

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510131433.1

[51] Int. Cl.

H05B 33/00 (2006.01)

H05B 33/02 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 8 月 23 日

[11] 公开号 CN 1822729A

[22] 申请日 2005.12.12

[21] 申请号 200510131433.1

[30] 优先权

[32] 2005. 2. 10 [33] JP [31] 034582/2005

[71] 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

[72] 发明人 藤本明 浅川钢儿 中西务

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

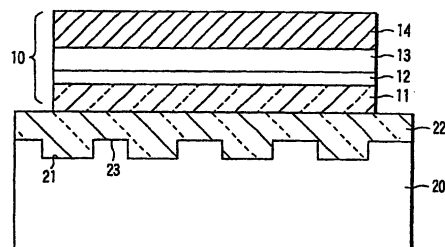
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 7 页

[54] 发明名称

有机 EL 显示器

[57] 摘要

在设置有透明衬底的有机 EL 显示器中，缓冲层设置在透明衬底上，且有机 EL 元件设置在缓冲层上，缓冲层由具有与 EL 元件的透明电极的折射率相同的材料形成，并包含具有两个光栅周期的二维衍射光栅。



1、一种有机 EL 显示器，包括：
具有一个表面的透明衬底；
有机 EL 元件，设置在该透明衬底的该表面上或该表面的上方，
并包含设置在该透明衬底的该表面上或该表面旁边的透明电极；和
二维衍射光栅，设置在该透明衬底的该表面上，并具有两种光栅周期。

2、根据权利要求 1 的有机 EL 显示器，其中该两种光栅周期的其中之一相应于 600 nm 至 700 nm 波长的光，而该两种光栅周期的另一个相应于 350 nm 至 460 nm 波长的光。

3、根据权利要求 1 的有机 EL 显示器，其中该衍射光栅包括多个四方光栅成分或多个三角光栅成分。

4、根据权利要求 1 的有机 EL 显示器，其中该衍射光栅包括第一四方光栅成分和第二四方光栅成分，第一四方光栅成分的平均 X 方向间隔等于第一四方光栅成分的平均 Y 方向间隔，第二四方光栅成分的平均 X 方向间隔和其平均 Y 方向间隔基本上等于第一四方光栅成分的 X 方向间隔和其 Y 方向间隔，在 X 方向和 Y 方向上第二四方光栅成分相对于第一四方光栅成分偏离第一四方光栅成分的光栅周期的大致一半。

5、根据权利要求 4 的有机 EL 显示器，其中第一四方光栅成分和第二四方光栅成分包括在 X 方向和 Y 方向上以该平均 X 方向间隔和该平均 Y 方向间隔布置的各个散射部分，第一四方光栅成分的散射部分的尺寸与第二四方光栅成分的散射部分的尺寸不同。

6、根据权利要求 1 的有机 EL 显示器，其中所述衍射光栅包括

设置在以规则的 X 方向间隔和规则的 Y 方向间隔布置的光栅点处的两种尺寸的散射部分,该两种尺寸的散射部分交替地布置在相邻的光栅点处。

7、根据权利要求 6 的有机 EL 显示器,其中将包含于散射部分中的第一散射部分的数量与包含于散射部分中的第二散射部分的数量之比设置为 5:1 至 1:1,第一散射部分大于第二散射部分。

8、根据权利要求 1 的有机 EL 显示器,其中衍射光栅由形成于该透明衬底的所述表面上的凹凸表面形成。

9、根据权利要求 1 的有机 EL 显示器,其中该有机 EL 元件由形成于作为阳极的透明电极上的空穴注入层、在该空穴注入层上形成作为发射层的有机膜和形成于有机膜上的阴极形成。

10、一种有机 EL 显示器,包括:

包括一个表面的透明衬底;

缓冲层,设置在该透明衬底的该表面上或该表面上方,并包含在该透明衬底的该表面上或旁边的具有两种光栅周期的二维衍射光栅;
和

有机 EL 元件,设置在该缓冲层上或该缓冲层的上方,并包含透明电极,该透明电极的折射率基本上等于该缓冲层的折射率,且形成在该缓冲层的上面或该缓冲层的旁边。

11、根据权利要求 10 的有机 EL 显示器,其中该两种光栅周期的其中之一相应于 600 nm 至 700 nm 波长的光,而该两种光栅周期的另一个相应于 350 nm 至 460 nm 波长的光。

12、根据权利要求 10 的有机 EL 显示器,其中该衍射光栅包括多个四方光栅成分或多个三角光栅成分。

13、根据权利要求 10 的有机 EL 显示器，其中该衍射光栅包括第一四方光栅成分和第二四方光栅成分，第一四方光栅成分的平均 X 方向间隔基本等于第一四方光栅成分的平均 Y 方向间隔，第二四方光栅成分的平均 X 方向间隔和其平均 Y 方向间隔基本上等于第一四方光栅成分的 X 方向间隔和其 Y 方向间隔，在 X 方向和 Y 方向上第二四方光栅成分相对于第一四方光栅成分偏离第一四方光栅成分的光栅周期的大致一半。

14、根据权利要求 13 的有机 EL 显示器，其中第一四方光栅成分和第二四方光栅成分包括在 X 方向和 Y 方向上以该平均 X 方向间隔和该平均 Y 方向间隔布置的各个散射部分，第一四方光栅成分的散射部分的尺寸与第二四方光栅成分的散射部分的尺寸不同。

15、根据权利要求 10 的有机 EL 显示器，其中该衍射光栅包括设置在以规则的 X 方向间隔和规则的 Y 方向间隔布置的光栅点处的两种尺寸的散射部分，该两种尺寸的散射部分交替地布置在相邻的光栅点处。

16、根据权利要求 15 的有机 EL 显示器，其中将包含于所述散射部分中的第一散射部分的数量与包含于所述散射部分中的第二散射部分的数量之比设置为 5:1 至 1:1，第一散射部分大于第二散射部分。

17、根据权利要求 10 的有机 EL 显示器，其中通过形成于该透明衬底的该表面上的凹凸表面与在该透明衬底的该凹凸表面上沉积的缓冲层之间的界面来形成该衍射光栅。

18、根据权利要求 10 的有机 EL 显示器，其中该有机 EL 元件由形成于作为阳极的该透明电极上的空穴注入层、在该空穴注入层上形

成作为发射层的有机膜和形成于该有机膜上的阴极组成。

19、一种有机 EL 显示器，包括：

透明衬底，具有形成为凹凸形状的表面以形成具有两种光栅周期的二维衍射光栅；

缓冲层，沉积在该透明衬底的该表面上或该表面的上方，并包含具有与该透明衬底的该表面的凹凸形状相反的凹凸图形的凹凸表面和与该凹凸表面相对的平坦表面；和

有机 EL 元件，设置在该缓冲层上或该缓冲层上方，并包含透明电极，该透明电极具有与该缓冲层基本相等的折射率且形成于该缓冲层上或该缓冲层旁边。

20、根据权利要求 19 的有机 EL 显示器，其中该缓冲层的该衍射光栅包括第一四方光栅成分和第二四方光栅成分，第一四方光栅成分的平均 X 方向间隔等于第一四方光栅成分的平均 Y 方向间隔，第二四方光栅成分的平均 X 方向间隔和其平均 Y 方向间隔基本上等于第一四方光栅成分的平均 X 方向间隔和其平均 Y 方向间隔，在 X 方向和 Y 方向上第二四方光栅成分相对于第一四方光栅成分偏离第一四方光栅成分的光栅周期的大致一半。

有机 EL 显示器

相关申请的交叉参考

本申请基于 2005 年 2 月 10 日申请的在先日本专利申请 No.2005-034582 并要求其优先权, 通过参考将其全部内容并入本文。

发明背景

1、发明领域

本发明涉及全色有机 EL (电致发光) 显示器, 更为具体地, 涉及光提取 (light extraction) 部分改善的有机 EL 显示器。

2、现有技术的描述

有机 EL 显示器通常包括玻璃衬底、作为阳极的透明电极 (高折射率区)、空穴注入层 (空穴传输层)、由有机膜形成的发射层和阴极。透明电极具有大约为 2 的折射率, 比玻璃衬底或有机膜 (发射层) 的 1.5 到 1.7 的折射率大。因此, 透明电极不可避免地用作用于引导其中的光的波导, 这导致在电极中造成 50% 的光损耗。结果, 有机 EL 显示器的光提取效率目前低如大约 18%。

为了将通过透明电极传播的光提取到外部, 有一种技术是在由铟锡氧化物 (ITO) 构成的透明电极上设置由具有与 ITO 基本上相同的折射率的材料构成的衍射光栅, 并利用该光栅来提取通过电极传播的光。在 2003 年的 Applied Physics Letters vol.82 第 3779 页中公开了这种技术。

然而, 衍射光栅取决于光栅的周期尺寸而衍射特定波长的光, 即, 不衍射所有的可视光 (波长为 400 至 700 nm 的光)。因此, 在显示器的前表面上设置单个衍射光栅的方法并不必然有效。

为了克服该问题, 有一种提供分别与 R、G 和 B 像素的波长相应的多个衍射光栅的方法 (参见日本专利申请 KOKAI 公开 No.2003-163075)。然而, 在该方法中, 必须准备分别与像素相应的

各类衍射光栅，这使得制造工艺非常复杂，且因此导致最终的产品非常昂贵。很难将该方法投放于实际应用。

而且，在一般的低分子量类型的有机 EL 显示器中，R 像素的亮度低于 G 和 B 像素。为了平衡 R、G 和 B 像素的亮度，必须向 R 像素供给更多的能量。这增加了显示器的功耗并且减小它们的寿命。

如上所述，在全色有机 EL 显示器中，为了提高光提取效率，需要准备尺寸（间距）与 R、G 和 B 像素相应的衍射光栅。这不可避免地使得制造工艺非常复杂且导致最终的产品非常昂贵。

发明概要

根据本发明的一个方案，提供一种有机 EL 显示器，其包括：

透明衬底；

有机 EL 元件，其设置于透明衬底上并包含位于透明衬底一侧上的透明电极；

二维衍射光栅，其设置在透明电极一侧的透明衬底的表面上，并具有两种光栅周期。

根据本发明的另一方案，提供一种有机 EL 显示器，包括：

透明衬底；

缓冲层，其设置在透明衬底上并包含透明衬底一侧上的具有两种光栅周期的二维衍射光栅；和

有机 EL 元件，其设置在缓冲层上并包含缓冲层一侧上的折射率与缓冲层相等的透明电极。

根据本发明的又一方案，提供一种有机 EL 显示器，包括：

透明衬底，其具有形成为凹凸形状的主表面以形成具有两种光栅周期的二维衍射光栅；

缓冲层，其淀积在透明衬底的主表面上，且包含具有与所述主表面的凹凸形状相反的凹凸图形的凹凸表面，以形成具有两种光栅周期的二维衍射光栅和与该凹凸表面相对的平坦表面；和

有机 EL 元件，其设置在缓冲层上并且包含缓冲层一侧上的折射率与缓冲层相等的透明电极。

附图的简要描述

图 1 是示意性示出根据本发明实施例的有机 EL 显示器的结构的剖面图；

图 2 是用于解释通过衍射光栅来进行光提取的剖面图；

图 3 是示出两种尺寸的衍射光栅实例的平面图；

图 4A 示出了波长与衍射效率之间的关系；

图 4B 示出了波长与亮度之间的关系；

图 5 是示出两种尺寸的另一种衍射光栅实例的平面图；

图 6A 至 6D 是示出用于制造作为实例 1 的有机 EL 显示器的工艺的剖面图；

图 7A 至 7C 是示出用于制造作为实例 2 的有机 EL 显示器的工艺的剖面图；

图 8A 至 8E 是示出用于制造作为实例 3 的有机 EL 显示器的工艺的剖面图。

执行本发明的最佳方式

参考附图将详细描述本发明的实施例。

图 1 是示意性示出根据本发明实施例的有机 EL 显示器的结构的剖面图。

在图 1 中，参考标记 10 表示有机 EL 元件。有机 EL 元件 10 包括按照该顺序叠置的透明电极（阳极）11、空穴注入层（空穴传输层）12、有机膜（发射层）13 和阴极 14。此外，参考标记 20 表示由玻璃或塑料构成的透明衬底。衍射光栅 21 形成为衬底 20 的不平坦的（凹凸）上表面。

在透明衬底 20 上设置由折射率与透明电极 11 相同的材料形成的缓冲层（高折射率层）22，以填充衍射光栅 21。结果，高折射率层 22 具有衍射光栅 23。在高折射率层 22 上设置有机 EL 元件 10，透明电极 11 位于最低的位置。取代高折射率层 22，透明电极 11 可以具有衍射光栅 23。

而且，有机 EL 元件 10 可以合并电子注入层（电子传输层）和空穴注入层（空穴传输层）12。即，有机 EL 元件 10 可以具有下述典型的层结构：

- 1) 透明电极（阳极）/发射层/电极（阴极）
- 2) 透明电极（阳极）/发射层/电子注入层/电极（阴极）
- 3) 透明电极（阳极）/空穴注入层/发射层/电子注入层/电极（阴极），或者
- 4) 透明电极（阳极）/空穴注入层/发射层/电极（阴极）。

作为阳极的透明电极 11 可以由诸如铟锡氧化物（ITO）的导电材料形成，该导电材料具有大的功函数，且通常具有大约 100 至 300 nm 的厚度。

例如，通过真空蒸镀将空穴注入层 12 形成在透明电极 11 上，然后，需要时在其上形成电子注入层。设置电子注入层和空穴注入层以用作具有电荷注入特性、电荷传输特性或电荷势垒特性的层。这些层可以由有机或无机材料形成，且可以具有 10 至 300 nm 的厚度。

在发射层 13 中，电子和空穴复合由此发射光。阴极 14 可以由具有小功函数的金属形成，诸如铝、镁、铟、银或其合金，且可以具有 10 至 500 nm 的厚度。

现在将详细描述本实施例的原理。

图 2 是一个剖面图，用于解释通过衍射光栅进行光提取。在图 2 中， k_1 为在没有设置衍射光栅时在高折射率部分被导向的光的传播方向上的波矢量。此外， k_2 为当从高折射率部分中提取光时的光的波矢量。假设 Λ 表示衍射光栅的间距，如果满足下述条件，则从高折射率部分中发出光。

$$k_1 \sin \theta_1 + m(2\pi/\Lambda) = k_2 \sin \theta_2 \quad \dots (1)$$

其中 $k_1 = n_1 \times 2\pi/\lambda$ ， $k_2 = n_2 \times 2\pi/\lambda$ ， n_1 为高折射率部分的折射率， n_2 为发射部分的折射率， θ_1 为在高折射率部分处的入射角， θ_2 为在发射部分处的光出射角，而 λ 为发射光的波长。此外， m 为衍射的级数并为整

数。从上述方程式(1)中可以理解,当在高折射率部分中以特定模式引导光时,产生波长与光栅间距相应的衍射光。换句话说,取决于光的波长,在高折射率部分中被导向的光不能被充分地提取。即,单个衍射光栅不能用于对具有多个波长的光的提取。

据此,采用如图3中所示的具有两类四方(square)光栅成分(component)的这种衍射光栅。图3示出图2的横截面C-C的示意图。特别地,图3的衍射光栅具有包含在X和Y方向上以间距L布置的大圆圈(散射部分)和在X和Y方向上以相同间距布置的小圆圈(散射部分)的图形。然而,大、小圆圈彼此在X和Y方向上分离 $L/2$ 间距。在图1中示出的衍射光栅21的情况下,其由凹陷和突起形成,散射部分相应于凹陷或突起。

然后介绍衍射光栅的与波长相关的衍射效率。

波长越短,光越容易散射。光的散射效率与光波长的四次幂呈反比。因此,蓝光比红光容易散射几倍。此外,散射效率与散射部分的面积的平方成比例。因此,可以通过提供具有与每一波长相应的间距的衍射光栅成分(散射部分)和改变散射部分的尺寸,来调节每一波长的光的散射效率。

例如,准备图3中示出的由两类四方光栅成分(grating component)形成的这种衍射光栅。在这种情况下,第一类四方光栅成分各自由半径为 R_1 的大圆圈形成,而第二类四方光栅成分各自由半径为 R_2 的小圆圈形成。相邻的大圆圈之间的距离为 L ,而相邻的小圆圈之间的距离也为 L 。距离 L 用作光栅周期。另一方面,大圆圈与相邻的小圆圈之间的距离为 $L/\sqrt{2}$ 。距离 $L/\sqrt{2}$ 用作另一个光栅周期。此外,距离 L 相应于红光波长,而距离 $L/\sqrt{2}$ 相应于蓝光波长。

现在将阐述各波长的光的散射效率。与距离 L 相应的散射部分为大圆圈或小圆圈。在大圆圈之间或小圆圈之间的光的干涉相应于半径的平方,即,相应于 R_1^2 或 R_2^2 。由于这两类四方光栅成分间距相同,所以光被它们以相同角度衍射。相比较,与距离 $L/\sqrt{2}$ 相应的散射部分为大和小圆圈,因此它们之间的光的干涉相应于 $R_1 \times R_2$ 。

由上可知,通过

$$I(\text{red}) \propto L^{-4} \times (R_1^2 + R_2^2) \quad \dots (2)$$

给出红光的衍射效率。

相似地，通过

$$I(\text{blue}) \propto (L/\sqrt{2})^{-4} \times (R_1 \times R_2) \times 2 \quad \dots (3)$$

给出蓝光的衍射效率。

如果将光栅设计成满足上述条件，则可以单独地调节红光和蓝光的获取强度（acquisition intensity）。

下面的表 1 示出在改变 R_1 和 R_2 而将 L 设置为从方程式（2）和（3）中确定的 650nm 时，获得的红光和蓝光的强度 I 。

表 1

L(nm)	$L/\sqrt{2}$ (nm)	R_1 (nm)	R_2 (nm)	I (red)	I (blue)	I (red) / I (blue)
650	459.6194078	150	50	1.4E-07	3.36E-07	0.416666667
650	459.6194078	150	100	1.82E-07	6.72E-07	0.270833333
650	459.6194078	200	50	2.38E-07	4.48E-07	0.53125
650	459.6194078	200	100	2.8E-07	8.96E-07	0.3125
650	459.6194078	200	150	3.5E-07	1.34E-06	0.260416667
650	459.6194078	250	50	3.64E-07	5.6E-07	0.65
650	459.6194078	250	100	4.06E-07	1.12E-06	0.3625
650	459.6194078	250	150	4.76E-07	1.68E-06	0.283333333
650	459.6194078	250	200	5.74E-07	2.24E-06	0.25625
650	459.6194078	300	50	5.18E-07	6.72E-07	0.770833333
650	459.6194078	300	100	5.6E-07	1.34E-06	0.416666667
650	459.6194078	300	150	6.3E-07	2.02E-06	0.3125

从表 1 中可以理解，当每单位面积存在的大散射部分的数量等于小散射部分的数量时，蓝光的散射效率高于红光的散射效率。为了平衡蓝和红光的亮度，期望将每单位面积内的大散射部分的数量与小散射部分的数量之比设置为 5:1 至 1:1。

作为例子，将更加详细地阐述图 3 中示出的四方光栅图形。这里

假设 $L=650\text{ nm}$, $R_1=250\text{ nm}$, $R_2=100\text{ nm}$, 且将每单位面积的大散射部分的数量与小散射部分的数量之比设置为 1:1。在这种情况下, $I(\text{red})/I(\text{blue})=0.362$, 这意味着蓝光的衍射效率基本上为红光的三倍。由此, 波长与衍射效率之间的关系如图 4A 中所示。如图 4A 中显而易见的, 当合并红和蓝光的波长时, 衍射效率增加。此外, 可以通过和并红、蓝和绿光的波长来进一步使衍射效率增加。因此, 通过包含两类光栅成分的衍射光栅可以增加所有 R、G 和 B 光的亮度。

在没有光栅而 R、G 和 B 光亮度相等的情况下, 利用上述衍射光栅来提高它们的亮度。然而, 亮度级别的比为 $R:G:B=0.363:0.363:1$ 。为了平衡亮度, 如果将每单位面积的大散射部分的数量与小散射部分的数量之比设置为 3:1 就足够了。此时, R 光的衍射效率提高了, 由此使得 R、G 和 B 光的亮度基本相等, 如图 4B 中所示。

上面, 描述了图 3 中示出的衍射光栅包括两类四方光栅成分。第一类四方光栅成分各自由四个大圆圈形成, 而第二类四方光栅成分各自由四个小圆圈形成。从另一角度看, 可以描述成图 3 的衍射光栅以下述方式构造。即, 在 X 和 Y 方向上以特定的光栅间距 ($L/\sqrt{2}$) 来交替布置作为散射部分的大、小圆圈。每个大圆圈组包括四个大圆圈并形成第一四方光栅成分, 而每个四个小圆圈组包括四个小圆圈并形成第二四方光栅成分。即, 在图 3 的衍射光栅中, 在特定光栅间距 ($L/\sqrt{2}$) 的每个四方光栅成分的四个光栅点处布置两种尺寸的散射部分, 使得在相邻的光栅点处布置不同尺寸的散射部分。

现在参考图 5, 简要描述作为另一个实例的具有两类三角光栅成分的衍射光栅。在图 5 的情况下, 第一类三角光栅成分各自由三个半径为 R_1 的大圆圈形成, 而第二类三角光栅成分各自由三个半径为 R_2 的小圆圈形成。相邻的大圆圈之间的距离为 L , 而相邻的小圆圈之间的距离为 $L/\sqrt{3}$, 且相邻的大、小圆圈之间的距离为 $L/\sqrt{3}$ 。

在这种情况下, 由

$$I(\text{red}) \propto L^{-4} \times 12R_1^2 \quad \dots (4)$$

给出红光的衍射效率。

相似地, 由

$$I(\text{blue}) \propto (L/\sqrt{3})^{-4} \times (3R_2^2 + 9R_1 \times R_2) \quad \dots (5)$$

给出蓝光的衍射效率。

同样在这种情况下，即使 R 光材料的亮度低，可以通过适当地设置 L、 R_1 和 R_2 以适当地设置红和蓝光的衍射效率，来平衡 R、G 和 B 光的亮度。本发明不限于上述包括四方光栅成分或三角光栅成分的光栅。可以采用例如包括蜂窝状光栅成分的其它的二维结构衍射光栅。

如上所述，在该实施例中，在形成于有机 EL 元件 10 与透明电极 20 之间的高折射率层 22 处设置具有与 R、G 和 B 光正确对应的两类光栅周期（例如，L 和 $L/\sqrt{2}$ 、或者 L 和 $L/\sqrt{3}$ ）的衍射光栅 23。在这种情况下，不需要对 R、G 和 B 光设置各自的衍射光栅，且如果在整个显示表面上设置单个衍射光栅就足够了。

换句话说，可以一次制造具有尺寸（光栅间隔）与 R、G 和 B 光相应的光栅成分的衍射光栅，这可以简化制造工艺并减小制造成本，最终利用衍射光栅实现了低成本的高亮度有机 EL 显示器。此外，在该实施例中，可以通过增高相应于 R 光的衍射光栅成分的数量与相应于 B 和 G 光的衍射光栅成分的数量比，来提高 R 光的衍射效率。结果，可以平衡 R、G 和 B 光的亮度，这抑制了显示器的功耗并因此提高了显示器的寿命。

例如，按照下述方式形成图 1 的有机 EL 显示器中的高折射率层的不平坦表面。

首先，如图 6A 中所示，在玻璃衬底 20 上形成大约 300 nm 厚的电子束抗蚀层 60。

随后，利用具有如图 3 中所示的两类衍射光栅成分的掩模，通过电子束来构图抗蚀层 60。其后，显影所得到的结构。最后，获得图 6B 中所示的抗蚀图形 61。

此后，利用显影的抗蚀图形 61 作掩模，通过采用 CF_4 的反应性离子蚀刻（RIE）来干法蚀刻玻璃衬底。在蚀刻该结构大约 100nm 厚之后，通过灰化除去剩余的抗蚀图形 61，由此在玻璃衬底 20 的表面中形成两种尺寸的孔（衍射光栅 21），如图 6C 中所示。

其后,如图 6D 中所示,通过等离子体 CVD(化学气相沉积)在具有衍射光栅 21 的玻璃衬底 20 上沉积 500nm 厚的 SiN 膜(高折射率层) 22。结果,形成作为 SiN 膜 22 的表面的衍射光栅 23。

其后,通过溅射在 SiN 膜 22 上沉积 ITO 膜 11,由此形成阳极。此外,通过蒸镀方法在其上形成空穴注入层 12、发射层 13 和阴极 14。因此,获得如图 1 和 3 中所示的具有两类衍射光栅成分的有机 EL 显示器。

可以通过旋涂、浇铸等来形成空穴注入层 12 和发射层 13。在该情况下,由挥发性溶剂来溶解有机或无机材料,由此制备原溶液。用原溶液涂敷在其上具有阳极的透明衬底,同时在特定时刻需要时将其旋转。其后,使溶剂蒸发以获得薄膜。以与此相似的方式,形成在图 1 的情况中没有采用的电子注入层。

利用实例,将更加详细地描述本发明。在下述实例中,为了简单地估测通过包含两类光栅成分的衍射光栅来提高 R、G 和 B 光亮度的效果,在设置有衍射光栅的衬底上形成 1cm^2 的 R、G 和 B 有机 EL 元件,并将最终的结构与没有衍射光栅的结构相比较。

实例 1

在玻璃衬底 20 上形成 300nm 厚的电子束抗蚀层 60(由富士胶片公司(Fuji Film Corporation)生产的 EEP-301)(图 6A)。随后,用装备有图形产生器的电子束曝光设备并利用 50 kV 的加速电压来处理抗蚀层 60,由此形成图 3 中示出的图形(图 6B)。在该情况下,如此设计图形,使得 $L=650\text{ nm}$, $R_1=250\text{ nm}$, $R_2=100\text{ nm}$,且每单位面积的大散射部分的数量与小散射部分的数量之比为 1:1。其后,利用所得到的结构作为掩模,在 1.33Pa(10 mTorr)的压力、100W 的功率以及 30 sccm 的 CF_4 流速下通过 RIE 来干法蚀刻玻璃衬底 20 两分钟。在 RIE 后,通过 O_2 灰化来除去剩余的抗蚀剂(图 6C)。蚀刻深度为 100 nm。

随后,通过等离子体 CVD,在具有不平坦图形的玻璃衬底 20 上形成 500 nm 厚的 SiN 膜 22 ($n=1.9$)(图 6D)。通过该工艺,将 SiN

膜的表面做得平坦。通过溅射在 SiN 膜 22 上形成 150 nm 厚的用作阳极的 ITO 膜 11。

其后,按照下述方式准备 R、G 和 B 有机 EL 元件:

(R)

通过蒸镀在 ITO 膜 11 上沉积 50nm 厚的 N,N'-联苯-N, N'-二(3-methylphenyl) 1-1'联苯-4, 4'二胺(下文称之为“TPD”)。通过蒸镀在所得到的结构上沉积 100 nm 厚的参杂有 2%的 DCM 2 的三(8-羟基喹啉(hydroxyquinoline)) 铝(下文称之为“Alq3”)。最后,通过蒸镀在所得到的结构上沉积 150 nm 厚的 Mg:Ag (5%) 电极 14, 由此形成红色元件。从红色元件发射出的峰值波长为 650 nm。

(G)

通过蒸镀在 ITO 膜 11 上沉积 50 nm 厚的用作空穴注入层 12 的 TPD。在层 12 上,通过蒸镀沉积 100 nm 厚的用作发射层 13 的 Alq3。最后,通过蒸镀在所得到的结构上沉积 150 nm 厚的 Mg:Ag (5%) 电极 14, 由此形成绿色元件。从绿色元件发射出的峰值波长为 530 nm。

(B)

通过蒸镀在 ITO 膜 11 上沉积 50nm 厚的用作空穴注入层 12 的三苯胺四聚物(TPTE)。在层 12 上,通过蒸镀沉积 100nm 厚的用作发射层 13 的嵌二萘三环癸烷胺衍生物(pyrene adamantan derivative)。最后通过蒸镀在所得到的结构上沉积用作电极 14 的 LiF (1 nm) /Al (150 nm), 由此形成蓝色元件。从蓝色元件发射出的峰值波长为 450nm。

可以确定,与没有采用光栅的相比较,采用光栅的 R、G 和 B 元件的亮度分别提高 1.3 倍、1.5 倍和 1.7 倍。

实施例 2

以与实例 1 相同的方式,在玻璃衬底 2 上形成电子束抗蚀层 60 并且形成图 3 中示出的图形。利用该图形作为掩模,在 1.33 Pa (10 mTorr) 的压力、100 W 的功率以及 30 sccm 的 CF₄ 流速下通过 RIE 来干法蚀刻玻璃衬底 20 两分钟。在 RIE 后,通过 O₂ 灰化来除去剩余

的抗蚀剂图形 61。结果，在玻璃衬底 20 的表面中形成两种尺寸的孔（衍射光栅 21）。蚀刻深度为 100 nm。

随后如图 7B 中所示，通过溅射来在具有不平坦图形的玻璃衬底 20 上形成 300 nm 厚的用作透明电极的 ITO 膜（ $n=1.9$ ）11。通过该工艺，形成作为 ITO 膜 11 的下表面的衍射光栅 16，并使得 ITO 膜 11 的表面平坦。

其后，如图 7C 中所示，通过与实例 1 相同的工艺来形成 R、G 和 B 有机 EL 元件的每一个的有机层 13 和阴极 14。

可以确定，与没有采用光栅的相比较，采用光栅的 R、G 和 B 元件的亮度分别提高 1.25 倍、1.4 倍和 1.65 倍。

实例 3

如图 8A 中所示，通过等离子体 CVD 在玻璃衬底 20 上形成 200nm 厚的 SiN（ $n=1.9$ ）膜 82。在膜 82 上，在玻璃衬底上形成电子束抗蚀层 60，并且通过电子束构图出图形，并显影抗蚀剂。由此形成如实例 1 那样的具有图 3 中示出的图形的抗蚀剂图形 61。

利用抗蚀剂图形 61 作掩模，在 1.33 Pa（10 mTorr）的压力、100 W 的功率以及 30 sccm 的 CF_4 流速下通过 RIE 来干法蚀刻玻璃衬底十分钟。在 RIE 后，通过 O_2 灰化来除去剩余的抗蚀剂图形 61。结果，如图 8B 中所示，形成由具有 200 nm 厚度的 SiN 膜 82 构成的衍射图形。

随后，如图 8C 中所示，作为有机硅石的旋涂玻璃（SOG）在其以 2000 rpm 旋转的同时被涂敷到所得到的结构上，然后在 150°C 下烘焙。由此形成具有 300 nm 厚度的 SOG 膜 83。通过该工艺，使得膜 83 的表面平坦。

其后，在 1.33Pa（10mTorr）的压力、100W 的功率以及 30sccm 的 CF_4 流速下通过 RIE 来干法蚀刻 SOG 膜 83 三分钟，由此暴露 SiN 膜 82 的表面。结果，形成 SiN 膜 82 的衍射图形，如图 8D 中所示。

其后，执行与实例 1 相同的工艺以形成 R、G 和 B 有机 EL 元件的每一个的阳极 11、空穴注入层 12、有机（发射）层 13 和阴极 14。

结果, 获得如图 8E 中所示的有机 EL 显示器。

可以确定与没有采用光栅的相比较, 采用光栅的 R、G 和 B 元件的亮度分别提高 1.5 倍、1.7 倍和 1.9 倍。

实例 4

在玻璃衬底 20 上形成 300 nm 厚的电子束抗蚀剂层 60 (由富士胶片公司生产的 EEP-301) (图 6A)。随后, 用装备有图形产生器的电子束曝光设备并利用 50kV 的加速电压来处理抗蚀层 60, 由此形成图 5 中示出的三角光栅图形 (图 6B)。利用该图形作为掩模, 在 1.33 Pa (10 mTorr) 的压力、100 W 的功率以及 30 sccm 的 CF_4 流速下通过 RIE 来干法蚀刻玻璃衬底两分钟。在 RIE 后, 通过 O_2 灰化来除去剩余的抗蚀剂 (图 6C)。蚀刻深度为 100 nm。

随后, 通过等离子体 CVD, 在具有不平坦图形的玻璃衬底 20 上形成 500 nm 厚的 SiN 膜 22 ($n=1.9$) (图 6D)。通过该工艺, 将 SiN 膜的表面做得平坦。通过溅射在 SiN 膜 22 上形成 150 nm 厚的 ITO 膜 11。

其后, 以与实例 1 相同的工艺制备 R、G 和 B 有机 EL 元件的每一个的空穴注入层 12、有机 (发射) 层 13 和阴极 14。

可以确定与没有采用光栅的相比较, 采用光栅的 R、G 和 B 元件的亮度分别提高 1.3 倍、1.35 倍和 1.7 倍。

实例 5

将描述 R、G 和 B 亮度平衡的控制。

如果没有对实例 1 中的 R、G 和 B 有机 EL 元件提供衍射光栅, 而同样向该元件施加相同的功率, 则它们的亮度比为 $\text{R}:\text{G}:\text{B}=0.5:1:1$ 。

如实例 1 的情况那样, 在玻璃衬底 20 上形成电子束抗蚀剂层 60, 并且利用电子束曝光设备形成抗蚀剂图形 61。所得到的衍射图形与图 3 中示出的相似, 但将每单位面积的大散射部分的数量与小散射部分的数量之比设置为 3:1。

利用该图形作掩模, 在 1.33 Pa (10 mTorr) 的压力、100W 的功

率以及 30 sccm 的 CF_4 流速下通过 RIE 来干法蚀刻玻璃衬底 20 三分钟。在 RIE 后，通过 O_2 灰化来除去剩余的抗蚀剂图案 61。蚀刻深度为 150 nm。

随后，通过等离子体 CVD，在具有不平坦图形的玻璃衬底 20 上形成 500 nm 厚的 SiN 膜 22 ($n=1.9$)。通过该工艺，将 SiN 膜的表面做得平坦。通过溅射在 SiN 膜 22 上形成 150 nm 厚的 ITO 膜 11。其后，以与实例 1 相同的工艺准备 R、G 和 B 有机 EL 元件的每一个的空穴注入层 12、有机（发射）层 13 和阴极 14。

可以确定，当向这样获得的 R、G 和 B 元件提供相同的功率时，亮度比为 R:G:B=1:0.95:0.95。因此，包含两类光栅成分的衍射光栅的使用显著改善了 R、G 和 B 元件的亮度平衡。

变型

本发明不限于上述实施例。在该实施例中，该二维衍射光栅包括四方或三角光栅成分。然而，可以采用其它光栅成分。如果衍射光栅包括两类具有不同光栅周期（间距）的光栅成分，是足够的。

此外，实施例采用 650nm 和 460nm（或 375nm）的光栅间距。然而，如果两个间距的其中之一相应于范围从 600nm 至 700nm 的红光波长，而另一间距相应于 350nm 至 460nm 的蓝、蓝-紫外或紫外光的波长，也是可以的。此外，可以根据器件的规格，来改变相应于较长间距的散射部分的数量与相应于较短间距的小散射部分的数量比率。通常，可以从 5:1 至 1:1 的范围内选择该比率。

有机 EL 元件的结构不限于图 1 的结构，且可以根据规格修改。对于本领域技术人员来说，其它优点和变型或区别是显而易见的。因此，在较宽方面，本发明不受限于本文中示出和描述的具体的细节和代表性的实施例。因此，在不脱离由附属权利要求书及其等同物所限定的一般发明原理的精神或范围下，可以做出各种变形。

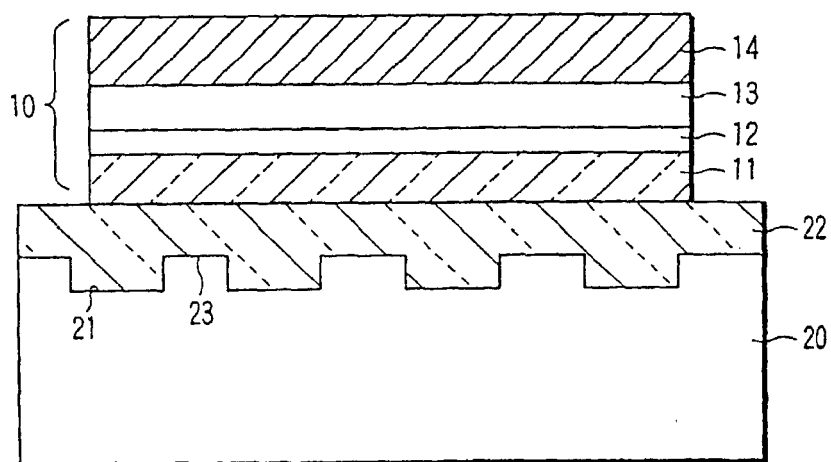


图1

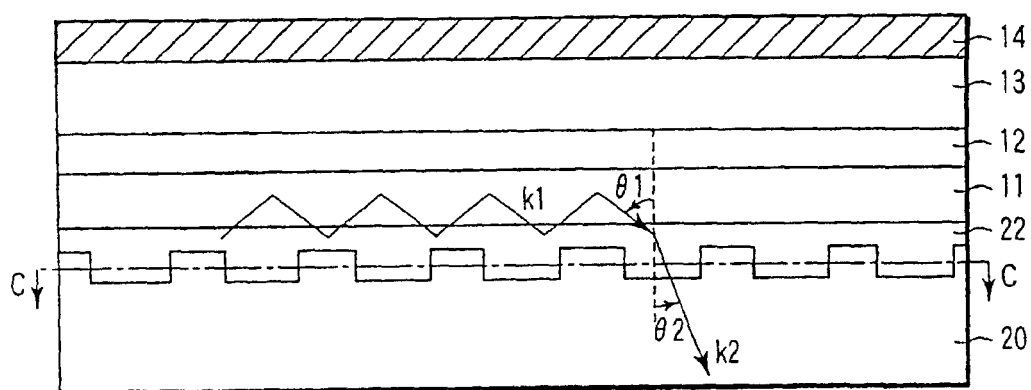


图2

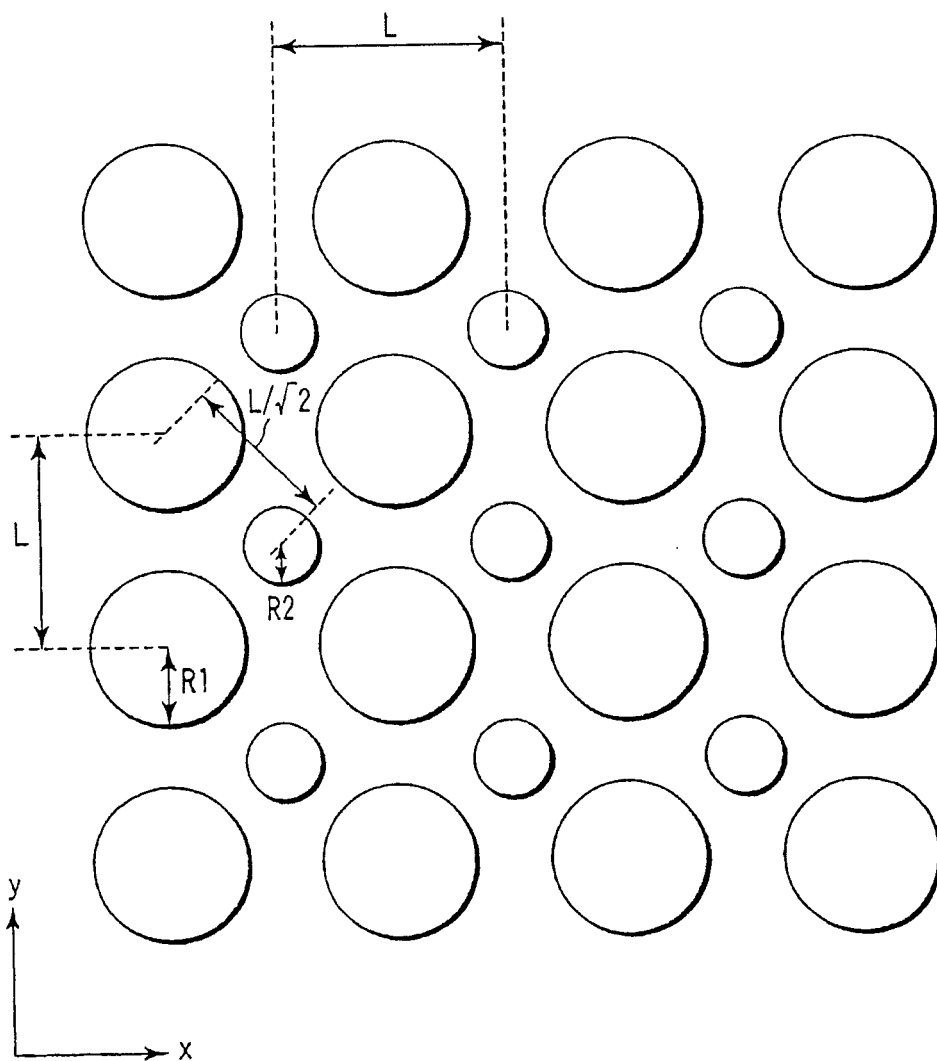


图3

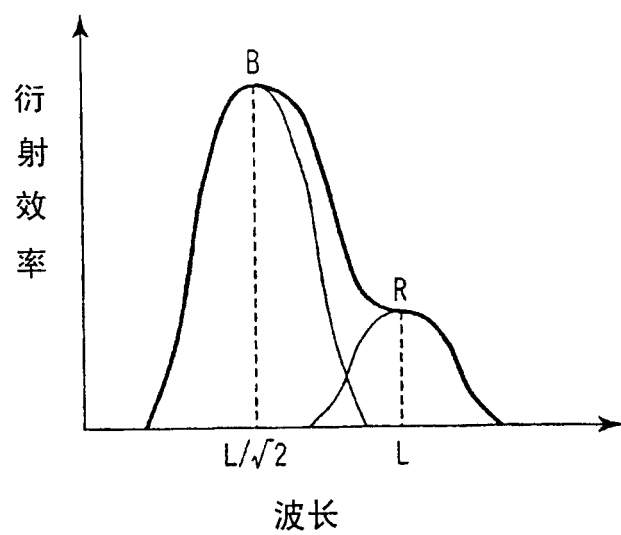


图4A

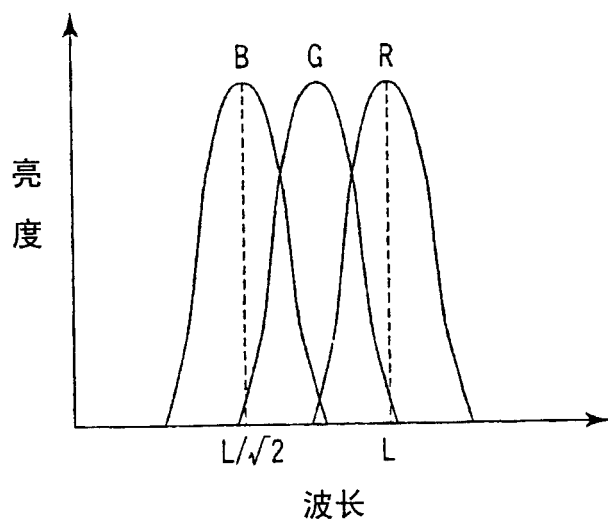


图4B

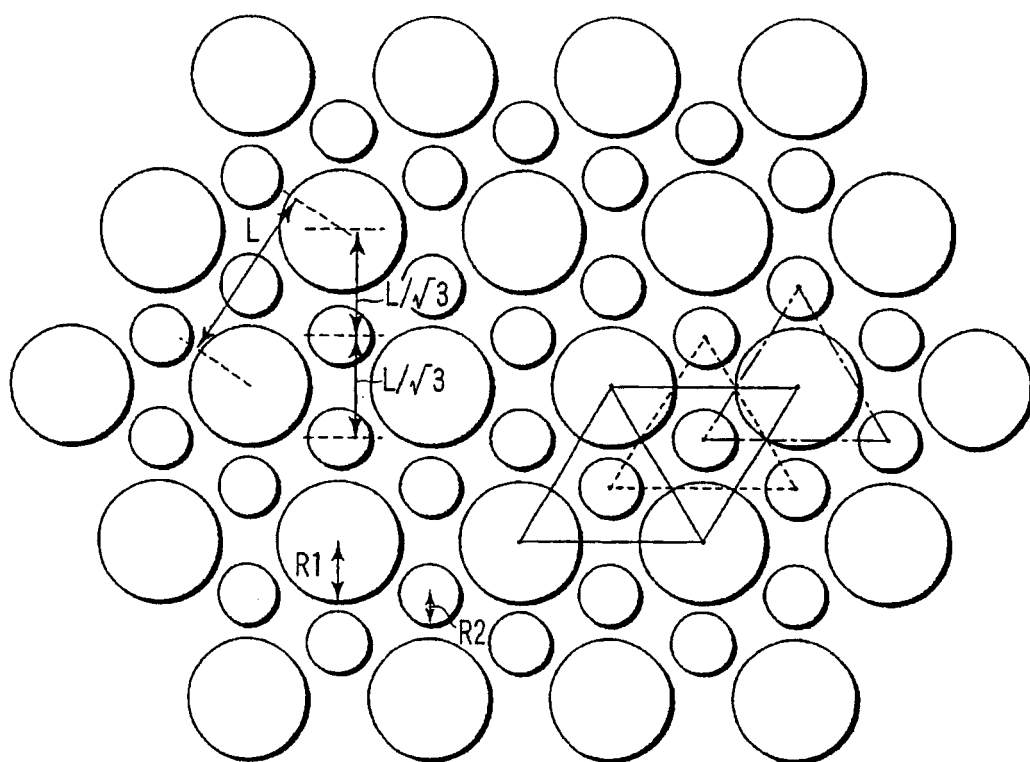


图5

图6A

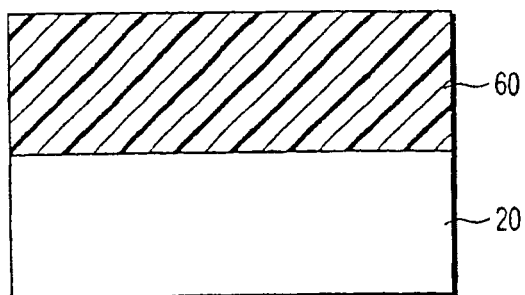


图6B

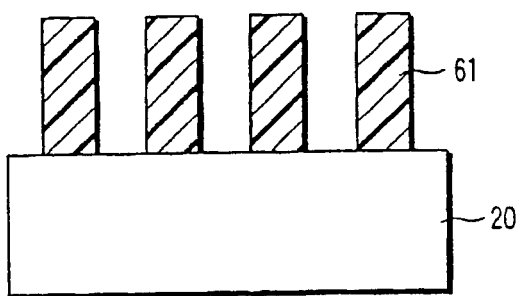


图6C

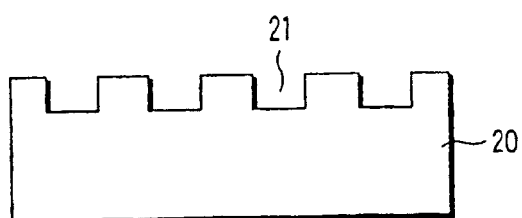
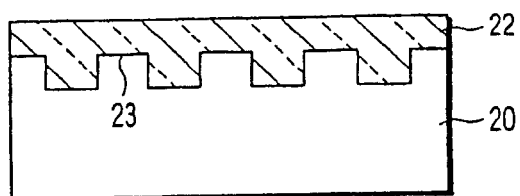


图6D



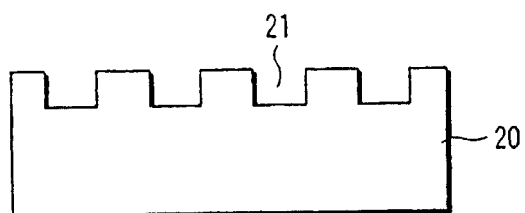


图7A

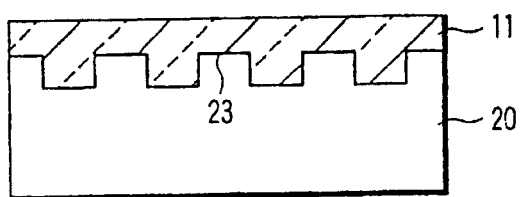


图7B

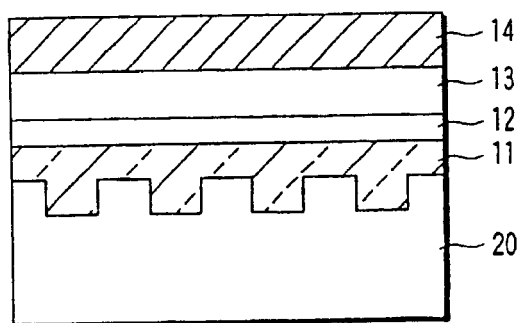


图7C

图8A

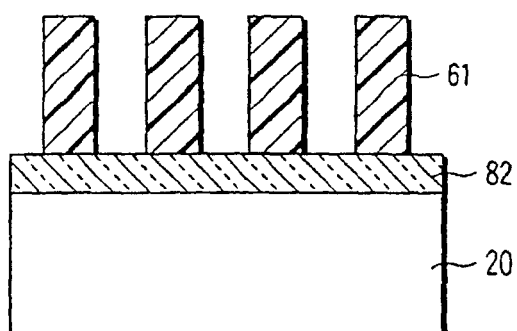


图8B

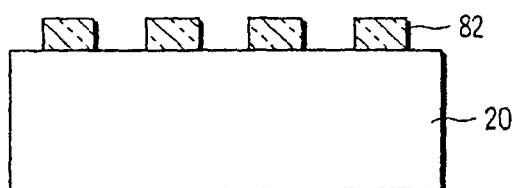


图8C

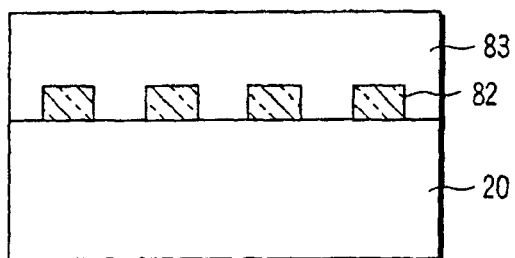


图8D

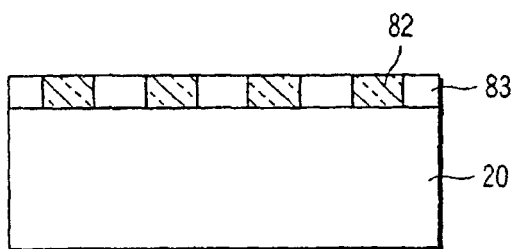
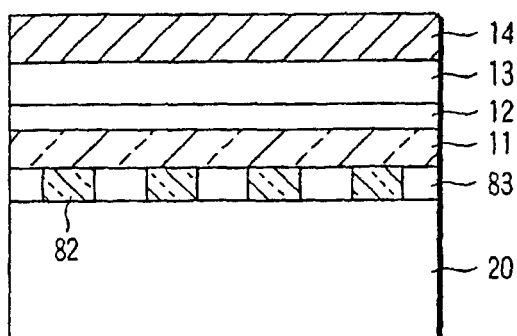


图8E



专利名称(译)	有机EL显示器		
公开(公告)号	CN1822729A	公开(公告)日	2006-08-23
申请号	CN200510131433.1	申请日	2005-12-12
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
[标]发明人	藤本明 浅川钢儿 中西务		
发明人	藤本明 浅川钢儿 中西务		
IPC分类号	H05B33/00 H05B33/02 H05B33/14		
CPC分类号	H01L27/3211 H01L51/5262		
代理人(译)	王英		
优先权	2005034582 2005-02-10 JP		
其他公开文献	CN100493275C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在设置有透明衬底的有机EL显示器中，缓冲层设置在透明衬底上，且有有机EL元件设置在缓冲层上，缓冲层由具有与EL元件的透明电极的折射率相同的材料形成，并包含具有两个光栅周期的二维衍射光栅。

