



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109546007 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811304957.X

(22)申请日 2018.11.02

(71)申请人 南京邮电大学

地址 210023 江苏省南京市亚东新城区文苑路9号

(72)发明人 王祥夫 许金堂 崔懿璇 周乘风
步妍妍 颜晓红

(74)专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任公司 32102

代理人 姚姣阳

(51)Int.Cl.

H01L 51/54(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

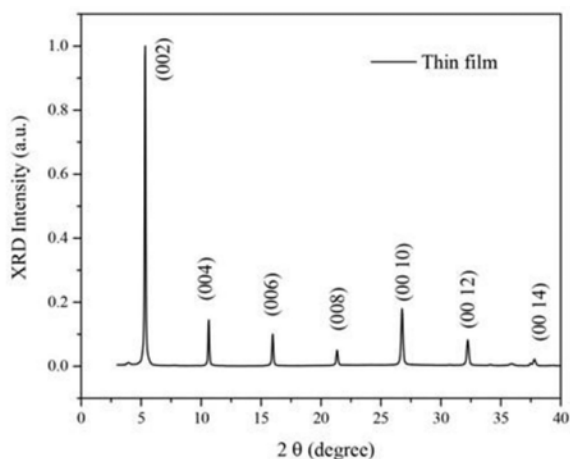
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管及其制备方法

(57)摘要

本发明揭示了一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管及其制备方法,该发光二极管包括基质材料和溶液,所述基质材料为ITO玻璃,所述溶液包括PEDOT:PSS、 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 和DMSO,所述 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 与 $PbBr_2$ 的摩尔比为2:1。本发明提出的由混合卤化物钙钛矿实现白色电致发光的方法可以应用于其他二维钙钛矿,以提高未来器件的光电效率。本发明制备方法简便,可以提高光电效率,同时适用于其他二维钙钛矿,适合工业批量生产。



1. 一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管,其特征在于:包括基质材料和溶液,所述基质材料为ITO玻璃,所述溶液包括PEDOT:PSS、 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 和DMSO,所述 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 与 $PbBr_2$ 的摩尔比为2:1。

2. 根据权利要求1所述的一种基于二维卤化物钙钛矿材料的发光二极管,其特征在于:所述发光二极管为蓝白色发光二极管。

3. 一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,其特征在于:该方法包括如下步骤:

S1:选取原料;

以 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 、PEDOT:PSS溶液为原料,以ITO玻璃为基质材料,根据化学式 $(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2PbCl_2Br_2$ 分别计算得到Pb:Cl:Br的摩尔比为1:1.98:2.26,所述溶液 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 的摩尔比为2:1;

S2:处理ITO玻璃基质;

将S1步骤中的ITO玻璃基质依次用去离子水,丙酮和异丙醇在超声浴中洗涤15分钟,并用紫外线/氧等离子体处理10分钟;

S3:基底旋涂;

将经S2步骤充分处理后得到的ITO玻璃基质放入旋涂仪,然后旋涂PEDOT:PSS薄膜。再经过退火,得到PEDOT:PSS涂覆的ITO玻璃基底;

S4:旋涂;

再将经S3步骤充分处理后得到的PEDOT:PSS涂覆的ITO玻璃基底放入旋涂仪,之后旋涂在DMSO溶液中制备的 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 和 $PbBr_2$ 溶液,最后经过退火和真空热蒸发沉积得到 $(PEA)_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿薄膜。

4. 根据权利要求3所述的一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,其特征在于:在所述S1步骤中,所述基质材料ITO玻璃规格为 $1.5cm \times 1.5cm$ 。

5. 根据权利要求3所述的一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,其特征在于:在所述S3步骤中,所述退火温度为 $140^\circ C$,时间为30分钟,在氮气填充的手套箱中进行,手套箱内环境水氧值均小于1ppm。

6. 根据权利要求3所述的一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,其特征在于:在所述S4步骤中,所述退火温度为 $120^\circ C$,时间为5分钟。

7. 根据权利要求3所述的一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,其特征在于:在所述S4步骤中,所述旋涂速度为4000rpm,时间为1分钟。

8. 根据权利要求3所述的一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,其特征在于:在所述S4步骤中,所述真空热蒸发沉积的压强为 6×10^{-7} 托。

一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管及其制备方法,属于金属稀土发光材料技术领域。

背景技术

[0002] 近几年来,有机-无机杂化金属卤化物钙钛矿材料因其优异的光电应用而受到极大关注,例如太阳能电池和发光二极管等。三维钙钛矿由于具有高载流子流动性、长扩散长度和高光致发光量产,表现出非常优异的光电性能。但是,在大气环境中三维钙钛矿材料表现出低稳定性,限制了荧光器件的应用。通过将维度从三维降低到二维,从而实现了更好的化学稳定性。在二维系统中,有机层和无机层交替堆叠在晶格空间中并形成自然量子井,因此,在具有直接带隙的二维波状脉波层状钙钛矿中,强量子约束效应导致在室温下存在稳定的激子。此外,本征层状结构使二维钙钛矿易于成膜,并通过自旋涂层法获得超薄薄膜厚度。

[0003] 目前,有几组研究人员在紫外光激发下观察到二维层状钙钛矿的白光发射,其中白光发射的原因是电子晶格相互作用和自陷态。然而,在室温下,直接单组分白光电致发光在二维层状钙钛矿中从未实现。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了解决现有技术中存在的上述问题,提出一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管及其制备方法。

[0005] 本发明的目的将通过以下技术方案得以实现:一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管,包括基质材料和溶液,所述基质材料为ITO玻璃,所述溶液包括PEDOT:PSS、 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 和DMSO,所述 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 与 $PbBr_2$ 的摩尔比为2:1。

[0006] 优选地,所述发光二极管为蓝白色发光二极管。

[0007] 本发明还揭示了一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,该方法包括如下步骤:

[0008] S1:选取原料;

[0009] 以 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 、PEDOT:PSS溶液为原料,以ITO玻璃为基质材料,根据化学式 $(C_6H_5C_2H_4NH_3)_2PbCl_2Br_2$ 分别计算得到 $Pb:Cl:Br$ 的摩尔比为1:1.98:2.26,所述溶液 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 的摩尔比为2:1;

[0010] S2:处理ITO玻璃基质;

[0011] 将S1步骤中的ITO玻璃基质依次用去离子水,丙酮和异丙醇在超声浴中洗涤15分钟,并用紫外线/氧等离子体处理10分钟;

[0012] S3:基底旋涂;

[0013] 将经S2步骤充分处理后得到的ITO玻璃基质放入旋涂仪,然后旋涂PEDOT:PSS薄膜。再经过退火,得到PEDOT:PSS涂覆的ITO玻璃基底;

[0014] S4:旋涂:

[0015] 再将经S3步骤充分处理后得到的PEDOT:PSS涂覆的ITO玻璃基底放入旋涂仪,之后旋涂在DMSO溶液中制备的 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 和 $PbBr_2$ 溶液,最后经过退火和真空热蒸发沉积得到(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿薄膜。

[0016] 优选地,在所述S1步骤中,所述基质材料ITO玻璃规格为 $1.5cm \times 1.5cm$ 。

[0017] 优选地,在所述S3步骤中,所述退火温度为 $140^{\circ}C$,时间为30分钟,在氮气填充的手套箱中进行,手套箱内环境水氧值均小于1ppm。

[0018] 优选地,在所述S4步骤中,所述退火温度为 $120^{\circ}C$,时间为5分钟。

[0019] 优选地,在所述S4步骤中,所述旋涂速度为4000rpm,时间为1分钟。

[0020] 优选地,在所述S4步骤中,所述真空热蒸发沉积的压强为 6×10^{-7} 托。

[0021] 本发明采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:该方案证明了该材料可用于光电子器件中作为发射极层,这是首例室温下基于二维有机-无机混合卤化物钙钛矿的电致发光二极管,该二极管为通过旋涂法制造的蓝白色电致发光器件,其可以在4.9v下导通,并且在7v时的最大亮度为 $\sim 59cd/m^2$ 。

[0022] 本发明提出的由混合卤化物钙钛矿实现白色电致发光的方法可以应用于其他二维钙钛矿,以提高未来器件的光电效率。本发明制备方法简便,可以提高光电效率,同时适用于其他二维钙钛矿,适合工业批量生产。

附图说明

[0023] 图1为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜的XRD图。

[0024] 图2为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜结构示意图。

[0025] 图3为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜EDX谱。

[0026] 图4为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜SEM图。

[0027] 图5为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜的光谱图。

[0028] 图6为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜的光谱图。

[0029] 图7为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜衰减曲线图。

[0030] 图8为本发明(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜构型坐标图。

[0031] 图9为本发明钙钛矿LED装置的结构图。

[0032] 图10为本发明CIE色空间色度图。

[0033] 图11为本发明钙钛矿的归一化PL和EL光谱。

[0034] 图12为本发明PL和EL光谱图和钙钛矿LED的电流密度(J)、亮度(L)输出特性与电压(V)的关系图。

具体实施方式

[0035] 本发明的目的、优点和特点,将通过下面优选实施例的非限制性说明进行图示和解释。这些实施例仅是应用本发明技术方案的典型范例,凡采取等同替换或者等效变换而形成的技术方案,均落在本发明要求保护的范围之内。

[0036] 本发明揭示了一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管,包括基质材料和溶液,所述基质材料为ITO玻璃,所述溶液包括PEDOT:PSS、 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 、 $PbBr_2$ 和DMSO,所述

C₆H₅C₂H₄NH₃Cl与PbBr₂的摩尔比为2:1。所述发光二极管为蓝白色发光二极管,DMSO为二甲基亚砷。

[0037] 该二极管的结构为由上至下依次设置Al/Ca/TPBi/(PEA)₂PbCl₂Br₂/ITO,该材料可用于光电子器件中作为发射极层。

[0038] 本发明还揭示了一种基于二维卤化铅钙钛矿的发光二极管的制备方法,该方法包括如下步骤:

[0039] S1:选取原料;

[0040] 以C₆H₅C₂H₄NH₃Cl、PbBr₂、PEDOT:PSS溶液为原料,以ITO玻璃为基质材料,根据化学式(C₆H₅C₂H₄NH₃)₂PbCl₂Br₂分别计算得到Pb:Cl:Br的摩尔比为1:1.98:2.26,所述溶液C₆H₅C₂H₄NH₃Cl、PbBr₂的摩尔比为2:1;

[0041] S2:处理ITO玻璃基质;

[0042] 将S1步骤中的ITO玻璃基质依次用去离子水,丙酮和异丙醇在超声浴中洗涤15分钟,并用紫外线/氧等离子体处理10分钟;

[0043] S3:基底旋涂;

[0044] 将经S2步骤充分处理后得到的ITO玻璃基质放入旋涂仪,然后旋涂PEDOT:PSS薄膜。再经过退火,得到PEDOT:PSS涂覆的ITO玻璃基底;

[0045] S4:旋涂;

[0046] 再将经S3步骤充分处理后得到的PEDOT:PSS涂覆的ITO玻璃基底放入旋涂仪,之后旋涂在DMSO溶液中制备的C₆H₅C₂H₄NH₃Cl和PbBr₂溶液,最后经过退火和真空热蒸发沉积得到(PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿薄膜。

[0047] 在所述S1步骤中,所述基质材料ITO玻璃规格为1.5cm*1.5cm。在所述S3步骤中,所述退火温度为140℃,时间为30分钟,在氮气填充的手套箱中进行,手套箱内环境水氧值均小于1ppm。在所述S4步骤中,所述退火温度为120℃,时间为5分钟。在所述S4步骤中,所述旋涂速度为4000rpm,时间为1分钟。在所述S4步骤中,所述真空热蒸发沉积的压强为 6×10^{-7} 托。

[0048] 该(PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿薄膜的制备方法如下:将C₆H₅C₂H₄NH₃Cl和PbBr₂前体溶液在二甲基亚砷(DMSO)中以4000rpm速度在石英玻璃表面沉积1分钟,之后在120℃下退火5分钟,形成(PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿薄膜。

[0049] 实验结果:

[0050] 图1为(PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿薄膜在玻璃基板上的XRD数据,观察到(PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿薄膜的X射线衍射(XRD)图案,由图中可以清晰地观察到典型的(0 0 21)衍射峰(1=1-7),表明了这是高度定向的层状钙钛矿结构的单项结晶,其中C轴垂直于基体。该材料的单晶衍射研究表明,该系列单层二维化合物属于具有三斜晶胞的P $\bar{1}$ 空间群。混合卤化物(PEA)₂PbCl_xBr_{4-x}(0<x<4)固溶体应该是与具有扭曲的PbX₆(0<X<4)八面体的单卤化物组分化合物类似的晶体结构。在本文中,(PEA)₂PbCl₂Br₂和(PEA)₂PbBr₄是同构的。

[0051] 图2表示二维层状钙钛矿(PEA)₂PbCl₂Br₂晶格的典型示意图,其中无机半导体层夹在绝缘C₆H₅C₂H₄NH₂(2-苯乙基铵)层之间。相邻的有机层通过弱范德瓦尔斯力连接在一起,并在两个区间无机层之间构建高能垒,因此,在空间晶格中重复出现的独特的有机-无机层结构形成了具有严格量子约束效应和高激子结合能的自然量子阱结构。为了进一步确定样品

中Cl和Br的含量是否共存,采用能量色散x射线光谱法研究了制备好的 (PEA)₂PbCl₂Br₂厚膜的元素组成。

[0052] 图3为制备好的 (PEA)₂PbCl₂Br₂固溶体的EDX谱和元素组成示意图,如图3所示,计算的Pb:Cl:Br摩尔比为1:1.98:2.26,这大约相当于 (PEA)₂PbCl₂Br₂的化学计量含量。Cl和Br之间的偏差可能是由于旋涂过程中DMSO中前体的不同蒸发速率引起的。

[0053] 图4为 (PEA)₂PbCl₂Br₂薄膜的SEM图像,如图4所示,平均尺寸为100nm的分离的二维纳米晶表明结晶度较好。前人对薄膜 (PEA)₂PbBr₄晶粒与纳米样品之间的光电性质的研究表明,纳米样品可以获得较低的接通电压和较高的EQE。虽然膜的形成和覆盖有点差,有很多空白空间,这将阻止有效的电荷注入,但具有少量缺陷的单晶纳米晶形貌有利于提高电致发光效率。

[0054] 采用扫描电镜 (SEM) 对pss涂层的ITO基板上的 (PEA)₂PbCl₂Br₂薄膜的形貌进行了研究。如图4所示,从样品中分离出的平均尺寸为100nm的二维纳米晶表明其结晶度较好。前人对薄膜 (PEA)₂PbBr₄晶粒与纳米样品之间的光电性质的研究表明,纳米样品可以获得较低的接通电压和较高的EQE。虽然膜的形成和覆盖有一定的缺陷,并且有很多空隙,这将会阻碍有效的电荷注入,但是单晶状纳米微粒形貌的缺陷少,有利于提高电致发光效率。

[0055] (PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿薄膜的室温吸收和发射光谱如图5所示。由图得带吸收 (~300nm) 和尖峰吸收 (~375nm)。吸收带可以用通过无机层中Pb (6s) 轨道与Br (4p) 和Cl (3p) 轨道状态杂化的电子跃迁来解释,而窄锐峰吸收可以分别归因于量子限制效应和介电限制效应引起的兴奋性吸收。在355nm激光激发下,可以通过时间积分发射技术检测宽的无结构带光致发光 (PL),其范围为365~700nm,肩峰位于~425nm。

[0056] 为了明确宽带发射的起源,本发明在10K~300K范围内研究了与温度相关的发射测量。如图6所示,发射光谱在10K时被两部分隔开,这两部分分别由高能量的窄波段 (365nm~430nm) 和低能量的宽波段 (430nm~700nm) 组成。前者可以分配给自由激子 (FE),后者可以分配给自陷激子 (STE)。FE BL带与激子吸收带一致,具有小的斯托克斯位移。复合卤化物 (PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿中PbX₆八面体的畸变是造成自陷激子具有斯托克斯位移较大的原因之一。此外,FE带的PL热猝灭效应对温度的敏感性高于STE带。PL的IFE/ISTE峰值强度比EL高,这说明LED器件工作时,热效应占主导地位。

[0057] 图7显示了在355nm Nd:YAG激光激励下监测388nm FE发射时的温度相关时间分辨衰减曲线。T衰减曲线可由双指数函数拟合,公式如下: $I = A_1 \exp(-t/\tau_1) + A_2 \exp(-t/\tau_2)$ 。其中A₁和A₂是幅度参数,τ₁和τ₂是寿命参数。

[0058] 拟合结果表明:当温度达到10K,且τ₁=271μs,τ₂=1121μs时,该薄膜具有更长的寿命。当温度达到200K,且τ₁=14μs,τ₂=111μs时,该薄膜寿命较短。这样一种寿命长度比以前文献报道的 ((PEA)₂PbBr₄~10ns at 6k) 要长得多,可能是由于混合卤化物钙钛矿结构较为扭曲所致。图8表示的是二维钙钛矿框架中自由激子和自俘获激子共存的构型坐标图。

[0059] 为了研究 (PEA)₂PbCl₂Br₂钙钛矿的光电性能,制作了如图9所示ITO/PEDOT:PSS/(PEA)₂PbCl₂Br₂/TPBi/Ca/Al结构的LED,其中氧化铟锡 (ITO) 玻璃和聚 (3,4-亚乙二氧基噻吩):聚 (苯乙烯磺酸盐) (PEDOT:PSS) 是底部电极和空穴的传输层,2,2',2''-(1,3,5-苯甲酸三基)-三 (1-苯基-1H-苯并咪唑) (TPBi) 和Ca/Al是电子传输层和顶部阴极。为了得到这种典型的结构,把1.5cm×1.5cm的ITO玻璃在超声波浴中用去离子水,丙酮和异丙醇洗涤,每

次重复15分钟,并用紫外/氧等离子体处理10分钟,然后旋涂PEDOT:PSS薄膜,并在氮气填充的手套箱中140℃下退火30分钟。将之前在DMSO溶液中制备的 $C_6H_5C_2H_4NH_3Cl$ 和 $PbBr_2$ 前体在PEDOT:PSS涂覆的ITO基底上以4000rpm旋涂1分钟,并在120℃下退火5分钟,然后将衬底转移到真空沉积室中,并在 6×10^{-7} 托的真空中通过热蒸发依次沉积TPBi,Ca和Al。

[0060] 图10是坐标(0.22,0.32)的CIE颜色空间色度图,CCT为14054K,导致蓝白光发射。插图显示了钙钛矿LED器件在6v驱动下发光的图片。

[0061] 如图11所示,(PEA) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿LED器件的电致发光光谱显示与PL光谱(黑色曲线)相对应的宽带发射(红色曲线)。从PL发射峰开始观察到EL光谱的自由激子发射有一点红移。EL光谱的STE波段明显是一个蓝色偏移,比PL光谱中观察到的窄。蓝移通常发生在由激发密度和激发能等多体相互作用引起的量子受限半导体的1s激子跃迁中,假设激发方法也对STE跃迁负责。在光子激发下的电子-空穴复合中,谱的展宽可以假设为电子-空穴复合中更强的电子-声子耦合。另一种导致光谱展宽的可能性是,在PL过程中,低能量侧的带尾态是辐射的,在半导体器件的光电转换中,这被认为是非辐射阱。

[0062] 图12为蓝白发光钙钛矿LED的电流密度电压(J-V)和发光电压(L-V)特性。器件在4.9V打开,在7v达到最高59cd/m²亮度。室温下的亮度值很低。然而,与已经发表的纯2D卤化物钙钛矿LED器件($C_6H_5CH_2NH_3$) $_2PbI_4$ (~9cd/m²,5v)和(PEA) $_2SnI_4$ (~0.15cd/m²,6V)相比,本发明是目前更高效的器件。如图所示,随着温度的升高,FE态产生的激子更有可能松弛到STE态,图12中紫色曲线箭头表示弛豫过程。因此,由于电子-声子在高温条件下的互相作用较强,其发光淬灭效果较明显。

[0063] 在环境气氛下的EL发射实验过程中,该装置可以在6v下连续工作近一个小时。行驶一小时后,电致发光逐渐减弱消失。造成器件损坏的原因有:阴极材料Ca、Al不稳定,易在周围大气中氧化;钙钛矿层质量较差,纳米晶之间的空隙会阻碍有效的电荷注入,甚至破坏器件。而器件的结构设计还不是最优的,理想的空穴材料和电子输运层材料还很缺乏。如果克服这些缺点,这将有利于提高设备的工作稳定性和工作效率。

[0064] 本文介绍了二维($C_6H_5C_2H_4NH_3$) $_2PbCl_2Br_2$ 钙钛矿膜的制备、结构和光学表征,并成功地证明了($C_6H_5C_2H_4NH_3$) $_2PbCl_2Br_2$ 可作为光电器件的发射层。这是第一个基于二维有机-无机杂卤钙钛矿的蓝白电致发光二极管在室温下的应用实例,对白光led器件的设计具有指导意义。这种由混合卤化物钙钛矿实现白色电致发光的方法可以应用于其他二维钙钛矿,以提高未来器件的光电效率。

[0065] 本发明尚有多种实施方式,凡采用等同变换或者等效变换而形成的所有技术方案,均落在本发明的保护范围之内。

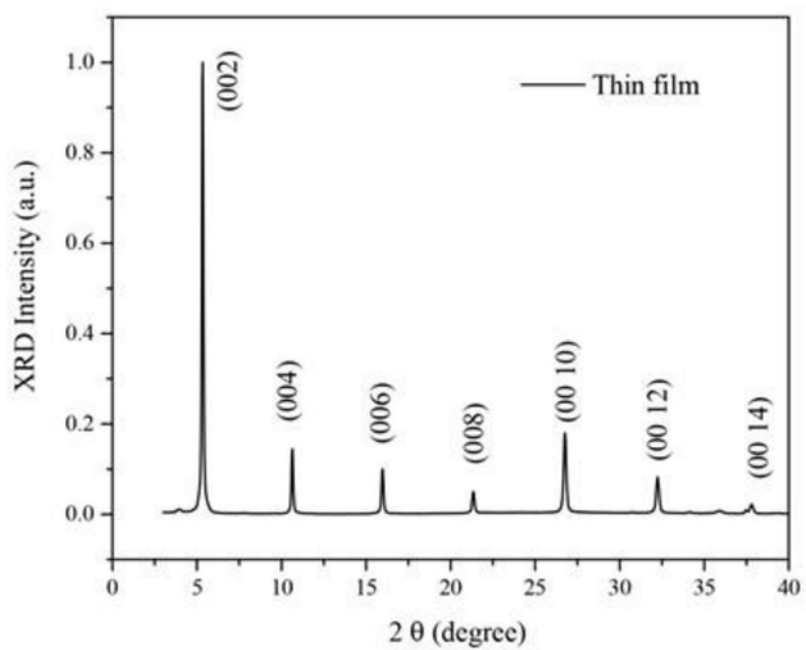


图1

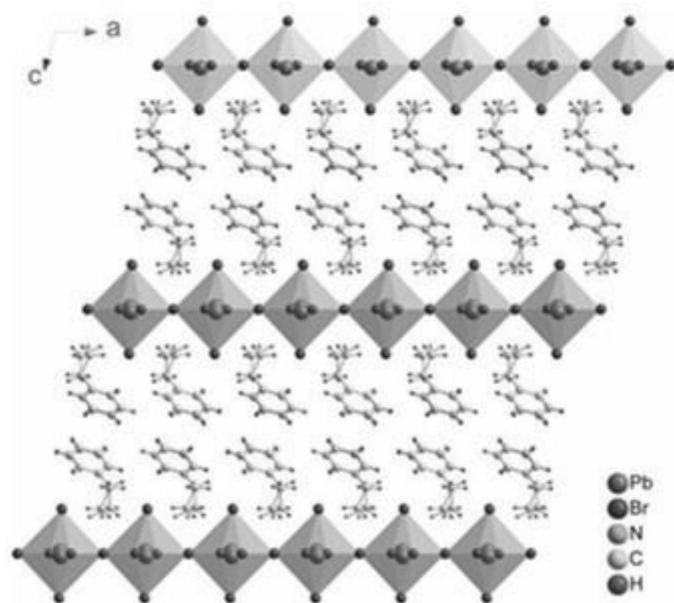


图2

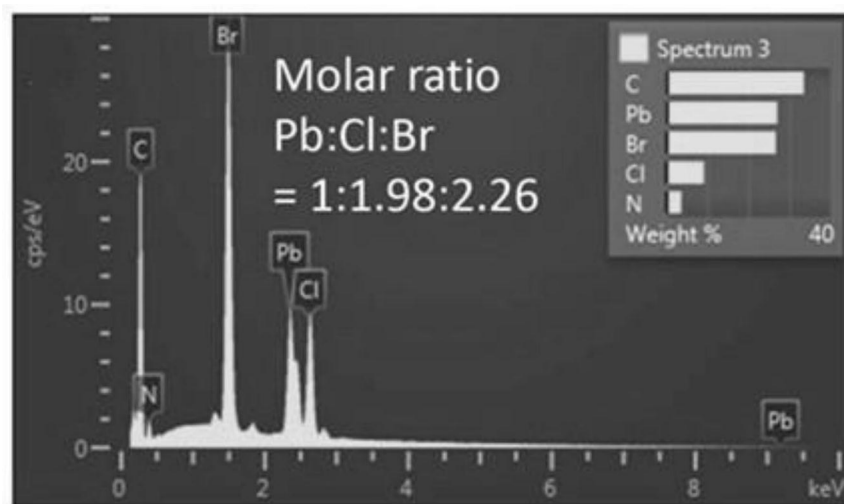


图3

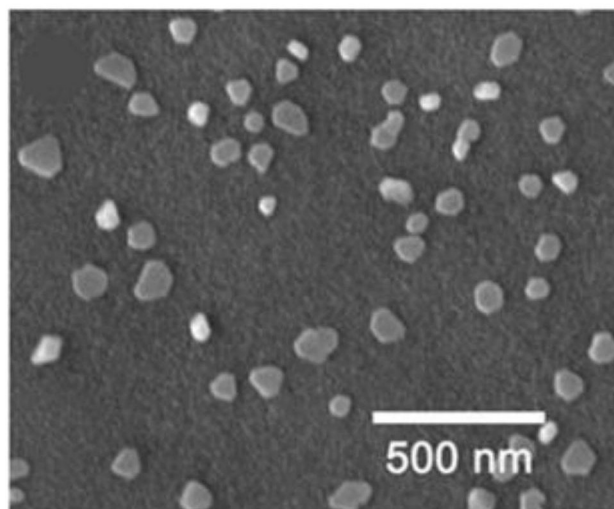


图4

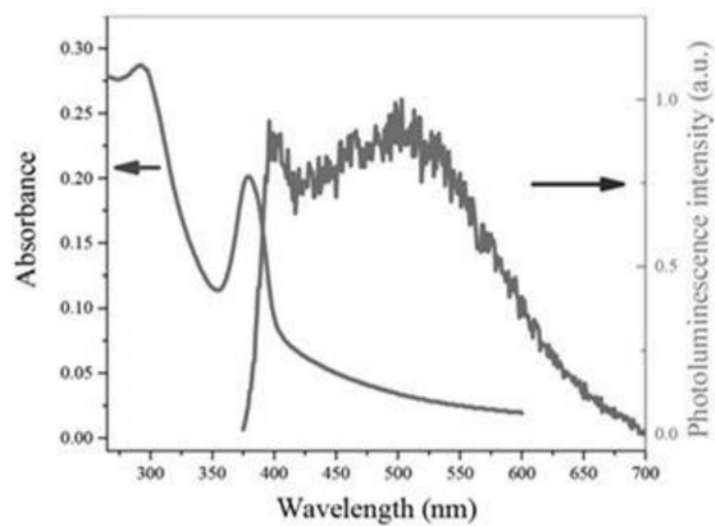


图5

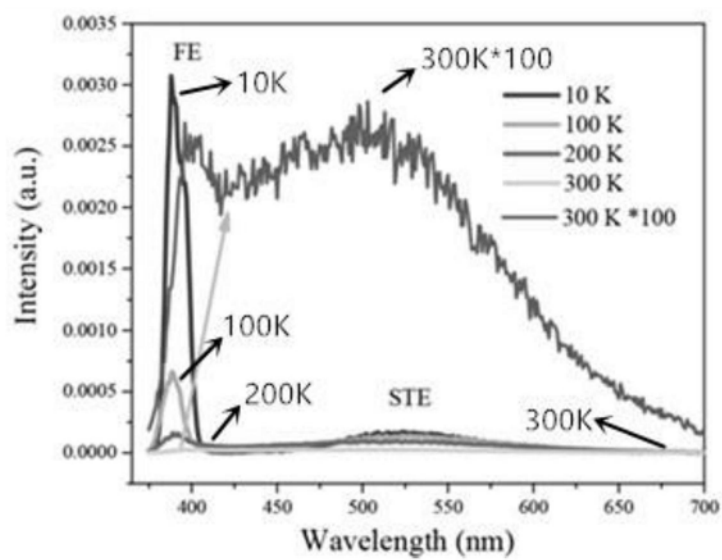


图6

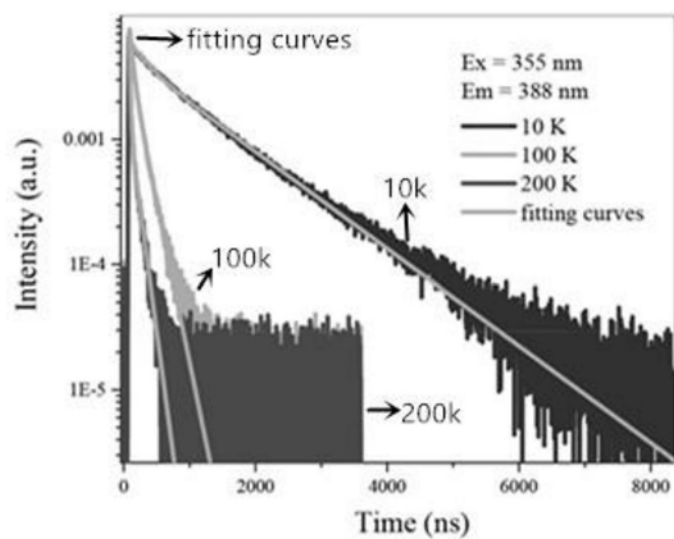


图7

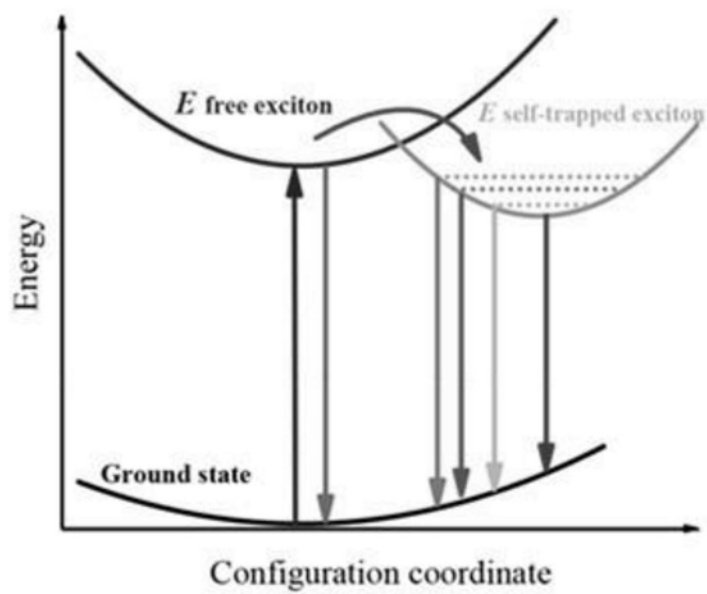


图8

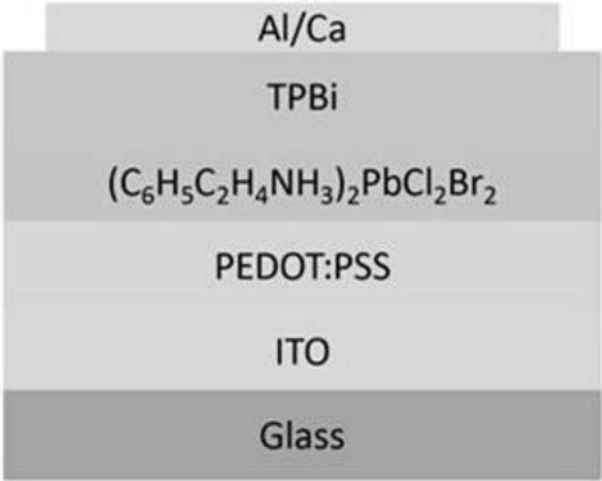


图9

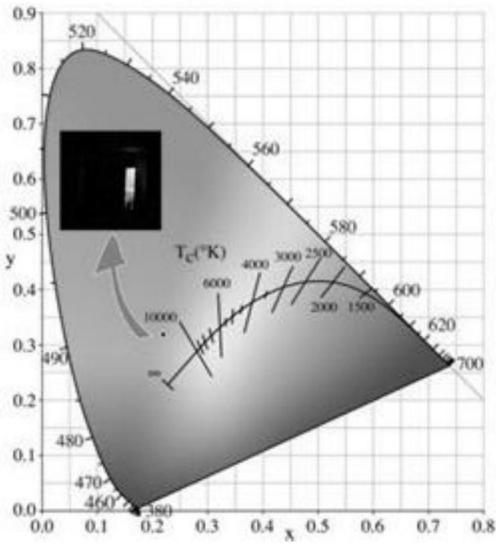


图10

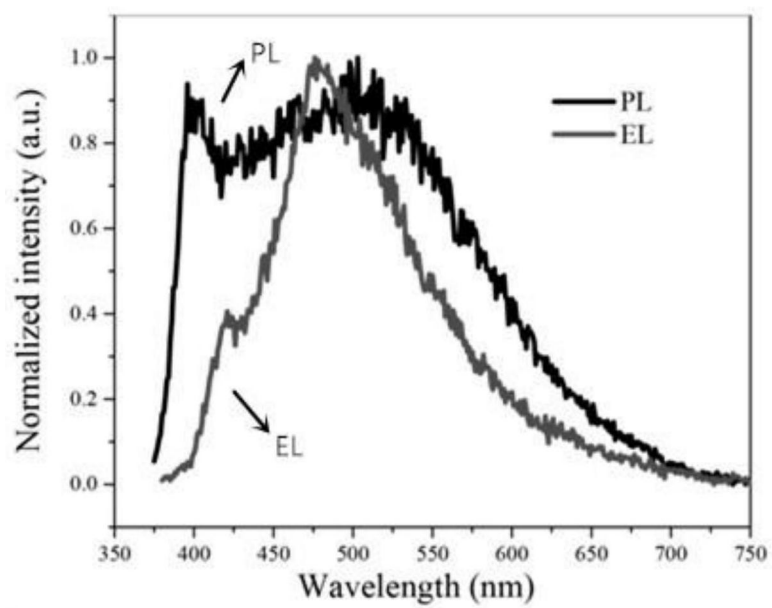


图11

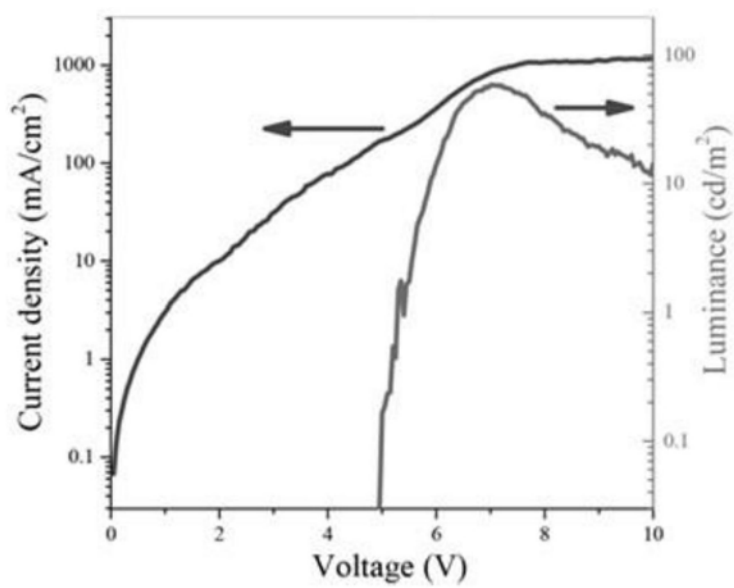


图12

专利名称(译)	一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管及其制备方法		
公开(公告)号	CN109546007A	公开(公告)日	2019-03-29
申请号	CN201811304957.X	申请日	2018-11-02
[标]申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
[标]发明人	王祥夫 许金堂 周乘风 步妍妍 颜晓红		
发明人	王祥夫 许金堂 崔懿璇 周乘风 步妍妍 颜晓红		
IPC分类号	H01L51/54 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/005 H01L51/0003 H01L51/0026 H01L51/56		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明揭示了一种基于二维卤化铅钙钛矿材料的发光二极管及其制备方法，该发光二极管包括基质材料和溶液，所述基质材料为ITO玻璃，所述溶液包括PEDOT:PSS、C₆H₅C₂H₄NH₃Cl、PbBr₂和DMSO，所述C₆H₅C₂H₄NH₃Cl与PbBr₂的摩尔比为2:1。本发明提出的由混合卤化物钙钛矿实现白色电致发光的方法可以应用于其他二维钙钛矿，以提高未来器件的光电效率。本发明制备方法简便，可以提高光电效率，同时适用于其他二维钙钛矿，适合工业批量生产。

