

# Pt-WO<sub>3</sub>/Si マイクロリング共振器水素ガスセンサの提案と特性評価

## Proposal and characterization of hydrogen gas sensor based on Pt-WO<sub>3</sub>/Si microring resonator

横浜国大理工<sup>1</sup>, 院工<sup>2</sup> ○松浦壮佑<sup>1</sup>, 山作直貴<sup>2</sup>, 國分泰雄<sup>2</sup>, 西島喜明<sup>2</sup>, 岡崎慎司<sup>2</sup>, 荒川太郎<sup>2</sup>  
 Yokohama National Univ., °Sosuke Matsuura, Naoki Yamasaku, Yasuo Kokubun,  
 Yoshiaki Nishijima, Shinji Okazaki, and Taro Arakawa

E-mail: arakawa-taro-vj@ynu.ac.jp, okazaki-shinji-yp@ynu.ac.jp

【はじめに】近年、新エネルギーとして水素が注目されている[1]。しかし、水素は可燃性ガスで爆発範囲も広く、その利用にあたり十分な安全対策が必要であり、高感度センサが求められている。これまで、金属酸化物センサなど様々な水素ガスセンサが開発されているが[2]、特に、光学的センサはその高い信頼性から注目されており、光ファイバを用いた高性能センサ等が開発されている[3]。

本研究では、光学的水素ガスセンサの超小型・軽量化、低コスト化を目指し、Pt-WO<sub>3</sub> 薄膜[3]と Si マイクロリング共振器 (MRR) を組み合わせた水素ガスセンサを提案し、その設計と動作実証を行ったので報告する。これまで MRR を用いた水素ガスセンサはある程度研究されているものの[4]、その感度特性や高感度化等について十分な検討は行われていない。

【動作原理と素子構造】Fig.1 に提案、作製したセンサの模式図を示す。Silicon-on-Insulator (SOI) 基板上に Si MRR を形成している。バスライン導波路は方向性結合器 (DC) により MRR と結合している。MRR の周回長は 69.3  $\mu\text{m}$ 、DC における光結合率は 0.2 である。MRR 導波路の上部クラッド層として厚さ 0.7  $\mu\text{m}$  の SiO<sub>2</sub> をスパッタ製膜した。さらにその上に Pt-WO<sub>3</sub> 膜をゾル・ゲル法により 0.7  $\mu\text{m}$  製膜した。WO<sub>3</sub> は Pt を触媒として水素原子を吸収し、H<sub>x</sub>WO<sub>3</sub> を形成することでその光学的性質が大きく変化するとともに、発熱する。これらの作用により、MRR の光透過特性が変化する。本センサでは、波長 1.55  $\mu\text{m}$  付近のレーザー光をバスライン導波路から DC を介して MRR に結合させ、水素ガス曝露時の透過光の MRR 共振波長シフトを観測することで、水素ガスの有無や濃度を感知する。

【測定結果】本素子に H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ガス (H<sub>2</sub> 濃度 4%) を曝露した場合の光透過スペクトルと共振波長シフトの時間変化をそれぞれ Fig. 2(a) および (b) に示す。水素ガス曝露後 5 分で大きな波長シフトが観測され、波長シフト量は最大で約 140 pm であった。Pt-WO<sub>3</sub> 製膜プロセスや膜厚、上部 SiO<sub>2</sub> クラッド層厚等を最適化すれば、さらなる大きな波長シフトが期待でき、高感度水素センサの実現が可能である。

### 参考文献

[1] K. Mazloomi *et al.*, Renewable and Sustainable

Energy Rev. **16**, 3024 (2012).

[2] T. Hubert *et al.*, Sensors and Actuators B **157**, 329 (2011).

[3] S. Okazaki *et al.*, J. Jpn. Petrol Inst. **53**, 130 (2010).

[4] N. A. Yebo *et al.*, IEEE Photon. Technol. Lett. **21**, 960 (2009).

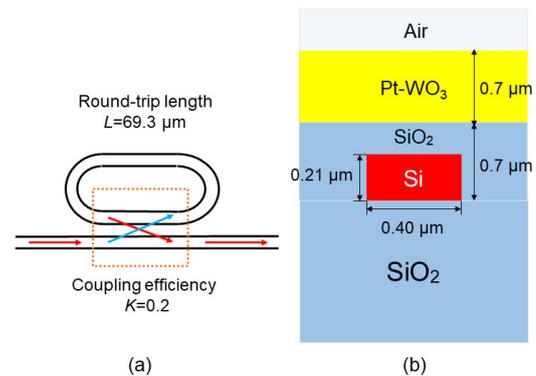


Fig.1. Schematic of Pt-WO<sub>3</sub>/Si microring resonator H<sub>2</sub> gas sensor. (a) Top view. (b) Cross sectional view.

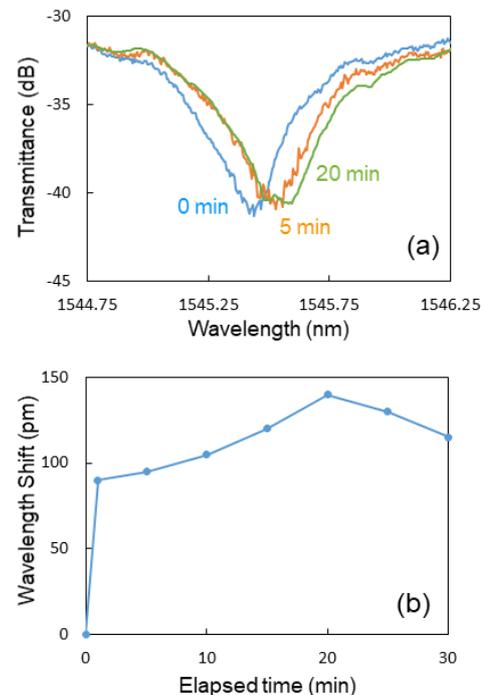


Fig.2. Measured shift in resonant wavelength of MRR after H<sub>2</sub> (4%) /N<sub>2</sub> mixed gas is exposed to the sensor.