

ドライ酸化とウェット酸化で成長させた(0001)4H-SiC MOSFET の電流検出型電子共鳴分光を用いた酸化膜の比較

Comparison between dry and wet oxide on (0001)4H-SiC MOSFETs studied by electrically detected magnetic resonance

筑波大数理¹, 産総研², NIMS³,

○(D) 鹿児山陽平¹, 岡本光央², 吉岡裕典², 原田信介², 山崎隆浩³, 大野隆央³, 梅田享英¹

Univ. of Tsukuba¹, AIST², NIMS³

Yohei Kagoyama¹, Mitsuo Okamoto², Hironori Yoshioka², Shinsuke Harada², Takahiro Yamasaki³, Takahisa Ohno³, Takahide Umeda¹

E-mail: s1630090@u.tsukuba.ac.jp

【背景】 SiC MOSFET は次世代の高電力用パワーデバイスとして期待されている。しかし、低移動度やしきい値電圧シフトなどの問題があり、期待される性能を発揮できていない。これは SiC/SiO₂ 界面欠陥が原因であると考えられている[1]。これまで界面欠陥低減のために様々な手法がとられており、主な手法として酸化雰囲気の変更が挙げられる。中でも(0001)C 面 4H-SiC MOSFET では酸化雰囲気をドライからウェットに変更することで界面準位が減り、劇的な移動度の向上がみられる[2]。しかし、界面欠陥低減のメカニズムは解明されていない。欠陥除去の機構や欠陥の構造を明らかにすることはより性能の良い SiC MOSFET 実現のために重要である。そこで、私たちは電流検出型電子スピン共鳴 (Electrically Detected Magnetic Resonance: EDMR) 分光法を用いて、4H-SiC MOSFET の MOS 界面の評価を行ってきた。EDMR のベースとなる電子スピン共鳴 (ESR) 分光法は欠陥の構造を決定できる。これを C 面 4H-SiC MOSFET に適用して、C 面 MOS 界面の劇的な界面状態悪化のメカニズムを探った。

【実験と解析】 EDMR 評価には産総研で作製された C 面 4H-SiC MOSFET のドライ酸化とウェット酸化の 2 種類を用いた。ドライ酸化試料はオン電流が流れないほどチャネル領域が高抵抗になっているせいか、通常の EDMR では界面信号の検出が難しい。そこで、bipolar amplification effect (BAE)[3]法を適用することで信号-ノイズ比の改善された大きな界面信号を検出することができた。一方で、ウェット酸化試料からは通常の EDMR でも BAE-EDMR でも巨大な信号が観察された。測定結果を図 1 に示す。図中の上のスペクトルがウェット酸化の、下のスペクトルがドライ酸化のものである。ウェットのスペクトルは超微細分裂を持つが、ドライのスペクトルにはない。また、ウェットの信号の g 値は磁場角度依存性を持つ($g=2.0026-2.0032$)が、ドライでは磁場角度依存性を持たなかった($g=2.0025$)。したがって、ウェット酸化とドライ酸化では異なる界面欠陥が生じている。ドライの界面に対しては NIMS で酸化過程のシミュレーションも行っており、本発表では EDMR とシミュレーションの結果からドライ・ウェット酸化界面に存在する欠陥の構造について議論したい。

[1] M. Okamoto, *et al.*, Appl. Phys. Ex. **5**, 041302 (2012). [2] T. Umeda, *et al.*, ECS Trans. **58**, 55-60 (2013). [3] T. Aichinger and P. M. Lenahan, Appl. Phys. Lett. **101**, 083504 (2012).

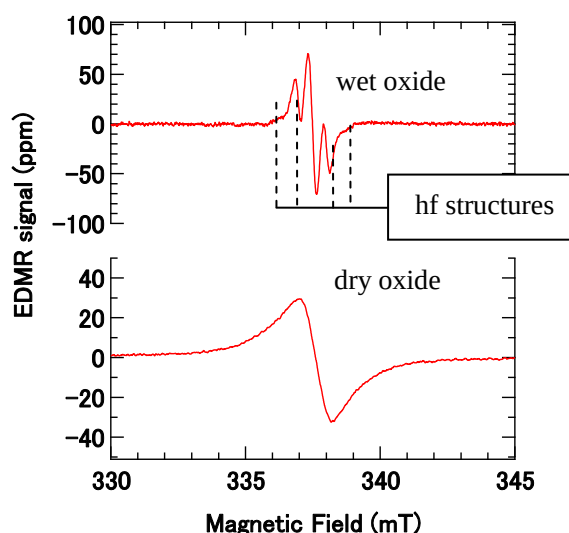


Fig. 1 EDMR spectra of dry oxide and wet oxide C-face 4H-SiC MOSFETs. The g values were 2.0026-2.0032 for wet oxide and 2.0025 for dry oxide. The spectrum of wet oxide had hyperfine (hf) structures while one of dry oxide did not. The micro wave excitation was 9.462 GHz and 200 mW.