

# 耐圧 1600V を超える高温 ALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 絶縁膜を用いた 水素終端ダイヤモンド MOSFET

## Over 1600V Breakdown Voltage C-H Diamond MOSFETs using High Temperature ALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Insulator

早稲田大学理工学術院, °北林 祐哉, 山田 哲也, 許 德琛, 坪井 秀俊, 斎藤 俊輝  
齊藤 達也, 松村 大輔, 平岩 篤, 川原田 洋

Waseda University, °Y. Kitabayashi, T. Yamada, D. Xu, H. Tsuboi, T. Saito,

D. Matsumura, T. Saito, A. Hiraiwa, H. Kwarada

我々はこれまでに、水素終端ダイヤモンド表面を高温 ALD 法による Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で被覆することで誘起されるホール蓄積層をチャネルとし、ゲート絶縁膜として MOSFET を作製し、673K~10 K にわたる高温・低温動作特性及び 1000V 程度の耐圧特性<sup>[1,2]</sup>を報告してきた。今回、絶縁層の改善により高耐圧化を図った。MOSFET の作製としては、(100)Ib ダイヤモンド上にアンドープホモエピタキシャル成長層を形成し、Ti/Au ソース・ドレイン電極を形成後、ダイヤモンド表面の水素終端化によりチャネルを形成し、ゲート絶縁膜及び水素終端表面の保護のため高温 ALD 法により Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を堆積し、ゲート電極として Al を蒸着することで MOSFET を形成した。

今回の研究で、MOSFET のゲート・ドレイン間距離  $L_{GD}$  を 22 $\mu\text{m}$  まで変化させ、 $L_{GD}$  が 14 $\mu\text{m}$  以上で 1kV 以上の絶縁破壊電圧  $V_B$  が得られ、最大で 1646V が得られた(Fig.1)。1646V はダイヤモンド FET の最大の絶縁破壊電圧である。Fig.2 の I-V 特性では絶縁破壊まで  $I_{DS}$  と  $I_{GS}$  には 2 桁程度の差がありゲート絶縁膜以外でのリーク電流が流れ、その後  $I_{GS}$  が  $I_{DS}$  に急激に近づき絶縁破壊に至っていることから最終的には絶縁膜が破壊されていると考えられる。電流密度としてはこれまでボロンドープをチャネルとしたダイヤモンド FET で報告された値 (室温 0.1mA/mm、200-300 $^{\circ}\text{C}$  1mA/mm) <sup>[3,4]</sup>より室温で 2 桁以上大きい値が得られた。また、 $L_{GD}$  が 1 $\mu\text{m}$  では 365V が得られ平均電界強度としては最大で 3.7MV/cm に相当し、これは SiC や GaN の物性限界値を上回る。さらに 200 $^{\circ}\text{C}$ , 300 $^{\circ}\text{C}$ においてそれぞれ 1516V, 1270V が得られており、高温下においてもこれまで報告されているダイヤモンド FET の絶縁破壊電圧<sup>[3,4]</sup>を上回った。

[謝辞] 本研究は JST 先端的低炭素化技術開発(ALCA)の助成により実施された。

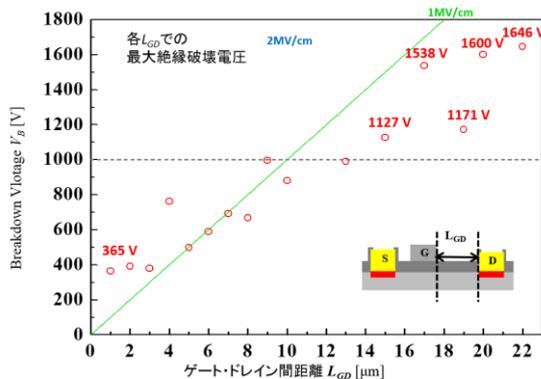


Fig.1  $L_{GD}$  and maximum breakdown characteristic

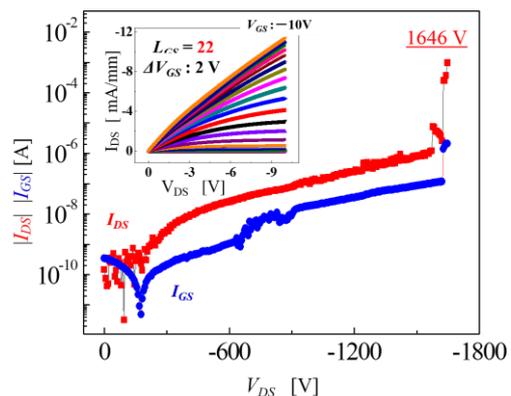


Fig.2 1646V breakdown characteristics and  $I_{DS}$ - $V_{DS}$  characteristics

- [1] H. Kwarada, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **105** (2014) 013510.
- [2] H.Kwarada *et al.*, *IEEE IEDM* 2014, 11, 2.
- [3] H. Umezawa, *et al.*, *IEEE Elec. Dev. Lett* **35** (11) 1112 (2014).
- [4] T. Iwasaki, M. Hatano *et al.*, *IEEE Elec. Dev. Lett* **35** (2) 241 (2014)