

水素プラズマを用いた銅ドライエッチングにおける添加ガス効果

Effect of an additive gas on copper dry etching by hydrogen plasma

阪大院工¹, 東京エレクトロン(株)²

○大参 宏昌¹, 佐藤 純平¹, 久保田 雄介², 平野 達也¹, 垣内 弘章¹, 安武 潔¹

Osaka Univ.¹, TOKYO ELECTRON LTD.²

○H. Ohmi¹, J. Sato¹, Y. Kubota², T. Hirano¹, H. Kakiuchi¹, K. Yasutake¹

E-mail: ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 結 言

銅のドライエッチングには、多くの場合塩素を含むエッチャントガスが用いられているが、塩素ガスの使用には、種々のデメリットがある。このため、ハロゲンガスを用いない銅のドライエッチング法は非常に魅力的である。そこで我々は、ハロゲンガスフリーな金属のドライエッチング法として高圧水素プラズマを用いた銅エッチング法の開発を行っている。これまでに、純水素 100 Torr の雰囲気下でプラズマを生成し、500 nm/min の銅エッチングレートを得たが、その表面粗さは、エッチング後大きく増加してしまうことを明らかにしてきた[1]。得られた結果に対する考察に基づき、水素プラズマに新たに窒素等の無毒性・廉価な添加ガスを同時供給する事で、水素プラズマベースの銅ドライエッチングにおけるエッチングレート、ならびに表面粗さ等の基礎特性の改善を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験方法

本実験で用いた基板は、純度 99.9 % 厚さ 1 mm の Cu 基板、ならびに Cu/SiO₂/Si 基板を用いた。銅基板は、冷却機構付き銅ステージ上に設置し基板温度を 0°C に維持した。電極は、直径 1 mm のパイプ型ニードル電極を用い、中心部から 10 slm のプロセスガスがプラズマ中へ供給される。今回プロセスガスとして、水素に N₂ を添加した混合ガスを用いた。また、電源周波数 150 MHz、投入電力 70 W、プラズマギャップ 0.7 mm、プロセス圧力 100 Torr と固定し、プロセスガスにおける窒素添加量を変化させてエッチング実験を行った。エッチング深さ・形状は、触針式粗さ計、及び SEM を用いて評価した。

3. 結果及び考察

図 1 にエッチング速度の水素濃度依存性を示す。図より、得られたエッチング速度は、混合する窒素濃度に対して顕著な依存性を示し、窒素の占める割合が質量流量濃度で 10% の時、最大エッチング速度 2.4 μm/min が得られた。一方、70 W における水素 100% プラズマのエッチングレートが、0.29 μm/min であったことから、窒素を 10% 添加することで、エッチングレートが約 8 倍向上することが分かった。また N₂100% ではエッチングが一切観察されなかったことから、今回の混合ガスのエッチングにおいても水素が重要な働きをしている事が明らかとなった。また、N₂ 添加プラズマによるエッチング後の銅表面は、光沢を有し、表面粗さが改善されている事が分かった。

4. 結 言

高圧水素プラズマに N₂ ガスを添加することで、銅のドライエッチングプロセスの改善に成功した。当日は、プラズマへの添加ガスである N₂ がエッチング機構に与える影響について、議論する予定である。

[1] H. Ohmi, et al., Appl. Phys. Lett. 109, 211603 (2016)

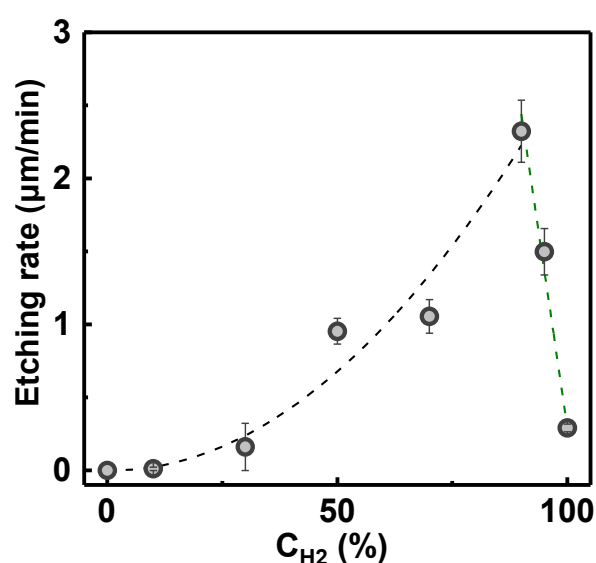


図 1. N₂+H₂ プラズマによる銅エッチングレートの水素濃度依存性。