



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102142452 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 03

(21) 申请号 201010296040. 7

(22) 申请日 2010. 09. 29

(71) 申请人 苏州英诺迅科技有限公司

地址 215123 江苏省苏州市工业园区林泉街
399 号

(72) 发明人 高怀 张晓东 王晓彧 陈涛
薛川

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

代理人 范晴

(51) Int. Cl.

H01L 27/20(2006. 01)

H01L 41/08(2006. 01)

H03H 9/42(2006. 01)

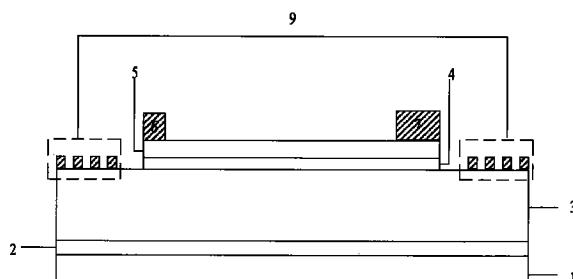
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运
延迟线

(57) 摘要

本发明公开了一种基于氮化镓材料的单异质
结声电荷输运延迟线，包括基片，其特征在于：所
述基片上设有氮化镓半绝缘型衬底，所述氮化镓
半绝缘型衬底上设有氮化镓铝势垒层，所述氮化
镓半绝缘型衬底两端有可以构成声表面波叉指换
能器的金属图案，所述氮化镓铝势垒层两端有电
极。氮化镓具有优异的压电性能，可以扩大氮化镓
ACT 的应用范围。蓝宝石上氮化镓材料具有较大
的声表面波速度，有利于高频应用。AlGaN/GaN 异
质结界面处的大能带带阶和强极化电荷可以产生
高面密度二维电子气。



1. 一种基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，包括基片，其特征在于：所述基片上设有氮化镓半绝缘型衬底，所述氮化镓半绝缘型衬底上设有氮化镓铝势垒层，所述氮化镓半绝缘型衬底两端有可以构成声表面波叉指换能器的金属图案，所述氮化镓铝势垒层两端有电极。

2. 根据权利要求 1 所述的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，其特征在于，所述基片与氮化镓半绝缘型衬底之间有第一缓冲层。

3. 根据权利要求 1 所述的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，其特征在于，所述氮化镓半绝缘型衬底与氮化镓铝势垒层之间有第二缓冲层。

4. 根据权利要求 1 所述的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，其特征在于，所述氮化镓半绝缘型衬底厚度需 $\geq 5 \lambda_{\text{saw}}$ ， λ_{saw} 为声表面波波长。

5. 根据权利要求 3 所述的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，其特征在于，所述氮化镓铝势垒层以及第二缓冲层的四边被刻蚀掉以形成 ACT 电荷输运沟道。

6. 根据权利要求 2 所述的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，其特征在于，所述第一缓冲层为氮化镓缓冲层或氮化铝缓冲层。

7. 根据权利要求 3 所述的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，其特征在于，所述第二缓冲层为氮化镓缓冲层。

8. 根据权利要求所述的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线，其特征在于，所述基片为蓝宝石基片。

一种基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种声电荷输运器件 (ACT, Acoustic Charge Transport), 尤其涉及一种基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线。

背景技术

[0002] ACT 器件是一种高频高速模拟信号处理器, 是把电荷耦合器件与声表面波器件结合起来的一种新型半导体器件, 可以直接应用于射频领域。它是一种完全可编程模拟信号处理器, 不需要 A/D 和 D/A 转换器, 具有信号处理速度快、可靠性高、功耗低、尺寸小、重量轻等优点。用 ACT 器件构成的横向滤波器、自适应滤波器和均衡器等已经广泛应用于军事防御、商业系统中。

[0003] 对于 ACT 器件来说, 材料的选取极其重要, 直接关系着 ACT 器件研究的成功与否。ACT 器件要求所选用的半导体材料既具有强压电性能以获得较高的声表面波电势场, 同时要求其具备高电子迁移率以获得高的转移效率。GaAs 材料具有压电特性和高电子迁移率, 符合 ACT 技术要求, 一直为 ACT 技术的理想材料。但是, GaAs 材料美中不足的是其压电性能较弱, 需要较大的功率才能产生足够大的声表面波电势场, 并且一般只应用于窄带 ACT 器件, 虽然利用压电薄膜技术可以得到带宽比较大的器件, 但是随着信号频率的不断提高, 声表面波叉指换能器指条间的距离越来越小, 工艺实现比较困难。这在一定程度上限制了 GaAs ACT 技术的发展。

发明内容

[0004] 本发明目的是 : 提供一种基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运器件。氮化镓单异质结结构符合 ACT 器件沟道要求, 氮化镓具有优良的压电性能及高声表面波速度, 可以扩大 ACT 技术的应用范围。

[0005] 本的技术方案是 : 一种基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线, 包括基片, 其特征在于 : 所述基片上设有氮化镓半绝缘型衬底, 所述氮化镓半绝缘型衬底上设有氮化镓铝势垒层, 所述氮化镓半绝缘型衬底两端有可以构成声表面波叉指换能器的金属图案, 所述氮化镓铝势垒层两端有电极。

[0006] 进一步的, 所述基片与氮化镓半绝缘型衬底之间有第一缓冲层。

[0007] 进一步的, 所述氮化镓半绝缘型衬底厚度需 $\geq 5 \lambda_{\text{saw}}$, λ_{saw} 为声表面波波长。

[0008] 进一步的, 所述氮化镓半绝缘型衬底与氮化镓铝势垒层之间有第二缓冲层。

[0009] 进一步的, 所述氮化镓铝势垒层以及第二缓冲层的四边被刻蚀掉以形成 ACT 电荷输运沟道。

[0010] 进一步的, 所述第一缓冲层为氮化镓缓冲层或氮化铝缓冲层。

[0011] 进一步的, 所述第二缓冲层为氮化镓缓冲层。

[0012] 进一步的, 所述基片为蓝宝石基片, 其中横轴为 E/E_v, 纵轴为 nm。

[0013] 工作原理 : 为了实现高的电荷输运效率, ACT 技术沟道必须满足以下 3 个条件 : 第一,

[0014] 为了确保高的输运效率,必须保证由叉指换能器激发的声表面波在传播过程中产生的行波电势场不会被半导体层中自由电荷所创建的电场屏蔽掉。第二,沟道要能够抑制邻近的导电层、势垒层或者半导体内的载流子逸入沟道内。第三,沟道能把信号电荷限制于沟道内,消除除沟道以外的其它的电流途径。

[0015] 为了避免半导体层中的自由电荷将声表面波形成的行波电势场屏蔽掉,通常可以采用刻蚀,质子注入或者外加偏置这三种办法。这三种办法各有优缺点,刻蚀容很易使表面凹凸不平,不利于高频应用;质子注入只能应用于薄外延层,并且采用质子注入的方法很容易破坏晶体结构,不利于声表面波的传播;采用外加偏压这种办法需要考虑半导体特点、掺杂等因素,较为复杂。本发明中所采用的氮化镓单异质结结构ACT,沟道很接近表面,远浅于传统隐埋层ACT沟道位置(大约半个波长)。鉴于此,本发明采用刻蚀的方法将氮化镓铝势垒层以及第二缓冲层的左右两端刻蚀掉,将声表面波叉指换能器直接制作于氮化镓半绝缘型衬底上,消除自由电荷对行波电势场屏蔽的影响。

[0016] 为了抑制邻近的导电层、势垒层或者半导体内的载流子逸入沟道内干扰束缚于电势阱内的信号电荷,有以下三种方法可以考虑:1、制作保护环。2、采用刻蚀的方法。3、对沟道外其它区域进行离子注入破坏晶格结构。制作保护环会引起RF反馈问题。由于刻蚀与离子注入方法都可以应用于异质结结构,本发明中,采用刻蚀的方法,将氮化镓铝势垒层以及第二缓冲层的上下两边(俯视)刻蚀掉,以形成ACT电荷输运沟道。

[0017] 传统的方法是采用简单的p-n-p结构来形成耗尽的p型半导体层将信号电荷抑制于沟道内。但是对于氮化镓而言,这个方法却不容易实现。因为对氮化镓进行p型掺杂比较困难,难以实现,因此,本发明中采用单异质结的方式。由于异质结界面处能带的不连续性,在异质结界面处形成三角型电势阱。产生的电势阱可以限制电荷在垂直方向上的扩散,将信号电荷限制于异质结界面附近的沟道内。

[0018] 本发明的优点是:

[0019] 1. 氮化镓具有优异的压电性能,可以扩大氮化镓ACT的应用范围。

[0020] 2. 蓝宝石上氮化镓材料具有较大的声表面波速度,有利于高频应用。

[0021] 3. AlGaN/GaN异质结界面处的大能带带阶和强极化电荷可以产生高面密度二维电子气。

附图说明

[0022] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述:

[0023] 图1为本发明的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线横截图。

[0024] 图2为本发明的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线俯视图。

[0025] 图3为本发明的基于氮化镓材料的单异质结声电荷输运延迟线的声表面波叉指换能器图。

[0026] 图4为本发明的基于氮化镓材料的单异质结界面导带图。

具体实施方式

[0027] 实施例:如图1、2、3所示:在蓝宝石基片1上外延氮化镓缓冲层2,氮化镓缓冲层2上外延氮化镓半绝缘型衬底3。氮化镓半绝缘型衬底3上外延缓冲层4,缓冲层4上外延

氮化镓铝势垒层 5。缓冲层 4 以及氮化镓铝势垒层 5 四边被刻蚀掉,形成了 ACT 电荷输运沟道结构 8。氮化镓铝势垒层 5 两端有输入 6 和输出 7 欧姆电极。在氮化镓半绝缘型衬底 3 上制作声表面波叉指换能器 9。其中,声表面波换能器 9 由电极 91 及指条 92 组成。氮化镓半绝缘型衬底厚度需 $\geq 5 \lambda_{\text{saw}}$, λ_{saw} 为声表面波波长。缓冲层 2 用以降低由蓝宝石与氮化镓晶格失配所引起的高缺陷密度,提高氮化镓材料质量。缓冲层 4 用以提高界面质量。基片材料还可以选择碳化硅,缓冲层 2 材料还可以选择氮化铝。缓冲层 4 材料为氮化镓。

[0028] 如图 4 所示,氮化镓铝势垒层 5 与氮化镓缓冲层 4 界面处形成异质结结构,由于能带的不连续性,在界面处形成三角型电势垒,三角型电势垒将二维电子气限制于沟道内,形成电荷输运沟道。氮化镓具有优异的压电性能,与砷化镓相比,只要较小的驱动功率就可以得到足够高的声表面波势场。因此,与砷化镓 ACT 技术相比,氮化镓 ACT 技术的应用范围更加广阔。蓝宝石上生长的氮化镓材料具有较大的声表面波速度,约为 5000m/s,较常用的压电材料大 20% 以上。声速高意味着在相同频率下具有较大的波长,从而在制作高频叉指换能器时工艺相对简单,容易实现。高声速使得氮化镓广泛的应用于高频器件。AlGaN/GaN 异质结界面处的大能带带阶和强极化电荷使二维电子气 (2DEG) 密度比砷化镓二维电子密度异质结提高一个数量级。高的二维电子气密度可以改进器件的性能。

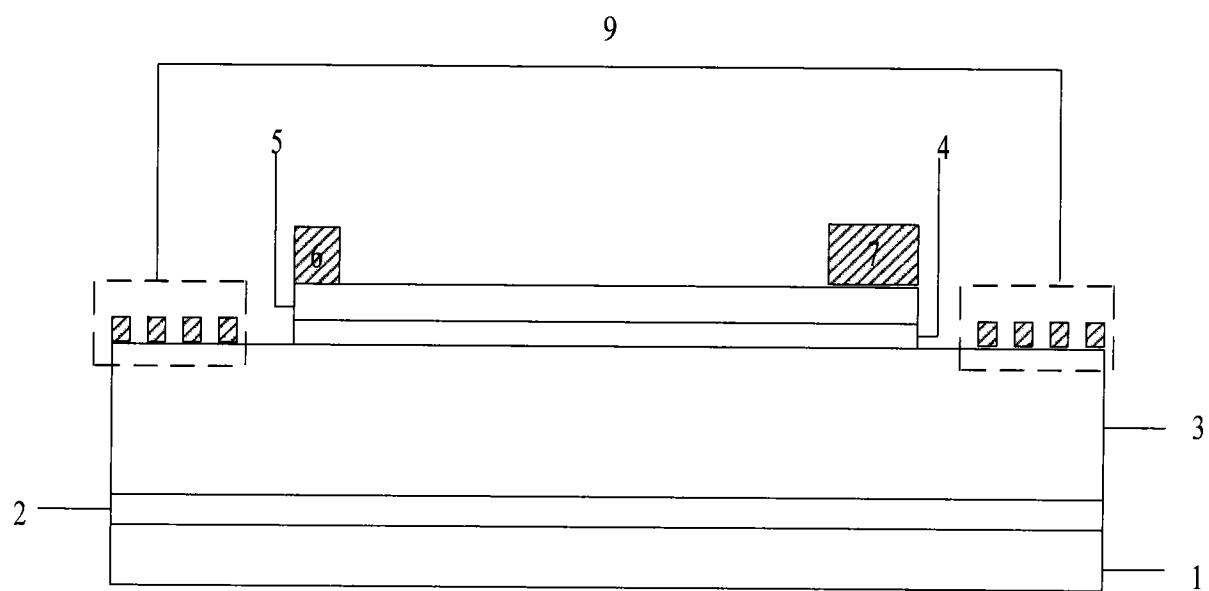


图 1

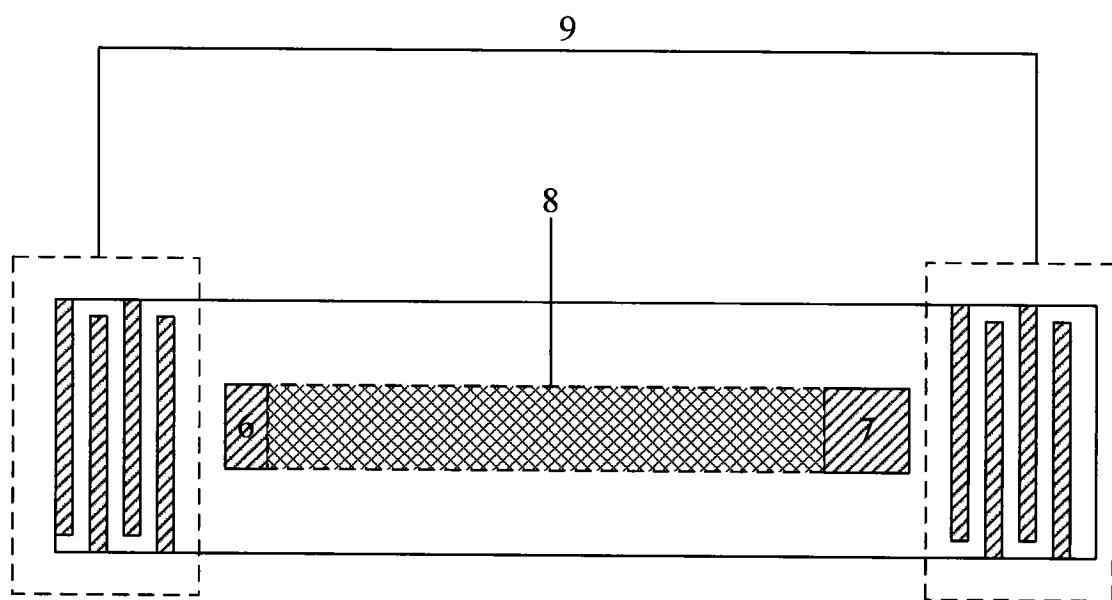


图 2

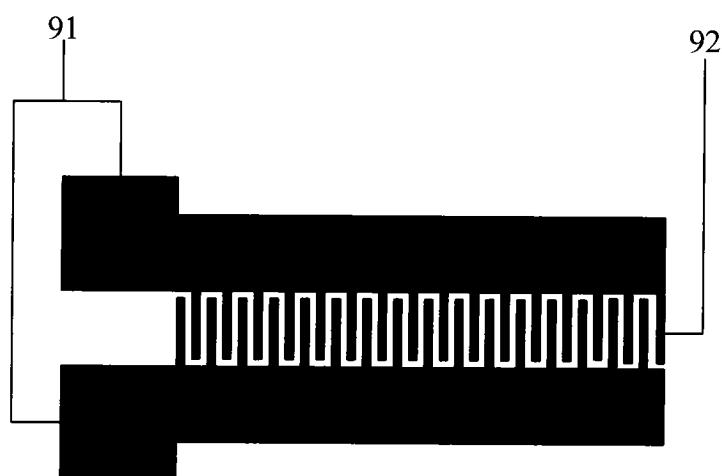


图 3

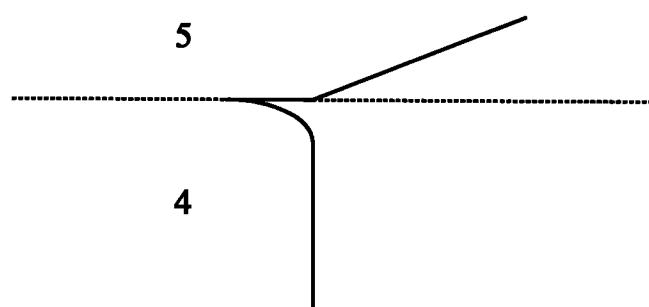


图 4