

課題番号 : F-16-TU-0049  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 遷移金属の新しいエッチング方法の検討  
Program Title (English) : Investigation of new etching method of transition metals  
利用者名(日本語) : 久保田智広  
Username (English) : T. Kubota  
所属名(日本語) : 東北大学流体科学研究所  
Affiliation (English) : Institute of Fluid Science, Tohoku University

## 1. 概要(Summary)

増大する IT 機器の消費電力の低減のため、磁気抵抗メモリなどの不揮発性の次世代メモリが注目を集めている。しかし、大容量の磁気抵抗メモリの実現のためには磁性金属などの遷移金属の微細加工が課題となっている。中性粒子ビームによる遷移金属錯体の生成による新しい遷移金属エッチング方法の確立のため、東北大学西澤潤一記念研究センターの機器を利用した研究を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

芝浦スパッタ装置(芝浦メカトロニクス, CFS-4ESII)、EB 描画装置(エリオニクス, ELS-G125)

### 【実験方法】

エッチング実験のためのサンプル作製のため、シリコン基板上にスパッタで鉄を成膜した。ターゲット厚さ 1.5 mm、Ar 0.5 Pa、300 W、室温、20 rpm の条件を用いた。さらに、真空を破らずに連続してハードマスクとして用いるためのタンタルまたはシリコン酸化膜を成膜した。その後、EB 描画装置と EB レジスト GL2000M を用いてエッチングテストパターンを描画した。他施設(東北大学マイクロ・ナノマシニング研究教育センター)の ANELVA エッチング装置にてシリコン酸化膜のエッチングを行った。

一方、他施設(東北大学流体科学研究所)のスパコンを利用し、理論計算によるエッチングの解析を行った。理論計算では、錯体生成のための有機化合物および酸素・アルゴン中性粒子ビーム照射条件を想定し、タンタルおよび鉄の酸化物表面への有機化合物の吸着と、アルゴン原子の衝突による反応の促進について検討した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

理論計算により、タンタルや鉄の酸化物表面にはエタノールや酢酸などの有機化合物が自発的に吸着可能であ

ること、金属原子を含む錯体を形成して表面から離脱する反応は発熱反応であることが分かり、エッチングが実現できる可能性があることが示された。

実験においては、芝浦スパッタ装置を用いた鉄の成膜は、約 2 nm/min のレートで成膜が可能であることが分かった。ハードマスクとしてシリコン酸化膜を用いた場合、エッチング後のシリコン酸化膜の形状がテーパーとなるものの鉄をエッチングしないでシリコン酸化膜だけをエッチングすることができることが分かった(Fig. 1)。

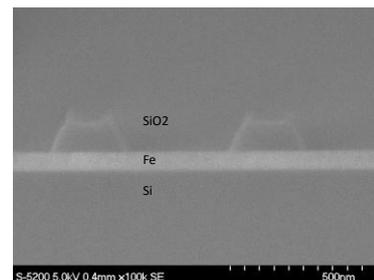


Fig. 1 Cross-sectional image of iron etching sample.

## 4. その他・特記事項(Others)

・科学研究費補助金(基盤研究(C))「遷移金属の新しい低温化学反応エッチングメカニズムの提案」

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Kubota, Y. Kikuchi, and S. Samukawa, "Transition Metal Complex Reaction Etching with Neutral Beam and Its Mechanism Investigated by First-Principles Calculation", IEEE 16th International Conference on Nanotechnology
- (2) 久保田 智広、美山 遼、菊地 良幸、寒川 誠二、「中性粒子ビーム励起錯体反応を用いた CoFeB エッチング」、第 77 回応用物理学会秋季学術講演会

## 6. 関連特許(Patent)

なし。