



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410007308.5

[43] 公开日 2004 年 11 月 3 日

[11] 公开号 CN 1543281A

[22] 申请日 2004.2.18

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

[21] 申请号 200410007308.5

代理人 刘维升 段晓玲

[30] 优先权

[32] 2003. 2. 18 [33] US [31] 10/368513

[71] 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 Y·S·田 G·法鲁吉亚

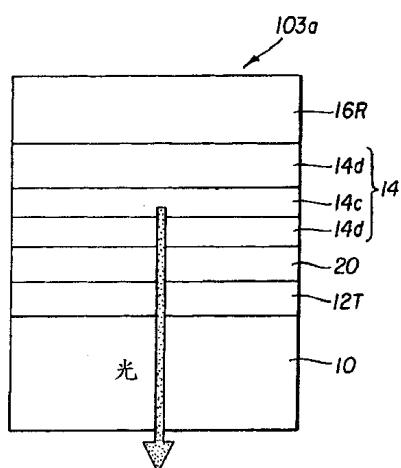
J·D·肖尔

权利要求书 2 页 说明书 32 页 附图 7 页

[54] 发明名称 调谐的微腔彩色 OLED 显示器

[57] 摘要

彩色有机发光显示器件，其具有被分成至少两个不同颜色像素组的像素的阵列，每个颜色像素组在公共基材上发射不同的预定颜色的光。其中在阵列中的每一个像素包括设置在基材上的金属底电极层和与金属底电极层隔开的金属电极层。其中用于反射金属电极层的材料包括银、金、铝或其合金，用于半透明金属电极层的材料包括银、金或其合金；以及其中选择半透明金属电极层的厚度、有机层和透明导电相 - 层的组合厚度、和发光层的布置以便在显示器中的每一个像素形成调谐的微腔 OLED 器件，所述微腔 OLED 器件具有高于没有微腔的类似的 OLED 器件的发射输出效率。



1. 彩色有机发光显示器件，其具有被分成至少两个不同颜色像素组的像素阵列，每个像素组在公共基材上发射不同的预定颜色的光，其中在阵列中的每一个像素包括：

设置在基材上的金属底电极层；

与金属底电极层相间隔的金属顶电极层；

在顶电极层和底电极层之间设置并且设置成产生宽带光的有机EL元件；
和

设置在金属底电极层和有机EL元件之间的透明导电相-层；

其中有机EL元件对于所有彩色像素是公共的；其中对于在不同颜色像素组中的像素，分别地选择透明导电相-层的厚度以使在不同颜色像素组中的像素发射不同的预定颜色的光；其中金属电极层的一个是半透明的，另一个基本上是不透明和反射的；其中用于反射金属电极层的材料包括银、金、铝或其合金，
用于半透明金属电极层的材料包括银、金或其合金；以及其中选择半透明金属电极层的厚度、有机层和透明导电相-层的组合厚度、和发光层的布置以便在显示器中的每一个像素形成调谐的微腔OLED器件，所述微腔OLED器件具有高于没有微腔的类似的OLED器件的发射输出效率。

2. 根据权利要求1的彩色有机发光显示器，其中两个金属电极层是银或其合金，半透明电极层的厚度为10纳米到30纳米。

3. 根据权利要求1的彩色有机发光显示器，其中底电极层是半透明的，以及光通过基材发射。

4. 根据权利要求3的彩色有机发光显示器，其中器件进一步包括设置在半透明底电极层和基材之间的高折射率的吸收减小层。

5. 根据权利要求4的彩色有机发光显示器，其中吸收减小层具有大于1.6的折射率。

6. 根据权利要求4的彩色有机发光显示器，其中用于半透明电极的材料进一步包括铝、铜、其合金，或具有小于50%银的镁银合金。

7. 根据权利要求1的彩色有机发光显示器，其中顶电极层是半透明的，以及光通过半透明顶-电极层发射。

8. 根据权利要求7的彩色有机发光显示器，其中器件进一步包括设置在半透明顶电极层上的高折射率的吸收减小层。

9. 根据权利要求8的彩色有机发光显示器，其中吸收减小层具有大于1.6的折射率。

5 10. 根据权利要求8的彩色有机发光显示器，其中用于半透明电极的材料进一步包括铝、铜、其合金，或具有小于50%银的镁银合金。

11. 根据权利要求1的彩色有机发光显示器，其中底电极层是阳极，顶电极层是阴极。

10 12. 根据权利要求1的彩色有机发光显示器，其中底电极层是阴极，顶电极层是阳极。

调谐的微腔彩色OLED显示器

5 技术领域

本发明涉及一种改善的调谐微腔 (tuned microcavity) 彩色OLED显示器件。

背景技术

有机电致发光 (EL) 器件或者有机发光二极管 (OLED) 是响应外加电势而发光的电子器件。Tang及其他人 (应用物理期刊51,913 (1987) , 应用物理期刊, 65,3610 (1989) , 和共同转让的US-A-4,769,292) 说明了高效的OLED。从那以后, 已经公开了许多的具有选择层 (alternative layer) 结构的包括聚合材料的很多OLED, 且器件性能已经得到提高。图1示意性地示出现有技术的底部发射型OLED的横截面图。现有技术的底部发射型OLED器件101包括基材10、透明的底电极12a、有机EL元件14和反射的金属顶电极16R。有机EL元件14可以包括一个或多个子层 (sub-layer) , 所述子层包括空穴注入层 (HIL) 14a (未示出) 、空穴传输层 (HTL) 14b、发光层 (LEL) 14c、电子传输层 (ETL) 14d 和电子注入层 (EIL) 14e (未示出) 。在图1中透明的底电极12a是阳极, 反射的金属顶电极16R是阴极; 但是反之亦然, 如果是这样的话, 在有机EL元件14中子层的顺序是相反的。

20 对于OLED器件的一个最有前途的应用是在彩色有机发光显示器中使用它们。彩色有机发光显示器是包括发射超过一种颜色的多于一个区域或像素的器件。当单独的区域尺寸相对大和单独的区域的数目很小时, 显示器通常称为区域彩色显示器。当单独的区域尺寸小但是单独的区域的数目很大时, 显示器通常称为像素化 (pixelated) 显示器。后者对于需要显示高分辨率全色图像的应用为优选器件。最通常地, 像素被分成三个不同的彩色像素组, 每个发射蓝、绿或红的原色。通过施加不同的功率组合以驱动像素, 可以显示全色图像。

30 有几个不同的方法试图提供不同颜色的像素。最直接的方法是对不同的像素设置不同颜色的发光层。对于小分子OLED器件可以做到: 在汽相沉积工艺期间, 通过使用荫罩 (shadow masks) 把不同颜色的发射体材料沉积到不同的像素。虽然此方法已经证明可以制造高性能器件, 但是当要求高分辨率像素时,

其工艺是复杂的。荫罩是昂贵的且其对准是困难的。建议一种可选方法是使用利用扫描激光束的近间隔的蒸汽输送。虽然不再利用荫罩，但是设备是复杂的，并没有报道得到高质量的器件。特别适合制造聚合物基OLED器件的另一个方法是使用喷墨印刷，在所要求的像素位置沉积发射体材料。虽然此方法是有吸引力的，但是它难以制造高性能、稳定的器件。

一个不同的方法是对所有像素使用公共发射体，然后利用其他的方式产生不同的颜色。例如，发白色光的OLED可以使用用于不同像素的滤色器的组合而产生不同的颜色。除提供滤色器的成本之外，主要缺点是通过滤色器的吸收而损失了大约三分之二的光。一种可供选择的方法是使用发蓝光的OLED，其组合不同的荧光材料用于不同的像素从而产生不同的颜色。因为发射蓝光的OLED器件通常比其他的OLED更不稳定和效率更低，因此此方法具有根本的缺陷。

提出的另一个方法是使用像素化微腔。在微腔OLED器件中（US-A-6,406,801 B1, 5,780,174 A1, 和JP 11,288,786 A），有机EL元件设置在两个高反射镜之间，其中一个是半透明的。反射镜形成法布里-珀罗微腔，该微腔大大地改变了设置在腔中的有机EL元件的发射性能。接近与腔的谐振波长相对应的波长的发射通过半透明镜而提高，且远离谐振波长的发射被抑制。在OLED器件中微腔的使用已经表明可以减小发射带宽和改善发射的色纯度（US-A-6,326,224）。还表明通过利用微腔，可以提高亮度输出[Yokoyama, 科学, 第256卷 (1992) 第66页; Jordan以及其它人, 应用物理学Lett.69, (1996) 第1997页]。已有提议通过利用微腔的颜色选择性获得像素化。此提议是提供宽带发射体和对于不同的像素提供不同的微腔长度（US-A-5,554,911; US-A-5,847,506; US-A-5,969,475; 和US-A-5,405,710）。虽然此提议具有优点，但是实际应用所提出的概念是困难的，因为在这些及其他现有技术公开的微腔OLED器件中至少一个反射镜是四分之一波叠层（QWS）。QWS是高折射率和低折射率介电薄膜交替的多层堆叠，每个具有四分之一波长厚度。它可以是在要求的波长范围内调谐以具有高反射率、低透射率和低吸收率。

图2示意地示出基于现有技术QWS的微腔OLED器件102的示范性的横截面图。基于QWS的微腔OLED器件102包括基材10、作为半透明反射器的QWS反射镜18、透明的底电极12a、有机EL元件14和反射金属顶电极16R。典型的QWS

反射镜18具有 TiO_2 : SiO_2 : TiO_2 : SiO_2 : TiO_2 , TiO_2 $n=2.45$ 和 SiO_2 $n=1.5$ [参见R.H. Jordan以及其它人, 应用物理学Lett 69, 1997 (1996)]。每种材料的厚度分别是56纳米和92纳米, 相当于在550纳米发射绿光的四分之一波长。在工作中只有在550纳米的谐振波长为中心的窄带光通过QWS层并发射出微腔OLED器件。

5 QWS结构复杂, 制造成本昂贵。谐振带宽是极其窄的, 结果, 即使基于QWS的微腔在谐振波长能够大大地增加发射峰高度, 在波长上汇集的总亮度几乎没有提高, 实际上在没有微腔的类似装置上可能还降低了。另外, 介质层不导电。要形成实用的OLED器件, 需要在QWS和有机层间设置单独的透明的导电电极层。此额外的导电电极层进一步地使结构复杂。如果透明导电氧化物用作导电电极, 导电率是有限的, 对许多器件尤其那些具有大面积的器件来说是不合适的。如果使用薄金属膜, 则腔结构更加复杂, 且器件性能可能受到损害。因此10 基于QWS的微腔OLED器件不宜用于实际的彩色有机发光显示器。

然而, 通常认为, 由不吸收光的介电材料构成的QWS对获得有用的微腔效果是必要的。Yokoyama以及其它人[科学V256 p66 (1992)]在他的很好的参考综述中具体推荐使用QWS, 而不使用金属镜。所发表的替换QWS的努力并没有非常成功。Berggrem以及其它人[合成金属76 (1996) 121]研究了使用铝镜和Ca-Al半透明镜来构造微腔的PLED。虽然观察到一些带宽变窄表示具有微腔效果, 但是具有微腔器件的外量子(external quantum)效率比没有微腔的类似装置小三倍。Takada以及其它人[应用物理学Lett. 63, 2032 (1993)]使用半透明的(36纳米)Ag阴极和250纳米MgAg阳极构造微腔OLED器件。虽然观察发现角分布改变和发射带宽减小, 但是发射强度比无腔的情况显著地减小。作者15 推断: 具有宽的发射光谱和简单平面腔的发射染料的组合不适宜于在微腔中的限制光, 这推动了新的腔结构的发展。Jean以及其它人[应用物理学Lett., 第81卷, (2002) 1717]研究出了一种使用100纳米铝作为阳极和30纳米铝作为半透明阴极来构造微腔结构的OLED结构。虽然强的微腔效果引起发射带宽变窄并20 发现具有很强的角度依赖性, 但是在发射输出效率上没有提供改善。事实上, 由器件的极其窄的发射带宽来判断, 发射输出效率很可能减小了。EP1,154,676 AI公开了一种形成腔结构的有机EL器件, 具有光反射材料的底电极、有机发光层、半透明反射层和透明材料的顶电极。目的是获得一种在宽视角上具有足够的25 彩色再现范围的OLED器件。通过减小微腔效果以获得大的发射带宽来达到30

此目的。虽然它宣称多次反射提高了谐振波长发射，但是没有实际的或模拟的数据支持该意见。所有的例子使用了Cr反射阳极。证据表明当使用具有和Cr同样低的反射率的阳极时，仅获得非常小的亮度增强。

5 Lu以及其它人（应用物理学Lett.81, 3921 (2002)）描述了顶部发射型OLED器件，作者宣称具有通过微腔效果而提高的性能。然而，它们的性能数据显示了微腔的非常小的角依赖特性。虽然没有示出光谱数据，但是在无腔底部发射型结构和微腔顶部发射型结构之间的彩色座标中的相似性表明在微腔OLED器件中很可能也不具有所期待的带宽变窄的效果。实际上，我们的模型计算证实它们的结构不应该产生显著的微腔效果。因此，所观察到的发射增强很可能是在无微腔OLED器件中一般看到的正常的最普通的光学干涉效应的结果。发射增强的量是微小的，并且没有改善彩色品质。作者同样建议通过使用高反射率阳极和透明的阴极达到最佳效率，而后者和本发明的教导是明显相反的。

发明内容

15 本发明的一个目的是提供一种可以容易制造的调谐的微腔彩色有机发光显示器。

本发明的进一步的目的是提供一种具有实质上改善的彩色品质或发射输出效率的有机发光显示器。

本发明的另一个目的是提供具有低的内部串联电阻以减少功率损失的彩色有机发光显示器。

20 这些目的是通过提供彩色光有机发光显示器件实现的，该器件具有被分成至少两个不同彩色像素组的像素的阵列（array），每个彩色像素组在公共基材上发射不同的预定颜色的光，其中在阵列中的每一个像素包括：

设置在基材上的金属底电极层；

和金属底电极层相间隔的金属顶电极层；

25 在顶电极层和底电极层之间设置并排列以产生宽带光的有机EL元件；和设置在金属底电极层和有机EL元件之间的透明导电相-层；

其中有机EL元件是对于所有彩色像素是普通的；

其中对于在不同的彩色像素组中的像素，分别地选择透明导电相-层的厚度以使在不同的彩色像素组中的像素发射不同的预定颜色的光；其中金属电极层的一个是半透明的，另一个基本上不透明和反射的；其中用于反射金属电极

层的材料包括银、金、铝、或其合金，用于半透明金属电极层的材料包括银、金、或其合金；以及其中选择半透明金属电极层的厚度、有机层和透明导电相层的组合厚度，和发光层的布置，以便在显示器中的每一个像素形成调谐的微腔OLED器件，所述微腔OLED器件具有高于没有微腔的可比较的OLED器件的5发射输出效率。

在本发明的另一个方面中，在微腔外侧紧挨着半透明金属电极层增加高折射率吸收减小层，以进一步改善微腔OLED器件的性能。

附图说明

图1是现有技术OLED器件的示意的横截面图；

10 图2是基于QWS的现有技术微腔OLED器件的示意的横截面图；

图3a是根据本发明使用全Ag电极的底部发射型微腔OLED器件的示意的横截面图；

图3b是没有微腔的底部发射型OLED器件的示意的横截面图；

图3c是基于QWS的底部发射型微腔OLED器件的示意的横截面图；

15 图3d是根据本发明具有吸收率减小层的底部发射型微腔OLED的示意的横截面图；

图4a根据本发明使用全Ag电极的顶部发射型微腔OLED器件的示意的横截面图；

图4b是没有微腔的顶部发射型OLED器件的示意的横截面图；

20 图4c是基于QWS的顶部发射型微腔OLED器件的示意的横截面图；

图4d是根据本发明具有吸收率减小层的顶部发射型微腔OLED的示意的横截面图；

图5示出在没有微腔的OLED器件和根据本发明的微腔OLED器件之间的发射光谱的比较；和

25 图6示出具有宽带发射体无腔OLED器件和三个使用分别调谐到发射蓝、绿和红光的相同的宽带发射体的微腔OLED器件的发射光谱。

在本发明的优选实施例中，彩色有机发光显示器具有被分成至少两个彩色像素组的像素的阵列，每组在公共基材上发射不同的预定颜色。在彩色有机发光显示器器件中的每一个像素构造成具有两个金属电极层的微腔OLED器件。每一个像素包括设置在基材上的金属底电极层和与金属底电极层隔开的金属顶电

极层。对所有像素产生宽带光的公共有机EL元件设置在底和顶电极层之间。另外，不同厚度的透明导电相-层设置在金属底电极层和用于不同的彩色像素组中像素的有机EL元件之间。从而在不同的彩色像素组中的像素构造成为具有不同的腔长度的微腔OLED器件。因为微腔OLED器件的腔长度决定它的发光颜色，
5 从而在不同的彩色像素组中的像素构造成为从公共的宽带发射体产生不同颜色的光。可以由此构造具有被分成至少两个不同的彩色像素组的像素的全色有机发光显示器而无需提供对不同的像素的发射不同的颜色的有机EL元件。有机彩色发光显示器件的生产成本可以因此而降低，此外，本发明的主要特征是通过利用这些微腔获得发射效率的提高。虽然全金属的微腔OLED器件已经在现有
10 技术中研究和报到，但根据我们的了解，在相应的无微腔器件上还没有获得发射输出效率的提高。对本发明的目的来说，OLED器件的发射输出效率通过在从大约 $0.95 \lambda_0$ 到大约 $1.05 \lambda_0$ 的光谱范围上汇集器件的辐射能输出来测量，其中
15 λ_0 是从所关心的像素发射的想要颜色的峰值波长。例如，对于发射520纳米的峰值波长的绿色像素，发射输出效率通过从大约494纳米到大约546纳米汇集器件的辐射输出测量。发射输出效率的定义用来确保只有对所要求的颜色输出做出贡献的发射光被比较。

考虑到现有技术的教导和失败的尝试，通过广泛的模拟和实验工作，偶然地发现提高发射输出效率和彩色品质而且提供颜色选择性的高性能微腔OLED器件实际上可以使用全金属镜制造。已经发现对于反射和半透明的金属电极来说材料选择是重要的，且半透明金属电极的厚度也是重要的。只有少数的金属，包括Ag、Au、Al或其合金，限为具有这些金属的至少一种的至少50原子百分数的合金，被优先用作反射电极。当使用其他的金属时，由于微腔效果，大大降低了增加亮度输出和改善彩色品质的益处。同样地，对于半透明电极，只有少数的材料，包括Ag、Au或其合金，被优先使用。半透明电极的厚度范围同样是被限制的。层太薄不能提供显著的微腔效果，层太厚则降低亮度输出。另外，在微腔内的发光层的位置同样强烈影响亮度输出，并需要优化。只有对所有这些因素适当的优化，才能获得具有发射输出效率和彩色品质相对于相应的无腔OLED器件显著改善的微腔OLED器件。本发明人进一步地发现在微腔外侧设置的紧挨着半透明电极层的吸收率减小层进一步地改善微腔器件的亮度性能。
30

金属镜比QWS在结构上更简单并更容易制造。同样起电极作用的两个金属镜的使用导致无需单独的透明导电电极。半透明的金属电极的薄层（sheet）传导率可以大大高于在现有技术中使用的透明的导电电极。在OLED器件中增加的传导率降低了欧姆损耗，尤其如果器件面积很大时。使用适当设计的金属镜的发射带宽比那些使用QWS获得的发射带宽更宽，由此亮度输出增加。另一方面，发射带宽仍然要足够窄以提供优秀的颜色选择性和彩色品质。

金属底电极层可以是半透明的，而在这样情况下根据本发明的有机发光显示器是底部发射型的。做为选择，金属顶电极可以是半透明的，而在这样情况下根据本发明的有机发光显示器是顶部发射型的。对于底部发射型显示器，基材对于来自器件的发射光是透明的。基材可以由玻璃、塑料或其他适当的透明材料制成。对于顶部发射型显示器，基材对于发射光不需要是透明的，并可以由金属、陶瓷或其他的适当的物质制成。

金属底电极可以是阳极，金属顶电极可以是阴极。作为选择，金属底电极可以是阴极，金属顶电极可以是阳极。不论那一种情况，有机EL元件被适当地定向，以便空穴注入和空穴传输层和阳极更靠近，电子注入和电子传输层和阴极更靠近。

因为不是所有的优选材料对于金属电极都可以提供良好的电荷注入，有机EL元件优选包括空穴注入层，其紧挨着HTL和/或电子注入层，其中电子注入层又紧挨着ETL。用作空穴注入层的合适的材料包括，但不限于，如共同转让的US-A-4,720,432中描述的紫菜（porphyrinic）化合物，和如共同转让的US-A-6,208,075中描述的等离子沉积的碳氟聚合物。据报道对有机EL器件有用的可供选择的空穴注入材料在EP 0891121 A1和EP 1029909 A1以及Tokito以及其它人J.物理学D.卷29（1996）2750中描述。可以使用包括在US-A-5,608,287；US-A-5,776,622；US-A-5,776,623；US-A-6,137,223和US-A-6,140,763中教导的那些材料的电子注入层，在此引证其公开做参考。可以使用包括低功函数（work-function）的碱金属或碱土金属，如Li、Cs、Ca、Mg。另外，用这些低功函数金属掺杂的有机材料同样可以有效地用做电子注入层。例子有掺杂Li或Cs的Alq。

在一些情况下，由于化学相互反应、电子的迁移或其他原因，用于金属电极的材料在OLED器件中引起不稳定性。合适的阻挡层（barrier layer）可用于

防止这样的不稳定性。此外，良好的电子或空穴注入层的存在，对于这样的用途允许大范围的材料选择。

5 有机EL元件具有至少一个发光层，但是通常它包括几层。一个典型的有机EL元件可以包括空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、以及电子注入层。有机EL元件可以基于小分子OLED材料，或者它可以基于聚合物OLED材料。基于聚合物OLED材料的器件经常称为PLED。有机EL元件可以包括荧光材料以及它也可以包括磷光材料。

10 为了提供一种全色显示器，将使用宽带有机EL元件。宽带有机EL元件是一种在可见光波长范围所要求的蓝、绿和红光区具有适当的光输出的发射光谱的元件。优选，宽带有机EL元件具有接近彩色有机发光显示器件所要求的颜色输出的蓝、绿和红光波长峰的发射光谱。在现有技术中报道的实现宽带发射的许多方法的任何一种都能用于本发明，包括在发射层中使用多种掺杂物；使用具有不同的发射特性的多个发射层；和使用具备强激发物发射的掺杂物（US-A-5,683823、US-A-5,405,709；和JP 07,142,169）。

15 根据本发明，不同颜色像素通过给在不同的彩色像素组的像素提供不同的微腔长度而获得。这可以通过提供透明的导电相-层的不同的厚度而获得。然后公共的无构图（un-patterned）的有机EL元件和公共的顶电极层可以用在所有像素上来完成显示器的制造，这大大简化了有机发光显示器的制造工艺。透明的导电相-层对发光需要是透明的，它需要是导电的以传送在金属的底电极层和有机EL元件之间的电荷载流子。因为只有贯穿薄膜导电是重要的，因此小于大约20 10^7 欧姆-厘米的体电阻率是适当的。可以使用许多金属氧化物，比如氧化铟锡（ITO）、氧化锌锡（ZTO）、氧化锡（SnO_x）、氧化铟（InO_x）、氧化钼（MoO_x）、氧化碲（TeO_x）、氧化锑（SbO_x）和氧化锌（ZnO_x）、氧化钒（VO_x）和有机材料，如铜phthalothianine。另一个方便的选择是使用通常用于有机EL元件的电子或空穴传输层。例如，在金属的底电极是阳极的情况下，不同颜色的像素可以预沉积一种不同厚度的空穴传输层。然后附加的空穴传输层的常用厚度施加到所有像素以完成OLED器件构造。同样地，在金属的底电极是阴极的情况下，电子传输层可作为透明的导电相-层使用。

30 如果除了电子或空穴传输层以外的材料用作在金属底电极和有机EL元件之间的透明导电相-层，如果金属底-电极是阴极，也许在透明的导电相-层和有

机EL元件之间包括电子注入层是有益的；或如果金属底电极是阳极，在透明导电相-层和有机EL元件之间包括空穴注入层。可用的电子注入和空穴注入材料与先前描述的相同。

在本发明的优选实施例中，具有预定厚度的第一透明导电相-层基本在整个基材上通过常用的薄膜淀积技术，如溅射或蒸发来设置。然后使用常规的光刻技术构图，使第一透明导电相-层薄膜只在设计成能接受这样的层的像素中。然后通过常规的薄膜淀积方法基本上在整个的有机发光显示器上施加第二透明导电相-层。然后使用常规的光刻技术对第二透明导电相-层构图，使第二透明导电相-层只留在设计成能接受这样的层的像素中和设计成能接受第一和第二透明导电相-层的像素中。重复此工艺以便像素可以具有几个不同的厚度的透明导电相-层。通过具有两个透明导电相-层，可以产生三个不同的像素，其中之一具有零厚度的透明导电相-层，另一个只具有第二透明导电相-层，第三个具有第一和第二透明导电相-层。作为选择，三个不同的透明导电相-层厚度可用于获得三种彩色像素。

做为选择，透明导电相-层可以通过常规的薄膜淀积技术，比如通过荫罩的溅射和蒸发技术来制备。通过激光或闪蒸热转移技术 (US-A-5,937,272; US-A-5,904,961; 和US-A 5,688,551)，透明导电相-层也可以有选择地被设置在像素区域上。在用于完成本发明的一个典型的热转移工艺中，提供包括在一个表面上涂有能量吸收层的薄的塑料板的施主 (donor)。用于透明导电相-层转移的材料设置在能量吸收层上。在转移过程期间，施主用面对金属的底电极层的透明导电相-层的材料代替。然后通过施主的薄的塑料板给施主施加辐射能。辐射能被能量吸收层所吸收，使用于透明导电相-层的材料达到高温，因此转移材料产生大量蒸汽。从而通过蒸汽的蒸发凝聚使用于透明导电相-层的材料转移到构图的金属底电极，形成透明导电相-层。作为选择，辐射能使转移材料达到高温以便它成为几乎不粘的并流向金属底电极。通过利用不同的施主实现透明导电相-层的不同的厚度。透明导电相-层的构图可以通过在转移过程期间掩蔽辐射能实现，或者通过使用扫描聚焦辐射能束，比如来自大功率激光器的能束，根据要求的透明导电相-层的构图有选择地从施主转移部分材料而实现。

本发明可以用于有源矩阵 (active-matrix) 彩色有机发光显示器中，其中薄膜晶体管 (TFT) 结构用在有源寻址方案 (US-A-5,684,365, 和US-A-5,550,066)

中。在有源矩阵彩色有机发光显示器中，每一个像素具有大量薄膜晶体管，如电容器的其他零件和电接触金属底电极的连接盘。

金属底电极层设置在TFT结构上的连接盘上并构图限定像素。常用的薄膜淀积技术，比如溅射、电子束蒸发或电阻热蒸发等等，能被用于金属底电极层的制备。像素的尺寸和形状由金属底电极的尺寸和形状限定。构图可以使用常规的光刻工艺进行，或可以在层淀积过程期间使用荫罩进行。因为光刻方法可用于限定金属底电极的尺寸和形状，所以孔径（aperture）比（有源的（active）发光面积与总显示面积的比值）可以很高。此外，对于所有像素，尺寸和形状不必相同。事实上像素的尺寸和形状可以用作改善彩色有机发光显示器图像质量的工具。

本发明还可以在无源矩阵（passive-matrix）彩色有机发光显示器件中实施。在无源矩阵彩色有机发光显示器件中，对金属顶电极和金属底电极构图。像素被限定为在金属底电极和金属顶电极之间相交。每一个像素设计成能调谐到发射特别的彩色光的微腔。

图3示意地示出根据本发明的彩色有机发光显示器件中代表单一像素的微腔OLED器件103a的横截面图。微腔OLED器件103a包括基材10、半透明金属底电极12T、透明的导电相-层20、有机EL元件14和反射金属顶电极16R。其他可能的特征如TFT电路结构、保护外套或密封结构未在图3a中示出，TFT电路结构可以存在于基材10上和半透明金属底电极12T之下，保护外套或密封结构可以存在于反射顶电极16R上。两个金属电极起微腔反射镜的作用。因为产生的光通过半透明的金属底电极12T和基材发射，因此基材10必须是透明的，可以从玻璃或塑料之中选择。反射金属顶电极16R从银、金、铝或其合金中选择，半透明金属底电极12T从银、金、或其合金中选择。选择反射金属顶电极16R的厚度以具有1.5或更大的光密度，以便它基本上不透明和具反射性。选择半透明底电极12T的厚度以改善微腔OLED器件103 a的预定波长的光输出亮度。优选厚度取决于成为阳极和阴极的所选材料。有机EL元件14至少包括发光层14c，并且可以包括一或多个附加层，比如空穴注入层14a（未示出）、空穴传输层14b、电子传输层14d、和电子注入层14e（未示出）。在图3a所示的顺序中，半透明底金属电极12T是阳极，反射金属顶电极16R是阴极。选择透明导电相-层20和有机EL元件14的组合厚度以调谐微腔OLED器件103a以在从像素发射的预定波

长上具有谐振。厚度满足下面的等式：

$$2 \sum n_i L_i + 2 n_s L_s + (Q_{m1} + Q_{m2}) \lambda / 2\pi = m \lambda \quad \text{等式1,}$$

5 其中 n_i 是折射率, L_i 是在有机EL元件14中的第*i*子层的厚度; n_s 是折射率, L_s 是透明导电相-层20的厚度, 它可以是零; Q_{m1} 和 Q_{m2} 分别是在两个有机EL元件-金属电极界面相移弧度 (phase shifts in radians); λ 是从器件发射光的预定波长, m 是非负的整数。出于容易制造的考虑和由于色纯度, 优选对于蓝色像素 m 等于1, 对于绿色和红色像素 m 等于0或1。

10 在金属电极之间的总厚度对于确定微腔谐振波长是最重要的因素。然而, 谐振波长, 更具体为谐振的强度 (由此产生的器件的效率) 也取决于在发光层14c和两电极的每一个之间的距离。尤其是, 为了最佳的器件性能, 在反射金属顶电极16R和发光层14c (的中心) 之间的距离应该大致满足下面的等式:

$$15 \quad 2 \sum n_i L_i + Q_{m1} \lambda / 2\pi = m_D \lambda \quad \text{等式2,}$$

其中 n_i 是折射率, L_i 是在有机EL元件14中的第*i*子层的厚度, Q_{m1} 是在有机EL元件-金属阴极界面相移弧度, λ 是从器件发射光的预定波长, m_D 是非负的整数。应该指出, 和等式1相反, 这里的和只位于发光层 (的中心) 和反射金属顶电极16R之间的那些层的总数。对于在半透明金属底电极12T和发光层14c之间的距离, 可以写类似的等式。然而, 因为满足等式1和2保证了满足第三等式, 因此它不提供任何附加约束。

25 因为最好是通过半透明金属底电极12T的光的吸收尽可能的低, 有用的增加 (将在下面例子中进一步说明) 是在半透明金属底电极12T和基材10之间的高折射率吸收减小层22。此吸收减小层22目的是在半透明金属底电极12T本身内降低由光波 (光波的吸收) 产生的电场。为了良好的接近, 此结果最好通过具有从在吸收减小层22和基材10之间的界面反射回的光波的电场和穿过器件的光的电场发生有害的干涉而部分地抵消来实现。当大致满足下面的等式时, 基本的光学考虑暗示着将产生这种现象 (对于具有比基材10更高的折射率的吸收减小层22) :

$$2n_A L_A + n_T L_T = (m_A + 1/2) \lambda \quad \text{等式3,}$$

其中 n_A 和 L_A 分别是吸收减小层 22 的折射率和厚度, n_T 和 L_T 分别是半透明金属底电极 12T 的折射率和厚度的实数部分 (real part), m_A 是非负的整数。优选 m_A 实际上尽可能小, 通常为 0 且一般小于 2。当使用更高折射率材料时, 通常吸收减小层的有益效果也更好。对于实际应用, 优选 1.6 或更高的折射率值。

在器件的可选结构中, 半透明金属底电极 12T 可以是阴极, 反射金属顶电极 16R 可以是阳极。在这种情况下, 有机 EL 元件 14 被适当地定向, 因此空穴注入和空穴传输层和阳极更靠近, 电子注入和电子传输层和阴极更靠近。

而上述讨论是以底部发射型 OLED 器件为基础的, 如果对同样的考虑和等式进行适当的修改, 也可应用于顶部发射型器件。

本发明利用所有的金属微腔以提高 OLED 器件输出和利用所有的金属微腔用于象素化的有效性在下面的例子中说明。在基于理论预测的例子中, 由给定 15 器件产生的电致发光 (EL) 光谱使用光学模型预测, 该光学模型解决了用于在平面的多层器件中随机定向的发射偶极的麦克斯威尔等式 [O.H.Crawford, J. 化学物理学 89, 6017 (1988); K.B.Kahen, 应用物理学 Lett. 78, 1649 (2001)]。在很多情况下, 偶极发射光谱假设为与波长无关以便可以研究微腔性能本身。在其它情况下偶极发射光谱假设为由发射体材料的测量的光致发光 (PL) 光谱给出, 包括几纳米的小的蓝光位移。这种发射被认为均匀地产生在和空穴传输层 20 邻近的发射层的第一个 10 纳米中。对于每层, 模型使用依赖波长的复折射率, 该复折射率由光谱的椭率测量术测量, 或者从文献中查出 [固相光学常数手册, 由 E. D. Palik 主编 (学术出版社, 1985); 固相光学常数手册 II, 由 E. D. Palik 主编 (学术出版社, 1991); 化学和物理学 CRC 手册, 第 83 版, 由 D. R. Lide 主编 (CRC 出版社, Boca Raton, 2002)]。一旦取得 EL 光谱, 计算此光谱的亮度 (直至常数因子) 和 CIE 色品度是简单的。在预测的 EL 光谱和测量的 EL 光谱之间的很多比较已经证实模型预测是非常准确的。对于所有理论的例子, 汇集从 340 纳米到 780 纳米的整个的可见光波长区的总亮度输出用作标准以比较不同的器件结构。此亮度值是发射输出效率值的方便和可靠的代表, 而输出效率值为本 25 发明旨在改善的值。实际上亮度值低估了微腔的益处, 因为它包括了所感兴趣 30

的波长范围之外的光的影响。此额外的光构成无微腔器件对微腔器件的输出的更大百分率，因为无微腔器件的发射带宽更大。

具体实施方式

实施例1

5 实施例1比较了根据本发明如图3a所示的底部发射型微腔OLED器件103a理论上预测亮度输出和两个用于比较的器件的亮度输出：

- (a) 无微腔的OLED器件103b，和
- (b) 使用QWS作为用于微腔镜的微腔OLED器件103c。

10 图3b所示的OLED器件103b在结构上和微腔OLED器件103a相同，除了为银阳极的半透明金属底电极12T被ITO透明底电极12a替代。此器件代表无微腔OLED器件，虽然在多层器件中总有一些光学干涉效应。

15 图3c所示的微腔OLED器件103c在结构上和OLED器件103b相同，除了QWS反射镜18设置在基材10和ITO透明底电极12a之间。QWS反射镜18具有 $TiO_2:SiO_2:TiO_2:SiO_2:TiO_2$ 的形式， $TiO_2 n=2.45$ 和 $SiO_2 n=1.5$ 。各材料的厚度是 TiO_2 56纳米， SiO_2 92纳米[如R.H. Jordan以及其它人，应用物理学Lett. 69,1997 (1996)]。此器件代表基于QWS的典型的微腔OLED器件。

20 对于所有三个器件，基材10是玻璃的。反射金属顶电极16R是400纳米银层。有机EL元件14假设包括NPB空穴传输层14b、10纳米发光层14c、和Alq电子传输层14d。发光层14c假设具有与波长无关的输出。此假设将有助于评价与发射体的具体性能无关的微腔性能本身，因此该结论可以一般地应用到任何发射体。然而与波长无关的发射体的使用低估了微腔的有益的效果。对于所有三个器件，透明导电相-层20的厚度假设为零。优化所有层的厚度以实现各器件的最大亮度输出。亮度输出集中在从380纳米到780纳米的整个的可见光波长范围内。

25 计算结果总结在表1中。当与无微腔OLED器件103b相比较时，这些结果表明使用QWS作为半透明镜的微腔OLED器件103c的确提高了亮度输出和使发射带宽（半峰全宽FWHM）变窄。亮度值从0.239（任意单位（arbitrary units））提高到0.385。然而，使用全银镜的微腔OLED器件103a示出意外的更好的亮度输出，0.425，即使峰值亮度高度比微腔OLED器件103c低两倍以上。虽然全银微腔OLED器件103a的发射带宽大大高于具有QWS的OLED器件103c，但是它30 仍然足够小以产生良好的色纯度。

表1

器件	说明	基材	QWS	阳极 (ITO)	阳极 (Ag)	NPB	平带 发射体	Alq	阴极 (Ag)	亮度	高度	峰值 位置	FWHM
103b	无腔	玻璃		100.7	43.1	10	53.1	400	0.239	547	2.4	N.A.	
103c	QWS	玻璃	是	50.0	26.6	10	54.9	400	0.385	564	16.8	17	
103a	全银	玻璃		17.5	45.9	10	54.3	400	0.425	567	6.6	73	

实施例2

实施例2示出了用于底部发射型器件的吸收减小层22的益处。

图3d示意地示出底部发射型微腔OLED器件103d的横截面图。微腔OLED器件103d在结构上和微腔OLED器件103a相同，除了在基材10和半透明金属底电极12T之间设置吸收减小层22。对于此实施例，ITO被选为吸收减小层22。计算表明，如果使用更高的折射率材料，吸收减小层22在提高亮度输出上的有效性将提高。从实施例4将很容易看出，如果吸收减小层22和空气而不是和玻璃直接接触，亮度输出还可以增加。如同实施例1，优化所有层的厚度。计算的结果总结在表2中。能够看出，吸收减小层22的插入增加了全银微腔OLED器件103a的亮度输出，从大约0.425增加到大约0.453。

表2

器件	说明	基板	吸收减小 (ITO)	阳极 (Ag)	NPB	发射体	Alq	阴极 (Ag)	亮度	峰值 位置	高度	FWHM	
				nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	
103a	无	玻璃	吸收	17.5	45.9	10	54.3	400	0.425	567	6.6	73	
103d	具有	玻璃	减小 吸收	82.2	18.5	48.1	10	54.3	400	0.453	565	7.0	75

实施例3

实施例3比较了根据本发明的顶部发射型微腔器件104a理论上预测的亮度输出和两个比较的器件的亮度输出：

- 5 (a) 无微腔的OLED器件104b, 和
(b) 使用QWS作为一个用于微腔的反射镜的微腔OLED器件104c。

图4a示意地示出根据本发明的一个典型的顶部发射型微腔OLED器件104a的横截面图。微腔OLED器件104a包括玻璃基材10、银反射金属底电极12R、透明的导电相-层20、有机EL元件14和银半透明金属顶电极16T。

图4b所示的OLED器件104b在结构上和微腔OLED器件104a相同，除了银10 半透明金属顶电极16T被我们要求具有至少50纳米厚度的ITO透明顶电极16a替代。因为在器件中只有一个反射镜，OLED器件104b代表无微腔的OLED器件，虽然在多层器件中总有一些光学干涉效应，特别是在在ITO阴极和空气之间的界面处。

图4c所示的OLED器件104c在结构上和微腔OLED器件104b相同，除了QWS15 反射镜18设置在被我们要求具有至少50纳米厚度的透明顶电极16a的顶部。QWS 反射镜18具有 $TiO_2:SiO_2:TiO_2:SiO_2:TiO_2$ 的形式， TiO_2 $n=2.45$ 和 SiO_2 $n=1.5$ 。各材料的厚度是 TiO_2 为56纳米， SiO_2 为92纳米[如R.H. Jordan以及其它人，应用物理学Lett. 69, 1997 (1996)]。此器件代表基于QWS的典型的微腔OLED器件。

对于所有三个器件，反射金属底电极12R是400纳米的银层。假设有机EL20 元件14包括NPB空穴传输层14b、10纳米发光层14c、和Alq电子传输层14d。假设发光层14c具有与波长无关的输出。此假设将有助于评价与发射体的具体性能无关的微腔性能本身，因此该结论可以一般地应用到任何发射体。透明导电相-层20由ITO制成。优化所有层的厚度以实现各器件的最大亮度输出。亮度输出集中在从380纳米到780纳米的整个的可见光波长范围内。

表3

器件	阳极	ITO	NPB	平带 发射体	Alq	阴极		亮度	峰值 位置	峰值 高度	FWHM
						材料	nm				
104b	400	19.7	30	10	67.0	ITO	86.8	0.318	555	3.8	141
104c	400	23.1	30	10	29.8	ITO+QWS	50	0.335	568	19.4	13
104a	400	20.2	30	10	44.6	Ag	13.7	0.411	568	6.2	75

表3示出三个器件计算的特性。使用QWS作为一个它的反射镜的微腔OLED器件104c确实显示出非常强的微腔效应。同无微腔的OLED器件104b的值3.8比较起来，亮度峰高大大地增加到19.4（任意单位）。然而，因为大大变窄的FWHM，总亮度输出实际上只少量地变大。为了获得需要的阴极电导率，如果5 ITO阴极的最小厚度设定为大于50纳米（比方说，100纳米）的值，那么实际上发现QWS具有比无QWS的器件更低的亮度，因为QWS情况下的腔厚度不能在最低数量级（order）最大值上优化。另一方面，双电极使用银的微腔OLED器件104a，在亮度输出上显示出在其它两个比较的器件之上的显著的改善。

实施例4

10 实施例4示出了吸收减小层的益处。图4d示意地示出顶部发射型微腔OLED器件104d的横截面图。微腔OLED器件104d在结构上和微腔OLED器件104a相同，除了在半透明金属顶电极16T上设置吸收减小层22。对此例，ZnS:20%SiO₂（n=2.15，k=0.003）被选为用于示例的吸收减小层22的材料。计算表明，如果使用更高的折射率材料，吸收减小层在提高亮度输出上的有效性将提高。如同15 实施例1，优化所有层的厚度。计算的结果总结在表4中。能够看出，吸收减小层22的插入增加了全银微腔OLED器件的亮度输出，从大约0.411增加到约0.504。另外，半透明银阴极层最佳的厚度从13.7纳米增加到20.3纳米。增加银厚度是有益的，因为它大大地增加半透明电极层的电导率。

表4

器件	阳极	ITO	NPB	Alq	阴极	阴极 材料	ZnS:SiO ₂	亮度	峰值 位置	峰值 高度	FWHM
	Ag	nm	nm	nm		nm	nm	任意	nm	任意	nm
104a	400	20.2	30	44.6	Ag	13.7	0	0.411	568	6.2	75
104d	400	19.6	30	58.3	Ag	20.3	61.4	0.504	560	9.0	58

实施例5

实施例5比较了用作反射金属电极层的不同材料。

表5示出根据图4d制造的但是使用不同的材料用于反射金属底电极12R的器件的计算的亮度输出。对于所有器件，半透明金属顶电极16T是薄的银层。假设有机EL元件14包括NPB空穴传输层14b、10纳米发光层14c和Alq电子传输层14d。假设发光层14c具有与波长无关的输出。此假设将有助于评价与发射体的具体性能无关的微腔性能本身，因此此结论可以一般地应用到任何发射体。ITO层用作透明导电相-层20，ZnS：(20%) SiO₂电介质用作吸收减小层22。优化除了NPB空穴传输层14b以外的所有层的厚度以获得最大亮度输出。对于所有器件，空穴传输层14b的厚度固定在30纳米。

表5

阳极	ITO	NPB	发射体	Alq	阴极	阴极 材料	ZnS:SiO ₂	亮度	峰值 λ	峰值高度	FWHM
	nm	nm	nm	nm		nm		nm	nm	任意	nm
Ag	19.6	30	10	58.3	Ag	20.3	61.4	0.504	560	9.0	58
Al	29.4	30	10	58.0	Ag	19.7	60.8	0.481	558	8.0	63
Au	16.2	30	10	60.8	Ag	19.0	63.8	0.435	558	7.7	70
MgAg	23.7	30	10	56.1	Ag	15.7	65.8	0.429	558	6.7	72
Cu	16.5	30	10	63.5	Ag	14.5	62.3	0.310	593	4.9	96
Cr	29.2	30	10	62.7	Ag	10.0	60.6	0.239	555	2.8	160
Mo	29.8	30	10	71.8	Ag	0	71.3	0.199	565	2.2	186
Zr	7.9	30	10	10.0	Ag	0	0	0.096	588	0.9	N.A.

表5示出使用不同的反射阳极材料制造的器件的计算特性。阳极材料的选择对于器件的亮度效率具有强烈的影响。在阳极材料的反射率和亮度输出之间显然有直接关系。在最低的反射率锆阳极和最高的反射率银阳极之间的亮度输出差五倍以上。对于最低的反射率阳极，例如Mo或Zr，当没有半透明阴极时5 获得最佳的亮度。FWHM非常大，并且在0.318的无腔基准值上几乎没有亮度提高，除非银，铝，金和镁银用作阳极。

实施例6

实施例6说明不同的金属半透明电极材料在器件性能上的影响。

表6示出根据图4a制造的器件的计算亮度输出，但是使用不同的材料用于10 器件阴极的半透明金属顶电极16T。对于所有器件，反射金属底电极12R是400 纳米的银层。假设有机EL元件14包括NPB空穴传输层14b、10纳米发光层14c、 和Alq电子传输层14d。假设发光层14c具有与波长无关的输出。此假设将有助于评价与发射体的具体性能无关的微腔性能本身，因此此结论可以一般地应用15 到任何发射体。ITO层用作透明导电相-层20，并且没有使用吸收减小层22。除了NPB空穴传输层14b以外所有层的厚度被优化以获得最大亮度输出。对于所有器件，空穴传输层14b的厚度固定在30纳米，且电子传输层14d的厚度限制在20纳米或更大。没有后者的限制，最佳算法会选择不实际的小厚度用于电子传 输层14d。

阳极	ITO 透明导电 相-层	NPB 厚度	发射体 厚度	Alq 厚度	阴极 厚度	亮度 a. u.	nm	亮度 a. u.	nm	峰值 波长 nm	峰值 高度 nm	FWHM nm
							nm	nm	nm	nm	nm	nm
Ag	20.2	30	10	44.6	Ag	13.7	0.411	567.5	6.2	75		
Ag	21.5	30	10	44.5	Au	21.3	0.385	582.5	5.9	94		
Ag	11.4	30	10	20.0	MgAg	0	0.345	567.5	3.4	N.A.		
Ag	11.4	30	10	20.0	Al	0	0.345	567.5	3.4	N.A.		
Ag	11.4	30	10	20.0	Cu	0	0.345	567.5	3.4	N.A.		
Ag	11.4	30	10	20.0	Cr	0	0.345	567.5	3.4	N.A.		
Ag	11.4	30	10	20.0	Mo	0	0.345	567.5	3.4	N.A.		
Ag	11.4	30	10	20.0	Zr	0	0.345	567.5	3.4	N.A.		

表6a示出对于半透明金属顶电极16T的材料的选择对器件性能具有显著的影响。只有使用金和银作为半透明金属顶电极16T的器件显示了微腔增强效应。使用所有的其他材料作为阴极，当没有阴极厚度时获得最佳性能。当然这是不现实的情况，因为需要阴极来完成单元。

5 当使用吸收减小层22时，更多的材料能被用作半透明金属顶电极16T。表6b示出类似于表6a的器件的计算亮度输出，但是在半透明金属顶电极16T上附加ZnS: (20%) SiO₂的吸收减小层22。对于所有器件，反射金属底电极12R是400纳米的银层。假设有机EL元件14包括NPB空穴传输层14b，10纳米发光层14c和Alq电子传输层14d。假设发光层14c具有与波长无关的输出。此假设将有助于10评价与发射体的具体性能无关的微腔性能本身，因此此结论可以一般地应用到任何发射体。ITO层用作透明导电相-层20，ZnS: (20%) SiO₂介质层用作吸收减小层22。除了NPB空穴传输层14b以外所有层的厚度被优化以获得最大亮度输出。对于所有器件，空穴传输层14b的厚度固定在30纳米。镁银合金是通常用于OLED装置的90%Mg:10%Ag合金。可以预料，具有少于50%的银的其他的15 MgAg合金具有类似的性能。

表6b

阳极	ITO	NPB	发射体	Alq	阴极	ZnS:SiO ₂	亮度	峰值 λ	峰值高度	FWHM
	nm	nm	nm	nm	材料	nm	任意	nm	任意	nm
Ag	19.6	30	10	58.3	Ag	20.3	61.4	0.504	560	9
Ag	19.9	30	10	56.5	Au	21.5	62.7	0.486	565	8.3
Ag	20.4	30	10	60.1	MgAg	12.3	67.2	0.470	558	7.3
Ag	19.5	30	10	65.0	Al	5.5	69.1	0.440	558	7.3
Ag	18.9	30	10	63.8	Cu	14.7	64.0	0.418	565	5.9
Ag	19.6	30	10	77.3	Cr	0	64.9	0.396	560	5.3
Ag	19.6	30	10	77.3	Mo	0	64.9	0.396	560	5.3
Ag	19.6	30	10	77.3	Zr	0	64.9	0.396	560	5.3
Ag	23.1	30	10	29.8	ITO+QWS	50.0		0.335	568	19.4
										13

表6b示出用吸收减小层加宽的半透明金属顶16T的材料的选择。材料包括铝、铜及其合金，或具有小于50%的银的MgAg合金可用于产生有益的微腔效果。此外更高反射率的金属，比如银、金、镁银和铝，表现出最好的结果，但是与反射率的关系并不大，因为更高反射率的铝比金和镁银具有更差的结果。

5 (这理解为应归于以下事实：金属光吸光率对于半透明电极也是一个重要的参数。铝具有特别大的折射率的虚部（*imaginary part*），因而吸光率高。) 研究还包括了使用QWS作为半透明镜的微腔OLED器件。它实际上比所有研究的其他材料产生更低的总亮度。峰值高度显著地高于所有其他材料，但是因为它的极其小的FWHM，所以亮度输出最小。

10 实施例7a (常规的OLED-比较例)：

常规的无微腔OLED的制备如下：涂有透明ITO导电层的1mm厚的玻璃衬底使用商业玻璃清洁工具被清洁和干燥。ITO的厚度大约为42纳米，ITO的薄膜电阻大约为68 Ω /平方。随后用氧化的等离子处理ITO表面以适应作为阳极的表面。1纳米厚度层CFx，聚合碳氟化合物，通过在RF等离子处理室分解CHF₃ 15 气体，作为空穴注入层沉积在干净的ITO表面上。基材然后转移进真空沉积室用于在基材上部沉积所有其他层。在大约10⁻⁶ Torr的真空下，通过从加热舟升华，按以下顺序沉积以下层：

(1) 空穴传输层，65纳米厚，由N, N'-二（萘-1-基）-N,N'-二苯基-联苯胺 (NPB) 构成；

20 (2) 电子传输层（也充当发光层），75纳米厚，由三（8-羟基喹啉）铝 (III) (Alq) 构成；

(3) 电子注入层，1纳米厚，由锂构成；和

(4) 阴极，大约50纳米厚，由银构成。

在沉积这些层之后，器件从沉积室转入用于密封的干燥箱。完成的器件结构称为玻璃/ITO (42) /CFx (1) /NPB (65) /Alq (75) /Li (1) /Ag (50)。

在20mA/cm²条件下，此器件需要7.7V的驱动电压，它的发射输出效率是3.3cd/A，FWHM带宽是104纳米，以及彩色座标是CIE_x=0.346，CIE_y=0.550。在20mA/cm²的发射光谱在图5中的曲线a中示出。在552纳米的峰值发射波长附近测量的发射输出效率是0.68W/Sr/m²。

30 实施例7b (实施例)：

微腔OLED制造如下。玻璃基材在大约4m Torr的氩压力下通过DC溅射工艺涂覆93纳米厚、由银构成的阳极层。2纳米厚的MoO_x层通过蒸发沉积在干净的银表面上，作为空穴注入层。在大约10⁻⁶Torr的真空下，通过从加热舟升华，按以下顺序沉积以下层：

- 5 (1) 空穴传输层，45纳米厚，由N, N'二（萘-1-基）-N,N'-二苯基-联苯胺（NPB）构成；
10 (2) 电子传输层（也充当发光的层），65纳米厚，由三（8-羟基喹啉）铝（III）（Alq）构成；
15 (3) 电子注入层，1纳米厚，由锂构成；和
10 (4) 阴极，大约22.5纳米厚，由银构成；以及
15 (5) 吸收减小层，大约85纳米厚，由Alq组成。

在沉积这些层之后，器件从沉积室转入用于密封的干燥箱。完成的器件结构表示为玻璃/Ag (93) /MoO_x (2) /NPB (45) /Alq (65) /Li (1) /Ag (22.5) /Alq (85)。

15 在20mA/cm²条件下，此器件需要7.0V的驱动电压，它的发射输出效率是9.3cd/A，FWHM带宽是36纳米，以及彩色座标是CIE_x=0.351，CIE_y=0.626。在20mA/cm²的发射光谱在图5中的曲线b中示出。在552纳米的峰值附近计算的发射输出效率是2.48W/Sr/m²。和比较例7a的结果相比，根据本发明的微腔器件在发射输出效率、减少FWHM带宽、以及颜色上都具有显著的改善。

20 比较从用于产生实施例1到6的光学模型中获得的理论预测与实验结果也是有启发性的。在此例子中实际获得的亮度输出为2.8的系数，与从这两个结构的光学模型中获得的2.57的预测系数非常一致。通过光学模型预测的在这两个结构之间的FWHM带宽的改变以及CIE彩色座标的改变具有相当的准确度。

实施例8

25 实施例8说明使用全金属微腔的像素化。共制造四个OLED器件：器件#8-1是利用在底部发射型结构中的宽带发射体的常规的无微腔OLED；器件#8-2是利用调谐到发射蓝光的相同宽带发射体的顶微腔OLED；器件#8-3是利用调谐到发射绿光的相同宽带发射体的顶微腔OLED；器件#8-4是利用调谐到发射红光相同宽带发射体的顶微腔OLED。

30 对于器件#8-1，涂有透明ITO导电层的1mm厚的玻璃衬底使用商业的玻璃

清洁工具被清洁和干燥。ITO的厚度大约为42纳米，ITO的薄膜电阻大约为68 Ω /平方。随后用氧化的等离子处理ITO表面以适应作为阳极的表面。1纳米厚度层CFx即聚合碳氟化合物通过在RF等离子处理室分解CHF₃气体，作为空穴注入层沉积在干净的ITO表面。基材然后转移进真空沉积室用于在基材上沉积所有其他层。在大约10⁻⁶托的真空下，通过从加热舟升华，按以下顺序沉积以下层：

- (1) 无掺杂的空穴传输层，86.7纳米厚，由N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺(NPB)构成；
- (2) 掺杂的空穴传输层，20纳米厚，由掺杂有2.5%红荧烯的N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺(NPB)构成；
- (3) 发光层，30纳米厚度，由掺杂有1.5%的4-(二-p-甲苯基氨基)-4'-(二-p-甲苯基氨基)苯乙烯基]均二苯代己烯的TBADN构成；
- (4) 电子传输层(也充当发光的层)，32.1纳米厚，由三(8-羟基喹啉)铝(III)(Alq)组成；
- (5) 电子注入层，1纳米厚，由锂构成；和
- (6) 阴极，大约50纳米厚，由银构成。

在沉积这些层之后，器件从沉积室转入用于密封的干燥箱。完成的器件结构表示为玻璃/ITO(42)/CFx(1)/NPB(86.7)/NPB:2.5%红荧烯(20)/TBADN:1.5%4-(二-p-甲苯基氨基)-4'-(二-p-甲苯基氨基)苯乙烯基]均二苯代己烯(30)/Alq(32.1)/Li(1)/Ag(50)。

在20mA/cm²条件下，此器件需要7.9V的驱动电压，它的发射输出效率是6.7cd/A，以及彩色座标是CIE_x=0.376，CIE_y=0.461。在20mA/cm²的发射光谱在图6中的曲线a中示出。

对于器件#8-2、#8-3以及#8-4，玻璃基材在大约4m Torr的氩压力下通过DC溅射工艺涂覆93纳米厚，由银构成的阳极层。3纳米厚的MoO_x层通过蒸发沉积在干净的银表面上，作为空穴注入层。在大约10⁻⁶Torr的真空下，通过从加热舟升华，按以下顺序沉积以下层：

- (1) 无掺杂的空穴传输层由N,N'-二(萘-1-基)-N,N'-二苯基-联苯胺(NPB)组成，分别对于器件8-2，厚度是139纳米，对于器件8-3，厚度是194.5纳米，以及对于器件8-4，厚度是217纳米；

(2) 掺杂的空穴传输和发光层, 20纳米厚, 由掺杂有2.5%红荧烯的N,N'-二(蔡-1-yl基)-N,N'-二苯基-联苯胺(NPB)构成;

(3) 发光层, 20纳米厚度, 由掺杂有1.5%的4-(二-p甲苯基氨基)-4'-(二-p-甲苯基氨基苯乙烯基)均二苯代己烯的TBADN构成;

5 (4) 电子传输层, 20纳米厚, 由三(8-羟基喹啉)铝(III)(Alq)构成; 和

(5) 电子注入层, 1纳米厚, 由锂构成;

(6) 阴极, 大约22.5纳米厚, 由银构成。

10 在沉积这些层之后, 器件从沉积室转入用于密封的干燥箱。完成的器件结构表示为玻璃/Ag (93) /MoO_x (3) /NPB (改变) /NPB:2.5%红荧烯 (20) /TBADN:1.5% 4-(二-p-甲苯基氨基)-4'-(二-p-甲苯基氨基)苯乙烯基]均二苯代己烯 (20) /Alq (20) /Li (1) /Ag (22.5)。测量性能参数列在表7中, 并且发射光谱示为图6中的曲线b、曲线c和曲线d所示。

表7

电压, 伏特	亮度, Cd/m ²	电流效率 Cd/A	CIE-x	CIE-y	峰值波长, nm	发射输出 效率, W/Sr/m ² ,	发射输出 效率, W/Sr/m ² ,
						腔	无腔
器件 #8-1	7.9	1339	6.70	0.376	0.461	NA	0.41
器件 #8-2	6.6	262	1.31	0.145	0.079	460	2.46
器件 #8-3	7.0	1914	9.57	0.336	0.647	544	2.61
器件 #8-4	9.0	811	4.06	0.546	0.312	608	1.98

从无腔OLED结构器件#8-1中的宽带发射体，获得宽带发射（图6，曲线a）。通过构造具有不同腔长度的微腔结构#8-2、#8-3、#8-4，获得具有良好彩色品质的分别发射蓝光、绿光和红光的器件。另外，发射输出效率急剧提高。器件#8-2（图6，曲线b）具有460纳米的峰值波长和2.46W/Sr/m²的发射输出效率，
5 这大约是基本的无微腔器件#8-1在此波长的0.41W/Sr/m²的发射输出效率的6倍。器件#8-3（图6，曲线c）具有544纳米的峰值波长和2.46W/Sr/m²的发射输出效率，这大约是基本的无微腔器件#8-1在此波长的1.26W/Sr/m²的发射输出效率的2倍多。器件#8-4（图6，曲线d）具有608纳米的峰值波长和1.98W/Sr/m²的发射输出效率，这大约是基本的无微腔器件#8-1在此波长的0.99W/Sr/m²的发射
10 输出效率的2倍。器件#8-2、#8-3和#8-4是单独的OLED器件，但是如果这些器件成为有机发光显示的像素，将预计获得同样的彩色选择和效率提高。对于器件#8-2、#8-3和#8-4微腔的腔长度通过改变HTL厚度调整，但是如果透明导电相-层用于这些器件并且只改变透明导电相-层的厚度，将期待得到同样的结果。

本发明的其他特征包括如下。

15 彩色有机发光显示器，其中除了发光层之外至少一个有机层的厚度对各颜色像素组改变。

彩色有机发光显示器，其中有机EL元件包括空穴传输层。

彩色有机发光显示器，其中空穴传输层的厚度对于各彩色像素组改变。

彩色有机发光显示器，其中有机EL元件包括电子传输层。

20 彩色有机发光显示器，其中电子传输层的厚度对于各彩色像素组改变。

彩色有机发光显示器，其中有机EL元件进一步包括电子注入层。

彩色有机发光显示器，其中有机EL元件进一步包括空穴注入层。

彩色有机发光显示器为有源矩阵显示器。

彩色有机发光显示器为无源矩阵显示器。

25 彩色有机发光显示器，其中有机EL元件至少包括小分子OLED材料。

彩色有机发光显示器，其中有机EL元件至少包括聚合OLED材料。

彩色有机发光显示器，其中有机EL元件至少包括荧光OLED材料。

彩色有机发光显示器，其中有机EL元件至少包括磷光OLED材料。

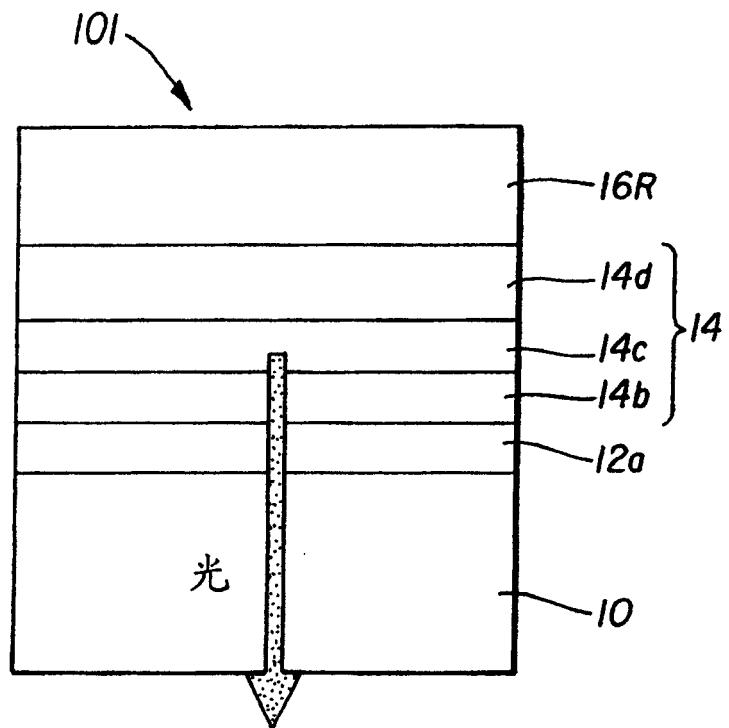


图 1 (现有技术)

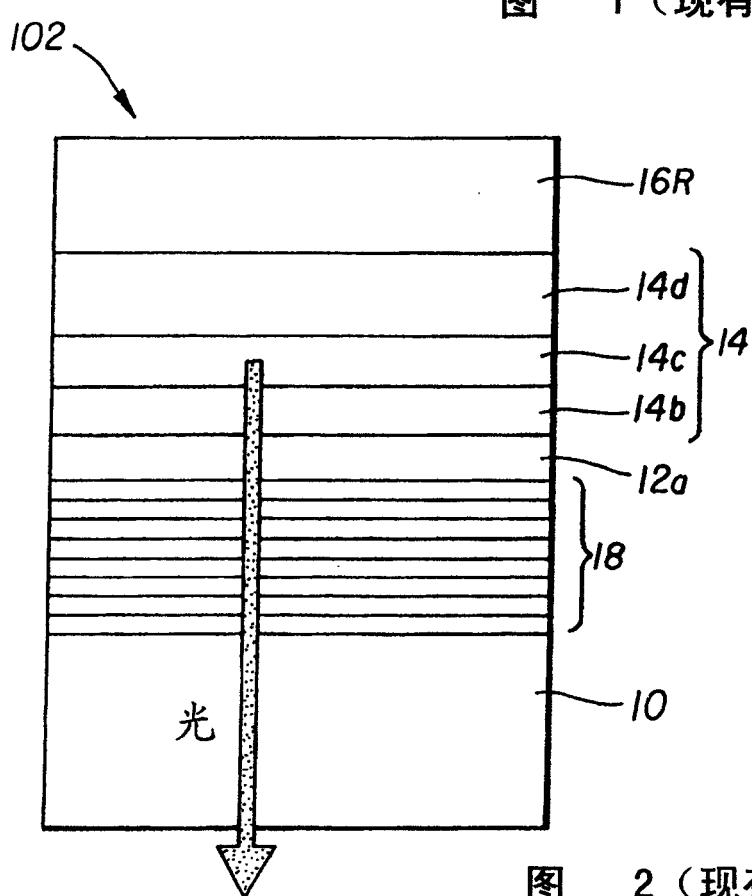


图 2 (现有技术)

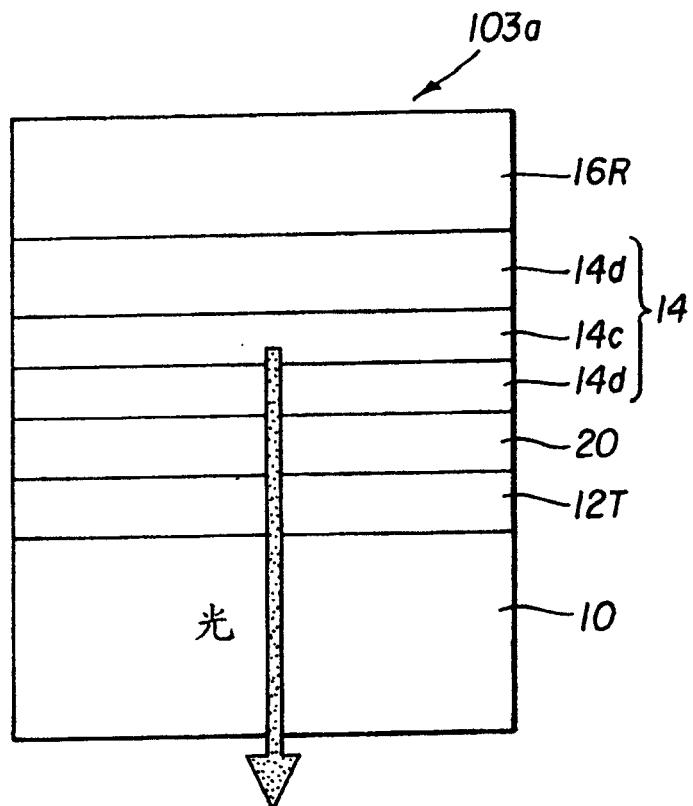


图 3a

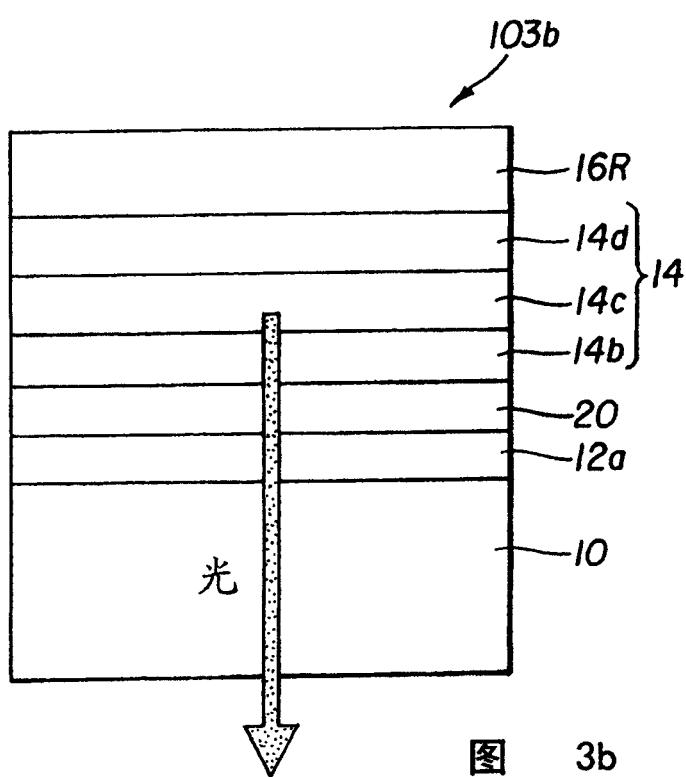


图 3b

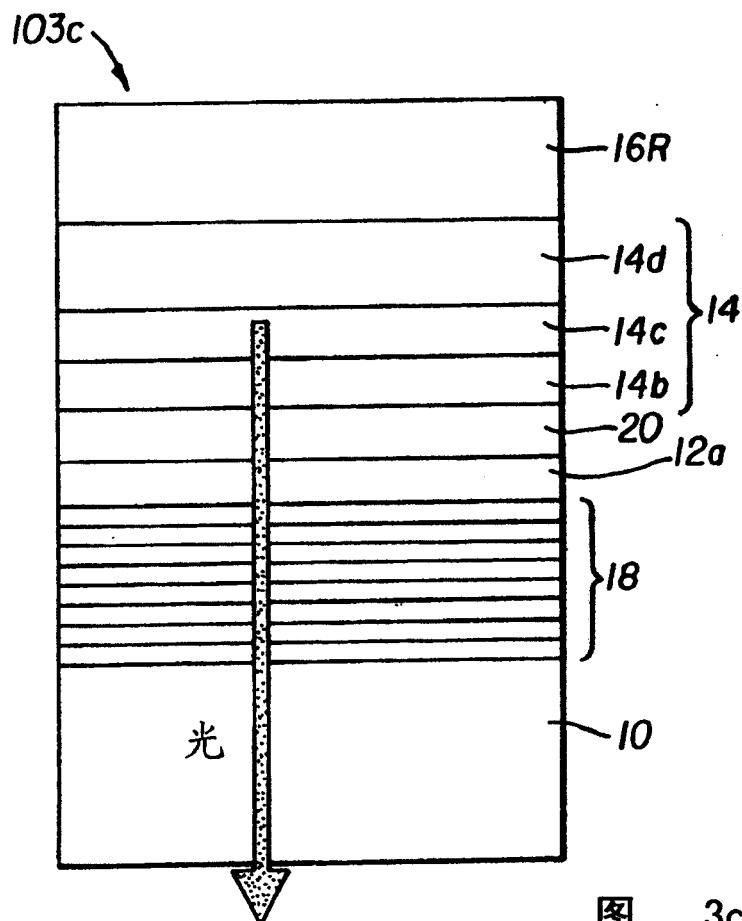


图 3c

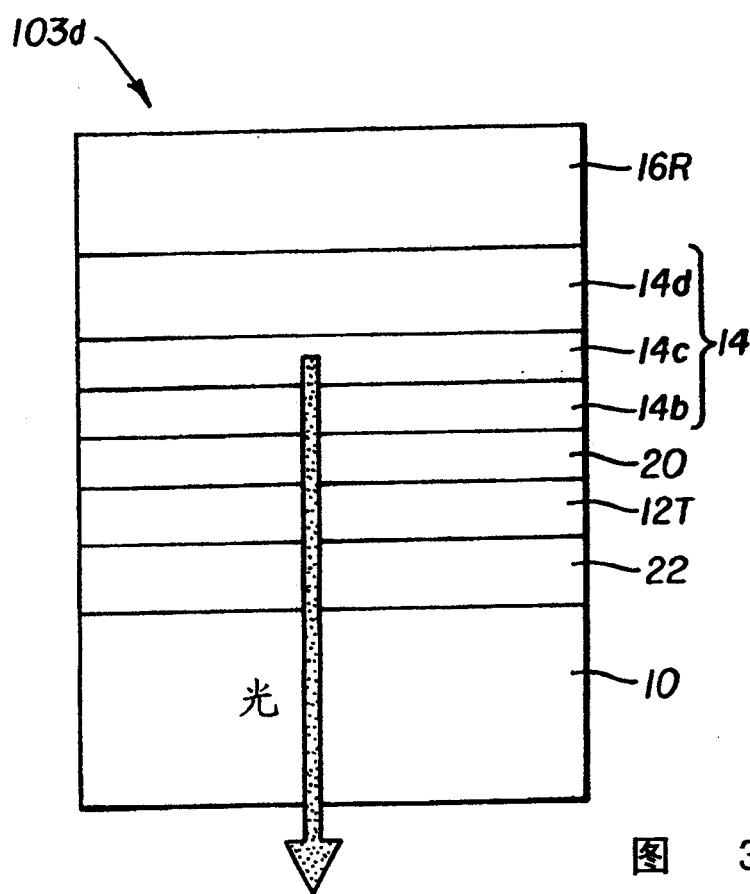


图 3d

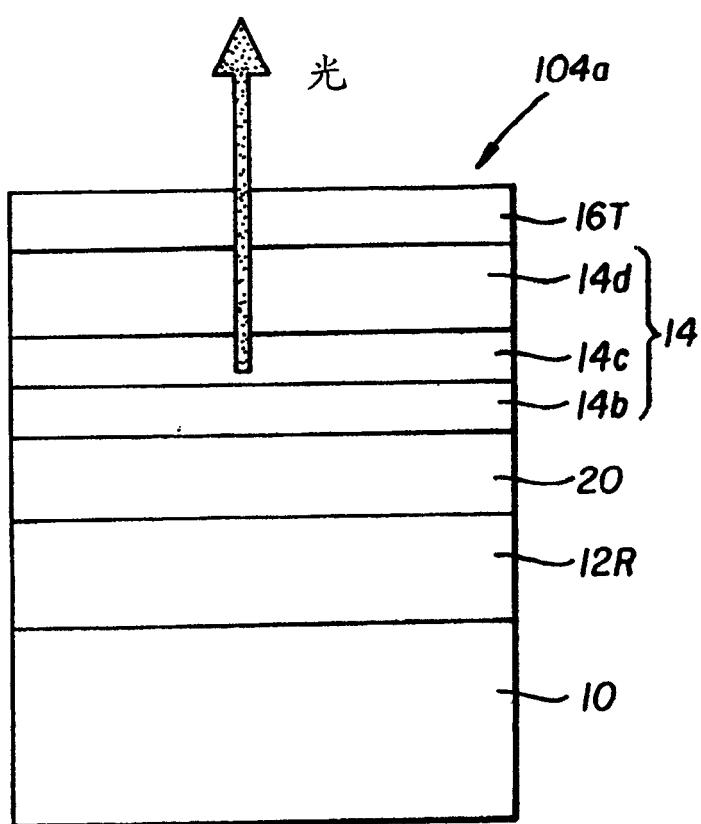


图 4a

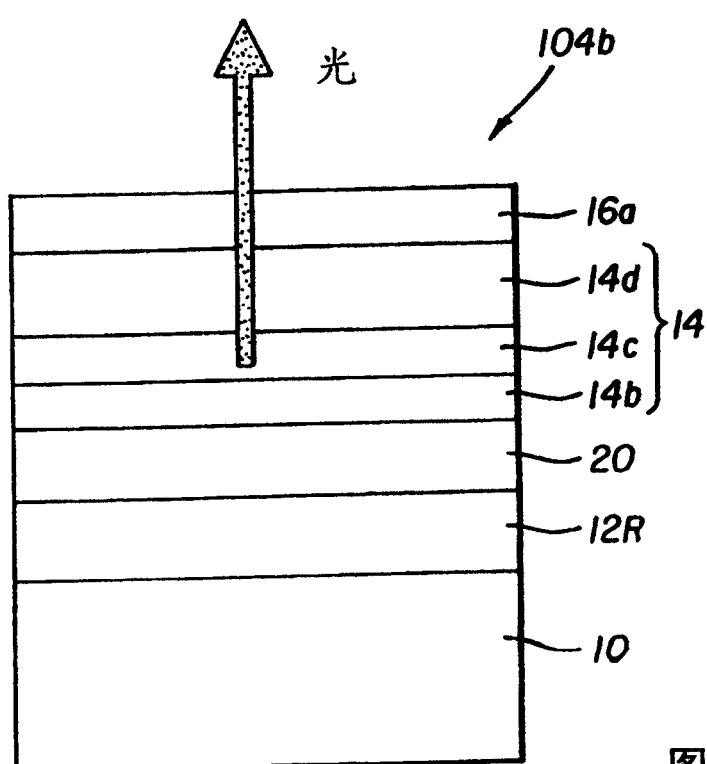


图 4b

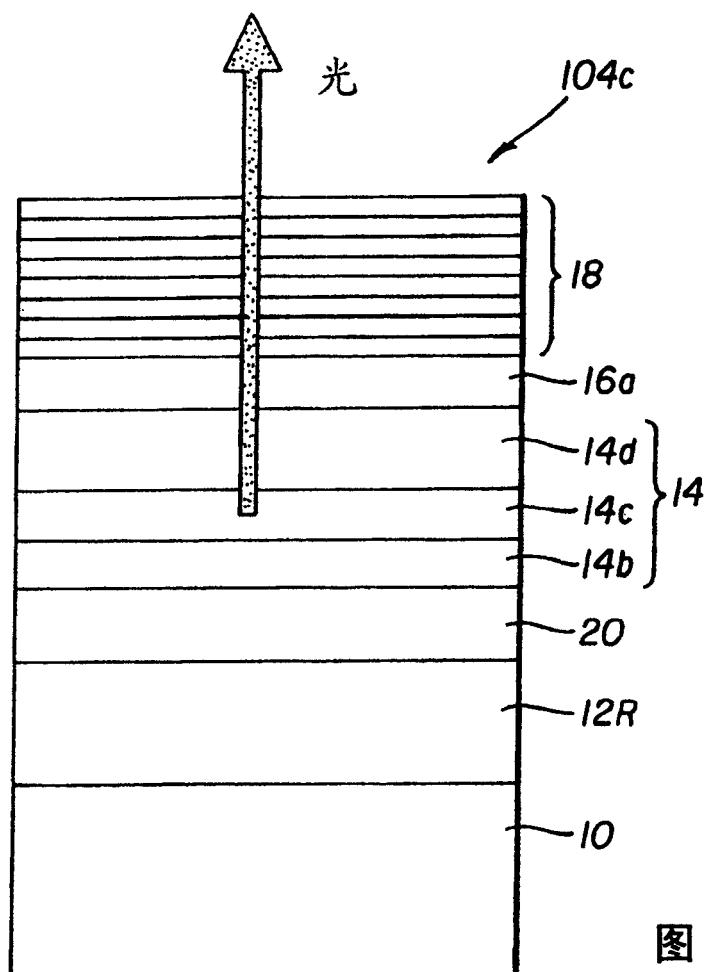


图 4c

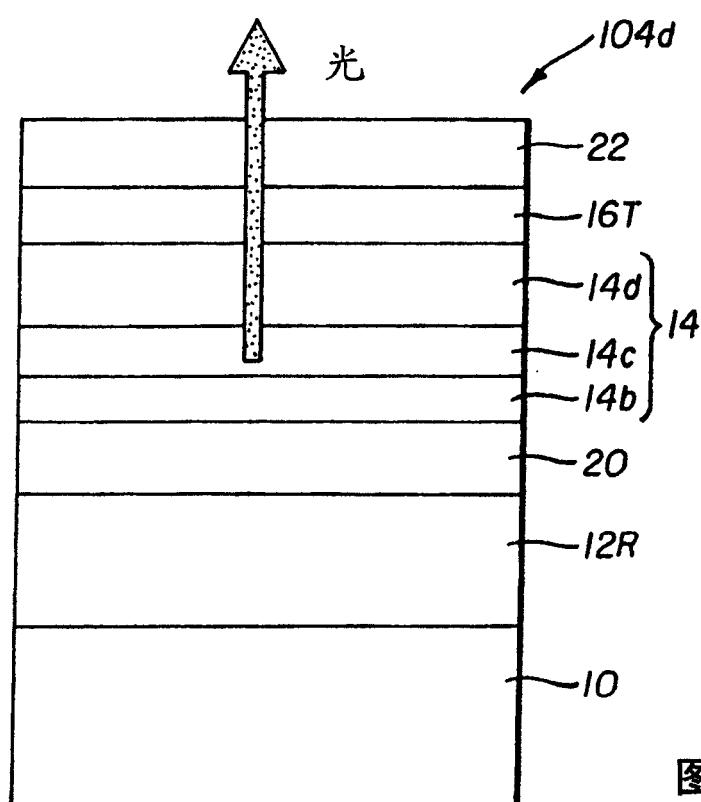


图 4d

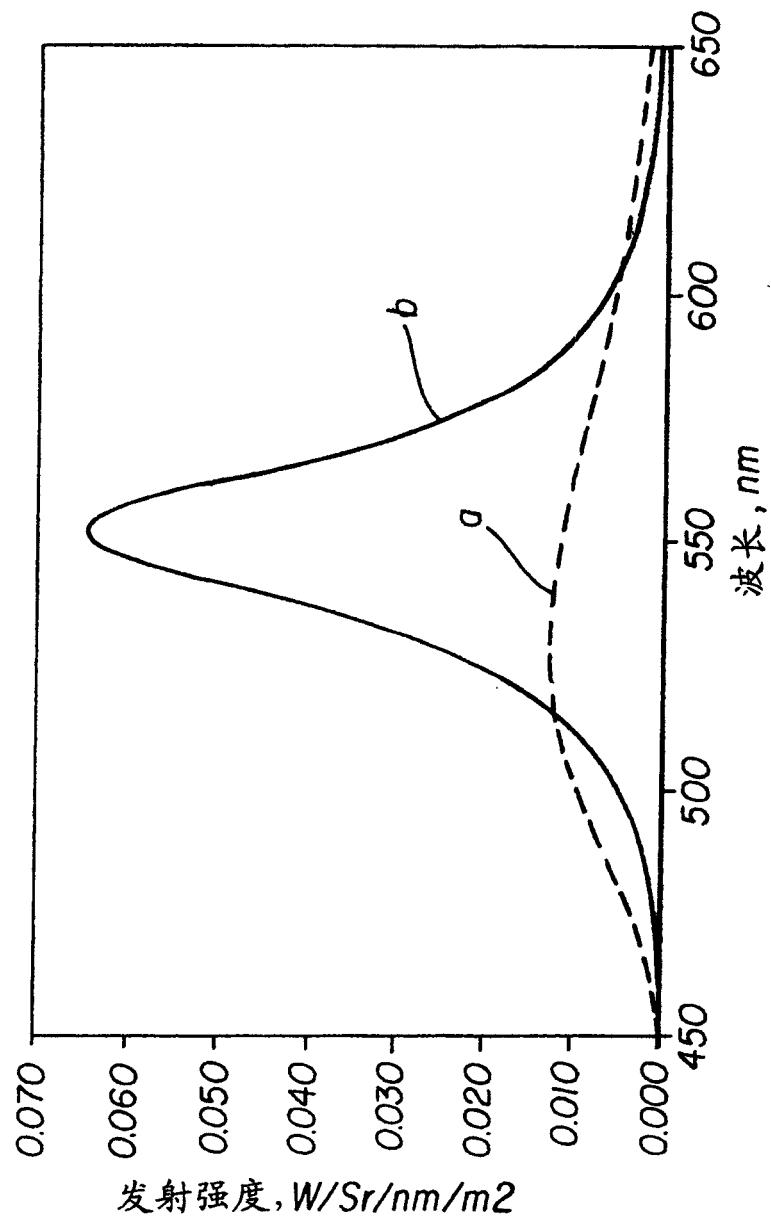


图 5

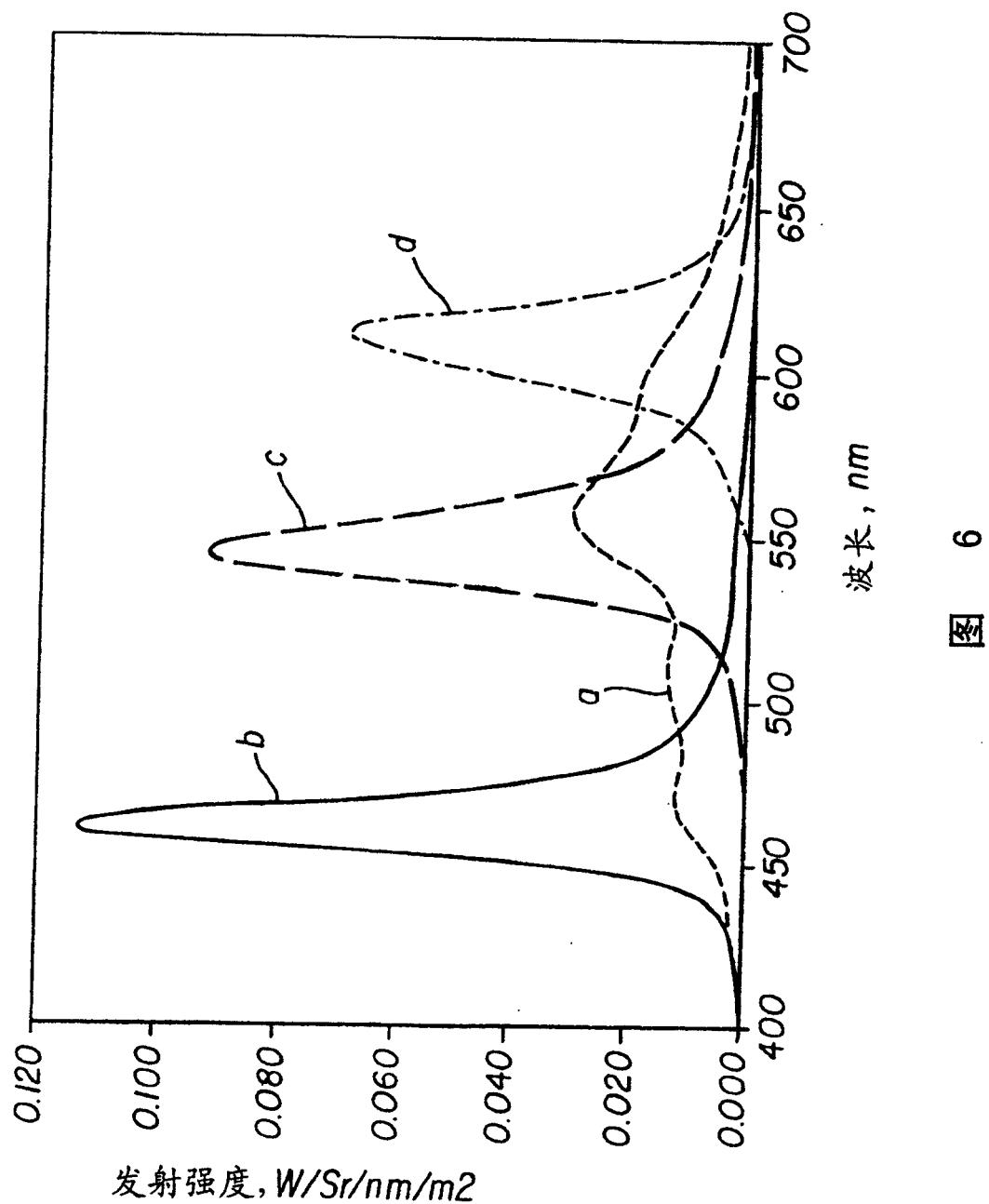


图 6

专利名称(译)	调谐的微腔彩色OLED显示器		
公开(公告)号	CN1543281A	公开(公告)日	2004-11-03
申请号	CN200410007308.5	申请日	2004-02-18
[标]申请(专利权)人(译)	伊斯曼柯达公司		
申请(专利权)人(译)	伊斯曼柯达公司		
当前申请(专利权)人(译)	伊斯曼柯达公司		
[标]发明人	YS田 G·法鲁吉亚 JD肖尔		
发明人	Y·S·田 G·法鲁吉亚 J·D·肖尔		
IPC分类号	H05B33/26 H01L27/32 H01L51/50 H01L51/52 H05B33/24 H05B33/28 H05B33/14		
CPC分类号	H01L51/5275 H01L51/5206 H01L51/5221 H01L51/5265 H01L27/3211 H01L27/3206 H01L51/5218 H01L51/5234 E03D1/34 E03D5/04		
代理人(译)	刘维升 段晓玲		
优先权	10/368513 2003-02-18 US		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

彩色有机发光显示器件，其具有被分成至少两个不同颜色像素组的像素的阵列，每个颜色像素组在公共基材上发射不同的预定颜色的光。其中在阵列中的每一个像素包括设置在基材上的金属底电极层和与金属底电极层隔开的金属电极层。其中用于反射金属电极层的材料包括银、金、铝或其合金，用于半透明金属电极层的材料包括银、金或其合金；以及其中选择半透明金属电极层的厚度、有机层和透明导电相-层的组合厚度、和发光层的布置以便在显示器中的每一个像素形成调谐的微腔OLED器件，所述微腔OLED器件具有高于没有微腔的类似的OLED器件的发射输出效率。

