

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：「極限量子閉じ込め効果を利用した革新的高出力・高周波デバイス」
- (2) 研究代表者：富士通株式会社 小谷 淳二
- (3) 研究期間：平成29年度～令和3年度（予定）

2. 中間評価の実施概要

- ・日時：令和元年12月2日
- ・場所：防衛装備庁 艦艇装備研究所
- ・評価委員：

未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授	平澤 洽（委員長）
豊橋技術科学大学 名誉教授	石田 誠
東京農工大学 名誉教授	佐藤 勝昭
東京工業大学 名誉教授	谷岡 明彦
科学技術振興機構 研究開発戦略センター 企画運営室長／フェロー	
	中山 智弘
理化学研究所 光量子工学研究センター センター長	緑川 克美
東京理科大学 工学部 電気工学科 教授	村口 正弘
千葉工業大学 工学部 電気電子工学科 教授	山本 秀和
東京工科大学 応用生物学部 学部長、教授	横山 憲二

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究の進捗状況

研究の概要

本研究は、革新的高出力・高周波デバイスの飛躍的な性能向上を目的として、超ワイドバンドギャップ材料であるAINを利用した次世代デバイスの基礎研究を行うものである。従来には無い極めて強い量子閉じ込め効果を電子輸送チャンネルに適用し、特異な量子閉じ込め状態で発現する物理現象の究明を通じて、従来技術の延長では成し得ない次世代デバイス創出を目指す。

さらに、高放熱材料（ダイヤモンド）との異種材料融合や、非対称電子密度を有する新規デバイス技術を導入し、Xバンド以上の高周波帯において、従来比10倍の出力という半導体固体素子の飛躍的な性能向上に向けた明確な道筋を提示する。

進捗状況

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

- (1) 高品質結晶成長技術

中間目標である結晶成長速度 $100 \mu\text{m/h}$ を達成するとともに、2 インチ基板上に AlN を均一に成長する技術を確立した。

(2) デバイスプロセス技術

AlN 基板上デバイスにおいて、大電流・高耐圧動作を実証するとともに、X 帯において飽和出力 15.2W/mm を達成した。

(3) 発熱増加に対応するための高放熱技術

デバイスの表面及び裏面の両面から放熱する技術を確立するため、AlN と放熱性能の高いダイヤモンドとの接合に成功しており、両面ダイヤモンド構造実現に向けた見通しを得た。

(4) 回路設計及び高効率電力合成技術

当初計画していた擬似導波管回路 (SIW : Substrate Integrated Waveguide) では、マイクロストリップ線路に比べて伝送損失の優位性が小さいことが判明したため、中空 SIW 構造の検討を開始し、伝送損失の低減を確認した。

4. 中間評価の評点

A 研究計画を超えた成果を挙げており、さらなる発展を期待する。

5. 総合コメント

中間目標は達成しており、最終目標の実現に向けた有用な成果が得られているものと評価できる。また、実験室レベルではなく、製造プロセスを念頭においたデバイスの高性能化も図られており、AlN とダイヤモンド薄膜の組み合わせ等による高性能デバイスの実現とともに、当該分野をリードしていくような研究の展開が期待される。さらに、当初計画を上回る性能や副次的な成果が得られていることも評価できる。今後困難が予想される各要素技術の統合に際して、各研究実施機関の連携の下、着実に研究が推進されることを期待する。

6. 主な個別コメント

- 中間目標としていた AlN 基板の実現は達成されており、最終目標に向け、着実に進捗しているものと認められる。
- 各要素技術においては、中間目標を上回る特性が得られているものがあり、最終目標の達成が見込まれる。
- 多くの要素技術開発を行っているが、それらを統合した際に、目標とするデバイスが実現できるのかについては、多少の不透明さがある。
- 各要素技術の統合は困難が予想されることから、各研究実施機関が着実に協力し、より強いマネジメントの下で研究を推進する必要がある。
- より多くの論文発表を期待する。
- 研究の方向性が、既存の GaN-HEMT の改良に留まることが危惧されるため、AlN の位置付けを明確化した上で、研究に取り組むことが期待される。