

Fe_{1-x}Co_x 薄膜における磁化ダイナミクスの Co 組成依存性

遠藤 恭, 大野 慎也, 宮崎 孝道, 島田 寛 (東北大工)

Change in Magnetization Dynamics of Fe_{1-x}Co_x Thin films with Co Concentrations

Yasushi Endo, Shinya Oono, Takamichi Miyazaki, Yutaka Shimada (Tohoku Univ.)

はじめに 磁性薄膜における磁化の高周波磁界応答 (磁化ダイナミクス) は磁化の歳差運動をともなう磁化反転過程を表し, 磁気物性からスピントロニクスデバイス応用まで幅広い分野において盛んに研究されている. この磁化ダイナミクスを理解する上で, そのダンピング定数 (α) は主要なパラメータのひとつである. しかしながら, α の性質については未だ不明確な点が多く, 磁気異方性や磁気ひずみなどの他の磁気パラメータとの相関関係を実験的に詳細な検討をした例は少ない¹⁻³⁾. 我々のグループでは, これまでの研究において Ni_xFe_{1-x} 薄膜の α と磁気ひずみとの相関関係を明確にしてきた³⁾. 本研究では, 磁性薄膜として新たに高飽和磁化を有する Fe_{1-x}Co_x 膜を選択し, 磁界掃引型 CPW-FMR 測定法により Fe_{1-x}Co_x 薄膜における α の Co 組成 (x) 依存性について検討した.

実験方法 Fe_{1-x}Co_x 薄膜に関しては, DC マグネトロンスパッタを用いて作製した. その膜構成は, 熱酸化 Si 基板上に製膜した 3-10 nm 厚の Fe_{1-x}Co_x ($0.30 \leq x \leq 0.50$) 薄膜である. CPW に関しては, フォトリソグラフィ, DC マグネトロンスパッタおよびリフトオフ法を用いて作製した. その膜構成はガラス基板 (厚さ: 550 μm , 比誘電率 ϵ_r : 7.0) 上に製膜させた Cr (5 nm)/Cu (300 nm)/Cr (5 nm) 積層膜であり, その形状は一端が終端された 1 ポート型形状である. また, CPW の線路長, 信号線幅, グラウンド線幅および信号線とグラウンド線間のギャップ幅は 500, 50, 88 および 12 μm とした.

作製した Fe_{1-x}Co_x 薄膜の結晶構造解析には透過型電子顕微鏡 (TEM) を, その組成分析にはエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) を用いた. なお, Co 組成の異なる Fe_{1-x}Co_x 薄膜の結晶構造に関しては, Co 組成に関係なく (110) 配向した bcc 多結晶膜である. また, 磁気特性に関しては, 試料振動型磁力計 (VSM) と磁界掃引型 CPW-FMR 測定法⁴⁾を用いた.

結果 10 nm 厚の Fe_{1-x}Co_x 薄膜における飽和磁化 ($4\pi M_s$) と飽和磁界 (H_s) の Co 組成 (x) による変化を図 1 に示す. 飽和磁化は Co 組成の増加にともない緩やかに増加し, $x > 0.45$ で減少する. この挙動はバルクの Co 組成による変化と類似している. また, 飽和磁界は $x \leq 0.40$ ではほぼ一定であり, $x > 0.40$ では増加する.

図 2 は磁界掃引型 CPW-FMR 測定により求めた 10 nm 厚の Fe_{1-x}Co_x 薄膜における α の Co 組成 (x) 依存性である. α は Co 組成に依存している. すなわち, $x \leq 0.40$ の Co 組成では, α はほぼ一定でそれらの値はおおよそ 0.012–0.015 である. 一方, $x > 0.40$ の Co 組成では, α は大幅に増加後に減少し, それらの値は 0.035–0.038 である. この挙動は磁気エネルギーの Co 組成による変化と類似していて, $x=0.40$ 付近の Co 組成を境にして双極子相互作用の強さが変化することに由来すると考えられる.

謝辞 本研究は科研費基盤研究 (B) (No. 26289082), 情報ストレージ研究推進機構 (SRC) の協力のもとで行われた.

参考文献 1) S. E. Russek *et al.*, J. Appl. Phys. 91, 8659 (2002)., 2) R. Bonin *et al.*, J. Appl. Phys. 98, 123904 (2005)., 3) Y. Endo *et al.*, J. Appl. Phys. 109, 07D336 (2011)他., 4) 遠藤他, 第 39 回日本磁気学会学術講演概要集, 124 (2015).

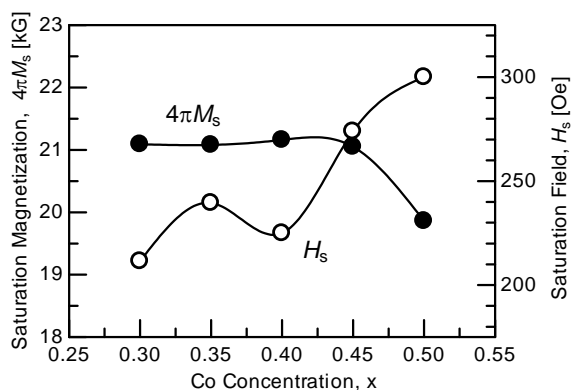


FIG.1. Change in $4\pi M_s$ and H_s of 10-nm thick Fe_{1-x}Co_x thin film with Co concentration (x).

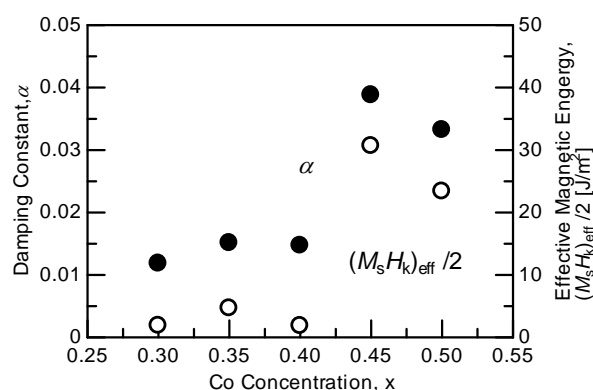


FIG.2. Dependence of α and effective magnetic energy of 10-nm thick Fe_{1-x}Co_x thin film as a function of Co concentration (x).