

4H-SiC C 面における高温・低 O₂ 分圧下ドライ酸化による MOS 界面特性の制御Control of MOS Interface Characteristics on 4H-SiC C-face by Dry Oxidation
under High Temperature and Low O₂ Partial Pressure Conditions東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 [○]梶房 裕之、喜多 浩之Dept. of Materials Engineering, The Univ. of Tokyo, [○]Hiroyuki Kajifusa and Koji Kita

E-mail: h.kajifusa@scio.t.u-tokyo.ac.jp

【背景と目的】 SiC の熱酸化反応では温度や O₂ 分圧によって支配的となる反応が変化すると考えられており [1]、4H-SiC Si 面(0001)上 MOS 界面に対してはドライ酸化の酸化条件の選択による欠陥低減が報告されている [2]。C 面(000 $\bar{1}$)上ではウェット酸化の条件を選べば界面欠陥が低減されると報告されている [3]ものの、ドライ酸化では多量の界面欠陥が残留するとされている。しかし C 面ドライ酸化においても酸化条件の選択による界面特性向上の余地があることは容易に想像される。本研究では C 面ドライ酸化時の温度及び O₂ 分圧の制御による界面特性の変化を評価した。

【実験】 n 型エピタキシャル膜($N_D \sim 3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)を有する 4H-SiC C 面(000 $\bar{1}$) n 型基板を HF 溶液で洗浄後、100% O₂ もしくは 2% O₂/N₂ 雰囲気中で 1100 ~ 1300°C の温度範囲で酸化を行い、15 ~ 20 nm の熱酸化 SiO₂ 膜を作成した。電極を蒸着し MOS キャパシタとし、C-V 特性を評価した。

【結果と考察】 各サンプルの酸化条件を Fig. 1 に、C-V 曲線を Fig. 2 にそれぞれ示す。100% O₂ 中酸化のサンプルでは、多量の界面欠陥のため酸化温度 1100 ~ 1300°C のいずれにおいても図の電圧範囲で C-V 曲線の立ち上がりが見られず大きなヒステリシスが観察された。一方で、2% O₂ 中酸化のサンプルではいずれの酸化温度においても特性が大幅に改善されたことがわかる。また 1300°C、2% O₂ 中酸化のサンプルでは、特に蓄積領域において周波数分散が抑制されており、高温・低 O₂ 分圧条件で界面特性が向上することが判明した。このことは、高温・低 O₂ 分圧となるのにしたがって、界面に C が蓄積する反応に比べ C 原子が CO ガスとなって界面付近から脱離していく反応が優勢となるという予想 [1,2] と合致しているとみられ、C 面上 MOS 界面特性の制御には温度と O₂ 分圧の選択が重要なパラメータとなることは明らかである。なおサンプル B に High-Low 法を適用した(測定周波数: Q-S 及び 1 MHz)ところ、 $E_C - E_V \sim 0.2 \text{ eV}$ 付近での界面欠陥密度 D_{it} が $7.5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ と、現在のところ特性改善は未だ不十分であるがその余地を残していると考えられる。

なお本研究の一部は、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)」及び JSPS 科研費補助金の助成により実施された。

文献: [1] Y. Song et al., APL **81**, 3061 (2002). [2] R. H. Kikuchi et al., APL **105**, 032106 (2014). [3] D. Okamoto et al., Mater. Sci. Forum **778-780**, 975 (2014).

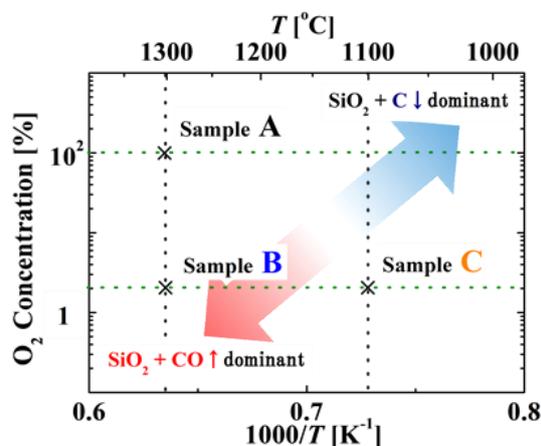


Fig. 1 Temperature and O₂ concentration of the oxidation conditions of the samples A-C. The tendency which reaction is dominant is also indicated (taken from ref. [1]).

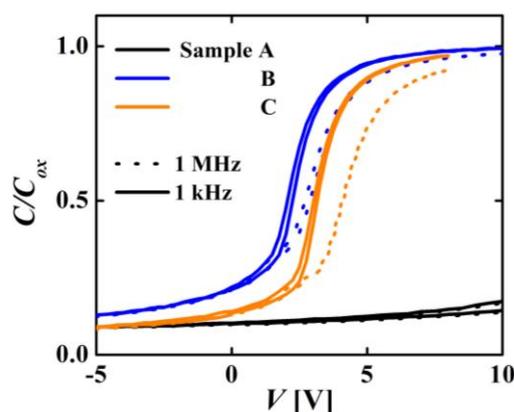


Fig. 2 Normalized bidirectional C-V curves of the samples A-C measured with 1 MHz and 1 kHz.