

課題番号 : F-16-UT-0023  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 微細加工技術を利用したマイクロ/ナノスケールの熱伝導・流体现象の研究  
 Program Title (English) : Study of micro/nanoscale heat conduction and fluid dynamics phenomena using microfabrication technology  
 利用者名(日本語) : 児玉高志, 柏木誠, 谷田進, 手島健志, 松嶋直人, 河村祐輝, 小西翔太, 塩見淳一郎  
 Username (English) : Takashi Kodama, Makoto Kashiwagi, Takeshi Teshima, Naoto Matsushima, Yuki Kawamura, Shota Konishi, Junichiro Shiomi  
 所属名(日本語) : 東京大学 大学院工学系研究科機械工学専攻塩見研究室  
 Affiliation (English) : The University of Tokyo, School of Engineering, Mechanical Engineering Department, Shiomi Laboratory

### 1. 概要(Summary)

我々の研究グループでは主に、熱電変換材料への応用が検討されている Si のマイクロスケール、ナノスケールの熱伝導現象に関する研究とマイクロ/ナノ構造表面の液滴の動的濡れに関する研究を行っている。前者に関しては Si を微細構造化させた場合の熱電変換能の変調メカニズムを解明するために、実験試料として用いる Si のナノ構造体の作製やそれらの熱伝導率計測を行うために不可欠な計測デバイスを加工する必要がある。後者に関しては動的濡れ性実験の試料として利用するための高アスペクト比のマイクロ・ナノスケール構造をバルクシリコン基板表面に製作する必要がある。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

光リソグラフィ装置 MA-6, 高速大面積電子線描画装置 F5112, 高速シリコン深掘りエッチング装置など

#### 【実験方法】

Si のナノ構造体は、主にメタルアシストエッチング法を利用してバルク Si 基板や粉体表面に様々な形状やアスペクト比の構造を製作することで準備した。熱伝導率計測用デバイスは電子線描画装置で作成したフォトマスクを利用して、多段階フォトリソグラフィによってサスペンド計測デバイスを製作した。動的濡れ性実験の試料は、フォトリソグラフィによって形状をパターンニングした後、深掘りエッチング装置を利用して高アスペクト比の溝を製作した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

ドラフトを利用したメタルアシストエッチングにより、Fig. 1(a)に示したようなナノ構造体をバルク Si 基板や粉体表面に作成することに成功した。また反応時間や溶媒の組成を制御することで、構造体のサイズやアスペクト比を制

御可能であることがわかった。また、Fig. 1(b), (c)にナノスケール熱伝導率計測を行うために製作した計測デバイスの顕微鏡像を示した。Fig. 1(b)はフォトリソグラフィによって試料表面に加工したヒーター/測温抵抗体として動作する金属細線である。Fig. 1(c)は Si の熱電変換能を評価するために製作した計測デバイスであり、SOI 基板を開始材料として利用した独自の多段階フォトリソグラフィ行程によって、厚み 100 nm の Si 薄膜のサスペンド構造の作製に成功した。また、Fig. 1(d)のように動的濡れ実験に用いるためのアスペクト比 1:10 以上のシリコンマイクロ構造の製作に成功した。

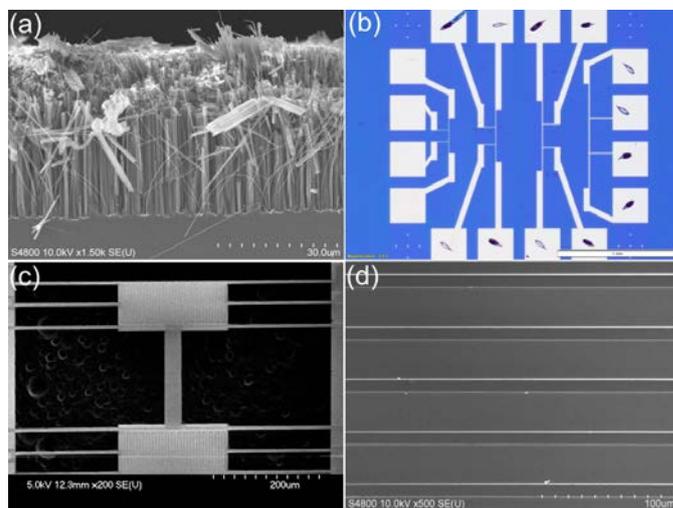


Fig. 1 Microscope images of micro / nanostructures fabricated in Takeda CR.

### 4. その他・特記事項(Others)

本研究はJST 塩見CREST「メカノ・サーマル機能化による多機能汎用熱電デバイスの開発」の助成を受けている。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

S. Nita et al, Sci. Adv., 3 (2017) e1602202.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。