

中性クラスタービーム照射と VUV 光を用いた金属膜の ALE

Atomic layer Etching of metal films by neutral cluster beam and VUV light irradiations

兵庫県立大工 ○(M1)田中秀幸, 竹内雅耶, 豊田 紀章

Grad. school of Eng., Univ. of Hyogo, ○Hideyuki Tanaka, Masaya Takeuchi, Noriaki Toyoda

E-mail: ei22p015@guh.u-hyogo.ac.jp

近年,デバイスの微細化は数 nm まで進行し,半導体エッチングプロセスにおいても原子レベルでの精度が必要となっている。原子レベルの加工精度で均一にエッチング行う技術として ALE(Atomic Layer Etching)が再注目されている。これまで,本研究室ではガスクラスターイオンビーム(GCIB)と有機酸等の吸着を用い,金属膜に対して室温でのハロゲンフリーALE が可能なことを報告してきた[1]。一方,GCIB はイオンビームであるため,高真空,高圧電源などの装置が必要であり,低スループットであるという問題もあった。そこで我々のグループでは,中性クラスタービームによる ALE を検討し, O_2 中性クラスタービームによって Cu 酸化膜が形成されることを報告してきた[2]。中性クラスタービームは全体として数百 eV のエネルギーを持ち,装置構成も単純となるため上記の問題を解決できる可能性がある。本報告では,図 1 に示す中性クラスター照射装置を用いて金属膜に対して O_2 中性クラスタービーム照射を行った後,有機酸による酸化膜除去を繰り返す ALE を検討した。基板温度に加えて VUV 光照射を行い表面改質援用効果を検討した。VUV 光照射により強力な酸化剤が形成され,より強い酸化効果を促すことが期待される。

O_2 クラスタービームによる表面改質効果を調べるため,まず XPS を用いた表面状態評価を行った。図 2 に O_2 クラスタービームを照射時間 20 分、基板温度 200 度で Cu 膜に照射した後の XPS 結果を示す。未照射 Cu に比べ Cu_2O に起因するピークが増大し,酸化が進むことが分かる。更に VUV 光を照射しながら O_2 クラスタービームを同条件で照射した場合、 Cu_2O よりも CuO ピーク強度が大きくなりさらに酸化が進んだ。つまり VUV 光を照射することで,より大きな酸化膜形成効果が得られた。

中性クラスタービームを用いた ALE 実験として、以下の実験を行った。試料として,酸化状態を評価しやすいスパッタ Cu 膜を用い,まず Cu 表面の酸化膜を酢酸溶液で除去後, O_2 中性クラスタービームを照射し酸化膜を形成した。その後,酢酸ガスを導入し吸着層を形成し、吸着ガスを排気後,再度 O_2 中性クラスタービーム照射により酸化膜除去を行った。これを 1 サイクルとした。また,VUV 光照射の有無によるエッチング効果の差異も検討した。試料はクラスタービームの直接当たる軸上と,残留酸素ガス曝露のみの軸外に置き、中性クラスターの照射効果を調べた。講演では、反応性ガス吸着と中性クラスタービーム照射を用いた原子層エッチングについて報告する予定である。

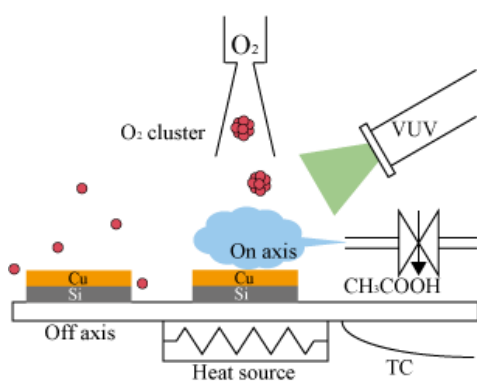


Fig 1. 中性クラスター照射装置の概略図

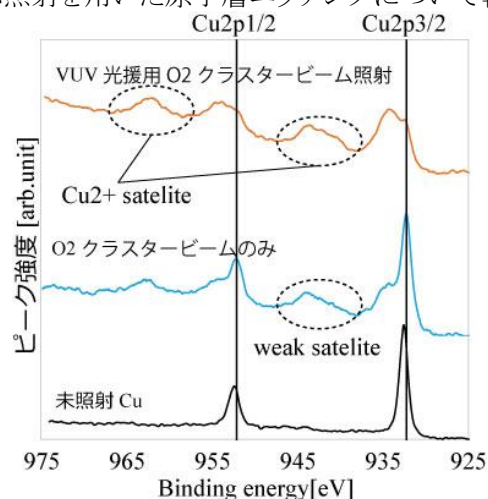


Fig 2. UV 照射による Cu 酸化膜の XPS 評価

[1]N. Toyoda, Vacuum and Surface Science, **63**,12 (2020)

[2]N. Toyoda and A. Ogawa, J. Phys. D:Appl.Phys., **50**,184003(2017)