

課題番号 : F-21-NM-0093
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 低損失かつ高耐圧な縦型パワーダイヤモンド MOSFET の作製
 Program Title (English) : Fabrication of vertical power diamond MOSFETs with low loss and high voltage
 利用者名(日本語) : 太田康介
 Username (English) : K. Ota
 所属名(日本語) : 早稲田大学院基幹理工学研究科電子物理システム専攻
 Affiliation (English) : Waseda University, School of fundamental science and engineering, Department of electronic and physical systems
 キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、膜加工・エッチング、ダイヤモンド、MOSFET、半導体

1. 概要(Summary)

高出力・高速相補型インバータの実現に向けて、n 型に対応する p 型パワー FET の開発が急務であり、我々は 2 次元正孔ガス(2DHG)をチャンネルとして用いた縦型 2DHG ダイヤモンド MOSFET を報告してきた [1][2]。本研究ではソース電極下に p++層を導入することで、接触抵抗の低減を狙い、低オン抵抗な縦型デバイスの作製を検証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

シリコン深堀エッチング装置

【実験方法】

縦型 2DHG ダイヤモンド MOSEFT はデバイス作製過程で、深さ 3 μm、幅 2 μm のトレンチを形成する必要がある。そのため、上記記載の装置を利用し、酸素プラズマを用いて、圧力: 0.5 Pa、RF Coil: 400 W の条件下で 160 分のエッチングを行なった。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1. (a)に作製した縦型デバイスの断面図を示す。Fig. 1. (b)の I_D - V_{DS} 特性より V_{DS} : -50 V、 V_{GS} : -20 V にてゲート幅で規格化した最大ドレイン電流密度($I_{D,max}$)は 553 mA/mm となり、アクティブ領域規格では $I_{D,max}$: 18.4 kA/cm² 及びオン抵抗は R_{on} : 2.6 mΩ cm² が得られた。また、室温時においてゲートリーク電流は見られず、オンオフ比は 10⁷ となった。本研究で得られたドレイン電流密度(553 mA/mm)は p++層を持たない同寸法の縦型デバイス(393 mA/mm)と比較し、40 % 以上高く、 $I_{D,max}$: 18.4 kA/cm² は同 L_{SS} では最大値である。

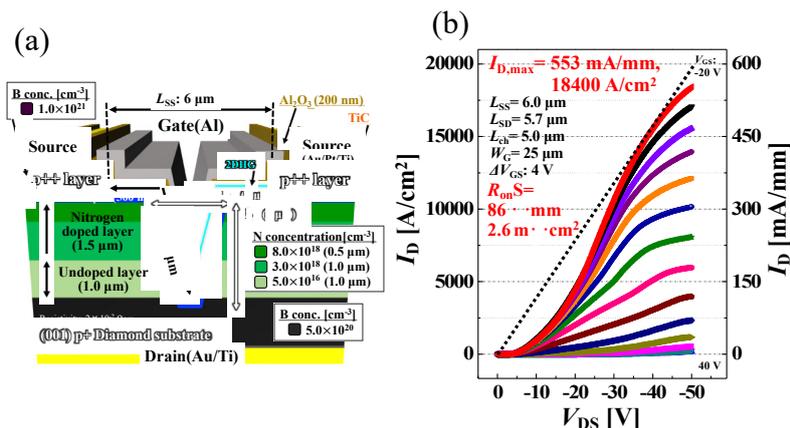


Fig.1. (a) Cross-sectional view of the (001) vertical-type 2DHG diamond MOSFET with a high concentration boron doped (p++) layer.

Fig.2. (b) Fig.2 I_D - V_{DS} characteristics of the vertical-type device. The maximum I_D was 553 mA/mm, 18.4 kA/cm² at V_{DS} = -50 V and V_{GS} = -20 V. V_{DS} ranges up to -20 V and V_{GS} is varied from -20 V to 40 V in steps of 4 V.

4. その他・特記事項(Others)

- [1] J. Tsunoda, K. Ota, H.K. et al., IEE TED, 68, 7, 3490-3496 (July 2021).
- [2] J. Tsunoda, K. Ota, H.K. et al., IEEE EDL, Early Access (Nov. 19, 2021).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 太田康介, 川原田洋, その他, 第 82 応用物理学会秋季学術講演会(口頭, 2021 年 9 月 12 日)
- (2) K. Ota, H.K. et al., 2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (Oral, Sep. 8, 2021)
- (3) K. Ota, H.K. et al., 2021 Material Research Society Fall Meeting & Exhibit, Boston, USA (Oral, Nov. 30, 2021)

6. 関連特許(Patent)

なし。