

表面弾性波を用いた強磁性薄膜における バーネット効果に関する研究

山本 晃弘^A, 松尾 衛^{B,C}, 前川 禎通^{C,B}, 能崎 幸雄^{A,D}
(慶大理工^A, 国科大カブリ研^B, 理研^C, 慶大スピノ研^D)

Study on the Barnett Effect in Ferromagnetic Thin Films Using Surface Acoustic Waves

Akihiro Yamamoto^A, Mamoru Matsuo^{B,C}, Sadamichi Maekawa^{C,B}, Yukio Nozaki^{A,D}
(^ADept. of Phys. Keio Univ., ^BKITS, UCAS, ^CRIKEN, ^DKeio Spintronics Center)

はじめに

最近、電子スピンと力学的回転の相互作用であるスピン渦度結合(SVC)を用いたスピン流生成やスピンドイナミクス励起に関する研究が盛んに行われている。我々も NiFe/Cu 二層膜に表面弾性波(Surface Acoustic Wave, SAW)を注入して SVC 由来の交流スピン流が NiFe にスピン波共鳴を励起する様子を観測することに成功した[1]。生成されるスピン流の強度や偏極方向は、SAW の渦度分布に依存する。したがって、作製した SAW デバイスにおいて誘引される SAW の詳細を定量的に理解することは極めて重要である。そこで本研究では、微視的発現機構などの理解が十分ではない SVC ではなく、SAW の渦度との関係が明確なバーネット効果と磁気弾性効果を同じ SAW デバイスで測定することにより、SAW の渦度を詳しく調べた。

実験方法

圧電材料として知られるタンタル酸リチウム(LiTaO₃)基板上に、超高真空蒸着を用いて厚さ 30 nm の Au すだれ状電極(IDT)を作製した(図1)。励起される SAW には、波数ベクトル方向への格子回転を伴うレイリー型と、表面の剪断ひずみが波として伝搬する SH 型が存在するが、タンタル酸リチウム基板上では両者の伝搬速度が大きく異なるため、ベクトルネットワークアナライザ(VNA)の Time gating 機能を用いて分離できる。IDT 対の間に Ni(20 nm)、また NiFe(20 nm)を成膜し、SAW の波数ベクトル方向に外部磁場を印加しながら、SAW の振幅減衰を S₂₁ パラメータの測定により調べた。

実験結果

NiFe(20 nm)薄膜について観察したバーネット効果を図2に示す。カラープロットは、バーネット効果により励起されたスピン波共鳴による SAW の振幅減衰強度の周波数及び外部磁場依存性である。SAW の固有周波数とスピン波共鳴の周波数が一致する外部磁場にて大きな SAW の振幅減衰が見られた。また、磁歪の小さな NiFe と大きな Ni 薄膜について、SAW の振幅減衰の周波数依存性を比較した結果、バーネット効果と磁気弾性効果では周波数依存性が異なることがわかった。

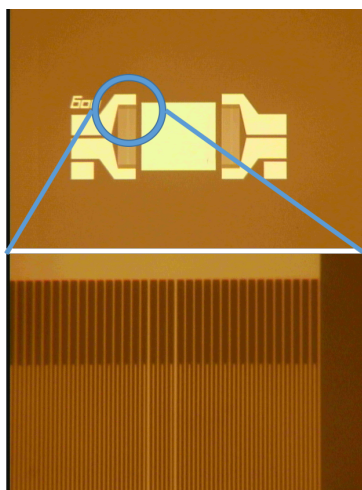


図1 バーネット効果測定用 SAW デバイスの写真

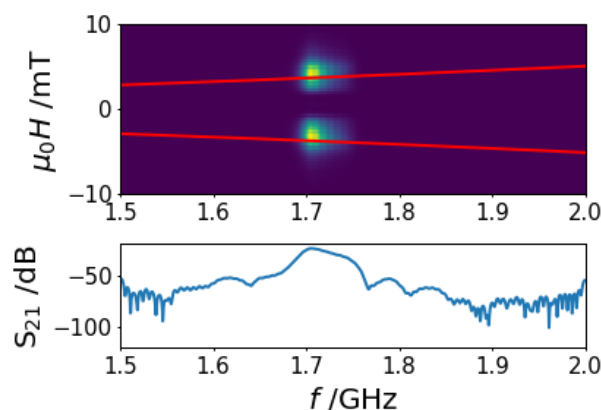


図2 NiFe(20 nm)におけるバーネット効果の測定結果

参考文献

[1] D.Kobayashi et al., Phys. Rev. Lett. 119, 077202(2017)