

磁性膜の厚さに対する静磁表面波の振幅および位相特性

C-1 Amplitude and Phase Characteristics of Magnetostatic Surface Waves

for Varying the Thickness of the Magnetic Film

田中 和幸[†] 大貫 進一郎[†]

Kazuyuki Tanaka[†] Shinichiro Ohnuki[†]

[†] 日本大学理工学部

[†] College Science and Technology, Nihon University

1. はじめに

近年、スピン波を用いた、ジュール熱による散逸のない省エネルギーデバイスが注目を集めている。本報告では、コプレーナ導波路を波源として、スピン波の静磁モード[1]の1つである静磁表面波(MSSW: Magnetostatic Surface Wave)の磁性膜の厚さに対する振幅および位相特性を MSSW のグリーン関数[2]を用いて検討する。

2. 解析手法

図1は、外部磁界 H_B により+x方向に磁化したパーマロイ膜に、コプレーナ導波路を用いて8GHzの正弦波信号を印加した、解析モデルを示す。(a),(b)はそれぞれ解析モデルを+zから見た上面図、+x方向から見た側面図を示している。このとき、MSSWはx軸に沿ったコプレーナ導波路を境にして、±y方向に伝搬し、観測位置において1次元解析をする。本報告では、z方向の膜厚を50nmおよび、100nmの場合を、式(1)で計算されるコプレーナ導波路がパーマロイ膜の表面につくる磁界 h_e を式(2)に代入して得られ MSSW のスカラーポテンシャル ϕ を用いて解析する。

$$h_e(y) = \nabla \times \frac{1}{4\pi} \int \frac{j_e(y')}{|y-y'|} dy' \quad (1)$$

$$\phi(y) = \int G(y-y') \{ i\kappa h_{ey}(y') + \chi h_{ez}(y') \} dy' \quad (2)$$

但し、 j_e はコプレーナ導波路を流れる電流、 G はMSSWのグリーン関数、 κ 、 χ は磁界に対する磁化の応答を決める係数、 h_{ey} 、 h_{ez} はそれぞれコプレーナ導波路がパーマロイ膜の表面につくる磁界のyおよびz方向成分である。

3. 解析結果

y軸方向に沿った観測位置におけるMSSWの振幅および位相特性を、図2に示す。但し、y=0を波源とする。最大値で規格化した振幅特性を膜厚に対して比較すると、(a)50nmの方が、(b)100nmの場合より、減衰している。また、位相特性から求めた波長を比較すると、膜厚50nmおよび100nmにおける波長はそれぞれ、4.0μm、7.8μmである。これらは、媒質の形状磁気異方性が起因している。以上より、磁性膜の厚さを変化させることにより、MSSWの振幅および位相を制御できることを確認した。

4. 今後の課題

今後は解析領域を2次元に拡張し、波源の形状に対する、MSSWの応答を解析する予定である。

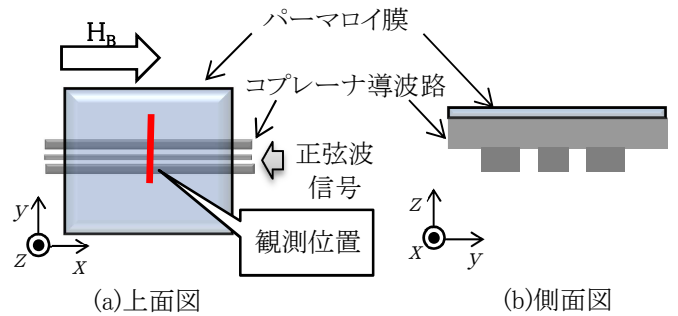


図1 パーマロイ膜におけるMSSWの解析モデル

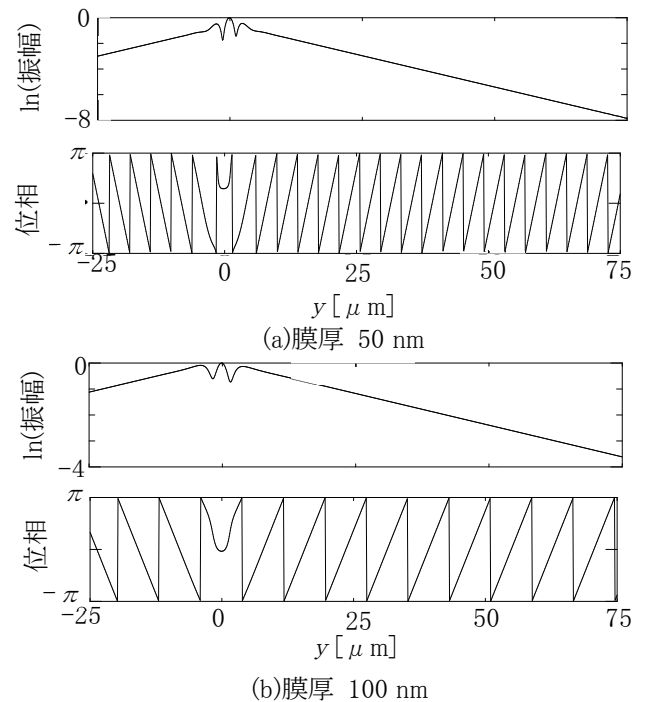


図2 MSSWの振幅および位相特性

参考文献

- [1] R. W. Damon and J. R. Eshbach, J. Phys. Chem. Solids 19, 308 (1961).
- [2] S. Tamaru, J. A. Bain, M. H. Kryder, and D. S. Ricketts Phys. Rev. B 84, 064437 (2011)
- [3] 田中和幸, 大貫進一郎, “静磁表面波の磁性膜の厚さに対する特性解析”, 2016年電子情報通信学会総合大会, C-1, 2016.