

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局(43) 国际公布日
2020 年 11 月 19 日 (19.11.2020)

(10) 国际公布号

WO 2020/227890 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 51/50 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/086646

(22) 国际申请日: 2019 年 5 月 13 日 (13.05.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 京 东 方 科 技 集 团 股 份 有 限 公 司
(BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN];
中 国 北 喻 市 朝 阳 区 酒 仙 桥 路 10 号,
Beijing 100015 (CN)。(72) 发明人: 韩 登 宝 (**HAN, Dengbao**); 中 国 北 喻 市 北 喻 经 济 技 术 开 发 区 地 泽 路 9 号,
Beijing 100176 (CN)。(74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所 (**LIU, SHEN & ASSOCIATES**); 中国北京市海淀区彩和坊路10号1号楼10层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 发光器件及其制作方法

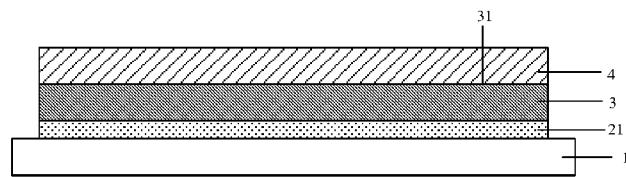


图 1C

(57) Abstract: A light-emitting device and a manufacturing method therefor. The manufacturing method for a light-emitting device comprises: forming a functional layer, wherein the functional layer has a first surface; performing plasma treatment on the first surface of the functional layer; and forming a perovskite-type light-emitting layer on the first surface subjected to the plasma treatment.

(57) 摘要: 发光器件及其制作方法。该发光器件的制作方法包括: 形成功能层, 其中, 功能层具有第一表面; 对功能层的第一表面进行等离子体处理; 以及在经等离子体处理后的第一表面上形成钙钛矿型发光层。

发光器件及其制作方法

技术领域

5 本公开至少一实施例涉及一种发光器件及其制作方法。

背景技术

钙钛矿材料通常指包括分子式为 ABX_3 成分的材料，具有优异的光学和光电子特性，基于钙钛矿材料制成的钙钛矿电致发光器件具有外量子效率高、
10 发射光谱连续可调、色纯度高、成本低等特点，使其可在显示和照明等领域得到广泛的应用。然而，目前基于钙钛矿材料制备的钙钛矿发光二极管器件
(Perovskite light-emitting diodes, PeLED) 存在结构较复杂、外量子效率较低等缺点，相比于目前已经广泛应用的有机电致发光器件 (Organic
15 light-emitting diodes, OLED) 还有很大的提升空间。高质量的钙钛矿发光薄膜的形成对位于其下方的衬底的表面平整性和润湿性有较严格的要求，使得下层衬底材料的选择受到限制，从而进一步地限制了钙钛矿电致发光器件结构的设计。

发明内容

20 本公开至少一实施例提供一种发光器件的制作方法，该方法包括：形成功能层，其中，功能层具有第一表面；对功能层的第一表面进行等离子体处理；以及在经等离子体处理后的第一表面上形成钙钛矿型发光层。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，所述等离子体处理包括氧等离子体处理、氮等离子体处理和氩等离子体处理中的至少
25 之一。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，用于进行所述等离子体处理的气体的气压为 20Pa~50Pa，所述等离子体处理的时间为 2~5 分钟。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，所述功能层为空穴注入层，所述功能层的材料包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺

酸（PEDOT:PSS）、聚乙烯咔唑（PVK）、聚[(9,9-二辛基芴基-2,7-二基)-co-(4,4'-(N-(对丁基苯基))二苯胺)]（TFB）、聚[双(4-苯基)(4-丁基苯基)胺]（Poly-TPD）中的至少之一。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，所述功能层为电子注入层，所述功能层的材料包括氧化锌（ZnO）。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，所述钙钛矿型发光层包括分子式为 ABX_3 的材料；A 为金属阳离子或烷基铵盐离子，B 为金属阳离子，X 为卤素阴离子。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，A 包括有机胺基团、脒基团、 Cs^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 中的至少之一；B 包括 Pb^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ge^{2+} 、 Ga^{2+} 、 In^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Bi^{3+} 、 Sb^{3+} 、中的至少之一；X 包括 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 中的至少之一。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成所述钙钛矿型发光层包括：以 AX_n 、 BX_m 作为溶质溶解于第一溶剂中以形成钙钛矿型发光层的前驱体溶液；以及利用所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成所述钙钛矿型发光层； AX_n 与 BX_m 反应生成 ABX_3 ，m 和 n 均为正整数。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，利用所述钛矿型发光层的前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成所述钛矿型发光层包括：将所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液旋涂于经所述等离子体处理后的所述第一表面上；在所述旋涂过程中向所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液中加入第二溶剂，其中，所述第二溶剂与所述第一溶剂不互溶；以及进行退火处理以得到所述钙钛矿型发光层。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，所述第一溶剂为无水 N, N-二甲基甲酰胺（DMF）、二甲基亚砜（DMSO）、 γ -丁内酯（GBL）、乙腈（ACN）中的至少之一，第二溶剂包括甲苯、氯仿、氯苯、丙酮中的至少之一。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，所述退火处理的温度为 70°C~80°C，所述退火处理的时间为 20~40min。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法中，所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液与经所述等离子体处理后的所述第一表面的接触角小于16°。

例如，本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法还包括：以Al、
5 B (I)_m作为溶质溶解于所述第一溶剂中以形成第一前驱体溶液，利用所述第一前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成发射红光的钙钛矿型发光层，其中，Al与B (I)_m反应生成ABI₃。

例如，本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法还包括：还包括：
10 以ABr、B (Br)_m作为溶质溶解于所述第一溶剂中以形成第二前驱体溶液，利
用所述第二前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成发射
绿光的钙钛矿型发光层，ABr与B (Br)_m反应生成AB (Br)₃。

例如，本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法还包括：以ACl、
15 B (Br)_m作为溶质溶解于所述第一溶剂中以形成第三前驱体溶液，在经所述等
离子体处理后的所述第一表面上形成发射蓝光的钙钛矿型发光层，ACl与B
(Br)_m反应生成AB (Br)₂Cl。

例如，本公开至少一实施例提供的发光器件的制作方法还包括：在进行
所述等离子处理之前，对所述功能层进行退火处理。

本公开至少一实施例还提供一种发光器件，发光器件包括：功能层和钙
钛矿型发光层。功能层具有第一表面；钙钛矿型发光层与所述功能层的所述
20 第一表面直接接触；功能层的所述第一表面存在亲水基团。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件中，所述等离子体包括氧
等离子体、氮等离子体和氩等离子体中的至少之一。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件中，所述钙钛矿型发光层
的表面粗糙度小于2nm。

25 例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件中，所述功能层为空穴注
入层，所述功能层的材料包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸
(PEDOT:PSS)、聚乙烯咔唑(PVK)、聚[(9,9-二辛基芴基-2,7-二
基)-co-(4,4'-(N-(对丁基苯基))二苯胺)](TFB)、聚[双(4-苯基)(4-丁基苯基)胺]
(Poly-TPD)中的至少之一。

30 例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件中，所述功能层的材料为

聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸 (PEDOT:PSS)，所述 PEDOT:PSS 的靠近所述钙钛矿型发光层的表面具有所述亲水基团且与所述钙钛矿型发光层直接接触。

例如，本公开至少一实施例提供的发光器件还包括：电子注入层、修饰电极、第一电极和第二电极。电子注入层位于所述钙钛矿型发光层的远离所述空穴注入层的一侧；修饰电极位于所述电子注入层的远离钙钛矿型发光层的一侧；所述空穴注入层、所述钙钛矿型发光层、所述电子注入层和所述修饰电极夹置于所述第一电极与所述第二电极之间。

例如，在本公开至少一实施例提供的发光器件中，所述功能层为电子注入层，所述功能层的材料包括氧化锌 (ZnO)，所述 ZnO 的靠近所述钙钛矿型发光层的表面具有所述亲水基团且与所述钙钛矿型发光层直接接触。

例如，本公开至少一实施例提供的发光器件还包括：空穴注入层、修饰电极、第一电极和第二电极。空穴注入层位于所述钙钛矿型发光层的远离所述电子注入层的一侧；修饰电极位于所述电子注入层的远离钙钛矿型发光层的一侧；所述空穴注入层、所述钙钛矿型发光层、所述电子注入层和所述修饰电极夹置于所述第一电极与所述第二电极之间。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本公开的一些实施例，而非对本公开的限制。

图 1A-1F 为本公开一实施例提供的一种发光器件的制作方法示意图；

图 1G-1K 为本公开一实施例提供的另一种发光器件的制作方法示意图；

图 2A 为本公开一实施例提供的一种发光器件的制作方法流程图；

图 2B 为本公开一实施例提供的另一种发光器件的制作方法流程图；

图 3A-3B 为本公开一实施例中的功能层的第一表面经等离子体处理前后的接触角测量结果对比图；

图 4 为本公开一实施例中的功能层经等离子体处理前后的透过率对比曲线图；

图 5 为本公开一实施例中的发射红光的钙钛矿发光层的表面 SEM 图像；

图 6 为本公开一实施例中的发射红光的钙钛矿发光层的表面 AFM 图像；
图 7 为本公开一实施例中的发射红光的钙钛矿发光层的吸收和光致发光光谱曲线；

图 8 为本公开一实施例中的发射绿光的钙钛矿发光层的表面 SEM 图像；

5 图 9 为本公开一实施例中的发射绿光的钙钛矿发光层的表面 AFM 图像；

图 10 为本公开一实施例中的发射绿光的钙钛矿发光层的吸收和电致发光光谱曲线；

图 11 为根据本公开一实施例提供的方法制得的发射绿光的发光器件的电流密度/亮度-电压关系曲线；

10 图 12 为根据本公开一实施例提供的方法制得的发射绿光的发光器件的外量子效率/电流效率-电流密度关系曲线；

图 13 本公开一实施例提供的发射绿光的发光器件的电致发光光谱；

图 14 为本公开一实施例提供的一种发光器件的结构示意图；

图 15 为本公开一实施例提供的另一种发光器件的结构示意图。

15

具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例的附图，对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。以下所描述的实施例是本公开的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例，都属于本公开保护的范围。
20

除非另作定义，此处使用的术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。同样，“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。
25
30

本公开一实施例提供一种发光器件的制作方法，该方法包括：形成功能层，其中，功能层具有第一表面；对功能层的第一表面进行等离子体处理；以及在经等离子体处理后的第一表面上形成钙钛矿型发光层。

示例性地，图 1A-1F 为本公开一实施例提供的一种发光器件的制作方法示意图，图 2A 为本公开一实施例提供的一种发光器件的制作方法流程图。该实施例提供的发光器件的制作方法包括以下步骤。

如图 1A 所示，提供衬底基板 1。对衬底基板 1 进行清洗。例如，依次使用去离子水、丙酮溶液、乙醇溶液、异丙醇溶液对衬底基板 1 进行擦拭和超声清洗，清洗后采用氮气吹干；将清洗好的衬底基板 1 进行等离子体预处理，以增强衬底基板 1 的表面的润湿性。例如，该离子体处理包括氧等离子体处理、氮等离子体处理和氩等离子体处理中的至少之一。例如，衬底基板 1 的材料可以是玻璃、石英、氧化铟锡 (ITO) 等无机材料，也可以是聚酰亚胺等有机材料，本公开实施例对此不作限定。

然后，在衬底基板 1 上形成第一电极 21。该电极例如为透明电极或不透
15 明电极。

如图 1B 所示，在第一电极 21 的远离衬底基板 1 的一侧形成功能层 3，功能层 3 具有第一表面 31。例如，在一个实施例中，功能层 3 为空穴注入层，功能层 3 的材料包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸 (PEDOT:PSS)、聚
20 乙烯咔唑 (PVK)、聚[(9,9-二辛基芴基-2,7-二基)-co-(4,4'-(N-(对丁基苯基))二苯胺)] (TFB) 中的至少之一。

如图 1B 所示，对功能层 3 的第一表面 31 进行等离子体处理。例如，该等离子体处理包括氧等离子体处理、氮等离子体处理和氩等离子体处理中的至少之一。本实施例以功能层 3 的材料为聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸 (PEDOT:PSS)、对功能层 3 的第一表面 31 进行氧等离子体处理为例对发光器件的制作方法及技术效果进行介绍。
25

例如，将制备好功能层 3 的器件移至等离子体清洗机的腔体中，经过多次抽真空/通氧气操作后，保证腔体内为氧气环境。然后，通过调节氧等离子体处理的功率、腔体内的气压和氧等离子体处理时间等参数对处理效果进行调整。例如，用于进行等离子体处理的气体的气压为 20Pa~50Pa，以获得适宜的等离子体浓度；等离子体处理的时间为 2~5 分钟；等离子体处理的功率
30

为 30W~40W。例如，该功率指等离子体处理设备的功率。等离子体处理的时间和功率会影响第一表面 31 突起物的量从而影响比表面积，还会影响第一表面 31 含有的含氮或含氧等亲水基团的量，从而影响在经等离子体处理后的第一表面 31 上形成的钙钛矿型发光层的性能与第一表面 31 结合的效果。

5 采用上述条件能够使功能层 3 的第一表面 31 具有合适的比表面积和含氮或含
10 氧等亲水基团，从而，功能层 3 的第一表面 31 得到较好的改性，有利于提高
后续在功能层 3 的第一表面 31 上形成的钙钛矿型发光层的性能。

如图 1C 所示，在经等离子体处理后的第一表面 31 上形成钙钛矿型发光
10 层 4。例如，先制备钙钛矿型发光层的前驱体溶液，再利用钙钛矿型发光层
的前驱体溶液在经等离子体处理后的第一表面 31 上形成钙钛矿型发光层 4。
由于对功能层 3 的第一表面 31 进行了等离子体处理，钙钛矿型发光层的前驱
体溶液对第一表面 31 的润湿性得到提高，接触角变小，从而形成的钙钛矿型
发光层 4 更加平整，例如所述钙钛矿型发光层的表面粗糙度小于 2nm，从而
发光性能得到改善，例如该发光器件的外量子效率提高。并且，经等离子体
15 处理后的功能层 3 的光透过率提高，有利于提高发光器件的光利用率。

需要说明的是，本公开中的钙钛矿型发光层 4 不同于有机发光二极管
(OLED) 发光层。例如，钙钛矿型发光层 4 包括分子式为 ABX_3 的材料。A
为金属阳离子或烷基铵盐离子，B 为金属阳离子，X 为卤素阴离子。例如，
A 包括有机胺基团（例如烷胺基团 RNH_4^+ ，R 为烷基，例如烷胺基团为
20 $CH_3NH_4^+$ ）、脒基团（例如甲脒基团 $NH_2CH=NH_2^+$ 等）、 Cs^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 中的至
少之一；B 包括 Pb^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ge^{2+} 、 Ga^{2+} 、 In^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、
 Bi^{3+} 、 Sb^{3+} 、中的至少之一；X 包括 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 中的至少之一。

例如，在经等离子体处理后的第一表面 31 上形成钙钛矿型发光层 4 包括：
以 AX_n 、 BX_m 作为溶质溶解于第一溶剂中以形成钙钛矿型发光层的前驱体溶
液；以及利用钙钛矿型发光层的前驱体溶液在经等离子体处理后的第一表面
25 31 上形成钙钛矿型发光层 4。 AX_n 与 BX_m 反应生成 ABX_3 ，m 和 n 均为正整
数。例如，当 A 为一价离子、B 为二价离子时，n=1，m=2；或者，当 A 为
一价离子、B 为三价离子时，n=1，m=3。

例如，利用钛矿型发光层的前驱体溶液在经等离子体处理后的第一表面
30 31 上形成钛矿型发光层 3 包括：将钙钛矿型发光层的前驱体溶液旋涂于经等

离子体处理后的第一表面 31 上；在旋涂过程中向钙钛矿型发光层的前驱体溶液中加入第二溶剂，其中，第二溶剂与第一溶剂不互溶；以及进行退火处理以得到钙钛矿型发光层 4。

例如，第一溶剂为无水 N,N-二甲基甲酰胺(DMF)、二甲基亚砜(DMSO)、
5 γ -丁内酯 (GBL)、乙腈 (ACN) 中的至少之一，第二溶剂包括甲苯、氯仿、
氯苯、丙酮中的至少之一。当然，第一溶剂和第二溶剂不局限于以上几种，
具体可以根据所形成的钛矿材料而定。

例如，本公开一实施例提供的发光器件的制作方法还包括：在用于形成
钙钛矿发光层的前驱体溶液中添加卤化的胺配体材料；以及将添加有卤化的
10 胺配体材料的钙钛矿发光层的前驱体溶液旋涂于经等离子体处理后的第一表
面 31 上。例如，卤化的胺配体材料为溴化的铵配体材料，当然也可以采用氯
化的铵配体材料或者碘化的胺配体材料等。

具体的，溴化的铵配体材料包括：溴化的 3,3-二苯基丙胺、溴化乙胺、
溴化丁胺、溴化辛胺、溴化苯乙胺、溴化苯丙胺中的任意一种或者多种。以
15 溴化的铵配体材料为溴化的 3,3-二苯基丙胺 (DPPA-Br) 为例，对该种配体
材料的制备进行说明。将一定量的 3,3,二苯基丙胺 (DPPA) 与乙醇以体积比
1:1 共混，使用冰水浴降温至 10°C 以下后，逐滴加入稍过量的 HBr 水溶液，
反应两个小时。通过旋蒸干燥后，再用乙醇进行重结晶，最后进行抽滤并用
无水乙醚洗涤 3 次，最后 50°C 温度下真空干燥 12 小时。得到溴化的铵配体
20 材料。

例如，在旋涂过程中向钙钛矿型发光层的前驱体溶液中加入一定量的所
述第二溶剂以使钙钛矿材料结晶，且使卤化的胺配体材料接枝在结晶的钙钛
矿材料上，形成钙钛矿薄膜。例如，开始旋涂后，第 6 秒滴加第二溶剂，例
如 1 分钟内滴加完毕第二溶剂，以获得较好的钙钛矿材料结晶效果。

25 例如，所述退火处理的温度为 70°C~80°C，退火处理的时间为 20~40min，
已达到理想的效果。

例如，钙钛矿型发光层的前驱体溶液与经等离子体处理后的第一表面的
接触角小于 16°。图 3A-3B 为本公开一实施例中的功能层的第一表面经等离
子体处理前后的接触角测量结果对比图。图 3A 所示的角 α 为在不经等离子
30 处理的功能层的第一表面上旋涂钙钛矿型发光层的前驱体溶液的情况下的接

触角， $\alpha=16^\circ$ 。图 3B 所示的角 β 为在经等离子体处理的功能层的第一表面 31 上旋涂钙钛矿型发光层的前驱体溶液的情况下接触角， $\alpha=12.5^\circ$ 。由此可见，对功能层 3 的第一表面 31 进行等离子体处理能够提高钙钛矿型发光层的前驱体溶液对第一表面 31 的润湿性，减小将该前驱体溶液形成于经等离子体处理的功能层 3 的第一表面 31 时的接触角，从而经退火处理后得到的钙钛矿型发光层 4 更加平整，发光性能得到改善，例如该发光器件的外量子效率提高。从而，当功能层 3 为上述空穴注入层时，其兼具空穴传输层的功能，无需再单独设置空穴传输层，简化了该发光器件的制作工艺及结构。

另外，图 4 为本公开一实施例中的功能层经等离子体处理前后的透过率对比曲线图。经等离子体处理后的功能层 3 的光透过率高于进行等离子体处理之前的光透过，例如经等离子体处理后的功能层 3 的光透过率可达到 96% 以上。由此可以证明，对功能层 3 的第一表面 31 进行了等离子体处理能够提高功能层 3 的光透过率，从而提高发光器件的光利用率。

例如，发光器件的制作方法包括：在经等离子体处理后的第一表面 31 上形成发射红光的钙钛矿型发光层、发射绿光的钙钛矿型发光层以及发射蓝光的钙钛矿型发光层，以实现彩色照明或彩色显示。

例如，以 AI、B (I)_m 作为溶质溶解于第一溶剂中以形成第一前驱体溶液，利用第一前驱体溶液在经等离子体处理后的第一表面上形成发射红光的钙钛矿型发光层，其中，AI 与 B (I)_m 反应生成 ABI₃。本实施例以 AI 为 NH₂CH=NH₂I、B (I)_m 为 PbI₂、第一溶剂为无水 DMF 为例。

例如，将 NH₂CH=NH₂I、PbI₂、胺的卤化物以一定比例溶于第一溶剂中得到第一前驱体溶液。例如，将 NH₂CH=NH₂I、PbI₂、胺的卤化物以摩尔比 1:1:0.5 的比例溶于无水 DMF 中配成浓度为 0.2M 的第一前驱体溶液。通过 0.22um 的尼龙滤头后备用，将第一前驱体溶液旋涂到经过氧等离子体处理的第一表面 31 上，当旋涂转速达到 4000rpm 时，例如在开始后的第 6 秒，快速滴加第二溶剂（反溶剂），1 秒内将第二溶剂滴加完毕，以快速形成钙钛矿型薄膜，并控制钙钛矿型薄膜中钙钛矿晶粒的形成。例如，再经过 80℃ 退火后得到发射红光的钙钛矿发光层。发射红光的钙钛矿发光层的表面形貌如图 5 和图 6 所示，所制备的发射红光的钙钛矿发光层非常致密，无明显缺陷，表面非常平整均一，表面平均粗糙度低，仅为 0.57nm。图 7 为发射红光的钙

钛矿发光层的吸收和电致发光光谱曲线。从图 7 中可以看出发射峰位于 675nm，半峰宽仅为 50nm，可利用该发射红光的钙钛矿发光层获得较高的色域。

例如，以 ABr、B (Br)_m 作为溶质溶解于第一溶剂中以形成第二前驱体溶液，利用第二前驱体溶液在经等离子体处理后的第一表面上形成发射绿光的钙钛矿型发光层，ABr 与 B (Br)_m 反应生成 AB (Br)₃。本实施例以 ABr 为 NH₂CH=NH₂Br、B (Br)_m 为 PbBr₂、第一溶剂为无水 DMF 为例。

例如，将 NH₂CH=NH₂Br、PbBr₂、胺的卤化物以一定比例溶于第一溶剂中得到第二前驱体溶液。例如，将 NH₂CH=NH₂Br、PbBr₂、胺的卤化物以摩尔比 1:1:0.35 的比例溶于无水 DMF 中配成浓度为 0.2M 的第二前驱体溶液。

通过 0.22um 的尼龙滤头后备用，将第二前驱体溶液旋涂到经过氧等离子体处理的第一表面 31 上，当旋涂转速达到 4000rpm 时，例如在开始后的第 6 秒，快速滴加第二溶剂（反溶剂），1 秒内将第二溶剂滴加完毕，以快速形成钙钛矿型薄膜，并控制钙钛矿型薄膜中钙钛矿晶粒的形成。例如，再经过 80℃ 退火后得到发射绿光的钙钛矿发光层。发射绿光的钙钛矿发光层的表面形貌如图 8 和图 9 所示，所制备的发射绿光的钙钛矿发光层非常致密，无明显缺陷，表面非常平整均一，表面平均粗糙度低，仅为 1.7nm。图 10 为发射绿光的钙钛矿发光层的吸收和电致发光光谱曲线。从图 10 中可以看出发射峰位于 526nm，半峰宽仅为 22nm，可利用该发射绿光的钙钛矿发光层获得较高的色域。

例如，以 ACl、B (Br)_m 作为溶质溶解于第一溶剂中以形成第三前驱体溶液，在经等离子体处理后的第一表面上形成发射蓝光的钙钛矿型发光层，ACl 与 B (Br)_m 反应生成 AB (Br)₂Cl。本实施例以 ABr 为 NH₂CH=NH₂Cl、B (Br)_m 为 PbBr₂、第一溶剂为无水 DMF 为例。将 NH₂CH=NH₂Cl、PbBr₂、胺的卤化物以摩尔比 1:1:0.8 的比例溶于无水 DMF 中配成浓度为 0.2M 的第三前驱体溶液。通过 0.22um 的尼龙滤头后备用，将第三前驱体溶液旋涂到经过氧等离子体处理的第一表面 31 上，当旋涂转速达到 4000rpm 时，例如在开始后的第 6 秒，快速滴加第二溶剂（反溶剂），1 秒内将第二溶剂滴加完毕，以快速形成钙钛矿型薄膜，并控制钙钛矿型薄膜中钙钛矿晶粒的形成。例如，再经过 80℃ 退火后得到发射蓝光的钙钛矿发光层。该发射蓝光的钙钛矿发光层

非常致密，无明显缺陷，表面非常平整均一，表面平均粗糙度低，其发射的蓝光的发射峰位于 460nm~480nm。

图 11 和图 12 为根据本公开上述实施例提供的方法所制备的绿光钙钛矿电致发光器件的性能参数曲线，该发光器件的开启电压为 2.9V，在 4.6V 时
5 达到最大亮度超过 8000cd/m²。同时，该发光器件的外量子效率可达 16%以上，电流效率超过 60cd/A。图 13 为发射绿光的发光器件的电致发光光谱随电压变化的曲线，由图 13 可以看出，峰位始终维持的 526nm 处，光谱的半峰宽为 23nm，具有非常高的色纯度，与图 10 所示的光致发光光谱一致。并且，峰位不随作用于发光器件的电压的升高而改变，具有较高的光谱稳定性。
10

钙钛矿型发光层由纳米尺寸的钙钛矿纳米晶组成，例如，结晶的钙钛矿材料的尺寸大于 20nm。当然，钙钛矿型发光层与可以由纳米尺寸的钙钛矿量子点，例如钙钛矿量子点的尺寸小于 20nm。在本实施例的钙钛矿型发光层的制备方法中，通过控制所添加的卤化的配体材料的量，以及第二溶剂的量则可以控制所形成钙钛矿材料结晶后的尺寸。通常情况下，卤化的配体材料的量多，则容易形成钙钛矿量子点，钙钛矿量子点具有较优的发光效率；
15 卤化的配体材料的量少，则容易形成钙钛矿纳米晶，钙钛矿纳米晶具有较优的载流子传输能力。本领域技术人员可以根据需要进行设计。
15

如图 1D 所示，在功能层 3 为空穴注入层的情况下，发光器件的制作方法还包括：形成位于钙钛矿型发光层 4 的远离空穴注入层 3 的一侧的电子注入层 5，如图 1D 所示；形成修饰电极 6，如图 1E 所示；以及形成第二电极 22，如图 1F 所示。空穴注入层 3、钙钛矿型发光层 4 和电子注入层 5 夹置于第一电极 21 与第二电极 22 之间。修饰电极 6 位于电子注入层 5 的远离钙钛矿型发光层 4 的一侧。修饰电极 6 的材料为 LiF 或 CsCO₃，以调节电子注入的速率例如减缓电子注入的速率，从而平衡空穴注入的速率与电子注入的速率，达到较优的发光效果和能效。例如，第二电极 22 可以包括间隔设置的多个部分，如图 1F 所示的；第二电极 22 也可以为整面的电极。
25

例如，电子注入层 5 的材料包括氧化锌 (ZnO)。例如，电子注入层 5 的材料为 ZnO。ZnO 具有良好的电子注入功能，兼具电子传输功能，从而可以省略电子传输层。或者，电子注入层 5 包括堆叠设置的氧化锌层和聚乙烯亚胺 (PEI) 层，聚乙烯亚胺层位于氧化锌层的远离钙钛矿型发光层 4 的一侧。
30

PEI 层能够调节 ZnO 的能级，减缓电子注入的速率，从而平衡空穴注入的速率与电子注入的速率，达到较优的发光效果和能效。

在本公开又一实施例中，例如，参考图 2B 和图 1B，发光器件的制作方法还包括：在进行等离子处理之前，对功能层 3 进行退火处理，以释放功能层 3 等衬底基板 1 上的各个结构的应力，进一步提高后期在功能层 3 上形成的钙钛矿型发光层的稳定性。本实施例的其他步骤均与之前的实施例中的相同，请参考之前的描述，在此不再赘述。

图 1G-1K 为本公开一实施例提供的另一种发光器件的制作方法示意图。例如，在图 1G-1K 所示的发光器件的制作方法中，功能层 30 为电子注入层。

如图 1G 所示，发光器件的制作方法包括：在衬底基板 10 上依次形成第一电极 210、修饰电极 60 和功能层 30。功能层 30 为电子注入层，其材料包括氧化锌 (ZnO)。

如图 1H 所示，发光器件的制作方法还包括：对功能层 30（即电子注入层）的第一表面 301 进行等离子处理，该等离子处理与之前实施例中对电子注入层 30 所进行的等离子处理相同，请参考之前的描述。

如图 1I 所示，发光器件的制作方法还包括：在经过等离子处理的电子注入层 30 的第一表面 301 上形成钙钛矿型发光层 40。形成钙钛矿型发光层 40 的具体方法请参考之前的描述。

该发光器件的制作方法还包括：形成位于钙钛矿型发光层 40 的远离电子注入层 30 的一侧的空穴注入层 50，如图 1J 所示；以及形成第二电极 220，如图 1K 所示。空穴注入层 50、钙钛矿型发光层 40 和电子注入层 30 夹置于第一电极 21 与第二电极 22 之间。

例如，在一个示例中，电子注入层 30 为氧化锌层，则对氧化锌层的第一表面 301 进行等离子体处理，在经等离子处理后的氧化锌层的第一表面 301 上形成所述钙钛矿型发光层 40；例如，在另一个示例中，电子注入层 30 包括堆叠设置的氧化锌层和聚乙烯亚胺 (PEI) 层，聚乙烯亚胺层位于氧化锌层的靠近衬底基板 10 的一侧，则对氧化锌层的第一表面 301 进行等离子体处理，在经等离子处理后的氧化锌层的第一表面 301 上形成所述钙钛矿型发光层 40。

图 1G-1K 所示的实施例提供的制作方法的其他特征与之前的实施例中

的描述相同，能够达到与之前的实施例相同或相似的技术效果。

本公开至少一实施例还提供一种发光器件，该发光器件根据本公开实施例提供的任意一种发光器件的制作方法形成。该发光器件包括：功能层和钙钛矿型发光层。功能层具有第一表面；钙钛矿型发光层与所述功能层的第一表面直接接触；功能层的第一表面存在亲水基团。
5 表面直接接触；功能层的第一表面存在亲水基团。

示范性地，图 14 为本公开一实施例提供的一种发光器件的结构示意图。如图 14 所示，该发光器件根据本公开实施例提供的任意一种发光器件的制作方法形成。该发光器件包括：功能层 3 和钙钛矿型发光层 4。功能层 3 具有第一表面 31；钙钛矿型发光层 4 与功能层 3 的第一表面 31 直接接触；功能 10 层 3 的第一表面 31 存在亲水基团。例如，该亲水基团包括含氧亲水基团或含氮亲水基团。含氧亲水基团例如为羟基 (OH⁻)，含氮亲水基团例如氨基。例如，该亲水基团是对第一表面 31 进行等离子体处理而形成的。例如，该等离子体包括氧等离子体、氮等离子体和氩等离子体中的至少之一。第一表面 31 上存在亲水基团且钙钛矿型发光层 4 与功能层 3 的第一表面 31 直接接触，这 15 能够使得第一表面 31 更加粗糙，从而在第一表面 31 上形成钙钛矿型发光层 4 的过程中，用于形成钙钛矿型发光层 4 的前驱体溶液对第一表面 31 的润湿性得到提高，从而钙钛矿型发光层 4 更加平整，例如，钙钛矿型发光层的表面粗糙度小于 2nm，从而其发光性能得到改善，例如该发光器件的外量子效率提高，随着作用于钙钛矿型发光层的电压的变化，发光性能保持稳定。

20 例如，功能层 3 为空穴注入层，功能层 3 的材料包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸 (PEDOT:PSS)、聚乙烯咔唑 (PVK)、聚[(9,9-二辛基芴基-2,7-二基)-co-(4,4'-(N-(对丁基苯基))二苯胺)] (TFB) 聚[双(4-苯基)(4-丁基苯基)胺] (Poly-TPD) 中的至少之一。

25 例如，功能层 3 的材料为聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸 (PEDOT:PSS)，PEDOT:PSS 的靠近钙钛矿型发光层 4 的表面具有所述等离子体且与钙钛矿型发光层 4 直接接触。此时，功能层 3 兼具空穴传输层的功能，无需在第一表面 31 与钙钛矿型发光层 4 之间再单独设置空穴传输层，简化了该发光器件的制作工艺及结构。

30 例如，如图 14 所示，该发光器件还包括：电子注入层 5、修饰电极 6、第一电极 21 以及第二电极 22。电子注入层 5 位于钙钛矿型发光层 4 的远离

空穴注入层 3 的一侧；修饰电极 6 位于电子注入层 5 的远离钙钛矿型发光层 4 的一侧；空穴注入层 3、钙钛矿型发光层 4、电子注入层 5 和修饰电极 6 夹置于第一电极 21 与第二电极 22 之间。修饰电极 6 的材料为 LiF 或 CsCO₃，以调节电子注入的速率例如减缓电子注入的速率，从而平衡空穴注入的速率与电子注入的速率，达到较优的发光效果和能效。

钙钛矿型发光层由纳米尺寸的钙钛矿纳米晶组成，例如，结晶的钙钛矿材料的尺寸大于 20nm。当然，钙钛矿型发光层与可以由纳米尺寸的钙钛矿量子点，例如钙钛矿量子点的尺寸小于 20nm。本领域技术人员可以根据需要进行设计。

该发光器件的其他未提及的特征请参考之前与制作方法相关的实施例中的描述。

需要说明的是，在本公开中，钙钛矿型发光层与功能层的第一表面直接接触是指在垂直于衬底基板的方向上，钙钛矿型发光层与功能层的第一表面之间不存在其他的任何层或结构。

需要说明的是，本公开中的表面粗糙度(surface roughness)是指表面具有的较小间距和微小峰谷的不平度，即表面上两波峰或两波谷之间的在垂直于该表面方向上的距离（波距）。表面粗糙度越小，则表面越光滑。

例如，图 15 是本公开一实施例提供的另一种发光器件的结构示意图。该发光器件中，功能层 30 为电子注入层。电子注入层 30 的第一表面 301 具有所述亲水基团且钙钛矿型发光层 40 与第一表面 301 直接接触。

例如，电子注入层 30（即电子注入层）的材料包括氧化锌（ZnO），且 ZnO 的靠近钙钛矿型发光层 40 的表面具有所述亲水基团且与钙钛矿型发光层 40 直接接触。例如，电子注入层 5 的材料为 ZnO。ZnO 具有良好的电子注入功能，兼具电子传输功能，从而可以省略电子传输层。或者，电子注入层 5 包括堆叠设置的氧化锌层和聚乙烯亚胺（PEI）层，聚乙烯亚胺层位于氧化锌层的远离钙钛矿型发光层 4 的一侧。PEI 层能够调节 ZnO 的能级，减缓电子注入的速率，从而平衡空穴注入的速率与电子注入的速率，达到较优的发光效果和能效。

例如，如图 15 所示，该发光器件还包括：修饰电极 60、空穴注入层 50、第一电极 210 以及第二电极 220。空穴注入层 50 位于钙钛矿型发光层 40 的

远离电子注入层 30 的一侧；空穴注入层 50、钙钛矿型发光层 40、功能层 30 (即电子注入层) 和修饰电极 60 夹置于第一电极 210 与第二电极 220 之间。修饰电极 60 位于电子注入层 30 的远离钙钛矿型发光层 4 的一侧。修饰电极 60 的材料为 LiF 或 CsCO₃，以调节电子注入的速率例如减缓电子注入的速率，从而平衡空穴注入的速率与电子注入的速率，达到较优的发光效果和能效。

图 15 所示的实施例提供的发光器件的其他特征与之前的实施例中的描述相同，能够达到与之前的实施例相同或相似的技术效果。

以上所述仅是本公开的示范性实施方式，而非用于限制本公开的保护范围，本公开的保护范围根据权利要求书所界定的范围确定。

权利要求书

1、一种发光器件的制作方法，包括：

形成功能层，其中，所述功能层具有第一表面；

5 对所述功能层的所述第一表面进行等离子体处理；

在经等离子体处理后的所述第一表面上形成钙钛矿型发光层。

2、根据权利要求 1 所述的发光器件的制作方法，其中，所述等离子体处理包括氧等离子体处理、氮等离子体处理和氩等离子体处理中的至少之一。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的发光器件的制作方法，其中，用于进行所述等离子体处理的气体的气压为 20Pa~50Pa，所述等离子体处理的时间为 2~5 10 分钟。

4、根据权利要求 1-3 任一所述的发光器件的制作方法，其中，所述功能层为空穴注入层，所述功能层的材料包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸 (PEDOT:PSS)、聚乙烯咔唑 (PVK)、聚[(9,9-二辛基芴基-2,7-二 15 基)-co-(4,4'-(N-(对丁基苯基))二苯胺)] (TFB) 聚[双(4-苯基)(4-丁基苯基)胺] (Poly-TPD) 中的至少之一。

5、根据权利要求 1-3 任一所述的发光器件的制作方法，其中，所述功能层为电子注入层，所述功能层的材料包括氧化锌 (ZnO)。

6、根据权利要求 1-5 任一所述的发光器件的制作方法，其中，所述钙钛 20 矿型发光层包括分子式为 ABX_3 的材料，其中，

A 为金属阳离子或烷基铵盐离子，B 为金属阳离子，X 为卤素阴离子。

7、根据权利要求 6 所述的发光器件的制作方法，其中，A 包括有机胺基团、脒基团、 Cs^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 中的至少之一；

B 包括 Pb^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ge^{2+} 、 Ga^{2+} 、 In^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Bi^{3+} 、 25 Sb^{3+} 、中的至少之一；X 包括 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 中的至少之一。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的发光器件的制作方法，其中，在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成所述钙钛矿型发光层包括：

以 AX_n 、 BX_m 作为溶质溶解于第一溶剂中以形成钙钛矿型发光层的前驱体溶液；以及

30 利用所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述

第一表面上形成所述钙钛矿型发光层；其中， AX_n 与 BX_m 反应生成 ABX_3 ， m 和 n 均为正整数。

9、根据权利要求8所述的发光器件的制作方法，其中，利用所述钛矿型发光层的前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成所述钛矿型发光层包括：

将所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液旋涂于经所述等离子体处理后的所述第一表面上；

在所述旋涂过程中向所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液中加入第二溶剂，其中，所述第二溶剂与所述第一溶剂不互溶；以及

10 进行退火处理以得到所述钙钛矿型发光层。

10、根据权利要求9所述的发光器件的制作方法，其中，所述第一溶剂为无水N,N-二甲基甲酰胺(DMF)、二甲基亚砜(DMSO)、γ-丁内酯(GLB)、乙腈(ACN)中的至少之一，第二溶剂包括甲苯、氯仿、氯苯、丙酮中的至少之一。

15 11、根据权利要求9或10所述的发光器件的制作方法，其中，所述退火处理的温度为70℃~80℃，所述退火处理的时间为20~40min。

12、根据权利要求8-11任一所述的发光器件的制作方法，其中，所述钙钛矿型发光层的前驱体溶液与经所述等离子体处理后的所述第一表面的接触角小于16°。

20 13、根据权利要求8-12任一所述的发光器件的制作方法，还包括：以 AI 、 $B(I)_m$ 作为溶质溶解于所述第一溶剂中以形成第一前驱体溶液，利用所述第一前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成发射红光的钙钛矿型发光层，其中， AI 与 $B(I)_m$ 反应生成 ABI_3 。

25 14、根据权利要求8-13任一所述的发光器件的制作方法，还包括：以 ABr 、 $B(Br)_m$ 作为溶质溶解于所述第一溶剂中以形成第二前驱体溶液，利用所述第二前驱体溶液在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成发射绿光的钙钛矿型发光层， ABr 与 $B(Br)_m$ 反应生成 $AB(Br)_3$ 。

30 15、根据权利要求8-14任一所述的发光器件的制作方法，还包括：以 ACl 、 $B(Br)_m$ 作为溶质溶解于所述第一溶剂中以形成第三前驱体溶液，在经所述等离子体处理后的所述第一表面上形成发射蓝光的钙钛矿型发光层，

ACl 与 B (Br)_m 反应生成 AB (Br)₂Cl。

16、根据权利要求 1-15 任一所述的发光器件的制作方法，还包括：

在进行所述等离子处理之前，对所述功能层进行退火处理。

17、一种发光器件，包括：

5 功能层，其中，所述功能层具有第一表面；以及

钙钛矿型发光层，与所述功能层的所述第一表面直接接触；其中，
所述功能层的所述第一表面存在亲水基团。

18、根据权利要求 17 所述的发光器件，其中，所述等离子体包括氧等离
子体、氮等离子体和氩等离子体中的至少之一。

10 19、根据权利要求 17 或 18 所述的发光器件，其中，所述钙钛矿型发光
层的表面粗糙度小于 2nm。

20、根据权利要求 17-19 任一所述的发光器件，其中，所述功能层为空
穴注入层，所述功能层的材料包括聚(3,4-乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸
(PEDOT:PSS)、聚乙烯咔唑 (PVK)、五氟苯甲基 (PFB) 中的至少之一。

15 21、根据权利要求 20 所述的发光器件，其中，所述功能层的材料为聚(3,4-
乙烯二氧噻吩)-聚苯乙烯磺酸 (PEDOT:PSS)，所述 PEDOT:PSS 的靠近所述
钙钛矿型发光层的表面具有所述亲水基团且与所述钙钛矿型发光层直接接
触。

22、根据权利要求 20 或 21 所述的发光器件，还包括：

20 电子注入层，位于所述钙钛矿型发光层的远离所述空穴注入层的一侧；
修饰电极，位于所述电子注入层的远离钙钛矿型发光层的一侧；以及
第一电极和第二电极；其中，所述空穴注入层、所述钙钛矿型发光层、
所述电子注入层和所述修饰电极夹置于所述第一电极与所述第二电极之间。

23、根据权利要求 17-19 任一所述的发光器件，其中，所述功能层为电
25 子注入层，所述功能层的材料包括氧化锌 (ZnO)，所述 ZnO 的靠近所述钙
钛矿型发光层的表面具有所述亲水基团且与所述钙钛矿型发光层直接接触。

24、根据权利要求 23 所述的发光器件，还包括：

空穴注入层，位于所述钙钛矿型发光层的远离所述电子注入层的一侧；
修饰电极，位于所述电子注入层的远离钙钛矿型发光层的一侧；以及
30 第一电极和第二电极；其中，所述空穴注入层、所述钙钛矿型发光层、

所述电子注入层和所述修饰电极夹置于所述第一电极与所述第二电极之间。

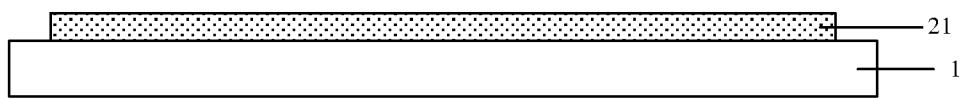


图 1A

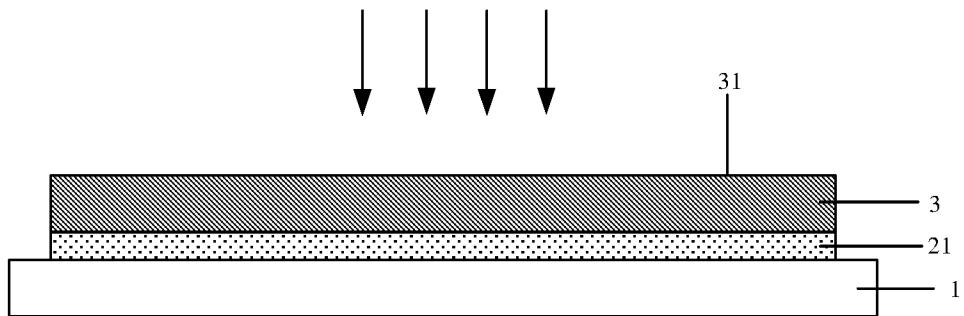


图 1B

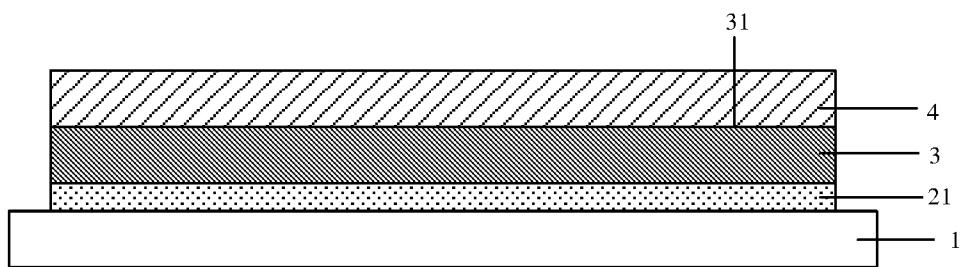


图 1C

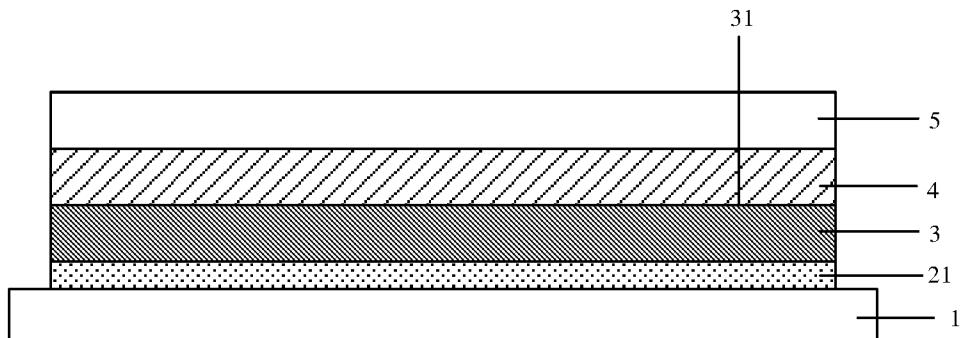


图 1D

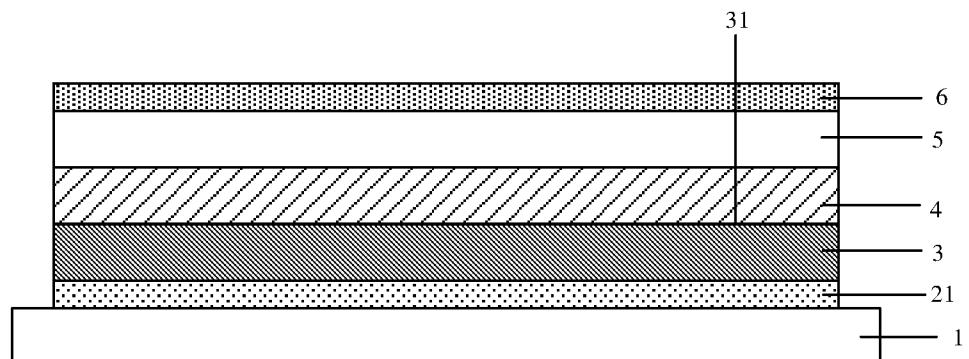


图 1E

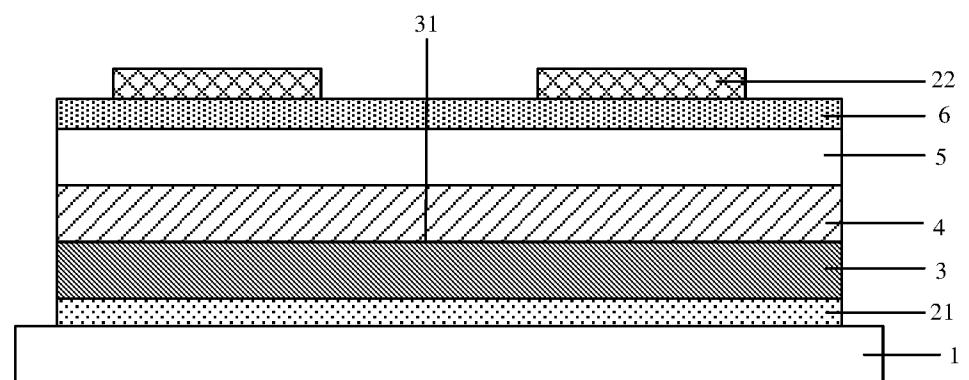


图 1F

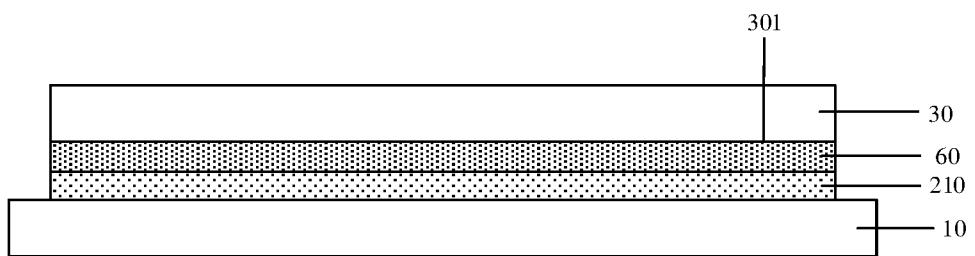


图 1G

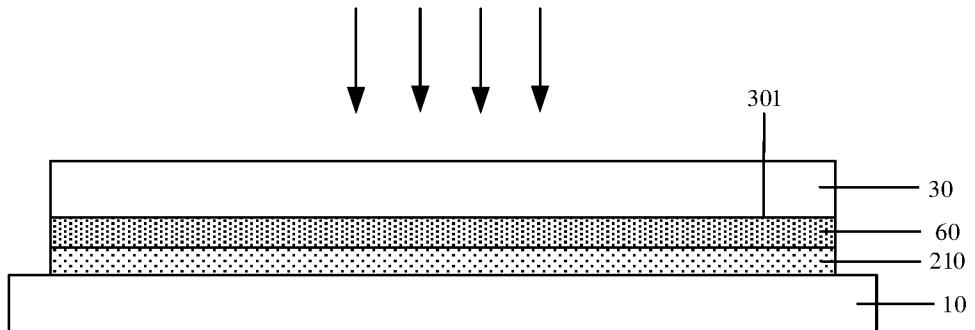


图 1H

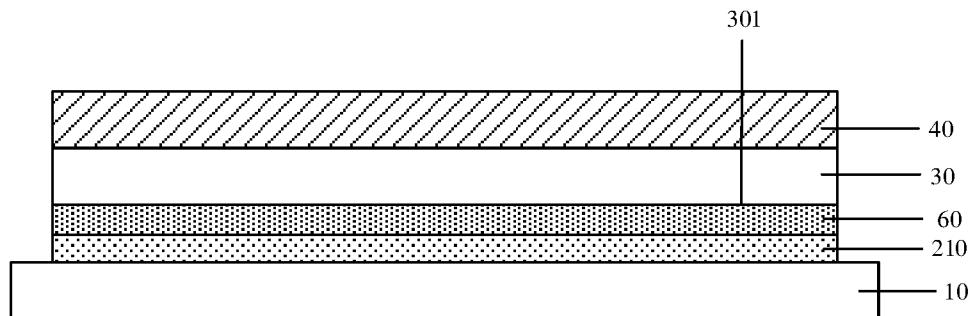


图 1I

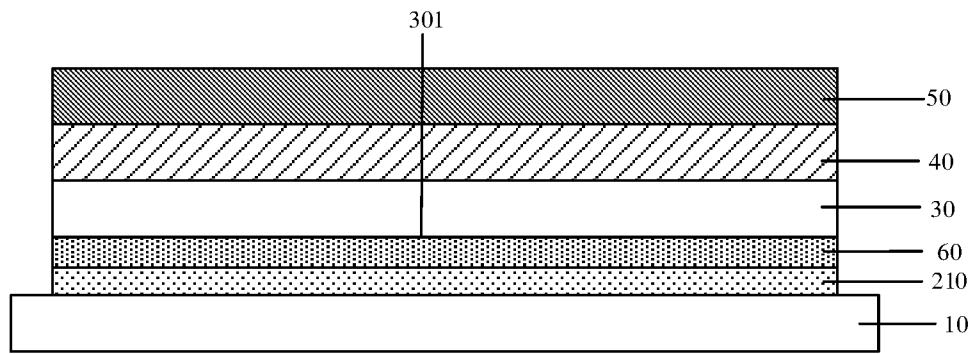


图 1J

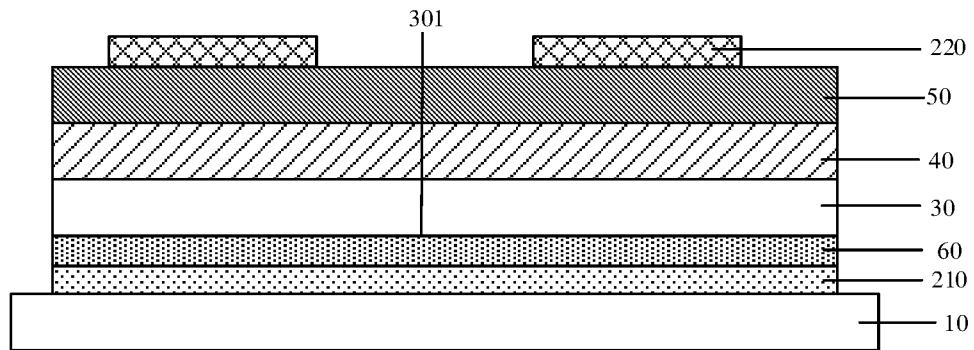


图 1K

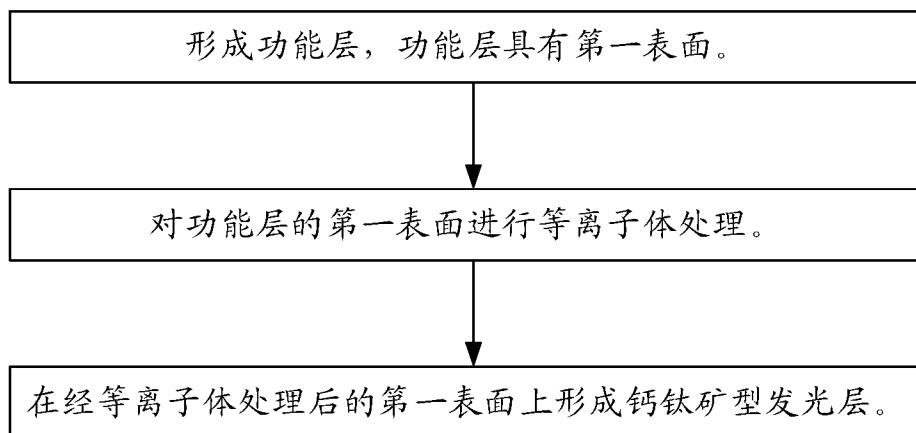


图 2A

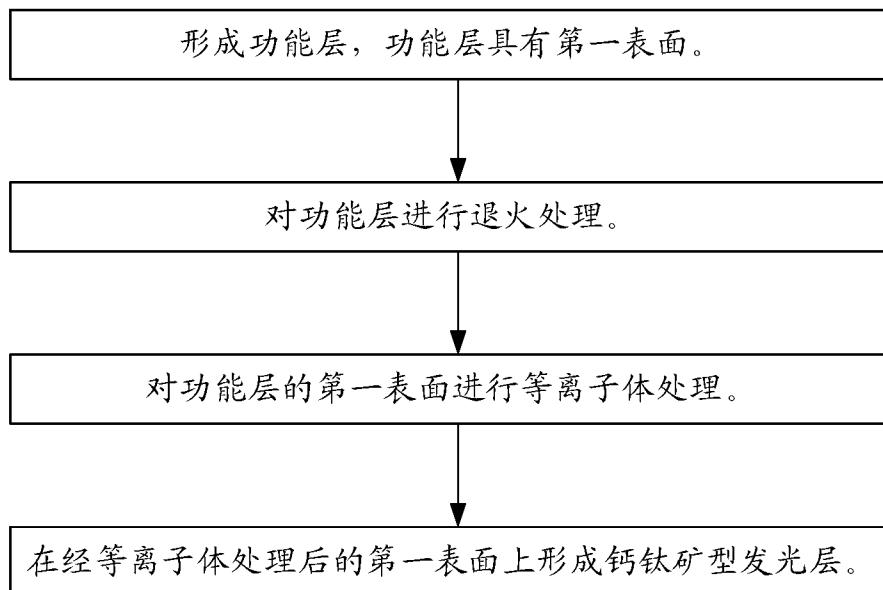


图 2B

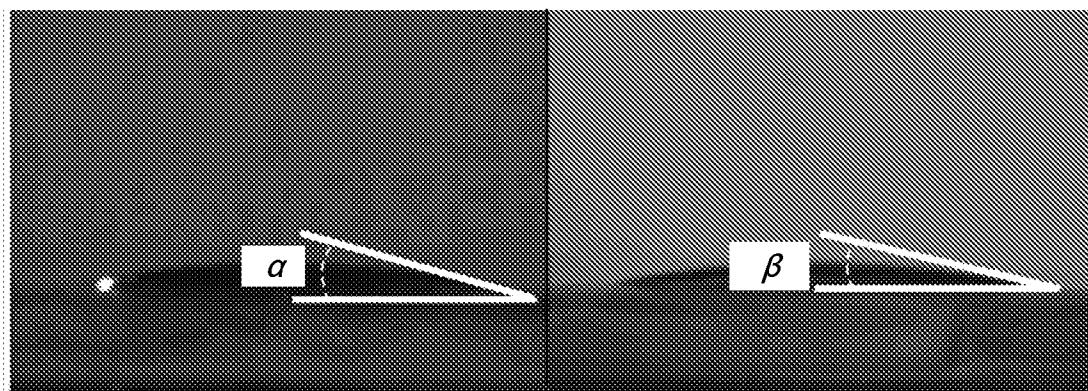


图 3A

图 3B

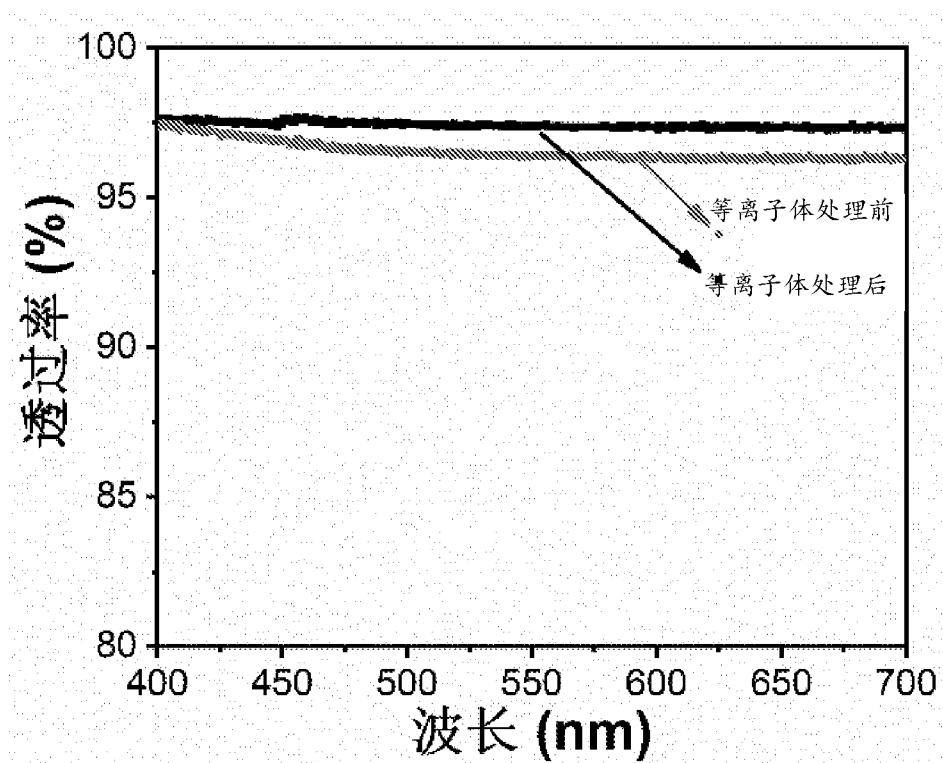


图 4

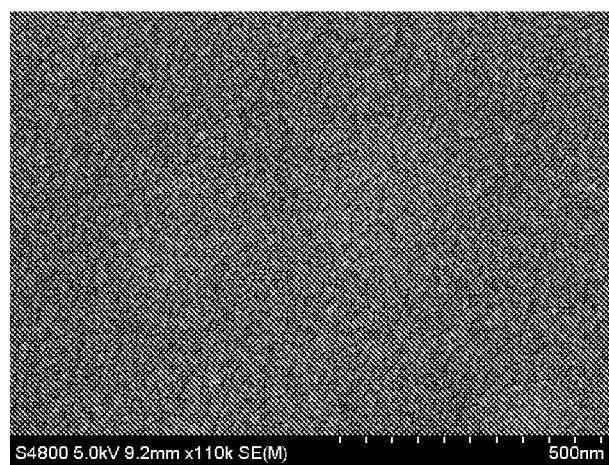


图 5

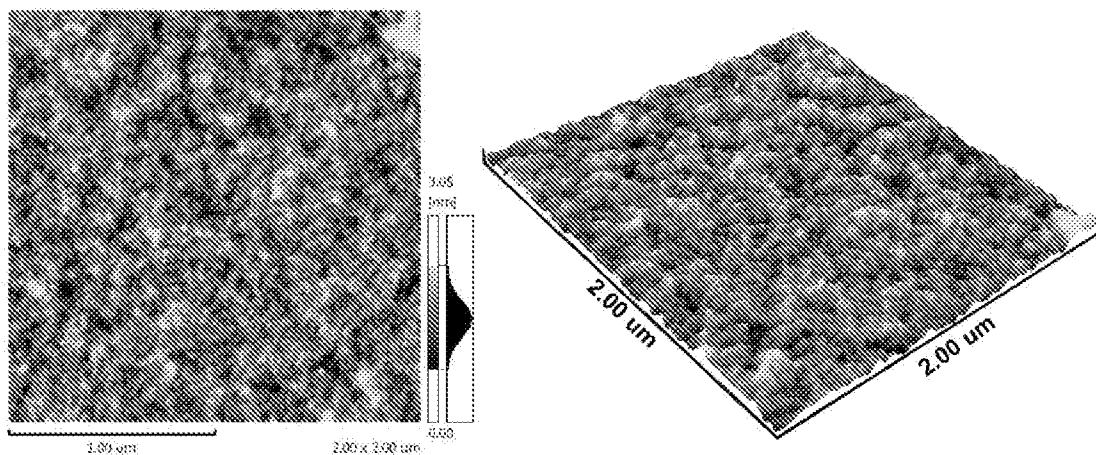


图 6

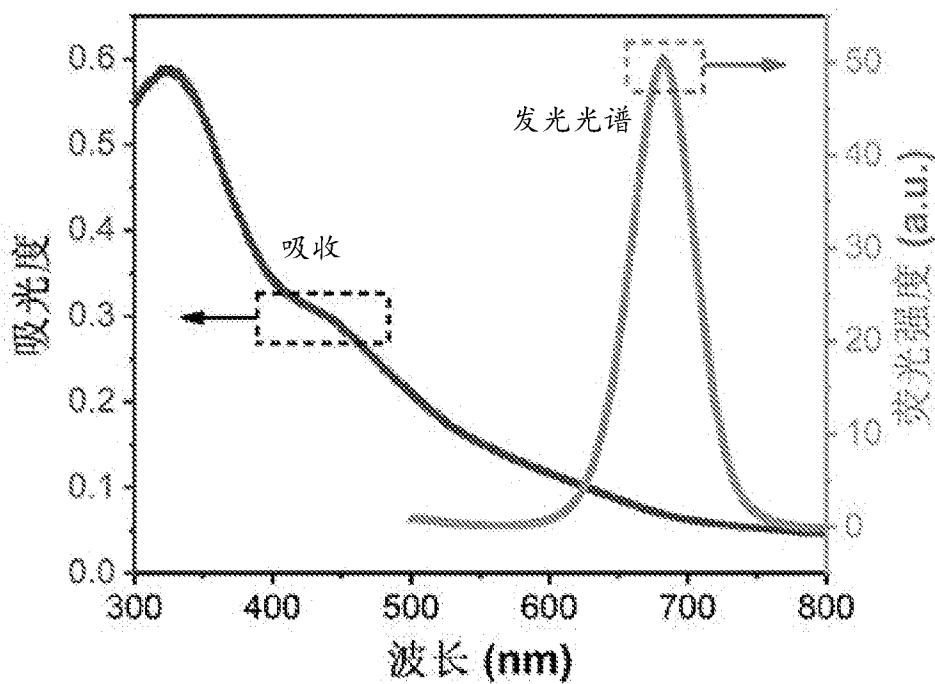


图 7

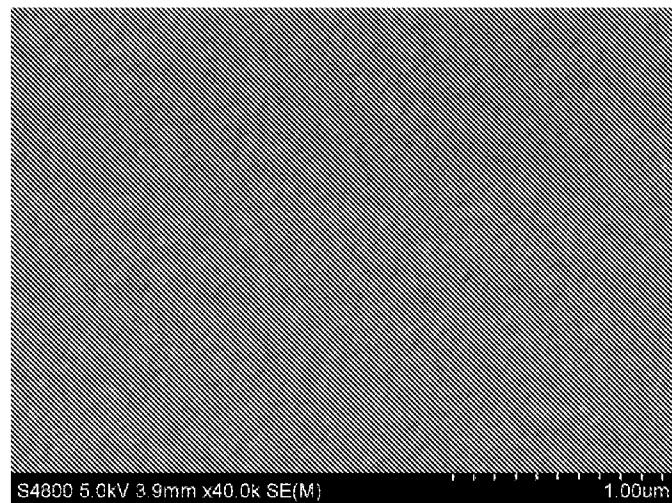


图 8

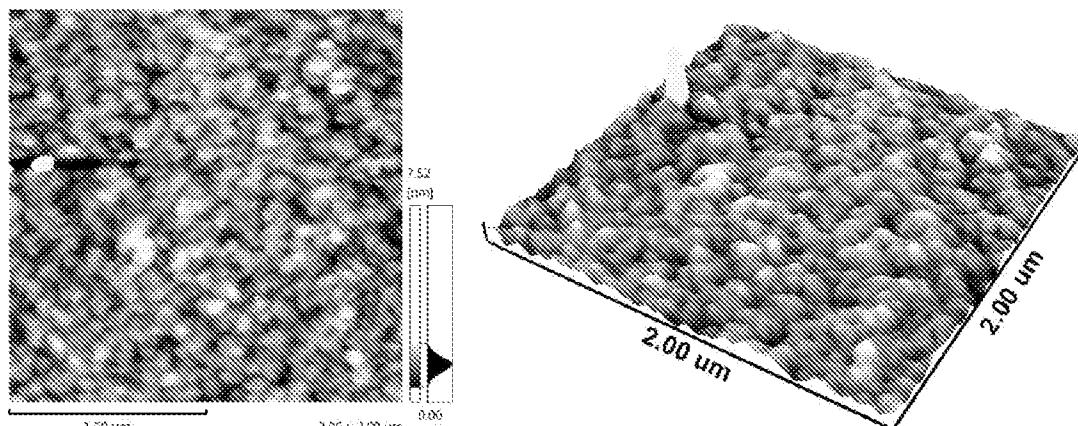


图 9

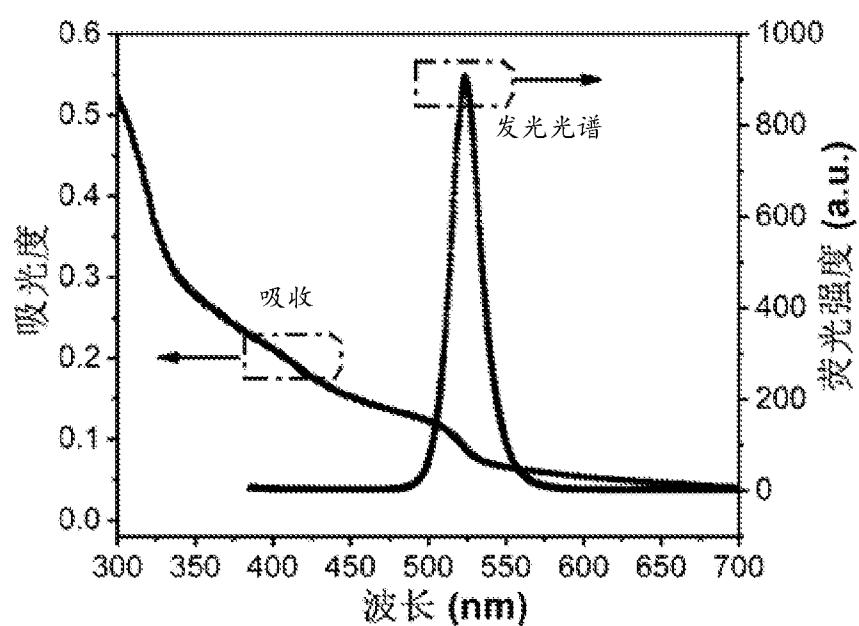


图 10

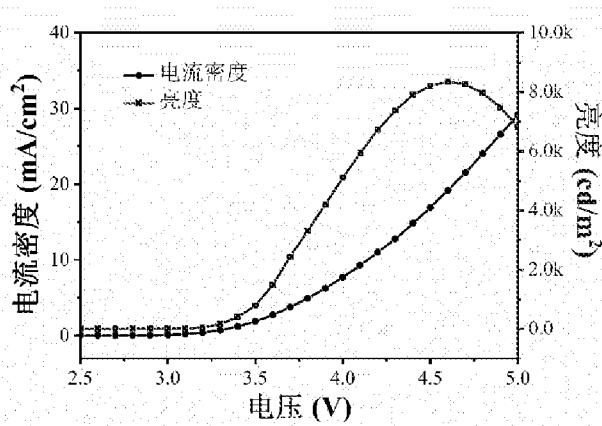


图 11

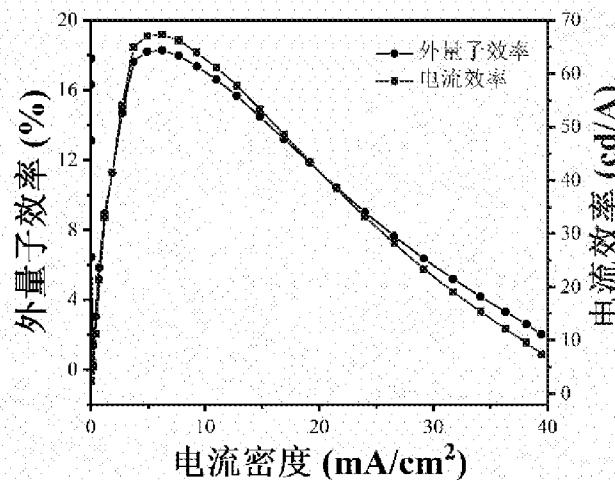


图 12

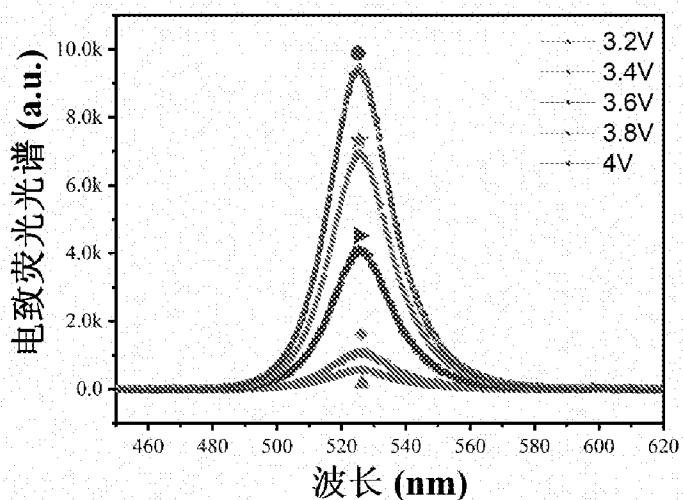


图 13

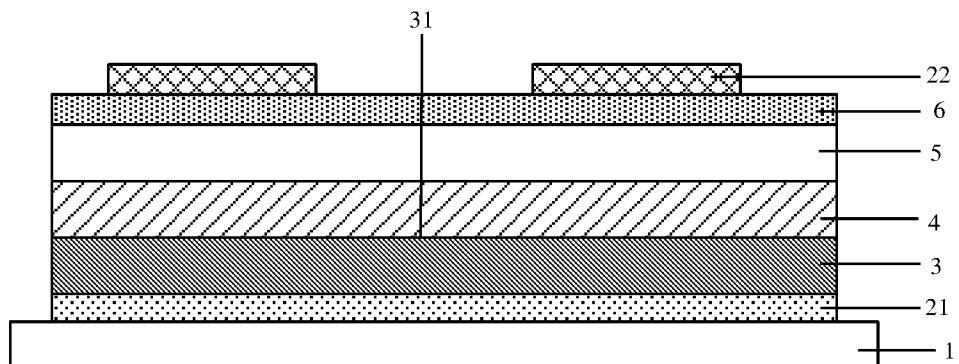


图 14

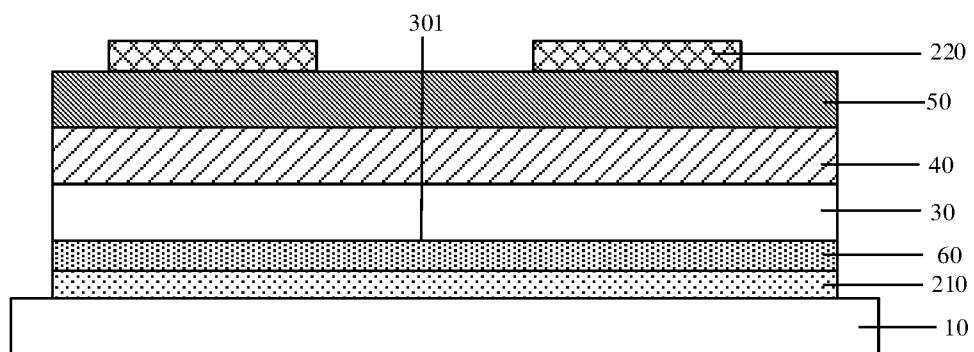


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/086646

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 51/50(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L; H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI: 等离子体, 亲水基团, 润湿, 亲水, 钙钛矿, LED, LD, 发光器件, 发光二极管, 激光二极管, 功能层, 电子注入层, 电子传输层, 空穴注入层, 空穴传输层, 发光层, 有源层, 量子效率, 发光效率 VEN, WOTXT, EPTXT, USTXT, Isi knowledge: perovskite, plasm+, wet+, hydro+, electron+, hol+, inject+, QE, quantum effic+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109196147 A (UNIV PRINCETON) 11 January 2019 (2019-01-11) description, paragraphs 54-155, and figures 1-21	1-24
A	CN 108269940 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 10 July 2018 (2018-07-10) entire document	1-24
A	CN 108511633 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCE) 07 September 2018 (2018-09-07) entire document	1-24
A	CN 108878672 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 23 November 2018 (2018-11-23) entire document	1-24
A	US 9793056 B1 (SANTANU BAG et al.) 17 October 2017 (2017-10-17) entire document	1-24

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 December 2019

Date of mailing of the international search report

20 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China

Authorized officer

Facsimile No. **(86-10)62019451**

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT**Information on patent family members**

International application No.

PCT/CN2019/086646

Patent document cited in search report		Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)	
CN	109196147	A	11 January 2019	JP	2019523740	A	29 August 2019	
				WO	2017184292	A1	26 October 2017	
				US	2019093010	A1	28 March 2019	
CN	108269940	A	10 July 2018		None			
CN	108511633	A	07 September 2018		None			
CN	108878672	A	23 November 2018		None			
US	9793056	B1	17 October 2017	US	9966195	B1	08 May 2018	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/086646

A. 主题的分类

H01L 51/50 (2006. 01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01L; H01S

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, CNKI: 等离子体, 亲水基团, 润湿, 亲水, 钙钛矿, LED, LD, 发光器件, 发光二极管, 激光二极管, 功能层, 电子注入层, 电子传输层, 空穴注入层, 空穴传输层, 发光层, 有源层, 量子效率, 发光效率 VEN, WOTXT, EPTXT, USTXT, Isi knowledge: perovskite, plasm+, wet+, hydro+, electron+, hol+, inject+, QE, quantum effic+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 109196147 A (普林斯顿大学托管委员会) 2019年 1月 11日 (2019 - 01 - 11) 说明书第54-155段、附图1-21	1-24
A	CN 108269940 A (苏州大学) 2018年 7月 10日 (2018 - 07 - 10) 全文	1-24
A	CN 108511633 A (中国科学院半导体研究所) 2018年 9月 7日 (2018 - 09 - 07) 全文	1-24
A	CN 108878672 A (京东方科技股份有限公司) 2018年 11月 23日 (2018 - 11 - 23) 全文	1-24
A	US 9793056 B1 (Santanu Bag 等) 2017年 10月 17日 (2017 - 10 - 17) 全文	1-24

 其余文件在C栏的续页中列出。 见同族专利附件。

- * 引用文件的具体类型:
 “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件
 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利
 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)
 “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件
 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

- “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件
- “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
- “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性
- “&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 12月 26日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

武晓卫

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86-(20)-28950557

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/086646

检索报告引用的专利文件		公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	109196147	A	2019年 1月 11日	JP	2019523740	A	2019年 8月 29日
				WO	2017184292	A1	2017年 10月 26日
				US	2019093010	A1	2019年 3月 28日
CN	108269940	A	2018年 7月 10日		无		
CN	108511633	A	2018年 9月 7日		无		
CN	108878672	A	2018年 11月 23日		无		
US	9793056	B1	2017年 10月 17日	US	9966195	B1	2018年 5月 8日