

双方向動作型モード同期ファイバレーザーを用いた 高速かつ簡便な中赤外域デュアルコムガス分光

Rapid and easy-to-use Mid-IR dual comb gas spectroscopy with bidirectional dual-comb fiber laser

電通大¹, 徳島大 pLED², 東邦大³

◦(M1) 李 嘉傑¹, 浅原 彰文¹, (P) Haochen Tian¹, 吉井 一倫², 加藤 峰士¹, 中嶋 善晶^{1,3},
美濃島 薫^{1,2*}

Univ. of Electro-Communications¹, Tokushima Univ. pLED², Toho Univ.³

◦Jiajie Li¹, Akifumi Asahara¹, Haochen Tian¹, Kazumichi Yoshii², Takashi Kato¹, Yoshiaki Nakajima^{1,3}, Kaoru Minoshima^{1,2*}

*E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

近年、環境ガスや反応プロセスモニタ、医療応用等でガスセンシングに注目が集まっている。特に中赤外波長域は豊富な分子の指紋領域が存在し、ガス分光等の応用に有用である。一方、繰り返し周波数の異なる2つの光コムを用いるデュアルコム分光は、高速・広帯域・高精度・高分解能の特長を持ち、微量ガス検出等に注目されている。しかし、従来手法では、2台の光コムと、その相互の高精度同期が必要であるため実用性に課題があった。これまで我々は、ひとつのレーザーシステムからデュアルコムを同時発生させる「デュアルコムレーザー」を実現し[1-3]、非線形波長変換によってコヒーレントな中赤外光の発生を実現した[4]。本研究では、複雑な制御を用いない双方向動作型デュアルコムファイバレーザーを、環境負荷の高いN₂Oガスの中赤外分光に対して適用し、本システムの中赤外デュアルコム分光への適用性を示すことを目的とした。

図1(a-c)に、実験系と発生させた中赤外光コムのスペクトルを示す。繰り返し周波数がわずかに異なる双方向(CW, CCW)のデュアルコム出力を中赤外シングルモードファイバに通して重ね合わせたのちに、N₂Oガスセルを透過させ、光バンドパスフィルタを用いて波長4-4.1μmの帯域で干渉信号(IGM)を測定した。光源フリーラン条件でシングルショットのIGMを取得してフーリエ変換したところ、光スペクトルに明瞭なN₂Oの吸収構造が検出された(図1(d), (e)DCS)。同時にFTIR分光器(OSA)による測定結果を示すが、同程度の波長分解能に合わせた条件下において、約70,000倍の高速化が実現された。これにより、簡便かつ高速な中赤外デュアルコムガス分光への適用性が示された。さらに、簡便な安定化制御の導入により、SNかつ分解能の向上が期待できる。

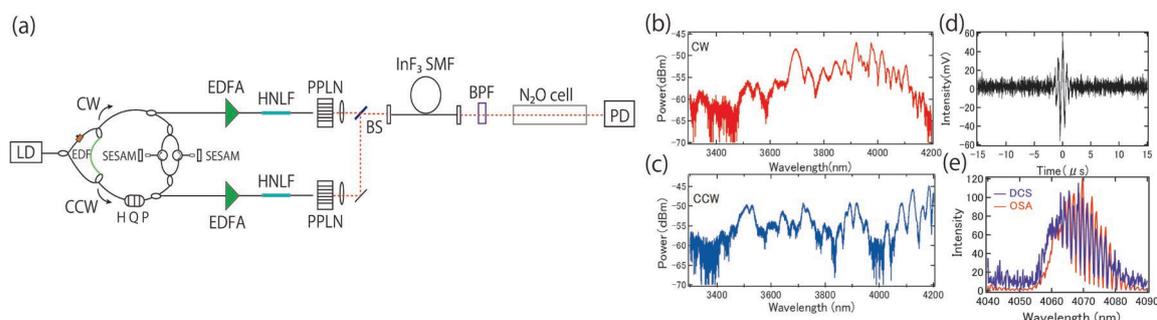


図1 (a)実験系と(b), (c)発生した中赤外光スペクトル。(d), (e) N₂O透過後のIGMとフーリエ変換スペクトル

[1] Y. Nakajima, Y. Hata, K. Minoshima, Opt Express 27, 5931-5944 (2019).

[2] Y. Nakajima, Y. Hata, K. Minoshima, Opt. Express 27, 14648-14656 (2019).

[3] Y. Nakajima, Y. Kusumi, K. Minoshima, Opt. Letters 46, 5401-5404 (2021).

[4] 李, Tian, 吉井, 中嶋, 加藤, 浅原, 美濃島, 応用物理学会秋季学術講演会, 10p-N106-7(2021)