

課題番号 : F-18-WS-0047
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 高周波 2DHG ダイヤモンド MOSFETs の作製
 Program Title(English) : Fabrication of high frequency 2DHG diamond MOSFETs.
 利用者名(日本語) : 久樂 顕
 Username(English) : K.Kudara
 所属名(日本語) : 1) 早稲田大学基幹理工学部電子物理システム学科
 Affiliation(English) : 1) School of Fundamental Science and Engineering Department of Electronic and Physical System, Waseda Univ.
 キーワード/Keyword : ダイヤモンド、高周波、FET、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要 (Summary)

ダイヤモンドは優れた物性値を有することから高周波・高出力デバイスとしての応用が期待されている。ダイヤモンドは基板表面を水素終端化することで 2 次元正孔ガス (2DHG) をキャリアとした p 型半導体として動作する。我々は、高品質絶縁膜 Al_2O_3 を有する 2DHG ダイヤモンド MOSFETs を作製し、高電圧 ($30 \text{ V} \leq |V_{\text{DS}}|$) を印加することにより p-FET として最高の出力電力密度 $P_{\text{out}} = 3.8 \text{ W/mm}$ 、飽和速度 $1.0 \times 10^7 \text{ cm/s}$ の動作を報告している^[1]。また、面方位により、キャリア密度が異なることが分かっており、(111)面、(110)面は(100)面よりもキャリア密度が高く、シート抵抗が低い^[2]。今回、(111)ダイヤモンド基板を用いた高周波 2DHG ダイヤモンド MOSFETs を作製した。

2. 実験 (Experimental)

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

【実験方法】

(111)ダイヤモンド基板表面に CVD(Chemical Vapor Deposition)法にてアンドープ層をホモエピタキシャル成長させる。その後、フォトリソグラフィによりソース・ドレイン電極のパターンを形成、電子ビーム蒸着装置で電極を蒸着。その後、水素雰囲気中でアニール処理を行い、基板表面を水素終端化後、アクティブ領域以外を酸素終端化することにより素子分離を行う。絶縁膜として Al_2O_3 を高温 ALD(Atomic Layer Deposition)法にて堆積。その後、電子ビーム描画装置を用いて、ゲート電極の微細パターンを形成、最後に、抵抗加熱装置を用いてゲート電極を蒸着した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 にデバイスの概略図を示す。 $I_{\text{DS}}-V_{\text{DS}}$ 特性から $V_{\text{GS}} = -20 \text{ V}$ 、 $V_{\text{DS}} = -40 \text{ V}$ において最大ドレイン電流密度 -470 mA/mm 、 $-15 \text{ V} \leq V_{\text{GS}} \leq 20 \text{ V}$ 、 $V_{\text{DS}} = -40 \text{ V}$ において相互コンダクタンス 10 mS/mm が得られた。また、高周波測定により $V_{\text{GS}} = 20 \text{ V}$ 、 $V_{\text{DS}} = -30 \text{ V}$ において $f_{\text{T}} = 28 \text{ GHz}$ 、 $f_{\text{max}} = 27 \text{ GHz}$ が得られた。出力特性では $V_{\text{GS}} = 10 \text{ V}$ 、 $V_{\text{DS}} = -40 \text{ V}$ で $P_{\text{out}} = 1.0 \text{ W/mm}$ が得られた。

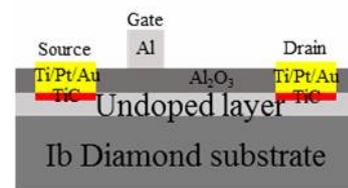


Fig. 1 Schematic of the device.

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1] S. Imanishi, H.Kawarada et al: *IEEE Electron Device Lett.* (2018)

[2] H. Kawarada, et al. *Japanese Journal of Applied Physics* 51 (2012)

・関連文献

(1) 久樂 顕,川原田 洋 他,"出力電力密度 3.8 W/mm @1 GHz を有する 2DHG ダイヤモンド MOSFETs" 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会

(2) 久樂 顕, 川原田 洋 他, "高電圧印加による 2DHG ダイヤモンド MOSFETs: 遮断周波数 $f_{\text{T}} = 31 \text{ GHz}$ 、出力電力密度 $P_{\text{out}} = 3.8 \text{ W/mm}$ @1 GHz" 第 32 回ダイヤモンドシンポジウム

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

6. 関連特許 (Patent) なし。