

縦型高周波ダイヤモンド MOSFETs における ソース・ドレインの交換による電流密度向上

Improvement of drain current density by swapping drain and source in vertical RF diamond MOSFETs

早大理工¹, (株) Power Diamond Systems², 早大材研³

(B) 高野 優希¹, 浅井 風雅¹, 長 幸宏¹, 太田 康介^{1,2}, 高橋 輝¹,
平岩 篤¹, 藤嶋 辰也², 川原田 洋^{1,2,3}

Waseda Univ.¹, Power Diamond System, Inc.²,

Kagami Memorial Research Institute for Materials Science and Technology³

(B) Yuki Takano¹, Fuga Asai¹, Yukihiko Chou¹, Kosuke Ota¹, Akira Takahashi¹,
Atsushi Hiraiwa¹, Tatsuya Fujishima², Hiroshi Kawarada^{1,2,3}

E-mail: takano1343@akane.waseda.jp

ダイヤモンドは半導体材料として優秀な物性値を有することから、高周波・高出力増幅器への応用が期待されている。二次元正孔ガスをチャネルとして利用する高周波ダイヤモンド p-FETs [1-2] の高出力化に向けて、実電流増加と絶縁破壊電圧の向上は必須である。縦型デバイスは横型デバイスと比較し、高耐圧化と集積化の両立及びゲート幅(W_G)拡大による大電流動作に適していることから、高出力化に非常に有効である。本研究では、縦型高周波ダイヤモンド MOSFETs を初めて作製し、測定時に電極に印加する電圧を変えることで、実質的にソース電極とドレイン電極の位置を交換して電流電圧(I - V)特性の変化を調べた。Fig. 1(a)より、基板表面のソース電極及び

p^+ 基板と直接接するドレイン電極による I - V 特性では、最大電流密度($I_{D,max}$)が V_{DS} : -30 V, V_{GS} : -32 V にて 10.4 mA/mm となった。そして Fig. 1(b) では、ソースとドレインの電極位置を交換し、基板表面をドレイン電極及び p^+ 基板と直接接する金属をソース電極として I - V 測定を行ったため、電流の流れは(a)と反対方向となる。(b)では $I_{D,max}$ が 66.6 mA/mm となり、(a)と比較し電流密度が約 6.4 倍に増加した。原因として、(a)では、 p^+ 基板がドレインとなるので、 V_{GD} が V_{GS} より小さいため反転層が薄く、再成長層の表面側にしかなく、反転層から p^+ 基板へのドリフト抵抗が高くなる。それに対して(b)では、 p^+ 基板がソースとなり接地され、 V_{GS} が V_{GD} より大きい反転層が厚くなり、 p^+ 基板のソースからの正孔が効率よく、反転層側に注入する。この結果、ドレイン電流値が数倍、上昇した [3]。本研究の結果は、2DHG の誘起及びエッチングダメージの回復のために再成長層を利用した縦型ダイヤモンド MOSFETs の実電流向上に非常に有効なバイアス方法である。

[謝辞] 本研究では早稲田大学ナノテクノロジー研究センター(NTRC)及び文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業(NIMS 微細加工)の支援を得た。

[1] K. Kudara, H. Kawarada et al., Carbon, vol. 188, pp. 220-228. (2022)

[2] C. Yu, Z. Feng et al., Functional Diamond, 2(1), pp. 64-70. (2022)

[3] K. Ota, H. Kawarada et al., Carbon, vol. 213, 118099. (2023)

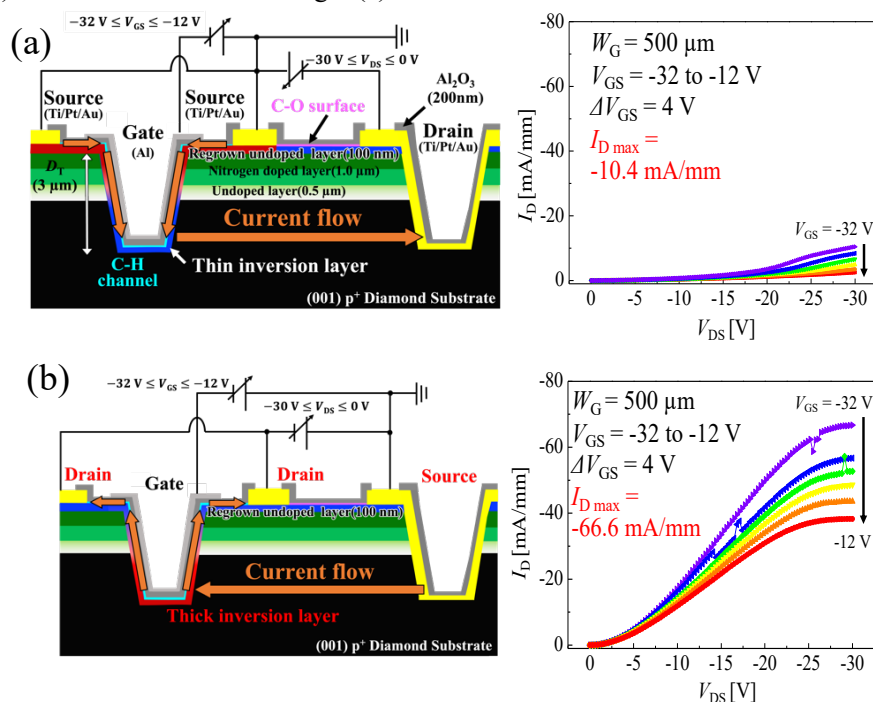


Fig. 1 Schematics of cross-section view of MOSFET with current flow and I - V characteristics. (a) Source electrode on substrate surface and drain electrode in direct contact with p^+ substrate. (b) Drain electrode on substrate surface and source electrode in direct contact with p^+ substrate