

Performance evaluation of hydrogen gas sensing by a nano-structured MoO₃ sensor created by helium plasma irradiation

藤原拓也¹、伊庭野健造¹、彦田颯人¹、リハンテ¹、上田良夫¹

Takuya Fujiwara¹, Kenzo Imano¹, Hayato Hikota¹, Heun Tae Lee¹, Yoshio Ueda¹

1.大阪大学 工学研究科

1. Graduate School of Engineering, Osaka University

1.Introduction

現在、クリーンな水素社会実現のため、水素ガスの需要が益々増えている。それに伴い、水素ガスを安全に利用するためのガスセンサ需要も大きくなっており、迅速に水素漏れを検知するために、更なる高感度化が求められている。

様々なナノ構造材料がガスセンサに応用され、検知感度向上のために研究が行われている。[1]中でも、金属酸化物を用いた半導体式ガスセンサが安価で、高感度であり、より複雑な構造を持つほど感度が上昇する。[2]また、特定の条件下で金属に He プラズマを照射して形成される He 誘起ナノ構造は、複雑な繊維状の構造で、検知ガスとの反応表面積の拡大による高感度化を可能とする。先行研究によって、He 誘起ナノ構造によるガス検知感度の向上が確認されている。[3]本研究では、金属材料や酸化条件、He プラズマ照射条件などのパラメータが、水素ガスの検知感度に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2.Experiment

Mo と W の 2 種のガスセンサの製作および性能評価を行った。まず DC マグネトロンスパッタ法を用いて、石英基板上に Mo 及び W を厚さ 1 μ m で製膜した。次に、ECR プラズマ照射装置や直流アーク放電プラズマ照射装置を用いて、成膜した金属薄膜にヘリウムプラズマを照射し、その表面に微細な誘起ナノ構造を作った。さらに、乾燥空気下で加熱酸化処理を行った。最後に電子ビーム蒸着法を用いて、厚さ 200nm の金電極を蒸着した。表面状態について、FE-SEM を用いた Mo 試料酸化前後の表面構造変化や XPS を用いた表面の酸化状態を観察した。作製したガスセンサ試料は石英炉に設置され、水素を含む空気

と乾燥空気を 10 分ごとに交互に導入し、その時の抵抗値の変化を測定し、センシング特性の評価を行った。使用ガスは、水素ガスをそれぞれ 5000ppm、100ppm、1ppm の濃度で乾燥空気 (O₂:22%, N₂:78%) に混合した標準ガス、及び乾燥空気の 4 種を用いた。実験では、400 $^{\circ}$ C 温度下での水素濃度依存性試験 (濃度範囲 100ppm から 5000ppm) を行った。また、水素濃度を一定にして、センサ動作環境温度特性試験 (温度範囲: 室温から 400 $^{\circ}$ C) も行った。

3.Results

W と Mo の両者について、He 誘起ナノ構造を有するガスセンサが、100ppm の低濃度水素を検知可能であることが分かった (図 1)。反応率を調べると、W センサはより高感度であった。また、He 誘起ナノ構造を有するガスセンサの性能は、He プラズマ照射条件にも依存することが明らかとなった。詳細は講演にて。

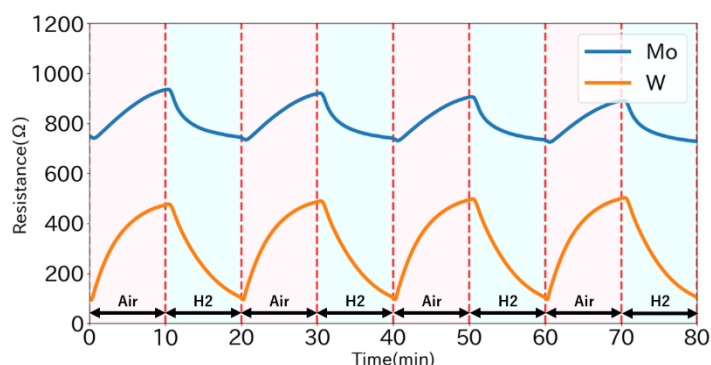


図 1: Mo と W における抵抗変化 (H₂: 100ppm)

Reference

- [1] J. Zhang, X. Liu, G. Neri, et al., Adv. Mater. 28(2016) 795-831
- [2] H. Long, W. Zeng, H. Zhang, J. Mater. Sci. Mater. Electron. 26(2015) 4698-4707
- [3] K. Imano et al., J. Appl. Phys. 57(2018) 040316