高スピン分極率単原子積層エピタキシャル$[Fe/Co]_n$金属超薄膜のスピン伝導と規則度評価

Estimation of ordering parameter of alternate monatomic $[Fe/Co]_n$ superlattice with high bulk spin scattering asymmetry

土井　正晶　　武田　全康

Masaaki DOI　　Masayasu KAKEDA

[1)]東北大学　　[2)]原子力機構

単原子積層エピタキシャル$[Fe(1ML)/Co(1ML)]_n$薄膜からなる CPP 型スピンバルブ薄膜において規則度とスピン伝導との関係を明らかにし、アップスピンとダウンスピンの電子伝導の非対称性を定量化した。

キーワード：バルク散乱非対称係数、規則度、単原子積層エピタキシャル薄膜、Fe/Co

１．目的

本研究ではスピン伝導におけるアップスピンとダウンスピンの電子伝導の非対称性をより定量的に解き明かすために構成材料原子が各結晶面にエピタキシャル成長した単原子積層エピタキシャル薄膜(AML(Alternate Monatomic Layered))を作製し、スピン分極率との関係を調べることを目的に研究を行った。本研究期間では Au 電極上の Fe(1ML)/Co(1ML)（B2 規則層）からなる CPP 型スピンバルブ薄膜において規則度とスピン伝導との関係を明らかにし、アップスピンとダウンスピンの電子伝導の非対称性を定量化することを目的に研究を行った。

２．方法

単結晶 MgO(001)基板上に Au の下部電極を含む Au300nm/$[Fe/Co]_n$/Au5/$[Fe/Co]_n$構成のフルエピタキシャル薄膜を堆積し、その上に IrMn を積層したスピンバルブ薄膜を作製した。このスピンバルブ薄膜を微細加工し、CPP-GMR 素子の MR 特性を評価した。次に$[Fe/Co]_n$層の層厚を変化させた素子を作製し、バルク散乱非対称係数βを Valet-Fert モデル[1]を用いて見積もり、電子伝導の非対称性を定量化した。中性子回折法により AML$[Fe/Co]_n$（200）基本線と(100)規則線の回折強度比から bcc-B2 規則相の長距離規則度を見積もった。これらの結果からバルク散乱非対称係数と規則度との関係を考察した。

３．研究成果

$[Fe/Co]_n$単原子積層エピタキシャル薄膜のCPP-GMR 評価によるスピン伝導の解析を行い、高いバルク散乱スピン非対称性係数(β=0.81)を示すことがわかった[2]。3軸型偏極中性子回折計(TAS-1)の非偏極モードを用いた中性子線回折法により(100)規則線に対応すると考えられる回折ピークが観測され、基板温度Ts=75℃で作製したAML$[Fe/Co]_n$のB2規則度の評価を行った結果、AML[Fe/Co]のB2規則度が0.7程度であることが分かった。この値は、スピン分極率と規則度の関係を調べたシミュレーション結果ともよく一致し、規則化によりバルク散乱スピン非対称係数 β が上昇したことが示された。

４．結論・考察

MgO(100)/AML[Fe/Co]73MLs/Ta5nm, 30mm□の薄膜試料において、波長 1.8234Åに単色化した非偏極中性子を用いて、面直方向におけるθ-2θスキャンを行い、回折強度を測定した。得られた中性子回折強度より AML[Fe/Co]の格子規則度を考察した。FeCo の B2（001）ピークと bcc（002）ピークの積分強度を比較したところ、遠距離秩序パラメータＳが～0.7 と比較的高い規則度が得られた。ここで MgO(100)基板のみの回折強度も測定した結果、FeCo の(001)、(002)それぞれに基板に起因したピークが重なっていることが明らかになったため、バックグランドを規格化し差し引いた強度を AML による回折ピークとした。より正確な規則度を求めるためには、基板由来のピークを完全に消すことが必須であると考えられる。以上の結果から MgO（100）基板上に基板温度 75℃で単原子交互積層法により AML[Fe/Co]を作製すると、B2 構造（規則化温度 720℃）に近い薄膜が実現できていることが明らかとなり、規則度の上昇にともない s 電子のスピン分極率が上昇し、バルク散乱スピン非対称係数が上昇すると考えられる。

５．引用(参照)文献等

[1] T. Valet and A. Fert, Phys. Rev. B 48, 7099 (1993).
[2] T. Mano, I. C. Chu, K. Miyake, M. Doi, S. Kuwano, T. Shima, and M. Sahashi, IEEE Trans. Magn., accepted.