

スパッタ SiO₂ 成膜による安定な GaN MOS 構造の形成

Formation of Stable GaN MOS Structures Based on Sputter Deposition of SiO₂ Dielectrics

阪大工・院工,[○](B3)大西 健太郎, 見掛 文一郎, 富ヶ原 一樹,

溝端 秀聡, 野崎 幹人, 小林 拓真, 志村 考功, 渡部 平司

Osaka Univ.,[○]Kentaro Onishi, Bunichiro Mikake, Kazuki Tomigahara, Hidetoshi Mizobata,

Mikito Nozaki, Takuma Kobayashi, Takayoshi Shimura, and Heiji Watanabe

Email: onishi@ade.prec.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 GaN は、低損失かつ高温動作可能なパワーデバイス用材料として期待されている。我々は、プラズマ CVD (PECVD) により形成した SiO₂/GaN MOS 構造において、界面に薄い GaO_x 層を設けることで、良好な界面特性が得られることを報告してきた[1]。一方で、GaO_x 層の還元が生じると固定電荷が生成し、電圧シフトを引き起こすため[2]、堆積後の熱処理条件設計に注意を払う必要がある。よって理想的には、不安定な GaO_x 層を形成せず、高品質な MOS 界面を得る手法が望ましい。そこで本研究では、SiO₂ をスパッタ成膜し、PECVD 時の酸素プラズマの影響を排除することで、GaO_x 層成長を抑制した絶縁膜形成プロセス開発に挑んだので報告する。

【実験方法と結果】 n 型 GaN エピ層 ([Si]: $2.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) を 50% HF で洗浄後、Ar 雰囲気でのマグネトロンスパッタリングにより SiO₂ を約 20 nm 成膜した。成膜条件は、Ar 流量 8 sccm, チャンバ圧力 0.3 Pa, RF 電力 100 W とした。その後、200 – 800°C の温度範囲で 30 分間の FGA (3% H₂/N₂) を施し、Ni ゲート電極および Al 裏面電極を蒸着して MOS キャパシタを作製した。Fig. 1(a) に、作製した MOS キャパシタの双方向の容量-電圧 (C-V) 特性を示す。堆積直後の試料 (as-depo.) では、電子捕獲に起因する C-V 曲線の正方向シフトおよびヒステリシスが観測されたが、その後の FGA 処理により改善する傾向が見られる。実際に Fig. 1(b) に、ヒステリシスを FGA 温度に対してプロットした結果を示す。400°C 以上の FGA 処理で電子トラップは大幅に低減し、ヒステリシスは 0.2 V 以下となった。続いて、フラットバンド電圧 (V_{FB}) を FGA 温度に対してプロットした結果を Fig. 1(c) に示す。以前に我々は、SiO₂/GaO_x/GaN 構造では、250°C を超える FGA 処理により GaO_x 界面層に正の固定電荷が生成し、 V_{FB} が負方向へ大きくシフトすることを報告している[2]。しかし、Fig. 1(c) に見られるように、スパッタ成膜で形成した SiO₂/GaN 構造では、800°C の高温で FGA 処理を行っても V_{FB} の負方向シフトは僅かである。これは、スパッタ成膜により GaO_x 層の形成が抑制されたため、その後の FGA による固定電荷生成を抑止できたためだと示唆される。以上のように本研究では、スパッタ成膜 SiO₂/GaN MOS 構造に FGA 処理を行うことで、不安定な GaO_x 界面層の形成を抑えつつ、界面トラップの少ない良好な MOS 界面特性の実現に成功した。

【謝辞】 本研究は、文部科学省「革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発」事業 (JPJ009777) および科研費 (19H00767) の助成を受けた。

【参考文献】 [1] T. Yamada *et al.*, Appl. Phys. Express **11**, 015701 (2018). [2] H. Mizobata *et al.*, Appl. Phys. Express **13**, 081001 (2020).

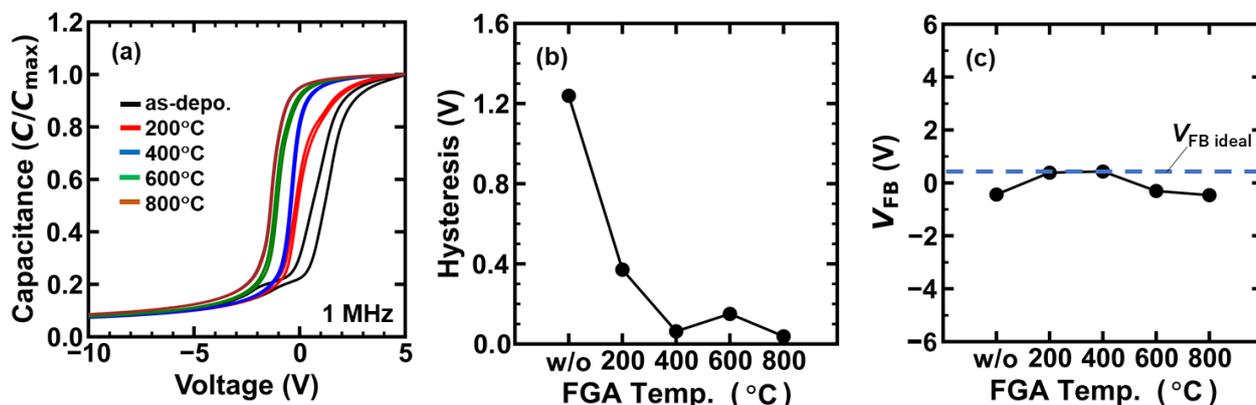


Fig. 1 (a) Bidirectional C-V curves taken from sputtered-SiO₂/GaN MOS capacitors subjected to FGA at temperatures from 200 to 800°C. (b) FGA-temperature dependence of hysteresis in SiO₂/GaN MOS capacitors. (c) FGA-temperature dependence of V_{FB} in SiO₂/GaN MOS capacitors. The ideal value of V_{FB} is also shown in the figure.