

SiO₂/GaN 構造における SiO₂ 膜中への Ga 拡散と MOS 電気特性への影響

Diffusion of Ga into SiO₂ Layer in SiO₂/GaN Structures and Its Impact on Electrical Properties

阪大院工¹, 富士電機², 産総研³ ○山田 高寛¹, 渡邊 健太¹, 野崎 幹人¹, 上野 勝典², 高島 信也², 江戸 雅晴², 高橋 言諸³, 清水 三聡³, 細井 卓治¹, 志村 考功¹, 渡部 平司¹

Osaka Univ.¹, Fuji Electric Co., Ltd.², AIST³ ○Takahiro Yamada¹, Kenta Watanabe¹,

Mikito Nozaki¹, Katsunori Ueno², Shinya Takashima², Masaharu Edo², Tokio Takahashi³,

Mitsuaki Shimizu³, Takuji Hosoi¹, Takayoshi Shimura¹, and Heiji Watanabe¹

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

【はじめに】 GaN MOSFET は高耐圧・大電流・低損失のスイッチング素子として期待されているが、その実現には高品質な絶縁膜及び優れた絶縁膜/GaN 界面が必須である。前回、我々は SiO₂/GaN 構造の熱酸化により極薄 GaO_x 界面層を形成した SiO₂/GaO_x/GaN MOS キャパシタを作製し、界面準位密度が 10¹⁰ cm⁻²eV⁻¹ 台以下に低減されることを報告した[1]。一方、SiO₂/GaAs や SiO₂/GaN 構造において、700~900°C の熱処理により SiO₂ 膜中へ Ga が熱拡散することが指摘されており、MOS 特性への影響が懸念される[2,3]。そこで今回は、SiO₂/GaN 構造の Ga 拡散について熱処理温度依存性を調べると共に、SiO₂/GaO_x/GaN MOS キャパシタの電気特性への影響を評価した。

【実験方法と結果】 *n* 型 GaN エピ層を有する自立 GaN 基板を HCl 溶液により洗浄した後、テトラエトキシシランと O₂ の混合ガスを原料に用いた RF プラズマ CVD により基板温度 370°C で約 20 nm 厚の SiO₂ 層を成膜した。その後、大気圧 O₂ 雰囲気中において 500~1000°C の温度範囲で 30 分間の熱処理（後酸化）を施した。図 1 に熱酸化後の SiO₂/GaN 試料表面の XPS 測定から得られた Ga 2*p*_{3/2} スペクトルを示す。なお、信号強度は O 1*s* ピークで規格化した。950°C で熱酸化を施した試料において、約 1119 eV の結合エネルギー付近に Ga-O 結合成分に相当する Ga 2*p*_{3/2} ピークが検出され、また 1000°C でその強度は顕著に増加した。これらの結果は SiO₂ 膜（20 nm 厚）表面近傍に Ga 原子が存在することを示しており、SiO₂ 膜中を Ga が拡散していることが分かった。図 2 に後酸化で形成した SiO₂/GaO_x/GaN 構造を用いて作製した MOS キャパシタの絶縁破壊特性を示す。1000°C 熱酸化試料は、低い酸化膜電界 (*E*_{ox}) からゲートリーク電流が流れており、SiO₂ 膜中への Ga 拡散が絶縁性を著しく劣化させることが分かった。また、Ga が検出されなかった 800°C および 900°C 試料（Fig.1 参照）においても、その絶縁破壊電界は 3~4 MV/cm と比較的低い値を示していることから、SiO₂ 表面までは到達していないものの SiO₂ 膜中への Ga 拡散は起きており、絶縁性が劣化したと考えられる。

【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」（管理人：NEDO）によって実施されました。[1] 山田他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 16p-B1-5. [2] J. Gyulai *et al.*, Appl. Phys. Lett. **17**, 332 (1970). [3] 片岡他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 14a-P6-13.

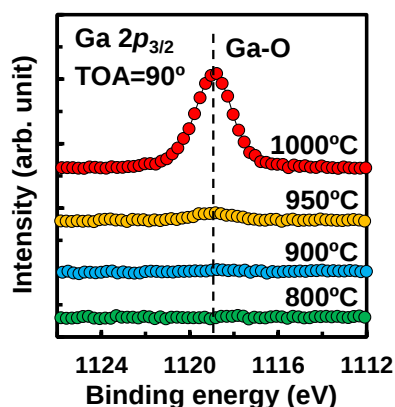


Fig. 1 Ga 2*p*_{3/2} spectra taken from SiO₂/GaN structures oxidized at temperatures ranging from 800 to 1000°C.

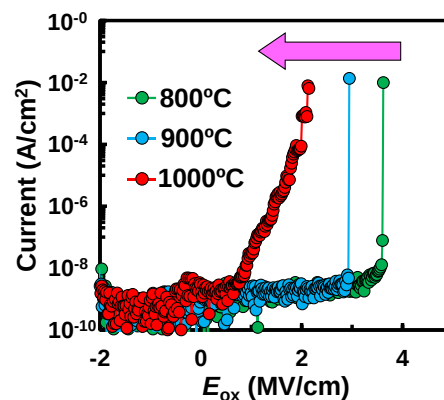


Fig. 2 Gate leakage current of SiO₂/GaO_x/GaN MOS capacitors oxidized at temperatures ranging from 800 to 1000°C.