

産学共創「テラヘルツ」事後評価結果

1. 研究課題名：THz 量子カスケードレーザの動作高温化と周波数拡大に関する研究

2. 研究代表者：平山 秀樹(理化学研究所 テラヘルツ量子素子研究チーム チームリーダー)

3. 研究概要

テラヘルツ量子カスケードレーザ (THz-QCL) は、小型・高効率、長寿命、連続動作などの優れた特徴を持つテラヘルツ光源として、各種透視検査・計測機器など幅広い応用分野での利用が期待される。本研究では、THz-QCL に新しい量子構造や新規半導体材料系を導入するなど素子構造を革新することで、動作温度の向上、周波数領域の拡大、閾値電流の低減などの高性能化を行い、実用化を目指した THz-QCL の開発を行う。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

THz-QCL の動作高温化および周波数拡大という命題に対して、一部目標以上の成果が得られている一方、目標に一部到達できない面があった。

GaN 系 QCL は、新たな発振領域と共に高温動作が期待される材料系であるが、その成長の難しさから世界でも成功例が無いチャレンジングな研究であった。欠陥の制御が難しいエピ成長において、独自の手法でそれを抑えることに成功し、世界初の発振を実現したことは、世界的に見ても大きな成果の創出である。本プロジェクトでは発振の成功で残念ながら終了を迎えるが、今後 GaN 材料系が QCL にとって真に適したものであることを早急に実証し、次の段階に進めてほしい。

一方 GaAs 系の QCL についてはいくつかの特記すべきデータは出ているが、確実にその値が再現性良く得られるとの確証に乏しく、産業競争力の強化に貢献できる結果が出ていると言えないのは残念である。デバイス研究とその実用化に正面から取り組み、一定の成果を挙げて、光源研究を前進させたことは評価したいが、研究のスピード感が不足していた。

4-2. 今後の研究に向けて

THz-QCL は THz 波の産業化プログラム発展の根源を成すものであり、目標設定もきわめてチャレンジングなものであった。その意味で、本研究に対しては期待度も高く、また要望も高い。産業化プログラムは内容と共にスピードが肝要である。そのためには研究要員を必要とすることから、研究の遂行に当たり適切な人員配置は重要である。テーマの集中や他機関との分担も含めて、有機的な研究遂行に一層尽力してほしい。

実用デバイスに仕上げる難しさに直面した本研究開発は、モノづくりの課題と共通する。外部機関でよりレベルの高い連携協力者と共働するなどの努力をし、我が国からこの基幹 THz デバイスを花開かせて欲しい。

4-3. 総合評価

GaAs 系 QCL の高温動作に関し、間接注入という手法の導入で前進があったが、研究期間に対して成果が物足りない。GaN 系の QCL を世界で初めて実現したのは優れた成果であり、GaAs 系では難しい 5-12THz 帯へのアクセスを世界で初めて可能にした。しかし現状での成果は学術レベルに留まっており、学術フェーズとしては論文数が物足りない。

GaN 系材料による QCL THz 光源は高出力化・高温動作化も含め産業界に寄与する可能性は大きく、期待する。日本の企業がほとんど撤退してしまった新規半導体デバイス研究に、意欲的に取り組み成果を得たことは重要な貢献である。