

中赤外面発光型量子カスケードレーザのモード評価

Evaluation of mode for mid-infrared surface emitting quantum cascade laser

°角野 努¹, 橋本 玲¹, 金子 桂¹, 斎藤 真司¹, 姚 遠昭², 迫田 和彰²

°T. Kakuno¹, R. Hashimoto¹, K. Kaneko¹, S. Saito¹, Y. Yao², and K. Sakoda²

¹東芝生産技術センター, ²国立研究開発法人 物質・材料研究機構

¹Toshiba Corporation Corporate Manufacturing Engineering Center

²National Institute for Material Science

E-mail: tsutomu.kakuno@toshiba.co.jp

はじめに

量子カスケードレーザ(QCL)は赤外域の小型光源としてガスセンシングや医療応用への適用が期待されており[1]、我々はフォトニック結晶(PC)を利用することで量産性やモード制御性に優れた面発光型 QCL の開発を進めている[2-4]。PC により面方向に出射される自然放出光の放射角とスペクトルを観測、解析することで PC の設計にフィードバックが可能である[5]。しかし、QCL はレーザダイオードに比べ自然放出光強度が極端に低いため、その観測が困難である。今回、マルチモードで発振させた QCL のスペクトルを放射角で分離して測定する系を構築し、評価したので報告する。

実験・結果

発振波長 $4\ \mu\text{m}$ 帯の中赤外面発光型 QCL の評価を行った。InP 基板上に結晶成長された QCL 構造エピウェハに対し、InGaAs の円柱状周期構造を作製し、その後 InP 再成長により埋め込み PC を作製した。図 1 にはマルチモードで発振した面発光 QCL の遠視野像を示した。マルチモードに起因する複数のスポットが観測されている。図 2 には FTIR スペクトルを示した。放射角で分離しない場合は複数のピークを持ち、分離した場合はシングルピークとなることが確認できた。本測定データにより、PC 設計における屈折率などのパラメータの妥当性を評価し、フィードバックが可能となった。

謝辞

本研究は、防衛装備庁安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けて実施した。

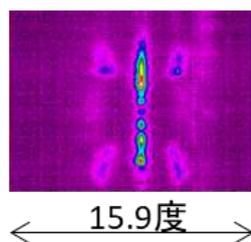


図 1. 遠視野像

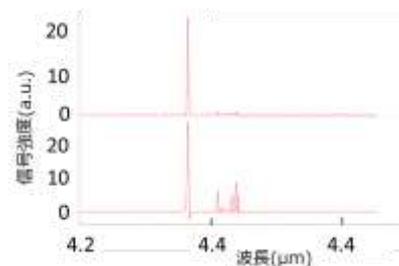


図 2. FTIR スペクトル

(上: 放射角で分離した場合、下: 放射角で分離しない場合)

参考文献

- [1] A. Maekawa et al., Proc. SPIE **10111**, 1011106 (2017).
- [2] 橋本など, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 [9a-Z04-5](2020).
- [3] H. Ohno et al., Optics Express **29**, 9396 (2021).
- [4] S. Saito et al., IEEE Photonics Conference, IPC 2020 - Proceedings, art. No. 9252551 (2020).
- [5] K. Hirose et al., NATURE PHOTONICS Vol. 8, 406 (2014).