

2022年度 独創的研究助成費 実績報告書

令和5年 3月28日

報告者	学科名	情報通信工学科	職名	教授	氏名	大久保 賢祐
研究課題	折り返し導波路を用いた非相反右手/左手系複合線路の可変移相特性に関する研究					
研究組織	氏名	所属・職	専門分野	役割分担		
	代表 大久保 賢祐	情報通信工学科・教授	マイクロ波工学	研究全体を統括し遂行する。論文執筆、研究発表(国際会議、全国規模の学会)を行う。		
	分担者 円山 知浩	博士前期課程・システム工学専攻	マイクロ波工学	数値シミュレーション, 回路の試作測定実験, 研究発表(主に支部大会など)を行う。		
研究実績の概要	<p>2030年代の社会を支える通信インフラとして次世代の移動通信システム 6G/Beyond 5Gの実現に向けた動きが世界中で加速している。電磁波に信号(情報)を乗せたり、アレイアンテナのビーム方向を変化させたりするにはマイクロ波の“位相”を制御する。本研究はIoTであらゆるモノがつながる Society5.0を支える高性能ワイヤレス通信のためのハードウェアの基礎研究である。</p> <p>本研究では、最近我々が提案した、フェライト装荷折り返し導波管を用いた非相反右手/左手系複合導波管について、バイアス磁界によって遅れ位相から進み位相まで連続的に掃引できる可変移相特性を理論的・実験的に明らかにしている。すなわち、フェライトを装荷した折り返し導波管を用いて、順方向伝搬においてバランス型の右手/左手系複合(CRLH)線路として動作する非相反右手/左手系複合導波管(F-CRLH-WG)を提案し、その伝送特性の周波数依存性を理論的・実験的に明らかにしている。左手系(LH)モードから右手系(RH)モードへの遷移点を含む動作帯域はフェライト片に印加するバイアス磁界の大きさによって可変であり、掃引しても両モードの間にギャップ帯域が出現しない。したがって、周波数を固定してバイアス磁界を変化させることで、RHモードによる遅れ位相からLHモードによる進み位相まで連続的に掃引可能な可変移相器への応用が期待できる。本研究では試作回路の数値解析及び実験結果からバイアス磁界による可変移相特性を明らかにしている。</p> <p>本研究では我々の先行論文[先1]の図9に示される試作回路を取扱った。材料及び寸法は全て同一である。試作回路の散乱パラメータの周波数依存性を図1に示す。バイアス磁界の増加とともに S_{12} の曲線は高域に平行移動しており、$\angle S_{12}$ の変化は理論計算と良く一致している。</p>					

※ 次ページに続く

研究実績
の概要

図2に $f_{op} = 4.65\text{GHz}$ における S_{12} の $\mu_0 H_0$ 依存性を示す。 $|S_{12}|$ は $\mu_0 H_0 = 106.2\text{ mT}$ のとき最大値 -5.35 dB であり、それ以下の 2 dB の範囲において、 $\mu_0 H_0$ の変化($100.4\text{ mT} \sim 109.2\text{ mT}$) によって 81.0° の範囲で位相が掃引されていることがわかる。 $\mu_0 H_0 = 102.9\text{ mT}$ のとき F-CRLH-WG 部は同相で動作しているとして、このときの位相 -173° を基準(0°)とすると、可変位相範囲は RH モードによる遅れ位相 -18° から LH モードによる進み位相 63° までとなる。数値解析と比較すると ΔS_{12} の可変範囲が RH モードの領域で 9° (33%) 狭くなっているが、LHモードの領域ではほぼ一致している[1][2]。

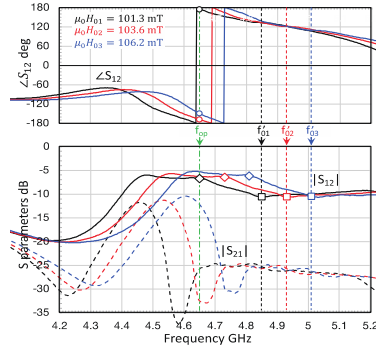


図1 散乱パラメータ(測定値) [1]より引用

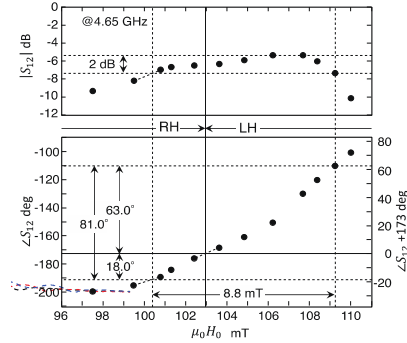


図2 S12の依存性(測定値) [1]より引用

また、F-CRLH-TLの単位セルがジャイレータとして動作することに着目して、伝送線路にジャイレータと直列容量を装荷した構造のG-CRLH-TLを提案し、非相反CRLH-TLとして動作することを国際会議で報告した[3]。

[先1]大久保賢祐, 鈴木琴音, 岸原充佳, “折り返し導波管を用いた非相反右手/左手系複合導波管,” 電子情報通信学会論文誌(C), vol. J105-C, no. 1, pp. 46-54, Jan. 2022

成果資料目録

- [1]大久保賢祐, 森隆詞, 岸原充佳, “折り返し導波管を用いた非相反右手/右手系複合導波管の可変移相特性について,” 電子情報通信学会論文誌(C), vol. J106-C, no. 1, pp. 62-63, January 2023. DOI: 10.14923/transelej.2022MWF0002
- [2]大久保賢祐, “[招待講演] フェライト装荷導波管による非相反右手/左手系複合メタマテリアル線路,” 電子情報通信学会技術研究報告 vol. 122, no. 183, pp. 62-67, September 2022.
- [3]K.Okubo, T.Maruyama, K.Sakaguchi, M.Kishihara, "A study on dispersion characteristics for a nonreciprocal CRLH-TL using gyrator and series capacitor," Proceedings of the 2022 Asia-Pacific Microwave Conference, WE1-F6-3, pp. 79-81, Nov. 2022. DOI: 10.23919/APMC55665.2022.10000059