

# 非相反メタマテリアル線路における構造の非対称性の電子制御 Electronic Control of Structural Asymmetry in Nonreciprocal Metamaterial Transmission Lines

上田 哲也<sup>†</sup>  
Tetsuya UEDA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 京都工芸繊維大学 電気電子工学系

## 概要

マイクロ波回路において、順方向伝搬と逆方向伝搬との間で透過係数に違いが現れる非相反現象は一般に、時間反転対称性の破れと空間反転対称性の破れとの組み合わせにより発現する。磁性体であるフェライトを用いた非相反メタマテリアル線路においては、時間反転対称性の破れのためにフェライトが用いられ、非相反性を動的に変化・操作する方法として外部印加直流磁界の操作がよく用いられる。しかしながら、このような磁性体を用いた回路においては、動作周波数に比例して印加磁界を大きくする必要があり、取り扱う信号の高周波化に伴って、印加直流磁界を高速に操作することはより困難となる。さらに、このような印加直流磁界操作は、伝搬モードの実効透磁率の値に変化をもたらすため、最適な動作周波数も変動してしまう場合が多い。本講演では、順方向伝搬が正屈折率で、逆方向が負屈折率を示す非相反移相右手/左手系複合（CRLH）メタマテリアル線路において、反平行に伝搬する2つの異なる伝搬モードの分散曲線がバンドギャップをつくることなく交差して交点（Dirac 点）を形成する場合を紹介する。この Dirac 点では、線路上に分布する波数ベクトル、つまり電磁界の空間位相分布の勾配が信号の伝搬方向に関係なく同一となるので、動作点が速波（放射）領域でかつ開放系線路から漏れ波放射する場合には、線路に沿って伝搬する信号の向きに関係なく、位相勾配に相当する同一の方向に信号の一部が漏れ波放射し、単峰性のビームを形成する。この非相反メタマテリアル線路に対して、印加直流磁界を一定に保つことにより、Dirac 点の周波数を固定したまま、非相反移相特性を連続的に変化させるために、空間反転対称性の破れである「構造の非対称性」を動的に変化させることにより、Dirac 点の非相反移相特性を動的に連続的に変化させることを検討している。具体的には、CRLH 線路を構成する単位セルのうち、中央線路の両側に挿入された誘導性スタブに対して、可変容量素子であるバラクタダイオードを挿入し、印加電圧の組み合わせを制御することにより、固定周波数で非相反移相特性を動的に変化できることを示す。

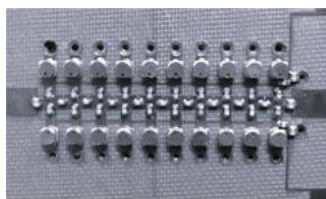


図1 電圧制御非相反メタマテリアル線路の回路構造

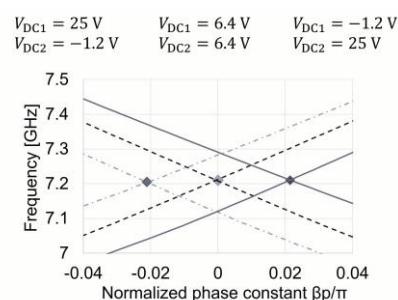


図2 測定結果

## Abstract

In this talk, nonreciprocal metamaterial transmission lines including ferrite materials are reviewed. The proposed structure is a perpendicularly magnetized ferrite microstrip line-based composite right/left-handed (CRLH) line possessing a Dirac point at which two different dispersion curves for two anti-parallel propagation directions intersect without bandgaps with electrically controlled wavevector at a fixed frequency. By changing the applied bias voltages along the varactor diodes inserted in each inductive stub, the magnitude and direction of the wavevector of the field profiles along the CRLH line can be varied continuously.