

右手系/左手系複合ゼロ次共振器を用いた溶液センサーの開発

Development of a Composite Right/Left-Handed Zero-Order Resonator for Sensor Application

○浅野 晃弘¹, 中山 拓之¹, 中村 颯汰¹, 齋藤 駿典¹, 鈴木 薫², 胡桃 聡², 松田 健一²

A. Asano¹, H. Nakayama¹, S. Nakamura¹, S. Saito¹, K. Suzuki², S. Kurumi², K. -i. Matsuda²

Abstract : 右手系/左手系複合ゼロ次共振器は, マイクロ波を利用した小型デバイスの応用が期待されている. 本研究では溶液濃度センサーへの応用を目指してデバイスの設計および製作を行い, その周波数特性を検討した.

1. 研究背景と目的

現在, 様々な分野でマイクロ波センサーが注目されているが, 近年, 生化学的な物質・材料の物性評価用センサーとしても注目されている. 中でも, 右手系/左手系複合伝送線路(CRLH TL)を用いたゼロ次共振器構造は, デバイスのサイズを小型化できることや, 広い周波数帯域で感度良く測定ができると期待されることから, 特に注目されている. [1][2]

そこで本研究の目的は, CRLH TL を用いたゼロ次共振器を作製する事, またそれを用いてエタノール溶液の濃度変化に対する周波数特性を明らかにすることとした.

2. 実験方法

本研究で用いたゼロ次共振器デバイスを図1(a)に, またその等価回路を図1(b)に示す. デバイスはCRLH TLを構成する単位構造のみからなり, その中に容量可変ダイオード(Skyworks社, SMV1234-079LF)(図中のC_g)を挿入した. これにより測定時の入力電力に対する依存性が生じるため, 測定感度を得られる周波数帯が広がる. 測定には, ベクトルネットワークアナライザ(VNA)を用いてS₂₁の周波数特性を評価した.

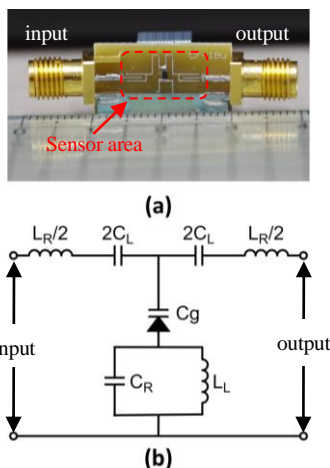


図1 : (a)作製した溶液濃度センサー(図中破線が Sensor area), および(b)その等価回路

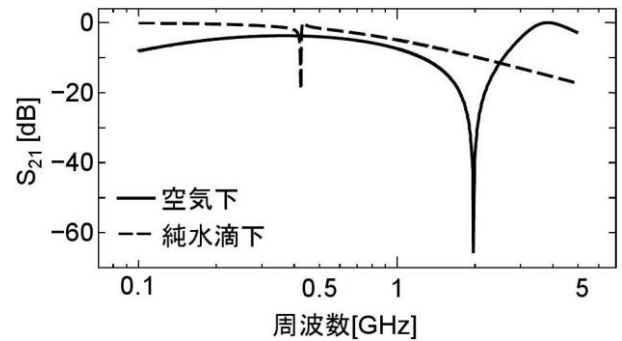


図2 : 空気下(実線), および純水滴下(点線)でのS₂₁スペクトルのシミュレーション結果

3. 実験結果

本研究で作製したCRLHゼロ次共振器デバイスに対するシミュレーション結果を図2に示す. 図中の実線は空気下でのS₂₁スペクトル, また点線は純水を滴下した場合のスペクトルである. 水の誘電率は, 標準状態で空気の70倍程度と仮定している. 明らかのように, 空気下ではおよそ2GHz付近に共振を示すバレー構造が観測されているのに対し, 純水を滴下した場合には, 共振周波数が0.4GHz付近まで大きく低周波側に移動していることがわかる. また, スペクトルの形状も変化しており, 空気下では共振点前後で対称的であるのに対して, 水の場合では反対称的であることが特徴である.

4. まとめ

今回, 右手系/左手系複合ゼロ次共振器の設計および製作を行い, そのS₂₁スペクトルについて検討を行った. エタノール水溶液の濃度依存性についても, 実験結果を報告する予定である.

参考文献

- [1] S. Abielmona, H. -V. Nguyen, and C. Caloz, Proc. 2006 Asia-Pacific Microw. Conf., 657-662 (2006)
- [2] S. Hocine, et al., Int. J. RF Microw. Comput. Aided Eng., **32**, 11 (2022)