

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 低コスト 250°C動作 p/n-MOSFET の開発
プロジェクトリーダー 所属機関	: 株式会社ノベルクリスタルテクノロジー
研究責任者	: 中込 真二 (石巻専修大学)

I. 研究開発の目的

IoT の普及に伴って高温環境、耐放射線環境等の過酷環境においても動作可能なオペアンプが望まれている。例えばセンサと組み合わせることで過酷環境でのメンテナンスフリー化が加速されると思われるが、量産化とコスト低減が普及のカギと考えられる。ワイドギャップ半導体はこのような過酷環境でも動作可能である。酸化ガリウム単結晶は EFG 法で育成できるため、低コストかつ量産化が可能である為、このような用途に最適なワイドギャップ半導体といえる。本研究開発では、オペアンプの基本素子である nch/pch-MOSFET 素子をワイドギャップ半導体の酸化ガリウムと酸化ニッケルを用いて開発し過酷環境における半導体化を進めていく。

II. 研究開発の概要

① 実施概要

ワイドギャップ半導体である酸化ガリウム nch-MOSFET と酸化ニッケル pch-MOSFET を開発する。実用的なオペアンプとして必要なノーマリーオフ化とともに、高温 250°Cにおける相互コンダクタンス g_m の達成目標をそれぞれ 1.9mS、0.017mS とする。酸化ガリウム nch-MOSFET においては、250°C高温環境においてノーマリーオフを達成し、かつ $g_m = 2.4mS$ と目標を大きく上回ることが出来た。酸化ニッケルにおいては室温ではほとんど FET 特性を示さなかったが、高温 250°Cでは FET としての動作を確認できた。しかしながら、ノーマリーオンであり、 $g_m = 0.002mS$ となり、目標を下回る結果となった。

② 今後の展開

n 型ワイドギャップ半導体である酸化ガリウム nch-MOSFET 特性は高温において期待以上に良い特性が得られた。一方、p 型ワイドギャップ半導体である酸化ニッケル pch-MOSFET は高温において FET 特性を示すことが確認できた。しかしながら、導電率の温度依存性が大きいことが明らかになり、温度変動に対して安定なオペアンプとして使うことは困難であることが示された。高温過酷環境で動作可能なオペアンプ開発に向け、他の有望な p 型半導体の探索を進める必要がある。

III. 総合所見

実用化に向けた次の研究開発フェーズに進むための成果が得られず、イノベーション創出の可能性が低い。

酸化ニッケル(NiO)に関する伝導機構の基礎データが得られたことは有益な成果である。

酸化ガリウムによる p/n-MOSFET の試作により、n 型のトランジスタ特性が得られたことは評価でき

る。p型については特性が得られなかったので、基礎的な部分の検討が必要である。p/nとも目標とする特性を得るにはまだ課題があり、今後詳細な検討が必要である。

産学の分担は適切であるが、目標達成に向けての事前の検討が不足していたように思われる。

以上