

# 半導体デバイスの界面評価および制御技術

これまでの研究紹介～これからの取り組み

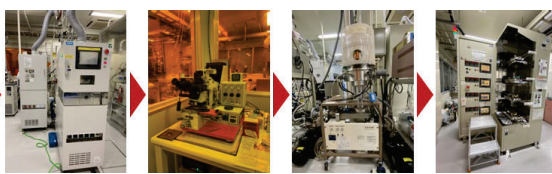
産総研センシングシステム研究センター  
主任研究員 上沼 睦典

## これまでの研究：半導体界面

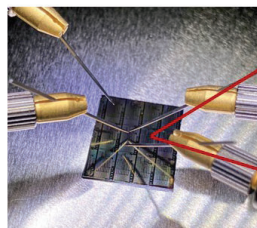
- ナノスケールトランジスタ、三次元積層技術、新規半導体材料では、デバイスを構成する基である薄膜材料の界面で生じる現象を原子レベルで把握し、制御する技術開発がますます重要
- 研究分野：GaNパワーデバイス、酸化物半導体、半導体メモリ、熱電発電などの分野でデバイス作製から評価まで実施



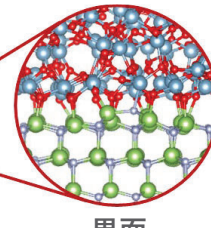
ウェハ



半導体デバイス作製プロセス（前工程）



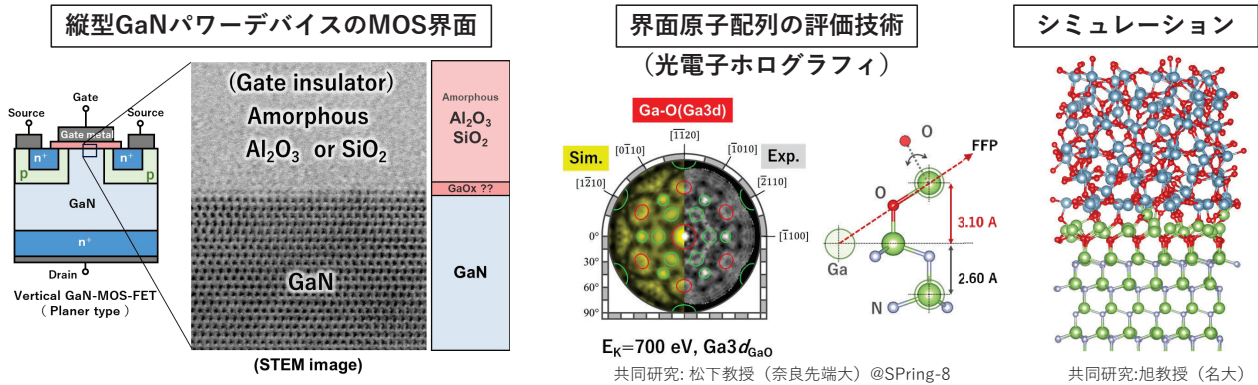
電気特性評価



界面

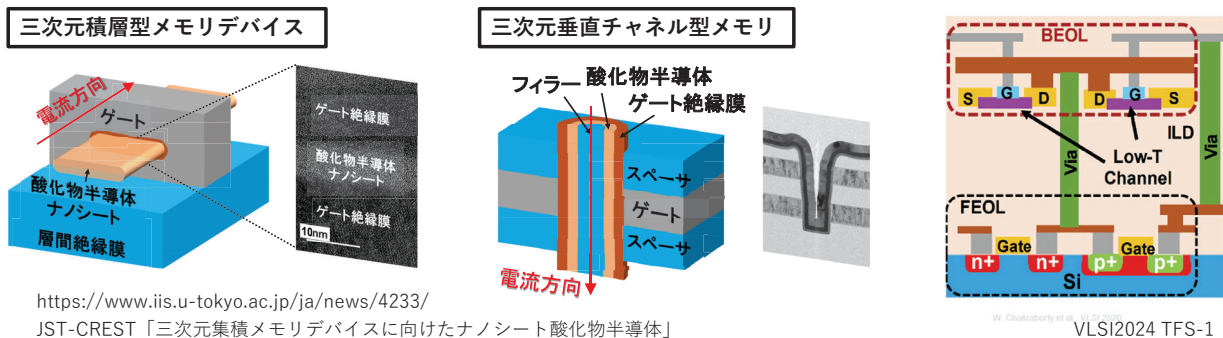
# GaNパワーデバイス

- 窒化ガリウムパワーデバイスは、高耐圧大電流の応用に適用可能な縦型パワーデバイスに向けてイオン注入技術や界面制御技術が開発途上
- ゲート絶縁膜と窒化ガリウム界面に形成される酸化ガリウム層がデバイス特性に影響するため、酸化ガリウム層の原子構造や欠陥形成原理の理解とその制御技術が重要な課題
- 本グループでは、原子レベルの界面評価手法や機械学習を取り入れた大規模な原子シミュレーション技術など新しい技術と連携し、半導体界面物理を探索



# 酸化物半導体デバイス

- 酸化物半導体は、InGaZnO(IGZO)を代表としたディスプレイ用トランジスタ材料として実用化されてきたが、現在は、三次元集積回路や三次元構造メモリへ技術開発が展開
- 特に、酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) などの高移動度酸化物半導体薄膜は、HfOx系強誘電体メモリやback end of line(BEOL)工程へ適応可能なFETに向けた研究開発が進行
- 三次元集積デバイスに向けて、膜厚が5nm以下の極薄膜を三次元構造上へ均一に成膜する必要があるため、従来のスパッタ成膜法ではなく原子層堆積法(Atomic layer deposition :ALD)が必要であり、界面の評価・制御技術の開発も急務



# 研究環境：デバイス作製から評価まで

- 半導体デバイスやセンシングデバイスの開発には、材料開発やデバイス設計技術、プロセス技術および評価技術などの多数の技術開発化が必要
- 産総研九州センターでは、デバイスの電気特性を評価できる環境を主に構築し、デバイス作製・分析には外部施設を活用（前工程）

デバイス作製（外部施設）



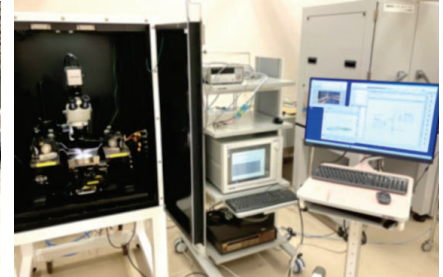
\*産総研@鳥栖でも、一部装置を立ち上げ中

分析（外部施設）



XPS,TEM, 放射光施設(SPring-8)など

電気特性評価（産総研九州）



産総研@鳥栖で立ち上げ中のデバイス評価設備

# これからの取り組み

- 産総研九州に強みがある材料分野の強化・新規デバイス開発
  - ・ 圧電材料・強誘電材料(AIScN…)・ダイヤモンドなど
- グリーン半導体製造に向けたセンシング技術開発
  - ・ 半導体製造で大量利用するプロセスガスや利用効率が少ない原料ガスのセンシング技術開発
- 九州における地域連携
  1. 半導体デバイス基礎研究（大学・高専）
  2. 半導体作製プロセス・分析（公設試・放射光施設）
  3. グリーン半導体製造センシングデバイス（企業）