

C-H 多結晶ダイヤモンド MOSFET への高電圧印加による電流特性変化

Current characteristics changes after High-Voltage apply of C-H Bondeds Polycrystalline-Diamond MOSFETs

早稲田大学理工学術院, °牛 俊雄, 許 德琛, 山田 哲也, 北林 祐哉, 斎藤 俊輝,
柴田 将暢, 松村 大輔, 工藤 拓也, 稲葉 優文, 平岩 篤, 川原田 洋

Waseda University, °J. Niu, D. Xu, T. Yamada, Y. Kitabayashi, T. Saito,
M. Shibata, D. Matsumura, T. Kudo, M. Inaba, A. Hiraiwa, H. Kwarada

E-mail: patrickniu@fuji.waseda.jp

我々はこれまでに、ダイヤモンド表面を水素終端化することで誘起されるホール蓄積層をチャンネルおよびドリフト層として用いた電界効果トランジスタを作製し、673~10 K にわたる高温・低温動作特性^[1,2,3]及び高い耐圧特性^[4]を報告してきた。ここで問題となったのがオフ状態での絶縁破壊電圧測定の際、ドレインソース間の高電圧およびリーク電流によって、オン状態の I_{DS} - V_{DS} 特性が変化(主に I_{DS} 減少)することが窒素ドーパ単結晶基板のデバイスにおいて確認された。今回、透明なアンドープ多結晶ダイヤモンド基板上に MOSFET を作製し、オフ状態での絶縁破壊電圧 (500-1000V) 測定とオン状態の I_{DS} - V_{DS} 特性 (50V 以下) の繰り返し測定を 10 回以上行い、オフ状態の耐圧とオン状態のドレイン電流変化を調査したので報告する。

今回用いた基板は透明なアンドープ多結晶ダイヤモンドで、成長面の方位分布はランダムである。作製した MOSFET のオン状態での電流特性測定とオフ状態での絶縁破壊電圧測定(ブレークダウン電流が 1mA、電流密度換算で 40mA/mm に到達するまで電圧印加)を交互に 20 回程度繰り返した。この MOSFET の寸法は L_{GD} 11 μ m、 L_{GS} とゲート長は 2 μ m である。Fig.1 に、初回のオン状態 I_{DS} - V_{DS} 特性とオフ状態(ゲート電圧 40V)の絶縁破壊電圧の測定結果を示す。オン状態での最大ドレイン電流密度は 9.3 mA/mm が得られ、またオフ状態の絶縁破壊電圧は 566 V であった。オン状態の I_{DS} - V_{DS} 曲線が 0V から下に凸となるのが確認された (Fig.1 の矢印部) が、これはソース・ドレイン接合となる TiC 層の深さが浅く、高い接触抵抗となり I_{DS} - V_{DS} のオン電流の立ち上がりを低下させてと考えられている。Fig.2 に、14 回絶縁破壊電圧測定した後の I_{DS} - V_{DS} 特性と絶縁破壊特性を示した、最大ドレイン電流密度は 8.9 mA/mm、良好的なピンチオフが得られ、絶縁破壊電圧は 1045 V とむしろ上昇していた。Fig.3 に、15 回目の絶縁破壊特性を対数表示した。ゲートリーク電流(I_g)は 6×10^{-6} mA/mm、ドレインリーク電流(I_d)は 4×10^{-8} mA/mm と非常に低いリーク電流である。多結晶の配向性やグレインバウンダリーのドレイン電流特性への影響を今後、調査する。

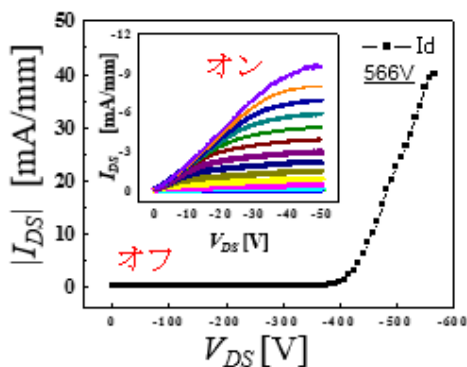


Fig.1 Breakdown characteristics and I_{DS} - V_{DS} characteristics for the first time

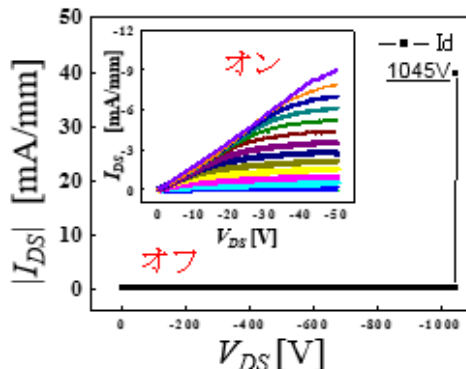


Fig.2 Breakdown characteristics and I_{DS} - V_{DS} characteristics for the 15th time

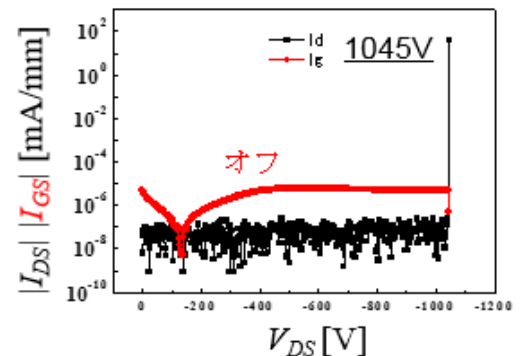


Fig.3 Breakdown characteristics for the 15th time in log scale

- [1] A. Hiraiwa, H. Kwarada *et al.*, *J. Appl. Phys.* **112** (2012) 124504.
- [2] A. Daicho, H. Kwarada *et al.*, *J. Appl. Phys.* **115** (2014) 22371
- [3] H. Kwarada *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **105** (2014) 013510.
- [4] H. Kwarada *et al.*, *IEEE IEDM 14933800*, pp.279 -282 (2014).