

申請者	学科名	情報通信工学科	職名	教授	氏名	大久保 賢祐
調査研究課題	左手系フェライト導波管を用いたマイクロ波非可逆回路素子に関する研究					
調査研究組織	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	安達太一 八杉 奨	博士前期課程・システム工学専攻 博士前期課程・システム工学専攻	マイクロ波工学 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（支部連合大会，など）を行う。	
調査研究実績の概要	<p>最近ハーフモード型左手系フェライト導波管(HM-LHFWG)が提案されその非可逆伝搬特性が明らかにされている。本研究では数値解析によって非可逆放射特性を明らかにしている。</p> <p>HM-LHFWGの構造を図1に示す。高さ h，幅 w の導波管を中央で切断した幅 $w/2$ のハーフモード導波管に入出力 MSL を接続し、フェライト基板を周期的に装荷している。入出力 MSLの接地面は HM-LHFWG の下部導体と、ストリップ導体は上部導体の磁気壁側に接続されている。伝搬方向は y，電界の方向は z である。幅 w_f，長さ l_f，高さ h のフェライト基板は電気壁に接触させ、磁気壁（導波管の片側の導体を除去して構成した開放面）との間には空隙 g_f を設け、バイアス磁界 H_0 を $+z$ 方向に印加する。</p> <p>図2に示す分散曲線は非対称であり：(1) $v_g = \partial\omega/\partial\beta > 0$ の区間（曲線1：赤色の実線）は $+y$ 方向への伝搬，すなわち端子1からの入力：(2) $v_g = \partial\omega/\partial\beta < 0$ の区間（曲線2：青色の破線）は端子2からの入力に対応している。</p> <p>曲線2は f_0 で縦軸 ($\beta_1=0$) を横切っており，ここではバランス条件を満足したCRLH-TLと同様に全ての単位セルが同位相で動作し，エネルギー伝搬を伴った ($v_g \neq 0$) LHモードからRHモードへの連続的な遷移が起こる。また漏えい波領域 ($\beta < k_0$) では放射が起こると考えられる。</p> <p>一方，曲線1は f_π で $\beta_1=\pi$ を横切っており，ここでは隣接する単位セルは逆位相で動作し，RHモードからLHモードへの連続的な遷移が起こると考えられる。</p>					

図3に x - y 面上の放射特性を示す。端子2から入力した場合：LHモード伝搬の f_L では 35° (後方)、遷移周波数 f_0 では -2° (垂直)、RHモード伝搬の f_R では -35° (前方)に放射していることがわかる。端子1から入力した場合：分散曲線1は漏えい波領域外であるため放射は起こらない。 f_L , f_0 , f_R にはそれぞれ振幅が15~20dB程度小さくほぼ同方向 (33°)の曲線がみられるが、これは入出力MSLおよびHM-LHFWGとの接続部からの影響によるものと考えられる。

受信動作を想定し、 f_L , f_0 , f_R においてそれぞれ -35° , 垂直方向, 35° 方向からTE波を到来させた場合、端子2よりも端子1にそれぞれ54dB, 46dB, 39dB大きく出力された。

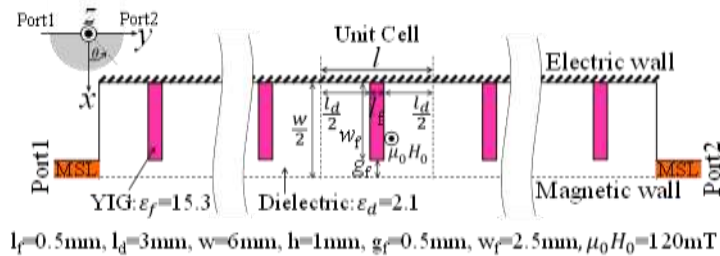


図1 問題の構成

調査研究実績
の概要

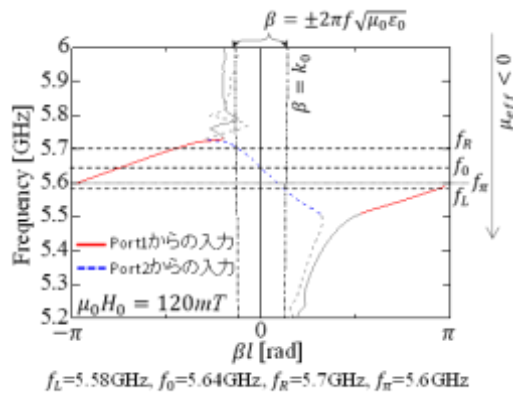


図2 分散曲線

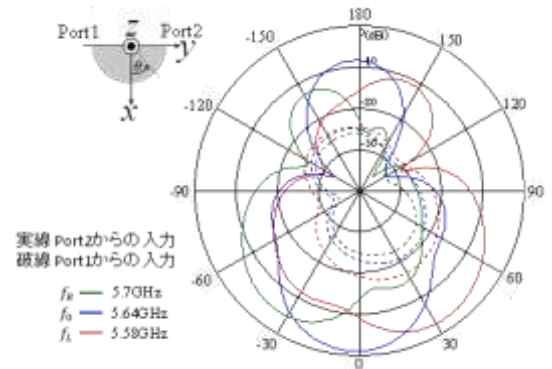


図3 非可逆放射特性

以上に示したように、本研究ではHM-LHFWGについて数値解析を行い、端子2からの入力に対してのみ漏えい波の放射が起こり、受信波は端子1に出力される、非可逆放射特性を明らかにした。

成果資料目録

- [1]S. Yasugi, K. Okubo, et al., "An experimental study on half-mode type LH ferrite waveguide," Proc. of 2016 Thalland-Japan MicroWave, FR3-04, 2016.
- [2]八杉, 大久保 他, "ハーフモード型左手系フェライト導波管の放射特性に関する一考察", 平成28年度電気・情報関連学会中国支部連合大会, R16-10-06, Oct. 2016. 【平成28年度 電子情報通信学会中国支部連合大会奨励賞】受賞。