積層軟磁性薄膜に対する高周波磁化応答の角度依存性

Angular Dependence of Magnetization Response for the Triple Layered Magnetic Film in High-frequency Alternating Magnetic Field

東京工科大[1] ○(B)伊久美 巧[1]，(B)楠間 雄斗[1]，(B)佐々木 崇仁[1]，土田 洋介[1]，鶴岡 誠[1]
Tokyo Univ. of Technology[1], ○Takumi Ikumi [1], Yuto Kusuma[1], Takahito Sasaki[1], Yosuke Tsuchida[1], Makoto Tsuruoka[1]
E-mail: tsuruoka@stf.teu.ac.jp

【はじめに】

本研究の三層構造・積層軟磁性薄膜においては外部磁界ゼロの状態で上下層が反平行に磁化していると考えられ，磁化困難軸方向に交流磁界を印加すると，磁化の向きがそれぞれ逆回りに回転する性質をもち高周波磁化応答が期待できると予想される[1]．既に我々は$Ni_{80}Fe_{20}$を用いた50×50 (μm) (正方形)の単層膜($Ni_{80}Fe_{20}$)および積層膜($Ni_{80}Fe_{20}$ /SiO_2/$Ni_{80}Fe_{20}$)を作製し，交流磁界に対する磁化応答を測定している[2]．なお，$Ni_{80}Fe_{20}$層の厚さは150 (nm)，SiO_2層の厚さは10 (nm)として統一している．今回我々は，正方形積層磁性薄膜に対する磁界印加方向の角度範囲を拡張し，その角度と薄膜の磁化応答値との関係について考察した．

【実験方法】

積層磁性薄膜についてはスパッタリング法でガラス基板上に作製し，薄膜を正方形にパターニングした後，基板を約 1 (cm)角にカッティングして測定に用いた．基板の一つの向きを 0°とし，面内の方向に 45°，90°，および 135° 回転させた場合の四通りで磁化応答を計測した．印加磁界の周波数は 200~10000 (kHz)とし，磁化応答の計測には光磁気法を用いた．

【結果・考察】

Fig.1 に，積層磁性薄膜に関する磁化応答の測定結果を示す．基板すなわち正方形薄膜の角度を面内方向に 45°回転させた場合に最も高い応答値が観測され，135°（= 45° + 90°）回転させた場合には最も低い応答値となり，0°および 90°回転の場合は中間の値となった．既に，0°，45°，90°の順に応答値が変化する場合について報告しているが[2]，今回はこれとは異なる結果がみられた．その理由として，測定に用いた薄膜は同一の基板上に作製されたものであることから，磁性薄膜の磁化容易軸方向は面内で環流しており斜め方向の容易軸をもつ積層磁性薄膜が存在していたためであると考えられた．例えば，Fig.2 に示すように，磁性薄膜の磁化容易軸が環流しており，赤丸で示した部分について測定したものと考えるとFig.1 の測定結果が説明できる．なお，磁化容易軸として考えられる例を青矢印で模式的に示し，また，本実験で定義した角度および磁界印加方向 ***H*** を黒矢印で図中に示した（Fig.2）．

以上のことから，Fig.1 に見られる応答値の角度依存性は矛盾なく説明できると考えられる．

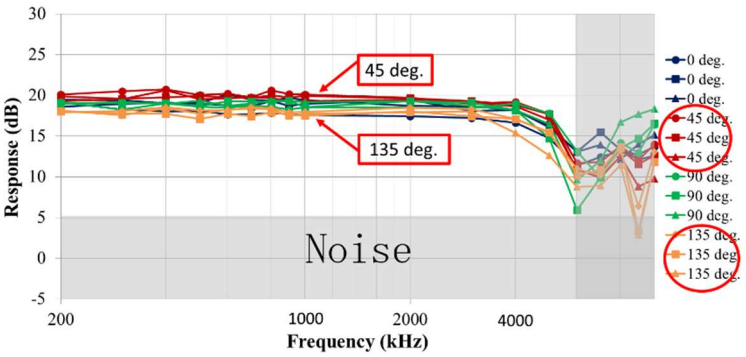

Fig.1　Response for the triple-layered magnetic film in alternating magnetic field.

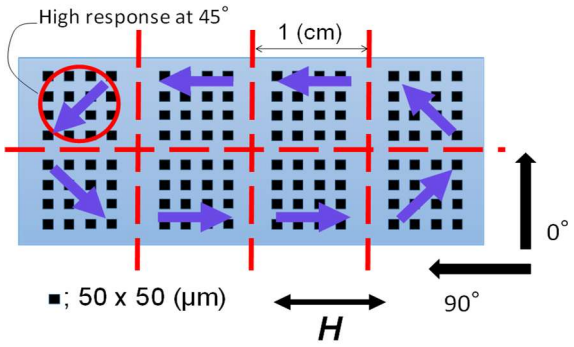

Fig.2　A model for the easy axis of magnetization in the triple-layered magnetic film.

[1] 鶴岡誠 ”積層磁性薄膜による超高感度磁気センシングについて” 東京工科大学研究報告 (2007.03)
[2] 山路，油布，土田，鶴岡，第 64 回応用物理学会春季講演会予稿集，14p-P10-25 (2017)

© 2018年 応用物理学会