

Berg モデルによる酸化タングステンの反応性スパッタプロセスの解析

薄膜・表面物性研究室 松尾 海

S141123 Kai MATSUO

背景と目的

反応性スパッタは、反応性ガスをチャンバーに導入した環境で金属をスパッタし、化合物薄膜を基板上に堆積する方法である。反応性スパッタでは、異なる O₂ 流量において金属モードと酸化物モードの相互遷移が生じる。また、遷移点近傍で製膜を行うと物性の良い膜が得られることが多い。本研究では、先行研究では仮定された値だったパラメータを実験的に決定し、Berg モデル[1]による計算と、実測で求めた遷移点を比較した。また、Berg モデルの各パラメータを変化させたときに遷移点がどのような影響を受けるのか調べ、タングステン (W) を用いた場合の、供給電力 100 W の時のシミュレーションを行った。

実験方法

ターゲット材料 W、スパッタガス Ar、反応性ガス O₂ を用いて DC 反応性マグネトロンスパッタを行った。電力を一定とした測定で金属モードでのスパッタ率を、また O₂ 流量を一定とした測定で酸化物モードから金属モードへの遷移点直前でのスパッタ率を測定した。スパッタ率はスパッタの前後のターゲット質量とスパッタ中の電流値から計算した。またカプトンテープをチャンバー壁・ふたに貼り付け、金属モードから酸化物モードへの遷移点直前で堆積を行い、そこに付着した金属性の膜の範囲から、膜が付着するチャンバー面積を評価した。

結果と考察

上記の測定と計算より、不明であったパラメータを求めた。ターゲット面積： $1.13 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ 、チャンバー面積： $2.49 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 、ポンプの排気速度： $2.42 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ と定めた。また、オリジナルの Berg モデルは TiN の製膜を対象としており、金属—反応性ガスの比率が WO₃ とは異なる。そのため、Berg モデルの中のチャンバー内での酸化面積の割合の

バランスの式の係数を変更し、W 原子 1 つあたりに O 原子が 3 つ付着するように設定した。求めたパラメータを用いたシミュレーションの結果が図 1 である。それぞれの遷移点は M→Ox： 1.84 sccm 、Ox→M： 1.59 sccm となった。これは実際の測定結果の遷移点 M→Ox： 2.1 sccm 、Ox→M： 1.82 sccm と近い値をとっていた。また、Ti、V と比べてヒステリシス幅が小さくなるのが再現できた。これは金属モードと酸化物モードのスパッタ率の値が近いからだと考えられる。

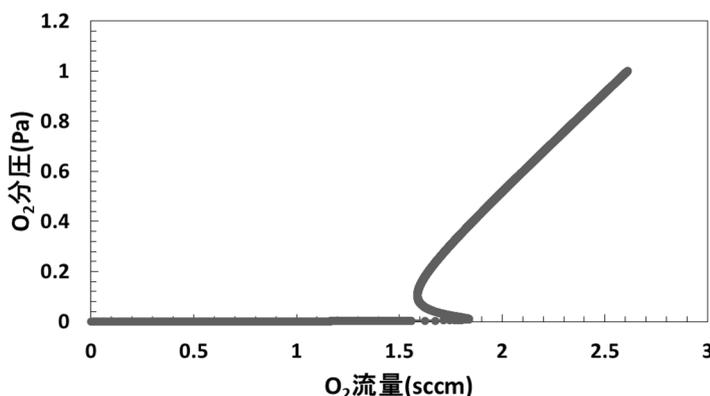


図 1. 電力 100 W での W のシミュレーション

[1] S. Berg, H. Blom, T. Larsson, C. Nender, J. Vac. Sci. Technol. A. 5 pp.202-207 (1987)