

nmスケール造形技術を駆使した  
ナノ機能材料開発とデバイス展開

Development of three dimensional nano-structured functional materials and devices

研究分野  
Department三次元ナノ構造科学研究分野  
3D-nano structural science研究者  
Researcher服部 梓 A. Hattori  
大坂 藍 A. Osakaキーワード  
Keywordナノ立体造形、完全結晶表面、機能性金属酸化物  
nano 3D fabrication technique, perfect crystal surface structure, functional metal oxides応用分野  
Application立体ナノデバイス構造、急峻応答デバイス、NEMS、立体ナノ構造・計測評価技術  
3D structured nano devices, steep slope device, NEMS, nanostructure production and investigation techniques

## 研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

## 背景

ナノ構造体ではその構造と特性、デバイス動作効率とは直結しています。ナノ立体構造をデザインし精密造形技術で製造することで、これまでにない優れた機能を創出し、新奇ナノ機能材料の開発、デバイス展開が可能となります。

## 概要・特徴

- 究極の3次元立体構造創製・計測評価技術の構築
- ナノ構造マニピュレーションによる新機能性の創出と制御
- 高効率ナノデバイスの具現化

## 技術内容

- トップダウンとボトムアップを高度に融合させた1-10nmスケールのナノ立体造形技術を機能性エンジニアリングの要素技術として開発。結晶の乱れが入らない原理的に最高精度でのものづくりを実現。
- リソグラフィ技術を駆使することで、電極間距離20nm、線幅600nmの二酸化バナジウム( $\text{VO}_2$ )ナノ細線デバイスを実現し、物性の起源である電子相転移特性の優れた特性を抽出し、バルクの100倍以上の急峻応答性を実現。
- 独自の化学研磨法により酸化マグネシウム基板上に原子の乱れが無い完全結晶表面を実現。この上でマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )薄膜を成長させることで結晶の不完全性を除去した極薄膜の成長を可能とし、相転移特性の向上に成功。

## 社会への影響・期待される効果

従来の生産技術を単にサイズダウンするだけでなく、製造プロセスでの物理・化学反応をナノ・マイクロ領域で理解し、所望のナノ構造、機能を安定化させる学理を構築し、方法論を打ち立てることで、材料開発及びデバイスの高性能化、微細化に貢献します。ナノ・マイクロ空間での3次元立体形状の制御によって、特定状態を安定化させ薄膜やバルク材料では実現不可能であった金属酸化物の新奇物性の創出を実現し、デバイス応用展開を通じて、高機能を維持したITデバイスの低消費電力駆動、医療応用など健康生活の実現として2050年のカーボンニュートラル社会の実現へと貢献する。

## 【論文 Paper】

- [1] Crystals 10 (2020) 631(1-14)
- [2] Appl. Nano Mater. 4 (2021) 12091-12097
- [3] Cryst. Growth Des. 21 (2021) 946-953

