



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105140352 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201510459226. 2

(22) 申请日 2015. 07. 29

(71) 申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路
135 号

(72) 发明人 张佰君 陈伟杰

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 林丽明

(51) Int. Cl.

H01L 33/00(2010. 01)

H01L 33/20(2010. 01)

H01L 27/15(2006. 01)

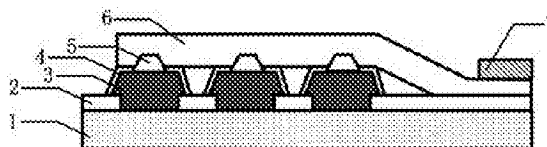
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

GaN 基 LED 阵列微显示器件及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件及其制作方法。本发明器件制作过程包括：(A) 在衬底上制备条形排列的掩蔽膜并通过选取性区域外延技术生长条型结构 n 型 GaN 阵列，(B) 在条型结构 n 型 GaN 阵列上制备带周期性排布开孔的掩蔽膜并通过选取性区域外延技术生长三维结构微型 LED 阵列，(C) 在三维结构微型 LED 阵列表面制备条形透明导电层，(D) 分别在条型结构 n 型 GaN 阵列和条形透明导电层上制备负电极和正电极。本发明采用了选择性区域外延生长技术生长 GaN 基微型 LED，克服了干法刻蚀制备微型 LED 引起的漏电流问题，提供一种矩阵寻址、低功耗、高亮度的微显示器件。



1. 一种基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法, 其特征在于, 包括下列步骤:

(A) 在衬底(1)上沉积介质掩蔽膜, 通过湿法腐蚀的方法把介质掩蔽膜制备成条形排列的掩蔽膜(2);

(B) 在上述带有条形排列的掩蔽膜(2)的衬底(1)上选择性区域外延生长条型结构 n 型 GaN 阵列(3);

(C) 在条型结构 n 型 GaN 阵列(3)上沉积介质掩蔽膜, 通过湿法腐蚀的方法把沉积在条型结构 n 型 GaN 阵列(3)上的介质掩蔽膜制备成带周期性排布开孔的掩蔽膜(4);

(D) 在带周期性排布开孔的掩蔽膜(4)的 n 型 GaN 阵列(3)上选择性区域外延生长三维结构微型 LED 阵列(5);

(E) 在三维结构微型 LED 阵列(5)的 p 型 GaN 层表面, 制备延伸方向垂直于条型结构 n 型 GaN 阵列(3)的条形透明导电层(6), 实现每一行的三维结构微型 LED 阵列(5)的行互联;

(F) 分别在条形透明导电层(6)和条型结构 n 型 GaN 阵列(3)末端制备正电极(7)和负电极(8)。

2. 根据权利要求 1 所述的基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法, 其特征在于, 所述条型结构 n 型 GaN 阵列(3)是通过金属有机物化学气相沉积 MOCVD 选择性区域外延生长在衬底(1)上的, 其形貌结构是横截面为梯形的条形, 而且条型结构 n 型 GaN 阵列(3)的生长位置和条宽由带有条形排列的掩蔽膜(2)的窗口区域位置和窗口宽度控制。

3. 根据权利要求 2 所述的基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法, 其特征在于, 所述条型结构 n 型 GaN 阵列(3)的条宽为 1~50 μm , 而且其宽度须大于后续生长在其上面的三维结构微型 LED。

4. 根据权利要求 1 所述的基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法, 其特征在于, 所述三维结构微型 LED 阵列(5)是通过金属有机物化学气相沉积 MOCVD 选择性区域外延生长在条型结构 n 型 GaN 阵列(3)上, 其形貌为六边金字塔状或六边截棱锥状, 材料结构从里到外依次为金字塔结构、InGa_N/GaN 多量子阱发光层和 p 型 GaN 层, 而且三维结构微型 LED 阵列(5)的生长位置和直径由带周期性排布开孔的掩蔽膜(4)的窗口区域位置和窗口直径控制; 材料结构中的金字塔结构能更换为六边截棱锥状 n 型 GaN 基底。

5. 根据权利要求 4 所述的基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法, 其特征在于, 所述三维结构微型 LED 阵列(5)构成的单一显示像元直径大小为 1~50 μm , 而且其直径须小于条型结构 n 型 GaN 阵列(3)的条宽。

6. 根据权利要求 1 所述的基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法, 其特征在于, 所述条型结构 n 型 GaN 阵列(3)和条形透明导电层(6)互相垂直排布, 分别将三维结构微型 LED 阵列(5)的 n 型 GaN 基底和 p 型 GaN 层构成列互联和行互联, 使每一行三维结构微型 LED 阵列(5)得以共用一个正电极, 每一列三维结构微型 LED 阵列(5)得以共用一个负电极, 以实现矩阵寻址。

7. 根据权利要求 1 所述的基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件

制作方法,其特征在于,所述条形排列的掩蔽膜(2)和带周期性排布开孔的掩蔽膜(4)的材料为二氧化硅或者氮化硅,其沉积方法为等离子体增强化学气相沉积 PECVD 或磁控溅射,其厚度范围在 10 nm-500 nm。

8. 根据权利要求 1 所述的基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法,其特征在于,所述衬底(1)为高电阻率衬底,以保证生长在衬底(1)上的条型结构 n 型 GaN 阵列(3)之间绝缘。

9. 一种采用权利要求 1 至 8 任一项所述方法制作的 GaN 基 LED 阵列微显示器件,其特征在于,包括衬底(1),条形排列的掩蔽膜(2),条型结构 n 型 GaN 阵列(3),带周期性排布开孔的掩蔽膜(4),三维结构微型 LED 阵列(5),条形透明导电层(6),正电极(7)和负电极(8)。

GaN 基 LED 阵列微显示器件及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体发光器件的领域,涉及一种微型显示器件,具体涉及一种基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件及其制作方法。

[0002]

背景技术

[0003] 三族氮化物 GaN、AlN (禁带宽度 6.2eV)、InN (禁带宽度 0.7eV) 及其组成的合金禁带宽度覆盖了从红外到可见光、紫外光的能量范围,因此在半导体发光器件的领域有着广泛的应用。近年来,随着电子产业的发展与工业技术的进步,基于三族氮化物的微型发光器件发展迅速,开拓了三族氮化物基发光器件的新应用领域。

[0004] 目前,微显示器件已经凭借其独特的优势成为各国关注的热点。LED 微显示器件具有许多独特的优点,如主动发光、超高亮度、长寿命、工作电压低、发光效率高、响应速度快、性能稳定可靠、工作温度范围宽等。传统的 LED 微显示器件是在 LED 外延片上采用自上至下的制备方法,通过电感耦合等离子体 (ICP) 刻蚀隔离并制备各个独立的微型 LED 芯片,然后将多个微型 LED 芯片进行引线 and 封装制备成阵列结构的 LED 微显示器件。受 ICP 刻蚀工艺的精度限制,此方法制作的显示器件的发光像元尺寸难以做小,因此分辨率受到一定限制,并不适应今后的小型化、清晰化的发展需要。另一方面,ICP 刻蚀会导致微型 LED 芯片表面形成大量的晶格损伤,引入大量的漏电通道,影响了器件的发光效率。因此,将 MOCVD 的选择性区域外延生长技术与半导体工艺制备技术相结合应用在 LED 阵列微显示器件上具有广阔的前景。

[0005]

发明内容

[0006] 为解决基于现有技术制备出的 LED 微显示器件的漏电流问题和难以实现小尺寸发光像元的限制,本发明首先提出一种基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件的制作方法,采用该方法能制造出超低漏电流和超低功耗的 LED 阵列微显示器件,且微显示器件显示像元尺度可以达到微米尺度。

[0007] 本发明的又一目的是提出一种采用上述方法制作的 GaN 基 LED 阵列微显示器件。

[0008] 为了实现上述目的,本发明的技术方案为:

一种基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制作方法,包括下列步骤:

(A) 在衬底上沉积介质掩蔽膜,通过湿法腐蚀的方法把介质掩蔽膜制备成条形排列的掩蔽膜;

(B) 在上述带有条形排列的掩蔽膜的衬底上选择性区域外延生长条型结构 n 型 GaN 阵列;

(C) 在条型结构 n 型 GaN 阵列上沉积介质掩蔽膜,通过湿法腐蚀的方法把沉积在条型结

构 n 型 GaN 阵列上的介质掩蔽膜制备成带周期性排布开孔的掩蔽膜；

(D) 在带周期性排布开孔的掩蔽膜的 n 型 GaN 阵列上选择性区域外延生长三维结构微型 LED 阵列；

(E) 在三维结构微型 LED 阵列的 p 型 GaN 层表面,制备延伸方向垂直于条形结构 n 型 GaN 阵列的条形透明导电层,实现每一行的三维结构微型 LED 阵列的行互联；

(F) 分别在条形透明导电层和条形结构 n 型 GaN 阵列末端制备正电极和负电极。

[0009] 进一步的,所述条形结构 n 型 GaN 阵列是通过金属有机物化学气相沉积 MOCVD 选择性区域外延生长在衬底上的,其形貌结构是横截面为梯形的条形,而且条形结构 n 型 GaN 阵列的生长位置和条宽由带有条形排列的掩蔽膜的窗口区域位置和窗口宽度控制。

[0010] 进一步的,所述条形结构 n 型 GaN 阵列的条宽为 1~50 μm ,而且其宽度须大于后续生长在其上面的三维结构微型 LED。

[0011] 进一步的,所述三维结构微型 LED 阵列是通过金属有机物化学气相沉积 MOCVD 选择性区域外延生长在条形结构 n 型 GaN 阵列上,其形貌为六边金字塔状或六边截棱锥状,材料结构从里到外依次为金字塔结构、InGaN/GaN 多量子阱发光层和 p 型 GaN 层,而且三维结构微型 LED 阵列的生长位置和直径由带周期性排布开孔的掩蔽膜的窗口区域位置和窗口直径控制;材料结构中的金字塔结构能更换为六边截棱锥状 n 型 GaN 基底。

[0012] 进一步的,所述三维结构微型 LED 阵列构成的单一显示像元直径大小为 1~50 μm ,而且其直径须小于条形结构 n 型 GaN 阵列的条宽。

[0013] 进一步的,所述条形结构 n 型 GaN 阵列和条形透明导电层互相垂直排布,分别将三维结构微型 LED 阵列的 n 型 GaN 基底和 p 型 GaN 层构成为列互联和行互联,使每一行三维结构微型 LED 阵列得以共用一个正电极,每一列三维结构微型 LED 阵列得以共用一个负电极,以实现矩阵寻址。

[0014] 进一步的,所述条形排列的掩蔽膜和带周期性排布开孔的掩蔽膜的材料为二氧化硅或者氮化硅,其沉积方法为等离子体增强化学气相沉积 PECVD 或磁控溅射,其厚度范围在 10 nm~500 nm。

[0015] 进一步的,所述衬底为高电阻率衬底(如蓝宝石,高阻硅,氮化铝等),以保证生长在衬底上的条形结构 n 型 GaN 阵列之间绝缘。

[0016] 一种采用所述方法制作的 GaN 基 LED 阵列微显示器件,包括衬底,条形排列的掩蔽膜,条形结构 n 型 GaN 阵列,带周期性排布开孔的掩蔽膜,三维结构微型 LED 阵列,条形透明导电层,正电极和负电极。该器件采用的是自下至上的构建工艺,器件结构包括三维结构微型 LED 阵列作为器件显示像元,条形结构 n 型 GaN 阵列作为列互联结构及三维结构微型 LED 阵列生长的基底,实现显示像元阵列行互联的条形透明导电层以及正负电极。

[0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

1. 采用基于选择性区域外延生长技术的自下至上的构建工艺,不存在器件的表面损伤,能实现超低的漏电流和超低功耗。

[0018] 2. GaN 基 LED 阵列微显示器件的显示像元采用的是基于选择性区域外延生长技术制备而成的三维结构微型 LED,其大小可以通过改变掩蔽膜的形貌进行调控,能够更容易地实现微米或纳米尺度的显示像元,达到超高分辨率的要求。

[0019]

附图说明

[0020] 图 1 是本发明实施例 1 提供的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制备流程图,包括左侧的俯视图和右侧的正视图两个视角。

[0021] 图 2 是本发明实施例 2 提供的 GaN 基 LED 阵列微显示器件制备流程图,包括左侧的俯视图和右侧的正视图两个视角。

[0022] 图 3 是本发明实施例 3 提供的 GaN 基 LED 阵列微显示器件结构示意图。

[0023] 图 4 是本发明实施例 4 提供的 GaN 基 LED 阵列微显示器件结构示意图。

[0024] 图 5 是本发明所述的金字塔结构微型 LED 阵列的 SEM 图。

[0025] 图 6 是本发明所述的不同截面大小的单颗六边截棱锥状微型 LED 的 SEM 图。

[0026]

具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明做进一步的描述,但本发明的实施方式并不限于此。

[0028] 实施例 1

附图 1 中,1- 蓝宝石衬底,2- 条形排列的掩蔽膜,3- 条型结构 n 型 GaN 阵列,4- 带周期性排布开孔的掩蔽膜,5- 金字塔结构微型 LED 阵列,6- 条形透明导电层,7- 正电极,8- 负电极。

[0029] 如图 1 所示,提供了一种基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件的制备方法,其包括以下步骤:

(A):在蓝宝石衬底上沉积 100 nm 厚的 SiO_2 介质掩蔽膜,通过湿法腐蚀的方法把 SiO_2 介质掩蔽膜制备成窗口区宽 10 μm 、间隔 5 μm 的条形排列的掩蔽膜;

(B):通过 MOCVD 的选取性区域外延生长技术,在上述带有条形排列的 SiO_2 掩蔽膜的窗口区上外延生长条型结构 n 型 GaN 阵列;

(C):在条型结构 n 型 GaN 阵列上沉积 100 nm 厚的 SiO_2 介质掩蔽膜,通过湿法腐蚀的方法把此介质掩蔽膜制备成带周期性排布开孔的掩蔽膜,该开孔的直径为 5 μm ,位于条型结构 n 型 GaN 阵列中间,而在条型结构 n 型 GaN 阵列上的间隔距离为 15 μm ;

(D):通过 MOCVD 的选取性区域外延生长技术,在带周期性排布开孔的掩蔽膜的 n 型 GaN 阵列窗口区上外延生长金字塔结构微型 LED 阵列,实现了间距为 15 μm 的周期性排布金字塔结构微型 LED 阵列;

(E):在金字塔结构微型 LED 阵列的 p 型 GaN 层表面,制备延伸方向垂直于条型结构 n 型 GaN 阵列的条形透明导电层,实现金字塔结构微型 LED 阵列的行互联,该条形透明导电层的条宽为 10 μm ,材料为 ITO;

(F):分别在条形透明导电层和条型结构 n 型 GaN 阵列末端制备正电极和负电极。

[0030] 通过上述制备步骤,成功制备出矩阵寻址的、像元直径为 5 μm 的 GaN 基 LED 阵列微显示器件。

[0031] 实施例 2

附图 2 中,1- 蓝宝石衬底,3-1-n 型 GaN 外延层,4- 带周期性排布开孔的掩蔽膜,5- 金字塔结构微型 LED 阵列,6- 条形透明导电层,7- 正电极,8- 负电极,9- 列互联导电层。

[0032] 如图 2 所示,提供了一种基于选择性区域外延生长技术的 GaN 基 LED 阵列微显示器件的制备方法,其包括以下步骤:

(A)在蓝宝石衬底上通过 MOCVD 外延生长出厚度为 $2\ \mu\text{m}$ 的 n 型 GaN 外延层,通过 ICP 干法刻蚀的方法,把 n 型 GaN 外延层刻蚀成阵列排布的、互相隔离的块状 n 型 GaN 外延层,每个块状 n 型 GaN 外延层的大小为 $12\times 12\ \mu\text{m}$,互相之间的间隔为 $3\ \mu\text{m}$;

(B)在每个块状 n 型 GaN 外延层上制带周期性排布开孔的掩蔽膜,同时在开孔处通过 MOCVD 的选择性区域外延生长技术生长金字塔结构微型 LED,其中开孔的直径为 $5\ \mu\text{m}$;

(C)在每列块状 n 型 GaN 外延层之间沉积列互联导电层金属,使得每一列金字塔结构微型 LED 通过底部的块状 n 型 GaN 外延层和列互联导电层金属形成列互联;

(D)在金字塔结构微型 LED 阵列的 p 型 GaN 层表面,制备延伸方向垂直于列互联导电层的条形透明导电层,实现每一行的金字塔结构微型 LED 阵列的行互联,最后分别在条形透明导电层和列互联导电层末端制备正电极和负电极。

[0033] 实施例 3

实施例 3 采用与实施例 1 基本一致的外延结构、器件结构和制备流程,其中把实施例 1 中的金字塔结构微型 LED 阵列替换为实施例 3 中的六边截棱锥状微型 LED 阵列。

[0034] 实施例 4

实施例 4 采用与实施例 2 基本一致的外延结构、器件结构和制备流程,其中把实施例 2 中的金字塔结构微型 LED 阵列替换为实施例 4 中的六边截棱锥状微型 LED 阵列。

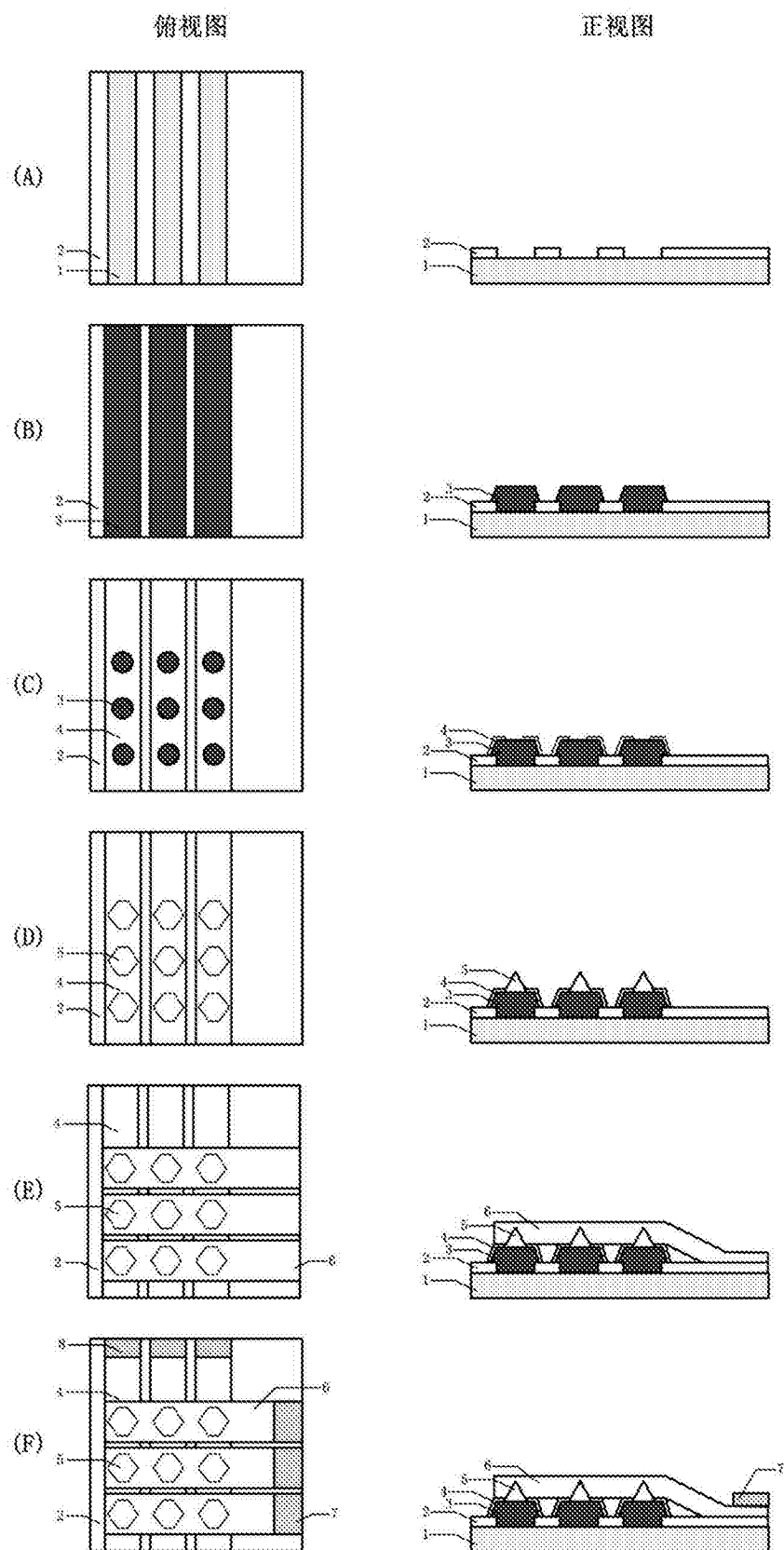


图 1

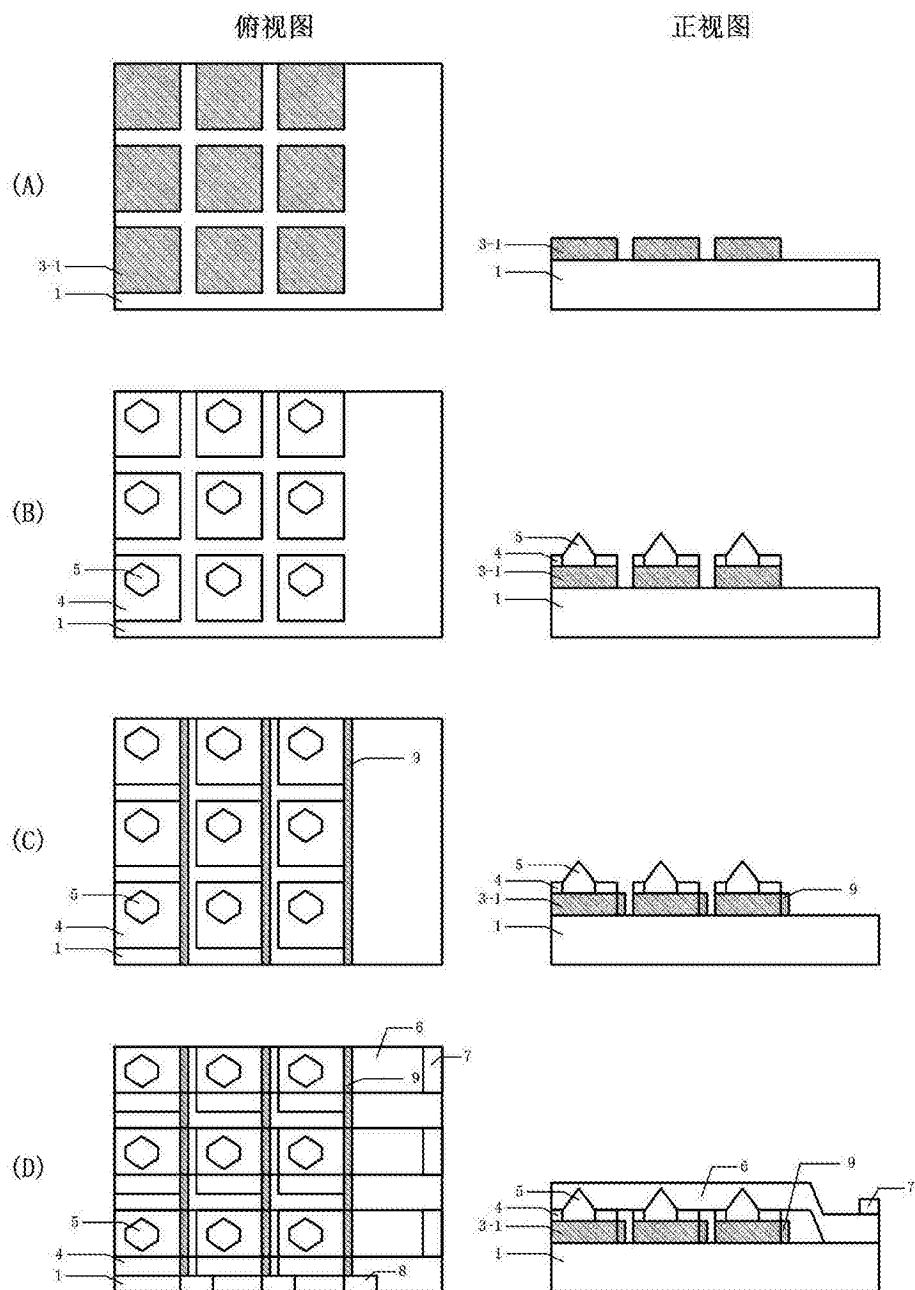


图 2

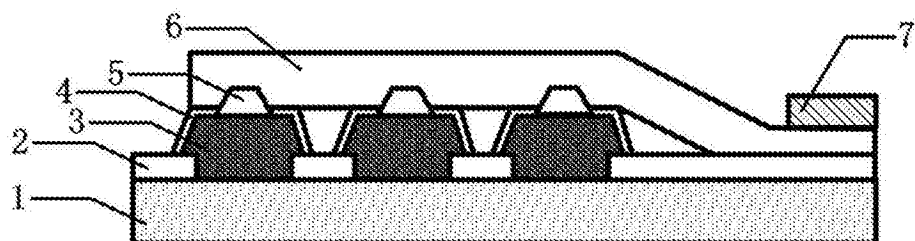


图 3

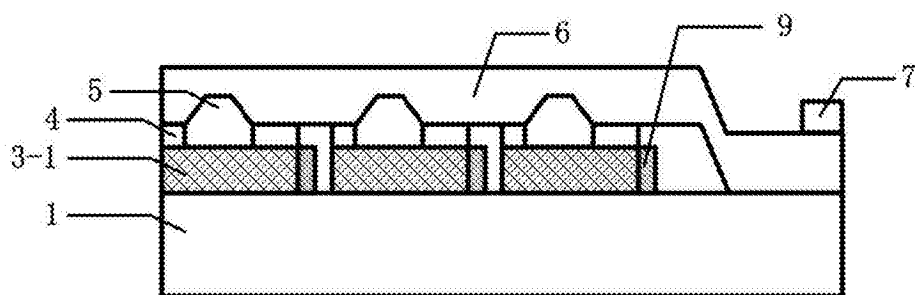


图 4

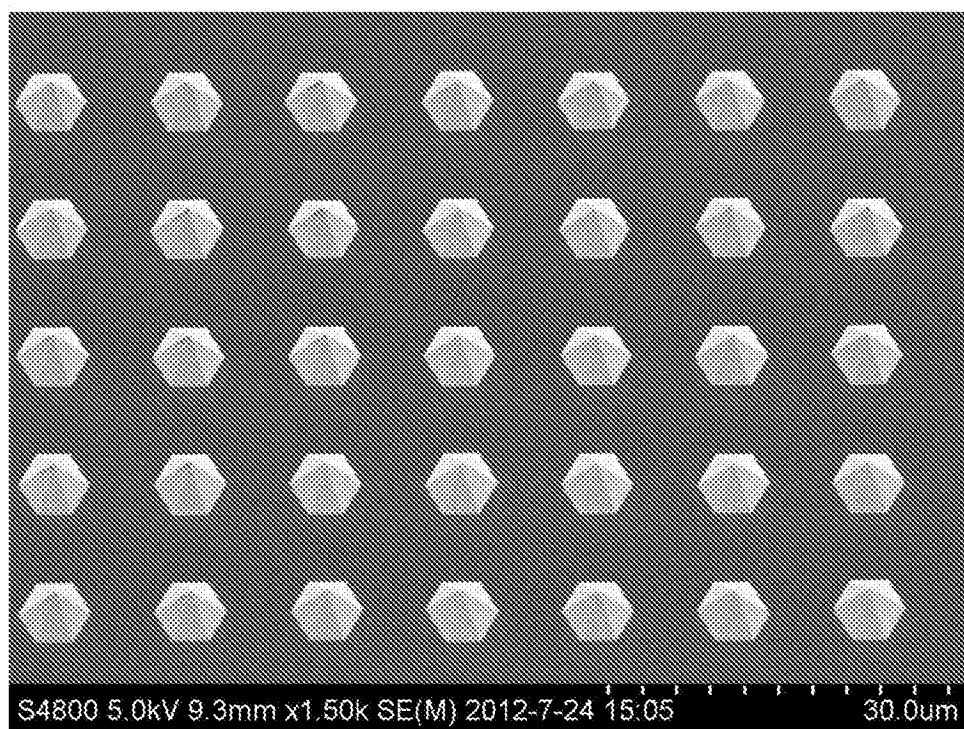


图 5

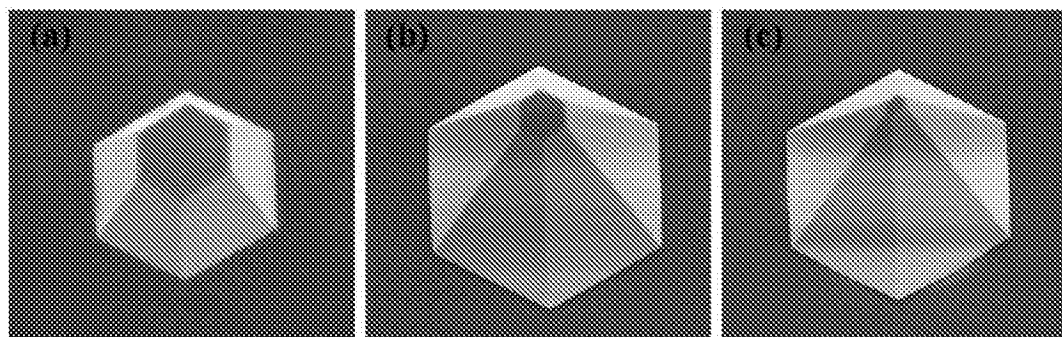


图 6

专利名称(译)	GaN基LED阵列微显示器件及其制作方法		
公开(公告)号	CN105140352A	公开(公告)日	2015-12-09
申请号	CN201510459226.2	申请日	2015-07-29
[标]申请(专利权)人(译)	中山大学		
申请(专利权)人(译)	中山大学		
当前申请(专利权)人(译)	中山大学		
[标]发明人	张佰君 陈伟杰		
发明人	张佰君 陈伟杰		
IPC分类号	H01L33/00 H01L33/20 H01L27/15		
CPC分类号	H01L27/153 H01L33/007 H01L33/20		
代理人(译)	林丽明		
其他公开文献	CN105140352B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于选择性区域外延生长技术的GaN基LED阵列微显示器件及其制作方法。本发明器件制作过程包括：(A)在衬底上制备条形排列的掩蔽膜并通过选择性区域外延技术生长条形结构n型GaN阵列，(B)在条形结构n型GaN阵列上制备带周期性排布开孔的掩蔽膜并通过选择性区域外延技术生长三维结构微型LED阵列，(C)在三维结构微型LED阵列表面制备条形透明导电层，(D)分别在条形结构n型GaN阵列和条形透明导电层上制备负电极和正电极。本发明采用了选择性区域外延生长技术生长GaN基微型LED，克服了干法刻蚀制备微型LED引起的漏电流问题，提供一种矩阵寻址、低功耗、高亮度的微显示器件。

