

1. 緒言

はじめに CRLH(Composite right/left-handed) 線路とはメタマテリアル技術の一種である。メタマテリアルとは自然界には通常存在しない特異な性質の人工物(負の屈折率を持つ物)である。CRLH 線路とは、右手系/左手系複合線路といい、周波数によって右手系線路や左手系線路を変化させることができる性質を持っている。右手系媒質とは自然界に存在する一般的に正の特性を持つものであるが、左手系媒質は誘電率と透磁率が共に負となる媒質であり屈折率が負となる物である。下の図 1 の C_L の部分を本研究では FET を使用して製作した。

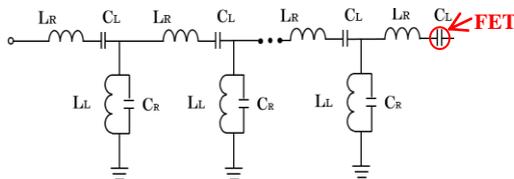


図 1. CRLH 線路の等価回路

図 2. は分散特性といい、右手系を RH 領域、左手系を LH 領域と示している。右手系領域と左手系領域の間には波動伝播が許されない禁制帯が存在している。

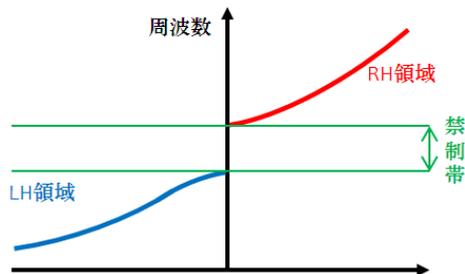


図 2. 分散特性

2. 研究内容

本研究では CRLH 線路を用いて、メタマテリアルを回路的に構成した。FET を 5 つ用いて 5 段アクティブ CRLH 線路を製作し、その回路の S パラメータを測定し、FET に印加したバイアス依存性について研究した。図 3 は、5 段アクティブ CRLH 線路をモデル化して表現した。図 4 は、5 段アクティブ CRLH 線路を製作するにあたり CAD を用いて設計したレイアウト図である。図 5 は、完成した 5 段アクティブ CRLH 線路の写真であり、基板は FR-4 を用いた。

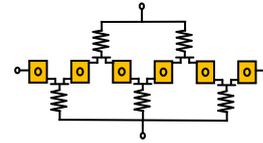


図 3. 5 段アクティブ CRLH 線路のモデル図

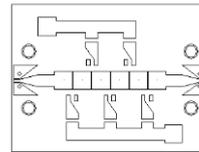


図 4. 5 段レイアウト図(CAD)

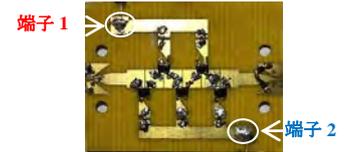


図 5. 試作した 5 段アクティブ CRLH 線路の写真

3. 結果

図 6 は 5 段アクティブ CRLH 線路の S パラメータのグラフである。縦軸を S_{11} , S_{21} 、横軸を周波数で表している。 S_{11} は反射特性、 S_{21} は透過特性である。図 6 は端子 1 と端子 2 ともに 0V と 1V の 2 種類のバイアスを印加した結果である。

結果から、5GHz において、CRLH(0V) と Not CRLH(1V) の S_{21} を比較した時 CRLH は約-15dB になったのに対して、Not CRLH は約-43dB にまで透過特性が低下したことが分かった。 S_{11} を比較したとき Not CRLH の方が 0dB に近づき全反射に近くなるということが分かった。

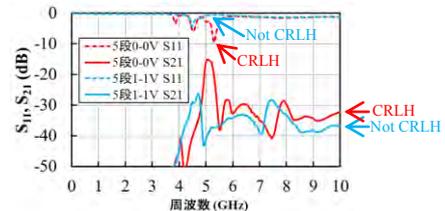


図 6. 5 段アクティブ CRLH 線路の S パラメータ

4. 結論

バイアスを切り変えると 5GHz では、透過と反射が切り変わるということが分かった。

5. 今後の発展

3 段、5 段、7 段、の段数依存性について検討する。

文献

- [1] H. Mizutani, K. Ota, R. Ishikawa, and K. Honjo, "Novel Active CRLH Transmission Lines Incorporating FETs," *Metamaterials' 2013*, PS-I-41, (Sep. 2013)
- [2] 林 承彬, "同軸線路を用いた CRLH 線路に関する研究," pp.1-5, 横浜国立大学 工学部 電子情報学科, (Feb. 2006)