

どんな問題に取り組むのか？

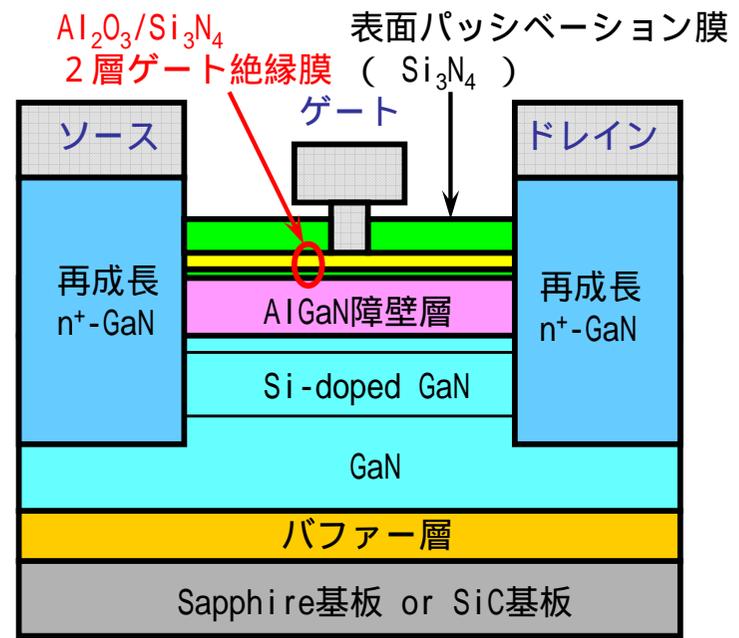
次世代の高温・高出力・高周波用トランジスタ材料として窒化物半導体は、熱・振動・宇宙線下などの過酷な環境に強く、かつ、高電子速度・高耐圧といった魅力的な特長を持ち、非常に有望です。本研究では、絶縁膜を用いたMIS型 (Metal-Insulator-Semiconductor) 構造の窒化物半導体電界効果トランジスタにおいて、新たなバンドエンジニアリングモデルを構築することにより、材料の特性を最大限に発揮するトランジスタ構造の開発に取り組んでいます。

得られた結果はどう新しいのか？

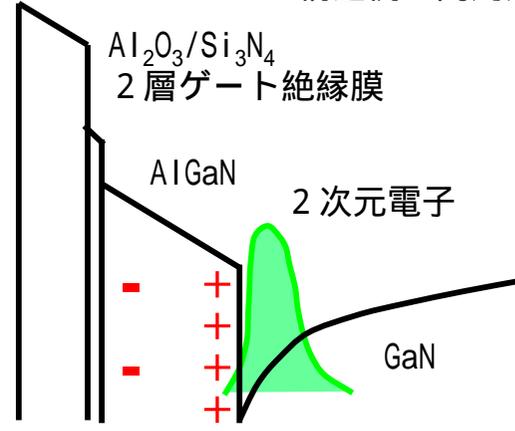
MIS型構造のゲート絶縁膜として、絶縁性の高いAl₂O₃を主体としたAl₂O₃/Si₃N₄2層膜を用いた構造において、窒化物半導体トランジスタで問題となっている大きなゲートリーク電流を大幅に低減し、これと同時に、高周波動作が実現可能であることを実証しました(上図と特性)。また、特有の分極効果の存在する窒化物半導体において、MIS型構造のバンド構造モデル(下図)を2次元電子の電気伝導特性評価に基づいて提案しました。

この研究が成功した場合のインパクトは？

種々のMIS型構造のバンド構造モデルが構築されると、これに基づいたバンドエンジニアリングにより、高周波用、大電力用、といった用途に応じたトランジスタ特性の自由な設計・制御が可能となります。このようにして、高性能の高出力高周波トランジスタや低損失パワートランジスタが実現すると、日用家電から車載レーダー、モバイル・マルチメディア通信まで、さまざまな分野での応用が可能となります。



構造例：高周波用MIS型トランジスタ



窒化物半導体MIS型構造のバンド構造モデル

- 特性 (ゲート長 0.1μm)
- ドレイン電流密度：1.30A/mm
 - 相互コンダクタンス：293mS/mm
 - 遮断周波数 (f_T)：70GHz
 - 最大発振周波数 (f_{max})：90GHz
 - ゲートリーク電流：
 - 10⁻⁴A/mm以下 (ゲート電圧+3V)
 - 10⁻⁸A/mm (負ゲート電圧)

