

デュアルレーザーCRDS による N_2 中微量水分の近赤外スペクトルNear infrared spectra of trace moisture in N_2 using dual-laser cavity ring-down spectroscopy

産総研 ○阿部 恒, 橋口幸治

NMIJ/AIST ○Hisashi Abe, Koji Hashiguchi

E-mail: abe.h@aist.go.jp

【はじめに】半導体デバイスの製造分野では、材料ガスとして用いる高純度ガス中に不純物として残留する水分の管理のため、物質質量分率(モル分率) 100 nmol/mol (100 ppb)以下の領域でのガス中微量水分の計測が重要な課題となっている。私たちは、この領域での水分測定法として、現状で最も信頼性が高いと考えられるキャビティリングダウン分光法(CRDS)を使った、微量水分測定システムの開発を行っている。今回、2つの波長のレーザーを用いてベースライン変動の補正を行いながら、ガス中微量水分のスペクトルを測定するシステムを開発したので、それについて報告する。

【実験】波長 $1.4\ \mu\text{m}$ のレーザー光を発振する2つのダイオードレーザーと光スイッチとを、光ファイバーを用いて接続し、スイッチを切り替えることで、片方のレーザー光だけを取り出せるようにした。光スイッチから出力されるレーザー光を、2枚の高反射率ミラー(反射率 99.993 %)で構成された光学キャビティの片側のミラーから導入し、反対側のミラーから漏れ出る光の強度を検出器で測定した。キャビティ内に十分な強度のレーザー光が閉じ込められた後にレーザー光を遮断し、検出器で得られるリングダウン信号を、デジタイザを介して PC に転送し記録した。微量水分を含む窒素ガスを光学キャビティ内に導入し、2つのレーザーのうち片方のレーザーはベースライン測定用として波数 $\tilde{\nu}$ を $7178.90\ \text{cm}^{-1}$ に固定したまま、もう片方のレーザーは信号測定用として、波数 $7178.74\ \text{cm}^{-1} \sim 7183.07\ \text{cm}^{-1}$ の範囲で掃引しながら、交互にリングダウン時間を測定した。セル内の圧力はほぼ大気圧、温度は室温の条件で実験を行った。

【結果】国際単位系(SI)へのトレーサビリティが確保できる方法で発生させたモル分率 $x_w=12\ \text{ppb}$ の窒素中微量水分を対象として、本システムで測定した近赤外スペクトルを図に示す。図は 18 回のスペクトル測定の平均である。1回のスペクトル測定時間は約 25 分であった。スペクトル線の形状関数としてローレンツ関数を用いてフィッティングした場合の残差(標準偏差)は約 0.1 ppb であった。発表では長期測定を行った時の影響等について報告する。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 15K06127 の助成を受けたものである。

