小型 CRDS 微量水分計における電流掃引パラメーターの最適化

Optimization of the current scan parameters for a small-size CRDS-based trace-moisture analyzer

産総研 [1], 神栄テクノロジー株式会社 [2] ○阿部恒 [1], 橋口幸治 [1]
本田真一 [2], 板橋健一 [2], 清水裕行 [2], 三宅伴季 [2]
National Metrology Institute of Japan (NMIJ/AIST)[1], Shinyei Technology CO., LTD [2]
○Hisashi Abe [1], Koji Hashiguchi [1],
Shinichi Honda [2], Kenichi Itabashi[2], Hiroyuki Shimizu [2], Tomoki Miyake [2]
E-mail: abe.h@aist.go.jp

【序】キャビティリングダウン分光法(CRDS)は超高感度なレーザー吸収分光法の一種であり、ガス中の微量成分の検出、特にモル分率 1 μmol/mol (1 ppm)以下の領域の微量な水蒸気(微量水分)の計測に威力を発揮する方法である。しかし、現状の市販 CRDS 微量水分計はサイズが大きく、そのため応用先が制限されている状況にある。この問題に対応するため、私たちは小型 CRDS 微量水分計の開発を行っている。小型化に伴う課題の一つに分解能の低下があり、これによって吸収線の中心波長での測定が困難となり、測定の精度・感度が低下する問題がある。これに対処するため、ダイオードレーザーの駆動電流を掃引して波長掃引を行い、得られた吸収スペクトルを解析することで水分濃度を決定する方法を採用している。今回、電流掃引のパラメーターの最適条件について調べた。

【実験】1 μmol/mol レベルの微量水分を含む窒素ガスを小型 CRDS 微量水分計に導入し、水の吸収スペクトルを測定した。レーザーの波長掃引は、ファンクションジェネレーターを用いてダイオードレーザーの駆動電流を周期的に変化させて行った。得られた吸収スペクトルを Lorentz 関数を使って最小二乗法解析し、吸収線(7181.14 cm^{-1})の面積を求めた。この実験を 100 回繰り返し、100 個の面積データの平均値と標準偏差を求めた。これを、4 つの周期波形(サイン波、三角波、ノコギリ波、逆ノコギリ波)を用いて、それぞれ、周期波形の繰り返し周波数 1 Hz～100 Hz の範囲で行った。

【結果】Fig.1 に得られた相対標準偏差(標準偏差÷平均値)を示す。サイン波、三角波に比べて、ノコギリ波を用いた方がばらつき(相対標準偏差)が小さい結果となった。また、2 つのノコギリ波の間にも差が見られ、ノコギリ波よりも逆ノコギリ波の方がよい結果が得られた。発表ではこれらの差の原因の考察も含めた詳細について報告する。

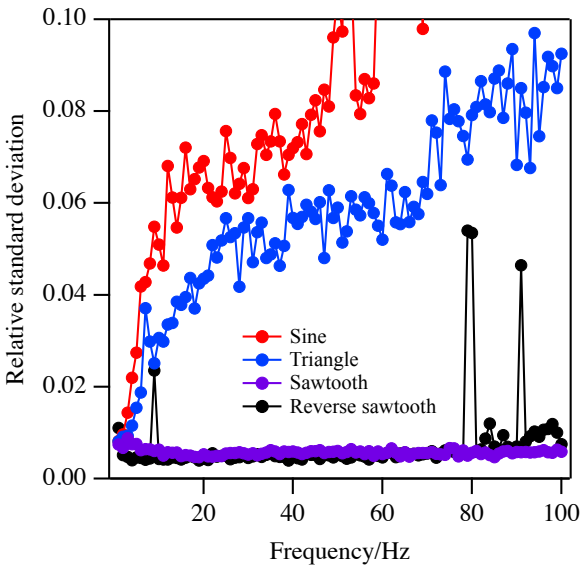

Fig.1 Relative standard deviation of integrated area of water absorption line at 7181.14 cm^{-1}.

© 2020年 応用物理学会