

# アセチルアセトン雰囲気下 GCIB 照射による金属エッチング

Metal Etching by Gas Cluster Ion Beams with Acetylacetone Vapor

兵庫県立大学工 豊田紀章、岡本暁

Grad. school of eng., Univ of Hyogo.

°Noriaki Toyoda, Akira Okamoto

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

## 1. はじめに

近年の超高精度加工技術への要求とともに、原子層エッチング (ALE) 技術が再び注目されている。ALE では表面への反応性分子吸着と、エネルギー粒子による表面原子層除去を独立して繰り返すことにより、原子層エッチングが進む。我々は、エネルギー粒子として数 eV/atom 程度の超低エネルギーイオン照射を実現するガスクラスターイオンビーム(GCIB)を用い、ALE 技術への応用を検討している。これまで、酢酸の表面吸着、残留ガス除去、吸着層への GCIB 照射を繰り返すことにより、銅薄膜のハロゲンフリーALE が可能であることを示してきた[1]。今回、反応性雰囲気ガスとして、金属錯体を形成しやすいアセチルアセトン[acetylacetone(acac),  $C_5H_8O_2$ ]を用い、MRAM 用各種金属に対するエッチング効果について調べるとともに、GCIB 照射によるハロゲンフリーALE への応用を検討した。

## 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  $1 \times 10^{-2}$  Pa とした。試料にはスパッタ蒸着した Cu、Ru、Co、Ni、Pt、Ta 膜を用いた。O<sub>2</sub>-GCIB をこれらの金属膜に対して垂直に照射し、マスクである TEM 用金属メッシュと照射部との段差を測定した。O<sub>2</sub>-GCIB の加速電圧は 5、10、20kV とした。比較のため 20kV O<sub>2</sub>-GCIB 照射のみによるエッチング量も測定した。イオン照射量はすべて  $1 \times 10^{16}$  ions/cm<sup>2</sup> である。

図 1 に各金属に対するエッチング深さを示す。各金属において左から 20kV O<sub>2</sub>-GCIB のみ照射、acac 雰囲気下で 5、10、20kV O<sub>2</sub>-GCIB 照射によるエッチング深さを示す。Ta では 20kV O<sub>2</sub>-GCIB のみではエッチング深さの測定が出来ないほど小さかった。全ての金属に対し acac 雰囲気下で O<sub>2</sub>-GCIB 照射を行うと、acac 未導入に比べエッチング量が増大し、また加速電圧と共にエッチング量が増大した。例えば Co 膜の場合、acac 雰囲気下 20kV O<sub>2</sub>-GCIB 照射により、未導入の場合に比べ約 17 倍エッチング量が増大した。これまで acac 雰囲気下で 1kV Ar イオンを Co に照射した場合、エッチングレートが 1.76 倍増大することが報告されているが[2]、O<sub>2</sub>-GCIB では 17 倍程度の大幅なエッチング増大が見られた。これらの結果から acac を吸着ガスとして用いることにより、これらの金属に対するハロゲンフリーGCIB-ALE が期待される。

[1] N. Toyoda et. al., J. Phys. D: Appl. Phys., 50 (2017) 184003

[2] J. K-C. Chen, et. al., JVST, A35, 031304 (2017)

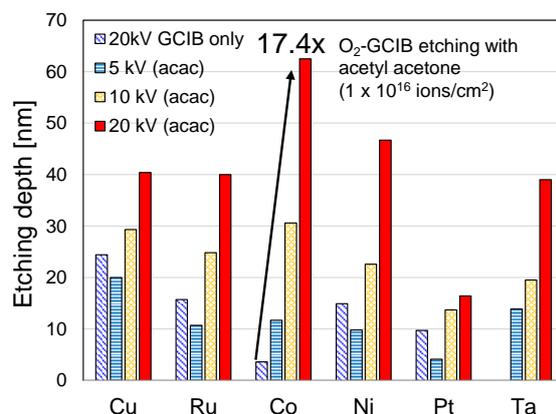


図 1 : acac 雰囲気下 O<sub>2</sub>-GCIB 照射による各種金属のエッチング深さ (20kV O<sub>2</sub>-GCIB のみ照射、acac 雰囲気下 5-20kV O<sub>2</sub>-GCIB 照射、照射量  $1 \times 10^{16}$  ions/cm<sup>2</sup>)