

GaN 表面熱酸化処理による MOS 界面特性の向上

Improvement of MOS Interface Properties by Thermal Oxidation of GaN Surface

○山田 高寛、伊藤 丈予、浅原 亮平、渡邊 健太、野崎 幹人、
細井 卓治、志村 考功、渡部 平司 (阪大院工)

○Takahiro Yamada, Joyo Ito, Ryohei Asahara, Kenta Watanabe, Mikito Nozaki,
Takuji Hosoi, Takayoshi Shimura, Heiji Watanabe (Osaka Univ.)

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

【はじめに】 GaN は広いバンドギャップ、高い絶縁破壊電界強度を有することからパワーデバイス材料として期待されている。Si や SiC では熱酸化により形成した SiO_2 層が MOSFET のゲート絶縁膜として利用されている。同様に、GaN の熱酸化では Ga 酸化物である Ga_2O_3 が形成されるが、 Ga_2O_3 はバンドギャップが狭く GaN に対するバンドオフセットが小さいためゲート絶縁膜への適用が難しい。また、 Ga_2O_3 は粒状に形成されるため表面形状が荒れることも指摘されている[1, 2]。そのため、GaN の熱酸化による Ga 酸化物のゲート絶縁膜としての利用は十分に検討されていない。一方、我々は GaN 表面の初期酸化過程を評価し、比較的平坦な極薄酸化層が形成できることを確認している[1, 2]。今回、熱酸化により形成した酸化物を界面層とする GaN MOS キャパシタを作製し、電気特性を評価したので報告する。

【実験結果及び考察】 GaN 基板上に n 型 GaN 層 (キャリア密度: $8.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) をエピタキシャル成長した試料を HCl 溶液により洗浄した後、酸素雰囲気中で熱酸化を行った。酸化温度は 800 又は 900°C、酸化時間は 30 min とした。次に、絶縁膜として SiO_2 を 15 nm スパッタ成膜し、ゲート電極として Ni、裏面電極として Al を形成した。Fig. 1 に作製した $\text{SiO}_2/\text{GaO}_x/\text{GaN}$ MOS キャパシタの C-V 特性を示す。いずれの試料でも SiO_2 の膜質に起因するヒステリシスが見られているが、空乏から弱反転領域にかけての周波数分散に注目すると、熱酸化を施していない試料 (Fig. 1(a)) では周波数分散が顕著なのに対し、熱酸化を施した試料 (Figs. 1(b), 1(c)) では熱酸化温度が高いほど周波数分散が減少している。これは熱酸化処理により SiO_2/GaN 界面欠陥が低減したことを意味しており、特に 900°C で良好な界面特性が得られることがわかった。Fig. 1 の挿入図に示す AFM 像から、800°C 熱酸化後の表面形状 (RMS=0.14 nm) は酸化前とほとんど変わっていないのに対し、900°C 熱酸化では微小な粒状物が確認できるが、RMS=0.62 nm と比較的平坦な表面を維持していることがわかった[2]。これらの結果から、熱酸化により形成した Ga 酸化物の挿入が GaN MOS デバイスの電気特性向上に有効であると結論付けられる。

【謝辞】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) によって実施された。

[1] 山田他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 14p-PB2-8. [2] 山田他, 本講演会。

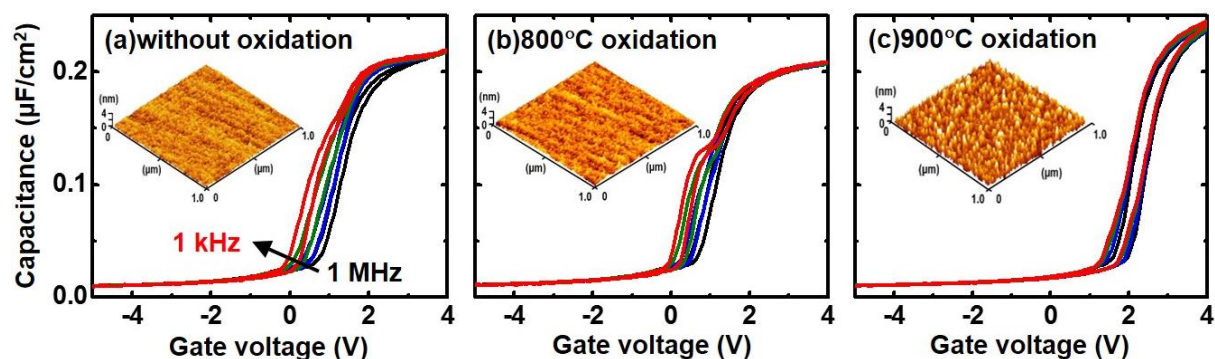


Fig. 1 C-V curves of $\text{SiO}_2/n\text{-GaN}$ MOS capacitors (a)without and with thermal oxidation at (b)800°C and (c)900°C for 30 min before SiO_2 deposition. The insets show AFM images before SiO_2 depositon.