

課題番号 : F-14-OS-0044  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : シリコン基板上への多孔質シリカマイクロチューブ自己集積技術の開発  
 Program Title (English) : Assembly of self-folding porous silica micro tubes on a silicon wafer  
 利用者名(日本語) : 青木画奈<sup>1)</sup>, 石黒敬太<sup>2)</sup>, 出野上真樹<sup>2)</sup>, 米山貴之<sup>2)</sup>  
 Username (English) : K. Aoki<sup>1)</sup>, K. Ishiguro<sup>2)</sup>, M. Denokami<sup>2)</sup>, T. Yoneyama<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 神戸大学自然科学系先端融合研究環重点研究部, 2) 神戸大学工学研究科  
 Affiliation (English) : 1) OAST, Kobe University, 2) Graduate School of Eng., Kobe University

## 1. 概要(Summary)

シリコンの新規 3 次元加工技術として、シリコン基板表面を、深さ方向に空孔率を制御しつつ多孔質化することで、多孔質層に内部応力を発生させ、応力緩和のために多孔質層が自己組織的にチューブ化する技術の開発を進めている。チューブ構造形成メカニズムの理解、および形成されたチューブ内部構造を把握するために、大阪大学産業科学研究所微細加工プラットフォームの設備を利用して、ポーラスシリコン層のパターニング、および形成したチューブ構造の断面形状観察を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### ・利用した主な装置

集束イオンビーム装置、RIE 装置、スパッタ装置、マスクレス露光装置

### ・実験方法

スパッタ装置を用いてガラス基板上にクロム層を形成した後、マスクレス露光装置を用いて種々のパターンを描画し、フォトマスクを作製した。陽極酸化法を用いて、表面から 1.1~2.2  $\mu\text{m}$  を多孔質化したシリコン基板上に、フォトレジストを塗布し、前述のフォトマスクを用いて、レジスト層をパターニングした。RIE 装置を用いて、レジストパターンをシリコン多孔質層に転写した後、水蒸気雰囲気下で熱酸化し、シリコン多孔質層を自己組織的にチューブ化した。形成したチューブ構造を集束イオンビーム装置を用いて切断し、内部構造を確認した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

本研究は、元々、レジストパターンからシリコン多孔質層への転写をウエットエッチングで行っていたのだが、チューブ形成率が悪く、その原因は溶媒乾燥時の、シリコン多孔質層とシリコン基板の溶媒の表面張力による接着と

考えていた。ドライエッチングで構造転写すれば、チューブ形成率が向上することを予想していたが、逆に殆どチューブ構造を形成しなかった。そこで、構造転写は従来通りウエットエッチングにより行い、チューブ化し易いパターンの探索に注力した。短辺、直径、あるいは短軸長(これらの長さを L とする)が 40~100  $\mu\text{m}$  の正方形、矩形、真円、および楕円構造を検討した結果、L と多孔質層厚(t)の比率に依存して、形成されるチューブ構造が系統的に変化することを確認した。また、チューブの断面形状を観察し、液体や気体の輸送に適用可能であることを確認した。

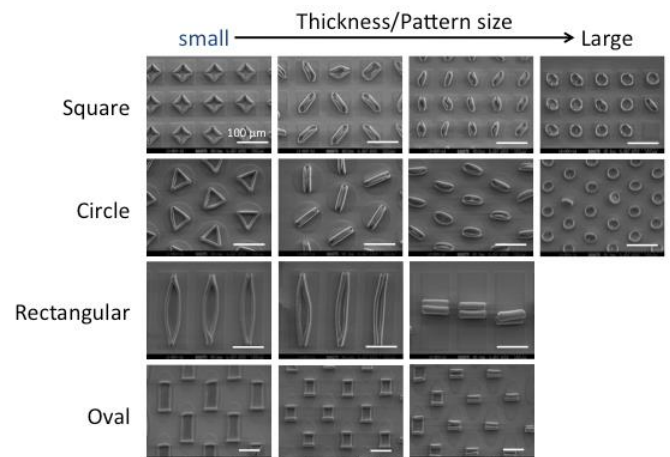


Fig. 1 Pattern size dependency of porous silica roll formation

## 4. その他・特記事項(Others)

・法澤公寛特任助教(大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点)に感謝します。

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

- (1) 石黒敬太、出野上真樹、青木画奈、藤井稔, シリコン材料・デバイス研究会, 平成 26 年 12 月 12 日.
- (2) 出野上真樹、石黒敬太、青木画奈、藤井稔, 第 62 回応用物理学会春期学術講演会, 平成 27 年 3 月 11 日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし