

純スピンの流注入によるホイスラー合金のダンピング変調

沖宗一郎¹, 河野慎¹, 山田晋也¹, 金島岳¹, 能崎幸雄^{2,3}, 浜屋宏平^{1,3}

(¹阪大基礎工, ²慶大理工, ³JST-CREST)

Control of the effective damping constant for Heusler alloys by pure spin current

S. Oki¹, M. Kawano¹, S. Yamada¹, T. Kanashima¹, Y. Nozaki^{2,3}, K. Hamaya^{1,3}

(¹Osaka Univ., ²Keio Univ., ³JST-CREST)

【はじめに】

近年、マイクロ波アシスト磁化反転の応用として、磁性体への純スピン流注入を利用した実効ダンピング定数の変調が報告されている[1,2]。一方、これまで我々は Si 基板上に作製した $L2_1$ - Co_2FeSi (CFS)や D0_3 - Fe_3Si (FS)を横型スピバルブ素子へ加工し、高効率に純スピン流を生成・検出する技術を確認してきた[3,4]。本研究では、CFS から高効率に生成された純スピン流を FS へ注入し、FS の実効ダンピング定数を変調する。

【実験手法】

MBE を用いて Si 基板上に作製した膜厚 10nm/15nm の CFS/FS 薄膜を[4]、電子線描画と Ar^+ ミリングを用いて CFS/FS および FS 細線に加工し、100nm 膜厚のスピ流伝送路及びコプレーナ線路(CSW)を Cu 蒸着により作製した[2-4](Fig.1)。FMR スペクトルは Fig.1(a)の端子配置でマイクロ波を CSW に加えながら細線長軸方向から $\theta=10^\circ$ の方向に外部磁場 H_{ex} を掃引し、整流効果によって細線両端に生じる直流電圧により検出した。純スピン流は Fig.1(b)の端子配置で細線長軸方向に外部磁場 H_{ex} を掃引し、交流電圧を印加してロックインアンプを用いて非局所電圧によって検出した。

【実験結果】

Fig.2 に 15dBm のマイクロ波における FMR スペクトルの周波数依存性を示す。キッテル式による解析から飽和磁化 $M_s=871 \text{ emu/cm}^3$ と見積もられ、FMR 検出電極が高品質な FS[5]($\sim 858 \text{ emu/cm}^3$)であることが確認された。Fig.3 に CFS を表面とする CFS/FS 電極から FS 電極への純スピン流注入の結果を示す。注入・検出電極の磁化配置に対応した明瞭なヒステリシスを有する $\Delta R_s=2.6 \text{ m}\Omega$ のスピ信号が観測された。さらに直流電流を印加し、純スピン流を注入した状態で FMR スペクトルの測定を行ったところ[1,2]、印加電流に応じて FS の実効ダンピング定数が変化することが確認され、変調効率は Py[2]より大きいことが判明した。講演ではダンピング定数の変調とその効率について、詳細に報告する。

本研究の一部は JST CREST、科研費基盤 A(No.25246020)、新学術領域研究ナノスピ変換科学(No.26103003)の支援を受けた。沖および河野は日本学術振興会の支援を受けた。

参考文献

- [1] L. Xue *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 147201 (2012).
- [2] Y. Nozaki *et al.*, Appl. Phys. Exp. **8**, 043001 (2015).
- [3] K. Hamaya *et al.*, Phys. Rev. B **85**, 100104(R) (2012).
- [4] S. Oki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 212402 (2013).
- [5] K. Hamaya *et al.*, Phys. Rev. B **83**, 144911 (2011).

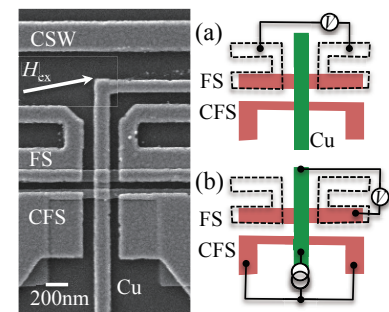


Fig.1 SEM image of the device used and schematic images of the terminal configurations.

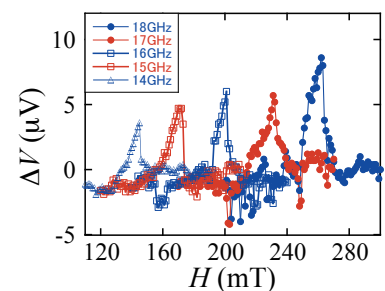


Fig.2 FMR spectra of FS for various frequencies.

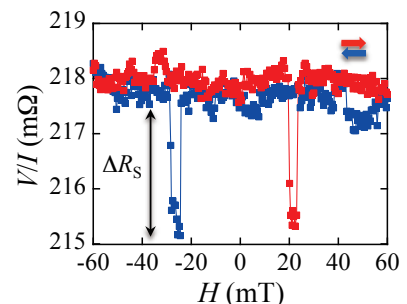


Fig.3 Nonlocal resistance at RT.