8-12 μm 帯における広帯域中赤外分光システム

東大物性研 [1]，°石塚 悠也 [1]，谷 峻太郎 [1]，小林 洋平 [1]
ISSP, Univ. Tokyo [1], °Yuya Ishizuka[1], Shuntaro Tani[1], Yohei Kobayashi[1]
E-mail: y-ishizuka@issp.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】

中赤外領域には分子の振動に由来する多数の吸収線が存在し、呼気診断や燃料分析など様々な分野での応用に向けて、様々な分光法について研究が行われている。特に呼気診断においては、リアルタイムに複数の分子種を識別するため、高速であり、高分解能・高帯域な中赤外分光系が必要である。我々は中赤外光コムを光源として，超高次分散素子と 2 次元アレイ型ディテクタによる中赤外分光システムの構築を行ってきた。昨春の学会では、リアルタイム測定が可能な、高感度・高分解能である 3-5 μm 帯の中赤外分光システムの構築を報告した[1]。3-5 μm 帯には主に軽い分子の鋭い吸収線が存在し、高分解能な分光系が必要である。一方で、芳香族化合物といった重い分子の広い線幅を持つ吸収線や分子固有の複雑な吸収スペクトルが存在している 8-12 μm 帯には、より広帯域な分光系が必要となる。また、中赤外光の強度の安定性の点より光学素子を減らすことが求められた。本研究では、より広帯域な分光に向けて 8-12 μm 帯における中赤外分光システムの構築を行った。

【実験】

実験のセットアップを図 1 に示す。繰り返し周波数 100 MHz の Yb 添加ファイバーレーザーを光源とし、Yb 添加ファイバー増幅器で光増幅した。増幅後のパルスエネルギーは 55 nJ であった。長さが 50 mm のフォトニック結晶ファイバーを用いた白色光発生により光スペクトルの広帯域化を行った。得られたスペクトルを図 2 に示す。得た 0.9,1.1 μm 帯の光と 1 μm の基本波との差周波発生により中赤外光コムを生成した。差周波発生における非線型光学結晶には GaSe を用いた。中赤外光を回折格子により分散させて、中赤外カメラにより検出した。検出により得られた画像より中赤外光の帯域は 1 μm ほどであった。講演では、中赤外分光系のセットアップについてと Ge イマージョン回折格子を用いた回折格子対により二次元に分散させて得られるエシェルグラムについて報告する。

【謝辞】

最後に本研究を行うにあたって、トヨタ自動車株式会社の須藤氏と米田氏にはご議論を頂きました。厚く感謝を申し上げます。

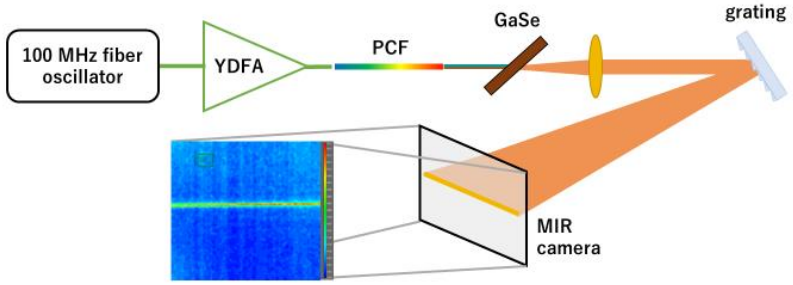

図 1. Experimental setup. YDFA: Yb-doped fiber amplifier, PCF: Photonic crystal fiber, MIR: Mid-IR

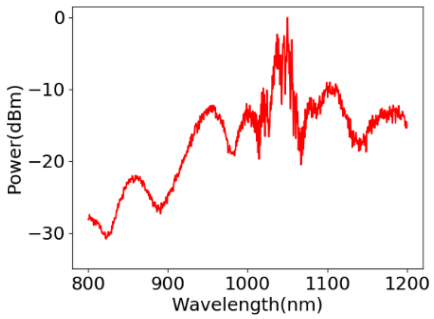

図 2. Pump and signal spectrum from PCF

[1] 佐藤 達郎, David Feng, 谷 峻太郎 , 米田 修 , 須藤 裕之 , 梅谷 有亮, 森 幸生, 安田 彰男, 大月 寛, 小林 洋平, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会(2020).