



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107146854 A

(43)申请公布日 2017.09.08

(21)申请号 201710328445.6

H01L 51/56(2006.01)

(22)申请日 2017.05.11

H01L 27/32(2006.01)

(71)申请人 安徽熙泰智能科技有限公司

地址 241000 安徽省芜湖市三山区芜湖长
江大桥综合经济开发区高安街道经四
路1号办公楼五楼

(72)发明人 晋芳铭 赵铮涛 李文连 任清江
王仕伟

(74)专利代理机构 合肥鼎途知识产权代理事务
所(普通合伙) 34122

代理人 王学勇 李兵

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/54(2006.01)

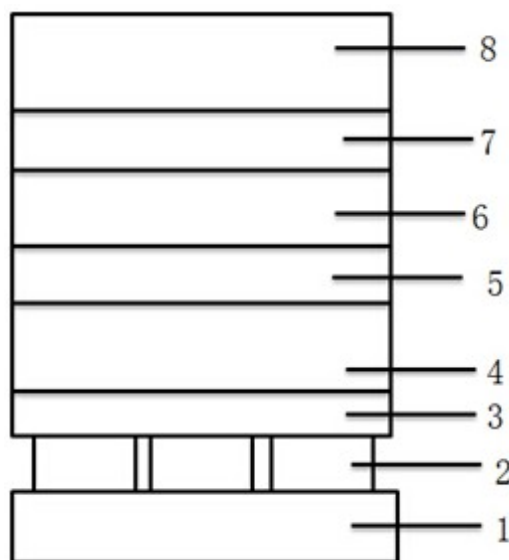
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件
及其制备方法

(57)摘要

本发明公开的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件,包括硅基板、钙钛矿发光二极管微显示器、密封层和玻璃盖板,所述钙钛矿发光二极管微显示器形成在硅基板上,所述钙钛矿发光二极管微显示器包括阳极层,有机功能层和阴极层,所述有机功能层包括空穴注入层、钙钛矿发光层和电子注入层,所述钙钛矿发光层采用的材料选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 CsPbBr_3 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ 、 $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$,钙钛矿发光层的厚度在50~300nm。本发明提出的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件制备方法,工艺简单、成本低廉,制备出来的微显示器件结构发光效率和分辨率高,像素点尺寸小于3.5微米,像素达到1280×720。



1. 一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件, 其特征在于, 包括: 硅基板、钙钛矿发光二极管微显示器、密封层和玻璃盖板, 所述钙钛矿发光二极管微显示器形成在硅基板上, 所述钙钛矿发光二极管微显示器包括阳极层、有机功能层和阴极层, 所述有机功能层包括空穴注入层、钙钛矿发光层和电子注入层, 所述钙钛矿发光层采用的材料选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 CsPbBr_3 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ 、 $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$, 钙钛矿发光层的厚度在50~300nm。

2. 根据权利要求1所述的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件, 其特征在于, 所述阳极层采用蒸镀或者溅射的方式形成, 采用的材料选自Al、Au、Ag、Cr、Mo、Pt、Cu中的一种或任意几种, 所述阳极层的厚度在20~200nm。

3. 根据权利要求1所述的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件, 其特征在于, 所述空穴注入层采用的材料选自PEDOT:PSS、CuI、CuSCN、NiO、spiro-OMeTAD、P3HT、PTAA、PF8-TAA、PDPPDBTE、polyTPD中的一种或任意几种, 所述空穴注入层的厚度在10~50nm。

4. 根据权利要求1所述的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件, 其特征在于, 所述电子注入层采用的材料选自BA1Q3、Bphen、BCP、AlQ3、TPBI, 所述电子注入层的厚度在0.25~5nm。

5. 根据权利要求1所述的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件, 其特征在于, 所述阴极层为半透明结构, 所述阴极层采用的材料选自Al、Ag、Mg:Ag、Ca/Mg, 厚度为5~20nm。

6. 一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

a、采用超声波清洗机对硅基板进行清洗, 采用氮气吹干, 并用烘干机对硅基板烘干;

b、在硅基板上蒸镀或者溅射阳极层, 阳极层材料选自Al、Au、Ag、Cr、Mo、Pt、Cu, 阳极层的厚度为20~200nm;

c、在阳极层上沉积空穴注入层, 沉积材料选自PEDOT:PSS、CuI、CuSCN、NiO、spiro-OMeTAD、P3HT、PTAA、PF8-TAA、PDPPDBTE、polyTPD, 所述空穴注入层的厚度在10~50nm;

d、在空穴注入层上沉积钙钛矿发光层, 所述钙钛矿发光层采用的材料选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 CsPbBr_3 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ 、 $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$, 钙钛矿发光层的厚度在50~300nm;

e、在钙钛矿发光层上沉积电子注入层, 所述电子注入层采用的材料选自BA1Q3、Bphen、BCP、AlQ3、TPBI, 所述电子注入层的厚度在0.25~5nm;

f、在电子注入层上沉积阴极层, 所述阴极层采用的材料选自Al、Ag、Mg:Ag、Ca/Mg, 厚度在5~20nm;

g、采用原子层沉积或旋转涂覆或热蒸发方法制备密封层, 所述密封层材料选自 Al_2O_3 、 TiO_2 、SiN、 SiO_2 , 厚度为10~100nm;

h、贴玻璃盖片。

7. 根据权利要求6所述的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制备方法, 其特征在于, 在空穴注入层上旋转涂覆前驱体溶液, 先以500转/秒的转速旋转涂覆3秒, 后以2000转/秒的转速涂覆30秒, 在100~120℃的加热板上退火处理10~30分钟, 以得到钙钛矿发光层。

8. 根据权利要求7所述的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制备方法, 其特征在于, 所述前驱体溶液由溶质和溶剂按比例混合而成, 所述溶质选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ 、 CsBr 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 PbBr_2 、 PbCl_2 、 CsPbBr_3 , 所述溶剂选自DMF、DMSO。

9. 根据权利要求1所述的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制备方法, 其特征在于, 采用原子层沉积或旋转涂覆或热蒸发方法制备密封层, 所述密封层材料选自 Al_2O_3 , 厚度为10~30nm。

一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示器件领域,尤其涉及一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件及其制备方法。

背景技术

[0002] 钙钛矿是一种性能优异的发光材料,具备一系列突出的优点:(1)发光效率高。光致发光效率可达80%以上;(2)带隙和光谱简单可调。通过调节不同卤元素的比例可以轻松实现发光峰从可见覆盖到近红外区;(3)光谱色纯度高,发光光谱半峰宽度小于20nm;(4)制备成本低廉、工艺简单,可通过溶液法实现大面积生产。

[0003] 与有机发光二极管(钙钛矿发光二极管)相比,钙钛矿发光二极管具备一系列明显的优势:(1)发光光谱色纯度高;(2)制备工艺简单、制作成本低,无需昂贵的蒸镀设备投资。经过短短两三年的发展,钙钛矿发光二极管的性能已经可以同钙钛矿发光二极管相比拟。2015年10月,剑桥大学Himchan Cho等人在Science上报道了他们的突破性进展。研究人员通过改进前驱体溶液和成膜工艺将有机无机杂化PeLEDs的最大电流效率和最大外量子效率提高到了42.9cd/A和8.53%。

[0004] 微型显示器指的是显示尺寸在1英寸之下,基于单硅基CMOS驱动的发光器件,像素可以高达800×600以上,特别适合应用于头盔显示器、立体显示镜以及眼睛式显示器等,具有广阔的市场和军事价值。

[0005] 目前高分辨率微显示的实现方式主要有LCD微显示、LED微显示器、硅基钙钛矿发光二极管微显示器。其中钙钛矿发光二极管微显示具备全固态、主动发光、功耗低、响应速度快、工作温度范围宽等系列优点。但是硅基钙钛矿发光二极管微显示器件也存在诸多问题:(1)光谱色纯度差,影响近眼显示效果;(2)产品成本高昂,价格昂贵,这一方面源于钙钛矿发光二极管器件的良率低,另一方面源于钙钛矿发光二极管蒸镀设备价格昂贵,量产设备都需要从日韩进口,用于8寸晶圆的钙钛矿发光二极管蒸镀设备投资都在亿元以上。因此,开发新型微显示器件十分必要。

发明内容

[0006] 本发明针对现有技术的不足,提供一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件及其制备方法。

[0007] 本发明通过以下技术手段实现解决上述技术问题的:

一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件,包括:硅基板、钙钛矿发光二极管微显示器、密封层和玻璃盖板,所述钙钛矿发光二极管微显示器形成在硅基板上,所述钙钛矿发光二极管微显示器包括阳极层,有机功能层和阴极层,所述有机功能层包括空穴注入层、钙钛矿发光层和电子注入层,所述钙钛矿发光层采用的材料选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 CsPbBr_3 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ 、 $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$,钙钛矿发光层的厚度在50~300nm。

[0008] 进一步地,所述阳极层采用蒸镀或者溅射的方式形成,采用的材料选自Al、Au、Ag、

Cr、Mo、Pt、Cu中的一种或任意几种,所述阳极层的厚度在20~200nm。

[0009] 进一步地,所述空穴注入层采用的材料选自PEDOT:PSS、CuI、CuSCN、NiO、spiro-OMeTAD、P3HT、PTAA、PF8-TAA、PDPPDBTE、polyTPD中的一种或任意几种,所述空穴注入层的厚度在10~50nm。

[0010] 进一步地,所述电子注入层采用的材料选自BA1Q3、Bphen、BCP、AlQ3、TPBI,所述电子注入层的厚度在0.25~5nm。

[0011] 进一步地,所述阴极层为半透明结构,所述阴极层采用的材料选自Al、Ag、Mg:Ag、Ca/Mg,厚度为5~20nm。

[0012] 本发明还提出了一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制备方法,包括以下步骤:

a、采用超声波清洗机对硅基板进行清洗,采用氮气吹干,并用烘干机对硅基板烘干;

b、在硅基板上蒸镀或者溅射阳极层,阳极层材料选自Al、Au、Ag、Cr、Mo、Pt、Cu,阳极层的厚度为20~200nm;

c、在阳极层上沉积空穴注入层,沉积材料选自PEDOT:PSS、CuI、CuSCN、NiO、spiro-OMeTAD、P3HT、PTAA、PF8-TAA、PDPPDBTE、polyTPD,所述空穴注入层的厚度在10~50nm;

d、在空穴注入层上沉积钙钛矿发光层,所述钙钛矿发光层采用的材料选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 CsPbBr_3 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ 、 $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$,钙钛矿发光层的厚度在50~300nm;

e、在钙钛矿发光层上沉积电子注入层,所述电子注入层采用的材料选自BA1Q3、Bphen、BCP、AlQ3、TPBI,所述电子注入层的厚度在0.25~5nm;

f、在电子注入层上沉积阴极层,所述阴极层采用的材料选自Al、Ag、Mg:Ag、Ca/Mg,厚度在5~20nm;

g、采用原子层沉积或旋转涂覆或热蒸发方法制备密封层,所述密封层材料选自 Al_2O_3 、 TiO_2 、SiN、 SiO_2 ,厚度为10~100nm;

h、贴玻璃盖片。

[0013] 进一步地,在空穴注入层上旋转涂覆前驱体溶液,先以500转/秒的转速旋转涂覆3秒,后以2000转/秒的转速涂覆30秒,在100~120℃的加热板上退火处理10~30分钟,以得到钙钛矿发光层。

[0014] 进一步地,所述前驱体溶液由溶质和溶剂按比例混合而成,所述溶质选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ 、CsBr、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 PbBr_2 、 PbCl_2 、 CsPbBr_3 ,所述溶剂选自DMF、DMSO。

[0015] 进一步地,采用原子层沉积或旋转涂覆或热蒸发方法制备密封层,所述密封层材料选自 Al_2O_3 ,厚度为10~30nm。

[0016] 本发明与现有技术相比较,本发明的实施效果如下:

本发明提出的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件制备工艺简单、成本低廉,制备出来的微显示器件结构发光效率和分辨率高,像素点尺寸小于3.5微米,像素达到 1280×720 。

附图说明

[0017] 图1是本发明提出的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的结构示意图。

具体实施方式

[0018] 下面将结合具体的实施例来说明本发明的内容。

[0019] 参照图1,本发明提出的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的结构示意图。

[0020] 如图1所示,本发明提出的一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件,包括:硅基板1、钙钛矿发光二极管微显示器、密封层7和玻璃盖板8,钙钛矿发光二极管微显示器形成在硅基板1上,所述钙钛矿发光二极管微显示器包括阳极层2,有机功能层和阴极层6。

[0021] 所述阳极层2采用蒸镀或者溅射的方式形成,采用的材料选自Al、Au、Ag、Cr、Mo、Pt、Cu中的一种或任意几种,所述阳极层2的厚度在20~200nm。

[0022] 所述有机功能层包括空穴注入层3、钙钛矿发光层4和电子注入层5,所述空穴注入层3材料选自PEDOT:PSS、CuI、CuSCN、NiO、spiro-OMeTAD、P3HT、PTAA、PF8-TAA、PDPPDBTE、polyTPD中的一种或任意几种,所述空穴注入层3的厚度在10~50nm。所述钙钛矿发光层4采用的材料选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 CsPbBr_3 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ 、 $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$,钙钛矿发光层4的厚度在50~300nm。所述电子注入层5采用的材料选自BA1Q3、Bphen、BCP、AlQ3、TPBI,所述电子注入层5的厚度在0.25~5nm。

[0023] 所述阴极层6为半透明结构,所述阴极层6采用的材料选自Al、Ag、Mg:Ag、Ca/Mg,厚度为5~20nm。

[0024] 其中,镀在钙钛矿发光层4上的材料为前驱体溶液,溶质选自 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ 、 CsBr 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ 、 PbBr_2 、 PbCl_2 、 CsPbBr_3 ,所述溶剂选自DMF、DMSO,溶质的摩尔比例在1~1.2mol/l。

[0025] 实施例1

提供硅基板1,用超声波清洗机清洗硅基板1,用氮气吹干硅基板1,并用烘干机烘干硅基板1。在 10^{-4}Pa 下蒸镀Al至厚度约30nm作为阳极层2,接着,在阳极层2上蒸镀PTAA至厚度约20nm作为空穴注入层3。之后,在空穴注入层3上先以500转/秒的转速下旋转涂覆3秒前驱体溶液,后在2000转/秒的转速下涂覆30秒前驱体溶液,厚度达到50nm后,在100~120℃的加热板上退火处理10~30分钟,得到钙钛矿发光层4。其中,前驱体溶液由 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ 和DMF混合而成, $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$ 的摩尔比例为1mol/L。接着,在钙钛矿发光层4上蒸镀Bphen至厚度3nm作为电子注入层5,之后,在电子注入层5上镀上Al至厚度约10nm作为阴极层6,最后,进行封装,贴上玻璃盖板,即完成了钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制作。

[0026] 实施例2

提供硅基板1,用超声波清洗机清洗硅基板1,用氮气吹干硅基板1,并用烘干机烘干硅基板1。在 10^{-4}Pa 下蒸镀Cu至厚度约50nm作为阳极层2,接着,在阳极层2上蒸镀P3HT至厚度约30nm作为空穴注入层3。之后,在空穴注入层3上先以500转/秒的转速下旋转涂覆3秒前驱体溶液,后在2000转/秒的转速下涂覆30秒前驱体溶液,厚度达到80nm后,在100~120℃的加热板上退火处理10~30分钟,得到钙钛矿发光层4。其中,前驱体溶液由 CsPbBr_3 和DMF混合而成, CsPbBr_3 的摩尔比例为1.2mol/L。接着,在钙钛矿发光层4上蒸镀BCP至厚度3nm作为电子注入层5,之后,在电子注入层5上镀上Al至厚度约7nm作为阴极层6,最后,进行封装,贴上玻璃盖板,即完成了钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制作。

[0027] 实施例3

提供硅基板1,用超声波清洗机清洗硅基板1,用氮气吹干硅基板1,并用烘干机烘干硅基板1。在 10^{-4}Pa 下蒸镀Cu至厚度约50nm作为阳极层2,接着,在阳极层2上蒸镀PTAA至厚度约

20nm作为空穴注入层3。之后,在空穴注入层3上先以500转/秒的转速下旋转涂覆3秒前驱体溶液,后在2000转/秒的转速下涂覆30秒前驱体溶液,厚度达到70nm后,在100~120℃的加热板上退火处理10~30分钟,得到钙钛矿发光层4。其中,前驱体溶液由 PbCl_2 和DMSO混合而成, CsPbBr_3 的摩尔比例为1.1mol/L。接着,在钙钛矿发光层4上蒸镀AlQ3至厚度3nm作为电子注入层5,之后,在电子注入层5上镀上Al至厚度约7nm作为阴极层6,最后,进行封装,贴上玻璃盖板,即完成了钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件的制作。

[0028] 本发明提出的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件制备方法,工艺简单、成本低廉,制备出来的微显示器件结构发光效率和分辨率高,像素点尺寸小于3.5微米,像素达到 1280×720 。

[0029] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

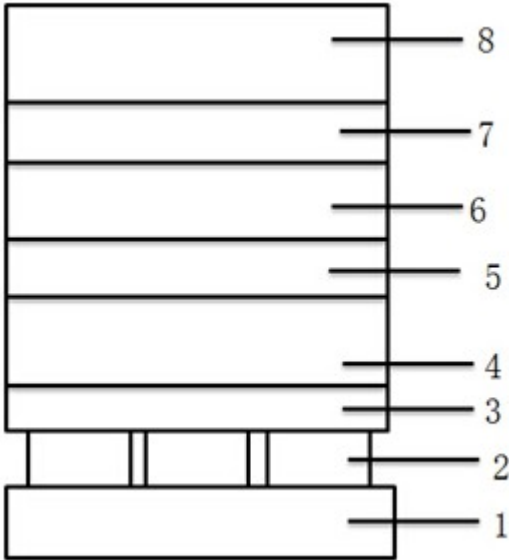


图1

专利名称(译)	一种钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件及其制备方法		
公开(公告)号	CN107146854A	公开(公告)日	2017-09-08
申请号	CN201710328445.6	申请日	2017-05-11
[标]申请(专利权)人(译)	安徽熙泰智能科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	安徽熙泰智能科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	安徽熙泰智能科技有限公司		
[标]发明人	晋芳铭 赵铮涛 李文连 任清江 王仕伟		
发明人	晋芳铭 赵铮涛 李文连 任清江 王仕伟		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/52 H01L51/54 H01L51/56 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5012 H01L27/32 H01L51/0077 H01L51/5088 H01L51/5203 H01L51/56		
代理人(译)	王学勇 李兵		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件，包括硅基板、钙钛矿发光二极管微显示器、密封层和玻璃盖板，所述钙钛矿发光二极管微显示器形成在硅基板上，所述钙钛矿发光二极管微显示器包括阳极层，有机功能层和阴极层，所述有机功能层包括空穴注入层、钙钛矿发光层和电子注入层，所述钙钛矿发光层采用的材料选自CH₃NH₃PbBr₃、CsPbBr₃、CH₃NH₃PbCl_xBr_{3-x}、CsPbCl_xBr_{3-x}，钙钛矿发光层的厚度在50~300nm。本发明提出的钙钛矿发光二极管的硅基微显示器件制备方法，工艺简单、成本低廉，制备出来的微显示器件结构发光效率和分辨率高，像素点尺寸小于3.5微米，像素达到1280×720。

