

2020年度 独創的研究助成費 実績報告書

令和3年 3月29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	ジャイレータを用いた非可逆CRLH線路の試作検討					
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					
研究実績の概要	<p>本研究はあらゆるモノがインターネットでつながる IoT 時代を支えるワイヤレス通信の高性能化を実現するハードウェアの基礎研究である。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“位相”を変化させる。</p> <p>本研究では遅れ位相から進み位相まで連続的に位相を掃引することができる回路として、中波(MF)帯で動作するアクティブジャイレータを用いて、非相反右手/左手系複合伝送線路(非相反 CRLH-TL) 試作した。この回路では、LH モードから RH モードへ、順方向の波長無限大の波の伝搬だけでなく、逆方向の2単位セルの波長の波も介し滑らかに遷移することを示す分散特性を測定し、理論結果と比較した。</p> <p>近年、反平行に磁化されたフェライト装荷導波管(AP-FWG)を用いた非相反 CRLH-TL が提案された。これは、(1) 位相定数が異なるだけでなく、(2) 伝搬方向が順方向と逆方向で異なる伝搬特性を持つ非相反特性を示す。また、従来の CRLH-TL にはない特性を有している。すなわち、いわゆるバランス条件を必要とせず、(3) 正方向には波長無限大の波が伝搬するいわゆるガンマ点を常に有し、(4) 逆方向には有限の群速度を持つ2つの単位セルの波長を持つ波が伝搬する。AP-FWG 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、本研究室ではジャイレータと直列キャパシタで構成される新しいタイプの非相反 CRLH-TL (G-CRLH-TL) を提案している。本研究では、MF 帯で動作するアクティブジャイレータを用いて G-CRLH-TL を試作し、非相反な分散特性を測定している。</p>					

※ 次ページに続く

研究実績
の概要

図1に製作した回路を示す。ジャイレータの両側に直列容量 $C = 4.7 \text{ nF}$ を介して BNC 端子を取り付け、隣接する回路を RG-58A/U の同軸線で接続する。3つの単位セルを縦続接続し、中央のセルの入出力信号をオシロスコープで観測した。

図2は、入出力端子間の位相差の測定値を図示している。順方向入力の場合、 $f_0 = 1.55 \text{ MHz}$ で入出力信号は同位相であることがわかる。これがいわゆる「点」である。位相進みは $f_L = 300 \text{ kHz}$ で90度に達し、 f_L より低い周波数では信号が急激に減衰した。逆方向入力の場合、 f_0 では入力信号と出力信号が逆位相になっている。 f_0 より高い周波数帯では LH モードの位相進み、低い周波数帯では RH モードの位相遅りがそれぞれ観測された。 f_0 の測定値 1.55 MHz と 3.5 MHz 以上の直線部分の勾配 0.156 rad/MHz は、理論結果に比べて、それぞれ 1.75 MHz 低く、 1.98 倍であった。また、 $d = 8 \text{ m}$ と 4 m の場合、 f_0 と勾配の値はそれぞれ理論的な結果とよく一致した。今後この違いの原因を明らかにする必要があるが、トランジスタの遅延時間に関係していると考えられる。

本 G-CRLH-TL は直列容量 C によって遅れ位相から進み位相まで連続的に位相を掃引することができ可変移相器への応用が期待される。

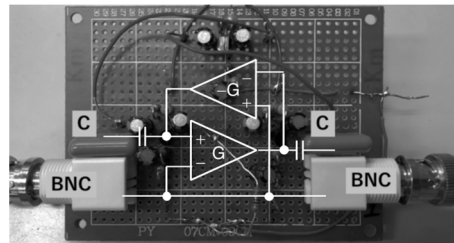


図1 試作回路

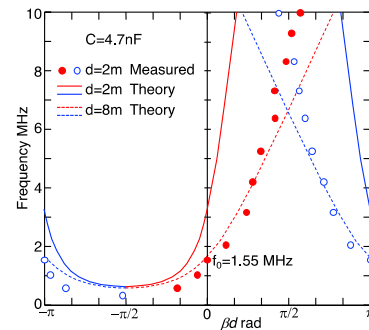


図2 分散曲線

成果資料目録

K.Okubo, Y. Inoue, M. Kishihara, "An experimental study on nonreciprocal CRLH-TL using active gyrator in MF band," Proc. of 2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology, WE4B-2, p. 68, Sep. 2020.