

Title	Study of Transitional Magnetoresistance Changes in NiFe/Cu/Co trilayers
Author(s)	田沼, 俊雄
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42960
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	たぬまとしお 田沼俊雄
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 15574 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Study of Transitional Magnetoresistance Changes in NiFe/Cu/Co trilayers (NiFe/Cu/Co 3層構造膜における急峻な磁気抵抗変化に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 都 福仁 (副査) 教授 河原崎修三 教授 交久瀬五雄 教授 宮下 精二 教授 赤井 久純

論文内容の要旨

非磁性層を介在し磁性層を交互に積層した多層膜において巨大磁気抵抗効果が発現することが発見されて以来、各方面で精力的な研究が行われている。巨大磁気抵抗効果は各磁性層の磁化の整列、非整列に対応し、積層膜全体の抵抗変化が生じるもので、本効果が発見された多層膜系における反強磁性的な交換結合作用とは区別して取り扱う必要がある。

非磁性層を介在させて強磁性薄膜を積層させた場合、磁性層間には非磁性層を通して磁気的な交換結合作用が生じる。この結合には、互いの磁化を反平行にさせる反強磁性的な相互作用を生じることが調べられており、この結合力に打ち勝つ磁界を外部から印加することで、積層膜間の磁化整列状態を実現させ、磁気抵抗変化を生じさせることから、比較的大きな磁界変化をも必要とする、即ち、磁界感度が低いことが知られていた。

一方、積層膜間の磁化非整列状態の実現を磁気的な結合力を利用しない系が提案されている。これは、磁気異方性の異なる磁性層を非磁性層を介在させ積層することにより、各磁性層磁化反転に必要な磁界強度の違いを利用し磁化反平行状態を実現するもので、磁性層間に作用する磁気的な交換結合作用に関して十分な研究が行われていなかった。

本研究では、磁気異方性の異なる2種類の磁性材料($\text{Ni}_{100}\text{Fe}_{20}$ 組成、Co)を用いて、中間に銅膜を形成した3層構造の磁気抵抗効果を調べた結果、これまで報告されていない特異な磁気抵抗変化を観測したことから、特に、磁性層間に作用する交換相互作用の寄与を解明することを目的に、交換相互作用として、従来多層膜系で高次の弱い結合と考えられていた90度結合項を取り入れた2スピンモデルを作成し本系の磁化挙動の解析を行った。

NiFe/Cu/Co 3層構造膜では、外部磁界の増加に伴い膜抵抗が最大値から最小値に急峻に低下することを特徴とする磁気抵抗変化が、特定の非磁性層膜厚で生じ、また膜の磁気異方性方向とは若干の角度を成して変化する結果が得られた。これらの実験結果は、これまでの非結合系の磁気抵抗変化、反強磁性結合による磁気抵抗変化、いずれの理論からも十分な説明は行うことはできない。

そこで、これまで反強磁性結合に畳重する結合として議論されていた90度結合を本3層膜系に仮定し、系の全エネルギーを最小にする安定状態を計算により求めることで、各磁性層の磁化挙動を算出し、さらに磁気抵抗変化に換算することで、本実験結果との対比を行った。この結果、3層膜の磁性層間に90度結合相互作用を仮定することで、相転移を伴う磁気抵抗変化が求まり、本実験における非常に急峻な磁気抵抗変化とその挙動が非常に良く合致していることが分かった。

NiFe/Cu/Co 3層膜で認められた極めて急峻な抵抗変化を伴う磁気抵抗効果は、磁性層間に作用する90度交換結合力に依るものであることが確かめられた。

論文審査の結果の要旨

田沼 俊雄君は磁気異方性の異なる $\text{Ni}_{10}\text{Fe}_{20}$ および Co のナノメートルサイズの三層構造 NiFe/Cu/Co の磁性薄膜の磁気抵抗変化について観測し磁性層間に作用する交換相互作用による解析を行い、磁性薄膜の磁化と磁気抵抗との関係について新しい知見を得た。この研究は磁性薄膜の研究に大きく貢献し、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。