



<若手研究者紹介>

(2013年7月執筆)

研究項目 A01 計画研究ウ

同志社大学理工学部出口グループ 向野下 佳江

私は2012年4月に、学部4回生で同志社大学理工学部の超高周波工学研究室に配属され、辻 幹男教授、出口 博之教授の指導のもとで、現在も同大学大学院博士課程（前期課程）で任意形状左手系平面回路の研究を行っています。

右手/左手系複合伝送線路（CRLH-TL）を構成する際、伝送線路に直列のキャパシタ、並列にインダクタを挿入する線路構造が必要となります。前者は線路上にギャップを設けることで、後者は線路と分岐した短絡高インピーダンス線路を設けることで実現されるのが一般的です。しかし私の研究では、ビアを用いずに平面回路上に左手系線路を構成する方法として2つ方法を用いています。一つは地板に対して大きな対地容量を持った金属パッチを仮想グラウンドとみなしてインダクタに接続する方法。二つめは導体基盤付きコプレーナストリップ（Conductor-Backed Coplanar Strips : CB-CPS）にて構成する方法です。CB-CPSを用いる方法では、グラウンドへのビアに代わりに、電気壁に高インピーダンス線路を接続することで構成しています。電気壁に対して対称に回路を配置し、奇モード励振することで電気壁を取り払うCB-CPS構造を用いCRLH-TLを実現しています。また、平面回路上にビアを用いずに、任意形状のマイクロ波デバイスの最適化に利用されている遺伝的アルゴリズム（GA Genetic Algorithm）を用い、単位セルを周期的に配列させたときの位相定数を評価関数とした任意形状の左手系線路媒質を設計しています。従来手法では周期配列させた際に得られる特性は隣接したセル間の高次モードの結合の影響を考慮していなかったため、位相定数の評価関数に加え、周期配列させた際のセル間の高次モードの相互結合を考慮するために3セル縦続接続したときの透過特性を評価関数とした任意形状の左手系線路媒質を設計する手法で最適化を行っています。最適化を行う際はセル間の整合がとりやすい対称構造とするために単位セルの両端にギャップを設け、単位セルの中央に高インピーダンス線路の幅を固定しています。

評価周波数帯6.3-6.8GHzでサンプル周波数点数を6点とし、解析し実験を行いました。解析値は有限要素法による電磁界解析シミュレータHFSSによって計算

---

しています。おおよそ評価周波数帯域に左手系の通過域を生成することができ、解析値と実験値では多少ずれがあるが概ね傾向は一致し、任意形状単位セルで構成された右手/左手系複合伝送線路の有効性を確認することができました。

今後は、周期配列させるセル間の結合の影響について検討し、より広帯域、低損失な通過域をもつ左手系媒質の実現ができるように研究を行っていきます。

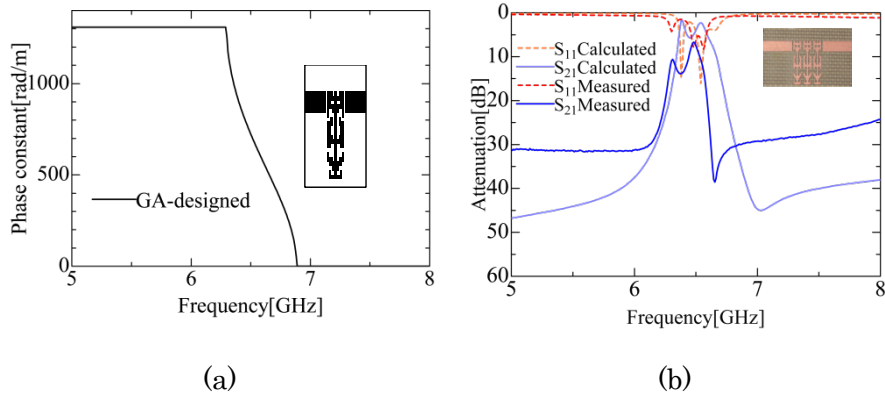


図1.仮想グラウンドによる (a) 位相定数 (b)伝送特性

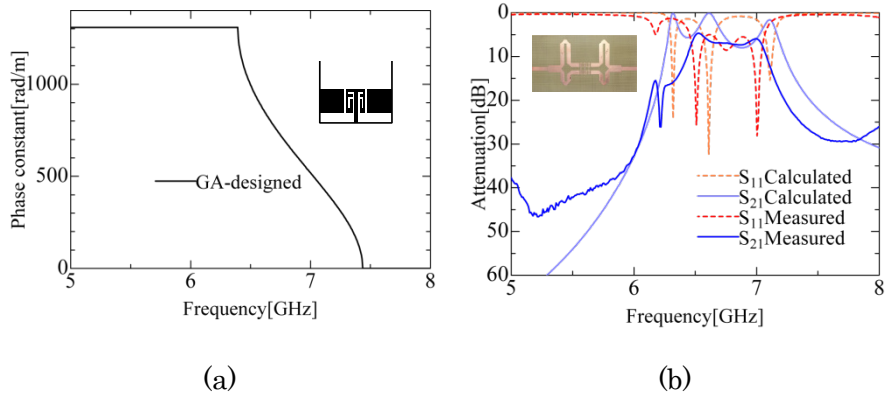


図2.電気壁による(a) 位相定数 (b)伝送特性