

強磁性共鳴による Co-Fe 合金単層膜自己誘起逆スピホール効果

白 承根、手木 芳男*、仕幸 英治
(阪市大院工、*阪市大院理)

Self-induced inverse spin-Hall effect in Co-Fe alloy single-layer films under the ferromagnetic resonance

S.K. Baek, Y. Teki*, E. Shikoh
(Osaka City Univ. Eng., *Osaka City Univ. Sci.)

はじめに

近年、強磁性共鳴(FMR)の下で強磁性体の単層薄膜に生じる自己誘起逆スピホール効果による起電力の生成が注目されている¹⁻³⁾。Fig. 1に強磁性薄膜内の局在磁気モーメントの、FMR下における動的特性の概要を示す。強磁性膜の上面側(空気層側)と下面側(基板側)との間で局在磁気モーメントの減衰特性が異なるため、膜の面直方向に純スピ流が生成され、その純スピ流は逆スピホール効果(ISHE)⁴⁾によって起電力に変換されると考えられている²⁾。これまでにFe, Co, およびNi₈₀Fe₂₀の自己誘起ISHEによる起電力の生成が達成された¹⁻³⁾。しかしながら元素により起電力特性が異なった。本研究ではFMR下のCo-Fe合金の単層膜における自己誘起ISHEによる起電力の生成を達成し、そのCoとFeの組成比依存性を評価した。

実験方法

電子ビーム蒸着法により、熱酸化膜付きSi基板上にCo_xFe_{100-x}合金(x = 0, 25, 50, 75, 100)の単層膜(膜厚25 nm)を作製した。FMRの励起にはESR装置を用いる方法と、電磁石による静磁界、およびネットワークアナライザによる高周波電流を伝送線路に印加することによって生成される高周波磁界を用いる方法を併用した。起電力の検出にはナノボルトメータを用いた。全ての測定は室温で行った。

実験結果

Fig. 2にx = 75の試料におけるFMR下の起電力特性を示す。高周波の出力は200 mWである。共鳴磁界付近において起電力が観測され、起電力の符号は静磁界の方向を逆転するとことにより、反転した。従来の解析手法⁴⁾により、起電力の起源は主にISHEであると結論付けた。Fig. 3に伝送線路を用いて評価した、Co-Fe合金薄膜におけるFMR下のISHEによる起電力のCo濃度依存性を示す。高周波の出力は20 mWである。組成の異なる各試料において静磁場に対する反転対称性を示す出力電圧特性が観測された。更に起電力は高周波出力に依存した。以上によりISHE⁴⁾によって起電力が発生したと結論付けた。即ちCo-Fe合金薄膜においてもFMR下でISHEによる起電力の生成を達成した。学会時には以上の詳細を議論する。

参考文献

- [1] A. Tsukahara, et al., Phys. Rev. B **89**, 235317 (2014).
- [2] K. Kanagawa, et al., AIP Adv. **8**, 055910 (2018).
- [3] O. Gladii, et al., Phys. Rev. B **100**, 174409 (2019).
- [4] E. Saitoh, et al., Appl. Phys. Lett. **88**, 182509 (2006).

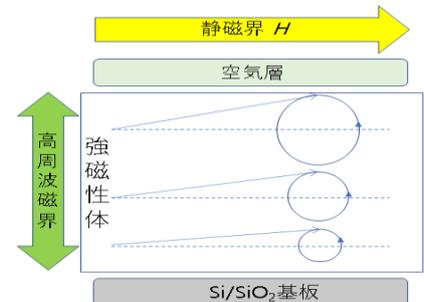


Fig. 1. Spin current generation mechanism in a ferromagnetic metal film under the FMR.

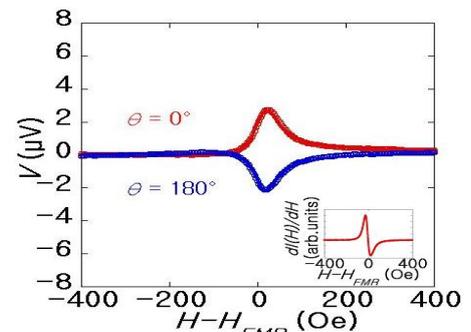


Fig. 2. Output voltage property of Co₇₅Fe₂₅ under FMR. (Inset) an FMR spectrum.

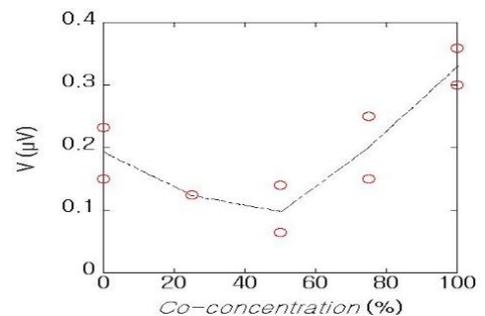


Fig. 3. Co concentration dependence of the output voltage due to the ISHE.