

NF₃添加酸化によるSiC熱酸化膜中のC脱離

Carbon Desorption in SiC Thermal Oxide film by NF₃ added Oxidation

筑波大学 数理物質科学研究科, °名越 政仁、蓮沼 隆、山部 紀久夫

Univ. of Tsukuba, °Masahito Nagoshi, Ryu Hasunuma, and Kikuo Yamabe

E-mail: bk200911101@s.bk.tsukuba.ac.jp

【はじめに】

数ある結晶多形を持つ SiC の中でも 4H-SiC は電子移動度が大きい、大きなチャネル移動度を持つ n ch-MOSFET の実現が期待されている。しかし、実際は SiO₂/SiC 界面の伝導帯近傍に高密度の界面準位が形成されることによって、バルク SiC の 1/100 程度の移動度しか得られない。SiO₂/SiC の界面付近には C 原子に起因する欠陥構造が存在し、高密度な界面準位の起源となることが指摘されている。本研究では、DryO₂ 中に NF₃ を微量に添加した雰囲気下で熱酸化を行い、界面欠陥の起源とされている C のフッ化物を生成し、C 脱離に伴う界面準位の低減を狙った。

【実験方法】

本研究では4度オフ角を有する n 型 4H-SiC(0001) 上に、ドーパント濃度 $N_d - N_a = 1.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、膜厚 12 μm のエピタキシャル成長層を持つ基板を使用した。標準的な RCA 洗浄によって基板の汚染を取り除いた後、大気圧下において DryO₂ 雰囲気 (以下 O₂ 酸化) および NF₃ 添加 O₂ 雰囲気 (以下 NF₃ 酸化) で熱酸化し、SiC 表面に SiO₂ 膜を形成した。酸化温度は、O₂ 酸化を 1100, 1200°C、NF₃ 酸化を 900~1200°C で行った。NF₃ 酸化は O₂ 中に NF₃ を 200ppm 添加したガスを使用している。真空蒸着法によって試料表裏に Al を堆積し、フォトリソグラフィー法によって Al 電極を形成した。その後、Al と酸化膜間に良質なコンタクトを得るために H₂ FGA を 400°C で行った。作製した MOS キャパシタの電気的特性から界面準位密度を評価した。

【実験結果】

Fig.1 に O₂ 酸化と NF₃ 酸化で同程度の膜厚を形成して作製した MOS キャパシタの D_{it} を示す。プロットした D_{it} は High-Low 法によって算出し、伝導帯から 0.2eV 低いエネルギー位置の D_{it} の値を示している。NF₃ 酸化ではより低温で熱酸化を行うことによって D_{it} は逡減していく。一方で、O₂ 酸化で低温酸化を行った場合 D_{it} は増加する傾向を見せた。したがって、NF₃ 酸化による低 D_{it} は低温という雰囲気がもたらしたものではない。

NF₃ は界面におけるフッ化物生成と同時に、最表面の SiO₂ のエッチングも同時に発生することがわかっており、非常に複雑な酸化過程を経て SiO₂ が成長する。SiO₂ のエッチングは高温ほど低減することが確認されていることから、高温雰囲気においては、NF₃ が分解し、C フッ化物を生成する能力が低下したと推測される。

NF₃ 酸化における界面からの C 脱離に有効な温度は 900°C 程度の低温であることがわかった。講演当日は、NF₃ 酸化によって生成されるフッ化物を質量分析したデータも併せて議論したい。

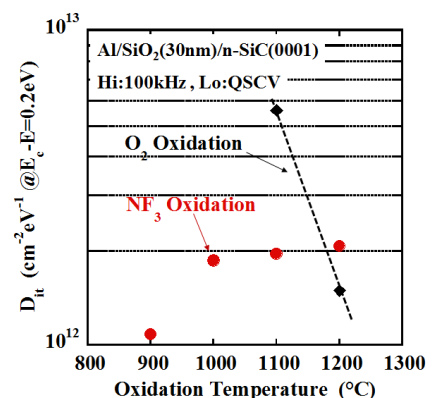


Fig.1 Temperature dependence of D_{it} by O₂ Oxidation and NF₃ Oxidation.