

低速 Ar 照射 Si 基板上 Au 蒸着による Au ナノワイヤ成長モデルの構築

Au-nanowire growth model by thermal evaporation of Au on a Si substrate irradiated with low-energy Ar ions

京工繊大¹, 量研機構高崎² ○(D) 水谷 仁美¹, 山本 春也², 高廣 克己¹

Kyoto Inst. Tech.¹, QST Takasaki² ○Hitomi Mizutani¹, Yamamoto Shunya², Katsumi Takahiro¹

E-mail: d1871003@edu.kit.ac.jp

【緒言】我々は、低エネルギーAr イオンを照射した Si 基板への Au の真空蒸着により、アスペクト比が最大1000程度の単結晶Au ナノワイヤ(NW)を成長させる新規NW 作成法を見出した [1]。Au NW は照射領域内の Si 酸化/非酸化の境界領域のみに成長し、従来の気相成長法よりも低温でNW を作製できる。NW 制御のためには、成長機構の解明が必要である。これまでの研究から、結晶 Si の非晶質化、Au-Si 合金形成、非晶質 Si の再結晶化、Au 種結晶の形成の過程を経て、Au NWs が成長すると考えられる。本研究では、まずNWs の成長位置の制御を試みた。次に Au NW 下の断面構造を調べた結果をもとに、NW 成長モデルを検討した。

【実験】n 型 Si(100) に対して 1-keV Ar イオン照射 (照射量: $1.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$) を行った。照射時、照射領域内に TEM グリッドを置くことでマスクし、照射領域を制限した。その後、Si 蒸着基板を一旦大気下に取り出し、真空蒸着装置に移動させ、Au を蒸着した。Au 蒸着は、高真空下 ($\sim 5 \times 10^{-6} \text{ Pa}$)、基板温度 300°C で行った。蒸着速度は約 0.01 nm s^{-1} で、設定膜厚 20 nm まで蒸着した。走査型電子顕微鏡および透過型電子顕微鏡を用いて Au 蒸着試料を観察した。

【結果・考察】イオン照射領域の制限により、NW の成長位置を制御することができた。また、制限領域のサイズにより、NW の長さをある程度制御できることが分かった。次に、既存 NW 成長モデル [2] を修正して、本手法により作製される Au NW に適用することで、NW 成長モデルを構築した。モデルから定式化した NW 長さの直径依存性と実験値の比較により、本修正モデルの妥当性を示した。

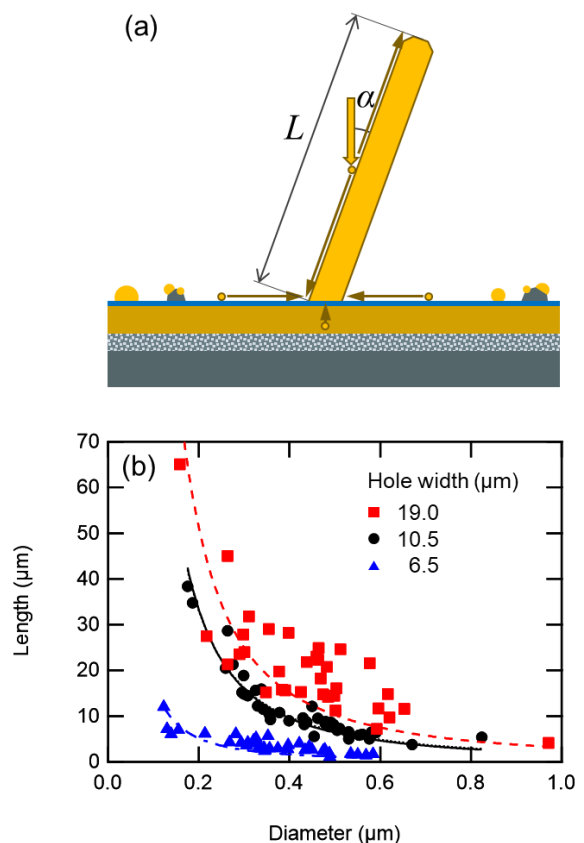


Figure 1. (a) Schematic diagrams for Au NW growth model. (b) Dependence of the NW length on the NW diameter for three samples used different masks with different hole sizes.

[1] H. Mizutani et al. Appl. Surf. Sci. 604 (2022) 154616. [2] V. G. Dubrovskiĭ et al. Semiconductors 40, 1075 (2006).