



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102077386 A

(43) 申请公布日 2011.05.25

(21) 申请号 200980124399.1

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(22) 申请日 2009.06.30

利商标事务所 11038

## (30) 优先权数据

2008-171745 2008.06.30 JP

代理人 李颖

2008-249881 2008.09.29 JP

## (51) Int. Cl.

2009-139375 2009.06.10 JP

H01L 51/52 (2006.01)

2009-155044 2009.06.30 JP

## (85) PCT申请进入国家阶段日

2010.12.27

## (86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/062266 2009.06.30

## (87) PCT申请的公布数据

W02010/002031 EN 2010.01.07

## (71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

## (72) 发明人 桧垣卓也 北山宏之 长谷川利则

古郡学 木村俊秀

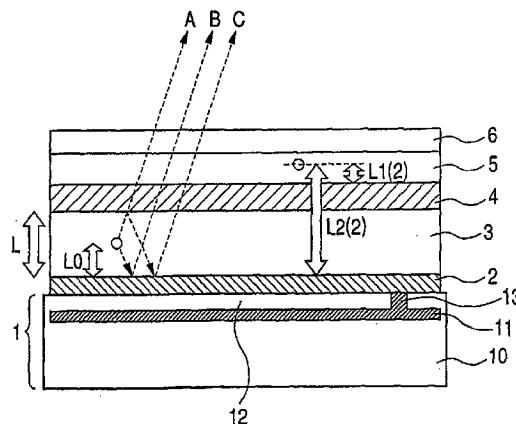
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

发光显示装置

## (57) 摘要

在发光显示装置中,对于具有低的颜色纯度和低的发射效率的发射颜色实现优异的颜色再现性和高的亮度。要提高其颜色纯度和发射效率的电致发光层(3)作为第一层被层叠于基板(1)上并且被插入反射电极层(2)和半反射电极(4)之间,然后,从电致发光层(3)提取的光通过反射电极层(2)中的反射表面与半反射电极(4)中的反射表面之间的干涉被强化。



## 1. 一种发光显示装置,包括:

基板;

多个发光部分,沿与所述基板的表面垂直的方向被层叠于基板上,所述多个发光部分中的每一个被插入一对电极之间;以及

光提取部分,用于提取从所述发光部分发射的光,其中:

被放置为与所述光提取部分相距最远的一个发光部分被插入反射电极和半反射电极之间;以及

所述反射电极和所述半反射电极之间的光路长度被设定为使得在从所述反射电极和所述半反射电极之间的发光部分发射的光之中,被提取到所述发光显示装置外面的光通过干涉被强化。

2. 根据权利要求1的发光显示装置,其中,所述反射电极和所述半反射电极之间的光路长度被形成为满足下式(1)和(2):

$$m-0.1 \leq 2L0/\lambda + \delta/2\pi \leq m+0.1 \quad (1)$$

$$m'-0.1 \leq 2L/\lambda + (\delta+\Phi)/2\pi \leq m'+0.1 \quad (2),$$

这里,L0表示被设置在所述反射电极和所述半反射电极之间的发光部分的发射位置与所述反射电极的反射表面之间的光路长度;L表示所述反射电极的反射表面与所述半反射电极的反射表面之间的光路长度; $\lambda$ 表示所提取的光的峰值波长; $\delta$ 表示在所述反射电极处反射所提取的光时产生的相位偏移量; $\Phi$ 表示在所述半反射电极处反射所提取的光时产生的相位偏移量; $m$ 和 $m'$ 均表示自然数。

3. 根据权利要求1的发光显示装置,其中,在所述多个发光部分之中,至少从所述反射电极侧算起的第i个发光部分满足下式(3)和

(4):

$$k(i)-0.1 \leq 2L1(i)/\lambda(i) + \Phi/2\pi \leq k(i)+0.1 \quad (3)$$

$$k'(i)-0.1 \leq 2L2(i)/\lambda(i) + \delta/2\pi \leq k'(i)+0.1 \quad (4),$$

这里,L1表示发光部分的发射位置与所述半反射电极中的反射表面之间的光路长度,L2表示电致发光层的发射位置与所述反射电极中的反射表面之间的光路长度, $\lambda(i)$ 表示从电致发光层提取的光的峰值波长, $\delta$ 表示在反射电极处反射所提取的光时产生的相位偏移量; $\Phi$ 表示在半反射电极处反射所提取的光时产生的相位偏移量; $k(i)$ 和 $k'(i)$ 均表示自然数,i表示从所述反射电极侧算起的电致发光层的编号,该编号为2或更大的自然数。

4. 根据权利要求1的发光显示装置,其中,所述反射电极和所述半反射电极之间的发光部分包含蓝色发射层。

## 发光显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及利用使用有机化合物的发光器件的显示装置,更具体地,涉及使用当向由有机化合物制成的薄膜施加电场时发光的有机电致发光(EL)器件的显示装置。

### 背景技术

[0002] 目前,有机EL器件得到积极的研究和开发。最近,为了可从显示装置的共用区域发射各颜色的光束,其中层叠和排列了有机EL介质的高分辨率、多色显示装置的研究和开发已有所进展。

[0003] 日本专利申请公开No. H10-503878公开了能够显示多种颜色的有机EL显示装置,该有机EL显示装置如下面描述的那样形成:为了使得各层叠体可发射各颜色的光,可向各层输入单独的偏压。

[0004] 美国专利No. 5,932,895公开了用于优化有机发光装置的颜色纯度和提取效率的技术,在该有机发光装置中,从光提取侧依次层叠第一电极、第一有机化合物层、第二电极、第二有机化合物层、第三电极、第三有机化合物层和第四电极。具体而言,使用反射电极作为第四电极,使用透明电极作为第三电极,使用半反射电极作为第二电极,并且,第四电极和第二电极形成共振器。

[0005] 如日本专利申请公开No. H10-503878那样仅层叠多个发射层涉及以下的问题:显示装置的颜色纯度和提取效率不能被优化。另外,当如在美国专利No. 5,932,895中那样通过加入两个有机化合物层来形成共振器时,由于共振器的光路长度变长,因此干涉的阶次增加。结果,有机发光装置既不能获得足够的颜色纯度,也不能获得足够的提取效率。为了使得表现出良好的显示性能的全色显示装置可被实现,对于红光、绿光和蓝光发射器件中的每一个而言具有优异的颜色纯度和高的亮度是重要的。特别地,由于蓝光发射器件的颜色纯度和发射效率比红光发射器件和绿光发射器件差,所以需要提高蓝光发射器件的性能。

### 发明内容

[0006] 为了实现以上目的,本发明的发光显示装置包括:

[0007] 基板;

[0008] 多个发光(luminescence)部分,沿与基板的表面垂直的方向被层叠于基板上,所述多个发光部分中的每一个被插入一对电极之间;以及

[0009] 光提取部分,用于提取从所述发光部分发射的光,其中:

[0010] 被放置为最远离所述光提取部分的所述发光部分中的一个被插入反射电极和半反射电极之间;以及

[0011] 所述反射电极和所述半反射电极之间的光路长度被设定为使得在从所述反射电极和所述半反射电极之间的发光部分发射的光之中,被提取到发光显示装置外面的光通过干涉被强化。

[0012] 根据本发明,提供由有机 EL 器件形成的有机发光显示装置,在所述有机 EL 器件中的每一个中,层叠有多个发光部分。在该有机发光显示装置中,包含发射层的发光部分被放置为与反射电极接触,并且半反射电极被放置在该发光部分上,所述发射层发射要提高颜色纯度和提取效率的颜色的光。然后,为了使得从所述发射层提取的光的峰值波长可满足所述反射电极和所述半反射电极之间的共振条件,调整电极之间的光路长度。结果,从被设置为与所述反射电极接触的发光部分发射的光的颜色纯度和亮度被改善,由此,有机发光显示装置变得具有优异的颜色再现性。

[0013] 参照附图阅读示例性实施例的以下说明,本发明的其它特征将变得清晰。

## 附图说明

[0014] 图 1 是示出本发明中的两层层叠有机 EL 显示装置的轮廓断面图。

[0015] 图 2 是示出本发明中的两层层叠有机 EL 显示装置的轮廓断面图。

[0016] 图 3 是示出本发明中的 n 层层叠有机 EL 显示装置的轮廓断面图。

[0017] 图 4 是示出本发明中的三层层叠有机 EL 显示装置的例子的轮廓断面图。

## 具体实施方式

[0018] 图 1 是使用两层层叠有机 EL 器件作为显示器件的顶发射型发光显示装置的轮廓部分放大断面图的例子。

[0019] 所述显示装置由分别具有层叠构造的两种有机 EL 器件形成。通过在基板 1 上依次层叠反射电极 2、第一发光部分 3、半反射电极 4、第二发光部分 5 和光提取电极 6,获得第一有机 EL 器件。通过在基板 1 上依次层叠反射电极 2、第三发光部分 31、半反射电极 4、第四发光部分 51 和光提取电极 6,获得第二层叠型有机 EL 器件。这些有机 EL 器件被保护层 9 覆盖。

[0020] 这里,在有机 EL 器件中,反射电极是在该反射电极的表面处具有 50% 或更大的反射率的电极,半反射电极是具有大于等于 10% 且小于 50% 的反射率的电极,透明电极是关于可见光具有 80% 或更大的透射率的电极。

[0021] 第一发光部分具有用于发射第一颜色的光的第一发射层,第二发光部分具有用于发射第二颜色的光的第二发射层。类似地,第三发光部分具有用于发射第三颜色的光的第三发射层,第四发光部分具有用于发射第四颜色的电致发光的第四发射层。不要求第一到第四颜色彼此不同,并且,由具有短寿命的发射材料发射的颜色可被重复使用。各发光部分可具有例如空穴注入层 (HIL)、空穴传输层 (HTL)、电子传输层 (ETL) 或电子注入层 (EIL)。

[0022] 图 1 中的基板 1 由支撑体 10、TFT 驱动器电路 11 和平坦化 (planarization) 钝化层 12 形成。附图标记 13 表示接触孔。应当注意,在例子中,以有源矩阵驱动显示装置为例子进行描述,但是,也允许不需要任何 TFT 驱动器电路的无源矩阵驱动显示装置。

[0023] 可以设置像半反射电极 4 的被插入发光部分之间的电极作为其间被插入电极的发光部分共用的单个电极。作为替代方案,可以采用以下的过程:在单独设置的电极之间插入绝缘层,使得各发光部分可被独立地驱动。

[0024] 当电流流入这些有机 EL 器件中的每一个中时,从阳极注入的空穴和从阴极注入的电子在各发射层中重新组合,因此,发射层发射它的光。

[0025] 图 1 示出从基板的相对侧提取光的顶发射型显示装置,然而,也允许从基板 1 侧提取发射的光的底发射型显示装置。在从支撑体侧提取发射的光的底发射型显示装置的情况下,用光提取电极 6 代替反射电极,用反射电极 2 代替透明电极,并且,在图 1 所示的构造中的支撑体 10 中使用诸如玻璃之类的透明物质。假定当希望的是有源矩阵驱动显示装置时,从确保开口比的观点来看,具有顶发射构造的显示装置是有利的。

[0026] 图 2 是使用其中层叠了两个发光部分的(两层层叠)有机 EL 器件的显示装置的轮廓部分放大断面图的例子。与图 1 相同的附图标记表示与图 1 的部件相同的部件;对于任何其它的图也是如此。以图 2 为例描述由本发明的干涉导致的光束的强化。

[0027] 由于干涉导致的光的强化是以下现象:具有由其形成发射层的发射材料特有的发射谱(PL 谱)的波长  $\lambda$  的光在两个反射表面之间被反射,并且,反射的光束相互干涉和强化。通过这种干涉被强化并然后被提取到显示装置外面的光的光谱具有比波长  $\lambda$  处的 PL 谱的强度强的强度。随后,描述由干涉导致的强化的具体例子。当从图 2 的第一发光部分 3 中的发射层出现电致发光时,由于形成显示装置的各层之间的折射率和吸收系数的差异,光重复地经受例如反射、折射、透射和吸收,并然后被提取到外面。作为穿过各种路径的光束的干涉和强化的结果,提取的光的量增加。

[0028] 来自第一发光部分 3 的发射位置的可能的路径如下:透过半反射电极 4 的光束(A)直接向提取方向行进,并且,各自在反射电极 2 的第一反射表面处被反射的光束(B)和(C)向提取方向行进。这里,为了在尽可能地防止量减少的同时可以提取从各发光部分发射的光,被放置得比半反射电极 4 接近光提取侧的任何电极优选为透明电极。虽然实际上光还在各层之间的任何其它界面处被反射,但是,在本说明书中,仅提及沿路径 A~C 的光束,所述路径 A~C 会对所提取的光具有大的影响。

[0029] 如上所述,由光束 A、B 和 C 的干涉导致的影响最大。特别地,当半反射电极由例如金属薄膜形成时,可通过调整从发射位置到反射电极的反射表面(第一反射表面)的光路长度和从反射电极的反射表面到半反射电极的反射电极侧反射表面(第二反射表面)的光学距离来控制光束通过干涉相互强化的波长。

[0030] 在图 2 中,  $L_0$  表示第一发光部分 3 的发射位置和反射电极 2 的第一反射表面之间的光路长度,  $L$  表示第一反射表面和第二反射表面之间的光路长度。这里,当发射层的多束干涉谱的峰值波长,即被提取到显示装置外面的光的峰值波长由  $\lambda$  表示时,可通过适当地调整各光学距离以使它们可满足表示干涉条件的下式(1)、(2)来有效地提取具有波长  $\lambda$  的光:

$$[0031] m - 0.1 \leq 2L_0/\lambda + \delta/2\pi \leq m + 0.1 \quad \text{式 (1)}$$

$$[0032] m' - 0.1 \leq 2L/\lambda + (\delta + \Phi)/2\pi \leq m' + 0.1 \quad \text{式 (2)}$$

[0033] 这里,  $m$  和  $m'$  均表示自然数。

[0034] 在式(1)和式(2)中,当满足  $2L_0/\lambda + \delta/2\pi = m$  和  $2L/\lambda + (\delta + \Phi)/2\pi = m'$  时,可获得由干涉导致的光的最高强化。

[0035] 在文档“Deppe J. Modern. Optics Vol. 41, No. 2, p. 325 (1994)”中,由对于通过共振器中的 EL 发射谱的干涉导致的强化的条件得到式(1)和式(2)。

[0036] 另外,可通过使用反射电极和半反射电极中的每一个的  $n$ (折射率)和  $k$ (吸收系数)以及插入该对电极之间的有机层的折射率  $n$  来分别计算相位偏移量  $\delta$  和  $\Phi$ 。在例如

“Principles of Optics, Max Born and Emil Wolf”中描述了上面的情况。当上面描述的反射电极和半反射电极均由金属膜形成时,因金属反射导致的相位偏移量  $\delta$  和  $\Phi$  均可近似为  $\pi$  弧度,因此,式(1)和式(2)变为下式(1)'和(2)'。

[0037]  $(\lambda/4) \cdot (2m-1.2) \leq L_0 \leq (\lambda/4) \cdot (2m-0.8)$  ( $m$ :自然数) 式(1)'

[0038]  $(\lambda/2) \cdot (m'-1.1) \leq L \leq (\lambda/2) \cdot (m'-0.9)$  ( $m'$ :自然数) 式(2)'

[0039] 因此,当从发射位置到反射表面的光路长度  $L_0$  是  $\lambda/4$  的奇数倍并且从反射电极的反射表面到半反射电极的反射表面的光路长度  $L$  是  $\lambda/2$  的自然数倍时,光束通过共振最大程度地相互强化。

[0040] 应当注意,在确定  $L_0$  和  $L$  的值时,需要识别发射位置(发射中心)。虽然发射位置根据在各发射层中使用的材料而改变,但是,可大致从在发射层中使用的主材料和辅助材料的结构来识别发射位置。换句话说,可通过限定反射电极侧或半反射电极侧的发射层的界面或者依赖于形成发射层的材料的作为发射位置的发射层的中心,确定  $L_0$  和  $L$  的值。当沿发射层的厚度方向存在发射强度分布时,由于最大发射位置是发射位置,所以,  $L_0$  和  $L$  的数值优选地被校正。

[0041] 虽然与同时满足式(1)和式(2)时相比效果较小,但是,关于设置在更接近半反射电极的光提取侧处的发光部分处的光发射,可通过使用反射电极的反射光和半反射电极的反射光的干涉来提高光提取效率。

[0042] 在图2中,第二发光部分5中的发射位置和反射电极的反射表面之间的光路长度为  $L_2(2)$ ,第二发光部分5中的发射位置和在半反射电极的光提取侧的反射表面之间的光路长度为  $L_1(2)$ ,从包含第二发光部分的发射层提取的光的峰值波长为  $\lambda(2)$ 。这里,当各层的厚度被设计为满足下式时,  $\lambda(2)$  的光发射可被强化和提取。下式中,  $k(2)$  和  $k'(2)$  是自然数。

[0043]  $k(2)-0.1 \leq 2L_1(2)/\lambda(2)+\Phi/2\pi \leq k(2)+0.1$  式(3)'

[0044]  $k'(2)-0.1 \leq 2L_2(2)/\lambda(2)+\delta/2\pi \leq k'(2)+0.1$  式(4)'

[0045] 在式(3)'和式(4)'中,当满足  $2L_1(2)/\lambda(2)+\Phi/2\pi = k(2)$  和  $2L_2(2)/\lambda(2)+\delta/2\pi = k'(2)$  时,可获得最高的干涉效果。但是,如果该范围处在不等号内,那么可获得足够的干涉效果。

[0046] 例如,在图1所示的配置中,当提高蓝色的亮度和颜色纯度并延长寿命时,利用以下的配置。即,在第一有机EL器件的第一发光部分3中设置蓝色发射层;在第一有机EL器件的第二发光部分5中设置绿色发射层;在第二有机EL器件的第一发光部分31中设置蓝色发射层;在第二有机EL器件的第二发光部分51中设置红色发射层;并且,各层的厚度满足式(1)、式(2)、式(3)'和式(4)'。在这种情况下,除了提高颜色纯度以外,还可以提高蓝色的亮度和寿命以及红色和绿色的亮度。优选地,通过像素分割层7使相邻的有机EL器件相互分开。只要器件被分离并且被绝缘,那么用于像素分割层的材料不被限制。考虑到外部光的反射,吸收光的黑色材料是优选的。

[0047] 到目前为止,描述了两层层叠系统。但是,可以按相同的方式设计  $n$  层层叠系统的有机EL器件。参照使用  $n$  层层叠有机EL器件的显示装置的轮廓部分放大断面图来描述上面的情况(图3)。

[0048] 在图3中,在基板1上依次顺序地层叠包含反射电极2、第一发光部分3、半反射电

极 4、第二发光部分 5、第三电极 6、第 n 个电极 300、第 n 个发光部分 301 和光提取电极 302 的层。n 表示 2 或更大的自然数。另外,附图标记 303 表示第一发光部分的发射位置,附图标记 304 表示第 i 个发光部分的发射位置。

[0049] 在这种情况下,反射电极 2、第一发光部分 3 和半反射电极 4 被依次层叠以用作对于来自第一发光部分 3 的光发射的共振器;考虑到干涉条件,也可适当地层叠比第一发光部分层叠得接近光提取侧的第 i 个发光部分 305。这里,i 表示从相应电极侧算起的发光部分的编号。

[0050] 第 i 个发光部分 305 的发射位置和半反射电极的光提取侧反射表面之间的光路长度由  $L1(i)$  表示,第 i 个发光部分的发射位置和反射电极的反射表面之间的光路长度由  $L2(i)$  表示。另外,第 i 个发光部分中的发射层的多束干涉谱的峰值波长由  $\lambda(i)$  表示。在这种情况下,形成显示装置,以使在半反射电极 4 处被反射的光可满足以下的关系 (3),并且,穿过半反射电极 4 并在反射电极 2 处被反射的光可满足以下的关系 (4):

$$[0051] k(i) - 0.1 \leq 2L1(i) / \lambda(i) + \Phi / 2\pi \leq k(i) + 0.1 \quad (3)$$

$$[0052] k'(i) - 0.1 \leq 2L2(i) / \lambda(i) + \delta / 2\pi \leq k'(i) + 0.1 \quad (4)$$

[0053] 这里,  $\delta$  表示在反射电极处反射光时产生的相位偏移量,  $\Phi$  表示在半反射电极处反射光时产生的相位偏移量,  $k(i)$  和  $k'(i)$  均表示自然数。

[0054] 通过这种构造,从第 i 个发光部分发射的光、在反射电极处反射的光和在半反射电极处反射的光彼此共振并相互强化,由此可以用高的颜色纯度和高的亮度来提取具有波长  $\lambda(i)$  的光。在式 (3) 和式 (4) 中,当  $L1(i)$  和  $L2(i)$  均满足  $2L1(i) / \lambda(i) + \Phi / 2\pi = k(i)$  和  $2L2(i) / \lambda(i) + \delta / 2\pi = k'(i)$  时,可通过干涉来最大程度地强化波长  $\lambda(i)$  的光。

[0055] 特别地,如上所述,通过插入反射电极和半反射电极之间的共振器,从设置在反射电极和半反射电极之间的第一发光部分发射的光可被调整为具有高的颜色纯度和高的亮度的光。鉴于以上情况,优选地通过以下步骤来改善颜色纯度和发射效率比红光和绿光发射器件差的蓝光发射器件的特性:在第一发光部分中放置蓝色发射层;以及将  $L0$  定义为蓝色发射位置和反射电极的反射表面之间的光路长度距离以满足式 (1)。因此,可以实现优异的全色显示装置。此外,当改善绿色的亮度和颜色纯度时,在第一发光部分中放置绿色发射层,并且,由于放置了蓝色发射层时,所以光路长度  $L0$  和  $L$  被类似地调整。

[0056] 根据对于来自除了第一发光部分之外的发光部分的光发射的需要,只需要执行由上式 (3) 和 (4) 表示的这种光路长度调整;由于可望另外提高器件性能,因此优选地对于所有的层执行调整。

[0057] 如上所述,当第一发光部分被设计为使得  $L0$  和  $L$  可满足表示干涉条件的上面的式子时,光束 A、B 和 C 可通过干涉相互强化。这样,可以容易地执行这样的光学设计:可有效地提取人们希望提取的光。

[0058] 可通过设计各发光部分的厚度来执行上面的光路长度调整。另外,可通过使各电极具有这样的内部构造来适当地调整光路长度  $L1(i)$  和  $L2(i)$ :具有小的光学吸收系数的物质被插入透明电极之间以用作光路长度调整层。例如,可以使用石英作为这种具有小的光学吸收系数的物质,但是,该物质不被特别限制。

[0059] 例如,在图 1 所示的两层层叠构造的情况下,可以层叠蓝色发射层,以使在关系

(3) 中满足  $k(1) = 1$ ，并且，可以层叠红色或绿色发射层，以使在该关系中满足  $k(2) = 2$ 。此外，在图 4 所示的三层层叠构造的情况下，可以层叠蓝色发射层，以使在关系 (3) 中满足  $k(1) = 1$ ，可以层叠绿色发射层，以使在该关系中满足  $k(2) = 2$ ，并且，可以层叠红色发射层，以使在该关系中满足  $k(3) = 3$ 。只要满足下面的关系： $k(1) < k(2) < k(3) \dots < k(n)$ ，那么层叠层的数量和  $k(i)$  的值不被特别限制。

[0060] 另外，使用多层层叠有机 EL 器件的显示装置中的第  $i$  个发光部分 ( $i \geq 2$ ) 中的发射颜色不被特别限制。但是，如下面描述的那样，从保持显示装置的视角特性的观点看，为了增大要提取的光的峰值波长，更优选地从反射电极侧层叠发射层。

[0061] 视角特性和  $k(i)$  的值具有以下关系： $k(i)$  越小，则视角特性越好。即，当从角度为  $\theta$  弧度的斜方向观察发射位置时，式 (3) 变为下式：

$$k(i) - 0.1 \leq 2L1(i) \cdot \cos \theta / (\lambda(i) - \Delta \lambda(i)) + \Phi / 2\pi \leq k(i) + 0.1 \quad \text{式 (5)}$$

[0063] 这里， $\Delta \lambda(i)$  表示当从角度为  $\theta$  的斜方向观察发射位置时发射谱的峰值波长相对于当从显示装置的前表面观察发射位置时发射谱的峰值波长  $\lambda(i)$  的偏移量。可从式 (5) 得到下式，并且，下式表明， $k(i)$  越小，则  $\Delta \lambda(i)$  越小。

$$\lambda(i) - 2L1(i) \cdot \cos \theta / (k(i) - \Phi / 2\pi - 0.1) \leq \Delta \lambda(i) \leq \lambda(i) - 2L1(i) \cdot \cos \theta / (k(i) - \Phi / 2\pi + 0.1) \quad \text{式 (6)}$$

[0065] 如上所述， $k(i)$  越小，则可用宽视角确保的颜色再现范围越足。随着发射峰值波长增大， $k_i$  的值趋于增大。因此，以下过程可导致视角特性的提高：具有较短发射波长的发射层被放置为更接近反射电极 2。在三层层叠系统中，红色、绿色和蓝色发射层优选地按照更接近反射电极 2 的次序被放置。

[0066] 以下，参照附图来具体描述根据本发明的发光显示装置。图 4 是形成顶发射型有源矩阵有机 EL 显示装置的有机 EL 器件的轮廓断面图。基板 1 由支撑体 10、TFT 驱动器电路 11 和平坦化钝化层 12 形成。在基板上形成反射电极层。反射电极层由反射电极 2 和透明导电膜 100 形成。反射电极 2 由在与透明导电膜 100 的界面处具有 50% 或更大、优选地具有 80% 或更大的反射率的材料构成。虽然金属不被特别限制，但是，使用银、铝或铬（也允许银合金或铝合金）等。另外，反射电极 2 仅需要能够将空穴注入空穴传输层 101 中，并且，只要反射电极可直接注入空穴，那么即使在反射电极没有任何透明电极时，也不出现特别的问题。

[0067] 透明导电膜 100 的作用是对于空穴传输层 101 提高空穴注入性能。此外，需要尽可能多地透射向着反射电极 2 的光和被反射电极 2 反射的光。出于这种原因，透明导电膜对于可见光具有 80 ~ 100% 的透射率。更具体而言，由于以下的原因，希望透明导电膜具有 0.05 或更小、或者优选地具有 0.01 或更小的复折射率 (complex refractive index)  $\kappa$ ：复折射率  $\kappa$  表示透明导电膜吸收可见光的程度，并且，将  $\kappa$  设为小的值可抑制由于多次反射导致的可见光的衰减。可以使用氧化物导电膜（具体而言，例如铟氧化物和锡氧化物的复合膜 (ITO) 或者铟氧化物和锌氧化物的复合膜 (IZO)）作为透明导电膜 100。尽管希望的值依赖于透明导电膜的折射率和显示装置的发射颜色，但是希望设定本发明中的透明导电膜的厚度以使空穴传输层 101 的厚度会落入 10 ~ 200nm 的范围或者优选地落入 10 ~ 100nm 的范围内。这是由于，从功耗的观点看，以尽可能低的电压来驱动显示装置是有利的。

[0068] 在空穴传输层 (HTL) 101、发射层 (EML) 102、电子传输层 (ETL) 103 和电子注入层

(EIL) 104 中的每一个中使用的有机化合物可由低分子量材料和聚合物材料中的任一种或两种形成，并且，有机化合物的构造不被特别限制。可以根据需要使用任何常规地已知的材料。以下给出这种化合物的例子。

[0069] 空穴传输材料优选地具有有利于从阳极注入空穴和将注入的空穴传输到发射层的优异的迁移率。空穴注入层可被插入阳极和空穴传输层之间。作为发射材料，可以使用具有高的发射效率的任何已知荧光染料或磷光材料。

[0070] 电子传输材料可任意地选自用于将注入的电子传输到发射层中的材料。在考虑例如与空穴传输材料的载流子的迁移率的平衡的情况下选择材料。

[0071] 此外，使上述的电子可传输材料中的任一种包含 0.1% ~ 百分之几十的碱性 (alkali) 金属或碱土金属或者任何这种金属的化合物，由此，可以给该材料赋予电子注入性能，并且，该材料可用作电子注入材料。电子注入层 104 不是必不可少的层，但是，考虑到随后形成半反射电极 105 时的损伤，为了可以确保良好的电子注入性能，希望嵌入具有约 10 ~ 100nm 厚度的电子注入层。

[0072] 可通过真空气相沉积方法、离子化气相沉积方法、溅射、等离子体或在适当的溶剂中溶解化合物的已知的涂敷方法来形成由本发明的有机化合物形成的层。例如，作为例子举出旋涂、浸渍、铸造、LB 和喷墨方法。在通过涂敷方法的成膜中，特别地，可通过使用与适当的粘接剂树脂组合的化合物来形成膜。粘接剂树脂可选自各种各样的粘接剂树脂。

[0073] 半反射电极 105 的作用是令人满意地将电子注入电子注入层 104 中并反射从发射层 102 发射的光的一部分以及透射所述光的一部分。出于这种原因，优选地，半反射电极 105 相对于可见光具有 20% ~ 80% 的透射率并且在电子注入层 104 的界面处以及在空穴注入层 106 的界面处具有 10% ~ 50% 的反射率。

[0074] 可以在半反射电极 105 中使用诸如铝、银、镁或钙的金属元素或者所述金属元素的合金。特别地，从电子注入性能和对于发射的光的反射率的观点看，银和镁的合金（银镁）是优选的。另外，从容易地获得希望的透射性能和反射性能的观点看，半反射电极的厚度优选地选自例如大于等于 2nm 且小于等于 50nm 的范围。

[0075] 作为透明电极 111，可以使用上述的由例如 ITO 或 IZO 制成的氧化物导电膜。希望适当地选择电子传输层 103 和电子注入层 104 的组合以及电子传输层 109 和电子注入层 110 的组合，使得可以获得良好的电子注入性能。另外，可通过溅射形成各电极。

[0076] 另外，出于防止显示装置接触氧气或水分等的目的，可对于显示装置的最外层设置保护层。保护层的例子包括：由例如硅氮化物或硅氧氮化物制成的金属氮化物膜；由例如钽氧化物制成的金属氧化物膜；以及金刚石薄膜；或氟树脂。另外，例子包括：由例如聚 (p- 二甲苯) (poly (p-xylene))、聚乙烯、硅酮树脂 (silicone resin) 或聚苯乙烯 (polystyrene) 树脂制成的聚合物 (polymer) 膜；以及光固化 (photocurable) 树脂。

[0077] 另外，各器件自身可被例如玻璃、气密膜或金属覆盖，并且用适当的密封树脂被封装。另外，为了提高层的耐湿性，可在保护层中加入水分吸收剂。

[0078] 虽然这里以具有所谓的双异质 (hetero) 构造的 EL 器件为例进行了描述，但是，本发明也适用于具有单异质构造的 EL 器件。以下，作为例子更具体地描述本发明。但是，本发明不限于这些例子。

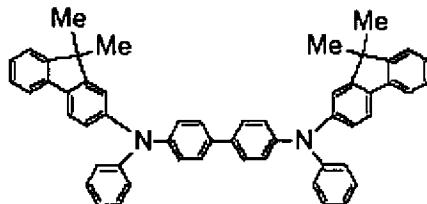
[0079] (例子 1)

[0080] 本发明中的例子 1 涉及具有图 4 所示的构造的三层层叠显示装置。在该显示装置中, 第一发光部分、第二发光部分和第三发光部分被层叠, 以分别包含蓝色发射层、绿色发射层和红色发射层, 并且, 第一发光部分被调整以满足干涉条件式 (1) 和 (2)。

[0081] 在用作支撑体的玻璃支撑体 10 上, 形成由低温多晶硅制成的 TFT 驱动器电路 11。然后, 在其上形成由丙烯酸 (acrylic) 树脂制成的平坦化钝化层 12, 由此获得基板 1。然后, 在基板上, 通过溅射形成用作反射电极 2 的银合金 (AgPdCu) 并且将其构图成约 100nm 的厚度。此外, 通过溅射形成用作透明导电膜 100 的 ITO 并将其构图成 100nm 的厚度, 由此形成阳极。用异丙醇 (isopropyl alcohol, IPA) 对阳极进行超声清洗, 然后对其进行沸腾清洗 (boiling cleaning), 并然后使其干燥。此外, 在 UV/ 臭氧 (ozone) 清洗之后, 通过真空气相沉积使有机化合物形成为膜。

[0082] 然后, 作为空穴传输层 101, 由以下的结构式表示的化合物 (I) 被形成为具有 49nm 的厚度的膜。此时, 真空度为  $1 \times 10^{-4}$  Pa, 并且, 沉积速度为 0.3nm/sec。

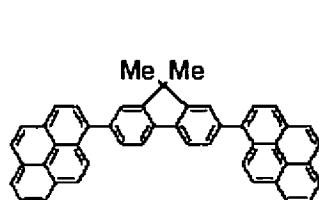
[0083]



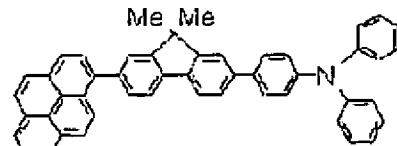
[0084] 化合物 (I)

[0085] 然后, 作为发射层 102, 使用遮光掩模 (shadow mask) 来形成蓝色发射层。作为蓝色发射层, 使用均在以下的结构式中示出的作为基质 (host) 的化合物 (II) 和发光化合物 (III) 来执行气相的共沉积 (重量比为 80 : 20), 使得形成具有 28nm 的厚度的发射层 102。以在气相沉积时  $1 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度并且以 0.1nm/sec 的成膜速率形成该层。

[0086]



[0087] 化合物 (II)



化合物 (III)

[0088] 此外, 通过真空气相沉积方法, 将红菲咯啉 (Bphen) 形成为具有 24nm 的厚度的膜, 该膜用作电子传输层 103。以在气相沉积时  $1 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度并且以 0.3nm/sec 的成膜速率形成该层。

[0089] 接着, 从蒸气 (vapor) 共同沉积 Bphen 和  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  (以 90 : 10 的重量比), 由此使用遮光掩模形成具有 27nm 的厚度的电子注入层 104。以气相沉积时  $3 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度并且以 0.2nm/sec 的成膜速率形成该层。

[0090] 在不破坏真空的情况下, 将上面形成了包含电子注入层的层的基板传送到溅射装置。然后, Ag 被形成为具有 5nm 的厚度的膜, 此外, 用遮光掩模将 ITO 形成具有 84nm 的厚度的膜。这些电极被集成为半反射电极 105。

[0091] 然后, 在不破坏真空的情况下, 将所得传送到气相沉积装置, 并且, GaPc 被形成为

用于各像素的具有 2nm 的厚度的膜以用作空穴注入层 106。此时, 真空度为  $1 \times 10^{-4}$  Pa, 并且, 沉积速度为 0.1nm/sec。

[0092] 然后, 由以上的结构式表示的化合物 (I) 被形成为具有 54nm 的厚度的膜以用作空穴传输层 107。此时, 真空度为  $1 \times 10^{-4}$  Pa, 并且, 沉积速度为 0.3nm/sec。

[0093] 然后, 用遮光掩模形成绿色发射层以用作发射层 108。从蒸气共同沉积作为基质的 Alq3 和发光化合物香豆素 (coumarin) 6 (以 99 : 1 的重量比), 由此设置具有 38nm 的厚度的发射层作为绿色发射层。以在气相沉积时  $1 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度并且以 0.1nm/sec 的成膜速率形成该层。

[0094] 然后, 通过真空气相沉积方法, 将红菲咯啉 (Bphen) 形成为具有 20nm 的厚度的膜以用作电子传输层 109。在以下条件下执行气相沉积 :  $1 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度和 0.3nm/sec 的成膜速率。

[0095] 然后, 用遮光掩模从蒸气共同沉积 Bphen 和  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  (以 90 : 10 的重量比), 由此形成具有 39nm 的厚度的膜以用作电子注入层 110。在以下条件下执行气相沉积 :  $3 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度和 0.2nm/sec 的成膜速率。

[0096] 在不破坏真空的情况下, 将其上形成了包含电子注入层的层的基板传送到溅射装置。然后, 用遮光掩模将 ITO 形成为具有 54nm 的厚度的膜, 以用作透明电极 111。

[0097] 然后, 在不破坏真空的情况下, 将所得传送到气相沉积装置, 并且, GaPc 被形成为用于各像素的具有 2nm 的厚度的膜以用作空穴注入层 112。此时, 真空度为  $1 \times 10^{-4}$  Pa, 并且, 沉积速度为 0.1nm/sec。

[0098] 然后, 由以上的结构式表示的化合物 (I) 被形成为具有 120nm 的厚度的膜以用作空穴传输层 113。此时, 真空度为  $1 \times 10^{-4}$  Pa, 并且, 沉积速度为 0.3nm/sec。

[0099] 然后, 使用遮光掩模形成红色发射层作为发射层 114。使用作为基质的 Alq3 和发光化合物 DCM [4-(二氰亚甲基)-2-甲基-6(p-二甲氨基乙烯基)-4H-吡喃 (4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran)] 作为红色发射层。从蒸气共同沉积它们 (以 99 : 1 的重量比) 并且形成具有 26nm 的厚度的发射层。

[0100] 然后, 通过真空气相沉积方法, 将红菲咯啉 (Bphen) 形成为具有 20nm 的厚度的膜以用作电子传输层 115。在以下条件下执行气相沉积 :  $1 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度和 0.3nm/sec 的成膜速率。

[0101] 然后, 通过遮光掩模从蒸气共同沉积 Bphen 和  $\text{Cs}_2\text{CO}_3$  (以 90 : 10 的重量比), 由此形成具有 42nm 的厚度的膜以用作电子注入层 110。在以下条件下执行气相沉积 :  $3 \times 10^{-4}$  Pa 的真空度和 0.2nm/sec 的成膜速率。

[0102] 在不破坏真空的情况下, 将其上形成了包含电子注入层的层的基板传送到溅射装置。然后, 通过遮光掩模将 ITO 形成为具有 63nm 的厚度的膜以用作光提取电极 117, 由此获得显示装置。

[0103] 表 1 表示这样获得的显示装置的设计值的概要。本例子的显示装置使用第一发射层 102 作为蓝色发射层, 使用第二发射层 108 作为绿色发射层, 使用第三发射层 114 作为红色发射层, 并且, 各发光部分的厚度被调整为最佳值, 使得向反射电极 2 发射的光可满足干涉条件。

[0104] 表 1

[0105]

	第一发射层	第二发射层	第三发射层
	蓝色	绿色	红色
ITO	84 nm	54 nm	63 nm
Ag	5 nm	-	-
EIL	27 nm	39 nm	42 nm
ETL	24 nm	20 nm	20 nm
EML	28 nm	38 nm	26 nm
HTL	49 nm	54 nm	120 nm
HIL	-	2 nm	2 nm

[0106] 关于干涉条件,在下面的表 2 所示的多束干涉谱的峰值波长和阶次  $m$  相互不同的情况下参照设计值。

[0107] 表 2

[0108]

多束干涉谱的峰值波长 (nm)	蓝色	绿色	红色
	450	520	620
$m = 1$ ( $\lambda/4$ 设计)	112.5	130	155
$m = 2$ ( $3\lambda/4$ 设计)	337.5	390	465
$m = 3$ ( $5\lambda/4$ 设计)	562.5	650	775

[0109] 应当注意,发射层和电子传输层之间的界面被定义为蓝色的发射位置,发射层和空穴传输层之间的界面被定义为绿色和红色中的每一个的发射位置。光路长度被表示为各层的折射率和层厚的积。下表 3 示出各层的折射率的波长依赖性。

[0110] 表 3

波长 (nm)	HTL	B_EML	G_EML	R_EML	ETL	EIL	ITO
440	1.92	1.93	2.01	2.03	1.79	1.81	1.94
450	1.89	1.89	1.96	1.98	1.77	1.79	1.92
460	1.87	1.86	1.92	1.95	1.75	1.77	1.92
510	1.83	1.79	1.82	1.85	1.70	1.72	1.84
520	1.82	1.78	1.81	1.84	1.69	1.72	1.83
530	1.82	1.78	1.81	1.83	1.69	1.71	1.81
610	1.79	1.75	1.77	1.78	1.66	1.69	1.71
620	1.79	1.74	1.77	1.78	1.66	1.69	1.7
630	1.79	1.74	1.77	1.77	1.66	1.68	1.68

[0112] 本例子的显示装置使用第一发射层 102 作为蓝色发射层,使用第二发射层 108 作为绿色发射层,使用第三发射层 114 作为红色发射层,并且,第一发光部分的厚度被调整为最佳值,使得可满足式 (1) 和式 (2),以使第一发光部分用作共振器。

[0113] 在本例子中,对于从反射电极 2 到半反射电极 4 的光路长度和从第一发光部分 3 的发射表面到反射电极 2 的光路长度距离所确定的值被如下地示出。应当注意,发射层和电子传输层之间的界面被定义为发射位置。

[0114] 从反射电极 2 到半反射电极 4 的层叠材料构造：

[0115] ITO+HTL+EML+ETL+EIL

[0116] 如 式  $L = 1.92 \times 100 + 1.89 \times 49 + 1.89 \times 28 + 1.77 \times 24 + 1.79 \times 27 = 428.3 = (450/2) \times (m' - 1)$  所示, 满足  $m' = 2.90$ , 因此, 光路长度的值基本上为设计峰值波长  $\lambda$  的自然数倍。

[0117] 从反射电极到发射表面的层叠材料构造：

[0118] ITO+HTL+EML

[0119] 如式  $L_b = 1.92 \times 100 + 1.89 \times 49 + 1.89 \times 28 = 337.5 = 112.5 \times (2m-1)$  所示, 满足  $m = 2.00$ , 因此, 光路长度的值基本上为设计峰值波长的四分之三。

[0120] 表 4 示出了当显示装置以  $100\text{cd}/\text{cm}^2$  在其整个表面上显示白色时、由该显示装置发射的颜色再现范围 (NTSC 比) 和功耗 (单位 :mW)。

[0121] 表 4

[0122]

颜色再现范围	96%
功耗 (mW)	334

[0123] (比较例 1)

[0124] 同时, 显示装置被如下地改变: 在图 4 中, 第一发射层 102 被用作红色发射层, 第二发射层 108 被用作绿色发射层, 第三发射层 114 被用作蓝色发射层。此外, 各发光部分的厚度被调整到最佳值, 使得可满足对于向反射电极 2 发射的光的干涉条件式。除以上的情况之外, 按照与例子 1 相同的方式制造显示装置, 并且, 将其定义为比较例。表 5 示出了比较例的显示装置的设计值的概要。

[0125] 表 5

	第一发射层	第二发射层	第三发射层
	红色	绿色	蓝色
ITO	87 nm	93 nm	90 nm
EIL	39 nm	37 nm	44 nm
ETL	20 nm	20 nm	20 nm
EML	25 nm	37 nm	35 nm
HTL	180 nm	59 nm	54 nm
HIL	-	2 nm	2 nm

[0127] 表 6 示出了当显示装置以  $100\text{cd}/\text{cm}^2$  在其整个表面上显示白色时、由该显示装置发射的颜色再现范围 (NTSC 比) 和功耗 (单位 :mW)。

[0128] 表 6

[0129]

颜色再现范围	64%
--------	-----

功耗 (mW)	447
---------	-----

[0130] 从以上示出的本例子的表 4 和比较例的表 6 之间的比较可以发现,与比较例的显示装置相比,本例子的显示装置能够表现出更优异的颜色再现性、更低的功耗,并由此表现出更高的可靠性。

[0131] 另外,从本例子的表 4 和例子 1 的表 5 之间的比较可以发现,在本例子中实现颜色再现性的另外的改善。另外,当从斜方向观察时,本例子的显示装置表现出良好的视角特性。

[0132] (例子 2)

[0133] 除了第二发光部分被设计为满足式 (3) 和式 (4) 以外,按照与例子 1 相同的方式制造本发明中的例子 2 的显示装置。

[0134] 表 7 示出了显示装置的设计值的概要。本例子的显示装置使用第一发射层 102 作为蓝色发射层,使用第二发射层 108 作为绿色发射层,使用第三发射层 114 作为红色发射层,并且,第一发光部分的厚度被调整为最佳值使得可满足干涉条件,以便使第一发光部分用作共振器。此外,第二发光部分的厚度被调整为最佳值,使得向第一反射电极 2 发射的光可满足干涉条件式。即,如例子 1 中的计算例那样,光路长度被表示为各层的折射率和该层的厚度的积,并且,选择厚度以使得干涉条件式可被优化。

[0135] 表 7

	第一发射层	第二发射层	第三发射层
	蓝色	绿色	红色
ITO	84 nm	60 nm	63 nm
Ag	9 nm	-	-
EIL	20 nm	22 nm	42 nm
ETL	14 nm	20 nm	20 nm
EML	28 nm	36 nm	26 nm
HTL1	52 nm	68 nm	120 nm
HIL	-	2 nm	2 nm

[0136] [0137] 表 8 示出了当显示装置以  $100\text{cd}/\text{cm}^2$  在其整个表面上显示白色时、由该显示装置发射的颜色再现范围 (NTSC 比) 和功耗 (单位 :mW)。

[0138] 表 8

[0139]

颜色再现范围	91%
功耗 (mW)	328

[0140] 从以上示出的本例子的表 8 和比较例的表 6 之间的比较可以发现,与比较例的显示装置相比,本例子的显示装置能够表现出更优异的颜色再现性和更高的可靠性。另外,当从斜方向观察时,本例子的显示装置表现出良好的视角特性。

[0141] (例子 3)

[0142] 本发明中的例子 3 为由三个发射层（即，红色发射层、绿色发射层和蓝色发射层）形成并具有如图 4 所示的构造的三层层叠显示装置，并且，按照与例子 1 相同的方式制造各层。

[0143] 表 9 示出了显示装置的设计值的概要。本例子的显示装置使用第一发射层 102 作为蓝色发射层，使用第二发射层 108 作为绿色发射层，使用第三发射层 114 作为红色发射层，并且，第一发光部分的厚度被调整为最佳值，使得可满足干涉条件，以使第一发光部分用作共振器。此外，第二发光部分和第三发光部分中的每一个的厚度被调整为最佳值，使得可满足式 (3) 和式 (4)。

[0144] 表 9

	第一发射层	第二发射层	第三发射层
	蓝色	绿色	红色
[0145]	ITO	85 nm	83 nm
	Ag	10 nm	-
	EIL	20 nm	49 nm
	ETL	14 nm	20 nm
	EML	26 nm	27 nm
	HTL1	56 nm	79 nm
	HIL	-	2 nm

[0146] 表 10 示出了当显示装置以  $100\text{cd}/\text{cm}^2$  在其整个表面上显示白色时、由该显示装置发射的颜色再现范围 (NTSC 比) 和功耗 (单位 :mW)。

[0147] 表 10

[0148]

颜色再现范围	93%
功耗 (mW)	315

[0149] 从以上示出的本例子的表 10 和比较例的表 6 之间的比较可以发现，与比较例的显示装置相比，本例子的显示装置能够表现出更优异的颜色再现性和更高的可靠性。

[0150] 另外，从本例子的表 10 和例子 2 的表 8 之间的比较可以发现，与例子 2 的显示装置相比，本例子的显示装置能够表现出更低的功耗和更高的可靠性。另外，当从斜方向观察时，本例子的显示装置表现出良好的视角特性。

[0151] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明，但应理解，本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这样的变更方式以及等同的结构和功能。

[0152] 本申请要求在 2008 年 6 月 30 日提交的日本专利申请 No. 2008-171745、在 2008 年 9 月 29 日提交的日本专利申请 No. 2008-249881、在 2009 年 6 月 10 日提交的日本专利申请 No. 2009-139375 和在 2009 年 6 月 30 日提交的日本专利申请 No. 2009-155044 的权益，在此以引用方式将其全部内容并入本文。

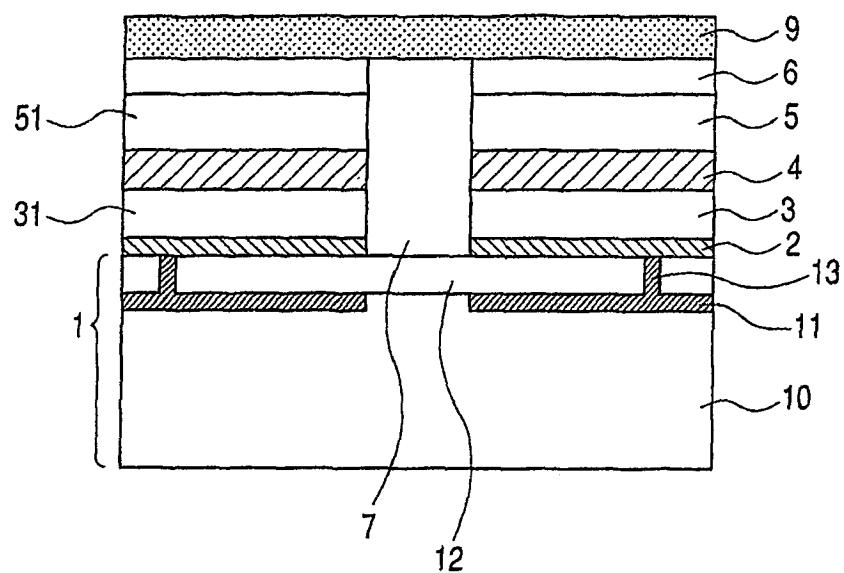


图 1

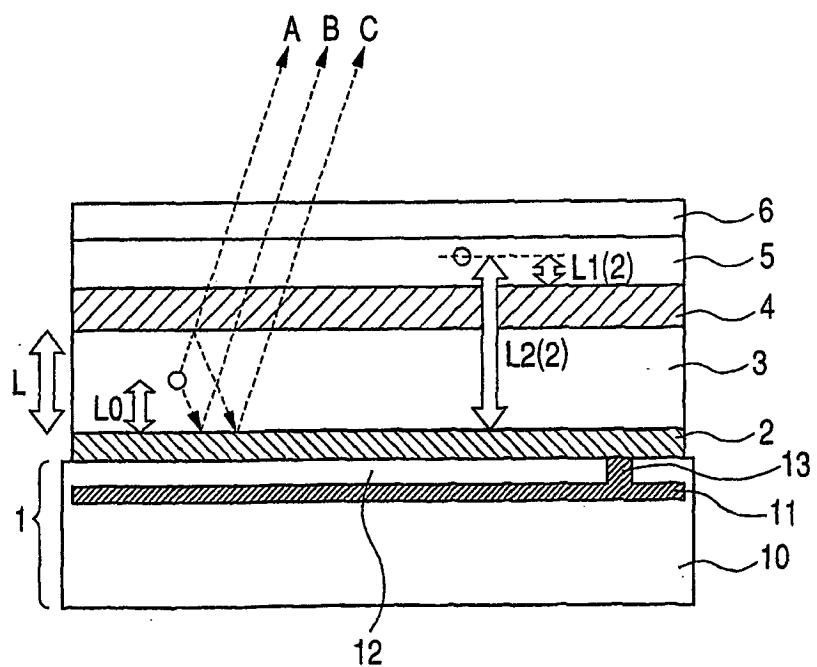


图 2

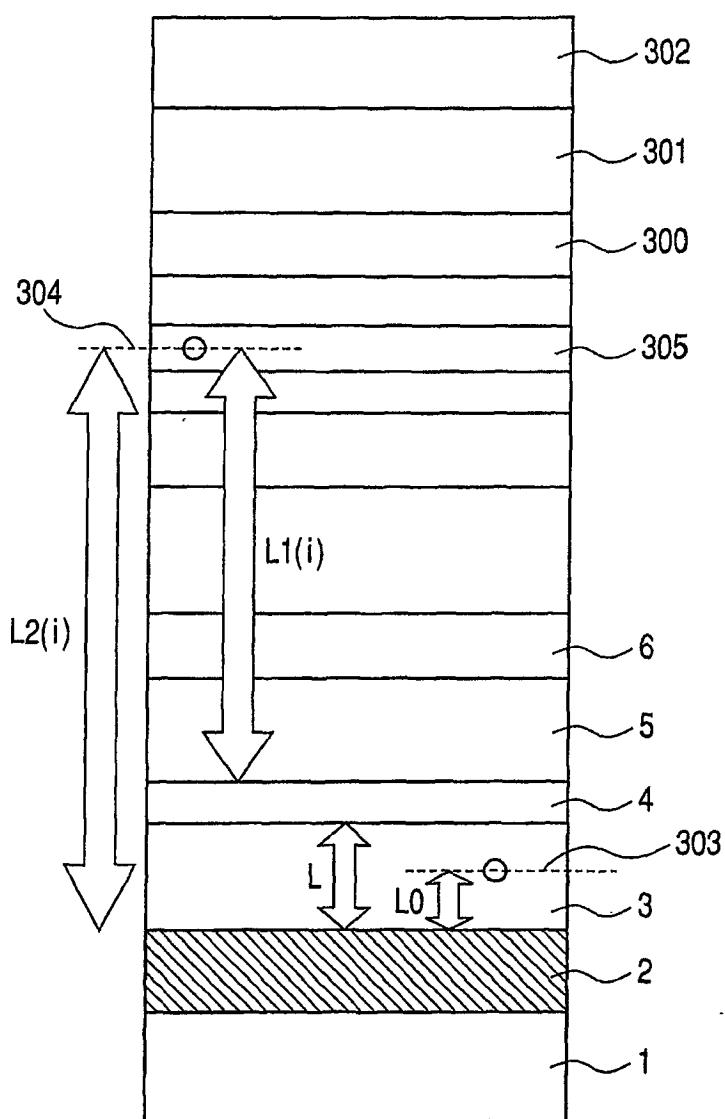


图 3

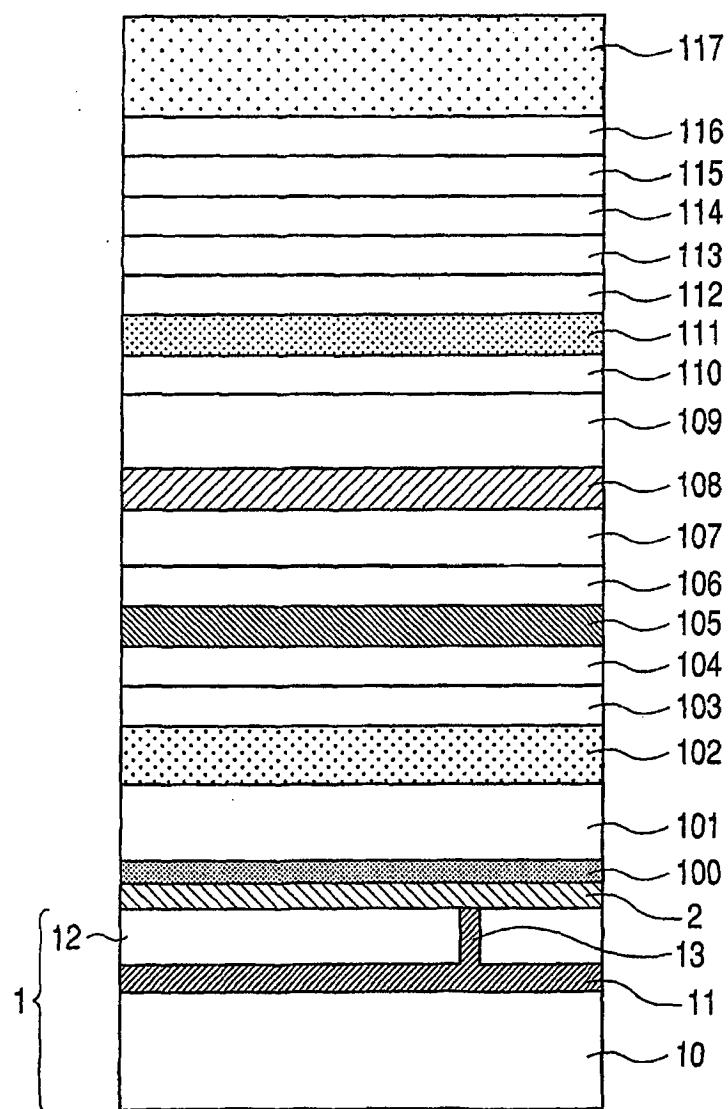


图 4

专利名称(译)	发光显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN102077386A</a>	公开(公告)日	2011-05-25
申请号	CN200980124399.1	申请日	2009-06-30
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
[标]发明人	桧垣卓也 北山宏之 长谷川利则 古郡学 木村俊秀		
发明人	桧垣卓也 北山宏之 长谷川利则 古郡学 木村俊秀		
IPC分类号	H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5278 H01L51/5265		
代理人(译)	李颖		
优先权	2009139375 2009-06-10 JP 2009155044 2009-06-30 JP 2008249881 2008-09-29 JP 2008171745 2008-06-30 JP		
其他公开文献	CN102077386B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

在发光显示装置中，对于具有低的颜色纯度和低的发射效率的发射颜色实现优异的颜色再现性和高的亮度。要提高其颜色纯度和发射效率的电致发光层(3)作为第一层被层叠于基板(1)上并且被插入反射电极层(2)和半反射电极(4)之间，然后，从电致发光层(3)提取的光通过反射电极层(2)中的反射表面与半反射电极(4)中的反射表面之间的干涉被强化。

