# プラズマスパッタリングを用いたシリコンナノワイヤ形成

## Silicon Nanowires Growth Using Plasma Sputtering

# 京大院工, <sup>O</sup>山田 郁美, 江利口 浩二, 斧 高一

## Kyoto Univ., °Ikumi Yamada, Koji Eriguchi, Kouchi Ono

## E-mail: yamada.ikumi.72a@st.kyoto-u.ac.jp

### 1. 研究背景

ナノワイヤは,直径数 nm-数百 nm,長さ数 µm 以上の微細構造物であり,その一次元構造に起因す る様々な特性を持つ<sup>1,2)</sup>。ナノワイヤの実用化のためには,ナノワイヤを効率的に大量生産する手法が 必須となる。著者らは,ナノワイヤ形成の新しい手法として,高周波 (RF) マグネトロンスパッタリ ングを提案する。本手法は,原料の気化が必要ないためエネルギー効率が良い。また,他の手法と比 較して大口径化が容易であるという利点がある。本研究では、シリコン (Si) 基板及び表面に熱酸化膜 (SiO<sub>2</sub>)の付いた Si 基板を用いて,様々な条件 (Au 膜厚,スパッタ時間,基板温度など)で実験を行い、 アスペクト比・密度の高い Si ナノワイヤが形成される条件について考察した。

#### 2. 実験手順·実験手法

ナノワイヤ形成の触媒として Au を、ナノワイヤの原料として Si を用いた。まず、Au スパッタ装置 を用いて基板表面に Au 薄膜を生成する。次に、基板を熱処理することで Au 薄膜を粒状に集塊化させ る。最後に、Fig. 1 に示す RF マグネトロンスパッタリングチャンバを用いて Si スパッタリングを行う。 供給ガスとして、アルゴン及び水素を用いた。基板を加熱することで液体状になった Au の粒に、スパ ッタリングによって供給される Si 原子が溶け込み、合金となる。その後、Au-Si 合金中で過飽和とな った Si が Au と基板の間に析出し、Si ナノワイヤが形成される。形成されたナノワイヤの観察には、 走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いた。

#### 3. 実験結果

Fig. 2, Fig. 3 に, Si 基板および SiO<sub>2</sub>1000 nm 付 Si 基板を用いた際に形成されるナノワイヤの SEM 像 をそれぞれ示す。スパッタ時間を 60 分,基板温度を 700℃,供給ガス流量を Ar: 5 sccm, H<sub>2</sub>: 15 sccm,

圧力を 30 mTorr に固定し、Au 膜厚を、15, 20, 25, 30 nm (Si 基板), 5, 10, 15, 20 nm (SiO<sub>2</sub>付基板) と変化させ, 実験を行った。 Si 基板上では Au 膜厚 25 nm, SiO<sub>2</sub>付基板上では Au 膜厚 15 nm と 20 nm の条件で, アスペクト比・密度の高いナノワイヤが形 成された。

#### 4. 結論

プラズマスパッタリングを用いた Si ナノワイヤ形成におい て、様々な条件依存性を調べた。実験結果より、Si 基板、SiO<sub>2</sub> 付基板ともに、Au 膜厚が比較的厚い条件において、アスペク ト比・密度の高いナノワイヤが形成されることがわかった。 [参考文献]

1) J. Ramanujam, D. Shiri, and A. Verma, Mater. Express 1 (2011) 105.



Fig. 1. RF マグネトロンスパッタリン グチャンバ

2) Z. Fan and J. G. Lu, Appl. Phys. Lett. 86 (2005) 032111.



**Fig. 2. Si** 基板上でのナノワイヤ形成の Au 膜厚依存

(a) 15 nm, (b) 20 nm, (c) 25 nm, (d) 30 nm



Fig. 3. SiO<sub>2</sub>付基板上でのナノワイヤ形成の Au 膜厚依存(a) 5 nm, (b) 10 nm, (c) 15 nm, (d) 20 nm