



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109841710 A

(43)申请公布日 2019.06.04

(21)申请号 201910293737.X

(22)申请日 2019.04.12

(71)申请人 南京大学

地址 210093 江苏省南京市鼓楼区汉口路
22号

(72)发明人 刘斌 王琦 张荣 陶涛 许非凡
余俊驰 潘丹峰 谢自力 周玉刚
修向前 陈敦军

(74)专利代理机构 江苏斐多律师事务所 32332
代理人 张佳妮

(51)Int.Cl.

H01L 33/00(2010.01)

H01L 27/15(2006.01)

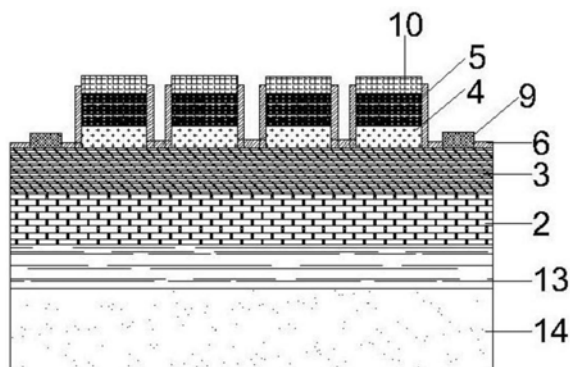
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,将硅基GaN Micro-LED阵列器件的硅衬底层刻蚀掉,然后在硅衬底层的位置粘合上玻璃基板。并公开其制备方法。本发明的可用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,首先在硅衬底上制备Micro-LED阵列器件,然后利用粘结键合和刻蚀技术将器件转移到玻璃基板上。本发明通过绝缘层使得Micro-LED阵列器件的漏电流更小,不易被氧化;使用硅衬底降低制备成本,更有利于走剥离衬底的路线;通过粘结键合、湿法腐蚀、等离子体刻蚀等方法,将GaN Micro-LED阵列器件从硅衬底转移到了玻璃基板上,实现了背面出光,可以用于透明显示。



1. 一种用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,其特征在于:将硅基GaN Micro-LED阵列器件的硅衬底层刻蚀掉,然后在硅衬底层的位置粘合上玻璃基板。

2. 根据权利要求1所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,其结构自下而上依次包括:

- 一玻璃基板;
- 一缓冲层,玻璃基板通过粘合剂键合到缓冲层上;
- 一生长在缓冲层上的n型GaN层;
- 一生长在n型GaN层上的InGaN/GaN量子阱有源层;
- 一生长在量子阱有源层上的p型GaN层;

所述用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件刻蚀形成贯穿p型GaN、量子阱有源层,深至n型GaN层的微米柱阵列,微米柱为正方形台面或圆柱结构,各微米柱之间相互隔离;

还包括一p型阵列电极,蒸镀在微米柱阵列的p型GaN层上,一n型电极,蒸镀在n型GaN层上,一绝缘层,沉积在器件表面除p型、n型电极之外的部分。

3. 根据权利要求2所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,其特征在于:所述粘合剂为苯并环丁烯或Apiezon Wax W型真空密封蜡。

4. 根据权利要求2或3所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,其特征在于:所述缓冲层,其结构自下而上依次包括:AlN层,厚度为80nm;GaN层,厚度为400nm;AlN/GaN超晶格层,厚度为60nm;GaN层,厚度为400nm;AlN/GaN超晶格层,厚度为60nm;所述n型GaN层,厚度为600nm,电子浓度为 $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$;所述InGaN/GaN量子阱有源层,InGaN阱的厚度为2.5nm,GaN势垒的厚度为12nm,量子阱的周期数为5;所述p型GaN层,其结构自下而上依次包括:Al_{0.2}Ga_{0.8}N层,厚度为20nm,空穴浓度为 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$;GaN层,厚度为150nm,空穴浓度为 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 。

5. 根据权利要求4所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,其特征在于:所述微米柱阵列的尺寸为10~100 μm ,周期为20~200 μm 。

6. 权利要求1-5中任一项所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其步骤包括:

(1) 利用MOCVD技术在(111)面的硅衬底上依次生长缓冲层、n型GaN层、InGaN/GaN量子阱有源层和p型GaN层;

(2) 利用PECVD技术在p型GaN层上沉积一层绝缘层作为掩蔽层;

(3) 在掩蔽层表面旋涂光刻胶,对其进行前烘,利用紫外光刻技术,使用掩膜版在光刻胶上形成微米柱阵列图形,然后显影;

(4) 利用RIE技术,清除光刻区域残余的光刻胶,然后利用PVD技术,蒸镀一层金属掩膜层,剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属掩膜层,得到有序的、表面覆盖有金属掩膜层和掩蔽层的微米柱阵列图形;

(5) 利用RIE技术,以金属掩膜层作为掩膜纵向刻蚀掩蔽层,将微米柱阵列结构转移至掩蔽层;

(6) 利用ICP技术,以金属掩膜层为掩膜各向异性刻蚀p型GaN层和量子阱层至n型GaN层;

(7) 利用湿法腐蚀,去除金属掩膜层和掩蔽层,并修复刻蚀损伤;

(8) 利用PECVD技术,在基片表面沉积一层绝缘层;

(9) 在绝缘层表面旋涂光刻胶,对其进行前烘,利用紫外光刻技术,使用掩膜版在光刻胶上套刻形成n型电极图形;随后将光刻胶当做掩膜层,利用RIE技术将n型电极图形转移至n型GaN层;再利用PVD技术蒸镀一层金属作为n型电极,剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属层,洗净并烘干;最后利用热退火实现金属和n型GaN的欧姆接触,形成n型电极;

(10) 在绝缘层表面重新旋涂光刻胶,对其进行前烘,利用紫外光刻技术,使用掩膜版在光刻胶上套刻形成p型电极图形;随后将光刻胶当做掩膜层,利用RIE技术将p型电极图形转移至p型GaN层;再利用PVD技术蒸镀金属作为p型电极,剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属层,洗净并烘干;最后利用热退火实现金属和p型GaN的欧姆接触,形成p型电极;

(11) 利用粘结键合,使用粘合剂将微米柱阵列键合到转移基板上,然后通过湿法腐蚀或者利用ICP技术,去除(111)面的硅衬底,裸出缓冲层;

(12) 利用粘结键合,使用粘合剂将缓冲层键合到玻璃基板上,然后通过水浴加热或者利用ICP技术,去除转移基板和转移基板上的粘合剂,洗净并烘干。

7. 根据权利要求6所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其特征在于:所述GaN Micro-LED阵列器件首先在硅衬底上制备,再进行后续的转移。

8. 根据权利要求6所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其特征在于:所述掩蔽层为SiO₂或Si₃N₄,厚度为200nm;所述绝缘层为SiO₂或Si₃N₄,厚度为200nm。

9. 根据权利要求6所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其特征在于:所述金属掩膜层为Ni或Cr,厚度为50nm。

10. 根据权利要求6所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其特征在于:所述n型电极为30/150/50/100nm的Ti/Al/Ni/Au金属,p型电极为20/150nm的Ni/Au金属;或者,所述n型电极和p型电极均为50/150nm的Cr/Au金属。

11. 根据权利要求6所述的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其特征在于:所述转移基板为硅基板或者蓝宝石基板。

用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体照明领域,涉及一种用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件及其制备方法。

背景技术

[0002] III族氮化物材料属于直接带隙半导体,其带隙较宽且连续可调,覆盖了整个红外—可见光—紫外波段,可以实现高效率的固态照明。半导体固态照明技术以半导体芯片作为发光源,以发光二极管(LED)作为光源的核心部件,通过电子和空穴的复合,把电能直接转换为光能,电光转换效率高。除此之外,发光二极管(LED)还具有体积小、发热少、亮度高、寿命长、色彩多样、绿色环保、可靠性高、工作电压小等诸多优势,被誉为第四代照明光源,广泛应用于显示、光通信、固态照明等领域。发光二极管(LED)正在飞速发展,逐步取代着现有的照明技术。

[0003] 随着信息技术的飞速发展,信息呈现的方式越来越多样化,显示和照明技术对于功耗、色域、亮度、解析度等参数的要求也越来越高,Micro-LED便应运而生。Micro-LED顾名思义,就是将LED微缩到100 μm 以下的尺寸,之后再将这些微型LED转移到驱动电路上,从而实现各种尺寸的Micro-LED屏幕。微米级的像素间距使得Micro-LED具有超高解析度,可以定址化单独驱动发光。对比OLED,Micro-LED亮度更高、功率更低、发光效率更高,是新一代的显示技术。

[0004] 透明显示以玻璃幕墙、玻璃橱窗等为载体,可在玻璃上播放商业广告信息,被广泛应用于商业大楼、购物中心等场景。透明显示时尚、美观,富有现代感和科技气息,但是需要具有足够高的亮度和精细的分辨率,将透明显示和Micro-LED结合起来可以充分发挥两者的优势,国内尚未检索到相应的专利技术加以描述。本发明旨在制备硅基GaN Micro-LED阵列器件,并将其转移到玻璃基板上,实现透明显示。

发明内容

[0005] 为了结合透明显示和Micro-LED两者的优势,本发明的目的在于提供一种用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件。

[0006] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0007] 一种用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,将硅基GaN Micro-LED阵列器件的硅衬底层刻蚀掉,然后在硅衬底层的位置粘合上玻璃基板。

[0008] 优选的,其结构自下而上依次包括:

[0009] 一玻璃基板;

[0010] 一缓冲层,玻璃基板通过粘合剂键合到缓冲层上;

[0011] 一生长在缓冲层上的n型GaN层;

[0012] 一生长在n型GaN层上的InGaN/GaN量子阱有源层;

[0013] 一生长在量子阱有源层上的p型GaN层;

[0014] 所述用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件刻蚀形成贯穿p型GaN、量子阱有源层,深至n型GaN层的微米柱阵列,微米柱成正方形台面或圆柱结构,各微米柱之间相互隔离;

[0015] 还包括一p型阵列电极,蒸镀在微米柱阵列的p型GaN层上,一n型电极,蒸镀在n型GaN层上,一绝缘层,沉积在器件表面除p型、n型电极之外的部分。

[0016] 优选的,所述粘合剂为苯并环丁烯(BCB)或Apiezon Wax W型真空密封蜡;采用真空密封蜡作为粘合剂有如下优点:防水性能极佳,完全防水渗漏,对水蒸气和空气中的水汽具有优良的密封效果;Apiezon蜡饱和蒸汽压极低,不会污染器件表面;粘合力极强,可作为暂时与永久型粘合剂广泛用于固封硅片;具有强吸附性,可以吸附金属及玻璃表面的油脂及化学杂质;具有化学惰性,可抗腐蚀。

[0017] 优选的,所述缓冲层,其结构自下而上依次包括:AlN层,厚度为80nm;GaN层,厚度为400nm;AlN/GaN超晶格层,厚度为60nm;GaN层,厚度为400nm;AlN/GaN超晶格层,厚度为60nm。

[0018] 优选的,所述n型GaN层,厚度为600nm,电子浓度为 $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。

[0019] 优选的,所述InGaN/GaN量子阱有源层,InGaN阱的厚度为2.5nm,GaN势垒的厚度为12nm,量子阱的周期数为5。

[0020] 优选的,所述p型GaN层,其结构自下而上依次包括: $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 层,厚度为20nm,空穴浓度为 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$;GaN层,厚度为150nm,空穴浓度为 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 。

[0021] 优选的,所述微米柱阵列的尺寸为10~100 μm ,周期为20~200 μm 。

[0022] 优选的,所述n型电极为30/150/50/100nm的Ti/Al/Ni/Au金属,p型电极为20/150nm的Ni/Au金属;又或者,所述n型电极和p型电极均为50/150nm的Cr/Au金属。

[0023] 优选的,所述用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件,开启电压为2.7V,在100×100 μm^2 的尺寸下,反向漏电流低至 $10^{-9} \sim 10^{-10} \text{A}$ 量级,电致发光峰和光致发光峰均稳定在433nm处,无明显的红移或蓝移现象,衰减时间低至1.8ns。

[0024] 本发明还提供了上述用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其步骤包括:

[0025] (1) 利用有机金属化学气相沉积法(MOCVD)在(111)面的硅衬底上依次生长缓冲层、n型GaN层、InGaN/GaN量子阱有源层和p型GaN层;

[0026] (2) 利用等离子体增强化学气相沉积法(PECVD)在p型GaN层上沉积一层绝缘层作为掩蔽层;

[0027] (3) 在掩蔽层表面旋涂光刻胶,对其进行前烘,利用紫外光刻技术,使用掩膜版在光刻胶上形成微米柱阵列图形,然后显影;

[0028] (4) 利用反应离子刻蚀(RIE)技术,清除光刻区域残余的光刻胶,然后利用物理气相沉积技术(PVD),蒸镀一层金属掩膜层,剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属掩膜层,得到有序的、表面覆盖有金属掩膜层和掩蔽层的微米柱阵列图形;

[0029] (5) 利用RIE技术,以金属掩膜层作为掩膜纵向刻蚀掩蔽层,将微米柱阵列结构转移至掩蔽层;

[0030] (6) 利用电感耦合等离子体刻蚀(ICP)技术,以金属掩膜层为掩膜各向异性刻蚀p型GaN层和量子阱层至n型GaN层;

- [0031] (7) 利用湿法腐蚀, 去除金属掩膜层和掩蔽层, 并修复刻蚀损伤;
- [0032] (8) 利用PECVD技术, 在基片表面沉积一层绝缘层;
- [0033] (9) 在绝缘层表面旋涂光刻胶, 对其进行前烘, 利用紫外光刻技术, 使用掩膜版在光刻胶上套刻形成n型电极图形; 随后将光刻胶当做掩膜层, 利用RIE技术将n型电极图形转移至n型GaN层; 再利用PVD技术蒸镀一层金属作为n型电极, 剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属层, 洗净并烘干; 最后利用热退火实现金属和n型GaN的欧姆接触, 形成n型电极;
- [0034] (10) 在绝缘层表面重新旋涂光刻胶, 对其进行前烘, 利用紫外光刻技术, 使用掩膜版在光刻胶上套刻形成p型电极图形; 随后将光刻胶当做掩膜层, 利用RIE技术将p型电极图形转移至p型GaN层; 再利用PVD技术蒸镀金属作为p型电极, 剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属层, 洗净并烘干; 最后利用热退火实现金属和p型GaN的欧姆接触, 形成p型电极;
- [0035] (11) 利用粘结键合, 使用粘合剂将微米柱阵列键合到转移基板上, 然后通过湿法腐蚀或者利用ICP技术, 去除(111)面的硅衬底, 裸露出缓冲层;
- [0036] (12) 利用粘结键合, 使用粘合剂将缓冲层键合到玻璃基板上, 然后通过水浴加热或者利用ICP技术, 去除转移基板和转移基板上的粘合剂, 洗净并烘干。
- [0037] 优选的, 所述掩蔽层为 SiO_2 或 Si_3N_4 , 厚度为200nm, 所述绝缘层为 SiO_2 或 Si_3N_4 , 厚度为200nm。
- [0038] 优选的, 所述金属掩膜层为Ni或Cr, 厚度为50nm。
- [0039] 优选的, 所述转移基板为硅基板或者蓝宝石基板。
- [0040] 本发明设计并制备了一种用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件, 开启电压低至2.7V, 在 $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ 的尺寸下, 反向漏电流低至 $10^{-9} \sim 10^{-10}$ A量级, 电致发光峰和光致发光峰均稳定在433nm处, 无明显的红移或蓝移现象。通过绝缘层使得Micro-LED阵列器件的漏电流更小, 不易被氧化; 通过使用硅衬底, 降低了制备成本, 更有利于走剥离衬底的路线; 通过粘结键合、湿法腐蚀、等离子体刻蚀等方法, 将GaN Micro-LED阵列器件从硅衬底转移到了玻璃基板上, 实现了背面出光, 可以用于透明显示。相比于现有的透明显示, 本发明首先在硅衬底上制备Micro-LED, 降低了效率下垂(droop)效应和量子限制斯塔克效应(QCSE)的影响。器件在 $200 \text{A}/\text{cm}^2$ 的大注入电流下, 相对外量子效率依然维持在0.7左右, 减少了droop效应的影响, 极大地提升了光提取效率。同时, 器件的电致发光峰没有蓝移现象, 抑制了QCSE。此外, 传统LED的注入电流密度约为 $100 \text{A}/\text{cm}^2$, 而Micro-LED则可以达到 $5 \text{kA}/\text{cm}^2$, 使得基于Micro-LED的透明显示可以具有极高的光输出功率和调制带宽。相比于常规LED, Micro-LED阵列单个像素点的面积低了1-2个数量级, 给透明显示带来了更高的分辨率。

附图说明

- [0041] 图1为本发明步骤(1)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;
- [0042] 图2为本发明步骤(2)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;
- [0043] 图3为本发明步骤(3)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;
- [0044] 图4为本发明步骤(4)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

图;

[0045] 图5为本发明步骤(5)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0046] 图6为本发明步骤(6)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0047] 图7为本发明步骤(7)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0048] 图8为本发明步骤(8)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0049] 图9为本发明步骤(9)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0050] 图10为本发明步骤(10)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0051] 图11为本发明步骤(11)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0052] 图12为本发明步骤(12)所得的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的结构示意图;

[0053] 图13为实施例1制备的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件在不同电流下的电致发光光谱图;

[0054] 图14为实施例1制备的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件在不同功率下的光致发光光谱图。

具体实施方式

[0055] 以下是结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0056] 实施例1

[0057] 本用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其步骤包括:

[0058] (1) 利用有机金属化学气相沉积法(MOCVD)在硅衬底1上依次生长缓冲层2、n型GaN层3、InGaN/GaN量子阱有源层4和p型GaN层5,如图1所示。缓冲层结构自下而上依次包括:AlN层,厚度为80nm;GaN层,厚度为400nm;AlN/GaN超晶格层,厚度为60nm;GaN层,厚度为400nm;AlN/GaN超晶格层,厚度为60nm。n型GaN层厚度为600nm,电子浓度为 $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。InGaN/GaN量子阱有源层的InGaN阱的厚度为2.5nm,GaN势垒的厚度为12nm,量子阱的周期数为5。p型GaN层结构自下而上依次包括:Al_{0.2}Ga_{0.8}N层,厚度为20nm,空穴浓度为 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$;GaN层,厚度为150nm,空穴浓度为 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$;

[0059] (2) 利用等离子体增强化学气相沉积法(PECVD),通入5%SiH₄/N₂和N₂O的混合气体,流量分别为100sccm和400sccm,压强为300mTorr,功率为10W,温度350℃,时间为9min 30s,在p型GaN层5上沉积一层SiO₂掩蔽层6,如图2所示;

[0060] (3) 在掩蔽层6表面旋涂光刻胶7,在90℃下前烘10min,利用紫外光刻技术曝光18s,使用掩膜版在光刻胶上形成微米柱阵列图形,然后显影10s,如图3所示;

[0061] (4) 利用反应离子刻蚀(RIE)技术,通入流量为10sccm的O₂,压强为3Pa,功率为50W,时间为20s,清除光刻区域残余的光刻胶;然后利用物理气相沉积技术(PVD),蒸镀一层50nm的金属镍(Ni)作为掩膜层8,蒸镀速率为0.5 Å/s;再利用丙酮溶液超声5min进行剥离,除去光刻胶层7和光刻胶层上的Ni掩膜层8,得到有序的、表面覆盖有Ni掩膜层8和掩蔽层6的微米柱阵列图形,如图4所示;

[0062] (5) 利用RIE技术,通入CF₄和O₂的混合气体,流量分别为30sccm和10sccm,压强为4Pa,功率为150W,时间为4min,以Ni金属掩膜层8作为掩膜纵向刻蚀掩蔽层6,将微米柱阵列结构转移至掩蔽层6,如图5所示;

[0063] (6) 利用电感耦合等离子体刻蚀(ICP)技术,通入Cl₂和Ar₂的混合气体,流量分别为25sccm和5sccm,压强为10mTorr,ICP功率为300W,RF功率为30W,时间为4min,以金属掩膜层8为掩膜各向异性刻蚀p型Ga_{0.5}N_{0.5}层5和量子阱有源层4至n型Ga_{0.5}N_{0.5}层3,刻蚀深度约为500nm,形成正方形的微米柱阵列,边长为95μm,边间距为5μm,如图6所示;

[0064] (7) 利用湿法腐蚀,将基片在硝酸中浸泡1min 30s,去除金属Ni掩膜层8;再将基片在缓冲氧化物刻蚀液(BOE)中浸泡40s,去除SiO₂掩蔽层6,并修复刻蚀损伤,如图7所示;

[0065] (8) 利用PECVD技术,通入5% SiH₄/N₂和N₂O的混合气体,流量分别为100sccm和400sccm,压强为300mTorr,功率为10W,温度350℃,时间为9min 30s,在基片表面沉积一层SiO₂绝缘层6,如图8所示;

[0066] (9) 在绝缘层表面旋涂光刻胶,在90℃下前烘10min,利用紫外光刻技术曝光18s,使用掩膜版在光刻胶上套刻形成n型电极图形,显影10s;随后利用RIE技术,通入CF₄和O₂的混合气体,流量分别为30sccm和10sccm,压强为4Pa,功率为150W,时间为4min,光刻胶作为掩膜层,将n型电极图形转移至n型Ga_{0.5}N_{0.5}层3;再利用PVD技术蒸镀一层钛(Ti)、一层铝(Al)、一层镍(Ni)和一层金(Au),厚度分别为30/150/50/100nm,速率分别为0.2/3/2/2 Å/s,作为n型电极9;利用丙酮溶液超声5min剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属,洗净并烘干;最后在N₂氛围中,750℃下热退火30s,实现Ti/Al/Ni/Au和n型Ga_{0.5}N_{0.5}的欧姆接触,形成n型电极9,如图9所示;

[0067] (10) 在绝缘层表面重新旋涂光刻胶,在90℃下前烘10min,利用紫外光刻技术曝光18s,使用掩膜版在光刻胶上套刻形成p型电极图形,显影10s;随后利用RIE技术,通入CF₄和O₂的混合气体,流量分别为30sccm和10sccm,压强为4Pa,功率为150W,时间为4min,光刻胶作为掩膜层,将p型电极图形转移至p型Ga_{0.5}N_{0.5}层5;再利用PVD技术蒸镀一层Ni和一层Au,厚度分别为20/150nm,速率均为2 Å/s,作为p型电极10;利用丙酮溶液超声5min剥离除去光刻胶层和光刻胶层上的金属,洗净并烘干;最后在N₂:O₂=4:1的氛围中,570℃下热退火5min,实现Ni/Au和p型Ga_{0.5}N_{0.5}的欧姆接触,形成p型电极10,如图10所示;

[0068] (11) 利用粘结键合,使用苯并环丁烯(BCB) 11,在250℃下固化1h,将微米柱阵列键合到硅转移基板12上;然后利用ICP技术,通入SF₆和O₂的混合气体,流量分别为48sccm和6sccm,压强为10mTorr,ICP功率为600W,RF功率为10W,时间为10min,去除硅衬底1,裸露出缓冲层2,如图11所示;

[0069] (12) 利用粘结键合,使用苯并环丁烯(BCB) 13,在250℃下固化1h,将缓冲层2键合

到玻璃基板14上;然后利用ICP技术,通入SF₆和O₂的混合气体,流量分别为48sccm和6sccm,压强为10mTorr,ICP功率为600W,RF功率为10W,时间为10min,去除BCB11和硅转移基板12,洗净并烘干,如图12所示。

[0070] 制备的用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的开启电压为2.7V,反向漏电电流在10⁻⁹~10⁻¹⁰A量级,电致发光光谱如图13所示,光致发光光谱如图14所示,发光峰均稳定在433nm处,无明显的红移或蓝移现象。

[0071] 实施例2

[0072] 本用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件的制备方法,其步骤包括:

[0073] 步骤(1)~(10)和实施例1一致,区别在于微米柱阵列为圆柱形,直径为10μm,周期为20μm;

[0074] (11)利用粘结键合,使用苯并环丁烯(BCB),将微米柱阵列键合到蓝宝石转移基板12上;然后利用湿法腐蚀,将基片在HNA溶液(HF:HNO₃:CH₃COOH=1:2:3)中浸泡40min,去除硅衬底,裸露出缓冲层;

[0075] (12)利用粘结键合,使用Apiezon Wax W型真空密封蜡,在250℃下固化1h,将缓冲层键合到玻璃基板上;然后在70℃下水浴加热30min去除苯并环丁烯(BCB)和蓝宝石转移基板,并用三氯乙烯洗去残蜡,洗净并烘干,如图12所示。

[0076] 实施例3

[0077] 本实施例与实施例1基本一致,区别在于掩蔽层和绝缘层采用Si₃N₄代替SiO₂,金属掩膜层采用Cr(铬)代替Ni(镍),缓冲层采用SiN/Al_xGa_{1-x}N/AlN层,正方形微米柱阵列的边长为100μm,边间距为100μm。

[0078] 上述实施例为本发明较佳的实现方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

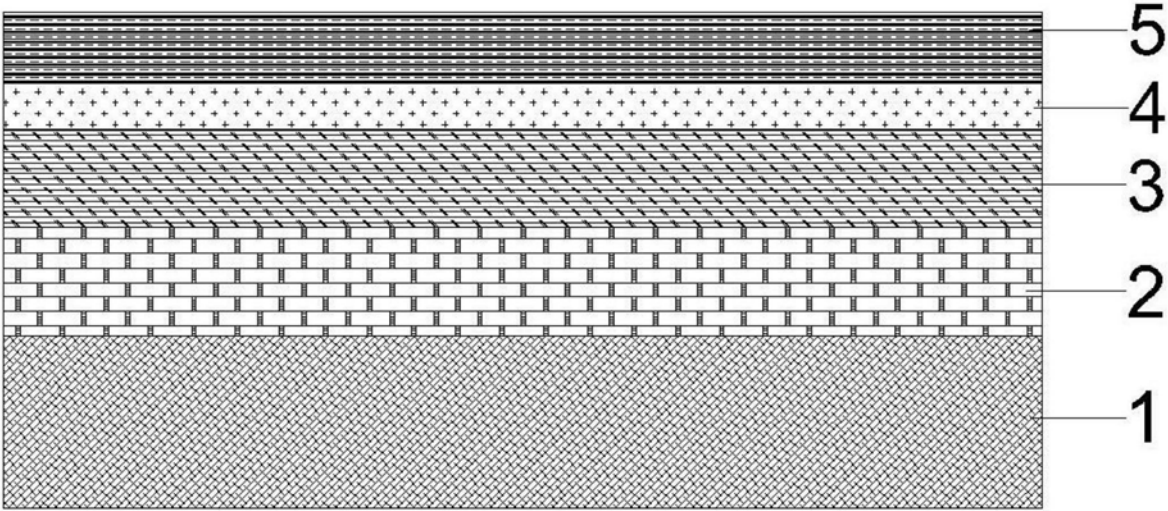


图1

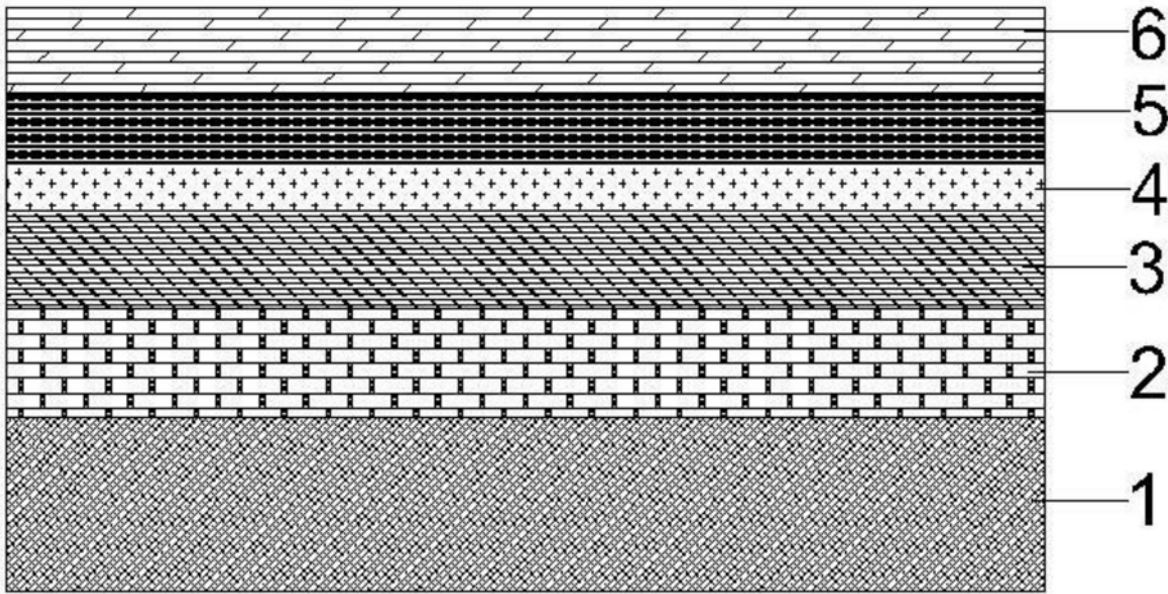


图2

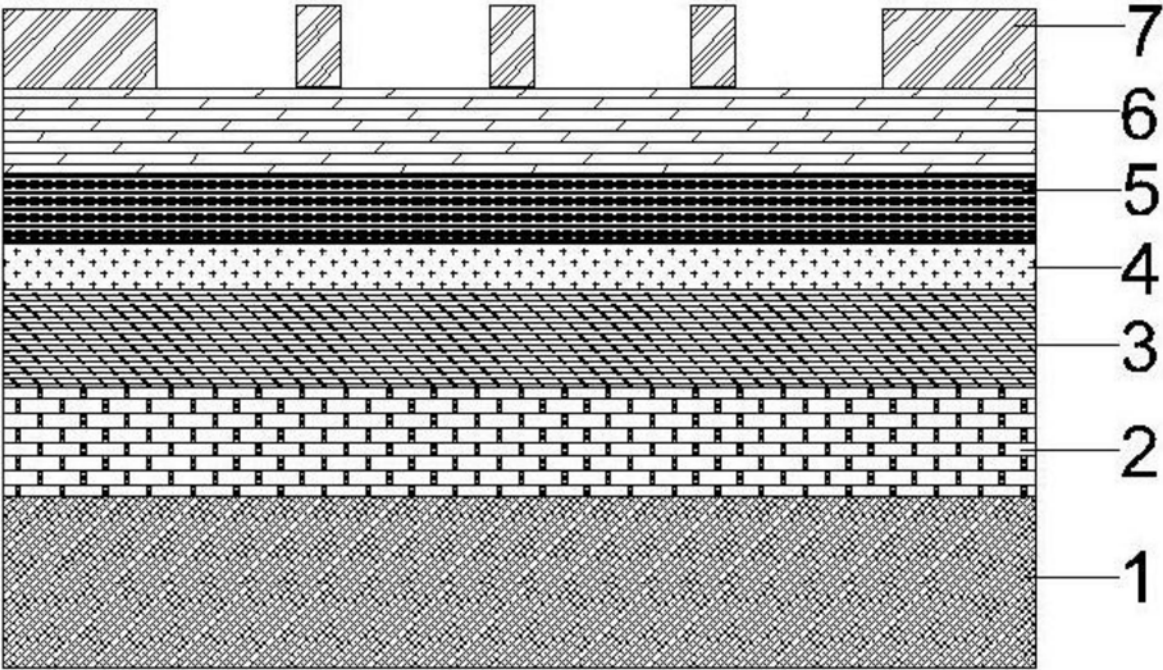


图3

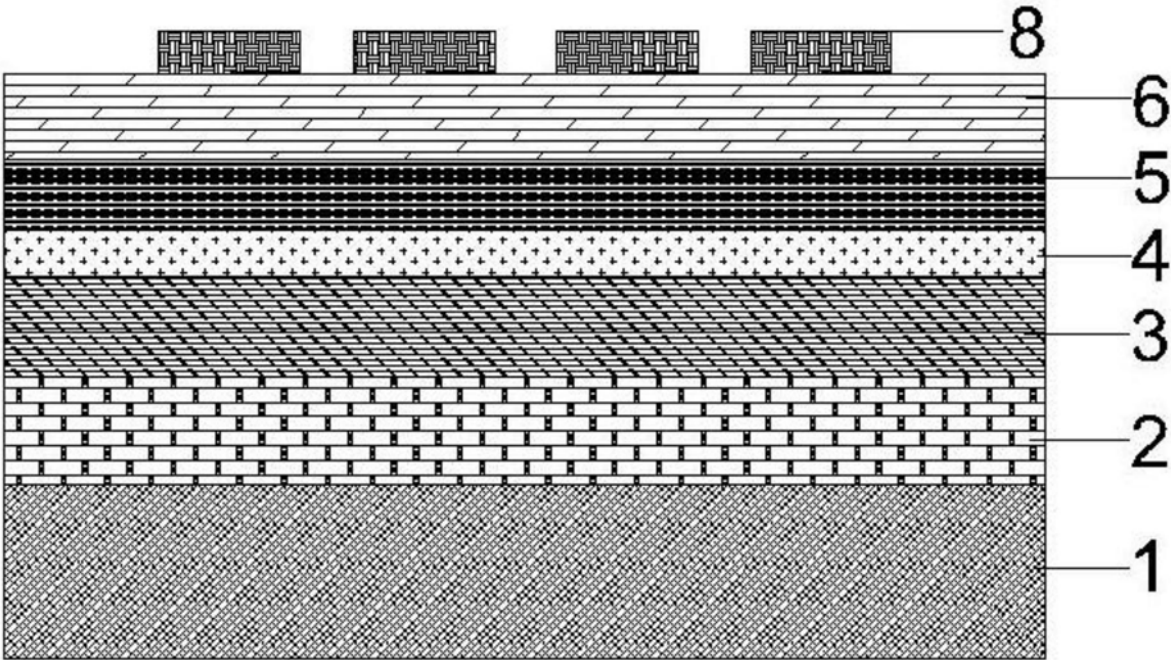


图4

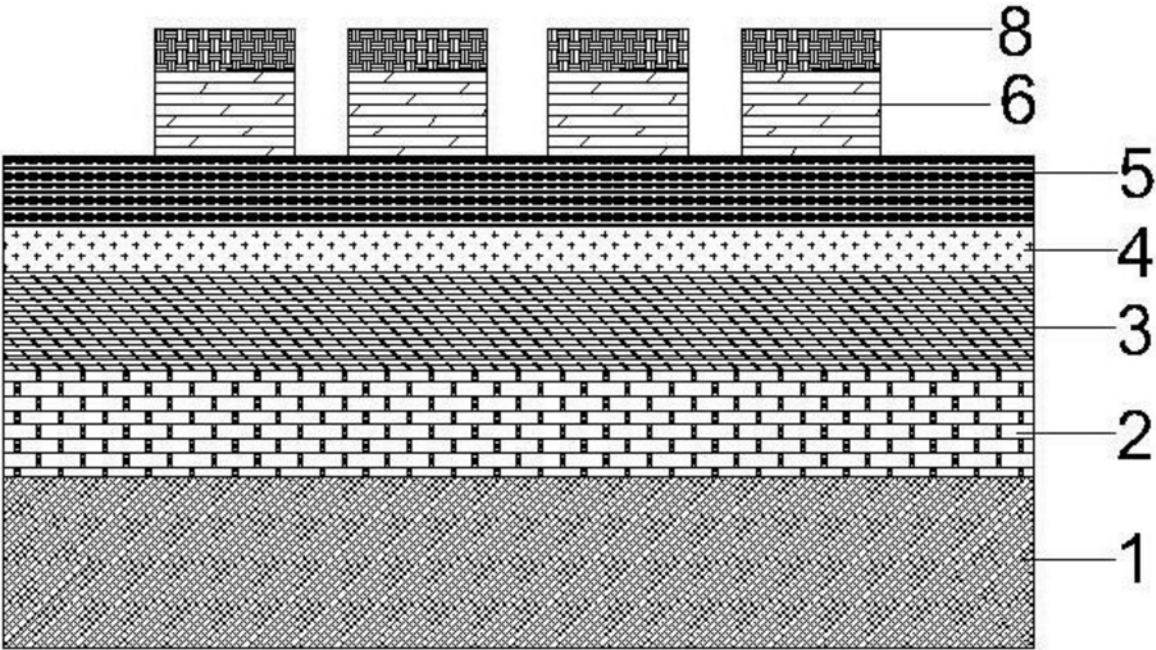


图5

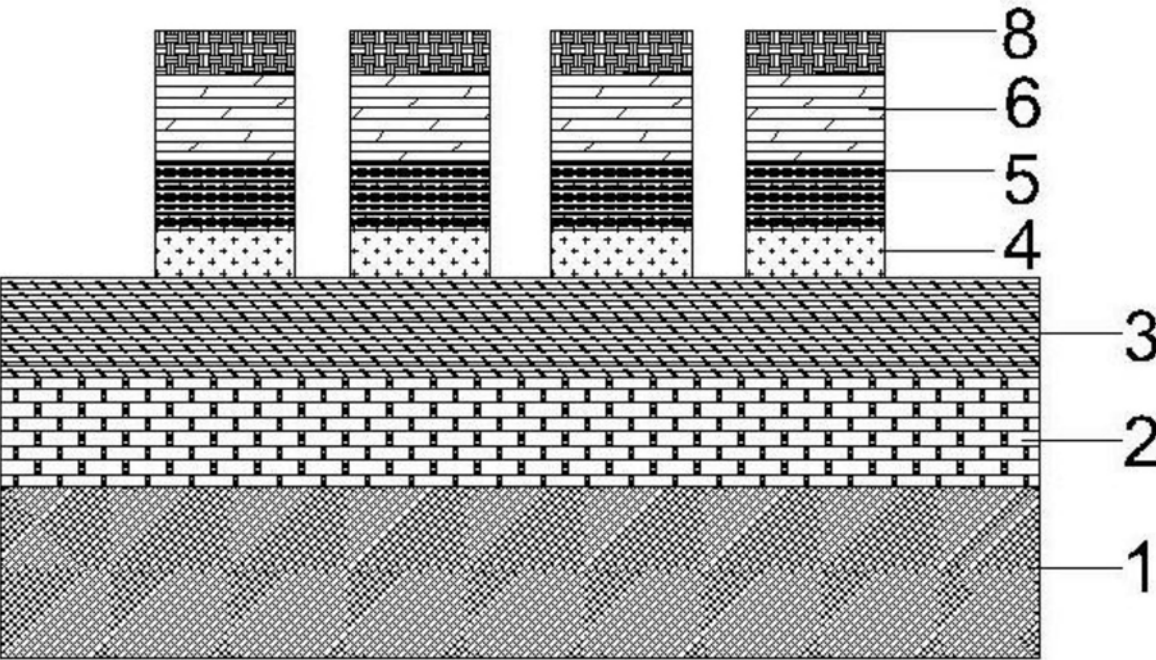


图6

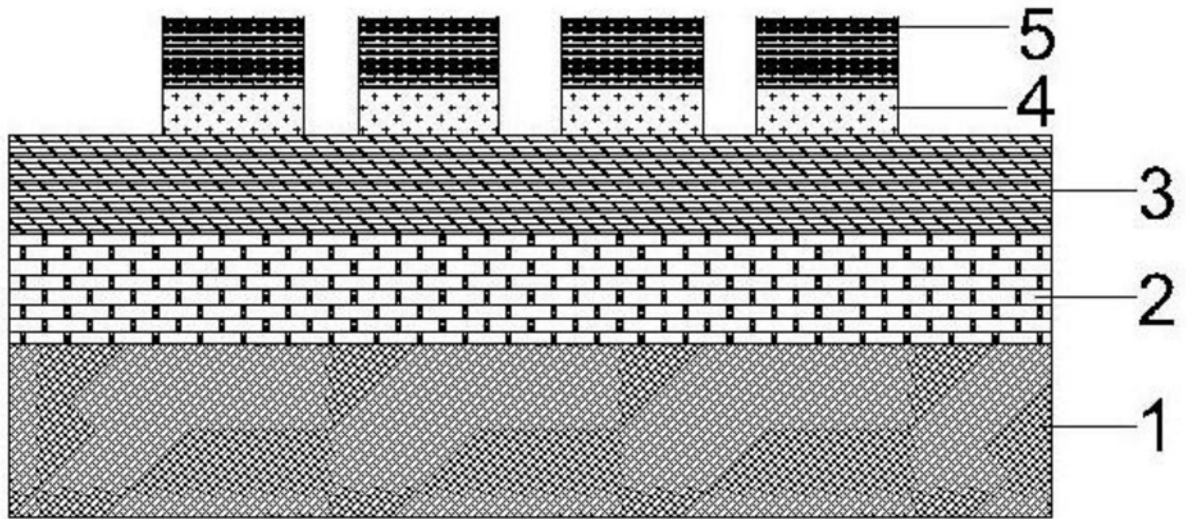


图7

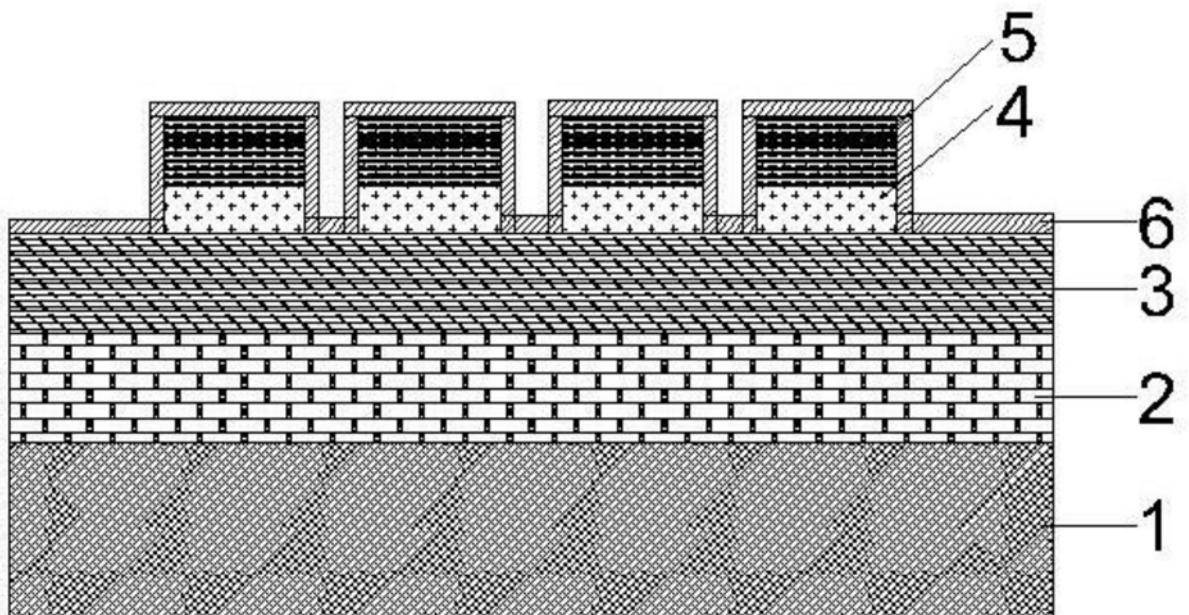


图8

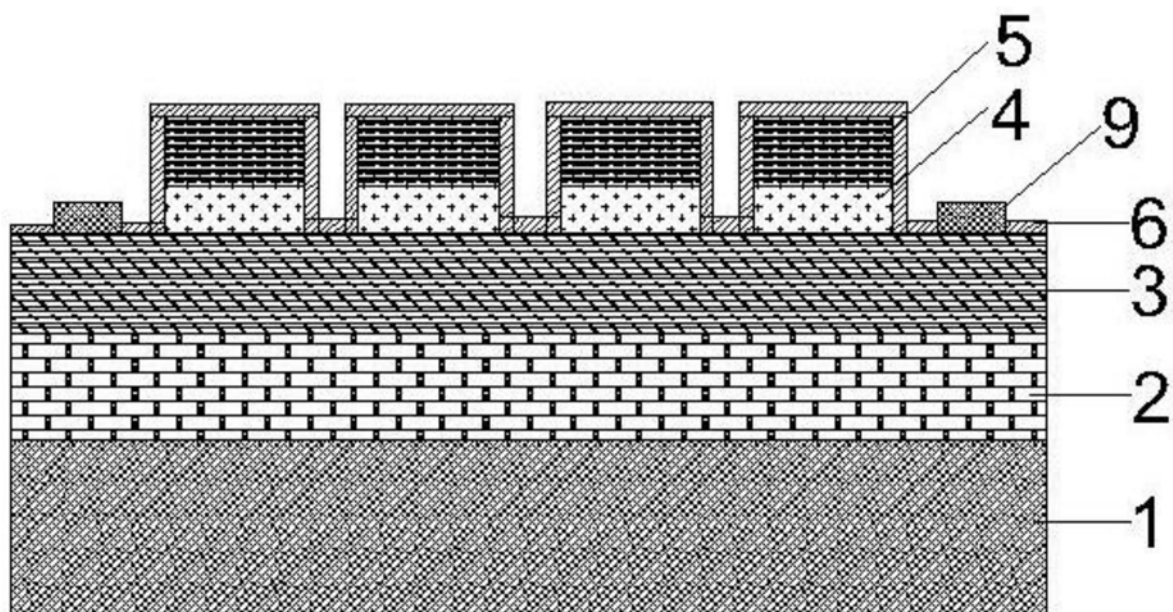


图9

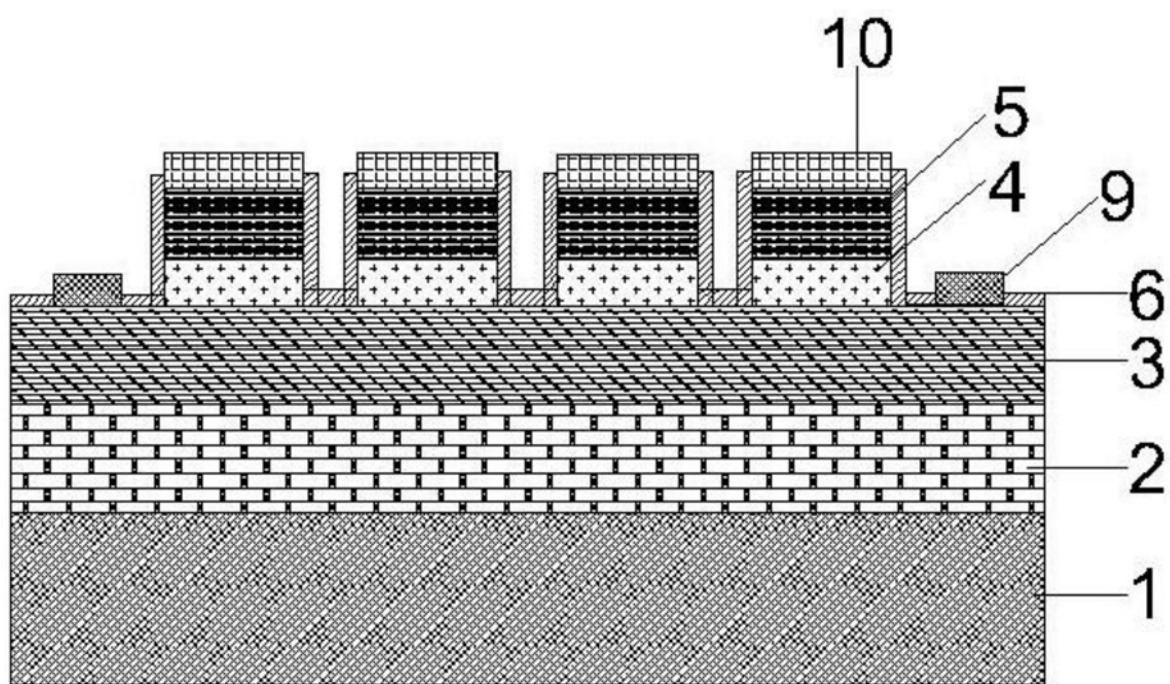


图10

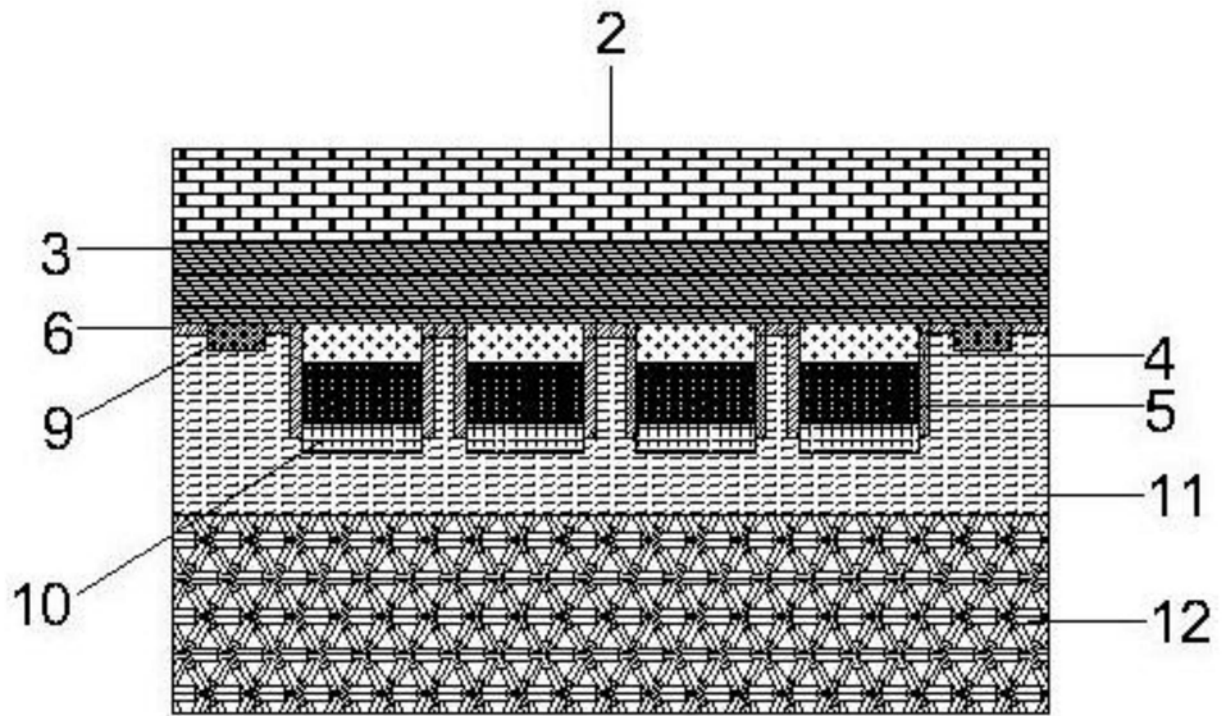


图11

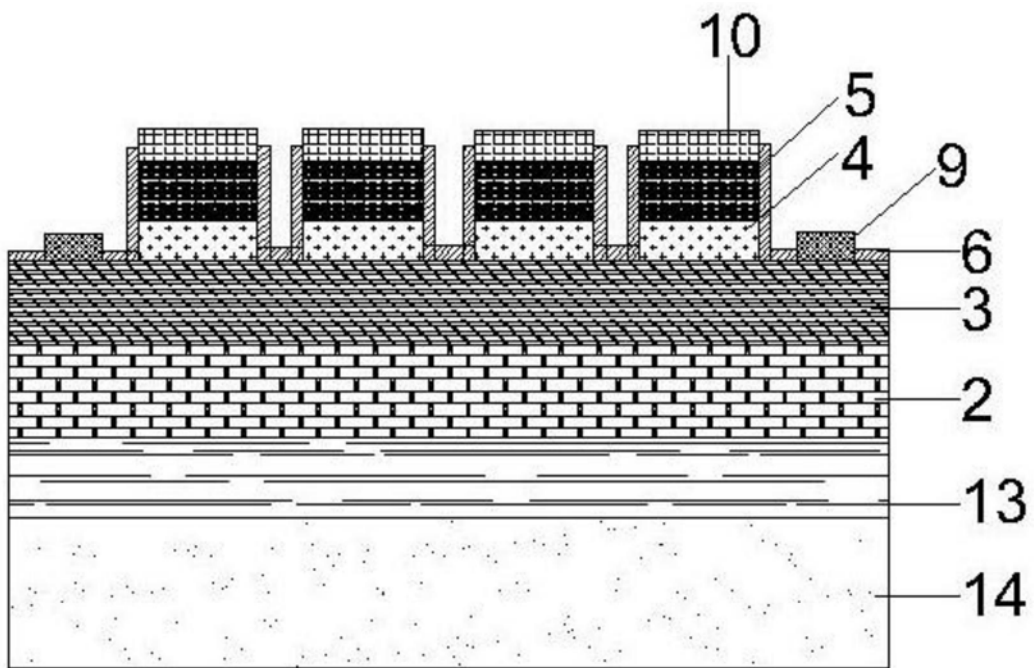


图12

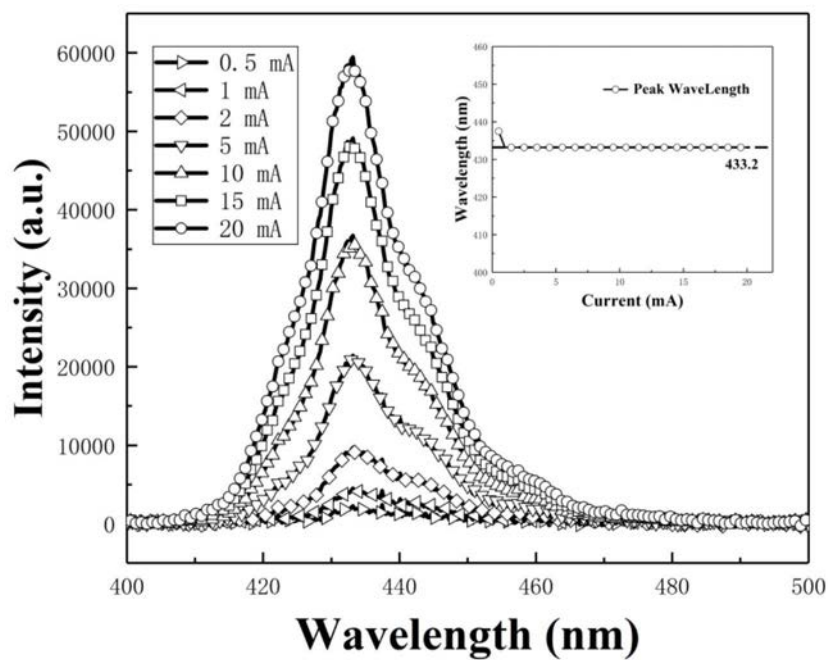


图13

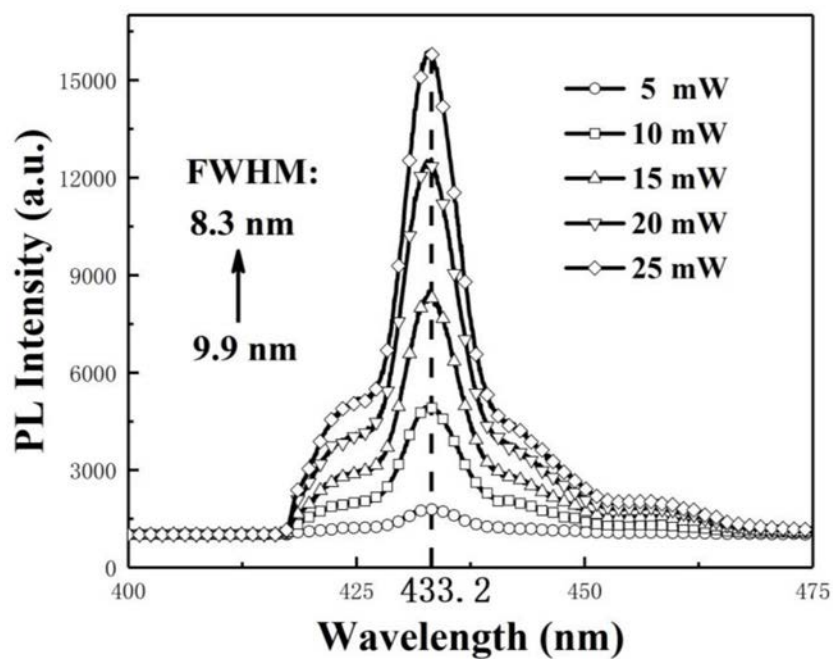


图14

专利名称(译)	用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件及其制备方法		
公开(公告)号	CN109841710A	公开(公告)日	2019-06-04
申请号	CN201910293737.X	申请日	2019-04-12
[标]申请(专利权)人(译)	南京大学		
申请(专利权)人(译)	南京大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京大学		
[标]发明人	刘斌 王琦 张荣 陶涛 许非凡 潘丹峰 谢自力 周玉刚 修向前 陈敦军		
发明人	刘斌 王琦 张荣 陶涛 许非凡 余俊驰 潘丹峰 谢自力 周玉刚 修向前 陈敦军		
IPC分类号	H01L33/00 H01L27/15		
代理人(译)	张佳妮		
其他公开文献	CN109841710B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件，将硅基GaN Micro-LED阵列器件的硅衬底层刻蚀掉，然后在硅衬底层的位置粘附上玻璃基板。并公开其制备方法。本发明的可用于透明显示的GaN Micro-LED阵列器件，首先在硅衬底上制备Micro-LED阵列器件，然后利用粘结键合和刻蚀技术将器件转移到玻璃基板上。本发明通过绝缘层使得Micro-LED阵列器件的漏电流更小，不易被氧化；使用硅衬底降低制备成本，更有利于走剥离衬底的路线；通过粘结键合、湿法腐蚀、等离子体刻蚀等方法，将GaN Micro-LED阵列器件从硅衬底转移到了玻璃基板上，实现了背面出光，可以用于透明显示。

