



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109661735 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(21)申请号 201780052904.0

奈杰尔·皮克特 刘祖刚

(22)申请日 2017.06.26

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

(30)优先权数据

62/355,591 2016.06.28 US

15/625,310 2017.06.16 US

代理人 李新红 王旭

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.02.27

(51)Int.Cl.

H01L 51/54(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2017/051857 2017.06.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/002594 EN 2018.01.04

(71)申请人 纳米技术有限公司

地址 英国曼彻斯特

(72)发明人 斯图尔特·斯塔布斯

斯蒂芬·怀特莱格

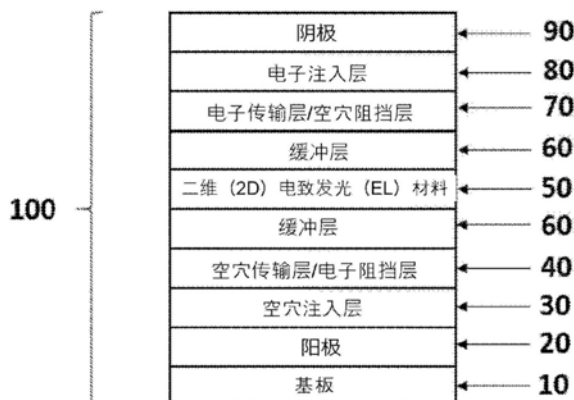
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

具有二维材料发射层的有机/无机混合电致
发光装置

(57)摘要

具有无机二维(2D)电致发光(EL)有源材料的有机发光二极管可以包括在塑料或玻璃基板上的多个层。除EL层外,该装置还可包括空穴注入层、空穴传输层/电子阻挡层、电子传输层/空穴阻挡层、电子注入层,和任选的缓冲层如聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)有助于平衡电荷注入2D材料并重新分配电场。



1. 一种二维OLED混合装置,包括无机二维(2D)电致发光(EL)有源层。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述二维电致发光有源层包括过渡金属二硫属化物。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述装置包括具有相邻阳极层的基板。
4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述装置包括具有相邻阴极层的基板。
5. 根据权利要求1所述的装置,还包括缓冲层。
6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述缓冲层包含聚(甲基丙烯酸甲酯)。
7. 根据权利要求1所述的装置,还包括柔性基板。
8. 根据权利要求1所述的装置,其中所述二维电致发光有源层大致上是单层。
9. 一种制备二维OLED混合装置的方法,包括:
 - a. 提供涂有阳极材料的基板;
 - b. 沉积空穴注入层;
 - c. 沉积空穴传输层/电子阻挡层;
 - d. 沉积二维电致发光有源层;
 - e. 沉积电子传输层/空穴阻挡层;
 - f. 沉积电子注入层;和
 - g. 沉积阴极层。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中通过溶液处理沉积所述二维电致发光有源层。
11. 根据权利要求9所述的方法,其中所述二维电致发光有源层使用二维纳米颗粒沉积。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述二维纳米颗粒用配体官能化。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述配体选自短链配体和熵配体组成的组合。
14. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括封装所述装置。
15. 一种制备二维OLED混合装置的方法,包括:
 - a. 提供涂有阴极材料的基板;
 - b. 沉积电子注入层/电子传输层/空穴阻挡层;
 - c. 沉积二维电致发光有源层;
 - d. 沉积空穴传输层/电子阻挡层;
 - e. 沉积空穴注入层;和
 - f. 沉积阳极层。
16. 根据权利要求15所述的方法,其中通过溶液处理沉积所述二维电致发光有源层。
17. 根据权利要求15所述的方法,其中所述二维电致发光有源层以2D纳米颗粒的溶液或分散体的形式沉积。
18. 根据权利要求17所述的方法,其中所述二维纳米颗粒用配体官能化。
19. 根据权利要求18所述的方法,其中所述配体选自短链配体和熵配体组成的组合。
20. 根据权利要求15所述的方法,进一步包括封装所述装置。

具有二维材料发射层的有机/无机混合电致发光装置

[0001] 相关申请的交叉引用:本申请是2016年6月28日提交的美国临时专利申请号62/355,591的非临时申请,其全部内容通过引用并入本文。

[0002] 关于联邦政府资助的研究或开发的声明:不适用

背景技术

1. 发明领域

[0003] 本发明一般涉及电致发光 (EL) 装置。更具体地,它涉及有机/无机混合EL装置。

[0004] 2. 相关技术的描述包括根据联邦法规第37条 (37CFR) 第1.97款和第1.98款公开的信息

[0005] 由于独特的光学和电子性质,过渡金属二硫化物 (TMDC) 材料的二维 (2D) 纳米片对于从催化到传感、能量存储和光电装置的应用越来越受到关注。

[0006] 已经显示单层和几层TMDC表现出直接带隙半导体行为,带隙和载流子类型(n型或p型)的变化取决于组成、结构和维度,而多层TMDC表现出间接的带隙半导体特性。已经计算价带和导带的偏移并且显示它们是层数的函数。[J.Kang, S.Tongay, J.Shou, J.Li and J.Wu, Appl.Phys.Lett., 2013, 102, 0121 1 1/1]

[0007] 在2D TMDC中,半导体WSe₂和MoS₂特别令人感兴趣,这是由于虽然在很大程度上保留了它们的整体性质,但是当材料的尺寸减小到单层或几层时,由于量子限制效应而产生额外的性质。在WSe₂和MoS₂的情况下,这些包括当厚度减少到单个或几个单层时,展示出间接到直接的带隙转变其具有强烈的激子效应。这导致光致发光 (PL) 效率的强烈增强,为其在光电装置中的应用开辟了新的机会。其他感兴趣的材料包括WS₂和MoSe₂。

[0008] 第4至7族TMDC主要在层状结构中结晶,导致其电学、化学、机械和热性质的各向异性。每层包括通过共价键夹在两层硫属元素原子之间的六边形填充的金属原子层。相邻层受到范德华相互作用的弱束缚,其可以通过机械或化学方法轻易地破坏以产生单层和少层结构。

[0009] 用于半导体应用的其他类别的2D材料包括第14族元素的二元化合物和第13-15族(III-V)化合物。

[0010] 最近,已经表明在电场的影响下,多层TMDC的EL发射路径可以在全无机装置中从间接带隙发射改变为直接带隙发射。[D.Li, R.Cheng, H.Zhou, C.Wang, A.Yin, Y.Chen, N.O.Weiss, Y.Huang and X.Duan, Nat.Comm., 2015, 6, 7509]在该实例中,EL强度保持在1至50层MoS₂。

[0011] 使用酸蚀刻工艺,在MoS₂的2D材料中已经证明接近统一的PL效率[M.Amani, D.-H.Lien, D.Kiriya, J.Xiao, A.Azcatl, J.Noh, S.R.Madhvapathy, R.Addou, S.KC, M.Dubey, K.Cho, R.M.Wallace, S.-C.Lee, J.-H.He, J.W.Ager III, X.Zhang, E.Yablonovitch and A.Javey, Science, 2015, 350, 1065]。这证明实现高效EL装置的潜力。

[0012] 缓冲层可用于优化空穴和电子的电荷注入到发光材料中的平衡,并重新分配堆叠

内的电场。

[0013] Kang等人已经计算一系列2D材料的带偏移计算。[J.Kang,S.Tongay,J.Shou,J.Li and J.Wu,Appl.Phys.Lett,2013,102,0121 1 1/1]

[0014] Kretinin等人已经展示了基于无机的EL装置[A.V.Kretinin,Y.Cao,J.S.Tu,G.L.Yu,R.Jalil,K.S.Novoselov,S.J.Haigh,A.Gholinia,A.Mishchenko,M.Lozaada,T.Georgiou,C.R.Woods,F.Withers,P.Blake,G.Eda,A.Wirsig,C.Hucho,K.Watanabe,T.Tanaguchi,A.K.Geim and R.V.Gorbachev,Nano Lett,2014,14,3270]。显示出EL强度水平可以保持在多层MS₂的发射极之中(M=Mo;W)。

[0015] 近年来,有机发光二极管(OLED)在显示器工业中引起了极大的兴趣。据认为,一旦完全建立大规模生产,OLED装置的溶液可加工性可能导致低生产成本,并且能够在柔性基板上制造装置,从而产生诸如卷起显示器的新技术。在OLED装置中,像素直接发射,与液晶显示器(LCD)相比,能够实现更大的对比度和更宽的视角。此外,与LCD相比,OLED显示器不需要背光,当OLED关闭时允许真正的黑色。OLED还提供比LCD更快的响应时间。然而,由于有机发光材料的寿命,OLED装置通常具有较差的稳定性和寿命。蓝色OLED目前显示出更低于绿色和红色OLED的外部量子效率。此外,OLED经常遭受广泛的发射;对于显示器应用,希望更窄的发射以提供更好的色纯度。

[0016] 因此,需要一种可溶液加工的发光装置,其具有良好的稳定性和寿命以及改善的蓝色发射。

发明内容

[0017] 本发明的一个方面是具有无机二维(2D)电致发光(EL)的2D-OLED混合装置,其可以包括塑料或玻璃基板上的多个层。除EL层外,该装置还可包括空穴注入层、空穴传输层/电子阻挡层、电子传输层/空穴阻挡层、电子注入层,和任选的缓冲层,以帮助平衡电荷注入2D材料并重新分配电场。二维(2D)电致发光(EL)可以包含过渡金属二硫属化物。所述装置可包括具有相邻阳极层的基板。或者,该装置可包括具有相邻阴极层的基板。所述装置还可包括缓冲层。任选的缓冲层可以是聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)。所述装置还包括柔性基板。在一些实施例中,二维(2D)电致发光(EL)有源层大致上是单层。

[0018] 基于溶剂的溶液涂覆和/或热处理可用于构建装置结构。本发明的另一方面是一种制备2D-OLED混合装置的方法,包括:

[0019] a.提供涂有阳极材料的基板;

[0020] b.沉积空穴注入层;

[0021] c.沉积空穴传输层/电子阻挡层;

[0022] d.沉积二维(2D)电致发光(EL)有源层;

[0023] e.沉积电子传输层/空穴阻挡层;

[0024] f.沉积电子注入层;和

[0025] g.沉积阴极层。

[0026] 可以通过溶液处理来沉积二维(2D)电致发光(EL)有源层。可以使用二维(2D)纳米颗粒沉积二维(2D)电致发光(EL)有源层。任选地,二维(2D)纳米颗粒可以用配体官能化。任选地,配体选自短链配体和熵配体组成的组合。任选地,所述方法进一步包括封装所述装

置。

[0027] 本发明的另一方面是一种制备2D-OLED混合装置的方法,包括:

[0028] a.提供涂有阴极材料的基板;

[0029] b.沉积空穴注入层;

[0030] c.沉积空穴传输层/电子阻挡层;

[0031] d.沉积二维(2D)电致发光(EL)有源层;

[0032] e.沉积电子传输层/空穴阻挡层;

[0033] f.沉积电子注入层;和

[0034] f.沉积阳极。

[0035] 可以通过溶液处理来沉积二维(2D)电致发光(EL)有源层。所述二维(2D)电致发光(EL)有源层可以2D纳米颗粒的溶液或分散体的形式沉积。任选地,二维(2D)纳米颗粒可以用配体官能化。进一步任选地,配体选自短链配体和熵配体组成的组合。所述方法进一步包括封装所述装置。

附图说明

[0036] 图1是根据本发明实施例的电致发光(EL)装置的示意图。

[0037] 图2是根据本发明实施例的具有倒置结构的电致发光(EL)装置的示意图。

[0038] 图3是示例性基于有基物的LED结构的能带图,其中用无机单层MoSe₂作为发射中心。

具体实施方式

[0039] “2D-OLED混合装置”是指具有一个或多个有机层的多层发光装置和包含二维(2D)材料的电致发光(EL)有源层。如本文所用,“混合”意指包含至少两种不同类型的材料。在某些实施方案中,根据本发明的2D-OLED装置包含无机(2D)材料和多种有机组分。本发明的其他实施方案包括另外的无机组分。“混合”还可以指设备中存在二维(2D)和非二维(non-2D)材料。非二维(non-2D)材料可以是块状材料或其他类型的纳米颗粒,例如常规量子点。

[0040] 具有无机二维(2D)电致发光(EL)活性材料的2D-OLED混合装置可包括图1中所示的一些或所有层,其呈现出传统的装置堆叠(100)。如本文所用,“常规装置叠层”和“常规装置结构”是指其中阳极与基板相邻的装置。在替代实施例中,具有二维(2D)电致发光(EL)有源层的2D-OLED混合装置可包括倒置装置堆叠(200),如图2所示。如本文所用,“倒置装置堆叠”和“倒置装置结构”是指其中阴极与基板相邻的装置。

[0041] 该材料可以在合适的基板(10)上加工,例如塑料或玻璃基板,并且可以包括刚性和柔性基板。合适的塑料基板包括但不限于:聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate,PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(polyethylene naphthalate,PEN)、聚碳酸酯(polycarbonate,PC)、聚醚砜(polyestersulfone,PES)、聚丙烯酸酯(polyacrylates,PAR)、多环烯烃(polycyclic olefin,PCO)和聚酰亚胺(polyimide,PI)。

[0042] 在传统的装置堆叠(100)中,阳极材料(20)可以沉积在基板上。在倒置装置堆叠(200)中,阴极材料(90)可以沉积在基板上。在传统的装置叠层中,合适的阳极材料可包括但不限于透明导电氧化物,例如氧化铟锡(ITO)、掺杂铝的氧化锌(AZO)、掺杂镓的氧化锌

(GZO)、掺杂锆的氧化锌 (ZZO)、氟掺杂的氧化锡 (FTO), 以及包括其合金和掺杂的衍生物。在倒置的装置叠层中, 上述材料将充当阴极。

[0043] 空穴注入层 (HIL; 30) 可包括但不限于诸如以下的材料: 三氧化钼 (molybdenum trioxide, MoO_3)、1,4,5,8,9,11-六氮杂三亚苯基六腈 (1,4,5,8,9,11-hexaazatriphenylenehexacarbonitrile, HAT-CN) 或导电聚合物, 例如聚 (3,4-亚乙基二氧噻吩) (poly (3,4-ethylene dioxythiophene), PEDOT) 或聚 (3,4-亚乙基二氧噻吩): 聚 (苯乙烯磺酸盐) (poly (3,4-ethylene dioxythiophene): poly (styrene sulfonate), PEDOT:PSS)。

[0044] 空穴传输层/电子阻挡层 (HTL/EBL; 40) 可包括但不限于聚 (N-乙烯基咔唑) (poly-(N-vinyl carbazole), PVK)、聚 (4-丁基苯基二苯胺) (poly (4-butylphenyl-diphenyl-amine), poly-TPD)、聚 (9,9-二辛基芴-交替-N-(4-仲丁基苯基) 二苯胺) (poly (9,9-dioctylfluorene-alt-N-(4-sec-butylphenyl) diphenylamine), TFB)、三 (4-碳酰基-9-基苯基) 胺 (tris (4-carbozoyl-9-ylphenyl) amine, TCTA) 和 N,N'-二 (1-萘基) -N,N'-二苯基- (1,1'-联苯基) -4,4'-二胺 (N,N'-di (1-naphthyl) -N,N'-diphenyl- (1,1'-biphenyl) -4,4'-diamine, NPB)。

[0045] 缓冲层 (60) 可用于帮助平衡电荷注入到二维 (2D) 材料中并重新分布电场。合适的缓冲层材料包括但不限于聚 (甲基丙烯酸甲酯) (Poly (methyl methacrylate), PMMA)、氧化铝 (aluminium oxide)、聚 (乙烯亚胺) 乙氧基化 (poly (ethylenimine) ethoxylated)、聚 (9-乙烯基咔唑) (poly (9-vinylcarbazole), PVK)、碳酸铯 (cesium carbonate, Cs_2CO_3) 和聚乙炔吡咯烷酮 (polyvinylpyrrolidone)。

[0046] 二维 (2D) 电致发光 (EL) 有源层 (50) 可以包括一种或多种能够产生激子的二维 (2D) 材料。在一个实施例中, 二维 (2D) 电致发光 (EL) 有源层的厚度在1-5个单层之间。例如, 可能需要采用具有单个单层厚度的二维 (2D) 电致发光 (EL) 有源层以保持材料的二维 (2D) 特性和/或避免堆叠。合适的材料包括二维 (2D) 半导体材料, 例如但不限于:

[0047] 过渡金属二硫属化物 (TMDC), 例如 WO_2 、 WS_2 、 WSe_2 、 WTe_2 、 MoO_2 、 MoS_2 、 MoSe_2 、 MoTe_2 、 ScO_2 、 ScS_2 、 ScSe_2 、 CrO_2 、 CrS_2 、 CrSe_2 、 CrTe_2 、 NiO_2 、 NiS_2 、 NiSe_2 、 NbS_2 、 NbSe_2 、 PtS_2 、 PtSe_2 、 ReSe_2 、 HfS_2 、 HfSe_2 、 TaS_2 、 TaSe_2 、 TiS_2 、 TiSe_2 、 ZrS_2 、 ZrSe_2 、 VO_2 、 VS_2 、 VSe_2 和 VTe_2 ;

[0048] 过渡金属三卤化物, 例如 ZrS_3 、 ZrSe_3 、 HfS_3 、和 HfSe_3 ;

[0049] 第13-15族 (III-V) 化合物, 例如 AlN 、 GaN 、 InN 、 InP 、 InAs 、 InSb 、 GaAs 、 BP 、 BAs 、 GaP 、 AlSb 和 BSb ;

[0050] 第13-16族 (III-VI) 化合物, 例如 GaS 、 GaSe 、 Ga_2S_3 、 Ga_2Se_3 、 InS 、 InSe 、 In_2S_3 和 In_2Se_3 ;

[0051] 第14-16族 (IV-VI) 化合物, 例如 SnS_2 、 SnSe_2 、 SnO 、 SnS 、 SnSe 、 GeS 、 GeS_2 和 GeSe ;

[0052] 第15-16族 (V-VI) 化合物, 例如 Sb_2S_3 、 Sb_2Se_3 、 Sb_2Te_3 、 Bi_2S_3 和 Bi_2Se_3 ;

[0053] 三元金属硫属元素化物, 例如 MnIn_2Se_4 、 MgIn_2Se_4 、 ZnIn_2S_4 、 $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{Se}_5$ 、 SnPSe_3 、 CdPSe_3 、 Cu_3PS_4 和 PdPSe ;

[0054] 第14族 (IV) 元素的二元化合物, 例如 SiC 、 GeC 、 SnGe 、 SiGe 、 SnSi 和 SnC ; 以及

[0055] 包括其合金及其掺杂衍生物。

[0056] 电子传输层/空穴阻挡层 (ETL/HBL; 70) 可包括但不限于浴铜灵 (bathocuproine, BCP) (BCP)、氧化锌纳米颗粒 (zinc oxide nanoparticles)、三 (8-羟基喹啉) 铝 (Alq_3)

(tris (8-hydroxyquinolino) aluminium (Alq₃)) 和 2,2',2''-(1,3,5-苯甲酰基)-三(1-苯基-1-H-苯并咪唑) (2,2',2''-(1,3,5-benzinetriyl)-tris (1-phenyl-1-H-benzimidazole)) (TPBi)。

[0057] 电子注入层 (EIL;80) 可包括有机金属螯合物,例如但不限于氟化锂 (lithium fluoride,LiF)。

[0058] 在传统的装置堆叠 (100) 中,合适的阴极 (90) 材料可包括但不限于铝。在倒置装置堆叠 (200) 中,前述材料将充当阳极。

[0059] 基于溶剂的溶液涂覆和/或热处理,例如化学气相沉积 (CVD) 和物理气相沉积 (PVD),包括但不限于热蒸镀和溅射涂覆,可用于构建装置结构。

[0060] 基于溶液的沉积方法在本领域中是公知的。示例包括但不限于:滴铸、旋涂、切口涂层、刮刀、喷涂、槽染料涂层和喷墨打印。基于溶液的沉积的优点包括高材料利用率,这可以导致低成本、高产量的工艺流程。

[0061] 在一个实施方案中,二维 (2D) 电致发光 (EL) 有源层由二维 (2D) 纳米颗粒沉积。基于纳米颗粒的沉积方法提供许多潜在的优点。二维 (2D) 纳米颗粒的制备描述于申请人的同时代审的美国专利申请号 62/355,428、62/393,387、62/453,780、62/440,745 和 62/461,613 中,其通过引用整体并入本文。纳米粒子合成的“自下而上”方法对于它们的可扩展性特别有利,提供可通过操纵反应条件来定制的均匀组成、尺寸和形状。纳米颗粒可以用有机配体进行表面官能化,这可以赋予一系列溶剂溶解性。在特定实施方案中,纳米颗粒的横向尺寸可以处于量子限制区域,其中纳米颗粒的光学、电子和化学性质可以通过改变其横向尺寸来控制。例如,金属硫属元素化物单层纳米颗粒的材料,例如 MoSe₂ 和 WSe₂ 横向尺寸约为 10nm 或更小时,可以显示诸如当被电激发时尺寸可调发射的特性。这可以通过操纵二维 (2D) 纳米颗粒的横向尺寸来调节装置的电致发光最大值 (EL_{max})。例如,Jin 等人报导通过改变 2.5nm 和 9.7nm 之间的颗粒的横向尺寸,WSe₂ 单层纳米粒子的合成显示 420nm 至 750nm 之间的光致发光。[H. Jin, M. Ahn, S. Jeong, J. H. Han, D. Yoo, D. H. Son and J. Cheon, J. Am. Chem. Soc, 2016, 138, 13253]

[0062] 在合成期间,二维 (2D) 纳米颗粒可以用配体官能化。在进一步的实施方案中,在纳米颗粒合成期间沉积在纳米颗粒表面上的固有配体可以与替代配体交换以赋予特定功能,例如改善的溶液可加工性和/或良好的电荷注入。配体交换程序在本领域中是公知的。在一个实施方案中,纳米颗粒可以用短链配体进行表面官能化。如本文所用,“短链配体”是指具有 8 个碳或更少碳的烃链的配体。合适的短链配体的实例包括但不限于:烷烃硫醇 (alkane thiols),例如:1-辛硫醇 (1-octanethiol)、1-庚硫醇 (1-heptanethiol)、1-己硫醇 (1-hexanethiol)、1-戊硫醇 (1-pentanethiol)、1-丁硫醇 (1-butanethiol)、1-丙硫醇 (1-propanethiol) 和羧酸 (carboxylic acids),例如辛酸 (octanoic acid)、庚酸 (heptanoic acid)、己酸 (hexanoic acid)、戊酸 (pentanoic acid)、丁酸 (butanoic acid) 和丙酸 (propanoic acid)。短链配体可以使纳米颗粒紧密堆积以改善电荷传输。在另一个实施方案中,纳米颗粒可以用熵配体进行表面官能化。如本文所用,“熵配体”是指具有不规则支化的烷基链的配体。合适的熵配体的实例包括但不限于:不规则支化的硫醇 (thiols),例如 2-甲基丁硫醇 (2-methylbutanethiol) 和 2-乙基己硫醇 (2-ethylhexanethiol); 和不规则支化的链烷酸 (alkanoic acids),例如 4-甲基辛酸 (4-methyloctanoic acid)、4-乙基辛酸

(4-ethyloctanoic acid)、2-丁基辛酸(2-butyloctanoic acid)、2-庚基癸酸(2-heptyldecanoic acid)和2-己基癸酸(2-hexyldecanoic acid)。已经发现熵配体有助于纳米颗粒的可加工性,同时保持或改善它们在装置中的性能。[Y.Yang,H.Qin,M.Jiang,L.Lin,T.Fu,X.Dai,Z.Zhang,Y.Niu,H.Cao,Y.Jin,F.Zhao and X.Peng,Nano Lett,2016,16,2133]

[0063] 对于二维(2D)电致发光(EL)有源层的溶液加工,二维(2D)材料可以溶解在合适的溶剂中。在特定的实施方案中,溶剂具有低蒸气压。使用低蒸气压溶剂可以防止溶剂在加工过程中蒸发,因此可以减轻诸如所谓的“咖啡环”形成和表面粗糙度的问题。如本文所用,术语“低蒸气压溶剂”是指在20℃下具有约2kPa或更低的蒸气压的溶剂,例如但不限于氯苯(chlorobenzene)和辛烷(chlorobenzene)。在另一个实施方案中,其他合适的溶剂包括但不限于:乙醇(ethanol)、异丙醇(isopropanol)、甲苯(toluene)和水。

[0064] 在另一个实施例中,二维(2D)电致发光(EL)有源层可以通过热处理来沉积,例如但不限于:CVD、原子层沉积(ALD)、分子束外延(MBE)、横向异质外延和气固生长。

[0065] 根据本发明的电致发光(EL)装置可以提供以下优点:

- [0066] • 全解决方案的处理方法可以是低成本和高吞吐量;
 - [0067] • 所述装置可以构建在柔性基板上,这可能会导致新技术,如可卷式显示器;
 - [0068] • 溶液处理可能导致高材料利用率和低材料消耗;
 - [0069] • 由于无机二维(2D)材料的固有稳定性,所述装置可提供良好的稳定性和寿命;
- 和

[0070] • 二维(2D)发光材料的高效蓝光发射可能有助于克服蓝色OLED的局限性。

[0071] 以下实施例说明制备2D-OLED混合装置的方法:

[0072] 示例1:具有常规装置结构的2D-OLED混合电致发光(EL)装置

[0073] 通过湿式和干式清洁工艺清洁涂覆有ITO的玻璃基板。对于干洗过程,将涂覆有ITO的基板在UV臭氧(在空气中)处理10分钟。

[0074] PEDOT:通过0.45微米(μm)聚偏二氟乙烯(polyvinylidene fluoride,PVDF)过滤器过滤PSS。50纳米(nm) PEDOT:通过旋涂沉积PSS HIL,然后在空气中在200℃下退火10分钟。

[0075] 通过在氮气(N_2)下将聚TPD(poly-TPD)加入氯苯(chlorobenzene)中,并摇动直至完全溶解用以制备12mg/mL聚TPD氯苯(poly-TPD chlorobenzene)溶液。再通过0.2微米(μm)聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene,PTFE)过滤器过滤溶液之后,在氮气(N_2)下通过以1,500rpm旋涂1分钟沉积50nm聚TPD(poly-TPD)HTL。将膜在110℃、氮气(N_2)烘烤1小时。

[0076] 将在甲苯中的二维(2D)二硫化钼(MoS_2)单层纳米颗粒的液体通过0.2微米(μm)过滤器过滤,然后以2,000rpm旋涂以沉积15-20纳米(nm)的二维(2D)膜。在充满氮气(N_2)的手套箱内,将薄膜在加热板上以110℃向上烘烤10分钟。

[0077] 在110°退火的烘烤步骤之后,立即将基板装载到具有荫罩(shadow mask)的蒸发器中,该荫罩用于限定装置面积,与 Alq_3 、氟化锂(LiF)和铝(Al)源一起使用。当真空度达到 10^{-7} 毫巴时(mbar), Alq_3 以0.1-0.2纳米/秒(nm/s)的速率沉积,直到沉积35nm的膜。一旦源冷却,将腔室放空并将罩改变为阴极沉积掩模。氟化锂(LiF)和铝(Al)在 10^{-7} 毫巴的真空下沉积,对于氟化锂(LiF)以小于0.1纳米/秒(nm/s)的速率沉积,对于Al大于0.2纳米/秒(nm/

s)。

[0078] 该装置在氧气和水分含量低于1ppm的氮气(N₂)环境,被卸载并用玻璃盖封装,腔深度为0.35毫米(mm),盖子底部有干燥剂吸气剂,边缘有UV树脂。将树脂在UV汞灯下固化5分钟。在暴露于UV光期间保护有机层和2D层。

[0079] 示例2:具有倒置装置结构的2D-OLED混合电致发光(EL)装置

[0080] 通过湿式和干式清洁工艺清洁涂覆有ITO的玻璃基板。对于干洗过程,将涂覆有ITO的基板在UV臭氧(在空气中)处理10分钟。

[0081] 随后以30mg/mL的浓度和2,000rpm的旋转速度旋涂在乙醇中的氧化锌(ZnO)纳米颗粒溶液,以实现50nm的层厚度。然后将膜在N₂填充的手套箱中以120℃的温度烘烤20分钟。氧化锌(ZnO)层可以作为电子注入层和电子传输层/空穴阻挡层。

[0082] 将在甲苯中的二维(2D)MoS₂单层纳米颗粒的液体通过0.2微米(μm)过滤器过滤,然后以2,000rpm旋涂以沉积15-20纳米(nm)的二维(2D)膜。在充满N₂的手套箱内,将薄膜在加热板上以110℃向上烘烤10分钟。

[0083] 在退火之后,立即将基板装载到具有荫罩的蒸发器中,该荫罩用于限定装置区域,与TCTA、MoO₃和Al源一起使用。当真空度达到10⁻⁷毫巴(mbar)时,TCTA以0.1-0.2纳米/秒(nm/s)的速率沉积,直到沉积40nm的膜。一旦源冷却,将腔室放空并更换荫罩。三氧化钼(MoO₃)和铝(Al)在10⁻⁷毫巴(mbar)的真空下沉积,对于三氧化钼(MoO₃)以小于0.1纳米/秒(nm/s)的速率沉积,对于铝(Al)以大于0.2纳米/秒(nm/s)。

[0084] 该装置在氧气和水分含量低于1ppm的氮气(N₂)环境,被卸载并用玻璃盖封装,腔深度为0.35毫米(mm),盖子底部有干燥剂吸气剂,边缘有UV树脂。将树脂在UV汞灯下固化5分钟。在暴露于UV光期间保护有机层和2D层。

[0085] 前述内容呈现了体现本发明原理的系统的特定实施例。本领域技术人员将能够设计出另外的方案和变型,即使这里没有明确公开,这些另外的方案和变型也体现了那些原理,因此在本发明的范围内。尽管已经示出和描述了本发明的特定实施例,但是它们并不旨在限制本专利所涵盖的内容。本领域技术人员将理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以进行各种改变和修改,这些改变和修改在字面上和等同地由所附权利要求覆盖。

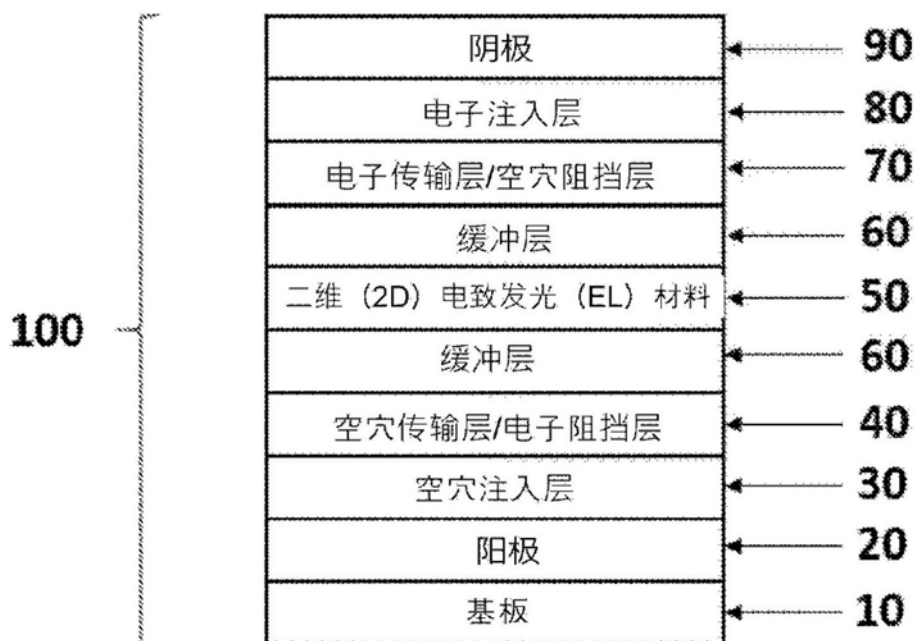


图1

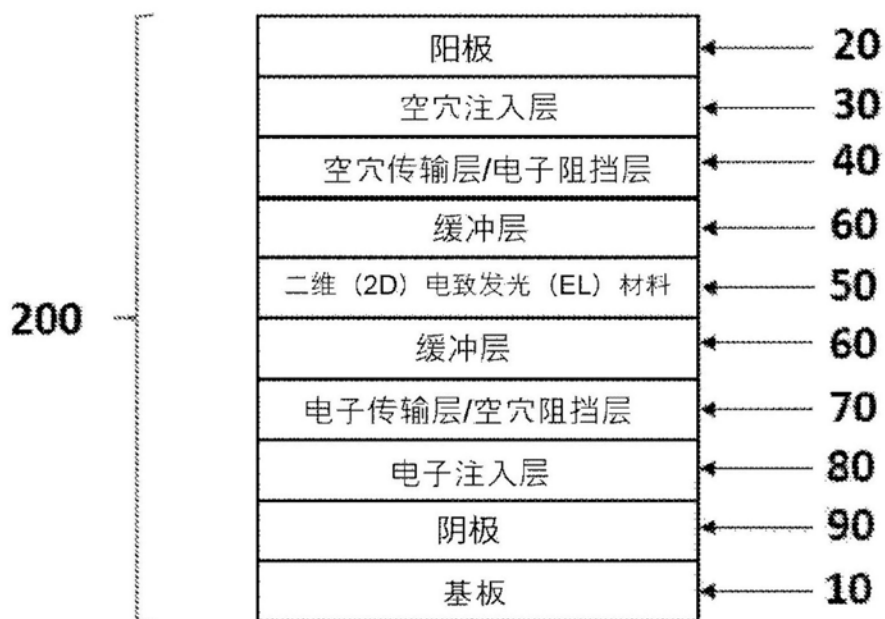


图2

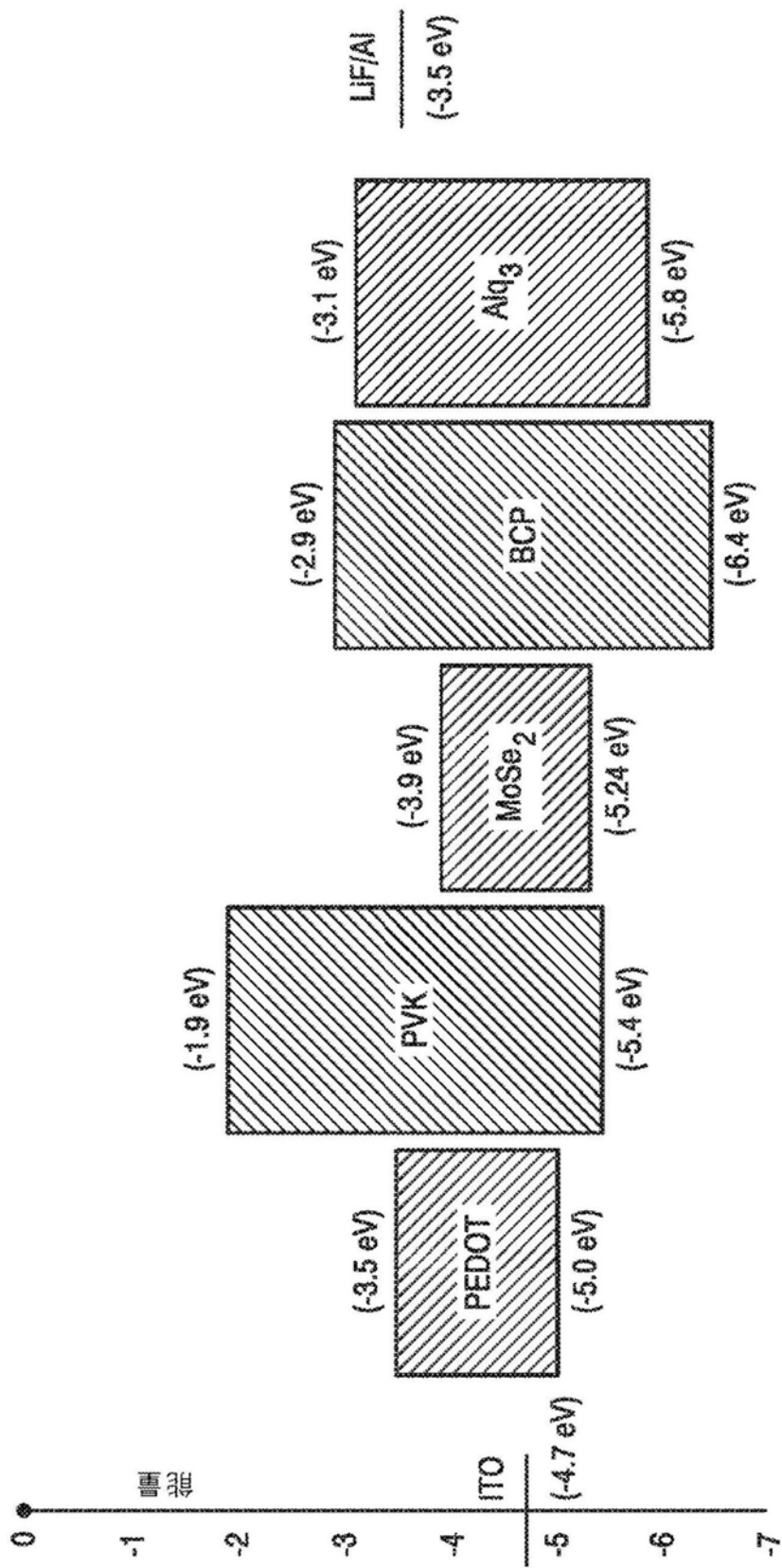


图3

专利名称(译)	具有二维材料发射层的有机/无机混合电致发光装置		
公开(公告)号	CN109661735A	公开(公告)日	2019-04-19
申请号	CN201780052904.0	申请日	2017-06-26
[标]申请(专利权)人(译)	纳米技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	纳米技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	纳米技术有限公司		
[标]发明人	斯图尔特斯塔布斯 斯蒂芬怀特莱格 奈杰尔皮克特 刘祖刚		
发明人	斯图尔特·斯塔布斯 斯蒂芬·怀特莱格 奈杰尔·皮克特 刘祖刚		
IPC分类号	H01L51/54		
CPC分类号	H01L51/0003 H01L51/502 H01L2251/5353 H01L51/0097 H01L51/5056 H01L51/5088 H01L51/5092 H01L51/5096 H01L51/5206 H01L51/5221 H01L51/5237 H01L51/56 H01L2251/5338 H01L51/5072		
代理人(译)	李新红 王旭		
优先权	62/355591 2016-06-28 US 15/625310 2017-06-16 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

具有无机二维(2D)电致发光(EL)有源材料的有机发光二极管可以包括在塑料或玻璃基板上的多个层。除EL层外，该装置还可包括空穴注入层、空穴传输层/电子阻挡层、电子传输层/空穴阻挡层、电子注入层，和任选的缓冲层如聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)有助于平衡电荷注入2D材料并重新分配电场。

