

課題番号 : F-16-OS-0022  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : ウェハ上におけるナノ・マイクロスケール 3次元加工技術開発  
Program Title (English) : Assembly of nano and micro scale three-dimensional structures on a wafer  
利用者名 (日本語) : 青木画奈<sup>1)</sup>, 棚橋雄也<sup>2)</sup>, 山本琢磨<sup>2)</sup>, 瀧谷昇哉<sup>2)</sup>  
Username (English) : K. Aoki<sup>1)</sup>, Y. Tanahashi<sup>2)</sup>, T. Yamamoto<sup>2)</sup>, S. Takidani<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 2) 神戸大学, 大学院工学研究科, 電気電子工学専攻  
Affiliation (English) : 1) OAST, Kobe University, 2) Graduate School of Eng., Kobe University.

## 1. 概要 (Summary)

利用者は、シリコンウェハ表面に陽極酸化法で多孔質層を形成し、その多孔質層に曲げ加工を施す技術や、材料の磁氣的性質を利用してナノ・マイクロ構造体を自発的に 3次元配列させる磁場アセンブリの開発を行っている。作製した構造体の内部構造を把握するために、各種構造体を集束イオンビーム装置で切断し、内部を観察した。その結果、シリコン多孔質のチューブ内部は初期のパターン形状で巻き方が異なることが分かった。磁場アセンブリ法でウェハの法線方向に積層した  $\phi 1 \mu\text{m}$  の微粒子は、底辺から頂上に至るまで 250 nm のギャップを形成していることが分かった。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

集束イオンビーム装置 (FIB)

### 【実験方法】

自研究室で作製したチューブ状ポーラスシリコン膜、および  $\phi 1 \mu\text{m}$  微粒子の 3次元配列構造を集束イオンビーム装置で切断し、内部構造を 2次電子像で確認した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

シリコンウェハ表面に形成したポーラスシリコン層を様々な形状にパターンニングし、熱酸化すると層内の熱膨張率の違いに起因して円曲変形する。この特性を利用してチューブを形成した場合、初期のパターン形状によって内部構造に違いが生じるかどうか未確認であった。本研究では、異なるパターンから形成したチューブを FIB で切断し、内部構造を確認した。Fig. 1 に厚さ  $1 \mu\text{m}$ 、 $60 \times 150 \mu\text{m}$  の楕円および矩形のポーラスシリコン層から形成したチューブ断面図を示す。外側の形状はほぼ同じだが、矩形パターンは螺旋状、楕円パターンは密なチューブ状に巻いていることが分かった。

磁場アセンブリ法でウェハ表面の法線方向に自己組織的に形成した微粒子配列の、走査型電子顕微鏡で観察出来ない深部の状態が不明であった。Fig. 2 に示すように、 $\phi 1 \mu\text{m}$  の微粒子が基板の法線方向に 3個並び、隣接する列間に 250 nm のギャップが形成されていることが分かった。

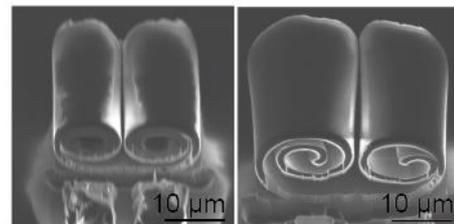


Fig. 1 Cross sections of porous silica tubes. (a)  $60 \times 150 \mu\text{m}$  oval (b)  $60 \times 150 \mu\text{m}$  rectangular.

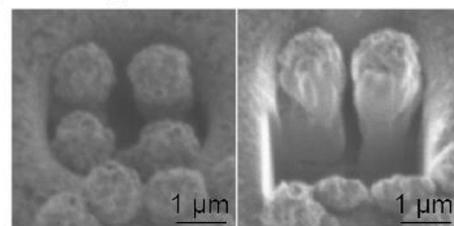


Fig. 2 Paramagnetic spheres ( $\phi 1 \mu\text{m}$ ) vertically assembled in a hole. Before (a) and after (b) FIB.

## 4. その他・特記事項 (Others)

- 平成 27 年度 先端加工機械技術振興協会研究助成「シリコンウェハ陽極酸化とレーザー照射による 3次元曲面シリカ構造体作製技術の開発」
- 関連する課題番号 ; S-16-OS-0017

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

- 瀧谷昇哉 他、第 77 回応用物理学会秋期学術講演会、朱鷺メッセ、新潟、平成 28 年 9 月 13 日。

## 6. 関連特許 (Patent)

なし