

無温調駆動した中赤外量子カスケードレーザを光源としたガスセンシング Gas sensing with Mid-infrared quantum cascade laser under uncooled operation

住友電気工業(株) 伝送デバイス研究所

○村田誠, 吉永弘幸, 加藤隆志, 森大樹, 辻幸洋, 右田真樹,
橋本順一, 江川満, 猪口康博, 勝山造

○Makoto Murata, Hiroyuki Yoshinaga, Takashi Kato, Hiroki Mori, Yukihiro Tsuji, Masaki Migita, Jun-ichi Hashimoto, Mitsuru Ekawa, Yasuhiro Iguchi and Tsukuru Katsuyama

E-mail: murata-makoto@sei.co.jp

1. 研究背景

量子カスケードレーザ(QCL)は、小型、高速、低コストな中赤外光源として期待されている。現在市販されているQCLはcw駆動時には数Wの消費電力となり量子効率も低いいため大型な冷却機構が必要になる。我々はこれまでに高効率な発光層の開発[1]によりQCLの低消費電力化を進め、従来より小型な温調機構のみを持つQCLモジュールを開発し、これを光源としてメタンの高感度検知を実現した[2]。本研究では低消費電力なQCLをcw、無温調駆動してガスセンシングを行った。QCLが無温調で駆動できれば温調光源に比べ小型なセンシング装置の実現が期待される。

2. 無温調動作時のQCL素子特性

QCLチップのみを $\phi 5.6$ mmのTO-CANに実装し、これを銅製治具を用いて $40 \times 40 \times 20$ mmのヒートシンクに取り付けた。環境温度は室温で、ヒートシンクによる放熱は行いがペルチェ素子や冷却ファンによる温度コントロールは行わない無温調の条件である。図1のようにQCLにcw電流を印加するとコアの温度が上昇し発振波長がシフトする。本QCLでは印加電流200 mA以下であれば、印加電流に対しヒートシンクによる放熱能力が十分で熱平衡状態となり安定した波長が得られた。この時の光出力は図2のように最大で9 mWが得られた。

3. 無温調動作QCLを用いたガスセンシング

無温調動作QCLを光源としサーモパイルを光検出器に用い、光路長76 mの多重反射セル内の1 ppmのメタンの吸収スペクトルを測定した結果を図3に示す。ここではQCLの印加電流を掃引して波長計でリアルタイムで発振波長を測定した。シミュレーション結果[3]と比較し

て、吸収線の波長、強度、線幅ともよく一致しており、無温調QCLによるメタンの吸収線測定に初めて成功した。

[1] Kato, *et al.*, J. Appl. Phys., **125**, 073101 (2019)

[2] Murata, *et al.*, Proc. SPIE, **10540**, 105401O (2018)

[3] HITRAN on the web, <http://hitran.iao.ru/>

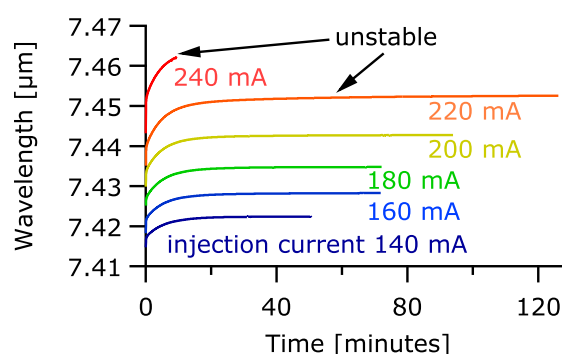


図1: 無温調動作時の発振波長の安定性

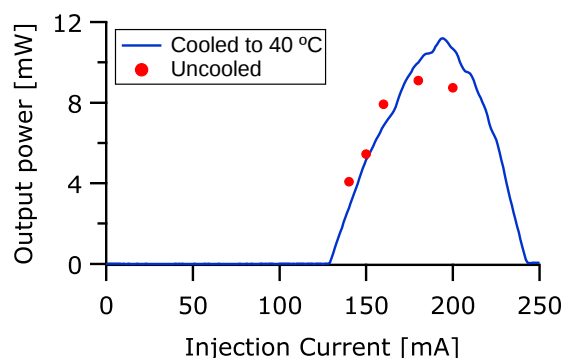


図2: 40 °C 温調と無温調条件でのI-L特性

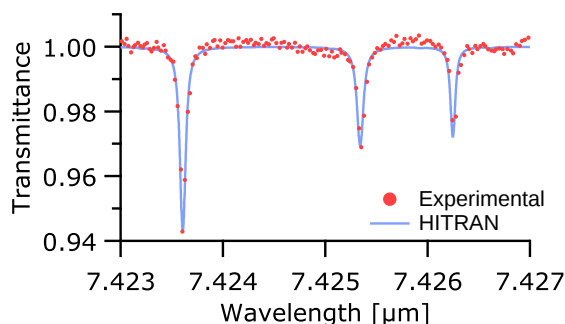


図3: 1 ppm メタンの吸収スペクトル