

波長計制御型 CRDS を用いたガス中微量水分の高感度吸収スペクトル測定

High-sensitivity absorption spectra measurement of trace moisture in gas 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、半導体産業や有機 EL 産業でのハイテク化に伴い、ガス中微量水分（モル分率 1 ppm 以下）の量を精確に測定、管理する需要が高まってきている。特に、水に弱いとされる有機 EL 素子の保護に使用されるバリアフィルムの業界においては、その評価のためにはフィルムを透過してきた 10 ppt 以下もの微量な水分の測定が必要であると言われている。水には吸着・脱離の性質があることから、バリアフィルムの評価装置内の残留水分を完全に消すことはできないため、実際の評価においては、数 100 ppt 程度の微量水分の変化を 10 ppt 以下の感度で検出する必要がある。このように微量な水分を高感度に精度良く測定可能な装置の開発が求められている。

発表者はこれまで、微量水分を高感度に測定するための手法として、キャビティリングダウン分光法（CRDS）を用いた微量水分測定装置の開発を行ってきた。CRDS に使用するミラーの反射率を高く（共振器のフィネスを高く）することで測定感度の向上を目指している。高フィネス（フィネス 15 万）の共振器を使用しているため、レーザー光を共振器に透過させるのが難しいという問題があったが、HeNe レーザーを用いて共振器長を制御[1]、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独自の手法（波長計制御型 CRDS[2]）を用いることで、複雑な機構なく、長時間安定して測定することが可能となった。実際に 1 ppb の微量水分を測定した結果、10 ppt レベルでの高感度測定を実現できた。さらなる高感度化のためには、より詳細なスペクトル解析が必要なこともわかったため、解析に用いる関数として、水分子と媒質ガスの衝突の影響を考慮した Speed-dependent Voigt profile (SDVP) [3]の導入を行った。さらに微量水分量を変えて測定し、検出限界の検証を行った。

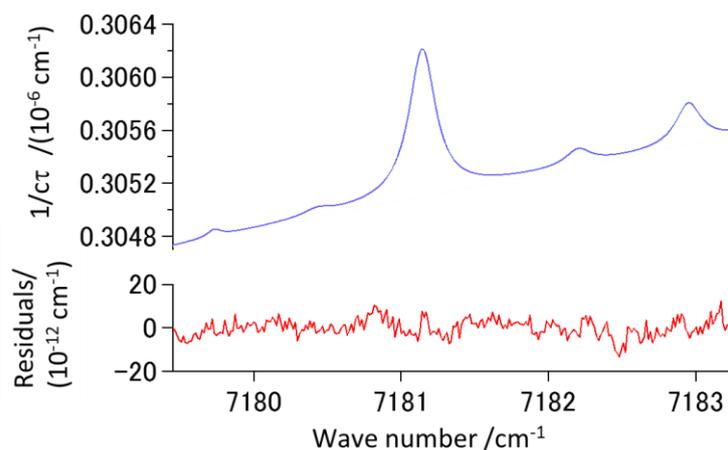


Fig.1 Near-infrared spectrum of H₂O in N₂ (1 ppb).

The residuals for SDVP fits to the data are plotted.

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

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

[3] D. Lisak et al., Phys. Rev. A 79 052507 (2009).