

Pt-WO₃/Si マイクロリング共振器水素ガスセンサの 応答速度および感度改善の検討

Investigation of response time and sensitivity improvement of hydrogen gas sensor based on Pt-WO₃/Si microring resonator

横浜国大院工¹ 中部大² ◯松浦壮佑¹, 山作直貴¹, 國分泰雄², 西島喜明¹, 岡崎慎司¹, 荒川太郎¹
Yokohama National Univ., Chubu Univ. ◯Sosuke Matsuura, Naoki Yamasaku, Yasuo Kokubun,
Yoshiaki Nishijima, Shinji Okazaki, and Taro Arakawa

E-mail: matsuura-sosuke-xr@ynu.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。特に、光学的水素ガス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[2]。

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-WO₃水素感応膜と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てきた[3,4]。本センサでは、Pt-WO₃膜が水素ガスを吸着する際の発熱をMRRの共振波長シフトとしてセンシングするものである。今回測定法改良より応答速度が向上した。またそれに伴い構造の最適化の余地があったため報告する。

【応答速度の改善】前回までの報告[3,4]では、流路にシリンジを用いて水素ガスを注入していたが、応答時間が20分程度と遅かった。そこで、流路を用いず、センサ表面にエアバッグを用いて直接純水素ガスを曝露する方法で測定した結果をFig.1に示す。応答速度が10秒程度にまで改善することができた。10秒でほぼシフトが止まったため、そこでH₂の曝露を停止した。従来の流路では、水素ガスの流量が少なかったために応答しきるまでに時間がかかってしまったと考えられる。

【感度の改善】使用しているMRRの周回長は69.3 μm, DCにおける光結合率は0.2である。MRR部以外はSiO₂上部クラッドが製膜されており、MRR部のみ上部クラッドが除去されている。従来の設計では、水素曝露によりWO₃層が全てH_xWO₃に変化してもMRRの特性が見られるようにMRR上部SiO₂層の設計を行った。しかし、測定結果から水素曝露前と曝露中での共振ディップの深さの差がほとんどなく、0.47 dBであった。そこで、どの程度H_xWO₃に変化しているかについて共振でディップの深さとH_xWO₃による伝搬損失からH_xWO₃膜の厚さを見積もったところ、210 nmであった。また、SiO₂上部クラッド層を変化させた時の共振ディップ深さを計算した。計算結果をFig2に示す。この結果より、SiO₂上部クラッド層が400 nm以

上であるとき、共振波長での落ち込み量が5dB以上得られることと分かった。今後、この設計をもとにデバイスの作製・評価を行う。

参考文献

- [1] K. Mazloomi *et al.*, Renewable and Sustainable Energy Rev. **16**, 3024 (2012).
- [2] S. Okazaki *et al.*, J. Jpn. Petrol Inst. **53**, 130 (2010).
- [3] S. Matsuura *et al.*, 第78回秋季応物講演会, 6a-C13-6 (2017).
- [4] S. Matsuura *et al.*, 第65回春季応物講演会, 18p-B201-14 (2018).

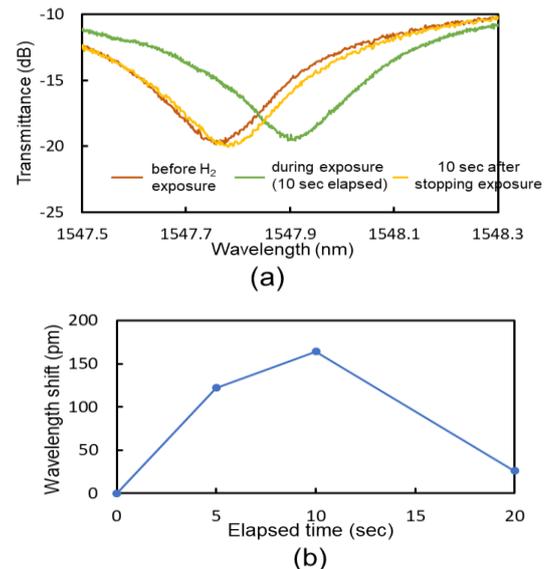


Fig.1. (a) Measured spectral responses of MRR sensor. (b) Measured wavelength shift of resonance dip as a function of elapsed time.

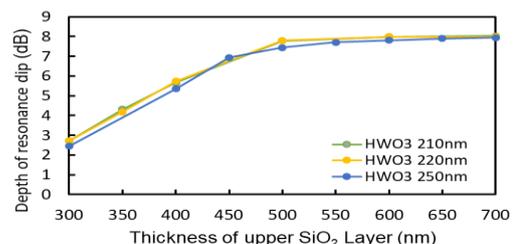


Fig.2. Dependence of depth of resonance dip on upper SiO₂ layer thickness.