

FDTD 法を用いたスプリットリング共振器の磁気応答特性評価

FDTD analysis of magnetic response of single split ring resonator

徳島大院, °長沢 明子, 岡本 敏弘, 原口 雅宣

Univ. of Tokushima, Akiko Nagasawa, Toshihiro Okamoto and Masanobu Haraguchi

E-mail: c501338701@tokushima-u.ac.jp

はじめに

スプリットリング共振器(Split-ring resonator : SRR)構造は、LC共振回路に相当する電磁応答を示し、LC共振時には光磁界にตอบสนองして磁気双極子を生成する。このSRR構造を集合体として用いれば、材料の透磁率を制御することができるため、今まで光の常識では考えられなかった負の透磁率の実現も可能となる。負の透磁率を可視光で実現するためには、SRRで磁気応答が生じる「LC共振波長の短波長化」と「強い磁気応答」が課題である。このうち、今までは短波長化にのみ焦点が当てられており、磁気応答の強さに対する評価は行われていなかった[1][2]。

そこで、本研究ではFDTD法を用いて、単一のSRR構造における磁気的な評価を行うことを目的とし、さらに外径や内径、ギャップ幅などのパラメータ (Fig.1) を変化させたときの磁気応答特性を評価したので報告する。

シミュレーション方法・結果

シミュレーション手法には、有限差分時間領域(Finite Difference Time Domain : FDTD)法を用いた。磁気的な評価の指標として、リングを貫く磁束: $\varphi(t) = \int \mu_0 H_z ds$ (μ_0 :真空の透磁率, H_z :磁界, s :面積) の振幅 Φ を用いた。外径: $2R=80\text{nm}$, 内径: $2r=32\text{nm}$, ギャップ間隔: $d=24\text{nm}$, ギャップ幅: $w_g=24\text{nm}$, リング幅: $w_r=24\text{nm}$ の金 SRR のスケーリングファクター F を 1 とおき、形状を維持したままサイズを小さくしたときの LC 共振波長 λ_{LC} と磁束の振幅

Φ を求めた。但し、高さ h は 20nm で一定とした。結果を Fig.2 に示す。SRR の小型化により LC 共振波長を短波長にすることができるが、それに伴い、磁束は大幅に減少することがわかった。その他の内径、ギャップ幅などのパラメータを変化させたときの磁気応答特性の計算結果は当日報告する。

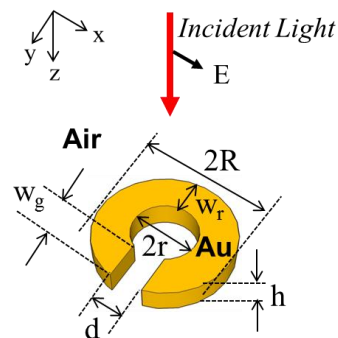


Fig.1 計算に用いた SRR 構造

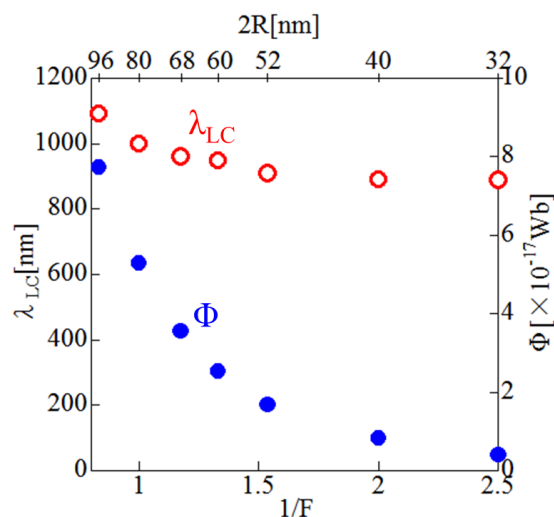


Fig.2 LC 共振波長と磁束の SRR サイズ依存性

参考文献

- [1] T. Okamoto et al., Opt. Exp. 20, 24059 (2012)
- [2] B. Lahiri et al., Opt. Exp. 18(3), 3210 (2010)