

STEMおよびSIMSによる GaN-MOSデバイスのSiO₂/GaN界面の評価

ワイドバンドギャップ半導体であるGaNは高性能パワーデバイスのチャンネル材料の候補として期待されている。GaNをチャンネルとして用いるMOSデバイスの性能をさらに高めるために、絶縁膜とGaNの界面の高品質化が不可欠がある。以下で、SiO₂/GaN界面を詳細に調べた事例を紹介する。STEMとSIMSを組み合わせることで界面構造および界面反応挙動を評価することができる。

1. GaN-MOSデバイス

MOS: Metal oxide semiconductor

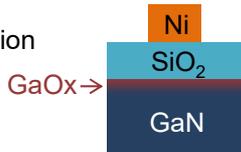
GaNパワーデバイスの特徴

- ・Siの約10倍の絶縁破壊電界(高耐圧)
- ・高温動作
- ・SiCデバイスも超える高性能化に期待

サンプル作製

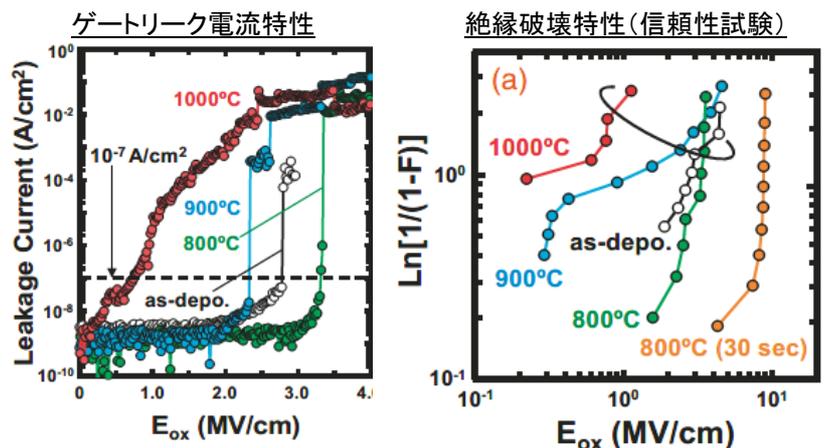
- Si-doped GaN film (5 μm-thick) on GaN (0001) sub.
- 20 nm-SiO₂ deposition by PECVD
PECVD: Plasma enhanced chemical vapor deposition
- Annealing in O₂ at 800, 900 and 1000 °C for 30 min. or 30 sec.

- Ni electrode deposition (Back contact: Al)



本研究は大阪大学大学院工学研究科 物理学系専攻 精密工学コース 先進デバイス工学領域 渡部 平司 教授との共同研究の元で進めさせていただきました。

T. Yamada et al., Appl. Phys. Express **11**, 015701 (2018).

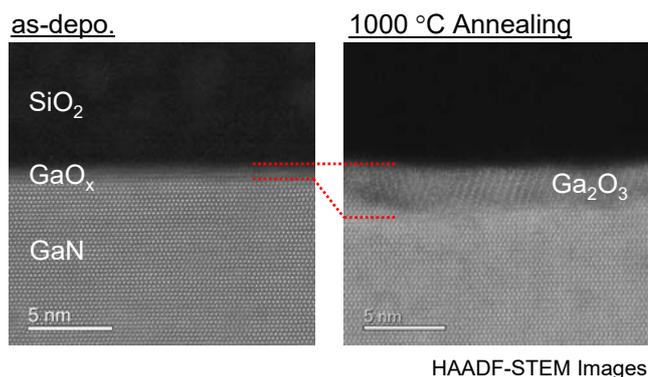


Copyright (2018) The Japan Society of Applied Physics

- ・800 °Cアニールにより、高い絶縁特性を得ることができる。
- ・900 °C以上のアニールにより絶縁特性が低下。1000 °Cでは顕著な劣化が確認される。

2. STEMによるSiO₂/GaN界面観察

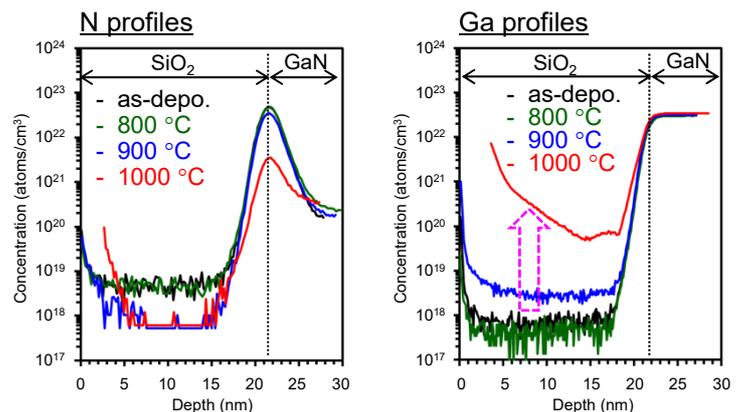
STEMにより断面方向からSiO₂/GaN界面の構造を観察



- ・アニール無し(as-depo.)では、SiO₂/GaN界面に1 nm程度の界面層が存在する。
- ・1000 °Cアニール後に界面層が3 nm程度に増膜。SiO₂/GaN界面の反応に由来すると推定される。
- ・アニール後の界面層はGa₂O₃(結晶)と推定される。

3. SIMSによる界面反応解析

SIMSによりSiO₂中のN, Gaの分布を評価



- ・Nは高温アニールによりやや減少する傾向であるが、分布の顕著な変化は認められない。
- ・Gaは900 °C以上のアニールによりSiO₂/GaN界面からSiO₂中に拡散し、かつSiO₂表面側に偏析する特徴がある。
- ・Ga拡散がMOSデバイスの絶縁特性低下の原因と考えられる。

GaNをチャンネルとするMOSデバイスの電気特性向上のため、SiO₂/GaN界面反応の制御と抑制が不可欠である。詳細な物理解析を実施することで、パワーデバイス特性改善の指針を得ることができる。