# 水素感応膜の製膜プロセス改善による Pt-WO₃/Si マイクロリング共振器 水素ガスセンサの感度向上

# Improvement in sensitivity 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> <sup>O</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., <sup>°</sup>Sosuke Matsuura<sup>1</sup>, Naoki Yamasaku<sup>2</sup>, Yasuo Kokubun<sup>2</sup>, Yoshiaki Nishijima<sup>2</sup>, Shinji Okazaki<sup>2</sup>, and Taro Arakawa<sup>2</sup>

## E-mail: matsuura-sosuke-xr@ynu.jp, arakawa-taro-vj@ynu.ac.jp

【はじめに】近年、新エネルギーキャリアとして注目 されている水素[1]は、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る.特に、 光学式水素ガスセンサはその高い信頼性から注目さ れている[2].

我々は、光学式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>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 サの提案と動作実証を行ってきた[3].本センサでは、 Pt-WO<sub>3</sub>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.しかし、以前の デバイスでは、ゾル・ゲル法で製膜した MRR 上の Pt-WO<sub>3</sub>膜の膜厚が薄く、水素ガス曝露時の発熱が十分 でなかった.

そこで、今回、製膜法を改善し、感度向上を図った ので報告する.

【製膜プロセスの改善】 Fig.1 に作製したセンサの模式図を示す. SOI 基板上に Si 細線導波路 MRR を形成した. 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 µm, DC における光結合率 K は 0.2 である. MRR 部以外は SiO2上部クラッドが製膜され, MRR 部のみ窓が空いており,上部クラッドが除去されている. この素子に,さらに MRR 導波路の上部クラッド層として厚さ 0.7 µm の SiO2をスパッタ製膜した.

次に、Pt-WO<sub>3</sub>膜をゾル・ゲル法により製膜したところ、窓構造により上部クラッドが薄く、窪んだ MRR 部へ製膜が不十分であった.そこで、前駆体溶液に界 面活性剤を添加して製膜を行った結果、MRR 部上の 膜厚を増加させることができた.

【センシング特性】上記の改善したプロセスで作製し たセンサ素子に H<sub>2</sub>ガス (H<sub>2</sub>濃度 100%)を曝露した場 合の光透過スペクトルを Fig. 2(a)に示す. Fig.2(b)に, 改善前後の共振波長シフト量の時間変化を示す.水素 ガス曝露後1分で大きな波長シフトが観測された.波 長シフト量は最大で約580 pm であり,プロセス改善 前と比較して約4倍のシフト量の増大がみられた.今 回は製膜法の改善を行ったが,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] 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).







Fig.2. Measured shift in resonant wavelength of MRR after  $H_2$  (100%) gas is exposed to the sensor. (a)Transmission spectra. (b) Dependence of shift in MRR resonant wavelengths on elapsed time.