

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 51/00 (2006.01)

H01L 51/56 (2006.01)

H05B 33/22 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510078979.5

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100401549C

[22] 申请日 2005.6.21

[21] 申请号 200510078979.5

[30] 优先权

[32] 2004.6.25 [33] JP [31] 2004-187482

[73] 专利权人 奇美电子股份有限公司

地址 台湾台南

共同专利权人 京都陶瓷株式会社

[72] 发明人 田中淳 村山浩二

[56] 参考文献

US6639250B1 2003.10.28

US2002/0135297A1 2002.9.26

CN1638580A 2005.7.13

JP2000-323277A 2000.11.24

审查员 张 月

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

代理人 李德山

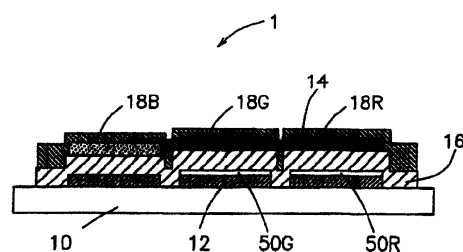
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 4 页

[54] 发明名称

彩色有机 EL 显示器及其制造方法

[57] 摘要

本发明的目的在于提供一种能够消减膜片工艺数量、减少制造成本、提高生产效率且光的取出效率好的有机 EL 显示器，该显示器对于多个副像素单元能够同时进行存在于发光层和反射层之间的有机层的成膜。本发明的有机 EL 显示器具备：具有发光层的有机层、附着在该有机层的一主面的反射电极、附着在上述有机层的另一主面的透明电极；其特征在于，具有多个至少分为蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用等 3 种的有机 EL 元件，绿色发光用及红色发光用的上述有机 EL 元件具有存在于上述反射电极和上述有机层之间的光穿透性导电膜。



1.一种有机 EL 显示器,包括多个有机 EL 元件,每个有机 EL 元件包括:

多个包括发光层的具有第一主表面和第二主表面的有机层;

设置在所述有机层的第一主表面上的反射电极; 以及

设置在所述有机层的第二主表面上的透明电极; 其特征在于,

所述有机 EL 元件按照从每个有机 EL 元件的发光层发出的光的颜色分成至少三类,其中至少一类所述有机 EL 元件具有插入在所述反射电极与有机层之间的光穿透性导电膜; 以及

至少两类上述有机 EL 元件从上述反射电极到发光层的距离相等。

2.如权利要求 1 所述的有机 EL 显示器,其特征在于,

所述三类有机 EL 元件中的每一类包括插入在所述反射电极与所述有机层之间的光穿透性导电膜;

其中用于绿光发射和/或红光发射的有机 EL 元件的光穿透性导电膜比用于蓝光发射的有机 EL 元件的光穿透性导电膜厚。

3.如权利要求 1 所述的有机 EL 显示器,其特征在于,

其中用于绿光发射和/或红光发射的所述有机 EL 元件与用于蓝光发射的所述有机 EL 元件相比,其所述发光层与所述反射电极之间的距离更长。

4.如权利要求 1 所述的有机 EL 显示器,其特征在于,

其中用于绿光发射和/或用于红光发射的有机 EL 元件的所有的光穿透性导电膜具有相同的厚度。

5.如权利要求 1 所述的有机 EL 显示器,其特征在于,

其中所述有机层在所述发光层的所述反射电极侧至少具有从空穴输送层和/或空穴注入层、或者电子输送层和/或电子注入层中选择一个,

其中用于蓝光发射、绿光发射和红光发射的所有的有机 EL 元件

的空穴输送层和/或空穴注入层或电子输送层和/或电子注入层的厚度和材料相同。

6.如权利要求1所述的有机EL显示器，其特征在于，

其中所有所述的有机EL元件的从所述有机层的第一主表面到发光层的距离相同。

7.一种有机EL显示器的制造方法，所述有机EL显示器包括多个有机EL元件，每个有机EL元件包括发光层和至少一个功能层，所述有机EL元件按照从发光层发出的颜色分成至少三类，其特征在于，所述方法包括以下工序：

制备基板；

在所述基板上形成多个反射电极；

在相应于用于红光发射和/或绿光发射的有机EL元件的每个反射电极上形成光穿透性导电膜；

在基板的整个表面上形成由空穴输送层、空穴注入层、电子输送层、电子注入层的任何一个构成的至少一层的功能层；和

在分别相应于用于蓝光发射、绿光发射和红光发射的有机EL元件的一个功能层上形成用于蓝光发射、绿光发射和红光发射的发光层；

其中，至少两类上述有机EL元件在上述反射电极与发光层之间的厚度相等。

## 彩色有机 EL 显示器及其制造方法

### 技术领域

本发明涉及使用有机电致发光（以下在本说明书中称为有机 EL。）的显示器，特别涉及以简单的制造工序提高发光的取出效率的彩色显示的有机 EL 显示器及其制造方法。

### 背景技术

有机 EL 显示器将自发光的有机 EL 元件配置在玻璃等基板上，使有机 EL 元件发光来显示信息。有机 EL 显示器与其它方式的薄型显示器相比具有“薄·轻”“高画质”“动画对应好”“视野宽”“消耗电力低”等特长，作为下一代的薄型显示器而被重视。

有机 EL 元件在阳极和阴极之间夹有机层而构成。在此，特别是在使用低分子材料时，有机层大多夹发光层并包含：空穴输送层及/或空穴注入层、或者电子输送层及/或电子注入层等多个功能层。

如果在夹有机 EL 元件的有机层的阳极和阴极等两电极之间施加直流电压，则通过上述各层向发光层输送空穴和电子。由于空穴和电子在发光层中再结合而产生的能量使包含在发光层中的有机分子的电子状态成为激励状态。在该极其不安定的电子状态恢复到基本状态时，作为光释放出能量，有机 EL 元件发光。该发光原理与发光二极管（LED:Light Emitting Diode）的发光原理相同，因此，有机 EL 元件也被称为有机发光二极管（OLED: Organic Light Emitting Diode）。

有机 EL 元件的驱动方法大致分为有源矩阵方式和无源矩阵方式两种。所谓无源矩阵方式是指使带状的阳极和阴极纵横交叉，使夹在交叉部的有机 EL 元件有选择地发光的驱动方法。另一方面，有源矩阵方式是指以各像素为单位，通过薄膜晶体管（TFT:Thin Film Transistor）使其具有开关和存储器功能并使有机 EL 元件发光的驱动

方法。积极地利用 TFT 使像素发光的有源矩阵方式与无源矩阵方式相比，虽然制造成本高，但是能够以低电力得到高辉度。

另外，现有的有机 EL 显示器的光取出方法有底部发射方式和顶部发射方式。在此，所谓底部发射方式是指如图 4(a) 所示的从绝缘基板 2010 侧取出光的方式。所谓顶部发射方式是指如图 4(b) 所示的从阴极 1014 侧的上面层侧取出光的方式。在有源矩阵方式的有机 EL 显示器 1001 中，由于在基板上形成 TFT，为了加大开口率、提高光取出效率，采用顶部发射方式是有利的。

通过有机 EL 显示器进行完全彩色显示的机构基本上与液晶显示器等相同。即，首先将为光的 3 原色的红、绿、蓝（以下在本说明书中有时分别略记为 RGB）的副像素单元并列配置在基板上，根据 3 原色的输出方法利用混色法做出各种各样的颜色。因此，彩色显示的有机 EL 显示器采用例如将蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用等 3 种有机 EL 元件按顺序配置在基板上作为副像素单元的构造。

但是，为了提高有机 EL 显示器的辉度，必须将各有机 EL 元件发出的光尽可能取出到有机 EL 元件的外部。有机 EL 显示器是在  $1500\text{\AA}$  左右的非常薄的有机薄膜中发光的设备，但是光在薄膜内在立体角  $\Omega=4\pi$  的所有方向扩散。如图 3(a) 所示意的，通常在顶部发射方式的有机 EL 显示器中，光通过阴极 1014 发出去的同时，在阳极 1012 侧，暂时发射出去的光被阳极 1012 反射，依然从阴极 1014 侧发出去。在底部发射方式的有机 EL 显示器中，只是阴极的作用与顶部发射方式时的阳极相反而已。因此，在顶部发射方式的有机 EL 显示器中，1001 一般将阳极 1012 作为光的反射率高的反射电极，将阴极 1014 作为光的穿透率高的透明电极。

而且，为了提高有机 EL 显示器的光的取出效率，需要互相加强从透明电极直接发出的光和经反射电极反射并从透明电极射出的光。设在发光层内发光强度为峰值的发光部和反射电极间的光学距离为  $L$ ，被反射电极反射时的光的相位变化为  $\phi$ ，用于利用的相互加强以高效率取出波长  $\lambda$  的光的关系可以通过下式表示。

$$L + \lambda \phi / 4\pi = (2m+1)\lambda / 4, m=0, 1, 2 \cdots \quad (1)$$

在此,假设第*i*层功能层的厚度为 $d_i$ 、折射率为 $n_i$ ,则 $L=\sum(i)n_id_i$ 。因此,如果不如图3(a)所示的按单元将有机层所包含的功能层的膜厚设定在合适的范围就不能得到充分的辉度。特别是只要以相同的膜厚做成波长区别很大的R和B,就很难得到满足双方的特性,必须牺牲哪一方的颜色的特性。例如,由于R比B波长长,所以光学反射距离L增大,所以有使R的功能层的厚度比B的厚更有利的倾向。

因此,具有低分子系的有机层的彩色有机EL显示器利用所谓的膜片工艺方法如下制造。在以下的说明中,参照图3(a)或者图7,使用金属膜片作为膜片。

(1)准备经过绝缘加工的基板1010,利用金属膜片通过溅射等方法在其上形成反射电极1012。反射电极1012由Al混合物、Cr等形成,作为例如阳极。

(2)接着在反射电极1012上对好金属膜片的位置,以便能够在例如RGB的规定的颜色例如红色的副像素单元的反射电极1012上蒸镀有机层。通常,金属膜片与各色对应,如果是红色的,则只在红色的副像素单元上方开口,为只能蒸镀各色副像素单元的构造。在图3(a)中,通过金属膜片,利用例如真空蒸镀法层叠与红色光对应的规定膜厚的空穴注入层1020、空穴输送层1022及红色发光用的发光层1018。接着,固定金属膜片,利用真空蒸镀法在红色发光用的发光层1018上层叠预先与红色光的波长对应规定的膜厚的电子输送层1024和电子注入层1026。

(3)接着,稍稍移动金属膜片对好金属膜片的位置,以便能够在形成例如绿色发光用的发光层的反射电极1012上蒸镀有机层。利用真空蒸镀法,按空穴注入层1020、空穴输送层1022、发光层1018、电子输送层1024、电子注入层1026的顺序,夹着绿色发光用的发光层1018层叠预先与绿色光的波长对应规定的膜厚的各个功能层。

(4)接着,对好金属膜片的位置以便能够在形成蓝色发光用的发光层的反射电极1012上蒸镀有机层。之后,与上述工序同样,夹着

蓝色发光用的发光层 1018 按顺序蒸镀预先与蓝色光的波长对应规定的膜厚的各个功能层。

(5) 最后移除与上述各副像素单元对应的金属膜片, 在其一面层叠由 ITO (Indium Tin Oxide) 等构成的透明电极 126。在本说明的情况下, 透明电极作为阴极发挥机能。

如果采用如以上所述复杂得膜片工艺方法, 可以制造能够利用干涉的相互加强以高效率取出发出的光的有机 EL 显示器。但是, 只要使用低分子材料作为发光材料、采用通过金属膜片分开涂敷的方法, 就必须按颜色利用膜片分别涂敷所有的有机层。特别是在制作利于提高发光面积的顶部发射构造的有机 EL 显示器时, 由于涉及 RGB 各自的光取出效率, 各有机层合适的膜厚范围不同, 因此要想同时得到 RGB 各色的色纯度和发光效率, 必须利用膜片按各颜色分别形成所有的有机层。因此, 膜片蒸镀工序所需要的时间增加, 不仅生产效率降低, 而且制造成本提高。

另外, 特别是, 如果利用通过金属膜进行的分开涂敷法形成所有的有机膜, 还可能产生成膜时间、材料的使用效率、膜片的清洗频度等各种各样的问题。

但是, 在顶部发射构造中, 大多利用阳极做反射电极, 由于在阳极和发光层之间成膜的空穴注入层、空穴输送层可以在 RGB 各层使用相同的材料, 因此, 不使用膜片而同时形成的方法在制造上远远有利。

另一方面, 在专利文献 1 中, 公开了利用同一工序同时成膜形成存在于发光层和反射电极之间的有机层中的一部分(功能层)的多色有机 EL 显示器。

[专利文献 1]特开 2000-323277 号公报(例如参照段落[8]、[9]。)

但是, 专利文献 1 所记载的有机 EL 显示器虽然以相同的工序形成存在于发光层和透明电极之间的有机层中的功能层, 但是, 存在于发光层和透明电极之间的有机层中的其余有机层(补充层)根据副像素单元而其膜厚不同。其结果, 在专利文献 1 中不得不按副像素单元

将有机层的膜厚设定为合适的值，上述现有的膜片工艺的消减达不到很大的效果。

### 发明内容

因此，本发明的目的在于：提供一种能够消减膜片工艺数量、减少制造成本、提高生产效率且光的取出效率好的有机 EL 显示器，该显示器对于多个副像素单元能够同时进行存在于发光层和反射层之间的有机层的成膜。

本发明的有机 EL 显示器具备：具有发光层的有机层、附着在该有机层的一主面的反射电极、附着在上述有机层的另一主面的透明电极；其特征在于，具有至少分为蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用等 3 种类的多个有机 EL 元件，绿色发光用及红色发光用的上述有机 EL 元件具有存在于上述反射电极和上述有机层之间的光穿透性导电膜。

本发明的有机 EL 显示器具备：具有发光层的有机层、附着在该有机层的一主面的反射电极、附着在上述有机层的另一主面的透明电极、存在于上述反射电极和上述有机层之间的光穿透性导电膜；其特征在于，具有至少分为蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用等 3 种类的多个有机 EL 元件，绿色发光用及红色发光用的上述有机 EL 元件的光穿透性导电膜的厚度大于蓝色发光用的有机 EL 元件的光穿透性导电膜的厚度。

本发明的有机 EL 显示器的特征在于，绿色发光用及红色发光用的上述有机 EL 元件与蓝色发光用的有机 EL 元件相比，其上述发光层与上述反射电极层之间的距离大。

本发明的有机 EL 显示器的特征在于，上述绿色发光用及红色发光用的上述有机 EL 元件的上述光穿透性导电膜的厚度大致相同。

本发明的有机 EL 显示器的特征在于，上述有机层除上述发光层之外，在上述反射电极侧还具有：空穴输送层及/或空穴注入层、或者电子输送层及/或电子注入层；这些输送层及注入层的厚度、材料在蓝



色发光用、绿色发光用、红色发光用的任何一种有机 EL 元件中大致相同。

本发明的有机 EL 显示器具有多个有机 EL 元件，该有机元件包含发光层，具备：有一主面和另一主面的有机层、附着在上述有机层的一主面的反射电极、附着在上述有机层的另一主面的透明电极；其特征在于，上述有机 EL 元件根据该有机 EL 元件所包含的发光层发光的颜色至少分成两类，上述有机 EL 元件中的至少 1 种有机 EL 元件在上述反射电极和上述有机层之间具有光穿透性导电膜。

本发明的有机 EL 显示器从上述有机层的一主面到发光层的距离在上述所有的有机 EL 元件中大致相等。

本发明的有机 EL 显示器是具有发光层和至少 1 层功能层的有机 EL 元件根据其发光层发光的颜色分成蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用等 3 种的有机 EL 显示器；其制造方法包含：准备基板的工序、在上述基板上形成多个反射电极的工序、在形成上述红色发光用及/或上述绿色发光用的有机 EL 元件的上述发射电极之上形成光穿透性导电膜的工序、在上述基板的全面一样形成上述至少 1 层功能层的工序、在上述反射电极的上方上述至少 1 层功能层上形成上述至少蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用的发光层的工序。

本发明通过对发光层和反射电极之间需要距离的副像素单元（例如 R 及/或 G）在其有机层和反射电极之间形成规定膜厚的光穿透性导电膜，即使以大致相等的膜厚形成存在于发光层和反射电极之间的有机层（功能层），也可以得到各副像素单元的辉度、色纯度都达到满足的结果的有机 EL 显示器。得到的有机 EL 显示器的制造成本、生产周期与利用金属膜片分开涂敷所有的有机膜的情况相比非常的小。

#### 附图说明

图 1 是本发明所涉及的第 1 实施例的有机 EL 显示器的剖面图。

图 2 是对实施例 1 中的像素 1 和像素 2 的 CIE 色度绘制曲线的 CIE 色度图。

图 3(a)是表现现有的有机 EL 显示器的发光光路的剖面图。(b)是表现本发明所涉及的第 1 实施例的有机 EL 显示器的发光光路的剖面图。

图 4(a)是表现底部发射型的有源型有机 EL 显示器的发光方法的剖面图。(b)是表现顶部发射型的有源型有机 EL 显示器的发光方法的剖面图。

图 5 是表现本发明所涉及的第 2 实施例的有机 EL 显示器的发光光路的剖面图。

图 6 是表现本发明所涉及的第 3 实施例的有机 EL 显示器的发光光路的剖面图。

图 7 是现有的有机 EL 显示器的剖面图。

### 具体实施方式

图 1 是表现本发明所涉及的有机 EL 显示器的第 1 实施例的剖面图。在图 1 中,本发明的有机 EL 显示器 1 包含发光层 18,具备:有一主面和另一主面的有机层 16、附着在有机层 16 的一主面的反射电极 12、附着在有机层 16 的另一主面的透明电极 14。反射电极 12 为阳极,由 Al 混合物、Cr 等形成。透明电极 14 作为阴极发挥机能,由 ITO (Indium Tin Oxide)、MgAg 薄膜+ITO 或者 IZO (Indium Zinc Oxide)、LiF+Al 薄膜等形成。

如图 3(b)所示意的,有机层 16 具有发光层 18,发光层 18 至少被分类成蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用的 3 种类的发光层 18B、18G、18R。有机层 16 进一步具有挟持发光层 18 的功能层。该功能层分别从发光层 18 向反射电极 12 侧具有空穴输送层 22 及空穴注入层 20,从发光层侧 18 向透明电极 14 侧具有电子输送层 24 及电子注入层 26。另外,在图 1 中,有机层 16 包含发光层 18B、18G、18R,电子输送层 24、电子注入层 26 省略。

本发明的有机 EL 显示器 1 具有至少被分类成蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用等 3 种类的多个有机 EL 元件 3B、3G、3R,绿

色发光用及红色发光用的有机 EL 元件 3G 及有机 EL 元件 3R 在反射电极 12 和有机层 16 之间具有光穿透性导电膜 50。

图 1 及图 3(b) 所示的本实施例的有机 EL 显示器为顶部发射方式, 另外, 有机层 16 由低分子有机材料、树状聚合物 (テンドリマ) 或高分子聚合物形成。在图 3(b) 中, 有机 EL 元件 3G 及有机 EL 元件 3R 在反射电极 12 和有机层 16 之间所具有的光穿透性导电膜 50 由 ITO、IZO 等形成, 膜厚在 10nm—200nm 之间, 为大致相同的厚度。

另外, 在图 3(b) 所示的本实施例的有机 EL 显示器中, 在反射电极 12 或光穿透性导电膜 50 上按顺序层叠空穴注入层 20、空穴输送层 22、发光层 18、电子输送层 24、电子注入层 26 而形成有机层 16。即, 有机 EL 元件 3B 在反射电极 12 上形成有机层 16, 有机 EL 元件 3G 及 3R 在光穿透性导电膜 50 上形成有机层 16。在本发明的有机 EL 显示器 1 中, 夹在发光层 18 和反射电极 12 或光穿透性导电膜 50 之间的空穴输送层 22 及空穴注入层 20 为有机 EL 元件 3B、3G、3R, 为厚度大致相同的膜。

而且, 在本实施例的有机 EL 显示器 1 中, 成膜在发光层 18 上的电子输送层 24 及电子注入层 26 的膜厚在各有机 EL 元件 3B、3G、3R 可以各不相同。电子输送层 24 及电子注入层 26 的膜厚根据各有机 EL 元件 3B、3G、3R 的发光波长、行程有机 EL 元件 3 的各层的膜厚及折射率、光穿透性导电膜 50 的膜厚而变化, 考虑这些要素而使其达到最佳化。

以下对上述构成的本实施例中的有机 EL 显示器 1 的各色有机层所包含的功能层的膜厚进行详细说明。

如以上所述, 假设在发光层内发光强度成为峰值的发光部和反射电极间的光学距离为  $L$  时, 以式 (1) 表示用于利用干涉的相互加强以高效率取出波长  $\lambda$  的光的关系。在本实施例中, 在有机 EL 元件 3B 在发光层 18 和反射电极 12 之间形成空穴输送层 22 和空穴注入层 20, 在有机 EL 元件 3G 及 3R 进一步形成光穿透性导电膜 50。但是, 如以

上所述,空穴输送层 22 和空穴注入层 20 的膜厚在任何一个有机 EL 元件 3 都大致相同。

假设各色有机 EL 元件 3 的发光部和反射电极间的光学反射距离分别为  $L_B$ 、 $L_G$ 、 $L_R$ , 各色发光层 18B、18G、18R 所发出的光的波长分别为  $\lambda_B$ 、 $\lambda_G$ 、 $\lambda_R$ , 被反射电极 12 反射时的光的相位变化为  $\phi_B$ 、 $\phi_G$ 、 $\phi_R$ 。

另外,假设空穴输送层 22、空穴注入层 20 及光穿透性导电膜 50 的膜厚分别为  $d_{HTL}$ 、 $d_{HIL}$ 、 $d_{ITO}$ , 折射率为  $n_{HTL}$ 、 $n_{HIL}$ 、 $n_{ITO}$ 。则根据以上定义,下式成立。

$$L_B = n_{HTL} \cdot d_{HTL} + n_{HIL} \cdot d_{HIL} - \lambda_B \phi_B / 4\pi \quad (2)$$

$$L_R = n_{ITO} \cdot d_{ITO} + n_{HTL} \cdot d_{HTL} + n_{HIL} \cdot d_{HIL} - \lambda_R \phi_R / 4\pi$$

或

$$L_R = n_{ITO} \cdot d_{ITO} + n_{HTL} \cdot d_{HTL} + n_{HIL} \cdot d_{HIL} - \lambda_R \phi_R / 4\pi \quad (3)$$

在本实施例中,为了使发光强度在例如蓝色有机 EL 元件 3B 内接近峰值,根据式(2)将空穴输送层 22、空穴注入层 20 的折射率及膜厚设定在合适的范围。另一方面,通过根据式(2)使蓝色有机 EL 元件 3B 较佳化来决定空穴输送层 22 或空穴注入层 20 的折射率、膜厚,因此,要使发光强度在红色有机 EL 元件 3R 或绿色有机 EL 元件 3G 内接近峰值,必须根据式(3)将光穿透性导电膜 50 的折射率及膜厚设定在合适的范围内。在此,由于 R 和 G 的波长不同,很难同时满足式(3)的第 1 式和第 2 式,因此,必须牺牲 R 和 G 的某一方来使另一方的颜色最佳化。但是,一般发 G 光的有机 EL 元件与发 B 或者 R 光的有机 EL 元件相比发光效率好,视感度也是 G 好,因此即使折射率或膜厚与最佳值多少有些出入,对其性能也不会带来太大的影响,因此,使 R 最佳化更合适。另外,与 B 的波长相比, G 的波长更接近 R 的波长,使 R 最佳化对 G 影响少。因此,这时,根据式(3)使 R 的光穿透性导电膜 50 的折射率或膜厚最佳化比较有利。另外,如下述

实施例1所示的,在本实施例的有机EL显示器1中,对于RGB所有的颜色,在色纯度、辉度等方面达到了满足的结果。

为了满足以上式(2)及式(3)而调整有机层16及光穿透性导电膜50的本实施例的有机EL显示器1在以反射电极12为阳极、透明电极14为阴极并在两极间施加发光阈值电压以上的适当电压后,如以上所述的,各色发光层18R、18G、18B分别发出RGB的荧光或磷光。与基板大致垂直放出的各色光沿透明电极14及反射电极12方向传播,透明电极14方向的直进光从透明电极14取出到外部。沿反射电极12方向前进的光被反射电极12反射,向透明电极14方向传播。被该反射电极12反射的反射光与从发光层18向透明电极14方向放射的光产生干涉。但是,为了满足式(2)及式(3)而调整各有机EL元件3B、3G、3R,因此,直进光和反射光略微相互加强并被从透明电极14取出到外部。

在本实施例的说明的最后,参照图1及图3(b)对有机EL显示器1的制造工序进行说明。有机EL显示器具有低分子系的有机层,为顶部发射型的彩色有机EL显示器,如以上所述的,例如利用膜片工艺方法,按如下步骤制造。

(1)准备绝缘基板,利用金属膜片通过溅射法等在该绝缘基板上形成反射电极的图形。反射电极12由Al混合物、Cr等形成,作为阳极发挥机能。

(2)通过蚀刻经公知的光工艺方法只在成为R和G的副像素单元的反光电极12上形成由式(3)决定的相同膜厚的光穿透性导电膜50。光穿透性导电膜50由ITO、IZO等形成,为例如20nm的薄膜。

(3)以基板一面为底座,利用真空蒸镀法层叠与RGB相关的空穴注入层20及空穴输送层22,空穴注入层20及空穴输送层22的膜厚由式(2)及式(3)决定。与现有的制法不同的是不需要膜片的对位等复杂的膜片工艺,涉及RGB同时成膜,因此,在RGB,空穴注入层20和空穴输送层22的膜厚大致相等。

(4)接着,对好金属膜片的位置,以便能够在空穴输送层22上

蒸镀 RGB 的规定颜色，例如红色发光用的发光层 18R。通过金属膜片利用真空蒸镀法在空穴输送层 22 上层叠发光层 18R。接着，固定金属膜片，在发光层 18R 上层叠电子输送层 24 和电子注入层 26。

(5) 接着，对好金属膜片的位置，以便能够在形成例如绿色发光用的发光层 18G 的空穴输送层 22 上蒸镀有机层。与绿色的光对应，利用真空蒸镀法按顺序层叠发光层 18G、电子输送层 24、电子注入层 26。

(6) 而且，对好金属膜片的位置以便能够在蓝色的副像素单元上蒸镀有机层。之后与上述工序同样，与蓝色的光对应，按顺序蒸镀发光层 18B、电子输送层 24、电子注入层 26。

(7) 最后，除去与上述各副像素单元对应的金属膜片，在其一面层叠由 ITO (Indium Tin Oxide)、MgAg 薄膜+ITO 等形成的透明电极 14。

将上述本发明的制造工序与现有的制造工序相比，虽然增加了(2)的工序，但是，在本工序的(3)的工序中与现有的制法不同，大幅度削减了膜片的位置对合等复杂的膜片工艺。特别是在本实施例的工序(3)中，以基板一面为底座形成空穴注入层 20 及空穴输送层 22，因此不需要膜片工艺。即，在本实施例中，只在 R 和 G 的副像素单元的反射电极 12 上形成规定膜厚的光穿透性导电膜 50，对于 RGB 所有的副像素单元，利用同一工序同时形成膜厚大致相同的空穴注入层 20、空穴输送层 22，没有必要使用膜片。

因此如果采用本发明的有机 EL 显示器的制造方法，在制造成本、生产周期的方面是极其有利的。另外，由于上述工序(2)引起的制造成本、生产周期的损失与利用金属膜片分开涂敷所有的有机膜的情况相比是微不足道的。

而且，对于 RG，由于设置光穿透性导电膜 50，因此即使在 RGB 以大致相等的膜厚形成空穴输送层 22 和空穴注入层 20，也可以分别与 RGB 相关将反射电极 12 和发光层 18 之间的距离设计在合适的范围内，可以得到希望的色纯度和发光效率。

接着,对其它实施例进行说明。以下,在图中,与上述第1实施例相同的构成要素采用相同的符号。

在上述第1实施例中,只对R和G的副像素单元在其反射电极12上形成规定膜厚的光穿透性导电膜50。在图5中,在本第2实施例的有机EL显示器201中,只对R的副像素单元在其反射电极12上形成规定膜厚的光穿透性导电膜50,对RGB所有的副像素单元同时形成相同膜厚的空穴注入层20、空穴输送层22。因此,图5所示的第2实施例的有机EL显示器201的构成与第1实施例的有机EL显示器1不同的只是G的副像素单元中的反射电极12上的光穿透性导电膜50没有了。

因此,省略构成要素、制法的说明,列出为了利用干涉的相互加强高效率地取出各波长 $\lambda_B$ 、 $\lambda_R$ 的光,各功能层的膜厚应该满足的关系。

$$L_R = n_{ITO} \cdot d_{ITO} + n_{HTL} \cdot d_{HTL} + n_{HIL} \cdot d_{HIL} - \lambda_R \phi_R / 4\pi \quad (4)$$

$$L_R = n_{ITO} \cdot d_{ITO} + n_{HTL} \cdot d_{HTL} + n_{HIL} \cdot d_{HIL} - \lambda_R \phi_R / 4\pi \quad (5)$$

在本第2实施例中,只对R的副像素单元在其反射电极12上形成规定膜厚的光穿透性导电膜50,可以对RGB所有的副像素单元同时层叠膜厚分别相同的空穴注入层20、空穴输送层22。

在上述第1及第2实施例中,对于有机EL显示器全部从阴极侧的上面取出光的顶部发射型的显示器进行了说明。但是,本发明的有机EL显示器也可以是底部发射型的显示器。一下,参照图6对底部发射型的第3实施例进行说明。

本发明所涉及的第3实施例的有机EL显示器401采用与第1实施例的有机EL显示器1的有机层16相同的层叠模型,变成夹持有机层16的反射电极12、透明电极14对调的构造。基板采用透明基板,在透明基板上按顺序层叠为阳极的透明电极14、有机层16、光穿透性导电膜50、为阴极的反射电极12。

因此,构成有机层16的发光层18及功能层可以与第1实施例的

有机 EL 显示器 1 相同，形成反射电极 12、透明电极 14 的材料也可以与有机 EL 显示器 1 相同。

另外，在上述第 1 及第 2 实施例中，根据式 (2) 及式 (3) 确定合适的膜厚的是空穴输送层 22、空穴注入层 20，但是，在第 3 实施例中，存在于反射电极 12 和发光层 18 之间的有机层是电子输送层 24 及电子注入层 26，因此，根据上述的式 (2) 及式 (3) 使电子输送层 24 及电子注入层 26 进而光穿透性导电膜 50 最佳化。在此，分别以电子输送层、电子注入层替换式 (2) 及式 (3) 中的空穴输送层、空穴注入层，与上述实施例 1 同样计算出电子输送层、电子注入层、光穿透性导电膜的膜厚应该满足的关系。

以下说明第 3 实施例的有机 EL 显示器 401 的制造工序。

(1) 准备玻璃基板等透明基板，利用金属膜片通过溅射法等利用光工序、蚀刻工序在该透明基板上形成为阳极的透明电极 14 (ITO、IZO) 的图形。

(2) 首先以各色空穴注入层 20 中的最薄的膜厚例如 B 的副像素单元所求得膜厚在透明基板的一面蒸镀空穴注入层 20。

(3) 接着，对好金属膜片的位置，蒸镀不足部分的空穴注入层 20 以便达到例如 G 的副像素单元所规定的膜厚。

(4) 而且，将金属膜片对准 R 的副像素单元的位置，蒸镀不足部分的空穴注入层 20 以便达到例如 R 的副像素单元所规定的膜厚。

(5) 关于空穴输送层 22 的蒸镀，反复进行上述 (2) — (4) 的膜片工艺，对各 RGB 的副像素单元在空穴注入层 20 之上层叠规定的空穴输送层 22。

(6) 在空穴输送层 22 之上蒸镀发光层 18。

(7) 按顺序在发光层 18 上层叠预先通过式 (2) 及式 (3) 确定的膜厚的电子输送层 24 和电子注入层 26，该层叠在 RGB 一面同时进行。

(8) 对好金属膜片的位置，通过溅射法或蒸镀法等只在成为 R 和 G 的副像素单元的电子注入层 26 上形成根据式 (3) 确定的相同膜



厚的光穿透性导电膜 50 的图形。

(9) 最后, 除去与上述各副像素单元对应的金属膜片, 在一面层叠反射电极 12。

在如以上所述的有机 EL 显示器 401 的制造工序中, 以相同膜厚形成电子输送层 24 和电子注入层 26, 可以对 RGB 所有的副像素单元同时进行, 不需要使用膜片。

而且, 对于 RG, 由于其之间存在光穿透性导电膜 50, 所以即使在 RGB 以大致相同的膜厚形成电子输送层 24 和电子注入层 26, 关于 RGB, 分别可以将反射电极 12 和发光层 18 之间的距离设计在合适的范围内, 可以得到希望的色纯度或发光效率。

上述第 3 实施例的有机 EL 显示器 401 与第 1 实施例的有机 EL 显示器对应, 在 R 和 G 的副像素单元具备相同膜厚的光穿透性导电膜 50, 但是, 也可以与第 2 实施例对应。

即, 本发明的第 4 实施例的有机 EL 显示器与第 2 实施例的有机 EL 显示器 201 对应, 是只在 R 的副像素单元具备光穿透性导电膜 50 的底部发射型的有机 EL 显示器。

在如以上所述的第 4 实施例的有机 EL 显示器的制造工序中, 可以不要膜片工艺而对 RGB 所有的副像素单元形成电子输送层 24 和电子注入层 26。另外, 根据式 (2) 及式 (3), 关于 RGB, 分别可以将反射电极 12 和发光层 18 之间的距离设计在合适的范围内, 可以得到希望的色纯度或发光效率。

以上, 对本发明所涉及的有机 EL 显示器的实施例进行了说明, 但是, 本发明的有机 EL 显示器不限于上述实施例及以下说明的实施例。也可以在 RGB 所有的副像素单元的有机层 16 和反射电极 12 之间形成光穿透性导电膜 50。这时, 也可以利用式 (3) 及下述的式 (6) 将各个副像素单元下的光穿透性导电膜 50 的厚度设定在和使的范围内。也可以将形成 R 和 G 的光穿透性导电膜 50 的厚度设定成大致相等, 并使 B 的光穿透性导电膜 50 的厚度比 R 或 G 的薄, 与 R 及 G 分开, 独立地将 B 的光穿透性导电膜 50 的厚度设定在合适的范围

内, 这时, 在 R 和 G, 可以通过同一工序同时进行光穿透性导电膜 50 的成膜, 有利于提高有机 EL 显示器的生产效率。

$$L_R = n_{ITO} \cdot d_{ITO} + n_{HTL} \cdot d_{HTL} + n_{HIL} \cdot d_{HIL} - \lambda_R \phi_R / 4\pi \quad (6)$$

另外, 光穿透性导电膜 50 没有必要形成在反射电极 12 和与反射电极 12 最接近的有机层 16 之间。也可以插入在构成有机层 16 的层与层之间。

另外, 在上述实施例中, 使各副像素单元下的发光色为 RGB 等 3 基色, 但是, 各自图像单元的发光色也可以是 RGB 以外的颜色, 另外, 不限定与 3 色。各副像素单元下的发光色只要是 2 种以上即可适用本发明。

另外, 在上述实施例中, 对按各副像素单元使各个 RGB 的颜色发光来进行全彩色显示的情况进行了说明, 但是, 也可以是根据区域表现不同的颜色, 即所谓的区域彩色显示。这时, 将上述副像素单元置换成适当的区域, 即可适用本发明的有机 EL 显示器的制造方法。

而且, 在本发明的有机 EL 显示器中, 功能层不一定必须是空穴输送层、空穴注入层、电子输送层及电子注入层的全部, 在发光层和反射层之间至少存在一层即可。另外, 在发光层和反射层之间存在 3 层以上的多层也可以适用本发明。

另外, 如以上所述的本发明的有机 EL 显示器可以是顶部发射型的显示器, 也可以是底部发射型的显示器, 可以是无源方式, 也可以是有源方式。而且, 在上述实施例 1、2 等中, 有机 EL 元件 16 及/或光穿透性导电膜的膜厚的最优化不是必须以 B 的副像素单元为基准来决定, 可以以任何颜色的有机 EL 元件 3 为基准来进行各层的材料的折射率等的最优化。

另外, 本发明可以在不超出其主题的范围根据从业者的知识进行种种改进、修改、变更。

#### [实施例 1]

在本实施例中, 在有机 EL 显示器中准备了与本发明有关的设计

的像素和根据现有技术进行的设计的像素等 2 个部位，比较两像素的色度和辉度。像素 2 如现有技术那样没有在反射电极上形成光穿透性导电膜，在所有的 RGB 副像素单元使空穴输送层和空穴注入层的膜后一定。对于像素 1，在 RGB 的所有副像素单元的反射电极上形成由厚 20nm 的 ITO 薄膜构成的光穿透性导电膜。像素 1 和像素 2 的不同仅在于在各 RGB 副像素单元是否存在光穿透性导电膜，其它要素的大小、规格全部大致相同。

在像素 2，根据式 (2) 进行设计以便蓝色发光用的有机 EL 元件的直进光和反射光相互加强并取出到外部，像素 1 的有机 EL 元件的有机层的厚度与像素 2 相同。

像素 1 或 2 的材料及各层的膜厚如以下所示。

基板：玻璃 (0.7mm)

反射电极：Al 混合物或 Cr (300nm)

光穿透性导电膜：ITO (厚度 20nm)

空穴注入层：(20nm)

空穴输送层：(10nm)

发光层：(25nm)

电子输送层：(本次未使用)

电子注入层：(关于 GRB:B 为 20nm, G 为 30nm, R 为 45nm)

透明电极：MgAg + ITO (30nm)

在本实施例中，假设上述像素 2 的显示器的 RGB 的各光的辉度为 100%，评价像素 1 的辉度。其结果，形成光穿透性导电膜的副像素单元 1 其 R 和 G 的光的辉度分别提高了 29% 和 23%，B 的光的辉度下降了 13%。如以上所述，这可以认为是由于为了在像素 2 蓝色发光用的有机 EL 元件的直进光和反射光相互加强并取出到外部而进行了最优化，在形成光穿透性导电膜的像素 1 辉度下降。

另外，图 2 是将像素 1 和像素 2 的 CIE 色度绘制在 CIE 色度图中的图。白色的记号表示像素 1 的 CIE 色度，黑色的记号表示像素 2 的 CIE 色度。与辉度同样的理由，得到了 B 的色度变坏但 R 和 G 的

色度略微变好的结果。

因此，如本发明所涉及的实施例1的有机EL显示器1所示的，只在R和G的副像素单元的反射电极12上形成一定膜厚的光穿透性导电膜50，使空穴注入层20、空穴输送层22为相同膜厚，并使B的副像素单元的有机EL元件也最优化，可以在保证B的色纯度和辉度的同时，提高R和G的辉度20%以上。

本发明的有机EL显示器除了能够作为电视机或计算机中使用的薄型显示器或者在手机、车载定位系统、PDA等使用的小型显示器中利用外，还可以作为多彩式照明利用。

图1

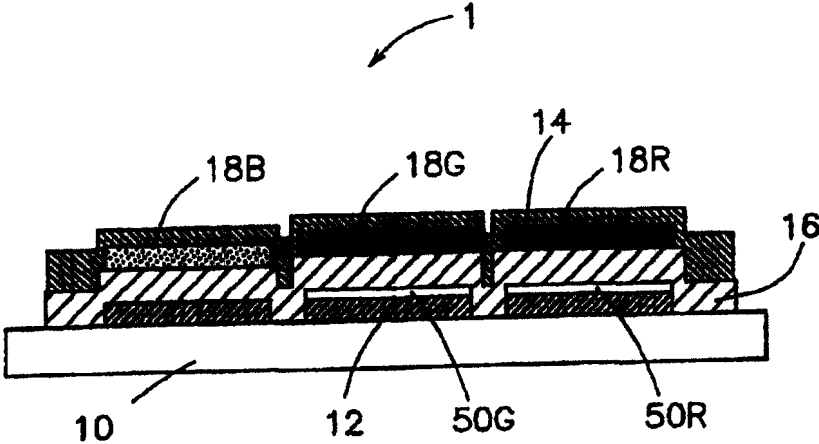


图2

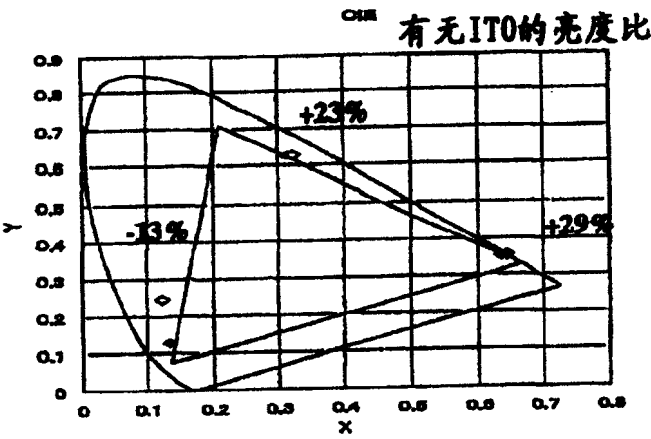
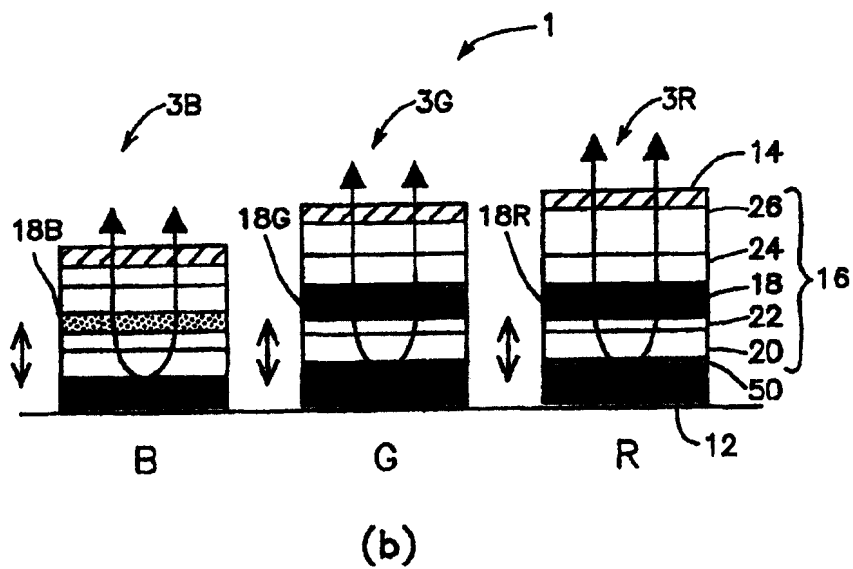
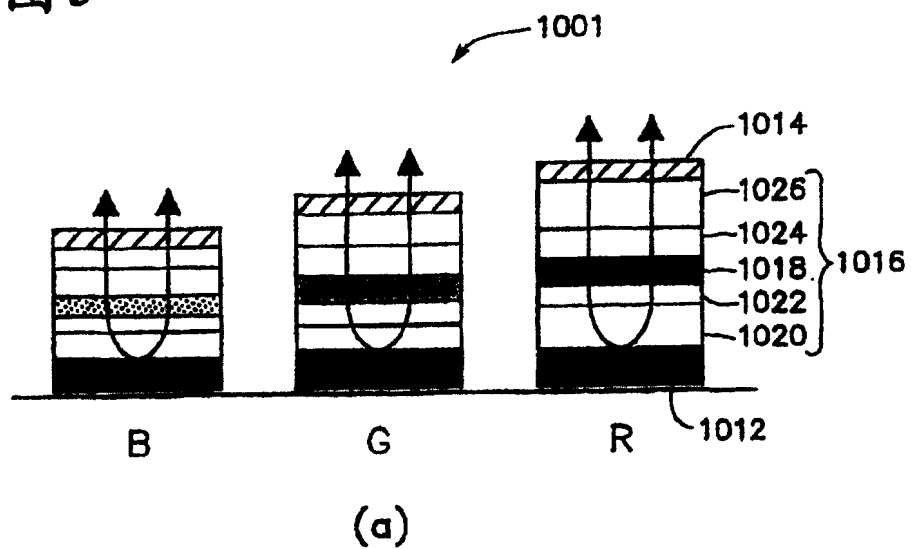


图3



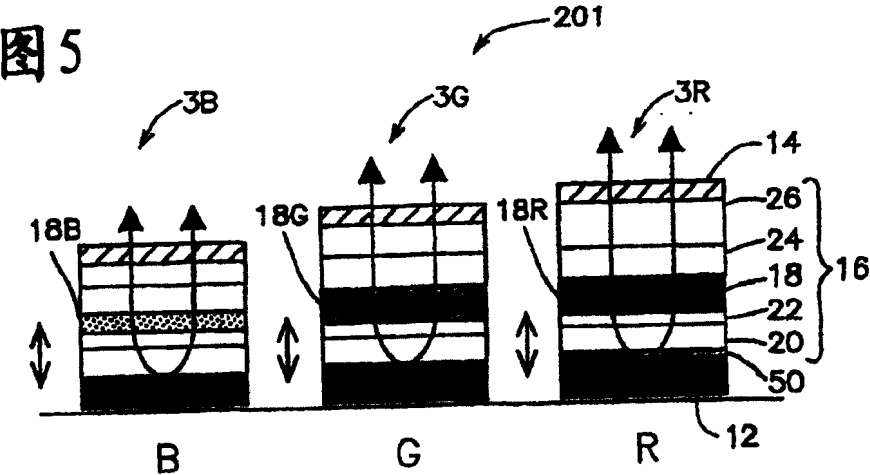
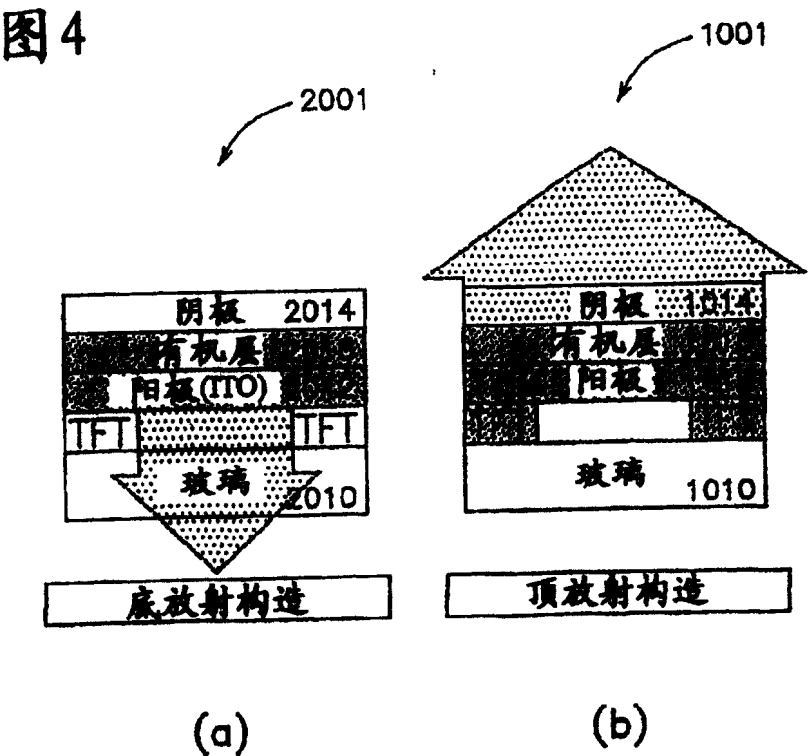


图6

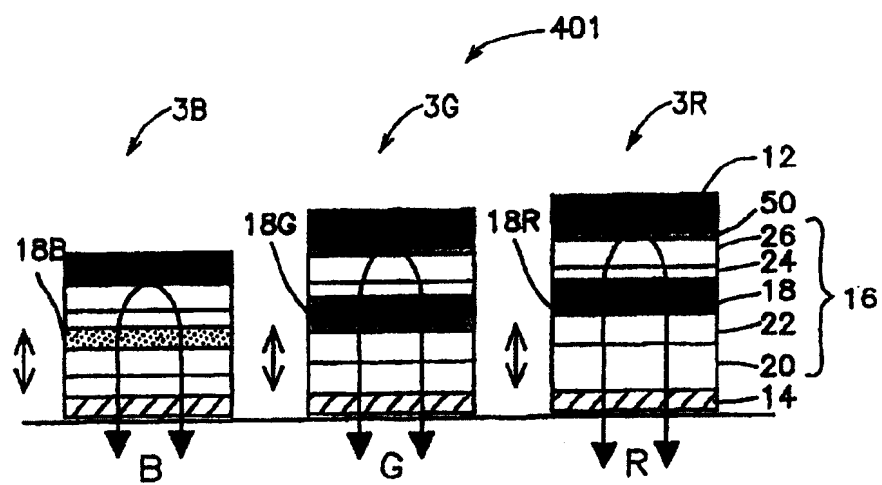
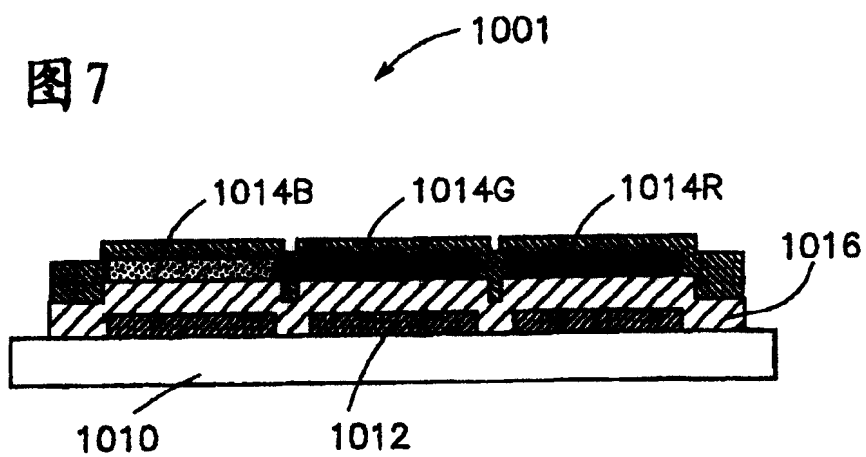


图7





专利名称(译)	彩色有机EL显示器及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN100401549C</a>	公开(公告)日	2008-07-09
申请号	CN200510078979.5	申请日	2005-06-21
[标]申请(专利权)人(译)	群创光电股份有限公司 京瓷株式会社		
申请(专利权)人(译)	奇美电子股份有限公司 京都陶瓷株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奇美电子股份有限公司 京都陶瓷株式会社		
[标]发明人	田中淳 村山浩二		
发明人	田中淳 村山浩二		
IPC分类号	H01L51/00 H01L51/56 H05B33/22 H01L27/32 H01L51/52 H05B33/10 H05B33/12 H05B33/24 H05B33/26		
CPC分类号	H01L27/3211 H01L51/5203 H01L2251/5315 H01L51/5265		
代理人(译)	李德山		
审查员(译)	张月		
优先权	2004187482 2004-06-25 JP		
其他公开文献	CN1713789A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明的目的在于提供一种能够消减膜片工艺数量、减少制造成本、提高生产效率且光的取出效率好的有机EL显示器，该显示器对于多个副像素单元能够同时进行存在于发光层和反射层之间的有机层的成膜。本发明的有机EL显示器具备：具有发光层的有机层、附着在该有机层的一主面的反射电极、附着在上述有机层的另一主面的透明电极；其特征在于，具有多个至少分为蓝色发光用、绿色发光用、红色发光用等3种的有机EL元件，绿色发光用及红色发光用的上述有机EL元件具有存在于上述反射电极和上述有机层之间的光穿透性导电膜。

