

電子式キャビティリングダウン分光法を用いた H₂O 濃度の測定

Measurement of H₂O Concentration using Electronic Cavity Ring Down Spectroscopy

近大理工¹ ○(M1)曹 洋¹, (B)西川 裕介¹, (M1)日比野 良彦¹, 前田 佳伸¹

Kindai Univ.¹, °Yang Cao¹, Yusuke Nisigawa¹, Yoshihiko Hibino¹, Yoshinobu Maeda¹

E-mail: prayercaoyang@gmail.com

1. はじめに

吸収分光法は、光の吸収による物質の濃度を測定し、原子や分子に適応できる普遍的な分光法であるが感度が低いとされている。光学式キャビティリングダウン分光法 (Cavity Ring Down Spectroscopy: CRDS) は、2枚の高反射ミラー (反射率: 99.9%) を用いてレーザー光をセル内に閉じ込めることで時間に対し指数減衰していく波形を測定し、高感度な濃度測定を行うことができる吸収分光法である。本研究では装置の小型化と取り扱いやすさを容易にするため、電子回路と半導体レーザーを用いて電子式 CRDS 装置を構成し[1]、H₂O 濃度測定を行った。

2. 電子式 CRDS

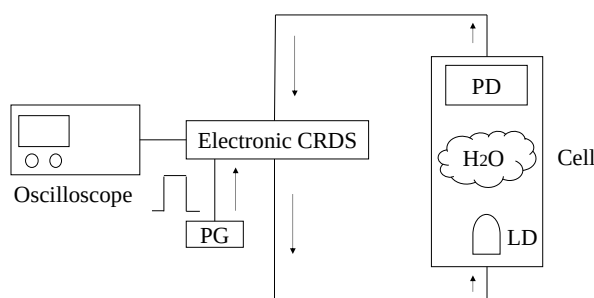


Fig.1 Electronic CRDS diagram

Fig.1 に電子式 CRDS の構成を示す。電子式 CRDS はパルスジェネレータ (PG) で発生させた電圧パルス信号を電子回路により電流信号に変換し、レーザーダイオード (LD、波長: 1391.96nm) を動作させる。LD から出力された光をフォトダイオード (PD) で電気信号に変換し、LD に帰還させることを繰り返す。よって、セル長を変えることなく長い光路長に相当するリングダウン減衰波形を得ることができる。

3. H₂O の濃度測定結果

セル内の大気圧を基準圧 (0MPa) として真空ポンプ用いて 0.03MPa まで減圧し、基準圧まで戻す。再度、真空ポンプで減圧し、水上置換した N₂ を注入し基準圧に戻す。この動作を繰り返し行い、セル内の H₂O 濃度の測定を行った。同様の方法でリングダウンのパルス数を変化させ、 β 値の変化を測定した。また、湿度を電子

式 CRDS およびデジタル温湿度計で測定を行って比較した。その結果、セル内の気圧が減少すると湿度が減少し、それに伴い β 値も減少し、H₂O の濃度が測定できていることがわかった。さらに、リングダウンパルス数を変化させた時のリングダウン波形と測定結果の比較を Fig.2 に示す。

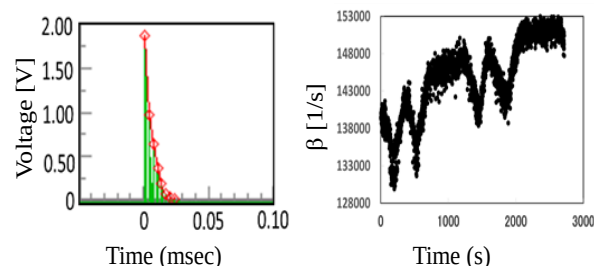


Fig.2(a) Ring down pulse numbers: 8

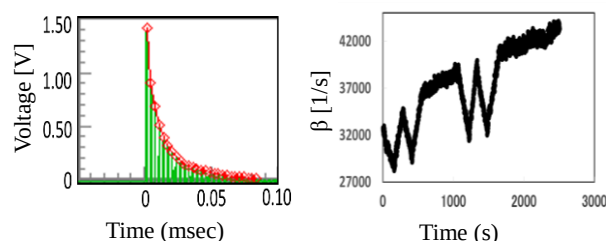


Fig.2(b) Ring down pulse numbers: 46

Fig2 Ring down waveform and measurement result

4. まとめ

Fig.2 より、リングダウンパルスの数が 8 本と少ないと β 値の数値はばらつきが大きく、パルスの数が 46 本と多くなると β 値のばらつきが少なくなり、正確な測定ができることがわかった。すなわち、リングダウンパルス数が多いことは、物理的に光路長を長くしたことに相当し、電子式 CRDS によって高感度化が可能であることが実証された。

参考文献

- [1] 平林佑基, 谷本浩一, 前田佳伸: 電気学会論文誌 E134 (2014) 243.