

分割リング共振器二層構造における水平配置の変化と電磁波反射特性

Effect of Horizontal Alignment on Electromagnetic-Reflection Characteristics of Two-Layer VLSRRs

○岩佐柊芽<sup>1</sup>, 長谷川雄一<sup>2</sup>, 葛本和之<sup>2</sup>, 松田健一<sup>3</sup>

\*S. Iwasa<sup>1</sup>, Y. Hasegawa<sup>2</sup>, K. Kuzumoto<sup>2</sup>, K. -i. Matsuda<sup>3</sup>

Abstract: In this study, a two-layer structure of a split-ring resonator (SRR) was fabricated, and its electromagnetic wave reflection characteristics ( $S_{11}$ ) were measured. The SRR has a ring-shaped structure with an inner diameter of 5 mm, and the spacing between layers was set to 1.75 mm. When the centers of the SRRs were aligned, the  $S_{11}$  spectrum showed two resonance frequencies. However, when the centers of the SRRs were offset horizontally by 6 mm, only one resonance frequency was observed. This result indicates that the electromagnetic interaction between the SRRs strongly depends on their horizontal alignment.

メタマテリアルは自然界の物質では見られないような光学特性を持つ人工構造であり, 光・電磁波分野において応用が期待されている[1]. このメタマテリアルの構成要素のひとつとして, 分割リング共振器 (Split-Ring Resonator: SRR) がある. SRR は簡素な構造の電磁波共振器である. その共振周波数は, 半導体素子などを導入することにより, ある程度の範囲での制御が可能になる[2]. SRR が複数近接している場合の電磁相互作用については未解明な点が多い[3]. 本研究では SRR を二つ重ねて近接させ, その時の電磁波反射特性, また, SRR の水平方向の相対的配置についての依存性を明らかにすることを目的とした.

実験では SRR の二か所に可変容量ダイオードを搭載した Varactor-Loaded Split-Ring Resonator (VLSRR) を用いた. 厚さ 1 mm の基板の上に, 内径 5 mm, 外径 6 mm の VLSRR を作製した. 二つの VLSRR の層間距離は 1.75 mm とした. 電磁波反射特性の測定にはベクトルネットワークアナライザ (VNA) を用いた. 測定時の電磁波照射パワーは -6 dBm とした.

今回は二種類の積層デバイスを作製した. 一つは, 円形 VLSRR の中心が完全に一致するもの, もう一つは, 二層目の VLSRR の中心が, 一層目に対して水平方向に 6 mm ずれているものである. 図 1 にこれらのデバイスの概略図を示す. 図 1(a) は VLSRR の中心が揃ったもの, 図 1(b) は中心がずれたものである.

図 2 にこれら二種類の二層 VLSRR 構造における電

磁波反射スペクトル ( $S_{11}$ ) を示す. 図 2 の縦軸は  $S_{11}$  を, 横軸は周波数を表している. 点線は VLSRR の中心が一致するもの, 実線は中心が水平方向に 6 mm ずれたものに対するスペクトルとなっている. 中心が一致している場合は, 層間の電磁相互作用によって共振周波数が二つに分裂し, 中心がずれている場合は共振周波数が一か所のみ観測され, かつその周波数は単独の VLSRR のものとほぼ同じになっている. これらのデータから, 二層構造 VLSRR デバイスにおける電磁相互作用は, 層間距離が同じであっても, 水平方向の配置に依存していることが示された.

今後の展望としては, 水平方向の配置に対する電磁波反射スペクトルについて, もう少し詳細に調べていきたいと考えている.

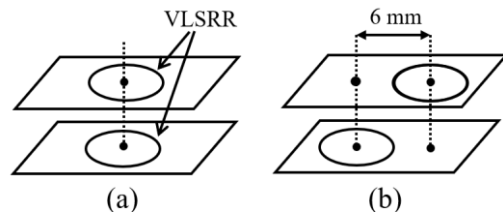


FIG. 1. VLSRR Two-layer structures of (a) configuration sharing a common central axis, and (b) configuration with a 6 mm shift in the central axis.

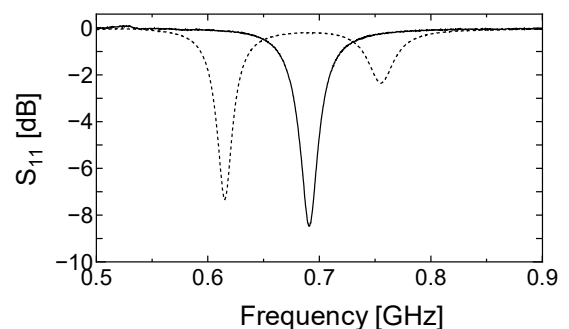


FIG. 2.  $S_{11}$  spectra for the two-layer VLSRR device shown in Fig. 1(a) (dotted line) and for the device in Fig. 1(b) (solid line), respectively.

参考文献

- [1] D. R. Smith, et al., Phys. Rev. Lett. **84**, 4184 (2000)
- [2] I. V. Shadrivov, et al., Opt. Express, **14**, 9344 (2006)
- [3] M. Baraclough, et al., Phys. Rev. B **98**, 085146 (2018)

1: 日大理工・学部・電気 2: 日大理工・院 (前)・電気 3: 日大理工・教員・電気