

SAW 共振器における磁気弾性変換の共振 Q 値依存性

Quality-factor dependence of magnetoelastic transduction in a SAW resonator

NTT 物性科学基礎研究所 [○]畑中 大樹、浅野 元紀、岡本 創、国橋 要司、眞田 治樹、山口 浩司NTT Basic Research Laboratories [○]Daiki Hatanaka, Motoki Asano, Hajime Okamoto, Yoji Kunihashi,

Haruki Sanada, and Hiroshi Yamaguchi

e-mail: daiki.hatanaka.hz@hco.ntt.co.jp

音響フォノンとマグノンの相互作用物理の探求や、それを応用した新規複合システムの開発が注目を集めている。特に、GHz の高周波振動を励起できる表面弾性波 (SAW) デバイスを用いることで、磁歪やバーネット効果を介したマグノン-フォノンダイナミクスの観測や、スピン流の生成、フォノンの非相反伝搬の実証等、物性物理から応用物理まで様々な分野において興味深い報告が近年なされている [1-3]。最近、我々はこの SAW デバイスに共振器構造を導入することにより、磁歪を介したマグノンの強振動励起と、その結果起こる SAW への強い反作用効果の観測に成功した。これは、SAW の空間的な閉じ込めがマグノンとの相互作用の増強に寄与することを示唆する。本発表では、この閉じ込め効果と相互作用の相関を明らかにするために、磁気弾性変換強度の SAW 共振 Q 値依存性について報告する [4]。

本実験では、ニオブ酸リチウム基板 ($128^\circ\text{-Y LiNbO}_3$) 上に、ニッケル (Ni) と、それを挟むように配置した薄膜楕型電極 (IDT) とブラッグ反射器から構成される SAW 共振器を用いた (図 a)。IDT を介して素子の 1 GHz 近傍の周波数応答を測定したところ、 Q が 200 から 4500 までの様々な損失レートをもつ異なるファブリ・ペロー共振が見つかった。各々の共振点における振動強度 ($|S_{21}|_{\text{norm}}^2$) の外部磁場 ($\mu_0 H_{\text{ex}}$) 依存性を調べたところ、 $Q = 4500$ ではマグノン励起によって、80%を越す著しい SAW パワー吸収がみられた。そして、 Q 値の低下に伴い、その吸収量、つまりマグノン強度が低下する依存性も確認した (図 b)。さらに、磁気弾性結合モデルの理論計算との比較により (図 c)、フォノン-マグノン間でコヒーレントなエネルギー伝達が行われていることが明らかとなり、加えて、その結合レートの算出にも成功した。これら成果は、著者の知る限り、Ni-SAW 系において初めての報告である。また、この磁気弾性結合モデルを用いた理論計算は、マグノン-フォノンダイナミクスの評価手法の一つとして有用であることも明らかとなった。

[1] M. Weiler *et al.*, Phys. Rev. Lett., **106**, 117601 (2011). [2] D. Kobayashi *et al.*, Phys. Rev. Lett, **119**, 077202 (2017). [3] R. Sasaki *et al.*, Phys. Rev. B, **95**, 020407(R) (2017). [4] D. Hatanaka *et al.*, arXiv:2105.11127.

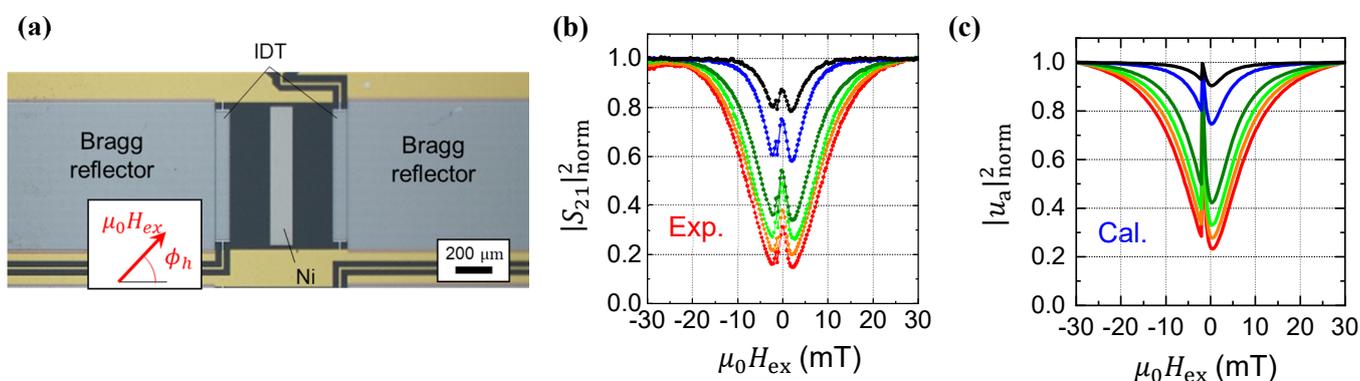


Fig. (a) Schematic of a SAW resonator in which a Ni film (50 nm-thick) is sandwiched by IDTs and Bragg reflectors. An external field ($\mu_0 H_{\text{ex}}$) is applied in-plane with the angle $\phi_h = 45^\circ$ from the SAW direction. **(b) and (c)** Experimental and simulated SAW resonance ($|S_{21}|_{\text{norm}}^2$) as function of $\mu_0 H_{\text{ex}}$ in $Q = 4500$ (red), 3800 (orange), 3200 (light green), 2300 (green), 700 (blue), and 200 (black). These resonance frequencies are 0.9748, 0.9779, 0.9811, 0.9843, 0.9966 and 1.0024 GHz, respectively