

平行伝送線路を用いたパーマロイカイラル構造のマイクロ波分光

児玉俊之, 草薙勇作*, 岡本聡*, 菊池伸明*, 北上修*, 富田知志, 細糸信好, 柳久雄
(奈良先端大物質, *東北大多元研)

Microwave spectroscopy of single permalloy chiral structure on coplanar waveguide

T. Kodama, Y. Kusanagi*, S. Okamoto*, N. Kikuchi*, O. Kitakami*, S. Tomita, N. Hosoi, H. Yanagi
(GSMS-NAIST, *IMRAM Tohoku Univ.)

はじめに

強磁性カイラル構造では時間反転対称性と空間反転対称性が同時に破れており、磁気カイラル効果[1]が期待できる他、カイラル構造での三次元スピネクスタチアにおける共鳴現象も興味深い。我々は、強磁性金属のマイクロサイズのカイラル構造を作製し、キャビティを用いた強磁性共鳴を実験的に調べてきた[2]。より詳細な議論へ向けて、今回は強磁性金属であるパーマロイ ($\text{Fe}_{21.5}\text{Ni}_{78.5}$, Py) のカイラル構造を平行伝送線路上に配置し、周波数掃引でマイクロ波の吸収を調べた。

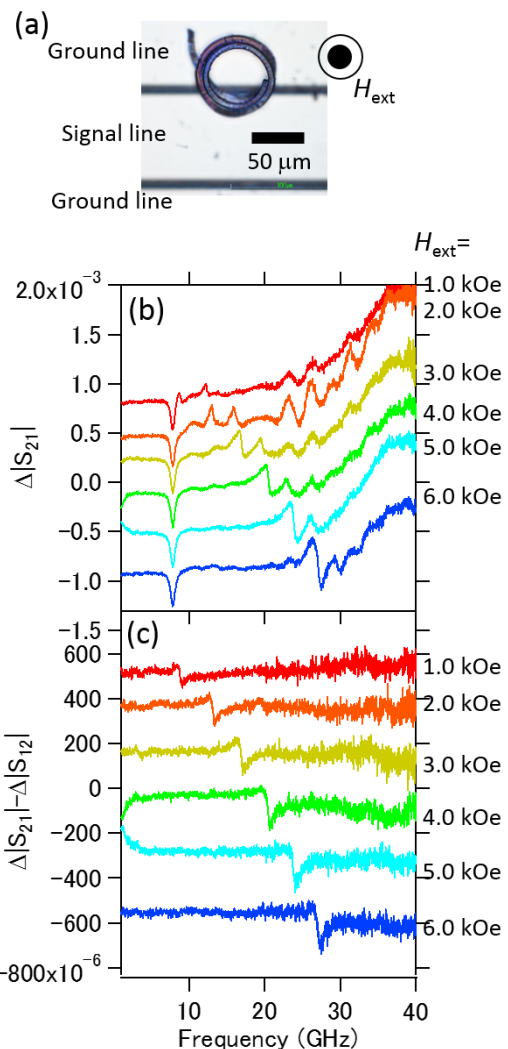
実験方法

応力誘起自己巻上げ法[2]を用いて作製した Py カイラル構造を、図 1 (a) のように信号線路と接地線路を跨ぐように配置した。直流磁場 H_{ext} はカイラル軸に平行に印加し、ベクトルネットワークアナライザを用いて、マイクロ波の透過特性を測定した。

実験結果

直流磁場を印加せずに共鳴が起きていないスペクトルとの差分 $\Delta|S_{21}|$ を図 1 (b) に示す。 $H_{\text{ext}}=2.0$ kOe において 12.9 GHz と 15.8 GHz に見られるピークは直流磁場の増大につれて高周波シフトしていることが分かる。これらは順に、強磁性共鳴およびスピン波共鳴であると考えられる。また磁場の大きさに共鳴周波数が依存しないディップが 7.8 GHz に現れている。低磁場での測定を行ったところ、外部磁場が 0 Oe から 40 Oe の間で、このディップは出現し始めることが分かった。Py カイラル構造を信号線路からはみ出さないように配置した場合は、強磁性共鳴の吸収のみが観測された。

図 1 (c) に $\Delta|S_{21}|$ とは反対方向に透過させたマイクロ波の強度 $\Delta|S_{12}|$ との差分 $\Delta|S_{21}|-\Delta|S_{12}|$ の外部磁場依存性を示す。(b) で得られた強磁性共鳴由来の信号周波数にのみ非相反性が見られる。また図 1 (a) の下側の接地線路と信号線路を跨ぐようにメタ分子を配置すると、(c) に見られたピーク位置とディップ位置が反転した。信号線路から接地線路へはみ出さないようにメタ分子を配置した場合には非相反性は現れなかった。また線路を跨ぐように Py リング試料を配置した場合も、非相反性は得られなかった。以上のことから、線路を跨ぐ配置に加え、三次元構造であることが、今回観測された非相反性の発現には重要な要素であると分かる。



(a) 平行伝送線路上に固定された Py カイラル構造。(b) マイクロ波透過特性の外部磁場依存性。(c) 透過特性の差分の外部磁場依存性

参考文献 [1] S. Tomita, et al., *Phys. Rev. Lett.* 113, 235501 (2014). [2] T. Kodama, et al., *Appl. Phys. A* 122, 1, 41 (2016).