



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110518138 A

(43)申请公布日 2019. 11. 29

(21)申请号 201910832419.6

(22)申请日 2019.09.04

(71)申请人 淮阴工学院

地址 223005 江苏省淮安市洪泽区东七街
三号高新技术产业园A12-2(淮阴工
学院技术转移中心洪泽分中心)

(72)发明人 周雷 范宝路 南峰 李忠文
范媛媛

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 张华蒙

(51) Int. Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

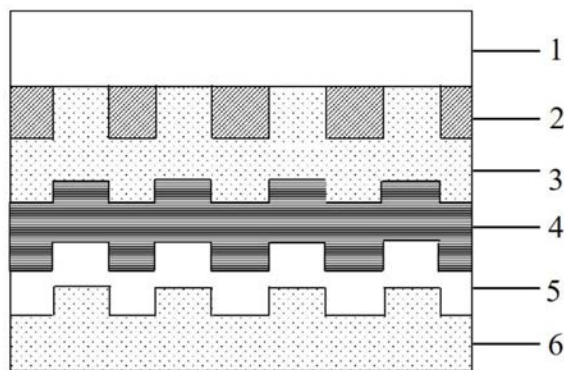
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种像素结构有机发光二极管及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种像素结构有机发光二极管,属于有机光电显示器件技术领域,包括依次叠合设置的透明导电基底、像素化绝缘层、第一传输层、有机发光层、第二传输层和复合背电极,像素化绝缘层为二维随机纳米孔阵列。本发明还公开了像素结构有机发光二极管的制备方法。本发明的一种像素结构有机发光二极管,能有效抑制OLED器件效率滚降,同时提高器件的光学出光效率,具有重复性高,适用于不同发光材料的优点。



1. 一种像素结构有机发光二极管,其特征在于:包括依次叠合设置的透明导电基底(1)、像素化绝缘层(2)、第一传输层(3)、有机发光层(4)、第二传输层(5)和复合背电极(6),所述的像素化绝缘层(2)为二维随机纳米孔阵列。

2. 根据权利要求1所述的一种像素结构有机发光二极管,其特征在于:所述的透明导电基底(1)是玻璃/氧化铟锡。

3. 根据权利要求1所述的一种像素结构有机发光二极管,其特征在于:所述的像素化绝缘层(2)的材质为负性光刻胶。

4. 根据权利要求1所述的一种像素结构有机发光二极管,其特征在于:所述二维随机纳米孔阵列的槽深为30~40nm、占空比为0.2~0.5,纳米孔直径为200~400nm。

5. 权利要求1-4中任意一项所述的一种像素结构有机发光二极管的制备方法,其特征在于:包括如下步骤:

S1、在透明导电基底(1)上以2000-3000转/秒旋涂负性光刻胶;

S2、通过光刻和显影技术在负性光刻胶上制备二维随机纳米孔阵列的像素化绝缘层(2);

S3、在像素化绝缘层(2)上依次旋涂或热蒸镀第一传输层(3)、有机发光层(4)和第二传输层(5);

S4、在第二传输层(5)上以蒸发速率4-5Å/s热蒸镀复合背电极(6),形成像素结构有机发光二极管。

一种像素结构有机发光二极管及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于有机光电显示器件技术领域,具体涉及一种像素结构有机发光二极管及其制备方法。

背景技术

[0002] 有机发光二极管(Organic light-emitting diodes,OLEDs)由于具有开启电压低、响应速度快、色域宽、自发光、宽视角,并可与柔性或可穿戴基底相结合等独特优点,被业界广泛认为将是下一代最具潜力的显示和照明技术。

[0003] 根据OLED器件的发光材料的不同,可以分为荧光OLED和磷光OLED。而且随着磷光材料和延迟荧光材料的应用,理论上磷光OLED和延迟荧光OLED的激子利用率可以达到100%,大大提高了器件的效率。

[0004] 然而,大部分高效率器件都面临着两个共同问题:一是常规平面多层器件结构存在表面等离子体模式、基底模式和波导模式的损耗,导致OLED内部产生的光子只有大约20%能够逃逸出器件,造成大量光子被损耗在器件内部(约80%),出光效率较低;二是随着亮度增加,器件的外量子效率出现剧烈降低,即效率滚降。效率滚降的原因主要在于非发射模式的激子淬灭,包括单线态-单线态淬灭(singlet-singlet annihilation),单线态-三线态淬灭(singlet-triplet annihilation),三线态-三线态淬灭(triplet-triplet annihilation),以及激子-极化子淬灭(exciton-polaron annihilation)。而激子-极化子淬灭又包括单线态-极化子淬灭(singlet-polaron annihilation)和三线态-极化子淬灭(triplet-polaron annihilation)。

[0005] 为了提高OLED器件的光学出光效率,科研工作者将纳米光栅、微透镜、随机纳米结构以及纳米颗粒等微纳结构集成到OLED器件中来抑制光子的光学损耗,提高OLED的出光效率。同时,为了抑制OLED器件效率滚降,科研工作者也设计了量子井发光层结构、混合主体发光层结构以及梯度掺杂发光层结构等,有效地改善了OLED的效率滚降。然而,上述途径一般仅能单一实现抑制OLED器件的光学损耗或效率滚降,很难在抑制OLED器件效率滚降的同时提高器件的光学出光效率。

[0006] 因此,为了进一步促进OLED的商业化实际应用,有必要发明有效的、普适的新型器件结构来抑制OLED器件效率滚降的同时提高器件的光学出光效率。

[0007] 中国发明专利(公开号CN108281559A)“一种高效率、低滚降磷光有机发光二极管”公开了三层发光层材料构成的磷光OLED,可实现较高的器件效率和较小的效率滚降。然而,此专利仅适用于磷光OLED,且器件产生的光子仍然只有大约20%能够逃逸出器件,光学出光效率仍然偏低。

[0008] 中国发明专利(公开号CN102165835B)“高效有机发光二极管(OLED)及其制造方法”公开了包含高折射率层或再利用图案的电极的OLED器件结构,可有效地将OLED器件中产生的光子提取至外部。然而,此专利仅可有效减少OLED的光学损耗,不能解决OLED器件的效率滚降难题。

发明内容

[0009] 发明目的:本发明提供一种像素结构有机发光二极管,抑制OLED器件效率滚降的同时提高器件的光学出光效率。本发明的另一目的在于提供其制备方法,不仅重复性高,而且同时适用于荧光和磷光发光材料。

[0010] 技术方案:为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0011] 一种像素结构有机发光二极管,包括依次叠合设置的透明导电基底、像素化绝缘层、第一传输层、有机发光层、第二传输层和复合背电极,所述的像素化绝缘层为二维随机纳米孔阵列。

[0012] 进一步地,所述的透明导电基底是玻璃/氧化铟锡(ITO)。

[0013] 进一步地,所述的像素化绝缘层的材质为负性光刻胶。

[0014] 进一步地,所述二维随机纳米孔阵列的槽深为30~40nm、占空比为0.2~0.5,纳米孔直径为200~400nm。

[0015] 所述的一种像素结构有机发光二极管的制备方法,包括如下步骤:

[0016] S1、在透明导电基底上以2000-3000转/秒旋涂负性光刻胶;

[0017] S2、通过光刻和显影技术在负性光刻胶上制备二维随机纳米孔阵列的像素化绝缘层;

[0018] S3、在像素化绝缘层上依次旋涂或热蒸镀第一传输层、有机发光层和第二传输层;

[0019] S4、在第二传输层上以蒸发速率4-5Å/s热蒸镀复合背电极,形成像素结构有机发光二极管。

[0020] 发明原理:在OLED器件中,存在两个共性问题,光学出光效率低(光学损耗大)和效率滚降。为了同时有效地解决这两个共性问题,本发明在OLED器件的透明导电基底上设置像素化绝缘层,此像素化绝缘层包含二维随机纳米孔阵列,在像素化绝缘层上依次设置第一传输层、有机发光层、第二传输层和复合背电极后,由于绝缘层是像素化的二维随机纳米孔阵列,一个OLED器件实质由无数个纳米像素组成,每个纳米孔形成载流子有效传输通道。与此同时,分割的纳米孔在纳米尺度空间有效隔离激子和极化子,抑制了激子-极化子淬灭,保护了激子扩散区间,从而有效抑制了效率滚降。此外,在纳米孔像素绝缘层之上依次设置第一传输层、有机发光层、第二传输层和复合背电极形成了二维随机纳米阵列结构,有效减少了OLED器件的表面等离子体波和波导的光学损耗,提高了器件的光学出光效率。

[0021] 有益效果:与现有技术相比,本发明的一种像素结构有机发光二极管,能有效抑制OLED器件效率滚降,同时提高器件的光学出光效率;本发明的一种像素结构有机发光二极管的制备方法,不仅重复性高,而且同时适用于荧光和磷光发光材料。

附图说明

[0022] 图1是像素结构有机发光二极管剖面结构示意图;

[0023] 图2是随机纳米孔阵列结构的俯视示意图;

[0024] 图3是像素结构有机发光二极管制备工艺流程说明图;

[0025] 图4是实施例1的OLED器件的亮度-外量子效率曲线图;

[0026] 图5是实施例2的OLED器件的亮度-功率效率曲线图。

具体实施方式

[0027] 为了进一步说明本发明,以下结合实施例对本发明提供的一种像素结构有机发光二极管及其制备方法进行详细描述。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。

[0028] 此外,应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0029] 一种像素结构有机发光二极管,包括依次叠合设置的透明导电基底1、像素化绝缘层2、第一传输层3、有机发光层4、第二传输层5和复合背电极6,像素化绝缘层2为二维随机纳米孔阵列,二维随机纳米孔阵列的槽深为30~40nm、占空比为0.2~0.5,纳米孔直径为200~400nm,在像素化绝缘层2下依次设置第一传输层3、有机发光层4、第二传输层5和复合背电极6。

[0030] 透明导电基底1是玻璃/氧化铟锡基底。像素化绝缘层2的材质为负性光刻胶。

[0031] 一种像素结构有机发光二极管的制备方法,包括如下步骤:

[0032] S1、在透明导电基底1上以2000-3000转/秒旋涂负性光刻胶;

[0033] S2、通过光刻和显影技术在负性光刻胶上制备二维随机纳米孔阵列的像素化绝缘层2;

[0034] S3、在像素化绝缘层2上依次旋涂或热蒸镀第一传输层3、有机发光层4和第二传输层5;

[0035] S4、在第二传输层5上以蒸发速率4-5Å/s热蒸镀复合背电极6,形成像素结构有机发光二极管。

[0036] 实施例1

[0037] 如图1-4所示,图1和图2分别是本发明一种像素结构有机发光二极管结构示意图和制备工艺流程说明图。下面结合图1-4,详细说明本实施例。

[0038] 本实施例以发光材料为磷光的绿光OLED器为例进行详细描述。如图1所示,在此结构中,透明导电基底1是玻璃/ITO,像素化绝缘层2是负性光刻胶(RFJ-210),第一传输层3是N,N'-二苯基-N,N'-(1-萘基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(NPB)和4,4',4''-Tri(9-carbazoyl) triphenylamine (TCTA)两种材料组成的叠层结构,有机发光层4是乙酰丙酮酸二(2-苯基吡啶)铱(Ir(ppy)₂(acac))、第二传输层5是1,3,5-tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzene (TmPyPB),复合背电极6是氟化锂(LiF)和金属铝(Al)。

[0039] 依据步骤S1,在透明导电基底玻璃/ITO上以3000转/秒旋涂负性光刻胶(RFJ-210),然后在120摄氏度下烘干。

[0040] 依据步骤S2,以氩离子激光器进行掩模曝光后,在体积分数为1.5%的氢氧化钠(NaOH)溶液内显影10秒,经过自然风干,制备如图3所示的随机分布的纳米孔阵列像素化绝缘层,纳米孔直径为200nm,槽深30nm,占空比为0.2。

[0041] 依据步骤S3、在完成像素化绝缘层制备后,将透明导电基底玻璃/ITO/像素化绝缘层移入热蒸发腔内,将蒸发速率调整并保持在2-4 Å/s。依次蒸镀第一传输层NPB(厚度为40nm)和TCTA(厚度为15nm)的叠层结构,有机发光层Ir(ppy)₂(acac)(0.1nm)和第二传输层TmPyPB(30nm)。

[0042] 依据步骤S4、将蒸发速率控制在 $4-5\text{\AA}/\text{s}$ ，蒸镀1nm厚的LiF和100nm厚金属铝背电极，从而完成像素结构有机发光二极管结构的制备。

[0043] 为了进一步说明本发明的有益效果，在相同的制备条件下，采用未设置像素化绝缘层的OLED器件作为参考对比器件。重复步骤S3-S4制备出标准参考器件。具体结构为玻璃ITO//NPB(40nm)/TCTA(15nm)/Ir(ppy)₂(acac)(0.1nm)/TmPyPB(30nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)。由测试的外量子效率-亮度曲线(如图4)可以看出，在亮度超过 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ ，参考器件的外量子效率下降剧烈，与此形成鲜明对比，本发明的像素结构OLED，不仅具有较高的外量子效率，而且外量子效率下降相对较小，说明本发明的像素结构有机发光二极管能有效抑制磷光OLED器件效率滚降，同时提高器件的光学出光效率。

[0044] 实施例2

[0045] 下面结合图1-3和图5详细说明本实施例。

[0046] 本实施例以发光材料为荧光的绿光OLED器为例进行详细描述。如图1所示，在此结构中，透明导电基底1是玻璃/ITO，像素化绝缘层材料是负性光刻胶(RFJ-220)，第一传输层3是有机材料NPB，有机发光层4和第二传输层5均是tris(8-hydroxyquinoline)aluminum(Alq3)复合背电极6是氟化锂(LiF)和金属铝(Al)。

[0047] 依据步骤S1，在透明导电基底玻璃/ITO上以2000转/秒旋涂负性光刻胶(RFJ-220)，然后在120摄氏度下烘干。

[0048] 依据步骤S2，以氩离子激光器进行掩模曝光后，在体积分数为1.3%的氢氧化钠(NaOH)溶液内显影15秒，经过自然风干，制备如图3所示的随机分布的纳米孔阵列像素化绝缘层，纳米孔直径为400nm，槽深40nm，占空比为0.5。

[0049] 依据步骤S3、在完成像素化绝缘层制备后，将透明导电基底玻璃/ITO/像素化绝缘层移入热蒸发腔内，将蒸发速率调整并保持在 $2-4\text{\AA}/\text{s}$ 。依次蒸镀第一传输层NPB(厚度为40nm)，有机发光层和第二传输层Alq3(50nm)。

[0050] 依据步骤S4、将蒸发速率控制在 $4-5\text{\AA}/\text{s}$ ，蒸镀1nm厚的LiF和100nm厚金属铝背电极，从而完成像素结构有机发光二极管结构的制备。

[0051] 为了进一步说明本发明的有益效果，在相同的制备条件下，以未设置像素化绝缘层的OLED器件作为参考对比器件。重复步骤S3-S4制备出标准参考器件。具体结构为玻璃ITO//NPB(40nm)/Alq3(50nm)/LiF(1nm)/Al(100nm)。由测试的功率效率-亮度曲线(如图5)可以看出，与参考器件相比，本发明的像素结构OLED，不仅具有较高的功率效率，而且功率效率随着亮度增加下降相对较小，说明本发明的像素结构有机发光二极管能有效抑制荧光OLED器件效率滚降，同时提高器件的光学出光效率。

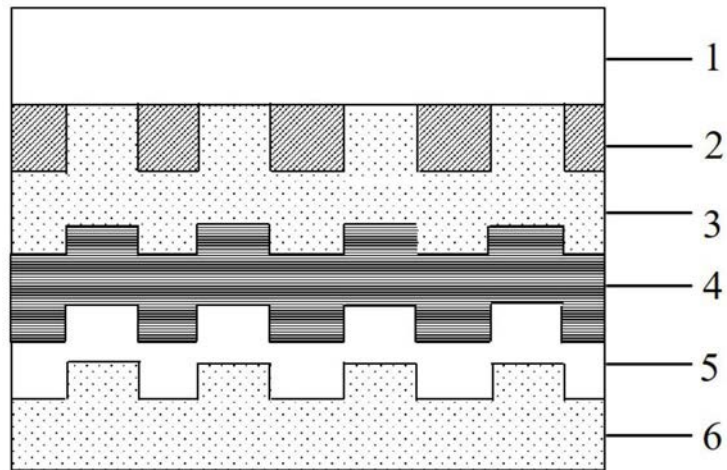


图1

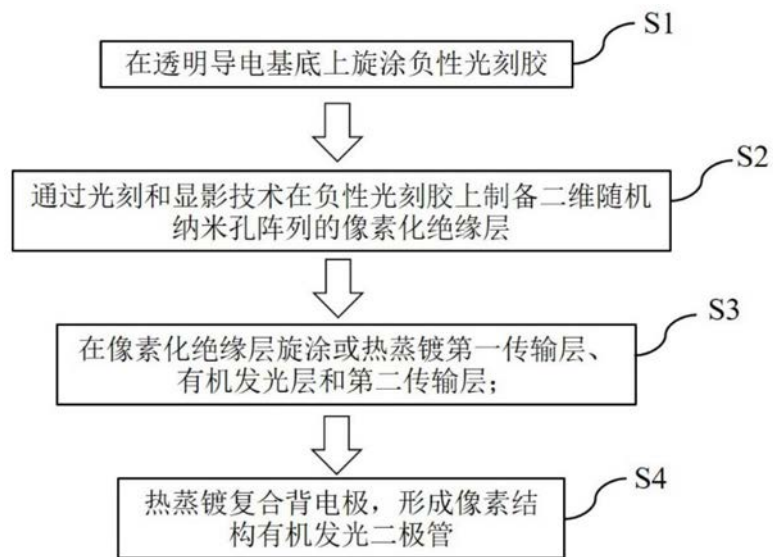


图2

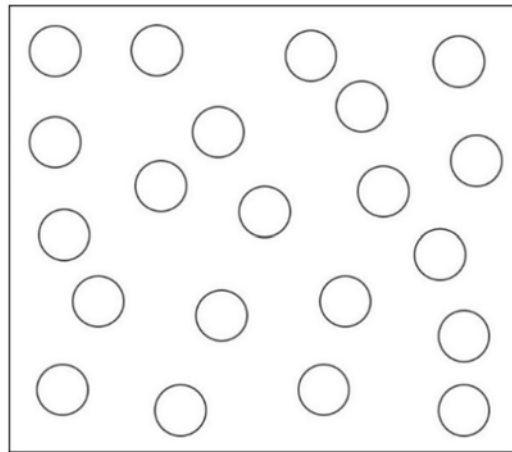


图3

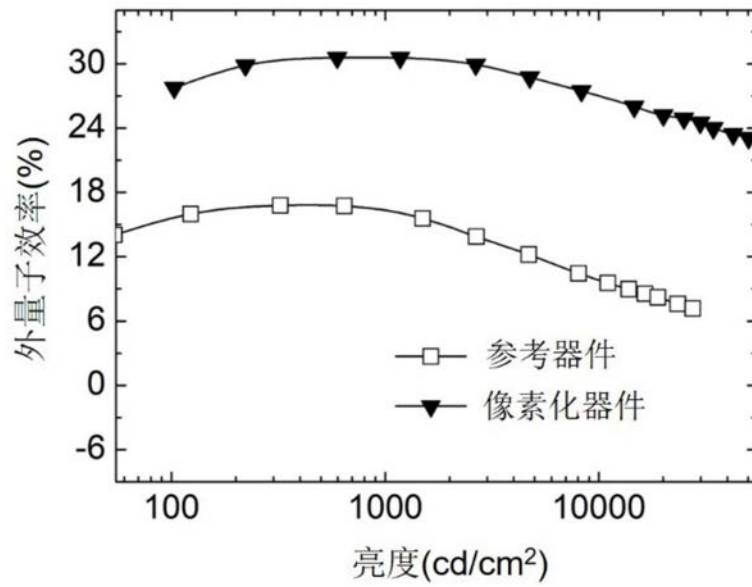


图4

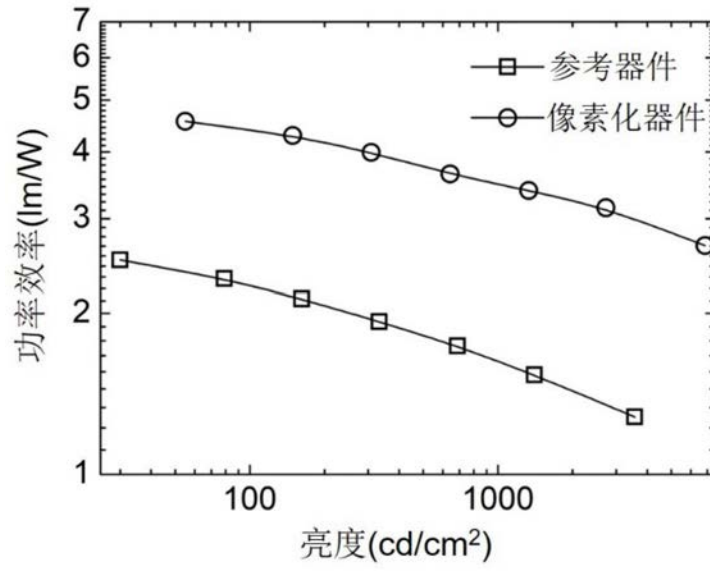


图5

专利名称(译)	一种像素结构有机发光二极管及其制备方法		
公开(公告)号	CN110518138A	公开(公告)日	2019-11-29
申请号	CN201910832419.6	申请日	2019-09-04
[标]申请(专利权)人(译)	淮阴工学院		
申请(专利权)人(译)	淮阴工学院		
当前申请(专利权)人(译)	淮阴工学院		
[标]发明人	周雷 范宝路 南峰 李忠文 范媛媛		
发明人	周雷 范宝路 南峰 李忠文 范媛媛		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/50 H01L51/5265 H01L51/56		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种像素结构有机发光二极管，属于有机光电显示器件技术领域，包括依次叠合设置的透明导电基底、像素化绝缘层、第一传输层、有机发光层、第二传输层和复合背电极，像素化绝缘层为二维随机纳米孔阵列。本发明还公开了像素结构有机发光二极管的制备方法。本发明的一种像素结构有机发光二极管，能有效抑制OLED器件效率滚降，同时提高器件的光学出光效率，具有重复性高，适用于不同发光材料的优点。

