

課題番号 : F-19-WS-0101  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : ダイヤモンド FETs の高周波特性評価  
Program Title (English) : Evaluation of Radio-Frequency performance for diamond FETs  
利用者名(日本語) : 久楽 顕  
Username (English) : K. Kudara  
所属名(日本語) : 早稲田大学基幹理工学部  
Affiliation (English) : School of Fundamental Science and Engineering, Waseda university  
キーワード/Keyword : 電気計測、高周波、ダイヤモンド、FET

## 1. 概要(Summary)

近年、無線通信は高速化が急激に進んでおり、それに伴い動作周波数は上昇している。動作周波数が上昇すると信号は減衰しやすくなるため、より高出力な増幅器への需要が拡大している。我々は、近年注目を集めている SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体よりもさらにより物性値を有するダイヤモンドを用いて、高周波・高出力で動作するダイヤモンド FETs の開発を行っている。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

アトミックレイヤデポジション(ALD)装置、電子ビーム描画装置、高耐圧デバイス測定装置

### 【実験方法】

まず、ソース・ドレイン電極を形成し、アニール処理により TiC を形成する。続いて、導電性を確保するためにプラズマ処理を行い、基板表面を水素終端化する。続いて、プラズマリアクターを使用して、アクティブ領域以外を酸素終端化することによりデバイスのアイソレーションを行う。続いて、ゲート絶縁膜及び保護膜として、ALD により  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を形成する。最後に、電子線ビーム描画装置を使用してパターンニングを行い、ゲート電極を蒸着する。

デバイス作製後、高耐圧デバイス測定装置を使用して、DC 特性を測定する。その後、高周波特性を測定し、最後に、ロードプル測定装置を用いて、高周波出力特性を評価する。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

$I_{\text{DS}}-V_{\text{DS}}$  特性から  $V_{\text{GS}} = -28 \text{ V}$ 、 $V_{\text{DS}} = -40 \text{ V}$  において最大ドレイン電流密度  $-740 \text{ mA/mm}$ 、 $V_{\text{GS}} = -28 \text{ V}$ 、 $V_{\text{DS}}$  が得られた。また、高周波測定により  $V_{\text{GS}} = 20 \text{ V}$ 、low

$V_{\text{DS}}$  において特性オン抵抗  $R_{\text{on}} = 24 \ \Omega \ \text{mm}$  が得られた。続いて、ロードプル測定装置を用いて、周波数  $1 \text{ GHz}$ 、A 級動作の大信号特性を評価した。 $V_{\text{DS,Q}} = -70 \text{ V}$  において、出力電力密度  $P_{\text{out}} = 2.5 \text{ W/mm}$  が得られた。ダイヤモンド FET において、 $V_{\text{DS,Q}} = -70 \text{ V}$  での大信号特性の評価は初めてである。

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・用語の説明

ロードプル測定: ロードプル測定は、被測定物である RF デバイスに対して負荷インピーダンスを変化させて測定を行うもので、被測定物の出力や効率等が最大となる負荷を求める為や、シミュレーションに使用するデバイスモデルの確認等の目的で使われている。

### ・関連文献

- 1) 久楽 顕、川原田 洋 他 “相補型高周波増幅器応用に向けた(111)ダイヤモンド MOSFETs の高周波特性評価”，第 66 回応用物理学会春季学術講演会
- 2) K. Kudara, H. Kawarada et al " RF Power Performance of 2DHG Diamond MOSFETs with thick ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3$  Film" 2019 International Conference on Solid State Devices and Materials
- 3) 久楽 顕、川原田 洋 他 “2DHG ダイヤモンド MOSFETs における高周波特性の現状；出力電力密度  $P_{\text{out}} = 3.8 \text{ W/mm}$ ” 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。