

Co_xFe_{100-x}/Pt 薄膜におけるテラヘルツ時間領域分光法を用いた

パルスレーザー励起スピン流の強磁性層膜厚依存性

佐々木悠太¹, 高橋有紀子¹, 葛西伸哉^{1,2}

(¹ 物材機構, ²JST さきがけ)

Ferromagnetic layer thickness dependence of laser pulse stimulated spin current in Co_xFe_{100-x}/Pt thin films measured by terahertz time-domain spectroscopy

Y. Sasaki, Y. K. Takahashi, S. Kasai

(¹NIMS, ²JST-PRESTO)

はじめに

近年、強磁性金属/非磁性重金属薄膜に対して超短パルスレーザーを照射した際の数十フェムト秒から数百フェムト秒の間に発生するスピン流が報告された.[1, 2] 発生したスピン流が非磁性重金属層に注入されることで、逆スピンホール効果を介したパルス電流およびテラヘルツ(THz)波が発生し、その大きさからスピン流の大きさや逆スピンホール効果の大きさを評価できる。スピン流を増大させることで、THz 光源や超高速磁化反転などへの利用が可能となるため、高効率なスピン流発生方法を調べることは応用上重要であるが、強磁性材料に関して系統的に調べた報告は少ない。本発表では、強磁性金属層膜厚の異なる Co_xFe_{100-x} 薄膜において THz 波放射を測定し、組成比による超高速スピン流の強磁性金属層膜厚依存性の変化を系統的に調べた。

実験方法

MgO(001)基板上に超高真空マグネトロンスパッタ法を用いて試料を作製した。薄膜構成は基板側から、MgO(20)/Co_xFe_{100-x}(d_{FM})/Pt(2) (膜厚単位 nm)である。組成比を $x=0, 13, 50$ とし、強磁性層膜厚 d_{FM} を様々変化した。中心波長 1030 nm, パルス幅 230 fs の Yb:KGW レーザーおよび 800 μm の厚みを有する CdTe(110)単結晶を用いて、テラヘルツ時間分解分光法(THz-TDS)によって放射 THz 波を測定した。

実験結果

図2に THz 波放射強度 S_{peak} を示す。全ての試料において、 d_{FM} が小さくなるとともに S_{peak} が増大した。また、 x によって S_{peak} の d_{FM} 依存性が変化した。試料の THz 波放射効率および S_{peak} から見積もった超高速スピン流のピーク値 j_s^{peak} を図 1(b)に示す。 x が増大するとともに、 j_s^{peak} が最大値をとる d_{FM} が大きくなった。スピン依存平均自由行程の x 依存性との比較から、 j_s^{peak} が平均自由行程でスケールされていることが示唆された。

本研究は JSPS 科研費 18H03787 の助成を受けて行われた。

参考文献

(1) T. Seifert, *et al.*, Nature Photon. **10**, 483 (2016)., (2) Y. Wu, *et al.*, Adv. Mater. **29**, 163031 (2017).

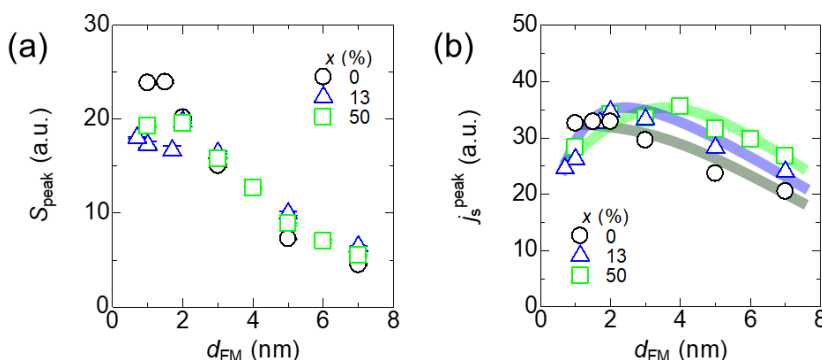


Figure 1. The peak intensity of THz wave signal S_{peak} and (b) peak intensity of the ultrafast spin current j_s^{peak} as a function of ferromagnetic layer thickness d_{FM} . Open circles, triangles, and squares are the data for the sample with $x=0, 13$, and 50 , respectively. The bold lines are guides to see.