

シリカハイメサ導波路を用いた気体濃度計測

李 雯穎 外 菌裕仁 榎並 翔太 姜 海松 浜本貴一

高齢化社会において定期的な健康診断が必要となっている。これにより、日常的な健康管理ができる小型の健康診断システムが求められている。人間の呼気には様々な疾患に関する情報を含むため、呼気センシングシステムは魅力的である。光導波路を用いたセンシングは小型呼気センシングシステムを実現する方法の1つであり、ハイメサ導波路は呼気に含まれる気体を測定するのに使用されている^[1-2]。ハイメサ導波路は図1に示すような構造であり、同図(b)のように光がコアを伝搬するとき一部の光が導波路の外側に分布する。この光が呼気中の気体と赤外吸収を生じるため、気体の成分と濃度を測定することを可能にする^[3]。

図2に光増幅器を用いたCRDS法による気体計測実験系を示す。この実験系は、光ファイバーサイクル内に、CO₂が充満した密閉容器の中に設置されたシリカハイメサ導波路(長さ4.5cm)が組み込まれている。光源から光ファイバーサイクル内にパルス幅4nsのパルス光が入射されると、パルス光はファイバーサイクル内を周回し、99:1カプラにより周回中のパルス光の1%がオシロスコープに検知される。この実験系はCRDS法(キャビティリングダウン法)と同様に動作し、パルス光が減衰した波形が得られる。このパルス光の減衰時間を評価することで気体濃度の測定を行う。

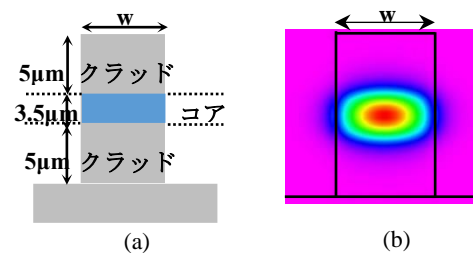


図1 ハイメサ導波路 (a) 断面図 (b) 光分布のシミュレーション図

図3に図2の実験系で得られたCO₂濃度別の波形を示す。この図よりCO₂濃度が高いほど、光強度の減少が早くなっている。この結果はシリカハイメサ導波路を用いた計測で気体吸収が生じていることを示している。CO₂濃度は、CO₂がある場合と無い場合におけるパルス光の光強度が1/eとなる時間(キャビティリングダウン時間)を使用することで測定できる。CO₂が無い場合のキャビティリングダウン時間は14.8μs、CO₂濃度50%の場合には13.6μsであることを確認した。この結果を用いると、CO₂濃度測定結果が46%が得られ、設定濃度の50%とほぼ同じ値となることを確認した。

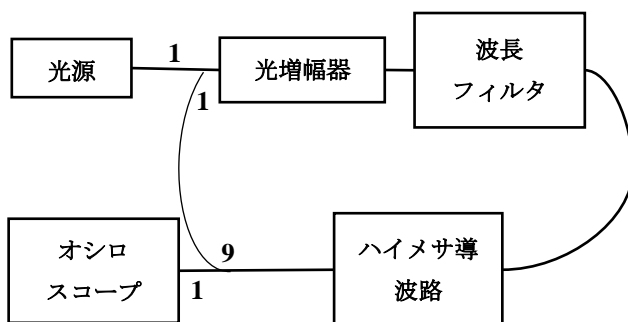


図2 光増幅器を用いたCRDS法による気体計測の実験系

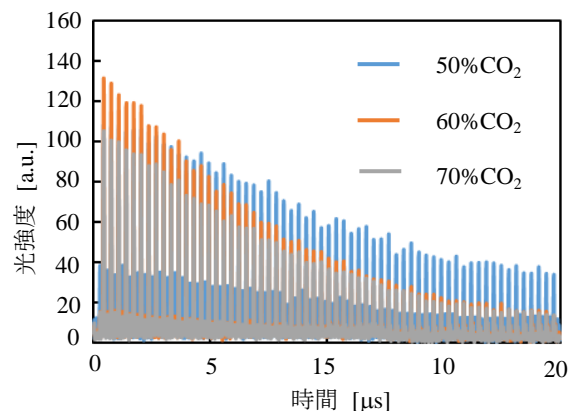


図3 CO₂(50-70%)の測定結果

参考文献

- [1] A. Wilk et al., Anal. Bioanal Chem., Vol. 402, Issue 1, pp. 397-404 (2012).
- [2] S. Yano et al., Con. Proc. IPNRA, IWA7, 2007.
- [3] P. Zalicki et al., J. Chem. Phys., Vol. 102, Issue 7, pp. 2708-2717 (1995).