

## 【基盤研究(S)】

理工系(工学)



### 研究課題名 革新的応力場制御による高秩序ナノ空間構造体の創製と展開

名古屋大学・大学院工学研究科・教授 じゅ やん  
巨 陽

研究課題番号: 17H06146 研究者番号: 60312609

研究分野: 機械材料・材料力学、ナノ材料工学

キーワード: ナノ材料・創製プロセス、ナノ粒子・ワイヤー・シート、ナノマイクロ材料力学

#### 【研究の背景・目的】

ナノセンサ、ナノデバイスを構成するナノ構造体の高秩序・高品質の作製は困難とされている。本研究は、革新的な応力集中および酸化プロセス制御手法を構築することにより、高密度単結晶金属ナノワイヤアレイおよび半導体ナノフラワー配列の創製を実現する。さらに、応力場における原子の拡散および表面酸化現象を明らかにすることにより、ナノ空間構造体の生成メカニズムを系統的に解明する。最終的に、応力集中および酸化制御手法を確立することにより、ナノ空間構造体の形状、寸法、空間位置の高度制御を実現し、高透過率かつ高導電性を有するフレキシブル透明導電膜、および低コストかつ高変換効率を有する太陽光水素製造デバイスの創製を実現する。

#### 【研究の方法】

金属原子の拡散速度および表面酸化膜の形成速度を統一的に制御し、構造体成長過程における原子配列および分子形成の制御を実現することにより、形状、寸法、位置の制御を可能にする高秩序、高品質、高密度、金属・半導体ナノ空間構造体の作製を行う(図1、図2)。また、材料の熱膨張と酸化膜の体積膨張に起因する応力勾配や原子の密度が原子拡散速度に及ぼす影響、温度、湿度、触媒が材料の表面酸化膜の形成速度に及ぼす影響、そして材料表面の応力状態、結晶構造、原子密度がナノ構造体の形成に及ぼす影響の解明を行う。さらに、独創的な応力集中誘導手法を確立し、ナノワイヤアレイの形状、寸法、密度の高度制御を実現し、最適な導電性ネットワークを有する大面積の単結晶金属ナノワイヤアレイを形成することにより、高透過率かつ高導電率を有するフレキシブル透明導電膜を創製する。一方、独創的な応力酸化誘導法を確立し、ナノフラワーの

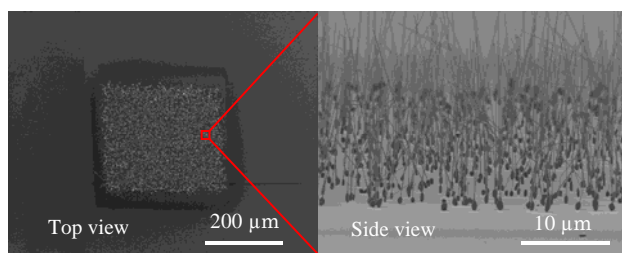


図1 高密度Alナノワイヤ

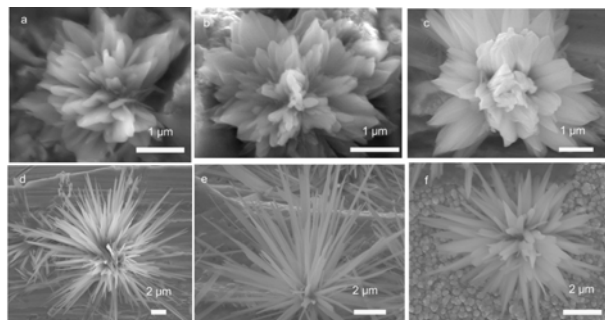


図2 異なる形態のCu<sub>2</sub>Oナノフラワー

形状、寸法、空間位置の高度制御を実現し、最適な空間間隙を有する大面積の3次元半導体ナノフラワー配列を形成することにより、低コストかつ高変換効率を有する太陽光水素製造デバイスを構築する。

#### 【期待される成果と意義】

本研究で計画しているナノ空間構造体の形状、寸法、空間位置の高度制御が実現できれば、高透過率の金属ナノワイヤネットワークの創製が可能となり、低コストかつ高強度なフレキシブル透明導電膜を実現することにより、太陽電池や有機ELディスプレイなどへの応用が期待できる。また、太陽光水分解に最適なエネルギーバンドギャップを有する半導体ナノ空間構造体の開発が可能となり、現在の太陽光水素製造のコスト、分解効率の問題を一挙に解決し、大きな社会貢献をもたらすことができる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- L. Hu, Y. Ju, M. Chen, A. Hosoi, S. Arai, Growth of Cu<sub>2</sub>O Flower/Grass-like Nano Architectures and their Photovoltaic Effects, Applied Surface Science, 305, 710-715, 2014.
- Chen Y. Yue, and Y. Ju, Growth of Metal and Metal Oxide Nanowires Driven by the Stress-induced Migration, Journal of Applied Physics, 111, 104305-1-6, 2012.

#### 【研究期間と研究経費】

平成29年度-33年度 161,000千円

#### 【ホームページ等】

<http://www.mech.nagoya-u.ac.jp/ju/index.html>