

雰囲気ガスによる表面拡散の制御法の開発と 明瞭な Ag ナノコラム形成への応用

○伊東孝将¹, 中嶋薫¹, 木村健二¹, 鈴木基史¹ (1. 京大理工)

Control of Surface Diffusion by Atmospheric Gases and Application to Formation of Well-Separated Ag Nanocolumns

○T. Ito¹, K. Nakajima¹, K. Kimura¹, M. Suzuki¹ (1. Kyoto Univ.)

1. はじめに

近年、負の屈折率を持つメタマテリアルが注目され、スーパーレンズやクローキングに応用が期待されている。メタマテリアルは主にリソグラフィーを用いる手法で作成されるが、3次元構造を大面積に作成するのは困難であり、構造が2次元に限られている。そのため、リソグラフィーを用いる手法に代わる、金属の3次元構造を作製する新しい技術が必要とされている。

一方で、当研究室では、動的斜め蒸着法という成膜技術によって、ユニークなナノ構造を形成し、その応用に関する研究を行っている。酸化物材料では、動的斜め蒸着法によって、らせん構造を形成することができる。しかし、動的斜め蒸着により形態を制御する前提条件として、単純に斜め蒸着したときに、コラム一本一本が分かれている明瞭なコラム構造が形成される必要があるが、金属材料の斜め蒸着では、明瞭なコラム構造が形成されないという問題がある。

明瞭なコラム構造が形成されない原因は、基板に入射した蒸着粒子の基板表面での拡散が激しいからである。そのため、明瞭なコラム構造を形成するためには、蒸着粒子の表面拡散を抑える必要がある。酸化物材料の斜め蒸着の場合に、蒸着粒子がO₂と結合して表面拡散が抑制され、明瞭なコラム構造が形成されることから、金属材料の場合でも、蒸着粒子に雰囲気ガスを吸着させて拡散を抑制できると考えられる。そこで、本研究では雰囲気ガスがAgのナノコラムの成長に及ぼす影響を調べた。

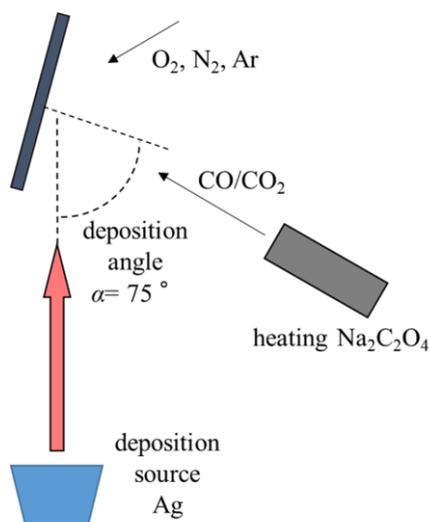


図1 ガス雰囲気中での斜め蒸着の模式図

2. 実験

Si ウェハに SiO₂ を 50 nm 蒸着した後、基板表面に垂直な方向と蒸着原子の入射方向のなす角度が 75° になるように基板を配置し、Ar, N₂, O₂, CO/CO₂ を導入しながら Ag を電子ビーム蒸着した。Ar, N₂, O₂ はマスフローコントローラで流量を制御しながら導入し、CO/CO₂ は真空槽内で Na₂C₂O₄ をるつぼに入れて加熱分解して発生させた。また図1の実験の模式図に示すように、導入するガスや発生させるガスの分子流が基板の中央付近に入射するようにした。

3. 結果と考察

図2に O₂, CO/CO₂, CO/CO₂/O₂ 雰囲気中で成膜した試料の断面を見た SEM 像を示す。CO/CO₂/O₂ 雰囲気中で成膜した試料で、充填密度が他の雰囲気ガス中で成膜した試料よりも小さくなり、コラム構造が明瞭になった。このことから、CO/CO₂/O₂ の分圧が高いことが、形成されるコラム構造を明瞭にする要因であることがわかった。

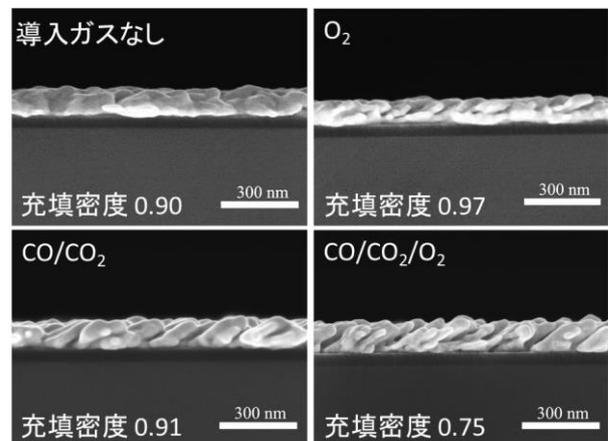


図2 O₂, CO/CO₂, CO/CO₂/O₂ 雰囲気中で Ag を斜め蒸着した試料の断面を見た SEM 像

4. まとめ

CO/CO₂/O₂ 雰囲気中で作製した試料では、コラム構造が明瞭になった。今後は、CO/CO₂/O₂ 雰囲気中での金属の斜め蒸着による明瞭なコラム構造の形成メカニズムを明らかにし、コラム構造の形態制御への応用を目指す。