



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115565856 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 03

(21) 申请号 202211376435.7

(22) 申请日 2022.11.04

(71) 申请人 南瑞联研半导体有限责任公司
地址 211100 江苏省南京市江宁区诚信大道19号

(72) 发明人 徐傲雪 田亮 仇坤 查祎英
王谦 史志扬

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224
专利代理师 董建林

(51) Int. Cl.
H01L 21/04 (2006.01)
H01L 29/16 (2006.01)
H01L 29/40 (2006.01)
H01L 29/45 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称
一种SiC功率器件欧姆接触、制备方法及应用

(57) 摘要
本发明公开了一种SiC功率器件欧姆接触、制备方法及应用,包括对4H-SiC衬底背面进行预处理,包括刻蚀以及去水汽的过程;在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料;最后在3C-SiC晶体表面淀积金属层,制得欧姆接触。该方法简化欧姆接触的制造工艺,降低比接触电阻和功率损耗,提高了SiC功率器件的可靠性。



1. 一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:
对4H-SiC衬底背面进行预处理,包括刻蚀以及去水汽的过程;
在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料;
在3C-SiC晶体表面淀积金属层,制得欧姆接触。
2. 根据权利要求1所述的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,其特征在于,所述刻蚀包括使用氢氟酸和/或盐酸处理碳化硅衬底背面,然后去除衬底背面的水汽。
3. 根据权利要求1所述的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,其特征在于,在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料,包括如下步骤:
0°C~100°C温度下,将 $5 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ Al离子注入到4H-SiC衬底的背面;
采用碳膜溅射设备在注入离子后4H-SiC衬底背面溅射出10nm~30nm厚度的碳膜;
在1700°C~1900°C的温度条件下,对衬底背面溅射出碳膜的4H-SiC衬底进行3~10min的激活退火处理,制得3C-SiC晶体材料;
氧化去除4H-SiC衬底背面溅射的碳膜;
将去除碳膜后的4H-SiC衬底背面放入高温炉中进行热氧化500~800A,之后在 Cl_2 -Ar气体的RIE刻蚀系统进行刻蚀。
4. 根据权利要求1所述的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,其特征在于,在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料,包括如下步骤:
选用甲硅烷或丙烷或乙烯作为外延前体,选用氢气和/或氩气作为载流气体提前通入,载流气体的流量为300-600sccm;
在化学气相沉积系统中,外延前体在预处理后的4H-SiC衬底背面淀积厚度为2-5 μm 的3C-SiC晶体结构。
5. 根据权利要求4所述的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,其特征在于,所述化学气相沉积系统中沉积压强800Pa-1400Pa,所述3C-SiC晶体结构生长温度为1500-1650°C,生长速度为3-15 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。
6. 根据权利要求1所述的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,其特征在于,在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料,包括如下步骤:
连接预处理后的4H-SiC衬底和3C-SiC晶圆所需键合的面;
在Ar气氛中1600°C-1900°C的温度下进行激活退火,对接触面进行键合;
将3C-SiC晶圆未键合的一面放入高温炉中进行热氧化500A-800A,之后在 Cl_2 -Ar气体的RIE刻蚀系统进行刻蚀。
7. 根据权利要求1所述的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,其特征在于,所述金属层为Ni, Ti, W, Al, Ta, TaC, TiN, TiW, NiSi₂, CoSi₂中的任意一种或几种。
8. 一种SiC功率器件欧姆接触,其特征在于,所述SiC功率器件欧姆接触通过权利要求1-7任意一项制备方法制备而成。
9. 根据权利要求8所述的一种SiC功率器件欧姆接触,其特征在于,应用在肖特基势垒二极管,金属氧化物场效应晶体管, MOS控制晶闸管、电子注入增强栅晶体管、超大功率晶闸管或绝缘栅双极型晶体管。

一种SiC功率器件欧姆接触、制备方法及应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种SiC功率器件欧姆接触、制备方法及应用,属于半导体功率器件技术领域。

背景技术

[0002] 硅器件是科技发展过程中重要的电子器件,由于硅器件很难在高温、高频、大功率、强辐射的环境下应用,因此迫切需要能应用在航空航天、石油勘探、核能、通信等高温辐射的恶劣环境下工作的电子器件,寻求新一代半导体材料成为该领域研究的热点之一。

[0003] 碳化硅以其良好的物理和电学性能成为继硅、锗、砷化镓之后的第三代半导体材料。自1991年首次报道出商用碳化硅的衬底和外延材料,随后制造碳化硅器件的工艺取得了重大进展。但是碳化硅器件一些关键的制造工艺问题仍需解决和改进,其中欧姆接触一直是碳化硅器件制备的重点和难点,比接触电阻的高低决定着器件性能的高低,而比接触电阻的影响因素众多,譬如晶圆表面载流子浓度、金属的种类及厚度,晶圆表面的预处理、金属高温退火条件等。现有技术碳化硅功率器件制备欧姆接触,主要是通过多种金属合金化退火形成的欧姆接触,存在有工艺参数相差大,可重复性差,反应机理复杂且不可控的技术问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中的不足,提供一种SiC功率器件欧姆接触、制备方法及应用,简化欧姆接触的制造工艺,降低金属退火工艺的复杂性,以及降低比接触电阻和功率损耗,提高SiC功率器件的可靠性。

[0005] 为达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

本发明提供一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法,包括如下步骤:

对4H-SiC衬底背面进行预处理,包括刻蚀以及去水汽的过程;

在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料;

在3C-SiC晶体表面淀积金属层,制得欧姆接触。

[0006] 进一步的,所述刻蚀包括使用氢氟酸和/或盐酸处理碳化硅衬底背面,去除衬底背面的氧化层、有机物、颗粒沾污,然后去除衬底背面的水汽。

[0007] 进一步的,在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料,包括如下步骤:

0°C~100°C温度下,将 $5 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ Al离子注入到4H-SiC衬底的背面;

采用碳膜溅射设备在注入离子后4H-SiC衬底背面溅射出10nm~30nm厚度的碳膜;

在1700°C~1900°C的温度条件下,对衬底背面溅射出碳膜的4H-SiC衬底进行3~10min的激活退火处理,制得3C-SiC晶体材料;

氧化去除4H-SiC衬底背面溅射的碳膜;

将去除碳膜后的4H-SiC衬底背面放入高温炉中进行热氧化500~800A,之后在 Cl_2 -

Ar气体的RIE刻蚀系统进行刻蚀。

[0008] 进一步的,在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料,包括如下步骤:

选用甲硅烷或丙烷或乙烯作为外延前体,选用氢气和/或氩气作为载流气体提前通入,载流气体的流量为300-600sccm;

在化学气相沉积系统中,外延前体在预处理后的4H-SiC衬底背面淀积厚度为2-5 μ m的3C-SiC晶体结构。

[0009] 进一步的,所述化学气相沉积系统中沉积压强800Pa-1400Pa,所述3C-SiC晶体结构生长温度为1500-1650 $^{\circ}$ C,生长速度为3-15 μ m/h。

[0010] 进一步的,在预处理后的4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料,包括如下步骤:

连接预处理后的4H-SiC衬底和3C-SiC晶圆所需键合的面;

在Ar气氛中1600 $^{\circ}$ C-1900 $^{\circ}$ C的温度下进行激活退火,对接触面进行键合;

将3C-SiC晶圆未键合的一面放入高温炉中进行热氧化500A-800A,之后在Cl₂-Ar气体的RIE刻蚀系统进行刻蚀。

[0011] 进一步的,所述金属层为Ni,Ti,W,Al,Ta,TaC,TiN,TiW,NiSi₂,CoSi₂中的任意一种或几种。

[0012] 第二方面,本发明一种SiC功率器件欧姆接触,所述SiC功率器件欧姆接触通过上述任意一项制备方法制备而成。

[0013] 进一步的,本发明一种SiC功率器件欧姆接触,能够应用在肖特基势垒二极管,金属氧化物场效应晶体管,MOS控制晶闸管、电子注入增强栅晶体管、超大功率晶闸管或绝缘栅双极型晶体管。

[0014] 与现有技术相比,本发明所达到的有益效果:

本发明提供了一种SiC功率器件欧姆接触、制备方法及应用,有效简化了功率器件背面欧姆接触的制造工艺,得到的接触电阻率能达到 $10e^{-6}\Omega \cdot cm^2$ 量级,有效降低比接触电阻和功率损耗;

本发明通过采用离子注入或生长外延或键合晶圆的方式在4H-SiC衬底背面形成3C-SiC材料,不需高温退火工艺,继续在预处理后的碳化硅衬底背面淀积金属即可形成欧姆接触。

附图说明

- [0015] 图1是本发明实施例一提供的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法流程图;
图2是本发明实施例二提供的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法流程图;
图3是本发明实施例三提供的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法流程图;
图4是本发明实施例提供的离子注入方法示意图;
图5是本发明实施例提供的生长外延方法示意图;
图6是本发明实施例提供的键合晶圆方法示意图。

具体实施方式

[0016] 以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0017] 本发明提供一种SiC功率器件欧姆接触及制备方法,适用于SiC结势垒肖特基二极管和SiC MOSFET的背面欧姆接触,以及其他类似于SiC器件的背面欧姆接触的制备,包括金属氧化物场效应晶体管,MOS控制晶闸管、电子注入增强栅晶体管、超大功率晶闸管、绝缘栅双极型晶体管等。

[0018] 本发明提供一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法流程图,主要包括对4H-SiC衬底背面进行处理,刻蚀以及去水汽等过程,接着在4H-SiC衬底背面制备出3C-SiC晶体结构的材料,最后再对预处理后的碳化硅衬底背面进行淀积金属层形成欧姆接触。

[0019] 其中,沉积的金属层为Ni,Ti,W,Al,Ta,TaC,TiN,TiW,NiSi₂,CoSi₂中的任意一种或几种。

[0020] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0021] 实施例一

如图1所示为本实施例提供的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法流程图,具体包括如下步骤:

步骤1:对4H-SiC衬底背面进行氢氟酸刻蚀处理,去除4H-SiC衬底背面的氧化层、有机物、颗粒沾污,然后在高温N₂气氛中去除衬底背面的水汽。

[0022] 步骤2:采用离子注入的方法制备出3C-SiC晶体结构的材料,如图4所示,具体步骤如下:

a. 离子注入条件为0℃~100℃温度下,将 $5 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ Al离子注入到4H-SiC衬底背面中;

b. 采用碳膜溅射设备在衬底1制备出10nm~30nm厚度的碳膜;

c. 采用高温激活退火设备在1700℃~1900℃的条件下,进行3~10min的高温激活退火工艺,得到了3C-SiC晶体材料;

d. 背面溅射的碳膜通过氧气等离子体氧化去除;

e. 将在预处理后的碳化硅衬底背面放入高温炉中进行热氧化500~800A,之后在Cl₂-Ar气体的RIE刻蚀系统进行刻蚀去掉该氧化层。

[0023] 步骤3:淀积Ni/Si金属层,先后淀积厚度为10~50nm、40~80nm的Ni、Si作为接触金属电极。

[0024] 实施例二

如图2所示为本实施例提供的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法流程图,具体包括如下步骤:

步骤1:对4H-SiC衬底背面进行氢氟酸刻蚀处理,将衬底背面的氧化层、有机物、颗粒沾污去除,最后在高温N₂气氛中去除衬底背面的水汽。

[0025] 步骤2:采用生长外延的方法,如图5所示,具体步骤如下:

a. 选用甲硅烷、丙烷、乙烯任意一种或多种作为外延前体,选用氢气或氩气作为载流气体。载流气体的流量为300-600sccm,载流气体和外延前体在沉积之前要提前5分钟通入,选用4H-SiC衬底;

b. 在化学气相沉积系统中沉积压强800Pa-1400Pa,在4H-SiC衬底背面淀积3C-SiC薄膜,沉积厚度约为2-5 μm ,3C-SiC生长温度及生长速度约为1500-1650 $^{\circ}\text{C}$ 及3-15 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

[0026] 步骤3:淀积Ni/Si金属层,先后淀积厚度为10~50nm的Ni、40~80nm的Si作为接触金属电极,形成欧姆接触。

[0027] 实施例三

如图3所示为本实施例提供的一种SiC功率器件欧姆接触的制备方法流程图,具体包括如下步骤:

步骤1:对4H-SiC衬底背面进行氢氟酸刻蚀处理,将衬底背面的氧化层、有机物、颗粒沾污去除,最后在高温 N_2 气氛中去除衬底背面的水汽。

[0028] 步骤2:采用键合晶圆的方式,如图6所示,具体步骤如下:

a. 将4H-SiC衬底和3C-SiC晶圆所需键合的面连接;

b. 在Ar气氛中1600-1900 $^{\circ}\text{C}$ 的高温下进行激活退火10-60min得到了键合后的复合衬底;

c. 将3C-SiC晶圆未键合的一面放入高温炉中进行热氧化500-800A得到了氧化后的复合衬底,之后在 Cl_2 -Ar气体的RIE刻蚀系统进行刻蚀。

[0029] 步骤3:淀积Ni/Si金属层,先后淀积厚度为10~50nm、40~80nm的Ni、Si作为接触金属电极。

[0030] 本发明还提供一种SiC功率器件欧姆接触,所述SiC功率器件欧姆接触通过上述任一项制备方法制备而成。

[0031] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。



图1



图2



图3

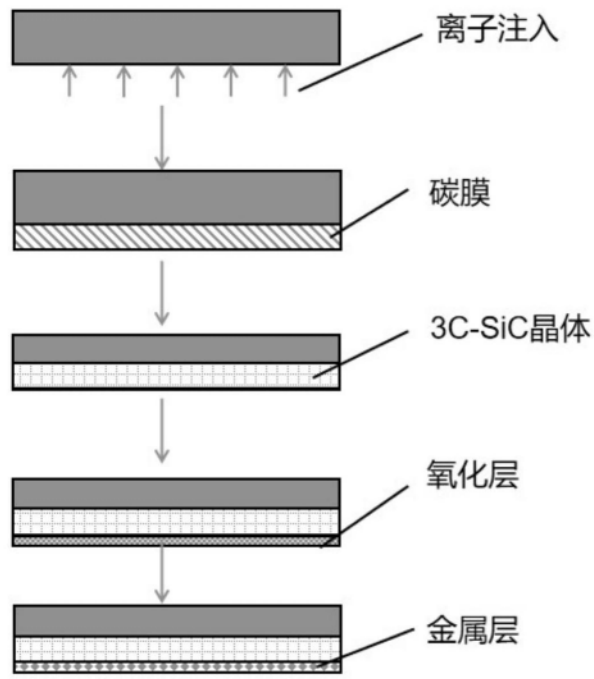


图4

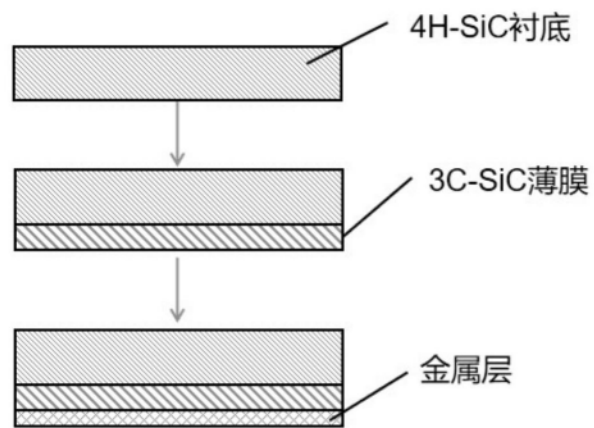


图5

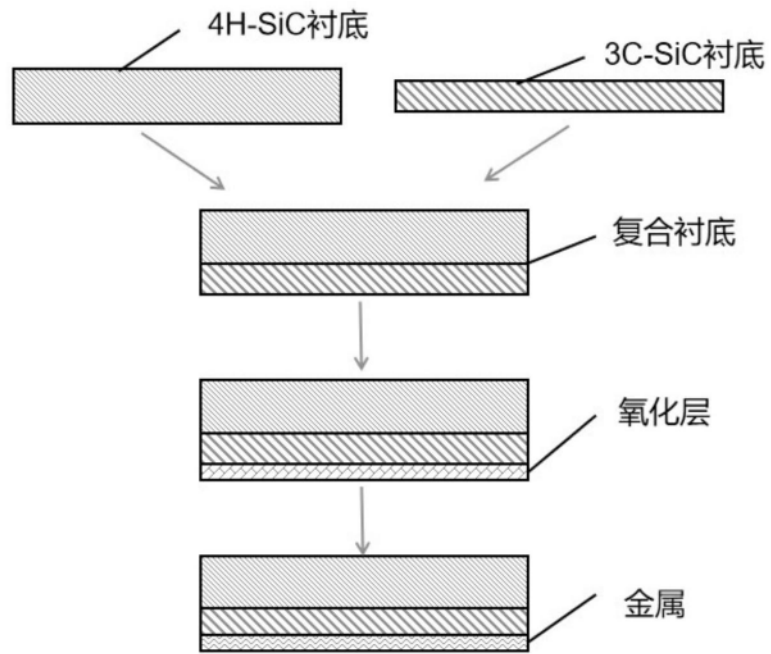


图6