

パッケージングしたシリカトロイド共振器を用いた高感度アンモニアガス検出 Highly Sensitive Ammonia Gas Detection with a Packaged Silica Toroid Microcavity

○岡村 拓¹, 小林 美紗子¹, 藤井 瞬¹, 田邊 孝純¹ (1. 慶大理工)

○Taku Okamura¹, Misako Kobayashi¹, Shun Fujii¹, Takasumi Tanabe¹ (1. Keio Univ.)

E-mail: takasumi@phot.elec.keio.ac.jp

シリカトロイド共振器は Q 値が高くモード体積 V が小さいことから高感度なセンサへの応用が期待されており、既に単一分子のラベルフリー検出が報告されている[1]。シリカトロイド共振器はセンサ開発以外にも非線形光学効果など様々な研究に用いられている一方で、共振器と導波路の結合が難しいことから実用化という点に関してはあまり研究が進んでいないのが現状である。そこで本研究では、センサ実用化を目指してシリカトロイド共振器とテーパファイバが共振する状態でパッケージングしたものをを用いて高感度なアンモニアガス検出を行った。

Fig. 1(a)にパッケージングしたシリカトロイド共振器を示す。シリカトロイド共振器はアンモニアとの反応性を高めるために表面に poly(acrylic acid):PAA と poly(allylamine hydrochloride):PAH の多層膜が積層されており、またテーパファイバは UV 硬化剤によって固定されている。パッケージングした共振器をドラフト内に設置し、アンモニアガスの濃度を変化させた際の共振波長のシフトを観測することでアンモニアガス検出を行った。Fig. 1(b)はアンモニアガス濃度を 0 ppm から 1.23 ppm まで増加させた時、Fig. 1(c)は 1.23 ppm から 0 ppm まで減少させた時の波長シフトを示したものである。これより作製したアンモニアガスセンサの検出感度は 0.43 nm/ppm、検出分解能 $=$ (波長揺らぎ)/((感度)(Q 値))で定義される式から検出分解能は 1.67 ppb と求めることができる。シリカトロイド共振器を用いたアンモニアガスセンサはグラフェンを用いたセンサ[2]、PAA/PAH 多層膜を積層した光ファイバを用いたセンサ[3]と比較すると、他のセンサと比べて検出感度、検出分解能ともに優れていることが分かる。

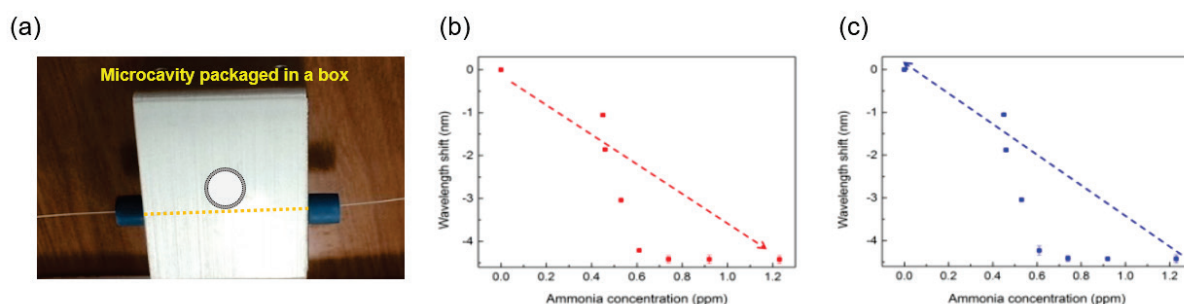


Fig. 1. (a) Image of packaged silica toroid microcavity. (b) Wavelength shift when the ammonia gas concentration was increased from 0 to 1.23 ppm, (c) Wavelength shift when the ammonia gas concentration was reduced from 1.23 to 0 ppm

[1] A. M. Armani, *et al.*, "Label-Free, Single-Molecule Detection with Optical Microcavities," *Science*, **317**, 783 (2007).

[2] S. M. M. Zanjan, *et al.*, "Enhanced sensitivity of graphene ammonia gas sensors using molecular doping," *Appl. Phys. Lett.*, **108**, 033106 (2016).

[3] X. Huang, *et al.*, "An in-line Mach-Zehnder Interferometer Using Thin-core Fiber for Ammonia Gas Sensing with High Sensitivity," *Sci. Rep.*, **7**, 44994 (2017)