

Al₂O₃ ゲート絶縁膜を利用した 水素終端ダイヤモンド MOSFET の耐電圧特性 Breakdown characteristic of hydrogen-terminated diamond MOSFETs with Al₂O₃ passivation

早稲田大学理工学術院, [○]山田 哲也, 成尾 智也, 坪井 秀俊, 許 徳琛, 大長 央, 斎藤 達也,
車 一宏, 平岩 篤, 川原田 洋

Waseda University, [○]T.Yamada, T.Naruo, H.Tsuboi, D.Xu, A.Daicho, T.Saito,
K.Kuruma, A.Hiraiwa, H.Kawarada

E-mail: yamatetsu-06@akane.waseda.jp

Atomic-Layer-Deposition(ALD)法を用いて Al₂O₃ 膜[1-2]でパッシベーションを施し、水素終端表面を保護した MOSFETs が報告されている。今回、450 °C の高温 ALD で形成した Al₂O₃ 膜[2]を用いた MOSFET の耐電圧特性の評価を行ったので報告する。

今回の MOSFET は(100)単結晶ダイヤモンド基板を用いて作製した。まず初めに、基板の上にホモエピタキシャル成長によるアンドープ層(500 nm)を成膜し、次にソース・ドレイン電極として Ti/Au を蒸着した。その後アニール処理により TiC を Ti/Au 電極下部に形成し、水素プラズマにより表面を水素終端化した。さらに 450°C にて ALD 法を用いてゲート絶縁膜およびパッシベーション膜となる Al₂O₃ 膜(10 nm)を成膜し、エッチングによりソース・ドレイン電極部分のみ露出させ、最後にゲート電極として Al(100 nm)を蒸着して MOSFET 構造を形成した(Fig. 1)。

作製した MOSFET において室温、真空中の条件下にて耐電圧特性の評価を行った。Fig. 2 にソース・ドレイン間距離 9 μm、ゲート長 5 μm、チャネル幅 25 μm の MOSFET において特性評価を行った結果を示す。Fig. 2 より、ゲート電圧 4 V の OFF 状態において 275 V という絶縁破壊電圧が得られた。この結果は水素終端ダイヤモンド FET での最大値 200 V[3]を上回る結果である。Fig. 1 にドレインリーク電流 (I_{DS}) とゲートリーク電流 (I_{GS}) 経路をしめす。I_{DS}-V_{DS} 特性と I_{GS}-V_{DS} 特性(Fig. 2)からリーク電流の増大から絶縁破壊に至る過程が観測される。I_{DS} から I_{GS} を差し引いたリーク電流成分 I_{D,leak} には、例えば素子分離領域でのリーク電流等が考えられる。FET の絶縁破壊としては、ゲートのドレイン側でのゲート絶縁破壊またはゲート近傍のドレイン側のダイヤモンド表面での絶縁破壊が考えられるが、前者の可能性が高い。ゲートリーク電流の減少、ゲート絶縁破壊電圧の向上はダイヤモンド本来の高い絶縁破壊電界を顕在化させる上で重要であり、今後はゲート絶縁膜やゲート・ドレイン間の耐压構造の検討を行うことで MOSFET の絶縁破壊電圧のさらなる向上を目指す予定である。

【謝辞】本研究は JST 先進的低炭素化技術開発(ALCA)の助成により実施された。

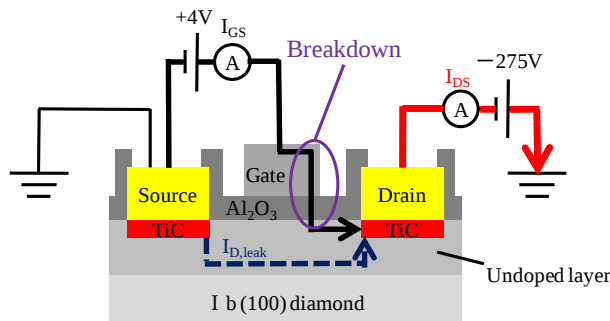


Figure. 1 Diamond MOSFET structure and leak current path

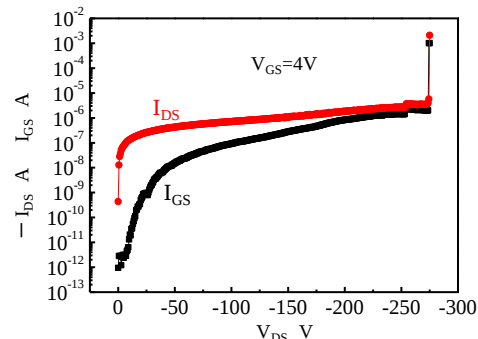


Figure. 2 Drain and gate leak current and breakdown characteristic

[1] M.Kasu et al. APEX 5 (2012) 025701.

[2] A.Hiraiwa, H.Kawarada et al., J. Appl. Phys. 112 (2012) 124504.

[3] P.Gluche, E.Kohn et al. IEEE Electron Device Lett. EDL-18, (1997) 547.