

磁気カイラルメタ材料による非相反マイクロ波応答

Non-reciprocal microwave responses by magneto-chiral metamaterials

奈良先端大先端¹, 情報通信機構², 京都工繊大³, 東北大⁴○井上 慧登¹, 黒澤裕之², 上田 哲也³, 富田知志⁴, 柳久雄¹NAIST¹, NICT², KIT³, Tohoku Univ.⁴○Keito Inoue¹, Hiroyuki Kurosawa², Tetsuya Ueda³, Satoshi Tomita⁴, Hisao Yanagi¹

E-mail: inoue.keito.ij9@ms.naist.jp

【背景】 スプリットリングのギャップをずらして積層することで、マイクロ波領域での巨大な光学活性が実現できることが知られている[1]。これに磁性体の磁気光学効果を組み合わせることで、偏光無依存かつ方向依存の複屈折（磁気カイラル効果）の発現が期待できる。これまで我々は導波路内での単一メタ分子による磁気カイラル効果について、実験と数値計算の結果を報告してきた[2]。今回は自由空間での磁気カイラルメタ材料の非相反なマイクロ波応答について報告する。この研究はアンテナ障害の解消などにも役立つと考えられる。

【方法】 数値計算では有限要素法の COMSOL Multiphysics®5.4a を使用した。Fig.1 に数値計算のセットアップを示す。Fig.1 右にあるように、スプリットリング共振器（SRR）を並べた2枚のプリント基板上で、SRRのギャップをずらしてフェライトを挟み込みこんだ。その上下にマイクロ波を励振させるポート（Port 1, 2）を配置し、それぞれの背面には吸収境界条件を課した。x及びy方向には周期的境界条件を適用した。z軸方向の直流磁場によって磁化したフェライトの磁気光学効果は、透磁率テンソルの非対角項で表現した。マイクロ波の透過係数であるSパラメータ（ S_{21} と S_{12} ）を1.4~18.4GHzの周波数領域で計算し、その差分（ $S_{21}-S_{12}$ ）を求めた。

【結果】 Fig.2 に数値計算結果のスペクトルを示す。フェライトに+z方向に250mTの直流磁場をかけ、各ポートからx偏波のマイクロ波を励振した時の S_{21} を赤、 S_{12} を青、 $S_{21}-S_{12}$ を黒で示す。黒の $S_{21}-S_{12}$ 差分スペクトルでは10.4GHzに15dB程度の信号が見られる。直流磁場の方向、もしくはカイラリティを反転させると、この信号の極性は逆転する。また、無磁場下ではこの信号は現れない。このことからこの信号は磁気カイラル効果に起因すると考えられる。講演では実験結果についても報告する。

[1] Y. Cheng, et al. *PIER*, vol. 138, (2013) [2] S. Tomita et al., *J.Phys. D:Appl.Phys.* **51**, 083001 (2018)

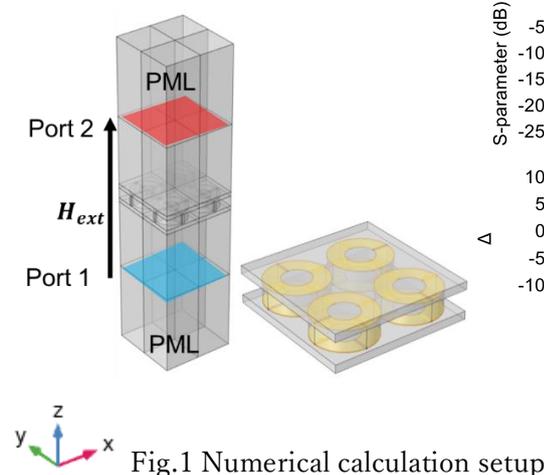
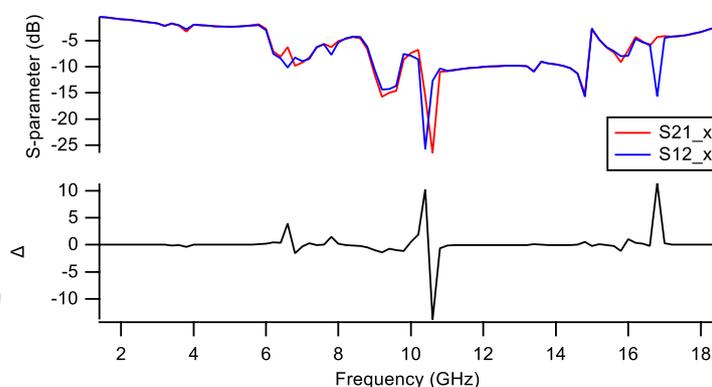


Fig.1 Numerical calculation setup

Fig.2 S_{21} , S_{12} , and $S_{21}-S_{12}$ spectra