

磁性合金薄膜におけるスピン波伝搬の全光学的検出

○水上成美¹, 飯浜賢志², 窪田崇秀¹, レザ・ランジバル^{1,2}, 杉原敦¹, 安藤康夫², 宮崎照宣¹
 (¹東北大学・原子分子材料科学高等研究機構, ²東北大学院・工学研究科)

All-optical detection of spin wave propagation in magnetic alloys films

S. Mizukami¹, S. Iihama², T. Kubota¹, R. Ranjibar^{1,2}, A. Sugihara¹, Y. Ando², T. Miyazaki¹

(¹WPI-AIMR, Tohoku Univ., ²Dept. Appl. Physics, Tohoku Univ.)

はじめに スピン波を用いた情報処理デバイスが最近いくつか提案され、いわゆるマグノニクスという分野を形成している¹⁾。スピン波デバイスではスピン波を情報のキャリアとして用いるため、スピン波モードに固有の位相速度、群速度、寿命、導波路端での反射・散乱等の研究などが主に面内膜を中心に精力的に進められてきた。その際のスピン波の評価の手段として、マイクロ波導波路を局所アンテナとして用いたマイクロ波検出法²⁾、更にそれにブリルアン散乱を併用した検出法³⁾、パルスレーザーを用いたポンプ・プローブ全光学検出法⁴⁾などが報告されている。他方、垂直磁化薄膜のスピン波伝搬の評価はあまり報告例がない。垂直磁化膜の場合には、異方性磁場が大きいためスピン波の才差が最大で 100 GHz - 1 THz に及び、また十分な振幅のスピン波を発生させるのも難しい。これまで我々は、パルスレーザーを用いた全光学的ポンプ・プローブ時間分解磁気光学カー効果を用い、様々な垂直磁化膜の磁化才差と緩和のダイナミクスを報告してきた⁵⁾。本研究ではこれを発展させ、レーザー励起したスピン波の伝搬⁴⁾を顕微磁気光学カー効果で評価することを試みた。

実験方法 Ti: Sapphire レーザーを光源とした標準的なポンプ・プローブ光学系を構築した。対物レンズ (N/A=0.65) を用いてレーザー光を試料上に集光し、プローブとポンプ光のスポット径を各々 ~ 1 および $\sim 3 \mu\text{m}$ とした。また、ポンプならびにプローブ光スポット距離 L を可変とした (Fig. 1)。反射したプローブ光のカー回転角を検光子とバランスダイオードでロックイン検出し、磁場は電磁石を用いて膜面直方向に印加した。試料には、FeNi 薄膜、ならびに垂直磁化と面内磁化を積層した MnGa(30 nm)/Co(20 nm)膜を用いた。

実験結果 距離 L を変えた際の積層薄膜における時間分解磁気光学カー効果を図 2 に示す。 $L=0 \mu\text{m}$ の場合、遅延時間がゼロのところでも超高速減磁による鋭いカー回転角の変化が見られ、その後 MnGa と Co 層の才差運動に対応した非常に速い才差ならびに遅い才差運動が観測されている。距離 L が大きくなると、波形は指数関数的な時間変化から、波束的な時間変化に連続的に移行する。これは局所的に励起された磁化才差運動がスピン波として伝搬していると解釈される。MnGa に起因する周波数の早いスピン波は $L=4 \mu\text{m}$ では既に観測できず、伝搬距離が小さい可能性がある。

謝辞 本研究は NEDO 若手研究 Grant(11B07010d)ならびに科研費補助金若手(A)(24686001)の支援により行われた。

参考文献

- 1) V. V. Kruglyak *et al.*, J. Phys. D **43**, 264001 (2010).
- 2) K. Sekiguchi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 017203 (2012).
- 3) T. Sebastian *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 067201 (2013).
- 4) T. Satoh *et al.*, Nature Photonics **6**, 662 (2012).
- 5) S. Mizukami *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 117201 (2011)等.

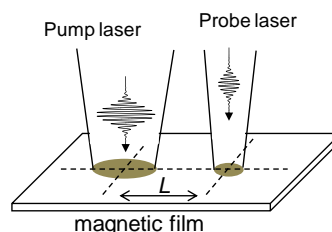


Fig. 1 全光学ポンプ・プローブ磁気光学顕微鏡を用いた非局所的測定の模式図。

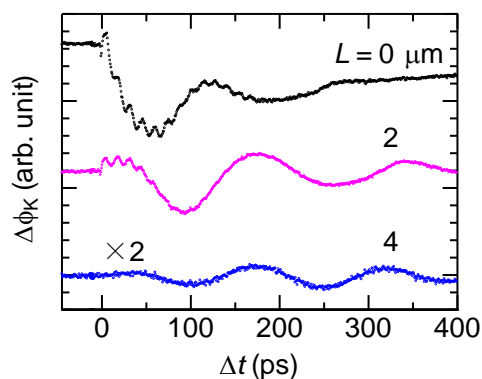


Fig. 2 MnGa/Co 積層膜のスピン波伝搬のポンプ・プローブ光スポット間距離依存性。