

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	谷口 卓也
論文題目	垂直磁気異方性を有した強磁性細線における磁壁移動現象の研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本研究は、①熱活性が主駆動力となるクリープ領域、および②電流や磁場といった外力が主駆動力となるフロー領域の磁壁移動現象に焦点を当て、垂直磁気異方性を有した強磁性細線において磁場駆動および電流駆動による磁壁移動現象の調査に取り組んだものである。以下に取り組んだ3つの研究内容を記す。</p> <p>1つ目の研究は「ナノ細線における磁壁クリープ現象」である。本研究では100 nm-3 μmの範囲で細線幅を変化させた複数のCo/Ni細線を作製し、各試料において磁場駆動およびスピントルク駆動による磁壁クリープ現象を調査した。各試料における磁壁移動速度の分散を比較した結果、駆動方法に関わらず、閾値よりも広い幅の細線では細線幅の減少に伴って分散が大きくなり、閾値よりも細い細線では分散がほぼ一定になることがわかった。さらに、閾値よりも広い場合には分散が駆動方法に依存する一方で、細い場合には分散がほぼ同値になることも明らかになった。本結果はクリープ領域における磁壁セグメント数の変化と2種類のピニングポテンシャルに起因した磁壁粗さを考えることで説明される。本研究により、細線幅に依存して”粗さ”と”移動方向”の自由度を持った2次元的な磁壁移動が”移動方向”の自由度のみを持った1次元的な磁壁移動へと遷移することが明らかになった。</p> <p>2つ目の研究は「熱活性領域における磁壁セグメントの観測」である。本研究では、磁壁クリープ現象を理解する上で仮定された磁壁セグメントの観測に取り組んだ。Pt/Co/MgO細線において異常ホール抵抗の経時変化を測定することで、磁壁の挙動を調査した。その結果、長さ192 nmの磁壁セグメントが86 nmの距離を移動している様子を観測することに成功した。また、磁壁移動速度の磁場依存性を調査することで、磁壁移動速度を決定する磁壁セグメント長さが1.1 μmであることを明らかにし、得られた2種類の磁壁セグメント長さが異なることから、理論で仮定している多様な長さの磁壁セグメントが確かに存在することを示唆する結果が得られた。</p> <p>3つ目の研究は「面直磁化膜における磁壁の過渡効果」である。本研究ではスピントルクおよびスピントランスファートルクによる磁壁の過渡効果の調査を行った。その結果、欠陥の無い様な膜におけるシミュレーション結果では磁壁の過渡効果の発現が観測された一方で、実験結果では磁壁の過渡効果がシミュレーションに比べて抑制されていることがわかった。本実験結果は、細線内部に欠陥によるピニングを導入してシミュレーションした結果がよく再現したため、欠陥によるピニングが磁壁の過渡効果を抑制することが明らかになった。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、「ナノ細線における磁壁クリープ現象」、「熱活性領域における磁壁セグメントの観測」、「面直磁化膜における磁壁の過渡効果」の3つの研究によって構成される。

「ナノ細線における磁壁クリープ現象」の研究では、磁壁セグメント数が細線幅に依存すること、そして磁壁のピニングポテンシャルが2種類存在することに着目して、磁場駆動およびスピントルク駆動による磁壁クリープ現象を調査した。本研究により、磁壁クリープ現象には磁壁セグメント長さを転移点として、“粗さ”と“移動方向”の2つの自由度を持った2次元的な磁壁移動と、“移動方向”の自由度のみをもった1次元的な磁壁移動が存在することが示された。本研究は、磁壁クリープ現象における“粗さ”と磁壁セグメント数に密接な相関があることを示した点において大きな意義を持つ。

「熱活性領域における磁壁セグメントの観測」の研究では、上研究を含めた磁壁クリープ現象に関するあらゆる研究において仮定していた磁壁セグメントの存在を実験的に実証した。さらに2種類の長さの磁壁セグメントが存在することも明らかにした。本研究は、磁壁クリープ現象を説明する理論の根幹部を支える実験的な調査であり、磁壁クリープ現象の完全な理解へと大きく貢献する重要な結果である。

「面直磁化膜における磁壁の過渡効果」の研究では、スピントランスファートルクおよびスピントルクによる磁壁の過渡効果を、シミュレーションと実験の2つの手法を用いて調査した。その結果、理論的に期待される過渡効果が、試料中の欠陥によって大きく抑制されることが示された。本研究は、磁壁の過渡効果の理解という基礎物理的な面と、磁壁位置の高精度な制御という応用的な面を共に持ち合わせており、大変意義深い。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年1月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降