

軟磁性三層薄膜に関する磁気シミュレーション

○坂尚樹, 土田洋介, 鶴岡誠

(東京工科大)

Micromagnetics Simulation for the Soft Magnetic Triple Layered Thin Film

○Naoki Saka, Yosuke Tsuchida, Makoto Tsuruoka

(Tokyo Univ. of Technology)

はじめに

三層構造・軟磁性積層薄膜においては外部磁界ゼロの状態では上下層が反平行に磁化している状態が得られ、いわゆる磁化困難軸方向に対して高周波における磁化応答が期待できると予想される^[1]。例として、我々は積層膜(Ni₈₀Fe₂₀/SiO₂/Ni₈₀Fe₂₀)を作製し、交流磁界に対する磁化応答を測定しているが、各層の膜厚等の至適条件を求めるために磁気シミュレーションの活用を検討している^[2]。

実験方法

まず、古典的に磁気モーメントの回転角度と角加速度との関係についてシミュレーションを行った。ここではNi₈₀Fe₂₀単層薄膜、および上記三層薄膜の磁化に対する単純なモデルとして、1つの磁気モーメント、および距離を隔てて反平行に向き合う2つの磁気モーメントについて検討した (Fig. 1, 2)。本シミュレーションの基本式として、回転に関する運動方程式(1)を用いた。力のモーメントを N 、慣性モーメントを I 、時間を t 、外部磁界と磁気モーメントとの角度を θ とした。

$$N = I \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad \dots (1)$$

結果・考察

瞬間に一定の磁場が、1つ、または2つの磁気モーメントに加えられたとき、1つの磁気モーメントの方が2つの磁気モーメントより角加速度が大きかった (Fig. 3)。これは2つの磁気モーメントの場合、反平行に向き合うモーメント間で互いに引き合う磁気力が働くためであると考えられる (Fig. 2)。ただし実際の単層磁性薄膜では、磁気モーメントの数は1つでなく非常に多数のモーメント (スピン) 間の相互作用が働くため単層薄膜内に磁壁が生じ、磁気モーメントが回転するように並ぶことが実験で分かっている。そこで、市販のLLGマイクロマグネティクスシミュレータを用いて、ニッケル鉄単層膜に対するシミュレーションを行った結果、磁気モーメントは、よく知られている亀甲パターン^[3]に類似の分布状態となった (Fig. 4)。ところが、LLG方程式を用いた現状のシミュレータでは、いわゆる全電子スピンのシミュレーションは未だ困難である。今後、DM相互作用^[4]を取り入れたSkyrmionに基づく計算法を応用することで、本磁性薄膜における全電子スピンの回転に関するシミュレーション^[1]に近付くことが出来ると考えている。これにより、本研究における磁化応答の測定結果との比較を検討する。

参考文献

- [1] 鶴岡, 東京工科大学研究報告, No.2, pp.27-32 (2007)
- [2] 藤尾, 荒井, 鶴岡, 応用物理学会春季講演会予稿集 (2004)
- [3] L. LANDAU, E. LIFSHITS Phys. Z. Sowjet. 8, pp. 153-169 (1935)
- [4] TORU MORIYA Phys. Rev Vol.120 pp. 91-98 (1960)

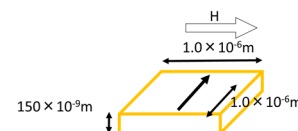


Fig. 1 A model of single magnetic moment for the mono-layer magnetic thin film.

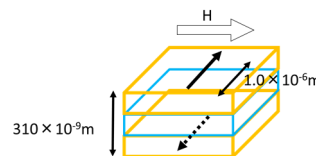


Fig. 2 A model of two anti-parallel magnetic moments for the triple layered magnetic thin film.

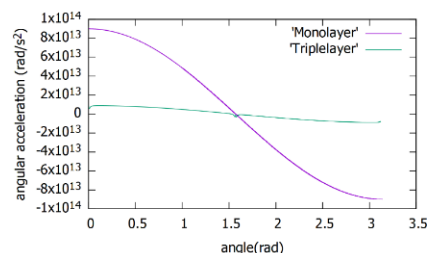


Fig.3 Angular acceleration of single magnetic moment and two anti-parallel moments.

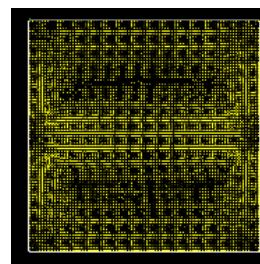


Fig.4 A result of moment distribution in mono-layer permalloy thin film like the typical hexagonal pattern, using LLG micromagnetics simulator.