



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113519205 A

(43) 申请公布日 2021.10.19

(21) 申请号 202080017703.9

(22) 申请日 2020.02.24

(30) 优先权数据

2019-041455 2019.03.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.08.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/051515 2020.02.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/178660 JA 2020.09.10

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 渡部刚吉 植田蓝莉 大泽信晴

濑尾哲史

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 宋俊寅 张鑫

(51) Int.Cl.

H05B 33/12 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/24 (2006.01)

H05B 33/26 (2006.01)

H05B 33/28 (2006.01)

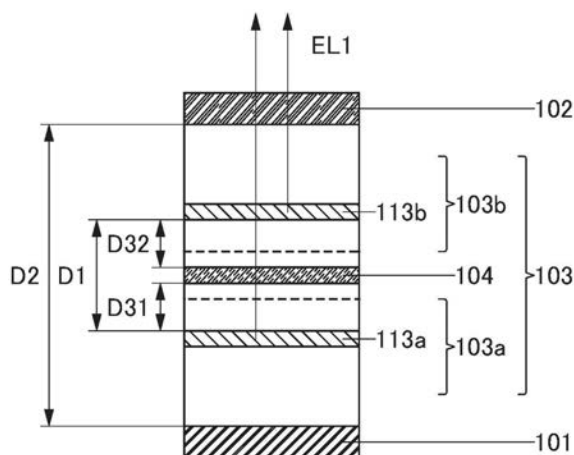
权利要求书2页 说明书40页 附图24页

(54) 发明名称

发光器件

(57) 摘要

提供一种发光器件。该发光器件包括中间层、第一发光单元及第二发光单元。中间层具有夹在第一发光单元和第二发光单元之间的区域，中间层具有将电子供应给第一发光单元和第二发光单元中的一个且将空穴供应给第一发光单元和第二发光单元中的另一个的功能。第一发光单元包括第一发光层，第一发光层包含第一发光材料，第二发光单元包括第二发光层，第二发光层包含第二发光材料，第二发光层和第一发光层之间有第一距离，第一距离为5nm以上且65nm以下。



1. 一种发光器件, 包括:

中间层;

第一发光单元; 以及

第二发光单元,

其中, 所述中间层具有夹在所述第一发光单元和所述第二发光单元之间的区域,

所述中间层具有将电子供应给所述第一发光单元和所述第二发光单元中的一个且将空穴供应给所述第一发光单元和所述第二发光单元中的另一个的功能,

所述第一发光单元包括第一发光层,

所述第一发光层包含第一发光材料,

所述第二发光单元包括第二发光层,

所述第二发光层包含第二发光材料,

所述第二发光层和所述第一发光层之间有第一距离,

并且, 所述第一距离为5nm以上且65nm以下。

2. 一种发光器件, 包括:

中间层;

第一发光单元;

第二发光单元;

第一电极; 以及

第二电极,

其中, 该发光器件具有发射光的功能,

所述中间层具有将电子供应给所述第一发光单元和所述第二发光单元中的一个且将空穴供应给所述第一发光单元和所述第二发光单元中的另一个的功能,

所述第一发光单元具有夹在所述第一电极和所述中间层之间的区域,

所述第一发光单元包括第一发光层,

所述第一发光层包含第一发光材料,

所述第二发光单元具有夹在所述中间层和所述第二电极之间的区域,

所述第二发光单元包括第二发光层,

所述第二发光层包含第二发光材料,

所述光呈现其极大位于第一波长处的光谱,

所述第一电极的所述第一波长下的反射率比所述第二电极高,

所述第二电极的所述第一波长下的透过率比所述第一电极高,

所述第二电极在所述第一波长下使所述光的一部分透过而反射所述光的另一部分,

所述第二电极与所述第一电极之间有第二距离,

并且, 所述第二距离乘以1.8而得的值包括在所述第一波长的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内。

3. 一种发光器件, 包括:

中间层;

第一发光单元;

第二发光单元;

第一电极；

第二电极；以及

反射性膜，

其中，所述发光器件具有发射光的功能，

所述中间层具有将电子供应给所述第一发光单元和所述第二发光单元中的一个且将空穴供应给所述第一发光单元和所述第二发光单元中的另一个的功能，

所述第一发光单元具有夹在所述第一电极和所述中间层之间的区域，

所述第一发光单元包括第一发光层，

所述第一发光层包含第一发光材料，

所述第二发光单元具有夹在所述中间层和所述第二电极之间的区域，

所述第二发光单元包括第二发光层，

所述第二发光层包含第二发光材料，

所述光呈现其极大位于第一波长处的光谱，

所述反射性膜的所述第一波长下的反射率比所述第二电极高，

所述第一电极具有夹在所述第一发光单元和所述反射性膜之间的区域，

所述第一电极的所述第一波长下的透过率比所述第二电极高，

所述第二电极在所述第一波长下使所述光的一部分透过而反射所述光的另一部分，

所述第二电极与所述反射性膜之间有第二距离，

并且，所述第二距离乘以1.8而得的值包括在所述第一波长的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内。

4. 根据权利要求2或3所述的发光器件，

其中所述第二发光层与所述第一发光层之间有所述第一距离D1，

并且所述第一距离D1与所述第一波长EL1之间成立由算式(i)表示的关系：

$$(6.3 \times 10^{-3}) \times EL1 \leq D1 \leq (81.3 \times 10^{-3}) \times EL1 \quad (i)。$$

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的发光器件，

其中所述第一发光材料在溶液中呈现其极大位于第二波长处的第一发射光谱，

所述第二发光材料在溶液中呈现其极大位于第三波长处的第二发射光谱，

所述第一波长与所述第二波长PL1之间有100nm以下的差，

并且所述第一波长与所述第三波长之间有100nm以下的差。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的发光器件，

其中所述第二发光层包含所述第一发光材料。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的发光器件，

其中所述中间层与第一发光层之间有第三距离，

所述中间层与第二发光层之间有第四距离，

所述第三距离为5nm以上，

并且所述第四距离为5nm以上。

## 发光器件

### 技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种发光器件、发光装置、发光模块、电子设备或照明装置。

[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。另外,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)。因此,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、以及上述装置的驱动方法或制造方法。

### 背景技术

[0003] 对利用有机电致发光(EL:Electro Luminescence)现象的发光器件(也称为有机EL器件、有机EL元件)的研究开发日益火热。有机EL器件的基本结构是在一对电极之间夹有包含发光性有机化合物的层(以下,也记载为发光层)的结构。通过将电压施加到该有机EL器件,可以获得来自发光性有机化合物的发光。

[0004] 作为发光性有机化合物,例如可以举出能够将三重激发态转换为发光的化合物(也称为磷光性化合物、磷光材料)。在专利文献1中,作为磷光材料公开了以铱等为中心金属的有机金属配合物。

[0005] 此外,图像传感器被用于各种用途,例如个人识别、缺陷分析、医疗诊断、安全领域等。图像传感器根据用途适当地选择所使用的光源的波长。在图像传感器中,例如使用可见光、X射线等短波长的光、近红外光等长波长的光等各种波长的光。

[0006] 除了显示装置,发光器件也有望应用于上述那样的图像传感器的光源。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0007] [专利文献1]日本专利申请公开第2007-137872号公报

### 发明内容

发明所要解决的技术问题

[0008] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖发光器件或新颖半导体装置。

[0009] 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可以显而易见地从说明书、附图、权利要求书等的描述中看出,并且可以从该描述中抽取上述目的以外的目的。

解决技术问题的手段

[0010] (1) 本发明的一个方式包括中间层、第一发光单元及第二发光单元。

[0011] 中间层具有夹在第一发光单元和第二发光单元之间的区域,中间层具有将电子供

应给第一发光单元和第二发光单元中的一个且将空穴供应给第一发光单元和第二发光单元中的另一个的功能。

[0012] 第一发光单元包括第一发光层,第一发光层包含第一发光材料。

[0013] 第二发光单元包括第二发光层,第二发光层包含第二发光材料。

[0014] 第二发光层和第一发光层之间有第一距离D1。第一距离D1为5nm以上且65nm以下。

[0015] 由此,可以使发射光的多个区域(具体而言,多个发光层)互相靠近。另外,光学设计变得容易。另外,光学设计的自由度得到提升。另外,用来高效率地提取光的光学设计变得容易。另外,可以高效地提取光。另外,可以抑制因使用中间层而导致的驱动电压增加。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0016] (2) 另外,本发明的一个方式包括中间层、第一发光单元、第二发光单元、第一电极及第二电极,并具有发射光的功能。

[0017] 中间层具有将电子供应给第一发光单元和第二发光单元中的一个且将空穴供应给第一发光单元和第二发光单元中的另一个的功能。

[0018] 第一发光单元具有夹在第一电极和中间层之间的区域,第一发光单元包括第一发光层,第一发光层包含第一发光材料。

[0019] 第二发光单元具有夹在中间层和第二电极之间的区域,第二发光单元包括第二发光层,第二发光层包含第二发光材料。

[0020] 所发射的光呈现其极大位于第一波长EL1处的光谱。

[0021] 第一电极的第一波长EL1下的反射率比第二电极高。

[0022] 第二电极的第一波长EL1下的透过率比第一电极高,第二电极在第一波长EL1下使光的一部分透过而反射光的另一部分。另外,第二电极与第一电极之间有第二距离D2。

[0023] 第二距离D2乘以1.8而得的值包括在波长EL1的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内。

[0024] (3) 另外,本发明的一个方式包括中间层、第一发光单元、第二发光单元、第一电极、第二电极及反射性膜,并具有发射光的功能。

[0025] 中间层具有将电子供应给第一发光单元和第二发光单元中的一个且将空穴供应给第一发光单元和第二发光单元中的另一个的功能。

[0026] 第一发光单元具有夹在第一电极和中间层之间的区域,第一发光单元包括第一发光层,第一发光层包含第一发光材料。

[0027] 第二发光单元具有夹在中间层和第二电极之间的区域,第二发光单元包括第二发光层,第二发光层包含第二发光材料。

[0028] 所发射的光呈现其极大位于第一波长处的光谱。

[0029] 反射性膜的第一波长下的反射率比第二电极高。

[0030] 第一电极具有夹在第一发光单元和反射性膜之间的区域,第一电极的第一波长下的透过率比第二电极高。

[0031] 第二电极在第一波长下使光的一部分透过而反射光的另一部分。

[0032] 第二电极与上述反射性膜之间有第二距离,第二距离乘以1.8而得的值包括在第一波长的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内。

[0033] 由此,光学设计变得容易。另外,用来高效率地提取光的光学设计变得容易。另外,可以高效地提取光。另外,可以使所发射的光的光谱的半宽变窄。另外,可以构成微腔谐振

器结构。另外,可以抑制因使用中间层而导致的驱动电压增加。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0034] (4) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第二发光层与第一发光层之间有第一距离D1。

[0035] 第一距离D1与第一波长EL1之间成立由算式(i)表示的关系。

[0036] [算式1]

$$(6.3 \times 10^{-3}) \times EL1 \leq D1 \leq (81.3 \times 10^{-3}) \times EL1 \quad (i)$$

[0037] 由此,可以使发射光的多个区域互相靠近。另外,光学设计变得容易。另外,光学设计的自由度得到提升。另外,用来高效率地提取光的光学设计变得容易。另外,可以高效地提取光。另外,可以抑制因使用中间层而导致的驱动电压增加。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0038] (5) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第一发光材料在溶液中呈现其极大位于第二波长PL1处的第一发射光谱。

[0039] 另外,第二发光材料在溶液中呈现其极大位于第三波长PL2处的第二发射光谱。

[0040] 第一波长EL1与第二波长PL1之间有100nm以下的差,第一波长EL1与第三波长PL2之间有100nm以下的差。

[0041] 由此可以提高发光器件的发光效率。另外,可以高效地提取光。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0042] (6) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第二发光层包含第一发光材料。

[0043] 由此,可以提高发光器件的发光效率。另外,可以得到高亮度。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0044] (7) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中中间层与第一发光层之间有第三距离D31并与第二发光层之间有第四距离D32。

[0045] 第三距离D31为5nm以上,第四距离D32为5nm以上。

[0046] 由此,例如,可以使发光层远离中间层。另外,例如,可以抑制因发光层靠近中间层而导致的发光效率下降。另外,可以提高发光器件的发光效率。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0047] 在本说明书中,EL层是指设置在发光器件的一对电极之间的层。因此,夹在电极间并包含为发光材料的有机化合物的发光层是EL层的一个方式。

[0048] 在本说明书中,当将物质A分散在由另一物质B构成的基质中时,将构成基质的物质B称为主体材料,并将分散在基质中的物质A称为客体材料。注意,物质A和物质B可以分别为单一物质或者为两种以上的物质的混合物。

[0049] 注意,本说明书中的发光装置是指图像显示装置或光源(包括照明装置)。另外,发光装置还包括在发光装置中安装有连接器诸如FPC(Flexible printed circuit:柔性印刷电路)或TCP(Tape Carrier Package:载带封装)的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;IC(集成电路)通过COG(Chip On Glass:玻璃覆晶)方式直接安装在形成有发光器件的衬底上的模块。

发明效果

[0050] 根据本发明的一个方式可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。另外，根据本发明的一个方式可以提供一种新颖发光器件或新颖半导体装置。

[0051] 注意，这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。此外，本发明的一个方式并不需要实现所有上述效果。上述效果以外的效果从说明书、附图、权利要求书等的描述中是显而易见的，并可以从所述描述中抽取。

#### 附图简要说明

[0052] 图1A及图1B是说明根据实施方式的发光器件的结构图。

图2是说明根据实施方式的发光器件的结构图。

图3A至图3C是说明根据实施方式的发光装置的结构图。

图4A及图4B是说明根据实施方式的发光装置的结构图。

图5A至图5E是说明根据实施方式的电子设备的结构图。

图6是说明根据实施例的发光器件的结构图。

图7A及图7B是说明根据实施例的发光器件的结构图。

图8是示出发光器件1的电流密度-辐射度特性的图。

图9是示出发光器件1的电压-电流密度特性的图。

图10是示出发光器件1的电流密度-辐射通量特性的图。

图11是示出发光器件1的电压-辐射度特性的图。

图12是示出发光器件1的电流密度-外部量子效率特性的图。

图13是示出发光器件1的发射光谱的图。

图14是示出发光器件2的电流密度-辐射度特性的图。

图15是示出发光器件2的电压-电流密度特性的图。

图16是示出发光器件2的电流密度-辐射通量特性的图。

图17是示出发光器件2的电压-辐射度特性的图。

图18是示出发光器件2的电流密度-外部量子效率特性的图。

图19是示出发光器件2的发射光谱的图。

图20是示出发光器件3的电流密度-辐射度特性的图。

图21是示出发光器件3的电压-电流密度特性的图。

图22是示出发光器件3的电流密度-辐射通量特性的图。

图23是示出发光器件3的电压-辐射度特性的图。

图24是示出发光器件3的电流密度-外部量子效率特性的图。

图25是示出发光器件3的发射光谱的图。

图26是说明根据实施例的发光器件的结构图。

图27是说明根据实施例的发光器件的计算结果的图。

图28是由结构式(100)表示的有机金属配合物的紫外-可见吸收光谱及发射光谱。

图29是由结构式(100)表示的有机金属配合物的发射光谱。

图30是示出发光器件4的电流密度-辐射度特性的图。

图31是示出发光器件4的电压-电流密度特性的图。

图32是示出发光器件4的电流密度-辐射通量特性的图。

图33是示出发光器件4的电压-辐射度特性的图。

图34是示出发光器件4的电流密度-外部量子效率特性的图。

图35是示出发光器件4的发射光谱的图。

图36是示出发光器件4的相对强度的角度依赖性的图。

图37是示出发光器件4的归一化光子强度的角度依赖性的图。

实施发明的方式

[0053] 本发明的一个方式的发光器件包括中间层、第一发光单元及第二发光单元。中间层具有夹在第一发光单元和第二发光单元之间的区域,中间层具有将电子供应给第一发光单元和第二发光单元中的一个且将空穴供应给第一发光单元和第二发光单元中的另一个的功能。第一发光单元包括第一发光层,第一发光层包含第一发光材料,第二发光单元包括第二发光层,第二发光层包含第二发光材料,第二发光层和第一发光层之间有第一距离,第一距离为5nm以上且65nm以下。

[0054] 由此,可以使发射光的多个区域互相靠近。另外,光学设计变得容易。另外,光学设计的自由度得到提升。另外,用来高效率地提取光的光学设计变得容易。另外,可以高效地提取光。另外,可以抑制因使用中间层104而导致的驱动电压增加。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0055] 参照附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于以下说明,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局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的附图标记来显示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。

[0056] (实施方式1)

在本实施方式中,参照图1说明本发明的一个方式的发光器件的结构。

[0057] 图1是说明本发明的一个方式的发光器件的结构的图。图1A是本发明的一个方式的发光器件的截面图,图1B是说明本发明的一个方式的发光器件的发射光谱的示意图。

[0058] 注意,在本说明书中,有时将取1以上的整数的值的变数用于符号。例如,有时将包含取1以上的整数的值的变数 $p$ 的 $(p)$ 用于指定最大为 $p$ 个构成要素中的任一个的符号的一部分。另外,例如,有时将包含取1以上的整数的值的变数 $m$ 及变数 $n$ 的 $(m,n)$ 用于指定最大为 $m \times n$ 个构成要素中的任一个的符号的一部分。

[0059] <发光器件的结构例子1.>

在本实施方式中说明的发光器件包括中间层104、发光单元103a及发光单元103b(参照图1A)。

[0060] <<中间层的结构例子1.>>

中间层104具有夹在发光单元103a和发光单元103b之间的区域。另外,中间层104具有将电子供应给发光单元103a和发光单元103b中的一个且将空穴供应给发光单元103a和发光单元103b中的另一个的功能。例如,将电子供应到配置在阳极一侧的发光单元103a且将空穴供应到配置在阴极一侧的发光单元103b。此外,可以将中间层104例如换称为电荷产生层。

[0061] <<发光单元的结构例子1.>>

发光单元103a包括发光层113a,发光层113a包含第一发光材料。发光单元103a包



括一个区域,在该区域中从一方注入的电子与从另一方注入的空穴再结合。注意,有时将包括多个发光单元及中间层的结构称为串联型发光器件。另外,第一发光材料将因电子和空穴的再结合而产生的能量作为光发出。

[0062] 发光单元103b包括发光层113b,发光层113b包含第二发光材料。

[0063] <<发光层的结构例子1.>>

发光层113b与发光层113a之间有距离D1。另外,距离D1为5nm以上且65nm以下。此外,距离D1优选为5nm以上且50nm以下,更优选为5nm以上且40nm以下。另外,距离D1优选为10nm以上。

[0064] 由此,可以使发射光的多个区域(例如,发光层113a及发光层113b)互相靠近。另外,光学设计变得容易。另外,光学设计的自由度得到提升。另外,用来高效率地提取光的光学设计变得容易。另外,可以高效地提取光。另外,可以抑制因使用中间层104而导致的驱动电压增加。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0065] <发光器件的结构例子2.>

另外,在本实施方式中说明的发光器件包括电极101及电极102,并具有发射光的功能(参照图1A)。

[0066] <<发射光谱>>

本发明的一个方式的发光器件所发射的光例如呈现其极大位于第一波长EL1处的光谱(参照图1B)。注意,在该光谱中有多个极大的情况下,将强度最大的极大波长作为波长EL1。

[0067] <<电极101及电极102的结构例子1.>>

电极101的波长EL1下的反射率比电极102高。

[0068] 电极102的波长EL1下的透过率比电极101高,电极102在波长EL1下使光的一部分透过而反射光的另一部分。

[0069] 电极102与电极101之间有距离D2。距离D2乘以1.8而得的值包括在波长EL1的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内。

[0070] 例如,在距离D2为180nm的情况下,  $(1.8 \times 180)$  nm为324nm。另外,在波长EL1为800nm的情况下,  $(0.3 \times 800)$  nm为240nm,  $(0.6 \times 800)$  nm为480nm。因此,324nm包括在240nm以上且480nm以下的范围内。

[0071] 由此,光学设计变得容易。另外,用来高效率地提取光的光学设计变得容易。另外,可以高效地提取光。另外,可以使所发射的光的光谱的半宽变窄。另外,可以构成微腔谐振器结构。另外,可以抑制因使用中间层104而导致的驱动电压增加。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0072] 另外,在发光器件中,可以使用对波长EL1的光具有透光性的导电膜以及对波长EL1的光具有反射性的膜。

[0073] 例如,可以将对波长EL1的光具有透光性的导电膜用于电极101,以与发光层113a夹着该电极101的方式配置对波长EL1的光具有反射性的第一膜。换言之,具有反射性的第一膜与发光层113a夹着具有透光性的导电膜。或者,具有透光性的导电膜不仅具有作为电极101的功能而且具有调节电极102和具有反射性的第一膜之间的距离的功能。在这样的结构中,电极102与具有反射性的第一膜之间有距离D2。

[0074] 另外,可以将对波长EL1的光具有透光性的导电膜用于电极102,以与发光层113b夹着该电极102的方式配置对波长EL1的光具有反射性的第二膜。换言之,具有反射性的第二膜与发光层113b夹着具有透光性的导电膜。或者,具有透光性的导电膜不仅具有作为电极102的功能而且具有调节电极101和具有反射性的第二膜之间的距离的功能。在这样的结构中,具有反射性的第二膜与电极101之间有距离D2。

[0075] <发光器件的结构例子3.>

另外,在实施方式所说明的发光器件中,距离D1与波长EL1之间成立由算式(i)表示的关系(参照图1A)。

[0076] [算式2]

$$(6.3 \times 10^{-3}) \times EL1 \leq D1 \leq (81.3 \times 10^{-3}) \times EL1 \quad (i)$$

[0077] 例如,在波长EL1为800nm的情况下,  $(6.3 \times 10^{-3}) \times 800\text{nm}$  为5.04nm,  $(81.3 \times 10^{-3}) \times 800\text{nm}$  为65.04nm。因此,在波长EL1为800nm的情况下,适当的距离D1包括在5.04nm以上且65.04nm以下的范围内。

[0078] 由此,可以使发射光的多个区域互相靠近。另外,光学设计变得容易。另外,光学设计的自由度得到提升。另外,用来高效率地提取光的光学设计变得容易。另外,可以高效地提取光。另外,可以抑制因使用中间层104而导致的驱动电压增加。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0079] <<发光材料>>

第一发光材料在溶液中呈现其极大位于波长PL1处的第一发射光谱(参照图1B)。注意,在该光谱中有多个极大的情况下,将强度最大的极大波长作为波长PL1。另外,例如,可以在将二氯甲烷用作溶剂且将第一发光材料用作溶质的溶液中测量出第一发射光谱。此外,作为溶剂可以使用:甲乙酮、环己酮等酮类;乙酸乙酯等脂肪酸酯类;二氯苯等卤化芳烃类;甲苯、二甲苯、均三甲苯、环己基苯等芳烃类;环己烷、十氢化萘、十二烷等脂肪烃类;二甲基甲酰胺(DMF)、二甲亚砜(DMSO)等溶剂。

[0080] 第二发光材料在溶液中呈现其极大位于波长PL2处的第二发射光谱。注意,在该光谱中有多个极大的情况下,将强度最大的极大波长作为波长PL2。

[0081] <<发射光谱>>

波长EL1与波长PL1之间有100nm以下的差。另外,波长EL1与波长PL2之间有100nm以下的差。例如,在波长EL1为800nm且波长PL1及波长PL2为780nm的情况下,波长EL1与波长PL1之间有20nm的差。

[0082] 由此,可以提高发光器件的发光效率。另外,可以高效地提取光。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0083] <<发光层的结构例子2.>>

发光层113b包含第一发光材料。另外,可以将与第一发光材料相同的材料用作第二发光材料。

[0084] 由此,可以提高发光器件的发光效率。另外,可以得到高亮度。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0085] <<中间层的结构例子1.>>

中间层104与发光层113a之间有距离D31,中间层104与发光层113b之间有距离D32

(参照图1A)。另外,距离D31为5nm以上,距离D32为5nm以上。

[0086] 由此,例如,可以使发光层113a远离中间层104。或者,例如,可以抑制因发光层113a靠近中间层104而导致的发光效率下降。另外,可以提高发光器件的发光效率。其结果是,可以提供一种方便性或可靠性高的新颖发光器件。

[0087] <<中间层104的结构例子2.>>

作为中间层104也可以采用包含空穴传输性材料和受体性材料(电子接收性材料)的结构。作为中间层104可以采用包含电子传输性材料和供体性材料的结构。

[0088] 具体而言,可以将可用于发光单元的材料(空穴传输性材料、受体性材料、电子传输性材料及供体性材料)用于中间层104。注意,关于可用于发光单元的材料,可以参照后述的发光单元的结构例子的说明。

[0089] 通过采用在多个发光单元之间夹着中间层104的结构,与不使用中间层104的结构相比,可以抑制驱动电压的增加。或者,可以抑制功耗。

[0090] <<电极101及电极102的结构例子2.>>

电极101和电极102的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。在图2所示的发光器件中,电极101通过溅射法形成在衬底上。另外,电极102通过溅射法或真空蒸镀法形成在发光单元上。

[0091] 另外,电极101和电极102中的至少一个对发光器件所发射的光具有透光性。例如,电极101和电极102中的至少一个的对发光器件所发射的光的透过率为5%以上。

[0092] 另外,例如,电极101和电极102中的至少一个的对发光器件所发射的光的反射率为20%以上且95%以下,优选为40%以上且70%以下。

[0093] 可以以单层或叠层的方式将一个或多个导电性材料用于电极101及电极102。作为形成电极101及电极102的材料可以适当地组合使用以下的材料。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,可以使用以上没有列举的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。

[0094] <<发光单元的结构例子2.>>

在本实施方式中说明的发光器件包括发光单元103a及发光单元103b。

[0095] 发光单元103a可以包括空穴注入层111a、空穴传输层112a、发光层113a、电子传输层114a及电子注入层115a。

[0096] 另外,发光单元103b可以包括空穴传输层112b、发光层113b、电子传输层114b及电子注入层115b。另外,可以将可用于发光单元103a的材料用于发光单元103b。

[0097] 另外,当制造本实施方式所示的发光器件时,可以利用蒸镀法等真空工艺或旋涂法、喷墨法等溶液工艺。在使用蒸镀法的情况下,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EL层中的功能层(空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层)以及电荷产生层。

[0098] 此外,功能层及电荷产生层的材料不局限于上述材料。例如,作为功能层的材料,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至4000)、无机化合物(量子点材料等)等。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。

[0099] [空穴注入层及空穴传输层]

例如,空穴注入层111a是将空穴从阳极注入到发光单元103a的层,并包含空穴注入性高的材料。此外,可以将电极101用作阳极。例如,在图2所示的发光器件中,通过真空蒸镀法在电极101上依次层叠形成空穴注入层111a及空穴传输层112a。

[0100] 作为空穴注入性高的材料,可以使用钼氧化物、钒氧化物、钆氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物、酞菁(简称:H<sub>2</sub>Pc)、铜酞菁(简称:CuPc)等酞菁类化合物等。

[0101] 作为空穴注入性高的材料,可以使用芳香胺化合物,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)、4,4'-双[N-{N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基}苯基]-N-苯基氨基联苯(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。

[0102] 作为空穴注入性高的材料,可以使用聚(N-乙烷基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙基三苯胺)(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)甲基丙烯酸酯](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)或聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PAni/PSS)等。

[0103] 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受体性材料(电子受体性材料)的复合材料。在此情况下,由受体性材料从空穴传输性材料抽出电子而在空穴注入层111a中产生空穴,空穴通过空穴传输层112a注入到发光层113a中。另外,空穴注入层111a可以采用由包含空穴传输性材料及受体性材料的复合材料构成的单层,也可以采用分别使用空穴传输性材料及受体性材料形成的层的叠层。

[0104] 空穴传输层112a是将从电极101经过空穴注入层111a注入的空穴传输到发光层113a中的层。空穴传输层112是包含空穴传输性材料的层。作为用于空穴传输层112a的空穴传输性材料,特别优选使用具有与空穴注入层111a的HOMO能级相同或相近的HOMO能级的材料。

[0105] 作为用于空穴注入层111a的受体性材料,可以使用属于元素周期表中的第4族至第8族的金属的氧化物。具体地说,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、氧化铯。其中,由于氧化钼在大气中稳定且吸湿性低而易于处理,所以是优选

的。除了上述以外,可以举出醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮杂三亚苯衍生物等有机受体。作为具有电子吸收基(卤基、氰基)的化合物,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: $F_4$ -TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-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-萘醌二甲烷(简称:F6-TCNNQ)等。尤其是,HAT-CN这样的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热稳定,所以是优选的。另外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基、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,可以举出: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0106] 作为用于空穴注入层111a及空穴传输层112a的空穴传输性材料,优选为具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的物质。注意,只要空穴传输性比电子传输性高,就可以使用上述以外的物质。

[0107] 作为空穴传输性材料,优选使用富 $\pi$ 电子型杂芳族化合物(例如,咔唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物等)或者芳香胺化合物(包含芳香胺骨架的化合物)等空穴传输性高的材料。

[0108] 作为咔唑衍生物(具有咔唑骨架的化合物),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化合物等。

[0109] 作为联咔唑衍生物(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(1,1'-联苯-4-基)-3,3'-联-9H-咔唑、9,9'-双(1,1'-联苯-3-基)-3,3'-联-9H-咔唑、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:BNCCP)等。

[0110] 作为具有咔唑基的芳香胺化合物,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)、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、3-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-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。

[0111] 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-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等。

[0112] 作为噻吩衍生物(具有噻吩骨架的化合物)及呋喃衍生物(具有呋喃骨架的化合物),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)等具有噻吩骨架的化合物、以及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]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)等。

[0113] 作为芳香胺化合物,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)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、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:1'-TNATA)、TDATA、m-MTDATA、N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、DPAB、DNTPD、DPA3B等。

[0114] 作为空穴传输性材料,还可以使用PVK、PVTTPA、PTPDMA、Poly-TPD等高分子化合物。

[0115] 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用于空穴注入层111a及空穴传输层112a。

[0116] [发光层]

发光层113a是包含发光材料的层。例如,在图2所示的发光器件中,通过真空蒸镀法在空穴传输层112a上形成发光层113a。

[0117] 本发明的一个方式的发光器件作为发光材料包括发光性有机化合物。该发光性有机化合物发射近红外光。具体而言,发光性有机化合物所发射的光的最大峰值波长大于780nm且为900nm以下。

[0118] 作为发光性有机化合物,例如可以使用实施方式1所示的有机金属配合物。另外,作为发光性有机化合物也可以使用后面的实施例所示的有机金属配合物。

[0119] 发光层113a可以包含一种或多种发光材料。

[0120] 发光层113a除了发光材料(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、辅助材料等)。作为一种或多种有机化合物,可以使用在本实施方式中说明的空穴传输性材料和电子传输性材料中的一方或双方。此外,作为一种或多种有机化合物,也可以使用双极性材料。

[0121] 对可用于发光层113a的发光材料没有特别的限制,可以使用将单重激发能量转换为近红外光区域的光的发光材料或者将三重激发能量转换为近红外光区域的光的发光材

料。

[0122] 作为将单重激发能量转换成发光的发光材料,可以举出发射荧光的物质(荧光材料),例如可以举出芘衍生物、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、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。

[0123] 作为将三重激发能量转换成发光的发光材料,例如可以举出发射磷光的物质(磷光材料)或呈现热活化延迟荧光的热活化延迟荧光(Thermally activated delayed fluorescence:TADF)材料。

[0124] 作为磷光材料,例如可以举出具有4H-三唑骨架、1H-三唑骨架、咪唑骨架、嘧啶骨架、吡嗪骨架、吡啶骨架的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、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(尤其是铱配合物)、铂配合物、稀土金属配合物等。

[0125] 此外,本发明的一个方式的发光器件也可以包括除了发射近红外光的发光材料以外的发光材料。例如,本发明的一个方式的发光器件除了发射近红外光的发光材料,还可以包括发射可见光(红色、蓝色、绿色等)的发光材料。

[0126] 作为用于发光层113a的有机化合物(主体材料、辅助材料等),可以选择一种或多种其能隙比发光材料大的物质而使用。

[0127] 在用于发光层113a的发光材料是荧光材料的情况下,作为与发光材料组合而使用的有机化合物,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。

[0128] 虽然一部分与上述具体例子重复,但是,从与发光材料(荧光材料、磷光材料)的优选组合的观点来看,以下示出有机化合物的具体例子。

[0129] 在发光材料是荧光材料的情况下,作为可以与发光材料组合而使用的有机化合物,可以举出蒽衍生物、并四苯衍生物、菲衍生物、芘衍生物、蒽(chrysene)衍生物、二苯并[g,p]蒽衍生物等稠合多环芳香化合物。

[0130] 作为与荧光材料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)、PCPN、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、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)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]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)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基蒽、N,N,N',N'',N''',N''''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、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)、9,9'-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。

[0131] 在发光材料是磷光材料的情况下,作为与发光材料组合而使用的有机化合物,选择其三重激发能量大于发光材料的三重激发能量(基底状态和三重激发态的能量差)的有机化合物即可。

[0132] 当为了形成激基复合物组合而使用多个有机化合物(例如,第一主体材料及第二主体材料(或辅助材料)等)与发光材料时,优选与磷光材料(尤其是有机金属配合物)混合而使用这些多个有机化合物。

[0133] 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材料的能量转移的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)。另外,作为空穴传输性材料及电子传输性材料的具体例子,可以使用本实施方式所示的材料。由于该结构能够同时实现发光器件的高效率、低电压及长寿命。

[0134] 作为在发光材料是磷光材料时可以与发光材料组合而使用的有机化合物,可以举出芳香胺化合物、咪唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、锌类金属配合物或铝类金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、嘧啶衍生物、三嗪衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、菲罗啉衍生物等。

[0135] 此外,作为上述中的空穴传输性高的有机化合物的芳香胺化合物(具有芳香胺骨架的化合物)、咪唑衍生物、二苯并噻吩衍生物(噻吩衍生物)、二苯并呋喃衍生物(呋喃衍生物)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。

[0136] 作为电子传输性高的有机化合物的锌类金属配合物、铝类金属配合物的具体例子,可以举出:三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq)<sub>3</sub>、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)等具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物等。

[0137] 除此之外,还可以使用如双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等具有噻唑基类配体、噻唑类配体的金属配合物等。

[0138] 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、苯并咪唑衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、菲罗啉衍生物的具体例子,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:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咪唑(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:mDBTBIIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯并噻唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)、红菲绕啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(蔡-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBphen)、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:



2mDBTBPDq-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)等。

[0139] 作为电子传输性高的有机化合物的具有二噻骨架的杂环化合物、具有三噻骨架的杂环化合物、具有吡啶骨架的杂环化合物的具体例子,可以举出4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]噻啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]噻啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]噻啶(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-1,3,5-三噻(简称:PCCzPTzn)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三噻-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)等。

[0140] 作为电子传输性高的有机化合物,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。

[0141] TADF材料是指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)并高效率地呈现来自单重激发态的发光(荧光)的材料。另外,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材料所呈现的延迟荧光是指其光谱与一般的荧光同样但其寿命非常长的发光。其寿命为 $10^{-6}$ 秒以上,优选为 $10^{-3}$ 秒以上。

[0142] 作为TADF材料,例如可以举出富勒烯或其衍生物、普鲁黄素等吡啶衍生物、伊红等。另外,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。

[0143] 除了上述以外,可以使用2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三噻(简称:PIC-TRZ)、PCCzPTzn、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噻(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-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]砜(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'-H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等具有富 $\pi$ 电子型杂芳环及缺 $\pi$ 电子型杂芳环的杂环化合物。另外,在富 $\pi$ 电子型杂芳环和缺 $\pi$ 电子型杂芳环直接键合的物质中,富 $\pi$ 电子型杂芳环的供体性和缺 $\pi$ 电子型杂芳环的受体性都强,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。

[0144] 另外,在使用TADF材料的情况下,可以组合使用其他有机化合物。尤其TADF材料可以与上述的主体材料、空穴传输性材料及电子传输性材料组合。

[0145] 此外,通过与低分子材料或高分子材料组合,可以将上述材料用于发光层113a的

形成。在成膜中,可以适当地使用已知的方法(蒸镀法、涂敷法、印刷法等)。

[0146] [电子传输层]

电子传输层114a是将从电极102由电子注入层115a注入的电子传输到发光层113a中的层。另外,电子传输层114a是包含电子传输性材料的层。作为用于电子传输层114a的电子传输性材料,优选为具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。注意,只要电子传输性比空穴传输性高,就可以使用上述以外的物质。例如,在图2所示的发光器件中,在发光层113a上形成电子传输层114a。

[0147] 作为电子传输性材料,可以使用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、具有噻唑骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物等,还可以使用噁二唑衍生物、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、具有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、含氮杂芳族化合物等缺 $\pi$ 电子型杂芳族化合物等电子传输性高的材料。

[0148] 作为电子传输性材料的具体例子,可以使用上述材料。

[0149] [电子注入层]

电子注入层115a是包含电子注入性高的物质的层。例如,在图2所示的发光器件中,通过真空蒸镀法在电子传输层114a上形成电子注入层115a。

[0150] 作为电子注入层115a,可以使用氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙( $\text{CaF}_2$ )、以及锂氧化物( $\text{LiO}_x$ )等碱金属、碱土金属、或它们的化合物。此外,可以使用氟化铒( $\text{ErF}_3$ )等稀土金属化合物。另外,也可以将电子盐(electride)用于电子注入层115a。作为电子盐,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。另外,也可以使用如上所述的构成电子传输层114a的物质。

[0151] 此外,也可以将包含电子传输性材料和供体性材料(电子给予性材料)的复合材料用于电子注入层115a。这种复合材料的电子注入性和电子传输性优异,因电子供体而在有机化合物中产生电子。在该情况下,有机化合物优选为在将产生的电子传输方面优良的材料。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114a的电子传输性材料(金属配合物、杂芳族化合物等)。作为电子供体,只要使用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、碱土金属和稀土金属,可以举出锂、铯、镁、钙、铷、镱等。另外,优选使用碱金属氧化物或碱土金属氧化物,例如可以举出锂氧化物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,可以使用氧化镁等路易斯碱。另外,也可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。

[0152] 注意,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。

[0153] (实施方式2)

在本实施方式中,参照图3及图4说明本发明的一个方式的发光装置的结构。

[0154] 图3是说明本发明的一个方式的发光装置的结构图。图3A是本发明的一个方式的发光装置的俯视图,图3B是沿着图3A的截断线X1-Y1及截断线X2-Y2的发光装置的截面图。

[0155] 图4是说明本发明的一个方式的发光装置的结构图。图4A是本发明的一个方式的发光装置的俯视图,图4B是沿着图4A的截断线A-A'的发光装置的截面图。

[0156] <发光装置的结构例子1>

可以将图3A至图3C所示的发光装置例如用于照明装置。发光装置也可以具有底部发射结构、顶部发射结构或双面发射结构。

[0157] 图3B所示的发光装置包括衬底490a、衬底490b、导电层406、导电层416、绝缘层405、有机EL器件450(第一电极401、EL层402及第二电极403)及粘合层407。可以将有机EL器件450称为发光元件、有机EL元件、发光器件等。EL层402在发光层中作为发光性有机化合物优选包含实施方式1所示的有机金属配合物。

[0158] 有机EL器件450包括衬底490a上的第一电极401、第一电极401上的EL层402、EL层402上的第二电极403。由衬底490a、粘合层407及衬底490b密封有机EL器件450。

[0159] 第一电极401、导电层406及导电层416的端部由绝缘层405覆盖。导电层406与第一电极401电连接,而导电层416与第二电极403电连接。将隔着第一电极401由绝缘层405覆盖的导电层406用作辅助布线,并且该导电层406与第一电极401电连接。当包括与有机EL器件450的电极电连接的辅助布线时,能够抑制起因于电极的电阻的电压下降,所以是优选的。导电层406也可以设置在第一电极401上。另外,也可以在绝缘层405上等设置有与第二电极403电连接的辅助布线。

[0160] 衬底490a及衬底490b可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石以及有机树脂等。通过将具有柔性的材料用于衬底490a及衬底490b,可以提高显示装置的柔性。

[0161] 发光装置的发光面也可以配置有用来提高光提取效率的光提取结构、抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、冲击吸收层等。

[0162] 作为可用于绝缘层405的绝缘材料,例如可以举出丙烯酸树脂或环氧树脂等树脂、无机绝缘材料如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0163] 作为粘合层407,可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂、厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂、EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)树脂等。尤其优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。另外,也可以使用两液混合型树脂。此外,也可以使用粘合薄片等。

[0164] 图3C所示的发光装置包括阻挡层490c、导电层406、导电层416、绝缘层405、有机EL器件450、粘合层407、阻挡层423及衬底490b。

[0165] 图3C所示的阻挡层490c包括衬底420、粘合层422及阻挡性高的绝缘层424。

[0166] 在图3C所示的发光装置中,阻挡性高的绝缘层424与阻挡层423之间配置有有机EL器件450。因此,即使将防水性较低的树脂薄膜等用于衬底420及衬底490b,也可以抑制水等杂质进入有机EL器件而导致寿命降低。

[0167] 作为衬底420及衬底490b,例如可以使用如下材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚醚砜(PES)树脂、聚酰胺树脂(尼龙、芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯(PTFE)树脂、ABS树脂以及纤维素纳米纤维等。衬底420及衬底490b也可以使用其厚度为具有柔性程度的玻璃。

[0168] 作为阻挡性高的绝缘层424优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜,例如可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜等无机绝缘膜。此外,也可以使用氧化钪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜及氧化钕膜等。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0169] 阻挡层423优选包括至少一个无机膜。例如,阻挡层423可以采用无机膜的单层结构或者无机膜和有机膜的叠层结构。作为无机膜,上述无机绝缘膜是优选的。作为该叠层结构,例如,可以举出依次形成氧氮化硅膜、氧化硅膜、有机膜、氧化硅膜、氮化硅膜的结构等。通过作为保护层采用无机膜和有机膜的叠层结构,可以适当地抑制有可能进入有机EL器件450的杂质(典型的是,氢、水等)。

[0170] 阻挡性高的绝缘层424及有机EL器件450可以直接形成在具有柔性的衬底420上。此时,不需要粘合层422。另外,绝缘层424及有机EL器件450可以在隔着剥离层形成在刚性衬底上之后转置到衬底420。例如,可以通过对剥离层施加热、力量以及激光等,从刚性衬底剥离绝缘层424及有机EL器件450,然后利用粘合层422贴合衬底420,由此将绝缘层424及有机EL器件450转置到衬底420。作为剥离层,例如可以使用包括钨膜及氧化硅膜的无机膜的叠层或者聚酰亚胺等有机树脂膜等。当利用刚性衬底时,与树脂衬底等相比,可以以更高的温度形成绝缘层424,所以可以实现致密且阻挡性极高的绝缘层424。

[0171] <发光装置的结构例子2>

本发明的一个方式的发光装置也可以是无源矩阵型发光装置或有源矩阵型发光装置。使用图4对有源矩阵型发光装置进行说明。

[0172] 图4A、图4B所示的有源矩阵型发光装置包括像素部302、电路部303、电路部304a及电路部304b。

[0173] 电路部303、电路部304a及电路部304b可以被用作扫描线驱动电路(栅极驱动器)或信号线驱动电路(源极驱动器)。或者,也可以是电连接外置的栅极驱动器或源极驱动器与像素部302的电路。

[0174] 在第一衬底301上设置有引线307。引线307与作为外部输入端子的FPC308电连接。FPC308对电路部303、电路部304a及电路部304b传递来自外部的信号(例如,视频信号、时钟信号、起始信号或复位信号等)或电位。此外,FPC308也可以安装有印刷线路板(PWB)。可以将图4A及图4B所示的结构称为包括发光器件(或发光装置)及FPC的发光模块。

[0175] 像素部302包括包含有机EL器件317、晶体管311及晶体管312的多个像素。晶体管312与有机EL器件317所包括的第一电极313电连接。晶体管311被用作开关用晶体管。晶体管312被用作电流控制用晶体管。注意,对各像素所包括的晶体管的个数没有特别的限制,可以根据需要适当地设置。

[0176] 电路部303包括晶体管309、晶体管310等多个晶体管。电路部303既可以由包含单极性(N型和P型中的任一个)晶体管的电路形成,也可以由包含N型晶体管及P型晶体管的CMOS电路形成。此外,也可以采用外部具有驱动电路的结构。

[0177] 对本实施方式的发光装置所包括的晶体管结构没有特别的限制。例如可以使用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,还可以采用顶栅型或底栅型的晶体管结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置有栅极。

[0178] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体或

具有结晶性的半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用具有结晶性的半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0179] 晶体管的半导体层优选使用金属氧化物(氧化物半导体)。此外,晶体管的半导体层也可以包含硅。作为硅,可以举出非晶硅、结晶硅(低温多晶硅、单晶硅等)等。

[0180] 例如,半导体层优选包含铟、M(M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钐、钐、钐或镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钇和锡中的一种或多种。

[0181] 尤其是,作为半导体层,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(IGZO)。

[0182] 当半导体层为In-M-Zn氧化物时,优选用来形成In-M-Zn氧化物的溅射靶材中的In的原子数比为M的原子数比以上。作为这种溅射靶材的金属元素的原子数比,可以举出In:M:Zn=1:1:1、In:M:Zn=1:1:1.2、In:M:Zn=2:1:3、In:M:Zn=3:1:2、In:M:Zn=4:2:3、In:M:Zn=4:2:4.1、In:M:Zn=5:1:6、In:M:Zn=5:1:7、In:M:Zn=5:1:8、In:M:Zn=6:1:6、In:M:Zn=5:2:5等。

[0183] 电路部303、电路部304a及电路部304b所包括的晶体管和像素部302所包括的晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。电路部303、电路部304a及电路部304b所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。与此同样,像素部302所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。

[0184] 第一电极313的端部由绝缘层314覆盖。绝缘层314可以使用负型感光树脂或正型感光树脂(丙烯酸树脂)等有机化合物或者氧化硅、氮化硅、氮化硅等无机化合物。绝缘层314的上端部或下端部优选有具有曲率的曲面。由此,可以使形成在绝缘层314上的膜具有良好的覆盖性。

[0185] 第一电极313上设置有EL层315,EL层315上设置有第二电极316。EL层315具有发光层、空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、电荷产生层等。

[0186] 多个晶体管及多个有机EL器件317由第一衬底301、第二衬底306及密封剂305密封。由第一衬底301、第二衬底306及密封剂305围绕的空间318也可以填充有惰性气体(氮或氩等)或有机物(包括密封剂305)。

[0187] 可以将环氧类树脂或玻璃粉用作密封剂305。另外,作为密封剂305,优选使用尽量未使水分和氧透过的材料。从粘合性的观点来看,在作为密封剂使用玻璃粉的情况下,作为第一衬底301及第二衬底306优选使用玻璃衬底。

[0188] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0189] (实施方式3)

在本实施方式中,参照图5说明能够使用本发明的一个方式的发光器件的电子设备。

[0190] 图5A是以手指静脉为对象的生物识别系统,该生物识别系统包括框体911、光源912、检测台913等。通过在检测台913上放置手指,可以拍摄静脉形状。检测台913的上方设置有发射近红外光的光源912,检测台913的下方设置有摄像装置914。检测台913由使近红外光透过的材料构成,可以利用摄像装置914拍摄从光源912照射且透过手指的近红外光。此外,也可以在检测台913和摄像装置914之间设置光学系统。可以将上述机器的结构还用于以掌静脉为对象的生物识别系统。

[0191] 可以将本发明的一个方式的发光器件用于光源912。本发明的一个方式的发光器件可以以弯曲形状设置,可以向对象物高均匀地照射光。尤其是,优选为发射在760nm以上且900nm以下的波长中具有最强的峰值强度的近红外光的发光器件。通过接收透过手指或手掌等的光并进行成像,可以检测出静脉位置。将该作用用作生物识别。另外,通过与全局快门方式组合,即使被摄体移动,也可以进行精度高的检测。

[0192] 另外,光源912可以包括如图5B所示的发光部915、916、917那样的多个发光部。发光部915、916、917各自所发射的光的波长可以不同。另外,发光部915、916、917也可以以不同时序照射光。因此,通过改变照射光的波长或角度可以连续地拍摄不同图像,可以将多个图像用于识别来实现高安全性。

[0193] 图5C是以掌静脉为对象的生物识别系统,该生物识别系统包括框体921、操作按钮922、检测部923以及发射近红外光的光源924等。通过在检测部923上刷手,可以检测出掌静脉的形状。另外,可以利用操作按钮输入密码等。检测部923的周围配置有光源924,向对象物(手掌)照射光。然后,被对象物反射的光入射到检测部923。可以将本发明的一个方式的发光器件用于光源924。检测部923正下配置有摄像装置925,可以捕捉到对象物的图像(手掌的全体图)。此外,也可以在检测部923和摄像装置925之间设置光学系统。可以将上述机器的结构还用于以手指静脉为对象的生物识别系统。

[0194] 图5D是无损检测设备,该无损检测设备包括框体931、操作面板932、传送机构933、显示器934、检测单元935、发射近红外光的光源938等。可以将本发明的一个方式的发光器件用于光源938。用传送机构933将被检测构件936传送到检测单元935正下。近红外光从光源938照射到被检测构件936,利用设置在检测单元935中的摄像装置937拍摄该透过光。所拍摄的图像显示在显示器934上。然后,将被检测构件936传送到框体931的出口,分类并回收次品。通过利用近红外光进行拍摄,可以以无损的方式高速地检测出被检测构件中的缺陷或异物等不良要素。

[0195] 图5E是移动电话机,该移动电话机包括框体981、显示部982、操作按钮983、外部连接接口984、扬声器985、麦克风986、第一摄像头987及第二摄像头988等。该移动电话机在显示部982中具有触摸传感器。框体981及显示部982具有柔性。通过用手指或触屏笔等触摸显示部982可以进行打电话或输入文字等各种操作。可以利用第一摄像头987取得可见光图像,可以利用第二摄像头988取得红外光图像(近红外光图像)。图5E所示的移动电话机或显示部982也可以包括本发明的一个方式的发光器件。

[0196] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

#### [实施例1]

[0197] 在本实施例中,使用图6及图8至图13说明本发明的一个方式的发光器件1的结构、制造方法及特性。

[0198] 在本实施例中制造的发光器件1包括中间层816、发光单元802a、发光单元802b、电极801及电极803,并具有发射光的功能(参照图6)。

[0199] 中间层816具有夹在发光单元802a和发光单元802b之间的区域,中间层816具有将电子供应给发光单元802a和发光单元802b中的一个且将空穴供应给发光单元802a和发光单元802b中的另一个的功能。

[0200] 发光单元802a具有夹在电极801和中间层816之间的区域,发光单元802a包括发光

层813a。另外,发光层813a包含第一发光材料。将双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-2-苯并[g]喹啉-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ<sup>2</sup>O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)])(结构式(100))用于第一发光材料。将在参考例子中说明[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]的合成例子。

[0201] 发光单元802b具有夹在中间层816和电极803之间的区域,发光单元802b包括发光层813b。另外,发光层813b也包含第一发光材料。发光层813b与发光层813a之间有距离D1。距离D1为5nm以上且65nm以下。在发光器件1中,距离D1为(15+0.1+5+10)nm=30.1nm(参照表1)。

[0202] 制造的发光器件1所发射的光的光谱的极大位于波长802nm处(参照图13)。(6.3×10<sup>-3</sup>)×802nm为5.05nm,并且(81.3×10<sup>-3</sup>)×802nm为65.2nm。因此,距离D1(=30.1nm)包括在5.05nm以上且65.2nm以下的范围内。

[0203] 电极801的波长802nm下的反射率比电极803高。另外,电极803的波长802nm下的透过率比电极801高,使光的一部分透过而反射光的另一部分。

[0204] 电极803与电极801之间有距离D2。距离D2乘以1.8而得的值包括在波长802nm的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内。发光器件1包括反射性第一膜,反射性第一膜与发光层813a夹着具有透光性的导电膜。具体而言,包括银(Ag)、钯(Pd)和铜(Cu)的合金(Ag-Pd-Cu(APC))膜,该APC膜与发光层813a夹着10nm的ITS0。在该结构中,距离D2为(10+20+20+15+15+0.1+5+10+15+20+45+1)nm=176.1nm。因此,距离D2(=176.1nm)乘以1.8而得的值为(1.8×176.1=)316.98nm,该值包括在(0.3×802=)240.6nm以上且(0.6×802=)481.2nm以下的范围内。

[0205] 另外,第一发光材料在溶液中呈现其极大位于波长PL1处的发射光谱,波长EL1与第二波长PL1之间有100nm以下的差。

[0206] 用于第一发光材料的[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]在二氯甲烷溶液中呈现其极大位于波长807nm处的发射光谱(参照图28)。因此,发光器件1所发射的光的光谱中的极大波长802nm与在溶液中观察到的第一发光材料的发射光谱的极大波长807nm之间有5nm的差。

[0207] 表1示出发光器件1的具体结构。另外,下面示出在本实施例中使用的材料的化学式。

[0208] [表1]

发光器件 1	第一电极		→		
	801				
	APC (100 nm)	ITSO (10 nm)			

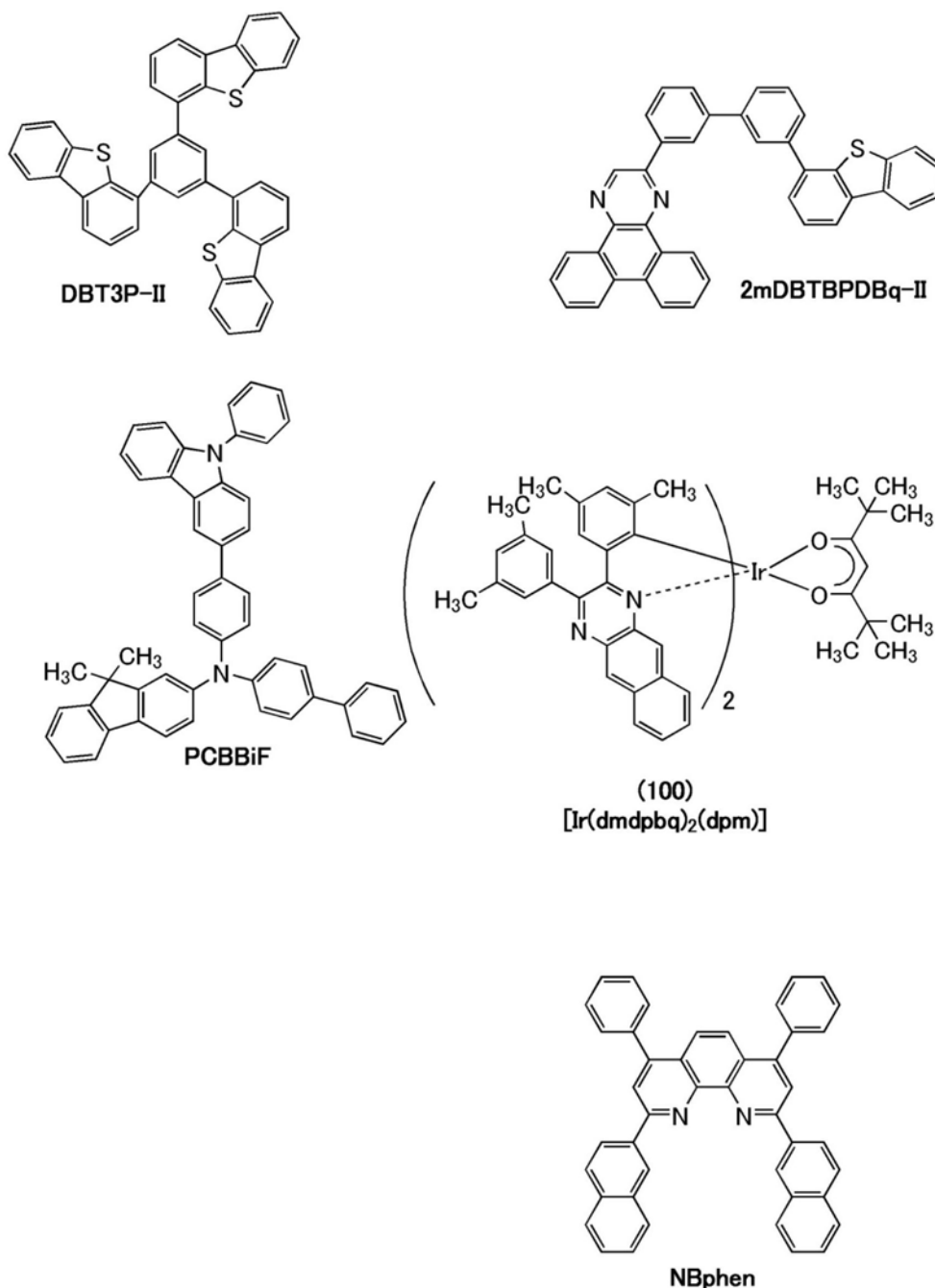
→	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层	电子注入层	→
	811a	812a	813a	814a	815a	
	DBT3P-II:MoOx (2:1 20 nm)	PCBBiF (20 nm)	*	NBphen (15 nm)	Li <sub>2</sub> O (0.1 nm)	

→	中间层	空穴传输层	发光层	电子传输层	电子注入层	→
	816	812b	813b	814b	815b	
	DBT3P-II:MoOx (2:1 5 nm)	PCBBiF (10 nm)	*	2mDBTBPD Bq-II (20 nm)	NBphen (45 nm) LiF (1 nm)	

→	第二电极	缓冲层
	803	804
	Ag:Mg (10:1 30 nm)	DBT3P-II (100 nm)

\*2mDBTBPD Bq-II:PCBBiF:[Ir (dmdpbq)<sub>2</sub> (dpm)] (0.7:0.3:0.1 15nm)  
[0209] [化学式1]





#### [0210] <<发光器件1的制造>>

如图6所示,本实施例所示的发光器件1具有如下结构:衬底800上形成有第一电极801,第一电极801上依次层叠有发光单元802a(空穴注入层811a、空穴传输层812a、发光层813a、电子传输层814a及电子注入层815a)、中间层816及发光单元802b(空穴传输层812b、发光层813b、电子传输层814b及电子注入层815b),且发光单元802b上层叠有第二电极803。

[0211] 首先,在衬底800上形成第一电极801。电极面积为 $4\text{mm}^2$  ( $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ )。作为衬底800使用玻璃衬底。第一电极801通过如下方法形成:首先,利用溅射法以100nm的厚度形成银(Ag)、钯(Pd)及铜(Cu)的合金膜(Ag-Pd-Cu(APC)膜),然后利用溅射法以10nm的厚度形成ITO膜来形成。注意,在本实施例中,第一电极801被用作阳极。

[0212] 在此,作为预处理,用水对衬底的表面进行洗涤,以200℃焙烧1小时,然后进行UV

臭氧处理370秒。此后,将衬底引入到其内部被减压到 $10^{-4}$ Pa左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧,然后冷却衬底30分钟左右。

[0213] 接着,在第一电极801上形成空穴注入层811a。在真空蒸镀装置内被减压到 $10^{-4}$ Pa之后,将1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)苯(简称:DBT3P-II)和氧化钼以DBT3P-II:氧化钼=2:1(重量比)且厚度为20nm的方式共蒸镀,来形成空穴注入层811a。

[0214] 接着,在空穴注入层811a上形成空穴传输层812a。使用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)以厚度为20nm的方式进行共蒸镀,来形成空穴传输层812a。

[0215] 接着,在空穴传输层812a上形成发光层813a。作为主体材料使用2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDq-II),作为辅助材料使用PCBBiF,作为客体材料(磷光材料)使用双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-2-苯并[g]喹喔啉- $\kappa$ N]苯基- $\kappa$ C}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮- $\kappa^2$ O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)])(结构式(100)),以重量比为2mDBTBPDq-II:PCBBiF:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]=0.7:0.3:0.1的方式共蒸镀。在此,将其厚度设定为15nm。

[0216] 接着,在发光层813a上形成电子传输层814a。通过以厚度为15nm的方式依次蒸镀2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBphen),来形成电子传输层814a。

[0217] 接着,在电子传输层814a上形成电子注入层815a。电子注入层815a通过以厚度为0.1nm的方式蒸镀氧化锂(Li<sub>2</sub>O)而形成。

[0218] 接着,在电子注入层815a上形成中间层816。将DBT3P-II和氧化钼以DBT3P-II:氧化钼=2:1(重量比)且厚度为5nm的方式共蒸镀,来形成中间层816。

[0219] 接着,在中间层816上形成空穴传输层812b。使用PCBBiF以厚度为10nm的方式进行蒸镀,来形成空穴传输层812b。

[0220] 接着,在空穴传输层812b上形成发光层813b。作为主体材料使用2mDBTBPDq-II,作为辅助材料使用PCBBiF,作为客体材料使用[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)],以重量比为2mDBTBPDq-II:PCBBiF:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]=0.7:0.3:0.1的方式进行共蒸镀。在此,将其厚度设定为15nm。

[0221] 接着,在发光层813b上形成电子传输层814b。通过将2mDBTBPDq-II和NBphen分别以厚度为20nm和45nm的方式依次蒸镀,来形成电子传输层814b。

[0222] 接着,在电子传输层814b上形成电子注入层815b。电子注入层815b通过以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)而形成。

[0223] 接着,在电子注入层815b上形成第二电极803。将银(Ag)和镁(Mg)以Ag:Mg=10:1(体积比)且厚度为30nm的方式共蒸镀,来形成第二电极803。在本实施例中,第二电极803被用作阴极。

[0224] 接着,在第二电极803上形成缓冲层804。缓冲层804通过以厚度为100nm的方式蒸镀DBT3P-II而形成。

[0225] 通过上述工序在衬底800上形成发光器件1。另外,在上述制造方法的蒸镀过程中,都利用电阻加热法进行蒸镀。

[0226] 另外,使用另一衬底(未图示)密封如上所述那样制成的发光器件。当使用另一衬

底(未图示)进行密封时,在氮气氛的手套箱内将涂敷有因紫外线而固化的粘合剂的另一衬底(未图示)固定于衬底800上,并以粘合剂附着于形成在衬底800上的发光器件的周围的方式将衬底彼此粘合。在密封时,以 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 照射365nm的紫外光而使粘合剂固化,并且以 $80^\circ\text{C}$ 进行1小时的热处理,由此使粘合剂稳定。

[0227] 另外,发光器件1采用微腔谐振器结构。以一对反射电极(APC膜与Ag:Mg膜)之间的光学距离相对于客体材料的发光的最大峰值波长大约为 $1/2$ 波长的方式制造发光元件1。

[0228] <<发光器件1的工作特性>>

对发光器件1的工作特性进行测量。注意,在室温(保持为 $25^\circ\text{C}$ 的气氛)下进行测量。

[0229] 图8示出发光器件1的电流密度-辐射度特性。图9示出发光器件1的电压-电流密度特性。图10示出发光器件1的电流密度-辐射通量特性。图11示出发光器件1的电压-辐射度特性。图12示出发光器件1的电流密度-外部量子效率特性。注意,将发光器件的配光特性假设为兰伯特型,使用辐射亮度算出辐射度、辐射通量及外部量子效率。

[0230] 表2示出 $8.9\text{W}/\text{sr}/\text{m}^2$ 附近的发光器件1的主要初始特性值。

[0231] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	辐射亮度 ( $\text{W}/\text{sr}/\text{m}^2$ )	辐射通 量(mW)	外部量子 效率(%)
发光 器件 1	6.8	0.45	11	8.9	0.11	16

[0232] 如图8至图12及表2所示,可知发光器件1呈现良好的特性。例如,在同一电流密度的条件下,发光器件1以高于后述的发光器件2及发光器件3的辐射亮度发光。另外,例如,在同一电流密度的条件下,发光器件1的外部量子效率比发光器件2及发光器件3高。另外,例如,在同一电流密度的条件下,发光器件1的驱动电压比发光器件3低。

[0233] 另外,图13示出以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度使电流流过发光器件1时的发射光谱。利用近红外分光辐射亮度计(SR-NIR,拓普康公司制造)进行发射光谱的测量。如图13所示,发光器件3呈现在802nm附近具有最大峰的发射光谱,该发射光谱来源于发光层813a及发光层831b所包含的 $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$ 。

[0234] 此外,由于采用微腔谐振器结构引起发射光谱变窄,其半宽示为35nm。发光器件1高效地发射760nm以上且900nm以下的光,因此可以说作为用作传感器等的光源的效果较高。

[0235] (参考例子1)

在本参考例子中,使用图7A及图14至图19说明所制造的发光器件2的结构、制造方法及特性。

[0236] 本参考例子中制造的发光器件2包括发光单元802、电极801及电极803,并具有发射光的功能(参照图7)。注意,发光器件2的与发光器件1不同之处在于:发光单元的个数为一个。

[0237] 发光单元802具有夹在电极801和电极803之间的区域,发光单元802包括发光层813。另外,发光层813包含第一发光材料。将 $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$ 用于第一发光材料。

[0238] 制造的发光器件2所发射的光的光谱的极大位于波长798nm处(参照图19)。

[0239] 表3示出发光器件2的具体结构。

[0240] [表3]

发光 器件 2	第一电极					
	APC (100 nm)	ITSO (10 nm)				
		空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层	电子注入层
		DBT3P-II:MoOx (2:1 25 nm)	PCBBiF (20 nm)	*	2mDBTBPDq-II (20 nm)	NBphen (75 nm)
						LiF (1 nm)
		第二电极	缓冲层			
		Ag:Mg (10:1 30 nm)	DBT3P-II (100 nm)			

\*2mDBTBPDq-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$  (0.7:0.3:0.1 40nm)

[0241] <<发光器件2的制造>>

如图7A所示,本实施例所示的发光器件2具有如下结构:衬底800上形成有第一电极801,第一电极801上依次层叠有空穴注入层811、空穴传输层812、发光层813、电子传输层814及电子注入层815,且电子注入层815上层叠有第二电极803。

[0242] 首先,在衬底800上形成第一电极801。电极面积为 $4\text{mm}^2$  ( $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ )。作为衬底800使用玻璃衬底。另外,第一电极801通过如下方法形成:首先,利用溅射法以100nm的厚度形成银(Ag)、钯(Pd)及铜(Cu)的合金膜(Ag-Pd-Cu(APC)膜),然后利用溅射法以10nm的厚度形成ITSO膜来形成。注意,在本实施例中,第一电极801被用作阳极。

[0243] 在此,作为预处理,用水对衬底的表面进行洗涤,以200℃焙烧1小时,然后进行UV臭氧处理370秒。此后,将衬底引入到其内部被减压到 $10^{-4}\text{Pa}$ 左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧,然后冷却衬底30分钟左右。

[0244] 接着,在第一电极801上形成空穴注入层811。在真空蒸镀装置内被减压到 $10^{-4}\text{Pa}$ 之后,将DBT3P-II和氧化钼以DBT3P-II:氧化钼=2:1(重量比)且厚度为25nm的方式共蒸镀,来形成空穴注入层811。

[0245] 接着,在空穴注入层811上形成空穴传输层812。使用PCBBiF以厚度为20nm的方式

进行蒸镀,来形成空穴传输层812。

[0246] 接着,在空穴传输层812上形成发光层813。作为主体材料使用2mDBTBPD<sub>Bq</sub>-II,作为辅助材料使用PCBBiF,作为客体材料使用[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)],以重量比为2mDBTBPD<sub>Bq</sub>-II:PCBBiF:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]=0.7:0.3:0.1的方式进行共蒸镀。在此,将其厚度设定为40nm。

[0247] 接着,在发光层813上形成电子传输层814。通过将2mDBTBPD<sub>Bq</sub>-II和NBphen分别以厚度为20nm和75nm的方式依次蒸镀,来形成电子传输层814。

[0248] 接着,在电子传输层814上形成电子注入层815。电子注入层815通过以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)而形成。

[0249] 接着,在电子注入层815上形成第二电极803。将银(Ag)和镁(Mg)以Ag:Mg=10:1(体积比)且厚度为30nm的方式共蒸镀,来形成第二电极803。在本实施例中,第二电极803被用作阴极。

[0250] 接着,在第二电极803上形成缓冲层804。缓冲层804通过以厚度为100nm的方式蒸镀DBT3P-II而形成。

[0251] 通过上述工序在衬底800上形成发光器件2。另外,在上述制造方法的蒸镀过程中,都利用电阻加热法进行蒸镀。

[0252] 另外,使用另一衬底(未图示)密封发光器件2。密封方法与发光器件1相同,可以参照实施例1。

[0253] <<发光器件2的工作特性>>

对发光器件2的工作特性进行测量。注意,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0254] 图14示出发光器件2的电流密度-辐射度特性。图15示出发光器件2的电压-电流密度特性。图16示出发光器件2的电流密度-辐射通量特性。图17示出发光器件2的电压-辐射度特性。图18示出发光器件2的电流密度-外部量子效率特性。注意,将发光器件的配光特性假设为兰伯特型,使用辐射亮度算出辐射度、辐射通量及外部量子效率。

[0255] 表4示出4.9W/sr/m<sup>2</sup>附近的发光器件2的主要初始特性值。

[0256] [表4]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	辐射亮度 (W/sr/m <sup>2</sup> )	辐射通量(mW)	外部量子效率(%)
发光器件 2	4.0	0.42	10	4.9	0.062	9.6

[0257] 另外,图19示出以10mA/cm<sup>2</sup>的电流密度使电流流过发光器件2时的发射光谱。利用近红外分光辐射亮度计(SR-NIR,拓普康公司制造)进行发射光谱的测量。

[0258] (参考例子2)

在本参考例子中,使用图7B及图20至图25说明所制造的发光器件3的结构、制造方法及特性。

[0259] 在本参考例子中制造的发光器件3包括中间层816、发光单元802a、发光单元802b、电极801及电极803,并具有发射光的功能(参照图7B)。发光器件3的与发光器件1不同之处在于:发光层813b和发光层813a之间的距离比发光器件1长。另外,发光器件3的与发光器件1不同之处在于:电极801和电极803之间的距离比发光器件1长。

[0260] 中间层816具有夹在发光单元802a和发光单元802b之间的区域,中间层816具有将电子供应给发光单元802a和发光单元802b中的一个且将空穴供应给发光单元802a和发光单元802b中的另一个的功能。

[0261] 发光单元802a具有夹在电极801和中间层816之间的区域,发光单元802a包括发光层813a。另外,发光层813a包含第一发光材料。

[0262] 发光单元802b具有夹在中间层816和电极803之间的区域,发光单元802b包括发光层813b。另外,发光层813b也包含第一发光材料。发光层813b与发光层813a之间有距离D1。在发光器件3中,距离D1为 $(20+90+0.1+2+10+60)\text{ nm}=182.1\text{ nm}$ (参照表5)。

[0263] 制造的发光器件2所发射的光的光谱的极大位于波长799nm处(参照图25)。

[0264] 电极801的波长EL1下的反射率比电极803高。另外,电极803的波长EL1下的透过率比电极801高,使光的一部分透过而反射光的另一部分。

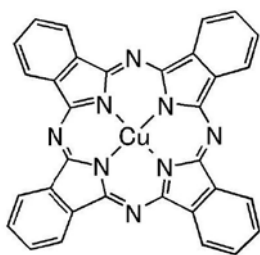
[0265] 表5示出在本参考例子中使用的发光器件3的具体结构。另外,下面示出在本参考例子中使用的材料的化学式。

[0266] [表5]

发光器件 3	第一电极							
	APC (100 nm)	ITSO (10 nm)						
		空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	
		DBT3P-II:MoOx (2:1 10 nm)	PCBBiF (30 nm)	*	2mDBTBPDBq-II (20 nm)	NBphen (90 nm)	Li <sub>2</sub> O (0.1 nm)	
		中间层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	
		CuPc (2 nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 10 nm)	PCBBiF (60 nm)	*	2mDBTBPDBq-II (20 nm)	NBphen (65 nm)	LiF (1 nm)
		第二电极	缓冲层					
		Ag:Mg (10:1 20 nm)	DBT3P-II (110 nm)					

\*2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)](0.7:0.3:0.1 40nm)

[0267] [化学式2]



CuPc

## [0268] &lt;&lt;发光器件3的制造&gt;&gt;

如图7B所示,本实施例所示的发光器件3具有如下结构:衬底800上形成有第一电极801,第一电极801上依次层叠有发光单元802a(空穴注入层811a、空穴传输层812a、发光层813a、电子传输层814a及电子注入层815a)、中间层816及发光单元802b(空穴注入层811b、空穴传输层812b、发光层813b、电子传输层814b及电子注入层815b),且发光单元802b上层叠有第二电极803。

[0269] 首先,在衬底800上形成第一电极801。电极面积为 $4\text{mm}^2$  ( $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ )。作为衬底800使用玻璃衬底。另外,第一电极801通过如下方法形成:首先,利用溅射法以100nm的厚度形成银(Ag)、钯(Pd)及铜(Cu)的合金膜(Ag-Pd-Cu(APC)膜),然后利用溅射法以10nm的厚度形成ITO膜来形成。注意,在本实施例中,第一电极801被用作阳极。

[0270] 在此,作为预处理,用水对衬底的表面进行洗涤,以 $200^\circ\text{C}$ 焙烧1小时,然后进行UV臭氧处理370秒。此后,将衬底引入到其内部被减压到 $10^{-4}\text{Pa}$ 左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中在 $170^\circ\text{C}$ 的温度下进行30分钟的真空焙烧,然后冷却衬底30分钟左右。

[0271] 接着,在第一电极801上形成空穴注入层811a。在真空蒸镀装置内被减压到 $10^{-4}\text{Pa}$ 之后,将DBT3P-II和氧化钼以DBT3P-II:氧化钼=2:1(重量比)且厚度为10nm的方式共蒸镀,来形成空穴注入层811a。

[0272] 接着,在空穴注入层811a上形成空穴传输层812a。使用PCBBiF以厚度为30nm的方式进行共蒸镀,来形成空穴传输层812a。

[0273] 接着,在空穴传输层812a上形成发光层813a。作为主体材料使用2mDBTBPDQ-II,作为辅助材料使用PCBBiF,作为客体材料(磷光材料)使用有机金属配合物 $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$ ,以重量比为2mDBTBPDQ-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$ =0.7:0.3:0.1的方式进行共蒸镀。在此,将其厚度设定为40nm。

[0274] 接着,在发光层813a上形成电子传输层814a。通过将2mDBTBPDQ-II和NBphen分别以厚度为20nm和90nm的方式依次蒸镀,来形成电子传输层814a。

[0275] 接着,在电子传输层814a上形成电子注入层815a。电子注入层815a通过以厚度为0.1nm的方式蒸镀氧化锂( $\text{Li}_2\text{O}$ )而形成。

[0276] 接着,在电子注入层815a上形成中间层816。使用铜酞菁(CuPc)以厚度为2nm的方式进行蒸镀,来形成中间层816。

[0277] 接着,在中间层816上形成空穴注入层811b。将DBT3P-II和氧化钼以DBT3P-II:氧化钼=2:1(重量比)且厚度为10nm的方式共蒸镀,来形成空穴注入层811b。

[0278] 接着,在空穴注入层811b上形成空穴传输层812b。使用PCBBiF以厚度为60nm的方式进行蒸镀,来形成空穴传输层812b。

[0279] 接着,在空穴传输层812b上形成发光层813b。作为主体材料使用2mDBTBPDQ-II,作为辅助材料使用PCBBiF,作为客体材料(磷光材料)使用本发明的一个方式的有机金属配合物 $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$ ,以重量比为2mDBTBPDQ-II:PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]=0.7:0.3:0.1$ 的方式进行共蒸镀。在此,将其厚度设定为40nm。

[0280] 接着,在发光层813b上形成电子传输层814b。通过将2mDBTBPDQ-II和NBphen分别以厚度为20nm和65nm的方式依次蒸镀,来形成电子传输层814b。

[0281] 接着,在电子传输层814b上形成电子注入层815b。电子注入层815b通过以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)而形成。

[0282] 接着,在电子注入层815b上形成第二电极803。将银(Ag)和镁(Mg)以Ag:Mg=10:1(体积比)且厚度为20nm的方式共蒸镀,来形成第二电极803。在本实施例中,第二电极803被用作阴极。

[0283] 接着,在第二电极803上形成缓冲层804。缓冲层804通过以厚度为110nm的方式蒸镀DBT3P-II而形成。

[0284] 通过上述工序在衬底800上形成发光器件3。另外,在上述制造方法的蒸镀过程中,都利用电阻加热法进行蒸镀。

[0285] 另外,使用另一衬底(未图示)密封发光器件3。密封方法与发光器件1相同,可以参照实施例1。

[0286] 另外,发光器件3采用微腔谐振器结构。以一对反射电极(APC膜与Ag:Mg膜)之间的光学距离相对于客体材料的发光的最大峰值波长大约为1波长的方式制造发光器件3。

[0287] <<发光器件3的工作特性>>

对发光器件3的工作特性进行测量。注意,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0288] 图20示出发光器件3的电流密度-辐射度特性。图21示出发光器件3的电压-电流密度特性。图22示出发光器件3的电流密度-辐射通量特性。图23示出发光器件3的电压-辐射度特性。图24示出发光器件3的电流密度-外部量子效率特性。注意,将发光器件的配光特性假设为兰伯特型,使用辐射亮度算出辐射度、辐射通量及外部量子效率。

[0289] 表6示出6.8W/sr/m<sup>2</sup>附近的发光器件3的主要初始特性值。

[0290] [表6]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	辐射亮度 (W/sr/m <sup>2</sup> )	辐射通量(mW)	外部量子效率(%)
发光器件3	8.8	0.42	11	6.8	0.09	13

[0291] 另外,图25示出以10mA/cm<sup>2</sup>的电流密度使电流流过发光器件3时的发射光谱。利用近红外分光辐射亮度计(SR-NIR,拓普康公司制造)进行发射光谱的测量。



## [实施例2]

[0292] 在本实施例中,使用图26及图27说明本发明的一个方式的发光器件11至发光器件20的结构、使用计算值的计算及计算结果。

[0293] 图26是说明本发明的一个方式的发光器件及参考例子的器件的结构图。

[0294] 图27是说明本发明的一个方式的发光器件及参考例子的器件的计算结果的图。具体而言,说明依赖于两个发光层间的距离D1而外部量子效率变化的样子的图。

[0295] <发光器件的结构例子>

本发明的一个方式的发光器件包括中间层104、发光单元103a、发光单元103b、电极101及电极102,并具有发射光的功能(参照图26)。

[0296] 中间层104具有将电子供应给发光单元103a和发光单元103b中的一个且将空穴供应给发光单元103a和发光单元103b中的另一个的功能。

[0297] <<发光层113a>>

发光单元103a具有夹在电极101和中间层104之间的区域。发光单元103a包括发光层113a,发光层113a包含第一发光材料。在本实施例中,将发光层113a的厚度设定为10nm,将[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]用于第一发光材料。

[0298] <<发光层113b>>

发光单元103b具有夹在中间层104和电极102之间的区域。发光单元103b包括发光层113b,发光层113b包含第二发光材料。在本实施例中,将发光层113b的厚度设定为10nm,将与第一发光材料相同的材料用于第二发光材料。

[0299] 本发明的一个方式的发光器件发射呈现其极大位于波长EL1处的光谱的光。在本实施例中,发射呈现其极大位于800nm附近的光谱的光。

[0300] <<电极101>>

电极101的波长EL1下的反射率比电极102高。在本实施例中,将厚度为100nm的银用于电极101。

[0301] <<电极102>>

电极102的波长EL1下的透过率比电极101高。另外,电极102在波长EL1下使光的一部分透过而反射光的另一部分。在本实施例中,将厚度大约为30nm的银用于电极102。另外,本发明的一个方式的发光器件包括厚度大约为100nm的保护层105。保护层105与电极102接触。

[0302] 另外,电极102与电极101之间有距离D2。距离D2乘以1.8而得的值包括在波长EL1的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内。在本实施方式中,作为距离D2采用134nm以上且266nm以下的范围的距离。

[0303] 发光层113b与发光层113a之间有距离D1。在本实施方式中,作为距离D1采用10nm以上且90nm以下的范围的距离。

[0304] 具体而言,作为发光器件12的距离D1采用10nm,作为发光器件13的距离D1采用20nm,作为发光器件14的距离D1采用30nm,作为发光器件15的距离D1采用40nm,作为发光器件16的距离D1采用50nm,作为发光器件17的距离D1采用60nm,作为发光器件18的距离D1采用70nm,作为发光器件19的距离D1采用80nm,作为发光器件20的距离D1采用90nm。

[0305] 另外,发光层113a与电极101之间有距离D33。另外,发光层113b与电极102之间有

距离D34。

[0306] 利用计算机使各距离D1下的距离D33、距离D34、电极102的厚度及保护层105的厚度优化。由此,对比各距离D1时的从发光器件提取光的效率的大小。

[0307] <<计算方法>>

在本实施例中,使用有机器件仿真器(semiconducting emissive thin film optics simulator;setfos;CYBERNET SYSTEMS CO.,LTD.制造)进行计算。

[0308] 在该计算中,输入构成发光器件的各层的厚度、折射率n、消光系数k、发光材料的发射光谱(光致发光(PL)光谱)的实测值以及发光位置,并乘以Purcell因子,并算出考虑到激子的放射性衰变速率调制的正面方向的发光强度及峰波形。

[0309] 将各层的折射率n假设为1.8,消光系数k假设为0。作为用于反射电极及半反射电极的银(Ag)的值参照Handbook of Optical Constants of Solids Volume 1之第355-356页中记载的值。

[0310] 在发光材料的发射光谱的测定中,作为检测器使用近红外分光辐射亮度计(SR-NIR,拓普康公司制造),作为激发光使用紫外发光LED(日亚化学工业株式会社制造的NSCU033B),作为带通滤光片使用UV U360(爱特蒙特光学有限公司制造),作为高通滤光片使用SCF-50S-42L(西格玛光机株式会社制造)。

[0311] 在红外光的发射光谱的测定中,使用2mDBTBPDBq-II、PCBBiF和双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-2-苯并[g]喹喔啉基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ20,0')铱(III)(简称:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)])以重量比为0.7:0.3:0.1且厚度为50nm的方式通过使用真空蒸镀法的共蒸镀形成在石英衬底上而得的薄膜。

[0312] 图29示出用于计算的发射光谱。在图29中,横轴表示波长(单位:nm),纵轴表示基于能量的归一化强度(任意单位:a.u.)。

[0313] 发光位置假设为发光层的中心。

[0314] 发光量子产率、激子产生概率、再结合概率都假设为100%。就是说,通过计算得到的外部量子效率(朗伯假设)表示从正面的发光强度假设朗伯辐射算出的光提取效率。

[0315] 在计算中,输入接近于目的光学距离的值的厚度,计算出外部量子效率(朗伯假设)最大时的空穴传输层、电子传输层、半反射电极及保护层的厚度。

[0316] 关于电极间的光学距离为λ附近的器件,还计算出中间层的厚度。

[0317] <<结果>>

表7、表8及图27示出计算结果。本发明的一个方式的发光器件在距离D1为5nm以上且65nm以下的情况下以高于后述的参考例子3的发光器件21的效率发射光。

[0318] [表7]

	器件12	器件13	器件14	器件15	器件16
保护层105	106nm	106nm	105nm	105nm	105nm
电极102	31nm	31nm	31nm	31nm	31nm
距离D34	84nm	79nm	74nm	69nm	64nm
距离D1	10nm	20nm	30nm	40nm	50nm
距离D33	79nm	74nm	69nm	64nm	60nm
极大EL1	793nm	794nm	794nm	795nm	795nm

外部量子效率	1.38	1.35	1.3	1.24	1.17
--------	------	------	-----	------	------

[0319] [表8]

	器件17	器件18	器件19	器件20	器件21
保护层105	102nm	104nm	104nm	101nm	113nm
电极102	32nm	32nm	32nm	32nm	25nm
距离D34	58nm	33nm	47nm	42nm	92nm
距离D1	60nm	70nm	80nm	90nm	193nm
距离D33	55nm	51nm	47nm	43nm	90nm
极大EL1	796nm	796nm	797nm	798nm	797nm
外部量子效率	1.09	1.01	0.91	0.80	1.03

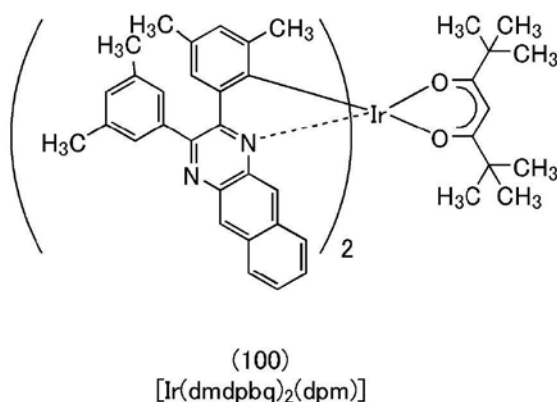
[0320] (参考例子3)

在参考例子的发光器件21中距离D2 ( $395\text{nm} = 90 + 10 + 193 + 10 + 92$ ) 乘以1.8而得的值为所发射的光的光谱中的极大波长797nm的0.89倍,该值不包括在极大波长的0.3倍以上且0.6倍以下的范围内,这是与本发明的一个方式的发光器件不同的点。

[0321] (合成例子1)

在本实施例中,对本发明的一个方式的有机金属配合物的合成方法进行说明。在本实施例中,说明由实施方式1的结构式(100)表示双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-2-苯并[g]喹喔啉基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ<sup>2</sup>O,O')铱(III)(简称:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)] )的合成方法。

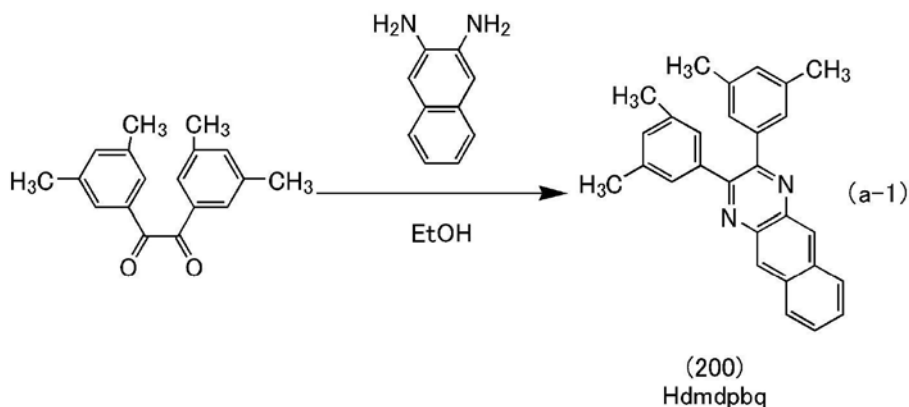
[0322] [化学式3]



[0323] &lt;步骤1:2,3-双(3,5-二甲基苯基)-2-苯并[g]喹喔啉(简称:Hdmdpbq)的合成&gt;

首先,在步骤1中合成由结构式(200)表示的本发明的一个方式的有机化合物 Hdmdpbq。将3.20g的3,3',5,5'-四甲基苯偶酰、1.97g的2,3-二氨基萘及60mL的乙醇放入具备回流管的三口烧瓶中,用氮气置换烧瓶内的空气,然后以90℃搅拌7小时。过了规定时间之后,蒸馏而去除溶剂。然后,通过以甲苯为展开溶剂的硅胶柱层析纯化,来得到目的物(黄色固体,产量为3.73g,产率为79%)。步骤1的合成方案如下(a-1)所示。

[0324] [化学式4]



[0325] 下面示出利用核磁共振法( $^1\text{H-NMR}$ )分析通过上述步骤1得到的黄色固体的结果。由此可知在本实施例中得到了由结构式(200)表示的Hdmdpbq。

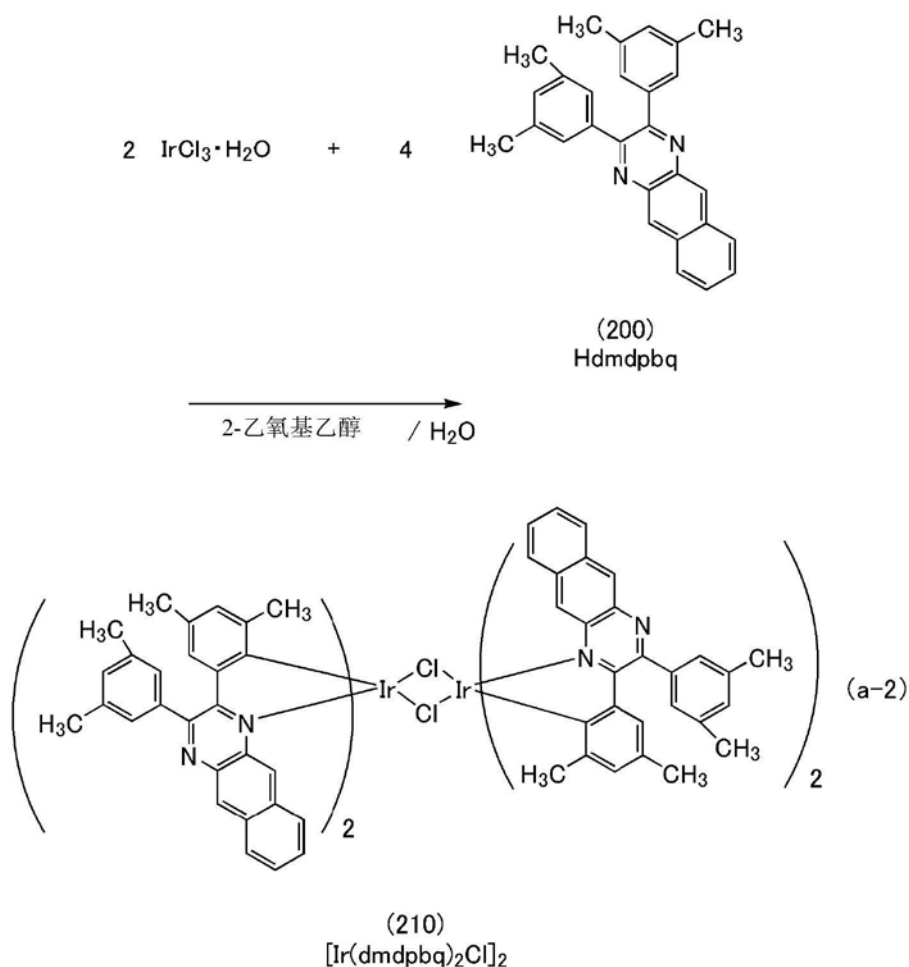
[0326] 所得物质的 $^1\text{H NMR}$ 数据如下:

$^1\text{H-NMR}$ .  $\delta$  ( $\text{CD}_2\text{Cl}_2$ ): 2.28 (s, 12H), 7.01 (s, 2H), 7.16 (s, 4H), 7.56-7.58 (m, 2H), 8.11-8.13 (m, 2H), 8.74 (s, 2H).

[0327] <步骤2: 二- $\mu$ -氯-四{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-2-苯并[g]喹喔啉基- $\kappa\text{N}$ ]苯基- $\kappa\text{C}$ ]二铱(III)} (简称:  $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2\text{Cl}]_2$ ) 的合成>

然后,在步骤2中合成由结构式(210)表示的本发明的一个方式的双核配合物 $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2\text{Cl}]_2$ 。接着,将15mL的2-乙氧基乙醇、5mL的水、1.81g的通过步骤1得到的Hdmdpbq及0.66g的氯化铱水合物( $\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) (日本古屋金属公司制造)放入到具备回流管的茄形烧瓶中,用氩气置换烧瓶内的空气。然后,将微波(2.45GHz、100W)照射2小时来引起反应。过了规定时间之后,对所得到的残渣用甲醇进行抽滤并洗涤,由此得到目的物(黑色固体,产量为1.76g,产率为81%)。步骤2的合成方案如下(a-2)所示。

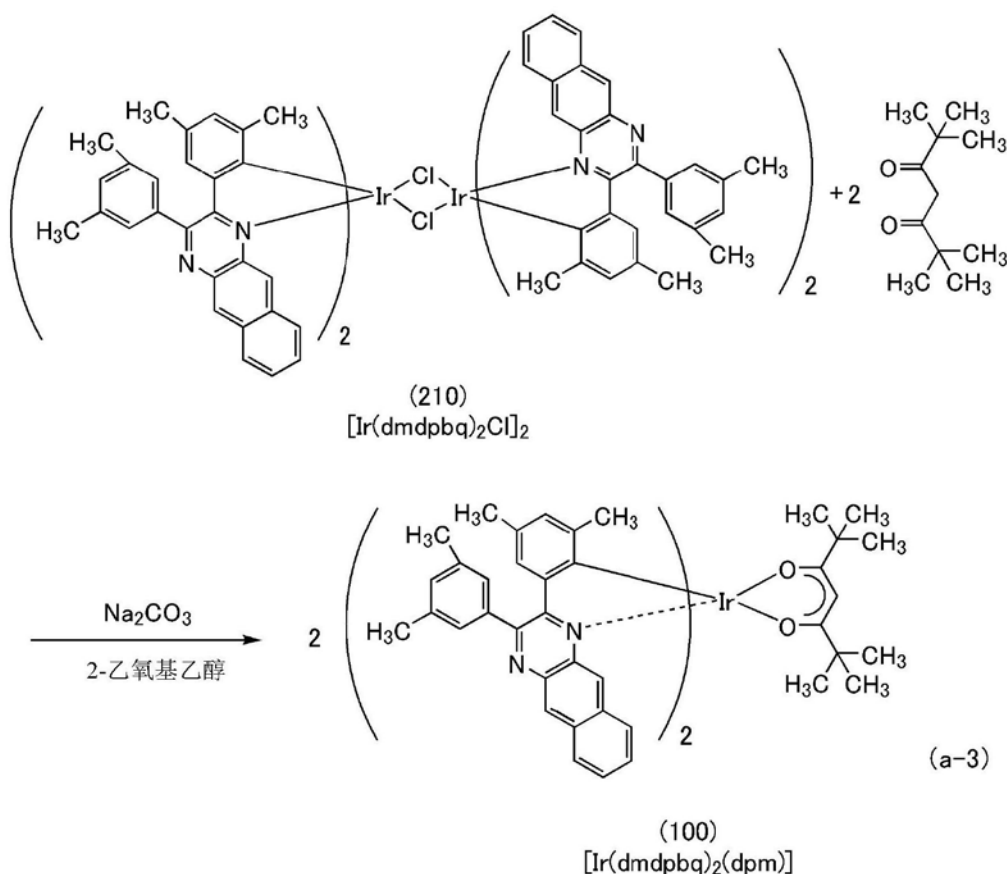
[0328] [化学式5]



[0329] <步骤3: [Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]的合成>

然后,在步骤3中合成由结构式(100)表示的本发明的一个方式的有机金属配合物 [Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)]。将20mL的2-乙氧基乙醇、1.75g的通过步骤2得到的 [Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>Cl]<sub>2</sub>、0.50g的二叔戊酰甲烷(简称:Hdpm)以及0.95g的碳酸钠放入到具备回流管的茄形烧瓶中,将烧瓶内气氛置换为氩气。然后,照射3小时的微波(2.45GHz、100W)。在使用甲醇对所得到的残渣进行抽滤之后,使用水、甲醇洗涤。利用以二氯甲烷为展开溶剂的硅胶柱层析纯化所得到的固体,然后使用二氯甲烷和甲醇的混合溶剂重结晶,由此得到目的物(暗绿色固体,产量为0.42g,产率为21%)。利用梯度升华方法对所得到的0.41g的暗绿色固体进行升华纯化。在升华纯化中,在压力为2.7Pa且氩气体流量为10.5mL/min的条件下,以300℃对暗绿色固体进行加热。在该升华纯化之后,以78%的产率得到暗绿色固体。步骤3的合成方案如下(a-3)所示。

[0330] [化学式6]



[0331] 下面示出通过步骤3得到的暗绿色固体的核磁共振氢谱法 ( $^1\text{H}$ -NMR) 的分析结果。由此可知在本实施例中得到了由结构式 (100) 表示的  $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$ 。

[0332] 所得物质的  $^1\text{H}$  NMR 数据如下：

$^1\text{H}$ -NMR.  $\delta$  ( $\text{CD}_2\text{Cl}_2$ ) : 0.75 (s, 18H), 0.97 (s, 6H), 2.01 (s, 6H), 2.52 (s, 12H), 4.86 (s, 1H), 6.39 (s, 2H), 7.15 (s, 2H), 7.31 (s, 2H), 7.44-7.51 (m, 4H), 7.80 (d, 2H), 7.86 (s, 4H), 8.04 (d, 2H), 8.42 (s, 2H), 8.58 (s, 2H)。

[0333] 接着, 测量  $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$  在二氯甲烷溶液中的紫外-可见吸收光谱 (下面, 简称为吸收光谱) 及发射光谱。

[0334] 在吸收光谱的测量中, 使用紫外可见分光光度计 (由日本分光株式会社制造, V550 型), 将二氯甲烷溶液 (0.010 mmol/L) 放在石英皿中, 并在室温下进行测量。在发射光谱的测量中, 利用荧光光度计 (由日本滨松光子学株式会社制造, FS920), 在氮气氛下将二氯甲烷脱氧溶液 (0.010 mmol/L) 放在石英皿中, 密封, 并在室温下测量。

[0335] 图7示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长, 纵轴表示吸收强度及发光强度。此外, 图28中的细实线示出吸收光谱, 粗实线示出发射光谱。图28所示的吸收光谱表示从将二氯甲烷溶液 (0.010 mmol/L) 放在石英皿而测量的吸收光谱减去只将二氯甲烷放在石英皿而测量的吸收光谱来得到的结果。

[0336] 如图28所示, 本发明的一个方式的有机金属配合物  $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$  在 807 nm 呈现发射峰, 并从二氯甲烷溶液观察到近红外光。

[0337] 本实施例可以与本说明书中所记载的其他实施方式适当地组合。

[实施例3]

[0338] 在本实施例中,使用图6及图30至图35说明本发明的一个方式的发光器件4的结构、制造方法及特性。

[0339] 发光器件4的与使用表1说明的发光器件1不同之处在于:空穴注入层811a、空穴传输层812a、中间层816、空穴传输层812b及电子传输层814b的结构。在此,对不同之处进行详细说明,而关于能够使用与上述结构相同的结构的部分援用上述说明。另外,在发光器件4中,距离D1为 $(15+0.1+5+5) \text{ nm}=25.1 \text{ nm}$ (参照表9)。

[0340] 制造的发光器件4所发射的光的光谱的极大位于波长803nm处(参照图35)。 $(6.3 \times 10^{-3}) \times 803 \text{ nm}$ 为5.06nm,并且 $(81.3 \times 10^{-3}) \times 803 \text{ nm}$ 为65.6nm。因此,距离D1( $=25.1 \text{ nm}$ )包括在5.06nm以上且65.6nm以下的范围内。

[0341] 发光器件4包括反射性第一膜,反射性第一膜与发光层813a夹着具有透光性的导电膜。具体而言,包括银(Ag)、钯(Pd)和铜(Cu)的合金(Ag-Pd-Cu(APC))膜,该APC膜与发光层813a夹着10nm的ITSO。在该结构中,距离D2为 $(10+10+32.5+15+15+0.1+5+5+15+20+52.5+1) \text{ nm}=181.1 \text{ nm}$ 。因此,距离D2( $=181.1 \text{ nm}$ )乘以1.8而得的值为 $(1.8 \times 181.1)=325.98 \text{ nm}$ ,该值包括在 $(0.3 \times 803)=240.9 \text{ nm}$ 以上且 $(0.6 \times 803)=481.8 \text{ nm}$ 以下的范围内。

[0342] 表9示出发光器件4的具体结构。

[0343] [表9]

	第一电极		→			
	801					
发光器件 4	APC (100 nm)	ITSO (10 nm)				
→	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层
	811a	812a	813a	814a		815a
	PCBBiF:NDP-9 (1:0.1 10 nm)	PCBBiF (32.5 nm)	*	NBphen (15 nm)		Li <sub>2</sub> O (0.1 nm)
→	中间层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层
	816	812b	813b	814b		815b
	PCBBiF:NDP-9 (1:0.1 5 nm)	PCBBiF (5 nm)	*	2mDBTBPDBq-II (20 nm)	NBphen (52.5 nm)	LiF (1 nm)
→	第二电极	缓冲层				
	803	804				
	Ag:Mg (10:1 30 nm)	DBT3P-II (100 nm)				

\*2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(dmdpbq)<sub>2</sub>(dpm)] (0.7:0.3:0.1 15nm)

## [0344] &lt;&lt;发光器件4的制造&gt;&gt;

在真空蒸镀装置内被减压到 $10^{-4}$ Pa之后,将PCBBiF和NDP-9(分析工房株式会社,材料序列号:1S20170124)以PCBBiF:NDP-9=1:0.1(重量比)且厚度为10nm的方式共蒸镀,来形成空穴注入层811a。

[0345] 使用PCBBiF以厚度为32.5nm的方式进行蒸镀,来形成空穴传输层812a。

[0346] 将PCBBiF和NDP-9以PCBBiF:NDP-9=1:0.1(重量比)且厚度为5nm的方式共蒸镀,来形成中间层816。

[0347] 使用PCBBiF以厚度为5nm的方式进行蒸镀,来形成空穴传输层812b。

[0348] 通过将2mDBTBPDQ-II和NBphen分别以厚度为20nm和52.5nm的方式依次蒸镀,来形成电子传输层814b。

## [0349] &lt;&lt;发光器件4的工作特性&gt;&gt;

对发光器件4的工作特性进行测量。注意,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0350] 图30示出发光器件4的电流密度-辐射度特性。图31示出发光器件4的电压-电流密度特性。图32示出发光器件4的电流密度-辐射通量特性。图33示出发光器件4的电压-辐射度特性。图34示出发光器件4的电流密度-外部量子效率特性。注意,将发光器件的配光特性假设为兰伯特型,使用辐射亮度算出辐射度、辐射通量及外部量子效率。

[0351] 表10示出 $8.1\text{W}/\text{sr}/\text{m}^2$ 附近的发光器件4的主要初始特性值。

[0352] [表10]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	辐射亮度 (W/sr/m <sup>2</sup> )	辐射通量(mW)	外部量子效率(%)
发光器件4	6.6	0.42	10	8.4	0.11	16

[0353] 如图30至图34及表10所示,可知发光器件4呈现良好的特性。例如,在同一电流密度的条件下,发光器件4以高于上述的发光器件2及发光器件3的辐射亮度发光。另外,例如,在同一电流密度的条件下,发光器件4的外部量子效率比发光器件2及发光器件3高。另外,例如,在同一电流密度的条件下,发光器件4的驱动电压比发光器件3。

[0354] 另外,图35示出以 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度使电流流过发光器件4时的发射光谱。利用近红外分光辐射亮度计(SR-NIR,拓普康公司制造)进行发射光谱的测量。如图35所示,发光器件4呈现在803nm附近具有最大峰的发射光谱,该发射光谱来源于发光层813a及发光层831b所包含的 $[\text{Ir}(\text{dmdpbq})_2(\text{dpm})]$ 。

[0355] 此外,由于采用微腔谐振器结构引起发射光谱变窄,其半宽为35nm。发光器件4高效地发射760nm以上且900nm以下的光,因此可以说作为用作传感器等的光源的效果较高。

## [0356] &lt;&lt;发光器件3的视角特性&gt;&gt;

接着,调查发光器件4的EL光谱的视角特性。



[0357] 首先,测量发光器件4的正面方向的EL光谱及倾斜方向的EL光谱。具体而言,将垂直于发光器件4的发光面的方向设定为 $0^{\circ}$ ,从 $-80^{\circ}$ 至 $80^{\circ}$ 每隔 $10^{\circ}$ ,共17处测量发射光谱。测量利用多通道光谱分析仪(由日本滨松光子学株式会社制造的PMA-12)进行。从上述测量结果得到在各角度的发光器件4的EL光谱及光子强度比。

[0358] 图36示出发光器件4的 $0^{\circ}$ 至 $60^{\circ}$ 的EL光谱。

[0359] 图37示出以正面光子强度为标准的发光器件4在各角度的光子强度。

[0360] 如图36及图37所示,可知发光器件4的视角依赖性大并向正面方面强烈发光。这是因为通过采用微腔谐振器结构,在增强正面方向的发光的同时,减弱了倾斜方向的发光。如上所述,正面方向的发光强的视角特性对于静脉传感器等传感器的光源很适合。

[0361] 例如,在本说明书等中,当明确地记载为“X与Y连接”时,在本说明书等中公开的情况包括:X与Y电连接的情况;X与Y在功能上连接的情况;以及X与Y直接连接的情况。因此,不局限于附图或文中所示的连接关系等预定的连接关系,附图或文中所示的连接关系以外的连接关系也在附图或文中公开了。

[0362] 在此,X和Y为对象物(例如,装置、元件、电路、布线、电极、端子、导电膜、层等)。

[0363] 作为X与Y直接连接的情况的一个例子,可以举出在X与Y之间没有连接能够电连接X与Y的元件(例如开关、晶体管、电容器、电感器、电阻器、二极管、显示元件、发光元件和负载等)的情况,以及X与Y不通过能够电连接X与Y的元件(例如开关、晶体管、电容器、电感器、电阻器、二极管、显示元件、发光元件和负载等)而连接的情况。

[0364] 作为X和Y电连接的情况的一个例子,可以在X和Y之间连接一个以上的能够电连接X和Y的元件(例如开关、晶体管、电容器、电感器、电阻器、二极管、显示元件、发光元件、负载等)。此外,开关具有控制导通关闭的功能。换言之,开关具有通过处于导通状态(开启状态)或非导通状态(关闭状态)而控制是否使电流流过的功能。或者,开关具有选择并切换电流路径的功能。另外,X和Y电连接的情况包括X与Y直接连接的情况。

[0365] 作为X和Y在功能上连接的情况的一个例子,可以在X和Y之间连接一个以上的能够在功能上连接X和Y的电路(例如,逻辑电路(反相器、NAND电路、NOR电路等)、信号转换电路(DA转换电路、AD转换电路、伽马校正电路等)、电位电平转换电路(电源电路(升压电路、降压电路等)、改变信号的电位电平的电平转换电路等)、电压源、电流源、切换电路、放大电路(能够增大信号振幅或电流量等的电路、运算放大器、差动放大电路、源极跟随电路、缓冲器电路等)、信号产生电路、存储电路、控制电路等)。注意,例如,即使在X与Y之间夹有其他电路,当从X输出的信号传送到Y时,就可以说X与Y在功能上是连接着的。另外,X与Y在功能上连接的情况包括X与Y直接连接的情况及X与Y电连接的情况。

[0366] 此外,当明确地记载为“X与Y电连接”时,在本说明书等中公开的情况包括:X与Y电连接的情况(换言之,以中间夹有其他元件或其他电路的方式连接X与Y的情况);X与Y在功能上连接的情况(换言之,以中间夹有其他电路的方式在功能上连接X与Y的情况);以及X与Y直接连接的情况(换言之,以中间不夹有其他元件或其他电路的方式连接X与Y的情况)。换言之,当明确记载为“电连接”时,表示在本说明书等中公开的内容中包括与只明确记载为“连接”的情况相同的内容。

[0367] 注意,例如,晶体管的源极(或第一端子等)通过Z1(或没有通过Z1)与X电连接,晶体管的漏极(或第二端子等)通过Z2(或没有通过Z2)与Y电连接的情况下以及在晶体管的源

极(或第一端子等)与Z1的一部分直接连接,Z1的另一部分与X直接连接,晶体管的漏极(或第二端子等)与Z2的一部分直接连接,Z2的另一部分与Y直接连接的情况可以表示为如下。

[0368] 例如,可以表示为“X、Y、晶体管的源极(或第一端子等)及晶体管的漏极(或第二端子等)互相电连接,并按X、晶体管的源极(或第一端子等)、晶体管的漏极(或第二端子等)及Y的顺序电连接”。或者,可以表示为“晶体管的源极(或第一端子等)与X电连接,晶体管的漏极(或第二端子等)与Y电连接,X、晶体管的源极(或第一端子等)、晶体管的漏极(或第二端子等)、Y依次电连接”。或者,可以表示为“X通过晶体管的源极(或第一端子等)及漏极(或第二端子等)与Y电连接,X、晶体管的源极(或第一端子等)、晶体管的漏极(或第二端子等)、Y依次设置为相互连接”。通过使用与这种例子相同的表达方法规定电路结构中的连接顺序,可以区别晶体管的源极(或第一端子等)与漏极(或第二端子等)而决定技术范围。

[0369] 另外,作为其他表达方法,例如可以表示为“晶体管的源极(或第一端子等)至少通过第一连接路径与X电连接,上述第一连接路径不具有第二连接路径,上述第二连接路径是晶体管的源极(或第一端子等)与晶体管的漏极(或第二端子等)之间的路径,上述第一连接路径是通过Z1的路径,晶体管的漏极(或第二端子等)至少通过第三连接路径与Y电连接,上述第三连接路径不具有上述第二连接路径,上述第三连接路径是通过Z2的路径”。或者,也可以表示为“晶体管的源极(或第一端子等)至少在第一连接路径上通过Z1与X电连接,上述第一连接路径不具有第二连接路径,上述第二连接路径具有通过晶体管的连接路径,晶体管的漏极(或第二端子等)至少在第三连接路径上通过Z2与Y电连接,上述第三连接路径不具有上述第二连接路径”。或者,也可以表示为“晶体管的源极(或第一端子等)至少经过第一电路路径,通过Z1与X电连接,上述第一电路路径不具有第二电路路径,上述第二电路路径是从晶体管的源极(或第一端子等)到晶体管的漏极(或第二端子等)的电路路径,晶体管的漏极(或第二端子等)至少经过第三电路路径,通过Z2与Y电连接,上述第三电路路径不具有第四电路路径,上述第四电路路径是从晶体管的漏极(或第二端子等)到晶体管的源极(或第一端子等)的电路路径”。通过使用与这些例子同样的表达方法规定电路结构中的连接路径,可以区别晶体管的源极(或第一端子等)和漏极(或第二端子等)来确定技术范围。

[0370] 注意,这种表达方法是一个例子,不局限于上述表达方法。在此,X、Y、Z1及Z2为对象物(例如,装置、元件、电路、布线、电极、端子、导电膜及层等)。

[0371] 另外,即使在电路图上独立的构成要素彼此电连接,也有时一个构成要素兼有多个构成要素的功能。例如,在布线的一部分被用作电极时,一个导电膜兼有布线和电极的两个构成要素的功能。因此,本说明书中的“电连接”的范畴内还包括这种一个导电膜兼有多个构成要素的功能的情况。

#### [符号说明]

[0372] 11:发光器件、12:发光器件、13:发光器件、14:发光器件、15:发光器件、16:发光器件、17:发光器件、18:发光器件、19:发光器件、20:发光器件、101:电极、102:电极、103a:发光单元、103b:发光单元、104:中间层、105:保护层、111a:空穴注入层、112:空穴传输层、112a:空穴传输层、112b:空穴传输层、113a:发光层、113b:发光层、114a:电子传输层、114b:电子传输层、115a:电子注入层、115b:电子注入层、301:衬底、302:像素部、303:电路部、304a:电路部、304b:电路部、305:密封剂、306:衬底、307:布线、308:FPC、309:晶体管、310:晶体管、311:晶体管、312:晶体管、313:电极、314:绝缘层、315:EL层、316:电极、317:有机EL

器件、318:空间、400:分子量、401:电极、402:EL层、403:电极、405:绝缘层、406:导电层、407:粘合层、416:导电层、420:衬底、422:粘合层、423:阻挡层、424:绝缘层、450:有机EL器件、490a:衬底、490b:衬底、490c:阻挡层、800:衬底、801:电极、802:发光单元、802a:发光单元、802b:发光单元、803:电极、804:缓冲层、811:空穴注入层、811a:空穴注入层、811b:空穴注入层、812:空穴传输层、812a:空穴传输层、812b:空穴传输层、813:发光层、813a:发光层、813b:发光层、814:电子传输层、814a:电子传输层、814b:电子传输层、815:电子注入层、815a:电子注入层、815b:电子注入层、816:中间层、831b:发光层、911:框体、912:光源、913:检测台、914:摄像装置、915:发光部、916:发光部、917:发光部、921:框体、922:操作按钮、923:检测部、924:光源、925:摄像装置、931:框体、932:操作面板、933:传送机构、934:显示器、935:检测单元、936:被检测构件、937:摄像装置、938:光源、981:框体、982:显示部、983:操作按钮、984:外部连接接口、985:扬声器、986:麦克风、987:摄像头、988:摄像头

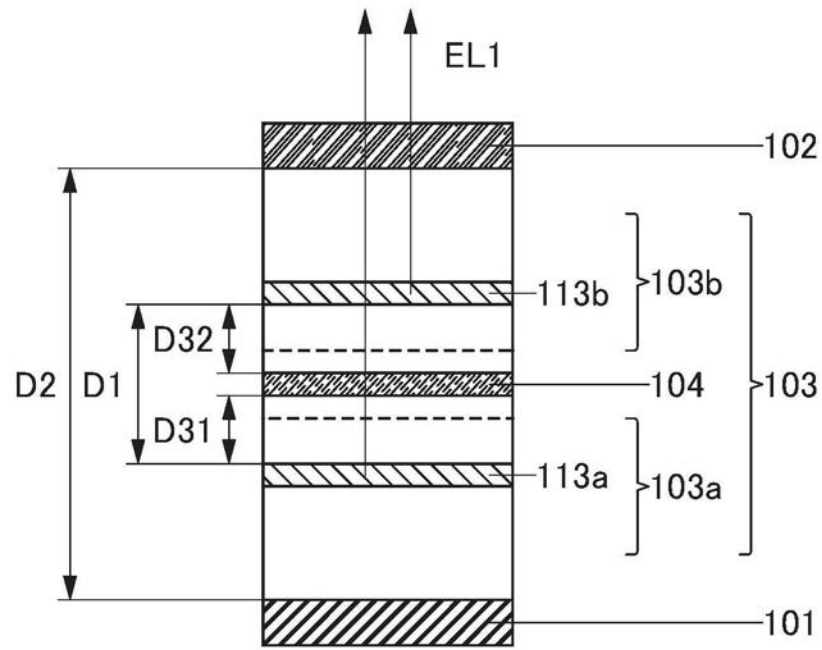


图1A

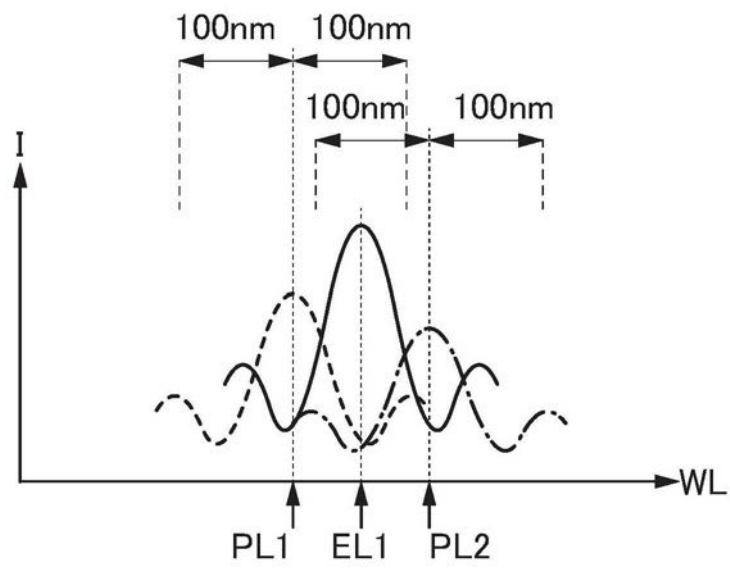


图1B

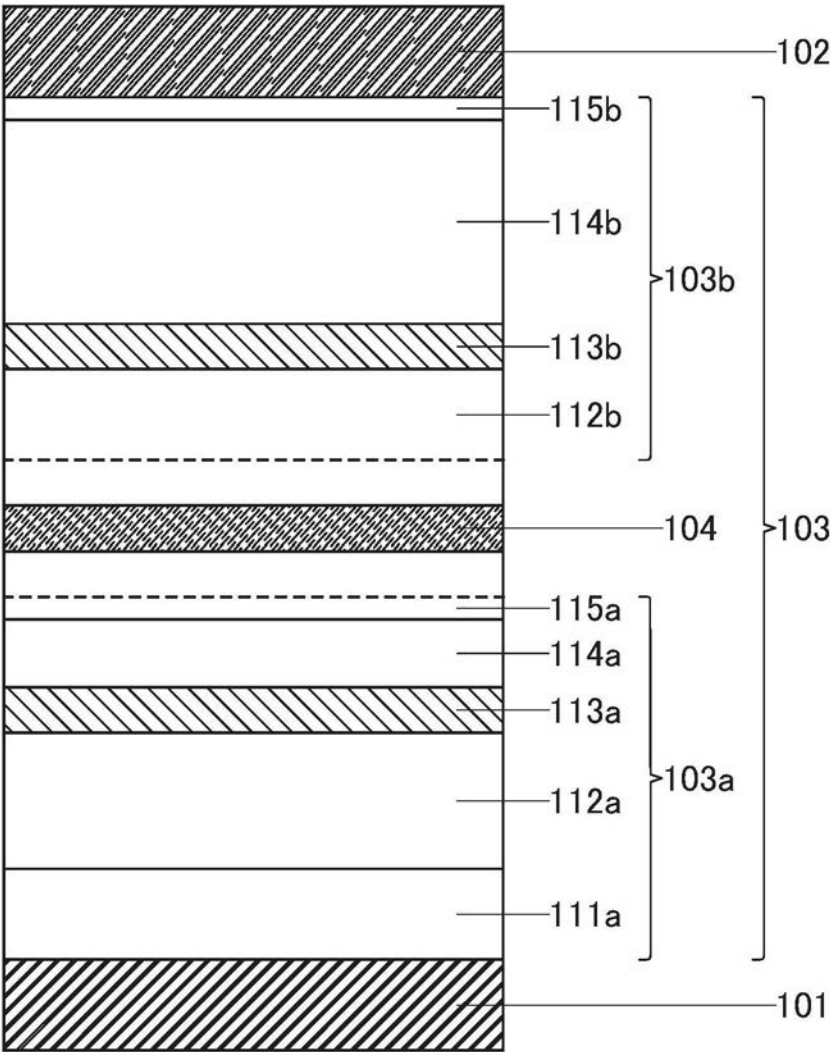


图2







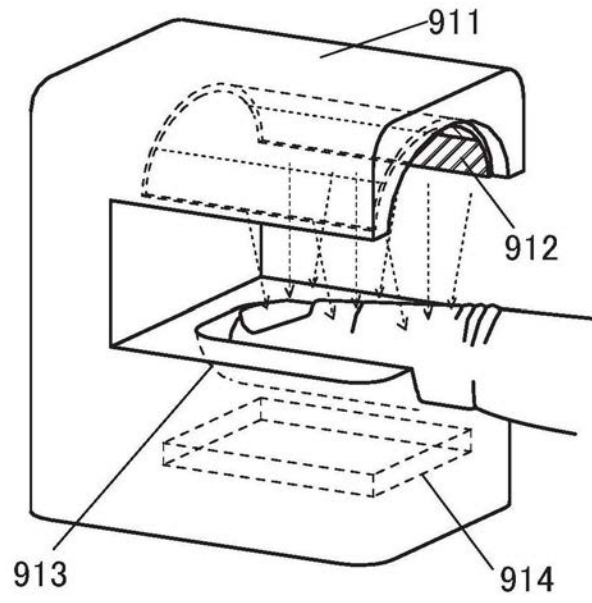


图5A

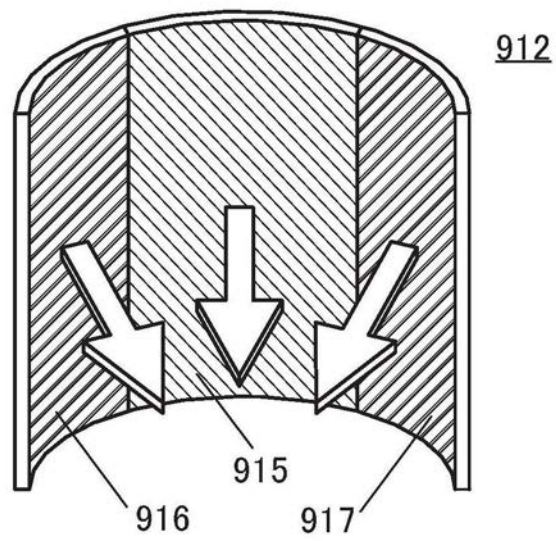


图5B



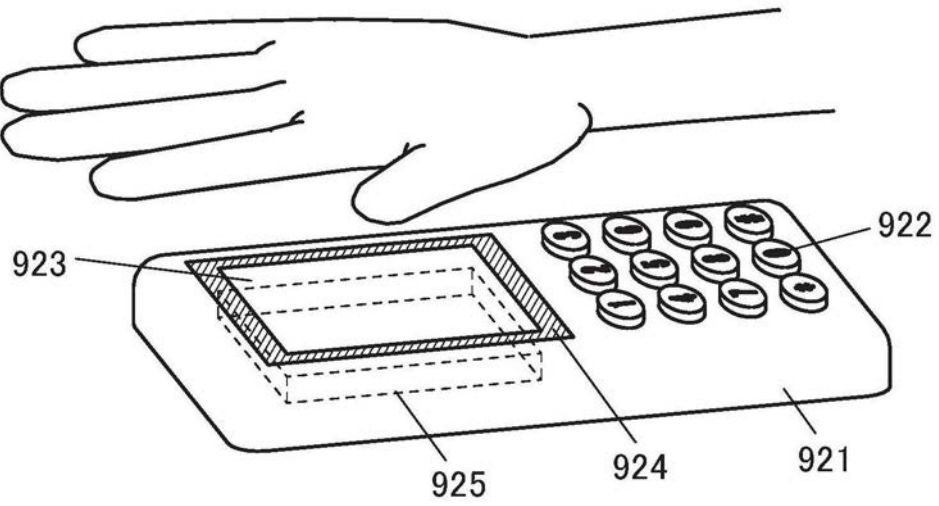


图5C

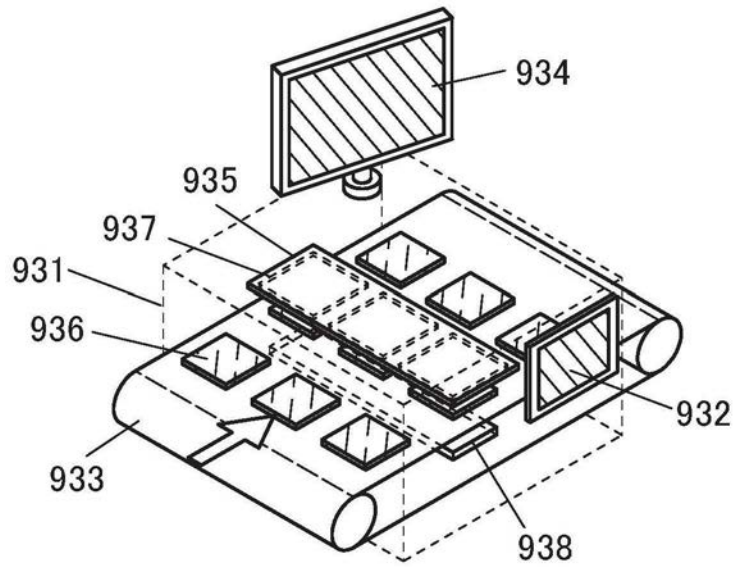


图5D

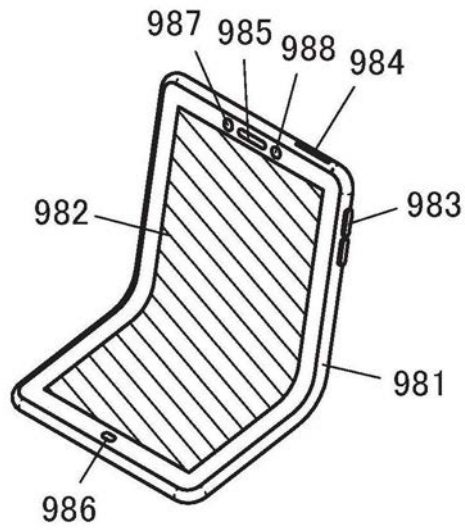


图5E

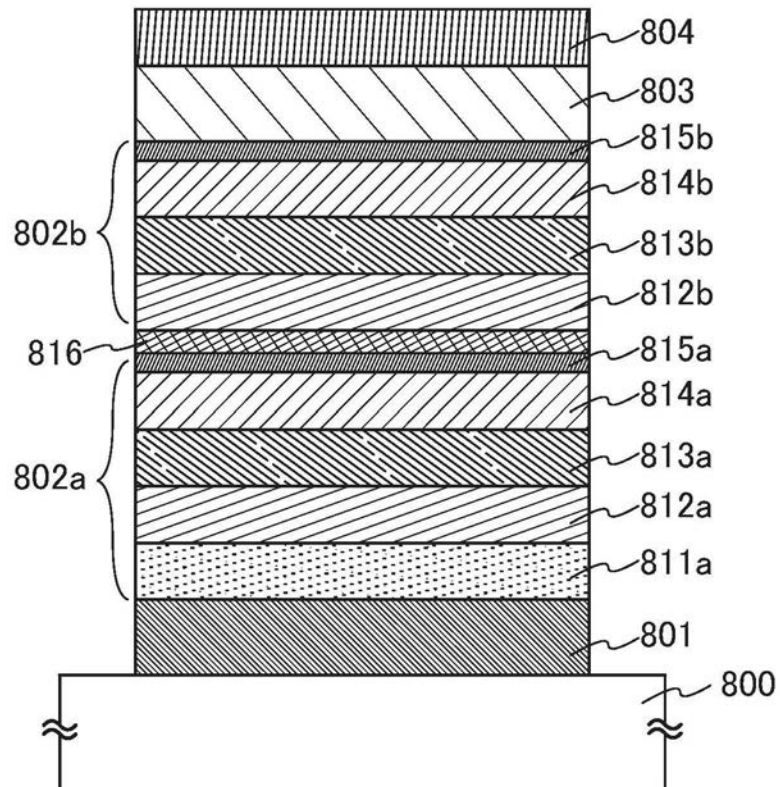


图6

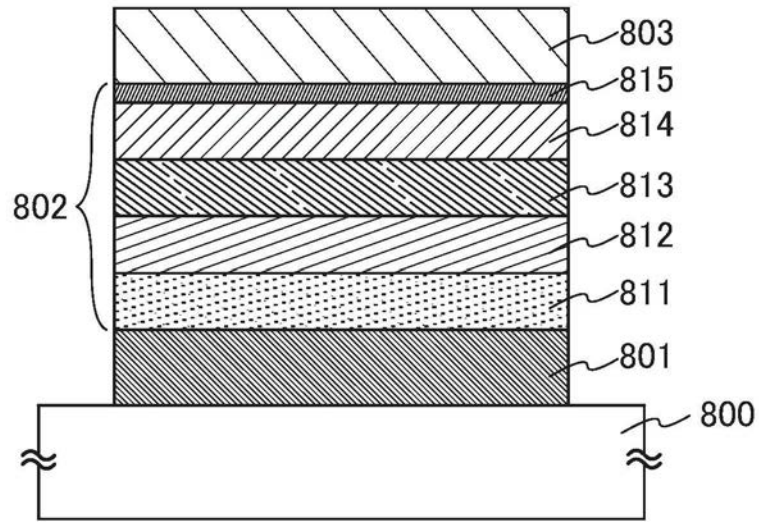


图7A

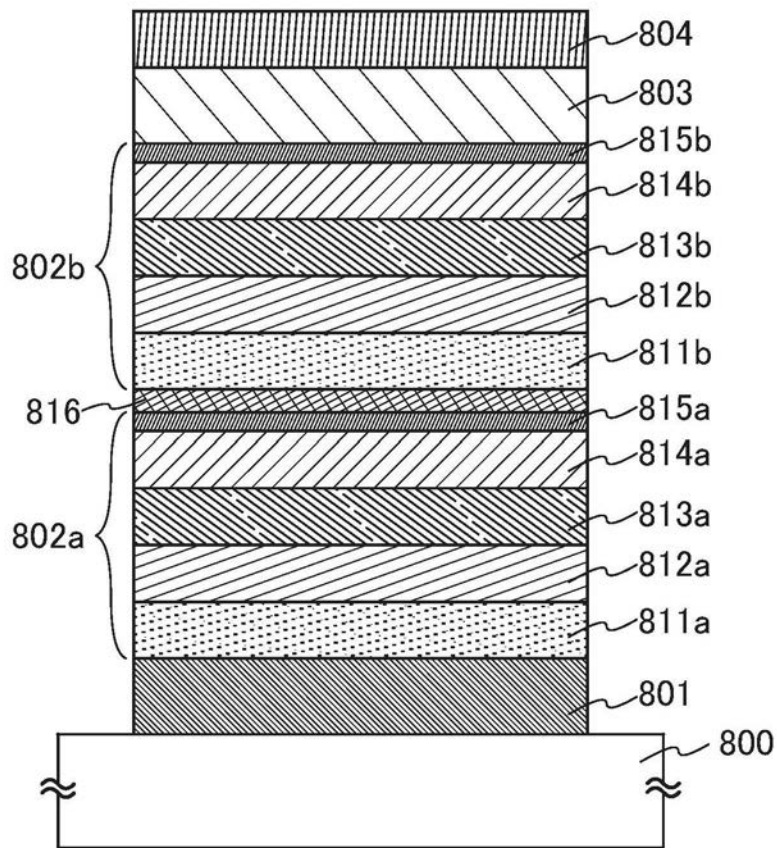


图7B

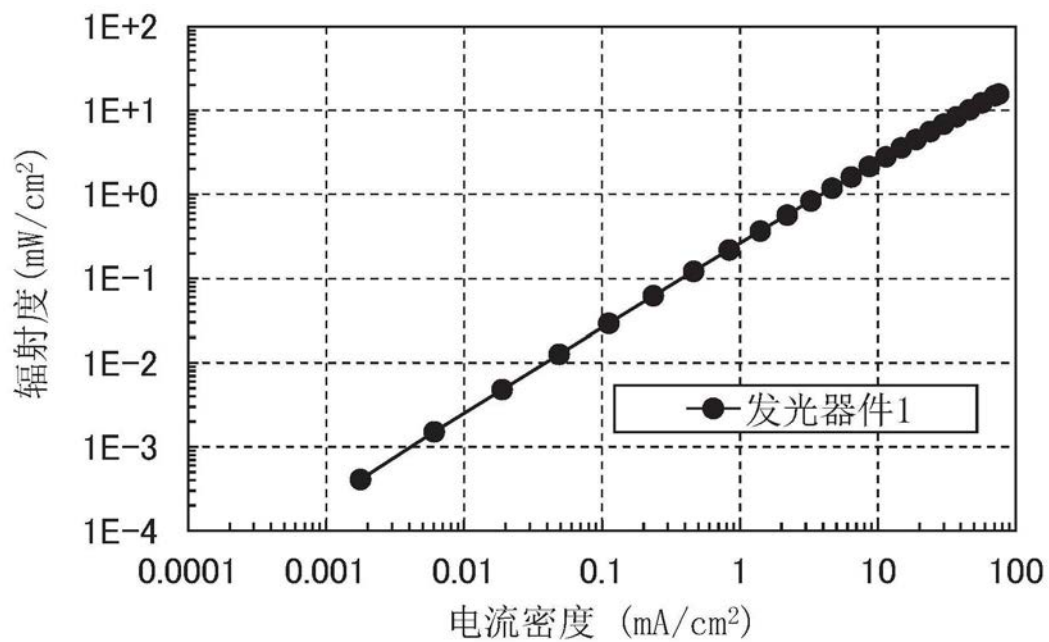


图8

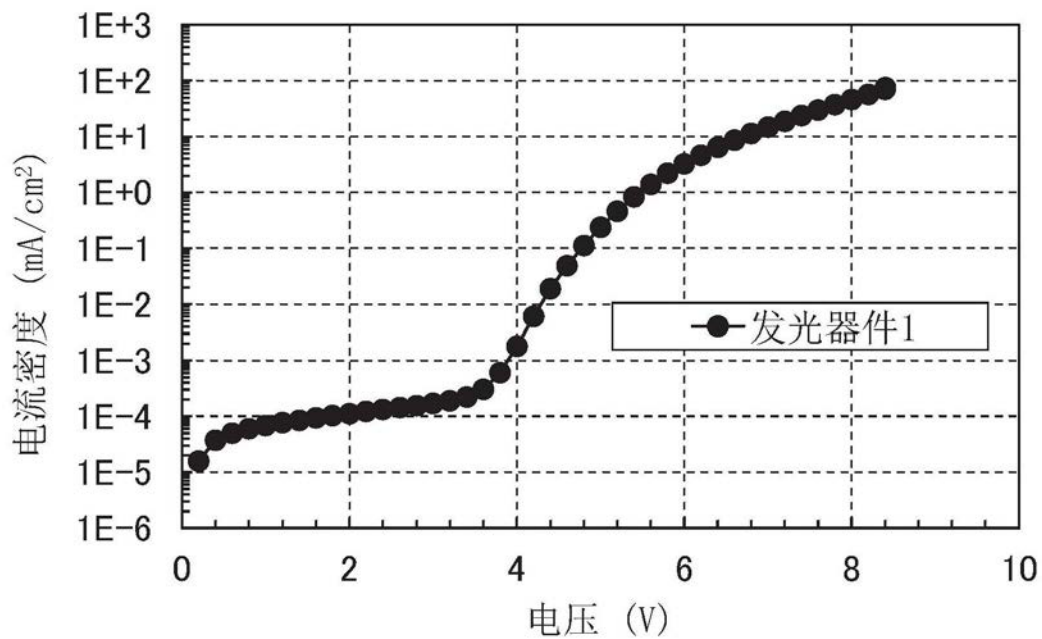


图9

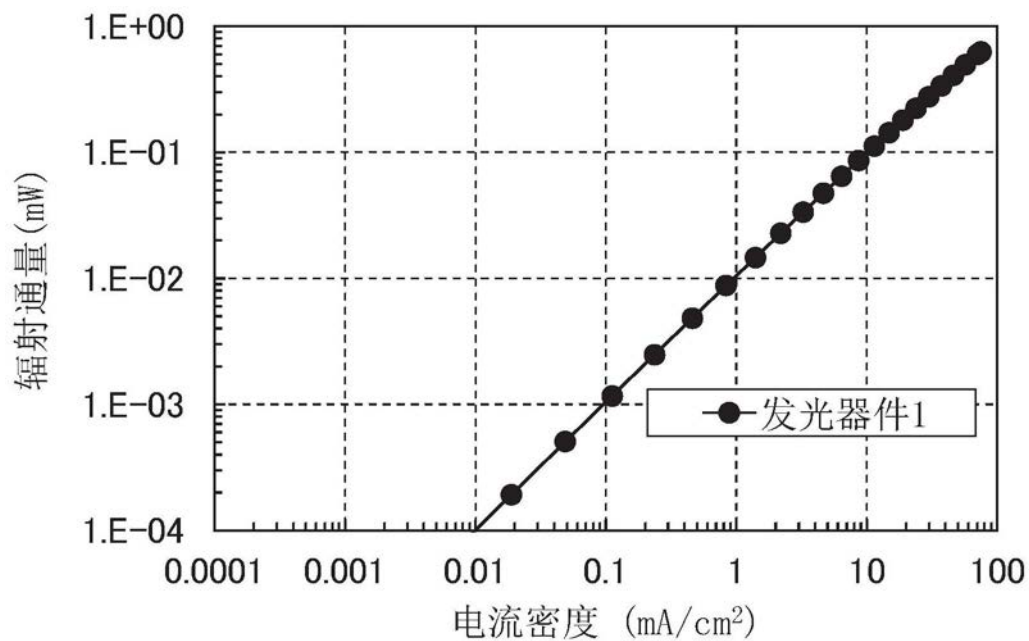


图10

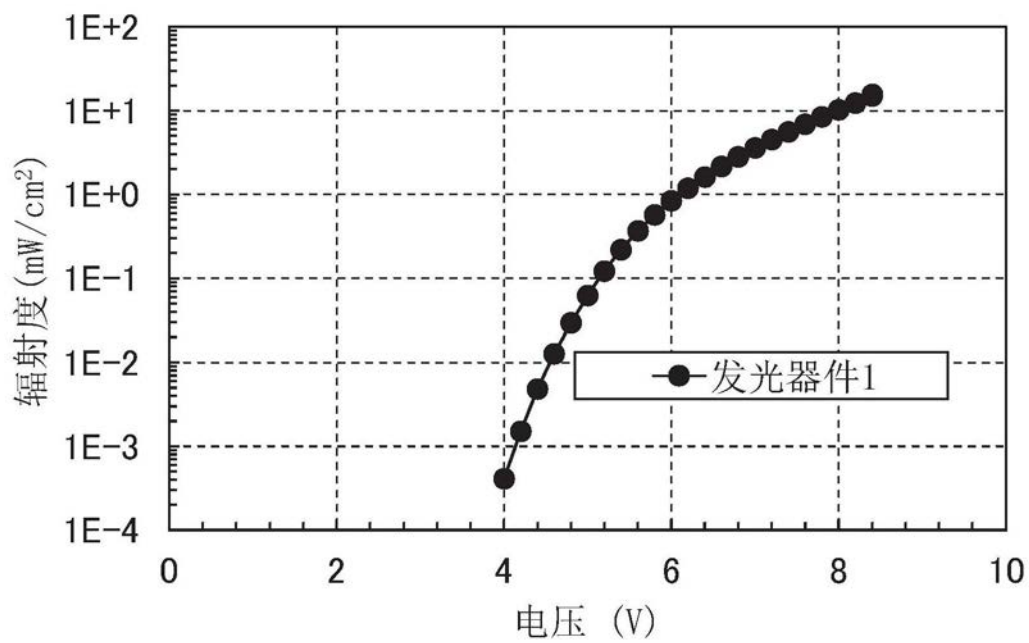


图11



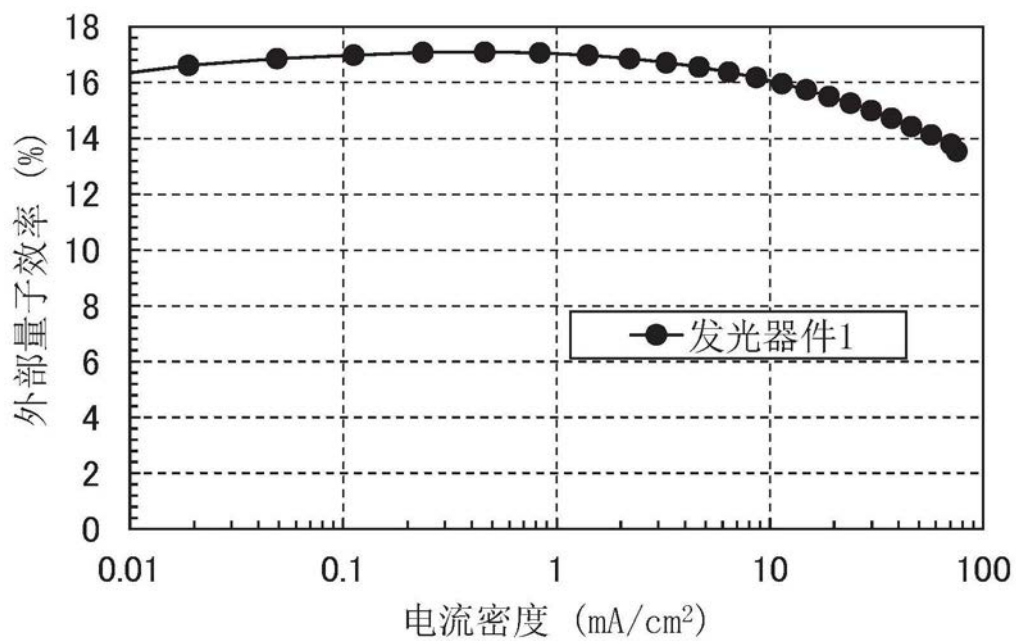


图12

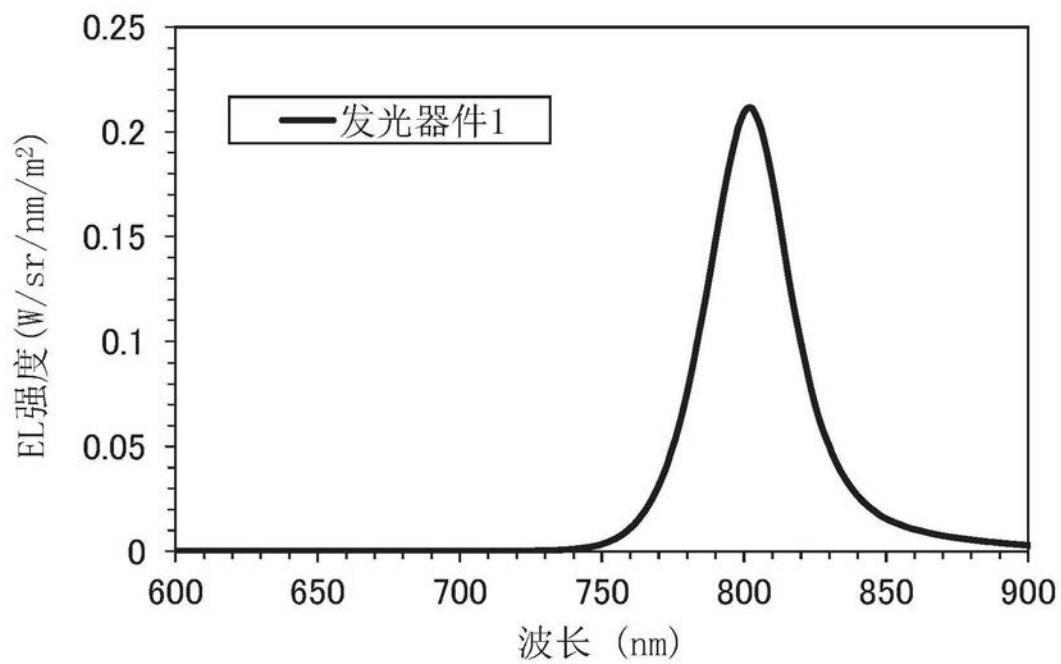


图13

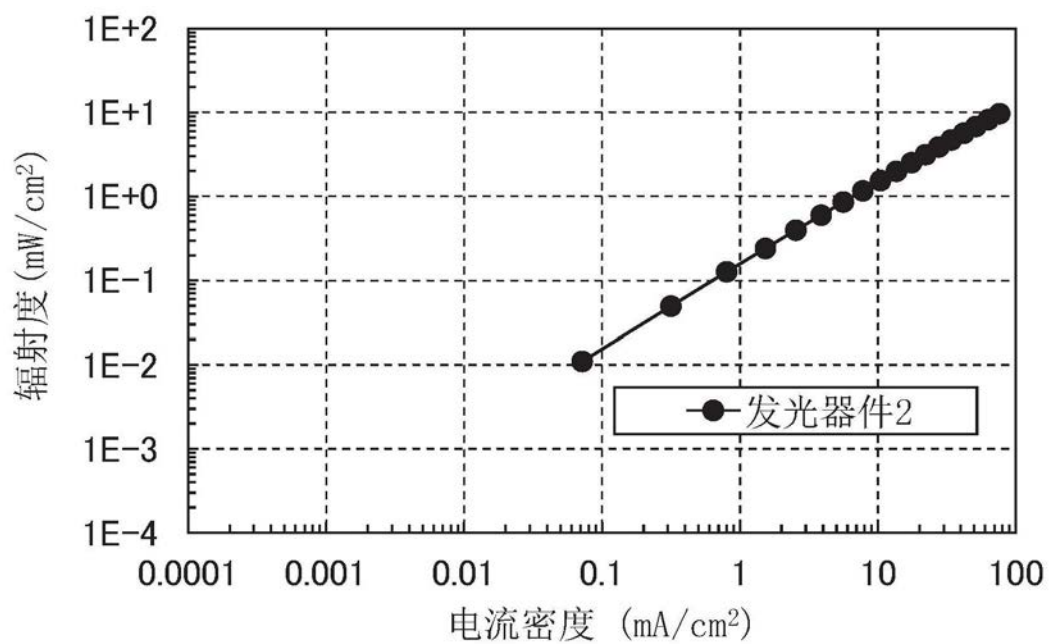


图14

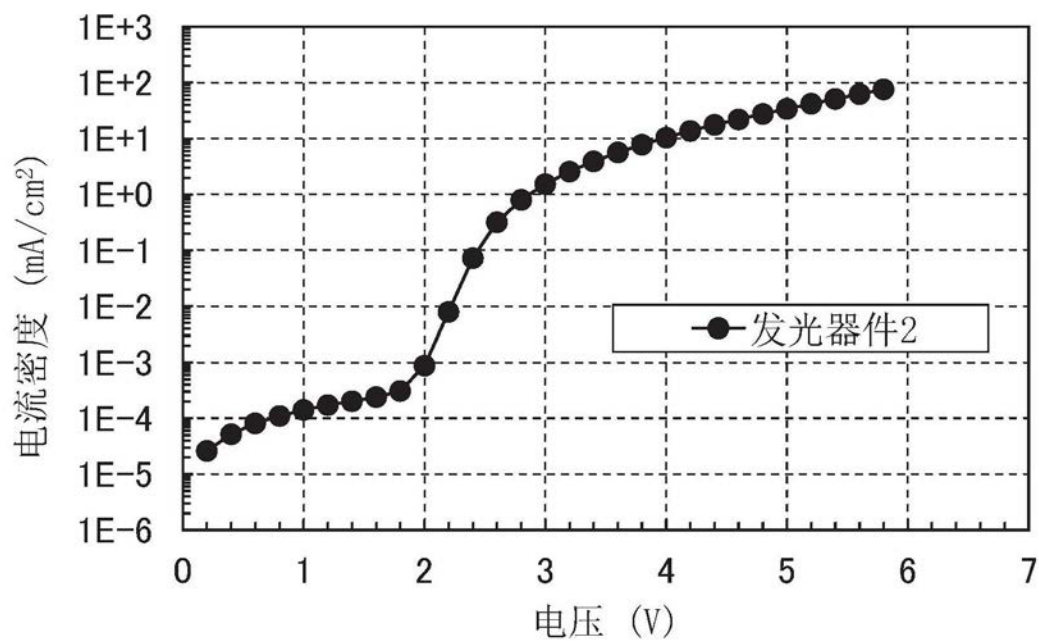


图15

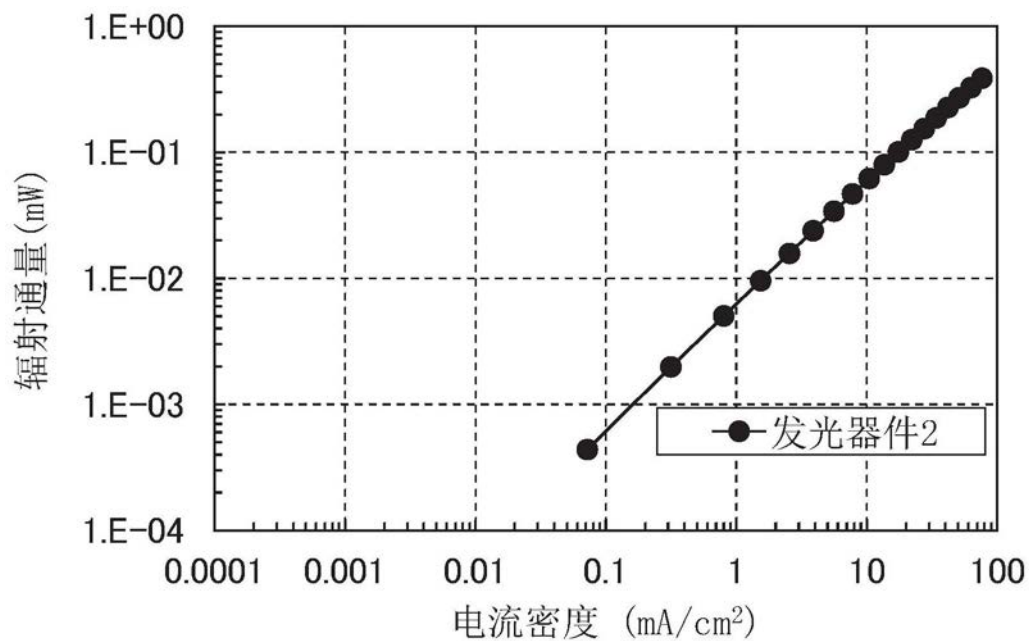


图16

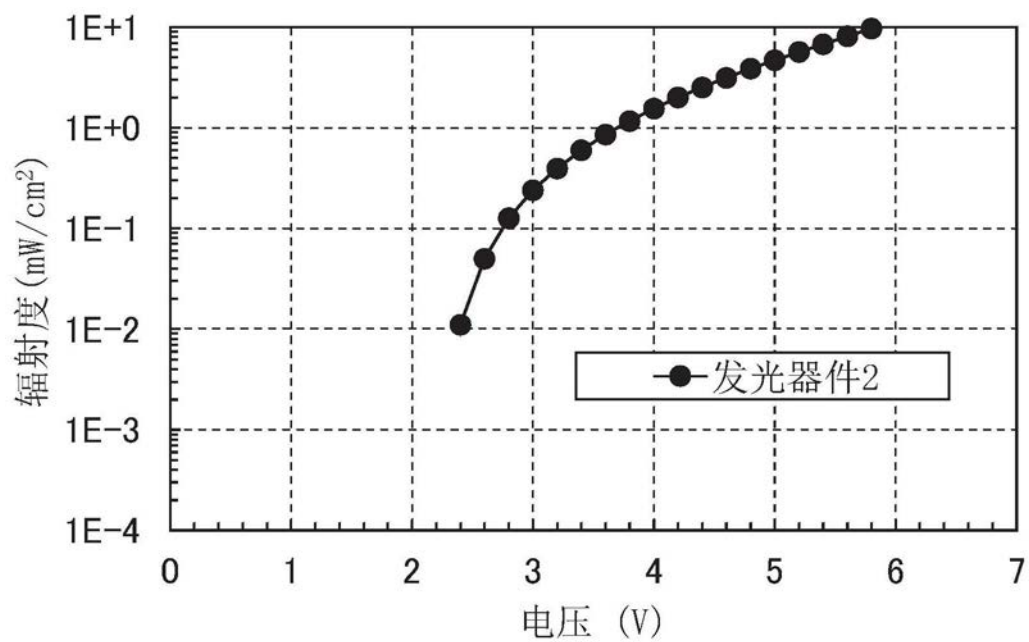


图17



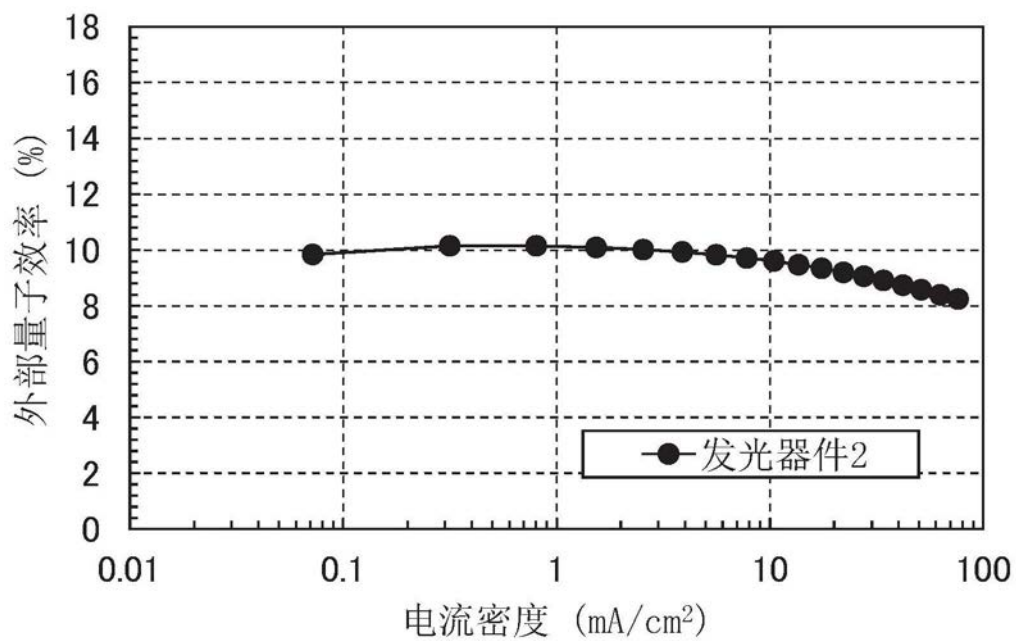


图18

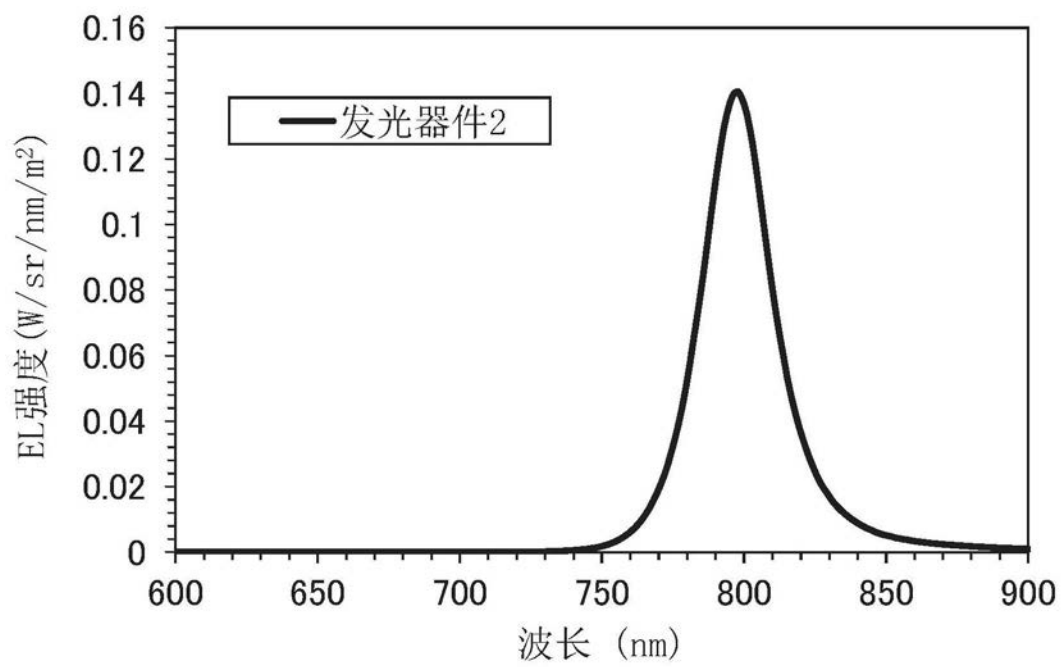


图19

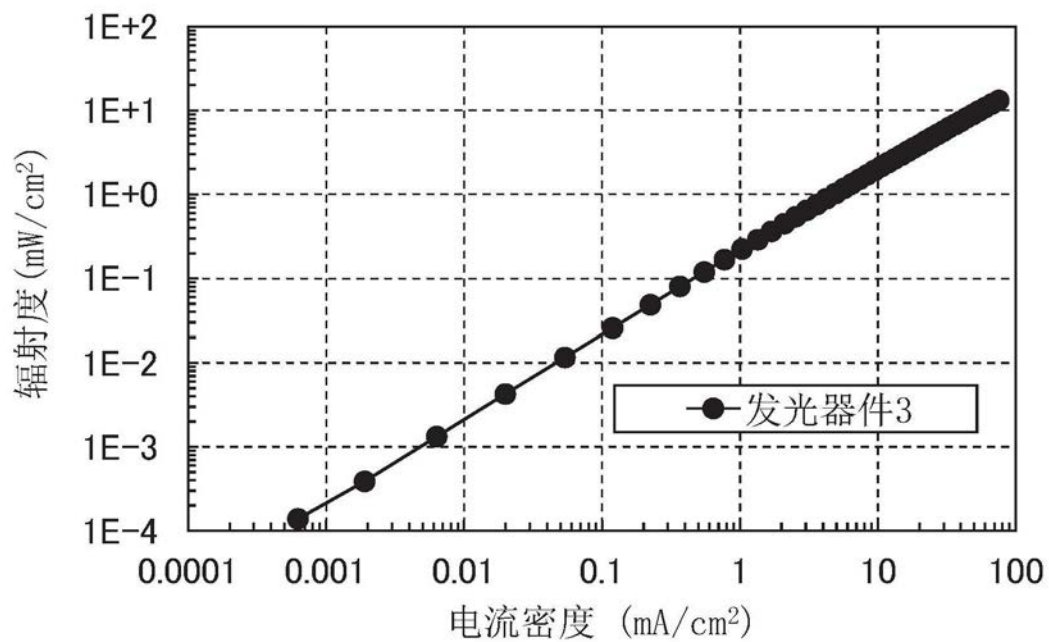


图20

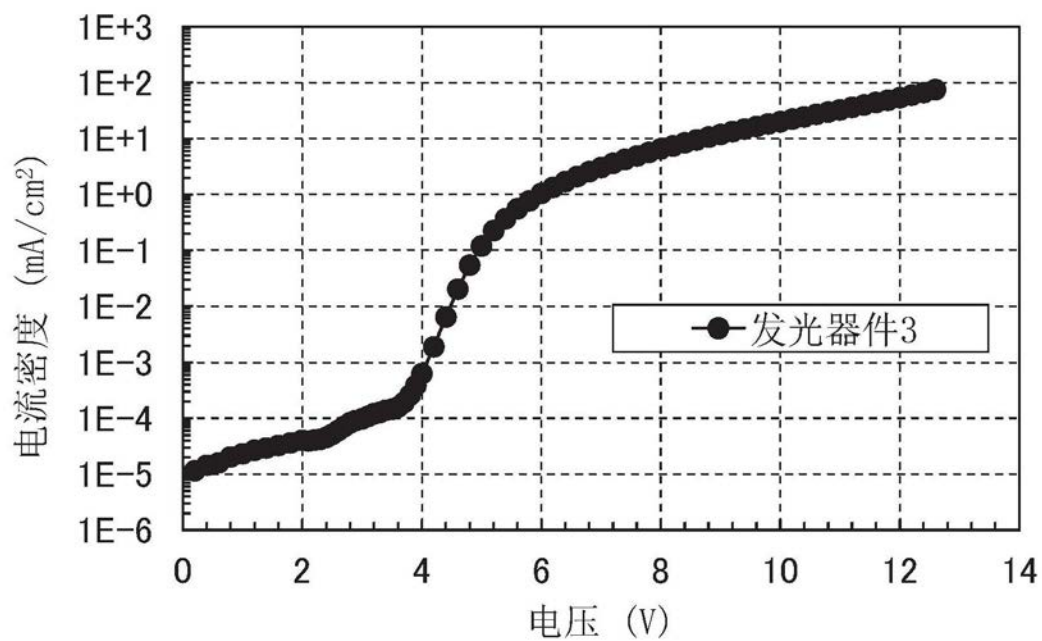


图21

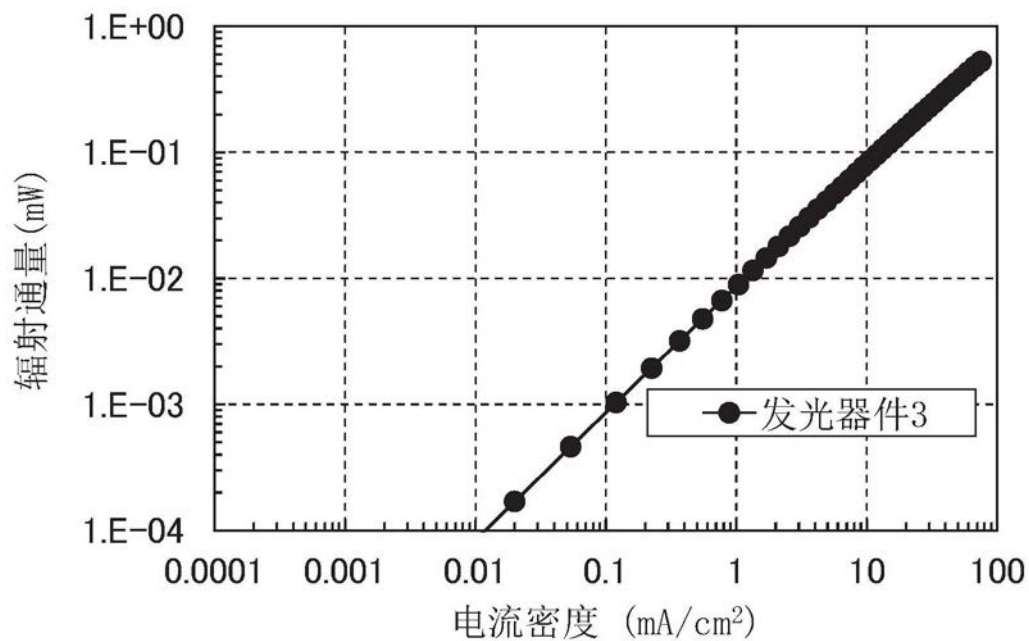


图22

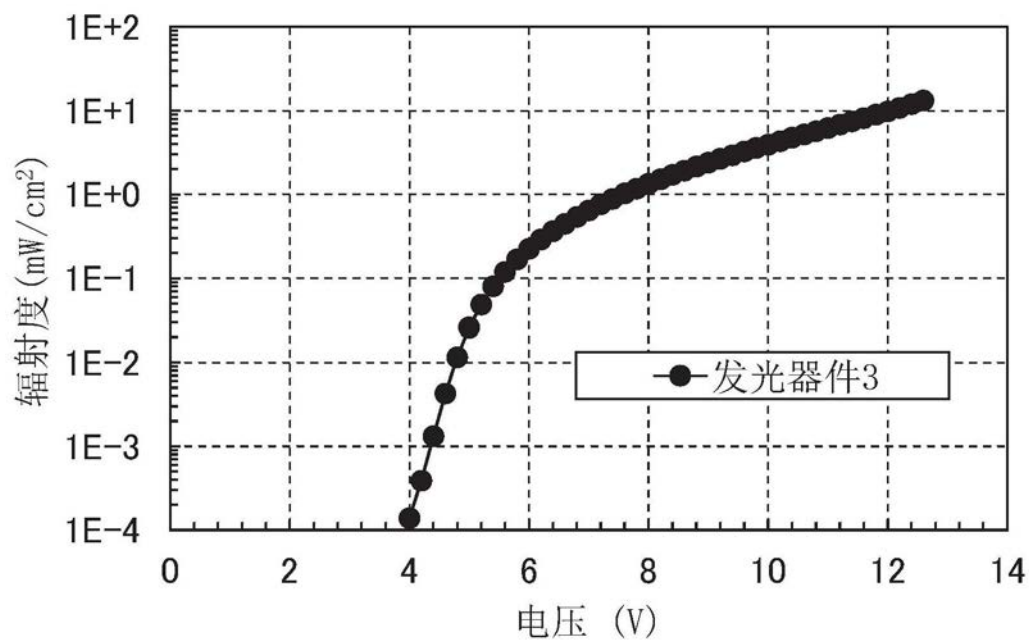


图23

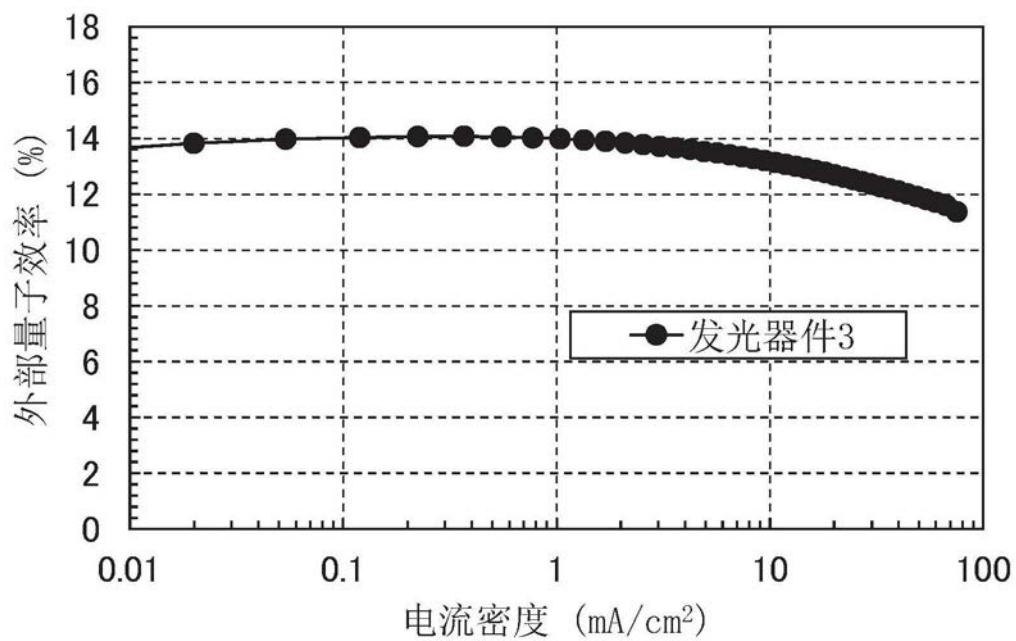


图24

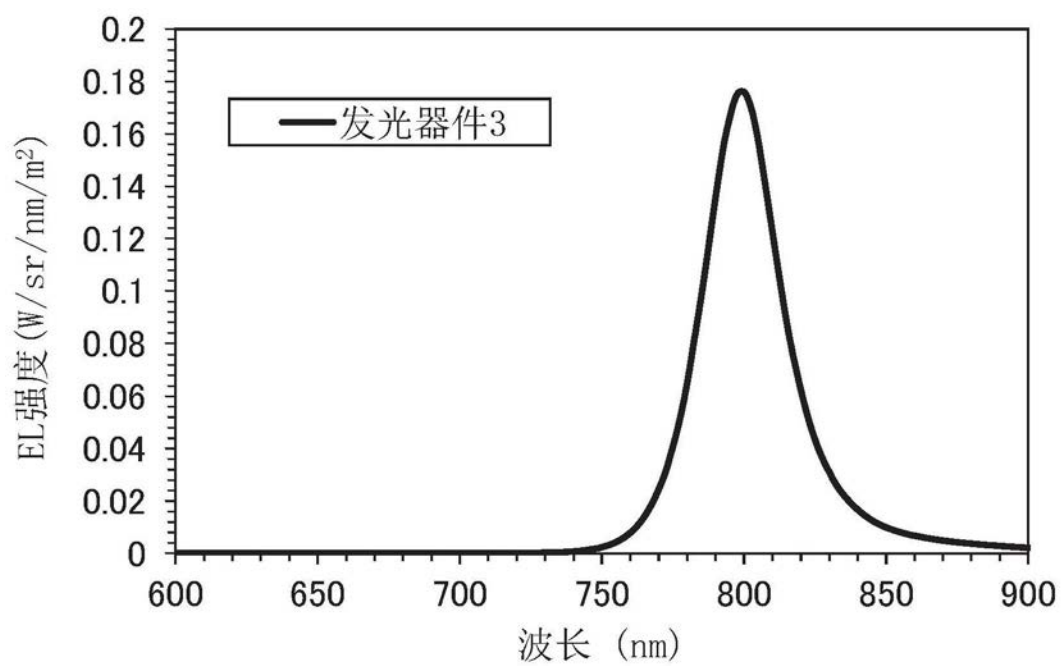


图25

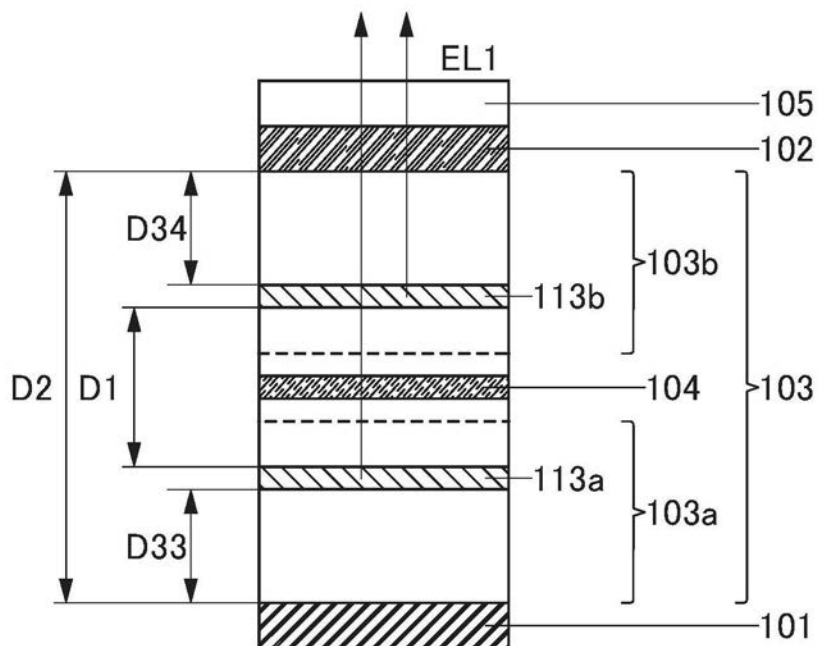


图26

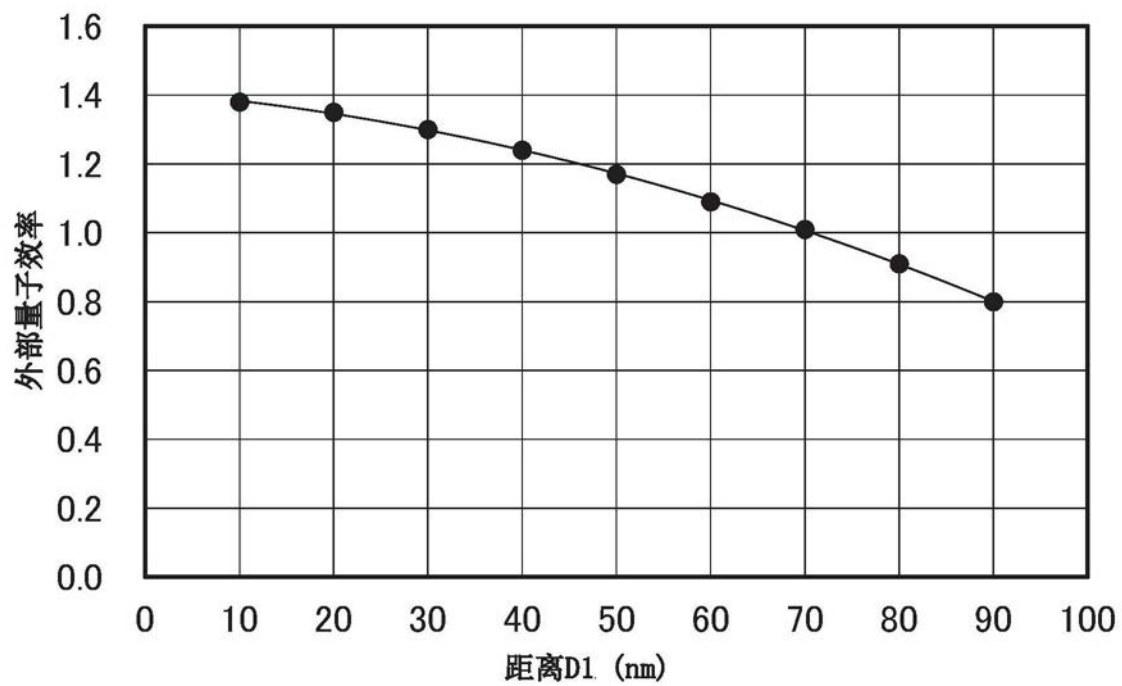


图27

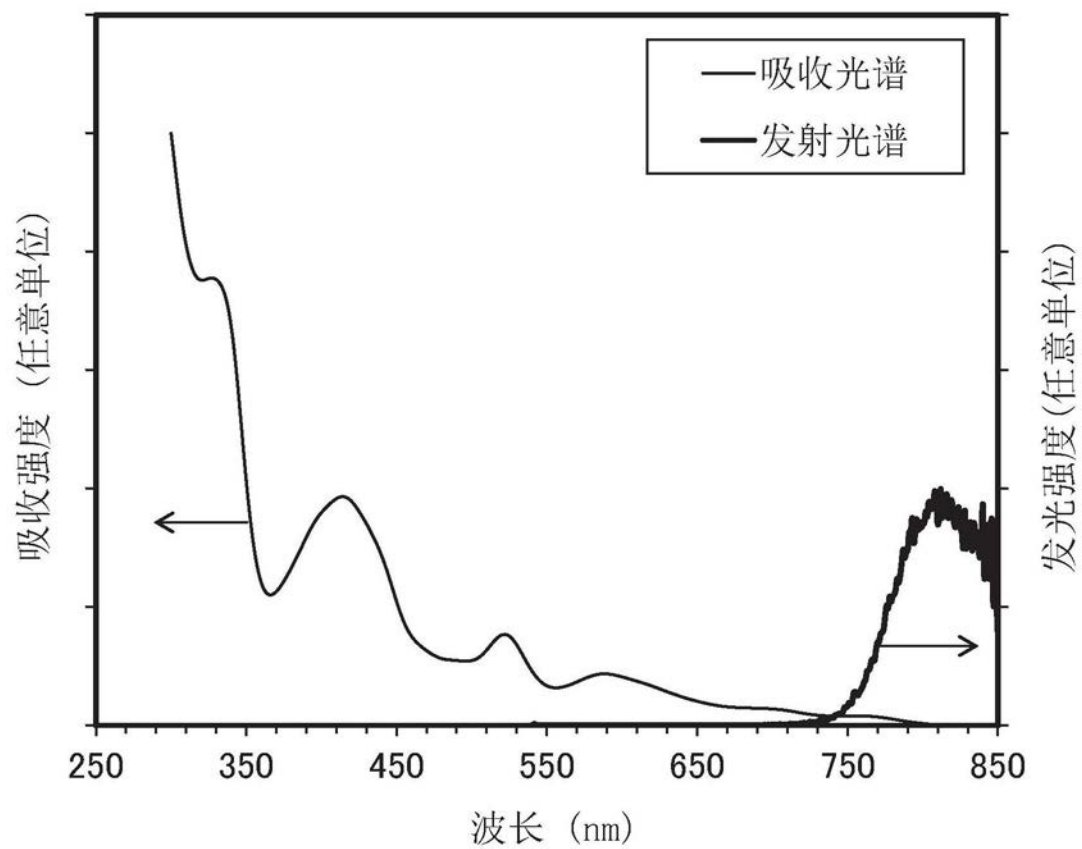


图28

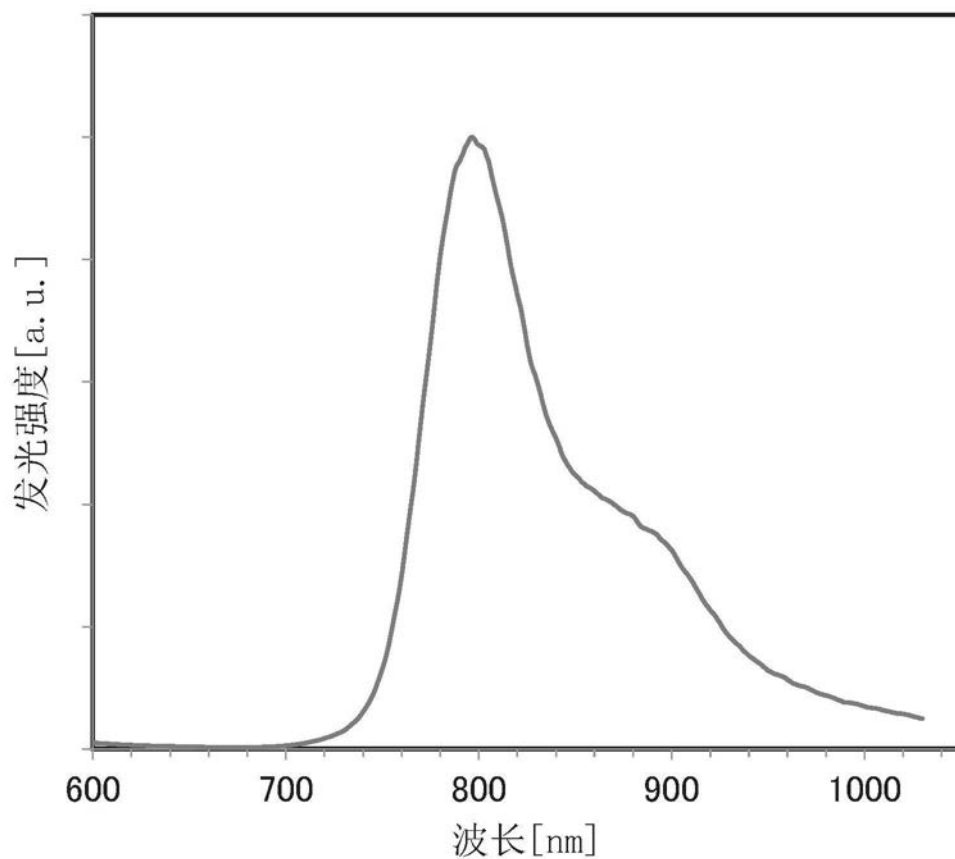


图29

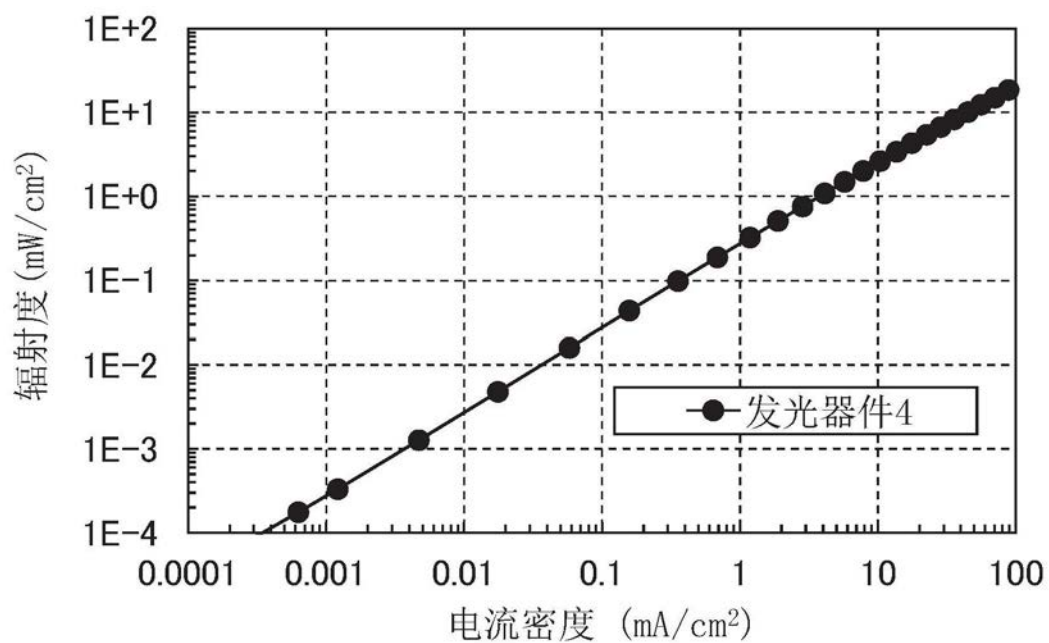


图30

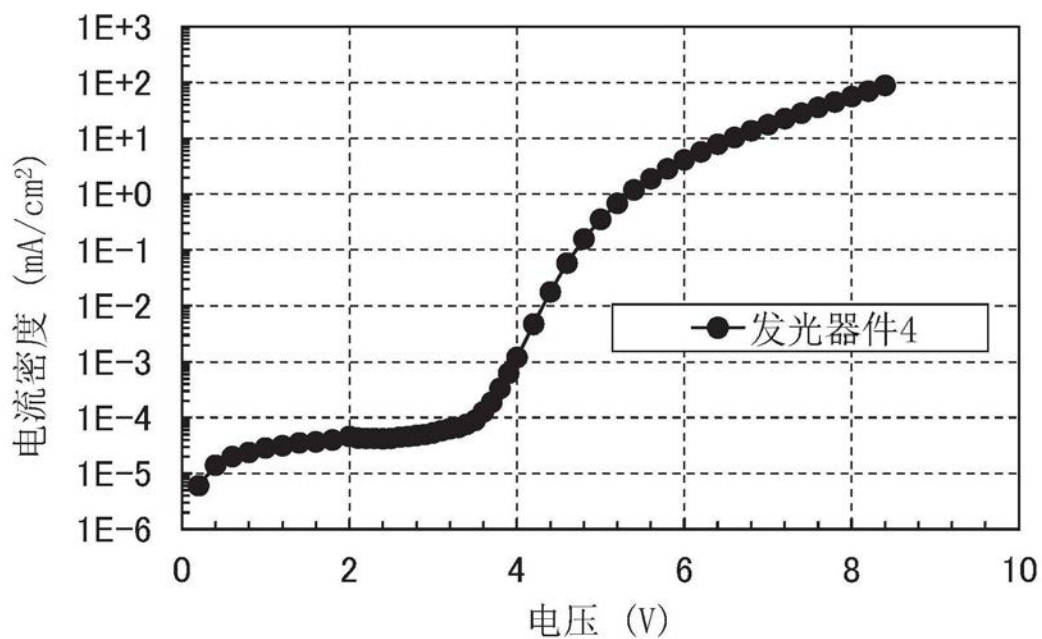


图31

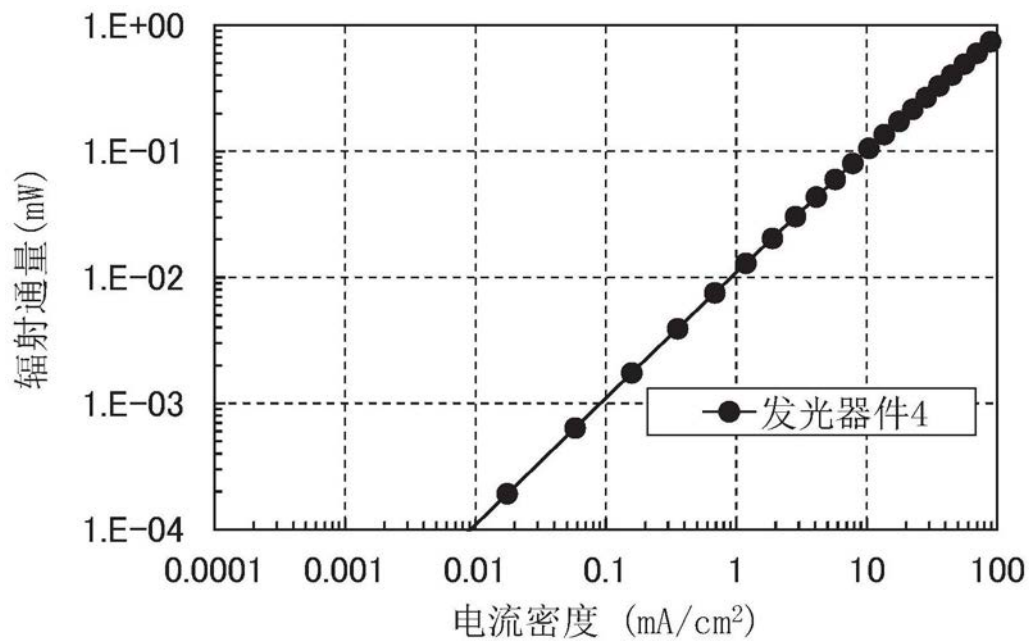


图32



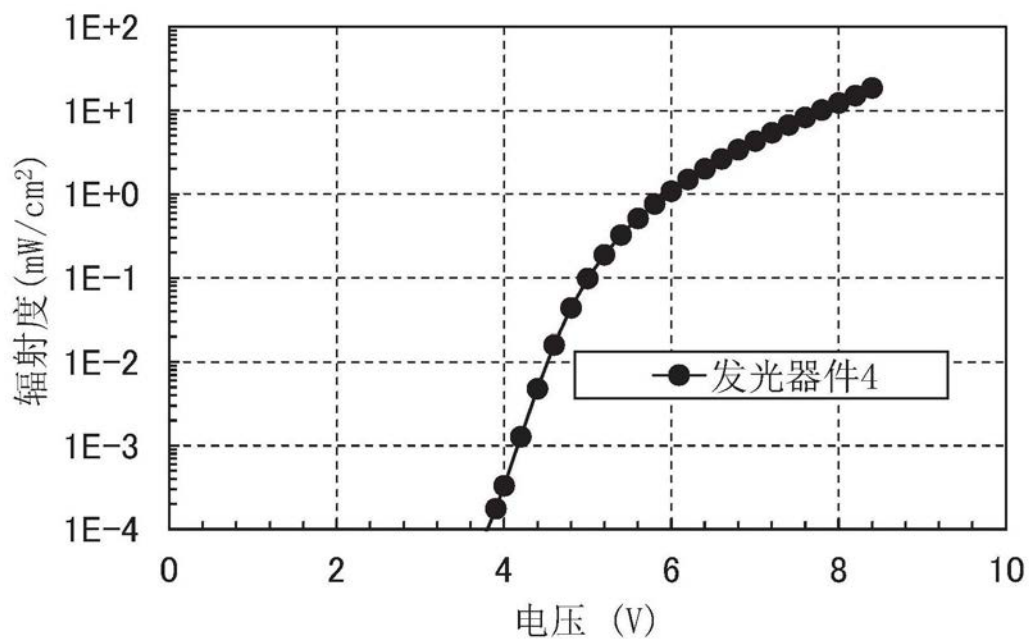


图33

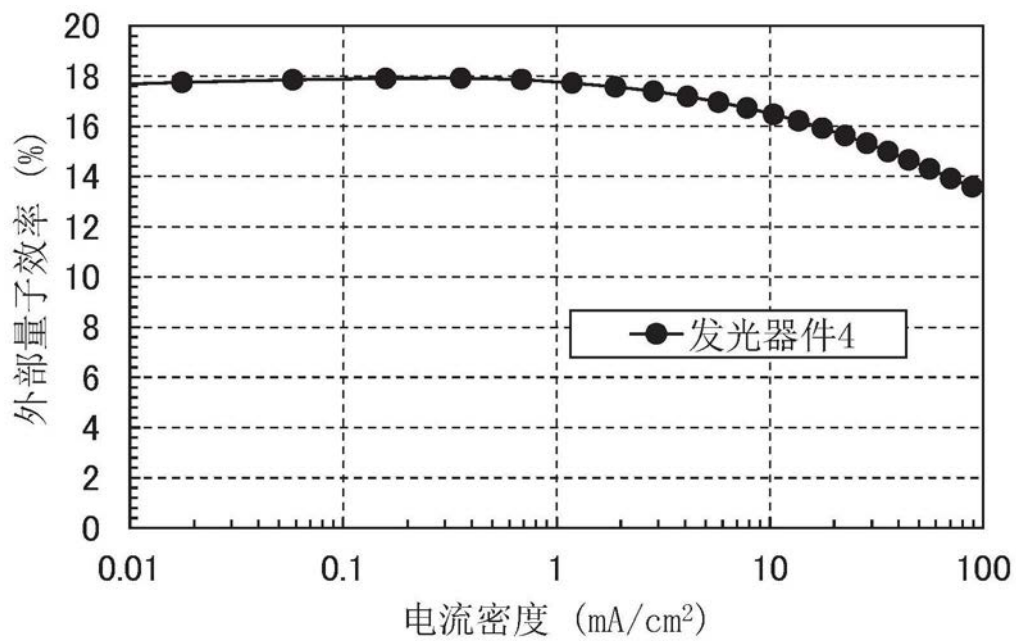


图34

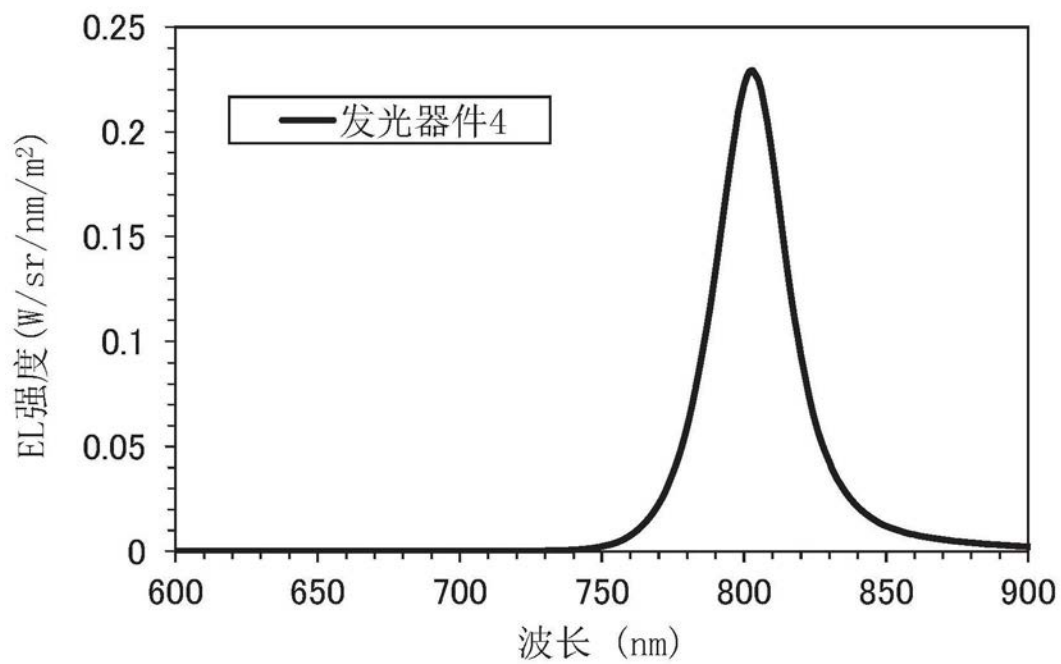


图35

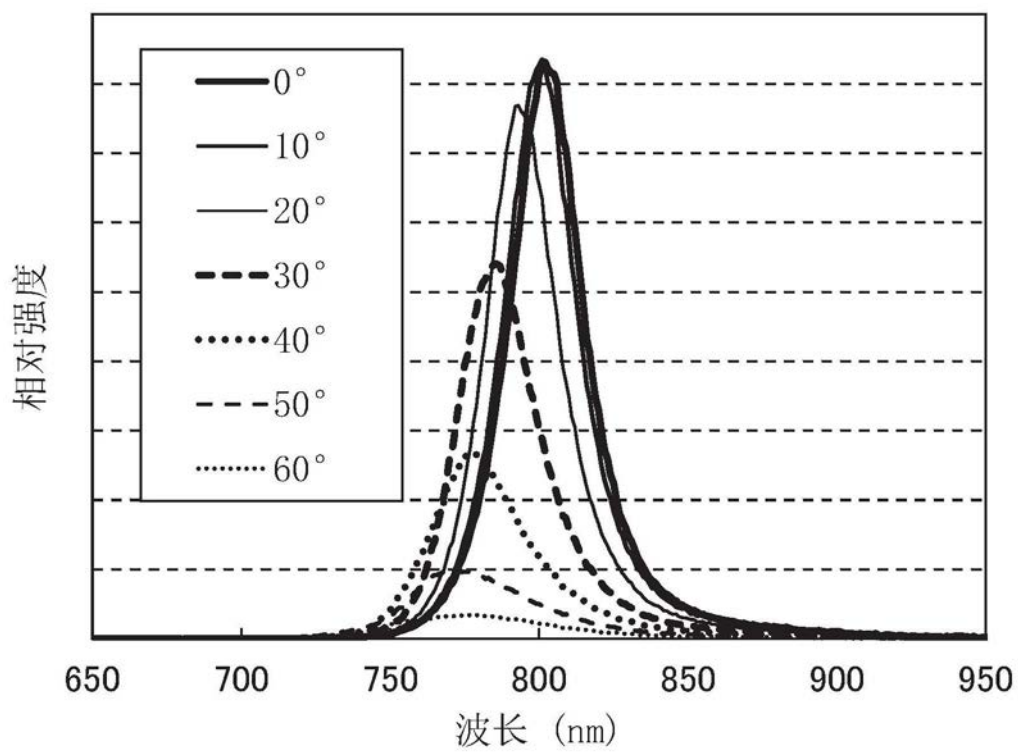


图36

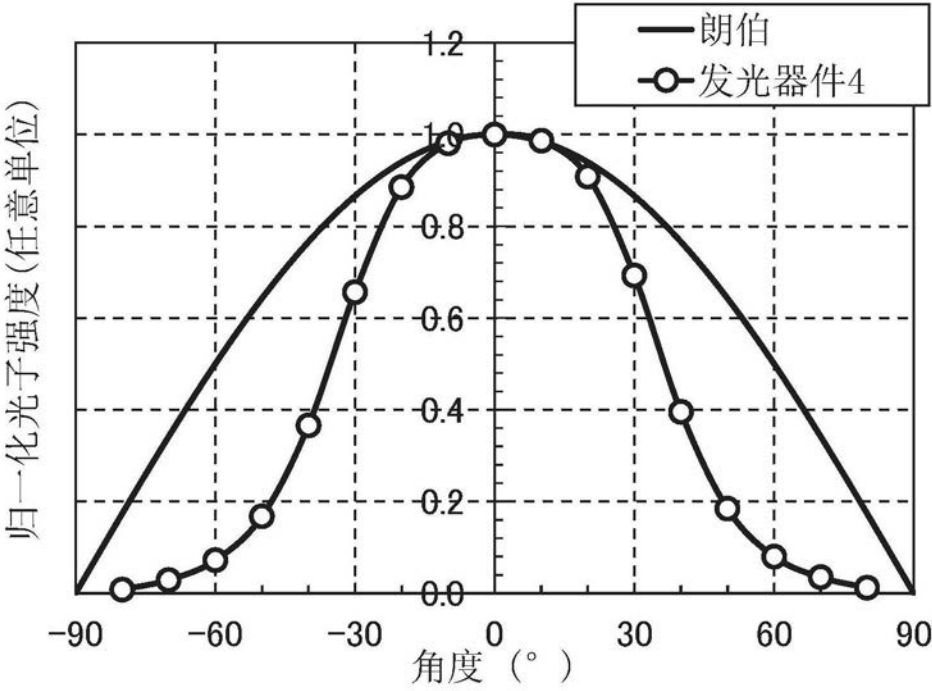


图37