水蒸気添加水素プラズマによる金属銅のドライエッチング
Copper dry etching by water-vapor aided hydrogen plasma

阪大院工，○白數佳紀，安東卓洋，垣内弘章，安武潔，大参宏昌
Osaka Univ., ○Y. Shirasu, T. Ando, H. Kakiuchi, K. Yasutake, H. Ohmi
E-mail: shirasu@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 緒　　言

現在、化学反応を利用した金属の加工技術は、高度なものづくりを支える基盤技術のひとつとなっている。とりわけ廉価・有用性の高い銅(Cu)のエッチングには、ドライプロセスではハロゲンガスが、ウェットプロセスでは硫酸等が、必要となる。これら毒性のある化学物質の使用に伴い発生する反応生成物についても、適切な回収・廃棄処理が必要となる。この様な背景から、我々は、持続可能なものづくりを進めるため、原料ガスとして無毒かつ廉価な水素を主体としたハロゲンガスフリーな Cu のドライエッチング技術の開発を行っている[1]。これまで、水素ガスに少量の窒素ガスを表面改質ガスとして添加することでエッチングレートが著しく増加することが明らかとなっている[2]。そこで今回は、添加ガスとして水に着目し、得られる銅のエッチング特性を調査した。また、本手法のエッチングメカニズムを検討するため、Al、W、 Mo 等の金属に対してエッチングを試みた。

2. 実 験 方 法

図 1 にエッチング実験装置の概略図を示す。基板は、Cu、Al、W 、Mo 等の各種金属基板を用い、冷却機構付き銅ステージ上に設置し、0°C に冷却した。電極は直径 1 mm のパイプ型ニードル電極を用い、中心からプロセスガスを 10 slm の流量でプラズマ中へ供給した。水蒸気の添加は、約 20°C の純水を水素ガスでバブリングすることで行った。今回は、投入電力 100 W、ギャップ 0.7 mm、プロセス圧力 100 Torr を基本条件として実験を行った。エッチング深さ・表面形態は、触針式粗さ計、及び SEM を用いて評価した。

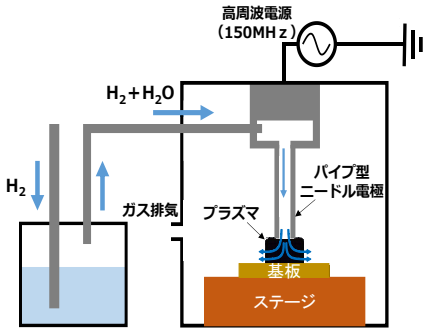

Fig. 1 Schematic illustration of plasma etching apparatus.

3. 結果及び考察

図 2 に純水素、及び水蒸気添加水素プラズマにより得られた各種金属基板のエッチングレートを示す。図より、いずれの金属についても水蒸気を添加することでエッチングレートが大幅に増加しており、改質ガスとして有効に作用していることが確認できる。また、各金属の同一温度における蒸気圧は、Al、Cu、Mo、W の順に低くなるため、本プラズマによるエッチングは、プラズマ加熱による熱蒸発によるものでは無いことが明らかとなった。

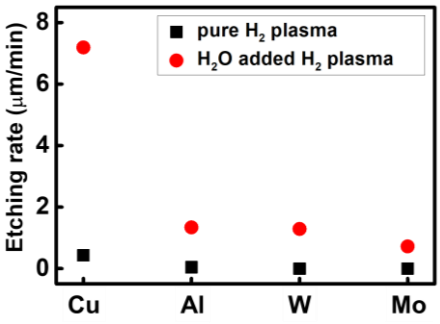

Fig. 2 Etching rate of Cu, Al, W, Mo using high pressure H_2 plasma and H_2O added gas H_2 plasma.

4. 結　　言

高圧水素プラズマに廉価な水を添加することで、金属銅のエッチングレートを大幅に増加させることに成功した。また、水添加プラズマを用いることで、種々の金属に対するエッチングレートの改善が可能である。

参考文献

[1] H. Ohmi, et al., Appl. Phys. Lett. **109,** 211603 (2016)
[2] 大参他、2018 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 J32

© 2019年 応用物理学会