



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103165640 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201110463090. 4

(22) 申请日 2011. 12. 18

(73) 专利权人 上海天马微电子有限公司

地址 201201 上海市浦东新区汇庆路 889 号

(72) 发明人 熊志勇 何为 牛晶华

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101764146 A, 2010. 06. 30,

JP 特开 2006-147270 A, 2006. 06. 08,

JP 特开 2007-250306 A, 2007. 09. 27,

审查员 王鹏飞

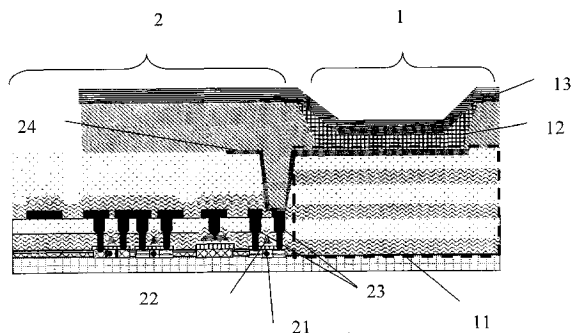
权利要求书3页 说明书15页 附图4页

(54) 发明名称

一种具有微腔结构的有机发光二极管 (OLED) 显示器

(57) 摘要

本发明公开了一种具有微腔结构的有机发光二极管 (OLED) 显示器,所述微腔结构的发光区的下镜面具有形成于基板上的多个功能层结构,所述多个功能层结构包括周期性交替层叠排布的 L 类区层与 H 类区层,其中 L 类区层的折射率小于第一门限, H 类区层的折射率大于第二门限,所述第二门限大于等于所述第一门限,并且 L 类区层的厚度等于四分之一波长除以所述 L 类区层的折射率, H 类区层的厚度等于四分之一波长除以所述 H 类区层的折射率。本发明提高了显示装置的色纯度和效率,同时也避免了常见的受多个功能层干涉影响的杂乱光谱。在电路区的功能层构成和材料变更时,可以通过增减 QWS 对数的方式来灵活调配以保持微腔效果。



1. 一种具有微腔结构的有机发光二极管(OLED)显示器,其特征在于,

所述微腔结构位于发光区的下镜面具有形成于基板上的多个功能层结构,所述多个功能层结构包括周期性交替层叠排布的L类区层与H类区层,其中L类区层的折射率小于第一门限,H类区层的折射率大于第二门限,所述第二门限大于等于所述第一门限,并且L类区层的厚度等于四分之一波长除以所述L类区层的折射率,H类区层的厚度等于四分之一波长除以所述H类区层的折射率;

所述波长为蓝光的中心波长或者绿光的中心波长;

所述功能层结构包括平坦化层,所述平坦化层为一L类区层,且所述平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层。

2. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述多个功能层结构至少包括一由L类区层和H类区层层叠构成的双层结构。

3. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述多个功能层结构中的每个功能层由至少一膜层构成;材料相同的相邻膜层共同构成一区层,材料不同的相邻膜层分别构成不同区层。

4. 如权利要求1或3所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、栅极绝缘层、间隔层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,其中,所述缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,所述缓冲层的第一膜层、间隔层的第三膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;

所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

5. 如权利要求4所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述栅极绝缘层为二氧化硅膜层,平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;

缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

6. 如权利要求1或3所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、间隔层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,其中,缓冲层的第二膜层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层、间隔层的第三膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;

所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

7. 如权利要求6所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次

包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;

缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

8.如权利要求1或3所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、栅极绝缘层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,其中,缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;

缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

9.如权利要求8所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

栅极绝缘层为二氧化硅膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层;

缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

10.如权利要求1或3所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、栅极绝缘层、间隔层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,平坦化层与间隔层的第四膜层折射率相同,其中,缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和间隔层的第三膜层的折射率均大于第二门限;

所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层与平坦化层构成L类区层。

11.如权利要求10所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

栅极绝缘层为二氧化硅膜层,平坦化层为与二氧化硅膜层折射率相同的有机材料膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;

缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层和平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

12.如权利要求1或3所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、间隔层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,平坦化层与间隔层的第四膜层折射率相同,其中,所述缓冲层的第二膜层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,所述缓冲层的第一膜层和间隔层的第三膜层的折射率均大于第二门限;

所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层构成L类区层,所述间隔层的第三膜层构成H类区层,所述间隔层的第四膜层与平坦化层构成L类区层。

13.如权利要求12所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

平坦化层为折射率等于二氧化硅膜层的有机材料膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;

缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层和平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

14.如权利要求1或3所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,其中,所述缓冲层的第二膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;

所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

15.如权利要求14所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;

缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

16.如权利要求1或3所述的有机发光二极管显示器,其特征在于,

各L类区层的折射率相同且小于第一门限,各H类区层的折射率相同且大于第二门限。

一种具有微腔结构的有机发光二极管(OLED)显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及有机发光技术领域,具体涉及一种具有微腔结构(Micro-cavity)的有机发光二极管(OLED)显示器。

背景技术

[0002] 随着有机发光二极管(OLED)显示器技术的不断改进,其宽视角、低成本等优势越发明显,在显示领域里受到越来越多的平板显示器厂商的关注,因此OLED显示器成为目前显示器产业的关注重点。

[0003] 由于OLED(有机发光二极管)显示器的发光光谱比较宽,因此提高色纯度对于显示应用至关重要,而利用微腔结构可以提高OLED显示器发光的色纯度,并提高发光效率。图1为现有技术中利用低温多晶硅(LTPS)工艺制成的主动式有机发光二极管显示器的结构示意图。有机发光二极管显示器分为发光区1和电路区2,如图1中虚线框所标出,位于发光区的下镜面11形成于基板110(Glass Substrate)之上,所述下镜面11具有由LTPS工艺构造的多个功能层结构,此多个功能层结构包括:平坦化层160(PLN层)、钝化层150(Passivation层)、间隔层140(ILD层)、栅极绝缘层130(GI层)、缓冲层120(Buffer层)。显示装置工作时,EL(电致发光)器件发光,经由此多个功能层结构出光(通常称之为“底发射”)。由于此多个功能层中每层各自的光学常数(即折射率与介电常数)和厚度不一样,此多个功能层结构对光产生了严重的干涉,出光的光谱容易杂乱无章,严重影响了整个有机发光二极管显示器发光的效率和色纯度。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于提供具有微腔结构(Micro-cavity)的有机发光二极管(OLED)显示器,可以有效地提高有机发光二极管显示器发光的效率和色纯度。此有机发光二极管显示器可用于底发射主动式有机发光二极管显示器。

[0005] 为了解决上述问题,本发明公开了一种具有微腔结构的有机发光二极管(OLED)显示器,所述微腔结构位于发光区的下镜面具有形成于基板上的多个功能层结构,所述多个功能层结构包括周期性交替层叠排布的L类区层与H类区层,其中L类区层的折射率小于第一门限,H类区层的折射率大于第二门限,所述第二门限大于等于所述第一门限,并且L类区层的厚度等于四分之一波长除以所述L类区层的折射率,H类区层的厚度等于四分之一波长除以所述H类区层的折射率。

[0006] 进一步地,所述多个功能层结构至少包括一由L类区层和H类区层层叠构成的双层结构。

[0007] 进一步地,所述波长为蓝光的中心波长或者绿光的中心波长。

[0008] 进一步地,所述多个功能层结构中的每个功能层由至少一膜层构成;材料相同的相邻膜层共同构成一区层,材料不同的相邻膜层分别构成不同区层。

[0009] 进一步地,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、栅极绝缘层、间

隔层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,其中,所述缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,所述缓冲层的第一膜层、间隔层的第三膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

[0010] 进一步地,所述栅极绝缘层为二氧化硅膜层,平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

[0011] 进一步地,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、间隔层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,其中,缓冲层的第二膜层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层、间隔层的第三膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

[0012] 进一步地,平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

[0013] 进一步地,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、栅极绝缘层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,其中,缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

[0014] 进一步地,栅极绝缘层为二氧化硅膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

[0015] 进一步地,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、栅极绝缘层、间隔层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,平坦化层与间隔层的第四膜层折射率相同,其中,缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和间隔层的第三膜层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层与平坦化层构成L类区层。

[0016] 进一步地,栅极绝缘层为二氧化硅膜层,平坦化层为与二氧化硅膜层折射率相同的有机材料膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层和平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

[0017] 进一步地,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、间隔层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,平坦化层与间隔层的第四膜层折射率相同,其中,所述缓冲层的第二膜层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,所述缓冲层的第一膜层和间隔层的第三膜层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层构成L类区层,所述间隔层的第三膜层构成H类区层,所述间隔层的第四膜层与平坦化层构成L类区层。

[0018] 进一步地,平坦化层为折射率等于二氧化硅膜层的有机材料膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层和平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

[0019] 进一步地,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层、钝化层、平坦化层,缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,其中,所述缓冲层的第二膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层。

[0020] 进一步地,平坦化层为折射率小于第一门限的有机材料膜层,钝化层为氮化硅膜层,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机材料膜层构成L类区层。

[0021] 进一步地,各L类区层的折射率相同且小于第一门限,各H类区层的折射率相同且大于第二门限。

[0022] 与现有技术相比,本发明提供的具有微腔结构(Micro-cavity)的有机发光二极管(OLED)显示器通过利用电路区已有的各个功能层来构成微腔结构(Micro-cavity)的下镜面,使得该下镜面具有QWS结构,提高了有机发光二极管(OLED)显示器的色纯度和效率,同时也避免了常见的受多个功能层干涉影响的杂乱光谱。在电路区的功能层构成和材料变更时,可以通过增减QWS对数的方式来灵活调配以保持微腔效果。

附图说明

[0023] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0024] 图1是现有技术中利用低温多晶硅(LTPS)工艺制成的主动式有机发光二极管显示器的结构示意图;

[0025] 图2是具有微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度(EL Intensity)与反射率 R_1 、 R_2 的关系示意图;

- [0026] 图3是折射率高低交叠的膜层周期性交替层叠排布的示意图；
- [0027] 图4是QWS结构下镜面的反射率与波长的关系示意图；
- [0028] 图5是本发明实施例的具有QWS结构下镜面的微腔结构的有机发光二极管显示器结构示意图；
- [0029] 图6是本发明实施例的修饰多功能层结构的第一方式示意图；
- [0030] 图7是本发明实施例的修饰多功能层结构的第二方式示意图。

具体实施方式

[0031] 以下将配合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式,藉此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

[0032] 本发明的核心在于:将位于机发光二极管(OLED)显示器发光区的微腔结构(Micro-cavity)下镜面的多个功能层结构形成QWS结构,以提高下镜面的反射率,从而增强具有微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度和色纯度。并且该微腔结构(Micro-cavity)下镜面的多个功能层利用电路区的已有功能层实现,与现有结构兼容。

[0033] 以下描述下本发明的设计原理和应用场景

[0034] i.微腔效果增强的关键因素——上、下镜面反射率

[0035] 具有微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度与非微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度的关系可以表述如下:

$$[0036] \quad |E_{cav}(\lambda)|^2 = \frac{(1 - R_2)[1 + R_1 + 2(R_1)^{0.5} \cos(\frac{4\pi x}{\lambda})]}{1 + R_1 R_2 - 2(R_1 R_2)^{0.5} \cos(\frac{4\pi L}{\lambda})} |E_0(\lambda)|^2 \quad (1)$$

[0037] 其中, E_{cav} 为具有微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度, E_0 为非微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度, L 为上镜面与下镜面之间的有效距离, x 是发光中心到上镜面的有效距离, R_1 是下镜面的反射率, R_2 是上镜面的反射率, λ 为透射光的波长。

[0038] 如(1)式可知,具有微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度与其上镜面、下镜面的多个功能层结构有很大关系。根据(1)式可以得到具有微腔结构的有机发光二极管显示器的发光强度与反射率 R_1 、 R_2 的关系,如图2所示。显然,在具有微腔结构的有机发光二极管显示器中,适当增大上、下镜面的功能层的反射率 R_1 、 R_2 可以增强微腔效果,得到优化的色纯度和发光效率。

[0039] ii.利用QWS结构增大反射率

[0040] 折射率高低交叠的膜层周期性交替层叠排布从而构成膜层堆垛,这种折射率高低交叠的膜层周期性交替层叠排布称为QWS(Quarter Wave Stack四分之一波长膜层堆)结构,如图3所示, L 代表低折射率的膜层, H 代表高折射率的膜层,只要交替排列即可,形如H-L-H-L...或者L-H-L-H...均可称为QWS结构。

[0041] 在这种QWS结构排布下的膜层结构中,形成QWS排列的膜层对越多,整个膜层堆垛的带阻就越大,相应的整个膜层堆垛的反射率就越大。进一步通过科学计算发现,形成QWS排列的膜层对大于2对时,可以使得反射率发生显著增大,膜层对越多,增大效果越明显,参见图4,横轴为波长,纵轴为反射率。

[0042] 同时,QWS结构要求折射率高的膜层的厚度 $thickness_{high}$ 和折射率低的膜层的厚度 $thickness_{low}$ 分别如下:

$$[0043] \quad thickness_{high} = \frac{\lambda}{4n_{high}}$$

$$[0044] \quad thickness_{low} = \frac{\lambda}{4n_{low}} \quad (2)$$

[0045] 其中, n_{high} 为折射率高的膜层的折射率, n_{low} 为折射率低的膜层的折射率, λ 为透射光的波长。一般认为, n_{high} 大于第二门限, n_{low} 小于第一门限,第一门限和第二门限的取值根据设计需要或者设计经验选取。

[0046] 假设取第一门限为1.6,第二门限为1.9,因此折射率高的膜层可以选用氮化硅膜层,其折射率一般在1.97左右;折射率低的膜层可以选用二氧化硅膜层,其折射率一般在1.48左右,此为示例,本发明并不限于此。

[0047] 在微腔结构的有机发光二极管显示器中实现QWS

[0048] 参考图1,现有OLED显示器的发光区1主要包括下镜面11、有机发光层12和上镜面13,其中位于发光区的下镜面具有形成于基板上的多个功能层结构,依次包括形成于基板110(例如玻璃基板)上的缓冲层120(Buffer层)、栅极绝缘层130(G1层)、间隔层140(ILD层)、钝化层150(Passivation层)、平坦化层160(PLN层)。Buffer层的作用是防止玻璃基板(Glass substrate)中的钠离子等杂质向有源层的扩散而带来污染;G1层的作用主要是将有源层21和栅极22(Gate电极)隔离开;ILD层的作用是作为栅极22和源极/漏极23(S/D电极)之间的绝缘层;Passivation层的作用是保护源极/漏极23,同时将源极/漏极23与铟锡氧化物半导体透明导电膜24(ITO)隔离开;PLN层的作用是降低ITO表面的不平整度。

[0049] PLN层通常是一种折射率较小(小于第一门限)的有机材料膜层,这种有机材料膜层在实际生产中可以使用如日本东丽公司(Toray)生产的聚酰亚胺材料,其折射率在1.5左右,Passivation层通常为氮化硅(SiN_3)膜层,ILD层通常可以由二氧化硅膜层和氮化硅膜层层叠得到,G1层通常为二氧化硅膜层,Buffer层通常可以由二氧化硅膜层和氮化硅膜层层叠得到,参见表1。而二氧化硅的折射率相对氮化硅较低,则现有下基板上的多个功能层结构形成了折射率高低交叠的膜层周期性交替层叠排布,满足了QWS结构的材料参数的条件。

[0050]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机薄膜	低
Passivation	氮化硅	高
ILD	二氧化硅	低
	氮化硅	高
GI	二氧化硅	低
Buffer	二氧化硅	低
	氮化硅	高

[0051] 表1

[0052] 此时不需要增添任何的新材料,也不需要新的Mask(掩膜),利用现有的位于下镜面11上的PDL Mask(像素定义层的掩模)在LTPS工艺中对位于发光区1的下镜面11的多个功能层结构进行修饰,使其膜层的厚度满足QWS结构,如图5所示,显然其新结构与现有结构兼容,包括发光区1、电路区2、下镜面11、有机发光层12、上镜面13、源层21、栅极22、源极/漏极23与铟锡氧化物半导体透明导电膜24。

[0053] 这里可以通过两种方式实现:

[0054] 1)如图6所示,第一步,依据所述OLED的电路区所需的当前膜层的厚度在整个OLED上沉积当前的一个膜层;第二步,再利用PDL Mask,在所述OLED的发光区将当前的膜层刻蚀至目标厚度,所述目标厚度使当前膜层所形成的QWS结构满足式2的厚度要求;然后重复步骤,继续开始沉积下一个膜层,之后再刻蚀至目标厚度,直至完成所有膜层;例如,如图6所示的实施例就是先对Buffer层开始在整个OLED上沉积,然后将发光区部分Buffer层刻蚀至目标厚度,然后再以相同的方式始沉积G1层,直至完成所有膜层。

[0055] 2)如图7所示,第一步,在所述OLED的电路区沉积当前膜层,所沉积的厚度为所述OLED的电路区所需的当前膜层的厚度减去目标厚度;第二步,再在整个OLED上沉积目标厚度,所述目标厚度使发光区的当前膜层所形成的QWS结构满足式2的厚度要求,然后重复步骤,继续开始以电路区所需的下一个膜层的厚度减去目标厚度所得到的厚度来沉积下一个膜层,再在整个OLED上沉积目标厚度,直至完成所有膜层。

[0056] 本发明的具有微腔结构的有机发光二极管显示器结构

[0057] i. 总体结构

[0058] 由以上内容,本发明提出了具有微腔结构的有机发光二极管(OLED)显示器,其微腔结构的发光区的下镜面具有形成于基板上的多个功能层结构,所述多个功能层结构包括周期性交替层叠排布的L类区层与H类区层,其中L类区层的折射率小于第一门限,H类区层的折射率大于第二门限,所述第二门限大于等于所述第一门限,并且L类区层的厚度等于四分之一波长除以所述L类区层的折射率,H类区层的厚度等于四分之一波长除以所述H类区

层的折射率。

[0059] 所述多个功能层结构至少包括一由L类区层和H类区层层叠构成的双层结构,即该双层结构包括L类区层和位于L类区层之上的H类区层,或者H类区层和位于H类区层之上的L类区层,所述L类区层和H类区层层叠构成的结构越多,微腔效果越好,色纯度和发光效率会更加优化。

[0060] ii.区层的划分

[0061] 例如图1中的Buffer层、G1层等等,为微腔结构的下镜面的功能层。每个功能层由至少一个膜层构成,例如图1中的Buffer层是双层结构,由二氧化硅膜层和氮化硅膜层复合得到;G1层是单层结构且由二氧化硅制成,因而G1层就是二氧化硅膜层,参见表1。

[0062] 区层则是根据膜层的邻接关系重新进行了一种逻辑划分,包括:1)材料相同的相邻膜层共同构成一区层,例如,一个功能层仅包括二氧化硅膜层,另一个相邻的功能层也仅包括二氧化硅膜层,因此两个二氧化硅膜层构成一L类区层;2)材料不同的相邻膜层分别构成不同区层,参见表1,例如PLN层为折射率小于第一门限的有机材料膜层,Passivation层包括氮化硅材料层,PLN层与Passivation层相邻,因此PLN层构成一L类区层,Passivation层的氮化硅膜层构成一H类区层;因为PLN层与Passivation层都为单层结构,也可称为PLN层构成一L类区层,Passivation层构成一H类区层。

[0063] 上述两种逻辑划分还可以包括两种扩展方式:3)分别隶属于不同功能层的材料相同的相邻膜层共同构成一区层,例如G1层包括二氧化硅膜层,Buffer层包括二氧化硅膜层和氮化硅膜层,G1层与Buffer层的二氧化硅膜层相邻,因此G1层的二氧化硅膜层与Buffer层的二氧化硅膜层构成一L类区层;4)隶属于同一功能层的材料不同的相邻膜层分别构成不同区层,例如:1LD层包括二氧化硅膜层和氮化硅膜层,两者分别构成L类区层和H类区层。

[0064] iii.材料、折射率的选择

[0065] 1)各个L类区层可以采用相同的材料,因而具有相同的折射率,各个H类区层也可以采用相同的材料,因而具有相同的折射率,L类区层的折射率小于H类区层的折射率。

[0066] 参见表1,例如,Buffer层的二氧化硅膜层和G1层构成L类区层,1LD层的二氧化硅膜层构成L类区层,这些L类区层都采用二氧化硅,因而具有相同的折射率,PLN层也可以采用与二氧化硅膜层折射率相同的有机材料膜层的;又例如,Buffer层的氮化硅膜层构成H类区层,1LD层的氮化硅膜层构成H类区层,Passivation层构成H类区层,这些H类区层都采用氮化硅,因而具有相同的折射率;二氧化硅材料的折射率小于氮化硅的折射率。

[0067] 2)各个L类区层也可以采用不同的材料,但是这些材料的折射率与H类区层的折射率相比都较小;各个H类区层也可以采用不同的材料,但是这些材料的折射率与L类区层的折射率相比都较大;

[0068] 参见表1,例如,Buffer层的二氧化硅膜层和G1层构成L类区层,1LD层的二氧化硅膜层构成L类区层,PLN使用的有机材料膜层的折射率可以不等于二氧化硅的折射率,而是使用与二氧化硅具有相近折射率的其他材料,此时PLN层仍然构成L类区层,PLN层的折射率依然小于氮化硅的折射率,处于L类区层所要求的折射率区间内,即小于第一门限;

[0069] 又例如,Buffer层的氮化硅膜层构成H类区层,1LD层的氮化硅膜层构成H类区层,Passivation层可以不再采用氮化硅制成,转而采用了与氮化硅具有相近折射率的其他材料,此时Passivation层仍然构成H类区层,Passivation层的折射率依然大于二氧化硅的折

射率,处于H类区层所要求的折射率区间内,即大于第二门限。

[0070] 所述第一门限与第二门限根据经验选取,其主要目的是保证即使使用不同材料,各L类区层的折射率也小于各H类区层的折射率,从而保证满足QWS结构。

[0071] iv.波长的选取

[0072] 所述波长可以为各种颜色的透射光中最需要补偿的颜色的中心波长,一般来说蓝光的波长相对较短而散射现象严重,因此可以认为蓝光最需补偿,所以所述波长选择蓝光的中心波长;另外,在实践经验中,所述波长也可以选择绿光的中心波长。

[0073] 若干实施例与应用实例

[0074] 如果电路区所需要的功能层数量或者材料变更,可以通过增减QWS对的方式来对应变化,参照以下实施例。

[0075] 下面以十三个实施例对本发明的具有微腔结构的有机发光二极管显示器作进一步说明。

[0076] 实施例一

[0077] 参见表1-1,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、栅极绝缘层(GI)、间隔层(ILD)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层(即第一膜层比第二膜层离基板近),间隔层依次包括第三膜层和第四膜层(即第三膜层比第四膜层离基板近),其中,所述缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层、间隔层的第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,所述缓冲层的第一膜层、间隔层的第三膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层,具有三对层叠交替结构。

[0078] 需要说明的是,平坦化层为折射率较低的有机材料膜层,在实际操作中优选采用与第四膜层或第二膜层折射率相同或相近的有机材料膜层。

[0079]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机材料膜层	低
Passivation	折射率大于第二门限的膜层	高
ILD	第四膜层	低
	第三膜层	高
GI	栅极绝缘层	低
Buffer	第二膜层	低
	第一膜层	高

[0080] 表1-1

[0081] 实施例二

[0082] 参见表1-2,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、间隔层(ILD)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,其中,第二膜层、第四膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,第一膜层、第三膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层,具有三对层叠交替结构。

[0083] 需要说明的是,平坦化层为折射率较低的有机材料膜层,在实际操作中优选采用与第四膜层或第二膜层折射率相同或相近的有机材料膜层。

[0084]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机材料膜层	低
Passivation	折射率大于第二门限的膜层	高
ILD	第四膜层	低
	第三膜层	高
Buffer	第二膜层	低
	第一膜层	高

[0085] 表1-2

[0086] 实施例三

[0087] 参考表1-3,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、栅极绝缘层(GI)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,其中,缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层,具有两对层叠交替结构。

[0088] 需要说明的是,平坦化层为折射率较低的有机材料膜层,在实际操作中优选采用与第四膜层或第二膜层折射率相同或相近的有机材料膜层。

[0089]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机材料膜层	低
Passivation	折射率大于第二门限的膜层	高
GI	栅极绝缘层	低
Buffer	第二膜层	低
	第一膜层	高

[0090] 表1-3

[0091] 实施例四

[0092] 参考表1-4,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、栅极绝缘层(GI)、间隔层(ILD)、平坦化层(PLN),缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,平坦化层采用与间隔层的第四膜层折射率相同的有机材料膜层,其中,缓冲层的第二膜层、栅极绝缘层、间隔层的第四膜层和平坦化层的有机材料膜层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和间隔层的第三膜层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,缓冲层的第二膜层与栅极绝缘层构成L类区层,间隔层的第三膜层构成H类区层,间隔层的第四膜层与平坦化层的有机材料膜层构成L类区层,具有两对层叠交替结构。

[0093]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机材料膜层	低
ILD	第四膜层	低
	第三膜层	高
GI	第二膜层	低
Buffer	第二膜层	低
	第一膜层	高

[0094] 表1-4

[0095] 实施例五

[0096] 参考表1-10,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、间隔层(ILD)、平坦化层(PLN),缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,间隔层依次包括第三膜层和第四膜层,平坦化层采用与间隔层的第四膜层折射率相同的有机材料膜层,其中,所述

缓冲层的第二膜层、间隔层的第四膜层和平坦化层的有机材料膜层的折射率均小于第一门限,所述缓冲层的第一膜层和间隔层的第三膜层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层构成L类区层,所述间隔层的第三膜层构成H类区层,所述间隔层的第四膜层与平坦化层的有机材料膜层构成L类区层,具有两对层叠交替结构。

[0097]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机材料膜层	低
ILD	第四膜层	低
	第三膜层	高
Buffer	第二膜层	低
	第一膜层	高

[0098] 表1-5

[0099] 实施例六

[0100] 参考表1-11,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),缓冲层依次包括第一膜层和第二膜层,其中,所述缓冲层的第二膜层和平坦化层的折射率均小于第一门限,缓冲层的第一膜层和钝化层的折射率均大于第二门限;所述缓冲层的第一膜层构成H类区层,所述缓冲层的第二膜层构成L类区层,钝化层构成H类区层,平坦化层构成L类区层,具有两对层叠交替结构。

[0101] 需要说明的是,平坦化层为折射率较低的有机材料膜层,在实际操作中优选采用与第四膜层或第二膜层折射率相同或相近的有机材料膜层。

[0102]

功能层	材料	折射率
PLN	有机材料膜层	低
Passivation	折射率大于第二门限的膜层	高
Buffer	第二膜层	低
	第一膜层	高

[0103] 表1-6

[0104] 对应上述六个实施例,下面再以六个应用实例对本发明的具有微腔结构的有机发光二极管显示器作进一步说明。H类区层采用氮化硅材料,L类区层采用二氧化硅材料或采

用折射率与二氧化硅相同的有机薄膜,设置H类区层厚度时,使用氮化硅的折射率进行计算,设置L类区层厚度时,使用二氧化硅的折射率进行计算。

[0105] 应用实例一

[0106] 参见表2-1,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、栅极绝缘层(GI)、间隔层(ILD)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),栅极绝缘层由二氧化硅膜层构成,平坦化层为折射率较低的有机薄膜(在实际操作中优选采用与二氧化硅膜层折射率相同或相近的有机薄膜),钝化层由氮化硅膜层构成,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层(即缓冲层的氮化硅膜层比二氧化硅膜层离基板近),间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层(即间隔层的氮化硅膜层比二氧化硅膜层离基板近);缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机薄膜构成L类区层。

[0107]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机薄膜	低
Passivation	氮化硅膜层	高
ILD	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高
GI	二氧化硅膜层	低
Buffer	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高

[0108] 表2-1

[0109] 应用实例二

[0110] 参见表2-2,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、间隔层(ILD)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),平坦化层为折射率较低的有机薄膜(在实际操作中优选采用与二氧化硅膜层折射率相同或相近的有机薄膜),钝化层由氮化硅膜层构成,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机薄膜构成L类区层。

[0111]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机薄膜	低
Passivation	氮化硅膜层	高
ILD	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高
Buffer	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高

[0112] 表2-2

[0113] 应用实例三

[0114] 参考表2-3,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、栅极绝缘层(GI)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),栅极绝缘层由二氧化硅膜层构成,钝化层由氮化硅膜层构成,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,平坦化层为折射率较低的有机薄膜(在实际操作中优选采用与二氧化硅膜层折射率相同或相近的有机薄膜);缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机薄膜构成L类区层。

[0115]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机薄膜	低
Passivation	氮化硅膜层	高
GI	二氧化硅膜层	低
Buffer	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高

[0116] 表2-3

[0117] 应用实例四

[0118] 参考表2-4,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、栅极绝缘层(GI)、间隔层(ILD)、平坦化层(PLN),栅极绝缘层由二氧化硅膜层构成,平坦化层为折射率与二氧化硅膜层相同的有机薄膜,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层和栅极绝缘层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区

层,间隔层的二氧化硅膜层和平坦化层的有机薄膜构成L类区层。

[0119]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机薄膜	低
ILD	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高
GI	二氧化硅膜层	低
Buffer	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高

[0120] 表2-4

[0121] 应用实例五

[0122] 参考表2-5,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、间隔层(ILD)、平坦化层(PLN),平坦化层为折射率与二氧化硅膜层相同的有机薄膜,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层,间隔层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅膜层构成L类区层,间隔层的氮化硅膜层构成H类区层,间隔层的二氧化硅膜层和平坦化层的有机薄膜构成L类区层。

[0123]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机薄膜	低
ILD	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高
Buffer	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高

[0124] 表2-5

[0125] 应用实例六

[0126] 参考表2-6,所述多个功能层结构包括依次形成于基板上的缓冲层(Buffer)、钝化层(Passivation)、平坦化层(PLN),平坦化层为折射率较低的有机薄膜(在实际操作中优选采用与二氧化硅膜层折射率相同或相近的有机薄膜),钝化层由氮化硅膜层构成,缓冲层依次包括氮化硅膜层和二氧化硅膜层;缓冲层的氮化硅膜层构成H类区层,缓冲层的二氧化硅

膜层构成L类区层,钝化层的氮化硅膜层构成H类区层,平坦化层的有机薄膜构成L类区层。
[0127]

功能层	膜层	折射率
PLN	有机薄膜	低
Passivation	氮化硅膜层	高
Buffer	二氧化硅膜层	低
	氮化硅膜层	高

[0128] 表2-6

[0129] 需要说明的是,在本说明书中出现的“依次形成”、“依次包括”定义为延远离基板的方向依次形成\包括,权利要求书中对于“依次”的解释遵循此定义。

[0130] 述说明示出并描述了本发明的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

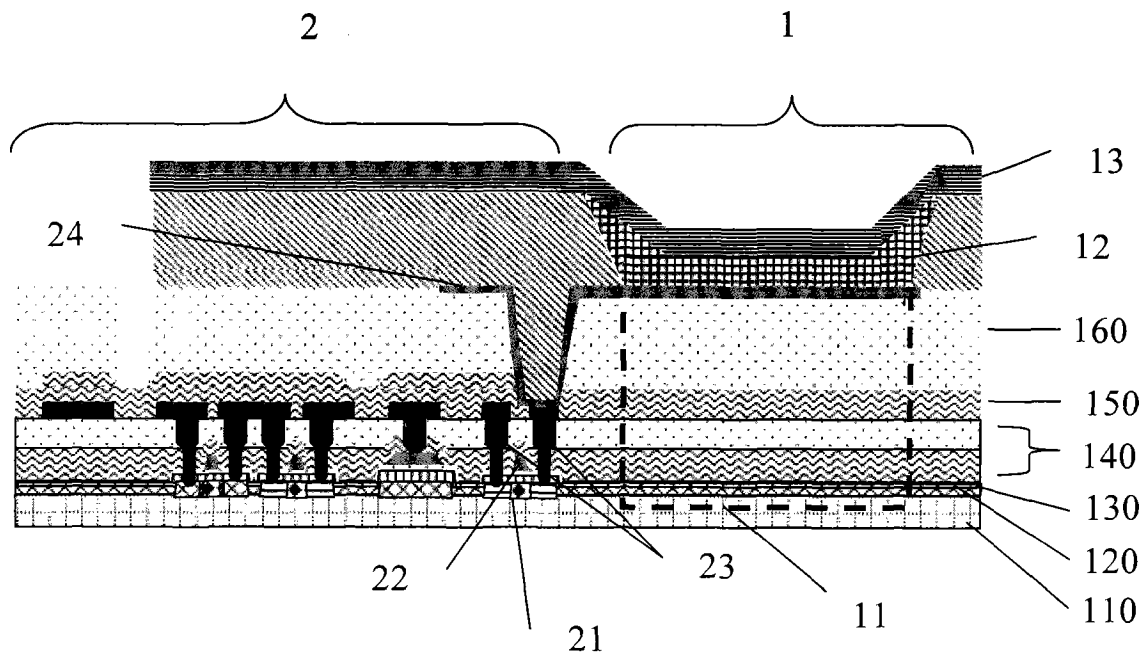


图1

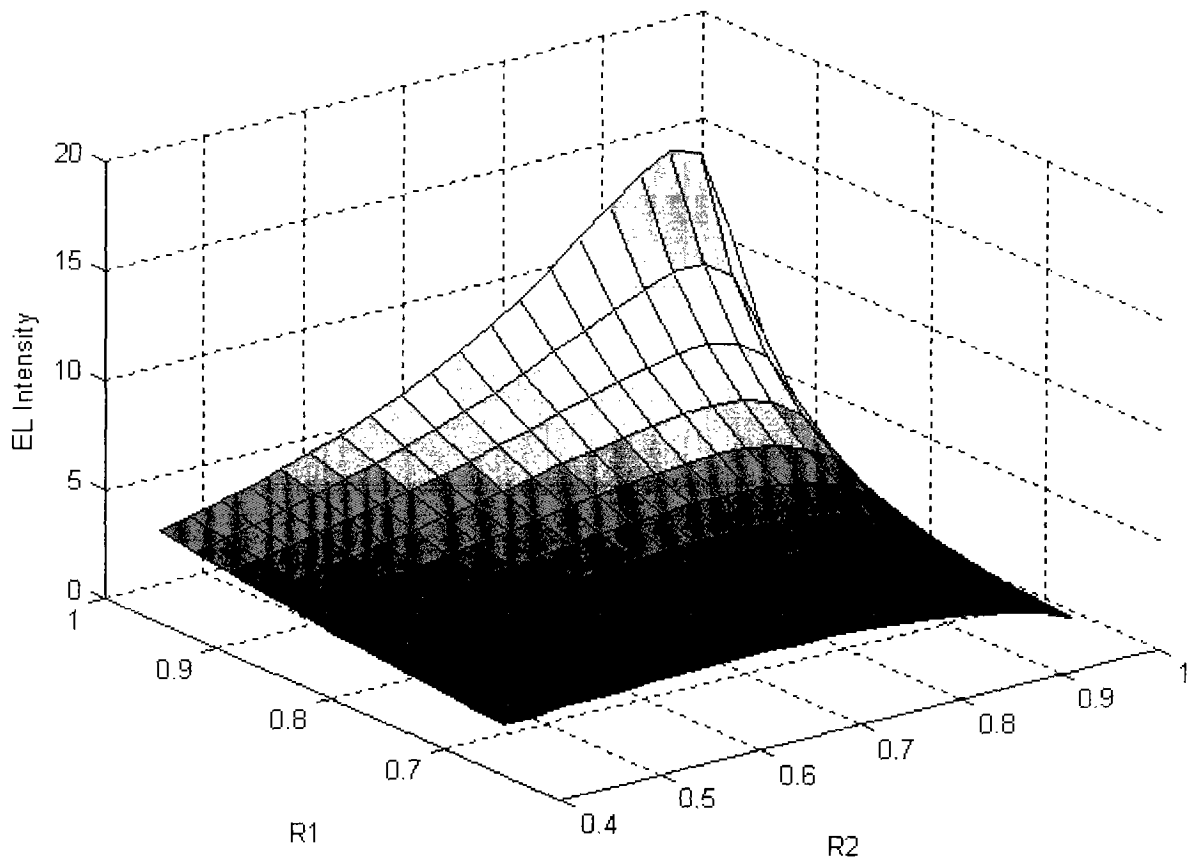


图2

L
H
L
H
L
H
L
H

图3

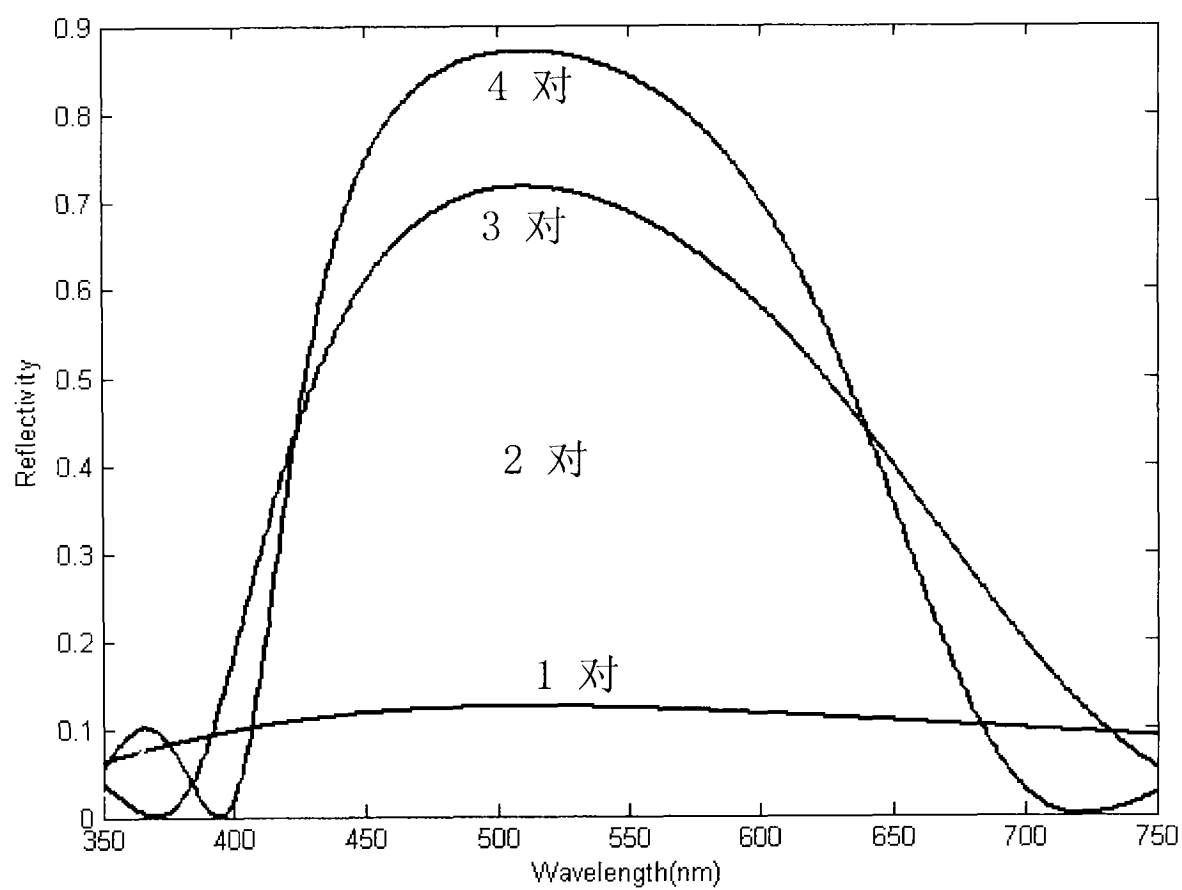


图4

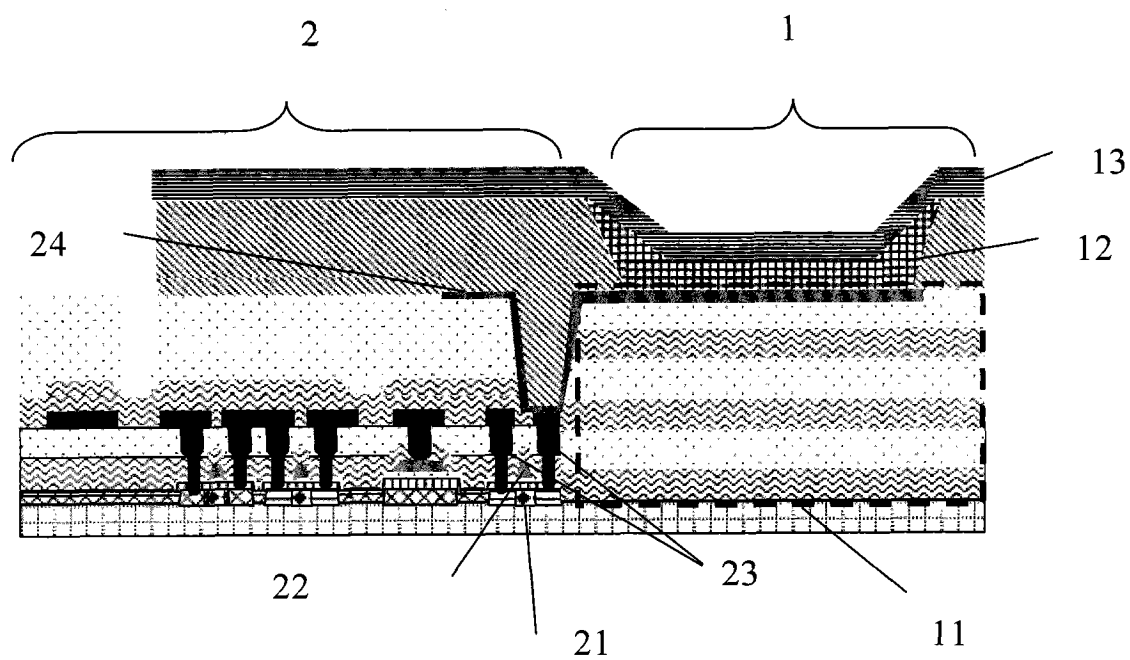


图5

第一步



第二步

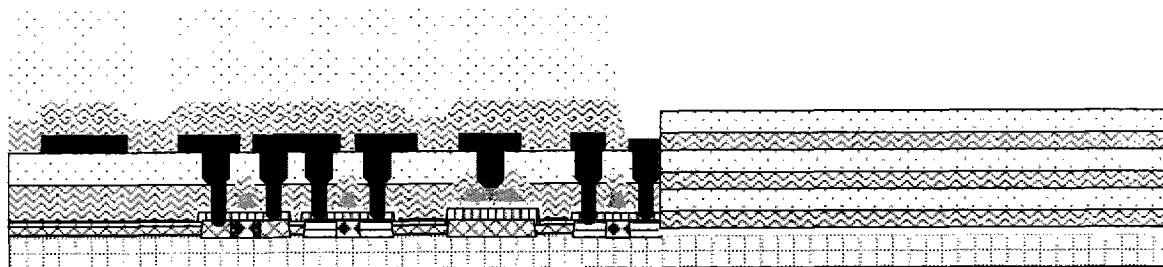


图6

第一步



第二步

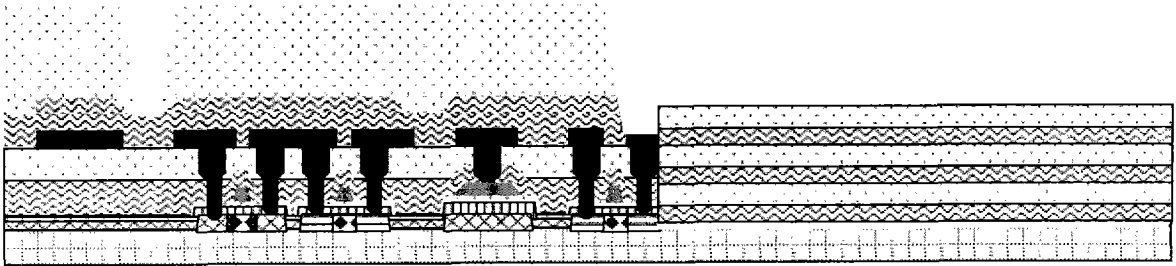


图7

专利名称(译)	一种具有微腔结构的有机发光二极管(OLED)显示器		
公开(公告)号	CN103165640B	公开(公告)日	2016-06-22
申请号	CN201110463090.4	申请日	2011-12-18
[标]申请(专利权)人(译)	上海天马微电子有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海天马微电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海天马微电子有限公司		
[标]发明人	熊志勇 何为 牛晶华		
发明人	熊志勇 何为 牛晶华		
IPC分类号	H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5265 H01L27/3258		
审查员(译)	王鹏飞		
其他公开文献	CN103165640A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种具有微腔结构的有机发光二极管(OLED)显示器，所述微腔结构的发光区的下镜面具有形成于基板上的多个功能层结构，所述多个功能层结构包括周期性交替层叠排布的L类区层与H类区层，其中L类区层的折射率小于第一门限，H类区层的折射率大于第二门限，所述第二门限大于等于所述第一门限，并且L类区层的厚度等于四分之一波长除以所述L类区层的折射率，H类区层的厚度等于四分之一波长除以所述H类区层的折射率。本发明提高了显示装置的色纯度和效率，同时也避免了常见的受多个功能层干涉影响的杂乱光谱。在电路区的功能层构成和材料变更时，可以通过增减QWS对数的方式来灵活调配以保持微腔效果。

