

課題番号 : F-19-WS-0009
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : (111)縦型 2DHG ダイヤモンド MOSFET :
 六角形トレンチ構造による大電流動作・低オン抵抗化
 Program Title (English) : (111) Vertical 2DHG Diamond MOSFET :
 High Current Operation and Low Resistance with Hexagonal Trench Structure
 利用者名(日本語) : 西村隼¹⁾
 Username (English) : J. Nishimura¹⁾
 所属名(日本語) : 1)早稲田大学大学院基幹理工学研究科
 Affiliation (English) : 1)School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、ダイヤモンド、MOSFET

1. 概要(Summary)

現在、2050 年に向けた低炭素社会実現のため、高出力・低損失なパワーMOSFET の開発が必要不可欠である。近年、化合物半導体をはじめとするワイドバンドギャップ半導体(SiC,GaN,Ga₂O₃)を用いた縦型パワーデバイスの研究が盛んに行われ、次世代 n 型パワーデバイスの実用化が進んでいる。これら次世代 n 型パワーデバイスの性能に匹敵する p 型パワーデバイスの報告は少なく、高出力相補型インバータ開発に向け、低オン抵抗・高耐圧化に優れた縦型 p-FET の開発が急務である。本研究では、ダイヤモンドで世界初となる高集積化が可能な六角形トレンチ構造を持つ(111)縦型 2DHG ダイヤモンド MOSFET の作製を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

イオンビームスパッタ装置、アトミックレイヤデポジション(ALD)装置、FE-SEM(S-4800)、高耐圧デバイス測定装置、プラズマリアクター(ヤマト科学製/PR500)、両面マスクアライナ、プラズマ処理装置

【実験方法】

(111)p+ダイヤモンド基板の上に、窒素ドーブ層をマイクロ波プラズマ化学気相成長(MPCVD)法にて成膜し、誘導結合型反応性イオンエッチング(ICP-RIE)の酸素プラズマで六角形トレンチを形成する。2DHG の誘起のための高純度再エピタキシャル成長層を成膜する。続いて、ソース電極を蒸着し、基板表面をリモートプラズマにより水素終端化、その後、酸素終端化し、素子分離を行う。最後にゲート絶縁膜として Al₂O₃ を堆積させ、ゲート電極とドレイン電極を形成。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1、Fig. 2 にデバイスの光学顕微鏡写真と SEM 像を示す。(111)ダイヤモンドを用いた六角形トレンチを持つ縦型 2DHG ダイヤモンド MOSFET の開発に世界で初めて成功し、ゲート幅規格の最大ドレイン電流密度は縦型デバイスにおいて最高値を記録した。この値は、同ドレイン電圧で比較した (001)縦型デバイスの最大ドレイン電流密度^[1]の 3 倍以上の出力となった。

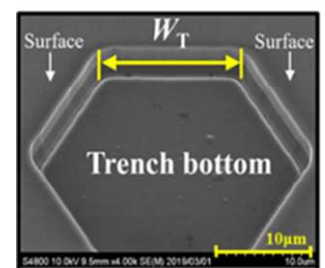
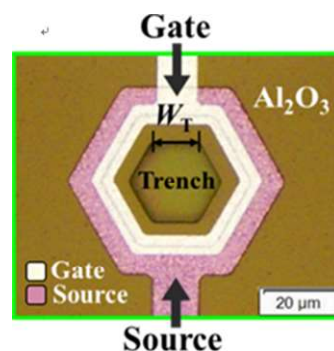


Fig. 1 Micrograph of the device.

Fig. 2 SEM image of the trench.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] N. Oi, H. Kawarada et al., Sci.Rep. 8 (2018) in press. 8

・関連文献

(1) J. Nishimura, H. Kawarada et al., International Conference on Solid State Devices and Materials. (2019)

(2) J. Nishimura, H. Kawarada et al., MRS fall (2019)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし。

6. 関連特許(Patent) なし。