



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110299461 A

(43)申请公布日 2019.10.01

(21)申请号 201910554402.9

(22)申请日 2019.06.25

(71)申请人 南昌航空大学

地址 330063 江西省南昌市丰和南大道696号

(72)发明人 张芹 阳敏 刘自磊 张文静

赵文天 杨文学 计俞伟 张余宝
黎芳芳

(74)专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事

务所 36122

代理人 张文杰

(51)Int.Cl.

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

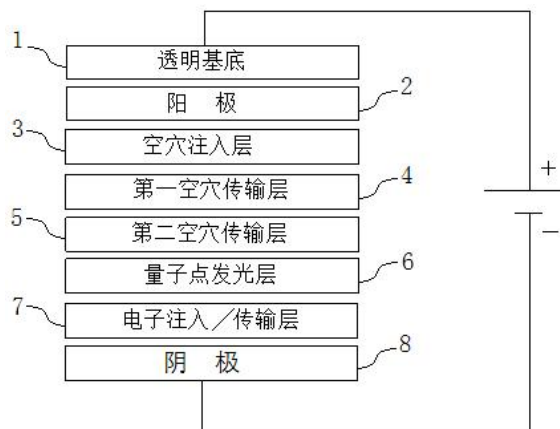
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种量子点发光二极管及其制作方法

(57)摘要

本发明公开了一种量子点发光二极管及其制作方法,透明基底与电源的正极相连,阴极与电源的负极相连;制作步骤如下:清洗透明基底,旋涂空穴注入层,旋涂第二空穴传输层,旋涂量子点发光层,旋涂ZnMgO电子传输层,蒸镀Al电极。本发明提高了器件的发光效率,拓宽了辐射复合区域,使更多的量子点能有效工作这将大幅度提高器件的转换效率。从而形成了高效率QLED,延长了发光器件的使用寿命,并且极大的提高了能源利用率,使用的材料简单常见、生产难度小、成本较低、实用性强,为人们的生活提供和创造了极大的便利。



1. 一种量子点发光二极管,包括依次层叠设置的透明基底1、阳极2、空穴注入层3、第一空穴传输层4、第二空穴传输层5、量子点发光层6、电子注入/传输层7和阴极8,其特征在于,所述透明基底1与电源的正极相连,阴极8与电源的负极相连;所述阳极2的厚度为1-100nm;所述空穴注入层3的厚度为35~45nm;所述第一空穴传输层4的厚度为25~35nm;所述第二空穴传输层5由pvk掺杂B(C₆F₅)₃组成,且PVK与B(C₆F₅)₃的比例为60:0~40:20,其厚度为25~35nm,能级为-5.8eV;所述量子点发光层6的厚度为20~30nm;所述电子注入传输层7的厚度为20~100nm;所述阴极8的厚度为10~150nm。

2. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管,其特征在于,所述透明基底1为透明玻璃。

3. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管,其特征在于,所述阳极2为ITO、FTO、PET/ITO导电薄膜。

4. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管,其特征在于,所述空穴注入层3为PEDOT:PSS、聚对苯撑乙烯类、聚噻吩类、聚硅烷类或三苯甲烷类。

5. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管,其特征在于,所述第一空穴传输层4为poy-TPD或TFB。

6. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管,其特征在于,所述量子点发光层6中的量子点是CdSe/CdS/ZnS、ZnCdS/ZnS或CdSe/ZnS构成。

7. 根据权利要求1所述量子点发光二极管,其特征在于,所述电子注入/传输层7为氧化锌、掺镁氧化锌或二氧化钛。

8. 根据权利要求1所述的量子点发光二极管,其特征在于,所述阴极8由铝、银或二者组合构成。

9. 一种如权利要求1所述的量子点发光二极管的制作方法,其特征在于,其步骤如下:

1) 清洗透明基底1:在超声波中,分别以去离子水加洗洁精、去离子水、丙酮和异丙醇对ITO玻璃进行清洗,每次清洗时间为30min,然后放入酒精中浸泡,并用擦镜纸擦拭干净,最后放在紫外臭氧机中照射25min;

2) 旋涂空穴注入层3:将匀胶机的转速调到4000rpm,时间设45s,旋涂厚度30-40nm的空穴注入层3,并用140℃的温度焙烧30min,静置冷却30min;

3) 旋涂第一空穴传输层4:将TPD或者TFB溶解于氯苯中,浓度为8mg/ml,然后在手套箱中将匀胶机的转速设为3000rpm,移液枪取60~80微升的TPD溶液,旋涂时间为30s旋涂,并用140℃的温度焙烧30min,然后静置冷却30min;

4) 旋涂第二空穴传输层5:将pvk和B(C₆F₅)₃分别溶解于氯苯中,浓度为8mg/ml,pvk和B(C₆F₅)₃的掺杂比例为55:5,然后在手套箱中将匀胶机的转速设为3000rpm,移液枪取60微升已经掺杂好的溶液,旋涂30s,并用140℃的温度焙烧30min,然后静置冷却30min;

5) 旋涂量子点发光层6:将量子点溶于正辛烷中,配成20mg/ml的溶液,然后在手套箱中将匀胶机的转速设为2000rpm,时间为30s,移液枪取70微升的量子点溶液,旋涂静置20min;

6) 旋涂ZnMgO电子传输层7:将配制好的ZnMgO的溶液,将匀胶机的速度调至3000rpm,时间30s,移液枪取70~80微升的ZnMgO溶液旋涂,并用甲苯擦拭边缘;

7) 蒸镀Al电极8:将上述步骤做好的器件放在真空镀膜机中,蒸镀上100nm厚的铝电极,然后用紫外固化胶来封装器件;量子点发光二极管制作完毕。

10. 根据权利要求9所述的量子点发光二极管的制作方法,其特征在于,所述手套箱的

环境条件为 $O_2 < 5\text{ppm}$, $H_2O < 5\text{ppm}$ 。

一种量子点发光二极管及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及QLED量子点发光二极管,特别涉及一种在空穴传输层掺杂P型催化剂的量子点发光二极管及其制作方法。

背景技术

[0002] 量子点 (Quantum Dot) 尺寸小于或接近激子波尔半径,其三个维度的尺寸都在1~10nm,量子限域效应使量子点具有独特的光电特性,在外来能量的激发下,不同尺寸的量子点具有不同的发光波长。相比有机发光材料,无机量子点材料稳定性高、发光光谱窄、荧光寿命长,以该材料作为发光层的量子点发光二极管 (QLED) 制备方法简单、性能优异。自1994年“三明治”结构的CdSe量子点发光器件开启了人们对QLED的研究,二十几年来, QLED各项性能突飞猛进,成为能够与有机发光二极管 (OLED) 相媲美的新一代显示技术。

[0003] 然而量子点发光二极管的发光效率的提升,有赖于空穴和电子的平衡。然而现在的量子点发光二极管的空穴数目往往少于电子的数目。空穴传输层的空穴迁移率很低,较低的迁移率会使空穴的注入受限,单位时间内注入发光层的空穴数目少于电子数目,从而引起电荷不平衡。大量的电子不能参与辐射复合,使器件的效率较低。

发明内容

[0004] 针对上述技术问题,提高量子发光二极管的效率,本发明提供一种量子点发光二极管,提高空穴迁移率,使空穴和电子数目更加平衡,实现更高效率的量子点发光器件。

[0005] 本发明的目的是这样实现的。一种量子点发光二极管,包括依次层叠设置的透明基底1、阳极2、空穴注入层3、第一空穴传输层4、第二空穴传输层5、量子点发光层6、电子注入/传输层7和阴极8,其特征在于,所述透明基底1与电源的正极相连,阴极8与电源的负极相连;所述阳极2的厚度为1-100nm;所述空穴注入层3的厚度为35—45nm;所述第一空穴传输层4的厚度为25-35nm;所述第二空穴传输层5由pvk掺杂B(C₆F₅)₃组成,且PVK与B(C₆F₅)₃的比例为60:0-40:20,其厚度为25-35nm,能级为-5.8eV;所述量子点发光层6的厚度为20-30nm;所述电子注入传输层7的厚度为20—100nm;所述阴极8的厚度为10-150nm。

[0006] 进一步,所述透明基底1为透明玻璃。

[0007] 进一步,所述阳极2为ITO、FTO、PET/ITO导电薄膜。

[0008] 进一步,所述空穴注入层3为PEDOT:PSS、聚对苯撑乙烯类、聚噻吩类、聚硅烷类或三苯甲烷类。

[0009] 进一步,所述第一空穴传输层4为p1oy—TPD或TFB。

[0010] 进一步,所述量子点发光层6中的量子是CdSe/CdS/ZnS、ZnCdS/ZnS或CdSe/ZnS构成。

[0011] 进一步,所述电子注入/传输层7为氧化锌、掺镁氧化锌或二氧化钛。

[0012] 进一步,所述阴极8由铝、银或二者组合构成。

[0013] 一种量子点发光二极管的制作方法,其特征在于,其步骤如下:

1)清洗透明基底1:在超声波中,分别以去离子水加洗洁精、去离子水、丙酮和异丙醇对ITO玻璃进行清洗,每次清洗时间为30min,然后放入酒精中浸泡,并用擦镜纸擦拭干净,最后放在紫外臭氧机中照射25min;

2)旋涂空穴注入层3:将匀胶机的转速调到4000rpm,时间设45s,旋涂厚度30-40nm的空穴注入层3,并用140°C的温度焙烧30min,静置冷却30min;

3)旋涂第一空穴传输层4:将TPD或者TFB溶解于氯苯中,浓度为8mg/ml,然后在手套箱中将匀胶机的转速设为3000rpm,移液枪取60~80微升的TPD溶液,旋涂时间为30s旋涂,并用140°C的温度焙烧30min,然后静置冷却30min;

4)旋涂第二空穴传输层5:将pvk和B(C₆F₅)₃分别溶解于氯苯中,浓度为8mg/ml,pvk和B(C₆F₅)₃的掺杂比例为55:5,然后在手套箱中将匀胶机的转速设为3000rpm,移液枪取60微升已经掺杂好的溶液,旋涂30s,并用140°C的温度焙烧30min,然后静置冷却30min;

5)旋涂量子点发光层6:将量子点溶于正辛烷中,配成20mg/ml的溶液,然后在手套箱中将匀胶机的转速设为2000rpm,时间为30s,移液枪取70微升的量子点溶液,旋涂静置20min;

6)旋涂ZnMgO电子传输层7:将配制好的ZnMgO的溶液,将匀胶机的速度调至3000rpm,时间30s,移液枪取70~80微升的ZnMgO溶液旋涂,并用甲苯擦拭边缘;

7)蒸镀Al电极8:将上述步骤做好的器件放在真空镀膜机中,蒸镀上100nm厚的铝电极,然后用紫外固化胶来封装器件;量子点发光二极管制作完毕。

[0014] 进一步,所述手套箱的环境条件为O₂<5ppm,H₂O<5ppm。

[0015] 本发明通过掺杂p型硼催化剂,增加第二空穴传输层的空穴迁移率,空穴的注入数目增多和传输速率的加快,使器件的空穴和电子更加平衡,从而提高了器件的发光效率,拓宽了辐射复合区域,使更多的量子点能有效工作这将大幅度提高器件的转换效率。从而形成了高效率QLED,延长了发光器件的使用寿命,并且极大的提高了能源利用率,使用的材料简单常见、生产难度小、成本较低、实用性强,为人们的生活提供和创造了极大的便利。

附图说明

[0016] 图1为本发明的结构示意图。

[0017] 图中:1-透明基底,2-ITO阳极,3-空穴注入层,4-第一空穴传输层,5-第二空穴传输层,6-量子点发光层,7-电子注入/传输层,8-阴极。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。参见图1,在空穴传输层掺杂p型催化剂的量子点发光二极管,其结构包括依次层叠设置的基底1,透明阳电极2,空穴注入层3,第一空穴传输层4,第二空穴传输层5,量子点发光层6,电子注入传输层7,阴电极8。其透明阳电极1与电源的正极相连,阴电极8与电源的负极相连。所述的第二空穴传输层由pvk掺杂B(C₆F₅)₃构成。

[0019] 实施例1:

本发明量子点发光二极管,包括依次层叠设置的基底1,透明阳电极2,空穴注入层3,第一空穴传输层4,第二空穴传输层5,量子点发光层6,电子注入传输层7,阴电极8。所述的透

明阳电极为ITO,其厚度为200nm。第二空穴传输层5由pvk和B(C₆F₅)₃掺杂构成,掺杂比例为55:5,其厚度为30nm,第一空穴传输层为poly-TPD4,其厚度为30nm,空穴注入层3为PEDOT:DSS,其厚度为40nm。量子点发光层6是CdSe/CdS/ZnS,其厚度为25nm。电子注入、传输层7是ZnMgO,其厚度为40nm。阴极8是Al,其厚度是100nm。

[0020] 实施例2:

本发明量子点发光二极管,包括依次层叠设置的基底1,透明阳电极2,空穴注入层3,第一空穴传输层4,第二空穴传输层5,量子点发光层6,电子注入传输层7,阴电极8。所述的透明阳电极为ITO,其厚度为200nm。第二空穴传输层5由pvk和B(C₆F₅)₃掺杂构成,掺杂比例为50:10,其厚度为30nm,第一空穴传输层为TFB,其厚度为30nm,空穴注入层3为PEDOT:DSS,其厚度为40nm。量子点发光层6是ZnCdS/ZnS,其厚度为25nm。电子注入、传输层7是ZnMgO,其厚度为40nm。阴极8是Al,其厚度是100nm。

[0021] 实施例3:

本发明量子点发光二极管,包括依次层叠设置的基底1,透明阳电极2,空穴注入层3,第一空穴传输层4,第二空穴传输层5,量子点发光层6,电子注入传输层7,阴电极8。所述的透明阳电极为ITO,其厚度为200nm。第二空穴传输层5由pvk和B(C₆F₅)₃掺杂构成,掺杂比例为45:15,其厚度为30nm,第一空穴传输层为TFB,其厚度为30nm,空穴注入层3为PEDOT:DSS,其厚度为40nm。量子点发光层6是CdSe/ZnS,其厚度为25nm。电子注入、传输层7是ZnMgO,其厚度为40nm。阴极8是Al,其厚度是100nm。

[0022] 本发明在空穴传输层掺杂p型催化剂的量子点发光二极管的制作步骤如下:ITO玻璃的清洗:在超声波中,用去离子水加洗洁精、去离子水、丙酮、异丙醇对ITO玻璃各进行30min的清洗,然后放入酒精中浸泡,并用擦镜纸擦拭干净。最后放在紫外臭氧机中照射25min。

[0023] 旋涂PEDOT:PSS空穴注入层3:将匀胶机的转速调到4000rpm,时间设45s,旋涂大概40nm的PEDOT:PSS空穴注入层,并用140摄氏度的温度焙烧30min,静置冷却30min。

[0024] 旋涂第一空穴传输层4:将TPD或者TFB溶解于氯苯中,浓度为8mg/ml,然后在手套箱(O₂<5ppm,H₂O<5ppm)中将匀胶机的转速设为3000rpm,移液枪取60~80微升的TPD溶液,旋涂时间为30s旋涂,并用140℃的温度焙烧30min。然后静置冷却30min。

[0025] 旋涂第二空穴传输层5:将pvk和B(C₆F₅)₃分别溶解于氯苯中,浓度为8mg/ml,以适当的比例掺杂,然后在手套箱(O₂<5ppm,H₂O<5ppm)中将匀胶机的转速设为3000rpm,移液枪取60微升已经掺杂好的溶液,旋涂30s,并用140℃的温度焙烧30min。然后静置冷却30min。

[0026] 旋涂量子点发光层6:将量子点溶于正辛烷中,配成20mg/ml的溶液,然后在手套箱(O₂<5ppm,H₂O<5ppm)中将匀胶机的转速设为2000rpm,时间30s,移液枪取70微升的量子点溶液,旋涂静置二十分钟。

[0027] 旋涂ZnMgO电子传输层7:将配制好的ZnMgO的溶液,将匀胶机的速度调至3000rpm,时间30s,移液枪取70~80微升的ZnMgO溶液旋涂,并用甲苯擦拭边缘。

[0028] 蒸镀Al电极8:将上述步骤做好的器件放在真空镀膜机中,蒸镀上100nm厚的铝电极,然后用紫外固化胶来封装器件。量子点发光二极管制作完毕。

提高溶液处理有机半导体的电荷载流子迁移率对于发展先进的量子点发光二极管至关重要。PVK是QLED中常用的一种空穴传输材料,作为高分子聚合物,PVK溶液的成膜性良

好，但是载流子迁移率较低，导致QLED器件的开启电压较高。为促进QLED空穴传输，采用在PVK中掺杂 $B(C_6F_5)_3$ 作为空穴传输材料的方案。相对PVK， $B(C_6F_5)_3$ 是一种小分子空穴传输材料，载流子迁移率高，但是小分子溶液旋涂后成膜性、均匀性较差。本专利通过在空穴材料中掺杂 $B(C_6F_5)_3$ ，来提高广泛的有机半导体的空穴迁移率，公开了一种在空穴传输层掺杂p型催化剂 $B(C_6F_5)_3$ 的量子点发光二极管。此器件的结构组成为：ITO阳极，空穴注入层，第一空穴传输层，第二空穴传输层，量子点发光层，电子注入、传输层，阴极。我们一般的量子点量子点发光二极管是通过激子在量子点中辐射复合放出光子而发光。如果空穴和电子数平衡，可增大激子的复合从而提高器件的效率。然而一般的量子点发光二极管的电子数远远多于空穴的数目，所以发光二极管的效率很低，亮度很低。本专利就是通过掺杂p型硼催化剂，增加第二空穴传输层的空穴迁移率，使器件的空穴和电子更加平衡，从而提高器件的发光效率。

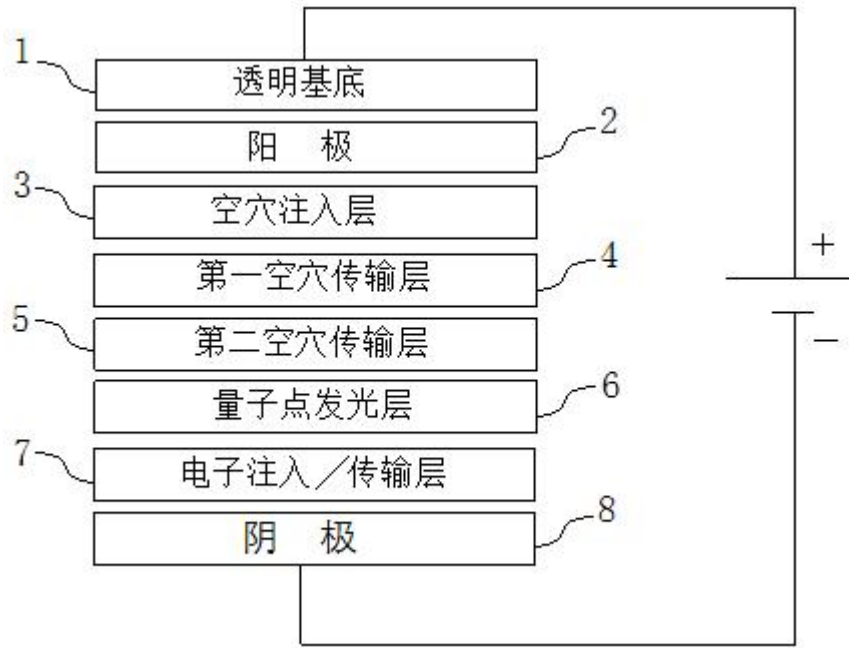


图1