

1. 緒言

現在、「メタマテリアル」という不思議な特性を持った物質が注目されている。メタマテリアルとは、光を含む電磁波に対して、自然界の物質には無い振る舞いをする人工物質のことである。「メタマテリアル」という語句自体は「人間の手で創生された物質」を示すものであるが、特に負の屈折率を持った物質を指して用いられることが一般的である。

右手/左手系複合(CRLH: Composite Right/Left Handed)線路とは、周波数により右手系線路の性質や左手系線路の性質を有する線路であり、直列の C と並列の L からなる単位セル構造を周期的に並べて構成されるものである。右手系媒質とは自然界に存在する一般的な特性を持つものであるが、それに対して左手系媒質とは誘電率と透磁率が共に負となる媒質である。さらに左手系媒質は屈折率が負となる特異な性質を持つことが知られている。応用例としては、レンズやアンテナ、光ファイバーなどに対するものが期待されている。

本研究ではアクティブ CRLH 線路を FET やバラクタダイオードを組み込んで構成し、アンテナとして用いる場合のバイアス依存性と段数依存性について研究を行った。

2. 研究内容

FET を用いた三段 CRLH 線路(図 1)の放射特性を測定した。さらに五段、七段 CRLH 線路も同様に製作し測定した。

次にバラクタダイオードを用いて三段 CRLH 線路を製作するにあたって回路基板を jw CAD を用いて設計製作した。さらに、FET の三段 CRLH 線路と容量を同じ値にするように使用するバラクタダイオードの値を決める必要があった。そこでは ADS という回路シミュレーションソフトを用いて設計した。使用した回路基板は FET で用いたものと同一である。本研究では上記四種類の回路の放射特性を測定し、回路に印加したバイアスによってどのように特性が変化するかを研究した。さらにどのようなことに応用できるかを考察した。



図 1 FET 三段 CRLH 線路

表 1 バイアス条件一覧

FET	①	②	③
State1	1 V	1 V	1 V
State2	1 V	0 V	1 V
State3	0 V	1 V	0 V
State4	0 V	0 V	0 V

3. 結果

本研究で測定した回路の結果の一例として FET の三段 CRLH 線路の方位角の放射特性を示す。図 2 に示すように四種類のバイアスを印加して測定した中で二つのグループに分かれることが分かった。グループの特徴としては 160 deg と 230 deg の点において放射の強さが変化していることが分かる。

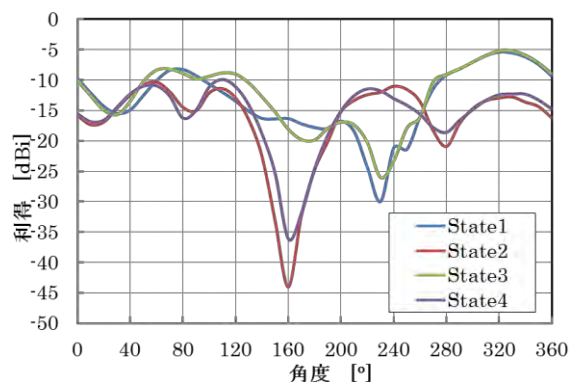


図 2 三段 FET における 5.7GHz の各電圧の方位角-放射特性

4. 結論

特定の周波数・角度において回路に印加するバイアスを変化させることにより放射のオン・オフの切り替えができることが分かった。

5. 今後の発展

CRLH を FET のみ、ダイオードのみ、FET とダイオード両方を用いた場合を三段、五段、七段で製作し特性を比較する。

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)