C面4H-SiCウェット酸化の特殊性と界面欠陥: EDMR 分光からの知見

Peculiarity of Wet Oxidation on C-face 4H-SiC: An EDMR Aspect

筑波大数物¹, 産総研² ⁰梅田 享英¹, 鹿児山 陽平¹, 富田 和輝¹, 阿部 裕太¹,

岡本 光央², 畠山 哲夫², 原田 信介²

Univ. of Tsukuba¹, AIST², ^oTakahide Umeda¹, Yohei Kagoyama¹, Kazuteru Tomita¹, Yuta Abe¹,

Mitsuo Okamoto², Tetsuo Hatakeyama², Shinsuke Harada

E-mail: umeda@bk.tsukuba.ac.jp

私たちはこれまで電流検出電子スピン共鳴(EDMR)分光を利用して、4H-SiC MOSFET の Si 面、C 面、a 面、m 面などの MOS 界面欠陥を調べてきた。その結果を並べてみると C 面の特殊性 が浮かび上がってくる。C 面をドライ酸化すると特殊な炭素クラスターが大量発生してトランジ スタが動かなくなる[1]。そしてこの欠陥はウェット酸化[2]や窒化[3]でほぼ消失し(あるいは不活 性化し)、トランジスタが高いチャネル移動度を示すようになる一方で、別種の界面欠陥が比較的 大量に発生する[2,3]。今回は C 面ウェット酸化に着目し、発生した界面欠陥を通して C 面ウェッ ト酸化プロセスの特殊性を議論したい。

EDMR 解析は省略して、結果だけを絵にすると図 1(a)のようになる。C 面ウェット酸化界面の EDMR では、多数派の「C 面固有欠陥」($\geq 1 \times 10^{13}$ cm⁻²) と少数派の「P8 センター」(前者の 2 桁 下の密度と思われる)が検出されている。EDMR 解析の結果から、C 面固有欠陥は界面型の炭素 アンチサイト-炭素空孔欠陥($C_{Si}V_{C}$ 、図 1(c))、P8 センターは界面型の複空孔欠陥($V_{Si}V_{C}$)の1種 と結論している。どちらの点欠陥もバルクでも見られる空孔型欠陥であり、つまり C 面ウェット 酸化の特徴は「空孔型欠陥を界面に作ること」であると言える。

 $C_{Si}V_C$ 欠陥は炭素空孔と並んで P 型 4H-SiC の主要欠陥であり、バルクでは c 軸型と basal 型の計 4 種類が同定されている (図 1(a),(b)) [4]。しかし界面で見つかるのは c 軸型の 1 種類だけである。 逆に P8 センターでは、バルクでは同じく 4 種類の $V_{Si}V_C$ が同定されているが[5]、界面で検出され

るのは basal 型である。これら を酸化プロセスと C 面界面構 造から説明してみたい。

[1] Y. Kagoyama et al., J. Appl. Phys.
125, 065302 (2019). [2] T. Umeda et al., ECS Trans. 80, 147 (2017). [3] 成ヶ澤雅人ほか:同講演会 (2019).
[4] T. Umeda et al., Phys. Rev. B 75, 245202 (2007). [5] N. T. Son et al., Phys. Rev. Lett. 96, 055501 (2006).
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。



Fig. 1. Defect models for wet-oxidized C-face 4H-SiC/SiO₂ interfaces.