

理想 SiO₂/SiC 界面の実現に向けた超高温・低酸素分圧酸化の検討

Ultra-high-temperature Oxidation under Low Oxygen Partial Pressure

toward Ideal SiO₂/SiC Interface°勝 義仁¹、辻 英徳^{1,2}、細井 卓治¹、志村 考功¹、渡部 平司¹

(1. 阪大院工、2. 富士電機)

°Yoshihito Katsu¹, Hidenori Tsuji^{1,2}, Takuji Hosoi¹, Takayoshi Shimura¹, Heiji Watanabe¹

(1. Osaka Univ., 2. Fuji Electric Co., Ltd.)

E-mail: katsu@asf.mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】熱酸化 SiO₂/SiC 界面欠陥の低減は SiC パワーMOSFET 性能向上に向けた重要課題である。我々は 1600°C の超高温に至る幅広い温度で 4H-SiC の熱酸化反応を検証すると共に、降温過程での酸化反応を抑制することで、SiO₂/4H-SiC(0001)界面特性が酸化温度に依存し、1450°C で最も低い界面準位密度を示すことを報告した[1, 2]。しかし、これは 100%酸素雰囲気下での酸化であり、SiO₂を形成しつつ効率的に C 原子を脱離させる反応が界面欠陥低減につながるとすると、より高温でかつ酸化速度の遅い条件が望ましいと考えられる。そこで本研究では、超高温・低酸素分圧下で形成した熱酸化 SiO₂/SiC 界面特性の評価を行ったので報告する。

【実験及び結果】n 型または p 型エピ層付 4H-SiC(0001)基板を洗浄し、赤外線ランプ式加熱炉を用いて、酸化温度 1200°C で 1 atm の dry O₂ 雰囲気、または 1600°C で 0.003 atm の低酸素分圧雰囲気 (Ar 希釈) 下で熱酸化を施し、約 40 nm の酸化膜を形成した。その後、Al 電極を形成して作製した n 型及び p 型 MOS キャパシタの容量-電圧 (C-V) 特性をそれぞれ図 1 と図 2 に示す。酸素分圧 1 atm で 1200°C の熱酸化を施した試料は、n 型及び p 型のどちらにおいてもフラットバンド電圧付近から蓄積にかけて容量変化のない領域やヒステリシスが顕著に見られ、界面欠陥へのキャリア注入が示唆された。それに対し、酸素分圧 0.003 atm で 1600°C の熱酸化を施した試料は、n 型でヒステリシスのないほぼ理想的な C-V 特性が得られ、p 型でも C-V 特性が急峻になったことが見て取れる上、ヒステリシス及びフラットバンド電圧シフトの低減が確認できた。以上の結果は、伝導帯及び価電子帯近傍両方での界面欠陥の低減を意味しており、SiC MOS ゲート酸化膜形成における超高温・低酸素分圧酸化の有用性が確認できた。

【謝辞】本研究は、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。

[1]永井 他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 16a-1A-7.

[2]染谷 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 20p-H101-10.

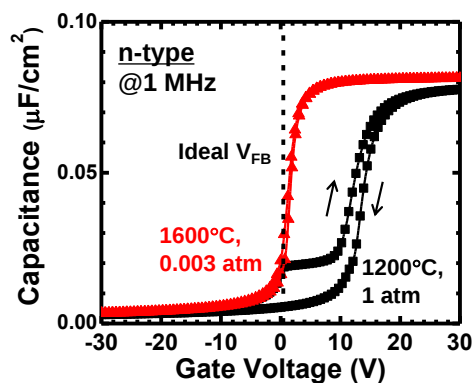


Fig. 1 Bidirectional C-V characteristics of MOS capacitors fabricated on n-type 4H-SiC(0001) substrates with different oxidation conditions.

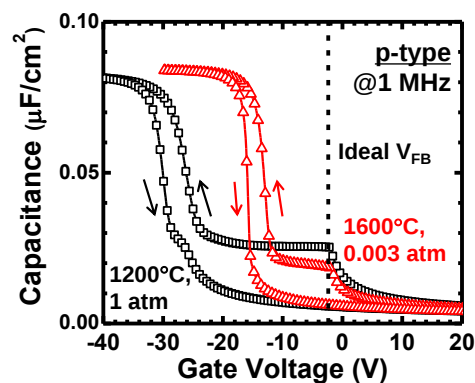


Fig. 2 Bidirectional C-V characteristics of MOS capacitors fabricated on p-type 4H-SiC(0001) substrates with different oxidation conditions.