

右手／左手系複合線路を用いた CRLH 分布ミキサ

A CRLH Distributed Upconverter Using Composite Right/Left Handed Transmission Lines

川島宗也^{*1,2} 西川健二郎^{*2} 川崎繁男^{*3} 清田春信^{*1} 大村善治^{*1}

Munenari Kawashima Kenjiro Nishikawa Shigeo Kawasaki Harunobu Seita Yoshiharu Omura

^{*1} 京都大学 生存圏研究所^{*2} 日本電信電話株式会社 NTT 未来ねっと研究所

Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

NTT Network Innovation Laboratories, NTT Corporation

^{*3} 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

1. まえがき

誘電率と透磁率が共に正と負の両方の特性を兼ね備えた右手／左手系複合 (CRLH) 媒質の概念が報告され、様々な回路への応用が図られている[1]-[3]。しかしながら、CRLH の回路応用は受動回路・アンテナが中心で、明確な左手系の特性を示す能動回路の報告はほとんど無かった。

本報告では分布ミキサを構成する出力擬似伝送線路に CRLH 伝送線路 (CRLH-TL) を適用し、右手／左手系の特性を活用した分波機能を有するミキサについて報告する。

2. CRLH-TL を用いたミキサの設計手法および CRLH 分布ミキサ

図 1 に CRLH-TL の単位セルの回路図を示す。単位セルは直列接続した容量 $C1$ 、伝送線路 $TL1$ 、と並列で接地した容量 $C2$ 、伝送線路 $TL2$ から構成される。

図 2 に提案する CRLH-TL を用いた CRLH 分布ミキサの回路図を示す。図 2 に示すように 50 Ω で設計した CRLH-TL を出力擬似伝送線路の段間に接続することにより、それぞれ独立に設計した CRLH-TL と擬似伝送線路を不整合なく接続することが可能となる。また、左手系の周波数帯域では出力擬似伝送路で合成された信号は、位相が反転することにより、出力端子 1 (図 2 中 RFout1) ではなく出力端子 2 (RFout2) に出力されることが可能となる。従って、upper side band (USB) を右手系周波数帯域に、lower side band (LSB) を左手系に設定することにより、それぞれ異なる端子に出力することが可能となる。

図 3 に試作した CRLH 分布ミキサの入出力依存性を示す。図 3(a) は出力端子 1、(b) は出力端子 2 における測定結果である。CRLH-TL の左手／右手系周波数帯は 21/27GHz に設定した。出力端子 1 では、図 3(a) より右手系周波数の USB (図 3(a) 中○) が LSB (図 3(a) 中●) より 11dB 高いレベルで出力された。一方出力端子 2 では、図 3(b) より左手系周波数の LSB (図 3(b) 中●) が USB (図 3(b) 中○) より 11dB 高いレベルで出力された。以上より、出力端子 1 では右手系、出力端子 2 では右手系と、CRLH-TL の周波数特性を活用した分波を実現し、提案技術により CRLH 分布ミキサを実現することを確認した。

3. むすび

CRLH 分布ミキサおよびその設計手法を提案し、MMIC 化を図った。右手／左手系の周波数をそれぞれ USB/LSB に設定することにより、異なる端子に分波可能な CRLH 分布ミキサを実現することを確認した。これにより、本提案技術は、左手系の周波数特性を活用した新たな能動回路設計手法であることを確認した。

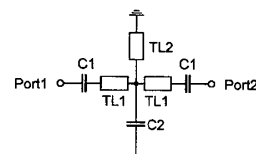


図 1. CRLH-TL (単位セル) の回路図

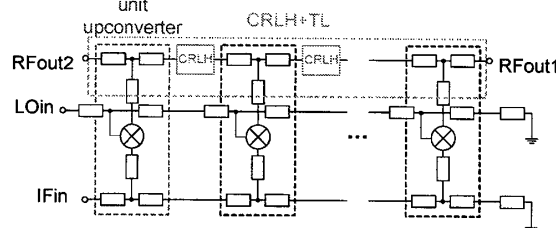


図 2. CRLH 分布ミキサの回路図

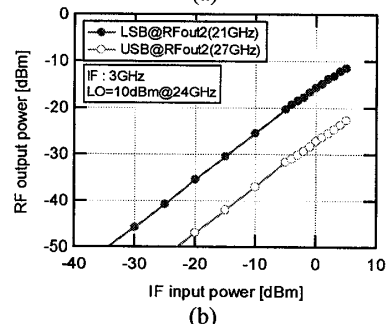
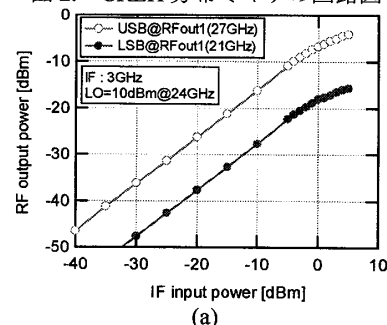


図 3. CRLH 分布ミキサの入出力依存性; (a)出力端子 1 (RFout1)、(b)出力端子 2 (RFout2)

[謝辞]本検討を進めるにあたりご指導頂いた NTT 未来ねっと研究所岡田部長、上原リーダ、豊田主任員、関主任員に深謝いたします。

参照文献: [1] C. Caloz and T. Itoh, Electromagnetic Metamaterials, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2006.

[2] 伊藤, MWE2007 Digest, pp.465-469, Nov. 2007.

[3] 真田, MWE2007 Digest, pp.471-478, Nov. 2007.