

酸化タングステン反応性スパッタプロセスにおけるヒステリシス特性

薄膜・表面物性研究室 倉本 顕範

S151053 Takanori KURAMOTO

背景と目的

反応性スパッタは反応性ガスを含む環境下で金属ターゲットにスパッタを行い化合物の薄膜を作製するプロセスである。反応性スパッタは、ターゲットの表面状態に応じて金属モードと酸化物モードの二つの状態をとる。金属モードでは高速製膜が可能であり、膜の酸素が不足している状態で、酸化物モードでは製膜速度が低下して膜の酸素が飽和している状態である。これらモード間の遷移は急激に生じるため制御が困難とされている。

本研究の先行研究では、Ti, V, Zr の投入電力一定測定・流量一定測定を行い、これらのモード遷移点を電力・流量マップにプロットすると、原点を通る直線で近似できるという普遍性を見出した[1]。この直線関係は遷移点や薄膜の性質と、モード遷移の予測に利用できる。

本研究では新たなターゲットとしてタングステン (W) を用い、先行研究の結果を拡充し、酸化タングステンの製膜に有益な情報を得ることを目的とした。

実験方法

投入電力一定測定では、まず O₂ 流量を大まかに増減 (0.2 sccm) させ、遷移の挙動を確認した。その後、遷移点付近で増減値を細かく (0.02 sccm) して測定を行った。流量一定測定では電力を大まかに増減 (10 W) させ、遷移の挙動を確認した。その後、遷移点付近で増減値を細かく (1 W) して測定を行った。先行研究で遷移時間の考慮が重要であるとされていたため、流量・電力は電圧、電流、圧力の値が 1 分間変化しなかった状態を、定常状態に至ったとみなした。

結果と考察

W ターゲットにおける投入電力一定・流量一定測定を行い、モード遷移点を電力・流量マップにプロットすると、原点を通る直線で近似できるという普遍性を見出した。また遷移時間に考慮をしたところ、同じターゲット、同じ条件でも遷移点に変化が起こることが分かった。なお、別の実験をし、ターゲットの利用時間が大きく異なった状態ではヒステリシス流量も異なり、直線性が著しく劣化した。W ターゲットは、先行研究の Ti, V に比べてヒステリシスの幅が極端に狭く、ヒステリシス特性が現れにくかった。そこで本研究では Ar 流量を小さくし、ヒステリシス幅が大きくなるよう排気速度を絞った条件で行ったが、それでもなお Ti や V に比べてヒステリシス幅が狭かった。W ターゲットでのスパッタ率を測定したところ、金属モード状態でのスパッタ率は酸化物モード状態でのスパッタ率の 2 倍程度であった。これは一般的な金属およびその酸化物のスパッタ率の比よりかなり小さい。これが W での狭いヒステリシス幅の原因と考えた。

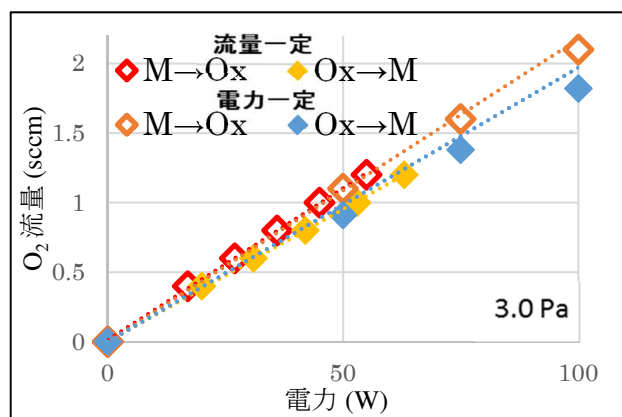


図 1. W ターゲットにおける電力流量マップ

[1] 木村 光佑 2016 年度成蹊大学修士論文