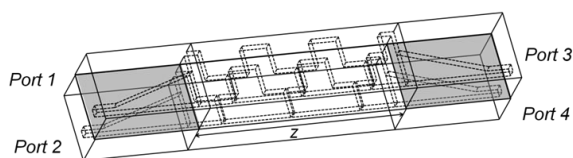
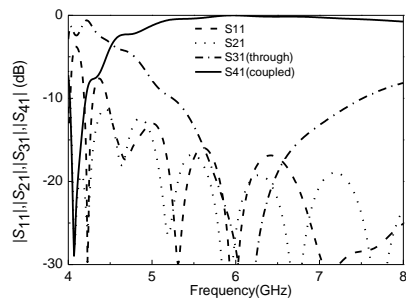


申請者	学科名	情報通信工学科	職名	准教授	氏名	岸原 充佳 印
調査研究課題	右手/左手系導波管の新しい構成法とそのマイクロ波電力応用に関する研究					
交付決定額	25万円					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	岸原 充佳	情報通信・准教授	マイクロ波工学	研究の実施と総括	
	分担者	竹本周平 山島芸 水谷夕貴 難波侑矢	岡山県立大学大学院 情報系工学研究科 博士前期課程2年 同博士前期課程2年 同博士前期課程1年 同博士前期課程1年	電子情報通信工学 電子情報通信工学 システム工学 システム工学	試作・実験, 成果発表 試作・実験, 成果発表 設計・実験, 成果発表 数値計算, 成果発表	
調査研究実績の概要	<p>金属導波管は、遮断周波数以下の状態にあるTEモードが負の誘電率を示すことから、直列容量などを挿入することによって実効的な負の透磁率を発現させることで左手系伝搬を実現できる。導波管は耐電力性に優れるが、その反面として大きくて重いものである。左手系導波管を採用すればコンポーネントの小型化が期待できる。本課題において、この形態の左手系導波管を導波路として用いて電力伝送用途を視野に入れた結合器を設計した。</p> <p>まず、折り返し導波管とリッジ導波管スタブで構成された左手系導波管を用いて電力結合量100%の0dB方向性結合器を設計した。1周期の左手系導波管を偶・奇モード共にバランスするように各寸法を調節して位相定数を導出し、必要な結合長を決定した。図1は、設計した左手系導波管による0dB方向性結合器の全体図である。図2に周波数特性を示しているが、結合S_{41}が広範囲で0dBを示しておりことが確認できる。</p>					
						
	図1 左手系導波管による0dB方向性結合器			図2 結合器(図1)の周波数特性		

調査研究実績
の概要

本構造は、折り返し導波管のみで構成した場合に比べて39%と小型となる事を明らかにした。さらに、アルミ材料で本方向性結合器の試作を行い、実験による設計結果の妥当性を確認した。

また、研究の過程において、比較のために右手系の電力伝送用0dBおよび3dB方向性結合器をトラフガイドで設計した。金属棒のみで構成されるトラフ導波路は、構造が簡単のため、開放型マイクロ波電力伝送路に適していると考えている。設計は、結合トラフ導波路の偶奇モード位相定数を導出し、結合電力を計算することで行った。偶奇モード位相定数は、E面平面回路法に横共振法を組み合わせる方法で解析することができる。これは、管軸方向に1/2波長の“cavity”(=E面平面回路の高さ)を仮定し、トラフ導波路をフィンで区切られた方形回路として扱い、平面回路の共振条件を解くことで可能になる。結合電力は、各ガイドを伝搬する偶奇モードの重ね合わせによる解析から計算した。3dB方向性結合器は、結合電力50%の結合器であるが、幅の異なる非対称トラフガイドを利用することで、平坦な周波数特性を実現した。なお、本トラフガイドの解析方法については、分担者難波侑矢により学会発表(HISS)を行い、最優秀研究賞を受賞した。

上記に対して、遮断周波数以下の状態にあるTMモードが負の透磁率を示すことから、並列インダクタンスなどを挿入することによって実効的な負の誘電率を発現させることで左手系伝搬を実現できる。このことに基づき、方形導波管の TM_{11} モードを利用して左手系導波管を設計した。方形導波管の最低次モードとして TE_{10} モードが存在するが、方形導波管の端面を同軸で励振すれば、界分布が軸対称となるため TE_{10} モードを抑圧でき、 TM_{11} モードが最低次となる。

本研究では、図3に示すように、2枚の誘導性短絡トリプレートスタブで並列にインダクタンス成分を装荷する構造を採用し、寸法調整を加えることで左手系モードを示す分散特性を得た。図4は、方形導波管(TM_{11} 遮断周波数:18GHz)を仮定し、寸法 a_2 、 b_2 、 h および構造の周期 p を調整することで得た分散特性を示している。本構造ではバンドギャップが存在するが、位相(βp)を見ると、12.4-17.6GHzで左手系モード、21.8GHz以上で右手系モードとなる分散特性が得られていることが分かる。 TM_{11} モードはTEMモードと類似しており、二導体線路系との高い親和性や組込み性を有しているものと思われる。このような構造を利用して、上記の遮断TEモード導波管のように0dB方向性結合器などを設計することも可能と考える。

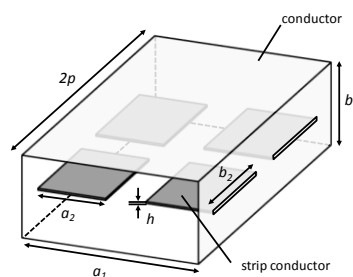


図3 TMモード左手系方形導波路の構造

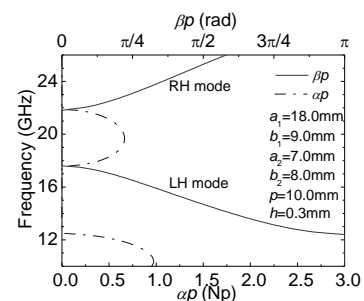


図4 分散特性

成果資料目録

1. 竹本, 岸原, 他, “折り返し左手系導波管を用いた方向性結合器の設計,” 電子情報通信学会技術報告, MW2013-45, pp, 79-83, June 2013.
2. 難波, 岸原, 他, “E面平面回路法に基づく結合トラフガイドの位相定数の解析,” 第15回 IEEE広島学生シンポジウム, Nov. 2013.
3. 水谷, 岸原, 他, “遮断TMモードを利用した左手系方形導波路の構成,” 2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-2-81, p.106, Sept. 2013.
4. 水谷, 岸原, 他, “遮断TE・TMモードを利用した左手系方形導波路の構成,” 2014年電子情報通信学会総合大会, C-2-67, p. 97, March 2014.