

平成18年度顕在化ステージ 事後評価報告書

シーズ顕在化プロデューサー所属機関名：サンケン電気株式会社

研究リーダー所属機関名：山梨大学

課題名：GaN パワーデバイスの高性能・高信頼性に関する研究開発

1. 顕在化ステージの目的

本研究の目的は、山梨大学で有している技術シーズであるデバイスシミュレーション技術を利用して、低コストで高性能GaN パワーデバイスを開発することである。GaN パワーデバイス研究開発における技術課題は、高電圧ストレス後にオン抵抗が増大する電流コラプス現象の抑制、低コスト化、素子の高耐圧化設計(リーク電流低減)、である。この内、第二の課題である低コスト化は、サンケン電気で開発した GaN-on-Si ウエハ技術を用いて解決する目途がたっている。本研究では残りの 2 つの問題である電流コラプス現象の抑制および素子の高耐圧設計技術の構築を目的とする。これら2つの課題を山梨大学で有するデバイスシミュレーション技術とサンケン電気が有するデバイス製造技術を用いて解決する。

2. 成果の概要

大学の研究成果

第一に、ソース、ゲート、ドレインの全電極にフィールドプレート構造を導入したマルチフィールドプレート(MFP)構造を提案し、シミュレーションにより900V 級GaN-on-Si FET の設計指針を確立した。第二に、Si 基板上に縦型構造と横型構造を組み合わせた V-MIS GaNFET 構造を提案し、オン抵抗を殆ど劣化させず 600V 級でノーマリーオフ特性が実現出来ることをシミュレーションで予測した。第三に、ゲート電極部の漏れ電流機構が障壁トンネルモデルであることをシミュレーションで解明し、ゲート傾斜による漏れ電流の低減効果をシミュレーションで再現した。

企業の研究成果

技術シーズであるデバイスシミュレーション技術を GaNFET に適用するためにデバイスの試作評価を行い、必要なパラメータを具体化した。デバイス特性に大きな影響をもつ2次元電子ガスの特性値を導出、AlGaIn層Al組成率との関係やデバイス特性との相関結果を得た。デバイスOFF動作時における各電極を流れる電流量を測定、その経路や向きをモデル化し、ゲートリークが支配的であることがわかった。デバイスの耐圧評価結果からゲート・ドレイン電極間距離との相関が得られ、エミッション顕微鏡によりデバイスの破壊箇所(電界集中箇所)を特定した。

3. 総合所見

電流コラプス現象の要因分析は不十分であったが、900V耐圧素子が実現され、GaNパワーデバイスが活用される状況になるためのいくつかの技術課題が解決された。

電流コラプス現象とオン抵抗低減等について表面電荷補償ドーピング技術が提案されているが、数値解析と実験検証のフィードバックが十分ではなく、今後実用化にはかなりのハードルをクリアする必要があると思われる。