



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102403209 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201110353371. 4

(22) 申请日 2011. 11. 10

(71) 申请人 上海大学

地址 200444 上海市宝山区上大路 99 号

(72) 发明人 王林军 庄晓凤 曾庆锴 潘潇雨

黄健 唐可 张继军 夏义本

(74) 专利代理机构 上海上大专利事务所(普通合伙) 31205

代理人 顾勇华

(51) Int. Cl.

H01L 21/28(2006. 01)

H01L 21/336(2006. 01)

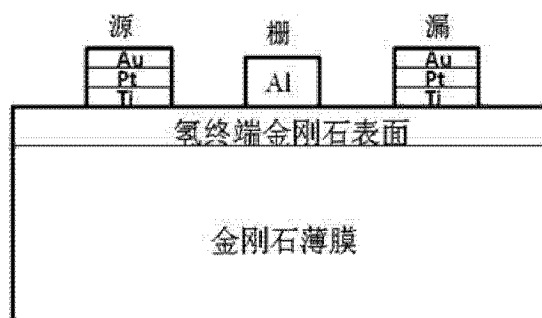
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种基于金刚石薄膜场效应晶体管欧姆接触电极的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于金刚石薄膜场效应晶体管欧姆接触电极的制备方法。属于金刚石膜场效应晶体管器件制造工艺技术领域。本发明的要点是利用磁控溅射和离子溅射方法在金刚石薄膜上沉积制备 Ti-Pt-Au 三层金属体系,并在氮气气氛下退火,形成欧姆接触电极。本发明的三层 Ti-Pt-Au 欧姆电极是有较高的 IV 性能、较低的薄膜漏电流,其电阻率得到明显改善、使器件的性能得到提高。



1. 一种基于金刚石薄膜场效应晶体管欧姆接触电极的制备方法,其特征在于具有以下的制备过程和步骤:

a、氢终端金刚石薄膜的制备

利用热丝辅助化学气相沉积(HFCVD)的方法,以丙酮和氢气为反应物在(100)硅片衬底上沉积金刚石薄膜;氢终端金刚石薄膜是通过微波等离子体化学气相沉积(MPCVD)工艺得到的;在MPCVD系统中,只通入氢气,微波使输入其中的氢气气体放电击穿形成氢等离子体球,将金刚石薄膜浸没,氢等离子体中的氢通过化学键在金刚石薄膜表面形成悬挂键的终端,从而使薄膜表面碳原子钝化;最终制得氢终端金刚石薄膜;

b、金属 Ti 的制备

采用 Ti 靶,使用直流磁控溅射方法在氢终端金刚石薄膜上溅射金属 Ti,系统的本底真空 2×10^{-4} 到 5×10^{-4} Pa;溅射的工作气体是 Ar 气体, Ar 的流量为 10 到 15 标准毫升/分;总气压在 0.3-0.8Pa;溅射功率一般为 100-300W;溅射时间为 12-15 分钟;Ti 层厚度为 40-60nm;

c、金属 Pt 和 Au 的制备

采用 Pt 靶,通过离子溅射法在 Ti 层上制备金属层 Pt;溅射过程中,工作气压为 0.75-0.85Pa,离子流 1.8-2mA,溅射时间为 12-15 分钟,Pt 层厚度 40-60nm;溅射完成后,再采用 Au 靶,通过相同的工艺参数在 Pt 层上面溅射 Au, Au 层的厚度为 120-160nm;

d、退火

采用传统的退火工艺,将制作好的电极在氮气氛下退火;退火温度为 350-450℃,时间为 10-20 分钟;最终制得氢终端金刚石薄膜上的 Ti-Pt-Au 三层欧姆电极。

一种基于金刚石薄膜场效应晶体管欧姆接触电极的制备法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种基于金刚石薄膜场效应晶体管欧姆接触电极的优化制作方法,属于金刚石膜场效应晶体管器件制造工艺技术领域。

背景技术

[0002] 氢终端金刚石薄膜拥有 p 型表面导电层,非常适用于作为场效应器件的导电沟道层。随着化学气相沉积(CVD)金刚石薄膜生长技术的发展,金刚石器件的研究已取得初步成果,例如用金刚石薄膜研制了光电探测器、发光二极管、核辐射探测器、热敏电阻器和功率场效应晶体管等。金刚石器件作为高温、高频和大功率半导体器件,寻找欧姆接触电极材料、制备高稳定和低电阻的欧姆接触成为研制过程中的重点和关键之一。

[0003] 金刚石是一种宽禁带半导体材料。一般来说,在宽禁带半导体上制作欧姆接触是比较困难的。通常是在金刚石薄膜上沉积一种能和金刚石反应生成碳化物的金属,并经过高温处理,使金属和金刚石在界面处发生碳化反应生成碳化物。

[0004] 目前金刚石欧姆接触的电极结构主要采用金的单层体系和钛-金双层体系。金具有优良的导电性和抗腐蚀能力,是理想的欧姆接触材料。但是,实验表明,金的单层体系热稳定性较差。钛-金体系中的钛作为金刚石和金之间的中间层,与金刚石反应生成 TiC。TiC 的形成虽然增强了附着力,降低了欧姆接触的电阻率,但是其热稳定性依然不佳。原因是由钛、金之间的互扩散及接触腐蚀所致,使得欧姆接触退化。

[0005] 在钛和金之间引入中间层铂后,钛可以和碳反应生成 TiC,增强表面掺杂,降低表面势垒;铂起阻挡层的作用,既能阻挡金向钛和金刚石中扩散,又能阻挡合金时钛向金中扩散,避免钛扩散到金层引起金的电阻升高。

发明内容

[0006] 本发明的目的是在氢终端金刚石薄膜上,设计制作 Ti-Pt-Au 三层金属体系的欧姆电极。

[0007] 本发明的主要特点在于采用铂作为金和钛的中间层,起到了阻挡层的作用,能够阻挡钛和金之间的互扩散,解决了钛-金双层金属体系中热稳定性不佳的问题。

[0008] 为达到上述目的,本发明 Ti-Pt-Au 三层金属体系欧姆电极的制备采用如下技术方案及步骤。

[0009] 本发明是一种基于金刚石薄膜场效应晶体管欧姆接触电极的制备方法,其特征在于具有以下的制备过程和步骤:

a、氢终端金刚石薄膜的制备

利用热丝辅助化学气相沉积(HFCVD)的方法,以丙酮和氢气为反应物在(100)硅片衬底上沉积金刚石薄膜;氢终端金刚石薄膜是通过微波等离子体化学气相沉积(MPCVD)工艺得到的;在 MPCVD 系统中,只通入氢气,微波使输入其中的氢气气体放电击穿形成氢等离子体球,将金刚石薄膜浸没,氢等离子体中的氢通过化学键在金刚石薄膜表面形成悬挂键的

终端,从而使薄膜表面碳原子钝化;最终得到氢终端金刚石薄膜;

b、金属 Ti 的制备

采用 Ti 靶,使用直流磁控溅射方法在金刚石薄膜上溅射金属 Ti,系统的本底真空 2×10^{-4} 到 5×10^{-4} Pa;溅射的工作气体是 Ar 气体,Ar 的流量为 10 到 15 标准毫升/分;总气压在 0.3-0.8Pa;溅射功率一般为 100-300W;溅射时间为 12-15 分钟;Ti 层厚度为 40-60nm;

c、金属 Pt 和 Au 的制备

采用 Pt 靶,通过离子溅射法在 Ti 层上制备金属层 Pt。溅射过程中,工作气压为 0.75-0.85Pa,离子流 1.8-2mA,溅射时间为 12-15 分钟,Pt 层厚度 40-60nm;溅射完成后,再采用 Au 靶,通过相同的工艺参数在 Pt 层上面溅射 Au,Au 层的厚度为 120-160nm;

d、退火

采用传统的退火工艺,将制作好的电极在氮气氛下退火;退火温度为 350-450℃,时间为 10-20 分钟;最终制得氢终端金刚石薄膜上的 Ti-Pt-Au 三层欧姆电极。

[0010] 本发明同现有技术相比,有如下显著优点:

(1) 本发明采用 Pt 作为金和钛的中间层,起到了阻挡层的作用,能够阻挡钛和金之间的互扩散。

[0011] (2) 由于金和铂之间的互扩散被抑制,使得欧姆电极的热稳定性得到了很大的提高。

附图说明

[0012] 图 1 为本发明 Ti-Pt-Au 三层金属体系欧姆电极的结构示意图。

具体实施方式

[0013] 现将本发明的具体实施例叙述于后。

实施例

[0014] 本实施例中的具体制备过程和步骤如下所述:

一、氢终端金刚石薄膜的制备

利用热丝辅助化学气相沉积(HFCVD)的方法,以丙酮和氢气为反应物在(100)硅片衬底上沉积金刚石薄膜。成核期的反应气压是 1KPa。丙酮:氢气=40:130(体积流量比),衬底温度为 600℃,反应时间 0.5h。生长期的反应气压 5KPa。丙酮:氢气=40:160(体积流量比),衬底温度为 650℃,反应时间 12h。氢终端金刚石薄膜是通过氢微波等离子体溅射工艺得到的。在 MPCVD 系统,真空抽到 5-7Pa,然后通入氢气,氢气流量为 100 标准毫升/分,气压调节到 2-3kpa,微波功率为 2600W,时间 5h。

[0015] 二、金属 Ti 的制备

采用 Ti 靶,使用直流磁控溅射方法在金刚石薄膜上溅射金属 Ti,系统的本底真空 4×10^{-4} Pa;溅射的工作气体是 Ar 气体,Ar 的流量为 10 标准毫升/分;总气压为 0.5Pa;溅射功率为 100W;溅射时间 15 分钟;Ti 层厚度为 50nm。

[0016] 三、金属 Pt 层和 Au 层的制备

采用 Pt 靶,通过离子溅射法在 Ti 上制备金属层 Pt。溅射过程中,工作气压 0.8Pa,离子流 1.8mA,溅射时间为 15 分钟, Pt 层厚度 50nm。溅射完成后,再采用 Au 靶,通过相同的工艺参数在 Pt 层上面溅射 Au, Au 层的厚度为 150nm。

[0017] 四、退火

采用传统的退火工艺,将制作好的电极在氮气氛下退火。退火温度为 400℃,时间为 15 分钟。最终制得氢终端经那个是薄膜上的 Ti-Pt-Au 三层欧姆电极。

[0018] 对 Ti-Pt-Au 三层金属体系欧姆电极进行性能测试,结果显示能获得线性度极高的 IV 测试曲线,相对于退火前薄膜漏电流显著降低,电阻率得到明显改善,使器件性能得到提高。

[0019] 图 1 为本发明 Ti-Pt-Au 三层金属体系欧姆电极结构示意图。图中可见,在氢终端金刚石薄膜表面上设有二侧源电极和漏电极。中间设有铝栅电极;源、漏电极均为 Ti-Pt-Au 三层金属体系欧姆电极。

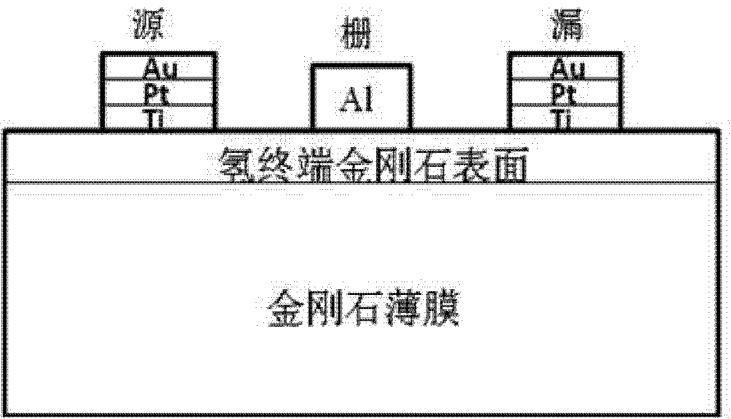


图 1