

## マイクロストリップラインを用いた分割リング共振器の共鳴応答測定

### Electromagnetic Resonance Properties of Split-Ring Resonators Derived From $S_{21}$ Spectra of Microstrip Lines

○岩田博暉<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>

\*Hiroki Iwata<sup>1</sup>, Yuichi Hasegawa<sup>2</sup>, Kazuyuki Kuzumoto<sup>2</sup>, Ken-ichi Matsuda<sup>3</sup>

Abstract: In this study, we fabricated a device featuring a split-ring resonator positioned near a microstrip line, aiming to observe its resonant characteristics from the  $S_{21}$  spectra. As a result, we observed a valley structure indicating resonance frequencies of the split-ring resonator. By increasing the power of the electromagnetic waves used for measurement, we found that the resonance frequency shifted to a higher frequency region.

#### 1. 背景と目的

分割リング共振器 (SRR) は、電磁メタマテリアルの構成要素としてしばしば用いられる電磁波共振器である[1]. 非線形分割リング共振器 (VLSRR) は、共振周波数可変型の SRR の一種であり、共振器を構成する金属環の一部にバラクタダイオードを搭載したものである[2]. 近年では、VLSRR を基板上に多数配列したメタサーフェスデバイスの研究が精力的に行われている。機能再構成可能なメタサーフェスは、メタレンズやメタミラー、あるいはガス・化学薬品の検出用センサーとしての応用も期待されている[3].

本研究では、VLSRR を用いたメタサーフェスデバイスの実現を目指し、VLSRR の共振特性測定を測定することとした。特に、測定にはマイクロストリップラインを用いることとした[4]. また、同様の方法により、平面状に複数配列した VLSRR の間の電磁相互作用についても調べることにした。

#### 2. 実験方法

本研究では、同一基板上にマイクロストリップライン (長さ 165 mm, 幅 2.8 mm) と VLSRR を一つ作製した。VLSRR の位置は、マイクロストリップラインから 0.2 mm の間隔をあけて配置した。VLSRR は一辺が 15 mm, 線幅 2.8 mm で、四つ角はすべて 45 度にカットしたものを用意した。測定はマイクロストリップラインの両端に接続したベクトルネットワークアナライザを用いて  $S_{21}$  スペクトルの測定を行った。

#### 3. 結果と考察

図 1 に、マイクロストリップラインの両端における  $S_{21}$  スペクトルを示す。ただし、照射電磁波のパワーは -6 dBm から 6 dBm まで変化させた。各スペクトルの中には谷構造が 1 か所観測された。それは VLSRR の共振周波数を示すものと推測される。共振周波数は、測定時の電磁波パワーに依存し、大きなパワーを投入するほど 0.58 ~ 0.66 GHz の範囲で高周波側にシフトすることが明らかになった。このような振舞は、個別の VLSRR の電磁波反射特性をループアンテナによって測定した際のものに近い振舞いである。

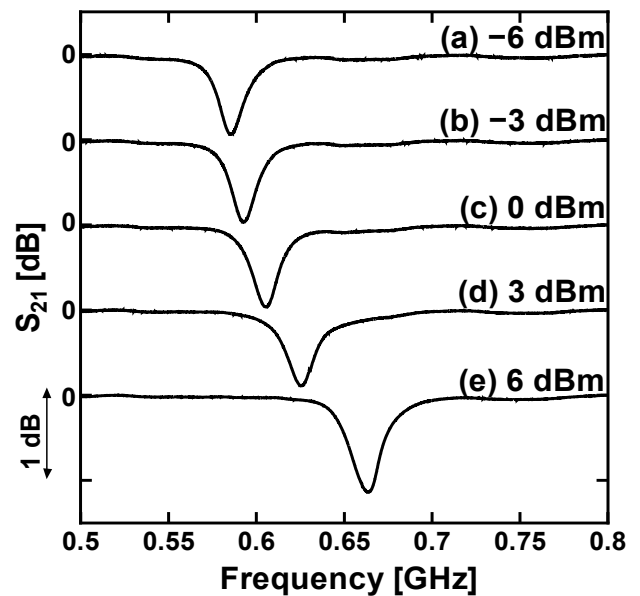


FIG. 1. Electromagnetic-wave transmission spectra ( $S_{21}$ ) in microstrip lines. Input power during measurement was (a) -6 dBm, (b) -3 dBm, (c) 0 dBm, (d) +3 dBm, and (e) +6 dBm, respectively.

#### 4. 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] C. L. Holloway, et al., IEEE Antennas Propag. Mag., **54**, 10 (2012)
- [4] D. M. Pozar, "Microwave Engineering", 4th Ed. pp. 147-153, John Wiley & Sons (2011)