17a-S10-8

中性粒子ビームによる錯体化反応を用いた低温ダメージフリー遷移金属エッチングプロセス（II）

A Metallic Complex Reaction Etching of Transition Metal by Low-temperature and Damage-free Neutral Beam Process (II)

東京エレクトロン（株）[1]，東北大学 [2]　○谷　勛 [1]，菊地　良幸 [1,2]，野沢　俊久 [1]，寒川　誠二 [2]

Tokyo Electron Limited [1], Tohoku University [2],

○Xun Gu[1], Yoshiyuki Kikuchi [1,2], Toshihisa Nozawa [1] , Seiji Samukawa[2]

E-mail: guxun2012@gmail.com, samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

【目的】現行の DRAM や SRAM を置き換える次世代メモリとして、高性能かつ不揮発性である磁気抵抗メモリ(Magnetoresistive Random Access Memory: MRAM) が大きく期待されている。しかし、現状の問題点として MRAM 中の遷移金属の微細加工時のためにイオンミーリングやハロゲン化反応を利用した高温(>200℃)プラズマエッチングなどを用いるため、デバイス特性の劣化(例えば、ポスターエロージョン、高温による磁性材料の特性劣化と信頼性の低下、UV 照射によるダメージ)が起こる。本研究では、中性粒子ビームによる遷移金属(Ta, Ru, Pt etc.)の錯体化反応を低温で起こすことで、UV 照射やハロゲンガスによる従来のダメージを完全に無くしたエッチングを行うことを目的とする。

【実験】ICP プラズマ源を用いた中性粒子ビームエッチング装置を用意した。装置構成としてアパーチャと呼ばれる多数の穴の開いた板を介して、上部にプラズマ室、下部に反応室を設けた。上部プラズマ室で O_2、Ar プラズマを発生させる。プラズマ中のイオンがアパーチャ穴を通過する際に、部材との衝突で電荷交換が起こることで、O_2 や Ar 中性粒子ビームが生成される。下部反応室では、低温(-30℃)ステージ上で遷移金属表面に反応ガス（エタノール(EtOH)）を吸着させ、そこに中性粒子を照射することで金属の錯体化反応を起こさせる。以前の発表では、遷移金属として Ta の中性粒子ビームエッチングを行ったが、今回 MRAM で使っているその他の遷移金属(Ru, Pt など)に対して、同様なエッチング処理を行った。その後、磁性材料へのダメージを評価した。

【考察】Ru 及び Pt のエッチング後の膜厚変化および形状分布の評価として、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた。(O_2+Ar)中性粒子を用い、酸化および EtOH との錯体化反応を同時に進行させた。その結果、Ru および Pt の両者とも、ほぼ垂直なエッチング形状が確認できた（Fig.1）。また、エッチング後の側壁への金属再付着も見られなかった。従って、前回の報告と同様な金属の錯体化反応メカニズムで Ru, Pt とのエッチングできていると考えられる。すなわち、運動エネルギーを持った 0_2 中性粒子ビームによって、Ru, Pt の表面を低温で酸化させるとともに、金属酸化物表面に吸着したエタノールなどの反応ガスの分子構造を壊さずに直接に反応させることで金属錯体ガスが生成しエッチングが進行すると考えられる。

また、MRAM で使用される磁性材料 NiFe の磁性特性を試料振動型磁力計（VSM）を用いて評価した。従来の誘導結合プラズマ（ICP)エッチングと今回の中性粒子ビームによる金属錯体化反応エッチングを比較した結果（Fig. 2）、中性粒子ビームによる金属錯体化反応エッチングにおいて、NiFe の磁性特性劣化がないことが確認できた。

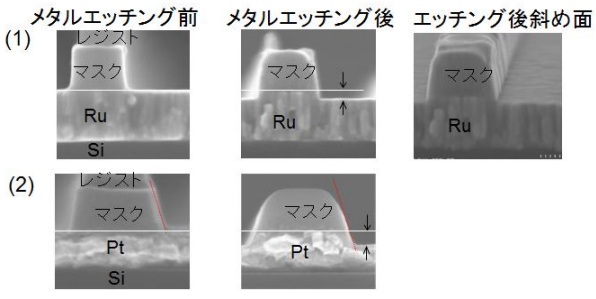


Fig.1パターン形成中にエッチング前後のSEM観察写真

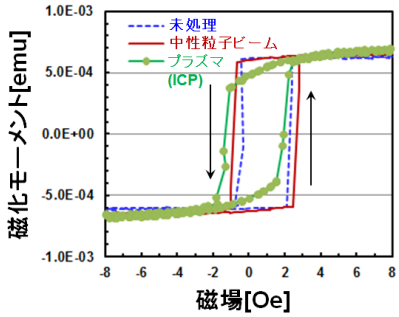


Fig.2 中性粒子ビームと従来の誘導結合プラズマ(ICP)エッチング後のNiFeへ磁性特性評価

© 2014 年　応用物理学会