

テラヘルツ領域における分割リング共振器の構造と共鳴周波数のシフト

Design of split ring resonator and resonant frequency shift in terahertz region

○五味 蔵酒¹、森田 博紀¹、西田 翼¹、中田 陽介¹、中西 俊博²、宮丸 文章¹、
武田 三男¹ (1. 信州大学、2. 京都大学)

○Masaki Gomi¹, Hiroki Morita¹, Tsubasa Nishida¹, Yosuke Nakata¹, Toshihiro Nakanishi²,
Fumiaki Miyamaru¹, Mitsuo W. Takeda¹ (1. Shinshu Univ., 2. Kyoto Univ.)

E-mail: 11s2019j@shinshu-u.ac.jp

本研究では分割リング共振器(Split Ring Resonator : SRR)の共鳴周波数を光励起によって変化させることを目的としている。我々は図1に示すような Double-Gap SRR (D-SRR)を用いた。ここで、金属構造はサファイア基板の上に作製されており、1つのギャップには Si が充填されている。この D-SRR を用いることで Si の導電率の変化によって共鳴周波数を変化させることができる。さらに、Q 値に対して大きな共鳴周波数のシフトが得られる構造を探索した。

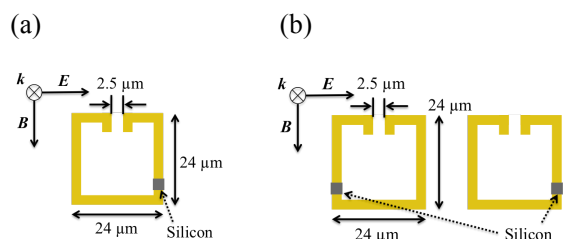


図1 (a) D-SRR and (b) Coupled D-SRR

我々は最適な構造を決定するためにテラヘルツ領域での反射スペクトルのシミュレーションを行った。(シミュレーションソフトは有限要素法のCOMSOL Multiphysicsを使用した) 入射方向はSRRの面に対して垂直で偏光は図1のEの方向である。SRRの材料は金を想定し、シリコンの比誘電率は11.7と設定した。最適な構造を決定するため、共鳴周波数のシフト量を以下に示すFigure of Merit (FOM)を用いて評価した。

$$\text{FOM} = \frac{\Delta f}{\text{FWHM1}}, \quad \text{FOM}' = \frac{\Delta f}{\text{FWHM2}}$$

ここで Δf は共鳴周波数のシフト幅、FWHM1, FWHM2 はそれぞれシリコンの導電率が $\sigma = 1$

S/m と $\sigma = 53216$ S/m (at 1 THz) のときの半値幅である。

図1に示した D-SRR と Coupled D-SRR のそれぞれのシミュレーション結果を図2に示す。D-SRR において、 $\sigma = 1$ S/m から 53216 S/m (at 1 THz) に変化すると、共鳴周波数は 0.78 THz から 1.13 THz にシフトする。一方、Coupled D-SRR においては、 $\sigma = 1$ S/m から 53216 S/m (at 1 THz) に変化すると、共鳴周波数は 0.71 THz から 1.03 THz にシフトする。D-SRR の FOM, FOM' はそれぞれ 0.78, 1.93 であった。一方、Coupled D-SRR の FOM, FOM' はそれぞれ 0.70, 4.17 と FOM は若干低下するものの、FOM' が飛躍的に向上していることが分かる。この FOM' が向上した原因は $\sigma = 1$ S/m での Q 値が高くなったことにある。図1(b)のように鏡面对称な構造にすることで Q 値とピーク強度が上がることを確認できている。今後の課題としては FOM を FOM' と同程度の値にすること、そしてピーク値の強度を上げることが挙げられる。

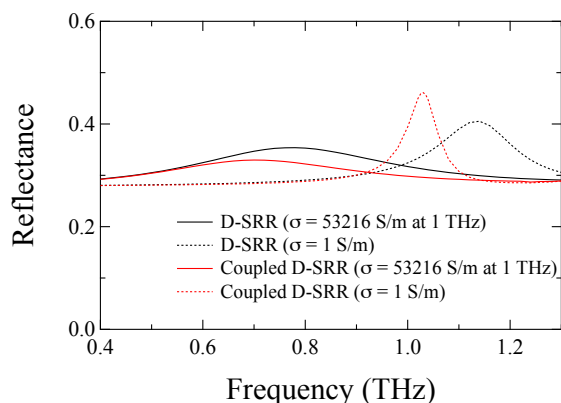


図2 Reflection spectra of two SRR models