

軟磁性三層薄膜の磁気シミュレーション

Micromagnetics Simulation for the Triple Layered Magnetic Thin Film

東京工科大院¹, [○](M1)坂尚樹¹, 土田洋介¹, 鶴岡誠¹

Tokyo Univ. of Technology¹, [○]Naoki Saka¹, Yosuke Tsuchida¹, Makoto Tsuruoka¹

E-mail: tsuruoka@stf.teu.ac.jp

【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等についての磁気シミュレーションを検討している^[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, 角度をθとした。

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

【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。ただし実際の単層磁性薄膜では、磁気モーメントの数は一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ック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)。今後同様に、三層構造磁性薄膜についても磁気シミュレーションを検討する。

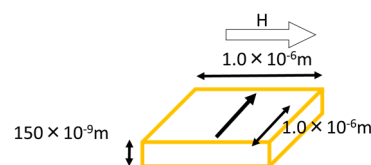


Fig. 1 A model of single magnetic moment for the mono-layer magnetic thin film.

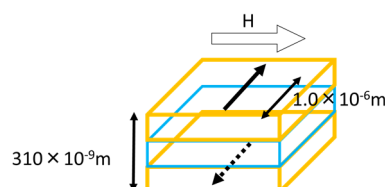


Fig. 2 A model of two anti-parallel magnetic moments for the triple layered magnetic thin film.

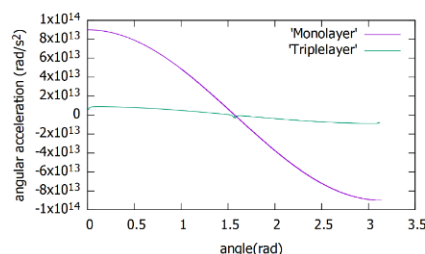


Fig. 3 Angular acceleration of single magnetic moment and two anti-parallel moments.

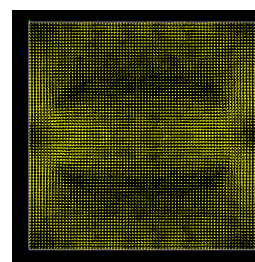


Fig. 4 A result of moment distribution in mono-layer permalloy thin film like the typical hexagonal pattern, using LLG micromagnetics simulator.

- [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)