

デュアル EOM コム分光の自動補間法によるアセチレン吸収線スペクトル測定

Automatic interpolation of dual EOM comb spectra of acetylene absorption lines

○大原憲¹, 宇田祥平¹, 石澤淳², 日達研一², Nathalie Picque³, Theodor Hänsch³, 西川正¹(東京電機大学¹, NTT 物性科学基礎研究所², マックスプランク量子光学研究所³)A. Oohara¹, S. Uda¹, A. Ishizawa², K. Hitachi², Nathalie Picque³, Theodor Hänsch³, T. Nishikawa¹(Tokyo Denki University¹, NTT Basic Research Labs.², Max-Planck-Inst. of Quantum Optics³)

E-mail: 18kmh06@ms.dendai.ac.jp

1. 研究背景・成果

単一周波数の連続発振レーザーと電気光学変調器(EOM)を用いて生成されたコムを EOM コムと呼ぶ。EOM コムを用いたデュアルコム分光法は、2 台のレーザー間の位相同期が不要で、モードロックレーザーを用いたデュアルコム分光法より扱いが容易である。EOM コムはモード間隔を任意に設定でき、モード間隔を広げることで帯域を広げることが可能だが、一方で分子分光を行うには分解能が足りなくなる。この解決策として DFB レーザーの周波数をシフトさせながら取得したスペクトルを重ねてモード間隔を補間する方法があるが手間と時間を要していた。本研究では DFB レーザー周波数と AOM 駆動周波数とを同期して変調しながら計測する事で、モード間隔の自動補間を 9.3 ms で行うことに成功した。

2. 研究概要

EOM の駆動周波数を高くしてモード間隔を広く取ると EOM コムの帯域を広げることができるが、分子分光分析において分解能が不足する。この対策として、EOM コムの中心周波数となる DFB レーザーの周波数をシフトさせる事で EOM コム全体のスペクトルをシフトさせ、それを重ね合わせることで分解能を高くすることができる。私たちが生成したコムのモード間隔は 25 GHz である。従来は分解能 250 MHz を達成するために、100 個のスペクトルを手動で重ねて補間する必要があり、計測時間に 30 分以上要し、フーリエ変換までの時間を含めると 120 分以上かかっていた。よってデュアルコム分光法の特徴である短時間計測が行えず、リアルタイム分光ができなかった。そこで私たちはこの周波数のシフトを、自動で行う手法を考案した。

3. 実験方法

図 1 に本研究の実験系を示す。シードレーザーとなる DFB レーザーを 2 分岐させ片方の周波数を AOM でシフトし、それぞれに変調をかけて EOM コムを生成する。モード間隔は 25 GHz および 25 GHz + 0.35 MHz である。生

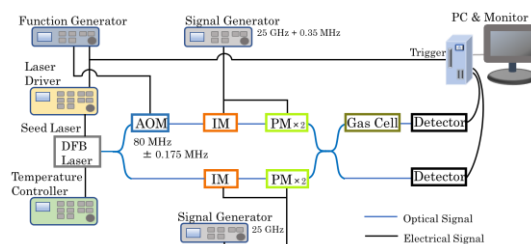
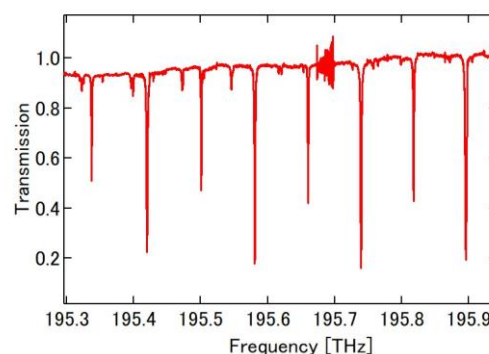


図 1. Experimental setup

成した 2 つの EOM コムによりガスセル内に封入した C₂H₂ のデュアルコム分光を行う。

本研究では 2 チャンネル信号発生器を用いて DFB レーザーと AOM の周波数を同期してシフトさせた。ダウンコンバートしたマイクロ波信号の中心の輝線周波数は AOM の周波数で決まる。よってレーザー周波数と AOM 周波数を同期してシフトしながら計測する事により、フーリエ変換して得られるマイクロ波信号が自動補間されたものになる。

4. 実験結果

図 2. Absorption spectrum of C₂H₂

計測した C₂H₂ 吸収線スペクトルを図 2 に示す。本研究の手法により、100 回行っていた測定を 1 回で行うことができ、フーリエ変換によるデータ処理の時間も 120 分から 2 分前後となった。これにより、デュアル EOM コム分光によるリアルタイム分光計測が可能となった。

本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H02156, JP17H02803 の助成を受けたものである。