

波長計制御型 CRDS を用いたガス中微量水分の高感度長期安定測定

High-Sensitive Stable Measurement System of Trace Moisture

using Wavelength-Meter-Controlled Cavity Ring-Down Spectroscopy

産総研¹, ニコラス・コペルニクス大学² ◯橋口 幸治¹, Lisak Daniel², 阿部 恒¹

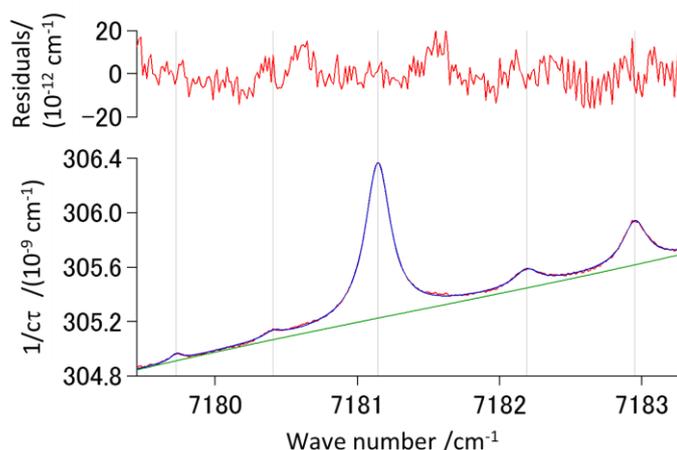
NMIJ/AIST¹, UMK², ◯Koji Hashiguchi¹, Daniel Lisak², Hisashi Abe¹

E-mail: koji.hashiguchi@aist.go.jp

近年、半導体業界やバリアフィルム業界、水素エネルギー業界を中心とした様々な業界において、ガス中の微量水分（モル分率 1 ppm 以下）の量を正確に測定、管理することが求められている。これまでに微量水分を測定するための様々な測定技術が開発されてきているが、そのなかでもキャビティリングダウン分光法（CRDS）を用いた微量水分計測は、信頼性の高い測定法として近年注目されている。CRDS においては、共振器に使用するミラーの反射率を上げ（共振器のフィネスを上げ）、実効光路長を長くすることで測定感度を上げることが可能である。問題として、高フィネス共振器を使用する場合、レーザー光を共振器にカップルさせることが難しいということがある。解決法としては、レーザーの周波数を共振器の共鳴周波数に合わせる手法、PDH 法を使用した測定方法[1]などがあるが、フィネスが高くなるほど PDH 法を実現し続けるのは難しく、より複雑な制御機構が必要になる。

現在開発中の装置では、HeNe レーザーを用いて共振器長を制御[2]、さらに CRDS 測定用レーザーの周波数を波長計の値を用いて制御するという新たな手法（波長計制御型 CRDS[3]）を用いることで、比較的容易に高フィネス共振器を用いた測定を可能にしている。複雑な機構が必要ないため、長期安定的な測定が期待できる。今回は、ガス中微量水分の高感度長期安定測定に向けた取り組みについて報告する。

現在、長期測定を制限している主な原因は、室温の変動による金属の寸法変化にある。共振器長を制御するために、共振器ミラーに圧電素子を設置してはいるが制御に限度がある。そこで共振器の温度制御を行い、長さの変動を抑えることで、長期測定を可能にした。7時間連続測定を行い、検出感度 7 ppt を実現できた。



Measurement of dry N₂ gas

[1] A. Cygan et al., Rev. Sci. Instrum. 82, 063107 (2011).

[2] J. T. Hodges et al., Rev. Sci. Instrum. 75, 849 (2004).

[3] K. Hashiguchi et al., Sens. Actuators A 241, 152 (2016).