

キャビティ長掃引型 CRDS 微量水分計の開発

Development of cavity-length-scanned CRDS trace-moisture analyzer

産総研, °阿部 恒, 天野 みなみ, 橋口 幸治

NMIJ/AIST, °Hisashi Abe, Minami Amano, Koji Hashiguchi

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

【序】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。CRDS は、高反射率ミラーを組み込んだ光共振器内にレーザー光を閉じ込めることで、長さ数十 cm の共振器であっても、有効光路長を数 km 以上にする事ができる高感度吸収分光法である。測定にはレーザー周波数を光共振器の固有周波数に一致させることが必要である。現在のシステムでは、レーザー駆動電流を変調し、発振波長を変調させることで周波数を一致させている。しかしこの方法では、測定を行った際のレーザー周波数の測定に大きな不確かさが存在してしまう問題があった。今回この問題に対応するため、ミラーホルダーにピエゾ素子を組み込んだ光共振器を設計し、レーザー周波数は固定したまま、キャビティ長を変化させることで、共振周波数をレーザー周波数に一致させるシステムを開発した。

【実験】光共振器の片側に、内面が電解研磨処理されたステンレスベローズにピエゾ素子を取り付けたミラーホルダーを組み込んだ。高反射率ミラー(反射率 99.99%)とピエゾ素子は空間的に分離されており、ピエゾ素子が直接ガスに触れないように工夫してある。ピエゾ素子にサイン波で変動する電圧を印加し、キャビティ長を変化させながらリングダウン信号の測定を行えるようにした。

【結果】ピエゾ素子に電圧を印加した場合(On)と印加していない場合(Off)に測定した検出器(透過光強度測定)の信号を Fig. 1 の黒線で示す。Off では信号が観測されていないのに対して、On ではキャビティ長が変化することで共振条件が満たされて、信号が観測されているのが分かる。上の図はリングダウン信号測定のためのトリガー信号(レーザー遮断用)を示す。

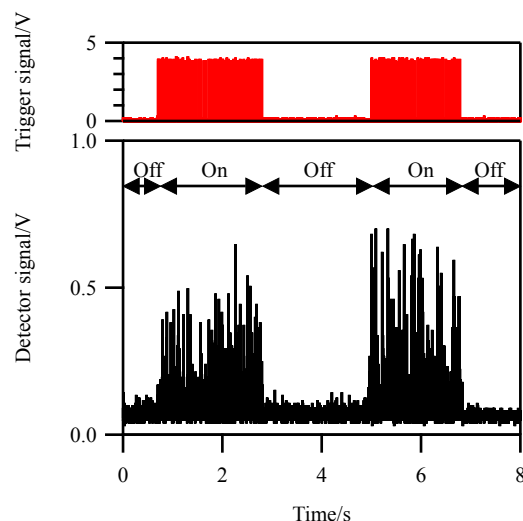


Fig. 1 Signal of cavity-length-scanned CRDS