

革新的コンピューティング技術の開拓  
2019年度採択研究者

2021年度 年次報告書
-----------------

高橋綱己

東京大学 工学系研究科／科学技術振興機構  
特任准教授／さきがけ研究者

メモリスタセンサネットワークによるエッジ化学情報処理

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、実空間中に存在する分子群の種類や数といった化学情報を取得・処理するセンサネットワークデバイスを作製し、その動作の提案と原理実証を目的としている。本年度は、前年度までに確立したロバストな金属酸化物ナノスケール薄膜集積化センサ技術を基盤として、多種類の分子群を識別するためのセンサ材料およびデバイスの開発を行った。貴金属ナノ粒子や有機分子修飾表面、時空間的な熱制御技術により、金属酸化物ナノ薄膜センサに分子選択性を持たせる基礎検討を行った。特に有機分子修飾について、ホスホン酸有機分子膜を単結晶酸化亜鉛ナノ構造表面に高精度に形成する技術を開発した。従来広く採用されているアルコールを溶媒としてホスホン酸分子を酸化亜鉛表面に修飾すると、高密度分子膜の形成時に表面酸化亜鉛の溶解が起こり、ホスホン酸亜鉛の層状物質を形成してしまうことが分かった。有機分子修飾をセンサ表面の分子選択性向上に用いるには、酸化亜鉛の溶解を抑制しつつ、高密度な単分子層を表面に形成することが求められる。そこで、アルコール溶媒使用時の溶解メカニズムに基づき、修飾時に低極性の溶媒(トルエン)を用いることで亜鉛イオンの溶出を抑制する手法を提案した。提案手法による有機分子修飾では赤外分光評価により酸化亜鉛の溶解を抑制できていることを確認し、修飾時間の制御を通して高密度なホスホン酸分子修飾表面の形成に成功した。他にも、前年度に見出したロバストな SnO<sub>2</sub> ナノ薄膜集積化センサアレイ技術と導電性金属酸化物の熱安定性および化学安定向上に向けた材料設計について成果をまとめ原著論文発表を行った。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) H. Honda, T. Takahashi, Y. Shiiki, H. Zeng, K. Nakamura, S. Nagata, T. Hosomi, W. Tanaka, G. Zhang, M. Kanai, K. Nagashima, H. Ishikuro, T. Yanagida, "Impact of lateral SnO<sub>2</sub> nanofilm channel geometry on a 1024 crossbar chemical sensor array," *ACS Sens.*, **7**, pp. 460-468, 2022.
- 2) K. Nakamura, T. Takahashi, T. Hosomi, Y. Yamaguchi, W. Tanaka, J. Liu, M. Kanai, K. Nagashima, T. Yanagida, "Surface dissociation effect on phosphonic acid self-assembled monolayer formation on ZnO nanowires," *ACS Omega*, **7**, pp. 1462-1467, 2022.
- 3) R. Yan, T. Takahashi, H. Zeng, T. Hosomi, M. Kanai, G. Zhang, K. Nagashima, and T. Yanagida, "Robust and electrically conductive ZnO thin films and nanostructures: Their applications in thermally and chemically harsh environments," *ACS Appl. Electron. Mater.*, **3**, pp. 2925-2940, 2021.