



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110034212 A

(43)申请公布日 2019.07.19

(21)申请号 201910341832.2

H01L 33/62(2010.01)

(22)申请日 2019.04.26

H01L 21/78(2006.01)

(71)申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路3888号

(72)发明人 王惟彪 赵永周 梁静秋 陶金
李阳 王家先 吕金光 秦余欣
王浩冰

(74)专利代理机构 长春众邦菁华知识产权代理有限公司 22214

代理人 朱红玲

(51)Int.Cl.

H01L 33/00(2010.01)

H01L 33/48(2010.01)

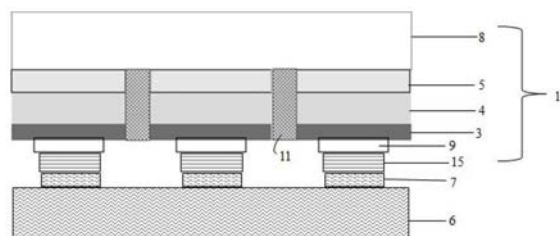
权利要求书2页 说明书5页 附图9页

(54)发明名称

垂直结构条形Micro-LED的制备方法及其转印方法

(57)摘要

垂直结构条形Micro-LED的制备方法及其转印方法,涉及显示器制备技术领域,解决现有要求机械手能够长时间连续稳定工作,存在难以精确对准、产品效率低下且成本高昂等问题。该方法将外延片的外延层和提供的透明导电基底键合,去除外延片的生长衬底,随后将透明导电基底作为公共N电极,并在外延层上单独电镀并刻蚀出每个Micro-LED的P电极,利用干法刻蚀或湿法腐蚀形成隔离沟槽,并填充隔离沟槽后利用ICP刻蚀制作出条形Micro-LED芯片,完成垂直结构条形Micro-LED的制作。制作出条形Micro-LED后,利用提供的临时载体将制作的条形Micro-LED转印到具有电极结构的目标基板上,再去除临时载体,完成条形Micro-LED的转印。本发明方法转印效果更好、更易于实现规模生产。



1. 垂直结构条形Micro-LED的制备方法,其特征是:该方法由以下步骤实现:

步骤一、提供外延片和透明导电基底;所述外延片包括生长衬底和外延层,所述外延层的第二表面位于生长衬底的表面;

步骤二、将所述外延层的第一表面与透明导电基底键合,制作出公共电极N电极;

步骤三、采用低能激光剥离外延片的生长衬底,在所述外延层的第二表面上制作金属层,并对所述金属层进行刻蚀,获得多个P电极;

步骤四、在所述外延层的第二表面刻蚀隔离沟槽,并对所述隔离沟槽进行填充,制作出多个垂直结构的Micro-LED芯片;

步骤五、沿行方向或列方向对所述多个垂直结构的Micro-LED芯片外围进行包围刻蚀,获得垂直结构的条形Micro-LED芯片。

2. 根据权利要求1所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法,其特征在于:步骤三中,所述激光剥离采用固态激光器,并通过调节所述固态激光器输出,使激光能量 $\leq 0.2\text{J}/\text{cm}^2$ 。

3. 根据权利要求1所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法,其特征在于:步骤四中,隔离沟槽的深度与外延层的厚度相同。

4. 根据权利要求1所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法,其特征在于:采用干法刻蚀或湿法腐蚀制备出每个Micro-LED的P电极,采用湿法腐蚀或ICP干法刻蚀隔离沟槽。

所述隔离沟槽的填充使用具有绝缘性质的PI、环氧树脂或PDMS。

5. 根据权利要求1所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法,其特征在于:采用ICP干法刻蚀,沿所需制备的Micro-LED芯片外围进行包围刻蚀,刻蚀时外延层和透明导电基底均完全被刻蚀贯穿,形成所需的条形Micro-LED芯片。

6. 根据权利要求1所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法,其特征在于:所述透明导电基底用为FTO玻璃、ITO玻璃或其它具有导电透明的基底。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法得到的垂直结构的条形Micro-LED芯片。

8. 根据权利要求7所述的垂直结构条形Micro-LED的转印方法,其特征是:该方法由以下步骤实现:

步骤A、选择粘合剂、临时载体和目标基板;在所述条形Micro-LED芯片的透明导电基底上填涂粘合剂,并将所述临时载体和粘合剂粘接;

步骤B、在所述条形Micro-LED芯片中每个Micro-LED芯片的P电极上表面填涂焊料,通过焊料将所述条形Micro-LED芯片的P电极和目标基板上的电极结构对齐实现电气互联;

步骤C、去除所述临时载体和粘合剂,完成垂直结构条形Micro-LED芯片的转印。

9. 根据权利要求8所述的垂直结构条形Micro-LED的转印方法,其特征在于:所述目标基板表面电极结构的尺寸与所述条形Micro-LED芯片的P电极尺寸相同;

所述目标基板具有CMOS驱动电路,所述电极结构为每个CMOS驱动电路的接口,用于为Micro-LED芯片提供电流,实现驱动Micro-LED芯片的功能;

所述电极结构之间的间距与所述的条形Micro-LED芯片的P电极的间距相同;

所述目标基板的材料为硅基材料或碳基材料。

10. 根据权利要求8所述的垂直结构条形Micro-LED的转印方法,其特征在于:所述去除临时载体采用激光剥离、干法腐蚀或湿法腐蚀实现,所述去除粘合剂通过干法刻蚀或湿法

腐蚀实现；

所述粘合剂为SU-8胶、苯并环丁烯、聚酰亚胺、聚苯并恶唑树脂或硅酮胶；

所述焊料是导电银胶或导电锡膏。

垂直结构条形Micro-LED的制备方法及其转印方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示器制备技术领域，具体涉及一种垂直结构条形Micro-LED的制备方法及其转印方法。

背景技术

[0002] Micro-LED为Micro-Light Emitting Diode的缩写，中文名为“微型发光二极管”，是指尺寸小于100 μm 的LED，由Micro-LED组成的高密度显示器件具有高亮度、高对比度和高分辨率等优点，已经成为显示领域的焦点之一。

[0003] 垂直结构的Micro-LED是指Micro-LED的P电极、N电极不在同一侧，而分别位于外延材料的两侧的一种Micro-LED。相比传统正装结构，垂直结构Micro-LED散热好、发光强度高且具备更小的体积，更适用于制作高密度显示器件。

[0004] 按照现有技术，在制作全彩色LED显示器件中，需要将红、绿、蓝(RGB)三原色的LED晶粒拾起并分别放到接收基板对应的电极上，通过引线、焊接等方式实现LED晶粒和接收基板的电气连接，形成全彩色LED显示器件，这个拾起和放下的过程称为LED的转印。这种对每个LED拾起和放下的转印方法由于Micro-LED的尺寸微小且涉及巨量的Micro-LED精确转移，所需时间长，实施难度大，良品率极低，成为限制Micro-LED显示器件的关键因素。

[0005] 综上所述，现有需要逐个Micro-LED的转印，需要机械手实现精准对位，且必须要求机械手能够长时间连续稳定工作，这对机械手的制作提出了很高的要求，当前阶段制作成本较高、难度较大。同时存在效率低下且难以准确对准等问题。

发明内容

[0006] 本发明为解决现有要求机械手能够长时间连续稳定工作，存在难以精确对准、产品效率低下且成本高昂等问题。提供一种垂直结构条形Micro-LED的制备方法及其转印方法。

[0007] 垂直结构条形Micro-LED的制备方法，该方法由以下步骤实现：

[0008] 步骤一、提供外延片和透明导电基底；所述外延片包括生长衬底1和外延层，所述外延层的第二表面位于生长衬底的表面；

[0009] 步骤二、将所述外延层的第一表面与透明导电基底键合，制作出公共电极N电极；

[0010] 步骤三、采用低能激光剥离外延片的生长衬底，在所述外延层的第二表面上制作金属层，并对所述金属层进行刻蚀，获得多个P电极；

[0011] 步骤四、在所述外延层的第二表面刻蚀隔离沟槽，并对所述隔离沟槽进行填充，制作出多个垂直结构的Micro-LED芯片；

[0012] 步骤五、沿行方向或列方向对所述多个垂直结构的Micro-LED芯片外围进行包围刻蚀，获得垂直结构的条形Micro-LED芯片。

[0013] 采用所述垂直结构条形Micro-LED的制备方法获得的垂直结构的条形Micro-LED芯片。

[0014] 垂直结构条形Micro-LED的制备方法，该方法由以下步骤实现：

[0015] 步骤A、选择粘合剂、临时载体和目标基板；在所述条形Micro-LED芯片的透明导电基底上填涂粘合剂，并将所述临时载体和粘合剂粘接；

[0016] 步骤B、在所述条形Micro-LED芯片中每个Micro-LED芯片的P电极上表面填涂焊料，通过焊料将所述条形Micro-LED芯片的P电极和目标基板上的电极结构对齐实现电气互联；

[0017] 步骤C、去除所述临时载体和粘合剂，完成垂直结构条形Micro-LED芯片的转印。

[0018] 本发明的有益效果：本发明提供的垂直结构条形Micro-LED的制备方法，通过对通用外延片进行加工，制作出具有公共N电极的垂直结构条形Micro-LED芯片，工艺步骤简单，制作效率更高。同时，和传统制作方法相比本发明提供的垂直结构条形Micro-LED的制备方法刻蚀次数减少，一方面能避免因刻蚀造成大量外延片浪费的问题，提高外延片的利用率，另一方面能制备出集成密度更高的垂直结构Micro-LED芯片，提高显示器件的质量。

[0019] 本发明所述的转印方法，使用临时载体实现条形Micro-LED芯片的转印，不同于现有制作出单个Micro-LED并对一一转印Micro-LED的方法，能一次性转印多个连接成条状的Micro-LED芯片，简化Micro-LED的转印步骤，提高转印效率。制作出条状的Micro-LED芯片尺寸大于单个Micro-LED芯片的尺寸，能降低转印过程中定位和操作的难度。

[0020] 本发明所述的转印方法，具有转印效率高、成本低、操作简单等优点。更易于实现规模生产。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，对于本领域普通技术人员来说，在付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0022] 图1为本发明所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法流程图；

[0023] 图2为本发明所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法中外延片的三维结构示意图；

[0024] 图3为本发明所述的垂直结构条形Micro-LED的制备方法中外延片的剖面图；

[0025] 图4为本发明所述的垂直结构条形Micro-LED的转印方法中目标基板的结构示意图；

[0026] 图5为外延片的外延层和透明导电基底键合示意图；

[0027] 图6为激光剥离外延片生长衬底示意图；

[0028] 图7为在外延片外延层第二表面上制作金属层的示意图；

[0029] 图8为制作出P电极的结构示意图；

[0030] 图9为在外延片上制作出的P电极的结构示意图；

[0031] 图10为刻蚀出的隔离沟槽俯视图；

[0032] 图11为刻蚀出的隔离沟槽三维图；

[0033] 图12为隔离沟槽填充示意图；

[0034] 图13为制作出的一个条形Micro-LED芯片示意图；

[0035] 图14为制作出的一个条形Micro-LED芯片的俯视图；

- [0036] 图15为制作出的一个条形Micro-LED芯片的底部示意图；
- [0037] 图16为制作出的一个条形Micro-LED芯片的剖面图；
- [0038] 图17为本发明所述的垂直结构条形Micro-LED的转印方法流程图；
- [0039] 图18为透明导电基底上填涂粘合剂示意图；
- [0040] 图19为临时载体和粘合剂结合示意图；
- [0041] 图20为在每个Micro-LED的P电极上填涂焊料的示意图；
- [0042] 图21为Micro-LED的P电极和目标基板上的电极结构一一对应示意图；
- [0043] 图22为去除粘合剂和临时载体示意图；
- [0044] 图23为垂直结构条形Micro-LED转印完成后的结构图。
- [0045] 图中：1、生长衬底；2、外延层；3、N型掺杂层；4、多量子阱层；5、P型掺杂层；6、目标基板；7、电极结构；8、透明导电基底；9、P电极；10、隔离沟槽；11、填充材料；12、垂直结构条形Micro-LED芯片；13、粘合剂；14、临时载体；15、焊料；16、金属层。

具体实施方式

[0046] 具体实施方式一、结合图1至图16说明本实施方式，垂直结构条形Micro-LED的制备方法，结合图1，图1为本实施方式提供的一种垂直结构条形Micro-LED的制备方法的流程图，具体包括

[0047] S101：提供外延片和透明导电基底8。

[0048] 结合图2，所述外延片由生长衬底1和外延层2组成，所述生长衬底1具有相对的第一表面和第二表面，所述外延层2具有相对的第一表面和第二表面，所述外延层2的第二表面位于生长衬底1的第二表面。需要说明的是，所述生长衬底1的第一表面和所述外延层2的第一表面均没有任何保护膜、介质膜。

[0049] 本实施方式中，所述生长衬底1为蓝宝石衬底，可以是C-Plane蓝宝石衬底、图案化蓝宝石衬底或是其它形式的蓝宝石衬底。

[0050] 结合图3，所述外延片的外延层2至少包含了N型掺杂层3、多量子阱层4和P型掺杂层5。需要说明的是，为方便说明，图3中只画出外延片的外延层2具有三层结构，实际中外延层中还应包括缓冲层、反射层等结构，本实施例对此不做限定。

[0051] 本实施方式中不限定所述外延层2的材料组分，可以是GaAs、GaP、GaN、SiC、AlGaN或AlGaInP等。

[0052] 所述透明导电基底8用来导电并且是出光面，可以是FTO玻璃、ITO玻璃或是其它具有导电透明的基底。所述透明导电基底8的厚度不做限定，应根据实际选择具体厚度。

[0053] S102：将外延片外延层2的第一表面的P型掺杂层5与透明导电基底8键合，制作出公共N电极。

[0054] 结合图5，所述键合方式在本实施方式中不做限定，可以是热超声键合、热压键合或其它键合方式。所述键合完成以后，透明导电基底将成为公共N电极。

[0055] S103：结合图6，采用低能激光剥离外延片的生长衬底。

[0056] 所述激光剥离可以选择使用固态激光器，并通过调节激光器输出，使激光能量 $\leq 0.2\text{J}/\text{cm}^2$ 。

[0057] S104：在外延片外延层的第一表面的N型掺杂层3上制作金属层16。

[0058] 结合图7,所述制作金属层16可以通过电镀实现,金属材料可以为Ni/Au、Al/Ti/Pt/Au、或Cr/Pt/Au。

[0059] S105:对金属层16进行处理,制作出每个Micro-LED的P电极9。

[0060] 结合图8和图9,所述制作方法,可以是湿法腐蚀或ICP干法刻蚀,所述P电极9的形状可以根据实际需要进行设计。需要说明的是,为了方便说明,图9中只画出了几个P电极9,实际应按外延片的尺寸和需要制作的Micro-LED尺寸进行设计。

[0061] S106:加工出隔离沟槽10,并进行隔离沟槽10的填充,制备出多个垂直结构Micro-LED。

[0062] 所述加工方法可以是湿法腐蚀或ICP干法刻蚀,刻蚀应在合适位置进行,并且刻蚀应该刻蚀完全外延层,并在透明导电基底8停止,具体刻蚀时间和刻蚀厚度应按实际设定。结合图10和图11,需要说明的是,为了方便说明,图10、图11只刻蚀了五个隔离沟槽10,其它位置的隔离沟槽10应和示意图保持一致,并根据所需要的Micro-LED数量刻蚀出对应的隔离沟槽10。

[0063] 结合图12,所述隔离沟槽10的填充需在真空环境下进行,隔离沟槽填充的作用是进行光隔离和电隔离,防止相邻Micro-LED之间的光电干扰。所述隔离沟槽10的填充材料11应为具有绝缘性质的有机物,如PI、环氧树脂、PDMS等,本实施方式对填充材料11不做限制。所述沟槽填充后,将制备出多个具有共同N电极和分离P电极的Micro-LED芯片,所述多个Micro-LED具有位于透明导电基底8上,由透明导电基底8连接在一起。

[0064] S107:对外延片进行加工,加工出条形Micro-LED芯片。

[0065] 所述加工方法为ICP干法刻蚀,沿Micro-LED芯片外围进行包围刻蚀,并按照条形结构边界进行刻蚀,刻蚀时应合理设置刻蚀时间保证外延层和透明导电基底均完全被刻蚀贯穿,形成所需的条形Micro-LED芯片。结合图13,图13为对外延片进行加工,加工出的一个条形Micro-LED芯片12。图14为加工出的一个条形Micro-LED芯片12的俯视图。图15为加工出的一个条形Micro-LED芯片12的底部示意图。图16为加工出的一个条形Micro-LED芯片12的剖面图。所述单个Micro-LED芯片的尺寸和间距在本实施方式中不做限定,所述条形Micro-LED芯片12的尺寸也不受限定。

[0066] 具体实施方式二、结合图17至图23说明本实施方式,垂直结构条形Micro-LED的转印方法,该方法由以下步骤实现:

[0067] S108:在透明导电基底8上填涂所述粘合剂13,并将所述临时载体14和粘合剂13结合。

[0068] 结合图18,将粘合剂13在所述透明导电基底8进行填涂。结合图19,将所述临时载体14和粘合剂13结合,在粘合剂的作用下,临时载体14、粘合剂13和条形Micro-LED芯片12结合到一起。所述结合过程中,可以给临时载体14施加作用力,实现临时载体14和粘合剂13之间形成较稳定的连接。

[0069] S109:在每个垂直结构条形Micro-LED芯片上填涂焊料15。

[0070] 结合图20,在每个Micro-LED芯片P电极9上填涂焊料15。

[0071] 所述填涂方式在本实施例中不做限定,只要能实现焊料在Micro-LED芯片上的精确填涂即可。所述焊料在本实施例中不做限定,可以是导电银胶、锡膏等。

[0072] S110:将所述垂直结构条形Micro-LED和目标基板6对齐并结合。

[0073] 结合图21,将所述条形Micro-LED芯片的P电极9和目标基板6上的电极结构7对齐并结合。所述对齐可以借助光学显微镜,将Micro-LED芯片的P电极9和目标基板上的电极结构7上的电极一一对应。所述结合应当理解为使Micro-LED芯片P电极9和目标基板上的电极结构7实现电气互联。

[0074] S111:对粘合剂13进行处理,使粘合剂粘性减弱,去除所述临时载体14和粘合剂13,完成垂直结构条形Micro-LED的转印。

[0075] 结合图22,去除所述临时载体14和粘合剂13。

[0076] 需要说明的是,所述对粘合剂13进行处理的方法,需要结合所述粘合剂13的特点进行选择,可选的,若使用光敏型粘合剂可以进行紫外曝光或辐射来降低粘性,若使用热处理能够改变粘性的粘合剂则可以进行热处理降低粘性。

[0077] 所述去除临时载体14通过干法腐蚀或湿法腐蚀实现。所述去除粘合剂13可以通过干法刻蚀或湿法腐蚀等方式实现。

[0078] 去除所述临时载体14和粘合剂13后,即完成了垂直结构条形Micro-LED的转印。结合图23,图23为完成垂直结构条形Micro-LED转印后的示意图。

[0079] 本实施方式中,所述粘合剂13用来提供粘性,可以是SU-8胶、苯并环丁烯、聚酰亚胺、聚苯并恶唑树脂或硅酮胶。所述临时载体14应作为一种容易去除、能起到支撑作用、具有一定厚度的物质,材质可以是硅、蓝宝石、玻璃、陶瓷或聚合物基板。

[0080] 结合图4说明本实施方式,图4为目标基板的结构示意图,所述目标基板6表面具有电极结构7,所述电极结构7的尺寸应和制作出的条形Micro-LED芯片的P电极尺寸相同,所述目标基板6应是具有CMOS驱动电路,所述电极结构7是每个CMOS驱动电路的接口,能为Micro-LED提供电流,能够实现驱动Micro-LED的功能,所述电极结构7之间的间距应和制作出的条形Micro-LED芯片的P电极的间距相同。所述目标基板6的驱动方式在本实施例中不做限定,可以是主动驱动、也可以是被动驱动。所述目标基板6的材料在本实施例中不做限定,可以是硅基材料,也可以是碳基或其它类型的材料。

[0081] 对所公开实施的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对实施例中的多种修改对本领域的专业技术人员来说是显而易见的,本文所定义的一般原理可以在不脱离本发明精神和范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会限制于本文所示的这些实施例,而是要复合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

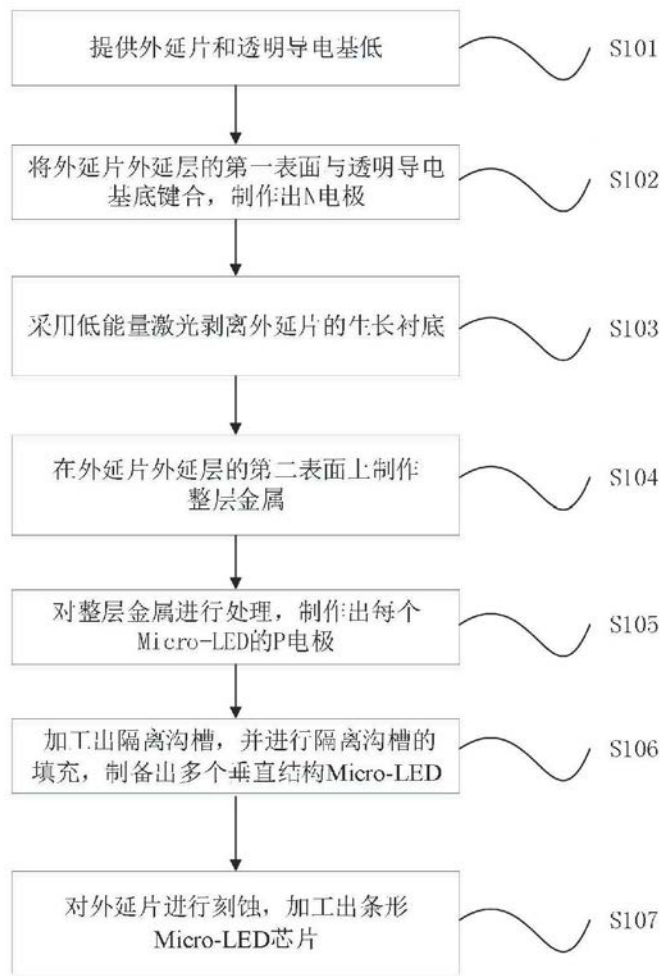


图1

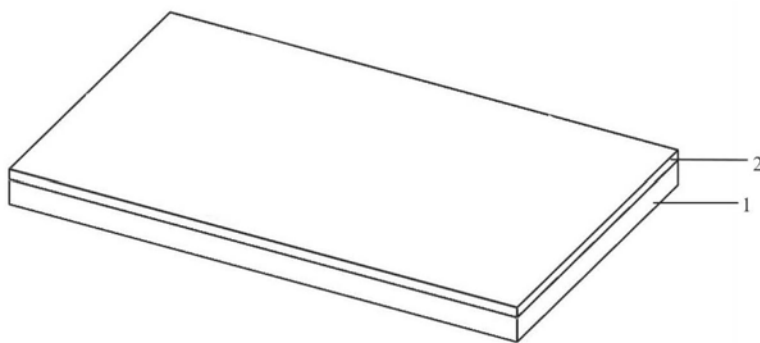


图2

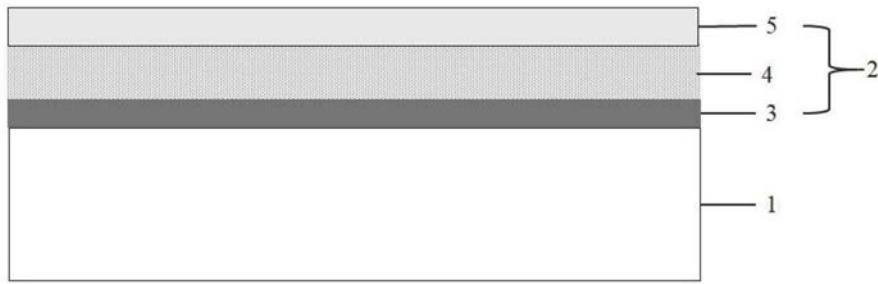


图3

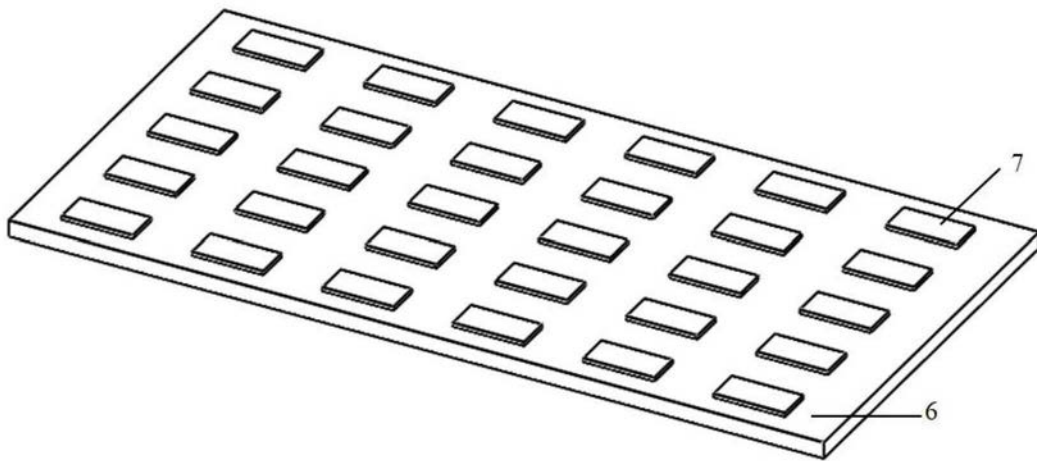


图4

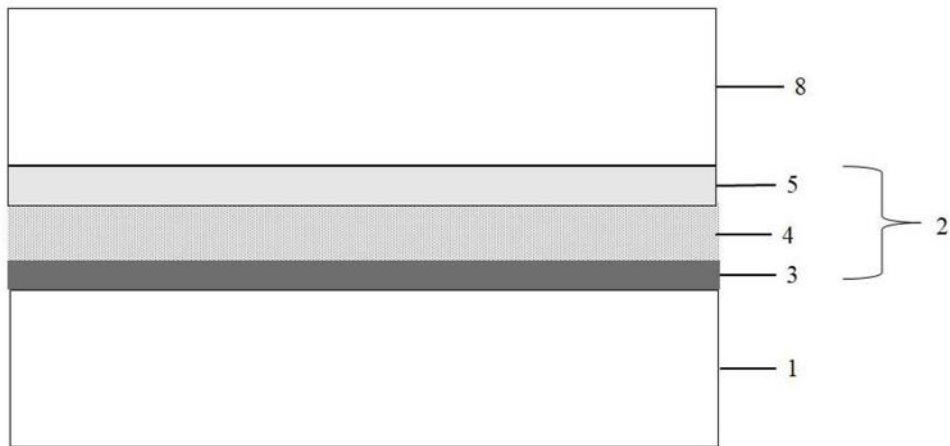


图5

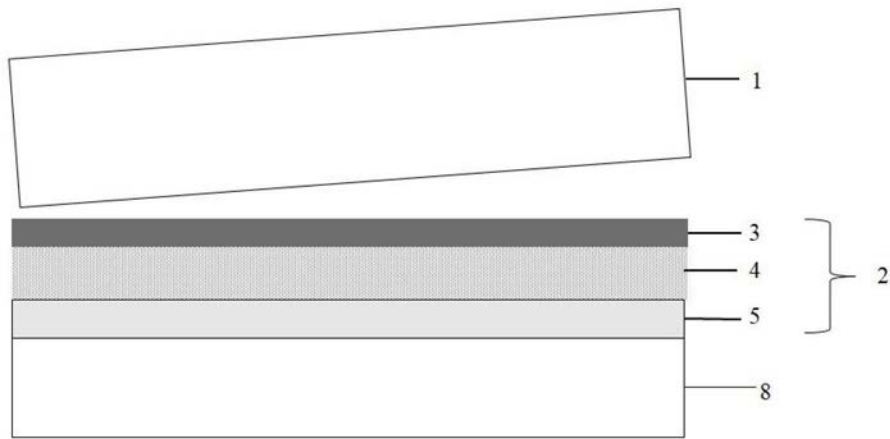


图6

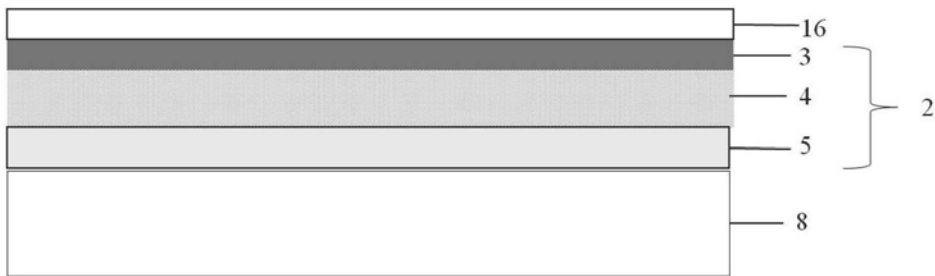


图7

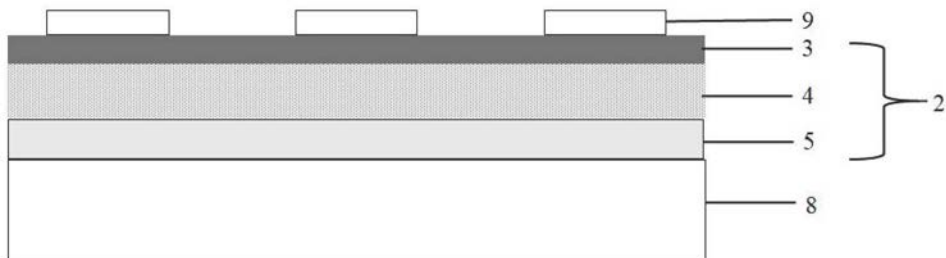


图8

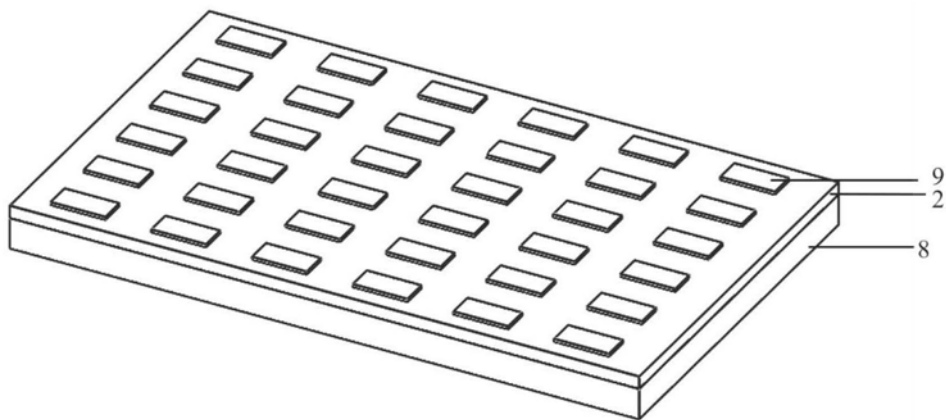


图9

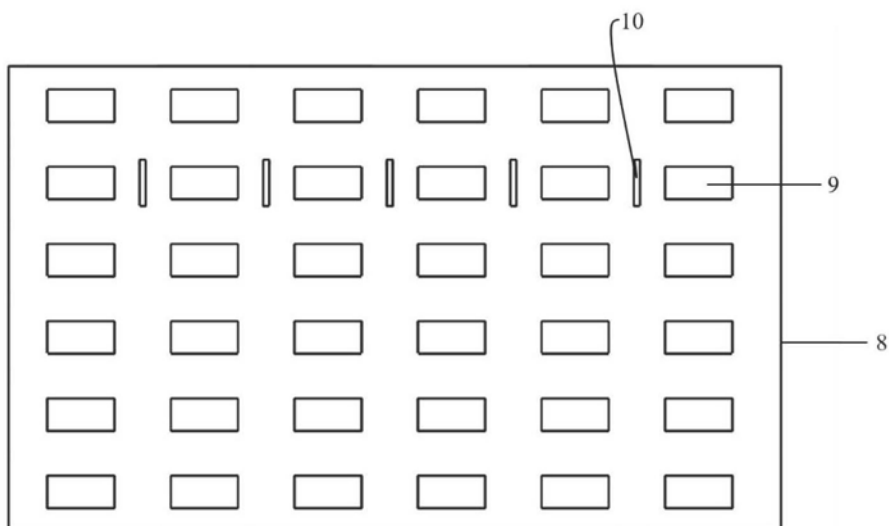


图10

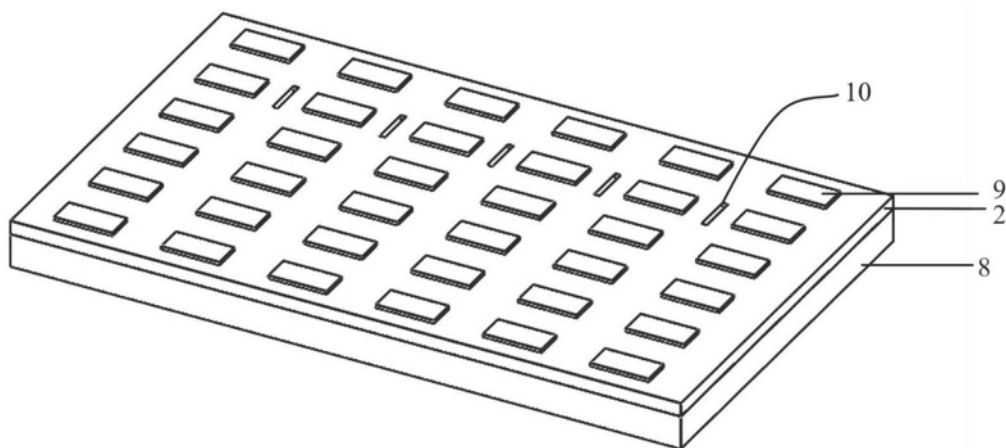


图11

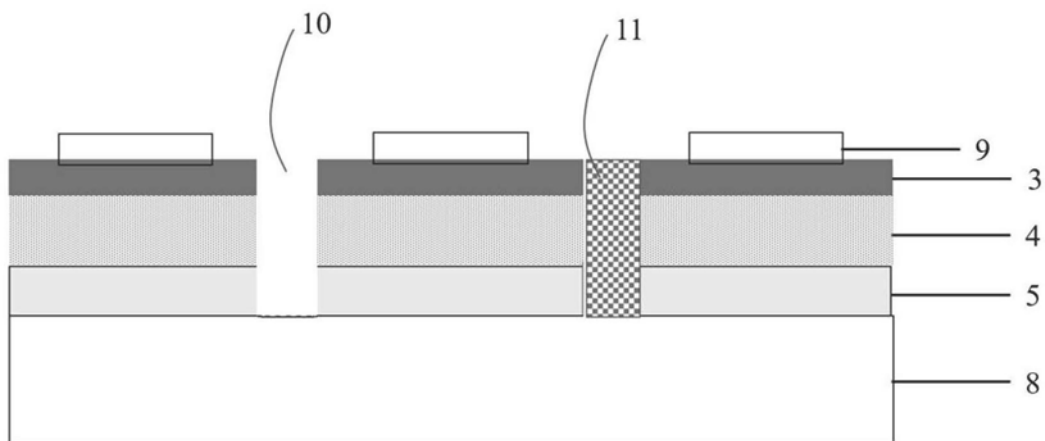


图12

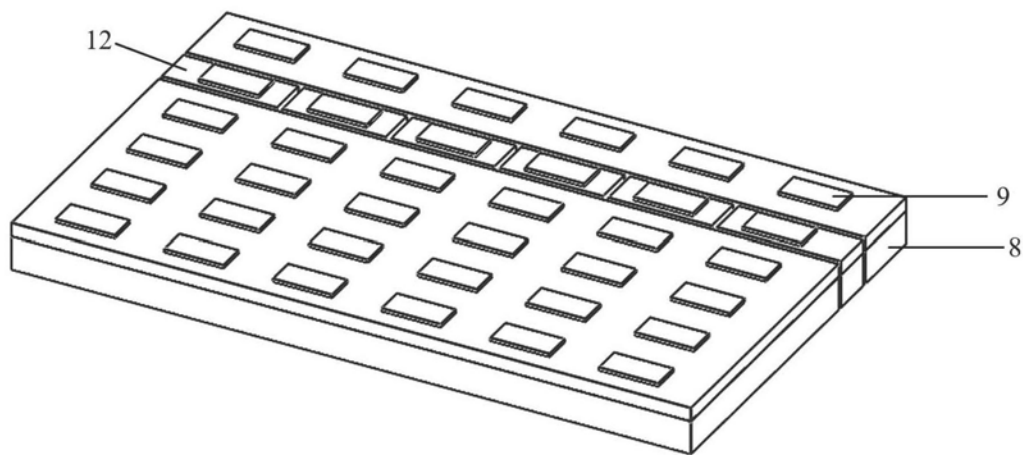


图13

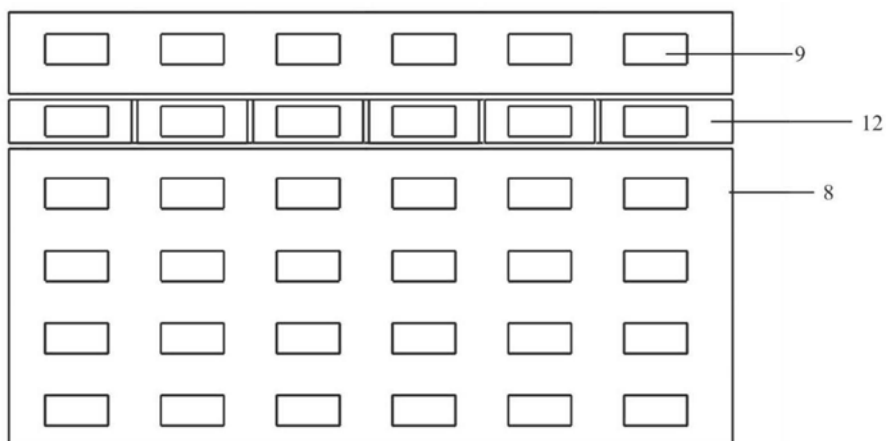


图14

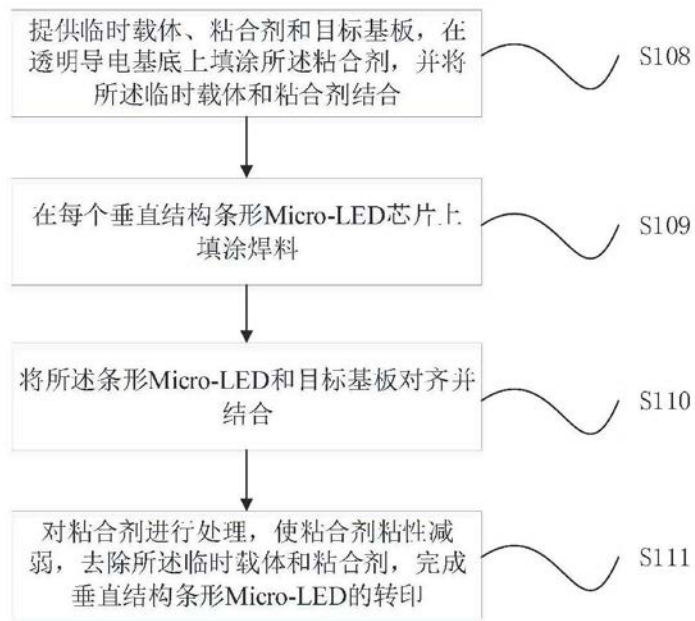


图17

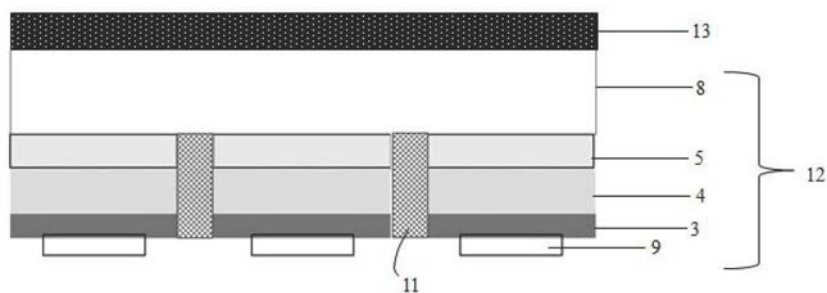


图18

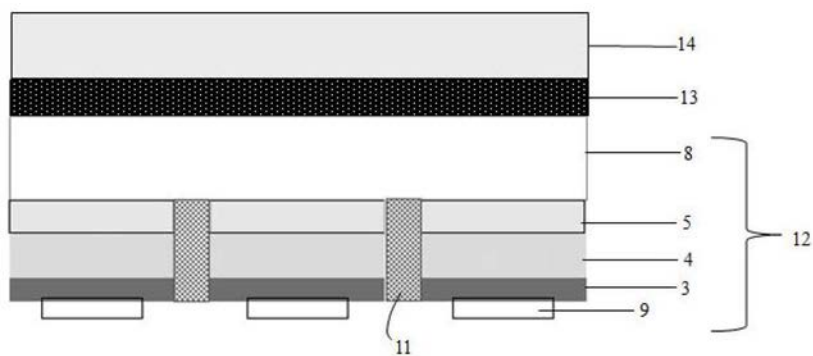


图19

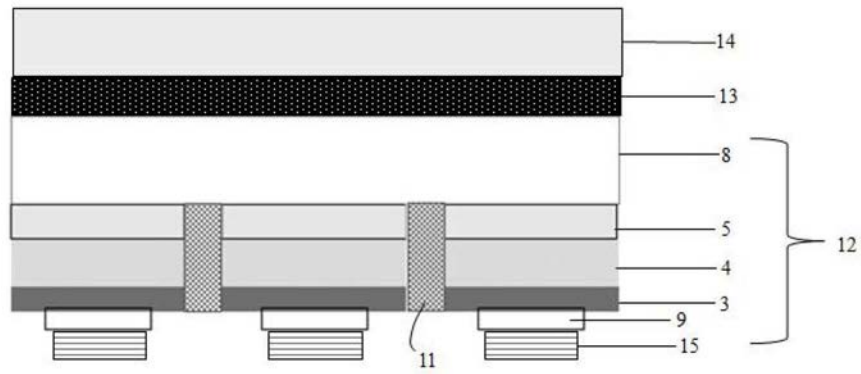


图20

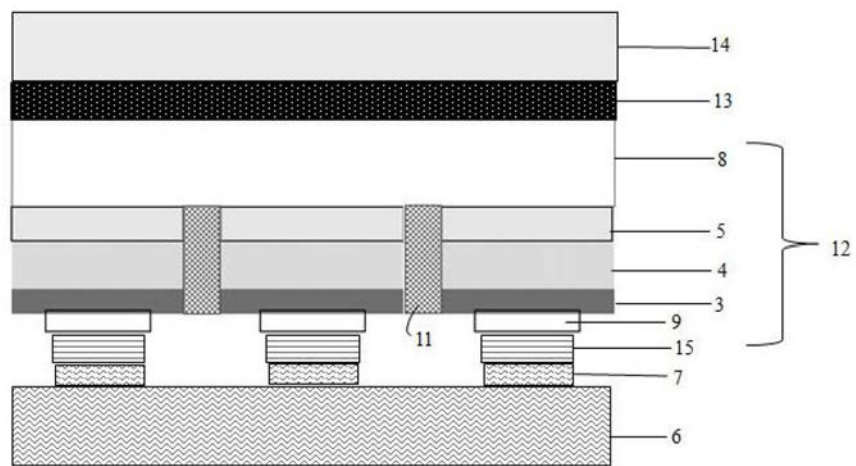


图21

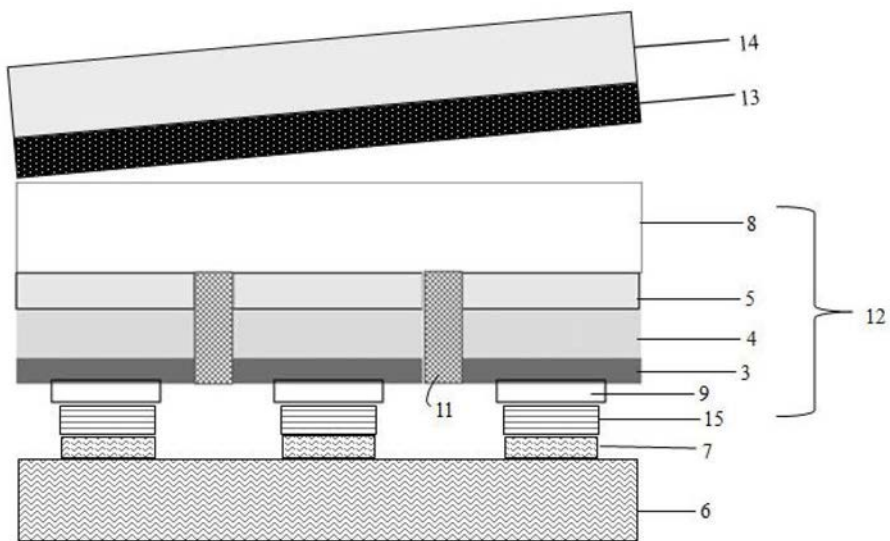


图22

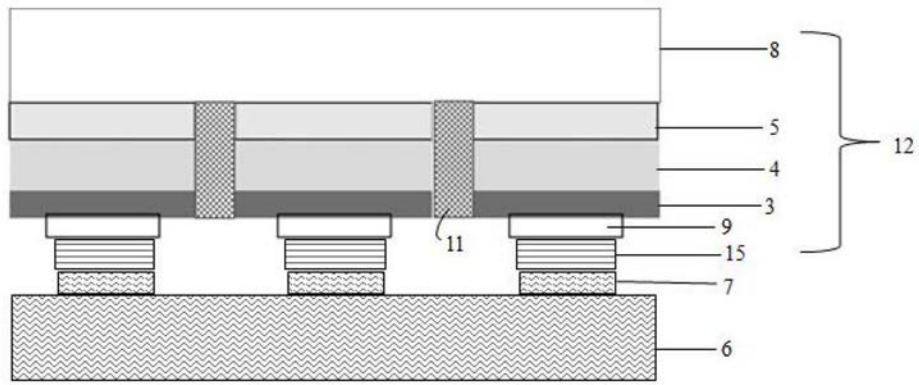


图23

专利名称(译)	垂直结构条形Micro-LED的制备方法及其转印方法		
公开(公告)号	CN110034212A	公开(公告)日	2019-07-19
申请号	CN201910341832.2	申请日	2019-04-26
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所		
[标]发明人	王惟彪 赵永周 梁静秋 陶金 李阳 吕金光 秦余欣 王浩冰		
发明人	王惟彪 赵永周 梁静秋 陶金 李阳 王家先 吕金光 秦余欣 王浩冰		
IPC分类号	H01L33/00 H01L33/48 H01L33/62 H01L21/78		
CPC分类号	H01L21/78 H01L33/0066 H01L33/0075 H01L33/0093 H01L33/48 H01L33/62 H01L2933/0033 H01L2933/0066		
代理人(译)	朱红玲		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

垂直结构条形Micro-LED的制备方法及其转印方法，涉及显示器制备技术领域，解决现有要求机械手能够长时间连续稳定工作，存在难以精确对准、产品效率低下且成本高昂等问题。该方法将外延片的外延层和提供的透明导电基底键合，去除外延片的生长衬底，随后将透明导电基底作为公共N电极，并在外延层上单独电镀并刻蚀出每个Micro-LED的P电极，利用干法刻蚀或湿法腐蚀形成隔离沟槽，并填充隔离沟槽后利用ICP刻蚀制作出条形Micro-LED芯片，完成垂直结构条形Micro-LED的制作。制作出条形Micro-LED后，利用提供的临时载体将制作的条形Micro-LED转印到具有电极结构的目标基板上，再去除临时载体，完成条形Micro-LED的转印。本发明方法转印效果更好、更易于实现规模生产。

