



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105594304 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201480042637. 5

代理人 徐殿军

(22) 申请日 2014. 07. 23

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H05B 33/28(2006. 01)

2013-160596 2013. 08. 01 JP

H01L 51/50(2006. 01)

H05B 33/24(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H05B 33/26(2006. 01)

2016. 01. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/003865 2014. 07. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/015762 JA 2015. 02. 05

(71) 申请人 株式会社日本有机雷特显示器

地址 日本东京都

(72) 发明人 仓田惠子 佐藤宗治 近藤哲郎

石野真一郎

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

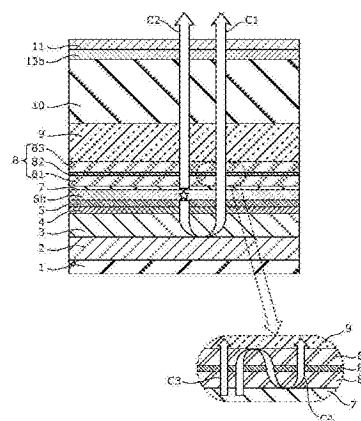
权利要求书3页 说明书21页 附图19页

(54) 发明名称

有机发光元件、有机发光显示面板及有机发光显示装置

(57) 摘要

蓝色发光元件具备反射阳极 (2)、透明阴极 (8)、反射阳极 (2) 与透明阴极 (8) 之间的有机发光层 (6b)、有机发光层 (6b) 与反射阳极 (2) 之间的第一功能层、以及有机发光层 (6b) 与透明阴极 (8) 之间的第二功能层, 并且具有谐振器结构。第一功能层的光学膜厚是 48nm ~ 62nm。透明阴极 (8), 根据第一透明导电层 (81)、金属层 (82)、第二透明导电层 (83), 从第二功能层一侧按照该顺序层叠而构成。第一透明导电层 (81) 的折射率是 2.0 ~ 2.4, 膜厚是 85nm ~ 97nm。金属层 (82) 与第一透明导电层 (81) 的折射率的差是 0 ~ 2.0, 膜厚是 2nm ~ 22nm。



1. 一种有机发光元件, 具备:

第一电极, 对射入的光进行反射;

第二电极, 配置为与所述第一电极对置, 并且使射入的光透过;

有机发光层, 配置在所述第一电极与所述第二电极之间, 并且至少射出蓝色光;

第一功能层, 配置在所述第一电极与所述有机发光层之间, 并且由一个或两个以上的层构成; 以及

第二功能层, 配置在所述有机发光层与所述第二电极之间, 并且由一个或两个以上的层构成,

所述有机发光元件形成有第一光路和第二光路,

所述第一光路是指, 从所述有机发光层射出的所述蓝色光的一部分, 经过所述第一功能层射入到所述第一电极, 在所述第一电极被反射之后, 经过所述第一功能层、所述有机发光层、所述第二功能层、所述第二电极向外部射出,

所述第二光路是指, 从所述有机发光层射出的所述蓝色光的剩余的一部分, 不向所述第一电极一侧前进, 而是经过所述第二功能层向所述第二电极前进, 经过所述第二电极向外部射出,

在所述第一功能层, 光学膜厚设定为在48nm以上62nm以下的范围内,

所述第二电极, 根据由透明导电材料构成的第一导电层、金属层、由透明导电材料构成的第二导电层, 从接近所述有机发光层一侧, 按照该顺序层叠来构成,

所述第一导电层的折射率是2.0以上2.4以下, 并且所述第一导电层的膜厚是85nm以上97nm以下,

所述金属层与所述第一导电层的折射率的差是0以上2.0以下, 并且所述金属层的膜厚是2nm以上22nm以下。

2. 如权利要求1所述的有机发光元件,

在所述第二电极, 设第一导电层的膜厚为 X_3 、所述金属层的膜厚为 Y_3 时, X_3 、 Y_3 的值是以下列关系式来包围的范围内的值,

$$X_3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y_0$$

其中 θ 是在 $0 \leq \theta \leq 2\pi$ 的范围内变化的变量参数,

$$X_0 = 91.4, Y_0 = 10.7, R_x = 5.6, R_y = 9.6, \phi = 0(\text{rad}).$$

3. 一种有机发光元件, 具备:

第一电极, 对射入的光进行反射;

第二电极, 配置为与所述第一电极对置, 并且使射入的光透过;

有机发光层, 配置在所述第一电极与所述第二电极之间, 并且至少射出蓝色光;

第一功能层, 配置在所述第一电极与所述有机发光层之间, 并且由一个或两个以上的层构成; 以及

第二功能层, 配置在所述有机发光层与所述第二电极之间, 并且由一个或两个以上的层构成,

所述有机发光元件形成有第一光路和第二光路,

所述第一光路是指, 从所述有机发光层射出的所述蓝色光的一部分, 经过所述第一功

能层射入到所述第一电极,在所述第一电极被反射之后,经过所述第一功能层、所述有机发光层、所述第二功能层、所述第二电极向外部射出,

所述第二光路是指,从所述有机发光层射出的所述蓝色光的剩余的一部分,不向所述第一电极一侧前进,而是经过所述第二功能层向所述第二电极前进,经过所述第二电极向外部射出,

在所述第一功能层,光学膜厚设定为在272nm以上286nm以下的范围内,

所述第二电极,根据由透明导电材料构成的第一导电层、金属层、由透明导电材料构成的第二导电层,从接近所述有机发光层一侧,按照该顺序层叠来构成,

所述第一导电层的折射率是2.0以上2.4以下,并且所述第一导电层的膜厚是86nm以上97nm以下,

所述金属层与所述第一导电层的折射率的差是0以上2.0以下,并且所述金属层的膜厚是8nm以上16nm以下。

4.如权利要求3所述的有机发光元件,

在所述第二电极,设第一导电层的膜厚为 X_3 、所述金属层的膜厚为 Y_3 时, X_3 、 Y_3 的值是以下列关系式来包围的范围内的值,

$$X_3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y_0$$

其中 θ 是在 $0 \leq \theta \leq 2\pi$ 的范围内变化的变量参数,

$$X_0 = 91.3, Y_0 = 11.9, R_x = 5.3, R_y = 4.4, \phi = 0(\text{rad}).$$

5.一种有机发光元件,具备:

第一电极,对射入的光进行反射;

第二电极,配置为与所述第一电极对置,并且使射入的光透过;

有机发光层,配置在所述第一电极与所述第二电极之间,并且至少射出蓝色光;

第一功能层,配置在所述第一电极与所述有机发光层之间,并且由一个或两个以上的层构成;以及

第二功能层,配置在所述有机发光层与所述第二电极之间,并且由一个或两个以上的层构成,

所述有机发光元件形成有第一光路和第二光路,

所述第一光路是指,从所述有机发光层射出的所述蓝色光的一部分,经过所述第一功能层射入到所述第一电极,在所述第一电极被反射之后,经过所述第一功能层、所述有机发光层、所述第二功能层、所述第二电极向外部射出,

所述第二光路是指,从所述有机发光层射出的所述蓝色光的剩余的一部分,不向所述第一电极一侧前进,而是经过所述第二功能层向所述第二电极前进,经过所述第二电极向外部射出,

在所述第一功能层,光学膜厚设定为在17nm以上33nm以下的范围内,

根据由透明导电材料构成的第一导电层、金属层、由透明导电材料构成的第二导电层,从所述第二功能层一侧,按照该顺序层叠来构成,

所述第一导电层的折射率是2.0以上2.4以下,并且所述第一导电层的膜厚是35nm以上65nm以下,

所述金属层与所述第一导电层的折射率的差是0以上2.0以下,并且所述金属层的膜厚是7nm以上22nm以下。

6.如权利要求5所述的有机发光元件,

在所述第二电极,设第一导电层的膜厚为 X_3 、所述金属层的膜厚为 Y_3 时, X_3 、 Y_3 的值是以下列关系式来包围的范围内的值,

$$X_3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y_0$$

其中 θ 是在 $0 \leq \theta \leq 2\pi$ 的范围内变化的变量参数,

$X_0 = 50$ 、 $Y_0 = 15$ 、 $R_x = 15$ 、 $R_y = 6$ 、 $\phi = 25(\text{rad})$ 。

7.如权利要求1至6的任一项所述的有机发光元件,

所述金属层的膜厚是10nm以上。

8.如权利要求1至7的任一项所述的有机发光元件,

还具备蓝色的滤色片,该蓝色的滤色片使经过所述第二电极向外部射出的光透过。

9.一种有机发光显示面板,具备权利要求1至权利要求8的任一项所述的有机发光元件。

10.一种有机发光显示装置,具备权利要求9所述的有机发光显示面板。

有机发光元件、有机发光显示面板及有机发光显示装置

技术领域

[0001] 本申请涉及利用有机材料的电致发光现象来发光的有机发光元件,尤其涉及发出蓝色光的有机发光元件。

背景技术

[0002] 近几年,作为发光型的显示器,在基板上以矩阵方向排列多个有机发光元件的有机电致发光面板被实用化。

[0003] 作为该有机电致发光面板的构成,周知的是在基板上设置驱动电路(例如,包含薄膜晶体管(TFT:Thin Film Transistor)元件),在该驱动电路上设置绝缘层,并且排列有多个有机发光元件而构成。

[0004] 而且各个有机发光元件作为基本构造具备:在基板上的绝缘层上设置的阳极、在该阳极上设置的由有机发光材料构成的发光层及机能层的层叠体、以及在其上设置的透明导电性的阴极。

[0005] 作为透明导电性的阴极,以往通常采用了以氧化铟锡(ITO:Indium Tin Oxide)为代表的透明导电材料。此外,作为功能层,在发光层与阳极之间设置了空穴注入层、空穴传输层等,在发光层与阴极之间设置了电子注入层,电子传输层等。

[0006] 这样的有机发光元件是电流驱动型的发光元件,驱动时,在阳极与阴极之间被施加电压,被注入到发光层的空穴与电子再结合,从而发光。

[0007] 在全色显示的有机发光面板,这样的有机发光元件形成RGB各个颜色的子像素,通过组合相邻的RGB的子像素,形成一个像素。

[0008] 针对这样的有机发光面板期待开发出适合高清晰化的产品,从而推进了对此的开发。

[0009] 此外,针对有机发光面板,从耗电量的减少和长寿命化的观点,也期待能够提高来自各个发光元件的光取出效率。

[0010] 为了提高该光取出效率,周知的有例如专利文献1所示的各个颜色的有机发光元件采用谐振器结构的技术。采用谐振器结构,对有机发光元件的光取出效率的提高有效。

[0011] (现有技术文献)

[0012] (专利文献)

[0013] 专利文献1:国际公开第2012/020452号

[0014] 专利文献2:日本特开2010-34030号公报

[0015] 专利文献3:日本特开2012-9148号公报

发明内容

[0016] 本申请提供一种蓝色发光的有机发光元件,该有机发光元件能够减少透明阴极(透明电极)的薄层电阻值,并且以高取出效率来取出色度良好的蓝色发光。

[0017] 本申请的一个方案涉及的有机发光元件,具备:第一电极,对射入的光进行反射;

第二电极,配置为与第一电极对置,并且使射入的光透过;有机发光层,配置在第一电极与第二电极之间,并且至少射出蓝色光;第一功能层,配置在第一电极与有机发光层之间,并且由一个或两个以上的层构成;以及第二功能层,配置在有机发光层与第二电极之间,并且由一个或两个以上的层构成。

[0018] 而且所述有机发光元件形成有第一光路和第二光路,所述第一光路是指,从有机发光层射出的蓝色光的一部分,经过第一功能层射入到第一电极,在第一电极被反射之后,经过第一功能层、有机发光层、第二功能层、第二电极向外部射出,所述第二光路是指,从有机发光层射出的蓝色光的剩余的一部分,不向第一电极一侧前进,而是经过第二功能层、第二电极向外部射出。

[0019] 第一功能层的光学膜厚设定为在48nm以上62nm以下的范围内。

[0020] 第二电极,根据由透明导电材料构成的第一导电层、金属层、由透明导电材料构成的第二导电层,从接近有机发光层一侧,按照该顺序层叠来构成。而且第一导电层的折射率是2.0以上2.4以下,并且所述第一导电层的膜厚是85nm以上97nm以下,金属层与第一导电层的折射率的差是0以上2.0以下,并且金属层的膜厚是2nm以上22nm以下。

[0021] 在所述一个方案涉及的有机发光元件,从有机发光层射出的蓝色光,通过第一光路及第二光路向外部射出。在此,第一功能层的光学膜厚设定为在48nm以上62nm以下的范围内,通过所述两个光路的光共振,从而能够以高取出效率取出色度良好的蓝色光。

[0022] 此外,光取出侧的第二电极是根据由透明导电材料构成的第一导电层、金属层、由透明导电材料构成的第二导电层层叠而构成,与仅由透明导电材料来构成第二电极的情况相比,能够减少其薄层电阻值。

[0023] 此外,通过将第一透明导电层及金属层的膜厚设定为所述的范围,能够进一步提高蓝色光的光取出效率。

附图说明

[0024] 图1是模式性表示实施方式1涉及的有机显示面板的像素结构的截面图。

[0025] 图2是表示在发光元件形成的光谐振器结构中的直接光和反射光的图。

[0026] 图3是表示实施方式涉及的显示装置的功能块的图。

[0027] 图4是例示实施方式涉及的显示装置的外形的图。

[0028] 图5的(a)~(d)都是说明实施方式涉及的显示装置的制造方法的图。

[0029] 图6的(a)~(c)都是说明实施方式涉及的显示装置的制造方法的图。

[0030] 图7的(a)是表示改变空穴注入层4的膜厚时,从蓝色发光元件取出的光取出效率的图表,(b)是表示改变空穴注入层4的膜厚时,从蓝色发光元件取出的光的色度变化的模样的图表。

[0031] 图8是表示ITO/Ag/ITO电极的各层的膜厚和薄层电阻之间的关系图。

[0032] 图9是表示用于模拟的实施例1a、比较例1a涉及的蓝色发光元件的各层的折射率、膜厚以及光路长。

[0033] 图10的(a)和(b)都是针对实施例1a涉及的蓝色发光元件,根据模拟的结果制作的亮度/y值的映射图。

[0034] 图11的(a)~(e)都是针对实施例1a涉及的蓝色发光元件,根据模拟的结果制作的

亮度/y值的映射图。

[0035] 图12的(a)是表示在实施例1a中,亮度/y值共同地成为70以上的第一透明导电层81和金属层82的膜厚范围的映射图,(b)是用椭圆拟合该范围的图。

[0036] 图13是表示用于模拟的实施例1b、比较例1b涉及的蓝色发光元件的各层的折射率、膜厚以及光路长的图。

[0037] 图14的(a)是针对实施例1b涉及的蓝色发光元件,根据模拟的结果而制作的亮度/y值的映射图,(b)是用椭圆拟合该范围的图。

[0038] 图15是模式性表示实施方式2涉及的像素结构的截面图。

[0039] 图16是表示实施例2涉及的有机发光元件的各层的折射率、膜厚及光路长的图。

[0040] 图17的(a)是表示在实施例2,改变空穴注入层37的膜厚时,从蓝色发光元件取出的光取出效率的图表,(b)是表示改变空穴注入层37的膜厚时,从蓝色发光元件取出的光的色度变化的情况的图表。

[0041] 图18的(a)~(c)都是针对实施例2涉及的蓝色发光元件,根据模拟的结果制作的亮度/y值的映射图。

[0042] 图19的(a)是表示在实施例2,亮度/y值共同成为100以上的第一透明导电层321和金属层322的膜厚范围的映射图,(b)是表示用椭圆拟合该范围的图。

[0043] 图20是表示ITO膜的膜厚与薄层电阻的关系的图。

具体实施方式

[0044] (作为本发明的基础的知识)

[0045] 在有机发光面板,为了用良好的画质进行图像显示,尤其针对蓝色的有机发光元件,期待获得色度良好且光取出效率高的蓝色光。从而,在如所述采用了谐振器结构的蓝色的有机发光元件,期待能够进一步提高色度良好的蓝色光的取出效率。

[0046] 此外,在有机发光面板,将透明阴极用ITO一样的透明导电材料来形成时,该薄层电阻值变高,面板的中央部比周围所施加的电压降低,会产生亮度不均。从而,降低透明阴极的薄层电阻值也是课题。

[0047] 如上所述,在蓝色发光元件,通过采用谐振器结构,能够使蓝色光的光取出效率及色度Y值(CIE色度系)变得良好。然而,本申请者为了进一步抑制面板的中央部的电压下降,并且提高从发光元件取出的蓝色光的光取出效率而进行了专心研究。

[0048] 为了抑制电压下降,例如专利文献2所示,在有机电致发光面板中,在邻接的像素之间设置由电阻低的金属构成的线宽5~10 μ m的汇流条(busbar)。

[0049] 然而,在高清晰的有机电致发光面板中,设置汇流条,则导致像素的开口率下降,成为发光元件的光取出效率低下的原因。尤其在15英寸的超过300~500ppi的高清晰面板中,1个像素大小的宽度大小为30~80 μ m,非常小。考虑到为了长寿命化,将开口率维持在40~50%以上时,可知确保线宽5~10 μ m的空间是非常困难的。

[0050] 在此,本申请者在超过500ppi的高清晰化的有机显示元件,考虑到兼顾电压下降的抑制和光取出效率的提高了的双方,研究了使透明阴极成为低电阻的方法。

[0051] ITO膜,在膜厚为50nm左右时,电阻值(以下称为薄层电阻值)成为80~100 $\Omega/\square$ (另外, $\square$ 表示Sq.)。在该情况下产生电压下降,从而根据在面板上配置的像素的位置亮度

不均。

[0052] 在此,如图20所示,在通常的ITO一样的透明导电膜中,其膜厚与薄层电阻值具有反比例关系,将膜厚设定地大则可以在某种程度上减少薄层电阻。但是,从图20可以知道,由ITO构成的透明阴极的膜厚即使设定为200nm以上,将薄层电阻值降低到 $40\ \Omega/\square$ 以下是存在困难的。

[0053] 此外,在顶部发射结构中,在有机层上形成透明导电膜,形成厚的透明导电膜时,加热时间变长,会损伤元件。此外,形成厚的透明阴极时,总的透射率下降,不能避免光取出效率的降低。因此,实际上能够用ITO制膜的透明阴极的膜厚存在上限。

[0054] 在此,可以考虑将透明阴极作为由ITO-金属层-ITO构成的层叠结构,在ITO之间配置金属层,从而实现低电阻化。在这样的构成中,例如专利文献3公开了在透明塑料上按顺序层叠第一ITO层(A1)、金属层(M)、第二ITO层(A2)的层叠型透明导电性膜。

[0055] 这样的三层结构的透明阴极中,金属层的膜厚变厚时,薄层电阻值与金属层的膜厚成比例地降低。为了显示装置的高清晰化,并且为了抑制根据在显示装置的面板上配置的像素的位置产生的亮度不均,就需要薄层电阻的低电阻化。因此,就需要某种程度的膜厚的金属层。然而,金属层变厚,则光的透射率下降,并且光取出效率下降。这样,薄层电阻值和光取出效率具有权衡的关系。因此,以往存在这样的课题,按照产品规范等不得不选择牺牲光取出效率(取出效率小)而降低薄层电阻值,或者相反地优先光取出效率而使薄层电阻值变高(产生画面不均)。

[0056] 在此,本申请者研究了在蓝色发光元件,作为透明阴极,采用第一透明导电层-金属层-第二透明导电层的三层层叠结构,并确保低薄层电阻值,进而提高从蓝色发光元件取出的蓝色光取出效率。具体而言,通过模拟,改变三层结构的透明导电电极的各层的膜厚,来计算被取出的蓝色光的亮度及色度。

[0057] 图8是表示透明阴极的层构成与薄层电阻值和光的透射率的关系的图。在该图8,样品的No.1(样品1)是,用ITO的单层来构成透明阴极的情况,其他No.2至No.7是改变第一、第二透明导电层(ITO)的膜厚和金属层(Ag)的膜厚的三层层叠结构的情况。

[0058] 如图8所示,像ITO-Ag-ITO一样的层叠结构的透明阴极,单独存在时金属层(Ag层)的膜厚变厚则光透射率降低,但是如后述的模拟的结果(图11等)所得到的见解是,在该蓝色发光元件嵌入了该层叠结构的透明阴极时,即使金属层的膜厚厚度为某种程度,也存在光取出效率良好的情况。而且,根据所得到的见解进行了本申请。即,通过研究的结果,在本申请中不仅着眼于通过以往的见解所知道的构成透明阴极的层叠结构的金属层和透明导电层的每一层的膜厚,而且将构成透明阴极的金属层以及与其邻接的透明导电层的折射率的差,以及在透明阴极的层叠结构中布置在功能层一侧的第一透明导电层(第一导电层)的折射率和膜厚设定为规定的范围,并且将第一电极侧的功能层的光学膜厚设定为规定的范围,从而发现了即使金属层具有某种程度的膜厚,光取出也成为良好的范围。

[0059] [发明的方案]

[0060] 本申请的一个方案涉及的有机发光元件具备:第一电极,对射入的光进行反射;第二电极,配置为与第一电极对置,并且使射入的光透过;有机发光层,配置在第一电极与第二电极之间,并且至少射出蓝色光;第一功能层,配置在第一电极与有机发光层之间,并且由一个或两个以上的层构成;以及第二功能层,配置在有机发光层与第二电极之间,并且由

一个或两个以上的层构成。

[0061] 而且有机发光元件形成有第一光路和第二光路,所述第一光路是指,从有机发光层射出的蓝色光的一部分,经过第一功能层射入到第一电极,在第一电极被反射之后,经过第一功能层、有机发光层、第二功能层、第二电极向外部射出,所述第二光路是指,从有机发光层射出的蓝色光的剩余的一部分,不向第一电极一侧前进,而是经过第二功能层、第二电极向外部射出。

[0062] 此外,光取出侧的第二电极,根据由透明导电材料构成的第一导电层、金属层、由透明导电材料构成的第二导电层,从接近有机发光层一侧,按照该顺序层叠来构成。由此,与仅由透明导电材料构成第二电极的情况相比,因为金属层而得到导电性的提高,所以能够减少薄层电阻值。

[0063] 这样具有谐振结构并且具有在光取出侧是层叠结构的第二电极的有机发光元件中,关于该第一功能层的光学膜厚,使经过所述两个光路的光共振,并且考虑以高取出效率取出色度良好的蓝色光,该光学膜厚设定在下列(1)~(3)的各个范围。

[0064] 此外,第二电极中的第一导电层的折射率及膜厚、以及金属层的折射率及膜厚,按照(1)~(3),设定为下述记载的值,从而能够进一步提高色度良好的蓝色光的光取出效率。

[0065] (1)第一功能层的光学膜厚设定为在48nm以上62nm以下。这个光学膜厚是后述的相当于0.5cav.的膜厚,能够以高取出效率取出色度良好的蓝色光。

[0066] 在这个情况下,第一导电层的折射率是2.0以上2.4以下,并且第一导电层的膜厚是85nm以上97nm以下,金属层与第一导电层的折射率的差是0以上2.0以下,并且金属层的膜厚是2nm以上22nm以下。

[0067] 通过设定在这个范围,从而能够进一步提高色度良好的蓝色光的光取出效率。

[0068] 此外,在第二电极,设第一导电层的膜厚为X3、金属层的膜厚为Y3时,X3、Y3的值是以下列关系式1来包围的范围内的值,从而能够更加确实地提高蓝色光的光取出效果。

[0069] [式1]

$$[0070] \quad X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$$

$$[0071] \quad Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$$

[0072] 其中 θ 是在 $0 \leq \theta \leq 2\pi$ 的范围内变化的变量参数, $X0=91.4$ 、 $Y0=10.7$ 、 $R_x=5.6$ 、 $R_y=9.6$ 、 $\phi=0$ 。

[0073] (2)第一功能层的光学膜厚设定为272nm以上286nm以下。这个光学膜厚是后述的相当于1.5cav.的膜厚,能够以高取出效率取出色度良好的蓝色光。

[0074] 在这个情况下,第一导电层的折射率是2.0以上2.4以下,并且第一导电层的膜厚是86nm以上97nm以下,金属层与第一导电层的折射率的差是0以上2.0以下,并且金属层的膜厚是8nm以上16nm以下。通过设定在这个范围,从而能够进一步提高色度良好的蓝色光的光取出效率。

[0075] 此外,在第二电极,设第一导电层的膜厚为X3、金属层的膜厚为Y3时,X3、Y3的值是以下列关系式2来包围的范围内的值,从而能够更加确实地提高蓝色光的光取出效果。

[0076] [式2]

$$[0077] \quad X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$$

$$[0078] \quad Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$$

[0079] 其中 $0 \leq \theta \leq 2\pi$, $X0=91.3$ 、 $Y0=11.9$ 、 $Rx=5.3$ 、 $Ry=4.4$ 、 $\phi=0(\text{rad})$ 。

[0080] (3)第一功能层的光学膜厚设定为17nm以上33nm以下。这个光学膜厚是后述的相当于 0.5cav. 的膜厚,能够以高取出效率取出色度良好的蓝色光。

[0081] 在这个情况下,第一导电层的折射率是2.0以上2.4以下,并且第一导电层的膜厚是35nm以上65nm以下,金属层与第一导电层的折射率的差是0以上2.0以下,并且金属层的膜厚是8nm以上22nm以下。通过设定在这个范围,从而能够进一步提高色度良好的蓝色光的光取出效率。

[0082] 此外,在第二电极,设第一导电层的膜厚为 $X3$ 、金属层的膜厚为 $Y3$ 时, $X3$ 、 $Y3$ 的值是以下列关系式3来包围的范围内的值,从而能够更加确实地提高蓝色光的光取出效果。

[0083] [式3]

[0084] $X3 = Rx \cos \theta \cos \phi - Ry \sin \theta \sin \phi + X0$

[0085] $Y3 = Rx \cos \theta \sin \phi + Ry \sin \theta \cos \phi + Y0$

[0086] 其中 $0 \leq \theta \leq 2\pi$, $X0=50$ 、 $Y0=15$ 、 $Rx=15$ 、 $Ry=5$ 、 $\phi=-9.7(\text{rad})$ 。

[0087] 在所述各个方案的有机发光元件,金属层的膜厚为10nm以上,这对于减少薄层电阻值是优选的。

[0088] 在所述各个方案的有机发光元件,还为了校正经过第二电极向外部射出的光的色度,可以设置使该光透过的蓝色的滤色片。如上所述,从有机发光元件取出的蓝色光已经是色度良好,所以在设置滤色片进行色度校正的情况下,也利用光透射率高的滤色片,能够获得作为目标的色度。

[0089] 本申请的其他方案涉及的有机发光显示面板具备所述各个方案涉及的有机发光元件。本方案涉及的有机发光显示面板,能够成为进一步提高了色度良好的蓝色光的光取出效率的有机发光显示面板。

[0090] 此外,本申请的其他方案涉及的有机发光显示装置具备所述方案涉及的有机发光显示面板。本方案涉及的有机发光显示装置,能够成为进一步提高了色度良好的蓝色光的光取出效率的有机发光显示装置。

[0091] 下面说明实施方式。

[0092] (实施方式1)

[0093] 在实施方式1说明顶部发射结构的有机显示面板。

[0094] [有机显示面板]

[0095] 图1是模式性表示实施方式1涉及的有机显示面板的像素结构的截面图。

[0096] 在该有机显示面板,在行方向及列方向以矩阵状有规则地布置了R(红)、G(绿色)、B(蓝色)各个颜色的发光元件。

[0097] 蓝色的发光元件包括:基板1、反射电极(以下称为反射阳极)2、透明导电层3、空穴注入层4、空穴传输层5、有机发光层6b、电子传输层7、透明电极(以下称为透明阴极)8、薄膜密封层9、树脂密封层10、以及基板11。绿色的发光元件除了有机发光层6g,具有与蓝色的发光元件相同的构成。红色的发光元件也是除了有机发光层6r,具有与蓝色的发光元件相同的构成。在该例子中,在各个颜色的发光元件,基板1、电子传输层7、透明阴极8、薄膜密封层9、树脂密封层10是共同的,除此以外的层用堤12来区分。以下将有机发光层6b、6g、6r统称为有机发光层6。

[0098] 而且设置了滤色片13b、13g、13r。

[0099] [各层的具体例]

[0100] <基板>

[0101] 基板1是例如TFT(Thin Film Transistor)基板。

[0102] 基板1的材料例如是钠钙玻璃、无荧光玻璃、磷酸系玻璃、硼酸系玻璃等的玻璃板及石英板,以及丙烯系树脂、苯乙烯系树脂、聚碳酸酯系树脂、环氧系树脂、聚乙烯、聚酯、硅系树脂等的塑料板或者塑料膜,以及氧化铝等的金属板或者金属箔等。

[0103] <堤>

[0104] 堤12只要由绝缘性材料形成就可以,也可以具有有机溶剂耐性。此外,堤12有可能被进行蚀刻处理、烘焙处理等,可以采用对这些处理耐性高的材料来形成。堤12的材料可以是树脂等的有机材料,也可以是玻璃等的无机材料。作为有机材料能够采用丙烯系树脂、聚酰亚胺系树脂、酚醛清漆型酚醛树脂等,作为无机材料能够采用硅氧化物(SiO_2),氮化硅(Si_3N_4)等。

[0105] <反射阳极>

[0106] 反射阳极2,与配置在基板1的TFT电连接,作为发光元件的正极发挥作用的同时,对从有机发光层6b、6g、6r射出到反射阳极2的光进行反射的功能。反射功能可以根据反射阳极2的构成材料来发挥作用,在反射阳极2的表面部分实施反射涂层来发挥作用。反射阳极2例如由Al(铝)、Ag(银)、APC(银、钯、铜的合金)、ARA(银、铷、金的合金)、MoCr(钼和铬的合金)、NiCr(镍和铬的合金)等形成。

[0107] <透明导电层>

[0108] 透明导电层3作为保护层发挥作用,即防止在制造过程中反射阳极2自然氧化。透明导电层3的材料,由导电性材料形成就可以,该导电性材料对在有机发光层6b、6g、6r产生的光具有充分的透光性,例如可以是ITO和IZO等。因为在室温中成膜,也能得到良好的导电性。

[0109] <空穴注入层>

[0110] 空穴注入层4具有将空穴注入到有机发光层6b、6g、6r的功能。例如由氧化钨(WO_x)、氧化钼(MoO_x)、氧化钼钨($\text{Mo}_x\text{W}_y\text{O}_z$)等的过渡金属的氧化物来形成。通过由过渡金属的氧化物来形成,从而提高电压-电流密度特性,此外能够提高电流密度,并且提高发光强度。另外,除此之外,过渡金属的氮化物等的金属化合物也可以适用。

[0111] <空穴传输层>

[0112] 作为空穴传输层5的材料可以是三唑衍生物、恶二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳基烷烃衍生物、吡唑啉衍生物以及吡唑啉酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、氨基取代查耳酮衍生物、恶唑衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、茚酮衍生物、酮腈衍生物、茈萜衍生物、卟啉化合物、芳香族叔胺化合物以及苯乙烯基胺化合物、丁二烯化合物、聚苯乙烯衍生物、三苯基甲烷衍生物、四苯基联苯胺衍生物。也可以是卟啉化合物、芳香族叔胺化合物以及苯乙烯基胺化合物。

[0113] <有机发光层>

[0114] 作为有机发光层6b、6g、6r的材料可以是类噁星(oxinoid)化合物、茈化合物、香豆素化合物、氮杂香豆素化合物、恶唑化合物、恶二唑化合物、紫环酮(perinone)化合物、吡咯

并吡咯化合物、萘化合物、蒽化合物、茚化合物、荧蒽化合物、并四苯化合物、芘化合物、晕苯化合物、喹诺酮化合物及氮杂喹诺酮化合物、吡啶啉衍生物及吡啶啉酮衍生物、若丹明化合物、屈(chrysene)化合物、菲化合物、环戊二烯化合物、茈化合物、二苯基苯醌化合物、苯乙炔基化合物、丁二烯化合物、双氰亚甲基吡喃化合物、双氰亚甲基噻喃化合物、荧光素化合物、吡喃鎓化合物、噻喃鎓化合物、硒杂环己二烯鎓化合物、碲杂环己二烯鎓化合物、芳香族坎利酮化合物、低聚亚苯基化合物、噻吨化合物、花青苷化合物、吡啶化合物、8-羟基喹啉化合物的金属配合物、2-联吡啶化合物的金属配合物、席夫碱与III族金属的配合物、羟基喹啉金属配合物、稀土类配合物等荧光物质。

[0115] <电子传输层>

[0116] 电子传输层7的材料,例如是硝基取代茚酮衍生物、噻喃二氧化物衍生物、联苯醌衍生物、茈四衍生物、蒽醌二甲烷衍生物、亚茚基甲烷衍生物、蒽酮衍生物、恶二唑衍生物、紫环酮衍生物、喹啉配合物衍生物。

[0117] 另外,从提高电子注入性的观点来看,构成所述电子传输层的材料可以掺杂钠(Na)、钡(Ba)、钙(Ca)等的碱金属或碱土金属。

[0118] <透明阴极>

[0119] 透明阴极8作为有机电致发光元件的负极来发挥功能。由对在有机发光层6b、6g、6r产生的光具有透光性的导电性材料来形成。

[0120] 透明阴极8,根据由透明导电材料构成的第一透明导电层81、金属层82、由透明导电材料构成的第二透明导电层83按顺序层叠而构成。

[0121] 第一透明导电层81及第二透明导电层83的材料(透明导电材料)是铟锡氧化物(ITO:Indium Tin Oxide)、铟锌氧化物(IZO:Indium Zinc Oxide)等。

[0122] 作为金属层82的材料,首先是银(Ag)、以及金(Au)、铂(Pt)、钯(Pd)、镍(Ni)、铜(Cu)、铝(Al)或者这些金属的合金。

[0123] <薄膜密封层>

[0124] 薄膜密封层9具有防止夹在基板1之间的各层暴露在水分和空气中的功能。薄膜密封层9的材料是例如氮化硅(SiN),酸氮化硅(SiON)和树脂等。

[0125] <树脂密封层>

[0126] 树脂密封层10,将由从基板1到薄膜密封层9的各层构成的背面面板与形成有滤色片13b、13g、13r的基板11进行贴合,并且具有能够防止各层暴露在水分和空气中的功能。树脂密封层10的材料是例如树脂粘合剂等。

[0127] <滤色片(CF)>

[0128] 滤色片13b、13g、13r具有使从各个颜色的发光元件射出的光透过、并且校正该色度的功能。

[0129] <光谐振器结构>

[0130] 在RGB各个颜色的发光元件中,在透明阴极8与反射阳极2之间存在各个颜色的有机发光层6b、6g、6r,如下所述地形成了使来自有机发光层6b、6g、6r的光共振,并从透明阴极8侧射出的光谐振器结构。

[0131] 在有机发光层6b、6g、6r产生的光,从透明阴极8射出到外部,该光包括如下两个光的成分,有机发光层6b、6g、6r朝着透明阴极8直接射出的“直接光”以及从有机发光层6b、

6g、6r朝着反射阳极2射出,在反射阳极2被反射之后朝向透明阴极8的“反射光”。

[0132] 图2是表示在发光元件形成的光谐振器结构中的直接光和反射光的图。

[0133] 另外,该图中示出了具有蓝色的有机发光层6b的蓝色元件,不过具有红色的有机发光层6r的红色元件、具有绿色的有机发光层6g的绿色元件也一样。

[0134] 在发光元件的光谐振器结构中,形成了以下第一光路C2和第二光路C1的两个光路。第一光路C2是指,从有机发光层6射出的光的一部分不向反射阳极2侧前进,而是向透明阴极8侧前进,并且经过透明阴极8向发光元件的外部射出。第二光路C1是指,从有机发光层6射出的光的剩余的一部分向反射阳极2侧前进,在反射阳极2被反射之后,经过有机发光层6及透明阴极8向发光元件的外部射出。

[0135] 在有机发光层6b、6g、6r与反射阳极2之间设定了光学膜厚L,从而基本上通过该直接光与反射光的干扰,与各个颜色对应的光成分相互增强。

[0136] 该光学膜厚L是夹在有机发光层6b、6g、6r与反射阳极2之间的三个功能层(透明导电层3、空穴注入层4、空穴传输层5)的总和的光学距离(用膜厚和折射率的积来表示,单位是[nm])。

[0137] 但是通过本申请者的调查,可知如下倾向,在蓝色发光元件,光取出效率为极大值时,被取出的蓝色光的色度虽然接近目标色度,但是对光取出效率成为极大值的光学膜厚L进行变化,取出色度y值小的蓝色光更能接近目标色度。

[0138] 在此,在本实施例,如后所述,不只是根据光取出效率来决定该光学膜厚L,还重视色度y值来设定。即,将该亮度/y值作为指标,以使该指标变高的方式设定光学膜厚L。

[0139] [显示装置的全体构成及外形]

[0140] 图3是表示实施方式涉及的显示装置的功能块的图。图4是例示该显示装置的外形的图。

[0141] 有机显示装置(有机发光显示装置)15具有有机显示面板16以及与其连接的驱动控制部17。有机显示面板(有机发光显示面板)16是具备上述的蓝色、绿色、红色的发光元件的显示面板,在该显示面上多个发光元件在X方向及Y方向上以矩阵状排列。驱动控制部17,由四个驱动电路18~21和控制电路22构成。但是,在有机显示装置15中,相对于有机显示面板16的驱动控制部17的布置,不限为此。

[0142] 控制电路22从外部输入影像信号,并将基于该影像信号的控制信号输出到驱动电路(扫描线驱动电路)20、21及驱动电路(信号线驱动电路)18、19。

[0143] 驱动电路20、21与配置在X方向上的多个扫描线连接,该驱动电路是通过向这些多个扫描线输出扫描信号,从而驱动与上述的实施方式1涉及的发光元件相对应地设置的开关晶体管的导通及非导通的电路。

[0144] 驱动电路18、19与配置在Y方向的多个数据线连接,该驱动电路是将基于上述的影像信号的数据电压输出到实施方式1涉及的发光元件的驱动电路。

[0145] 有机显示面板16具备在X方向及Y方向上以矩阵状配置的具有蓝色、绿色、红色的多个发光元件,根据从外部输入到有机显示装置15的影像信号,显示图像。

[0146] 如上所述构成的有机发光显示面板具备本申请的各个方案涉及的有机发光元件。从而,在以下的实施方式的说明中明确示出了能够实现进一步提高色度良好的蓝色光的光取出效率的有机发光显示面板。

[0147] 此外,如上所述构成的有机发光显示装置包括:具备本申请的各个方案涉及的有机发光元件的有机发光显示面板。从而,在以下的实施方式的说明中明确示出了能够实现进一步提高色度良好的蓝色光的光取出效率的有机发光显示装置。

[0148] [有机显示面板的制造方法]

[0149] 参考图5、图6来说明有机显示面板的制造方法。

[0150] 首先在基板1上通过蒸镀法和溅射法等形成反射阳极2(图5的(a))。接着在反射阳极2上,通过蒸镀法和溅射法等形成透明导电层3(图5的(b))。此时,将透明导电层3的膜厚在上述的范围内适当地进行调整。

[0151] 接着,在透明导电层3上,例如通过溅射法等形成空穴注入层4,形成堤12,进而在空穴注入层4上,例如通过喷墨法等形成空穴传输层5(图5的(c))。

[0152] 接着在空穴传输层5上,形成有机发光层6b、6g、6r(图5的(d))。

[0153] 接着,在有机发光层6b、6g、6r上形成电子传输层7(图6的(a))。

[0154] 接着在电子传输层7上依次层叠形成第一透明导电层81、金属层82、第二透明导电层83,从而形成透明阴极8(图6的(b))。

[0155] 第一透明导电层81及第二透明导电层83,例如将ITO通过真空镀膜法、溅射法、反应性溅射法、离子电镀法、等离子体CVD法、激光CVD法、热CVD法等制膜来形成。

[0156] 构成金属层82的金属,例如能够举出银、金、铂、铜、钯、锡、镍、铝等。尤其是银、金、铂、钯、镍、铋、铜、铝、或者包含一种以上这些金属的合金。

[0157] 作为金属膜的形成方法可以举出蒸镀法、溅射法等。

[0158] 在此,构成透明阴极8的第一透明导电层81、金属层82、第二透明导电层83的膜厚,在上述的范围内适当进行调整。

[0159] 接着在透明阴极8上形成薄膜密封层9,并且将形成有滤色片13b、13g、13r的基板11,利用树脂密封层10进行贴合(图6的(c))。

[0160] [关于有机发光层6与反射阳极2之间的光学膜厚L]

[0161] 在所述的蓝色发光元件的谐振器结构,改变有机发光层6与反射阳极2之间的光学膜厚L时,被取出的蓝色光的光取出效率产生变化并且色度也产生变化。

[0162] 通常在谐振器结构中,调整第一功能层的光学膜厚L,从而使光取出效率表示极大值。为了方便说明,针对光取出效率表示极大值的谐振器结构,按照第一功能层的膜厚小的顺序,称为1st cavity(以下称为1st cav.)、2nd cavity(以下称为2nd cav.)。即,1st cav.相当于在取出效率表示极大值的膜厚中最薄的膜厚,2nd cav.相当于在取出效率表示极大值的膜厚中第二薄的膜厚。

[0163] 关于光取出效率,1st cav.的时候比2nd cav.的时候高。

[0164] 图7的(a)是表示将空穴注入层4的膜厚在0~200nm的范围内进行改变,对从蓝色发光元件(没有滤色片)取出的光取出效率进行模拟的一例的图表。横轴表示空穴注入层4的膜厚、纵轴表示光取出效率。该模拟是作为采用矩阵法的光学模拟而周知的方法,在如图9所示的实施例1a的蓝色发光元件,将空穴注入层4以外的膜厚设为一定的方法。

[0165] 第一功能层的光学膜厚L也与空穴注入层4的膜厚变化成比例地出现变化,所以图7的(a)的图表示出第一功能层的光学膜厚L和取出效率之间的关系。

[0166] 图7的(b)是进行如下模拟的结果的图表,同样在改变空穴注入层4的膜厚(从而第

一功能层的光学膜厚也出现变化)时,从蓝色发光元件取出的光的色度(CIE色度系的x值及y值)如何变化。横轴是空穴注入层4的膜厚,纵轴是从蓝色发光元件取出的光的色度。

[0167] 在1st cav.及2nd cav.的时候,如图7的(a)所示光取出效率高,并且如图7的(b)所示色度y值大。

[0168] 在此,作为从蓝色发光元件最终取出的蓝色光的色度,y值是0.08左右以下,被认为是一般的色度目标。从而如果从蓝色发光元件取出的蓝色光的色度y值,离该目标色度远的时候,就需要利用滤色片(CF)进行很大的色度校正。在那个情况下,不得不使用光透射率低的滤色片,即使来自原来的蓝色发光元件的光取出效率大,经过滤色片后的光取出效率也会大幅度降低。

[0169] 另一方面,如图7的(b)所示,将空穴注入层4的膜厚(光学膜厚L),从相当于1st cav.、2nd cav.的膜厚,偏移至膜厚小的一方时,存在色度y值充分小的膜厚(色度y值成为0.08以下的膜厚)。将该膜厚设为相当于0.5cav.的膜厚。

[0170] 在该相当于0.5cav.的膜厚,从蓝色发光元件的取出效率,比1st cav.和2nd cav.小,但是色度y值小,所以在该附近亮度/y值成为极大。

[0171] 同样地,将比相当于1st cav.的膜厚大、比相当于2nd cav.的膜厚小的膜厚,并且色度y值充分小的膜厚(色度y值成为0.08以下的膜厚),设为相当于1.5cav.的膜厚。

[0172] 如所述专利文献1的公开存在如下倾向,第一功能层的光学膜厚L,与其采用相当于1st cav.和2nd cav.的膜厚,不如采用相当于0.5cav.和1.5cav.的膜厚来取出色度y值小的蓝色光,从而能够提高经过滤色片之后的光取出效率。

[0173] 基于这样的理由,在本实施方式中,蓝色发光元件采用有机发光层6与反射阳极2之间的第一功能层的光学膜厚L被设定为0.5cav.或1.5cav.的谐振器结构。

[0174] [透明阴极8中的各层的膜厚设定]

[0175] 本实施方式的有机显示面板中,蓝色发光元件成为如上述一样从蓝色发光元件取出色度y值小的蓝色光的谐振器结构。而且,向外部射出的光(图2的光路C1、光路C2)如图2所示,除了原样通过透明阴极8向外部射出的光(光路C3)以外,还存在在透明阴极8多次反射之后向外部射出的光(光路C4)。

[0176] 在此,在光路C1及光路C2前进的光的多次反射,在构成透明阴极8的第一透明导电层81、金属层82及第二透明导电层83的各层进行。而且,进行多次反射而相互光干扰时的干扰效果,受构成透明阴极8的第一透明导电层81、金属层82及第二透明导电层83各层的膜厚的影响。因此,蓝色光的光取出效率,也受构成透明阴极8的第一透明导电层81、金属层82以及第二透明导电层83的各层的膜厚的影响。

[0177] 于是,在本实施例,构成透明阴极8的第一透明导电层81、金属层82及第二透明导电层83的各层的膜厚,被设定为能够提高从蓝色发光元件取出的蓝色光的取出效率。这一点根据后述的模拟详细地说明。

[0178] [构成透明阴极8的各层的膜厚与薄层电阻值]

[0179] 如图8所示,针对由ITO-Ag-ITO的三层构成的透明阴极,对各层的膜厚进行几次改变并在玻璃基板上形成,制作样品1~7(图8的No.1~7)。

[0180] 而且关于各个样品1~7,测量了薄层电阻值及波长525nm的光的透射率。

[0181] 各个样品的薄层电阻值及透射率如图8所示。

[0182] 比较样品5~7(No.5~7)可知,位于银(Ag)薄膜的两侧的ITO的膜厚变成50nm、75nm、25nm,但薄层电阻的值是大致相同的值。根据该结果可知,薄层电阻值并不是很受两侧的ITO层的膜厚影响,基本由银(Ag)层的膜厚来决定。

[0183] 这表示透明阴极8的薄层电阻值,基本由金属层82的膜厚决定,不是很依存于两侧的第一透明导电层81和第二透明导电层83的膜厚。

[0184] 此外,在图8的样品2(No.2)和样品3(No.3)的Ag的膜厚及薄层电阻值,将金属层82的膜厚设为10nm以上时,能够使薄层电阻值成为 $10\Omega/\square$ 以下。

[0185] 这样,在有机显示面板,将金属层82的厚度设为10nm左右以上,从而能够使透明阴极8的薄层电阻值成为 $10\Omega/\square$ 以下。从而即使不设置汇流条也能够抑制电压降低,能够对兼顾抑制电压降低和提高光取出效率做出贡献。

[0186] [蓝色发光元件的EL发光模拟]

[0187] 在图9示出的实施例1a涉及的蓝色发光元件中,透明阴极8作为ITO-Ag-ITO的三层结构,一边改变第一透明导电层81、金属层82及第二透明导电层83的各层的膜厚,一边对从元件射出的蓝色发光进行模拟。

[0188] 在该模拟中,反射阳极2是铝、透明导电层3是IZO、有机发光层6b采用了SUMATION公司制的BP105。

[0189] 作为比较例1a,针对除了透明阴极8仅由ITO构成以外与实施例1a同样的蓝色发光元件,从元件射出的蓝色发光进行了模拟。

[0190] 图9中示出了在模拟中使用的关于实施例1a和比较例1a涉及的蓝色发光元件的各层的折射率、膜厚(nm)以及光学膜厚(nm)。在图9中光路长是各层的光学膜厚,是各层的折射率与膜厚相乘的值。

[0191] 并且,在这个模拟中,谐振器结构的空穴注入层4的膜厚基本设定为相当于 0.5cav. 的膜厚。在图9中,设空穴注入层4和空穴传输层5和透明导电层3的膜厚的总和为30nm时的例子进行说明。在本模拟中,将空穴注入层4的膜厚在相当于 0.5cav. 的10~20nm的范围内进行变化,通过在该范围进行变化,第一功能层(空穴注入层4和空穴传输层5和透明导电层3来构成)的光学膜厚L在48~62nm的范围变化。

[0192] 下面说明其理由。设第一功能层的总和膜厚为30nm,一边使该总和膜厚保持一定,一边改变空穴注入层4、空穴传输层5、透明导电层3的各个的膜厚。在这个情况下,第一功能层中折射率最小的空穴注入层4是第一功能层的全部的时候为 $1.6 \times 30\text{nm} = 48\text{nm}$,另一方面,第一功能层中折射率最大的透明导电层3是第一功能层的全部的时候成为 $2.05 \times 30\text{nm} = 62\text{nm}$ 。因此一边维持第一功能层的总和膜厚30nm,一边改变空穴注入层4、空穴传输层5、透明导电层3的各层的膜厚的情况下,第一功能层的光学膜厚L在从48nm到62nm之间变化。

[0193] 从通过模拟获得的蓝色光的亮度及色度,计算“亮度/y值”,并且根据获得的“亮度/y值”进行了评价。

[0194] 在评价蓝色发光元件时,使用“亮度/y值”的理由是,如上所述从蓝色发光元件射出的蓝色光,需要取出效率高并且色度y值小的双方。即,从蓝色发光元件射出的蓝色光的“亮度/y值”是评价取出效率和色度(y值)的均衡的指标,该指标“亮度/y值”越大,越能够高效地取出色度良好的蓝色光。

[0195] 图10的(a)、(b)、图11的(a)~(e)是根据模拟的结果制作的映射图,按照亮度/y值

的范围划分了区域。下面分别进行说明。

[0196] 图10的(a)是将第一透明导电层81的膜厚和第二透明导电层83的膜厚,以5nm的间隔改变时,将亮度/y值映射到正交坐标,将区域划分为亮度/y值小于50的区域、亮度/y值在50以上且小于80的区域、亮度/y值在80以上且小于100的区域的图。

[0197] 图10的(b)是将第二透明导电层83的膜厚以5nm的间隔改变,金属层82的膜厚以1nm的间隔改变时,将亮度/y值映射到正交坐标,将区域划分为亮度/y值在50以上且小于80的区域、亮度/y值在80以上且小于100的区域的图。

[0198] 根据这些图10的(a)、(b)可以看出如下倾向,即亮度/y值不太依存于第二透明导电层83的膜厚,而是依存于金属层82的膜厚。

[0199] 下面,图11的(a)~(e)都是将第一透明导电层81的膜厚及金属层82的膜厚分别以5nm间隔和1nm间隔改变,将亮度/y值映射到正交坐标的图,将区域划分为亮度/y值小于45的区域、亮度/y值在45以上且小于70的区域、亮度/y值在70以上且小于80的区域、亮度/y值在80以上的区域。

[0200] 但是,空穴注入层4的膜厚,以(a)~(e)顺序变大。从而,第一功能层的光学膜厚L也以该顺序变大。

[0201] [第一功能层的光学膜厚L为0.5cav.的时候的考察]

[0202] 图11的(c)表示空穴注入层4的膜厚是所述图7的(a)、(b)示出的0.5cav.的膜厚范围的中央(大约15nm)的时候的情况。在本模拟中,将第一功能层的膜厚设为一定(30nm),一边满足这个条件,一边改变空穴注入层4和空穴传输层5和透明导电层3的膜厚。考虑各层的折射率时,第一功能层的光学膜厚 $L = 2.05 \times 5\text{nm} + 1.6 \times 15\text{nm} + 1.7 \times 10\text{nm} = 51\text{nm}$ 。图11的(c)是这个时候的映射图。

[0203] 此外,图11的(a)是空穴注入层4的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央-10nm(即,5nm)的时候的映射图,图11的(b)是空穴注入层4的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央-5nm(即10nm)的时候的映射图,图11的(d)是空穴注入层4的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央+5nm(即20nm)的时候的映射图,图11的(e)是空穴注入层4的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央+10nm(即25nm)的时候的映射图。

[0204] 看这些各个映射图可以看出如下倾向,亮度/y值,依存于第一透明导电层81的膜厚和金属层82的膜厚的双方。于是,根据这些映射图,如下一样地求出亮度/y值良好的第一透明导电层81的膜厚和金属层82的膜厚的范围。

[0205] 如图9所述,比较例1a的蓝色EL发光元件,因为亮度/y值是57,亮度/y值与该57相比充分大时,就能够视为实施例1a的光取出效果提高。

[0206] 于是,在图11的(a)~(e)的映射图,亮度/y值是70以上的范围(即70~80的范围及80~100的范围)时,视为能够起到提高光取出效果的范围,该70以上的范围是与57比较时的1.2倍以上。

[0207] 比较图11的(a)~(e)的映射图时,亮度/y值成为70以上的金属层82的膜厚范围没有太多变化,但是亮度/y值成为70以上的第一透明导电层81的膜厚范围,按照(a)~(e)的顺序,朝着膜厚变小的方向(图11的纸面左侧方向)渐渐变化。

[0208] 这表示,第一功能层的光学膜厚L在相当于0.5cav.的近旁,将该光学膜厚L往小的方向变化时,亮度/y值成为70以上的第一透明导电层81的膜厚范围往大的方向(图11中的

纸面右侧方向)少许变化。

[0209] 所述图7的(a)示出的空穴注入层4的膜厚相当于0.5cav.的范围,相当于图11的(b)、(c)、(d)示出的范围,即空穴注入层4的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央 $\pm 5\text{nm}$ 的范围。

[0210] 在此,将空穴注入层4的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央 -5nm 的时候的映射图(图11的(b))与空穴注入层4的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央 $+5\text{nm}$ 的时候的映射图(图11的(d))重叠,求出亮度/y值都是70以上的第一透明导电层81和金属层82的膜厚的范围。

[0211] 图12的(a)是示出该结果的映射图,示出在第一功能层为相当于0.5cav.的膜厚范围(中央 $\pm 5\text{nm}$ 范围)时,亮度/y值共同地成为大致70以上的第一透明导电层81以及金属层82的膜厚范围。

[0212] 在该图,亮度/y值成为70以上的第一透明导电层81的膜厚范围是85nm以上97nm以下,亮度/y值成为70以上的金属层82的膜厚范围是2nm以上22nm以下。

[0213] 从而,空穴注入层4的膜厚(第一功能层的光学膜厚)相当于0.5cav.的时候,可以将第一透明导电层81的膜厚设定为在85nm以上97nm以下的范围内,将金属层82的膜厚设定为在2nm以上22nm以下的范围内。此时,能够高效地取出色度良好的蓝色光,相对于比较例1a,能够提高亮度/y值。

[0214] 此外,在图12的(a)示出的亮度/y值成为70以上的第一透明导电层81和金属层82的膜厚的范围,用椭圆进行拟合时,成为图12的(b)所示的图。该进行了拟合的椭圆,用下列的式4来表示。

[0215] [式4]

$$[0216] \quad X = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X_0$$

$$[0217] \quad Y = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y_0$$

[0218] 其中X是第一透明导电层81的膜厚,Y是金属层82的膜厚。

[0219] 其中 θ 是在 $0 \leq \theta \leq 2\pi$ 的范围内变化的变量参数, $X_0 = 91.4$ 、 $Y_0 = 10.7$ 、 $R_x = 5.6$ 、 $R_y = 9.6$ 、 $\phi = 0$ 。

[0220] 在第一功能层的光学膜厚L相当于0.5cav.时,只要第一透明导电层81的膜厚X和金属层82的膜厚Y在所述数式4示出的椭圆包围的范围内,则亮度/y值成为70以上,所以在高效地取出色度良好的蓝色光时是优选的。

[0221] [第一功能层的光学膜厚L是1.5cav.的时候的考察]

[0222] 下面对第一功能层的光学膜厚L相当于1.5cav.时的情况进行考察。

[0223] 所述图7的(a)、(b)所示,实施例1b除了空穴注入层4的膜厚为相当于1.5cav.的膜厚以外,其构成与所述实施例1a的构成相同(参考图9)。

[0224] 所述图7的(a)、(b)所示,空穴注入层4的膜厚为相当于0.5cav.的膜厚范围(实施例1a)与空穴注入层4的膜厚为相当于1.5cav.的膜厚范围(实施例1b)存在140nm的差。该差在光学膜厚中是 $140\text{nm} \times 1.6 = 224\text{nm}$ 。

[0225] 因此,在第一功能层的光学膜厚L中,相当于0.5cav.的光学膜厚L的范围(48nm~62nm)加上该224nm的范围(272nm~286nm),成为相当于1.5cav.的光学膜厚L的范围。

[0226] 在该实施例1b和除了透明阴极只由ITO构成之外与实施例1b相同的比较例1b中,也关于蓝色发光元件,从元件射出的蓝色发光进行了模拟。

[0227] 图13表示用于模拟的实施例1b、比较例1b涉及的蓝色发光元件的各层的折射率、膜厚(nm)以及光学膜厚(nm)。

[0228] 图14的(a)是示出针对光学膜厚L在1.5cav.的范围内的实施例1b的蓝色发光元件,亮度/y值为45以上且小于70的第一透明导电层81及金属层82的膜厚范围的映射图。

[0229] 图14的(a)示出的1.5cav.时的亮度/y值与图11以及图12示出的0.5cav.时的亮度/y值进行比较时,整体成为较低的值。这是因为,如图7的(a)的图表所示,光学膜厚L相当于1.5cav.时比相当于0.5cav.时,蓝色光的取出效率低。

[0230] 因为比较例1b的亮度/y值是41,在实施例1b如果亮度/y值是45以上,则与比较例1b比较时亮度/y值有了充分的提高。

[0231] 另外,图14的(a)是光学膜厚L为相当于1.5cav.的范围的中央279nm的时候的映射图,在光学膜厚L是相当于1.5cav.的范围(272nm~286nm)时,能够得到与此大致相同的映射图。

[0232] 从而,光学膜厚L是相当于1.5cav.的范围的时候,图14的(a)示出的亮度/y值为45~70的范围,可以看作是得到了提高亮度/y值的效果的范围。

[0233] 图14的(a)的映射图中亮度/y值成为45~70的范围是,第一透明导电层81的膜厚为86nm以上97nm以下、金属层82的膜厚为8nm以上16nm以下。

[0234] 从而,在实施例1b,可以将第一透明导电层81的膜厚及金属层82的膜厚设定在这个范围内。此时,相对于比较例1b,能够提高亮度/y值。

[0235] 下面,对图14的(a)示出的亮度/y值45~70的范围用椭圆进行拟合。图14的(b)是示出了该结果的图。

[0236] 设第一透明导电层81的膜厚为X3,金属层82的膜厚为Y3时,拟合为椭圆的式,用下列式5来表示。

[0237] [式5]

[0238] $X3 = R_x \cos \theta \cos \phi - R_y \sin \theta \sin \phi + X0$

[0239] $Y3 = R_x \cos \theta \sin \phi + R_y \sin \theta \cos \phi + Y0$

[0240] 其中, $0 \leq \theta \leq 2\pi$, $X0 = 91.3$, $Y0 = 11.9$, $R_x = 5.3$, $R_y = 4.4$, $\phi = 0(\text{rad})$ 。

[0241] 从而,在这个椭圆的范围内设定第一透明导电层81的膜厚及金属层82的膜厚,就能够更确实地获得提高了亮度/y值的效果。

[0242] 在此,比较图12的(a)与图14的(a)时,图12的(a)中的获得了提高亮度/y值的效果的第一透明导电层81及金属层82的膜厚范围与图14的(a)示出的获得了提高亮度/y值的效果的膜厚范围大体一致。从而,1.5cav.的时候和0.5cav.的时候,获得了提高亮度/y值的效果的范围,大体上共通。

[0243] 从而,在0.5cav.以及1.5cav.的任何情况下,只要在所述数式4示出的椭圆的范围内设定,就能够期待提高了亮度/y值的效果。

[0244] (关于第一透明导电层81及金属层82的材料)

[0245] 上述的模拟的结果中示出了第一透明导电层81是ITO、金属层82是银(Ag)的情况,关于第一透明导电层81及第二透明导电层83的折射率,只要是接近ITO的折射率(2.1)的范围(折射率2.0以上2.4以下的范围),就能得到同样的模拟结果。

[0246] 此外,关于第一透明导电层81及第二透明导电层83的折射率与金属层82的折射率

的差,只要在ITO的折射率(2.1)与Ag的折射率(0.1)的差(2.0)以下的范围内时,就能得到同样的模拟结果。

[0247] 从而,金属层82的材料不仅限于ITO,也可以是IZO(折射率2.0),金属层82的材料不仅限于银(Ag),也可以是金(Au)、铂(Pt)、钯(Pd)、镍(Ni)、铜(Cu)、铝(Al)或者这些金属的合金。而且,在第一透明导电层81及第二透明导电层83的折射率是2.0以上2.4以下,第一透明导电层81及第二透明导电层83的折射率与金属层82的折射率的差是0以上2.0以下时,通过将第一透明导电层81及金属层82的膜厚设定为上述的范围,就能获得提高亮度/y值的效果。

[0248] [实施方式1涉及的蓝色发光元件的效果的总结]

[0249] 基于以上的模拟结果可知,在蓝色发光元件,将谐振器结构设定为0.5cav.或者1.5cav.,并将构成透明阴极8的第一透明导电层81和金属层82的各膜厚,设定在所述的范围内,从而就能获得提高亮度/y值的效果。

[0250] 以往认为在阴极介入金属层就会降低光取出效率。相对于此,在本实施方式中可知,将构成透明阴极的金属层和与其邻接的透明导电层的折射率的差、以及构成透明阴极的层叠结构中配置在功能层(第二功能层)一侧的第一透明导电层(第一导电层)的折射率和膜厚设定在规定的范围内,并且将在第一电极与有机发光层之间配置的第一功能层的光学膜厚设定在规定的范围,则能够比没有在阴极介入金属层的比较例1a和1b,提高光取出效率。

[0251] 而且通过提高亮度/y值,能够提高经过CF后的光取出效率。能够以低功率来驱动蓝色发光元件。此外能够以低功率来驱动蓝色发光元件,能够使该元件长寿命化。

[0252] 此外,将金属层82的膜厚设定为10nm左右以上时,能够使透明阴极8的薄层电阻值成为 $10\Omega/\square$ 以下,所以即使不设置汇流条,也能充分地抑制面板中央部的电压降低。从而使汇流条的面积变小,或者排除汇流条(无汇流条化),能够提高开口率。

[0253] 这样,本实施方式的蓝色发光元件,能够对抑制电压降低和提高光取出效率有效。

[0254] 另外,实际上蓝色发光元件中各层的膜厚和光学膜厚,通常允许有平均值 $\pm 10\%$ 左右的偏差。从而,实际上蓝色发光元件中,将层的膜厚的平均值(ave)设定为在根据所述模拟获得的各层的膜厚的范围内就可以。

[0255] (实施方式2)

[0256] 在上述的实施方式1中说明了顶部发射结构的有机显示面板,而在本实施方式2中说明底部发射结构的有机显示面板。

[0257] 有机显示面板上以矩阵状有规则地布置了R、G、B各个颜色的发光元件的这一点与实施方式1相同。

[0258] 图15是表示实施方式2涉及的有机显示面板的一个蓝色发光元件的图。

[0259] 有机显示面板中的各发光元件,在基板31的表面上,按顺序层叠了透明阴极32、电子传输层34、有机发光层35、空穴传输层36、空穴注入层37、反射阳极38,并且与邻接的EL发光元件之间形成有堤33。

[0260] 而且,在各个发光元件,光从基板31一侧向外部(图15的纸面下侧方向)射出。

[0261] 此外,在实施方式1中,第一功能层由透明导电层3、空穴注入层4、空穴传输层5的三层构成,在本实施方式2中,第一功能层由空穴注入层37和空穴传输层36的两层构成,反

射阳极38与空穴注入层37之间不存在透明导电层。

[0262] 在这一点上本实施方式2与实施方式1的层的构成不同,但是其他的层与实施方式1的说明相同。

[0263] 即,基板31具有与实施方式1中说明的基板1相同的构成,关于电子传输层34、有机发光层35、空穴传输层36、空穴注入层37、反射阳极38,也与实施方式1说明的电子传输层7、有机发光层6、空穴传输层5、空穴注入层4、反射阳极2相同的材料来形成。

[0264] 在本实施方式的有机显示面板,RGB各个颜色的发光元件,在透明阴极32与反射阳极38之间存在各个颜色的有机发光层35,并且形成有使来自有机发光层35的光共振并从透明阴极32侧射出的光谐振器结构。即在光谐振器结构中,形成有第一光路C5和第二光路C6,该第一光路C5是指,从有机发光层35射出的光的一部分向透明阴极32一侧前进,从基板31向有机发光元件的外部射出,该第二光路C6是指,从有机发光层35射出的光的剩余的一部分,向反射阳极38的一侧前进,在反射阳极38被反射之后,经过有机发光层35及透明阴极32,向有机发光元件的外部射出。

[0265] [关于有机发光层35与反射阳极38之间的光学膜厚L]

[0266] 图16示出基于实施方式2的底部发射型的蓝色发光元件的各层的折射率、膜厚(nm)以及光学膜厚(nm)。

[0267] 图17的(a)是示出该实施方式2涉及的蓝色发光元件,将空穴注入层37的膜厚在0~200nm的范围内进行变化,对从蓝色发光元件取出的光取出效率进行模拟的结果的图表。横轴表示空穴注入层37的膜厚,纵轴表示光取出效率。进行该模拟时,图16示出的蓝色发光元件中空穴注入层37以外的层的膜厚是一定的。

[0268] 与空穴注入层37的膜厚变化成比例地第一功能层的光学膜厚L变化,从而图17的(a)的图表表示了第一功能层的光学膜厚L和取出效率之间的关系。

[0269] 图17的(b)是进行如下模拟的结果的图表,在改变空穴注入层37的膜厚L(第一功能层的光学膜厚)时,从蓝色发光元件取出的光的色度(CIE色度系的x值及y值)如何变化。横轴是空穴注入层37的膜厚,纵轴是从蓝色发光元件取出的光的色度。

[0270] 与实施方式1同样,在本实施方式2,空穴注入层37的膜厚也存在相当于0.5cav.的膜厚。该0.5cav.的膜厚,如图17的(a)所示与相当于1st cav.的膜厚相比,光取出效率低,但是因为如图17的(b)所示y值很小,所以亮度/y值成为极大。

[0271] 于是,在实施方式2,也采用将有机发光层35与反射阳极38之间的第一功能层的光学膜厚L设定为相当于0.5cav.的谐振器结构。

[0272] 但是,在实施方式1中相当于0.5cav.的第一功能层的光学膜厚L是48nm~62nm,而在实施方式2的相当于0.5cav.的第一功能层的光学膜厚L是比上述更小的膜厚的范围(17nm以上33nm)。

[0273] 这样在实施方式1和实施方式2中,相当于0.5cav.的第一功能层的光学膜厚L之所以不同,被认为是如所述一样两者的层的构成有差异。

[0274] 在图16,将空穴注入层37设为相当于0.5cav.的中央值5nm,空穴传输层36的膜厚设为10nm时,即,将第一功能层(由空穴传输层36和空穴注入层37构成)的膜厚设为15nm的时候为例子来说明。在本模拟中,将空穴传输层36设为一定(10nm),使空穴注入层37的膜厚在相当于0.5cav.的0~10nm的范围内变化。通过在该范围内变化,从而第一功能层的光学

膜厚L在17~33nm的范围变化。

[0275] [透明阴极32]

[0276] 与实施方式1相同,透明阴极32,根据由透明导电材料构成的第一透明导电层321、金属层322、由透明导电材料构成的第二透明导电层323,从有机发光层35侧向基板31侧按该顺序层叠来构成。

[0277] 第一透明导电层321及第二透明导电层323的材料(透明导电材料)与实施方式1的第一透明导电层81及第二透明导电层83的材料相同,是ITO、IZO等。金属层322的材料也与实施方式1金属层82相同,是银(Ag)、金(Au)、铂(Pt)、钯(Pd)、镍(Ni)、铜(Cu)、铝(Al)或者这些金属的合金。

[0278] 此外,也可以将透明阴极32的金属层322的膜厚设定为10nm以上,从而使薄层电阻值很低,即 $10\Omega/\square$ 以下。

[0279] 下面对构成透明阴极32的第一透明导电层321、金属层322以及第二透明导电层323的各层的膜厚,也被设定为使蓝色发光元件的亮度/y值变高的情况进行详细说明。

[0280] [蓝色发光元件的发光模拟]

[0281] 在模拟中使用的实施例2的蓝色发光元件,第一功能层的光学膜厚L相当于 $0.5cav.$ 。而且,透明阴极32是ITO-Ag-ITO的三层结构。

[0282] 在该实施例2涉及的蓝色发光元件,一边改变构成透明阴极32的第一透明导电层321、金属层322以及第二透明导电层323的各层的膜厚,一边对从元件取出的蓝色发光进行模拟,来求出亮度/y值。

[0283] 其结果,与所述实施例1b中的模拟结果相同地得到亮度/y值不太依存于第二透明导电层323的膜厚,而是依存于第一透明导电层321的膜厚和金属层322的膜厚的结果。

[0284] 图18的(a)~(c)都是改变第一透明导电层321的膜厚及金属层322的膜厚,将亮度/y值映射到正交坐标的图,划分为亮度/y值小于100的区域和亮度/y值为100以上的区域来表示。

[0285] 但是,空穴注入层37的膜厚以(a)~(c)的顺序变大。从而,第一功能层的光学膜厚L也以该顺序变大。

[0286] 图18的(b)是空穴注入层37的膜厚为所述图17的(a)、(b)示出的 $0.5cav.$ 的膜厚范围的中央(5nm)时(第一功能层的光学膜厚L是25nm的时候)的映射图。

[0287] 图18的(a)是空穴注入层37的膜厚为 $0.5cav.$ 的膜厚范围的中央-5nm时的映射图,图18的(c)是空穴注入层37的膜厚为 $0.5cav.$ 的膜厚范围的中央+5nm时的映射图。

[0288] 所述图17的(a)示出的空穴注入层37的膜厚相当于 $0.5cav.$ 的范围,相当于图18的(a)、(b)、(c)示出的范围,即空穴注入层37的膜厚为中央值 $\pm 5nm$ 的范围。

[0289] 如图16所示比较例2的蓝色EL发光元件因为亮度/y值是42,所以亮度/y值在100以上的范围,就能使光取出效果提高两倍以上。

[0290] 而且,观察图18的(a)~(c)的各个映射图,在亮度/y值是100以上的范围时,可以看出依存于第一透明导电层321的膜厚和金属层322的膜厚的双方的倾向,此外,第一功能层的光学膜厚L是相当于 $0.5cav.$ 的附近,在该光学膜厚L变化时,亮度/y值成为100以上的第一透明导电层321的膜厚范围也变化。

[0291] 接着,将空穴注入层37的膜厚为 $0.5cav.$ 的膜厚范围的中央-5nm时的映射图(图18

的(a))与空穴注入层37的膜厚为0.5cav.的膜厚范围的中央+5nm时的映射图(图18的(c))重叠,求出亮度/y值都是100以上的第一透明导电层321和金属层322的膜厚的范围。

[0292] 图19的(a)是示出该结果的映射图,示出在第一功能层为相当于0.5cav.的膜厚范围(中央±5nm范围)时,亮度/y值共同地成为大致90以上的第一透明导电层321以及金属层322的膜厚范围。

[0293] 在该图,亮度/y值成为90以上的第一透明导电层321的膜厚范围是35nm以上65nm以下,亮度/y值成为90以上的金属层322的膜厚范围是7nm以上22nm以下。

[0294] 从而,空穴注入层37的膜厚(第一功能层的光学膜厚)相当于0.5cav.的时候,可以将第一透明导电层321的膜厚设定为在35nm以上65nm以下的范围内,将金属层322的膜厚设定为在2nm以上22nm以下的范围内,这对于高效地取出色度良好的蓝色光是优选的。

[0295] 此外,在图19的(a)示出的亮度/y值成为90以上的第一透明导电层321和金属层322的膜厚的范围,用椭圆进行拟合时,成为图19的(b)所示的图。该进行了拟合的椭圆,用下列的式6来表示。

[0296] [式6]

[0297] $X3 = Rx \cos \theta \cos \phi - Ry \sin \theta \sin \phi + X0$

[0298] $Y3 = Rx \cos \theta \sin \phi + Ry \sin \theta \cos \phi + Y0$

[0299] 但是, $0 \leq \theta \leq 2\pi$, $X0 = 50$, $Y0 = 15$, $Rx = 15$, $Ry = 6$, $\phi = 25(\text{rad})$ 。

[0300] 根据模拟的结果,可知在实施例2的蓝色发光元件,将第一透明导电层321的膜厚和金属层322的膜厚设定在所述数式6示出的椭圆的范围内,就能够获得比比较例高两倍以上亮度/y值,即能够大幅度提高色度良好的蓝色光的取出效率。

[0301] 而且,蓝色发光元件的光取出效率提高,就能够以低功率来驱动元件,从而能够实现元件的长寿命化。

[0302] 此外,将金属层322的膜厚设定为10nm左右以上时,能够使透明阴极32的薄层电阻值成为 $10 \Omega / \square$ 以下,所以即使不设置汇流条,也能充分地抑制电压降低。

[0303] 这样,本实施方式涉及的蓝色发光元件,能够兼顾抑制面板中央部的电压降低和提高光取出效率。

[0304] 另外,在实施方式1和实施方式2中,亮度/y值变高的第一透明导电层的膜厚和金属层的膜厚的范围不同。被认为是因为第一功能层的光学膜厚L相互不同。

[0305] [关于第一透明导电层321及金属层322的材料]

[0306] 上述模拟的结果示出了第一透明导电层321是ITO、金属层322是Ag的情况,而对于第一透明导电层321及第二透明导电层323的折射率,只要是接近ITO的折射率(2.1)的范围(折射率2.0以上2.4以下的范围),就能得到同样的模拟结果。

[0307] 此外,对于第一透明导电层321及第二透明导电层323的折射率与金属层322的折射率之间的差,只要是在ITO的折射率(2.1)与Ag的折射率(0.1)之间的差(2.0)以下的范围内,就能得到同样的模拟结果。

[0308] 从而,金属层322的材料不仅限于ITO,可以是IZO(折射率2.0),金属层322的材料不仅限于银(Ag),也可以是金(Au)、铂(Pt)、钯(Pd)、镍(Ni)、铜(Cu)、铝(Al)或者这些金属的合金。而且,在第一透明导电层321及第二透明导电层323的折射率是2.0以上2.4以下,第一透明导电层321及第二透明导电层323的折射率与金属层322的折射率的差是0以上2.0以

下时,通过将第一透明导电层321及金属层322的膜厚设定为上述的范围,就能获得提高亮度/y值的效果。

[0309] (变形例)

[0310] (1)在所述实施方式1、2说明了第一功能层包含空穴注入层和空穴传输层,但是第一功能层不仅限于上述构成,可以不存在空穴注入层及空穴传输层中的某一个,也可以包含其他的功能层。

[0311] 此外,在所述实施方式1、2说明了第二功能层由电子传输层构成,但是第二功能层的形态不仅限于此,还可以包含电子注入层。

[0312] (2)在所述实施方式1、2说明了在与设置有TFT的基板近的一侧设置阳极,远的一侧设置阴极的情况,相反,在与设置有TFT的基板近的一侧设置阴极,远的一侧设置阳极的情况也同样可以实施。

[0313] (3)在所述实施方式1的有机显示面板,可以不设置滤色片。另一方面,在实施方式2的有机显示面板,可以在光射出侧设置滤色片。

[0314] 以上说明了本发明的一个方案涉及的有机发光元件、有机发光显示面板以及有机发光显示装置,但是,本发明除了其根本的特征性构成要素,不受上述实施方式的限制。例如,针对各个实施方式实施本领域技术人员所能够想到的各种变形而得到的实施方式,以及在不脱离本发明的主旨的范围内对各个实施方式中的构成要素以及功能进行任意组合而实现的实施方式均包含在本发明内。

[0315] 本申请的有机发光元件,不仅利用于有机EL显示面板、有机EL发光装置,而且广泛利用于有机发光装置。

[0316] 符号说明

[0317] 1,11,31 基板

[0318] 2,38 反射阳极

[0319] 3 透明导电层

[0320] 4,37 空穴注入层

[0321] 5,36 空穴传输层

[0322] 6,6b,6g,6r,35 有机发光层

[0323] 7,34 电子传输层

[0324] 8,32 透明阴极

[0325] 9 薄膜密封层

[0326] 10 树脂密封层

[0327] 12,33 堤

[0328] 13b,13g,13r 滤色片

[0329] 15 有机显示装置

[0330] 16 有机显示面板

[0331] 17 驱动控制部

[0332] 18~21 驱动电路

[0333] 22 控制电路

[0334] 81,321 第一透明导电层

[0335] 82,322 金属层

[0336] 83,323 第二透明导电层

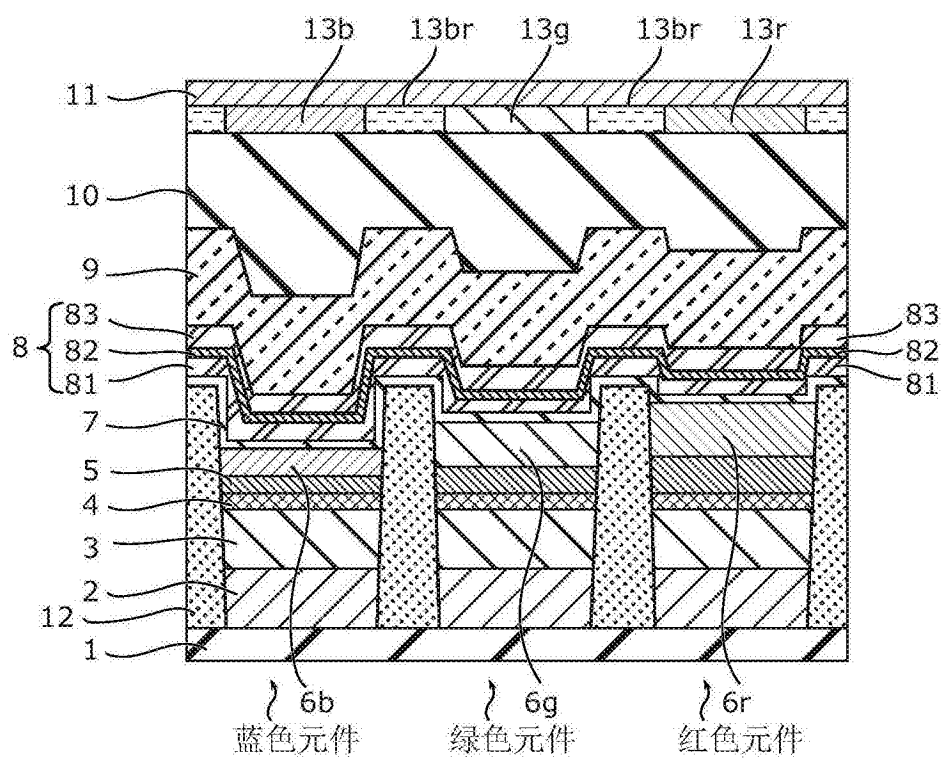


图1

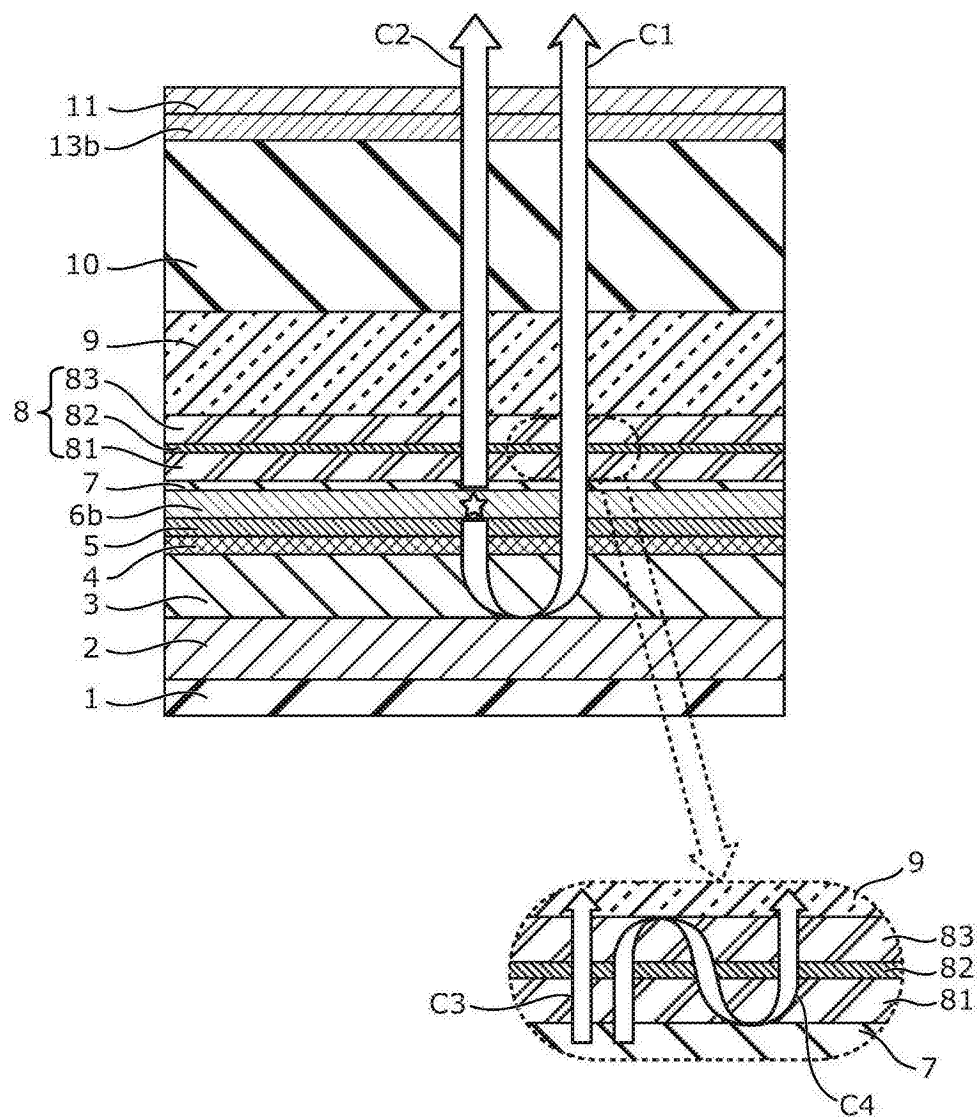


图2

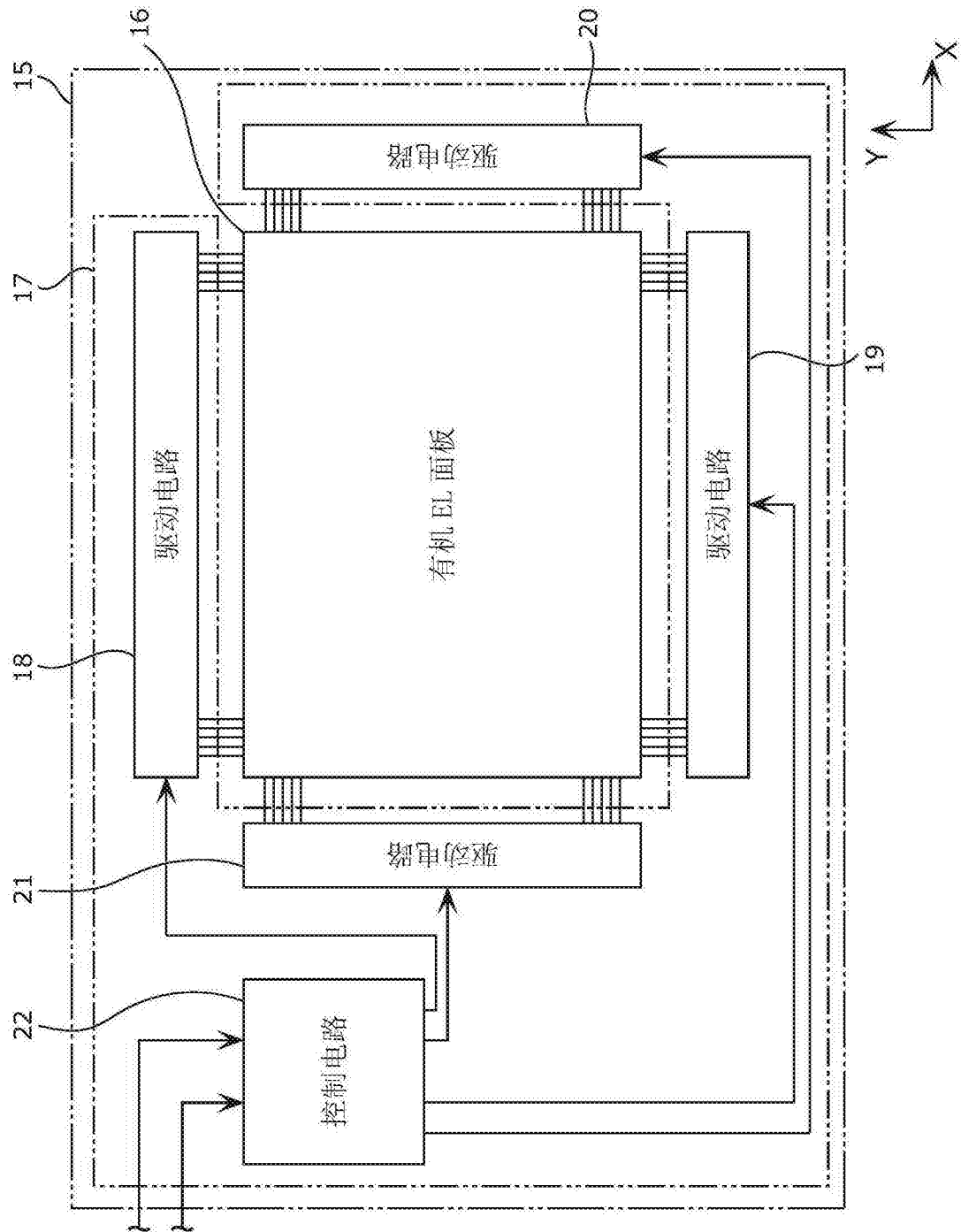


图3

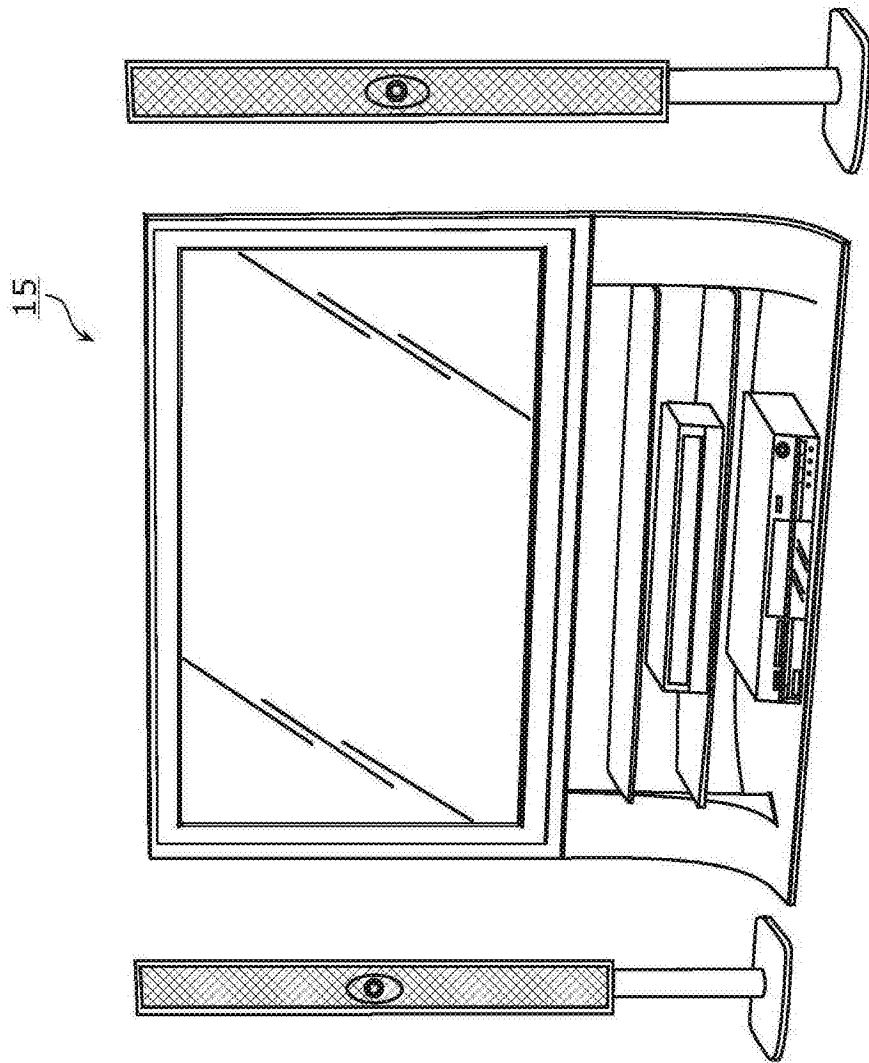


图4

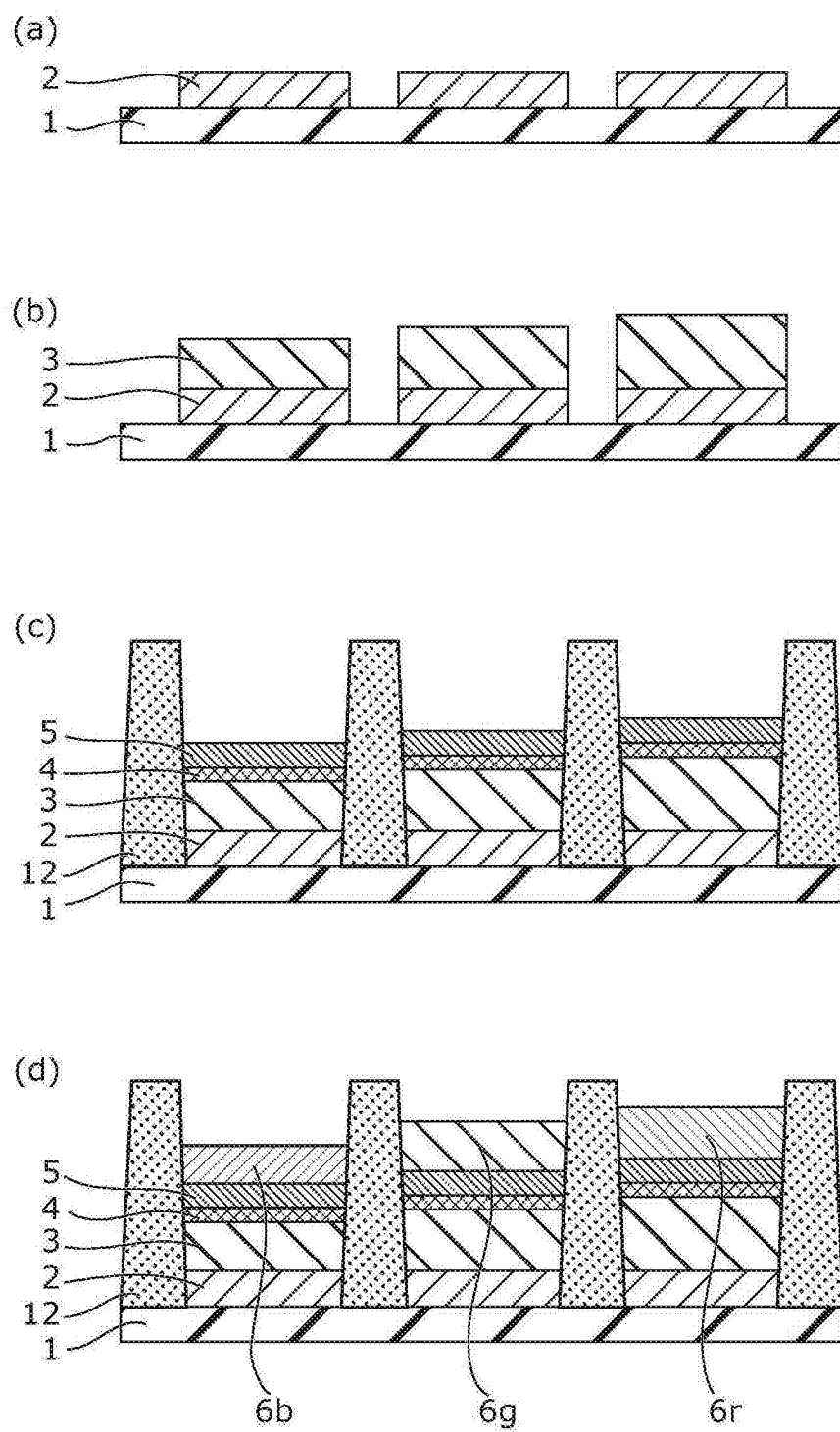


图5

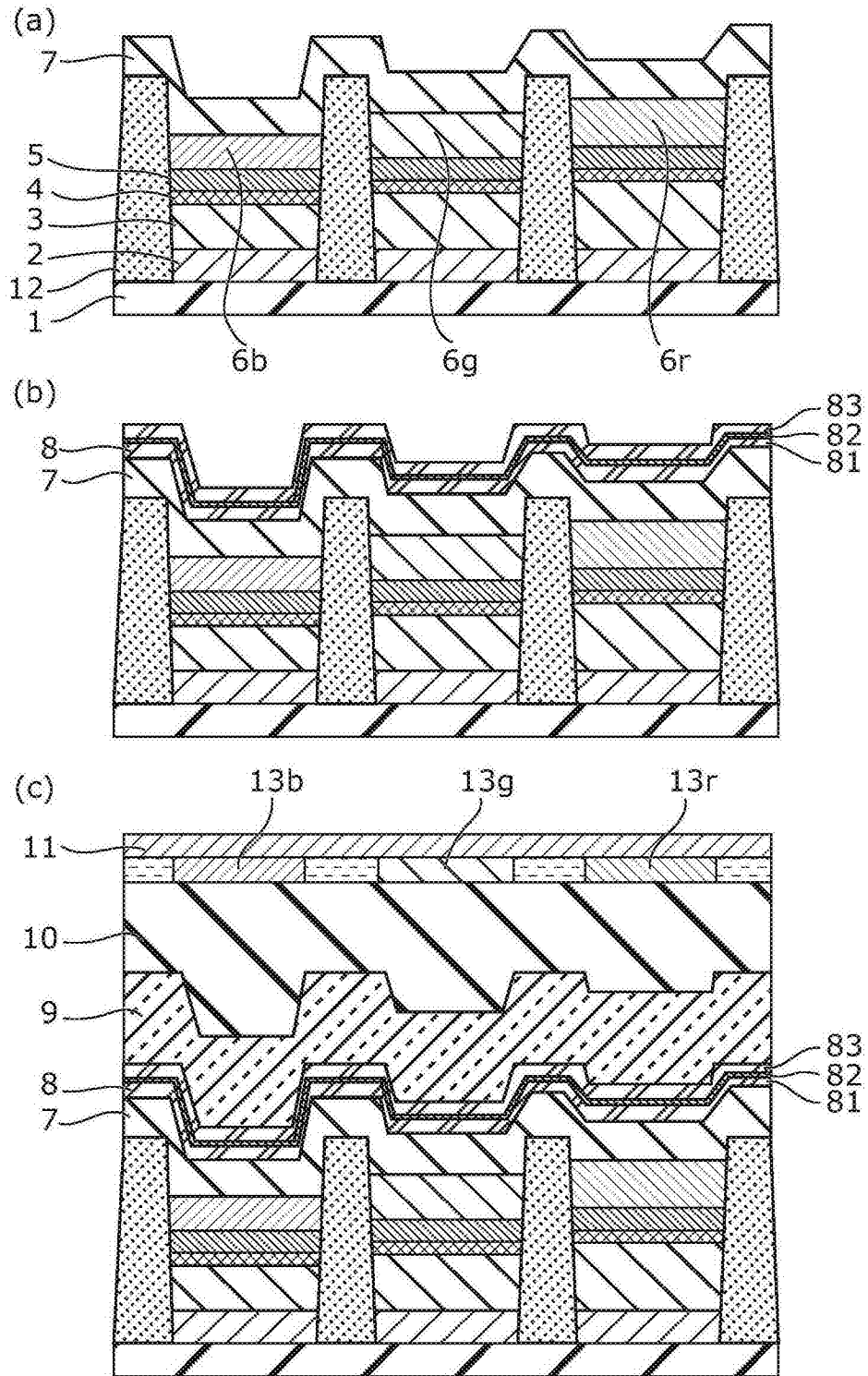


图6

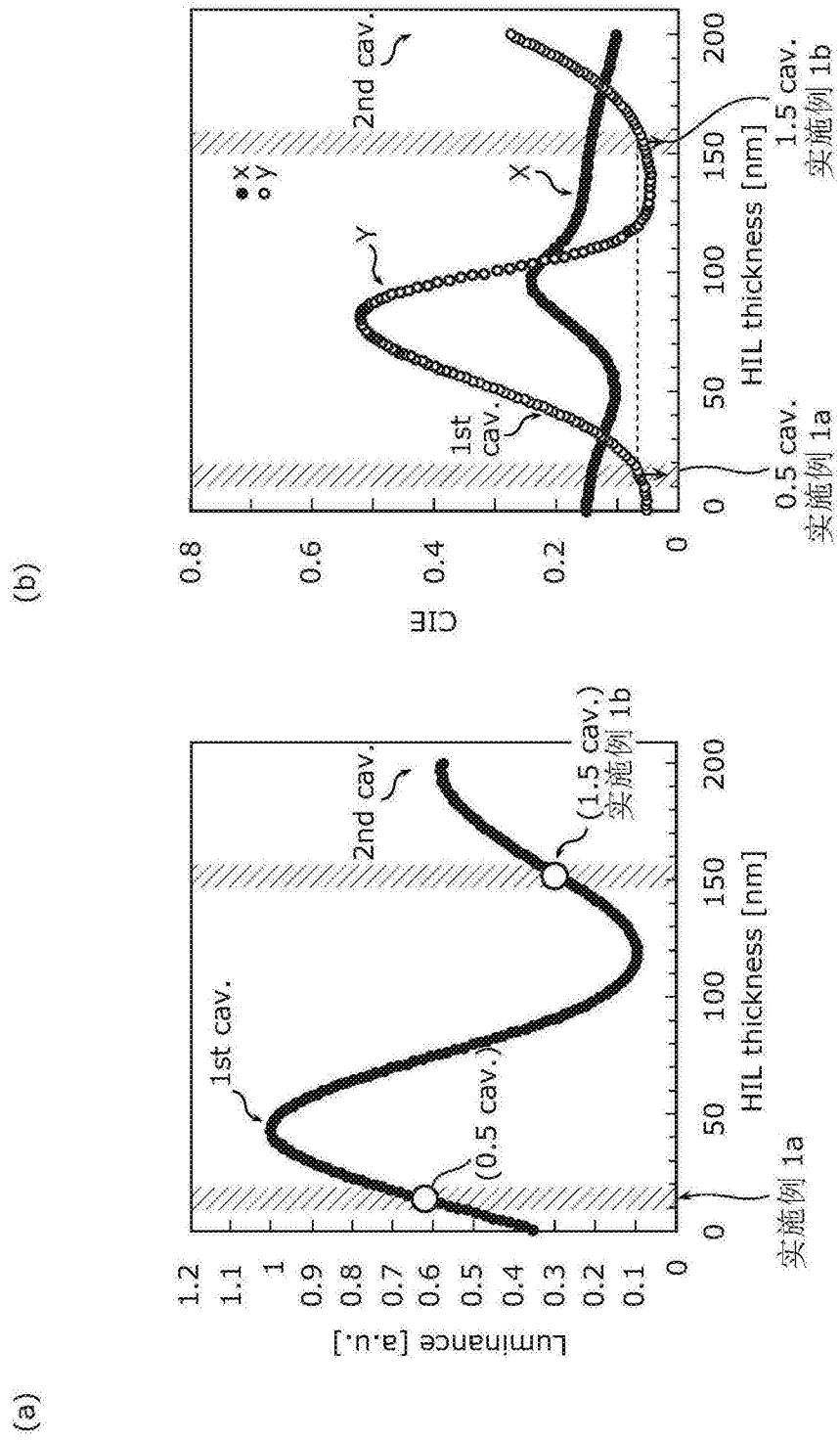


图7

透明电极的层构成与薄层电阻值、透射率

No.	层构成 () 内的数字是膜厚 [nm]	薄层电阻 [Ω/sq]	透射率 [%] @525 nm
1	ITO (50)	80	85
2	ITO (50)/Ag (8)/ITO (50)	15	78
3	ITO (50)/Ag (12)/ITO (50)	5.2	72
4	ITO (50)/Ag (16)/ITO (50)	2.6	67
5	ITO (50)/Ag (24)/ITO (50)	1.3	58
6	ITO (75)/Ag (24)/ITO (75)	1.1	29
7	ITO (25)/Ag (24)/ITO (25)	1.2	38

图8

(顶部发射结构)

	折射率 @550 nm	实施例 1a		比较例 1a	
		膜厚	光路长	膜厚	光路长
玻璃基板 11	1.5	0.5 mm		0.5 mm	
密封树脂	1.5	6000 nm	7500	6000 nm	7500
密封层 (ALD)	1.6	20 nm	32	20 nm	32
薄膜密封层	1.9	660 nm	1300	620 nm	1200
第二透明导电层 83	2.1	0 - 100 nm	0 - 210	0 nm	0
金属层 82	0.1	13 nm	1.3	0 nm	0
第一透明导电层 81	2.1	90 nm	180	35 nm	74
电子传输层 7	1.8	35 nm	63	35 nm	63
发光层 (Blue) 6b	1.8	50 nm	90	50 nm	90
空穴传输层 5	1.7	30 nm	48 - 62	30 nm	48 - 62
空穴注入层 4	1.6				
透明导电层 3	2.05				
反射阳极 2		400 nm		400 nm	
Lum/y		84		57	

图9

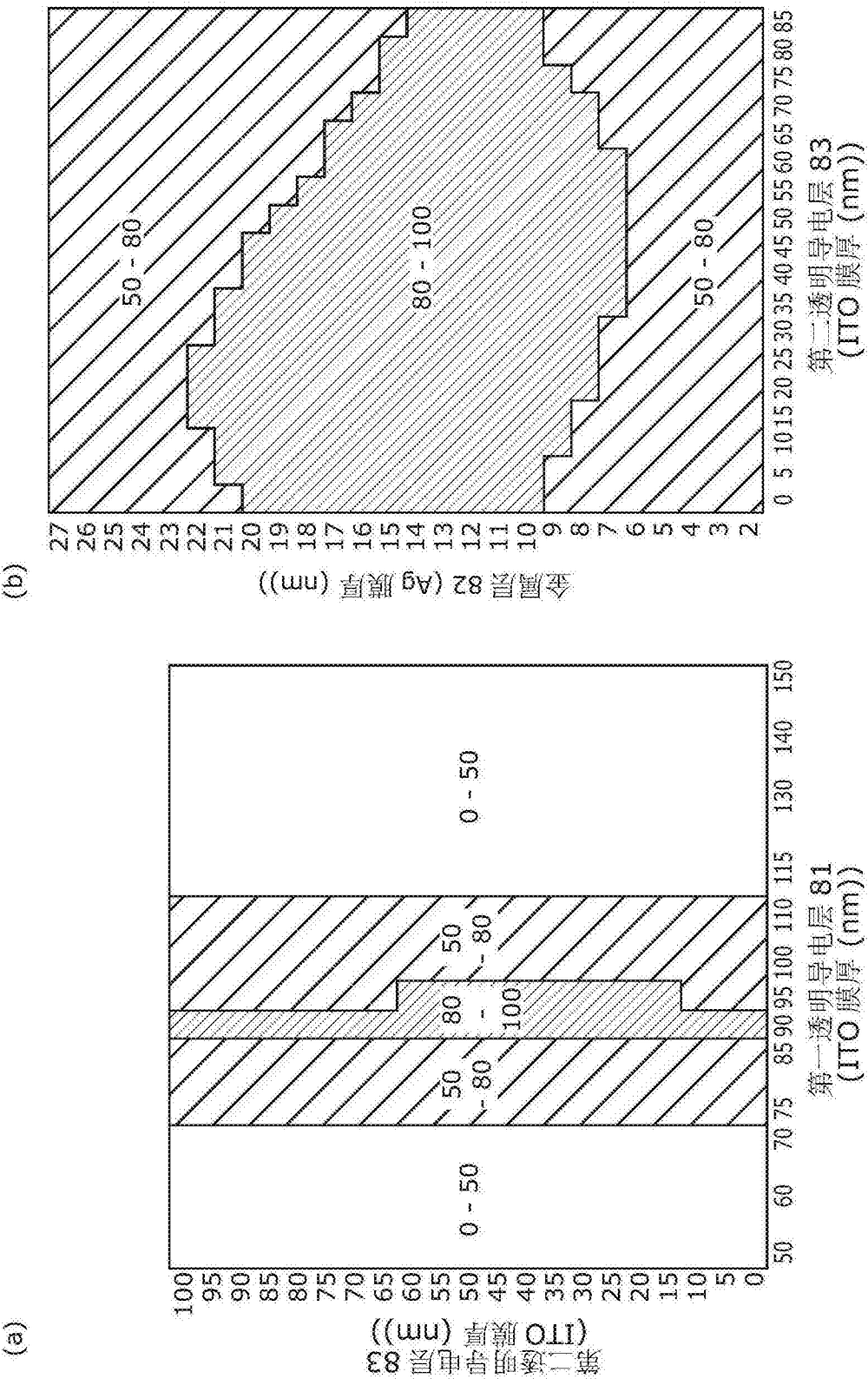


图10

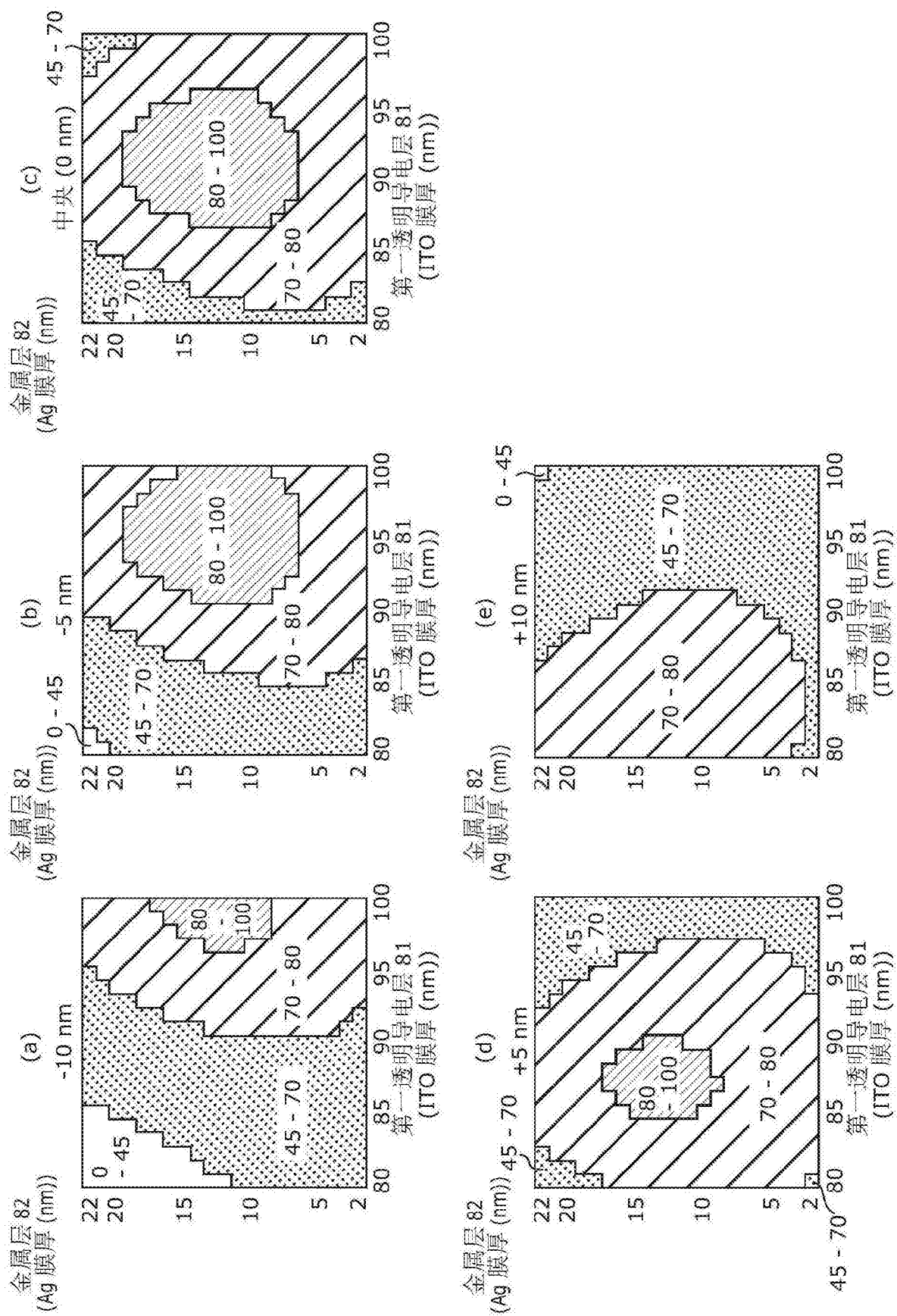


图11

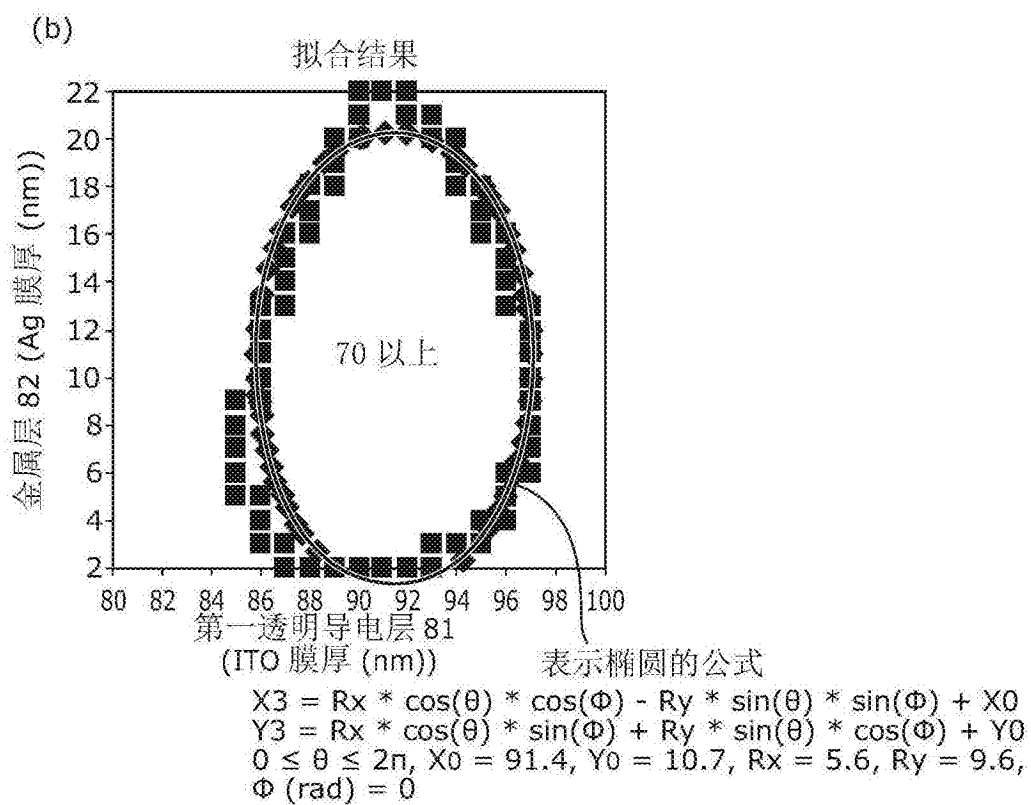
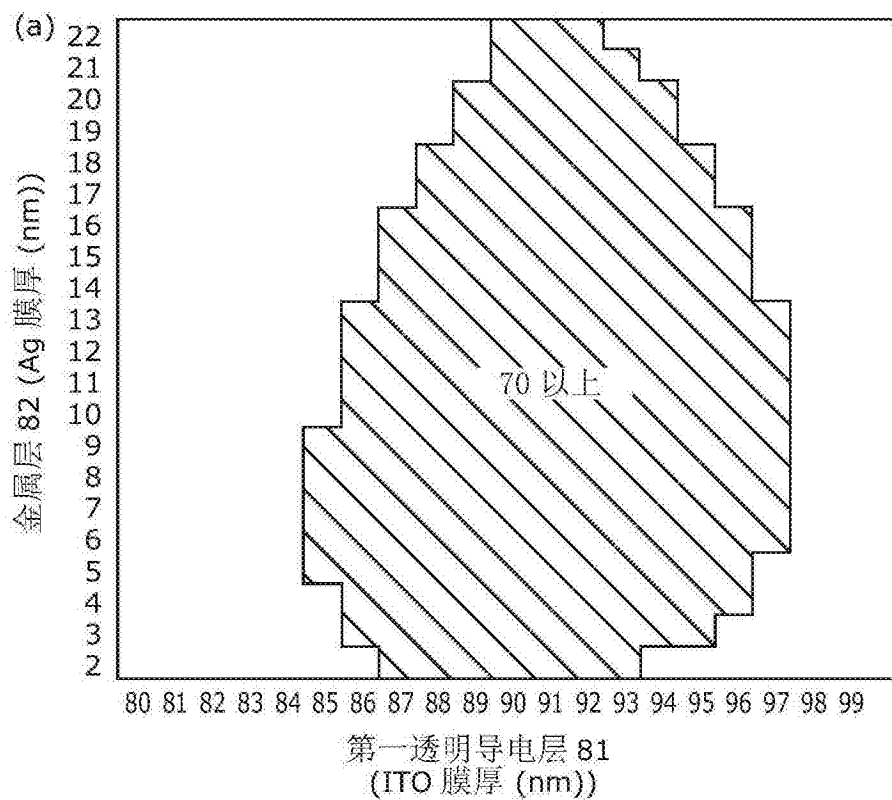


图12

(顶部发射结构)

	折射率 @550 nm	实施例 1b		比较例 1b	
		膜厚	光路长	膜厚	光路长
玻璃基板 11	1.5	0.5 mm		0.5 mm	
密封树脂	1.5	6000 nm	7500	6000 nm	7500
密封层 (ALD)	1.6	20 nm	32	20 nm	32
薄膜密封层	1.9	620 nm	1200	620 nm	1200
第二透明导电层 83	2.1	50 nm	105	0 nm	0
金属层 82	0.1	13 nm	1.3	0 nm	0
第一透明导电层 81	2.1	90 nm	180	35 nm	74
电子传输层 7	1.8	35 nm	63	35 nm	63
发光层 (Blue) 6b	1.8	50 nm	90	50 nm	90
空穴传输层 5	1.7	30 + 140 nm	272 - 286	30 + 140 nm	272 - 286
空穴注入层 4	1.6				
透明导电层 3	2.0				
反射阳极 2		400 nm		400 nm	
Lum/y		47		41	

图13

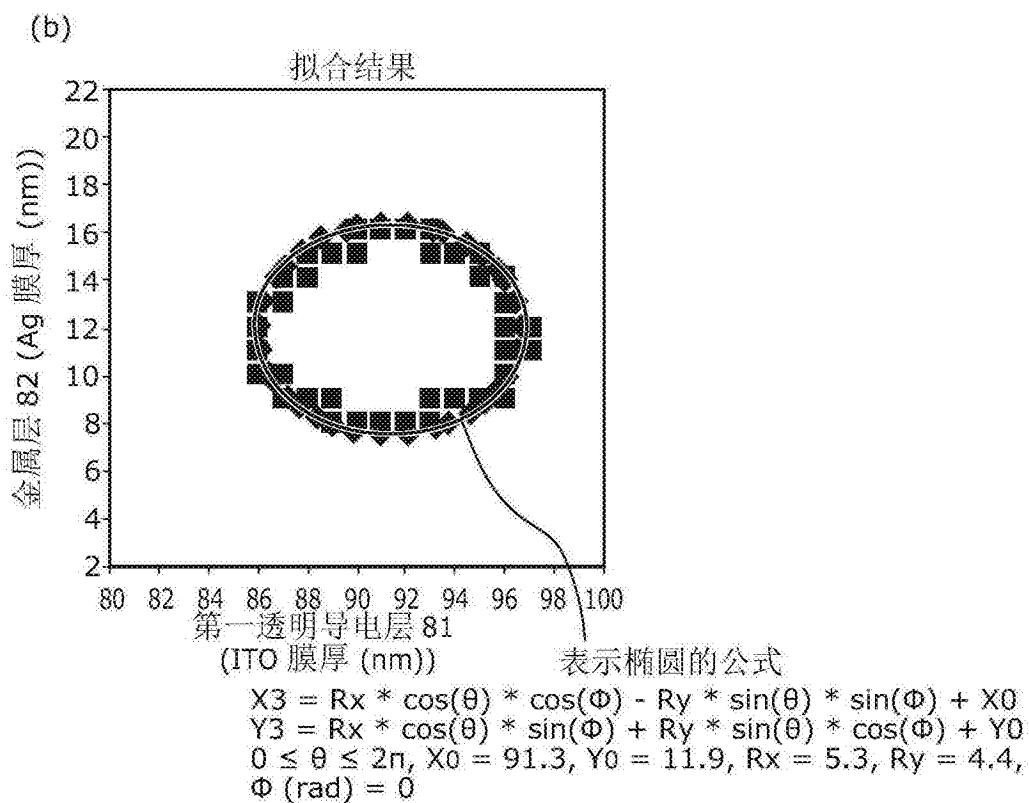
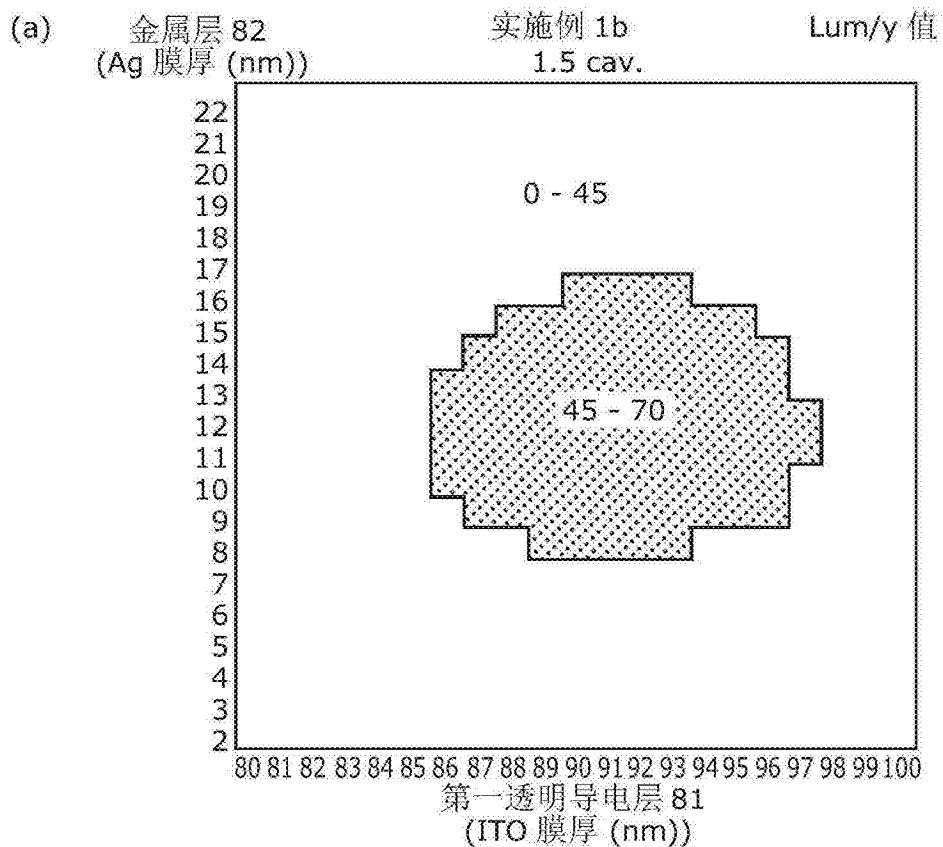


图14

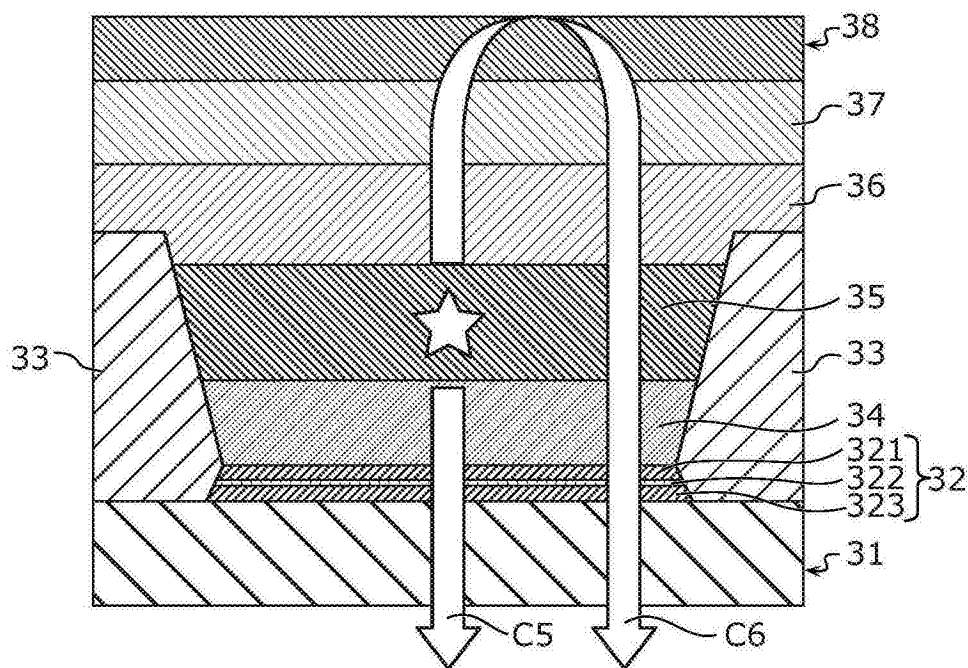


图15

实施例 2 (底部发射结构)

	折射率 @550 nm	实施例 2		比较例 2	
		膜厚	光路长	膜厚	光路长
反射阳极 38		200 nm		200 nm	
空穴注入层 37	1.6	5 nm	7.8	5 nm	7.8
空穴传输层 36	1.7	10 nm	17	10 nm	17
发光层 (Blue) 35	1.8	50 nm	90	50 nm	90
电子传输层 34	1.8	10 nm	18	10 nm	10
第一透明导电层 321	2.1	10 nm	21	50 nm	105
金属层 322	0.12	14 nm	1.7	0 nm	0
第二透明导电层 323	2.1	60 nm	126	0 nm	0
玻璃基板 31	1.5	0.5 mm		0.5 nm	
Lum/y		105		42	

图16

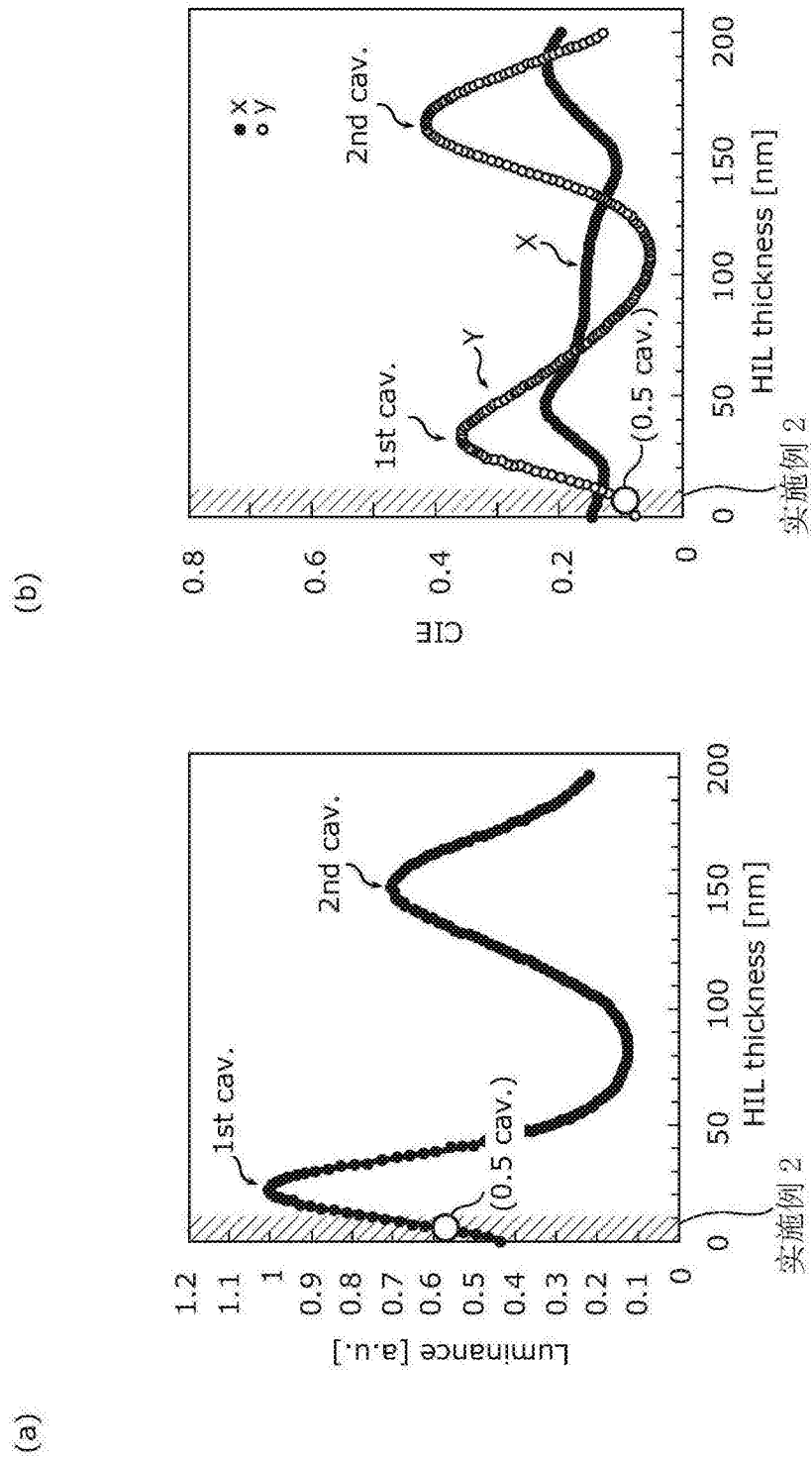


图17

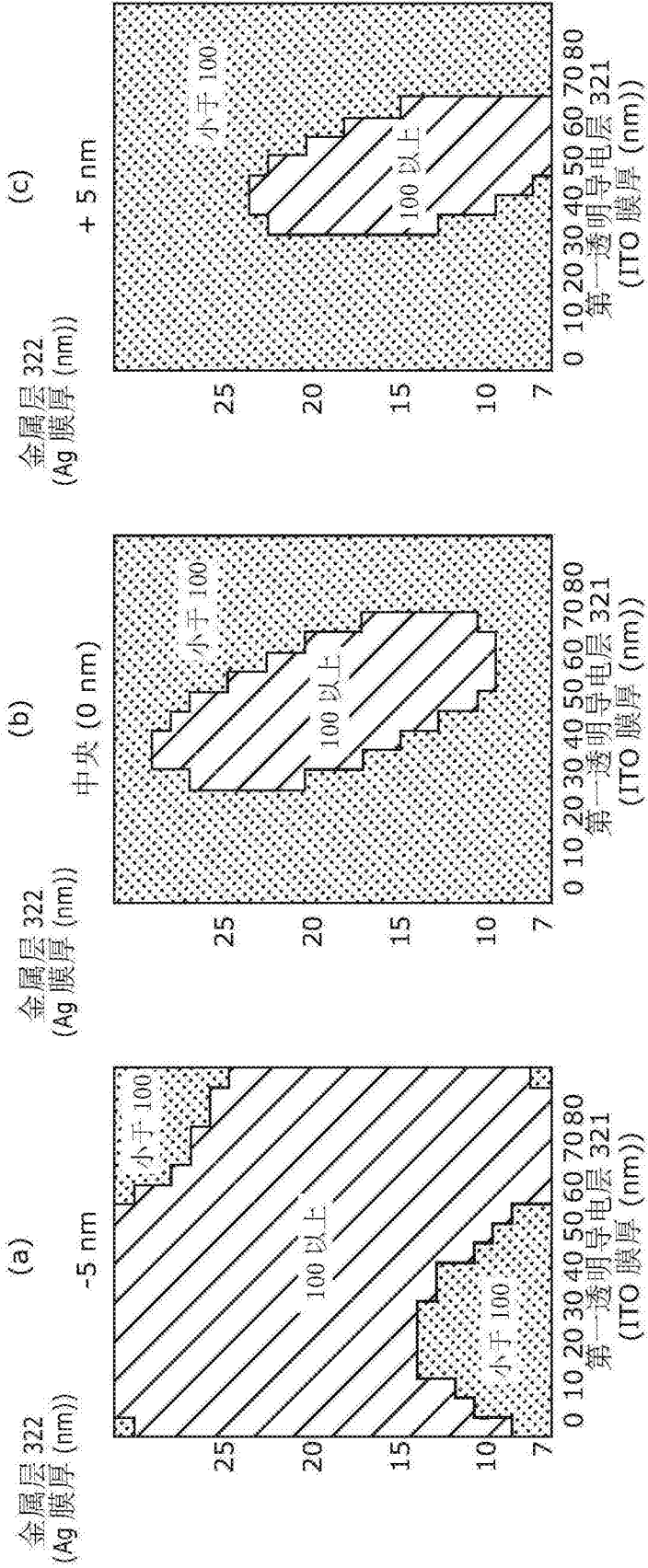


图18

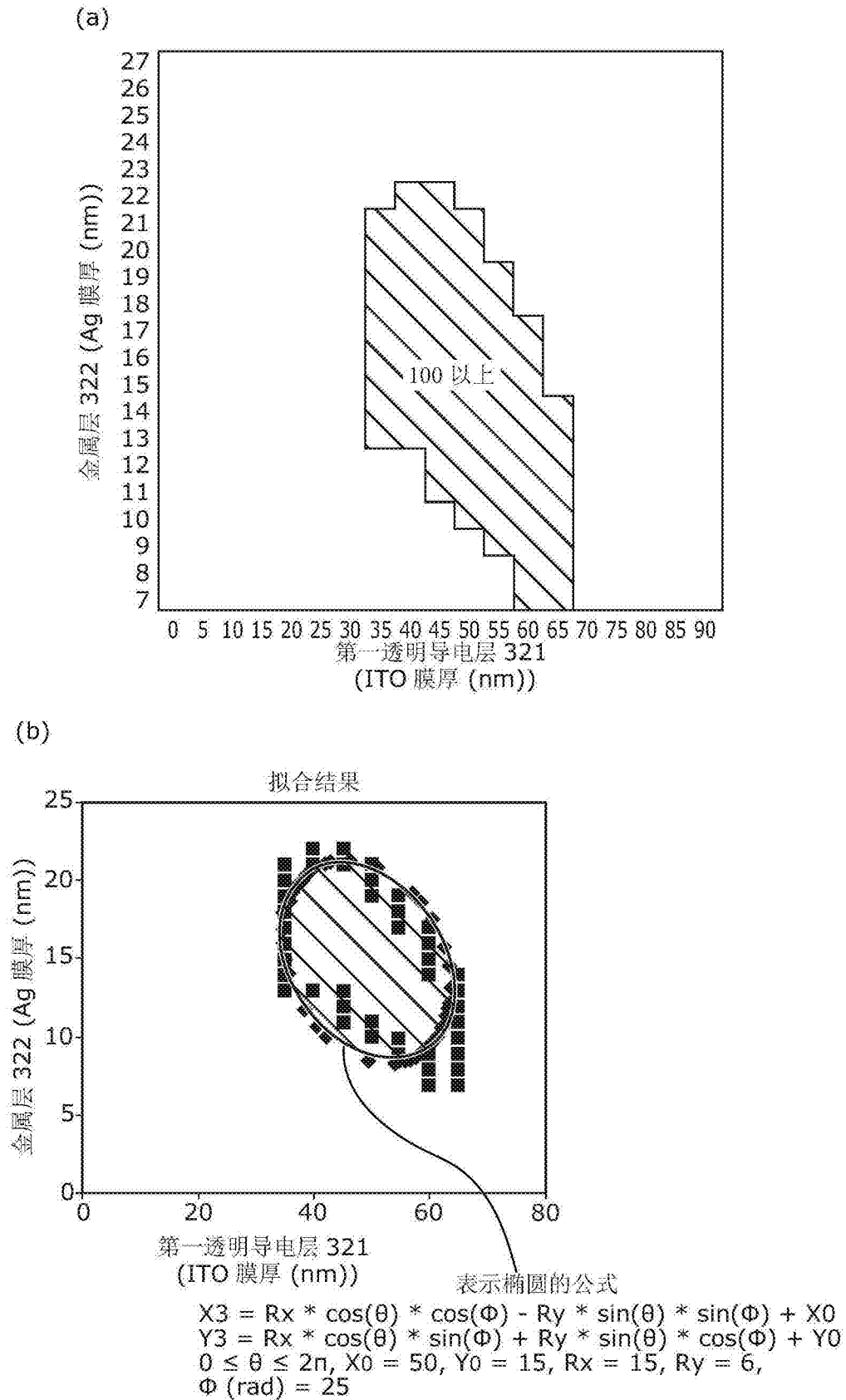


图19

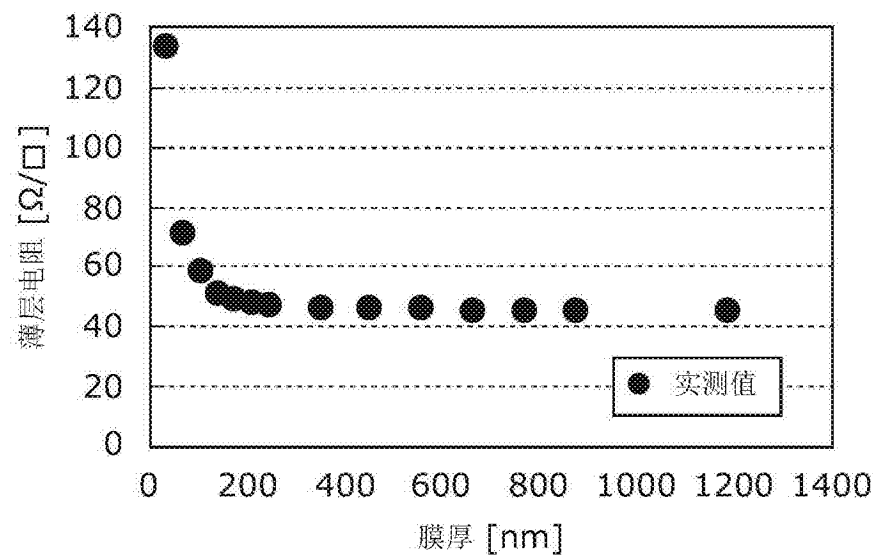


图20

专利名称(译)	有机发光元件、有机发光显示面板及有机发光显示装置		
公开(公告)号	CN105594304A	公开(公告)日	2016-05-18
申请号	CN201480042637.5	申请日	2014-07-23
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日本有机雷特显示器		
申请(专利权)人(译)	株式会社日本有机雷特显示器		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日本有机雷特显示器		
[标]发明人	仓田惠子 佐藤宗治 近藤哲郎 石野真一郎		
发明人	仓田惠子 佐藤宗治 近藤哲郎 石野真一郎		
IPC分类号	H05B33/28 H01L51/50 H05B33/24 H05B33/26		
CPC分类号	H01L51/5271 H01L27/3211 H01L51/5234 H01L51/5265 H01L51/5275		
优先权	2013160596 2013-08-01 JP		
其他公开文献	CN105594304B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

蓝色发光元件具备反射阳极(2)、透明阴极(8)、反射阳极(2)与透明阴极(8)之间的有机发光层(6b)、有机发光层(6b)与反射阳极(2)之间的第一功能层、以及有机发光层(6b)与透明阴极(8)之间的第二功能层，并且具有谐振器结构。第一功能层的光学膜厚是48nm~62nm。透明阴极(8)，根据第一透明导电层(81)、金属层(82)、第二透明导电层(83)，从第二功能层一侧按照该顺序层叠而构成。第一透明导电层(81)的折射率是2.0~2.4，膜厚是85nm~97nm。金属层(82)与第一透明导电层(81)的折射率的差是0~2.0，膜厚是2nm~22nm。

