

アセチルアセトンと GCIB 照射を用いた金属膜 ALE の最適化

Optimization of ALE conditions for metal films by gas cluster ion beams with acetylacetone

兵庫県立大学工 豊田 紀章、植松 功多

Grad. school of eng., Univ of Hyogo., Noriaki Toyoda, Kota Uematsu

E-mail: ntoyoda@incub.u-hyogo.ac.jp

1. はじめに

デバイスの微細化・三次元化の進行に伴い、高精度エッチング技術への要求が高まっており、中でも原子層エッチング (ALE) が注目されている。ALE は、反応性分子吸着、排気、エネルギー粒子による表面層除去を繰り返して原子レベルのエッチングを行うが、我々は表面原子層除去のエネルギー粒子として、ガスクラスタイオンビーム(GCIB)を検討している。GCIBは数 eV/atom 程度の超低エネルギーかつ高密度のイオン照射を実現するため、低ダメージで表面反応が促進され、ALE の除去ステップへの応用が期待される。

これまで、酢酸やアセチルアセトン(acac)雰囲気下で O₂-GCIB 照射を行い、各種金属膜の反応性エッチングが可能であり、また加速電圧 5kV 程度の O₂-GCIB を照射と反応性ガス吸着を独立して行うことにより銅薄膜の ALE が可能であることを示してきた。しかし、各種金属に対する ALE における GCIB 照射条件の最適化は行われていない。本報告では Ni、Cu を中心とした金属膜に対し、acac 雰囲気下での連続 GCIB 照射および acac と O₂-GCIB を用いた ALE を、GCIB 照射条件を変化させて行い、最適化を検討した。

2. 実験方法及び結果

雰囲気ガスとして acac をニードルバルブで供給し、分圧を 1×10^{-2} Pa とした。試料にはスパッタ蒸着した Cu、Ru、Co、Ni、Pt、Ta 膜および水晶振動子上に湿式メッキで作成した Cu、Ni 膜を用いた。O₂-GCIB をこれらの金属膜に照射し、エッチング段差測定およびレートモニターによる膜厚の時間変化を測定した。O₂-GCIB の加速電圧は 5 から 20kV とした。またイオン化電子電圧 (Ve) を 50, 150V とした。比較のため O₂-GCIB 照射のみ(acac 無し)によるエッチング深さも測定した。

図 1 に水晶振動子上の Ni 膜に、5kV O₂-GCIB 連続ビームを acac 有/無で照射した時の、Ni 膜厚の時間変化を示す。Ve は 50, 150V とした。acac 有りの場合、acac 無しの場合に比べ Ni 膜のエッチングレートが大きい。つまり acac が吸着した Ni 膜に対して 5kV O₂-GCIB により反応性エッチングが起こることを示している。また acac 無しの O₂-GCIB 照射では、イオン化電子電圧 Ve が 150V の場合 Ni 膜厚が緩やかに減少し、物理的エッチングが生じている。一方 Ve が 50V の場合は、物理的エッチングが抑制されている。一般にイオン化電子電圧が高いと多価 GCIB が形成され、総エネルギーの高い GCIB が照射される。ALE に必要な Self-limiting な除去プロセスを実現するためには GCIB のイオン化電子電圧を低減し、物理スパッタを抑制する必要がある。講演では、ALE における GCIB 照射条件の最適化についても報告予定である。

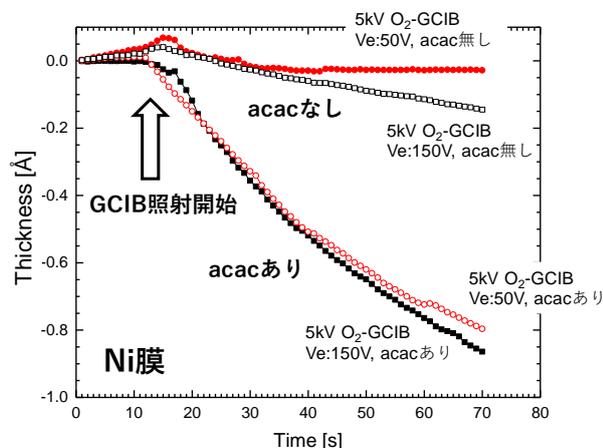


図 1 : acac 雰囲気下 O₂-GCIB 照射による Ni 膜の時間変化 (Va=5kV, Ve=50, 150V, acac 有/無)