



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102263166 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 30

(21) 申请号 201110212296. X

(22) 申请日 2011. 07. 27

(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 黎大兵 孙晓娟 宋航 李志明
陈一仁 缪国庆 蒋红

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006. 01)

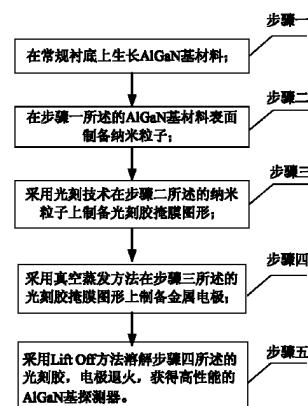
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法

(57) 摘要

采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，涉及半导体技术领域，它解决了现有制备 AlGaN 探测器的方法无法实现 AlGaN 基材料中存在高密度的位错的问题，本发明方法为：在常规衬底上生长 AlGaN 基材料；然后在所述的 AlGaN 基材料表面制备纳米粒子；采用光刻技术在纳米粒子上制备光刻胶掩膜图形；采用真空蒸发方法在光刻胶掩膜图形上制备金属电极；采用 Lift Off 技术溶解四所述的光刻胶，电极退火，获得高性能的 AlGaN 基探测器。本发明所述方法为提高 AlGaN 探测器效率提供了有效途径。本发明工艺简单，成本低廉。



1. 采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，其特征是，该方法由以下步骤实现：
步骤一、在常规衬底上生长 AlGaN 基材料；

步骤二、在步骤一所述的 AlGaN 基材料表面制备纳米粒子；

步骤三、采用光刻技术在步骤二所述的纳米粒子上制备光刻胶掩膜图形；

步骤四、采用真空蒸发方法在步骤三所述的光刻胶掩膜图形上制备金属电极；

步骤五、采用 Lift Off 方法溶解步骤四所述的光刻胶，电极退火，获得高性能的 AlGaN 基探测器。

2. 根据权利要求 1 所述的采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，其特征在于，
步骤一所述的常规衬底为蓝宝石或硅或碳化硅衬底；生长 AlGaN 基材料的生长方法为高温
MOCVD 的方法。

3. 根据权利要求 1 所述的采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，其特征在于，
步骤二所述的制备的纳米粒子种类为二氧化硅、氮化硅介电纳米粒子，制备纳米粒子的制
备方法为磁控溅射、阳极氧化铝模板或者真空蒸发的方法。

4. 根据权利要求 1 所述的采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，其特征在于，
步骤三所述的制备光刻胶掩膜图形所用的光刻胶为负型光刻胶或者具有反转特性的正型
光刻胶。

5. 根据权利要求 1 所述的采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，其特征在于，
步骤四制备金属电极的电极材料为 Ni/Au、Ni、Au、Pt、Ti/Al 或者 Ti/Al/Ni/Au。

6. 根据权利要求 1 所述的采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，其特征在于，
步骤五所述的采用 Lift Off 方法中所用的溶液为丙酮。

采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体技术领域，特别是指一种为获得高性能的 AlGaN 基紫外及深紫外探测器的方法。

背景技术

[0002] 三元合金 AlGaN 随 Al 组分的变化其禁带宽度在 $3.4 \sim 6.2\text{eV}$ 之间连续变化，对应波长范围为 $200 \sim 365\text{nm}$ ，是制作紫外及深紫外探测器的理想材料，此外，AlGaN 基材料具有相当高的迁移率，有陡峭的截止边和较高的量子效率，表面复合率低，化学稳定性强，使 AlGaN 基紫外及深紫外探测器具有广阔的应用前景。

[0003] 近年来，由于国内外的许多研究组都纷纷将研究重心转移到 AlGaN 基深紫外光电材料和器件的研究上，所以在 AlGaN 基紫外及深紫外探测器上取得了一定的突破和进展，实现了紫外及深紫外金属 - 半导体 - 金属探测器、肖特基结构探测器以及 P-I-N 结构的探测器。但是，到目前为止，AlGaN 基紫外及深紫外探测器的性能远低于人们的期待，影响其性能的主要因素是 AlGaN 基材料中高密度位错的存在。由于缺乏同质单晶衬底，一般在蓝宝石衬底上外延生长 AlGaN 材料，由于大的晶格失配和热失配，使得 AlGaN 中的位错密度往往都在 10^9 以上。研究已经证明，高位错密度的存在是导致 AlGaN 基材料肖特基接触反偏漏电流的主要原因。

[0004] 选择性外延的方法能够在一定程度上降低 AlGaN 基材料中的位错密度，因为外延层在掩膜层上的横向外延能够导致穿透位错的弯曲。但是，此方法制备仍然不能解决 AlGaN 中高位错密度的存在，其主要原因是窗口区域和横向外延的交接处依然存在高密度的位错。因此，在提高材料质量的基础上，如何抑制高密度位错对 AlGaN 基探测器性能的影响是提高 AlGaN 基探测器性能的有效途径。

[0005] 到目前为止，为了消除位错对 AlGaN 基探测器性能带来的不利影响，所采取的主要方法有热氧化法、利用导电原子力微区阳极氧化法以及在 AlGaN 基材料沉积钝化膜。但是，这些方法均存在一定的问题，如热氧化法会引进氧杂质，利用原子力微区阳极氧化法只能局部钝化位错，对大面积的 AlGaN 基材料显得无能为力。而在 AlGaN 基材料沉积钝化膜的方法，虽然在一定程度上抑制了位错对探测器漏电等性能的影响，但是会增加探测器的相应时间。

发明内容

[0006] 本发明为解决采用现有技术消除位错对 AlGaN 基探测器性能影响的过程中存在引进氧杂质或只能实现局部钝化位错的问题，提供一种采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法。

[0007] 采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，该方法由以下步骤实现：

[0008] 步骤一、在常规衬底上生长 AlGaN 基材料；

[0009] 步骤二、在步骤一所述的 AlGaN 基材料表面制备纳米粒子；

- [0010] 步骤三、采用光刻技术在步骤二所述的纳米粒子上制备光刻胶掩膜图形；
- [0011] 步骤四、采用真空蒸发方法在步骤三所述的光刻胶掩膜图形上制备金属电极；
- [0012] 步骤五、采用 Lift Off 方法溶解步骤四所述的光刻胶，电极退火，获得高性能的 AlGaN 基探测器。
- [0013] 本发明的有益效果：本发明在常规 AlGaN 基探测器制备方法的基础上，在 AlGaN 材料表面制备 SiO₂、SiN 等介电质纳米粒子，所述的纳米粒子能够有效的起到钝化 AlGaN 基材料位错密度，降低 AlGaN 基探测器漏电流，为提高 AlGaN 基探测器性能提供了有效途径。本发明制备方法简单，成本低廉。

附图说明

- [0014] 图 1 为本发明采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法流程图；
- [0015] 图 2 为本发明采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法中 AlGaN 探测器的结构示意图。

具体实施方式

[0016] 具体实施方式一、结合图 1 说明本实施方式，采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法，该方法由以下步骤实现：

- [0017] 步骤一、在常规衬底上生长 AlGaN 基材料；
- [0018] 步骤二、在步骤一所述的 AlGaN 基材料表面制备纳米粒子；
- [0019] 步骤三、采用光刻技术在步骤二所述的纳米粒子上制备光刻胶掩膜图形；
- [0020] 步骤四、采用真空蒸发方法在步骤三所述的光刻胶掩膜图形上制备金属电极；
- [0021] 步骤五、采用 Lift Off 技术溶解步骤四所述的光刻胶，电极退火，获得高性能的 AlGaN 基探测器。

[0022] 本实施方式中步骤一所述的常规衬底为蓝宝石、硅、碳化硅等常规衬底；生长 AlGaN 基材料的生长方法为金属有机化合物气相沉积法 (MOCVD)，尤其是高温 MOCVD 方法生长 AlGaN 基材料。

[0023] 本实施方式中步骤二所述的制备的纳米粒子种类为二氧化硅、氮化硅介电纳米粒子，所述纳米粒子的密度与位错密度接近，制备纳米粒子的制备方法为磁控溅射、阳极氧化铝模板、化学合成真空蒸发或者退火的等方法。

[0024] 本实施方式中步骤三所述的制备光刻胶掩膜图形所用的光刻胶为负型光刻胶或者具有反转特性的正型光刻胶。

[0025] 本实施方式中步骤四制备金属电极的电极材料为 Ni/Au、Ni、Au、Pt、Ti/Al 或者 Ti/Al/Ni/Au 等能够与 AlGaN 形成肖特基或欧姆型的金半接触的同种金属或者不同种类的金属。所述的制备电极的方法为电子束蒸发或者热蒸发。

[0026] 本实施方式中步骤五所述的采用 Lift Off 技术中所用的溶液为丙酮。所述电极退火的条件根据金属各类而定。对于 Ti/Al，则退火温度为 500–700 度，时间 30 秒–5 分钟；对于 Ni/Au 复合电极，退火条件温度为 400–600 度，时间为 3–15 分。

[0027] 具体实施方式二、结合图 1 至图 2 说明本实施方式，本实施方式为具体实施方式一所述的采用纳米粒子提高 AlGaN 基探测器性能的方法的实施例：

[0028] 采用纳米离子提高 AlGaN 金属 - 半导体 - 金属结构探测器性能进一步详细说明如下：

[0029] 一、生长 AlGaN 基材料，选择外延 AlGaN 材料的所需衬底 21，C 面蓝宝石衬底。采用 MOCVD 方法生长 AlGaN 材料的过程中，尤其高 Al 组分 AlGaN 材料的过程中，由于 Al 的迁移率较低，因此采用两步生长法，利用高温 MOCVD 技术生长 AlGaN 外延层 22；提高 Al 原子迁移率，提高材料质量。

[0030] 二、采用磁控溅射在 AlGaN 材料表面制备 SiO₂ 纳米粒子 23，纳米粒子的尺寸为 10-100 纳米，密度为 10⁸ 左右，纳米粒子随机分布，介质纳米粒子容易形成在位错的终端，尤其是螺位错的终端，所以，纳米粒子能够有效钝化位错引起的漏电流。纳米粒子的直径一般在几十纳米，其密度与位错密度相当最为适宜。

[0031] 三、采用光刻技术获得金属 - 半导体 - 金属探测器掩膜图形，具体为：采用光刻技术，在 SiO₂ 或者 SiN 纳米粒子 23 上制备叉指结构的光刻胶掩膜图形，叉指宽度为 2-15μm，叉指之间的距离为 2-15μm。

[0032] 四、通过真空蒸发制备金属电极，由于金属 - 半导体 - 金属结构探测器相当于两个背对背的肖特基探测器，因此此处电极材料均为可与 AlGaN 形成肖特基接触的材料，如 Ni，Au，Pt 等，一般可采用 Ni/Au 复合膜。

[0033] 采用电子束蒸发技术，在光刻胶掩膜图形上蒸发肖特基接触电极 Ni/Au 复合层，其厚度为 10-300 纳米，这样，光刻胶掩膜图形窗口的地方，带有 SiO₂ 纳米粒子的 AlGaN 外延层直接与 Ni/Au 接触，光刻胶掩护的地方，光刻胶与金属 Ni/Au 接触。

[0034] 五、采用 Lift Off 技术获得金属 - 半导体 - 金属探测器结构探测器，其中所用的溶液为丙酮，使得光刻胶与光刻胶上面覆盖的掩膜材料 Ni/Au 脱落，得到的叉指结构的金属 - 半导体 - 金属结构 AlGaN 探测器，其中叉指宽度为 2-15μm，叉指之间的距离为 2-15μm。

[0035] 六、采用快速退火炉，在氮气氛围下对 Ni/Au 肖特基接触电极退火，退火温度为 400-600 度，时间为 3-15 分钟；完成纳米粒子增强型金属 - 半导体 - 金属结构探测器制备。

[0036] 本发明所述的方法不限于上述实施例，所述方法也能够有效提高 AlGaN 肖特基结构、PN 结构以及 PIN 结构探测器的性能。本发明方法在传统制备 AlGaN 探测器的基础上，通过制备纳米粒子，能够有效钝化 AlGaN 材料中的高密度位错，提高 AlGaN 探测器的性能。

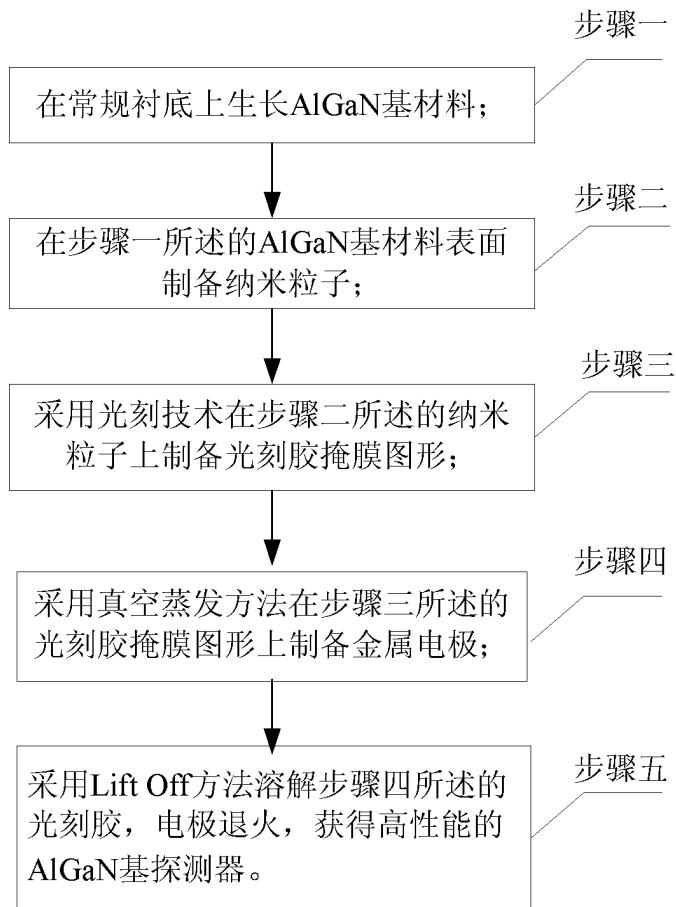


图 1

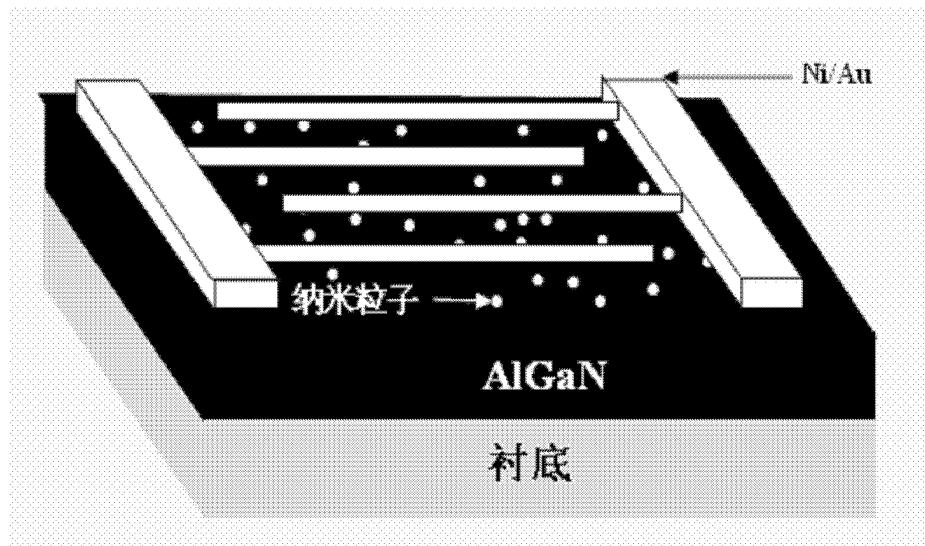


图 2