

バラクタダイオードを用いたアクティブ CRLH 線路における S パラメータの段数依存性

Stage Number Dependence of S-parameters in Active CRLH Transmission Line with Varactor Diodes

EE24 瀬下 拓也
指導教員 水谷 浩

1. 緒言

CRLH 伝送線路とはメタマテリアル技術を回路で実現する技術として、近年注目を集めている^[1]。バラクタダイオードを用いた制御によって左手系領域(LH:Left Handed)を含む周波数特性が変動する事が確認されている^[2]。

本研究は漏れ波アンテナへの応用を目指して、バラクタダイオードを用いた CRLH 伝送線路での S パラメータの周波数特性の段数依存性について検討を行う事を目的とする。

2. 実験

図 1 に作製した試料を示す。

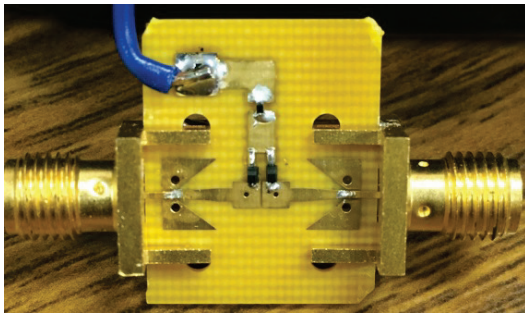


図 1. 作製した CRLH 回路(UnitCell)

本実験ではUnitCellを1段として段数を増加し、Sパラメータの測定を行った。また、各段数でバラクタダイオードに印加するバイアス電圧 V_{vd} を0Vから20Vまで5Vステップで変動し、静電容量の可変によるSパラメータの周波数特性の変動を確認した。表1に測定を行う段数及びバイアス電圧値を示す。

表 1. 測定した段数及びバイアス電圧

| 段数 | 1 段 | 3 段 | 5 段 | 10 段 | 20 段 |
|--------|-------------------|-----|-----|------|------|
| バイアス電圧 | 0V,5V,10V,15V,20V | | | | |

3. 結果

UnitCellについてSパラメータのバイアス依存性を測定し、分散特性を図2に示す。バラクタダイオードの静電容量を可変する事で左手系領域の周波数変動を確認した。図3はバイアス電圧0V時において、Transmission Loss(TL)(①式)の周波数特性の段数依存性を示した図である。LH領域では全ての段数が5.2GHzでTLが大きく増加し、RH(Right Handed)領域となる9.0GHz付近でもTLが大きく増加した。また、RH領域におけるTLの増え方は理論と一致する傾向となった。

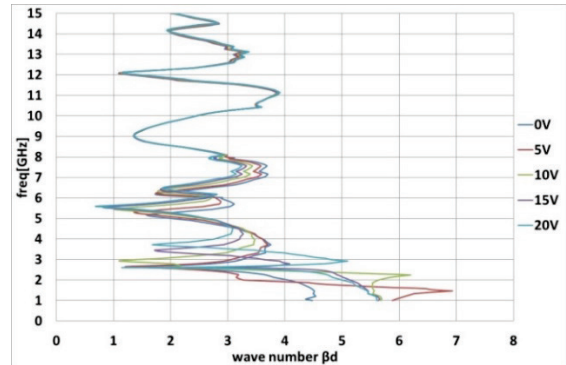


図 2. UnitCell における LH 領域の分散特性

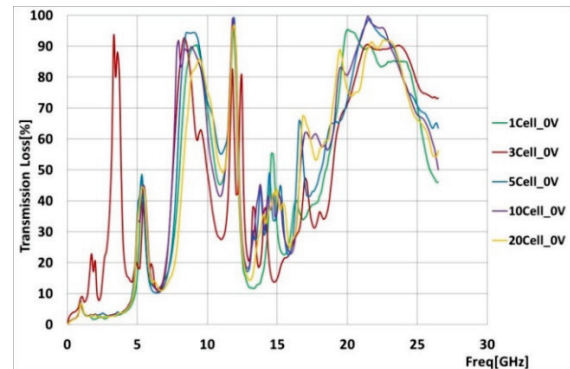


図 3. $V_{vd}=0[V]$ の TL

$$\text{Transmission Loss} = 1 - |S_{11}|^2 - |S_{21}|^2 \dots \textcircled{1}$$

4. 結論

LH 領域では 5.2GHz で全ての段数の TL が増大し、TL は同等の大きさとなった。9.0GHz 付近におけるRH領域では、段数増加に対するTLの増え方が理論と同様な傾向となる事が分かった。

5. 今後の発展

放射特性の測定を行い段数毎の放射特性変化の検討を行う。UnitCellの実測結果とシミュレーション回路の詳細なフィッティングを行う。

文献

- [1] C.Caloz and T.Itoh, "Metamaterials for High-Frequency Electronics" Proc. of the IEEE, vol.93, No.10, pp.1744-1750, (Oct.2005)
- [2] H. Mizutani, Naoya Watanabe, Ryo Ishikawa, and Kazuhiko Honjo, "Novel Frequency Tunable CRLH-TL for Reconfigurable Wireless Systems" Proc. of ICEAA 2014, pp.434-437, (Aug.2014)