



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101000949 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610011136.8

US 6117529 A, 2000.09.12, 全文.

(22) 申请日 2006.01.09

US 5604398 A, 1997.02.18, 全文.

CN 1346519 A, 2002.04.24, 全文.

(73) 专利权人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村
3号

审查员 孙长欣

(72) 发明人 王东栋 王永生 邓立儿 张春秀
韩笑

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所
11255

代理人 李鸿华 毛燕生

(51) Int. Cl.

H01L 51/56 (2006.01)

H05B 33/10 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2006/0002150 A1, 2006.01.05, 全文.

CN 1641898 A, 2005.07.20, 全文.

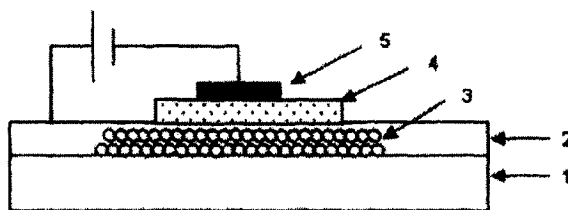
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

利用光子晶体多层膜提高有机电致发光器件
色纯度的方法

(57) 摘要

利用光子晶体多层膜提高有机电致发光器件色纯度的方法,在有机电致发光器件的输出光路上ITO层中利用自组装技术制备一个SiO₂纳米微球光子晶体多层膜,通过选择不同直径大小的SiO₂纳米微球可以改变该薄膜层光子禁带的位置,从而改变禁止和允许通过光的频率范围。通过禁止那些处于不需要的频率范围内的光子出射就可以改善有机电致发光器件的色纯度。和现有的添加滤光片、利用微腔结构和制备分布式布拉格反射器提高发光器件色纯度的方法相比,它工艺简单,成本较低,同时减少了因光吸收和平面光波导效应所带来的光能浪费。



1. 利用光子晶体多层膜提高有机电致发光器件色纯度的方法,其特征是:应用下述步骤制备有机电致发光器件的阳极:

步骤 1,利用**StÖber**方法制备单分散纳米 SiO_2 微球,要求微球直径大小的相对标准偏差 $\sigma < 5\%$;微球直径大小的选择遵循下述原则:

如果要求禁止通过的一定频率范围的出射光的中心波长为 λ_0 ,则

$$0.816D = \frac{\lambda_0}{2n_{\text{eff}}}$$

其中 D 为所需 SiO_2 微球的直径,有效折射率 $n_{\text{eff}} = 1.347$;

步骤 2,电致发光器件阳极的制备:将清洗干净的玻璃在烘箱中干燥,然后在玻璃上应用自组装技术生长 8 ~ 50 层的 SiO_2 微球光子晶体多层膜;再应用电子束蒸发或磁控溅射技术在光子晶体多层膜上继续生长 50 ~ 200nm 的 ITO 层。

利用光子晶体多层膜提高有机电致发光器件色纯度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种提高有机电致发光器件色纯度的方法,它将应用于:1) 有机电致发光器件。2) 发射光谱较宽的无机电致发光器件。

背景技术

[0002] 在有机电致发光器件中,常用的有机材料的发射光谱较宽,半峰宽一般为50-100nm。由于人眼的视感效率随着发光光谱的半幅值的减少而增加,因此提高有机电致发光器件的色纯度非常有意义。为了改善显示器件的色纯度,一般是采用添加滤光片的方法,将不必要的光吸收掉,这造成了一定的光能浪费;另外一种技术是利用微腔结构,通过优化发光层厚度来强化特定的波长,这需要精确控制发光层的厚度,并且在全色显示器件中还要求红绿蓝三基色发光层的厚度各不相同;另外一种技术是在光的输出端制备分布布拉格反射器来选择出射波长,这需要有昂贵的真空镀膜设备,工艺复杂,成本较高。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是克服现有技术中存在的光能浪费和成本较高的问题,提出了一个提高有机电致发光器件色纯度的方法,在输出光路上ITO层中设置一个光子晶体多层膜区,将一定频率范围内的出射光反射回发光层,而允许特定频率范围内的光通过,这样在提高出射光色纯度的同时避免了利用滤光片所带来的光能浪费。同时由于该薄层的引入,破坏了发光器件的平面光波导结构,有效地减少了出射光由于平面光波导效应所带来的光能浪费。

[0004] 本发明的技术方案:

[0005] 利用光子晶体多层膜提高有机电致发光器件色纯度的方法的步骤:

[0006] 步骤1,利用**StÖber**方法制备单分散SiO₂纳米微球,要求微球直径大小的相对标准偏差 $\sigma < 5\%$;微球直径大小的选择遵循下述原则:

[0007] 如果要求禁止通过的一定频率范围出射光的中心波长为 λ_0 ,则

$$[0008] \quad 0.816D = \frac{\lambda_0}{2n_{eff}}$$

[0009] 其中D为所需SiO₂微球的直径,有效折射率 $n_{eff} = 1.347$ 。

[0010] 上述**StÖber**方法来源于文献**StÖber**, W, Fink A, Bohn E, J. Colloid interface Sci. 26(1968)62. 所公开的方法。

[0011] 步骤2,电致发光器件阳极的制备:将清洗干净的玻璃在烘箱中干燥,然后在玻璃上应用自组装技术制备8~50层的SiO₂微球光子晶体多层膜;再应用电子束蒸发或磁控溅射技术在光子晶体多层膜上继续生长50~200nm的ITO层;

[0012] 制备SiO₂微球光子晶体多层膜的时候,层数少于8层不能提供明显的光子禁带,层数多于50层则会增加器件的制备难度。

[0013] 上述自组装技术来源于文献P. Jiang, J. F. Bertone, K. S. Hwang, V. L. Colvin,

Chem. Mater, 11 (1999) 2132. 所公开的方法

[0014] 步骤 3, 电致发光器件发光层和阴极电极的制备: 在 ITO 层上应用真空蒸发方法或旋涂方法制备发光层, 发光层是单层, 或者是包括发光层、空穴传输层和电子传输层的多层, 或者是包括发光层、空穴传输层和电子传输层两者仅其一的多层; 然后蒸镀 Al 电极。

[0015] 本发明和现有技术相比的技术效果:

[0016] 在现有技术中, 改善有机电致发光器件色纯度的技术主要有: 添加滤色片, 利用微腔结构或在光的输出端制备分布布拉格反射器。本发明与上述这些技术相比, 成本较低, 工艺相对简单, 避免了光吸收所带来的光能浪费。同时, 光子晶体多层膜的引入, 破坏了发光器件的平面光波导结构, 有效地减少出射光由于平面光波导效应所带来的光能损失。

[0017] 本发明的原理与依据:

[0018] 在光子晶体中, 折射率是周期性变化的, 其周期大小在光波长量级。当光在光子晶体中传播时, 由于受到周期性散射的影响, 会出现光子禁带, 频率落在光子禁带中的光子将被光子晶体反射而不能通过。利用自组装技术制备的 SiO_2 纳米微球光子晶体多层膜, 通过选择不同直径大小的微球可以调节光子禁带的位置, 从而改变禁止和允许通过光的频率范围。通过禁止那些处于不需要的频率范围内的光子出射就可以提高有机电致发光器件的色纯度。

附图说明

[0019] 图 1 含有光子晶体多层膜的有机电致发光器件结构示意图

[0020] 图 1 中 1 为玻璃基片; 2 为 ITO 层; 3 为光子晶体多层膜; 4 为发光层; 5 为金属电极。

[0021] 图 2 发光材料为 Alq_3 的单纯有机电致发光器件的发射光谱

[0022] 图 3 当 SiO_2 微球直径为 285nm 时光子晶体多层膜在 $\langle 111 \rangle$ 方向上的光学传输特性

[0023] 图 4 制备有光子晶体多层膜后发光材料为 Alq_3 的有机电致发光器件的发射光谱

具体实施方式

[0024] 利用光子晶体多层膜提高有机电致发光器件色纯度的方法:

[0025] Alq_3 是一种常用的绿光材料, 但是它的发射光谱在长波方向的拖尾较长, 影响了发光器件的色纯度。

[0026] 步骤 1, 利用 **Stöber** 方法制备直径 $D = 285\text{nm}$ 的单分散 SiO_2 纳米微球, 微球直径大小的相对标准偏差 $\sigma < 5\%$;

[0027] 步骤 2, 电致发光器件阳极的制备: 将清洗干净的玻璃在烘箱中干燥, 然后在玻璃上应用自组装技术生长 16 层的光子晶体多层膜; 再应用磁控溅射技术在光子晶体多层膜上继续生长 150nm 的 ITO 层; 图 3 为计算得到的光子晶体多层膜在 $\langle 111 \rangle$ 方向上的光学传输特性, 以 $\lambda_0 = 627\text{nm}$ 为中心波长, 宽度 $\Delta \lambda \approx 50\text{nm}$ 范围内的光的透过率都小于 50%。

[0028] 步骤 3, 电致发光器件发光层和阴极的制备: 在 ITO 层上应用真空蒸发方法制备 Alq_3 发光层, 然后蒸镀 Al 电极。对单纯 Alq_3 有机电致发光器件的发射光谱 (图 2) 和制备有光子晶体多层膜的 Alq_3 有机电致发光器件发射光谱 (图 4) 的计算结果表明, 由于以 $\lambda_0 = 627\text{nm}$ 为中心波长, 宽度 $\Delta \lambda \approx 50\text{nm}$ 范围内的光的透过率小于 50%, 发光器件的色纯度

从 54.8%提高到了 57.9%。

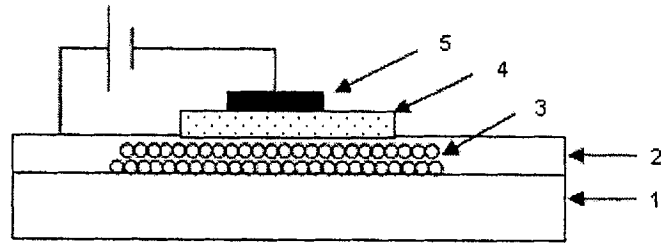


图 1

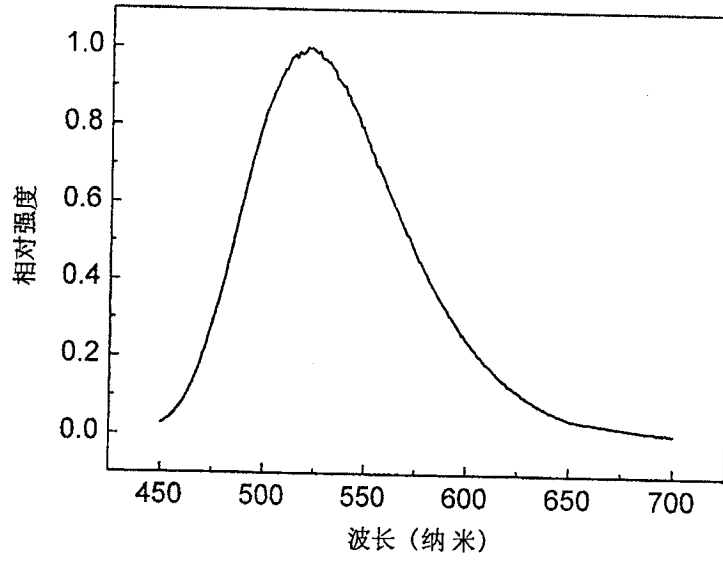


图 2

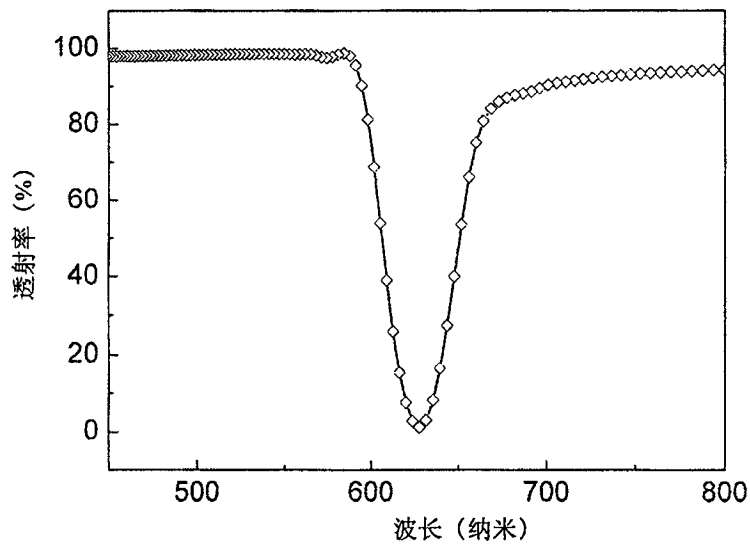


图 3

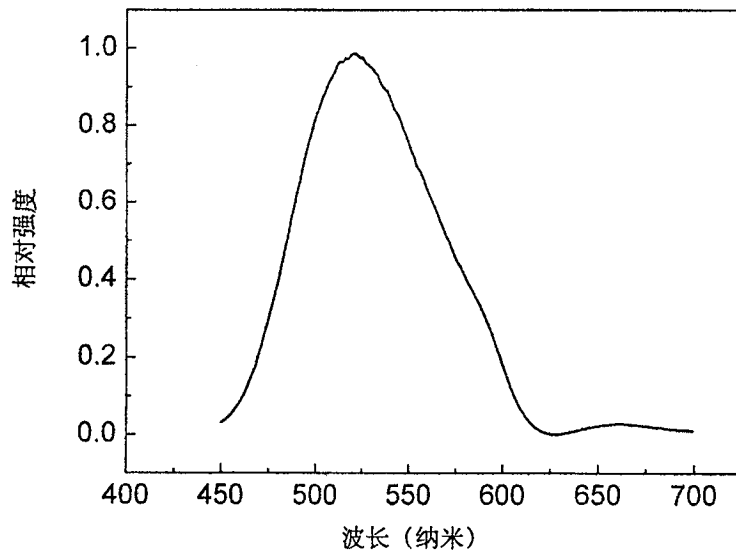


图 4