

量子カスケードレーザにおける放熱構造の伝熱特性評価

Analysis of Heat Transfer structures for Quantum Cascade Lasers

○ 角野 努¹, 橋本 玲¹, 金子 桂¹, 高木 茂行², 斎藤 真司¹東芝 生産技術センター¹, 東京工科大学²Toshiba Corporation, Corporate Manufacturing Engineering Center¹,School of Engineering, Tokyo University of Technology²°Tsutomu Kakuno¹, Rei Hashimoto¹, Kei Kaneko¹, Shigeyuki Takagi², and Shinji Saito¹E-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、さまざまな応用への適用が期待されている[1,2]。QCL の高出力化では、放熱性を向上させ、素子温度の上昇を抑える必要がある[3]。素子内の温度分布の測定方法としてサーモリフレクタンス法が知られている[4]。サーモリフレクタンス法で微小領域の温度分布を測定するには顕微鏡とプローブ光を用いた光学系下で QCL を駆動する必要があり、測定系が複雑となる。そこで、本研究では、活性層で発生した熱の挙動を容易に把握する方法として、パルス印加した電力に対する光応答より伝熱特性を評価する手法を検討したので報告する。

【実験方法】 InP 基板上に QCL 構造を作製し、リッジ導波路近傍の材料が放熱性に与える影響を検討した。パルス電力に対する発熱分布を熱流体シミュレータで解析した。解析モデルの構造を作製し、図 1 に示すように幅 $1\mu\text{s}$ のパルス電力に対する電流波形と光波形を測定し、光波形の時間に対する出力の傾きから温度変化を評価した。

【結果および考察】 リッジ導波路側壁に絶縁膜である SiO₂ を介して Cu と Au を埋め込んだ素子と InP で埋め込んだ素子において、光波形の時間変化を評価した。各素子の評価結果を図 2 に示す。InP 埋込素子の傾きは Au、Cu の 1/3~1/4 と傾きが小さい。これは、3 つの埋込材料の熱伝導率を考慮すると半導体/絶縁膜/金属の界面の状態が影響しているものと考察できる。

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

参考文献

- [1] Y.A. Bakirkin et al., Appl. Phys. B, **82**, 149 (2006)
- [2] W. Zhou et al., Scientific Reports **8**, 14866 (2018)
- [3] A. Evans et al., AIP Advances, **7**, 025208 (2017)
- [4] N. Becher et al., Appl. Phys., **125**, 033102 (2019)

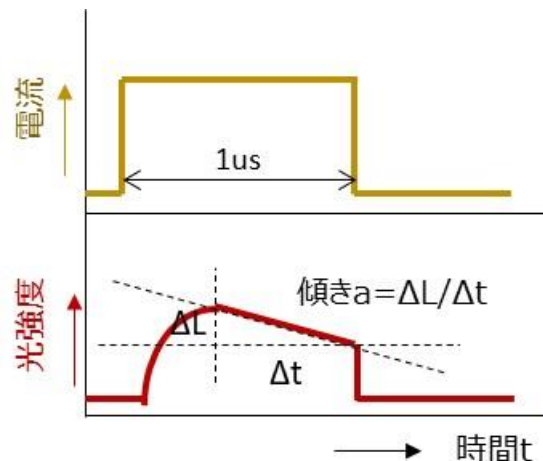


図 1 電流パルスに対する光出力波形変化の模式図。

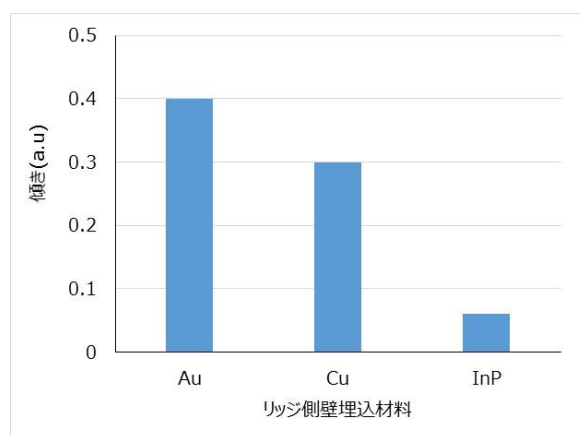


図 2 リッジ導波路側壁の埋め込み材料と光出力の傾きの評価結果。