

相補構造を用いた磁場増強効果

Magnetic field enhancement effect using a complementary structure

阪大レーザー研¹○黒宮章太¹, 高野 恵介¹, 中嶋 誠¹Institute of Laser Engineering, Osaka Univ.¹°S. Kuromiya¹, K. Takano¹, M. Nakajima¹

E-mail: kuromiya-s@ile.osaka-u.ac.jp

周波数選択表面やメタマテリアルは、分割リング共振器(SRR; Split Ring Resonator)を代表とするサブ波長程度の微小金属共振器から構成されており、構造近傍に電磁場が局在することが特徴である⁽¹⁾。近年、この近接場電磁波を利用した光センシング感度向上や磁性スピン制御^(2,3)といった応用研究が行われている。微小共振器近傍における電磁場の増強効果と高強度テラヘルツ電磁波発生を組み合わせることで、物質のテラヘルツ電場および磁場に対する非線形応答の誘起が期待される。近接場による非線形増強効果は、共振器形状によって決定される近接電磁場の強度分布と偏光に依存する。一般に、ある金属平面構造と、その相補的な構造の近接場は互いにバビネの定理によって結ばれる。バビネの原理によれば、それぞれの構造に互いに直交する偏光の電磁波を入射すると、入射波によって励振されるある金属構造での近接電場と、相補構造での近接磁場が同じ分布を持つことが示唆されている。言い換えれば電場が増強される構造の相補構造を用いることで、磁場に対する増強効果が得られる。そこで本研究では、電磁場シミュレーションを用いて、相補平面金属構造における電場および磁場の増強効果の関係を明らかにし、増強効率の優れた形状の探索を行う。

テラヘルツ帯域で共鳴を持つ SRR, および相補 SRR の電磁場増強度をシミュレーション計算した。SRR は厚さ $0.2\ \mu\text{m}$ の Au で定義されている。電磁場の増強度は、構造体の近接場 $E_{\text{local}}(H_{\text{local}})$ を入射場 $E_{\text{inc}}(H_{\text{inc}})$ で規格化し、 $|E_{\text{local}}/E_{\text{inc}}|$ ($|H_{\text{local}}/H_{\text{inc}}|$) と定義した。共鳴周波数 $1.0\ \text{THz}$ における電磁場増強度マップを図 1 に示す。SRR の電場増強がギャップ部で最大であることに対応して、相補 SRR での磁場もギャップ部周辺に局在していることが分かる。電場および磁場に対する増強度最大値はそれぞれ 87, 61 で、相補構造を用いることで磁場に対して電場と同程度の増強度が得られた。

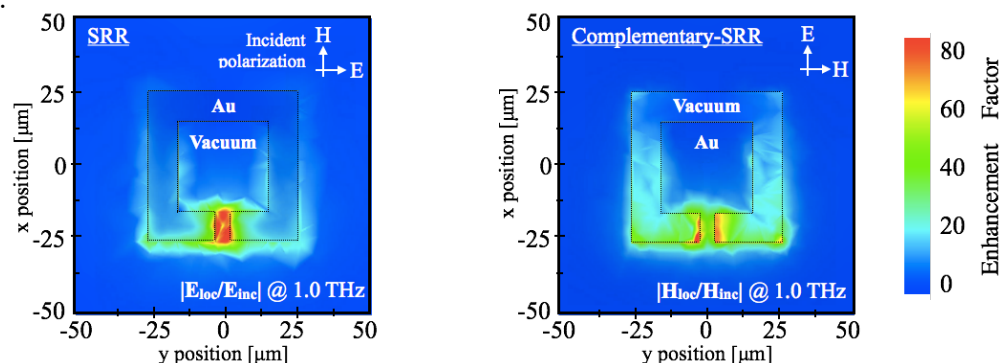


図 1. 電磁波増強マップ

【参考文献】

- (1) Mengkun Liu, Harold Y. Hu Tao, *et al.*, Nature **487**, 345-348 (2012).
- (2) T. Kurihara, K. Nakamura, K. Yamaguchi, *et al.*, Phys. Rev. B **90**, 144408 (2014).
- (3) Y. Mukai, H. Hirori, T. Yamamoto, *et al.*, Appl. Phys. Lett., **105**, 022410 (2014).