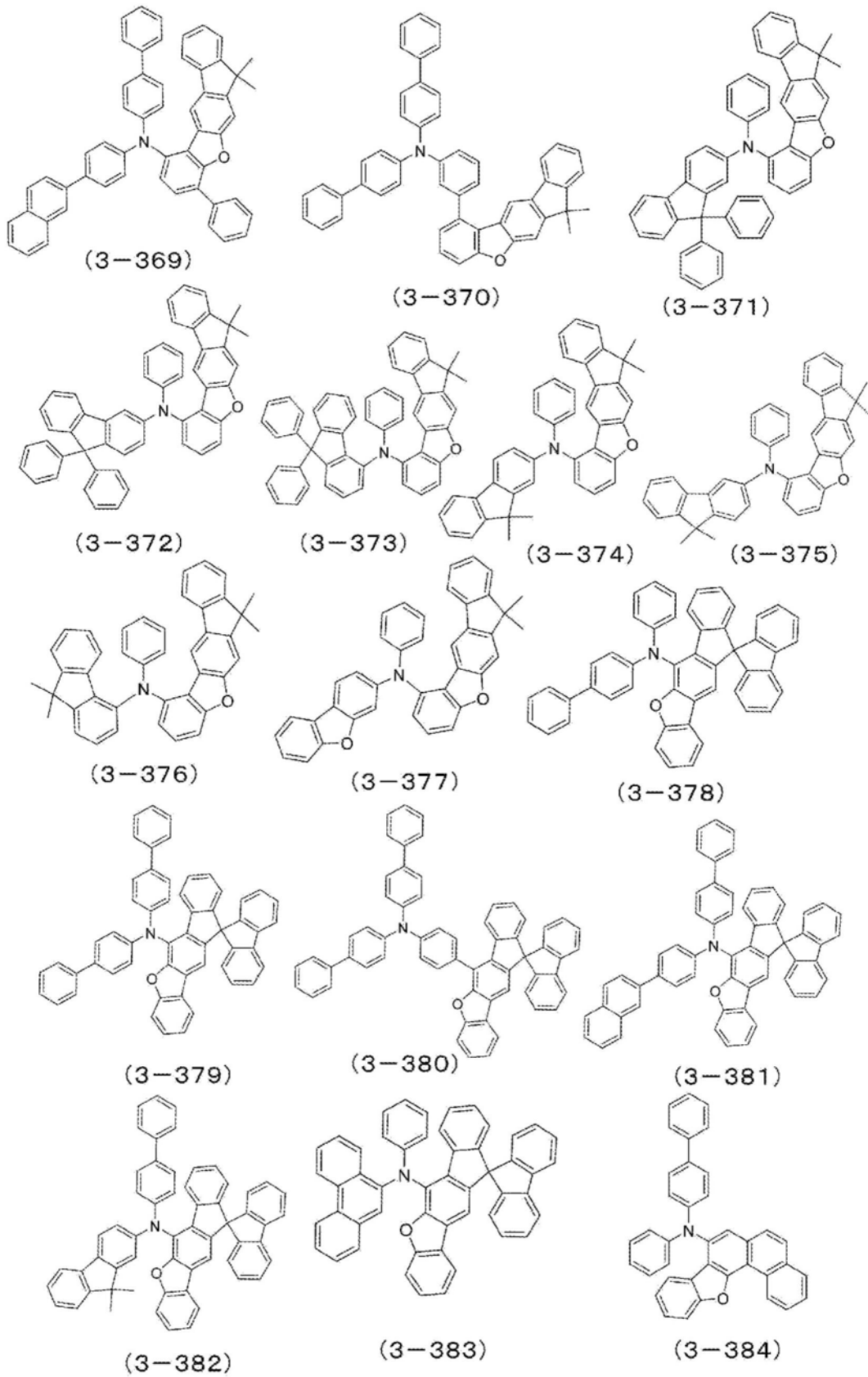


图39

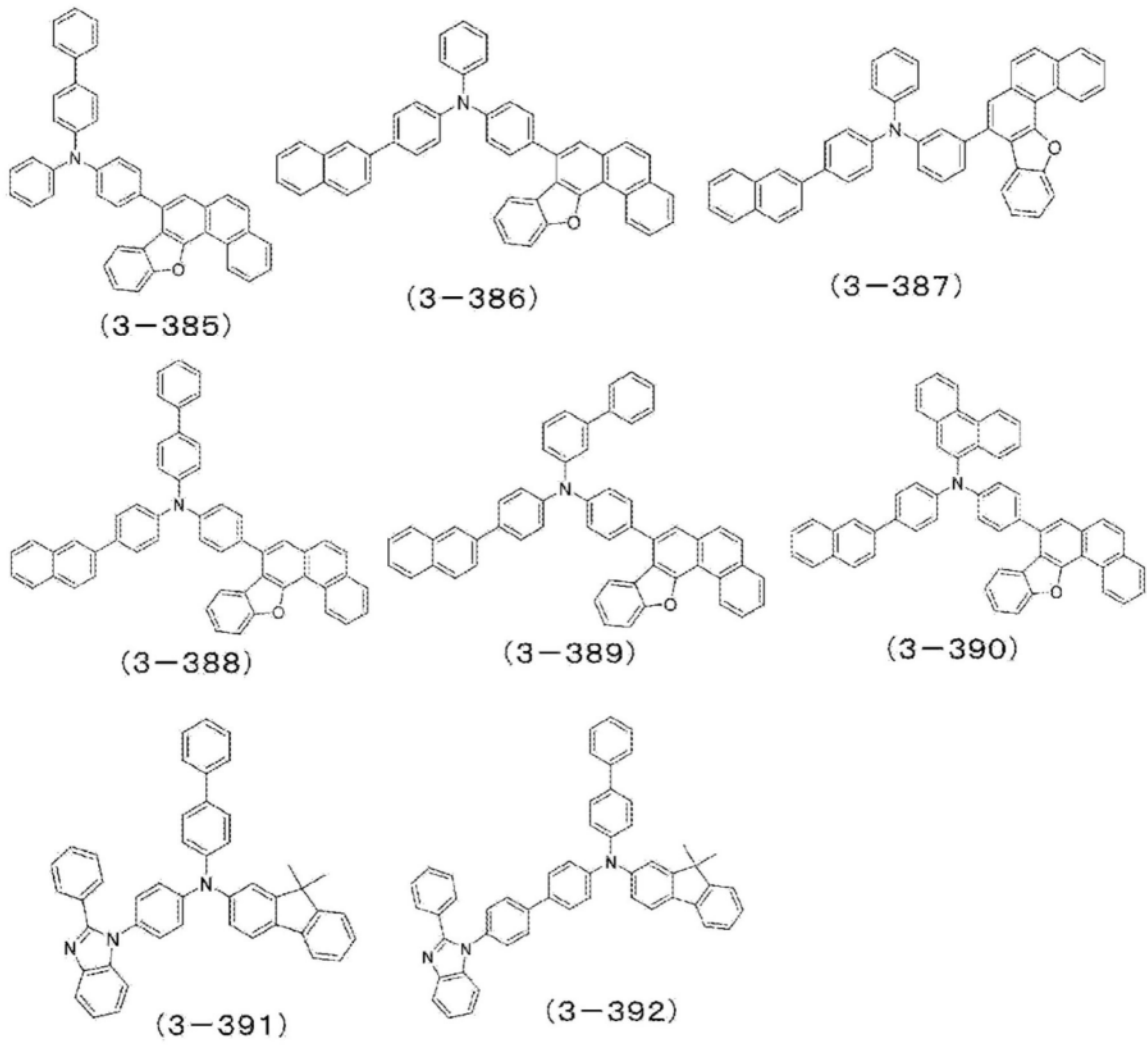


图40

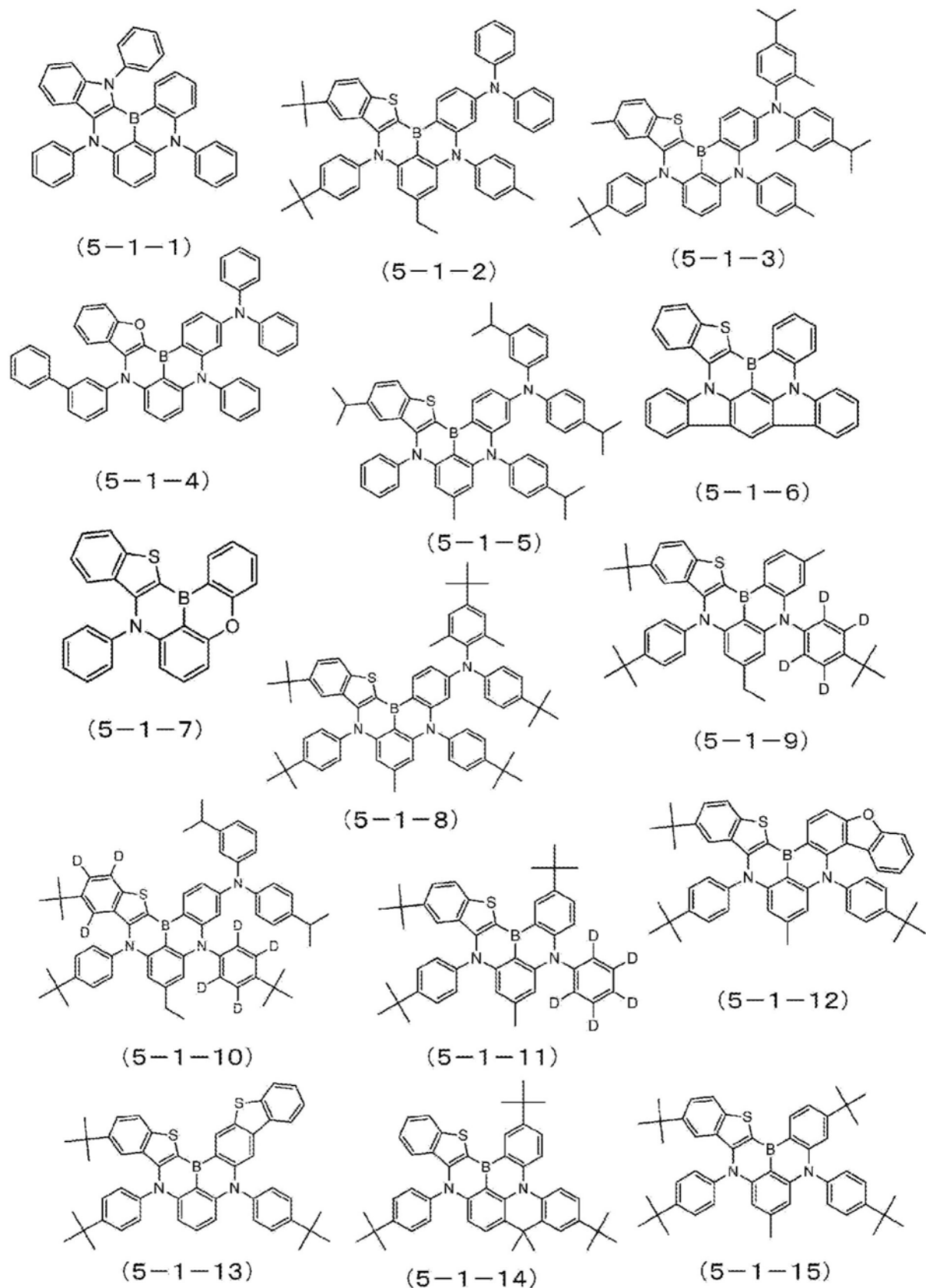


图41

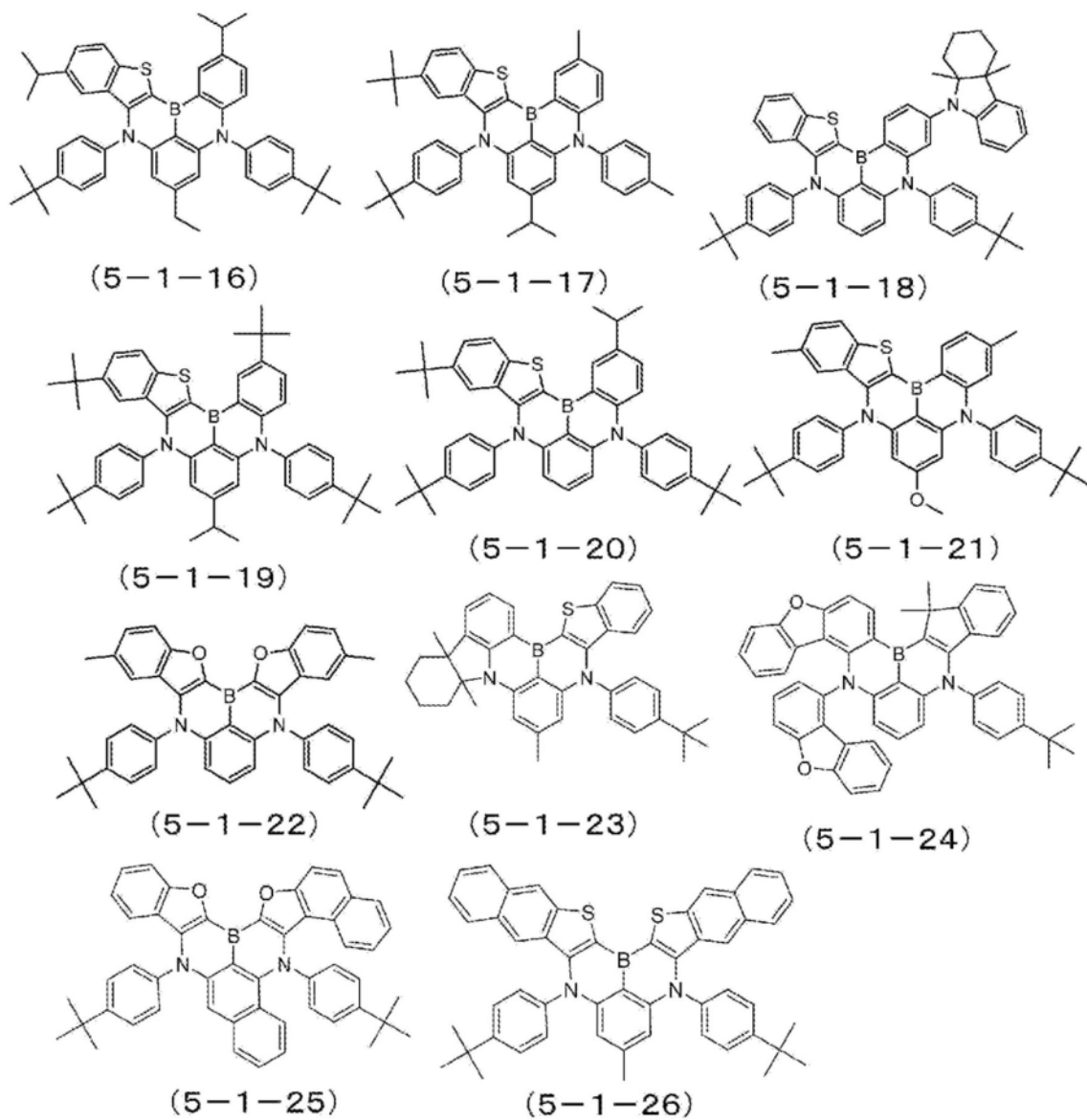


图42

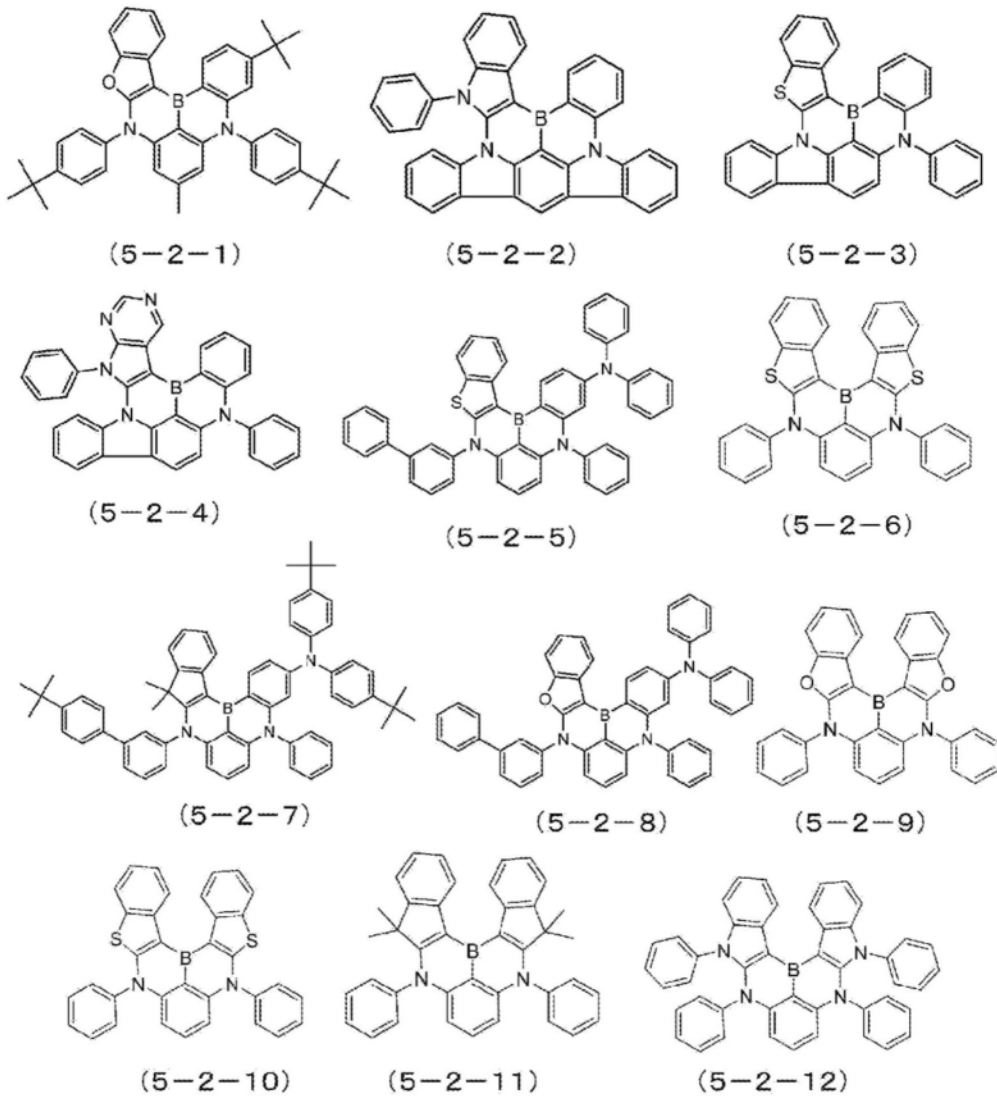


图43



图44