



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108231877 B

(45) 授权公告日 2022.05.24

(21) 申请号 201711287917.4

(22) 申请日 2017.12.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108231877 A

(43) 申请公布日 2018.06.29

(73) 专利权人 华南理工大学
地址 511458 广东省广州市南沙区环市大
道南路25号华工大广州产研院

(72) 发明人 李国强 刘智崑 陈丁波 万利军

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

专利代理师 陈文姬

(51) Int. Cl.

H01L 29/45 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101303978 A, 2008.11.12

CN 101908591 A, 2010.12.08

US 2015054031 A1, 2015.02.26

审查员 黄宝莹

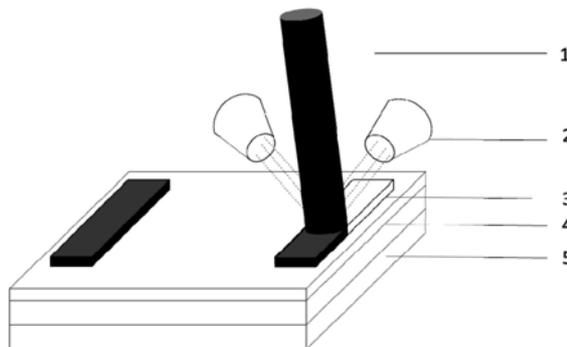
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法,在氮气氛围下,采用激光扫描含钛金属电极,通过激光引发含钛金属电极与氮气的化学反应,形成氮化钛欧姆接触;单位面积含钛金属电极的总化学反应时间小于0.01s。本发明所获得的欧姆接触的接触电阻小,反应时间短,而且GaN薄膜材料的电性能不受影响。本发明是一种快速的氮化镓器件欧姆接触制备方法,对于实现高性能的氮化镓电子器件同时提高生产效率有重要的意义。



1. 氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法,其特征在于,所述制备方法获得的欧姆接触的接触电阻小,反应时间短,不会对GaN薄膜的电性能产生影响,包括:

在氮气氛围下,采用连续波长为532nm、激光功率密度为 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \text{W/m}^2$ 和光束扫描速度为 $1 \sim 1000 \text{mm/s}$ 的激光扫描含钛金属电极,通过激光引发含钛金属电极与氮气的化学反应,形成氮化钛欧姆接触,激光扫过的含钛的金属层就化学反应转变成低接触电阻的氮化钛电极;单位面积含钛金属电极的总化学反应时间小于0.01s;其中所述含钛金属电极包括钛金属层和防氧化层,所述防氧化层为金层或铂层;

所述激光仅辐照于金属电极之上,而不会照射到GaN薄膜上;

GaN表面形成大量的空位提高载流子浓度。

2. 根据权利要求1所述的氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法,其特征在于,所述扫描为单次扫描。

3. 根据权利要求1所述的氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法,其特征在于,所述钛金属层的厚度为 $1 \text{nm} \sim 100 \text{nm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法,其特征在于,所述防氧化层的厚度为 $5 \text{nm} \sim 100 \text{nm}$ 。

氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,特别涉及氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法。

背景技术

[0002] 氮化镓(GaN)材料和硅(Si)相比,具有更大的禁带宽度。同时GaN异质结具有较高的电子迁移率和电子气密度。所以,目前GaN材料在高电子迁移率晶体管(HEMT)、LED、光探测等电子器件或光电子器件领域被广泛的应用。

[0003] 欧姆接触技术是实现高性能GaN器件的关键技术之一。欧姆接触制备的方法、材料的形貌与性能直接影响器件的总电导和总输出功率。理想的欧姆接触制备方法应该满足以下要求1.可忽略不计的接触电阻。2.制备过程不影响薄膜的电性能。同时快速的制备过程有利于大面积生产时生产效率的提高。

[0004] 以GaN HEMT为例,广泛采取的标准制备方法是快速高温退火。采用Ti/Al/Ni/Au多层金属结构,通过蒸发或者溅射的方式在半导体表面沉积金属,然后在快速退火炉用800℃-900℃的高温退火30s-180s,从而形成欧姆接触。采用该方法形成的GaN HEMT欧姆接触,接触电阻可以达到 $1\ \Omega\ \text{mm}$ 甚至更低。然而该方法仍有不足之处:GaN HEMT在退火后方阻上升。研究显示在高温800℃下退火会对AlGaIn/GaN异质结产生不可逆的损害,(K.Shiojima et.al.The Japanese Society of Applied Physics,Vol.43,pp.100-105,2004)。

[0005] 除了快速高温退火的方法,现已报道的GaN HEMT的欧姆接触的方法还有微波加热和激光激活掺杂离子的方法。

[0006] 微波加热方法通过金属电极和AlGaIn/GaN异质结吸收微波能量的机制从而实现高温退火。虽然采用该方法形成的GaN HEMT欧姆接触,接触电阻较低,但薄膜方阻在微波加热后仍有明显的上升。

[0007] 激光激活掺杂离子方法主要利用紫外激光脉冲辐照GaN材料从而激活注入GaN的Si离子的机制实现欧姆接触。和标准的快速高温退火相比,该方法不仅增加了Si离子注入和激光激活两个步骤,而且其间需要增加光刻、去胶等若干步骤,明显提高了总体工序的步骤数量。除此之外,紫外激光脉冲会对未注入Si离子的GaN材料产生损伤,从而对薄膜的方阻产生负面影响。

[0008] 综上所述,鉴于现有GaN器件欧姆接触制备方法仍存在不足之处从而降低了器件的性能,有必要发明一种方法,使得电极材料在形成欧姆接触后,不仅有较低的接触电阻,而且不会降低GaN薄膜的电性能。同时该方法步骤简单,所需要的制备时间也较短。

发明内容

[0009] 为了克服现有技术的上述缺点与不足,本发明的目的在于提供一种氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法,在极短的时间内就能实现性能良好的欧姆接触。

[0010] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0011] 氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法,在氮气氛围下,采用激光扫描含钛金属

电极,通过激光引发含钛金属电极与氮气的化学反应,形成氮化钛欧姆接触;单位面积含钛金属电极的总化学反应时间小于0.01s。

[0012] 所述激光功率密度为 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \text{W/m}^2$,光束扫描速度为 $1 \sim 1000 \text{mm/s}$ 。

[0013] 所述扫描为单次扫描。

[0014] 所述含钛金属电极包括钛金属层和防氧化层。

[0015] 所述钛金属层的厚度为 $1 \text{nm} \sim 100 \text{nm}$ 。

[0016] 所述防氧化层为金层或铂层。

[0017] 所述防氧化层的厚度为 $5 \text{nm} \sim 100 \text{nm}$ 。

[0018] 本发明的原理如下:

[0019] 首先本发明是一种高精度的选区制备方法,激光可聚焦到1微米甚至更小,仅辐照于金属电极之上,而不会照射到GaN薄膜上。因此,本发明不会对GaN薄膜的电性能产生影响。其次,本发明是一种可快速形成低接触电阻的方法。激光在极短的时间内导致局部的高温环境,一方面导致GaN表面形成大量的空位提高载流子浓度,另一方面引发了钛和氮气的化学反应,形成了低电阻的氮化钛层。在这个机制作用下,激光扫过的含钛的金属层就化学反应转变成低接触电阻的氮化钛电极。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下优点和有益效果:

[0021] 本发明的制备方法不会影响GaN薄膜的电性能,接触电阻较低,而且该方法步骤简单,所需要的制备时间也较短。本发明能够提升GaN电子器件和光电器件的总电导和总输出功率,对于实现高性能GaN器件及提升生产效率具有重要的意义。

附图说明

[0022] 图1为本发明的实施例的激光致化学反应前两个金属电极间的电流-电压测试曲线。

[0023] 图2为本发明的实施例的激光致化学反应形成欧姆接触的制备方法的示意图。

[0024] 图3为本发明的实施例的激光致化学反应后金属电极的表面的电子显微镜照片。

[0025] 图4为本发明的实施例的激光致化学反应后两个金属电极间的电流-电压测试曲线。

具体实施方式

[0026] 下面结合实施例,对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0027] 实施例

[0028] 本实施例的氮化镓电子器件的欧姆接触的制备方法如下:

[0029] (1) 采用光刻方法在GaN HEMT异质结材料上定义金属电极的结构形状;

[0030] (2) 金属电极材料的沉积,采用电子束蒸发的方法依次沉积 20nm 的Ti金属层, 20nm 的Au金属层;

[0031] (3) 将带有金属电极的器件样品放在丙酮中超声,形成金属电极。在这个步骤后两个金属电极间的电流-电压测试曲线如图1所示,电流值在 μA 级,曲线显示金属电极在激光致化学反应前为肖脱基接触。

[0032] (4) 激光致化学反应:如图2所示,将带有金属电极的器件样品(由下至上依次包括

衬底材料5、GaN HEMT异质结4、含钛金属电极3、氮气2、激光1)放在铜制作的样品台上,用连续的波长为532nm的激光对准金属电极引发化学反应,反应气体为氮气。激光的功率为3W,光束的直径为5 μ m,扫描速度为2mm/s,扫描通过次数为1次。在这种条件下,单位面积金属电极的总化学反应时间小于0.01s。图3是激光致化学反应后金属电极的表面的电子显微镜照片。可见激光的效应被限制在约5 μ m宽度的电极材料上,也就说不会对电极外GaN薄膜的方阻产生影响。两个金属电极间的电流-电压测试曲线如图4所示。电流值在mA级,曲线显示金属电极在激光致化学反应后为欧姆接触。通过TLM法测量计算后,其接触电阻小于1 Ω mm。

[0033] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制,如防氧化层还可以为铂层,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。

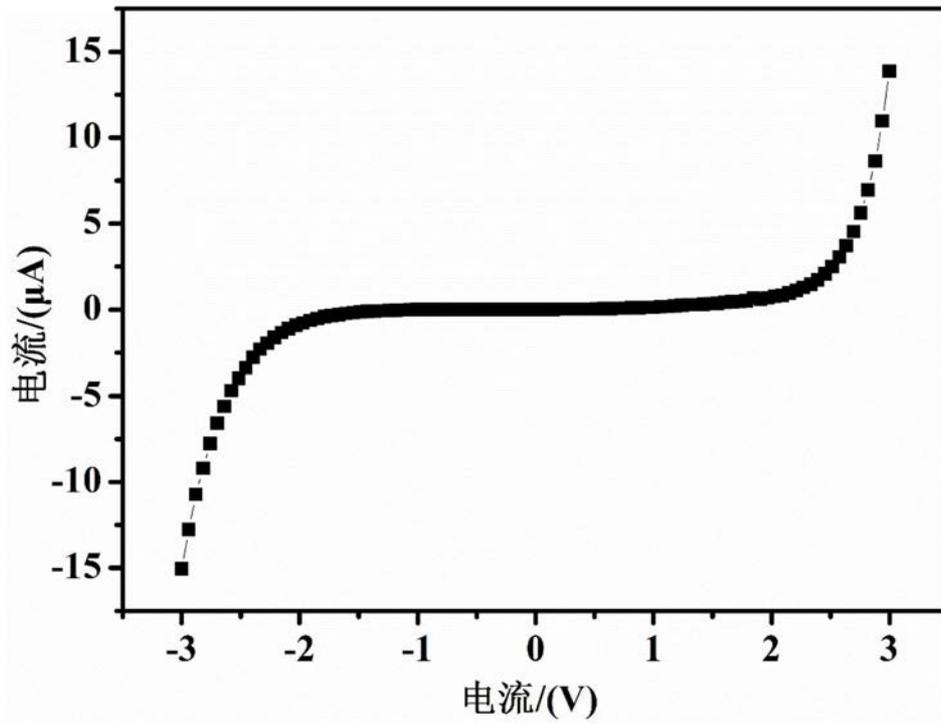


图1

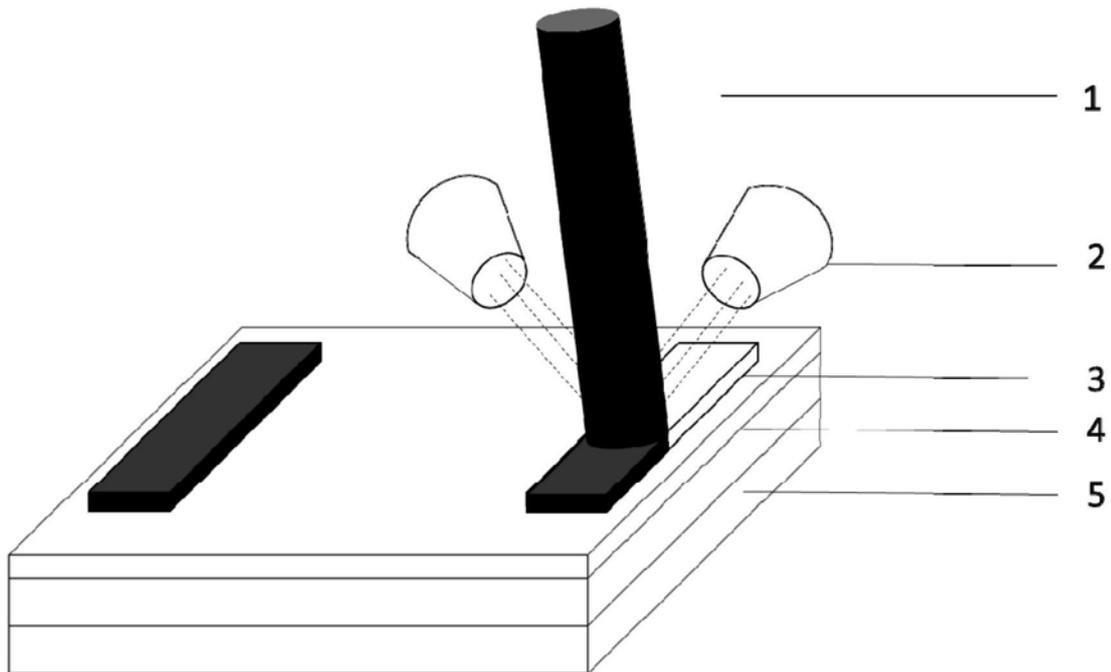


图2

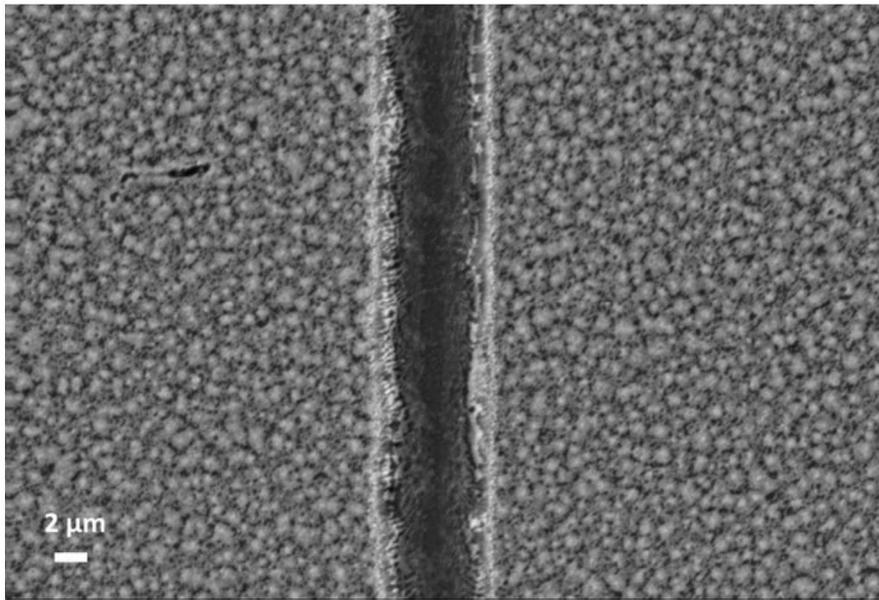


图3

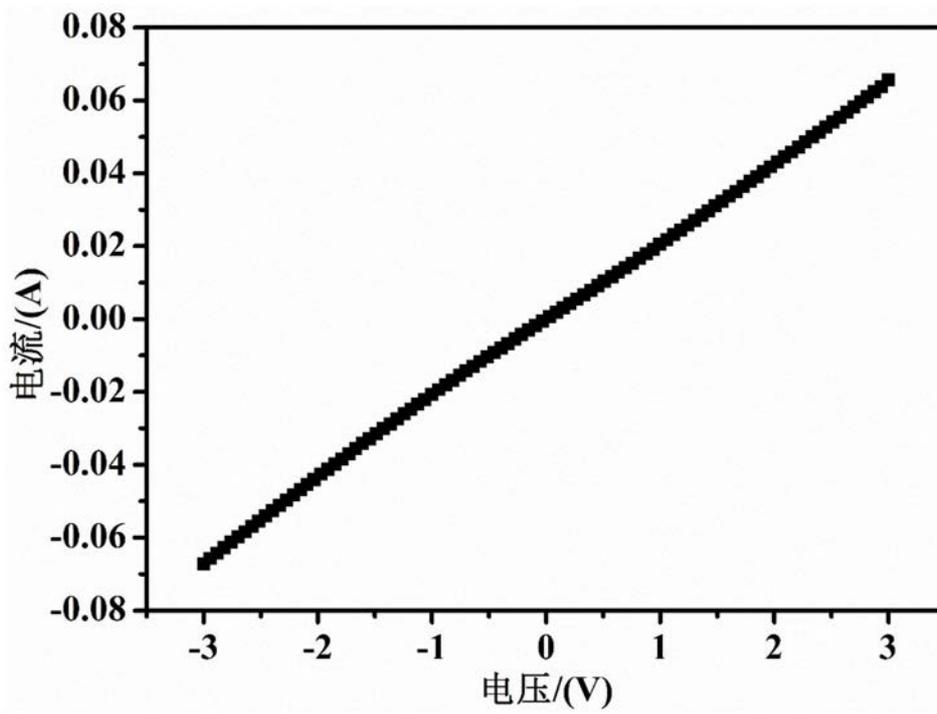


图4