

課題番号 : F-17-WS-0030
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 2次元正孔ガスを利用した高周波・高出力ダイヤモンド FET
 Program Title(English) : High-frequency and high-power 2DHG diamond FET
 利用者名(日本語) : 今西祥一郎
 Username(English) : S. Imanishi
 所属名(日本語) : 1 早稲田大学基幹理工学部電子物理科学科
 Affiliation(English) : 1) School of Electronic and Physical Systems, Department of Fundamental Science and Engineering, Waseda University,
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、電子ビーム描画、ダイヤモンド、MOSFET、高周波、高出力

1. 概要(Summary)

ダイヤモンドは優れた物性値を有していることより、高周波・高出力デバイスとして期待されている。我々は 2 次元正孔ガス(2DHG)を利用したダイヤモンド FET の高周波特性を世界に先駆けて報告してきた^{[1][2]}。高周波動作時の出力特性においては、GaAs FET や LDMOS を超える出力密度の報告^{[3][4]}がなされている。しかしながら、これらの出力密度の報告は動作電圧 20V 程度であるため、高い絶縁破壊電界を有するダイヤモンドでは動作電圧の向上により、更なる高出力化が期待できる。

【利用した主な装置】 電子ビーム描画装置 高周波測定装置 アトミックレイヤデポジション(ALD)装置

【実験方法】

本研究では、1b(100)単結晶ダイヤモンド基板を用いた。CVD 法により、ダイヤモンド基板上にアンドープ層(200 nm)をホモエピタキシャル成長した。ソース・ドレイン電極として Ti/Au(30 nm/100 nm)を蒸着し、アニール処理により TiC を形成した。基板表面を水素終端化したのち、アクティブ領域以外を酸素終端することで素子分離を行った。同時にアクティブ領域を酸素終端した OPEN 構造のデバイスも作製した。高温 ALD 法を用いて Al₂O₃ (200 nm)をゲート絶縁膜及びパッシベーション膜として堆積した。最後にゲート電極として、Al (100 nm)を蒸着した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したダイヤモンド MOSFET の光学顕微鏡写真を Fig.1 に示す。このデバイスの寸法は $L_{SD} = 4 \mu\text{m}$ ($L_{SG} = 1 \mu\text{m}$ $L_G = 1 \mu\text{m}$ $L_D = 2 \mu\text{m}$) である。デバイスの静特性に関しては、最大ドレイン電流密度 $I_{DS} = -356 \text{ mA mm}^{-1}$ ($V_{GS} = -20 \text{ V}$, $V_{DS} = -40 \text{ V}$) が得られ良好な特性が確認できる。また小信号特性に関しては、 $V_{DS} = 100\text{V}$ 印加し

た際、高周波で動作していることが確認された。このことから、ダイヤモンド MOSFET の高出力化が期待できる。

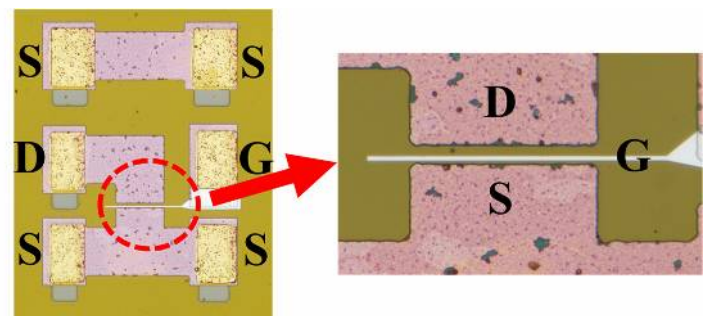


Fig.1 Optical micrograph of fabricated diamond MOSFET

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:

- [1] H. Taniuchi, H. Kawarada *et al*, *IEEE Electron Device Lett.* 22, 390 (2001).
- [2] H. Matsudaira, H. Kawarada *et al*, *IEEE Electron Device Lett.* 25, 480 (2004).
- [3] M. Kasu, T. Makimoto *et al*, *Electron. Lett.* 41, 1249 (2005).
- [4] K. Hirama, H. Kawarada *et al*, 873 (2007).

・関連文献

- (1) 今西 祥一郎, 大井 信敬, 工藤 拓也, 大久保 智, 堀川 清貴, 平岩 篤, 川原田 洋 “高電界 $>4 \times 10^5 \text{ V/cm}$ 下での ALD-Al₂O₃ 2DHG ダイヤモンド MOSFET の遮断周波数の向上” 第 78 回 応用物理学会秋季学術講演会(福岡市) 2017年9月5日(火) ~ 8日(金)(口頭)
- (2) 今西 祥一郎, 大井 信敬, 工藤 拓也, 大久保 智, 堀川 清貴, 平岩 篤, 川原田 洋 “高電界 $>4 \times 10^5 \text{ V/cm}$

下での ALD- Al_2O_3 2DHG ダイヤモンド MOSFET の高周波特性の向上”第 31 回 ダイヤモンドシンポジウム(関西学院大学) 2017 年 11 月 20 日 (月) ~22 日 (水) (ポスター)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。