

審査の結果の要旨

氏名 富澤 泰

本論文は、「マルチプローブアレイデバイスの実用化に向けたプローブ先端ナノトライボロジー現象に関する研究」と題し、シリコンマイクロマシニング技術で製作した原子間力顕微鏡やトンネル電流顕微鏡等をデータストレージに応用する際に問題となる尖鋭プローブ先端におけるトライボロジー現象を、接触抵抗低減、耐摩耗性向上、摩擦力安定化の3つの観点から実験的、理論的に検証し考察を加えたものであり、当該分野の課題と解決方策、ナノトライボロジー現象の観察のための実験系の構築、測定結果、および、ナノトライボロジー現象における重要要因の抽出と、諸特性改善方策の提案に関して全4章で構成されている。

第1章は「序論」であり、本研究の背景技術について述べている。情報化社会の進展に伴い、計算機に必要とされる記憶媒体・データストレージの容量増大に対する期待が高まっていることと、その要求に対して、原子間力顕微鏡等のプローブ型顕微鏡構造を多数配列したマルチプローブアレイデバイスを用いることで、誘電体材料、相変化材料、抵抗変化材料等にビット情報を書き込み、かつ、読み出す方式のデータストレージが有効であることを示している。また、当該分野の検討課題としてトライボロジーの観点からプローブ先端における物理化学現象に考察を加え、とくに接触電気抵抗の低減、プローブの耐摩耗性の向上、摩擦力の安定化の3点を重要課題として取り上げ、これらの課題を達成するための方策を含めて、本論文の目的と研究の意義、論文構成について説明している。

第2章は「ナノトライボロジー現象キーファクターの探求」であり、プローブ顕微鏡を用いた実験的評価手法により、プローブ先端の摺動接点におけるナノトライボロジー現象に関する各種の重要因子の抽出方法を記述している。またその結果として、接触抵抗値は記憶媒体表面酸化膜を介したトンネル電流とオーミック抵抗の重ね合わせで記述できることと、摩擦力および摩耗は表面酸化膜の有無による原子間相互作用に起因する凝着力を用いて説明できることを示している。

第3章は「ナノトライボロジー特性改善に向けた検討」であり、第2章の結論を受けて、接触抵抗の低減、耐摩耗性の向上、摩擦力の安定化の3項目を同時に実現するための方策を提示している。すなわち第一に、極薄の導電性酸化

膜で被覆された貴金属摺動媒体が最適な材料系であり、これを Ru 上の RuO 膜の摺動試験により実証している。第二に、尖鋭プローブに代わってバルク素材の側壁が耐摩耗構造プローブとして有用であることを示し、最適な材料の組合せの選択指針と構造の設計指針を提示している。また第三に、超高真空の透過型電子顕微鏡装置内で原子間力顕微鏡のその場観察を実施し、微小振動印加条件下でプローブの跳びを発生せずに接触抵抗値を低減し、同時にプローブ摩耗量を低減できることを実験的に示している。

第4章は「結論」であり、マルチプローブアレイデバイスをデータストレージに実用化するため最適な摺動系のありかたを提示する観点から、本論文で示した成果を総括している。

以上これを要するに、本論文は導電性シリコン製ナノプローブ先端の摺動接点におけるトライボロジーを研究対象として、電気的接触抵抗、摩擦力、プローブ先端の摩耗現象を実験的に明らかにするとともに、これらの現象に関して機械工学、材料工学、電気工学、および、応用物理工学等の学術的観点から理論的な考察を深めることでマルチプローブアレイデバイスの実現に向けた設計指針を提示したものであり、先端学際工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。