

氏名(本籍)	おのの 小野 一修 (神奈川県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第2720号
学位授与年月日	平成13年7月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	Fe, Co/MgF ₂ 粒子状多層膜の磁気光学特性とトンネル伝導
主査	筑波大学教授 工学博士 喜多英治
副査	筑波大学教授 理学博士 大成誠之助
副査	筑波大学教授 工学博士 吉崎亮造
副査	筑波大学教授 理学博士 大塚洋一

論文の内容の要旨

本研究はFe, Co/MgF₂多層膜において金属層の不連続性に起因する2つの現象「特異な光学・磁気光学特性と電気伝導現象」についての研究である。金属層の膜厚を薄くしていったときに生じる不連続化(島状構造化)をグラニューラ構造として積極的に利用し、物性制御に役立てようとするものである。

FeとMgF₂の多層膜においては可視光域において異常に大きい光透過率をもつことがすでに報告されている。Fe薄膜で全層厚1,000 Åとすると、単層膜では、可視光での光透過率は0.1%以下であるが、10 Å毎に30 ÅのMgF₂を挿入すると、波長700nmにおいて34%、光が透過し赤外域ではさらに透過度が上昇する。この原因としてFe層の島状構造化が考えられるが、同時に観測された「磁気円二色性がバルクFeと反対の符号をもつ」事実についての原因は明らかではなかった。この研究では強磁性層の膜厚を変化させ、磁気光学効果を測定した。そのデータにMaxwell-Garnettの有効誘電率理論を適用し、円二色性の振る舞いをモデル計算で再現する事に成功した。定量性もある程度得られた。強磁性層の膜厚を厚くした場合、電子顕微鏡観察や電気伝導度の変化は粒子性薄膜から連続膜への変化を示し、光学特性も有効誘電率近似が適用できなくなることを示した。

一方、このような不連続な金属層を持つ薄膜に置いては、グラニューラ型のトンネル伝導が期待できる。この研究では、不連続多層膜により不連続層の構造を制御し、グラニューラ型トンネル磁気抵抗の最適化を研究した。また膜面内の伝導現象(CIP)に加え、低抵抗化を測るために積層方向の伝導現象(CPP)を測定した。CPP測定のために蒸着機内で真空中でマスク交換できる機構を作製した。この結果、Fe/MgF₂(20/10)試料において常温で8%の磁気抵抗比を観測した。低温に行くに従い、20K以下で磁気抵抗の増大する試料があり、帯電効果の重要性を指摘した。この帯電効果とトンネル伝導のパスを確かめるために、積層方向に数周期毎に強磁性層を厚くする構造を持たせた試料を作製した。その結果、10K付近で異常なトンネル磁気抵抗の温度変化を発見した。

審査の結果の要旨

この研究は薄膜の初期成長過程に見られる島状構造を積極的に粒子状構造の形成に利用し、光学特性や伝導現象の発現と制御に関する物である。光学特性では磁気光学効果(磁気円二色性)の定性的な機構解明を有効誘電率近似を用いて行い、定量的にも一定の成果を取めている。また金属層と絶縁層の膜厚を変えた実験を行い、常

温で最大8%という公表されている中でも大きなTMRを得た。新しいバリア材料としてフッ化マグネシウムの可能性を示した物である。CPP試料作製方法の開発も応用上の意義は高い。帯電効果の追求には多少物足りないところがあるが、一つの材料において、その特徴を多方面に展開した研究は博士論文に充分値する物と判断した。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。