



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115347118 A

(43) 申请公布日 2022.11.15

(21) 申请号 202210519549.6

(22) 申请日 2022.05.13

(30) 优先权数据

2021-082604 2021.05.14 JP

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 久保田大介 镰田太介 新仓泰裕  
川上祥子 多田杏奈 濑尾哲史

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理人 李志强 梅黎

(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

H01L 51/46 (2006.01)

权利要求书9页 说明书105页 附图25页

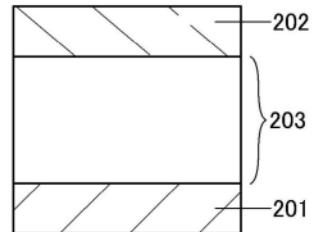
(54) 发明名称

受光器件、受发光装置以及电子设备

(57) 摘要

提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖受光器件、受发光装置以及电子设备。该受光器件包括一对电极间的受光层，受光层包括活性层及空穴传输层，空穴传输层包含第一有机化合物，第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物，并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。此外，该受光器件包括一对电极间的受光层，受光层包括电子传输层及活性层，电子传输层包含第二有机化合物，第二有机化合物为包含三嗪环的化合物。

200



1. 一种受光器件, 包括:

一对电极间的受光层,

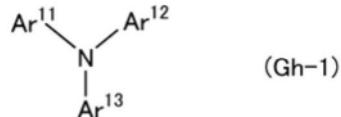
其中, 所述受光层包括空穴传输层及活性层,

所述空穴传输层包含第一有机化合物,

并且, 所述第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物, 并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。

2. 根据权利要求1所述的受光器件,

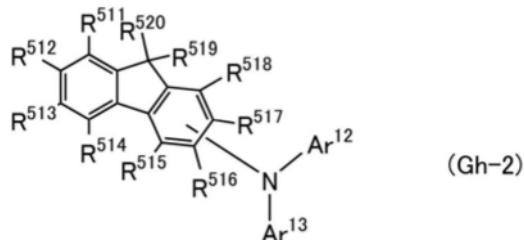
其中所述第一有机化合物为由通式 (Gh-1) 表示的有机化合物,



并且  $\text{Ar}^{11}$  至  $\text{Ar}^{13}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

3. 根据权利要求1所述的受光器件,

其中所述第一有机化合物为由通式 (Gh-2) 表示的有机化合物,



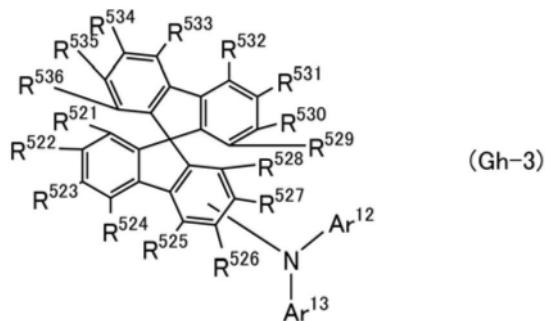
$\text{Ar}^{12}$  及  $\text{Ar}^{13}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,

$\text{R}^{511}$  至  $\text{R}^{520}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,

并且  $\text{R}^{519}$  与  $\text{R}^{520}$  彼此键合来形成环。

4. 根据权利要求1所述的受光器件,

其中所述第一有机化合物为由通式 (Gh-3) 表示的有机化合物,



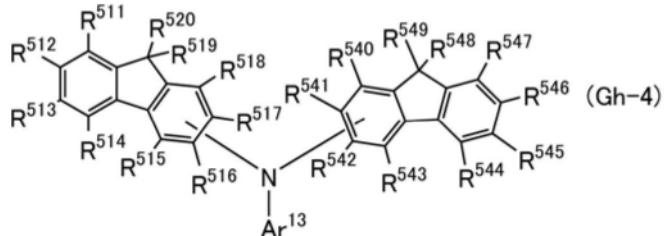
$\text{Ar}^{12}$  及  $\text{Ar}^{13}$  分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,

并且  $\text{R}^{521}$  至  $\text{R}^{536}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、

取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

5. 根据权利要求1所述的受光器件，

其中所述第一有机化合物为由通式 (Gh-4) 表示的有机化合物，



Ar<sup>13</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基，

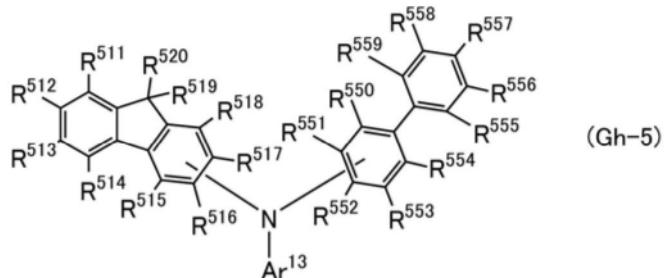
R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>540</sup>至R<sup>549</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基，

R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>彼此键合来形成环，

并且R<sup>548</sup>与R<sup>549</sup>彼此键合来形成环。

6. 根据权利要求1所述的受光器件，

其中所述第一有机化合物为由通式 (Gh-5) 表示的有机化合物，



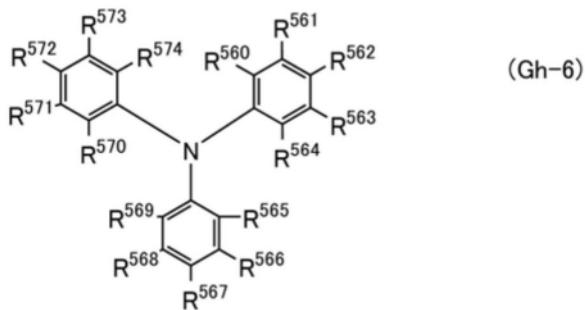
Ar<sup>13</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基，

R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>550</sup>至R<sup>559</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基，

并且R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>彼此键合来形成环。

7. 根据权利要求1所述的受光器件，

其中所述第一有机化合物为由通式 (Gh-6) 表示的有机化合物，



并且R<sup>560</sup>至R<sup>574</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

8. 根据权利要求1所述的受光器件，

其中所述受光层还包括包含第二有机化合物的电子传输层，

并且所述活性层位于所述电子传输层与所述空穴传输层之间。

9. 根据权利要求8所述的受光器件，

其中所述第二有机化合物为缺π电子杂芳香化合物。

10. 根据权利要求8所述的受光器件，

其中所述第二有机化合物为包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噁唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、包含喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物以及嘧啶衍生物中的任一个。

11. 根据权利要求1所述的受光器件，

其中所述活性层至少包含第三有机化合物及第四有机化合物，

所述第三有机化合物为酞菁铜(II) (CuPc)、四苯基二苯并二茚并芘(DBP)、酞菁锌(ZnPc)、酞菁锡(SnPc)、喹吖啶酮、咔唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物、包含芳香胺骨架的化合物、萘衍生物、蒽衍生物、芘衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、吡咯衍生物、苯并呋喃衍生物、苯并噻吩衍生物、吲哚衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吲哚咔唑衍生物、卟啉衍生物、酞菁衍生物、萘酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、聚对苯乙炔衍生物、聚对苯撑衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯咔唑衍生物以及聚噻吩衍生物中的任一个，

并且所述第四有机化合物为富勒烯、富勒烯衍生物、包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噁唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、萘衍生物、蒽衍生物、香豆素衍生物、罗丹明衍生物、三嗪衍生物以及醌衍生物中的任一个。

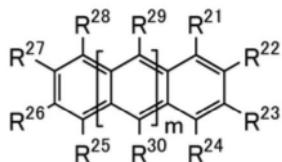
12. 根据权利要求1所述的受光器件，

其中所述活性层至少包含第三有机化合物及第四有机化合物，

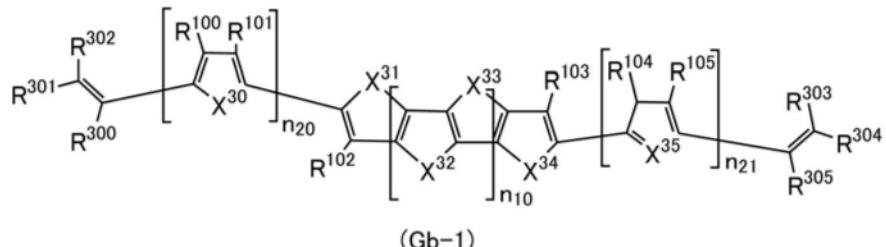
所述第三有机化合物为由通式(Ga-1)表示的有机化合物，

所述第四有机化合物为由通式(Gb-1)至通式(Gb-3)中的任一个表示的有机化合物或

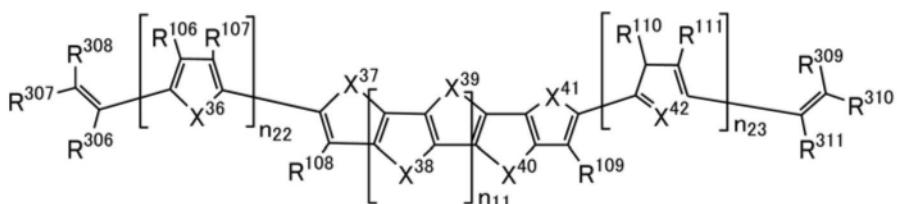
由通式 (Gc-1) 表示的有机化合物，



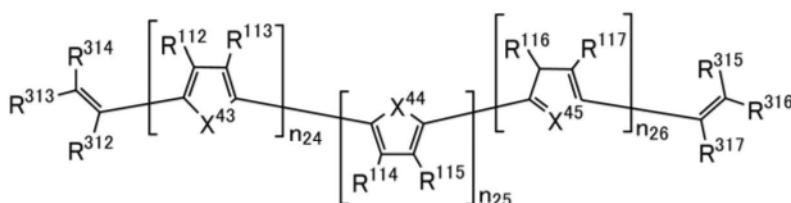
(Ga-1)



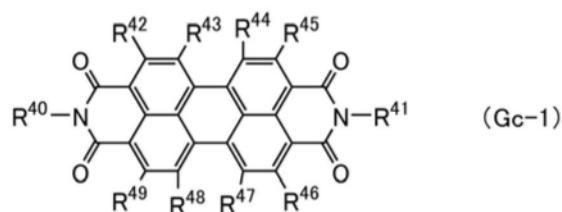
(Gb-1)



(Gb-2)



(Gb-3)



R<sup>21</sup>至R<sup>30</sup>分别独立地表示氢、氘、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、碳原子数为3至13的环烷基、卤素、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、氰基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基，

m表示2至5的整数，

X<sup>30</sup>至X<sup>45</sup>分别独立地表示氧或硫，

n<sub>10</sub>及n<sub>11</sub>分别独立地表示0至4的整数，

$n_{20}$ 至 $n_{26}$ 分别独立地表示0至3的整数，  
 $n_{24}$ 至 $n_{26}$ 中的至少一个表示1至3的整数，  
 $R^{100}$ 至 $R^{117}$ 分别独立地表示氢、氘、氰基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、碳原子数为3至13的环烷基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基或卤素，

$R^{300}$ 至 $R^{317}$ 分别独立地表示氢、氘、氰基、氟、氯、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基或取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基，

$R^{40}$ 及 $R^{41}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至13的链状烷基、碳原子数为3至13的支链烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或取代或未取代的碳原子数为6至13的芳香烷基，

并且 $R^{42}$ 至 $R^{49}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、取代或未取代的碳原子数为3至13的环烷基或卤素。

13. 一种受发光器件，包括：

一对电极间的受光层，

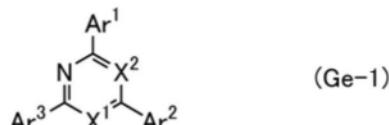
其中，所述受光层包括电子传输层及活性层，

所述电子传输层包含第二有机化合物，

并且，所述第二有机化合物为包含三嗪环的化合物。

14. 根据权利要求13所述的受光器件，

其中所述第二有机化合物为由通式(Ge-1)表示的有机化合物，



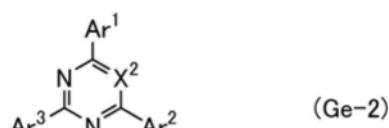
$Ar^1$ 至 $Ar^3$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基，

$X^1$ 及 $X^2$ 分别独立地表示碳或氮，

并且在 $X^1$ 及 $X^2$ 中的一个或两个为碳的情况下，所述碳键合于氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基或取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基。

15. 根据权利要求13所述的受光器件，

其中所述第二有机化合物为由通式(Ge-2)表示的有机化合物，



$Ar^1$ 至 $Ar^3$ 分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基，

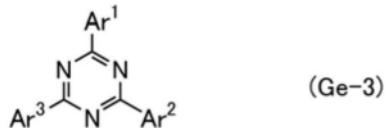
$X^2$ 表示碳或氮，

并且在 $X^2$ 为碳的情况下，所述碳键合于氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的

烷基或取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基。

16. 根据权利要求13所述的受光器件，

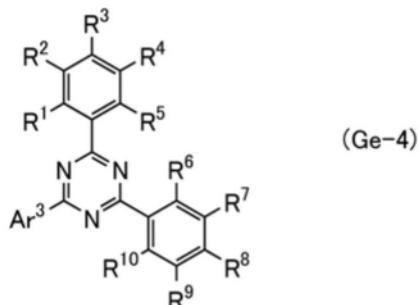
其中所述第二有机化合物为由通式(Ge-3)表示的有机化合物，



并且Ar<sup>1</sup>至Ar<sup>3</sup>分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基。

17. 根据权利要求13所述的受光器件，

其中所述第二有机化合物为由通式(Ge-4)表示的有机化合物，



Ar<sup>3</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基，

并且R<sup>1</sup>至R<sup>10</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至20的环烷基、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基。

18. 根据权利要求13所述的受光器件，

其中所述受光层还包括包含第一有机化合物的空穴传输层，

并且所述活性层位于所述电子传输层与所述空穴传输层之间。

19. 根据权利要求18所述的受光器件，

其中所述第一有机化合物为富π电子杂芳香化合物或芳香胺。

20. 根据权利要求18所述的受光器件，

其中所述第一有机化合物为咔唑衍生物、噻吩衍生物以及呋喃衍生物中的任一个。

21. 根据权利要求18所述的受光器件，

其中所述第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物，并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。

22. 根据权利要求18所述的受光器件，

其中所述第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物，并包含选自联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的两个以上的骨架。

23. 根据权利要求13所述的受光器件，

其中所述活性层至少包含第三有机化合物及第四有机化合物，

所述第三有机化合物为酞菁铜(II) (CuPc)、四苯基二苯并二茚并芘(DBP)、酞菁锌

(ZnPc)、酞菁锡 (SnPc)、喹吖啶酮、咔唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物、包含芳香胺骨架的化合物、萘衍生物、蒽衍生物、芘衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、吡咯衍生物、苯并呋喃衍生物、苯并噻吩衍生物、吲哚衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吲哚咔唑衍生物、卟啉衍生物、酞菁衍生物、萘酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、聚对苯乙炔衍生物、聚对苯撑衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯咔唑衍生物以及聚噻吩衍生物中的任一个，

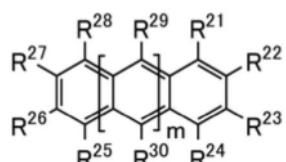
并且所述第四有机化合物为富勒烯、富勒烯衍生物、包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噁唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、萘衍生物、蒽衍生物、香豆素衍生物、罗丹明衍生物、三嗪衍生物以及醌衍生物中的任一个。

24. 根据权利要求13所述的受光器件，

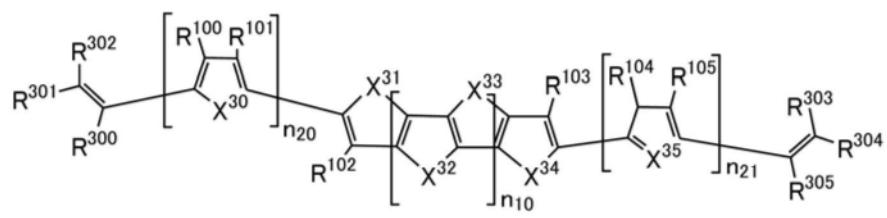
其中所述活性层至少包含第三有机化合物及第四有机化合物，

所述第三有机化合物为由通式 (Ga-1) 表示的有机化合物，

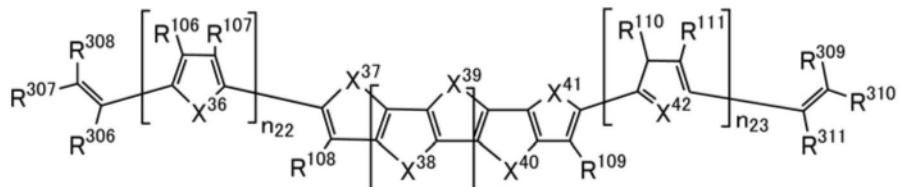
所述第四有机化合物为由通式 (Gb-1) 至通式 (Gb-3) 中的任一个表示的有机化合物或由通式 (Gc-1) 表示的有机化合物，



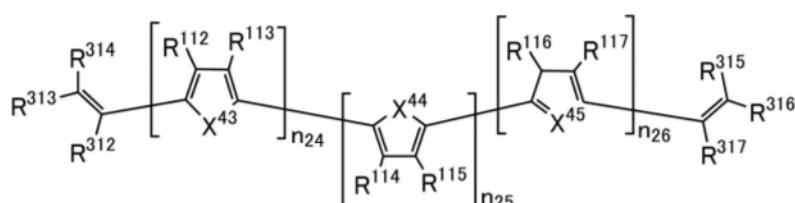
(Ga-1)



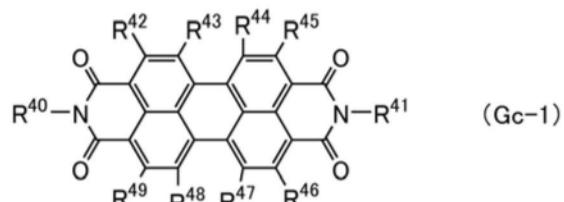
(Gb-1)



(Gb-2)



(Gb-3)



(Gc-1)

R<sup>21</sup>至R<sup>30</sup>分别独立地表示氢、氘、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、碳原子数为3至13的环烷基、卤素、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、氰基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基，

m表示2至5的整数，

X<sup>30</sup>至X<sup>45</sup>分别独立地表示氧或硫，

n<sub>10</sub>及n<sub>11</sub>分别独立地表示0至4的整数，

n<sub>20</sub>至n<sub>26</sub>分别独立地表示0至3的整数，

n<sub>24</sub>至n<sub>26</sub>中的至少一个表示1至3的整数，

R<sup>100</sup>至R<sup>117</sup>分别独立地表示氢、氘、氰基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、碳原子数为3至13的环烷基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基或卤素，

$R^{300}$ 至 $R^{317}$ 分别独立地表示氢、氘、氰基、氟、氯、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基或取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基，

$R^{40}$ 及 $R^{41}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至13的链状烷基、碳原子数为3至13的支链烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或取代或未取代的碳原子数为6至13的芳香烷基，

并且 $R^{42}$ 至 $R^{49}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、取代或未取代的碳原子数为3至13的环烷基或卤素。

## 受光器件、受发光装置以及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种受光器件、受发光装置、电子设备或半导体装置。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。此外,本发明的一个方式涉及一种工序 (process)、机器 (machine)、产品 (manufacture) 或者组合物 (composition of matter)。由此,更具体而言,作为本说明书所公开的本发明的一个方式的技术领域的例子可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、这些装置的驱动方法或者这些装置的制造方法。

### 背景技术

[0003] 已知显示区域中的像素包括发光元件及光电转换元件的功能面板(专利文献1)。例如,功能面板包括第一驱动电路、第二驱动电路及区域,第一驱动电路供应第一选择信号,第二驱动电路供应第二选择信号及第三选择信号,区域包括像素。像素包括第一像素电路、发光元件、第二像素电路及光电转换元件。第一像素电路被供应第一选择信号,第一像素电路根据第一选择信号获取图像信号,发光元件与第一像素电路电连接,发光元件根据图像信号发光。此外,第二像素电路在没有被供应第一选择信号的期间被供应第二选择信号及第三选择信号,第二像素电路根据第二选择信号获取摄像信号,根据第三选择信号供应摄像信号,光电转换元件与第二像素电路电连接,光电转换元件生成摄像信号。

[0004] [专利文献1] WO2020/152556号

### 发明内容

[0005] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖受光器件。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖受光装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖电子设备。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖受光器件、新颖受发光装置或新颖电子设备。

[0006] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。上述目的以外的目的从说明书、附图、权利要求书等的记载中看来是显而易见的,并且可以从说明书、附图、权利要求书等的记载中抽取上述目的以外的目的。

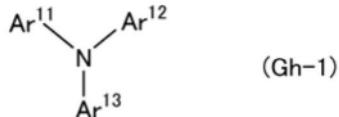
[0007] 本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物,并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。

[0008] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物,并包含选自联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯

并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的两个以上的骨架。

[0009] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,并且第一有机化合物为由通式(Gh-1)表示的有机化合物。

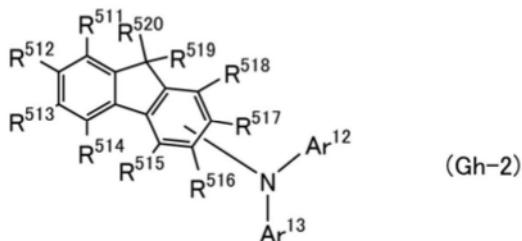
[0010] [化学式1]



[0011] 在式(Gh-1)中,Ar<sup>11</sup>至Ar<sup>13</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0012] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,并且第一有机化合物为由通式(Gh-2)表示的有机化合物。

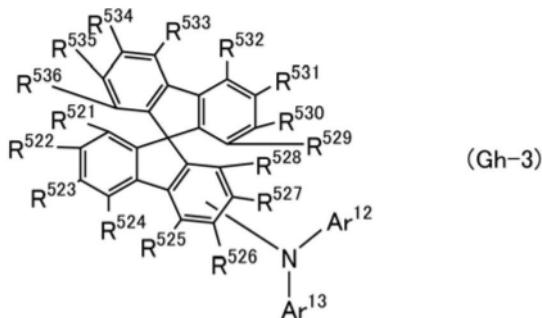
[0013] [化学式2]



[0014] 在式(Gh-2)中,Ar<sup>12</sup>及Ar<sup>13</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,并且R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>也可以彼此键合来形成环。

[0015] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,并且第一有机化合物为由通式(Gh-3)表示的有机化合物。

[0016] [化学式3]

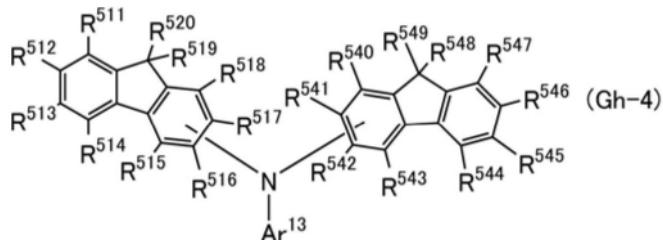


[0017] 在式(Gh-3)中,Ar<sup>12</sup>及Ar<sup>13</sup>分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>521</sup>至R<sup>536</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1

至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0018] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,并且第一有机化合物为由通式(Gh-4)表示的有机化合物。

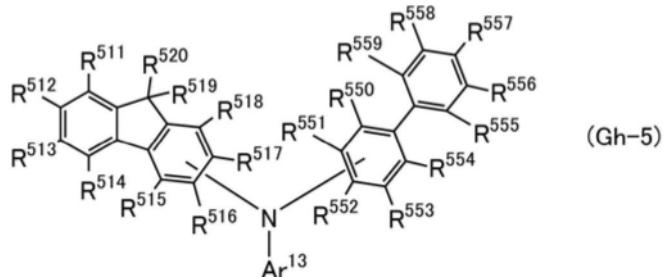
[0019] [化学式4]



[0020] 在式(Gh-4)中,Ar<sup>13</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>540</sup>至R<sup>549</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>也可以彼此键合来形成环,并且R<sup>548</sup>与R<sup>549</sup>也可以彼此键合来形成环。

[0021] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,并且第一有机化合物为由通式(Gh-5)表示的有机化合物。

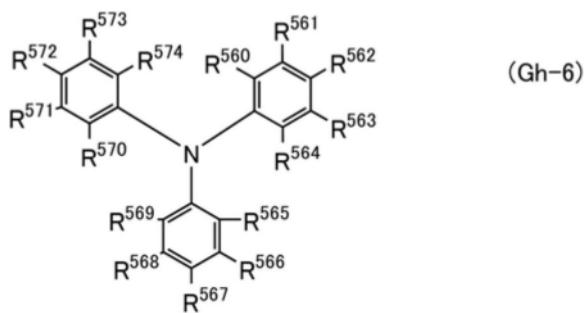
[0022] [化学式5]



[0023] 在式(Gh-5)中,Ar<sup>13</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>550</sup>至R<sup>559</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,并且R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>也可以彼此键合来形成环。

[0024] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,并且第一有机化合物为由通式(Gh-6)表示的有机化合物。

[0025] [化学式6]



[0026] 在式 (Gh-6) 中,  $R^{560}$  至  $R^{574}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0027] 在上述各结构的受光器件中, 优选的是, 受光层包括包含第二有机化合物的电子传输层, 并且活性层位于电子传输层与空穴传输层之间。

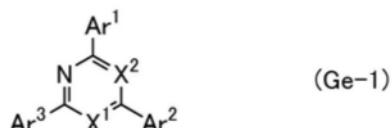
[0028] 在上述结构的受光器件中, 优选的是, 第二有机化合物为缺 $\pi$ 电子杂芳香化合物。

[0029] 此外, 在上述结构的受光器件中, 优选的是, 第二有机化合物为包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噁唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、包含喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物以及嘧啶衍生物中的任一个。

[0030] 此外, 本发明的一个方式是一种受光器件, 该受光器件包括一对电极间的受光层, 受光层包括电子传输层及活性层, 电子传输层包含第二有机化合物, 并且第二有机化合物为包含三嗪环的化合物。

[0031] 此外, 本发明的一个方式是一种受光器件, 该受光器件包括一对电极间的受光层, 受光层包括电子传输层及活性层, 电子传输层包含第二有机化合物, 并且第二有机化合物为由通式 (Ge-1) 表示的有机化合物。

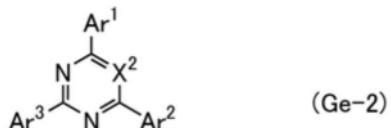
[0032] [化学式7]



[0033] 在上述式 (Ge-1) 中,  $Ar^1$  至  $Ar^3$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基,  $X^1$  及  $X^2$  分别独立地表示碳或氮, 在  $X^1$  及  $X^2$  中的一个或两个为碳的情况下, 碳键合于氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基或取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基。

[0034] 此外, 本发明的一个方式是一种受光器件, 该受光器件包括一对电极间的受光层, 受光层包括电子传输层及活性层, 电子传输层包含第二有机化合物, 并且第二有机化合物为由通式 (Ge-2) 表示的有机化合物。

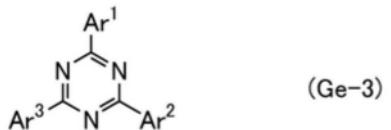
[0035] [化学式8]



[0036] 在上述式 (Ge-2) 中, Ar<sup>1</sup>至Ar<sup>3</sup>分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基,X<sup>2</sup>表示碳或氮,在X<sup>2</sup>为碳的情况下,碳键合于氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基或取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基。

[0037] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括电子传输层及活性层,电子传输层包含第二有机化合物,并且第二有机化合物为由通式 (Ge-3) 表示的有机化合物。

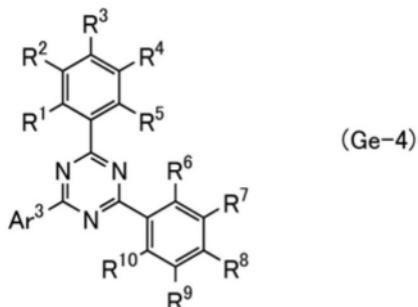
[0038] [化学式9]



[0039] 在上述式 (Ge-3) 中, Ar<sup>1</sup>至Ar<sup>3</sup>分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基。

[0040] 此外,本发明的一个方式是一种受光器件,该受光器件包括一对电极间的受光层,受光层包括电子传输层及活性层,电子传输层包含第二有机化合物,并且第二有机化合物为由通式 (Ge-4) 表示的有机化合物。

[0041] [化学式10]



[0042] 在上述式 (Ge-4) 中, Ar<sup>3</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基,R<sup>1</sup>至R<sup>10</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至20的环烷基、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基。

[0043] 在上述各结构的受光器件中,优选的是,受光层包括包含第一有机化合物的空穴传输层,并且活性层位于电子传输层与空穴传输层之间。

[0044] 在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为富π电子杂芳香化合物或芳香胺。

[0045] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为咔唑衍生物、噻吩衍生物以及呋喃衍生物中的任一个。

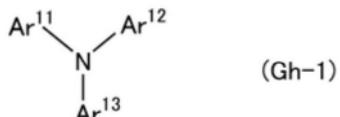
[0046] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为芳香单胺化合物或

杂芳香单胺化合物，并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。

[0047] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物,并包含选自联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的两个以上的骨架。

[0048] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为包含三芳胺骨架的单胺化合物(三芳胺化合物中的芳基包括杂芳基)。例如,第一有机化合物优选为由通式(Gh-1)表示的有机化合物。

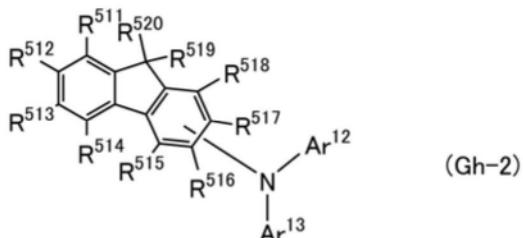
[0049] [化学式11]



[0050] 在上述式 (Gh-1) 中,  $\text{Ar}^{11}$  至  $\text{Ar}^{13}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0051] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为由通式(Gh-2)表示的有机化合物。

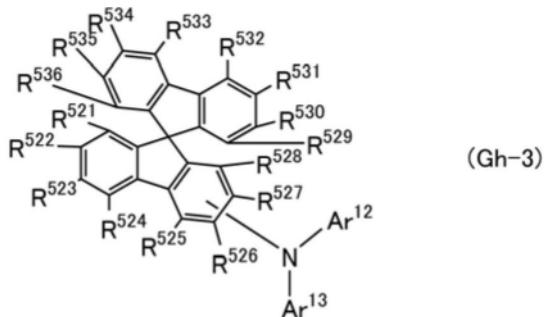
[0052] 「化学式12」



[0053] 上述式(Gh-2)中、 $\text{Ar}^{12}$ 及 $\text{Ar}^{13}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基， $\text{R}^{511}$ 至 $\text{R}^{520}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基，并且 $\text{R}^{519}$ 与 $\text{R}^{520}$ 也可以彼此键合来形成环。

[0054] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为由通式(Gh-3)表示的有机化合物。

[0055] [化学式13]

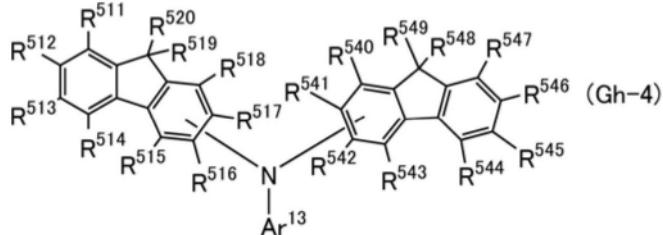


[0056] 在上述式 (Gh-3) 中,  $\text{Ar}^{12}$  及  $\text{Ar}^{13}$  分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上

且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,  $R^{521}$ 至 $R^{536}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0057] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为由通式(Gh-4)表示的有机化合物。

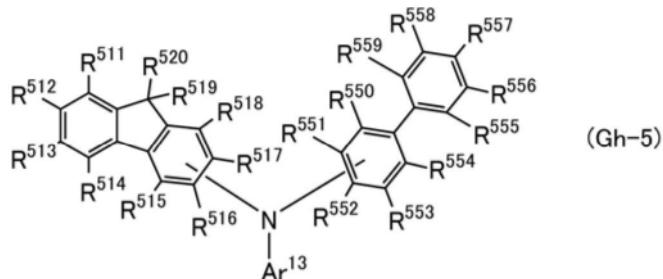
[0058] [化学式14]



[0059] 在上述式(Gh-4)中,  $Ar^{13}$ 表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,  $R^{511}$ 至 $R^{520}$ 及 $R^{540}$ 至 $R^{549}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,  $R^{519}$ 与 $R^{520}$ 也可以彼此键合来形成环,并且 $R^{548}$ 与 $R^{549}$ 也可以彼此键合来形成环。

[0060] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为由通式(Gh-5)表示的有机化合物。

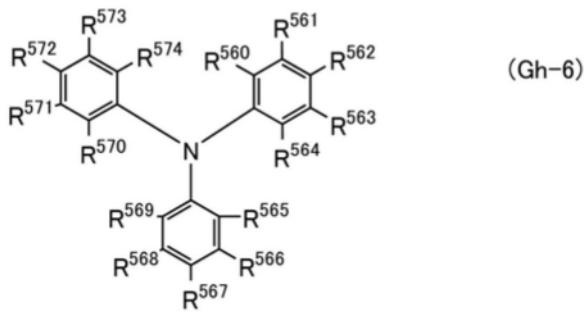
[0061] [化学式15]



[0062] 在上述式(Gh-5)中,  $Ar^{13}$ 表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,  $R^{511}$ 至 $R^{520}$ 及 $R^{550}$ 至 $R^{559}$ 分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,并且 $R^{519}$ 与 $R^{520}$ 也可以彼此键合来形成环。

[0063] 此外,在上述结构的受光器件中,优选的是,第一有机化合物为由通式(Gh-6)表示的有机化合物。

[0064] [化学式16]

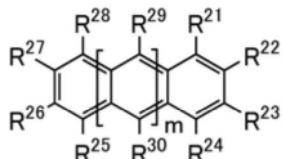


[0065] 在上述式 (Gh-6) 中,  $R^{560}$  至  $R^{574}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0066] 此外,在上述各结构的受光器件中,优选的是,活性层至少包含第三有机化合物及第四有机化合物,第三有机化合物为酞菁铜 (II) (Copper (II) phthalocyanine; CuPc)、四苯基二苯并二茚并芘 (Tetraphenyl dibenzoperiflanthene; DBP)、酞菁锌 (Zinc Phthalocyanine; ZnPc)、酞菁锡 (SnPc)、喹吖啶酮、咔唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物、包含芳香胺骨架的化合物、萘衍生物、蒽衍生物、芘衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、吡咯衍生物、苯并呋喃衍生物、苯并噻吩衍生物、吲哚衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吲哚咔唑衍生物、卟啉衍生物、酞菁衍生物、萘酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、聚对苯乙炔衍生物、聚对苯撑衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯咔唑衍生物以及聚噻吩衍生物中的任一个,第四有机化合物为富勒烯、富勒烯衍生物、包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噁唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、萘衍生物、蒽衍生物、香豆素衍生物、罗丹明衍生物、三嗪衍生物以及醌衍生物中的任一个。

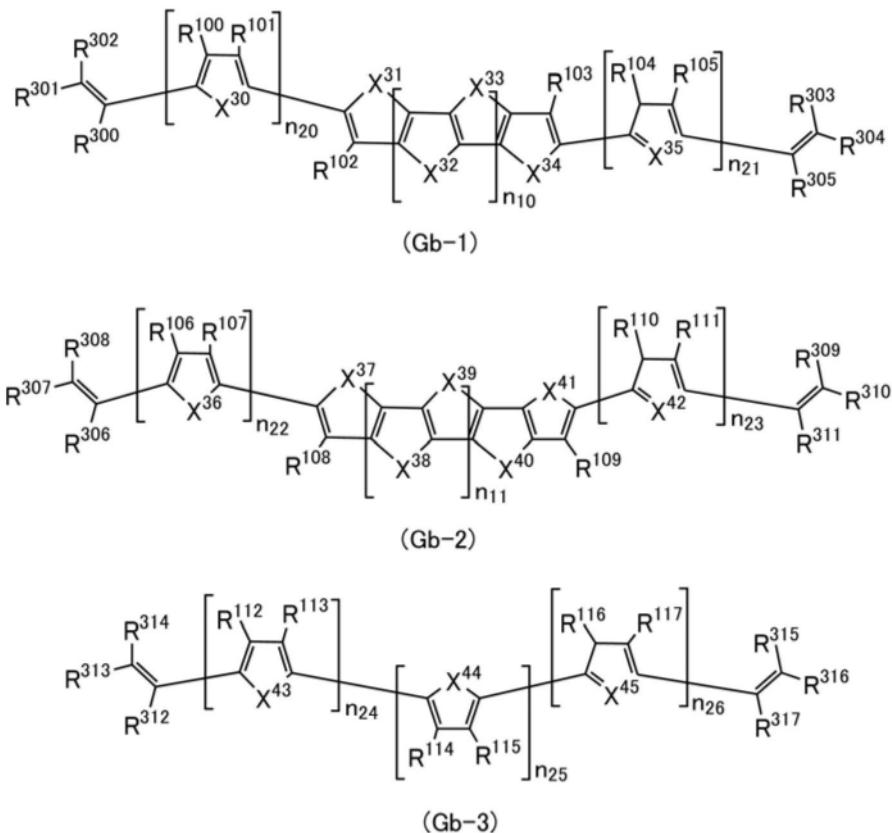
[0067] 此外,在上述各结构的受光器件中,优选的是,活性层至少包含第三有机化合物及第四有机化合物,第三有机化合物为由通式 (Ga-1) 表示的有机化合物,第四有机化合物为由通式 (Gb-1) 至通式 (Gb-3) 中的任一个表示的有机化合物或由通式 (Gc-1) 表示的有机化合物。

[0068] [化学式17]

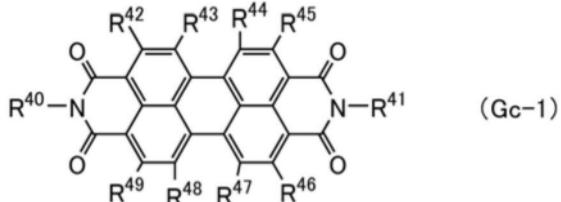


(Ga-1)

[0069] [化学式18]



[0070] [化学式19]



[0071] 在上述式 (Ga-1) 中,  $R^{21}$  至  $R^{30}$  分别独立地表示氢、氘、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的烷基、碳原子数为 3 至 13 的环烷基、卤素、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的卤化烷基、氰基、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基或取代或未取代的碳原子数为 2 至 30 的杂芳基, 并且  $m$  表示 2 至 5 的整数。此外, 在式 (Gb-1) 至式 (Gb-3) 中,  $X^{30}$  至  $X^{45}$  分别独立地表示氧或硫,  $n_{10}$  及  $n_{11}$  分别独立地表示 0 至 4 的整数,  $n_{20}$  至  $n_{26}$  分别独立地表示 0 至 3 的整数,  $n_{24}$  至  $n_{26}$  中的至少一个表示 1 至 3 的整数,  $R^{100}$  至  $R^{117}$  分别独立地表示氢、氘、氰基、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的烷基、碳原子数为 3 至 13 的环烷基、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为 6 至 30 的芳基、取代或未取代的碳原子数为 2 至 30 的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的卤化烷基或卤素,  $R^{300}$  至  $R^{317}$  分别独立地表示氢、氘、氰基、氟、氯、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的卤化烷基或取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的烷氧基。此外, 在式 (Gc-1) 中,  $R^{40}$  及  $R^{41}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的链状烷基、碳原子数为 3 至 13 的支链烷基、取代或未取代的碳原子数为 6 至 13 的芳基或取代或未取代的碳原子数为 6 至 13 的芳香烷基, 并且  $R^{42}$  至  $R^{49}$  分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的烷基、取代或未取代的碳原子数为 1 至 13 的卤化烷基、取代或未取代的碳原子数为 3 至 13 的环烷基或卤素。

[0072] 在上述各结构的发光器件中,优选的是,活性层为包含第三有机化合物的第一层与包含第四有机化合物的第二层的叠层膜。

[0073] 此外,在上述各结构的发光器件中,优选的是,活性层为包含第三有机化合物与第四有机化合物的混合膜。

[0074] 此外,本发明的一个方式是一种包括上述各结构的受光器件及发光器件的受发光装置。

[0075] 此外,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的电子传输层与发光器件的电子传输层可以为共用层。此外,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的空穴传输层与发光器件的空穴传输层可以为共用层。

[0076] 因此,本发明的一个方式是一种受发光装置,该受发光装置包括第一一对电极间的受光层,受光层包括活性层及空穴传输层,该受发光装置包括第二一对电极间的EL层,EL层包括发光层及空穴传输层,空穴传输层包含第一有机化合物,第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物,并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。

[0077] 此外,本发明的一个方式是一种受发光装置,该受发光装置包括第一一对电极间的受光层,受光层包括活性层及电子传输层,该受发光装置包括第二一对电极间的EL层,EL层包括发光层及电子传输层,电子传输层包含第二有机化合物,并且第二有机化合物包含三嗪环。

[0078] 此外,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的电子传输层与发光器件的电子传输层可以共用有机化合物。此外,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的空穴传输层与发光器件的空穴传输层可以共用有机化合物。

[0079] 此外,本发明的一个方式是一种受发光装置,该受发光装置包括第一一对电极间的受光层,受光层包括活性层及第一空穴传输层,该受发光装置包括第二一对电极间的EL层,EL层包括发光层及第二空穴传输层,第一空穴传输层及第二空穴传输层包含第一有机化合物,第一有机化合物为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物,并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。

[0080] 此外,本发明的一个方式是一种受发光装置,该受发光装置包括第一一对电极间的受光层,受光层包括活性层及第一电子传输层,该受发光装置包括第二一对电极间的EL层,EL层包括发光层及第二电子传输层,第一电子传输层及第二电子传输层包含第二有机化合物,并且第二有机化合物包含三嗪环。

[0081] 此外,本发明的一个方式的受发光装置不局限于上述各结构。也就是说,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的电子传输层与发光器件的电子传输层也可以不是共用层。此外,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的空穴传输层与发光器件的空穴传输层又也可以不是共用层。此外,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的电子传输层与发光器件的电子传输层也可以不共用有机化合物。此外,在本发明的一个方式的受发光装置中,受光器件的空穴传输层与发光器件的空穴传输层也可以不共用有机化合物。

[0082] 此外,本发明的一个方式是一种电子设备,该电子设备包括具有上述各结构的受发光装置;以及检测部、输入部或通信部。

[0083] 在本说明书的附图中,根据其功能对构成要素进行分类而示出为彼此独立的方框的方框图,但是,实际上的构成要素难以根据其功能完全划分,而一个构成要素会涉及多个功能。

[0084] 根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖受光器件。此外,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖受发光装置。此外,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖电子设备。此外,可以提供一种新颖受光器件、新颖受发光装置或新颖电子设备。

[0085] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。上述效果以外的效果从说明书、附图、权利要求书等的记载中看来是显而易见的,并且可以从说明书、附图、权利要求书等的记载中抽取上述效果以外的效果。

## 附图说明

[0086] 图1A至图1C是说明本发明的一个方式的受光器件的图;  
图2A至图2C是说明本发明的一个方式的受发光装置的图;  
图3A及图3B是说明本发明的一个方式的受发光装置的图;  
图4A至图4E是说明根据实施方式的发光器件的结构的图;  
图5A至图5D是说明根据实施方式的受发光装置的图;  
图6A至图6C是说明根据实施方式的受发光装置的制造方法的图;  
图7A至图7C是说明根据实施方式的受发光装置的制造方法的图;  
图8A至图8C是说明根据实施方式的受发光装置的制造方法的图;  
图9A至图9D是说明根据实施方式的受发光装置的制造方法的图;  
图10A至图10E是说明根据实施方式的受发光装置的制造方法的图;  
图11A至图11F是说明根据实施方式的装置及像素布局的图;  
图12A至图12C是说明根据实施方式的像素电路的图;  
图13是说明根据实施方式的发光装置的图;  
图14A至图14E是说明根据实施方式的电子设备的图;  
图15A至图15E是说明根据实施方式的电子设备的图;  
图16A及图16B是说明根据实施方式的电子设备的图;  
图17是说明本发明的一个方式的受光器件的图;  
图18A及图18B是示出受光器件的电流密度-电压特性的图;  
图19是示出受光器件的外量子效率的图;  
图20是示出受光器件的电流密度-电压特性的图;  
图21是示出受光器件的外量子效率的图。

## 具体实施方式

[0087] 使用附图详细地说明实施方式。注意,本发明不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。在以下说明的发明的结构中,在不同的附图之间

共同使用相同的符号来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略其重复说明。

### 实施方式1

- [0088] 在本实施方式中,说明本发明的一个方式的受光器件。
- [0089] 本发明的一个方式的受光器件具有检测光的功能(以下也称为受光功能)。
- [0090] 图1A至图1C是本发明的一个方式的受光器件200的截面示意图。
- [0091] <<受光器件的基本结构>>

将说明受光器件的基本结构。图1A示出包括一对电极间的受光层203的受光器件200。具体而言,受光器件200具有在第一电极201与第二电极202之间夹有受光层203的结构。此外,受光层203至少包括活性层及载流子传输层。

[0092] 此外,图1B示出作为本发明的一个方式的受光器件200的受光层203的叠层结构的一个例子。受光层203具有在第一电极201上依次层叠有第一载流子传输层212、活性层213以及第二载流子传输层214的结构。

[0093] 此外,图1C示出作为本发明的一个方式的受光器件200的受光层203的叠层结构的另一个例子。受光层203具有在第一电极201上依次层叠有第一载流子注入层211、第一载流子传输层212、活性层213、第二载流子传输层214以及第二载流子注入层215的结构。

- [0094] <<受光器件的具体结构>>

接着,说明作为本发明的一个方式的受光器件200的具体结构。在此,使用图1C进行说明。

- [0095] <第一电极及第二电极>

第一电极201及第二电极202可以使用将在实施方式2中叙述的可以用于发光器件的第一电极101及第二电极102的材料而形成。

[0096] 例如,在第一电极201为反射电极且第二电极202为透反射电极的情况下,可以得到光学微腔谐振器(微腔)结构。由此,要检测的特定波长的光被增强,可以得到灵敏度高的受光器件。

- [0097] <第一载流子注入层>

第一载流子注入层211为从受光层203向第一电极201注入空穴的层,并包含空穴注入性高的材料。作为空穴注入性高的材料,可以举出芳香胺化合物、包含空穴传输性材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料等。在本说明书等中,有时将第一载流子注入层称为空穴注入层。

[0098] 此外,第一载流子注入层211可以使用将在实施方式2中叙述的可以用于发光器件的空穴注入层111的材料而形成。

- [0099] <第一载流子传输层>

第一载流子传输层212为将根据入射到活性层213的光而产生的空穴传输到第一电极201的层,并包含空穴传输性材料(也称为第一有机化合物)。空穴传输性材料优选为空穴迁移率为 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。此外,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。在本说明书等中,有时将第一载流子传输层称为空穴传输层。

[0100] 作为空穴传输性材料(第一有机化合物),可以使用富π电子杂芳香化合物或芳香胺(包含芳香胺骨架的化合物)。

- [0101] 此外,作为空穴传输性材料(第一有机化合物),可以使用咔唑衍生物、噻吩衍生物

或呋喃衍生物。

[0102] 此外,空穴传输性材料(第一有机化合物)为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物,并包含联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的至少一个骨架。

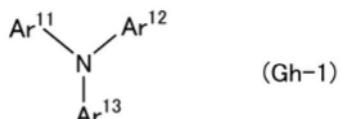
[0103] 此外,空穴传输性材料(第一有机化合物)为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物,并包含选自联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的两个以上的骨架。

[0104] 此外,在空穴传输性材料(第一有机化合物)为芳香单胺化合物或杂芳香单胺化合物并包含选自联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺中的两个以上的骨架的情况下,一个氮原子有时包含在两个以上的骨架中。例如,在芳香单胺化合物中,当单胺的氮分别与芴及联苯键合时,该化合物可以说是包含芴基胺骨架及联苯胺骨架的芳香单胺化合物。

[0105] 此外,上述作为空穴传输性材料(第一有机化合物)所包含的骨架举出的联苯胺、咔唑基胺、二苯并呋喃基胺、二苯并噻吩基胺、芴基胺以及螺芴基胺也可以具有取代基。例如,作为取代基,可以举出碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0106] 此外,空穴传输性材料(第一有机化合物)优选为包含三芳胺骨架的单胺化合物(三芳胺化合物中的芳基包括杂芳基)。例如,第一有机化合物为由下述通式(Gh-1)表示的有机化合物。

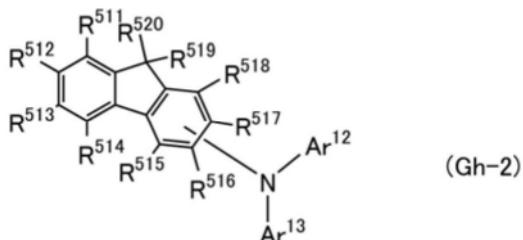
[0107] [化学式20]



[0108] 在上述通式(Gh-1)中,Ar<sup>11</sup>至Ar<sup>13</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0109] 此外,空穴传输性材料(第一有机化合物)优选为由下述通式(Gh-2)表示的有机化合物。

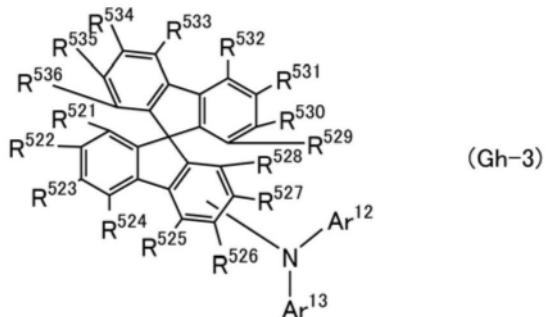
[0110] [化学式21]



[0111] 上述通式(Gh-2)中、Ar<sup>12</sup>及Ar<sup>13</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,并且R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>也可以彼此键合来形成环。

[0112] 此外,空穴传输性材料(第一有机化合物)为由下述通式(Gh-3)表示的有机化合物。

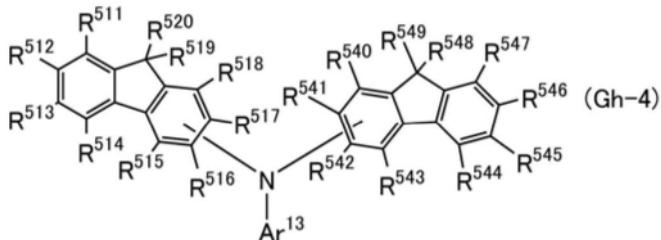
[0113] [化学式22]



[0114] 在上述通式(Gh-3)中,Ar<sup>12</sup>及Ar<sup>13</sup>分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>521</sup>至R<sup>536</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0115] 此外,空穴传输性材料(第一有机化合物)为由通式(Gh-4)表示的有机化合物。

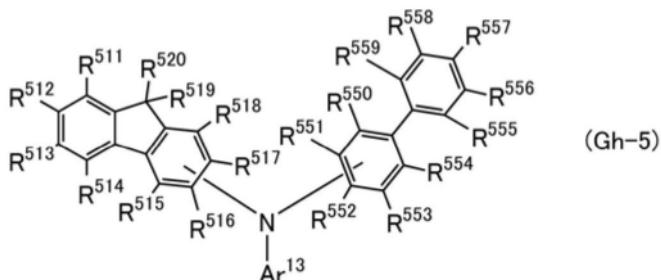
[0116] [化学式23]



[0117] 在上述通式(Gh-4)中,Ar<sup>13</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>540</sup>至R<sup>549</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>也可以彼此键合来形成环,并且R<sup>548</sup>与R<sup>549</sup>也可以彼此键合来形成环。

[0118] 此外,空穴传输性材料(第一有机化合物)为由通式(Gh-5)表示的有机化合物。

[0119] [化学式24]

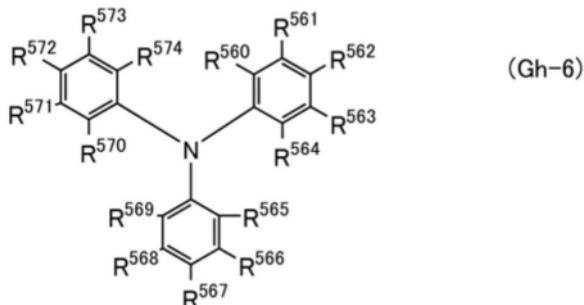


[0120] 在上述通式(Gh-5)中,Ar<sup>13</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基,R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>550</sup>至R<sup>559</sup>分别独立地

表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基，并且R<sup>519</sup>与R<sup>520</sup>也可以彼此键合来形成环。

[0121] 此外，空穴传输性材料(第一有机化合物)为由通式(Gh-6)表示的有机化合物。

[0122] [化学式25]



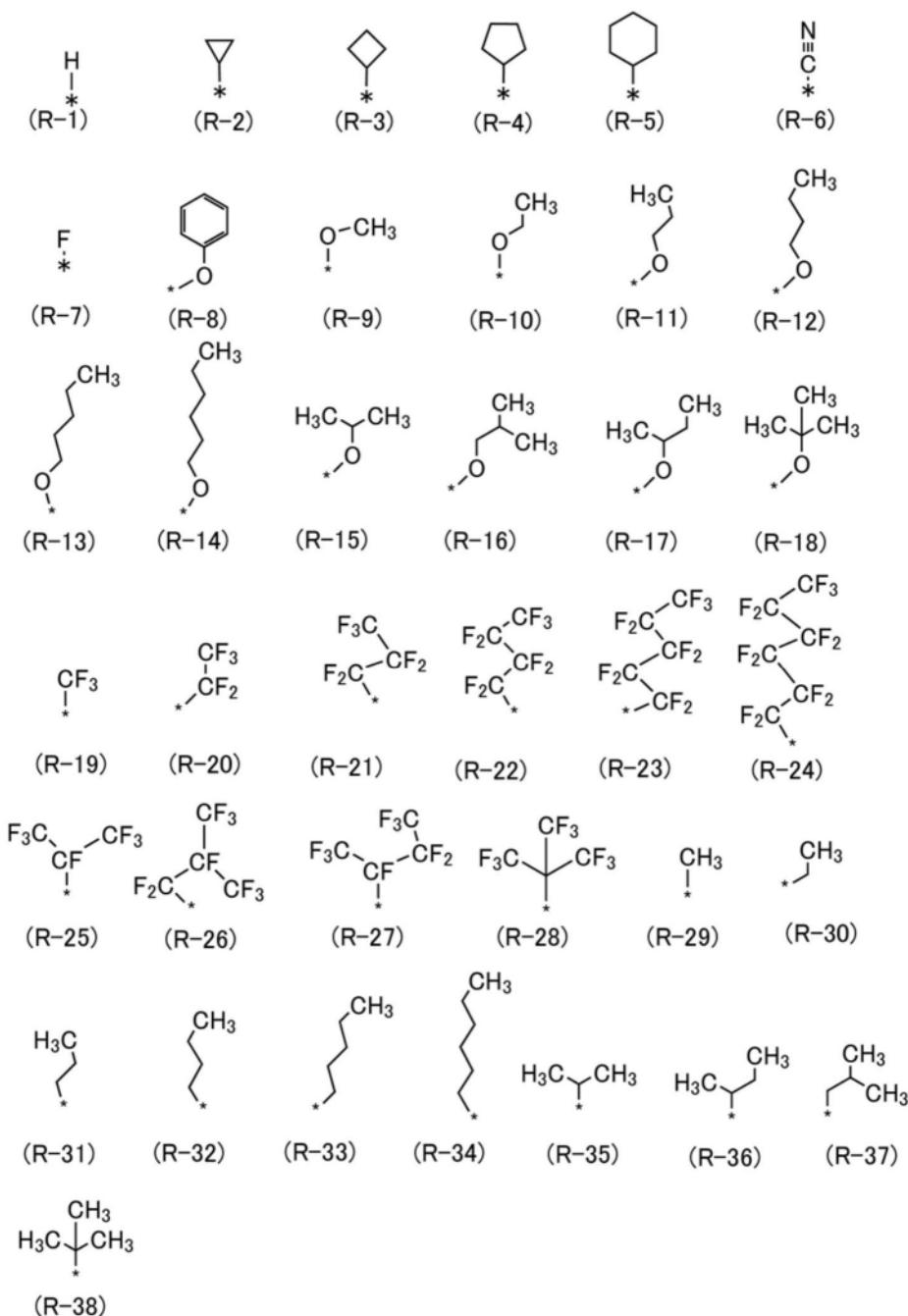
[0123] 在上述通式(Gh-6)中，R<sup>560</sup>至R<sup>574</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基或取代或未取代的碳原子数为4以上且30以下的杂芳基。

[0124] 上述通式(Gh-2)中的R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>、上述通式(Gh-3)中的R<sup>521</sup>至R<sup>536</sup>、上述通式(Gh-4)中的R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>540</sup>至R<sup>549</sup>、上述通式(Gh-5)中的R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>550</sup>至R<sup>559</sup>以及上述通式(Gh-6)中的R<sup>560</sup>至R<sup>574</sup>不仅表示上述取代基，而且还分别独立地表示卤素、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、氰基或取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基。

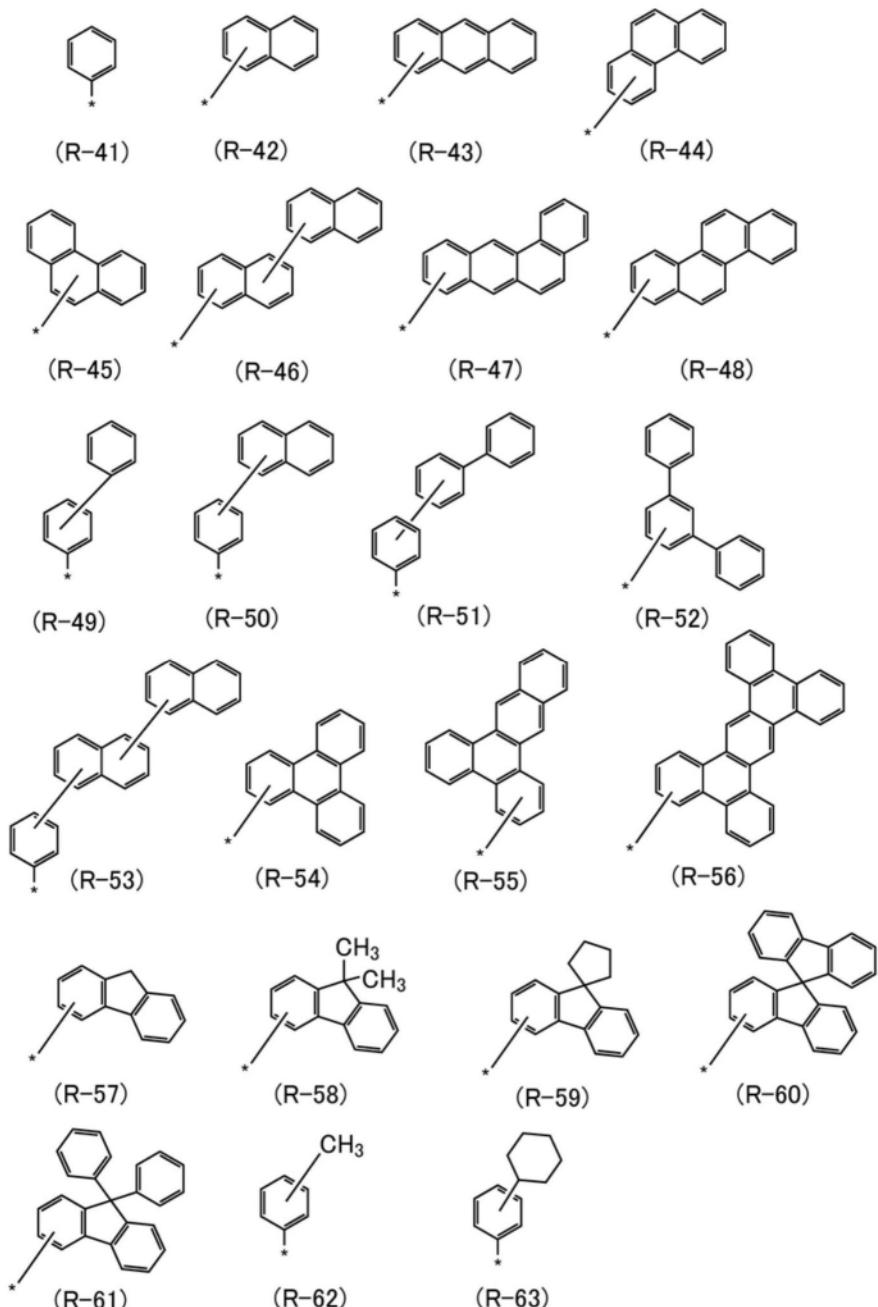
[0125] 具体而言，上述通式(Gh-2)中的R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>、上述通式(Gh-3)中的R<sup>521</sup>至R<sup>536</sup>、上述通式(Gh-4)中的R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>540</sup>至R<sup>549</sup>、上述通式(Gh-5)中的R<sup>511</sup>至R<sup>520</sup>及R<sup>550</sup>至R<sup>559</sup>以及上述通式(Gh-6)中的R<sup>560</sup>至R<sup>574</sup>优选为由下述式(R-1)至(R-38)及式(R-41)至(R-117)表示的取代基。在式中，\*表示键。

[0126] 此外，上述通式(Gh-1)中的Ar<sup>11</sup>至Ar<sup>13</sup>、上述通式(Gh-2)及(Gh-3)中的Ar<sup>12</sup>及Ar<sup>13</sup>以及上述通式(Gh-4)及(Gh-5)中的Ar<sup>13</sup>优选为由下述式(R-41)至(R-117)表示的取代基。在式中，\*表示键。

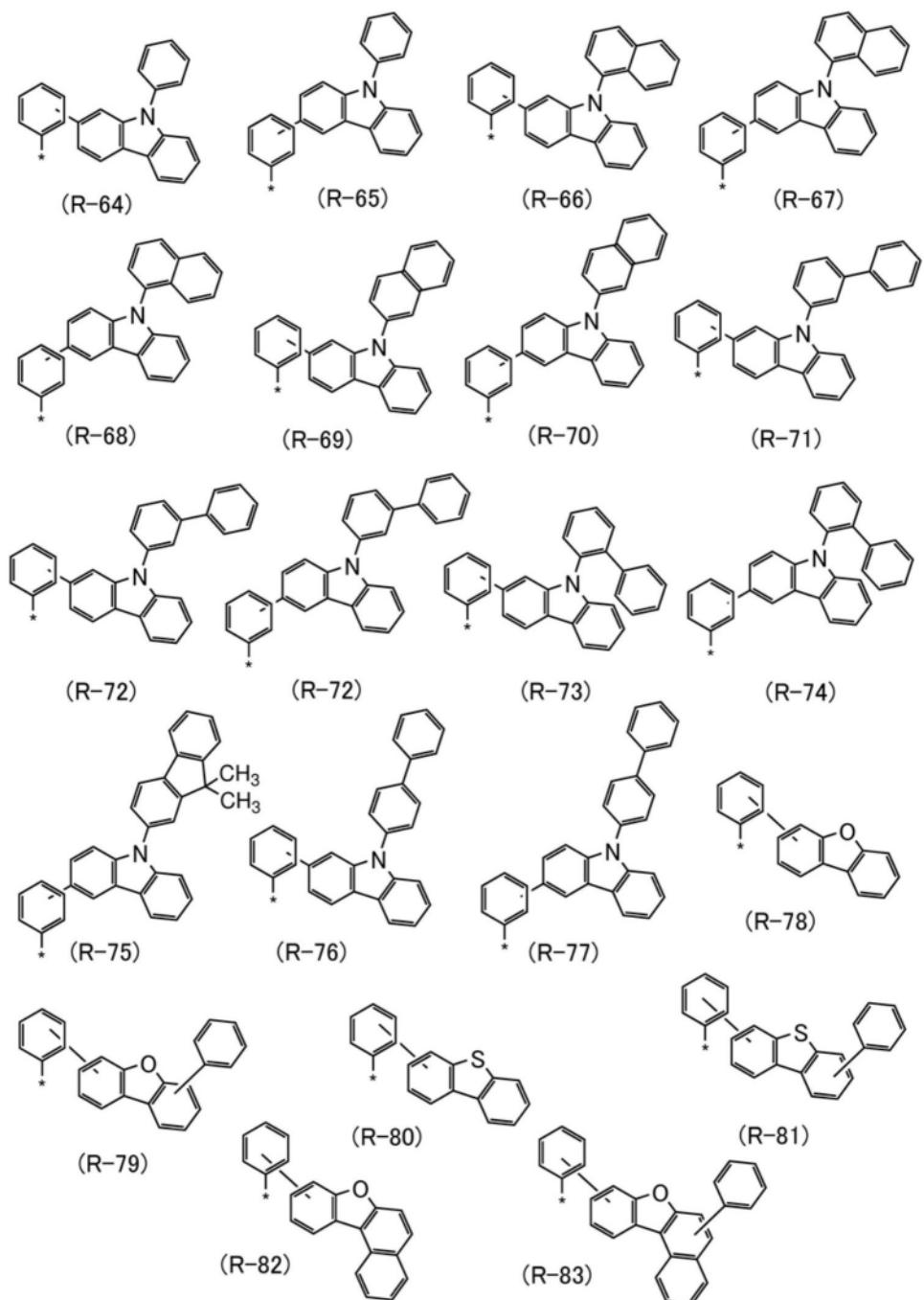
[0127] [化学式26]



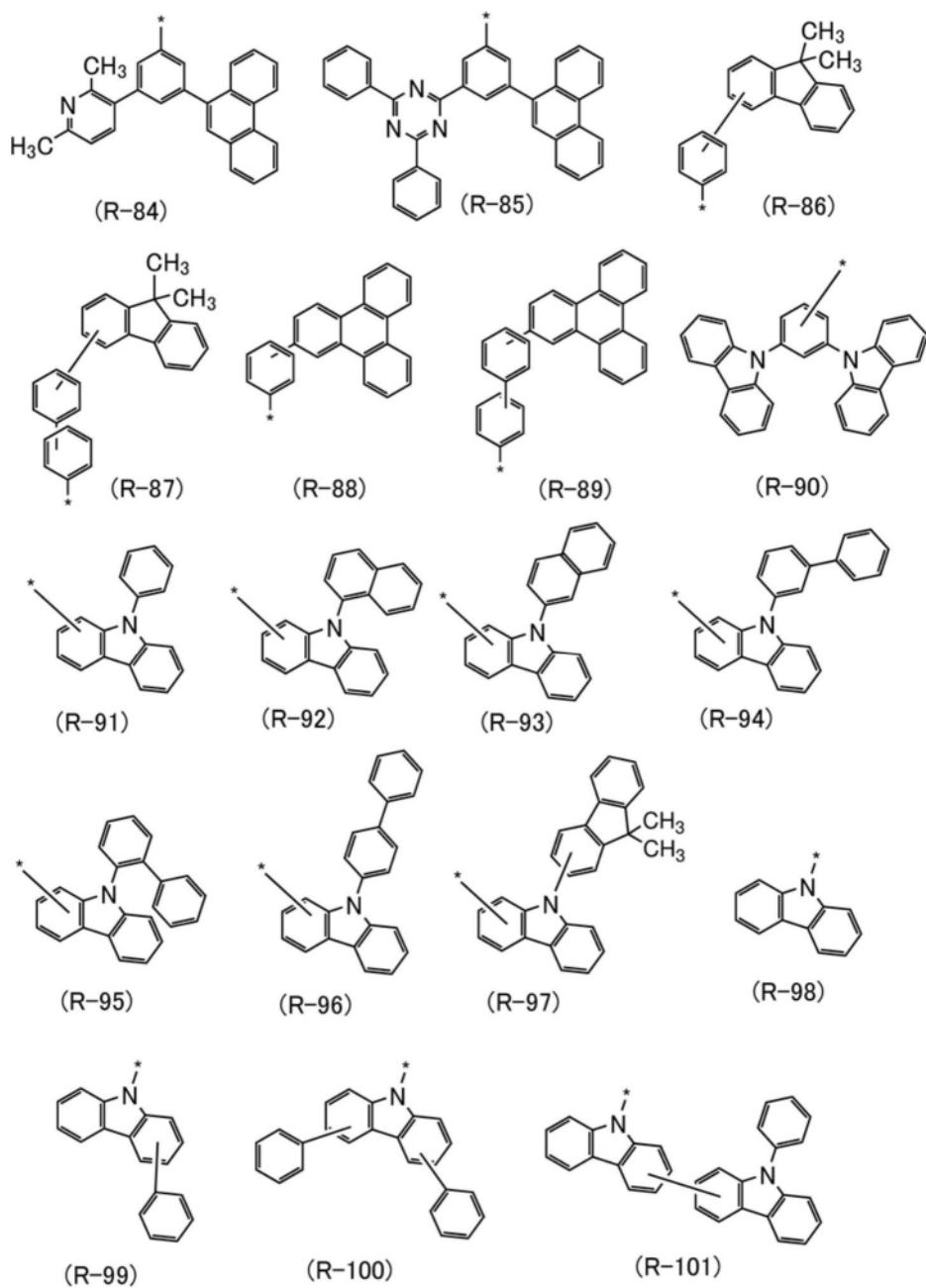
[0128] [化学式27]



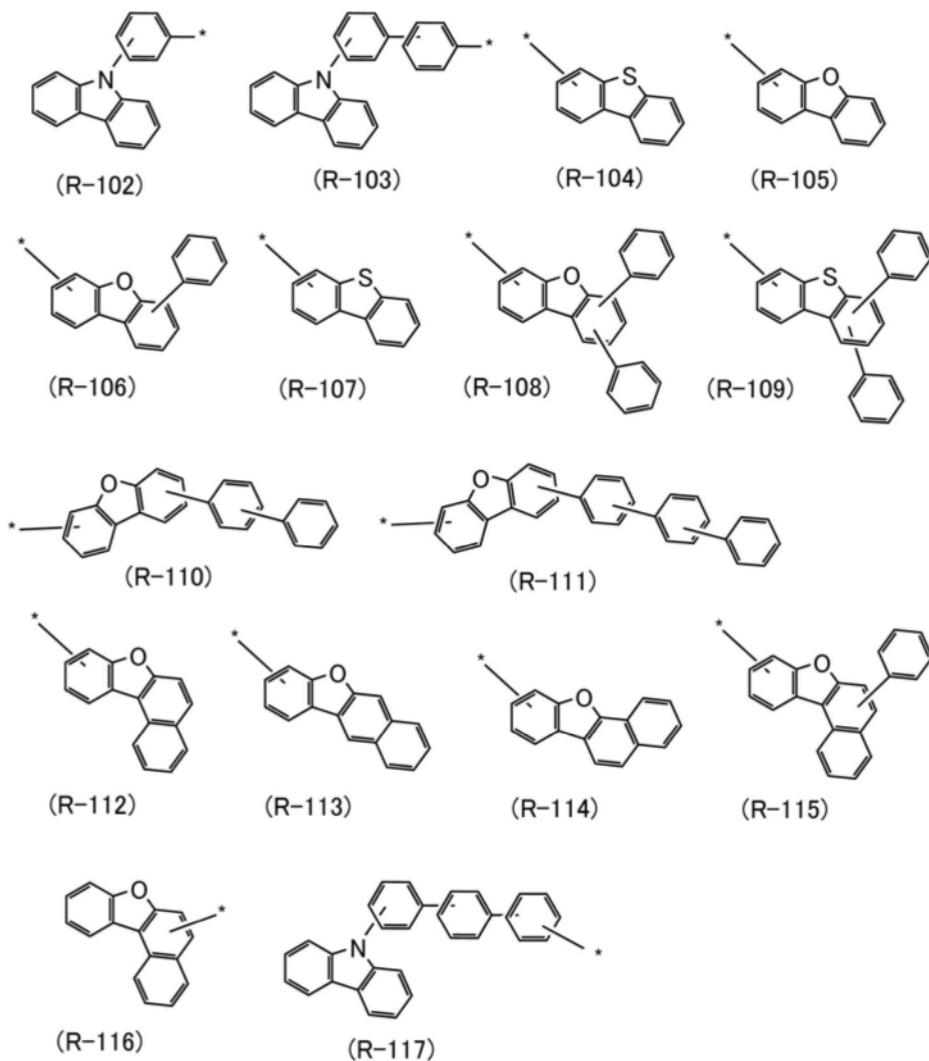
[0129] [化学式28]



[0130] [化学式29]

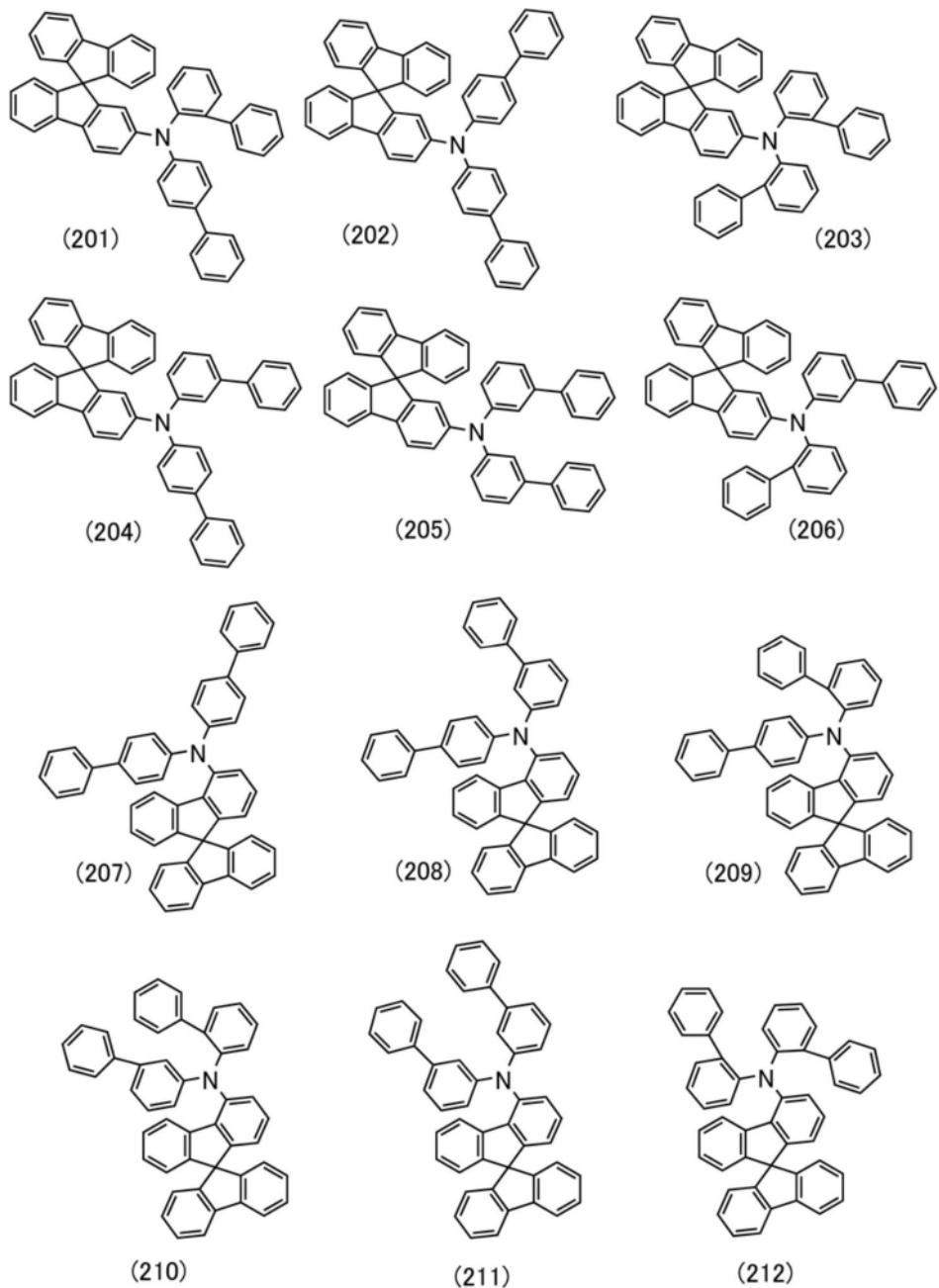


[0131] [化学式30]

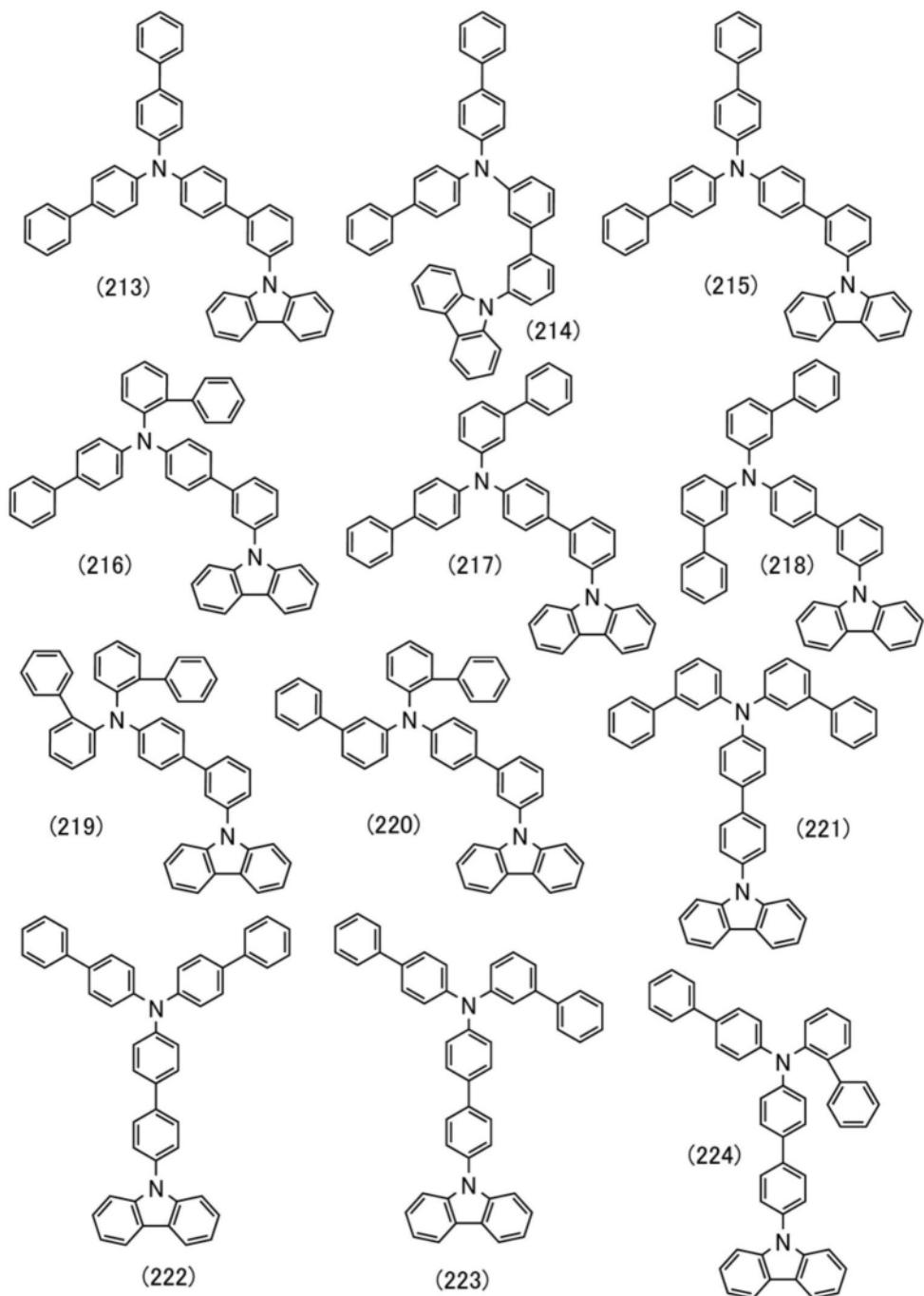


[0132] 接着,以下示出由上述通式 (Gh-1) 至通式 (Gh-6) 表示的有机化合物(空穴传输性材料)的具体例子。

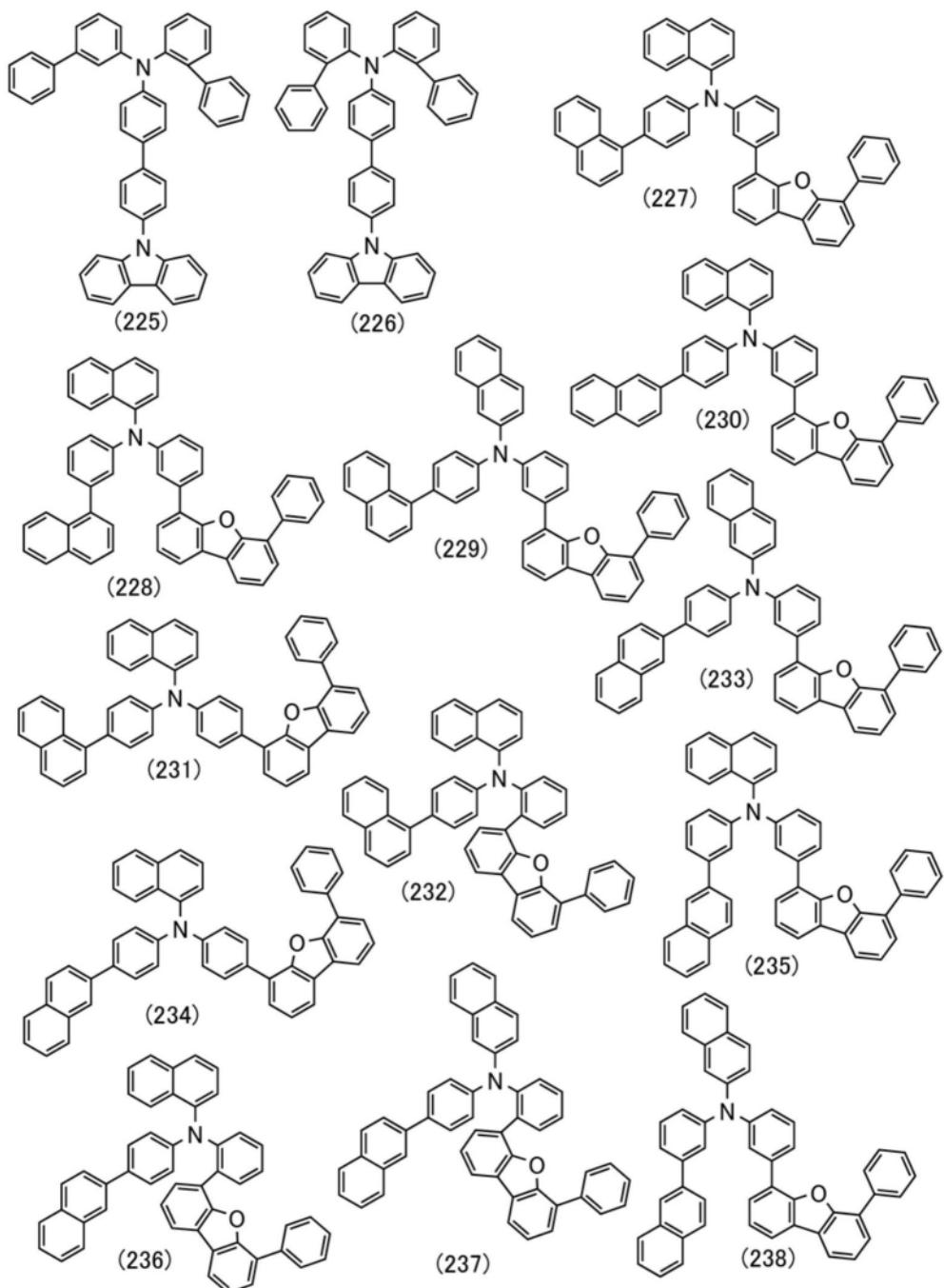
[0133] [化学式31]



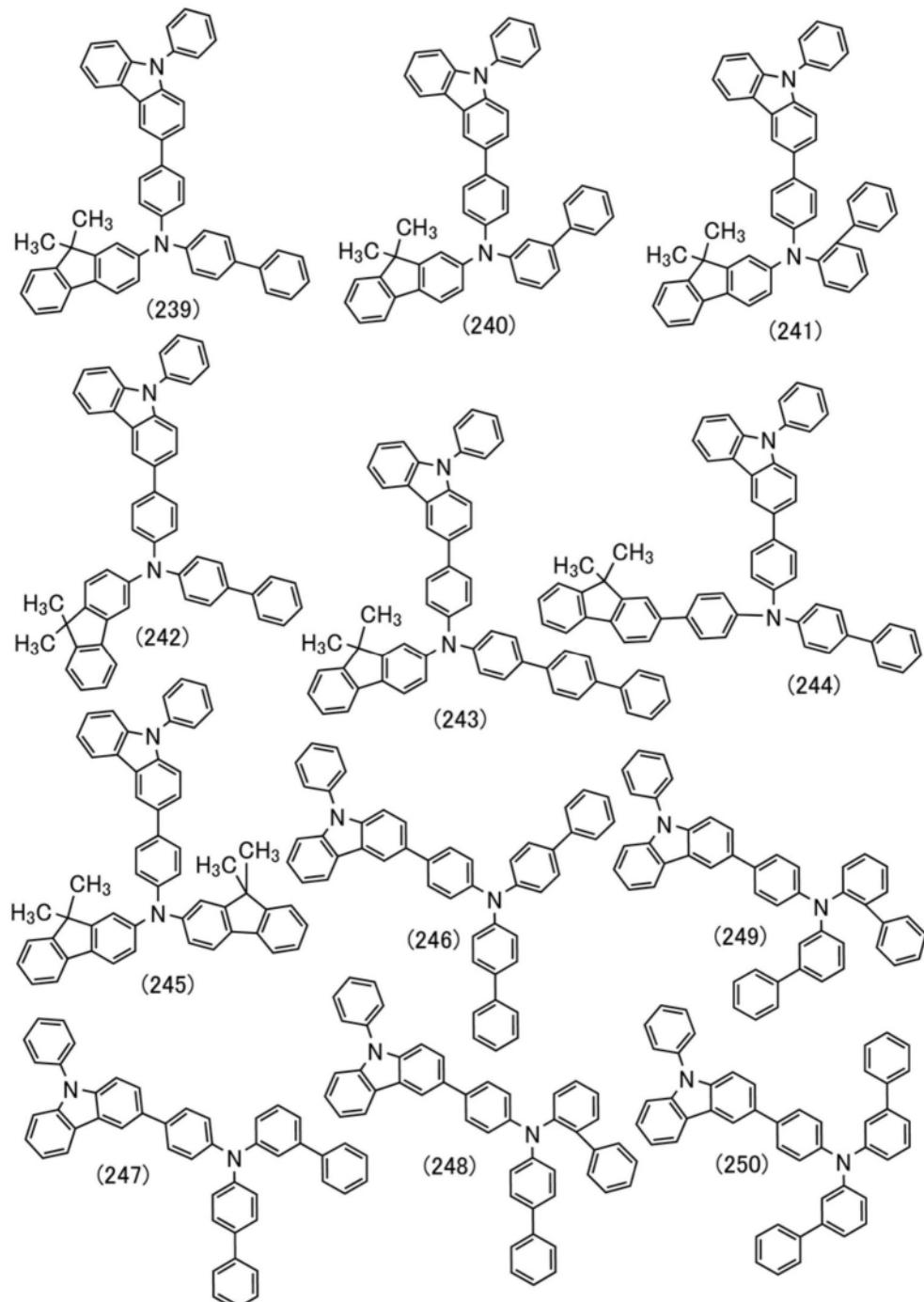
[0134] [化学式32]



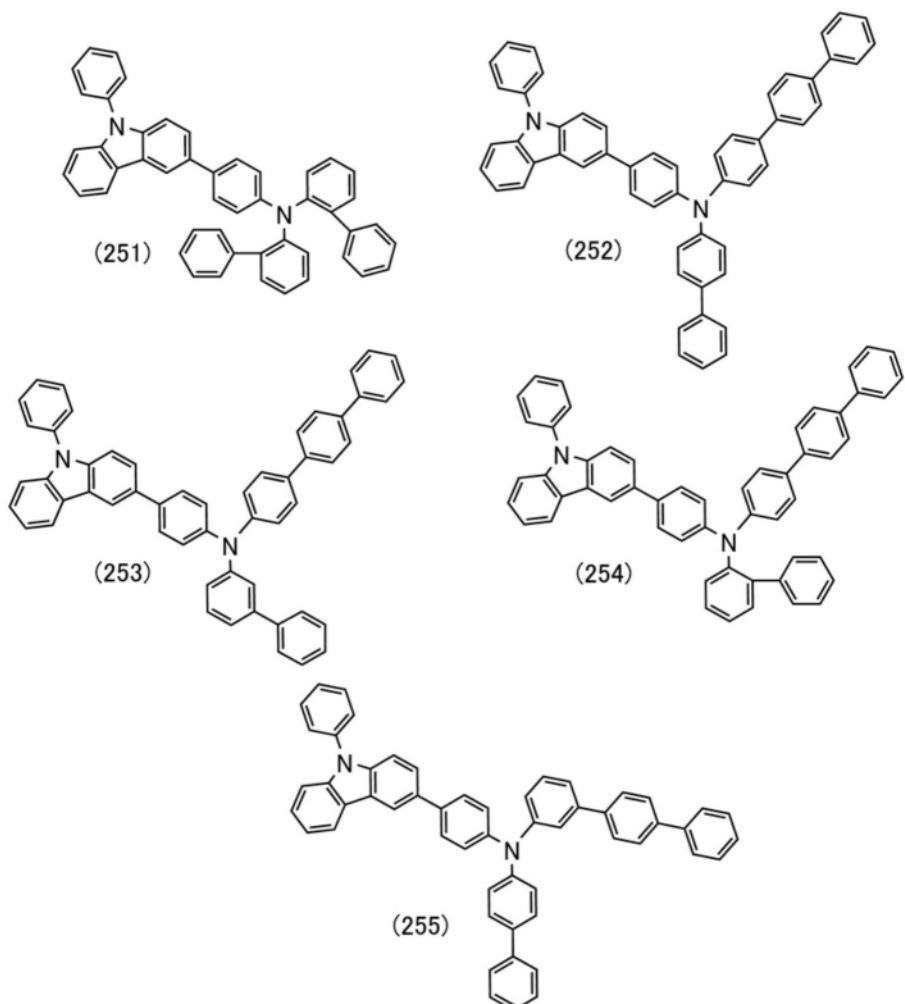
[0135] [化学式33]



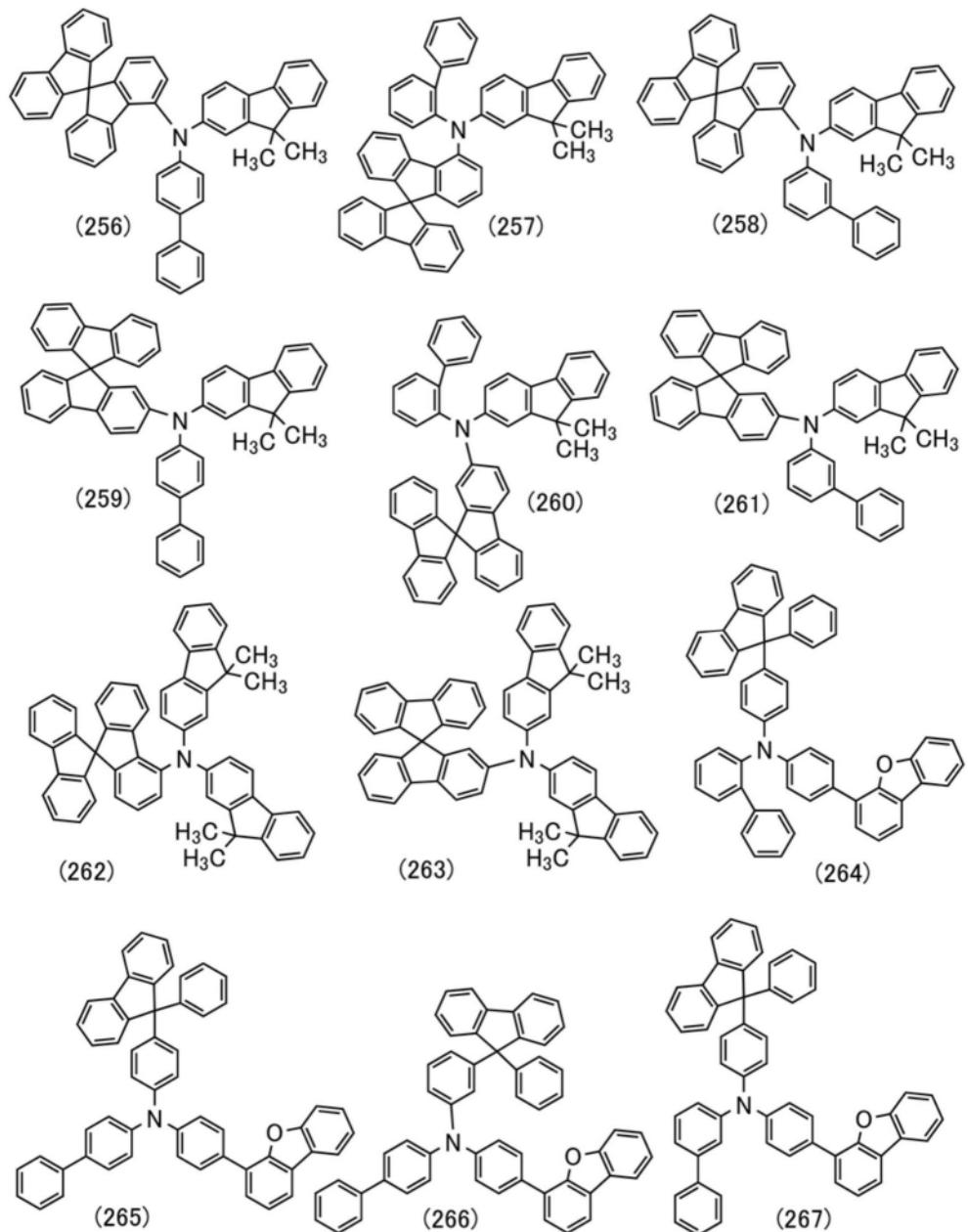
[0136] [化学式34]



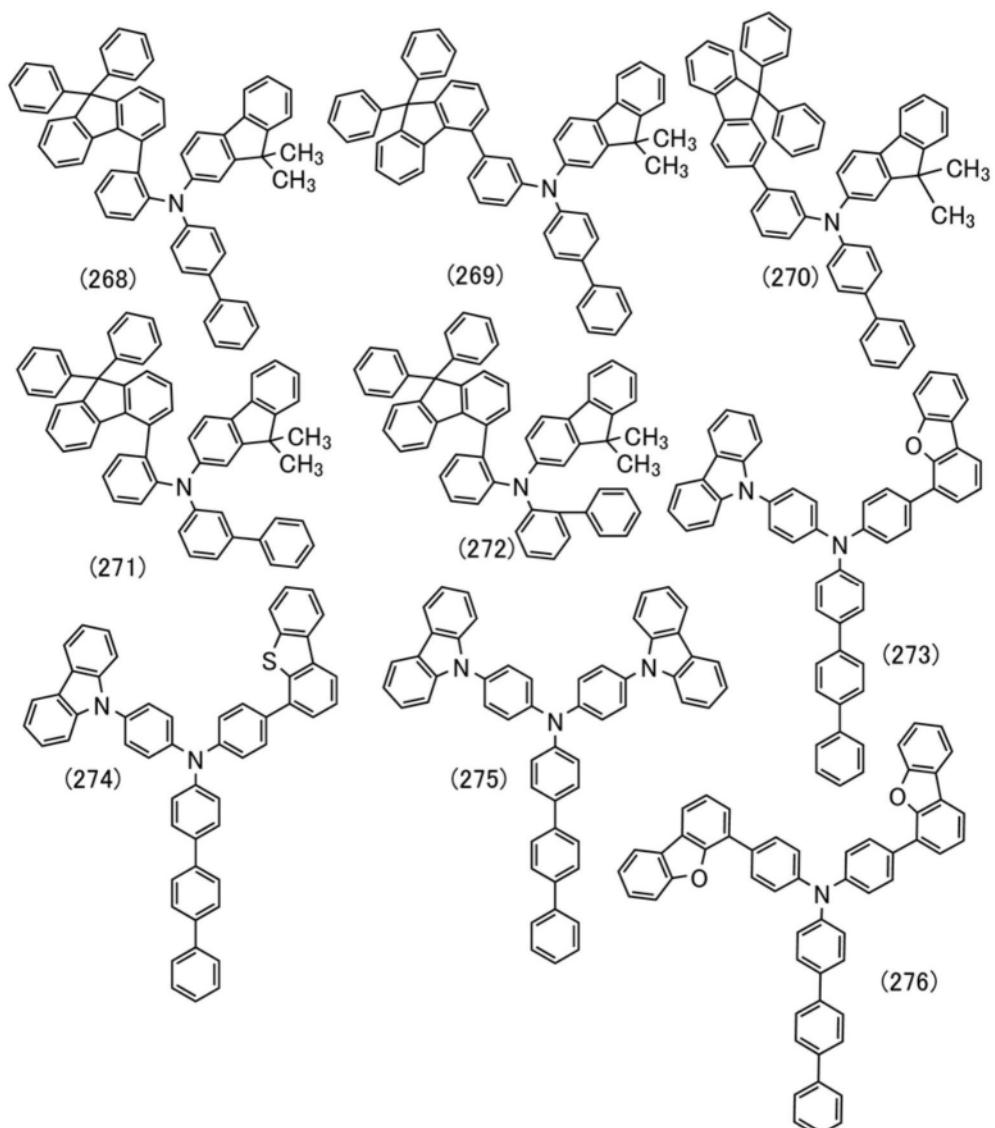
[0137] [化学式35]



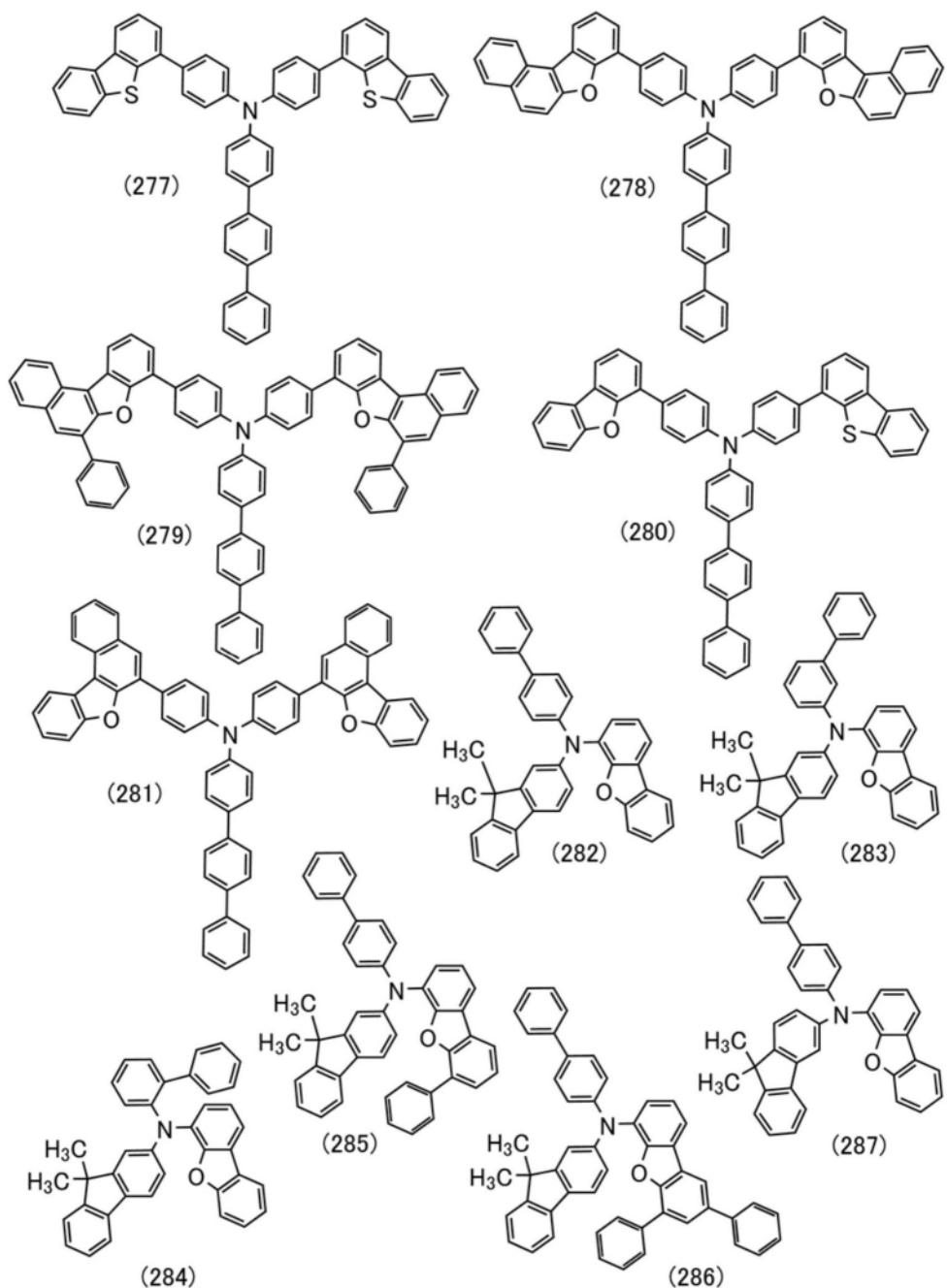
[0138] [化学式36]



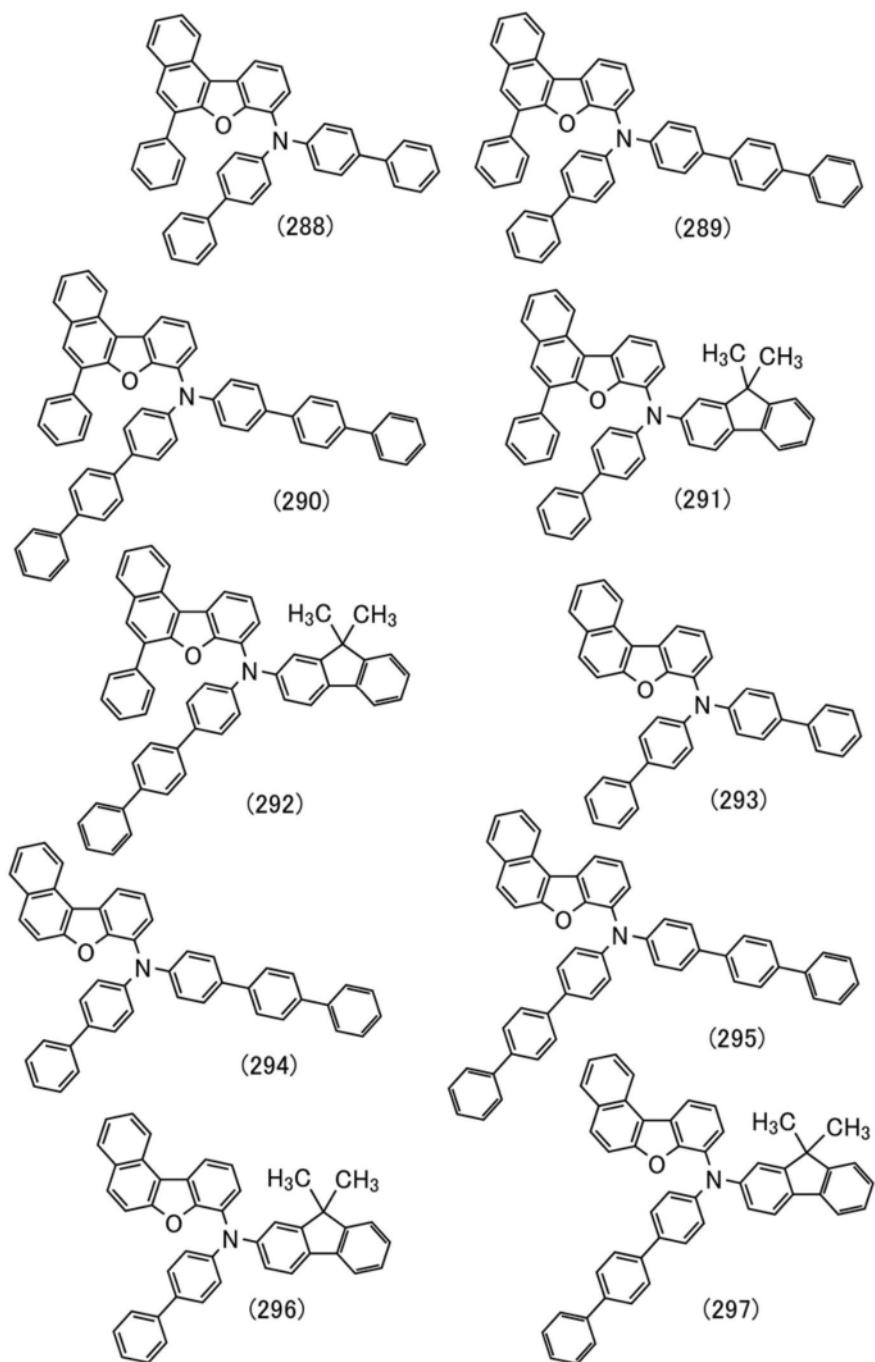
[0139] [化学式37]



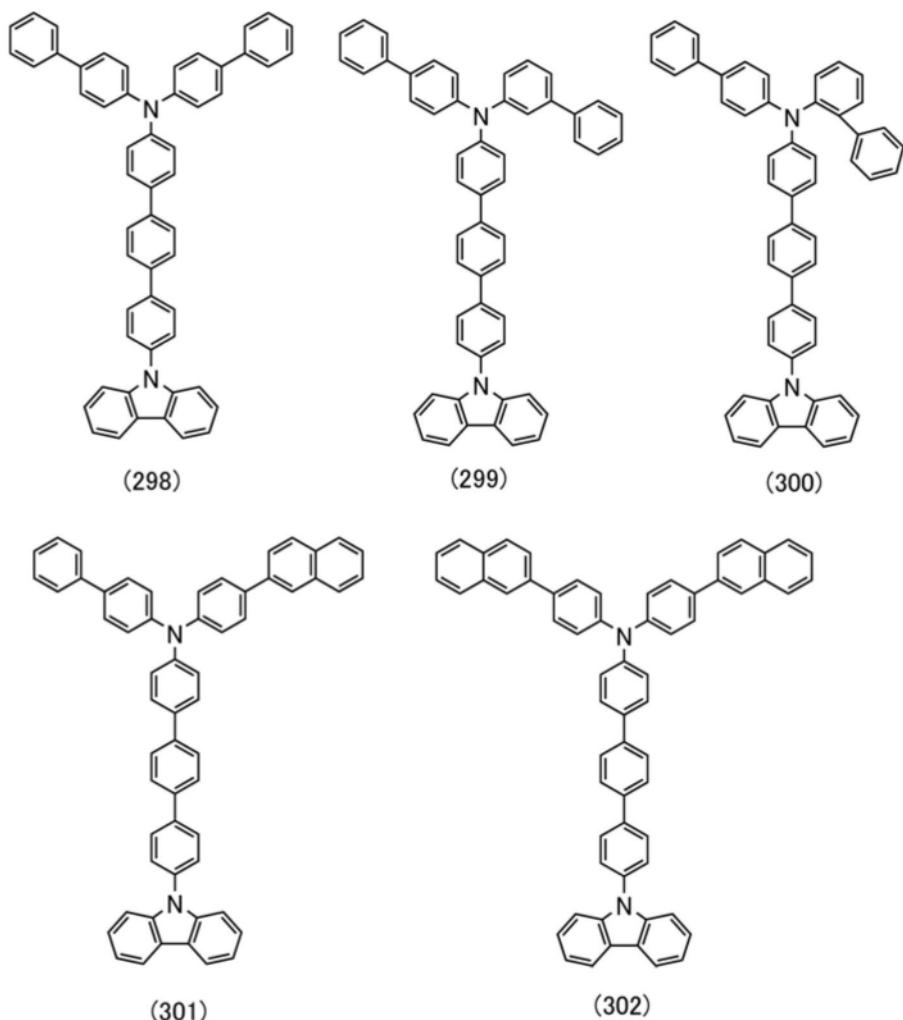
[0140] [化学式38]



[0141] [化学式39]



[0142] [化学式40]



[0143] 由上述结构式(201)至(302)表示的有机化合物为由上述通式(Gh-1)至(Gh-6)表示的有机化合物(空穴传输性材料(第一有机化合物))的一个例子,具体例子不局限于此。

[0144] 此外,第一载流子传输层212也可以使用将在实施方式2中叙述的可以用于发光器件的空穴传输层112的材料而形成。

[0145] 此外,第一载流子传输层212既可具有单层结构又可具有层叠两层以上的由上述物质构成的层而成的叠层结构。

[0146] 在本实施方式所示的受光器件中,第一载流子传输层212和活性层213可以使用相同的有机化合物。通过将相同的有机化合物用于第一载流子传输层212和活性层213,可以从第一载流子传输层212向活性层213高效地传输载流子,所以是优选的。

[0147] <活性层>

活性层213为根据所入射的光而产生载流子的层,并包含半导体。作为该半导体,例如可以举出硅等无机半导体及包含有机化合物的有机半导体。在本实施方式中,示出使用有机半导体作为活性层含有的半导体的例子。通过使用有机半导体,可以以同一方法(例如真空蒸镀法)形成功能层和活性层,并可以共同使用制造设备,所以是优选的。

[0148] 此外,活性层213至少包含p型半导体材料(也称为第三有机化合物)及n型半导体材料(也称为第四有机化合物)。

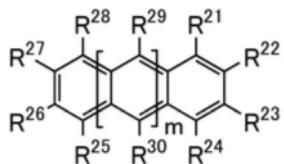
[0149] 作为p型半导体材料(第三有机化合物),可以举出酞菁铜(II)(Copper(II))

phthalocyanine;CuPc)、四苯基二苯并二茚并茈(Tetraphenylbibenzoperiflathene;DBP)、酞菁锌(Zinc Phthalocyanine;ZnPc)、酞菁锡(SnPc)、喹吖啶酮等电子供体性有机半导体材料。

[0150] 此外,作为p型半导体材料(第三有机化合物),可以举出咔唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物、包含芳香胺骨架的化合物等。再者,作为p型半导体材料,可以举出萘衍生物、蒽衍生物、芘衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、吡咯衍生物、苯并呋喃衍生物、苯并噻吩衍生物、吲哚衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吲哚咔唑衍生物、卟啉衍生物、酞菁衍生物、萘酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、聚亚苯亚乙烯衍生物、聚对亚苯衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯咔唑衍生物或聚噻吩衍生物等。

[0151] 此外,p型半导体材料(第三有机化合物)优选为由下述通式(Ga-1)表示的有机化合物。

[0152] [化学式41]

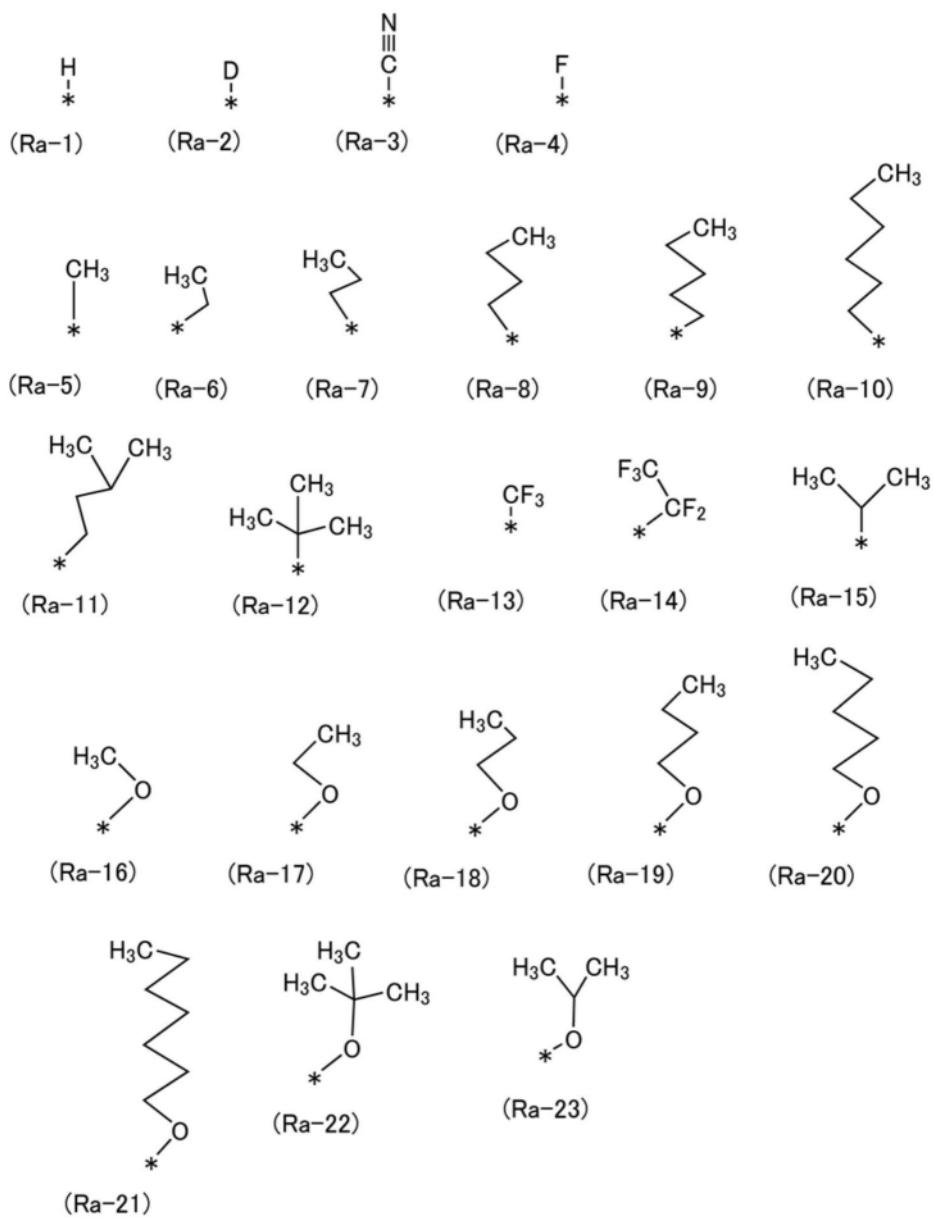


(Ga-1)

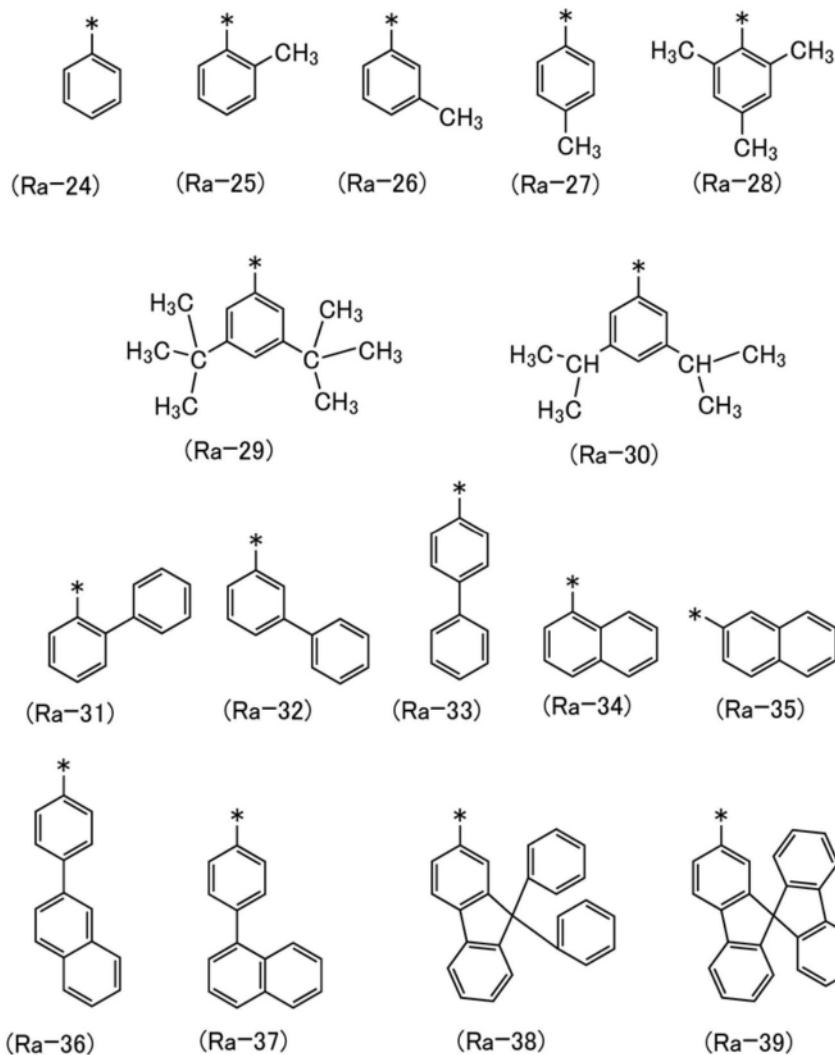
[0153] 在上述通式(Ga-1)中,R<sup>21</sup>至R<sup>30</sup>分别独立地表示氢、氘、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、碳原子数为3至13的环烷基、卤素、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、氰基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基,并且m表示2至5的整数。

[0154] 在上述通式(Ga-1)中,R<sup>21</sup>至R<sup>30</sup>优选为由下述式(Ra-1)至式(Ra-77)表示的取代基。在式中,\*表示键。

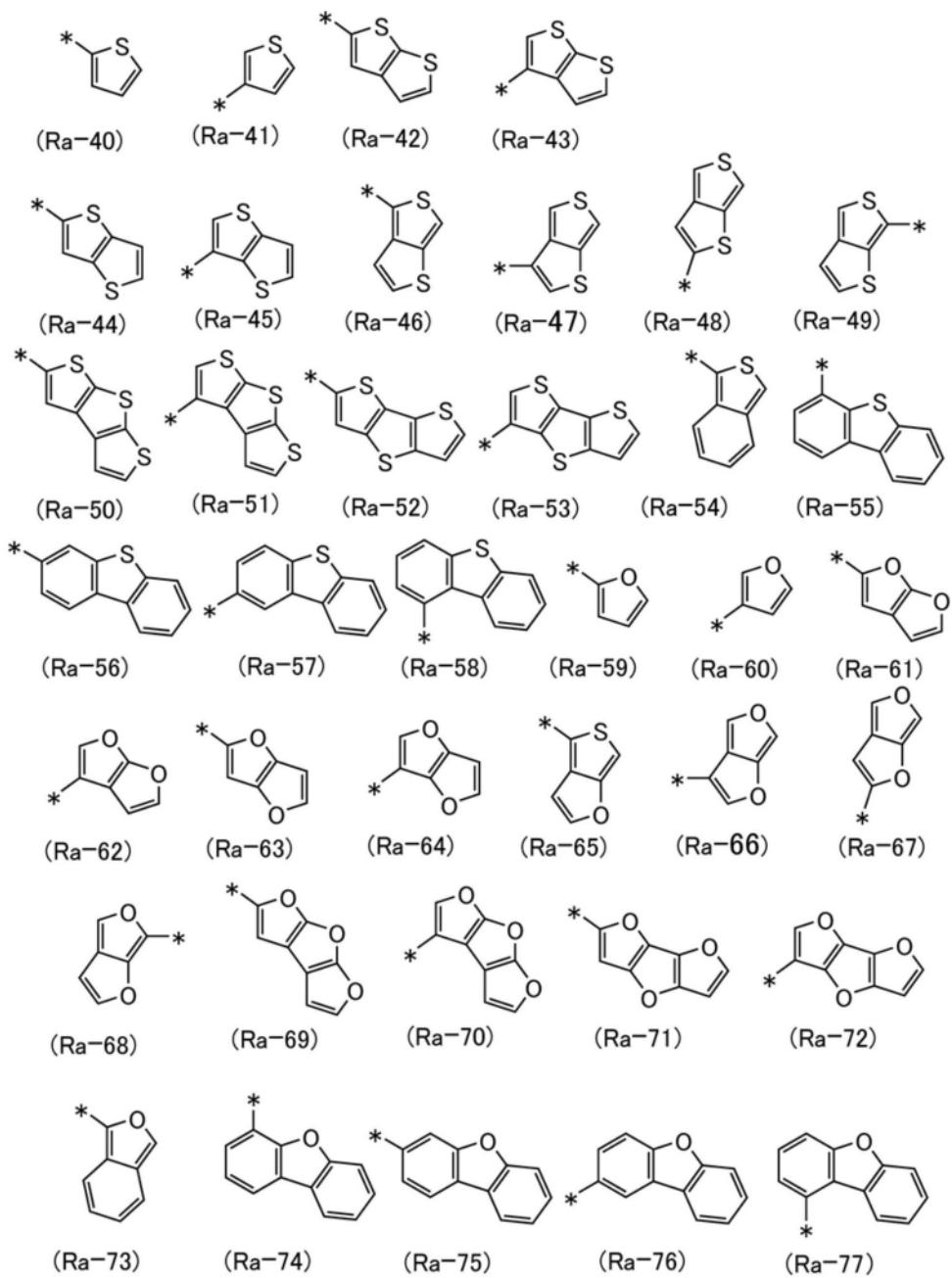
[0155] [化学式42]



[0156] [化学式43]

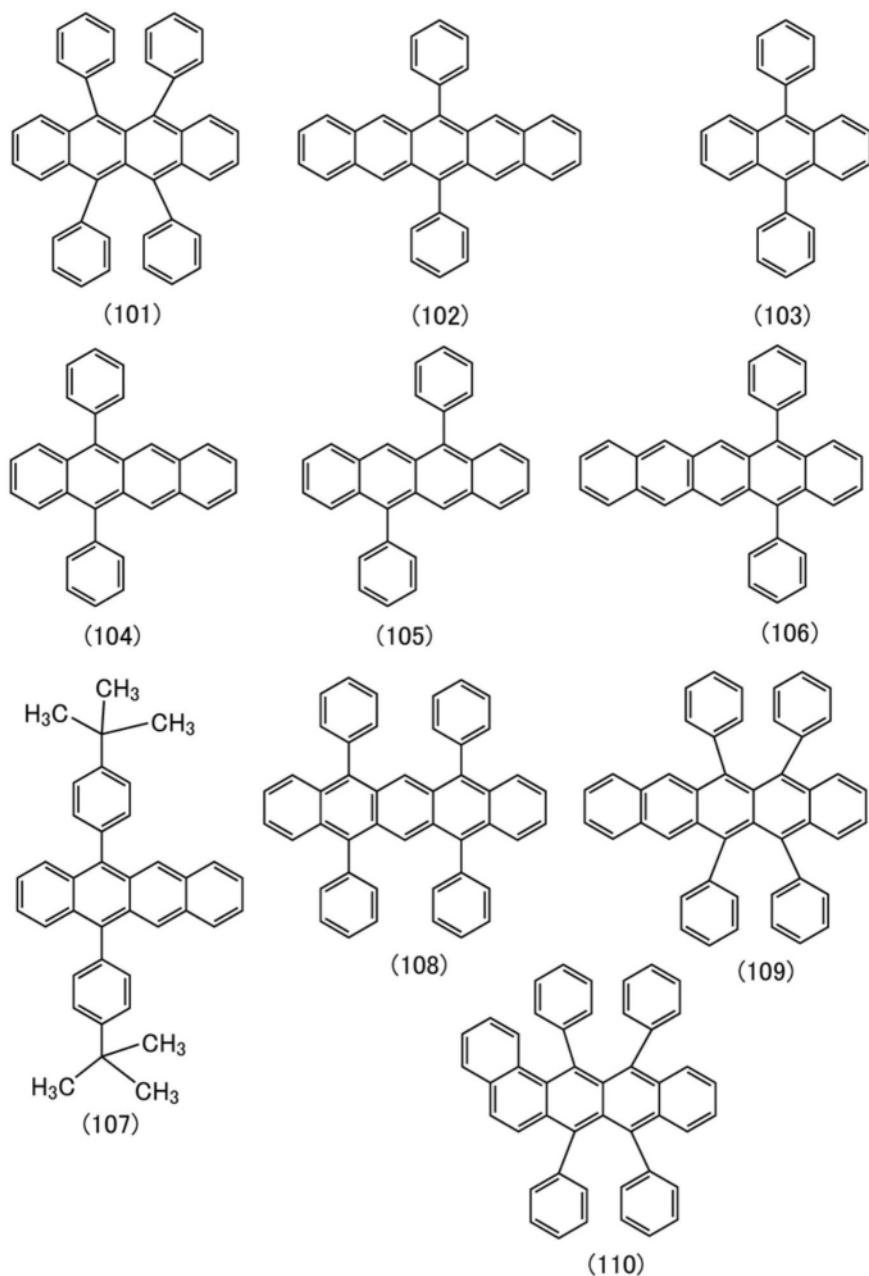


[0157] [化学式44]

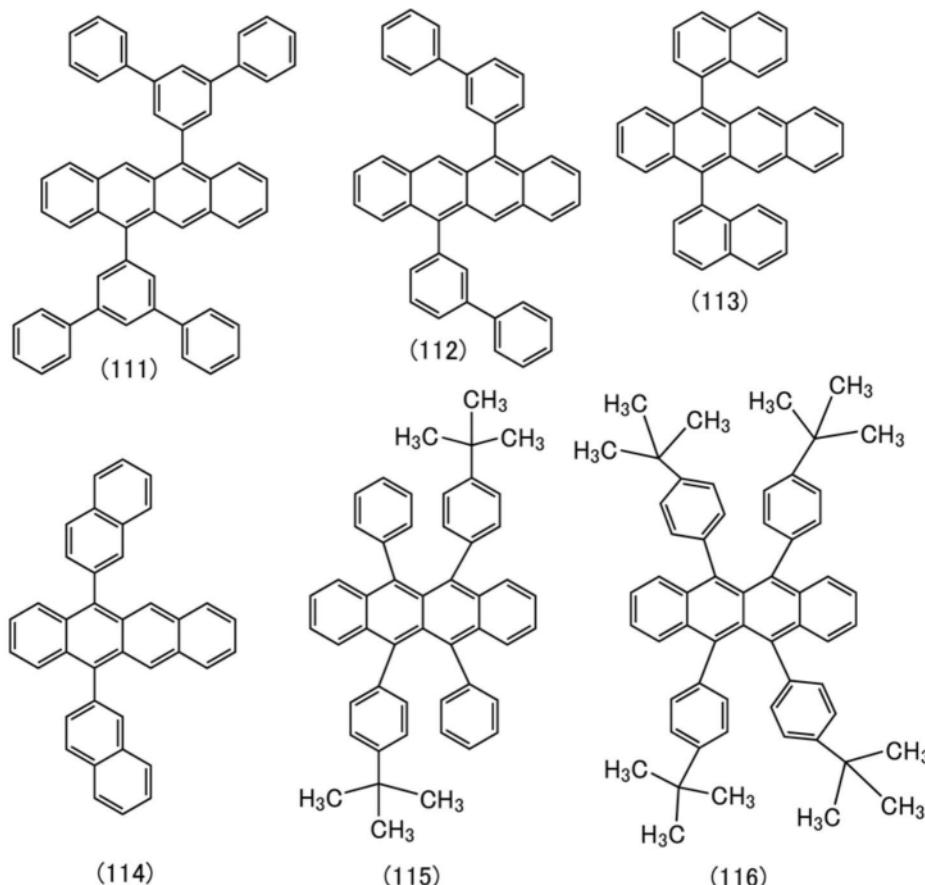


[0158] 接着,以下示出由上述通式 (Ga-1) 表示的p型半导体材料的具体例子。

[0159] [化学式45]



[0160] [化学式46]



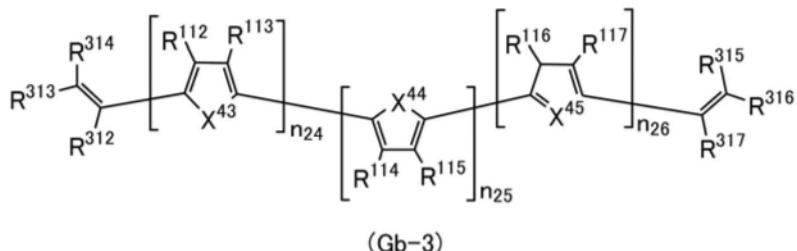
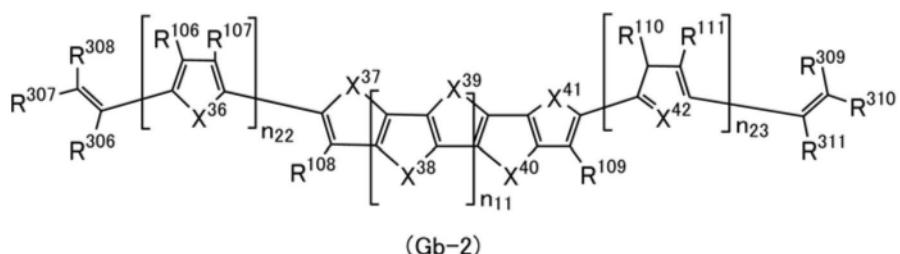
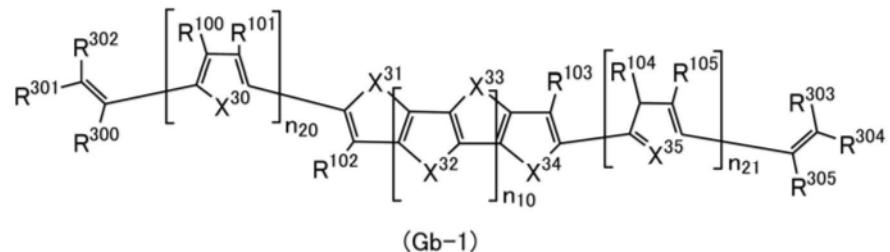
[0161] 由上述结构式(100)至(116)表示的有机化合物是由上述通式(Ga-1)表示的有机化合物( $p$ 型半导体材料(第三有机化合物))的一个例子,但是具体例子不局限于此。

[0162] 作为n型半导体材料(第四有机化合物),可以举出富勒烯(例如C<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>等)、富勒烯衍生物等电子受体性有机半导体材料。富勒烯具有足球形状,该形状在能量上稳定。富勒烯的HOMO(最高占据分子轨道:Highest Occupied Molecular Orbital)能级和LUMO(最低未占据分子轨道:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级都深(低)。因为富勒烯的LUMO能级较深,所以电子受体性(受体性)极高。一般地,当如苯那样π电子共轭(共振)在平面上扩展时,电子供体性(供体型)变高。另一方面,富勒烯具有球形状,尽管π电子共轭扩展,但是电子受体性变高。在电子受体性较高时,高速且高效地引起电荷分离,所以对受光器件来说是有益的。C<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>都在可见光区域中具有宽吸收带,尤其是,C<sub>70</sub>与C<sub>60</sub>相比具有更大的π电子共轭体系,在长波长区域中也具有更宽的吸收带,所以是优选的。除此之外,作为富勒烯衍生物可以举出[6,6]-苯基-C<sub>71</sub>-丁酸甲酯(简称:PC70BM)、[6,6]-苯基-C<sub>61</sub>-丁酸甲酯(简称:PC60BM)、1',1",4',4"-四氢-二[1,4]甲烷萘并(methanonaphthaleno)[1,2:2',3',56,60:2",3"] [5,6]富勒烯-C<sub>60</sub>(简称:ICBA)等。

[0163] 作为n型半导体的材料(第四有机化合物),可以举出具有喹啉骨架的金属配合物、具有苯并喹啉骨架的金属配合物、具有噁唑骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲罗啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、萘衍生物、蒽衍生物、香豆素衍生物、罗丹明衍生物、三嗪衍生物、醌衍生物等。

[0164] 此外, n型半导体材料(第四有机化合物)优选为由下述通式(Gb-1)至通式(Gb-3)中的任一个表示的有机化合物。

[0165] [化学式47]

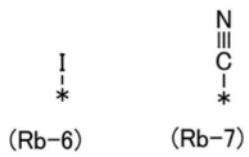
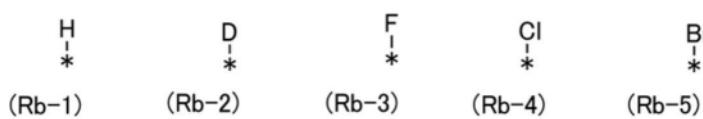


[0166] 在上述通式(Gb-1)至通式(Gb-3)中,  $X^{30}$ 至 $X^{45}$ 分别独立地表示氧或硫,  $n_{10}$ 及 $n_{11}$ 分别独立地表示0至4的整数,  $n_{20}$ 至 $n_{26}$ 分别独立地表示0至3的整数,  $n_{24}$ 至 $n_{26}$ 中的至少一个表示1至3的整数,  $R^{100}$ 至 $R^{117}$ 分别独立地表示氢、氘、氟基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、碳原子数为3至13的环烷基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基、取代或未取代的碳原子数为6至30的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基或卤素,  $R^{300}$ 至 $R^{317}$ 分别独立地表示氢、氘、氟基、氟、氯、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基或取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基。

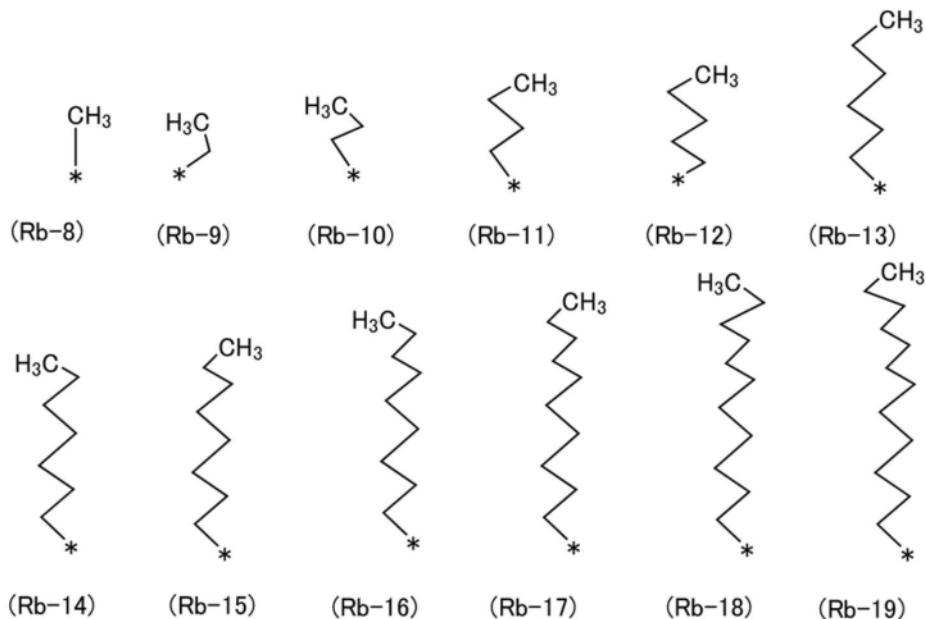
[0167] 在上述通式(Gb-1)至通式(Gb-3)中,  $R^{100}$ 至 $R^{117}$ 优选为由下述式(Rb-1)至式(Rb-79)及式(R-41)至式(R-117)表示的取代基。在式中, \*表示键。

[0168] 此外, 在上述通式(Gb-1)至通式(Gb-3)中,  $R^{300}$ 至 $R^{317}$ 优选为由下述式(Rb-1)至式(Rb-4)、式(Rb-7)及式(R-33)至式(R-72)表示的取代基。在式中, \*表示键。

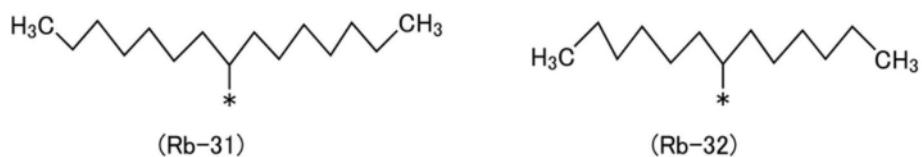
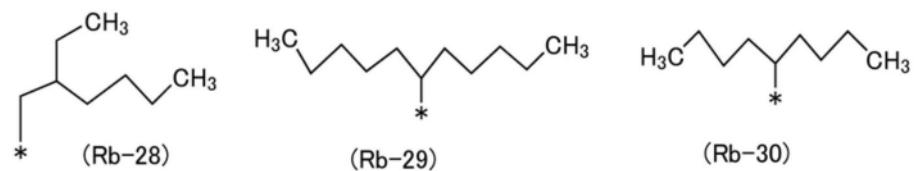
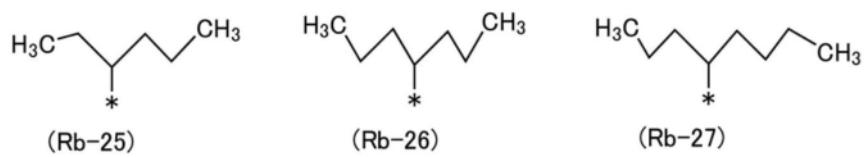
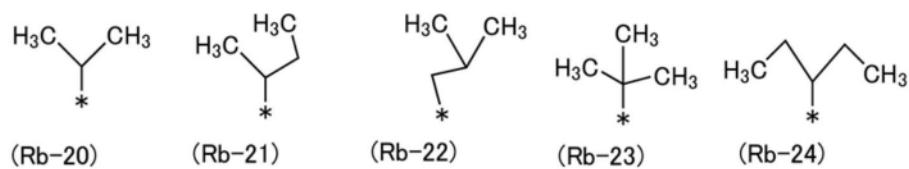
[0169] [化学式48]



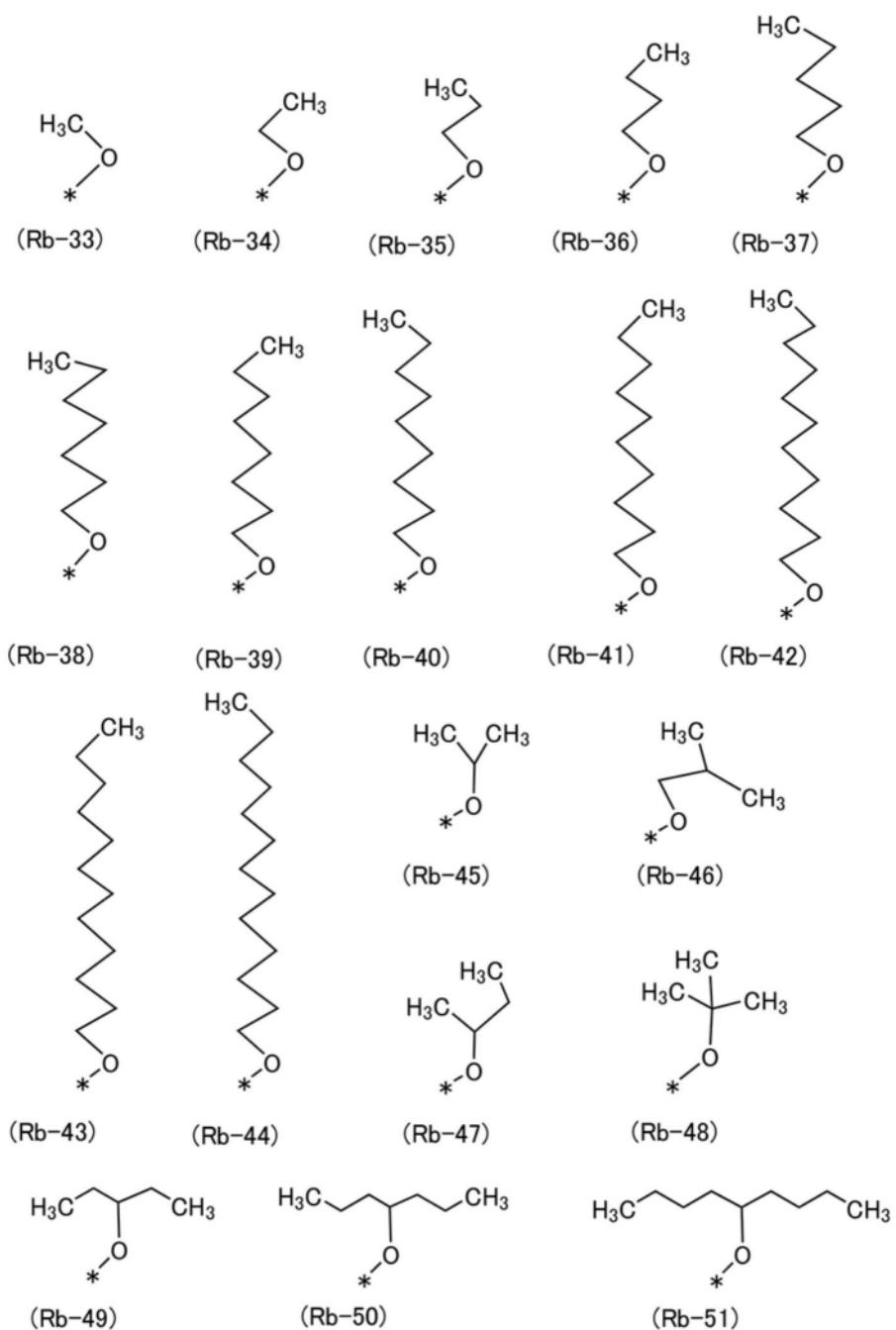
[0170] [化学式49]



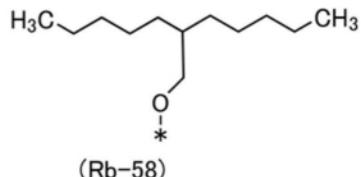
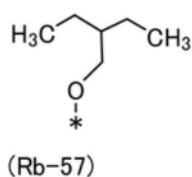
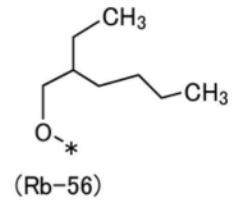
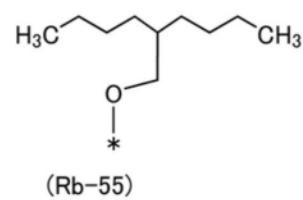
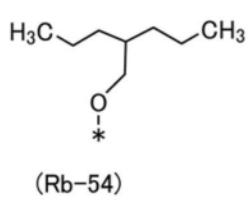
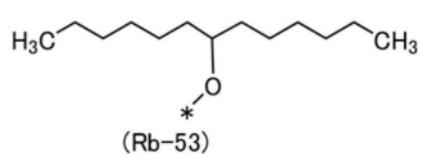
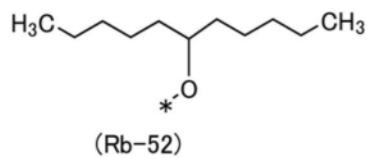
[0171] [化学式50]



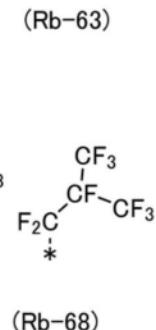
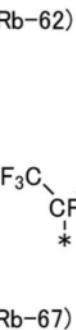
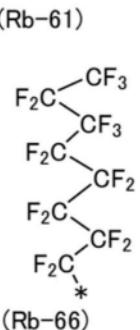
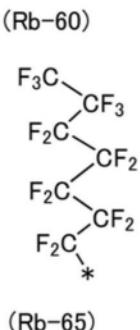
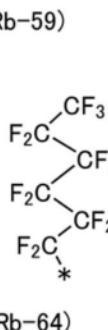
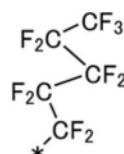
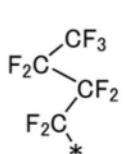
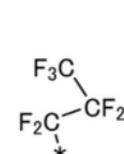
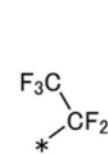
[0172] [化学式51]



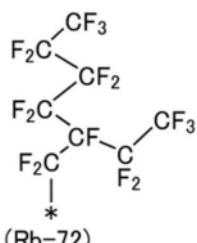
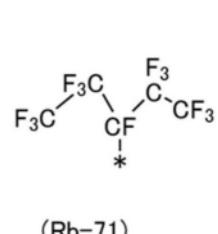
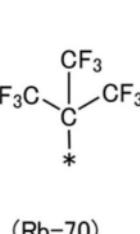
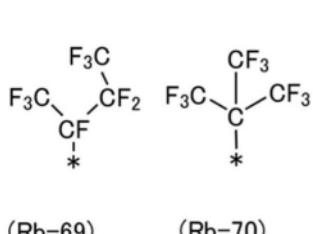
[0173] [化学式52]



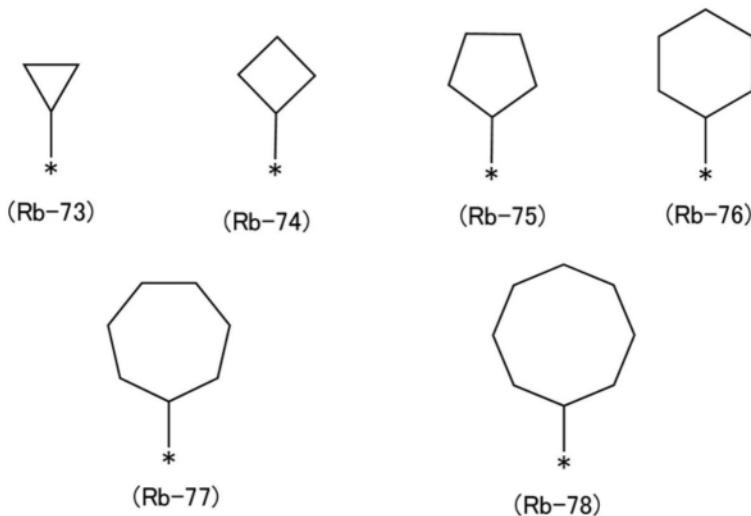
[0174] [化学式53]



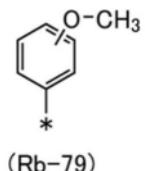
[0175] [化学式54]



[0176] [化学式55]

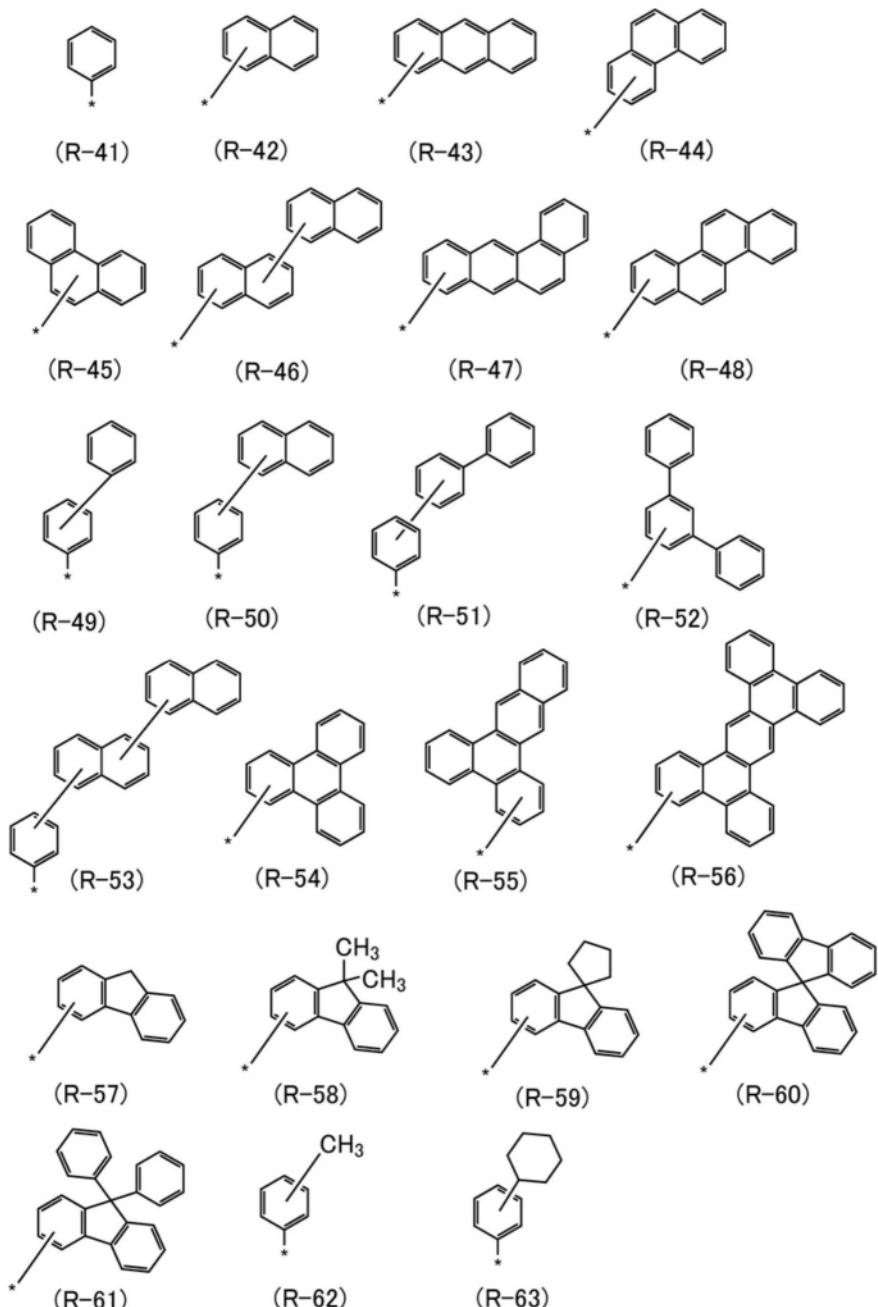


[0177] [化学式56]

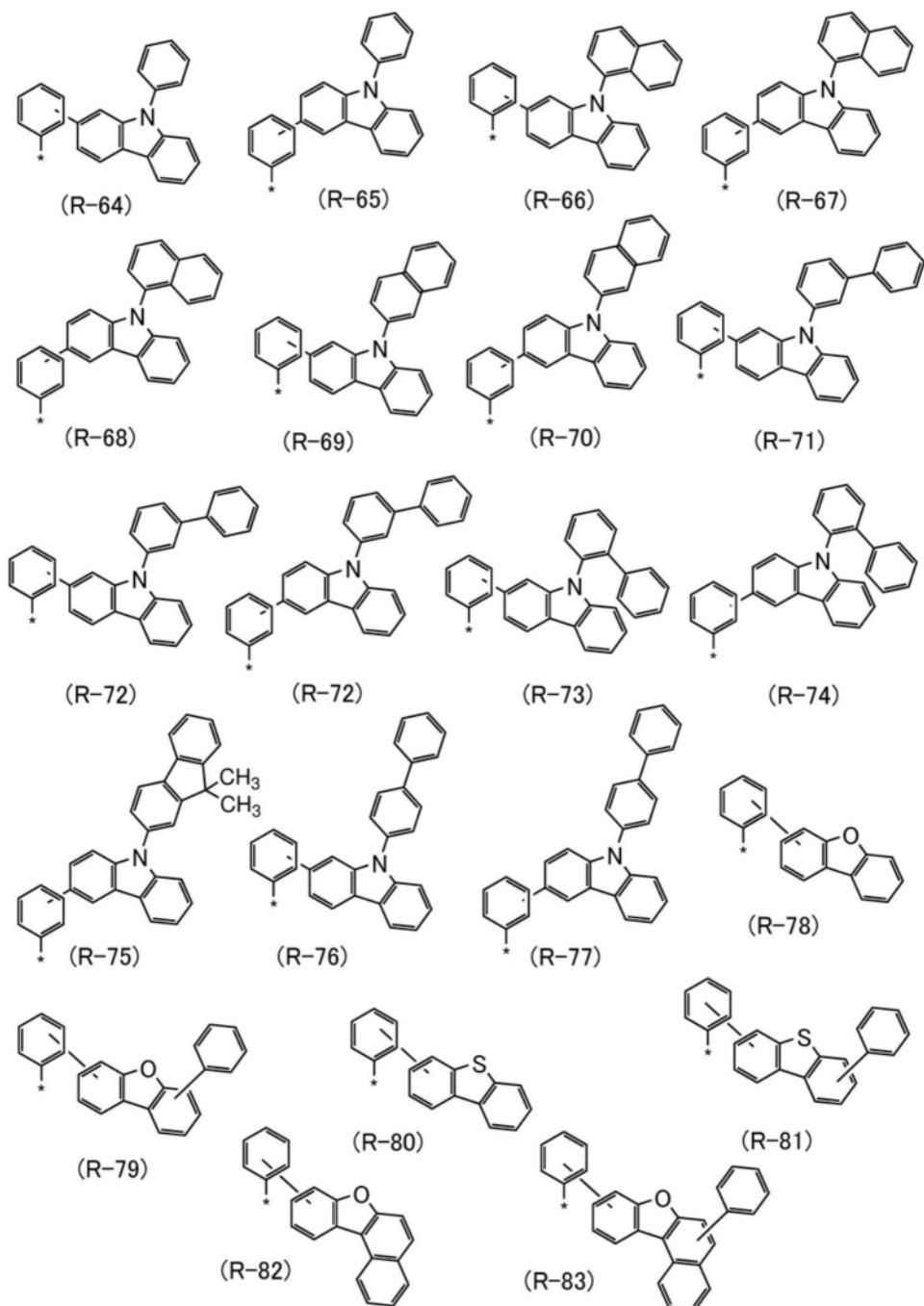


(Rb-79)

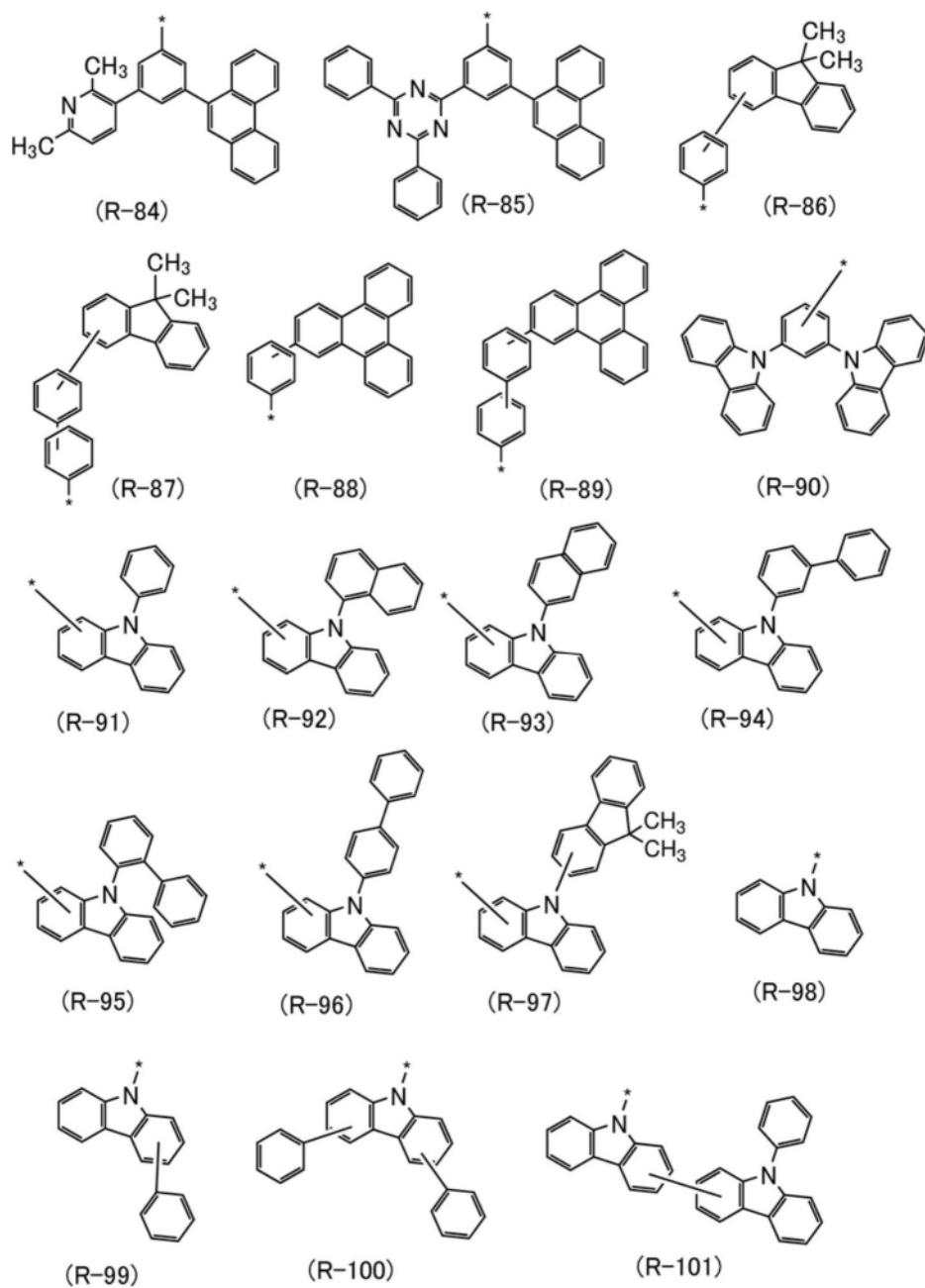
[0178] [化学式57]



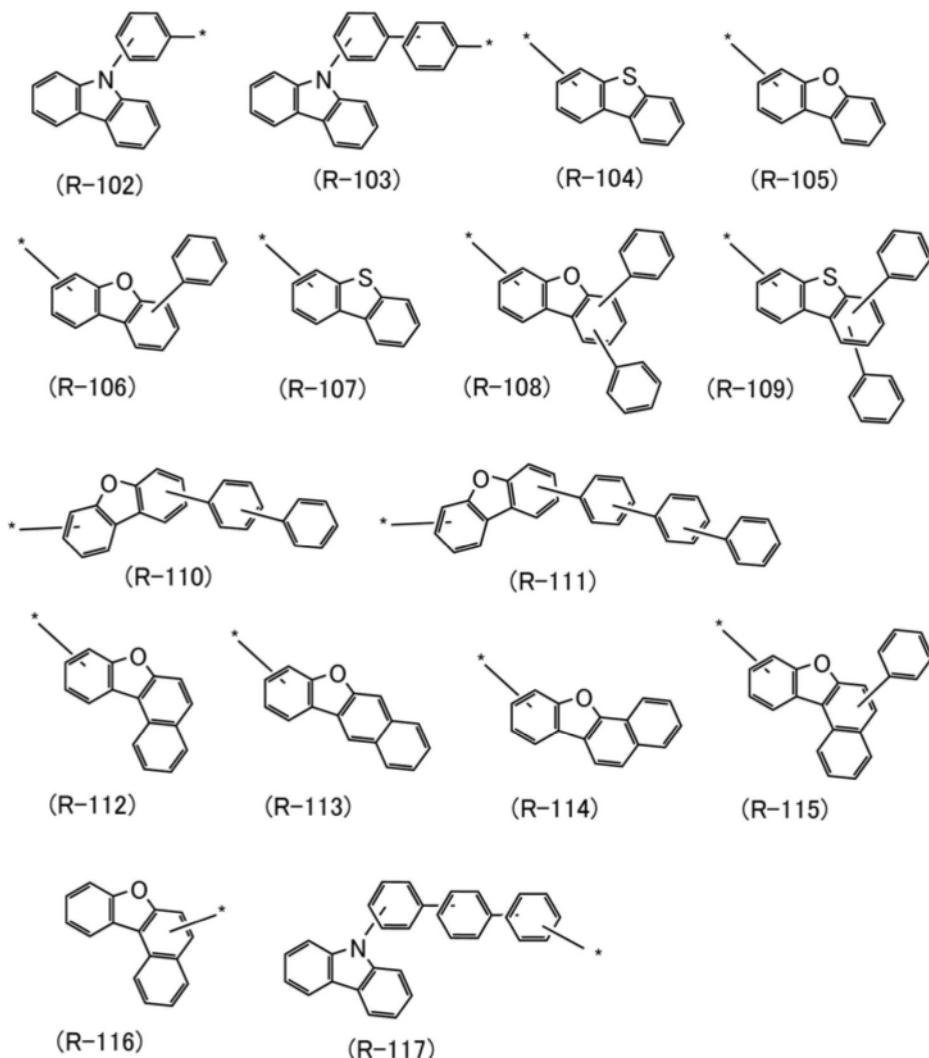
[0179] [化学式58]



[0180] [化学式59]

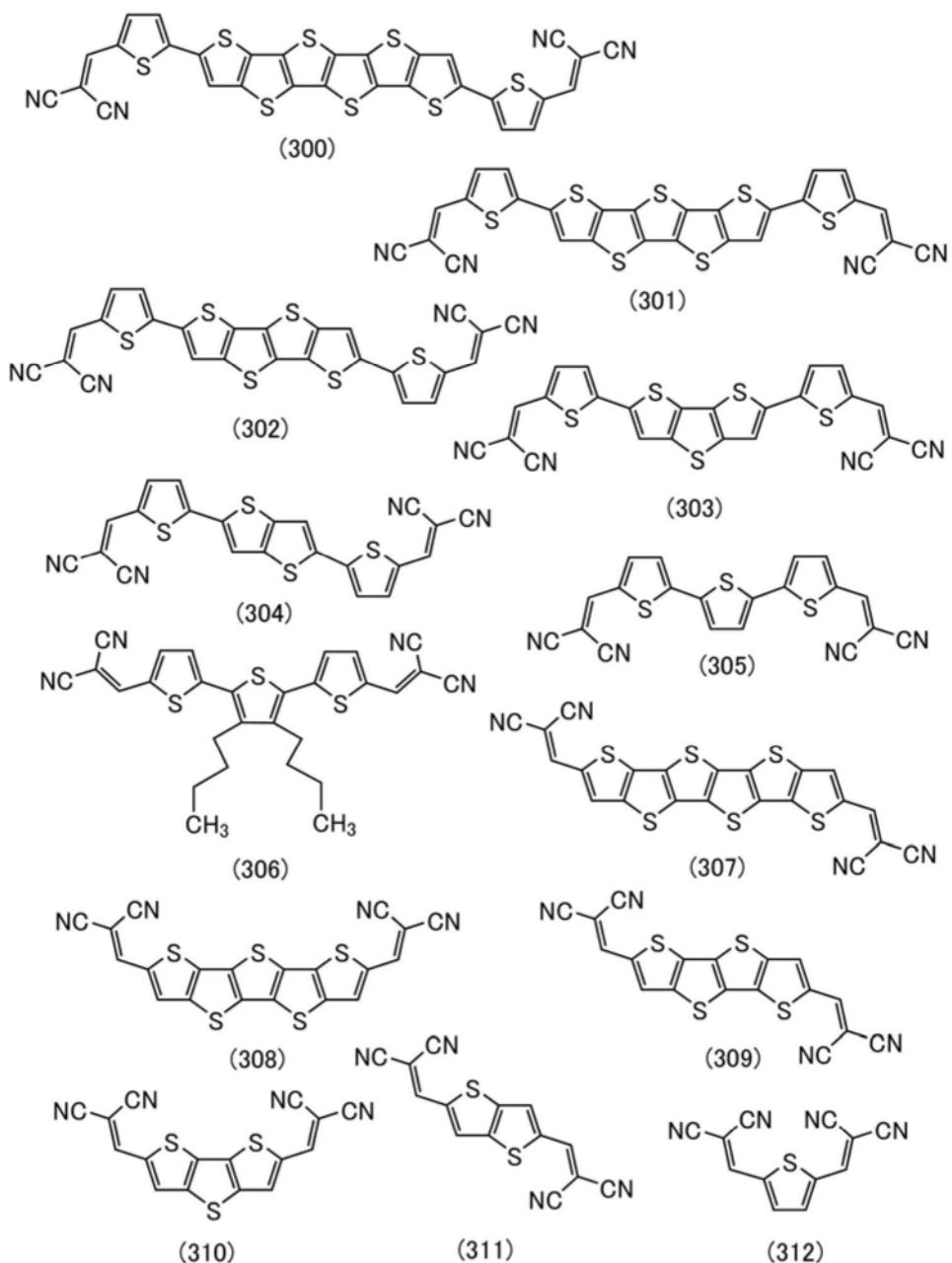


[0181] [化学式60]



[0182] 接着,以下示出由上述通式 (Gb-1) 表示的n型半导体材料的具体例子。

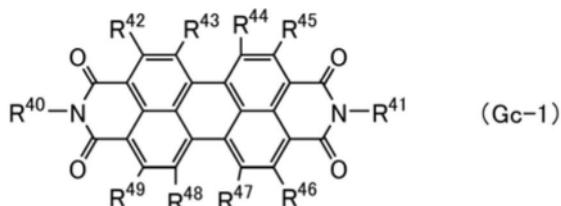
[0183] [化学式61]



[0184] 由上述结构式(300)至(312)表示的有机化合物为由上述通式(Gb-1)至式(Gb-3)表示的有机化合物(n型半导体材料(第四有机化合物))的一个例子,但是具体例子不局限于此。

[0185] 此外,作为n型半导体材料(第四有机化合物),也可以使用由下述通式(Gc-1)表示的有机化合物。

[0186] [化学式62]



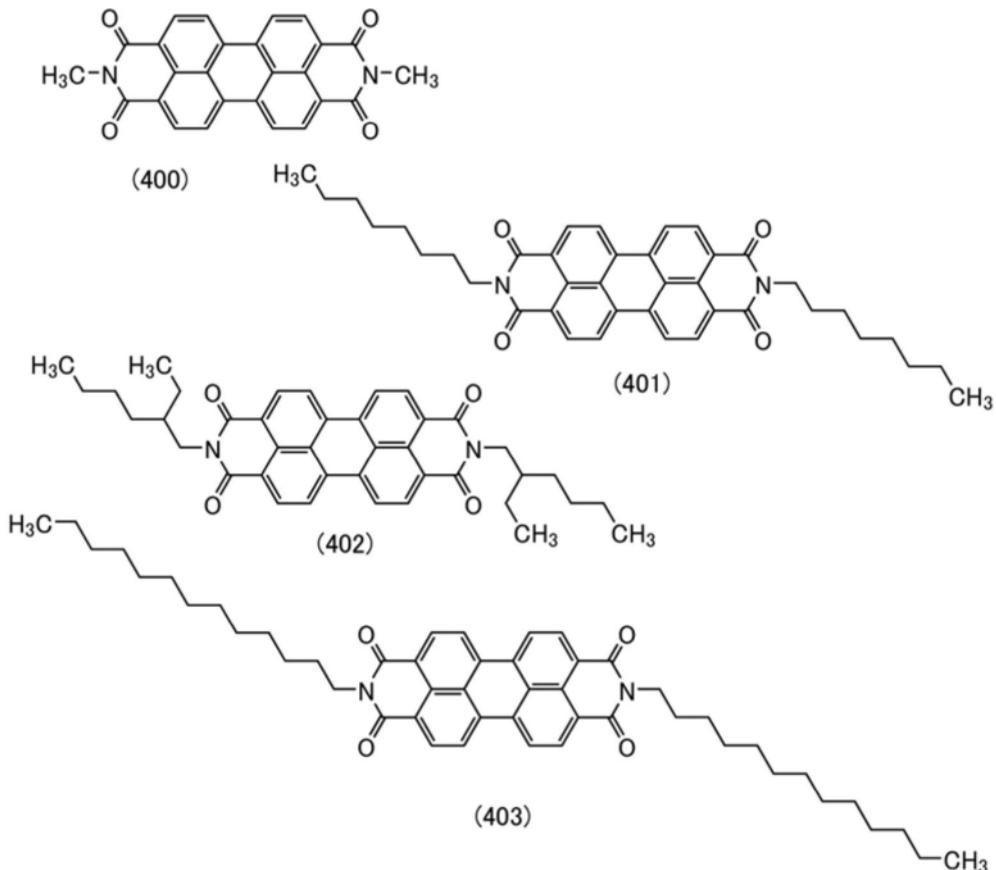
[0187] 在上述通式(Gc-1)中,R<sup>40</sup>及R<sup>41</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1

至13的链状烷基、碳原子数为3至13的支链烷基、取代或未取代的碳原子数为6至13的芳基或取代或未取代的碳原子数为6至13的芳香烷基，并且R<sup>42</sup>至R<sup>49</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷基、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、取代或未取代的碳原子数为3至13的环烷基或卤素。

[0188] 在上述通式(Gc-1)中，R<sup>40</sup>及R<sup>41</sup>优选分别独立地表示碳原子数为2至12的链状烷基。此外，更优选分别独立地表示支链烷基。由此，可以提高溶解性。

[0189] 接着，以下示出由上述通式(Gc-1)表示的n型半导体材料(第四有机化合物)的具体例子。

[0190] [化学式63]



[0191] 由上述结构式(400)至(403)表示的有机化合物为由上述通式(Gc-1)表示的有机化合物(n型半导体材料(第四有机化合物))的一个例子，具体例子不局限于此。

[0192] 此外，活性层213优选为包含p型半导体材料(第三有机化合物)的第一层与包含n型半导体材料(第四有机化合物)的第二层的叠层膜。

[0193] 此外，在上述各结构的受光器件中，活性层213优选为包含p型半导体材料(第三有机化合物)与n型半导体材料(第四有机化合物)的混合膜。

[0194] 此外，电子供体性有机半导体材料的HOMO能级优选比电子受体性有机半导体材料的HOMO能级浅(高)。电子供体性有机半导体材料的LUMO能级优选比电子受体性有机半导体材料的LUMO能级浅(高)。

[0195] 此外，也可以使用使用球状的富勒烯作为电子受体性有机半导体材料，且使用其形状与平面相似的有机半导体材料作为电子供体性有机半导体材料。形状相似的分子具有

容易聚集的趋势,当同一种分子凝集时,因分子轨道的能级相近而可以提高载流子传输性。

[0196] <第二载流子传输层>

第二载流子传输层214为将根据入射到活性层213的光而产生的电子传输到第二电极202的层,并包含电子传输性材料(也称为第二有机化合物)。电子传输性材料优选为电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。此外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。在本说明书等中,有时将第二载流子传输层称为电子传输层。

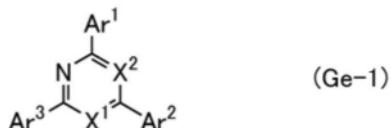
[0197] 作为电子传输性材料(第二有机化合物),可以使用缺 $\pi$ 电子杂芳香化合物。

[0198] 此外,作为电子传输性材料(第二有机化合物),除了包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噁唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物以外,还可以使用包含噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、包含喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、其他含氮杂芳香化合物的缺 $\pi$ 电子杂芳香化合物等。

[0199] 此外,电子传输性材料(第二有机化合物)为包含三嗪环的化合物。

[0200] 此外,电子传输性材料(第二有机化合物)为由下述通式(Ge-1)表示的有机化合物。

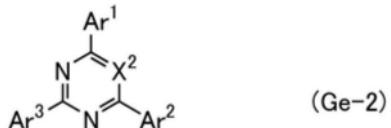
[0201] [化学式64]



[0202] 在上述通式(Ge-1)中,Ar<sup>1</sup>至Ar<sup>3</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基,X<sup>1</sup>及X<sup>2</sup>分别独立地表示碳或氮,在X<sup>1</sup>及X<sup>2</sup>中的一个或两个为碳的情况下,碳键合于氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基或取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基。

[0203] 此外,电子传输性材料(第二有机化合物)为由下述通式(Ge-2)表示的有机化合物。

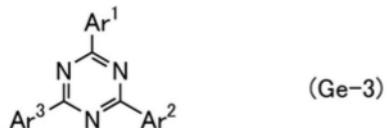
[0204] [化学式65]



[0205] 在上述通式(Ge-2)中,Ar<sup>1</sup>至Ar<sup>3</sup>分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基,X<sup>2</sup>表示碳或氮,在X<sup>2</sup>为碳的情况下,碳键合于氢、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基、取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基或取代或未取代的碳原子数为1至20的环烷基。

[0206] 此外,电子传输性材料(第二有机化合物)为由下述通式(Ge-3)表示的有机化合物。

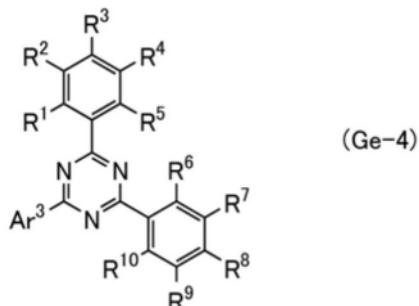
[0207] [化学式66]



[0208] 在上述通式 (Ge-3) 中, Ar<sup>1</sup>至Ar<sup>3</sup>分别独立地表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基。

[0209] 此外, 电子传输性材料(第二有机化合物)为由下述通式 (Ge-4) 表示的有机化合物。

[0210] [化学式67]



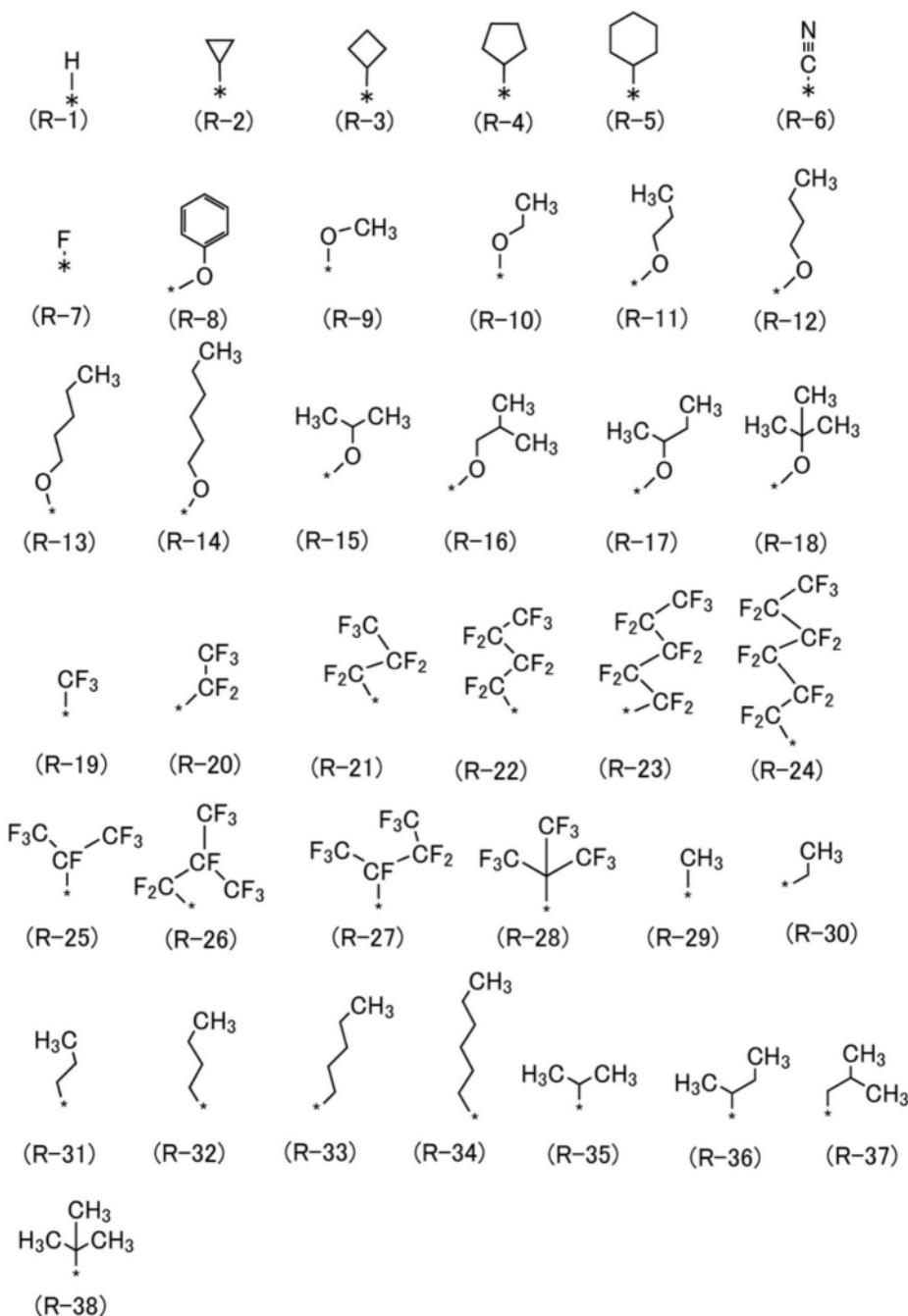
[0211] 在上述通式 (Ge-4) 中, Ar<sup>3</sup>表示取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基, R<sup>1</sup>至R<sup>10</sup>分别独立地表示氢、取代或未取代的碳原子数为1至20的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至20的环烷基、取代或未取代的碳原子数为6以上且30以下的芳基或取代或未取代的碳原子数为2至30的杂芳基。

[0212] 上述通式 (Ge-4) 中的R<sup>1</sup>至R<sup>10</sup>不仅表示上述取代基, 而且还表示卤素、取代或未取代的碳原子数为1至13的卤化烷基、氰基、取代或未取代的碳原子数为1至13的烷氧基。

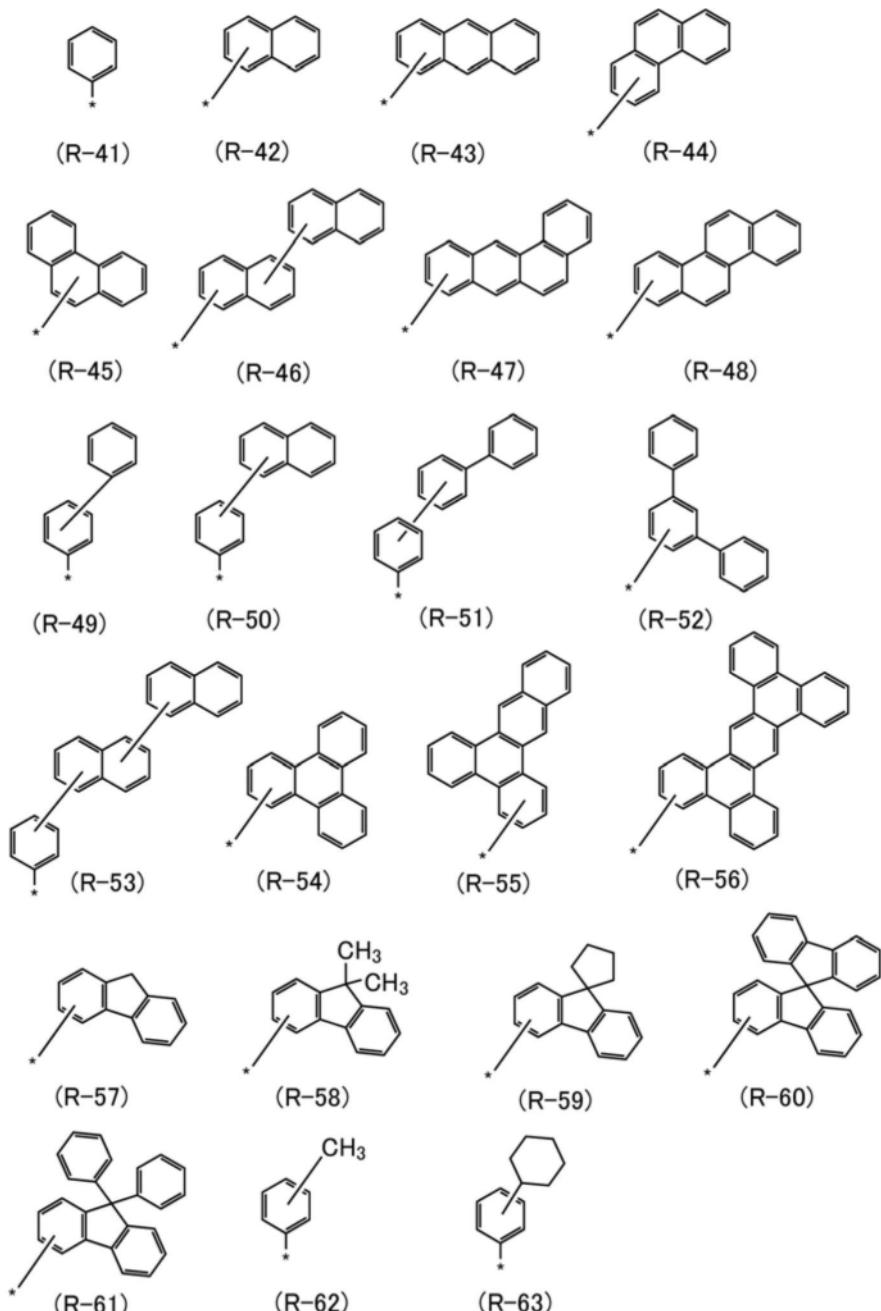
[0213] 上述通式 (Ge-4) 中的R<sup>1</sup>至R<sup>10</sup>优选为由下述式 (R-1) 至式 (R-38) 表示的取代基、由下述式 (R-41) 至式 (R-116) 表示的取代基及由下述式 (R-118) 至式 (R-131) 表示的取代基。

[0214] 此外, 上述通式 (Ge-1) 至 (Ge-3) 中的Ar<sup>1</sup>至Ar<sup>3</sup>及上述通式 (Ge-4) 中的Ar<sup>3</sup>优选为由下述式 (R-41) 至式 (R-116) 表示的取代基及由下述式 (R-118) 至式 (R-131) 表示的取代基。

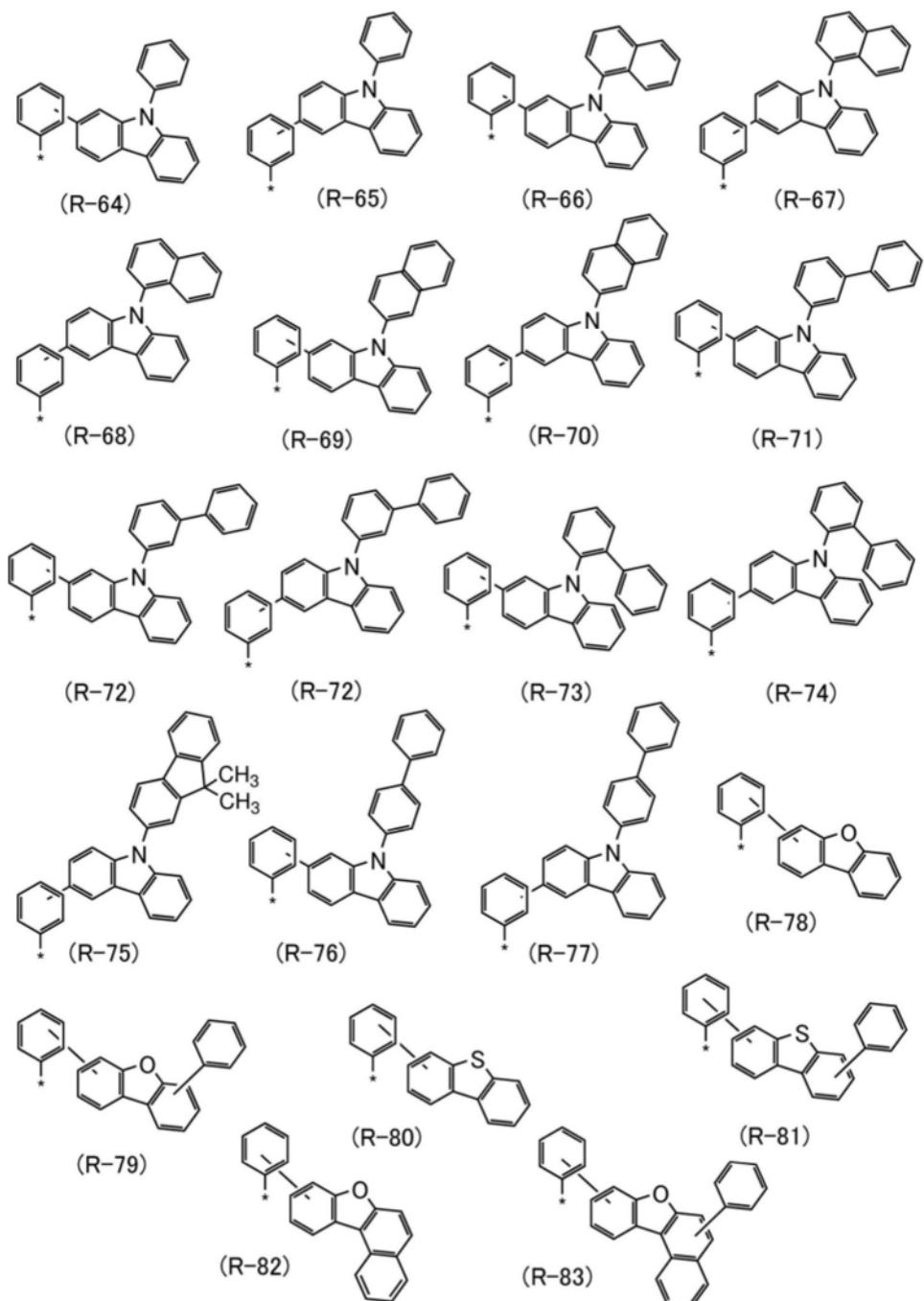
[0215] [化学式68]



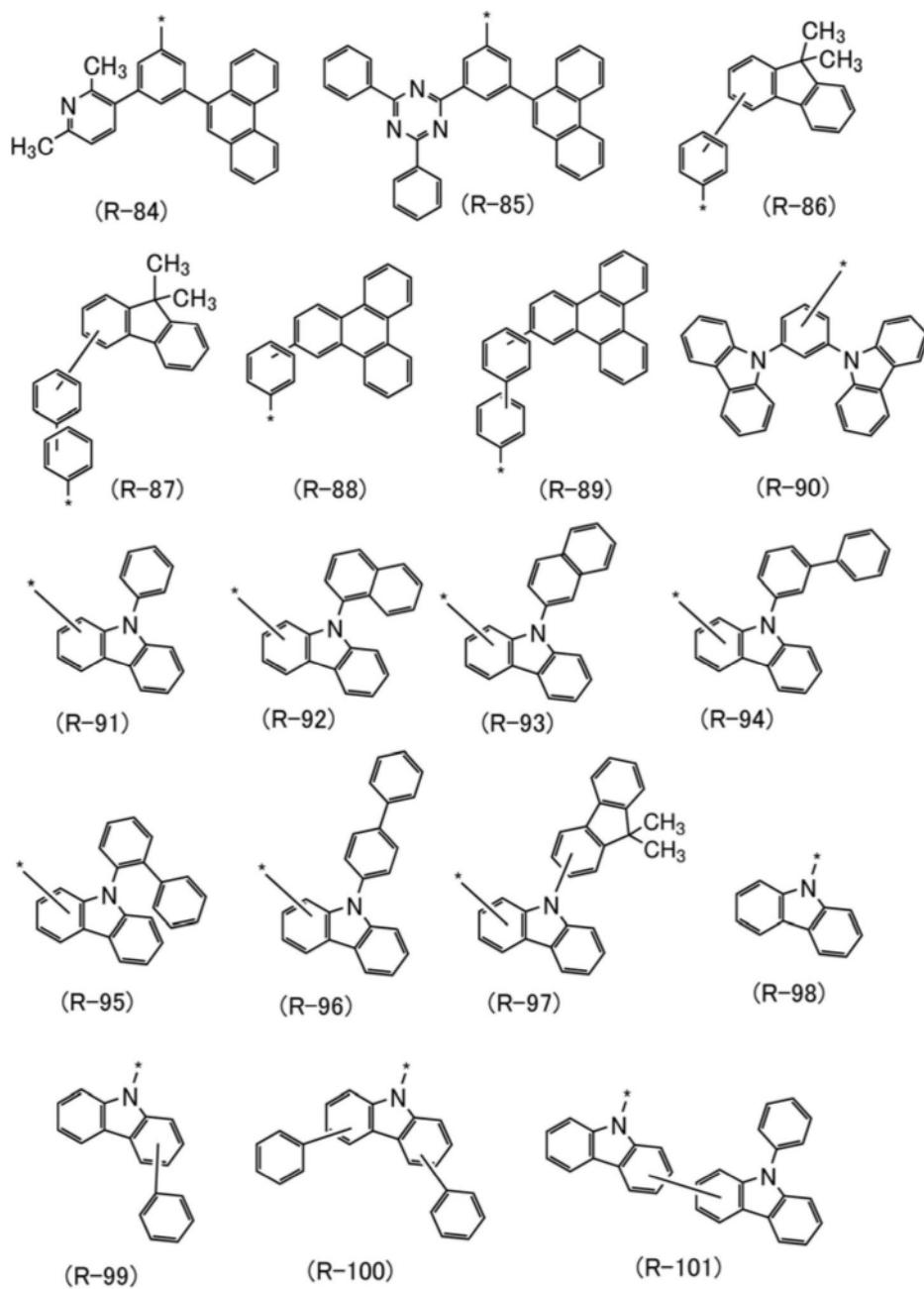
[0216] [化学式69]



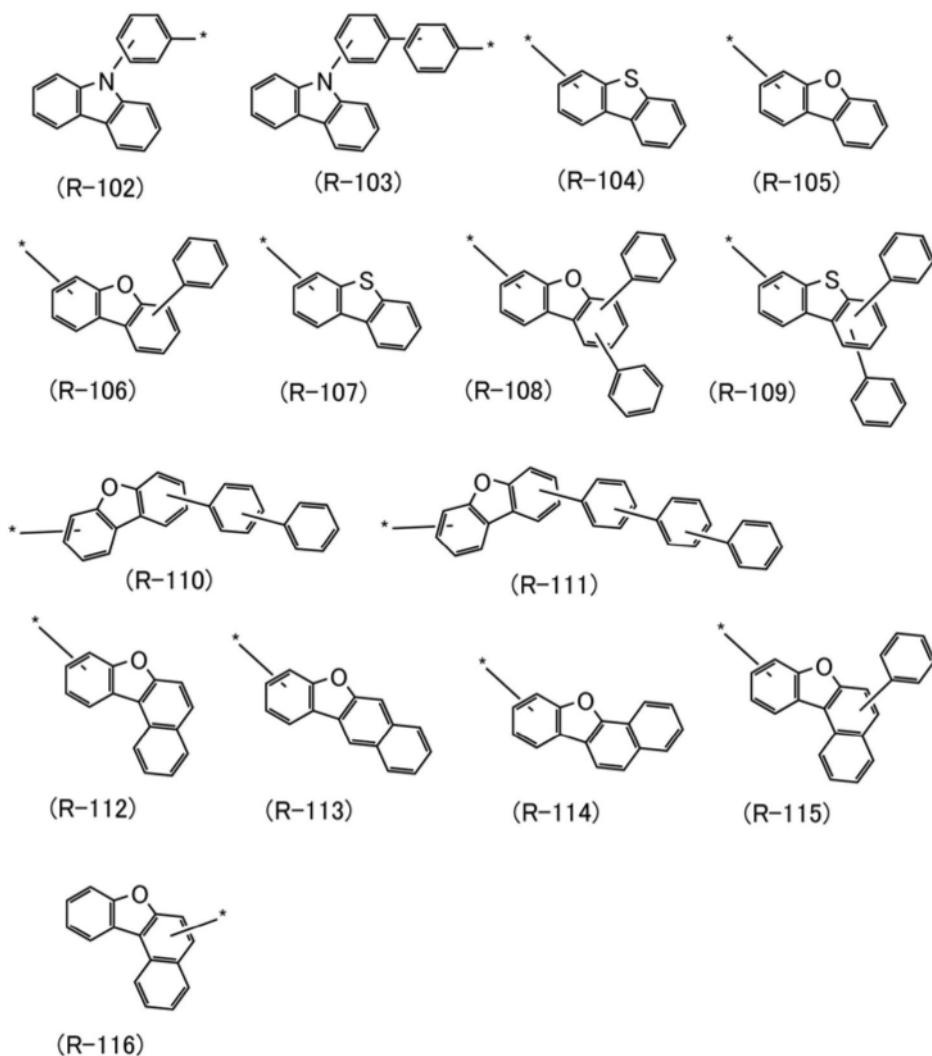
[0217] [化学式70]



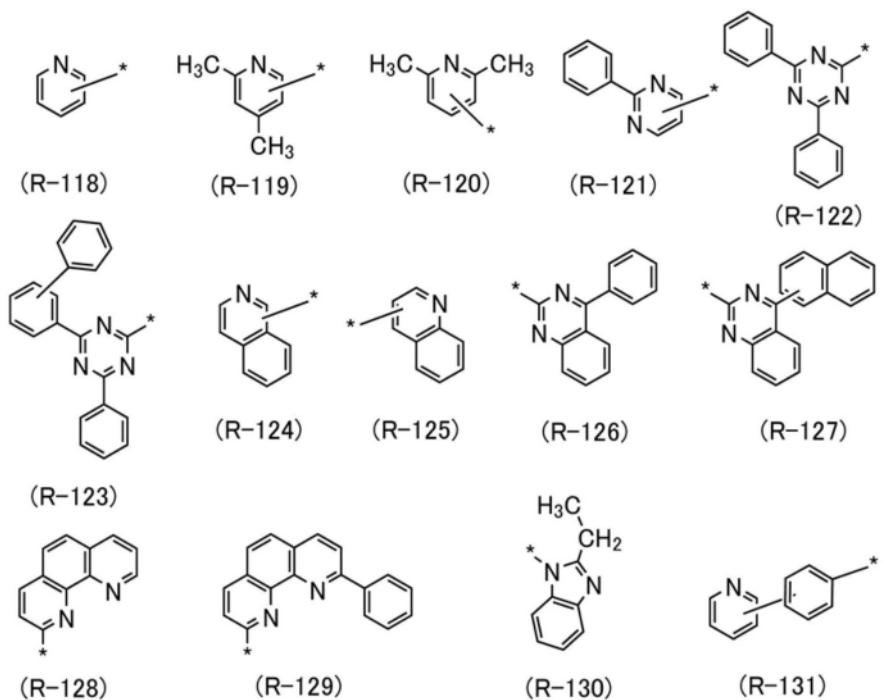
[0218] [化学式71]



[0219] [化学式72]

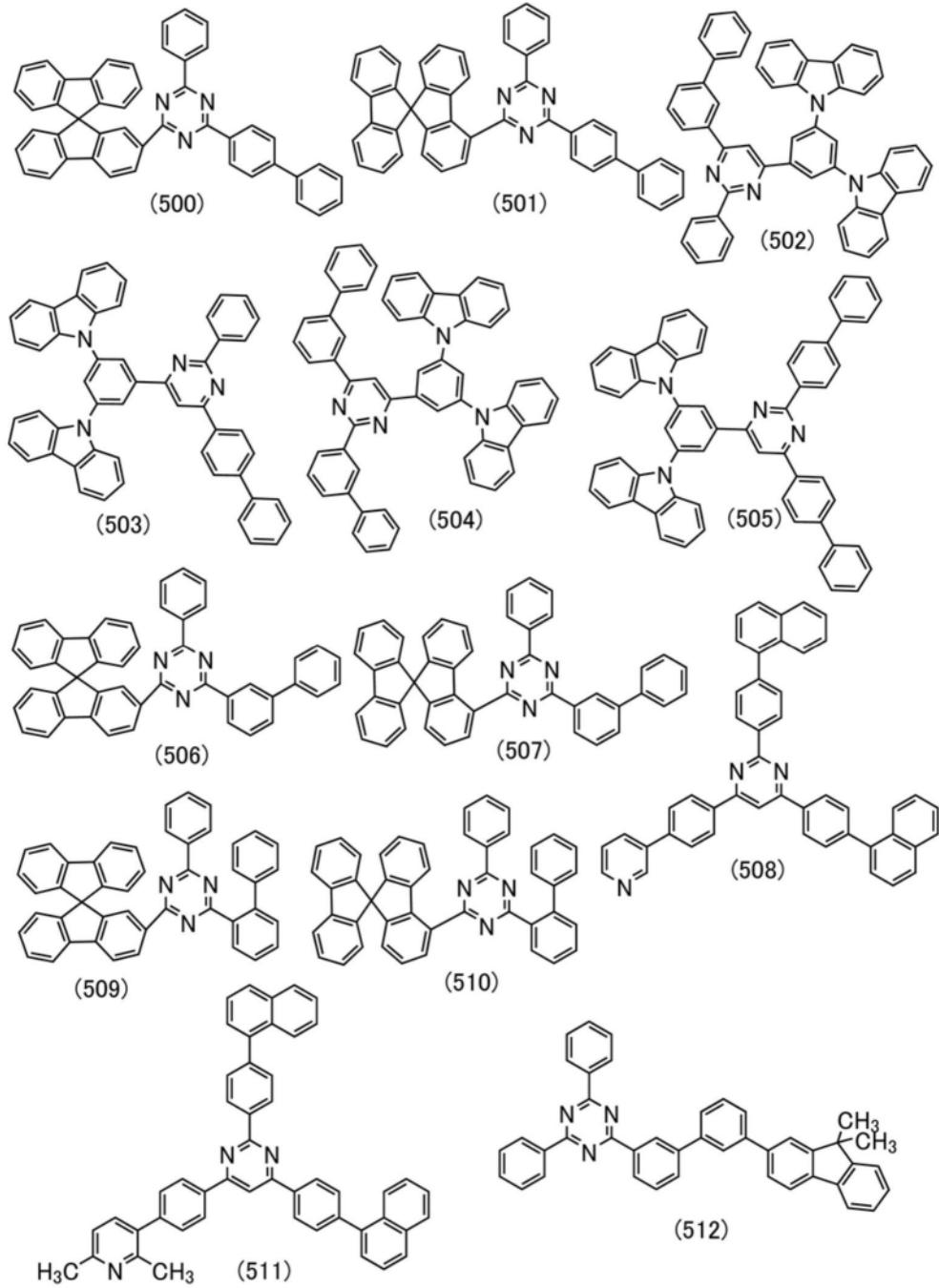


[0220] [化学式73]

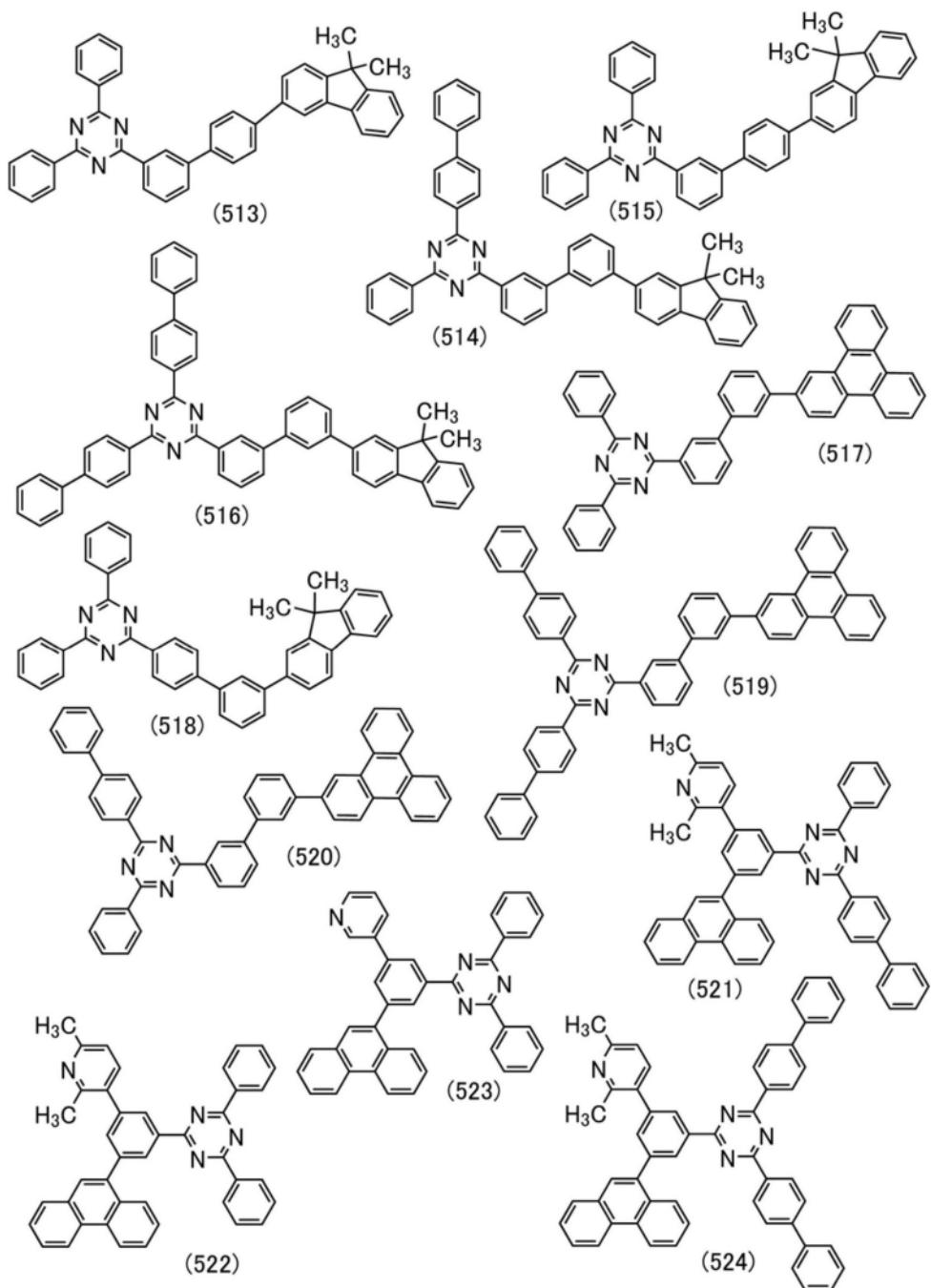


[0221] 接着,以下示出具有上述各结构的电子传输性材料(第二有机化合物)的具体例子。

[0222] [化学式74]



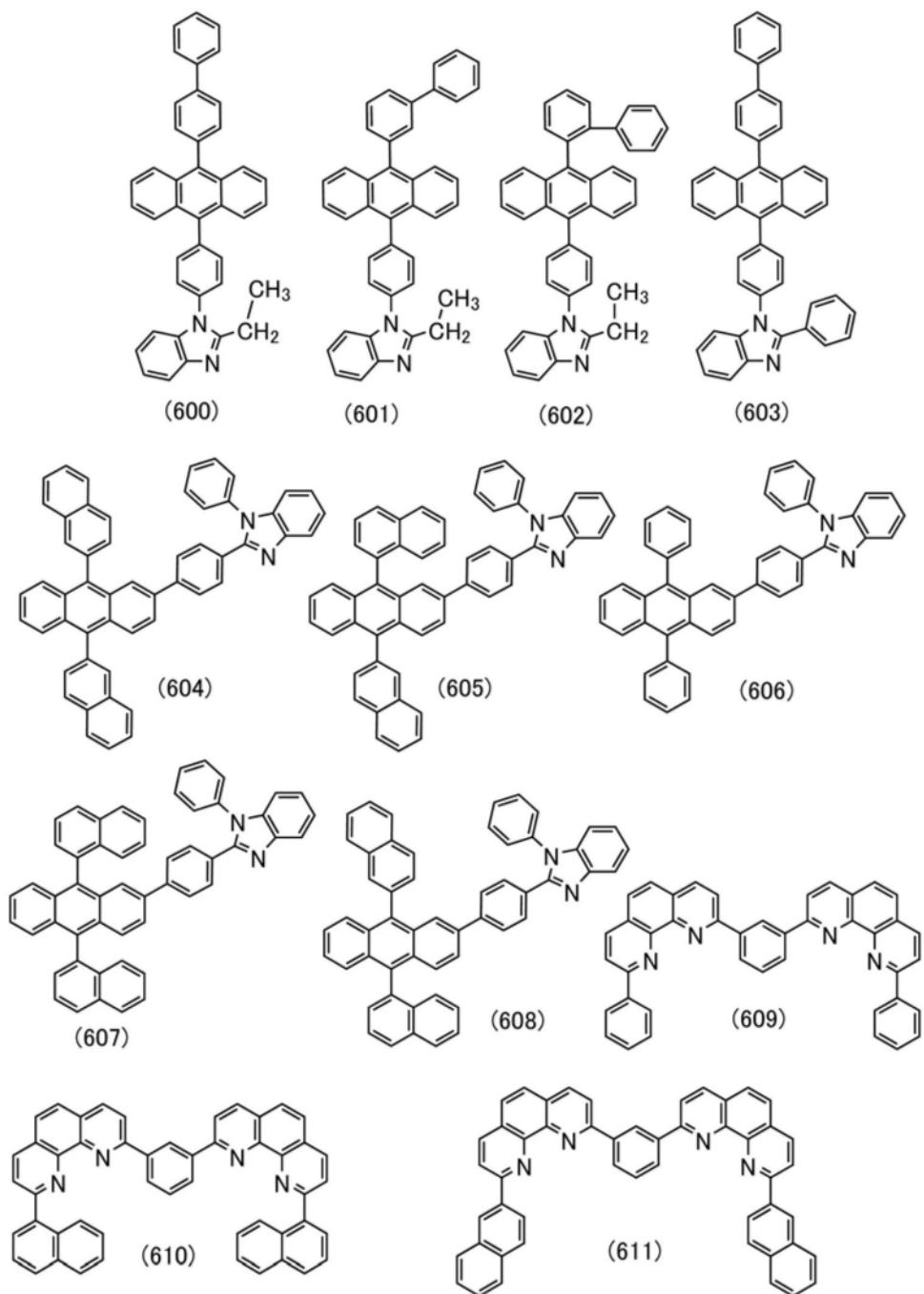
[0223] [化学式75]



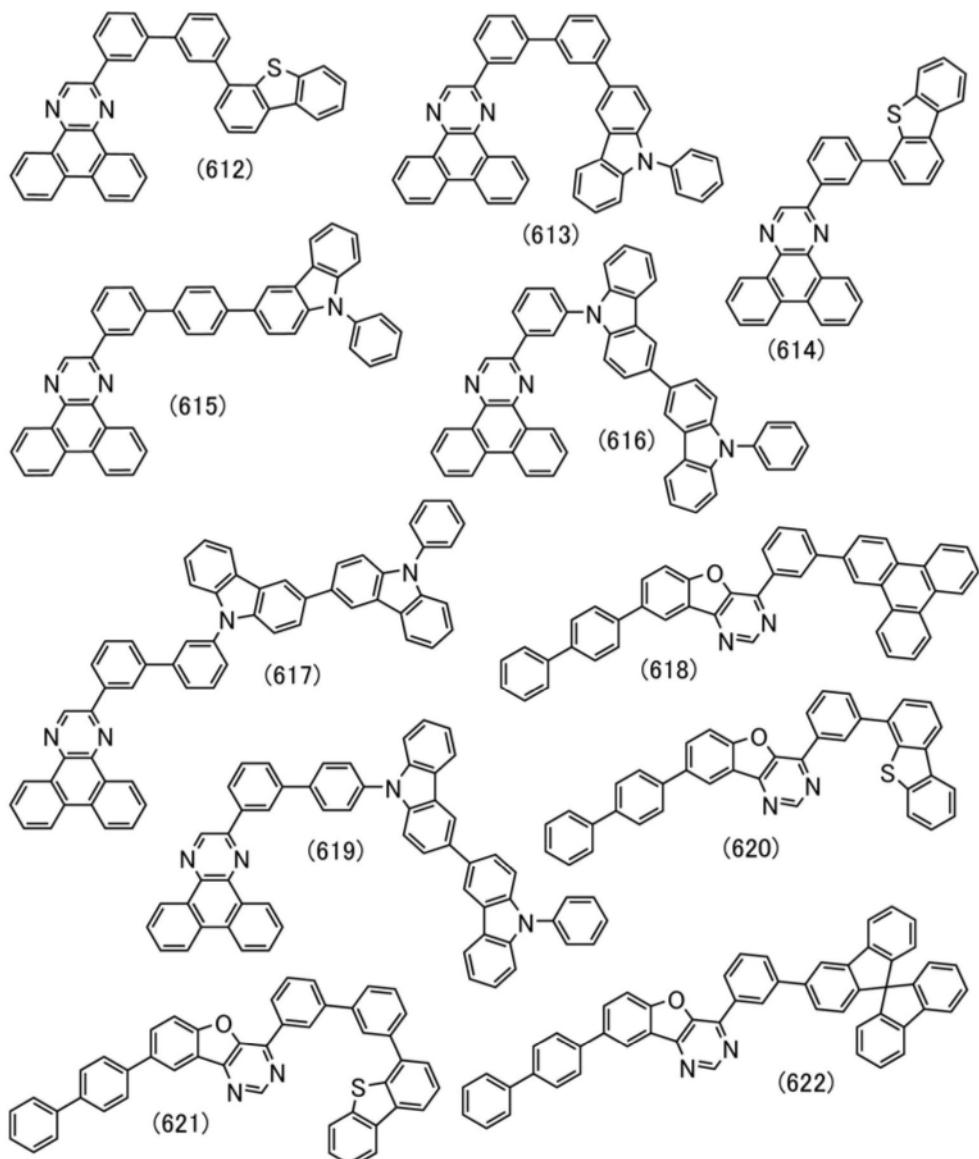
[0224] 由上述结构式(500)至(524)表示的有机化合物为由上述通式(Ge-1)至(Ge-4)表示的有机化合物(电子传输性材料(第二有机化合物))的一个例子,但是具体例子不局限于此。

[0225] 此外,作为第二有机化合物,可以使用由下述结构式(600)至(622)表示的有机化合物。

[0226] [化学式76]



[0227] [化学式77]



[0228] 此外,第二载流子传输层214也可以使用将在实施方式2中叙述的可以用于发光器件的电子传输层114的材料而形成。

[0229] 此外,第二载流子传输层214既可具有单层结构又可具有层叠两层以上的由上述物质构成的层而成的叠层结构。

[0230] <第二载流子注入层>

第二载流子注入层215为用来提高从受光层203向第二电极202注入电子的效率的层,并包含电子注入性高的材料。作为电子注入性高的材料,可以使用碱金属、碱土金属或者包含上述物质的化合物。作为电子注入性高的材料,也可以使用包含电子传输性材料及供体性材料(电子供体性材料)的复合材料。在本说明书等中,有时将第二载流子注入层称为电子注入层。

[0231] 第二载流子注入层215可以使用将在实施方式2中叙述的可以用于发光器件的电子注入层115的材料而形成。

[0232] 此外,通过在两个受光层203之间设置电荷产生层,可以得到在一对电极间层叠有多个受光层的结构(也称为串联结构)。此外,通过在不同受光层之间设置电荷产生层,可以

得到三层以上的受光层的叠层结构。电荷产生层可以使用将在实施方式2中叙述的可以用于发光器件的电荷产生层106的材料而形成。

[0233] 构成本实施方式所示的受光器件的受光层203的各层(第一载流子注入层211、第一载流子传输层212、活性层213、第二载流子传输层214、第二载流子注入层215)所使用的材料不局限于本实施方式所示的材料,只要满足各层的功能,就可以组合使用除此以外的材料。

[0234] 在本说明书等中,“层”和“膜”可以相互调换。

[0235] 本发明的一个方式的受光器件具有检测可见光的功能。此外,本发明的一个方式的受光器件对可见光具有灵敏度。此外,本发明的一个方式的受光器件优选具有检测可见光及红外光的功能。此外,本发明的一个方式的受光器件优选对可见光及红外光具有灵敏度。

[0236] 注意,本说明书等中的蓝色(B)的波长区域是指400nm以上且小于490nm,蓝色(B)的光在该波长区域具有至少一个发射光谱峰。此外,绿色(G)的波长区域是指490nm以上且小于580nm,绿色(G)的光在该波长区域具有至少一个发射光谱峰。此外,红色(R)的波长区域是指580nm以上且小于700nm,红色(R)的光在该波长区域具有至少一个发射光谱峰。此外,在本说明书等中,可见光的波长区域是指400nm以上且小于700nm,可见光在该波长区域具有至少一个发射光谱峰。此外,红外(IR)的波长区域是指700nm以上且小于900nm,红外(IR)光在该波长区域具有至少一个发射光谱峰。

[0237] 上述本发明的一个方式的受光器件可以应用于使用有机EL器件的显示装置。换言之,可以将本发明的一个方式的受光器件内置于使用有机EL器件的显示装置。再者,换言之,在包括有机EL器件及受光器件的受发光装置中,可以使用本发明的一个方式的受光器件作为受光器件。作为一个例子,图2A是发光器件805a及受光器件805b形成在同一衬底上的受发光装置810的截面示意图。

[0238] 因为受发光装置810包括发光器件805a及受光器件805b,所以不仅具有显示图像的功能,而且还具有拍摄功能及感测功能中的一个或两个。

[0239] 发光器件805a具有发射光的功能(以下也称为发光功能)。发光器件805a包括电极801a、EL层803a及电极802。夹在电极801a与电极802之间的EL层803a至少包括发光层。发光层包含发光物质。通过在电极801a与电极802之间施加电压,从EL层803a发射光。除了发光层以外,EL层803a还包括空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、载流子(空穴或电子)阻挡层、电荷产生层等各种层。作为发光器件805a,可以应用作为将在实施方式2中叙述的有机EL器件的发光器件的结构。

[0240] 受光器件805b具有检测光的功能(以下也称为受光功能)。受光器件805b包括电极801b、受光层803b及电极802。夹在电极801b与电极802之间的受光层803b至少包括活性层。受光器件805b被用作光电转换器件,可以通过入射到受光层803b的光产生电荷,由此将其作为电流提取。此时,也可以在电极801b与电极802之间施加电压。所产生的电荷量取决于入射到受光层803b的光量。作为受光器件805b,可以应用上述受光器件200的结构。

[0241] 受光器件805b容易实现薄型化、轻量化及大面积化且其形状及设计的自由度高,所以可以应用于各种各样的显示装置。此外,可以利用相同方法(例如,真空蒸镀法)形成发光器件805a所包括的EL层803a及受光器件805b所包括的受光层803b,可以共同使用制造设

备,因此是优选的。

[0242] 电极801a及电极801b设置于同一面上。图2A示出电极801a及电极801b设置于衬底800上的结构。注意,电极801a及电极801b例如可以通过将形成于衬底800上的导电膜加工为岛状来形成。也就是说,电极801a及电极801b可以通过同一工序形成。

[0243] 衬底800可以使用具有能够承受发光器件805a及受光器件805b的形成的耐热性的衬底。在使用绝缘衬底作为衬底800的情况下,可以使用玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、陶瓷衬底、有机树脂衬底等。此外,还可以使用以硅或碳化硅等为材料的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、以硅锗等为材料的化合物半导体衬底、SOI衬底等半导体衬底。

[0244] 尤其是,衬底800优选使用在上述绝缘衬底或半导体衬底上形成包括晶体管等半导体元件的半导体电路的衬底。该半导体电路例如优选构成像素电路、栅极线驱动电路(栅极驱动器)、源极线驱动电路(源极驱动器)等。此外,除了上述以外也可以构成运算电路、存储电路等。

[0245] 此外,电极802为由在发光器件805a及受光器件805b中共同使用的层构成的电极。电极801a、电极801b以及电极802中的发射光或入射光一侧的电极使用透过可见光及红外光的导电膜。不发射光或不入射光一侧的电极优选使用反射可见光及红外光的导电膜。

[0246] 本发明的一个方式的受发光装置的电极802被用作发光器件805a及受光器件805b各自的一个电极。

[0247] 图2B示出发光器件805a的电极801a的电位比电极802高的情况。此时,电极801a被用作发光器件805a的阳极,电极802被用作阴极。此外,受光器件805b的电极801b的电位比电极802低。注意,在图2B中,为了容易理解电流流过的方向,发光器件805a的左侧示出发光二极管的电路标记,受光器件805b的右侧示出光电二极管的电路标记。此外,在各器件中以箭头示意性地示出载流子(电子及空穴)流过的方向。

[0248] 在图2B所示的结构中,在电极801a通过第一布线被供应第一电位,电极802通过第二布线被供应第二电位,电极801b通过第三布线被供应第三电位时,各电位的大小关系满足第一电位>第二电位>第三电位。

[0249] 图2C示出发光器件805a的电极801a的电位比电极802低的情况。此时,电极801a被用作发光器件805a的阴极,电极802被用作阳极。此外,受光器件805b的电极801b的电位比电极802低且比电极801a高。注意,在图2C中,为了容易理解电流流过的方向,发光器件805a的左侧示出发光二极管的电路标记,受光器件805b的右侧示出光电二极管的电路标记。此外,在各器件中以箭头示意性地示出载流子(电子及空穴)流过的方向。

[0250] 在图2C所示的结构中,在电极801a通过第一布线被供应第一电位,电极802通过第二布线被供应第二电位,电极801b通过第三布线被供应第三电位时,各电位的大小关系满足第二电位>第三电位>第一电位。

[0251] 图3A示出作为受发光装置810的变形例子的受发光装置810A。受发光装置810A与受发光装置810的不同之处在于:受发光装置810A包括共用层806及共用层807。在发光器件805a中,共用层806及共用层807被用作EL层803a的一部分。此外,在受光器件805b中,共用层806及共用层807被用作受光层803b的一部分。此外,共用层806例如包括空穴注入层及空穴传输层。此外,共用层807例如包括电子传输层及电子注入层。

[0252] 通过采用具有共用层806及共用层807的结构,可以内置受光器件而不大幅度增加

分别涂层的次数,由此可以以高生产率制造受发光装置810A。

[0253] 图3B示出作为受发光装置810的变形例子的受发光装置810B。受发光装置810B与受发光装置810的不同之处在于:在受发光装置810B中,EL层803a包括层806a及层807a,并且受光层803b包括层806b及层807b。层806a及层806b分别由不同材料构成,例如包括空穴注入层及空穴传输层。此外,层806a及层806b也可以由共用材料构成。此外,层807a及层807b分别由不同材料构成,例如包括电子传输层及电子注入层。层807a及层807b也可以由共用材料构成。

[0254] 通过选出用来构成发光器件805a的最合适的材料并将其用于层806a及层807a,并且选出用来构成受光器件805b的最合适的材料并将其用于层806b及层807b,可以在受发光装置810B中提升发光器件805a及受光器件805b各自的性能。

[0255] 注意,受光器件805b的清晰度可以为100ppi以上,优选为200ppi以上,更优选为300ppi以上,进一步优选为400ppi以上,更进一步优选为500ppi以上,为2000ppi以下、1000ppi以下或600ppi以下等。尤其是,通过以200ppi以上且600ppi以下,优选为300ppi以上且600ppi以下的清晰度配置受光器件805b,可以适当地用于指纹的拍摄。在使用受发光装置810进行指纹识别时,通过提高受光器件805b的清晰度,例如可以以高精度提取指纹的特征点(Minutia),由此可以提高指纹识别的精度。此外,在清晰度为500ppi以上时,可以符合美国国家标准与技术研究院(NIST:National Institute of Standards and Technology)等的规格,因此是优选的。注意,在受光器件的清晰度为500ppi的情况下,每个像素的尺寸为50.8μm,可知该清晰度足以拍摄指纹纹线的间距(典型的是300μm以上且500μm以下)。

[0256] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

#### 实施方式2

[0257] 在本实施方式中,参照图4A至图4E说明使用在实施方式1中示出的有机化合物的发光器件。

#### [0258] <<发光器件的基本结构>>

对发光器件的基本结构进行说明。图4A示出一对电极间包括具有发光层的EL层的发光器件。具体而言,在第一电极101与第二电极102之间包括EL层103。

[0259] 图4B示出在一对电极间包括多个(图4B中两层)EL层(103a、103b)且在EL层之间包括电荷产生层106的叠层结构(串联结构)的发光器件。具有串联结构的发光器件可以实现能够进行低电压驱动且功耗低的发光装置。

[0260] 电荷产生层106具有如下功能:在第一电极101与第二电极102之间产生电位差时,对一个EL层(103a或103b)注入电子并对另一个EL层(103b或103a)注入空穴。由此,在图4B中,当以使第一电极101的电位比第二电极102高的方式施加电压时,电荷产生层106将电子注入到EL层103a中并将空穴注入到EL层103b中。

[0261] 此外,从光提取效率的观点来看,电荷产生层106优选对可见光具有透光性(具体而言,电荷产生层106的可见光透过率为40%以上)。此外,即使电荷产生层106的电导率比第一电极101及第二电极102低也发挥功能。

[0262] 图4C示出本发明的一个方式的发光器件的EL层103的叠层结构。注意,在此情况下,第一电极101被用作阳极,第二电极102被用作阴极。EL层103具有第一电极101上依次层

叠有空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114以及电子注入层115的结构。注意,发光层113也可以层叠发光颜色不同的多个发光层。例如,也可以隔着或不隔着包含载流子传输性材料的层层叠包含发射红色光的发光物质的发光层、包含发射绿色光的发光物质的发光层、包含发射蓝色光的发光物质的发光层。或者,也可以组合包含发射黄色光的发光物质的发光层和包含发射蓝色光的发光物质的发光层。注意,发光层113的叠层结构不局限于上述结构。例如,发光层113也可以层叠发光颜色相同的多个发光层。例如,也可以隔着或不隔着包含载流子传输性材料的层层叠包含发射蓝色光的发光物质的第一发光层、包含发射蓝色光的发光物质的第二发光层。在层叠发光颜色相同的多个发光层时,有时与单层相比可以提高可靠性。此外,在如图4B所示的串联结构包括多个EL层时,各EL层从阳极一侧如上那样依次层叠。此外,在第一电极101为阴极且第二电极102为阳极时,EL层103的叠层顺序相反。具体而言,阴极的第一电极101上的111为电子注入层,112为电子传输层,113为发光层,114为空穴传输层,115为空穴注入层。

[0263] EL层(103、103a及103b)中的发光层113适当地组合发光物质及多个物质而能够获得呈现所希望的发光颜色的荧光或磷光。此外,发光层113也可以具有发光颜色不同的叠层结构。在此情况下,作为用于被层叠的各发光层的发光物质及其他物质中的一个或两个分别使用不同材料即可。此外,也可以采用从图4B所示的多个EL层(103a及103b)获得彼此不同的发光颜色的结构。在此情况下,作为用于各发光层的发光物质及其他物质中的一个或两个使用不同材料即可。

[0264] 此外,在本发明的一个方式的发光器件中,例如,通过使图4C所示的第一电极101为反射电极、使第二电极102为半透射-半反射电极并采用光学微腔谐振器(微腔)结构,可以使从EL层103中的发光层113得到的光在上述电极之间发生谐振,从而可以增强穿过第二电极102得到的光。

[0265] 在发光器件的第一电极101为由具有反射性的导电材料和具有透光性的导电材料(透明导电膜)的叠层结构构成的反射电极的情况下,可以通过控制透明导电膜的厚度来进行光学调整。具体而言,优选以如下方式进行调整:在从发光层113获得的光的波长为 $\lambda$ 时,第一电极101与第二电极102的电极间的光学距离(厚度与折射率之积)为 $m\lambda/2$ (注意, $m$ 为自然数)或其附近值。

[0266] 此外,为了使从发光层113获得的所希望的光(波长: $\lambda$ )放大,优选调整为如下:从第一电极101到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离及从第二电极102到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离都成为 $(2m' + 1)\lambda/4$ (注意, $m'$ 为自然数)或其附近值。注意,在此说明的“发光区域”是指发光层113中的空穴与电子的再结合区域。

[0267] 通过进行上述光学调整,可以使能够从发光层113获得的特定的单色光的光谱变窄,由此获得色纯度良好的发光。

[0268] 此外,在上述情况下,严格地说,第一电极101和第二电极102之间的光学距离可以说是从第一电极101中的反射区域到第二电极102中的反射区域的总厚度。但是,因为难以准确地决定第一电极101及第二电极102中的反射区域的位置,所以通过假定第一电极101及第二电极102中的任意的位置为反射区域可以充分得到上述效果。此外,严密地说,第一电极101和可以获得所希望的光的发光层之间的光学距离可以说是第一电极101中的反射

区域和可以获得所希望的光的发光层中的发光区域之间的光学距离。但是,因为难以准确地决定第一电极101中的反射区域及可以获得所希望的光的发光层中的发光区域的位置,所以通过假定第一电极101中的任意的位置为反射区域且可以获得所希望的光的发光层的任意的位置为发光区域,可以充分得到上述效果。

[0269] 图4D所示的发光器件为具有串联结构的发光器件,并具有微腔结构,所以可以从各EL层(103a、103b)提取不同波长的光(单色光)。由此,为了获得不同的发光颜色不需要分别涂布(例如涂布为R、G、B)。由此,可以容易实现高分辨率。此外,可以与着色层(滤色片)组合。并且,可以增强特定波长的正面方向上的发光强度,从而可以实现低功耗化。

[0270] 图4E所示的发光器件是图4B所示的串联结构的发光器件的一个例子,如附图所示,具有三个EL层(103a、103b、103c)夹着电荷产生层(106a、106b)而层叠的结构。三个EL层(103a、103b、103c)分别包括发光层(113a、113b、113c),并且可以自由地组合各发光层的发光颜色。例如,发光层113a及发光层113c可以呈现蓝色,发光层113b可以呈现红色、绿色、黄色中的一种。此外,例如,发光层113a及发光层113c可以呈现红色,发光层113b可以呈现蓝色、绿色、黄色中的一种。

[0271] 此外,在上述本发明的一个方式的发光器件中,第一电极101和第二电极102中的至少一个为具有透光性的电极(透明电极、半透射-半反射电极等)。在具有透光性的电极为透明电极的情况下,透明电极的可见光透过率为40%以上。此外,在该电极为半透射-半反射电极的情况下,半透射-半反射电极的可见光反射率为20%以上且80%以下,优选为40%以上且70%以下。此外,这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0272] 此外,在上述本发明的一个方式的发光器件中,在第一电极101和第二电极102中的一个为具有反射性的电极(反射电极)的情况下,具有反射性的电极的可见光反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。此外,该电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

### [0273] <<发光器件的具体结构>>

接着,说明本发明的一个方式的发光器件的具体结构。此外,这里参照具有串联结构的图4D进行说明。注意,图4A及图4C所示的具有单结构的发光器件也具有同样的EL层的结构。此外,在图4D所示的发光器件具有微腔结构的情况下,作为第一电极101形成反射电极,作为第二电极102形成半透射-半反射电极。由此,可以单独使用所希望的电极材料或者使用多个电极材料以单层或叠层形成上述电极。此外,第二电极102在形成EL层103b之后,与上述同样地选择材料而形成。

### [0274] <第一电极及第二电极>

作为形成第一电极101及第二电极102的材料,只要可以满足上述两个电极的功能就可以适当地组合下述材料。例如,可以适当地使用金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。具体而言,可以举出In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。除了上述以外,还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。除了上述以外,可以使用属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如,锂(Li)、铯(Cs)、钙(Ca)、锶(Sr))、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0275] 在图4D所示的发光器件中第一电极101为阳极的情况下,通过真空蒸镀法在第一电极101上依次层叠EL层103a的空穴注入层111a及空穴传输层112a。在形成EL层103a及电荷产生层106之后,与上述同样,在电荷产生层106上依次层叠EL层103b的空穴注入层111b及空穴传输层112b。

[0276] <空穴注入层>

空穴注入层(111、111a、111b)为将空穴从阳极的第一电极101或电荷产生层(106、106a、106b)注入到EL层(103、103a、103b)的层,并包含有机受体材料及空穴注入性高的材料等。

[0277] 有机受体材料可以通过与其LUMO能级的值接近于HOMO能级的值的其他有机化合物之间发生电荷分离,来在该有机化合物中产生空穴。因此,作为有机受体材料可以使用具有醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮杂三亚苯衍生物等吸电子基团(卤基或氰基)的化合物。例如,可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F<sub>4</sub>-TCNQ)、3,6-二氟-2,5,7,7,8,8-六氟基对醌二甲烷、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氟基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-茈-2-亚基)丙二腈等。在有机受体材料中,吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳香环的化合物诸如HAT-CN等的受体性较高,膜质量具有热稳定性,所以是尤其优选的。除此以外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基或氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以是优选的,具体而言,可以使用: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环烷三亚基(ylidene)三[4-氟-2,3,5,6-四氟苯乙腈] $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈] $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0278] 作为空穴注入性高的材料,可以使用属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物(钼氧化物、钒氧化物、钌氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物等)。具体而言,可以举出氧化钼、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钨、氧化锰、氧化铼。其中尤其是氧化钼在大气中稳定,吸湿性低,并且容易处理,因此是优选的。除了上述以外,可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称:H<sub>2</sub>Pc)、酞菁铜(CuPc)等。

[0279] 此外,除了上述材料以外还可以使用如下低分子化合物的芳香胺化合物等,诸如4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:MTDATA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N-N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)等。

[0280] 此外,可以使用高分子化合物(低聚物、枝状聚合物或聚合物等),诸如聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基}-N'-苯基氨基)苯基]甲基丙烯酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。或者,还可以使用添加有酸的高分子化合物,诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)、聚苯胺/聚(简称:苯

乙烯磺酸) (PAni/PSS) 等。

[0281] 作为空穴注入性高的材料,也可以使用包含空穴传输性材料及上述有机受体材料(电子受体材料)的混合材料。在此情况下,由有机受体材料从空穴传输性材料抽出电子而在空穴注入层111中产生空穴,空穴通过空穴传输层112注入到发光层113中。此外,空穴注入层111可以采用由包含空穴传输性材料及有机受体材料(电子受体材料)的混合材料构成的单层,也可以采用分别使用空穴传输性材料及有机受体材料(电子受体材料)形成的层的叠层。

[0282] 作为空穴传输性材料,优选使用电场强度[V/cm]的平方根为600时的空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。此外,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,可以使用上述以外的物质。

[0283] 作为空穴传输性材料,优选使用具有富π电子型杂芳环的化合物(例如,咔唑衍生物、呋喃衍生物、噻吩衍生物等)、芳香胺(包含芳香胺骨架的有机化合物)等空穴传输性高的材料。

[0284] 作为上述咔唑衍生物(具有咔唑环的有机化合物),可以举出联咔唑衍生物(例如,3,3' -联咔唑衍生物)、具有咔唑基的芳香胺等。

[0285] 作为上述联咔唑衍生物(例如,3,3' -联咔唑衍生物),具体而言,可以举出3,3' -双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)、9,9' -双(联苯-4-基)-3,3' -联-9H-咔唑(简称:BisBPCz)、9,9' -双(1,1' -联苯-3-基)-3,3' -联-9H-咔唑(简称:BismBPCz)、9-(1,1' -联苯-3-基)-9' -(1,1' -联苯-4-基)-9H,9' H-3,3' -联咔唑(简称:mBPCCBP)、9-(2-萘基)-9' -苯基-9H,9' H-3,3' -联咔唑(简称:βNCCP)等。

[0286] 此外,作为具有咔唑基的芳香胺,具体而言,可以举出4-苯基-4' -(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:PCBiF)、N-(1,1' -联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)、4,4' -二苯基-4" -(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4' -(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4' -二(1-萘基)-4" -(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、4-苯基二苯基-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)胺(简称:PCA1BP)、N,N' -双(9-苯基咔唑-3-基)-N,N' -二苯基苯-1,3-二胺(简称:PCA2B)、N,N',N" -三苯基-N,N',N" -三(9-苯基咔唑-3-基)苯-1,3,5-三胺(简称:PCA3B)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9' -二芴-2-胺(简称:PCBASF)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA1)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA2)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-(1-萘基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzTPN2)、2-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]螺-9,9' -二芴(简称:PCASF)、N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(4-苯基)苯基苯胺(简称:YGA1BP)、N,N' -双[4-(咔唑-9-基)苯基]-N,N' -二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺(简称:YGA2F)、4,4',4" -三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)等。

[0287] 注意,作为咔唑衍生物,除了上述以外,还可以举出3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等。

[0288] 作为上述呋喃衍生物(具有呋喃环的有机化合物),具体而言,可以举出4,4',4"- (苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)等。

[0289] 作为上述噻吩衍生物(具有噻吩环的有机化合物),具体而言,可以举出4,4',4"- (苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等。

[0290] 作为上述芳香胺,具体而言,可以举出4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 $\alpha$ -NPD)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、N-(4-联苯基)-N-{4-[9-苯基]-9H-芴-9-基}-苯基}-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:FBiFLP)、N,N,N',N'-四(4-联苯基)-1,1-联苯基-4,4'-二胺(简称:BBA2BP)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:SF<sub>4</sub>FAF)、N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]-9H-芴-7-基}苯基胺(简称:DFLADFL)、N-(9,9-二甲基-2-二苯基氨基-9H-芴-7-基)二苯基胺(简称:DPNF)、2-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:DPASF)、2,7-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-螺-9,9'-二芴(简称:DPA2SF)、4,4',4"-三[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4"-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:m-MTADATA)、N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、DNTPD、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)、N-(4-联苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4"-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(简称:BBABnf(II)(4))、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-p-三联苯(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4"-二苯基三苯基胺(简称:BBA $\beta$ NB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4"-二苯基三苯基胺(简称:BBA $\beta$ NB<sub>i</sub>)、4,4'-二苯基-4"- (6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAA $\alpha$ N $\beta$ NB)、4,4'-二苯基-4"- (7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAA $\alpha$ N $\beta$ NB-03)、4,4'-二苯基-4"- (7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAP $\beta$ NB-03)、4,4'-二苯基-4"- (6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA( $\beta$ N2)B)、4,4'-二苯基-4"- (7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA( $\beta$ N2)B-03)、4,4'-二苯基-4"- (4;2'-联萘基-1-

基)三苯基胺(简称:BBA $\beta$ NaNB)、4,4'-二苯基-4"--(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBA $\beta$ NaNB-02)、4-(4-联苯基)-4'--(2-萘基)-4"-苯基三苯基胺(简称:TPBiA $\beta$ NB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4"-苯基三苯基胺(简称:mTPBiA $\beta$ NB)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4"-苯基三苯基胺(简称:TPBiA $\beta$ NB)、4-苯基-4'--(1-萘基)三苯基胺(简称:aNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称:aNBB1BP)、4,4'-二苯基-4"--[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咔唑-9-基)联苯基-4-基]-4'-(2-萘基)-4"-苯基三苯基胺(简称:YGTBi $\beta$ NB)、双-联苯基-4'--(咔唑-9-基)联苯基胺(简称:YGBBi1BP)、N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺双[9H-芴]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺双[9H-芴]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺双[9H-芴]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺双[9H-芴]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并呋喃-4-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNB)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺双-9H-芴-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺双-9H-芴-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺双-9H-芴-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺双-9H-芴-1-胺等。

[0291] 除此以外,作为空穴传输性材料,可以使用高分子化合物(低聚物、枝状聚合物、聚合物等),诸如聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-(4-(4-二苯基氨基)苯基)苯基}-N'-苯基氨基)苯基]甲基丙烯酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。或者,还可以使用添加有酸的高分子化合物,诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)、聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PA<sub>n</sub>/PSS)等。

[0292] 注意,空穴传输性材料不局限于上述材料,可以将已知的各种材料中的一种或多种的组合作为空穴传输性材料。

[0293] 注意,空穴注入层(111、111a、111b)可以利用已知的各种成膜方法形成,例如可以利用真空蒸镀法形成。

[0294] <空穴传输层>

空穴传输层(112、112a、112b)是将从第一电极101由空穴注入层(111、111a、111b)注入的空穴传输到发光层(113、113a、113b)中的层。此外,空穴传输层(112、112a、112b)是包含空穴传输性材料的层。因此,作为空穴传输层(112、112a、112b),可以使用能够用于空穴注入层(111、111a、111b)的空穴传输性材料。

[0295] 注意,在作为本发明的一个方式的发光器件中,可以将与空穴传输层(112、112a、112b)相同的有机化合物用于发光层(113、113a、113b)。在空穴传输层(112、112a、112b)和发光层(113、113a、113b)使用相同的有机化合物时,可以高效地将空穴从空穴传输层(112、112a、112b)传输到发光层(113、113a、113b),因此是优选的。

[0296] <发光层>

发光层(113、113a、113b)是包含发光物质的层。对于可用于发光层(113、113a、

113b) 的发光物质,可以适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等发光颜色的物质。此外,在包括多个发光层时通过在各发光层中分别使用不同的发光物质,可以成为呈现不同发光颜色的结构(例如,可以组合处于补色关系的发光颜色获得白色光)。再者,也可以采用一个发光层包含不同的发光物质的叠层结构。

[0297] 此外,发光层(113、113a、113b)除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料等)。

[0298] 注意,在发光层(113、113a、113b)中使用多个主体材料时,作为新加的第二主体材料,优选使用具有比现有的客体材料及第一主体材料的能隙大的能隙的物质。此外,优选的是,第二主体材料的最低单重激发能级(S1能级)比第一主体材料的S1能级高,第二主体材料的最低单重激发能级(T1能级)比客体材料的T1能级高。此外,优选的是,第二主体材料的最低三重激发能级(T1能级)比第一主体材料的T1能级高。通过采用上述结构,可以由两种主体材料形成激基复合物。注意,为了高效地形成激基复合物,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输性材料)与容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。此外,通过采用上述结构,可以同时实现高效率、低电压以及长寿命。

[0299] 注意,作为用作上述主体材料(包括第一主体材料及第二主体材料)的有机化合物,只要满足用于发光层的主体材料的条件,就可以使用如可以用于上述空穴传输层(112、112a、112b)的空穴传输性材料、可以用于后述电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料等有机化合物,也可以使用由多种有机化合物(上述第一主体材料及第二主体材料)形成的激基复合物。此外,以多种有机化合物形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有可以将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。作为形成激基复合物的多种有机化合物的组合,例如,优选的是,一个具有缺π电子杂芳环,另一个具有富π电子杂芳环。此外,作为形成激基复合物的组合中的一个,也可以使用铱、铑、铂类有机金属配合物或金属配合物等的磷光物质。

[0300] 对可用于发光层(113、113a、113b)的发光物质没有特别的限制,可以使用将单重激发能转换为可见光区域的光的发光物质或将三重激发能转换为可见光区域的光的发光物质。

[0301] <<将单重激发能转换为发光的发光物质>>

作为能够用于发光层(113、113a、113b)的将单重激发能转换为发光的发光物质,可以举出以下的发射荧光的物质(荧光物质)。例如可以举出茈衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。尤其是茈衍生物的发光量子产率高,所以是优选的。作为茈衍生物的具体例子,可以举出N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、(N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]茈-1,6-二胺)(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(二苯并呋喃-2-基)-N,N'-二苯基茈-1,6-二胺(简称:1,6FrAPrn)、N,N'-双(二苯并噻吩-2-基)-N,N'-二苯基茈-1,6-二胺(简称:1,6ThAPrn)、N,N'-(茈-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-6-胺](简称:1,6BnfAPrn)、N,N'-(茈-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-02)、N,N'-(茈-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)等。

[0302] 此外,可以使用5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒽基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,N'-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPBA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四-(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,N'-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)等。

[0303] 此外,可以使用N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N'-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,N'-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖啶酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-{2-[2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基]-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹嗪-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)苊并[1,2-a]荧蒽-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹嗪-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹嗪-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-{2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹嗪-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)、1,6BnfAPrn-03、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。尤其是,可以使用1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等茈二胺化合物等。

[0304] <<将三重激发能转换为发光的发光物质>>

接着,作为能够用于发光层(113、113a、113b)的将三重激发能转换为发光的发光物质,例如可以举出发射磷光的物质(磷光物质)及呈现热活化延迟荧光的热活化延迟荧光(Thermally activated delayed fluorescence:TADF)材料。

[0305] 磷光物质是指在低温(例如77K)以上且室温以下的温度范围(即,77K以上且313K以下)的任一温度下发射磷光而不发射荧光的化合物。该磷光物质优选包含自旋轨道相互作用大的金属元素,可以举出有机金属配合物、金属配合物(铂配合物)、稀土金属配合物等。具体而言,优选包含过渡金属元素,尤其优选包含铂族元素(钌(Ru)、铑(Rh)、钯(Pd)、锇(Os)、铱(Ir)或铂(Pt)),特别优选包含铱。铱可以提高单重基态与三重激发态之间的直接

跃迁的概率,所以是优选的。

[0306] <<磷光物质(450nm以上且570nm以下:蓝色或绿色)>>

作为呈现蓝色或绿色且其发射光谱的峰波长为450nm以上且570nm以下的磷光物质,可以举出如下物质。

[0307] 例如,可以举出三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- $\kappa$ N2]苯基- $\kappa$ C}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)<sub>3</sub>])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)<sub>3</sub>])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)<sub>3</sub>])、三[3-(5-联苯)-5-异丙基-4-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPr5btz)<sub>3</sub>])等具有4H-三唑环的有机金属配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)<sub>3</sub>])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)<sub>3</sub>])等具有1H-三唑环的有机金属配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)<sub>3</sub>])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(phenantridinato) ]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)<sub>3</sub>])等具有咪唑环的有机金属配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2</sup>]铱(III)四(1-吡唑基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2</sup>]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C<sup>2</sup>}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:[Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2</sup>]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIr(acac))等以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物等。

[0308] <<磷光物质(495nm以上且590nm以下:绿色或黄色)>>

作为呈现绿色或黄色且其发射光谱的峰波长为495nm以上且590nm以下的磷光物质,可以举出如下物质。

[0309] 例如,可以举出三(4-甲基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)<sub>3</sub>])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>3</sub>])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降莰基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶]铱(III)(简称:[Ir(mpmpm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基- $\kappa$ N3]苯基- $\kappa$ C}铱(III)(简称:[Ir(dmppm-dmp)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])等具有嘧啶环的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)<sub>2</sub>(acac)])等具有吡嗪环的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啶根-N,C<sup>2</sup>)铱(III)(简称:[Ir(ppy)<sub>3</sub>])、双(2-苯基吡啶根-N,C<sup>2</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)<sub>3</sub>])、三(2-苯基喹啉-N,C<sup>2</sup>)铱(III)(简称:[Ir(pq)<sub>3</sub>])、双(2-苯基喹啉-N,C<sup>2</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)])、双[2-(2-吡啶基- $\kappa$ N)苯基- $\kappa$ C][2-(4-苯基-2-吡啶基- $\kappa$ N)苯基- $\kappa$ C]铱(III)(简称:[Ir(ppy)<sub>2</sub>(4dppy)])、双[2-(2-吡啶基- $\kappa$ N)苯基- $\kappa$ C][2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基- $\kappa$ N)苯基- $\kappa$ C]、[2-d<sub>3</sub>-甲基-8-(2-吡啶基- $\kappa$ N)苯并呋喃[2,3-b]吡啶- $\kappa$ C]双[2-(5-

$d_3$ -甲基-2-吡啶基- $\kappa$ N2) 苯基- $\kappa$ C] 铱(III) (简称:  $Ir(5mppy-d_3)_2(mbfpypy-d_3)$ )、[2-(甲基- $d_3$ )-8-[4-(1-甲基乙基-1-d)-2-吡啶基- $\kappa$ N] 苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-7-基- $\kappa$ C] 双[5-(甲基- $d_3$ )-2-[5-(甲基- $d_3$ )-2-吡啶基- $\kappa$ N] 苯基- $\kappa$ C] 铱(III) (简称:  $Ir(5mtpy-d_6)_2(mbfpypy-iPr-d_4)$ )、[2- $d_3$ -甲基-(2-吡啶基- $\kappa$ N) 苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- $\kappa$ C] 双[2-(2-吡啶基- $\kappa$ N) 苯基- $\kappa$ C] 铱(III) (简称:  $Ir(ppy)_2(mbfpypy-d_3)$ )、[2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基- $\kappa$ N) 苯基- $\kappa$ C] 双[2-(2-吡啶基- $\kappa$ N) 苯基- $\kappa$ C] 铱(III) (简称:  $Ir(ppy)_2(mdppy)$ ) 等具有吡啶环的有机金属铱配合物; 双(2,4-二苯基-1,3-噁唑- $N,C^2$ ) 铱(III) 乙酰丙酮 (简称:  $[Ir(dpo)_2(acac)]$ )、双{2-[4'-(全氟苯基) 苯基] 吡啶- $N,C^2$ } 铱(III) 乙酰丙酮 (简称:  $[Ir(p-PF-ph)_2(acac)]$ )、双(2-苯基苯并噁唑- $N,C^2$ ) 铱(III) 乙酰丙酮 (简称:  $[Ir(bt)_2(acac)]$ ) 等有机金属配合物、三(乙酰丙酮根) (单菲咯啉) 铔(III) (简称:  $[Tb(acac)_3(Phen)]$ ) 等稀土金属配合物。

[0310] <<磷光物质(570nm以上且750nm以下:黄色或红色)>>

作为呈现黄色或红色且其发射光谱的峰波长为570nm以上且750nm以下的磷光物质, 可以举出如下物质。

[0311] 例如, 可以举出(二异丁酰甲烷根) 双[4,6-双(3-甲基苯基) 嘧啶根] 铱(III) (简称:  $[Ir(5mdppm)_2(dibm)]$ )、双[4,6-双(3-甲基苯基) 嘙啶根] (二新戊酰甲烷) 铱(III) (简称:  $[Ir(5mdppm)_2(dpm)]$ )、(二新戊酰甲烷) 双[4,6-二(萘-1-基) 嘙啶根] 铱(III) (简称:  $[Ir(d1npm)_2(dpm)]$ ) 等具有嘧啶环的有机金属配合物; (乙酰丙酮) 双(2,3,5-三苯基吡嗪) 铱(III) (简称:  $[Ir(tppr)_2(acac)]$ )、双(2,3,5-三苯基吡嗪) (二新戊酰甲烷) 铱(III) (简称:  $[Ir(tppr)_2(dpm)]$ )、双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基- $\kappa$ N] 苯基- $\kappa$ C} (2,6-二甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^20,0'$ ) 铱(III) (简称:  $[Ir(dmdppr-P)_2(dibm)]$ )、双{4,6-二甲基-2-[5-(4-氰-2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基- $\kappa$ N] 苯基- $\kappa$ C} (2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^20,0'$ ) 铱(III) (简称:  $[Ir(dmdppr-dmCP)_2(dpm)]$ )、双[2-(5-(2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基- $\kappa$ N)-4,6-二甲基苯基- $\kappa$ C] (2,2',6,6'-四甲基-3,5-庚二酮根- $\kappa^20,0'$ ) 铱(III) (简称:  $[Ir(dmdppr-dmp)_2(dpm)]$ )、(乙酰丙酮) 双[2-甲基-3-苯基喹喔啉合(quinoxalinato)- $N,C^2$ ] 铱(III) (简称:  $[Ir(mpq)_2(acac)]$ )、(乙酰丙酮) 双(2,3-二苯基喹喔啉合(quinoxalinato)- $N,C^2$ ) 铱(III) (简称:  $[Ir(dpq)_2(acac)]$ )、(乙酰丙酮) 双[2,3-双(4-氟苯基) 喹喔啉合(quinoxalinato)] 铱(III) (简称:  $[Ir(Fdpq)_2(acac)]$ ) 等具有吡嗪环的有机金属配合物; 三(1-苯基异喹啉- $N,C^2$ ) 铱(III) (简称:  $[Ir(piq)_3]$ )、双(1-苯基异喹啉- $N,C^2$ ) 铱(III) 乙酰丙酮 (简称:  $[Ir(piq)_2(acac)]$ )、双[4,6-二甲基-2-(2-喹啉- $\kappa$ N) 苯基- $\kappa$ C] (2,4-戊二酮根- $\kappa^20,0'$ ) 铱(III) (简称:  $[Ir(dmpqn)_2(acac)]$ ) 等具有吡啶环的有机金属配合物; 2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II) (简称:  $[PtOEP]$ ) 等铂配合物; 三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato) (单菲咯啉) 钇(III) (简称:  $[Eu(DBM)_3(Phen)]$ )、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮] (单菲咯啉) 钇(III) (简称:  $[Eu(TTA)_3(Phen)]$ ) 等稀土金属配合物。

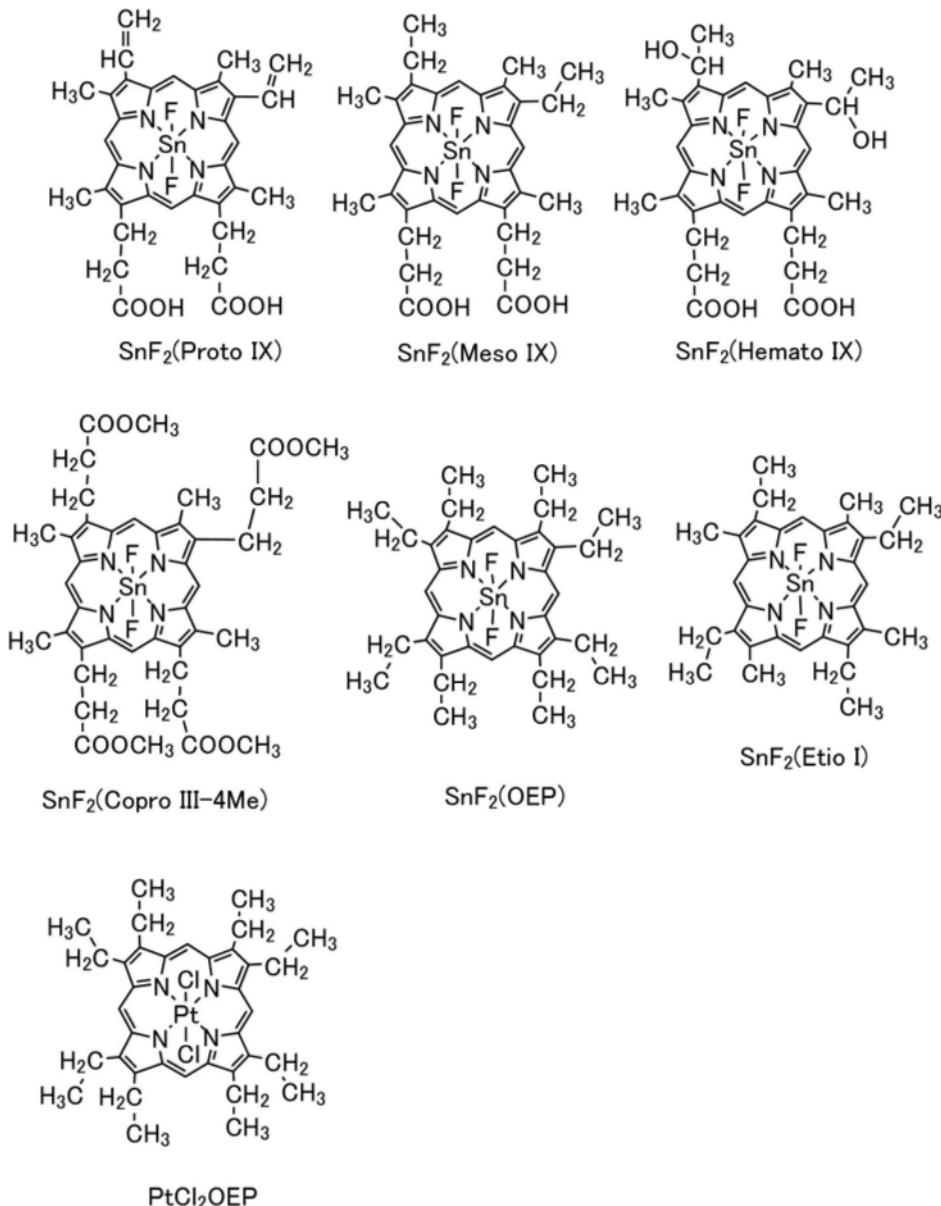
[0312] <<TADF材料>>

此外, 作为TADF材料, 可以使用如下材料。TADF材料是指S1能级与T1能级之差小(优选为0.2eV以下)且能够利用微小的热能量将三重激发态上转换(up-convert)为单重激发态(逆系间窜越)并高效率地发射来自单重激发态的发光(荧光)的材料。可以高效率地获

得热活化延迟荧光的条件为如下:三重激发能级和单重激发能级之间的能量差为0eV以上且0.2eV以下,优选为0eV以上且0.1eV以下。TADF材料所发射的延迟荧光是指具有与一般的荧光同样的光谱但寿命非常长的发光。其寿命为 $1 \times 10^{-6}$ 秒以上,优选为 $1 \times 10^{-3}$ 秒以上。

[0313] 作为TADF材料,例如可以举出富勒烯及其衍生物、普鲁黄素等吖啶衍生物、伊红等。此外,可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉。作为含金属卟啉,例如,也可以举出原卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(简称:PtCl<sub>2</sub>OEP)等。

[0314] [化学式78]

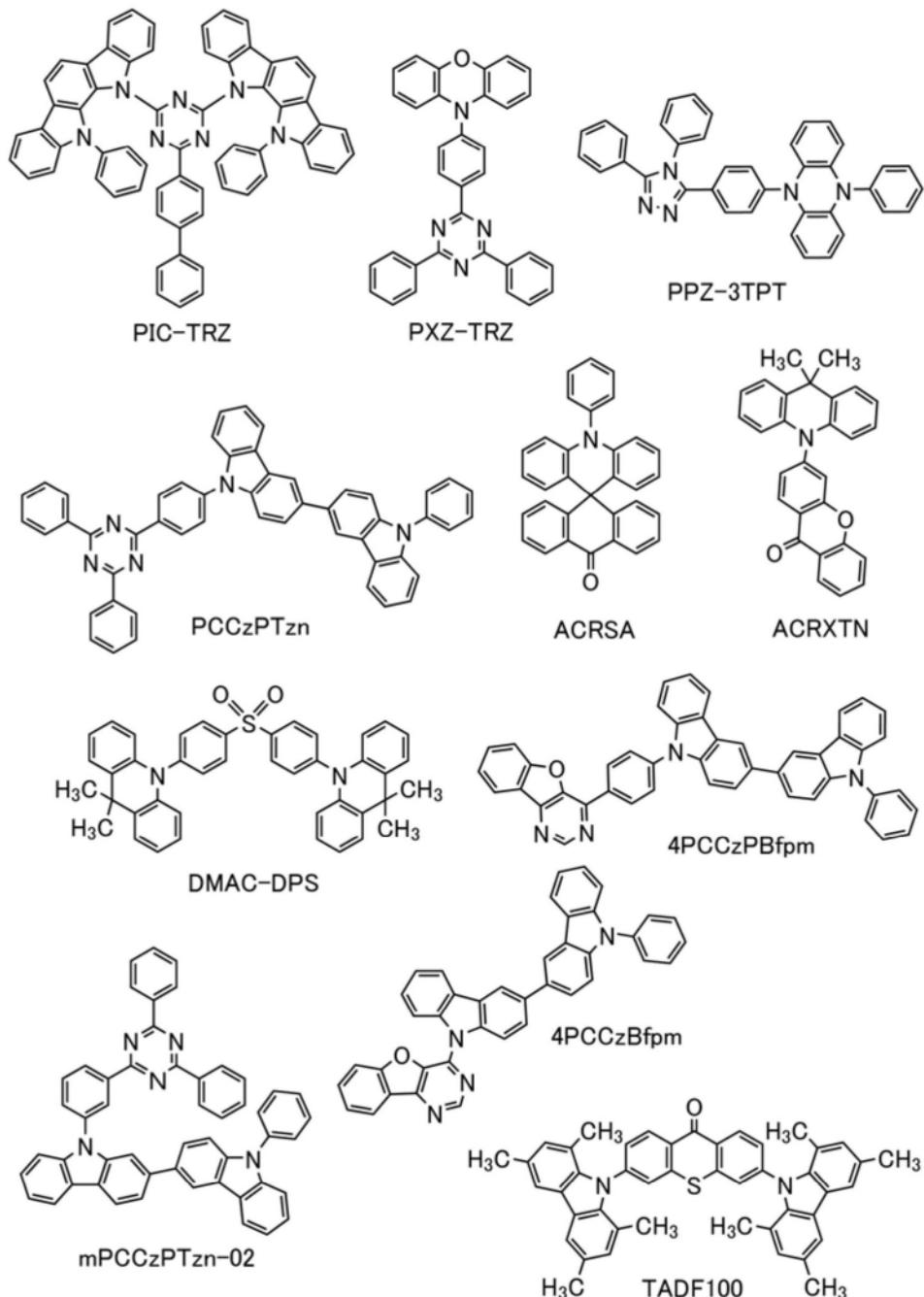


[0315] 除了上述以外,也可以使用2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吲哚并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯

基} -4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吖啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吖啶)苯基]砜(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10' H-螺[吖啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)、4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzBfpm)、4-[4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)苯基]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzPBfpm)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)等具有富π电子型杂芳族化合物及缺π电子型杂芳族化合物的杂芳族化合物。

[0316] 此外,在富π电子型杂芳族化合物和缺π电子型杂芳族化合物直接键合的物质中,富π电子型杂芳族化合物的供体性和缺π电子型杂芳族化合物的受体性都强,单重激发态与三重激发态之间的能量差变小,所以是尤其优选的。此外,作为TADF材料,也可以使用单重激发态和三重激发态间处于热平衡状态的TADF材料(TADF100)。这种TADF材料由于发光寿命(激发寿命)短,所以可以抑制发光元件的高亮度区域中的效率降低。

[0317] [化学式79]



[0318] 此外,除了上述以外,作为具有将三重激发能转换为发光的功能的材料,可以举出具有钙钛矿结构的过渡金属化合物的纳米结构体。金属卤素钙钛矿类纳米结构体是特别优选的。作为该纳米结构体,纳米粒子和纳米棒是优选的。

[0319] 在发光层(113、113a、113b、113c)中,作为组合上述发光物质(客体材料)的有机化合物(主体材料等),可以使用选择一种或多种其能隙比发光物质(客体材料)大的物质。

[0320] <<荧光主体材料>>

在用于发光层(113、113a、113b、113c)的发光物质是荧光物质的情况下,作为与发光物质组合而使用的有机化合物(主体材料),优选使用其单重激发态的能级大且其三重激发态的能级小的有机化合物或荧光量子产率高的有机化合物。因此,只要是满足上述条件的有机化合物就可以使用在本实施方式中示出的空穴传输性材料(上述)或电子传输性材

料(后述)等。

[0321] 虽然一部分内容与上述具体例子重复,但是从与发光物质(荧光物质)的优选组合的观点来看,作为有机化合物(主体材料)可以举出蒽衍生物、并四苯衍生物、菲衍生物、芘衍生物、䓛(chrysene)衍生物、二苯并[g,p]䓛衍生物等稠合多环芳香化合物。

[0322] 作为优选与荧光物质组合而使用的有机化合物(主体材料)的具体例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:DPCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAanth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:DPhPA)、YGAPA、PCAPA、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPBA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、6,12-二甲氨基-5,11-二苯基䓛、N,N,N',N'',N'',N'''-八苯基二苯并[g,p]䓛-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基}蒽(简称:FLPPA)、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、9-(1-萘基)-10-(2-萘基)蒽(简称: $\alpha$ , $\beta$ ADN)、2-(10-苯基蒽-9-基)二苯并呋喃、2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(简称:Bnf (II) PhA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\alpha$ N- $\beta$ NPAnth)、9-(2-萘基)-10-[3-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\beta$ N- $\alpha$ NPAnth)、1-[4-(10-[1,1'-联苯]-4-基-9-蒽基)苯基]-2-乙基-1H-苯并咪唑(简称:EtBImPBPhA)、9,9'-联蒽(简称:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(简称:DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(简称:DPNS2)、1,3,5-三(1-芘)苯(简称:TPB3)、5,12-二苯基并四苯、5,12-双(联苯-2-基)并四苯等。

[0323] <<磷光主体材料>>

在用于发光层(113、113a、113b、113c)的发光物质是磷光物质的情况下,作为与发光物质组合而使用的有机化合物(主体材料),选择其三重激发能(基态和三重激发态之间的能量差)大于发光物质的三重激发能的有机化合物即可。注意,当为了形成激基复合物,组合多个有机化合物(例如,第一主体材料及第二主体材料(或辅助材料)等)与发光物质而使用时,优选与磷光物质混合而使用这些多个有机化合物。

[0324] 通过采用这样的结构,可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质的能量转移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer:激基复合物-三重态能量转移)的发光。作为多个有机化合物的组合,优选使用容易形成激基复合物的组合,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输性材料)与容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。

[0325] 虽然一部分内容与上述具体例子重复,但是从与发光物质(磷光物质)的优选组合的观点来看,作为有机化合物(主体材料、辅助材料)可以举出芳香胺(具有芳香胺骨架的有机化合物)、咔唑衍生物(具有咔唑环的有机化合物)、二苯并噻吩衍生物(具有二苯并噻吩环的有机化合物)、二苯并呋喃衍生物(具有二苯并呋喃环的有机化合物)、噁二唑衍生物(具有噁二唑环的有机化合物)、三唑衍生物(具有三唑环的有机化合物)、苯并咪唑衍生物(具有苯并咪唑环的有机化合物)、喹喔啉衍生物(具有喹喔啉环的有机化合物)、二苯并喹

喔啉衍生物(具有二苯并噁喔啉环的有机化合物)、嘧啶衍生物(具有嘧啶环的有机化合物)、三嗪衍生物(具有三嗪环的有机化合物)、吡啶衍生物(具有吡啶环的有机化合物)、联吡啶衍生物(具有联吡啶环的有机化合物)、菲咯啉衍生物(具有菲咯啉环的有机化合物)、呋喃二嗪衍生物(具有呋喃二嗪环的有机化合物)、锌类或铝类金属配合物等。

[0326] 注意,在上述有机化合物中,作为空穴传输性高的有机化合物的芳香胺及咔唑衍生物的具体例子,可以举出与上述空穴传输性材料的具体例子相同的材料,这些材料优先用作主体材料。

[0327] 此外,作为在上述有机化合物中空穴传输性高的有机化合物的二苯并噻吩衍生物以及二苯并呋喃衍生物的具体例子,可以举出4-[3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基]二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)、4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、DBT3P-II、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)、4-[3-(三亚苯-2-基)苯基]二苯并噻吩(简称:mDBTPTp-II)等,这些材料优先用作主体材料。

[0328] 除此之外,作为优选的主体材料还可以举出双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等具有噁唑基类配体、噻唑类配体的金属配合物等。

[0329] 此外,在上述有机化合物中,作为电子传输性高的有机化合物的噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、噁喔啉衍生物、二苯并噁喔啉衍生物、噁唑啉衍生物、菲咯啉衍生物等的具体例子,可以举出2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:0XD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯并噁唑-2-基)二苯乙烯(简称:Bz0s)等包含具有多唑环的杂芳环的有机化合物、红菲绕啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2-(1,3-亚苯)双[9-苯基-1,10-菲咯啉](简称:mPPhen2P)等包含具有吡啶环的杂芳环的有机化合物、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噁喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]噁喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]噁喔啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]噁喔啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噁喔啉(简称:7mDBTPDBq-II)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噁喔啉(简称:6mDBTPDBq-II)、2-{4-[9,10-二(2-萘基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:ZADN)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯-1-基]二苯并[f,h]噁喔啉(简称:2mpPCBPDBq)等,这些材料优先用作主体材料。

[0330] 在上述有机化合物中,作为电子传输性高的有机化合物的吡啶衍生物、二嗪衍生物(包含嘧啶衍生物、吡嗪衍生物、哒嗪衍生物)、三嗪衍生物、呋喃二嗪衍生物的具体例子,可以举出4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-

三嗪(简称:PCCzPTzn)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)、3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶)苯基]苯(简称:TmPyPB)、9,9'-[嘧啶-4,6-二基双(联苯-3,3'-二基)]双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)、8-(1,1'-联苯-4-基)-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8BP-4mDBtPBfpm)、9-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯基-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9mDBtBPNfpr)、9-[3'-(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯-4-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9pmDBtBPNfpr)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茚并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、2-[3'-(三亚苯基-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mTpBPTzn)、2-[1,1'-联苯]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(简称:BP-SFTzn)、2,6-双(4-萘-1-基苯基)-4-[4-(3-吡啶基)苯基]嘧啶(简称:2,4NP-6PyPPm)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-2-二苯并噻吩基]-2-苯基-9H-咔唑(简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1"-三联苯基]-4-基-1-二苯并呋喃基)-1,3,5-三嗪(简称:mBP-TPDBfTzn)、6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)、4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基-6-(1,1'-联苯-4-基)嘧啶(简称:6BP-4Cz2PPm)等包含具有二嗪环的杂芳环的有机化合物等,这些材料优先用作主体材料。

[0331] 在上述有机化合物中,作为电子传输性高的有机化合物的金属配合物的具体例子,可以举出:锌类或铝类金属配合物的三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Almq<sub>3</sub>)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq<sub>2</sub>)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq);具有喹啉环或苯并喹啉环的金属配合物等,这些材料优先用作主体材料。

[0332] 除此以外,作为优选的主体材料还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物等。

[0333] 再者,空穴传输性高的有机化合物且电子传输性高的有机化合物的双极性的9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹唑啉基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:PCCzQz)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯-1-基]二苯并[f,h]喹唑啉(简称:2mpPCBPDQ)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茚并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、11-(4-[1,1'-联苯]-4-基-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-11,12-二氢-12-苯基-吲哚[2,3-a]咔唑(简称:BP-Icz(II)Tzn)、7-[4-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)喹唑啉-2-基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:PC-cgDBCzQz)等具有二嗪环的有机化合物等也可以被用作主体材料。

[0334] <电子传输层>

电子传输层(114、114a、114b)是将从第二电极102或电荷产生层(106、106a、106b)由后述的电子注入层(115、115a、115b)注入的电子传输到发光层(113、113a、113b、113c)中的层。作为用于电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料,优选为在电场强度[V/cm]的平方根为600时具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。此外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。此外,电子传输层(114、114a、114b)即

使是单层也起作用,但是也可以采用两层以上的叠层结构。注意,由于上述混合材料具有耐热性,所以通过在使用该混合材料的电子传输层上进行光刻工序,可以抑制热工序给器件特性带来负面影响。

[0335] <<电子传输性材料>>

作为能够用于电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料,可以使用电子传输性高的有机化合物,例如可以使用杂芳族化合物。注意,杂芳族化合物是指环中包含至少两种不同的元素的环式化合物。注意,作为环结构,包括三元环、四元环、五元环、六元环等,尤其优选为五元环或六元环,作为所包含的元素除了碳以外优选为氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物。尤其优选为包含氮的杂芳族化合物(含氮杂芳族化合物),优选使用含氮杂芳族化合物或包含该含氮杂芳族化合物的缺π电子型杂芳族化合物等的电子传输性高的材料(电子传输性材料)。

[0336] 杂芳族化合物为具有至少一个杂芳环的有机化合物。

[0337] 注意,杂芳环具有吡啶环、二嗪环、三嗪环、多唑环、噁唑环和噻唑环等中的任一个。此外,具有二嗪环的杂芳环包含具有嘧啶环、吡嗪环或哒嗪环等的杂芳环。此外,具有多唑环的杂芳环包含具有咪唑环、三唑环或噁二唑环的杂芳环。

[0338] 杂芳环包含具有稠环结构的稠合杂芳环。注意,作为稠合杂芳环,可以举出喹啉环、苯并喹啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、喹唑啉环、苯并喹唑啉环、二苯并喹唑啉环、菲咯啉环、呋喃二嗪环、苯并咪唑环等。

[0339] 注意,作为杂芳族化合物,例如在除了碳以外还包含氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物中,作为具有五元环结构的杂芳族化合物,可以举出具有咪唑环的杂芳族化合物、具有三唑环的杂芳族化合物、具有噁唑环的杂芳族化合物、具有噁二唑环的杂芳族化合物、具有噻唑环的杂芳族化合物、具有苯并咪唑环的杂芳族化合物等。

[0340] 例如,在除了碳以外还包含氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物中,作为具有六元环结构的杂芳族化合物,可以举出吡啶环、二嗪环(包含嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环等)、三嗪环、多唑环等具有杂芳环的杂芳族化合物等。注意,可以举出具有联吡啶结构的杂芳族化合物、具有三联吡啶结构的杂芳族化合物等,它们包括在吡啶环连接的杂芳族化合物的例子中。

[0341] 再者,作为具有其一部分包含上述六元环结构的稠环结构的杂芳族化合物,可以举出具有喹啉环、苯并喹啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、菲咯啉环、呋喃二嗪环(包括呋喃二嗪环的呋喃环与芳香环稠合的结构)、苯并咪唑环等稠合杂芳环的杂芳族化合物等。

[0342] 作为具有上述五元环结构(多唑环(包括咪唑环、三唑环、噁二唑环)、噁唑环、噻唑环、苯并咪唑环等)的杂芳族化合物的具体例子,可以举出2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:0XD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:p-EtTAZ)、2,2',2"- (1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBI m-II)、4,4'-双(5-甲基苯噁唑-2-基)二苯乙烯(简称:Bz0s)等。

[0343] 作为具有上述六元环结构(包含具有吡啶环、二嗪环、三嗪环等的杂芳环)的杂芳

族化合物的具体例子,可以举出3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)等包含具有吡啶环的杂芳环的杂芳族化合物;2-[4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茚并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、2-[3'-(三亚苯-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mTpBPTzn)、2-[1,1'-联苯]-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(简称:BP-SFTzn)、2,6-双(4-萘-1-基苯基)-4-[4-(3-吡啶基)苯基]嘧啶(简称:2,4NP-6PyPPm)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-2-二苯并噻吩基]-2-苯基-9H-咔唑(简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1"-三联苯基]-4-基-1-二苯并呋喃基)-1,3,5-三嗪(简称:mBP-TPDBfTzn)、2-[3-(2苯并噻吩-4-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mDBtBPTzn)、mFBPTzn等包含具有三嗪环的杂芳环的杂芳族化合物;4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、4,6mCzBP2Pm、6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)、4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-8-(萘-2-基)-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8BN-4mDBtPBfpm)、8BP-4mDBtPBfpm、9mDBtBPNfpr、9pmDBtBPNfpr、3,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯并呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:3,8mDBtP2Bfpr)、4,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4,8mDBtP2Bfpm)、8-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯-3-基)]萘并[1',2':4,5]呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8mDBtBPNfpm)、8-[2,2'-联萘]-6-基]-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8(BN2)-4mDBtPBfpm)等包含具有二嗪(嘧啶)环的杂芳环的杂芳族化合物等。注意,包含上述杂芳环的芳香化合物包含具有稠合杂芳环的杂芳族化合物。

[0344] 除此以外,可以举出2,2'-(吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹唑啉)(简称:2,6(P-Bqn)2Py)、2,2'-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)双(4-苯基苯并[h]喹唑啉)(简称:6,6'(P-Bqn)2BPy)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双{4-[4-(2-萘基)苯基]-6-苯基嘧啶}(简称:2,6(NP-PPm)2Py)、6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)等包含具有二嗪(嘧啶)环的杂芳环的杂芳族化合物;2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基)-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)、2,4,6-三(2-吡啶基)-1,3,5-三嗪(简称:2Py3Tz)、2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)等包含具有三嗪环的杂芳环的杂芳族化合物等。

[0345] 作为具有其一部分包含上述六元环结构的稠环结构的杂芳族化合物(具有稠环结构的杂芳族化合物)的具体例子,可以举出红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2-(1,3-亚苯)双[9-苯基-1,10-菲咯啉](简称:mPPhen2P)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹唑啉)(简称:2,6(P-Bqn)2Py)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-

(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:7mDBTPDBq-II)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:6mDBTPDBq-II)、2mpPCBPD<sub>3</sub>Bq等具有喹喔啉环的杂芳族化合物等。

[0346] 电子传输层(114、114a、114b)除了上述杂芳族化合物以外还可以使用下述的金属配合物。作为该金属配合物可以举出三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq<sub>3</sub>)、Almq<sub>3</sub>、8-羟基喹啉锂(I)(简称:Li<sub>q</sub>)、BeBq<sub>2</sub>、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)等具有喹啉环或苯并喹啉环的金属配合物、双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等具有噁唑环或噻唑环的金属配合物等。

[0347] 此外,作为电子传输性材料,还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0348] 此外,电子传输层(114、114a、114b)可以为单层,也可以为包含上述物质的两层以上的叠层。

[0349] <电子注入层>

电子注入层(115、115a、115b)是包含电子注入性高的物质的层。此外,电子注入层(115、115a、115b)是用来提高从第二电极102注入电子的效率的层,优选使用用于第二电极102的材料的功函数的值与用于电子注入层(115、115a、115b)的材料的LUMO能级的值之差(0.5eV以下)的材料。因此,作为电子注入层115,可以使用锂、铯、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF<sub>2</sub>)、8-(羟基喹啉)锂(简称:Li<sub>q</sub>)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶(pyridinolato)锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO<sub>x</sub>)、碳酸铯等碱金属、碱土金属或者它们的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF<sub>3</sub>)、镱(Yb)等稀土金属。注意,电子注入层(115、115a、115b)既可以混合上述材料中的多种形成,也可以层叠上述材料中的多种形成。此外,也可以将电子化合物用于电子注入层(115、115a、115b)。作为电子化合物,例如可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等。此外,也可以使用如上所述的构成电子传输层(114、114a、114b)的物质。

[0350] 此外,也可以将混合有机化合物与电子给体(供体)而成的混合材料用于电子注入层(115、115a、115b)。这种混合材料因为通过电子给体在有机化合物中产生电子而具有优异的电子注入性和电子传输性。在此情况下,有机化合物优选是在传输所产生的电子方面性能优异的材料,具体而言,例如,可以使用用于如上所述的电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料(金属配合物及杂芳族化合物等)。作为电子给体,只要是对有机化合物呈现电子供体性的物质即可。具体而言,优选使用碱金属、碱土金属及稀土金属,可以举出锂、铯、镁、钙、铒、镱等。此外,优选使用碱金属氧化物及碱土金属氧化物,可以举出锂氧化物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,还可以使用氧化镁等路易斯碱。此外,也可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。或者,也可以层叠使用多个这些材料。

[0351] 除此以外,也可以将混合有机化合物和金属而成的混合材料用于电子注入层(115、115a、115b)。注意,这里使用的有机化合物优选具有-3.6eV以上且-2.3eV以下的LUMO

能级。此外,优选使用非共用电子对。

[0352] 因此,作为用于上述混合材料的有机化合物,也可以使用混合能够用于电子传输层的上述杂芳族化合物与金属而成的混合材料。杂芳族化合物优选为具有五元环结构(咪唑环、三唑环、噁唑环、噁二唑环、噻唑环、苯并咪唑环等)的杂芳族化合物、具有六元环结构(吡啶环、二嗪环(包括嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环等)、三嗪环、联吡啶环、三联吡啶环等)的杂芳族化合物、其一部分具有六元环结构的稠环结构(喹啉环、苯并喹喔啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、菲咯啉环等)的杂芳族化合物等具有非共用电子对的材料。上面已说明了具体材料,所以在此省略其说明。

[0353] 作为用于上述混合材料的金属,优选使用属于元素周期表中第5族、第7族、第9族或第11族的过渡金属或属于第13族的材料,例如,可以举出Ag、Cu、Al或In等。此外,此时,有机化合物与过渡金属之间形成单占轨道(SOMO:Singly Occupied Molecular Orbital)。

[0354] 此外,例如,在使从发光层113b得到的光放大的情况下,优选以第二电极102与发光层113b之间的光学距离小于发光层113b所呈现的光的波长λ的1/4的方式形成。在此情况下,通过改变电子传输层114b或电子注入层115b的厚度,可以调整光学距离。

[0355] 此外,如图4D所示的发光器件那样,通过在两个EL层(103a、103b)之间设置电荷产生层106,可以具有多个EL层层叠在一对电极之间的结构(也称为串联结构)。

[0356] <电荷产生层>

电荷产生层106具有如下功能:当第一电极101(阳极)和第二电极102(阴极)之间被施加电压时,对EL层103a注入电子且对EL层103b注入空穴的功能。电荷产生层106既可以具有对空穴传输性材料添加电子受体(受体)的结构,又可以具有对电子传输性材料添加电子供体(供体)的结构。或者,也可以层叠有这两种结构。注意,通过使用上述材料形成电荷产生层106,可以抑制层叠EL层时导致的驱动电压的上升。

[0357] 在电荷产生层106具有对有机化合物的空穴传输性材料添加电子受体的结构的情况下,作为空穴传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。此外,作为电子受体,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F<sub>4</sub>-TCNQ)、氯醌等。此外,可以举出属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,可以举出氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰、氧化铼等。

[0358] 在电荷产生层106具有对电子传输性材料添加电子供体的结构的情况下,作为电子传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。此外,作为电子给体,可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属或属于元素周期表中第2族、第13族的金属及它们的氧化物或碳酸盐。具体而言,优选使用锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、镱(Yb)、铟(In)、氧化锂、碳酸铯等。此外,也可以将如四硫萘并萘(tetrathianaphthacene)等有机化合物用作电子给体。

[0359] 虽然图4D示出层叠有两个EL层103的结构,但是通过在不同的EL层之间设置电荷产生层可以使其成为三个以上的叠层结构。

[0360] <衬底>

本实施方式所示的发光器件可以形成在各种衬底上。注意,对衬底的种类没有特定的限制。作为该衬底的例子,可以举出半导体衬底(例如,单晶衬底或硅衬底)、SOI衬底、玻璃衬底、石英衬底、塑料衬底、金属衬底、不锈钢衬底、包含不锈钢箔的衬底、钨衬底、包含钨箔的衬底、柔性衬底、贴合薄膜、包含纤维状材料的纸或基材薄膜等。

[0361] 作为玻璃衬底的例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃等。作为柔性衬底、贴合薄膜、基材薄膜等,可以举出以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)为代表的塑料、丙烯酸树脂等合成树脂、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、聚氯乙烯、聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺、环氧树脂、无机蒸镀薄膜、纸类等。

[0362] 此外,当制造本实施方式所示的发光器件时,可以使用蒸镀法等气相法或者旋涂法或喷墨法等液相法。当使用蒸镀法时,可以利用溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)或化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法)、涂敷法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法等)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法、微接触印刷法等)等方法形成包括在发光器件的EL层中的具有各种功能的层(空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115)。

[0363] 注意,在使用上述涂布法、印刷法等的成膜方法时,可以使用高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)、中分子化合物(介于低分子与高分子之间的化合物:分子量为400以上且4000以下)、无机化合物(量子点材料等)等。注意,作为量子点材料,可以使用胶状量子点材料、合金型量子点材料、核壳(Core Shell)型量子点材料、核型量子点材料等。

[0364] 本实施方式所示的构成发光器件的EL层103的各层(空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115)的材料不局限于本实施方式所示的材料,只要为可以满足各层的功能的材料就可以组合地使用。

[0365] 注意,在本说明书等中,“层”和“膜”可以相互调换。

[0366] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

### 实施方式3

[0367] 在本实施方式中,对作为本发明的一个方式的受发光装置的具体结构例子及制造方法的一个例子进行说明。

[0368] <受发光装置700的结构例子>

图5A所示的受发光装置700包括发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS。此外,发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS形成于设置在第一衬底510上的功能层520上。功能层520不仅包括由多个晶体管构成的驱动电路GD、驱动电路SD等电路,而且还包括使它们电连接的布线等。作为一个例子,这些驱动电路与发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS分别电连接,并可以驱动这些器件。此外,受发光装置700在功能层520及各器件(发光器件及受光器件)上包括绝缘层705,该绝缘层705具有使第二衬底770和功能层520贴合的功能。

[0369] 注意,发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS具有实施方式1及2所示的器件结构。就是说,各发光器件具有图4A至图4E所示的任意结构,并且受光器件具有图1B所示的结构。此外,在图3A所示的受发光装置中,发光器件的EL层的一部分(空穴注入层、空穴传输层以及电子传输层)与受光器件的受光层的一部分(第一载流子传输层及第二载流子传输层)在制造工艺中使用相同的材料同时形成,但是在本实施方式中说明除了发光器件及受光器件以外各器件(多个发光器件及受光器件)都能够分离形成的情况。

[0370] 在本说明书等中,有时将分别形成或涂布各颜色的发光器件(例如蓝色B、绿色(G)及红色(R))的发光层及受光器件的受光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。此外,虽然在图5A所示的受发光装置700中发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS依次排列,但本发明的一个方式不局限于该结构。例如,在受发光装置700中,上述器件也可以按发光器件550R、发光器件550G、发光器件550B以及受光器件550PS的顺序排列。

[0371] 在图5A中,发光器件550B包括电极551B、电极552以及EL层103B。此外,发光器件550G包括电极551G、电极552以及EL层103G。此外,发光器件550R包括电极551R、电极552以及EL层103R。此外,受光器件550PS包括电极551PS、电极552以及受光层103PS。受光器件的各层的具体结构如实施方式1所示。此外,发光器件的各层的具体结构如实施方式2所示。此外,EL层103B、EL层103G以及EL层103R具有由包括发光层(105B、105G、105R)的不同功能的多个层构成的叠层结构。此外,受光层103PS具有由包括活性层105PS的不同功能的多个层构成的叠层结构。图5A示出如下情况:EL层103B包括空穴注入/传输层104B、发光层105B、电子传输层108B以及电子注入层109的情况;EL层103G包括空穴注入/传输层104G、发光层105G、电子传输层108G以及电子注入层109的情况;EL层103R包括空穴注入/传输层104R、发光层105R、电子传输层108R以及电子注入层109的情况;以及受光层103PS包括第一传输层104PS、活性层105PS、第二传输层108PS以及电子注入层109的情况。但是,本发明不局限于此。此外,空穴注入/传输层(104B、104G、104R)示出具有实施方式2所示的空穴注入层及空穴传输层的功能的层,也可以具有叠层结构。

[0372] 此外,电子传输层(108B、108G、108R)及第二传输层108PS也可以具有用来抑制空穴从阳极一侧通过EL层(103B、103G、103R)及受光层103PS转移到阴极一侧的功能。此外,电子注入层109也可以具有其一部分或全部由不同材料构成的叠层结构。

[0373] 此外,如图5A所示,EL层(103B、103G、103R)所具有的层中的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)以及电子传输层(108B、108G、108R)的侧面(或端部)及受光层103PS所具有的层中的第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS的侧面(或端部)形成有绝缘层(107B、107G、107R、107PS)。绝缘层(107B、107G、107R、107PS)与EL层(103B、103G、103R)及受光层103PS的侧面(或端部)接触。由此,可以抑制氧、水分或其构成元素从EL层(103B、103G、103R)及受光层103PS的侧面侵入到内部。此外,绝缘层(107B、107G、107R、107PS)例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化铪、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。此外,绝缘层(107B、107G、107R、107PS)也可以使用上述材料层叠而形成。此外,绝缘层(107B、107G、107R、107PS)可以利用溅射法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法等形成,优选利用覆盖性良好的ALD法。此外,绝缘层(107B、107G、107R、107PS)连续地覆盖相邻的发光器件的EL层(103B、103G、103R)或受光器件的受光层103PS的侧面(或端部)。例如,在图5A中,发光器件550B的EL层103B及发光器件550G的EL层103G的侧面被绝缘层(107G、107R)覆盖。此外,优选在被绝缘层(107G、107R)覆盖的区域中形成图5A所示的由绝缘材料构成的分隔壁528。

[0374] 此外,在作为EL层(103B、103G、103R)的一部分的电子传输层(108B、108G、108R)、作为受光层103PS的一部分的第二传输层108PS以及绝缘层(107B、107G、107R、107PS)上形成电子注入层109。此外,电子注入层109也可以具有两层以上的叠层结构(例如,层叠电阻不同的层等)。

[0375] 此外,电极552形成在电子注入层109上。此外,电极(551B、551G、551R)与电极552具有彼此重叠的区域。此外,在电极551B与电极552之间有发光层105B,在电极551G与电极552之间有发光层105G,在电极551R与电极552之间有发光层105R,并且在电极551PS与电极552之间有受光层103PS。

[0376] 此外,图5A所示的EL层(103B、103G、103R)具有与在实施方式2中说明的EL层103同样的结构。此外,受光层103PS具有与在实施方式1中说明的受光层203同样的结构。此外,例如,发光层105B能够发射蓝色光,发光层105G能够发射绿色光,并且发光层105R能够发射红色光。

[0377] 在由电子注入层109及绝缘层(107B、107G、107R、107PS)围绕的区域中设置有分隔壁528。如图5A所示,各发光器件的电极(551B、551G、551R、551PS)、EL层(103B、103G、103R)的一部分以及受光层103PS的一部分与分隔壁528的侧面(或端部)隔着绝缘层(107B、107G、107R、107PS)接触。

[0378] 在各EL层及受光层中,尤其是位于阳极与发光层之间及阳极与活性层之间的空穴传输区域所包括的空穴注入层在很多情况下具有高导电率,由此如果形成为相邻的器件之间共同使用的层,这有时会导致串扰。因此,像本结构例子那样,通过在各EL层及受光层之间设置由绝缘材料形成的分隔壁528,可以抑制在相邻的器件间发生串扰。

[0379] 在本实施方式所示的制造方法中,EL层及受光层的侧面(或端部)因经图案工序而在工序途中露出。因此,氧、水分或其构成元素等从EL层及受光层的侧面(或端部)进入,使得EL层及受光层的劣化容易进展。因此,通过设置分隔壁528,可以抑制制造工艺中的EL层及受光层的劣化。

[0380] 通过设置分隔壁528,也可以使形成在相邻的器件间的凹部平坦化。此外,通过使凹部平坦化,可以抑制形成在各EL层及受光层上的电极552的断开。此外,作为用来形成分隔壁528的绝缘材料,例如,可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及这些树脂的前体等有机材料。此外,也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰多糖、水溶性纤维素或可溶解于醇的聚酰胺树脂等有机材料。此外,可以使用光致抗蚀剂等感光性树脂。注意,感光性树脂可以使用正型材料或负型材料。

[0381] 通过使用感光性树脂,可以只通过曝光及显影的工序制造分隔壁528。此外,也可以使用负型感光性树脂(如抗蚀剂材料等)形成分隔壁528。此外,在使用包含有机材料的绝缘层作为分隔壁528的情况下,优选使用吸收可见光的材料。通过将吸收可见光的材料用于分隔壁528,可以由分隔壁528吸收从EL层发射的光,由此可以抑制可能泄漏到相邻的EL层及受光层的光(杂散光)。因此,可以提供显示质量高的显示面板。

[0382] 此外,分隔壁528的顶面的高度与EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS中的任意层的顶面的高度之差例如优选为分隔壁528的厚度的0.5倍以下,更优选为0.3倍以下。此外,例如,也可以以EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS中的任意层的顶面比分隔壁528的顶面高的方式设置分隔壁528。此外,例如,也可以以分隔壁528的顶面比EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS的顶面高的方式设置分隔壁528。

[0383] 在超过1000ppi的高清晰受发光装置(显示面板)中,在EL层103B、EL层103G、EL层

103R以及受光层103PS之间产生电导通时,发生串扰,因此受发光装置能够显示的色域变窄。通过在超过1000ppi,优选超过2000ppi,更优选超过5000ppi的超高清显示面板中设置分隔壁528,可以提供能够显示鲜艳的色彩的显示面板。

[0384] 图5B及图5C是对应于图5A的截面图中的点划线Ya-Yb的受发光装置700的俯视示意图。就是说,发光器件550B、发光器件550G及发光器件550R都排列为矩阵状。注意,图5B示出在Y方向上排列相同颜色的发光器件的所谓条形排列。此外,图5C示出在Y方向上排列相同颜色的发光器件且按每个像素形成图案的结构。注意,发光器件的排列方法不局限于此,既可以使用Delta排列、锯齿形(zigzag)排列等排列方法,又可以使用Pentile排列、Diamond排列等。

[0385] 注意,由于在各EL层(103B、103G以及103R)及受光层103PS的分离加工中利用光刻法进行图案形成,所以可以制造高清晰受发光装置(显示面板)。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的EL层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的受光层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此时,设置于各EL层及受光层之间的间隙580的宽度(SE)优选为5μm以下,更优选为1μm以下。

[0386] 在EL层中,尤其是位于阳极与发光层之间的空穴传输区域所包括的空穴注入层在很多情况下具有高导电率,由此如果形成为相邻的发光器件之间共同使用的层,这有时会导致串扰。因此,像本结构例子那样,通过进行利用光刻法的图案形成使EL层分离加工,可以抑制在相邻的发光器件间发生串扰。

[0387] 图5D是对应于图5B及图5C中的点划线C1-C2的截面示意图。图5D示出连接电极551C与电极552电连接的连接部130。在连接部130中,在连接电极551C上以与其接触的方式设置电极552。此外,以覆盖连接电极551C的端部的方式设置分隔壁528。

[0388] <受发光装置的制造方法例子>

如图6A所示,形成电极551B、电极551G、电极551R以及电极551PS。例如,在形成在第一衬底510上的功能层520上形成导电膜,利用光刻法将该导电膜加工为规定形状。

[0389] 注意,导电膜可以利用溅射法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法、分子束外延(MBE:Molecular Beam Epitaxy)法、真空蒸镀法、脉冲激光沉积(PLD:Pulsed Laser Deposition)法、原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法等形成。作为CVD法,可以举出等离子体增强化学气相沉积(PECVD:Plasma Enhanced CVD)法或热CVD法等。此外,作为热CVD法之一,可以举出有机金属化学气相沉积(MOCVD:Metal Organic CVD)法。

[0390] 此外,当加工导电膜时,除了上述光刻法以外,还可以利用纳米压印法、喷砂法、剥离法等对薄膜进行加工。此外,也可以通过利用金属掩模等遮蔽掩模的成膜方法直接形成岛状的薄膜。

[0391] 作为光刻法典型地有如下两种方法。一个是在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻等对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另一个是在形成感光性薄膜之后,进行曝光及显影来将该薄膜加工为所希望的形状的方法。注意,在利用前者的方法时,有抗蚀剂涂敷后的加热(PAB:Pre Applied Bake)及曝光后的加热(PEB:Post Exposure Bake)等热处理工序。在本发明的一个方式中,除了导电膜的加工以外还在用来形成EL层的

薄膜(由有机化合物形成的膜或其一部分包含有机化合物的膜)的加工中采用光刻法。

[0392] 在光刻法中,作为用于曝光的光,例如可以使用i线(波长365nm)、g线(波长436nm)、h线(波长405nm)或混合了这些射线的光。此外,还可以使用紫外光、KrF激光或ArF激光等。此外,也可以利用液浸曝光技术进行曝光。此外,作为用于曝光的光,也可以使用极紫外(EUV:Extreme Ultra-violet)光或X射线。此外,也可以使用电子束代替用于曝光的光。当使用极紫外光、X射线或电子束时,可以进行极其精细的加工,所以是优选的。注意,在通过利用电子束等光束进行扫描而进行曝光时,不需要光掩模。

[0393] 作为使用抗蚀剂掩模的薄膜蚀刻,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法、喷砂法等。

[0394] 接着,如图6B所示,在电极551B、电极551G、电极551R以及电极551PS上形成空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B。例如,可以使用真空蒸镀法形成空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B。再者,在电子传输层108B上形成牺牲层110B。当形成空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B时,可以使用实施方式2所示的材料。

[0395] 牺牲层110B优选使用对于空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B的蚀刻处理的耐性高的膜,即蚀刻选择比较大的膜。此外,牺牲层110B优选采用蚀刻选择比彼此不同的第一牺牲层与第二牺牲层的叠层结构。此外,牺牲层110B可以使用能够通过对EL层103B带来的损伤少的湿蚀刻法去除的膜。作为用于湿蚀刻的蚀刻材料可以使用草酸等。

[0396] 作为牺牲层110B,例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、无机绝缘膜等的无机膜。此外,牺牲层110B可以通过溅射法、蒸镀法、CVD法、ALD法等的各种成膜方法形成。

[0397] 作为牺牲层110B,例如可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯、钛、铝、钇、锆及钽等金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其是,优选使用铝或银等低熔点材料。

[0398] 此外,作为牺牲层110B可以使用铟镓锌氧化物(In-Ga-Zn氧化物,也称为IGZO)等金属氧化物。此外,可以使用氧化铟、铟锌氧化物(In-Zn氧化物)、铟锡氧化物(In-Sn氧化物)、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)等。或者,也可以使用包含硅的铟锡氧化物等。

[0399] 注意,也可以使用元素M(M为选自铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨和镁中的一种或多种)代替上述镓。尤其是,M优选为选自镓、铝和钇中的一种或多种。

[0400] 此外,作为牺牲层110B可以使用氧化铝、氧化铪、氧化硅等无机绝缘材料。

[0401] 作为牺牲层110B,优选使用可溶解于如下溶剂中的材料,即至少对位于EL层103B的最上部的电子传输层108B呈现化学稳定性的溶剂。尤其是,作为牺牲层110B可以适当使用溶解于水或醇的材料。当形成牺牲层110B时,优选的是,在溶解于水或醇等溶剂的状态下通过湿式方法涂布该材料,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,通过在减压气氛下进行热处理,可以以低温且在短时间内去除溶剂,所以可以减少对空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B带来的热损伤,因此是优选的。

[0402] 注意,在形成具有叠层结构的牺牲层110B时,可以将由上述材料形成的层作为第一牺牲层,在其上形成第二牺牲层而形成叠层结构。

[0403] 此时,第二牺牲层为对第一牺牲层进行蚀刻时被用作硬掩模的膜。此外,在对第二牺牲层进行加工时露出第一牺牲层。因此,作为第一牺牲层和第二牺牲层,选择蚀刻选择比较大的膜的组合。因此,可以根据第一牺牲层的蚀刻条件及第二牺牲层的蚀刻条件选择可以用于第二牺牲层的膜。

[0404] 例如,在作为第二牺牲层的蚀刻利用使用含有氟的气体(也称为氟类气体)的干蚀刻时,可以将硅、氮化硅、氧化硅、钨、钛、钼、钽、氮化钽、含有钼及铌的合金或者含有钼及钨的合金等用于第二牺牲层。在此,作为对于上述使用氟类气体的干蚀刻的蚀刻选择比较大(即,蚀刻速率较慢)的膜,可以举出IGZO、ITO等的金属氧化物膜等,可以将上述膜用于第一牺牲层。

[0405] 此外,不局限于此,第二牺牲层可以根据第一牺牲层的蚀刻条件及第二牺牲层的蚀刻条件从各种材料选择。例如,也可以从可用于上述第一牺牲层的膜中选择。

[0406] 此外,作为第二牺牲层例如可以使用氮化物膜。具体而言,可以使用氮化硅、氮化铝、氮化铪、氮化钛、氮化钽、氮化钨、氮化镓、氮化锗等氮化物。

[0407] 此外,作为第二牺牲层可以使用氧化物膜。典型的是,可以使用氧化硅、氧氮化硅、氧化铝、氧氮化铝、氧化铪、氧氮化铪等氧化物膜或者氧氮化物膜。

[0408] 接着,如图6C所示,在牺牲层110B上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:REG)。此外,在采用这种方法时,有抗蚀剂涂敷后的加热(PAB:Pre Applied Bake)及曝光后的加热(PEB:Post Exposure Bake)等热处理工序。例如,PAB温度为100℃左右,PEB温度为120℃左右。因此,发光器件需要能够耐受这些处理温度。

[0409] 接着,通过使用所得到的抗蚀剂掩模REG蚀刻去除没有被抗蚀剂掩模REG覆盖的牺牲层110B的一部分,去除抗蚀剂掩模REG,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110B覆盖的空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B,将空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B加工为在电极551B上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。在牺牲层110B具有上述第一牺牲层和上述第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模REG对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模REG,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将空穴注入/传输层104B、发光层105B以及电子传输层108B加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图7A的形状。

[0410] 接着,如图7B所示,在牺牲层110B、电极551G、电极551R以及电极551PS上形成空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G。当形成空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G时,可以使用实施方式2所示的材料。此外,例如可以使用真空蒸镀法形成空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G。

[0411] 接着,如图7C所示,在电子传输层108G上形成牺牲层110G,然后在牺牲层110G上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:REG)。接着,通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模REG覆盖的牺牲层110G的一部分,去除抗蚀剂掩模REG,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110G覆盖的空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G的一部分,将空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G加工为在电极

551G上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。作为牺牲层110G,可以使用与牺牲层110B同样的材料,在牺牲层110G具有上述第一牺牲层和上述第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模REG对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模REG,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将空穴注入/传输层104G、发光层105G以及电子传输层108G加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图8A的形状。

[0412] 接着,如图8B所示,在牺牲层110B、牺牲层110G、电极551R以及电极551PS上形成空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R。当形成空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R时,可以使用实施方式2所示的材料。此外,例如可以使用真空蒸镀法形成空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R。

[0413] 接着,如图8C所示,在电子传输层108R上形成牺牲层110R,然后在牺牲层110R上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:REG)。接着,通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模REG覆盖的牺牲层110R的一部分,去除抗蚀剂掩模REG,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110R覆盖的空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R的一部分,将空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R加工为在电极551R上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。作为牺牲层110R,可以使用与牺牲层110B同样的材料,在牺牲层110R具有上述第一牺牲层和上述第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模REG对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模REG,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将空穴注入/传输层104R、发光层105R以及电子传输层108R加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图9A的形状。

[0414] 接着,如图9B所示,在牺牲层110B、牺牲层110G、牺牲层110R以及电极551PS上形成第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS。当形成第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS时,可以使用实施方式1所示的材料。例如,可以使用真空蒸镀法形成第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS。

[0415] 接着,如图9C所示,在第二传输层108PS上形成牺牲层110PS,然后在牺牲层110PS上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:REG)。接着,通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模REG覆盖的牺牲层110PS的一部分,去除抗蚀剂掩模REG,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110PS覆盖的第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS的一部分,将第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS加工为在电极551PS上具有侧面(或露出侧面)的形状或在与页面交叉的方向上延伸的带状形状。作为蚀刻方法,优选利用干蚀刻。作为牺牲层110PS,可以使用与牺牲层110B同样的材料,在牺牲层110PS具有上述第一牺牲层和上述第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模REG对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模REG,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,来将第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS加工为规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图9D的形状。

[0416] 接着,如图10A所示,在牺牲层110B、牺牲层110G、牺牲层110R以及牺牲层110PS上形成绝缘层107。

[0417] 此外,绝缘层107例如可以利用ALD法形成。在此情况下,如图10A所示,绝缘层107

与各发光器件的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件的第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS的各侧面(各端部)接触。由此,可以抑制氧、水分或其构成元素从各各侧面进入到内部。作为用于绝缘层107的材料,例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化铪、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。

[0418] 接着,如图10B所示,在去除牺牲层(110B、110G、110R、110PS)之后,去除绝缘层107的一部分,然后在所形成的绝缘层(107B、107G、107R、107PS)、电子传输层(108B、108G、108R)以及第二传输层108PS上形成电子注入层109。当形成电子注入层109时,可以使用实施方式2所示的材料。例如,使用真空蒸镀法形成电子注入层109。此外,电子注入层109与各发光器件的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件的第一传输层104PS、活性层105PS、第二传输层108PS的各侧面(各端部)隔着绝缘层(107B、107G、107R、107PS)接触。

[0419] 接着,如图10C所示,形成电极552。例如,使用真空蒸镀法形成电极552。此外,电极552形成在电子注入层109上。此外,电极552与各发光器件的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)以及电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件的第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS的各侧面(各端部)隔着电子注入层109及绝缘层(107B、107G、107R、107PS)接触。由此,可以防止各发光器件的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件的第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS与电极552之间的短路。

[0420] 通过上述工序,可以对发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及受光器件550PS中的EL层103B、EL层103G、EL层103R以及受光层103PS进行分离加工。

[0421] 注意,由于在这些EL层(103B、103G、103R)及受光层103PS的分离加工中利用光刻法进行图案形成,所以可以制造高清晰受发光装置(显示面板)。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的EL层的端部(侧面)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的受光层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。

[0422] 此外,这些EL层中的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)及受光层中的第一传输层104PS具有高导电率,由此如果形成为相邻的器件之间共同使用的层,这有时会导致串扰。因此,像本结构例子那样,通过进行利用光刻法的图案形成使EL层分离加工,可以抑制在相邻的器件间发生串扰。

[0423] 此外,因为在对本结构的各发光器件中的各EL层(103B、103G、103R)所包括的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器件中的受光层103PS所包括的第一传输层104PS、活性层105PS以及第二传输层108PS进行分离加工时使用光刻法形成图案,所以被加工的EL层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的受光层的各层的侧面(端部)具有包括大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。

[0424] 此外,因为在对各发光器件中的各EL层(103B、103G、103R)所包括的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)、发光层(105B、105G、105R)、电子传输层(108B、108G、108R)、受光器

件中的受光层103PS所包括的第一传输层104PS、活性层105PS、第二传输层108PS进行分离加工时使用光刻法形成图案,所以被加工的各侧面(端部)各自在相邻的器件之间有间隙580。在图10C中,在将间隙580记为相邻的发光器件的EL层或活性层间的距离SE时,距离SE越小越可以提高开口率及清晰度。另一方面,由于距离SE越大,越可以允许相邻的发光器件间的制造工序偏差的影响,所以可以提高制造成品率。由于通过本说明书制造的发光器件及受光器件适合于微型化工艺,所以相邻的器件的EL层或活性层之间的距离SE可以为0.5μm以上且5μm以下,优选为1μm以上且3μm以下,更优选为1μm以上且2.5μm以下,进一步优选为1μm以上且2μm以下。注意,距离SE典型地优选为1μm以上且2μm以下(例如1.5μm或其附近)。

[0425] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精细金属掩模)制造的器件称为MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,有时将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为MML(Metal Mask Less)结构的器件。MML结构的受发光装置由于不使用金属掩模制造,因此其像素配置及像素形状等的设计自由度比FMM结构或MM结构的受发光装置高。

[0426] MML结构的受发光装置所具有的岛状EL层不使用金属掩模的图案来形成,而在形成EL层之后对该EL层进行加工来形成。因此,与现有的受发光装置相比,可以实现高清晰或高开口率的受发光装置。再者,因为可以分别形成各颜色的EL层,所以可以实现极为鲜明、对比度极高且显示质量极高的受发光装置。此外,通过在EL层上设置牺牲层,可以降低在制造工序中EL层受到的损坏,而可以提高发光器件的可靠性。

[0427] 此外,在图5A及图10C所示的发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R中EL层(103B、103G、103R)的宽度与电极(551B、551G、551R)的宽度大致相等,在受光器件550PS中受光层103PS的宽度与电极551PS的宽度大致相等,但是本发明的一个方式不局限于此。

[0428] 在发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R中,EL层(103B、103G、103R)的宽度也可以小于电极(551B、551G、551R)的宽度。此外,在受光器件550PS中,受光层103PS的宽度也可以小于电极551PS的宽度。图10D示出发光器件550B、发光器件550G中的EL层(103B、103G)的宽度小于电极(551B、551G)的宽度的例子。

[0429] 在发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R中,EL层(103B、103G、103R)的宽度也可以大于电极(551B、551G、551R)的宽度。此外,在受光器件550PS中,受光层103PS的宽度也可以大于电极551PS的宽度。图10E示出发光器件550R中的EL层103R的宽度大于电极551R的宽度的例子。

[0430] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

#### 实施方式4

[0431] 在本实施方式中,参照图11A至图13说明受发光装置720。注意,图11A至图13所示的受发光装置720是包括实施方式1及实施方式2所示的受光器件及发光器件的受发光装置,但是在本实施方式中说明的受发光装置720可以应用于电子设备等的显示部,由此也可以说是显示面板或显示装置。此外,上述受发光装置720将发光器件用作光源,并使用受光器件接收来自发光器件的光。

[0432] 此外,本实施方式的受发光装置可以为高分辨率或大型的受发光装置。因此,例如可以将本实施方式的受发光装置用作如下装置的显示部:具有较大的屏幕的电子设备诸如电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、如弹珠机等大

型游戏机等；数码相机；数码摄像机；数码相框；移动电话机；便携式游戏机；智能手机；手表型终端；平板终端；便携式信息终端；声音再现装置等。

[0433] 图11A是受发光装置720的俯视图。

[0434] 在图11A中，受发光装置720具有贴合衬底710与衬底711的结构。此外，受发光装置720包括显示区域701、电路704以及布线706等。此外，显示区域701包括多个像素，图11A所示的像素703(i, j)包括图11B所示的与像素703(i, j)相邻的像素703(i+1, j)。

[0435] 此外，如图11A所示，受发光装置720将IC(集成电路)712通过COG(Chip On Glass)方式或COF(Chip on Film)方式等设置在衬底710上。作为IC712，例如可以应用包括扫描线驱动电路或信号线驱动电路等的IC。图11A示出将包括信号线驱动电路的IC用作IC712且使用扫描线驱动电路作为电路704的结构。

[0436] 布线706具有对显示区域701及电路704供应信号及电力的功能。该信号及电力从外部通过FPC(Flexible Printed Circuit)713输入到布线706或者从IC712输入到布线706。此外，也可以在受发光装置720中不设置IC。此外，IC也可以通过COF方式等安装在FPC上。

[0437] 图11B示出显示区域701的像素703(i, j)及像素703(i+1, j)。也就是说，像素703(i, j)可以包括多种子像素，其中分别包括发射不同颜色的光的发光器件。此外，像素703(i, j)也可以包括多个子像素，其中都包括发射相同颜色的光的发光器件。在像素包括分别包括发射不同颜色的光的发光器件的情况下，该多种子像素例如可以为三种子像素。作为该三种子像素，可以举出红色(R)、绿色(G)及蓝色B这三种颜色的子像素、黄色(Y)、青色C及品红色(M)这三种颜色的子像素等。或者，像素可以包括四种子像素。作为该四种子像素，可以举出R、G、B、白色(W)这四种颜色的子像素、R、G、B、Y这四种颜色的子像素等。具体而言，可以使用显示蓝色的像素702B(i, j)、显示绿色的像素702G(i, j)及显示红色的像素702R(i, j)构成像素703(i, j)。

[0438] 此外，除了包括发光器件的子像素之外，受发光装置720还具有包括受光器件的子像素。

[0439] 图11C至图11E示出像素703(i, j)包括具有受光器件的子像素702PS(i, j)时的各种布局的一个例子。图11C所示的像素的排列为条纹排列，图11D所示的像素的排列为矩阵排列。此外，图11E所示的像素具有以与一个子像素(子像素B)相邻的方式纵向排列三个子像素(子像素R、子像素G、子像素PS)的结构。

[0440] 此外，如图11F所示，也可以对上述一组追加发射红外线的子像素702IR(i, j)来构成像素703(i, j)。在图11F所示的像素中，纵向较长的三个子像素G、子像素B以及子像素R横向排列，且在其下侧子像素PS及横向较长的子像素IR横向排列。具体而言，也可以将发射包括波长为650nm以上且1000nm以下的光的光的子像素702IR(i, j)用于像素703(i, j)。此外，对子像素702PS(i, j)所检测的光的波长没有特别的限制，但是子像素702PS(i, j)所具有的受光器件优选对子像素702R(i, j)、子像素702G(i, j)、子像素702B(i, j)或子像素702IR(i, j)所具有的发光器件所发射的光具有灵敏度。例如，优选检测蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等波长区域的光及处于红外波长区域的光中的一个或多个。

[0441] 子像素的排列不局限于图11B至图11F所示的结构，而可以采用各种排列方法。作为子像素的排列，例如可以举出条纹排列、S条纹排列、矩阵排列、Delta排列、拜耳排列、

Pentile排列等。

[0442] 此外,作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形(包括矩形、正方形)、五角形等多角形、角部圆的上述多角形形状、椭圆形或圆形等。在此,子像素的顶面形状相当于发光器件的发光区域的顶面形状。

[0443] 在像素包括发光器件及受光器件的显示装置中,像素具有受光功能,所以该显示装置可以在显示图像的同时检测出对象物的接触或接近。例如,不仅使发光装置所包括的所有子像素显示图像,而且可以使部分子像素呈现用作光源的光并使其他子像素显示图像。

[0444] 此外,子像素702PS(i,j)的受光面积优选比其他子像素的发光面积为小。受光面积越小摄像范围越窄,可以实现摄像结果变模糊的抑制以及分辨率的提高。因此,通过使用子像素702PS(i,j),可以以高清晰度或分辨率进行摄像。例如,可以使用子像素702PS(i,j)进行用来利用指纹、掌纹、虹膜、脉形状(包括静脉形状、动脉形状)或脸等的个人识别的摄像。

[0445] 此外,子像素702PS(i,j)可以用于触摸传感器(也称为直接触摸传感器)或者空中触摸传感器(也称为悬浮传感器、悬浮触摸传感器、非接触式传感器、无接触式传感器)等。例如,子像素702PS(i,j)优选检测出红外光。由此,在黑暗处也可以检测出触摸。

[0446] 在此,触摸传感器或空中触摸传感器可以检测出对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。触摸传感器通过受发光装置与对象物直接接触可以检测出对象物。此外,空中触摸传感器即使对象物没有接触也可以检测出该对象物。例如,优选的是,在受发光装置与对象物之间的距离为0.1mm以上且300mm以下、优选为3mm以上且50mm以下的范围内受发光装置可以检测出该对象物。通过采用该结构,可以在对象物没有直接接触受发光装置的状态下进行操作,换言之可以以非接触(无接触)方式操作受发光装置。通过采用上述结构,可以减少受发光装置被弄脏或受损伤的风险或者对象物不直接接触附着于受发光装置的污渍(例如,垃圾、细菌或病毒等)而操作受发光装置。

[0447] 因为进行高清晰摄像,所以子像素702PS(i,j)优选设置在受发光装置所包括的所有像素中。另一方面,用于触摸传感器或空中触摸传感器等的子像素702PS(i,j)与用于拍摄指纹等的情况相比不需高检测精度,因此子像素702PS(i,j)设置在受发光装置所包括的部分像素中,即可。通过使受发光装置所包括的子像素702PS(i,j)个数少于子像素702R(i,j)等个数,可以提高检测速度。

[0448] 接着,参照图12A说明包括发光器件的子像素的像素电路的一个例子。图12A所示的像素电路530包括发光器件(EL)550、晶体管M15、晶体管M16、晶体管M17以及电容器C3。作为发光器件550,可以使用发光二极管。尤其是,作为发光器件550,优选使用在实施方式1及实施方式2中说明的发光器件。

[0449] 在图12A中,晶体管M15的栅极与布线VG电连接,源极和漏极中的一个与布线VS电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C3的一个电极及晶体管M16的栅极电连接。晶体管M16的源极和漏极中的一个与布线V4电连接,源极和漏极中的另一个与发光器件550的阳极及晶体管M17的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M17的栅极与布线MS电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT2电连接。发光器件550的阴极与布线V5电连接。

[0450] 布线V4及布线V5各自被供应恒定电位。可以将发光器件550的阳极一侧和阴极一

侧分别设定为高电位和低于阳极一侧的电位。晶体管M15被供应到布线VG的信号控制,被用作用来控制像素电路530的选择状态的选择晶体管。此外,晶体管M16被用作根据供应到栅极的电位控制流过发光器件550的电流的驱动晶体管。当晶体管M15处于导通状态时,供应到布线VS的电位被供应到晶体管M16的栅极,可以根据该电位控制发光器件550的发光亮度。晶体管M17被供应到布线MS的信号控制,将晶体管M16与发光器件550之间的电位通过布线OUT2输出到外部。

[0451] 图12A的像素电路530所包括的晶体管M15、晶体管M16及晶体管M17、图12B的像素电路531所包括的晶体管M11、晶体管M12、晶体管M13及晶体管M14优选使用形成其沟道的半导体层包含金属氧化物(氧化物半导体)的晶体管。

[0452] 使用其带隙比硅宽且载流子密度低的金属氧化物的晶体管可以实现极低的关态电流。由此,因为其关态电流小,所以能够长期间保持储存于与晶体管串联连接的电容器中的电荷。因此,尤其是,与电容器C2或电容器C3串联连接的晶体管M11、晶体管M12、晶体管M15优选使用包含氧化物半导体的晶体管。此外,通过将同样地应用氧化物半导体的晶体管用于其他晶体管,可以减少制造成本。

[0453] 此外,晶体管M11至晶体管M17也可以使用形成其沟道的半导体包含硅的晶体管。特别是,在使用单晶硅或多晶硅等结晶性高的硅时可以实现高场效应迁移率及更高速的工作,所以是优选的。

[0454] 此外,晶体管M11至晶体管M17中的一个以上可以使用包含氧化物半导体的晶体管,除此以外的晶体管可以使用包含硅的晶体管。

[0455] 接着,参照图12B说明具有受光器件的子像素的一个例子。图12B所示的像素电路531包括受光器件(PD)560、晶体管M11、晶体管M12、晶体管M13、晶体管M14及电容器C2。这里,示出使用光电二极管作为受光器件(PD)560的例子。

[0456] 在图12B中,受光器件(PD)560的阳极与布线V1电连接,阴极与晶体管M11的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M11的栅极与布线TX电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C2的一个电极、晶体管M12的源极和漏极中的一个及晶体管M13的栅极电连接。晶体管M12的栅极与布线RES电连接,源极和漏极中的另一个与布线V2电连接。晶体管M13的源极和漏极中的一个与布线V3电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M14的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M14的栅极与布线SE电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT1电连接。

[0457] 布线V1、布线V2及布线V3各自被供应恒定电位。当以反向偏压驱动受光器件(PD)560时,将高于布线V1的电位供应到布线V2。晶体管M12被供应到布线RES的信号控制,使得连接于晶体管M13的栅极的节点的电位复位至供应到布线V2的电位。晶体管M11被供应到布线TX的信号控制,根据流过受光器件(PD)560的电流控制上述节点的电位变化的时序。将晶体管M13用作根据上述节点的电位输出的放大晶体管。晶体管M14被供应到布线SE的信号控制,被用作选择晶体管,该选择晶体管用来使用连接于布线OUT1的外部电路读出根据上述节点的电位的输出。

[0458] 在图12A和图12B中,作为晶体管使用n沟道型晶体管,但是也可以使用p沟道型晶体管。

[0459] 像素电路530所包括的晶体管与像素电路531所包括的晶体管优选排列在同一衬底上。尤其优选像素电路530所包括的晶体管和像素电路531所包括的晶体管优选混合形成

在一个区域内并周期性地排列。

[0460] 此外,优选在与受光器件(PD)560或发光器件(EL)550重叠的位置设置一个或多个包括晶体管和电容器中的一个或两个的层。由此,可以减少各像素电路的实效占有面积,从而可以实现高清晰的受光部或显示部。

[0461] 接着,图12C示出可以应用于参照图12A及图12B说明的像素电路的晶体管的具体结构的一个例子。注意,作为晶体管,可以适当地使用底栅型晶体管或顶栅型晶体管等。

[0462] 图12C所示的晶体管包括半导体膜508、导电膜504、绝缘膜506、导电膜512A以及导电膜512B。晶体管例如形成在绝缘膜501C上。此外,该晶体管包括绝缘膜516(绝缘膜516A及绝缘膜516B)以及绝缘膜518。

[0463] 半导体膜508包括与导电膜512A电连接的区域508A及与导电膜512B电连接的区域508B。半导体膜508包括区域508A和区域508B之间的区域508C。

[0464] 导电膜504包括与区域508C重叠的区域,导电膜504具有栅电极的功能。

[0465] 绝缘膜506包括夹在半导体膜508与导电膜504之间的区域。绝缘膜506具有第一栅极绝缘膜的功能。

[0466] 导电膜512A具有源电极的功能和漏电极的功能中的一个,导电膜512B具有源电极的功能和漏电极的功能中的另一个。

[0467] 此外,可以将导电膜524用于晶体管。导电膜524包括在其与导电膜504之间夹着半导体膜508的区域。导电膜524具有第二栅电极的功能。绝缘膜501D夹在半导体膜508与导电膜524之间,并具有第二栅极绝缘膜的功能。

[0468] 绝缘膜516例如被用作覆盖半导体膜508的保护膜。具体而言,例如可以将含有氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧化铪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜或氧化钕膜的膜用作绝缘膜516。

[0469] 例如,优选将能够抑制氧、氢、水、碱金属、碱土金属等的扩散的材料用于绝缘膜518。具体而言,作为绝缘膜518,例如可以使用氮化硅、氧氮化硅、氮化铝、氧氮化铝等。此外,作为氧氮化硅及氧氮化铝各自包含的氧的原子数和氮的原子数,优选的是氮的原子数较多。

[0470] 在形成用于像素电路的晶体管的半导体膜的工序中,可以形成用于驱动电路的晶体管的半导体膜。例如,可以将半导体膜用于驱动电路,该半导体膜具有与像素电路的晶体管中的半导体膜相同的组成。

[0471] 此外,可以将包含第14族元素的半导体用于半导体膜508。具体而言,可以将包含硅的半导体用于半导体膜508。

[0472] 此外,可以将氢化非晶硅用于半导体膜508。或者,可以将微晶硅等用于半导体膜508。由此,例如,可以提供与将多晶硅用于半导体膜508的装置(包括发光装置、显示面板、显示装置及受发光装置)相比显示不均匀较少的发光装置。或者,容易实现发光装置的大型化。

[0473] 此外,可以将多晶硅用于半导体膜508。由此,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的场效应迁移率。此外,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的驱动能力。或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的像素开口率。

[0474] 或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的可靠性。

[0475] 或者,例如,可以使制造晶体管时需要的温度比使用单晶硅的晶体管低。

[0476] 或者,可以通过同一工序形成用于驱动电路的晶体管的半导体膜及用于像素电路的晶体管的半导体膜。或者,可以在与形成有像素电路的衬底同一衬底上形成驱动电路。或者,可以减少构成电子设备的构件数量。

[0477] 此外,可以将单晶硅用于半导体膜508。由此,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的发光装置(显示面板)高的清晰度。或者,例如,可以提供与将多晶硅用于半导体膜508的发光装置相比显示不均匀较少的发光装置。或者,例如,可以提供智能眼镜或头戴显示器。

[0478] 此外,可以将金属氧化物用于半导体膜508。由此,与利用将非晶硅用于半导体膜的晶体管的像素电路相比,可以延长像素电路能够保持图像信号的时间。具体而言,可以抑制闪烁的发生,并以低于30Hz、优选为低于1Hz、更优选为低于1次/分的频率供应选择信号。其结果是,可以降低电子设备的使用者的眼睛疲劳。此外,可以降低用于驱动的功耗。

[0479] 此外,可以将氧化物半导体用于半导体膜508。具体而言,可以将包含铟的氧化物半导体、包含铟、镓及锌的氧化物半导体或包含铟、镓、锌及锡的氧化物半导体用于半导体膜508。

[0480] 通过将氧化物半导体用于半导体膜,可以得到与将非晶硅用于半导体膜的晶体管相比关闭状态下的泄漏电流小的晶体管。因此,优选的是,将氧化物半导体用于半导体膜的晶体管被用作开关等。注意,将氧化物半导体用于半导体膜的晶体管被用作开关的电路与将非晶硅用于半导体膜的晶体管被用作开关的电路相比,可以长时间保持浮动节点的电位。

[0481] 在将氧化物半导体用于半导体膜的情况下,受发光装置720具有将氧化物半导体用于半导体膜且包括具有MML(不用精细金属掩模)结构的发光器件的结构。通过采用该结构,可以使可流过晶体管的泄漏电流以及可在相邻的发光器件间流过的泄漏电流(也称为横向泄漏电流、侧泄漏电流等)极低。此外,通过采用上述结构,在图像显示在显示装置上时观看者可以观测到图像的鲜锐度、图像的锐度、高色饱和度和高对比度中的任一个或多个。此外,通过采用可流过晶体管的泄漏电流及发光器件间的横向泄漏电流极低的结构,可以进行在显示黑色时可发生的光泄露(所谓的泛白)等极少的显示(也称为全黑色显示)。

[0482] 尤其是,在从MML结构的发光器件中采用上述SBS结构时,设置在发光器件间的层(例如是在发光器件间共同使用的有机层,也称为公共层)被分割,由此可以进行没有侧泄漏或侧泄漏极少的显示。

[0483] 接着,示出受发光装置的截面图。图13是图11A所示的受发光装置的截面图

[0484] 图13是分别截断了包括FPC713及布线706的区域的一部分、包括像素703(i,j)的显示区域701的一部分时的截面图。

[0485] 在图13中,受发光装置700在第一衬底510与第二衬底770之间包括功能层520。功能层520除了在图12A至图12C中说明的晶体管(M11、M12、M13、M14、M15、M16、M17)及电容器(C2、C3)等以外还包括使它们电连接的布线(VS、VG、V1、V2、V3、V4、V5)等。图13示出功能层520包括像素电路530X(i,j)、像素电路530S(i,j)以及驱动电路GD的结构,但是不局限于该结构。

[0486] 形成在功能层520中的像素电路(例如,图13所示的像素电路530X(i,j)及像素电路530S(i,j))与形成在功能层520上的发光器件及受光器件(例如,图13所示的发光器件550X(i,j)及受光器件550S(i,j))电连接。具体而言,发光器件550X(i,j)通过布线591X与像素电路530X(i,j)电连接,受光器件550S(i,j)通过布线591S与像素电路530S(i,j)电连接。此外,功能层520、发光器件以及受光器件上设置有绝缘层705,绝缘层705具有使第二衬底770与功能层520贴合的功能。

[0487] 注意,作为第二衬底770可以使用以矩阵状具备触摸传感器的衬底。例如,可以将包括静电电容式触摸传感器或者光学式触摸传感器的衬底用于第二衬底770。由此,可以将本发明的一个方式的受发光装置用作触摸面板。

[0488] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

#### 实施方式5

[0489] 在本实施方式中,参照图14A至图16B对本发明的一个方式的电子设备的结构进行说明。此外,本实施方式所示的电子设备的一部分可以包括作为本发明的一个方式的受发光装置。

[0490] 图14A至图16B是说明本发明的一个方式的电子设备的结构的图。图14A是电子设备的方框图,图14B至图14E是说明电子设备的结构的立体图。图15A至图15E是说明电子设备的结构的立体图。图16A及图16B是说明电子设备的结构的立体图。

[0491] 在本实施方式中说明的电子设备5200B包括运算装置5210及输入/输出装置5220(参照图14A)。

[0492] 运算装置5210具有被供应操作数据的功能,并具有根据操作数据供应图像数据的功能。

[0493] 输入/输出装置5220包括显示部5230、输入部5240、检测部5250及通信部5290,并具有供应操作数据的功能及被供应图像数据的功能。此外,输入/输出装置5220具有供应检测数据的功能、供应通信数据的功能及被供应通信数据的功能。

[0494] 输入部5240具有供应操作数据的功能。例如,输入部5240根据电子设备5200B的使用者的操作供应操作数据。

[0495] 具体而言,可以将键盘、硬件按钮、指向装置、触摸传感器、照度传感器、摄像装置、音频输入装置、视线输入装置、姿态检测装置等用于输入部5240。

[0496] 显示部5230包括显示面板并具有显示图像数据的功能。例如,可以将实施方式3所说明的显示面板用于显示部5230。

[0497] 检测部5250具有供应检测数据的功能。例如,具有使用检测电子设备的周围的环境而供应检测数据的功能。

[0498] 具体地,可以将照度传感器、摄像装置、姿态检测装置、压力传感器、人体感应传感器等用于检测部5250。

[0499] 通信部5290具有被供应通信数据的功能及供应通信数据的功能。例如,具有以无线通信或有线通信与其他电子设备或通信网连接的功能。具体而言,具有无线局域网通信、电话通信、近距离无线通信等的功能。

[0500] 图14B示出具有沿着圆筒状的柱子等的外形的电子设备。作为一个例子,可以举出数字标牌等。本发明的一个方式的显示面板可以用于显示部5230。注意,也可以具有根据使

用环境的照度改变显示方法的功能。此外，具有感应人体存在改变显示内容的功能。因此，例如可以设置于建筑物的柱子上。或者，能够显示广告或指南等。或者，可以用于数字标牌等。

[0501] 图14C示出具有根据使用者所使用的指示器的轨迹生成图像数据的功能的电子设备。作为一个例子可以举出电子黑板、电子留言板、数字标牌等。具体而言，可以使用对角线的长度为20英寸以上、优选为40英寸以上，更优选为55英寸以上的显示面板。或者，可以将多个显示面板排列而用作一个显示区域。或者，可以将多个显示面板排列而用作多屏幕显示面板。

[0502] 图14D示出可以从其他装置接收数据并将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子，可以举出可穿戴电子设备等。具体而言，可以显示几个选择项或使用者可以从选择项选择几个项目将其回复至该数据的发信者。或者，例如，具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此，例如可以降低可穿戴电子设备的功耗。或者，例如以即使在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用可穿戴电子设备的方式将图像显示在可穿戴电子设备上。

[0503] 图14E示出包括具有沿着外壳的侧面平缓弯曲的显示部5230的电子设备。作为一个例子，可以举出手机等。此外，显示部5230包括显示面板，显示面板例如具有在其前面、侧面、顶面以及背面显示的功能。由此，例如可以将数据不仅显示于手机的前面，而且显示于手机的侧面、顶面及背面。

[0504] 图15A示出可以从因特网接收数据并将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子可以举出智能手机等。例如，可以在显示部5230上确认所制作的通知。或者，可以将所制作的通知发送到其他装置。或者，例如，具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此，可以降低智能手机的功耗。或者，例如以即使在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用智能手机的方式将图像显示在智能手机上。

[0505] 图15B示出能够将遥控器用作输入部5240的电子设备。作为一个例子，可以举出电视系统等。或者，例如，可以从广播电台或因特网接收数据且将其显示在显示部5230上。此外，可以使用检测部5250拍摄使用者。此外，可以发送使用者的影像。此外，可以取得使用者的收看履历且将其提供给云服务。此外，可以从云服务取得推荐数据且将其显示在显示部5230上。此外，可以根据推荐数据显示节目或动态图像。此外，例如，具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此，以即使在晴天射入户内的外光强的环境下也能够适宜地使用电视系统的方式将影像显示在电视系统上。

[0506] 图15C示出可以从因特网接收教材且将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子可以举出平板电脑等。或者，可以使用输入部5240输入报告且将其发送到因特网。此外，可以从云服务取得报告的批改结果或评价且将其显示在显示部5230上。此外，可以根据评价选择适当的教材且将其显示在显示部5230上。

[0507] 例如，可以从其他电子设备接收图像信号且将其显示在显示部5230上。此外，可以将显示部5230靠在支架等上且将显示部5230用作副显示器。例如以在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用电子设备的方式将图像显示在平板电脑上。

[0508] 图15D示出包括多个显示部5230的电子设备。作为一个例子，可以举出数码相机等。例如，可以在显示部5230上显示使用检测部5250进行拍摄的图像。此外，可以在检测部

上显示所拍摄的图像。此外,可以使用输入部5240进行所拍摄的图像的修饰。此外,可以对所拍摄的图像添加文字。此外,可以将其发送到因特网。此外,具有根据使用环境的照度改变拍摄条件的功能。由此,例如可以在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地看到图像的方式将被摄体显示在数码相机上。

[0509] 图15E示出可以通过使用其他电子设备作为从(slave)且使用本实施方式的电子设备作为主(master)控制其他电子设备的电子设备。作为一个例子,可以举出能够携带的个人计算机等。例如,可以将图像数据的一部分显示在显示部5230上且将图像数据的其他一部分显示在其他电子设备的显示部上。此外,可以供应图像信号。此外,可以使用通信部5290取得从其他电子设备的输入部写入的数据。由此,例如,可以使用可携带的个人计算机利用较大的显示区域。

[0510] 图16A示出包括检测加速度或方位的检测部5250的电子设备。作为一个例子可以举出护目镜型电子设备等。或者,检测部5250可以供应使用者的位置或使用者朝向的方向的数据。此外,电子设备可以根据使用者的位置或使用者朝向的方向生成右眼用图像数据及左眼用图像数据。此外,显示部5230包括右眼用显示区域及左眼用显示区域。由此,例如,可以将能够得到逼真感的虚拟现实空间图像显示在护目镜型电子设备。

[0511] 图16B示出包括摄像装置、检测加速度或方位的检测部5250的电子设备。作为一个例子可以举出眼镜型电子设备等。或者,检测部5250可以供应使用者的位置或使用者朝向的方向的数据。此外,电子设备可以根据使用者的位置或使用者朝向的方向生成图像数据。由此,例如,可以对现实风景添加数据而显示。此外,可以将增强现实空间的图像显示在眼镜型电子设备。

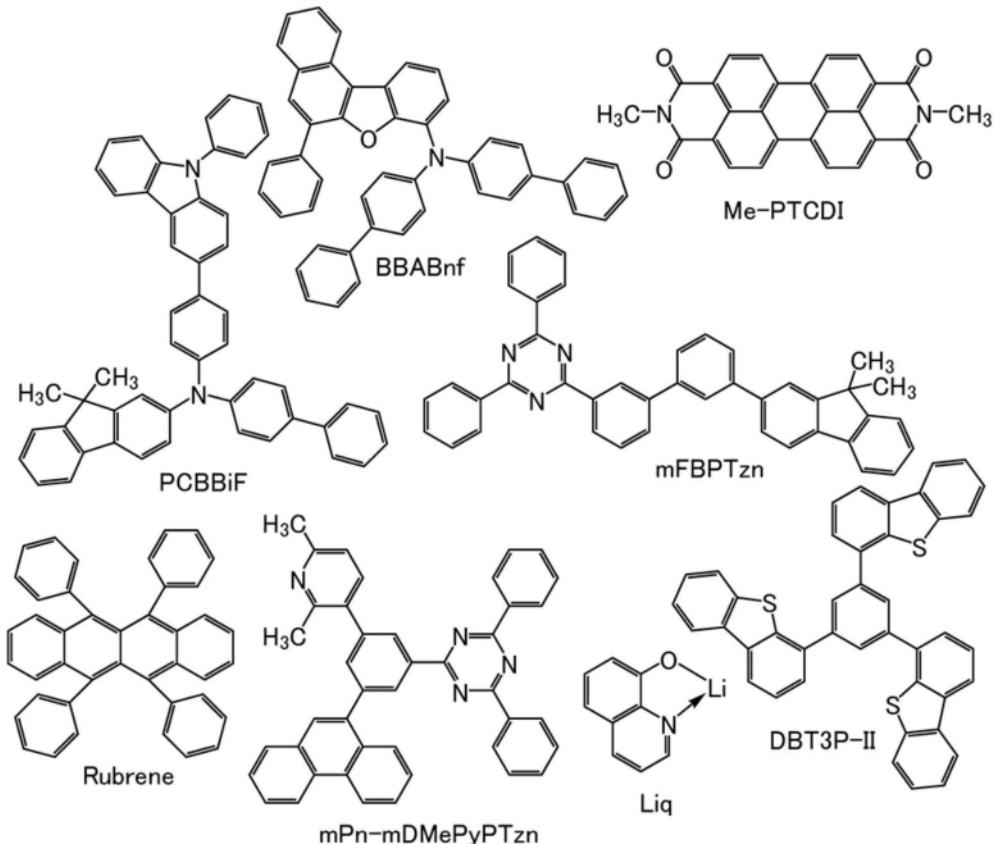
[0512] 本实施方式可以与本说明书所示的其他实施方式适当地组合。

#### 实施例1

[0513] 在本实施例中,制造在实施方式中说明的本发明的一个方式的受光器件(受光器件1至受光器件4)并说明评价其特性的结果。

[0514] 以下示出用于受光器件1至受光器件4的有机化合物的结构式。

[0515] [化学式80]



[0516] (受光器件1的制造方法)

如图17所示,受光器件1具有如下结构:在形成在玻璃衬底900上的第一电极901上依次层叠有第一载流子注入层911、第一载流子传输层912、活性层913、第二载流子传输层914以及第二载流子注入层915,并且在第二载流子注入层915上层叠有第二电极903。

[0517] 首先,在玻璃衬底900上形成反射膜。具体而言,使用包含银(Ag)、钯(Pd)以及铜(Cu)的合金(简称:APC)作为靶材,通过溅射法形成厚度为100nm的反射膜。然后,使用溅射法沉积包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO),由此形成第一电极901。该第一电极901的厚度为100nm,电极面积为4mm<sup>2</sup>(2mm×2mm)。

[0518] 接着,作为用来在衬底上形成受光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200℃烘烤1小时。然后,将衬底放入其内部被减压到10<sup>-4</sup>Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中在180℃的温度下进行60分钟的真空烘烤。然后,自冷却至30℃以下。

[0519] 接着,以使形成有第一电极901的面位于下方的方式将形成有第一电极901的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极901上通过利用电阻加热的蒸镀法以PCBBiF:OCHD-003=1:0.1(重量比)且厚度为11nm的方式共蒸镀N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)与分子量为672且包含氟的电子受体材料(OCHD-003),由此形成第一载流子注入层911。

[0520] 接着,在第一载流子注入层911上以厚度为10nm的方式蒸镀PCBBiF,由此形成第一载流子传输层912。

[0521] 接着,在第一载流子传输层912上以厚度为54nm的方式蒸镀Rubrene,然后,以厚度为6nm的方式蒸镀N,N'-二甲基-3,4,9,10-二萘嵌苯二碳酰亚胺(简称:Me-PTCDI),由此形成活性层913。

[0522] 接着,在活性层913上以厚度为10nm的方式蒸镀2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn),由此形成第二载流子传输层914。

[0523] 接着,在第二载流子传输层914上以mPn-mDMePyPTzn:Li<sub>q</sub>=1:1(重量比)且厚度为10nm的方式共蒸镀2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与8-羟基喹啉-锂(简称:Li<sub>q</sub>),由此形成第二载流子注入层915。

[0524] 接着,通过在第二载流子注入层915上以Ag:Mg=1:0.1(体积比)及厚度10nm的方式共蒸镀Ag与Mg,形成第二电极903,由此制造受光器件1。注意,第二电极903是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极。此外,在第二电极903上以厚度为80nm的方式蒸镀4,4',4"--(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II),由此形成CAP层。

[0525] 接着,说明受光器件2至受光器件4的制造方法。

[0526] (受光器件2的制造方法)

受光器件2与受光器件1的不同之处在于第二载流子传输层914的厚度及第二载流子注入层915的厚度。也就是说,受光器件2与受光器件1的制造方法的不同之处只在于:在受光器件2的活性层913上以厚度为15nm的方式蒸镀mFBPTzn,由此形成第二载流子传输层914;在受光器件2的第二载流子传输层914上以mPn-mDMePyPTzn:Li<sub>q</sub>=1:1(重量比)且厚度为21nm的方式共蒸镀mPn-mDMePyPTzn)与Li<sub>q</sub>,由此形成第二载流子注入层915。

[0527] (受光器件3的制造方法)

受光器件3与受光器件1的不同之处在于用于第一载流子注入层911及第一载流子传输层912的材料。也就是说,受光器件3与受光器件1的制造方法的不同之处只在于:在受光器件3的第一电极901上以BBABnf:OCHD-003=1:0.1(重量比)且厚度为11nm的方式共蒸镀N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)与OCHD-003,由此形成第一载流子注入层911;在受光器件3的第一载流子注入层911上以厚度为10nm的方式蒸镀BBABnf,由此第一载流子传输层912。

[0528] (受光器件4的制造方法)

受光器件4与受光器件3的不同之处在于第二载流子传输层914的厚度及第二载流子注入层915的厚度。也就是说,受光器件4与受光器件3的制造方法的不同之处只在于:在受光器件4的活性层913上以厚度为15nm的方式蒸镀mFBPTzn,由此形成第二载流子传输层914;在受光器件4的第二载流子传输层914上以mPn-mDMePyPTzn:Li<sub>q</sub>=1:1(重量比)且厚度为21nm的方式共蒸镀mPn-mDMePyPTzn与Li<sub>q</sub>,由此形成第二载流子注入层915。

[0529] 以下表1示出上述受光器件1至受光器件4的元件结构。

[0530] [表1]

	厚度	受光器件 1	受光器件 2	受光器件 3	受光器件 4
CAP 层	80nm	DBT3P-II			
第二电极	10nm	Ag: Mg (1: 0.1)			
第二载流子注入层	-	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1: 1)			
		(10 nm)	(21 nm)	(10 nm)	(21 nm)
第二载流子传输层	-	mFBPTzn			
		(10 nm)	(15 nm)	(10 nm)	(15 nm)
活性层	6nm	Me-PTCDI			
	54nm	Rubrene			
第一载流子传输层	10nm	PCBBiF		BBABnf	
第一载流子注入层	11nm	PCBBiF: OCHD-003 (1: 0.1)		BBABnf: OCHD-003 (1: 0.1)	
第一电极	100nm	ITSO			
反射膜	100nm	APC			

[0531] 通过使用上述制造方法,制造受光器件1至受光器件4。

[0532] <电流密度-电压特性>

接着,测量受光器件1至受光器件4的电流密度-电压特性。在以辐射照度 $12.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 照射波長 $\lambda$ 为550nm的单色光的状态(由Photo表示)和暗状态(由Dark表示)下分别进行测量。图18A及图18B示出受光器件1至受光器件4的电流密度-电压特性。在图18A及图18B中,横轴表示电压,并且纵轴表示电流密度。

[0533] 根据图18A及图18B可知,受光器件1至受光器件4因被照射光而放大电流,其在被照射光时的电流的饱和性优良。还可知,本实施例的受光器件的暗电流少。

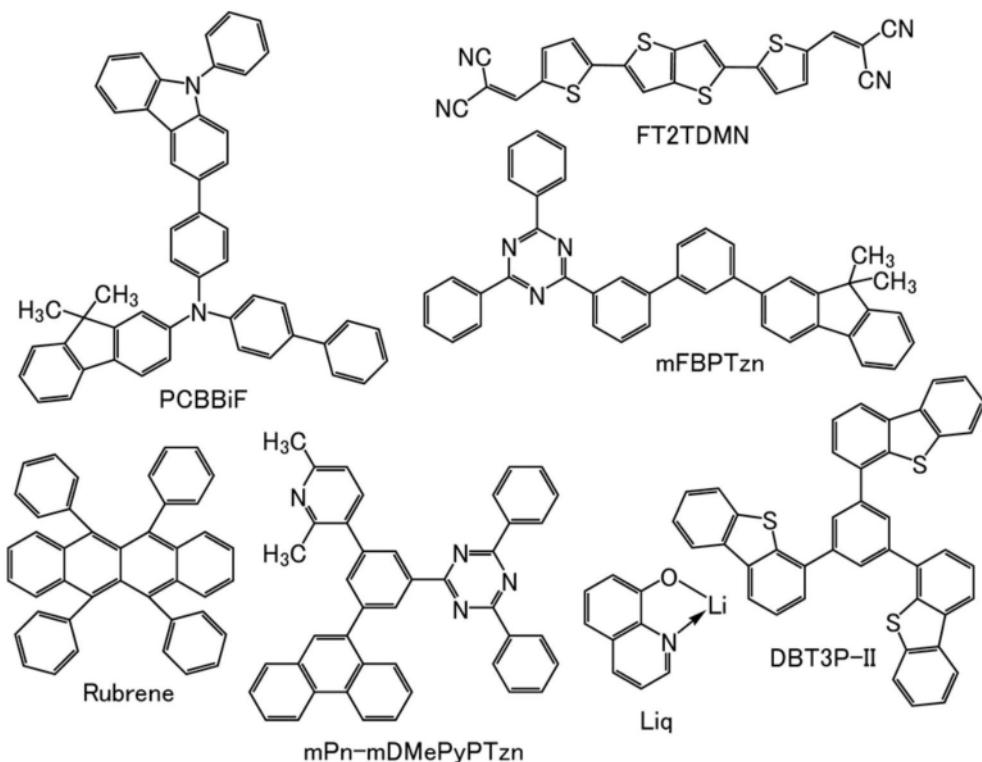
[0534] 图19示出受光器件1至受光器件4的外量子效率(EQE: External Quantum Efficiency)的波长依赖性。EQE通过将辐射照度设定为 $12.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 来改变电压及波长而测量。在图19中,横轴表示波長 $\lambda$ ,并且纵轴表示EQE。如图19所示,可确认到:受光器件1至受光器件4对可见光具有高受光灵敏度。

## 实施例2

[0535] 在本实施例中,制造在实施方式中说明的本发明的一个方式的受光器件(受光器件5及受光器件6)并说明评价其特性的结果。

[0536] 以下示出用于受光器件5及受光器件6的有机化合物的结构式。

[0537] [化学式81]



[0538] (受光器件5的制造方法)

受光器件5具有图17所示的结构。

[0539] 首先,在玻璃衬底900上形成反射膜。具体而言,使用包含银(Ag)、钯(Pd)以及铜(Cu)的合金(简称:APC)作为靶材,通过溅射法形成厚度为100nm的反射膜。然后,使用溅射法沉积包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO),由此形成第一电极901。该第一电极901的厚度为100nm,电极面积为4mm<sup>2</sup>(2mm×2mm)。

[0540] 接着,作为用来在衬底上形成受光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200℃烘烤1小时。然后,将衬底放入其内部被减压到10<sup>-4</sup>Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中在180℃的温度下进行60分钟的真空烘烤。然后,自冷却至30℃以下。

[0541] 接着,以使形成有第一电极901的面位于下方的方式将形成有第一电极901的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极901上通过利用电阻加热的蒸镀法以PCBBiF:OCHD-003=1:0.1(重量比)且厚度为11nm的方式共蒸镀N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)与分子量为672且包含氟的电子受体材料(OCHD-003),由此形成第一载流子注入层911。

[0542] 接着,在第一载流子注入层911上以厚度为70nm的方式蒸镀PCBBiF,由此形成第一载流子传输层912。

[0543] 接着,在第一载流子传输层912上以FT2TDMN:Rubrene=0.7:0.3(重量比)且厚度为60nm的方式共蒸镀2,2'-(5,5'-((噻吩[3,2-b]噻吩-2,5-二基)双(噻吩-5,2-二基))双(甲烷-1-基-1-亚基)二丙二腈(简称:FT2TDMN)与Rubrene,由此形成活性层913。

[0544] 接着,在活性层913上以厚度为10nm的方式蒸镀2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzN),由此形成第二载流子传输层914。

[0545] 接着,在第二载流子传输层914上以mPn-mDMePyPTzN:Liq=1:1(重量比)且厚度为10nm的方式共蒸镀2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-

三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)与8-羟基喹啉-锂(简称:Liq),由此形成第二载流子注入层915。

[0546] 接着,通过在第二载流子注入层915上以Ag:Mg=1:0.1(体积比)及厚度10nm的方式共蒸镀Ag与Mg,形成第二电极903,由此制造受光器件5。注意,第二电极903是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极。此外,在第二电极903上以厚度为80nm的方式蒸镀4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II),由此形成CAP层。

[0547] 接着,说明受光器件6的制造方法。

[0548] (受光器件6的制造方法)

受光器件6与受光器件5的不同之处在于第二载流子传输层914的厚度及第二载流子注入层915的厚度。也就是说,受光器件6与受光器件5的制造方法的不同之处只在于:在受光器件6的活性层913上以厚度为15nm的方式蒸镀mFBPTzn,由此形成第二载流子传输层914;在受光器件6的第二载流子传输层914上以mPn-mDMePyPTzn:Liq=1:1(重量比)且厚度为21nm的方式共蒸镀mPn-mDMePyPTzn与Liq,由此形成第二载流子注入层915。

[0549] 以下表2示出上述受光器件5及受光器件6的元件结构。

[0550] [表2]

	厚度	受光器件 5	受光器件 6
CAP 层	80 nm	DBT3P-II	
第二电极	10 nm	Ag:Mg (1:0.1)	
第二载流子注入层	-	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1:1) (10 nm)	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1:1) (21 nm)
第二载流子传输层	-	mFBPTzn (10 nm)	mFBPTzn (15 nm)
活性层	60 nm	FT2TDMN:Rubrene (0.7:0.3)	
第一载流子传输层	70 nm	PCBBiF	
第一载流子注入层	11 nm	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.1)	
第一电极	100 nm	ITSO	
反射膜	100 nm	APC	

[0551] 通过使用上述制造方法,制造受光器件5及受光器件6。

[0552] <电流密度-电压特性>

接着,测量受光器件5及受光器件6的电流密度-电压特性。在以辐射照度12.5μW/cm<sup>2</sup>照射波长λ为550nm的单色光的状态(由Photo表示)和暗状态(由Dark表示)下分别进行测量。图20示出受光器件5及受光器件6的电流密度-电压特性。在图20中,横轴表示电压,并且纵轴表示电流密度。

[0553] 根据图20可知,受光器件5及受光器件6的驱动电压小且饱和性优良。还可知,本实施例的受光器件的暗电流少。

[0554] 图21示出受光器件5及受光器件6的外量子效率(EQE:External Quantum

Efficiency) 的波长依赖性。EQE通过将辐射照度设定为 $12.5\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 来改变电压及波长而测量。在图21中,横轴表示波長 $\lambda$ ,并且纵轴表示EQE。如图21所示,可确认到:受光器件5及受光器件6对可见光具有受光灵敏度。

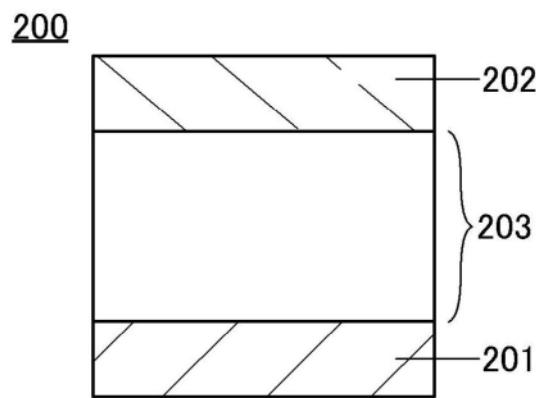


图1A

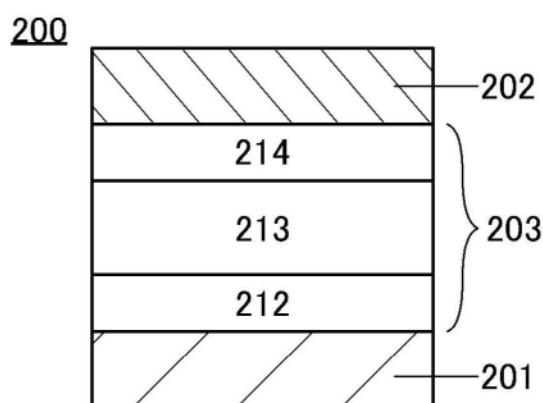


图1B

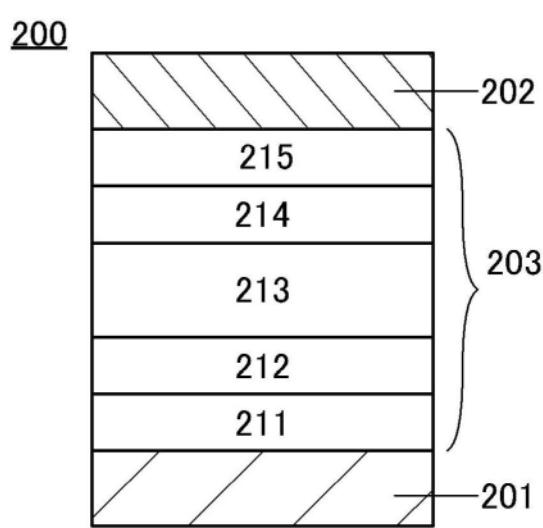


图1C

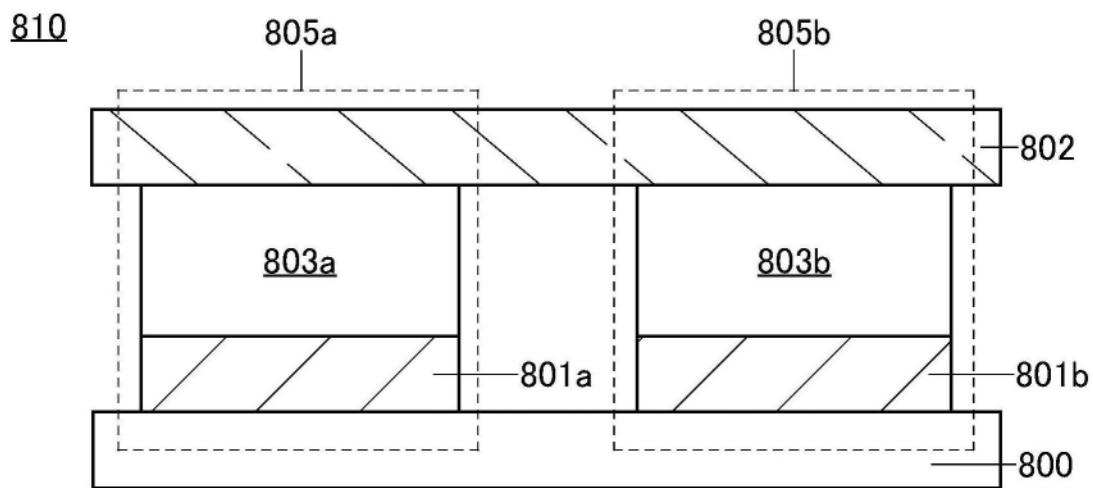


图2A

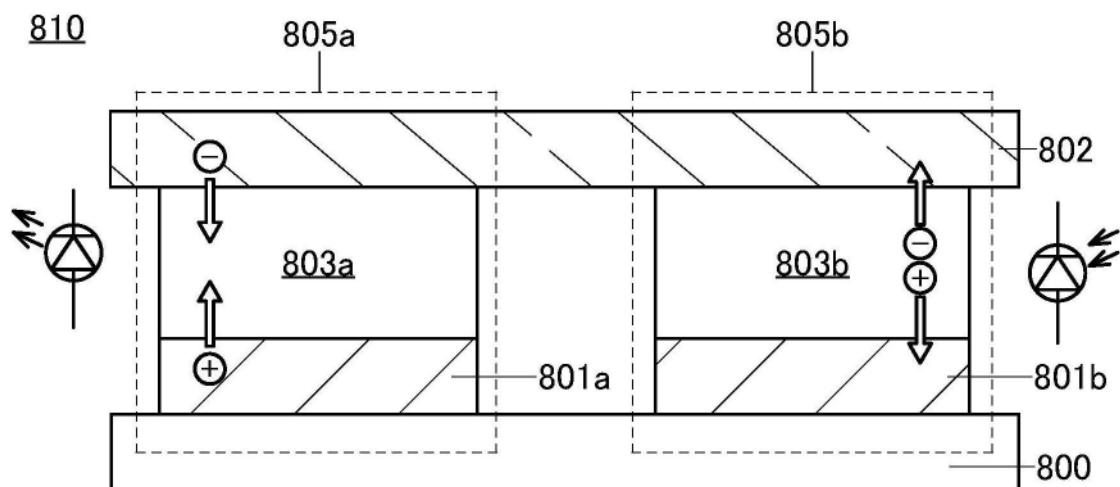


图2B

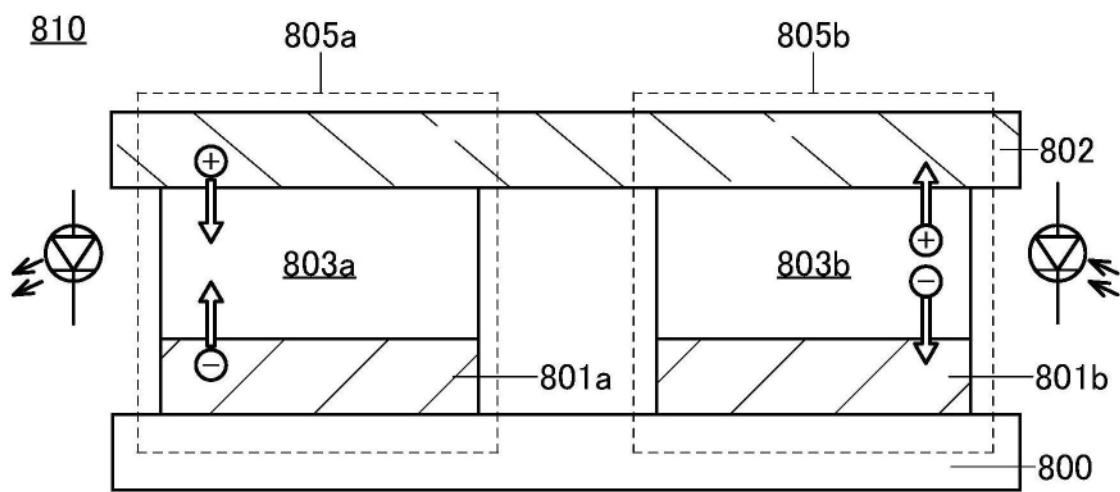


图2C

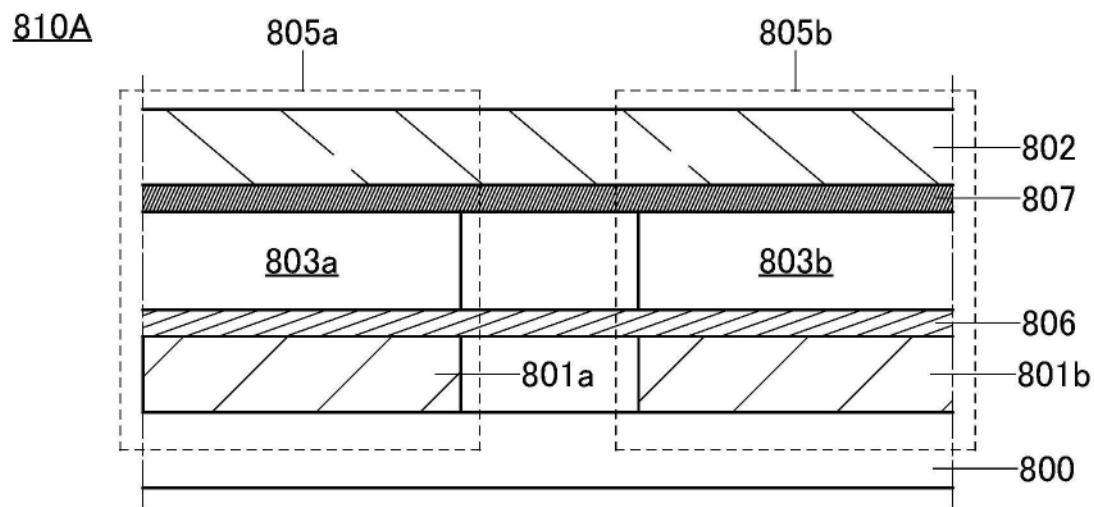


图3A

810B

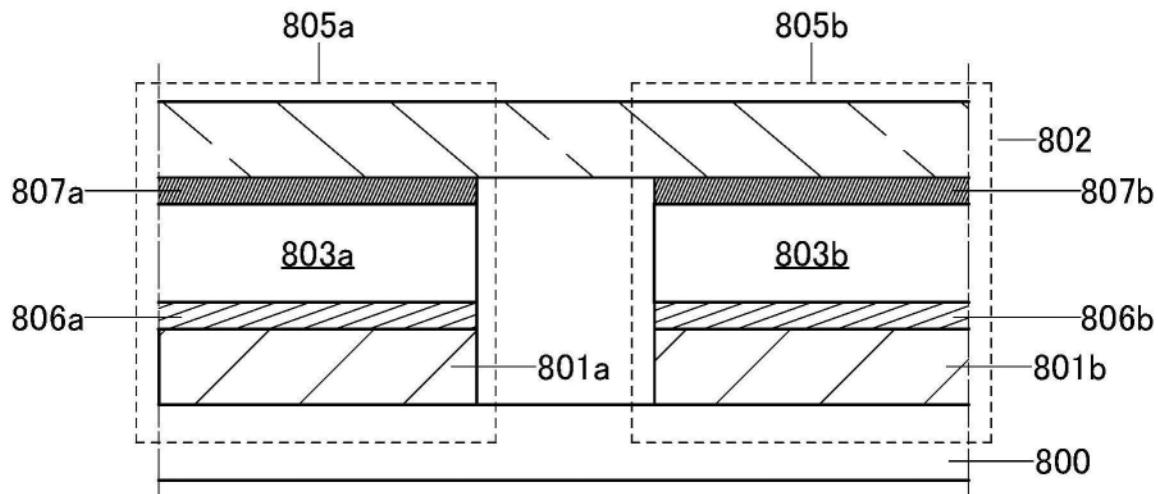


图3B

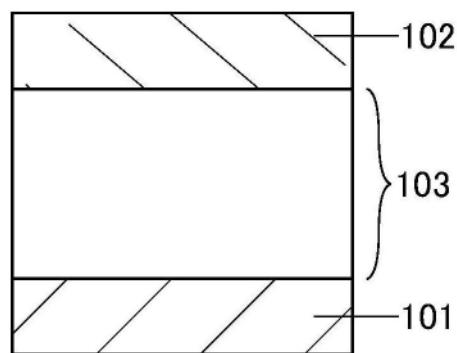


图4A

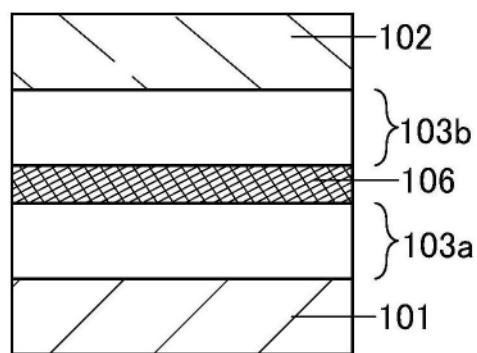


图4B

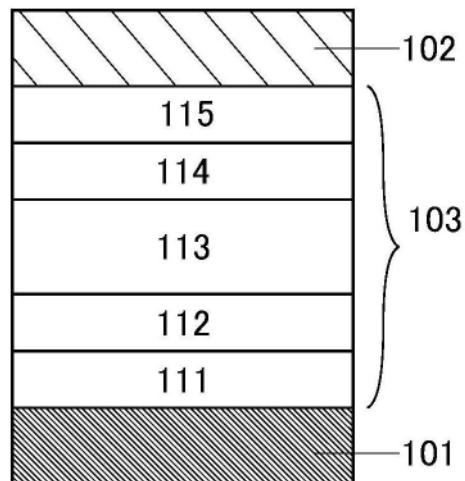


图4C

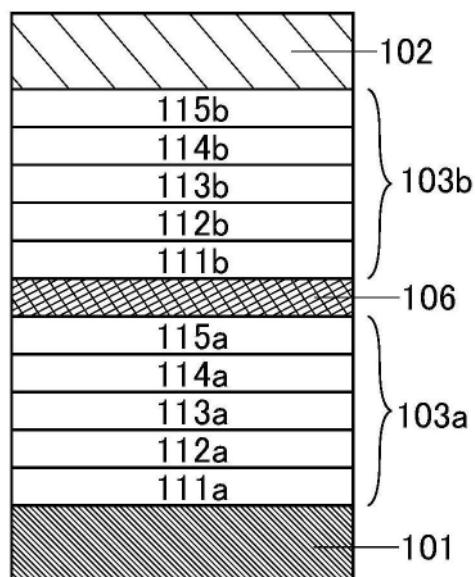


图4D

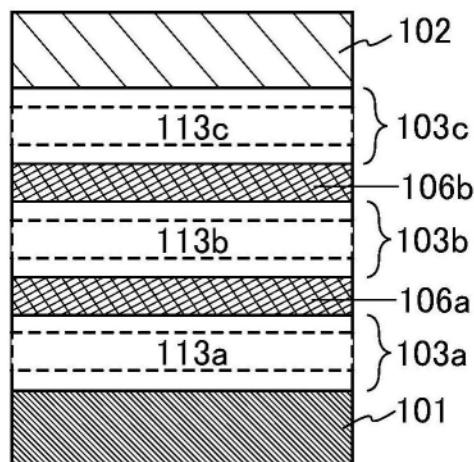


图4E

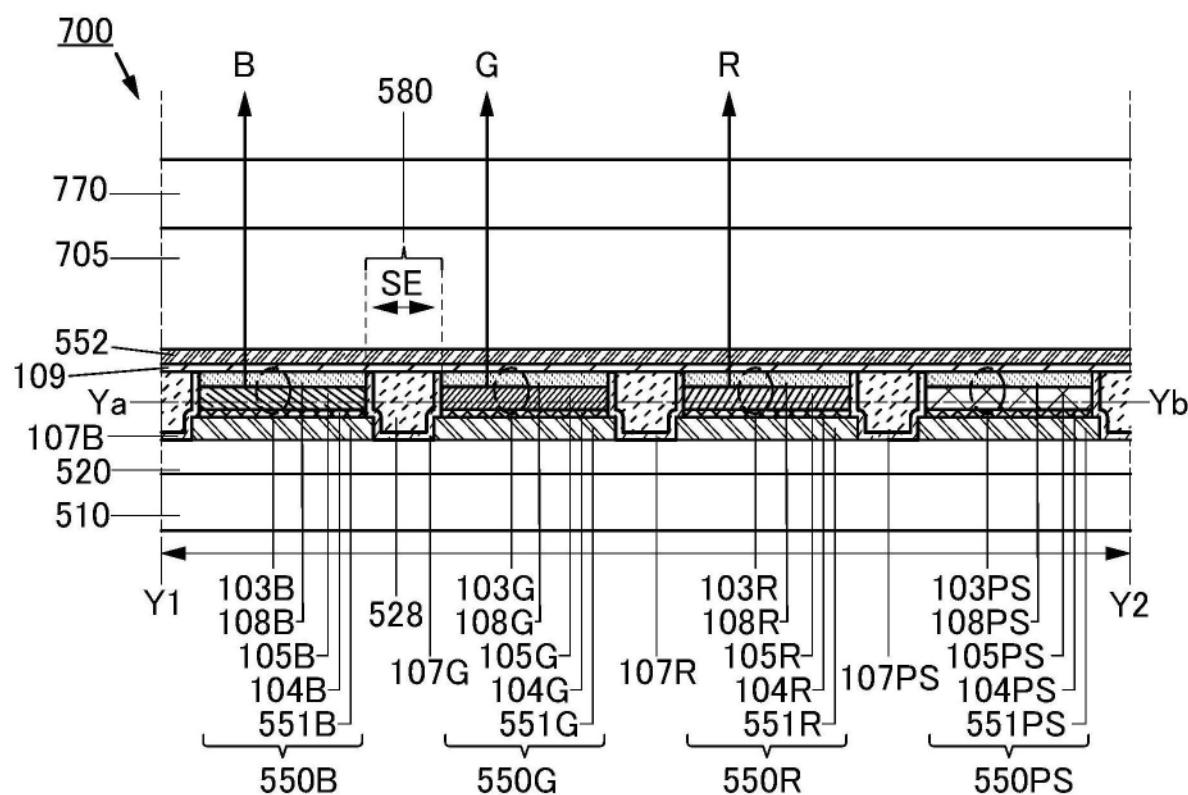


图5A

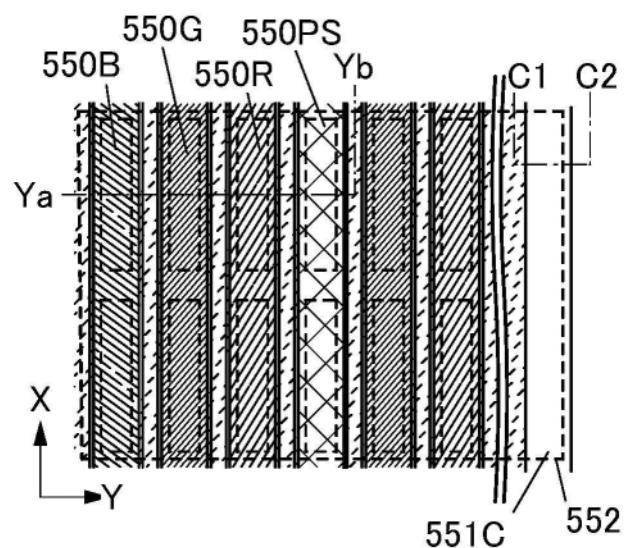


图5B

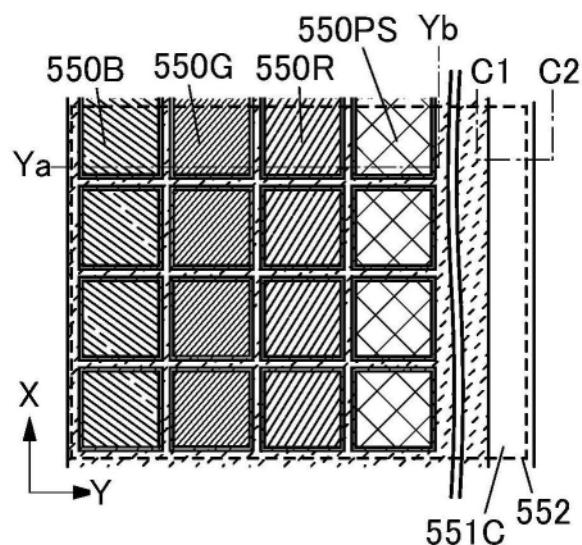


图5C

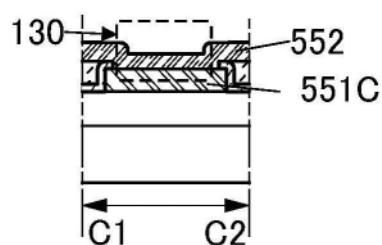


图5D

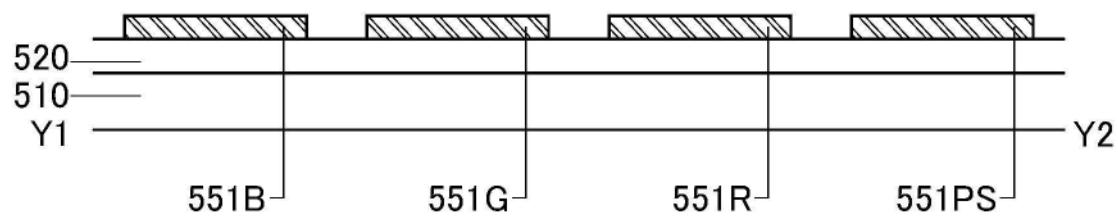


图6A

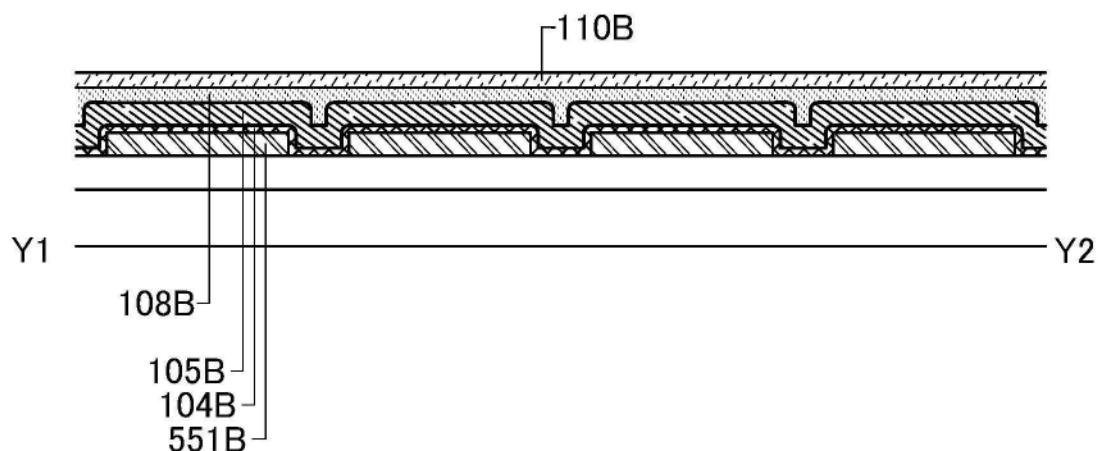


图6B

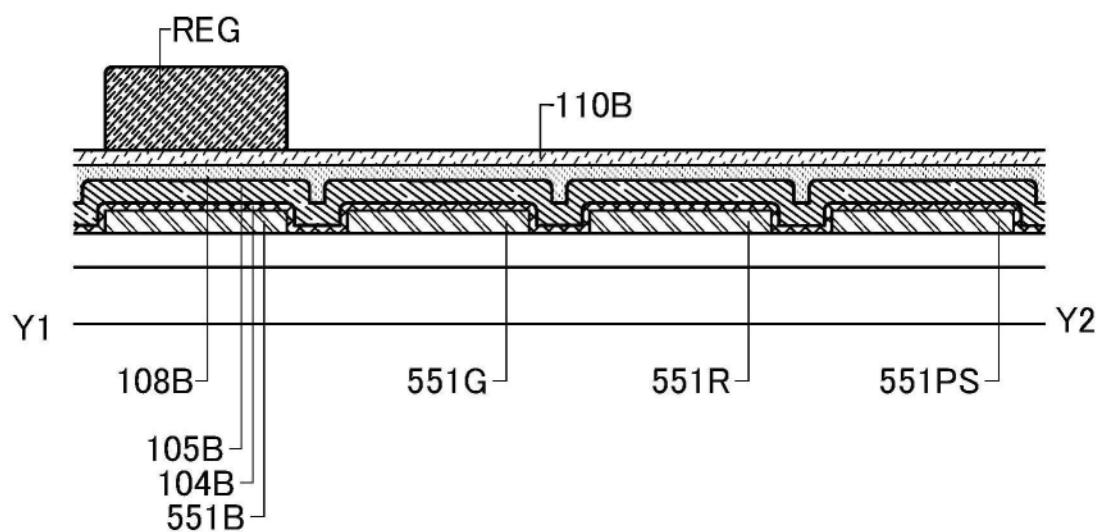


图6C

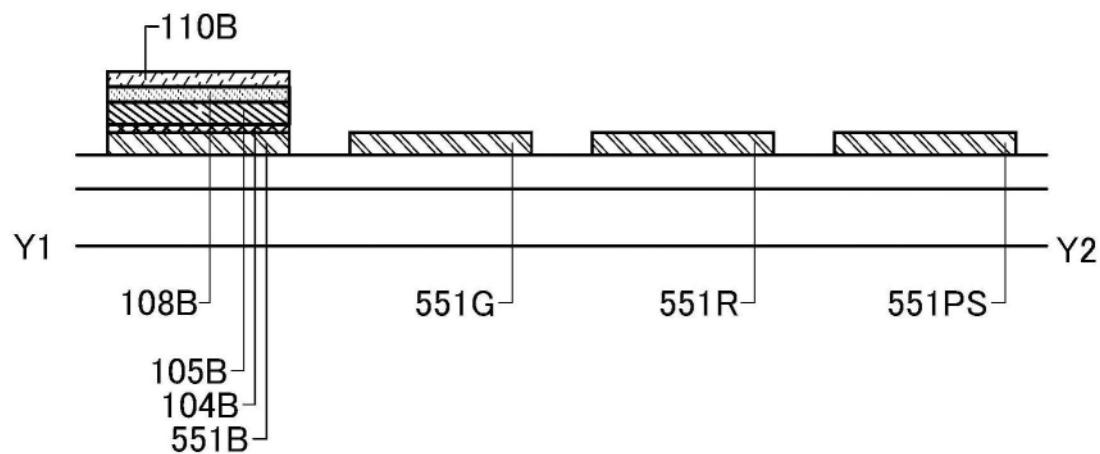


图7A

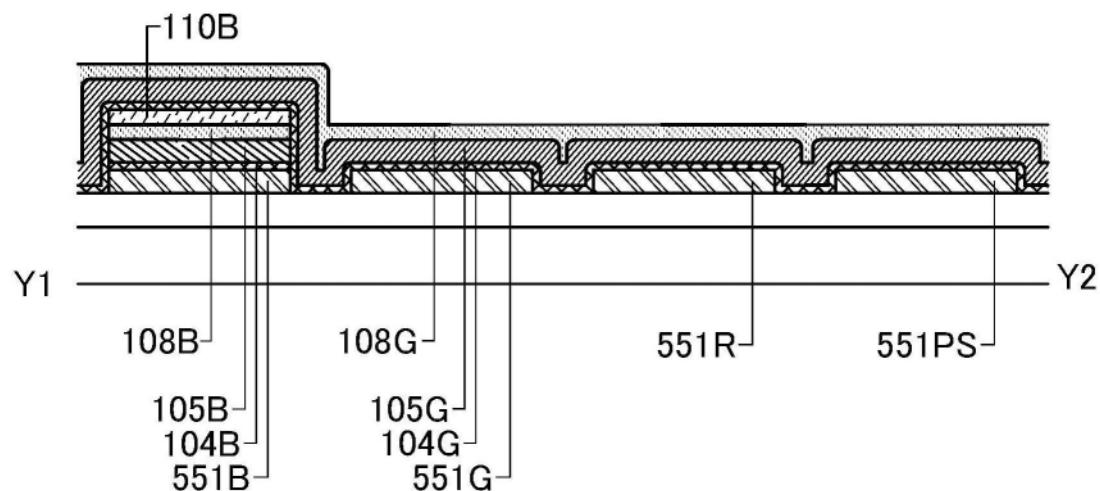


图7B

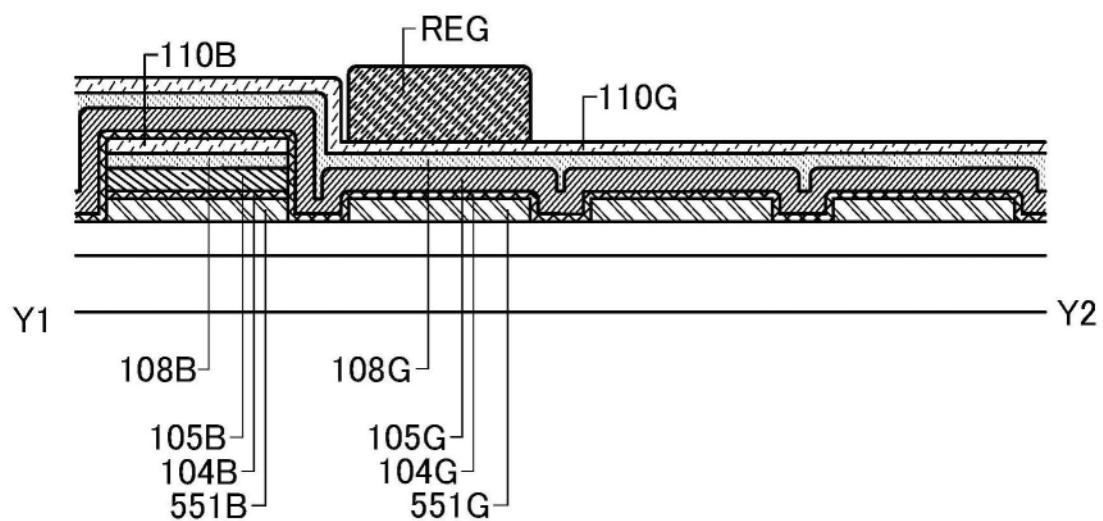


图7C

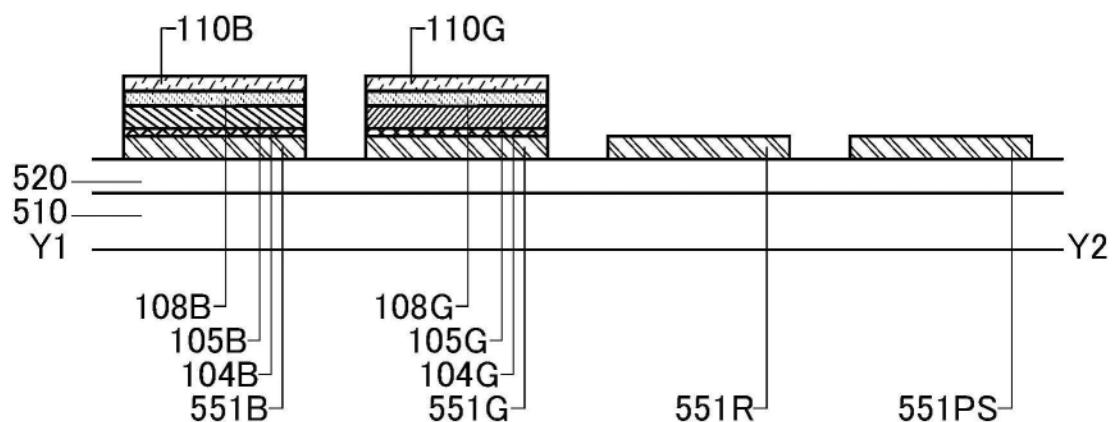


图8A

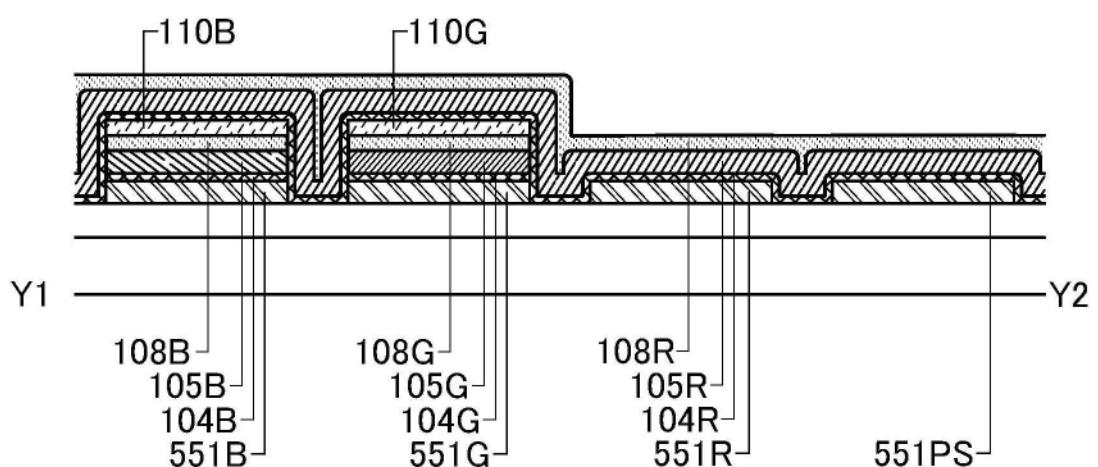


图8B

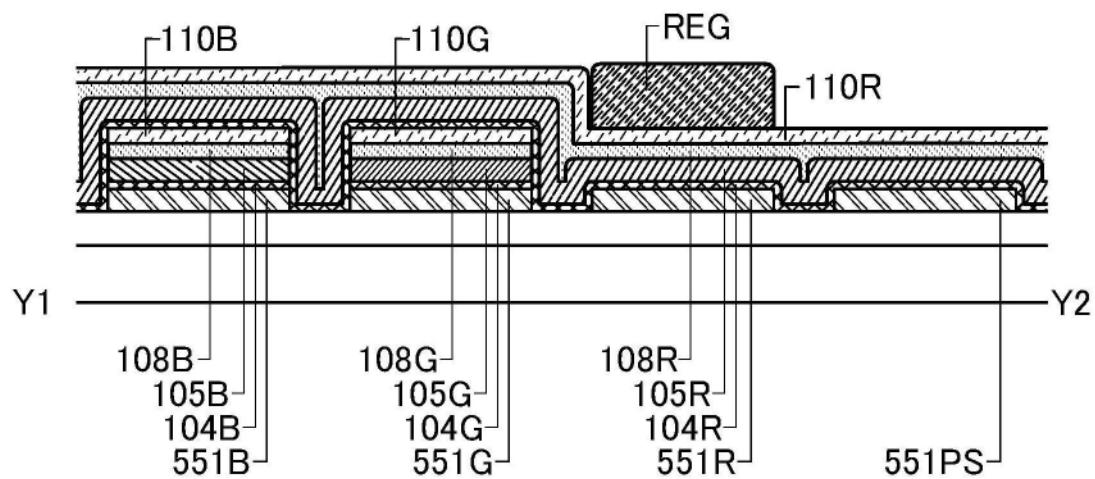


图8C

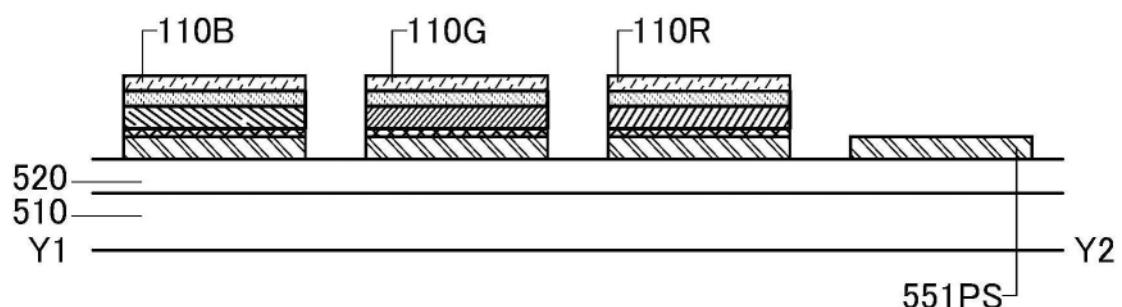


图9A

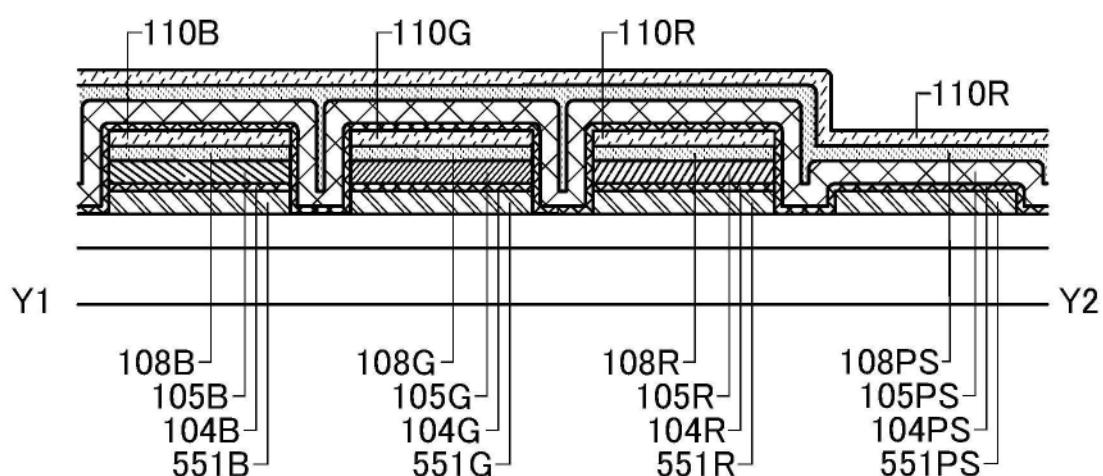


图9B

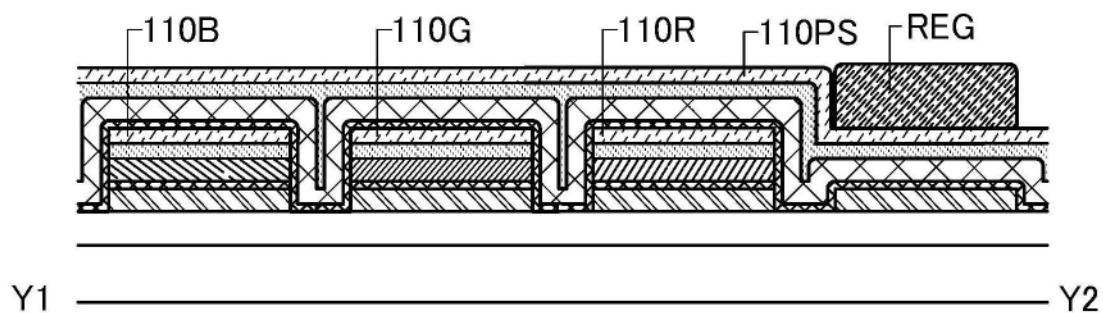


图9C

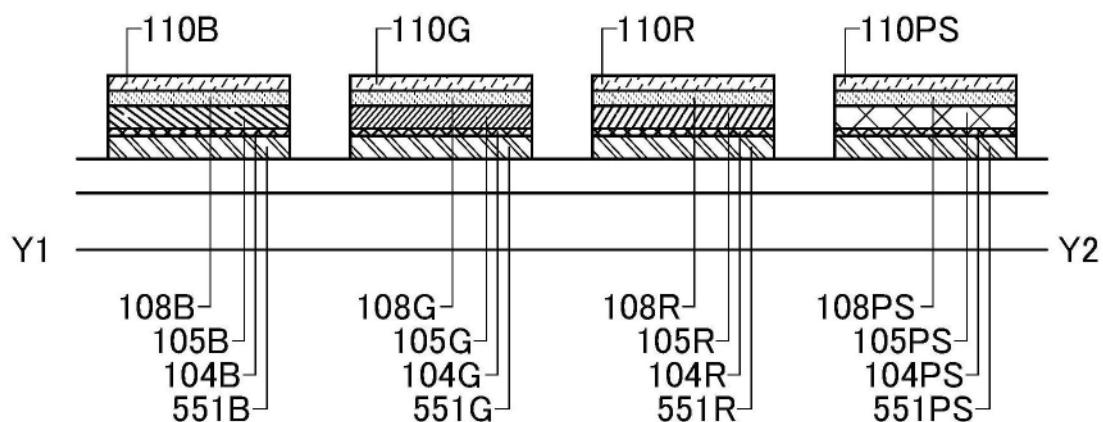


图9D

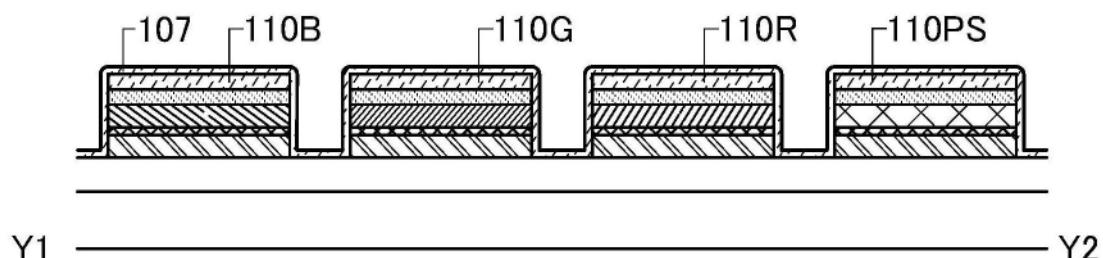


图10A

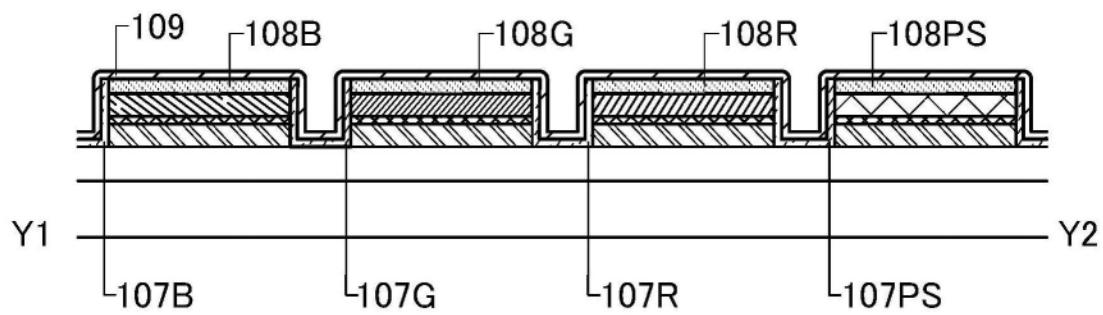


图10B

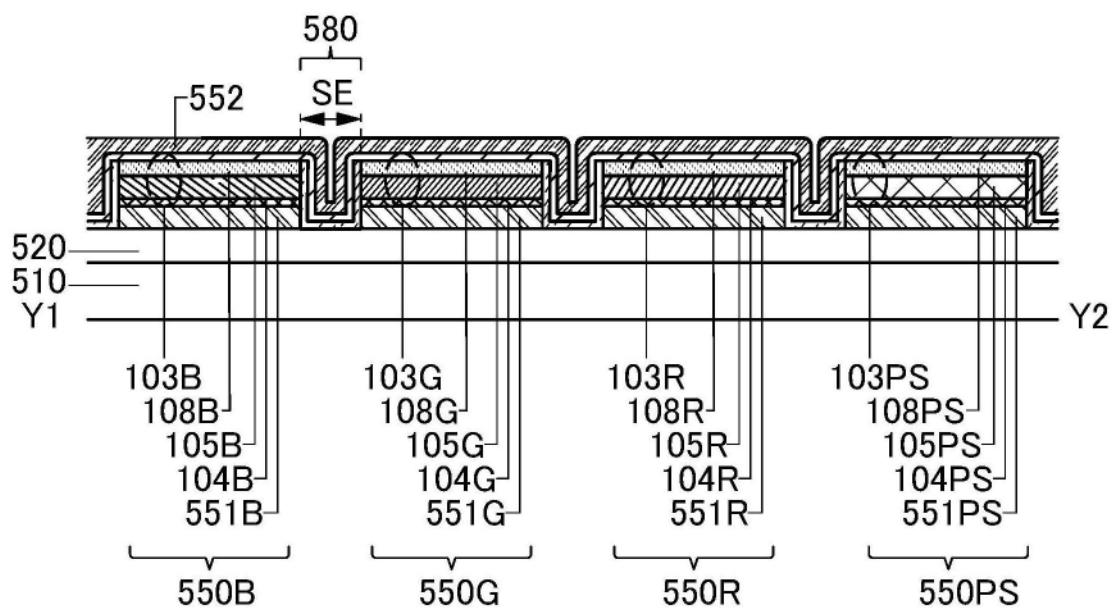


图10C

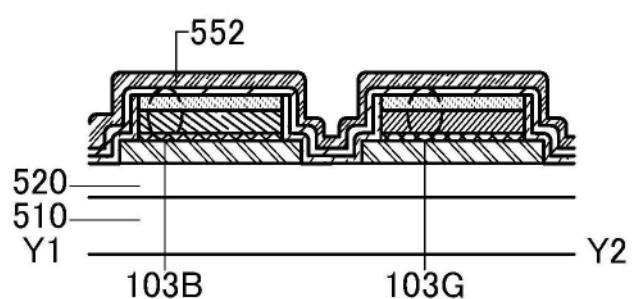


图10D

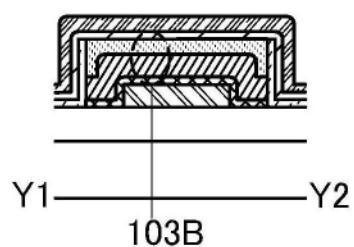


图10E

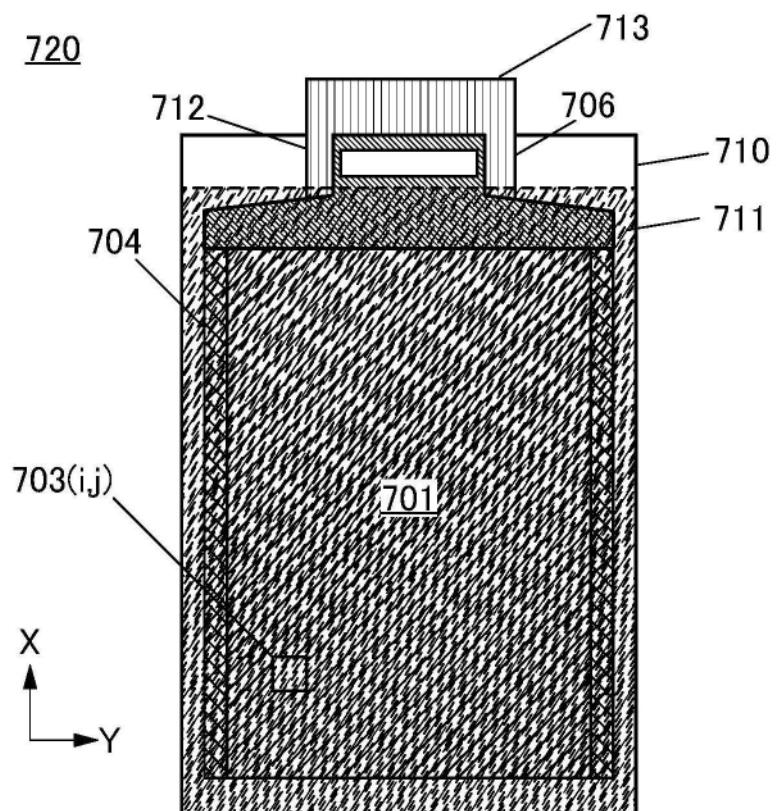


图11A

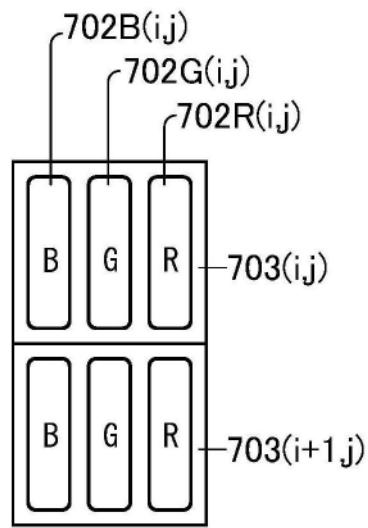


图11B

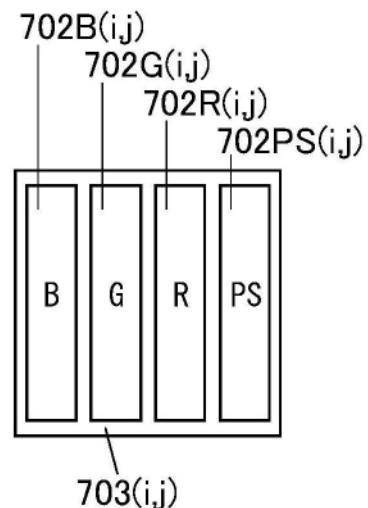


图11C

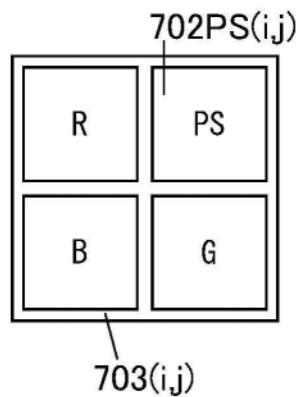


图11D

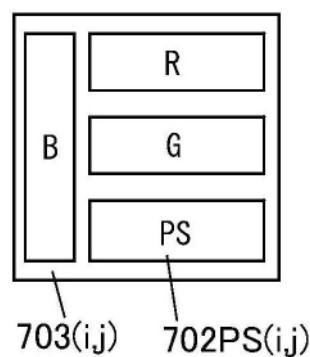


图11E

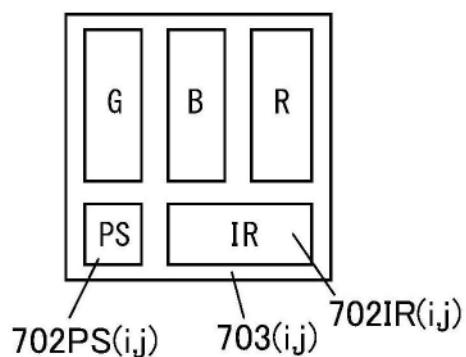


图11F

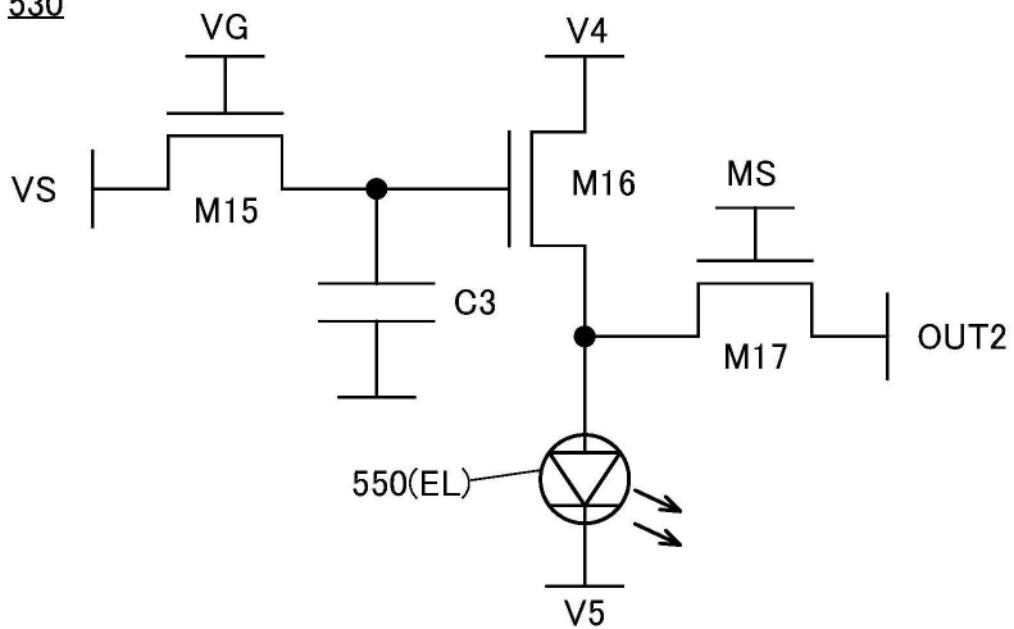
530

图12A

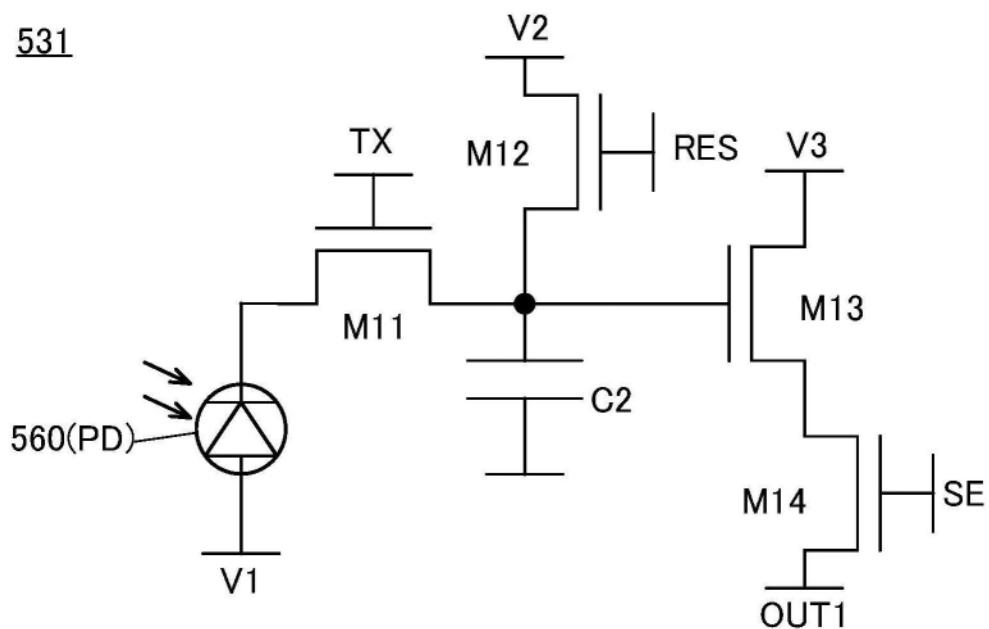
531

图12B

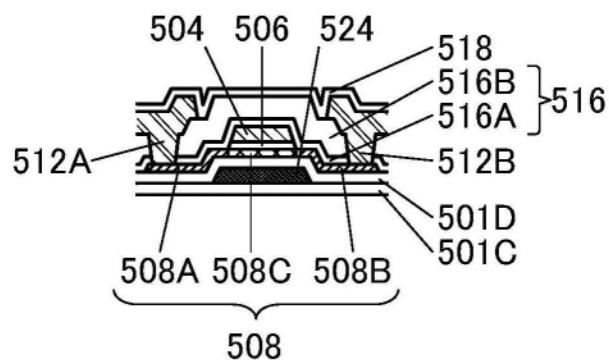


图12C

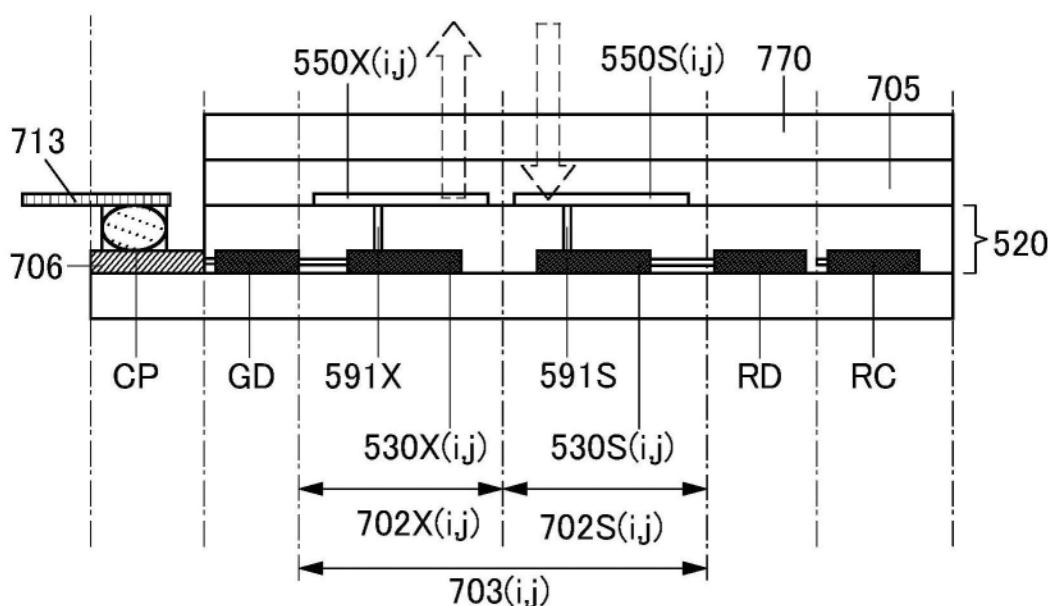
700

图13

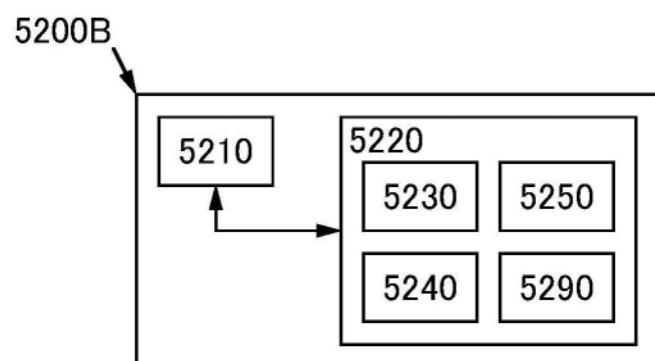


图14A

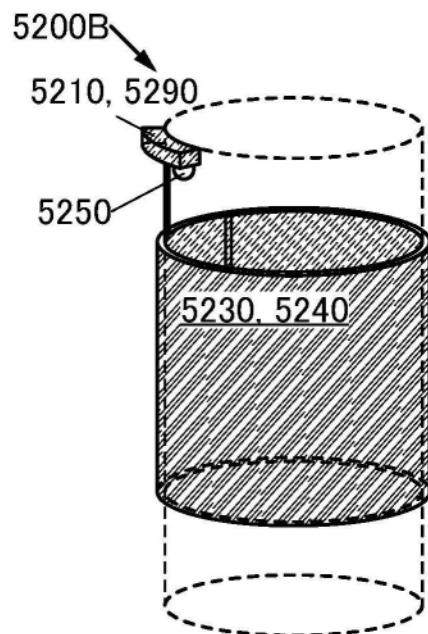


图14B

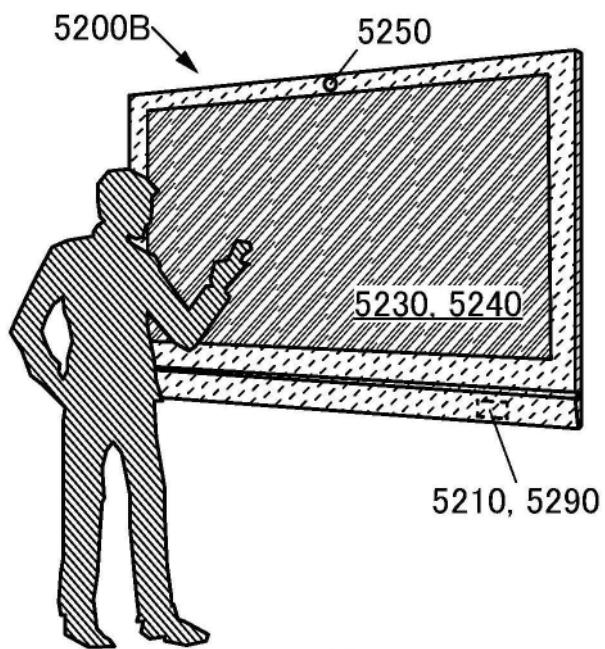


图14C

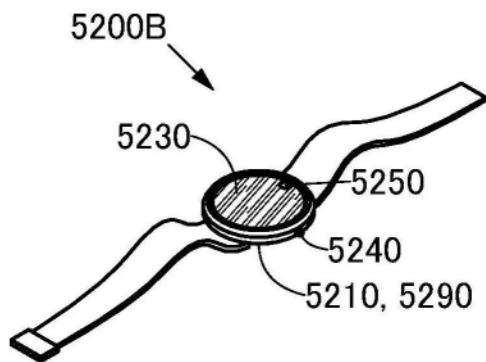


图14D

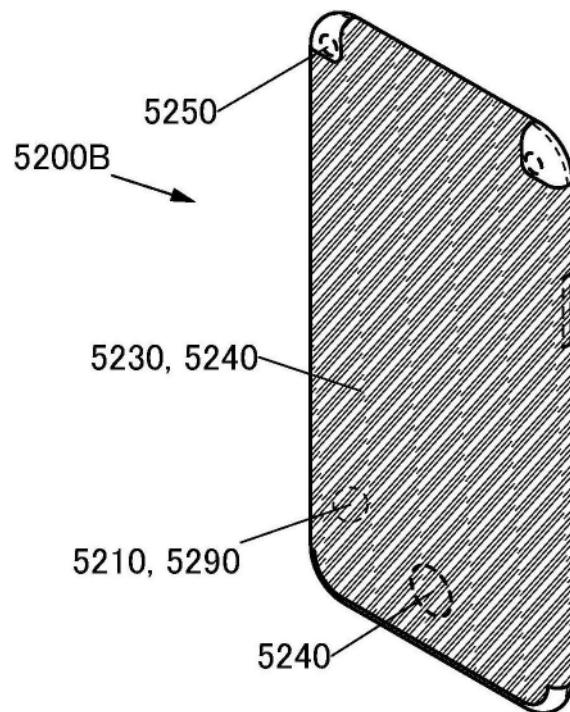


图14E

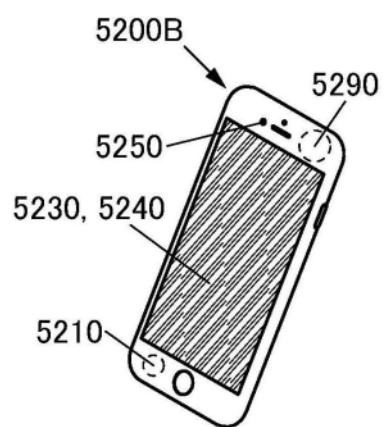


图15A

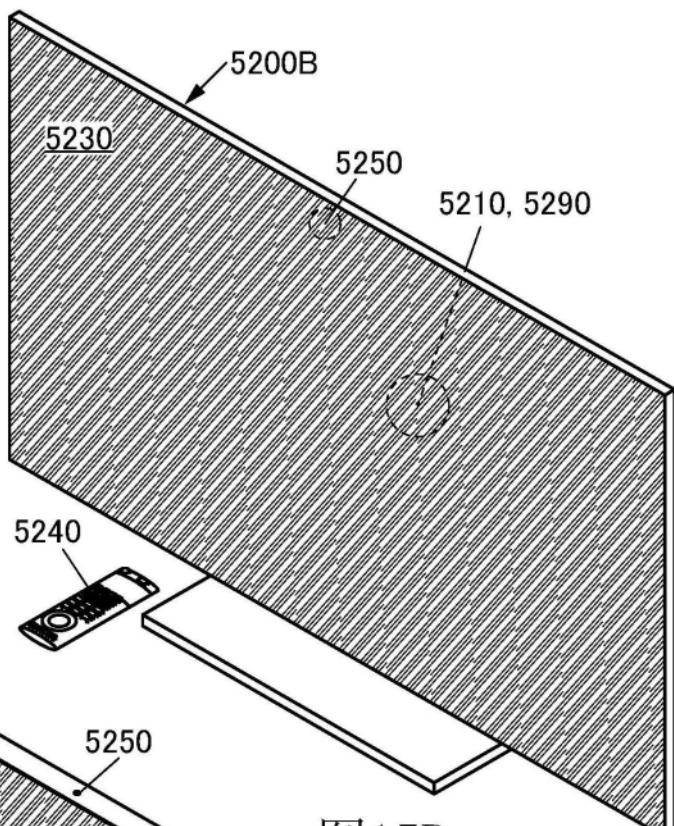


图15B

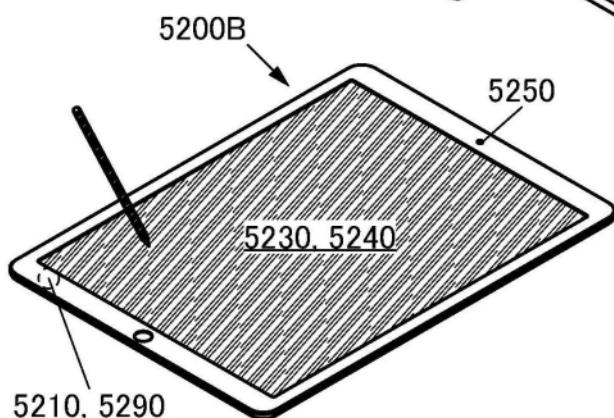


图15C

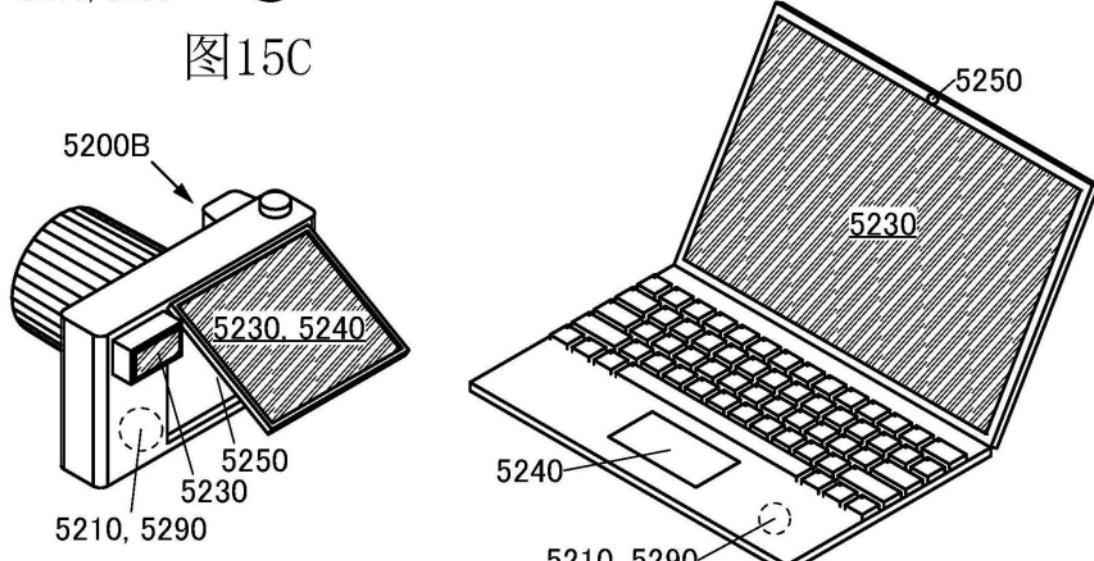


图15D

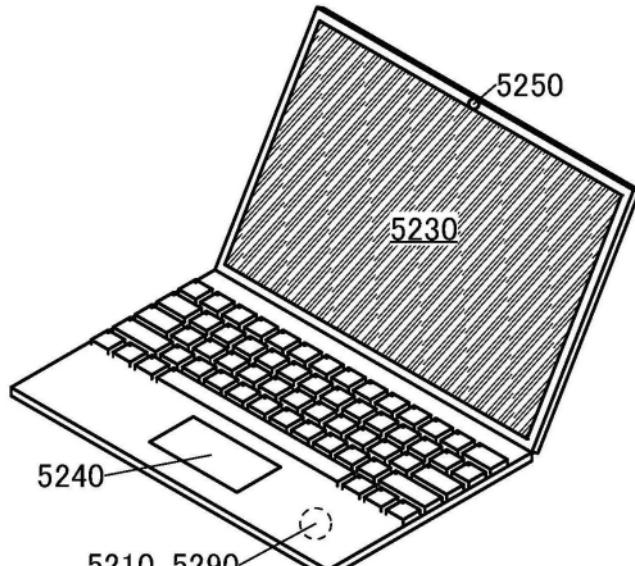


图15E

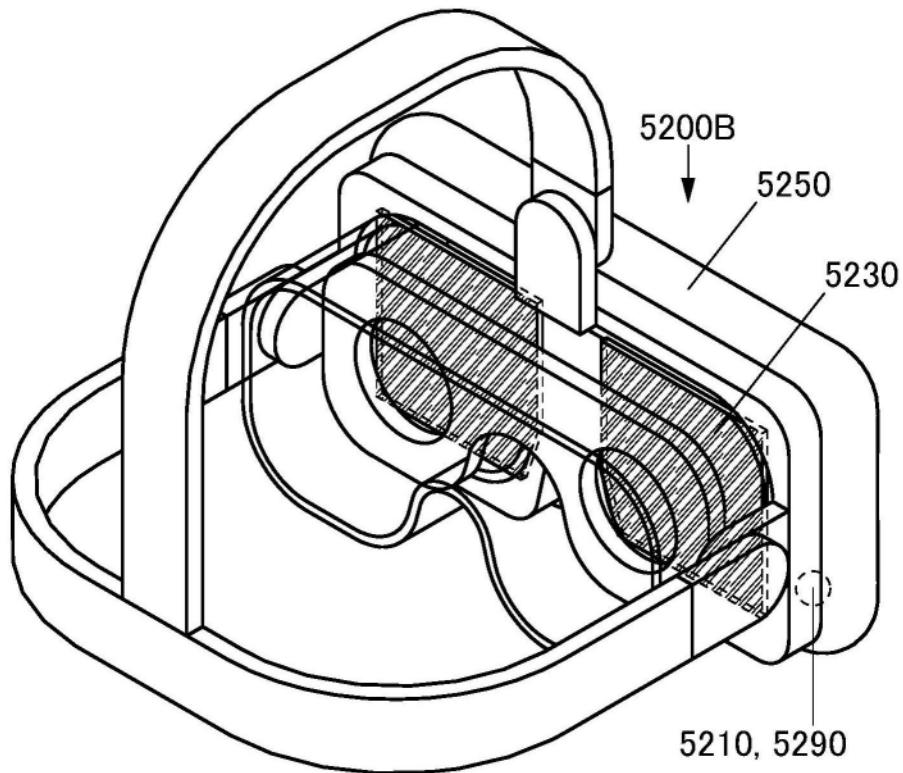


图16A

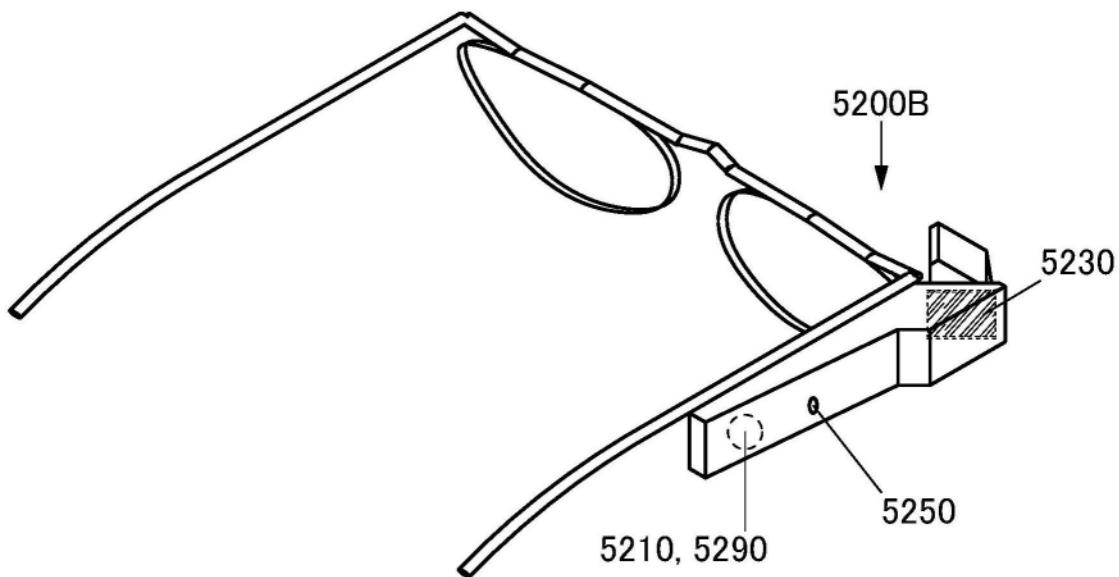


图16B

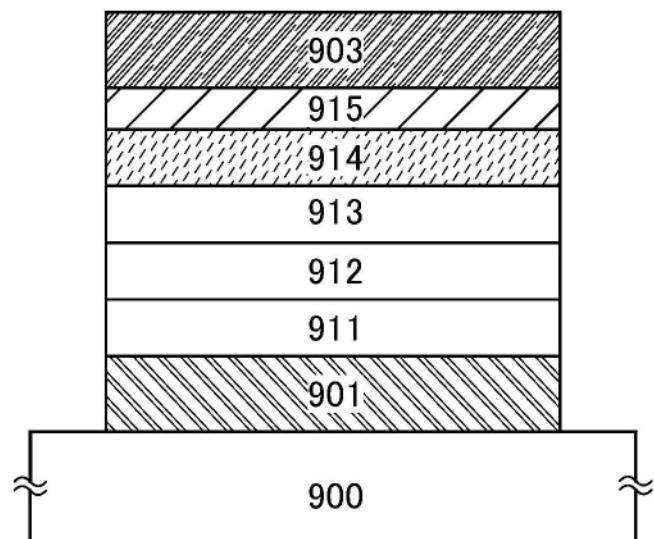


图17

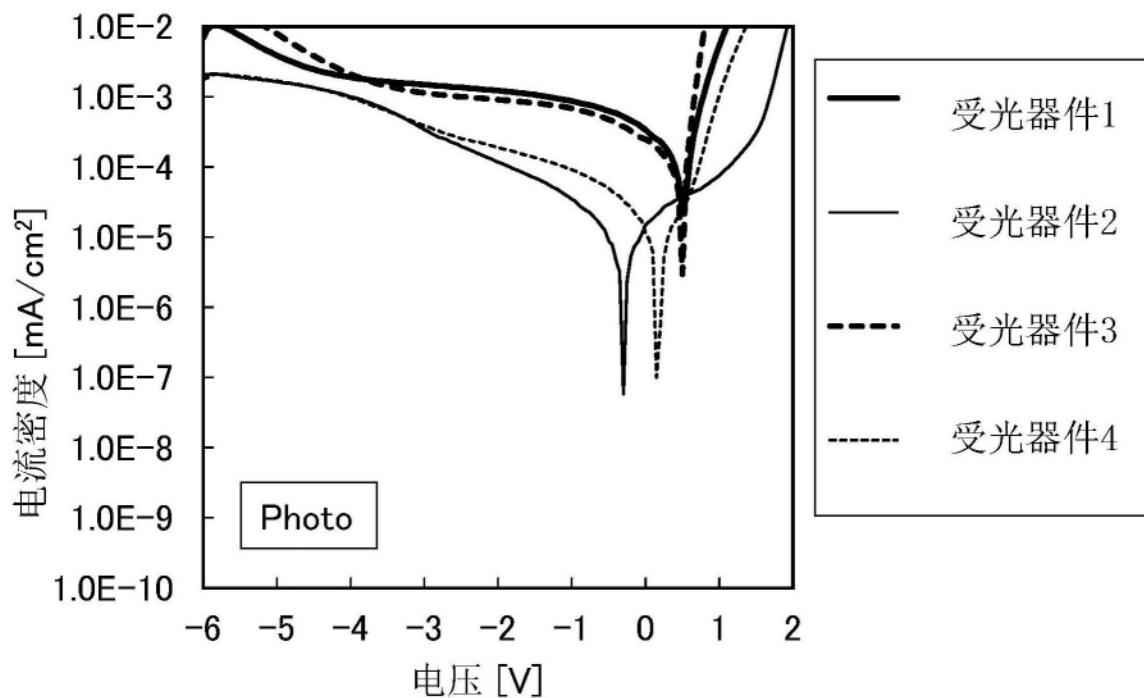


图18A

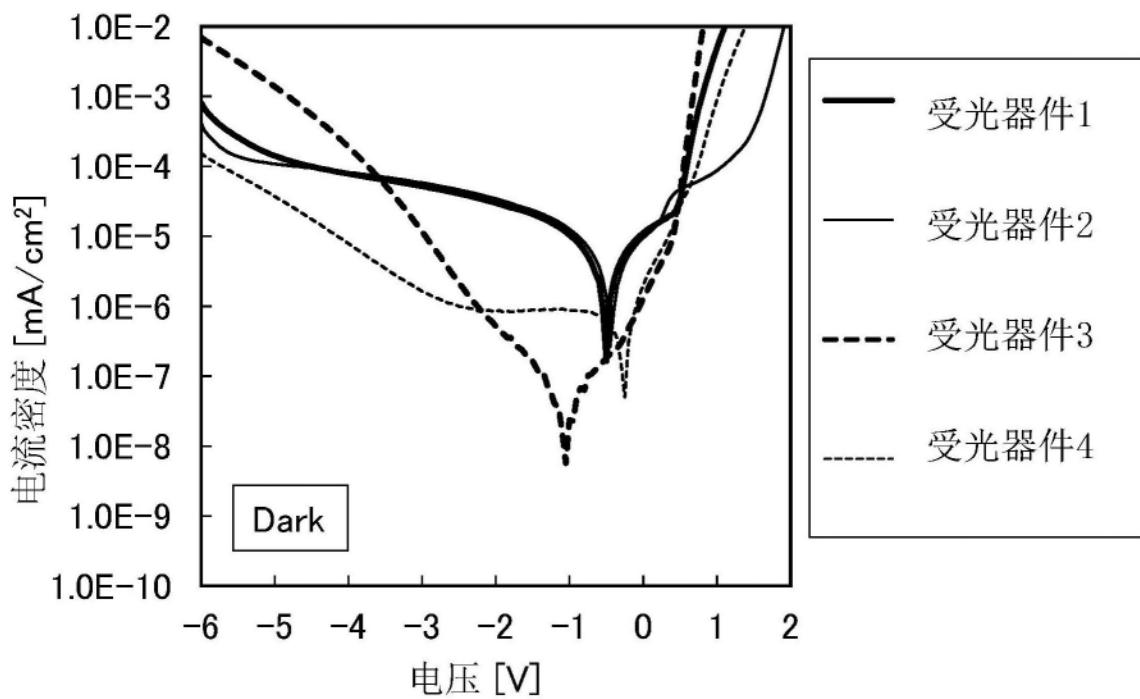


图18B

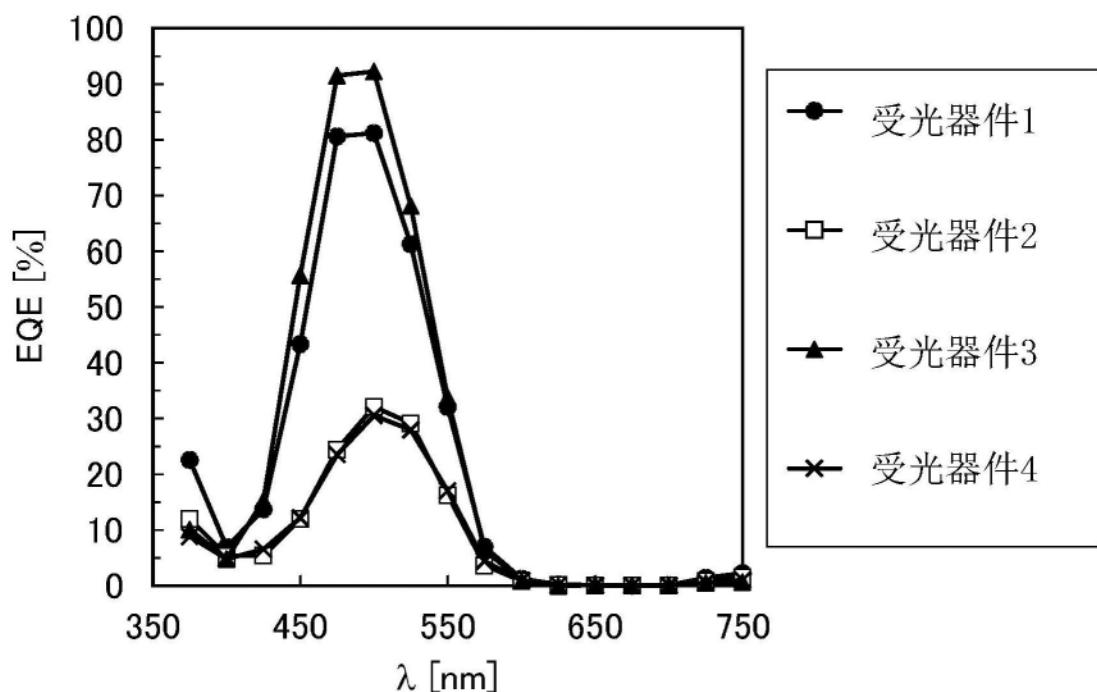


图19

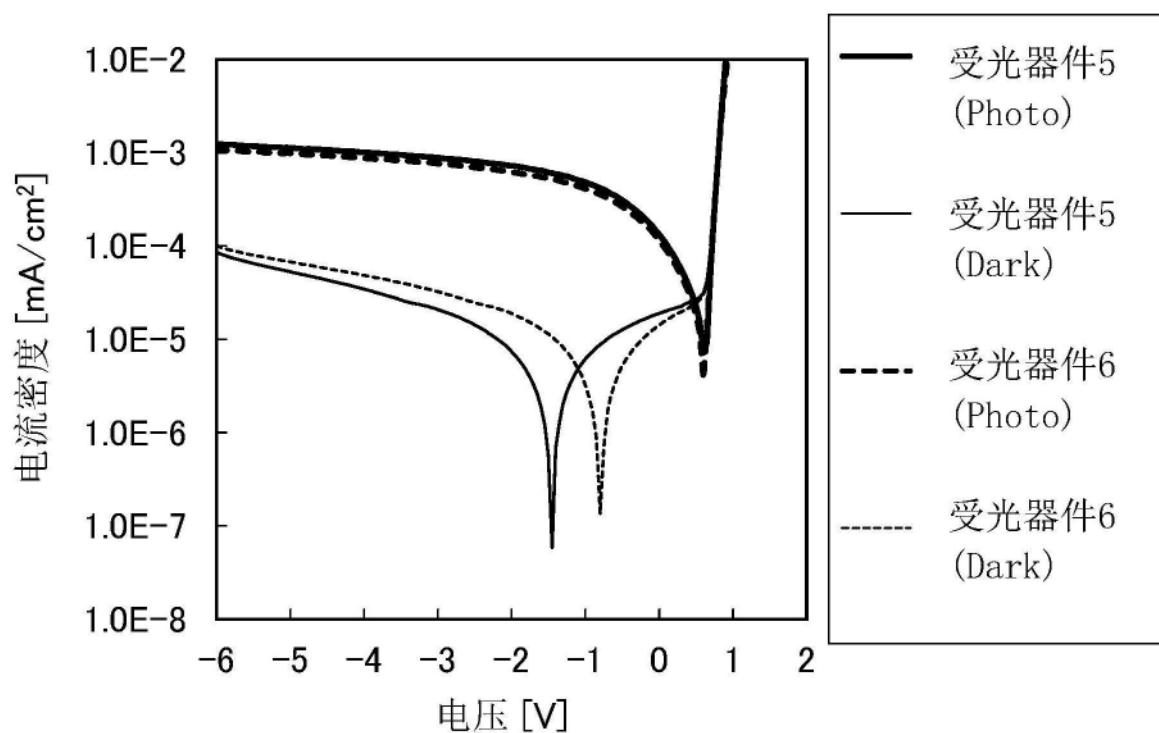


图20

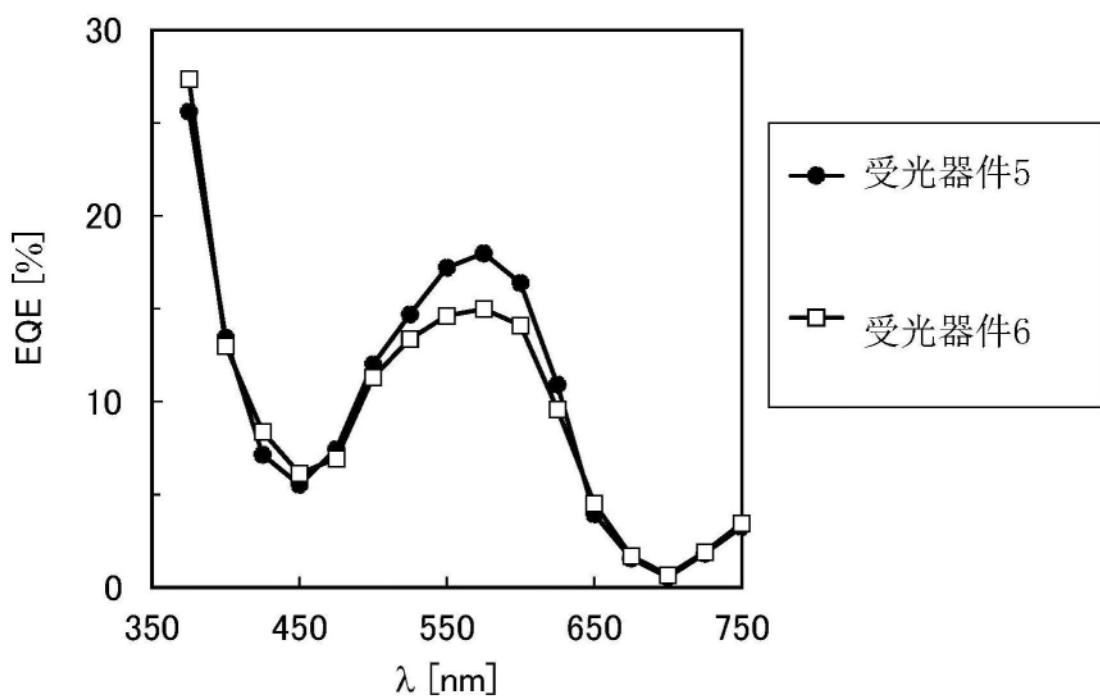


图21