

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム
2021 年度採択研究者

| |
|------------------|
| 2021 年度 年次報告書 |
|------------------|

有川 敬

京都大学 大学院理学研究科
助教

電子・光技術の融合による半導体テラヘルツコム発振器の創成

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、エレクトロニクス技術とフォトニクス技術の融合により、集積可能な半導体ベースの広帯域テラヘルツコム発振器の開発に挑んでいる。具体的には、共鳴トンネルダイオード(RTD)を用いた発振回路にレーザー技術の概念を導入し、従来のレーザーベースのテラヘルツコム光源を小型半導体デバイスで置き換えることを目標としている。これまでの研究により、キャビティを形成し、RTD 発振器が放射したテラヘルツ波をミラーで戻り光としてフィードバックすることで、マルチモード同期発振することが明らかになっている。

今年度はまずキャビティ性能の向上やゲイン変調信号の最適化によって、RTD 発振器の広帯域化に取り組んだ。その結果、従来の 2 倍となる 20 GHz 程度まで発振周波数帯域が広がることが明らかになった。また、モード同期メカニズムの解明とその活用による広帯域化にも取り組んだ。そのために、今年度はマルチモード注入同期実験によるモード同期メカニズムの研究を開始した。その結果、3 つのモード(間隔 10 MHz)を注入することで、RTD からは注入光には存在しない新たなモードが多数発生することがわかった。これらのモードは 10 MHz ごとに生成されており、RTD 内部で何らかのモード混合過程が生じて発振帯域が拡大していることを意味している。この現象は非線形光学的には四光波混合による帯域拡大として、また電気回路的にはキャパシタンスの非線形性による周波数変調とサイドバンド生成として理解できる可能性がある。

また、モード同期発振スペクトル($f_m = mf_{rep} + f_{CEO}$, $m = 0,1,2, \dots$)のモード間周波数 f_{rep} とオフセット周波数 f_{CEO} を安定化することで、周波数コム化することができる。今年度はモード間周波数の制御と安定化条件を調べた。その結果、ある範囲(ロッキングレンジ)では RTD に印加する AC 変調電圧の周波数でモード間周波数 f_{rep} を制御可能であることがわかった。