電流検出型電子スピン共鳴による(000$\bar{1}$)4H-SiC/SiO_2界面炭素ダングリングボンドの検出

Electrically detected magnetic resonance study on a carbon dangling bond at (000$\bar{1}$)4H-SiC/SiO_2 interface

筑波大数理 [1]，産総研 [2]，　○(D)鹿児山 陽平 [1]，染谷 満 [2]，原田 信介 [2]，畠山 哲夫 [2]，梅田 享英 [1]

University of Tsukuba[1], AIST[2],

°Yohei Kagoyama[1], Mitsuru Sometani[2], Shinsuke Harada[2], Tetsuo Hatakeyama[2], Takahide Umeda[1]

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

【背景】4H-SiC MOSFET は 4H-SiC の理論特性から予測される性能には達していない。さらなる高性能化を目指して界面欠陥の低減が望まれている。そのためには、界面欠陥の生成メカニズムを理解することが重要となる。私たちは電流検出型電子スピン共鳴（EDMR）分光を用いて 4H-SiC MOSFET を評価、その界面欠陥の検出を行ってきた。電子スピン共鳴分光は半導体中の結晶欠陥の微視的な構造を同定することに長けた測定手法である。特に EDMR は電流を流した部分を選択的に評価し、対象が微小デバイスでも測定可能である。これを用いて SiC/SiO_2 界面欠陥の起源を同定し、欠陥生成のメカニズムに関する情報を得るために研究を行った。

【実験結果】本研究では、産総研で作られたウェット酸化(000$\bar{1}$)C 面 4H-SiC MOSFET を用いた。ウェット酸化は 1000℃で 26 分行い、その後メタルシンタリングアニールを 900℃の N_2 雰囲気で施している。この MOSFET の移動度は V_g=19 V で 27 cm^2/Vs、しきい値電圧は 17 V、また、D_{it} は E_C-0.2 eV で 7×10^{12} $cm^{-2}eV^{-1}$ であった。ウェット酸化と H_2 POA で作製された C 面 MOSFET と比べると[1]、電気特性に劣化が見られる。この劣化は C 面ウェット酸化 MOSFET の Ar アニールで報告されているものと同じ機構によると考えられる[2]。劣化の原因を界面欠陥の生成にあると捉え、EDMR 測定で欠陥の検出を試みた。図 1 に得られた EDMR スペクトルを示す。R0 と R90 はそれぞれ外部磁場が[000$\bar{1}$]、[11$\bar{2}$0]と平行であることを示す。信号の位置は磁場角度に依存して変化し（図 1(a)）、信号の裾を拡大すると小さな信号群が観察された（図 1(b)）。これらを解析することで、信号は炭素ダングリングボンド由来であると判明した。ただし、過去に報告されている 4H-SiC/SiO_2 界面の炭素ダングリングボンド P_{bC} とは異なる点も見られる[3]。本発表では、その構造の違いと電気特性への影響について議論したい。

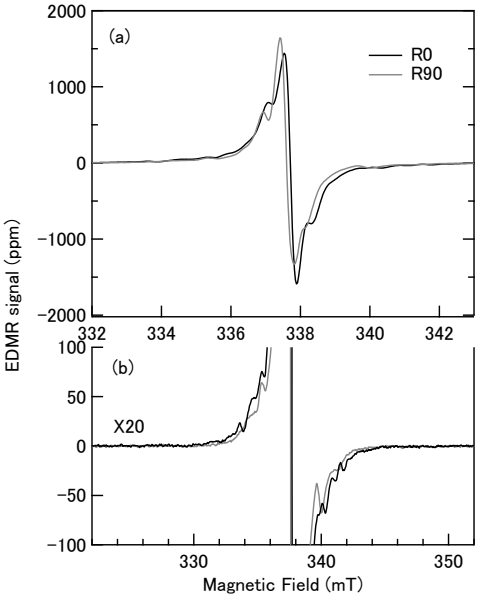

Fig. 1. EDMR spectra of wet-oxide C-face 4H-SiC MOSFET.
(a) A main peak and side peaks. Their resonance fields are dependent on the angles. (b) Small signals are clearly observable in 20-times expansion.

[1] K. Fukuda, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **84**, 2088 (2004). [2] S. Harada, *et al.*, Mater. Sci. Forum **600-603** 675 (2009). [3] J. L. Cantin, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **92**, 015502 (2004).

本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代パワーエレクトロニクス」（管理法人：NEDO）によって実施されました。