18a-A8-5

ALD-Al_2O_3 C-H ダイヤモンド MOSFET の高耐圧特性

High Breakdown Voltage Characteristics of ALD-Al_2O_3 C-H Diamond MOSFETs

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，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, A. Hiraiwa, H. Kawarada

E-mail: kud-laika@akane.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ネルとし、ゲート酸化膜として高温 ALD 法による Al_2O_3 を用いた MOSFET を作製し、673～10 K にわたる高温・低温動作特性[1]及び耐圧特性[2]を報告してきた。これまでに報告した MOSFET の絶縁破壊電圧としては、ゲート・ドレイン間距離 4 μm の MOSFET において−470 V という値が得られていたが、デバイス寸法の変更及び作製プロセスの改善によりさらなる高耐圧特性が得られたので報告する。

MOSFET の作製としては、(001)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_2O_3 を 200 nm 堆積し、ゲート電極として Al を蒸着することで MOSFET とした。

今回の研究では、MOSFET のゲート・ドレイン間距離 L_{GD} を 7 μm まで段階的に増加させた。良好な I_{DS}-V_{DS} 特性と共に、最大降伏電圧 V_B は L_{GD} = 5 μm、6 μm、7 μm で 498 V、591 V、691 V であり（Fig.1,Fig2）、SiC[3]や GaN[4]の横型パワーFET の現状の性能である V_B/L_{GD} ＝1 MV/cm と同等の結果がフィールドプレート構造なしで得られている。691 V はダイヤモンド接合型 FET の絶縁破壊電圧[5]を上回り、ダイヤモンドでは現在最大である。一方ゲート・ドレイン間距離 1 μm の MOSFET において 363 V の絶縁破壊電圧が得られた。これは V_B/L_{GD} ＝3.6 MV/cm に相当し、横型 FET の最大 V_B/L_{GD} である 1.6 MV/cm (AlGaN/AlGaN HEMT[6])を越える値であり、ダイヤモンドを用いた新たな横型パワー FET として期待がもてる。電界分布の解明およびフィールドプレート構造等の電界緩和構造の導入により、さらなる高耐圧化を目指す。

［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。

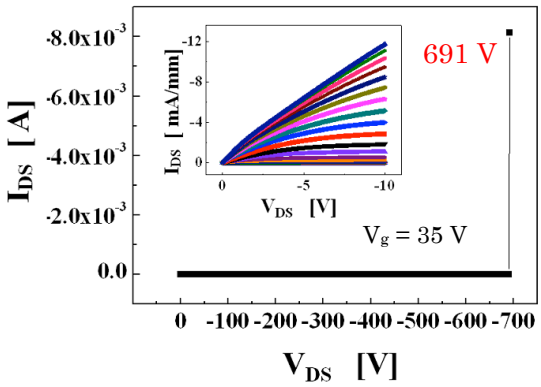

Fig.1　Breakdown characteristics and I_{DS}-V_{DS} characteristics

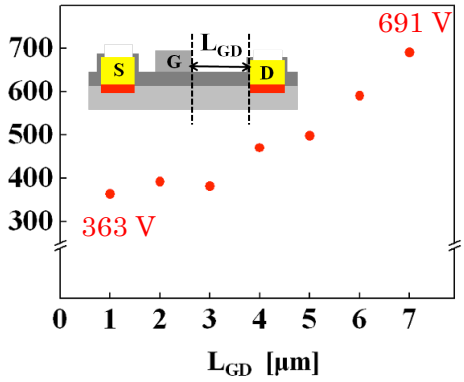

Fig.2　L_{GD} and maximum breakdown voltage

[1] 許, 川原田 他, 第 61 回応用物理学会春季予稿集, 18p-D6-8.
[2] 山田, 川原田 他, 第 61 回応用物理学会春季予稿集, 18p-D6-10, H.Kawarada *et al., Appl. Phys. Lett. 2014. (inpress).*
[3] M. Noborio, T. Kimoto *et al., IEEE Elec. Dev. Lett.* **30**, 831-833 (2009).
[4] S. L. Selvaraj, T. Egawa *et al., IEEE Elec. Dev. Lett.* **33**, 1375-1377 (2012).
[5] T. Iwasaki, M. Hatano *et al., IEEE Elec. Dev. Lett.* **35**, 241-243 (2014).
[6] T. Nanjo, Y. Tokuda *et al., IEEE Trans. Elec. Dev.* **60**, 1046-1053 (2013).

© 2014 年　応用物理学会