

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： ナノワイヤ半導体を用いた環境電波発電デバイスの研究開発

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

河口 研一（富士通（株） モバイルシステム事業本部 ワイヤレスシステム事業部 事業部長付）

主たる共同研究者

須原 理彦（首都大学東京 大学院システムデザイン研究科 教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A ■ 期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント：

IoT センサー用電源として小型で μW レベル以下の微弱マイクロ波を高効率で電力変換するデバイスの実現を目指して、半導体ナノワイヤを用いた高感度なバックワードダイオード(BWD)の開発とそれに適したアンテナ・整合回路を融合した環境電波発電を原理実証する研究を行った。

■ 研究の達成状況および得られた研究成果

- (1) マイクロ波帯で動作するナノワイヤ GaAsSb / InGaAs バックワードダイオードの製作プロセスを確立し、マイクロ波帯の電波に対する整流特性の性能向上を図った。（世界初）
- (2) 従来のショットキーバリアダイオードを上回る 700 kV/W(2.4GHz)の世界最高感度のナノワイヤバックワードダイオード特性を実証した。
- (3) 異なるサイズのメサ直径の BWD 整流器の電圧感度の周波数依存性の実験の結果から整合電圧感度とメササイズとの関係を定量的に明らかにした。
- (4) 数十 nm 径のナノワイヤーでは先端の電極接続部で生じる空乏化現象により、BWD の耐圧がバンドギャップから想定される理論限界を超え得ることが新たに見出された。この結果はメサ型バックワードダイオードの性能向上に大きく貢献する意味で利用価値が高い。

当初数値目標は達成できなかったが、挑戦的目標の達成に向け、鋭意取り組みを進めたことが認められた。

■ 得られた研究成果のインパクトについて

ナノワイヤ BWD を用いて世界で初めてマイクロ波 RF 信号の直流変換に成功。ショットキーバリアダイオードを上回る感度のナノサイズ・バックワードダイオード(BWD)が電波発電に有効であることが実証され、BWD の応用展開が今後、期待される。ローカル 5G 用のデバイスとしての応用展開が広がったことは、当初考えていなかった、そして伸びしろのある成果であると評価された。

■ 研究の進め方において高く評価できること

企業(富士通)の研究代表者が、4つの技術分野(結晶成長技術、デバイス・プロセス技術、デバイスモデリング、アンテナ・回路設計)の研究をまとめてチーム全体の研究を牽引してきたことは高く評価できる。

■ その他特記すべき事項

新聞、TV、科学雑誌などで「微弱電波からの発電」として紹介されるなど、広く微小エネルギー領域の狙いを喧伝することに貢献した。また、環境電波発電における高感度ダイオードの重要性、および高感度ダイオードを用いた電波発電デバイスによって将来もたらされる効果について、展示会

などを通じて広く社会に発信した。