

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	導波管型方向性結合器を用いたマイクロ波電力伝送実験に関する研究					
交付決定額	34万円					
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	水谷夕貴	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	システム工学	数値計算, 成果発表	
		難波侑矢	同博士前期課程2年	システム工学	設計・実験, 成果発表	
調査研究実績の概要	<p>近年, レクテナや“磁界共鳴”型 WPT システム, RFIC タグなど, 無線電力伝送に関する多くのシステムが研究開発されている。これらのシステムはマイクロ波の形で, 無線電力伝送を可能としている。このようなシステムの一例として, 自動車のバッテリーへ給電することを目的としたシステムが挙げられるが, これについては現在, 非接触給電を目的とした数十 MHz 帯の電波による研究開発が盛んに行われている。対して, 数 GHz 帯のマイクロ波は, 宇宙太陽発電衛星からの送電やマイクロマシンへの給電などが応用ターゲットとなっている。また, 使用用途を考慮すると大電力にも耐え得る装置構造が望まれている。</p> <p>本研究は, 簡易な金属枠のみで構成される導波管やトラフガイドに着目したマイクロ波電力伝送デバイスの有効性を検討することを目的として, 可動部を持つ方向性結合器の試作を行い, 実験のデモンストレーション可能なデバイスを組み上げた。この構造は, 数GHzの動作周波数を用いた近距離の非接触電力伝送に適し, 大電力にも耐え得るものである。</p> <p>具体的には, 図1の概念図で示されるような構造で, マイクロ波電力伝送を可能にするデバイスのデモンストレーション用実機の製作を試みた。左上から右方向に一本の導波路が設置されていて, マイクロ波を伝搬させる。</p>					

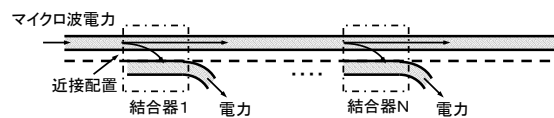


図1 結合器を用いたマイクロ波電力伝送

調査研究実績
の概要

そこに横方向へスライド可能な結合器を近接配置することで、マイクロ波の全部または一部を取り出せる構造となっている。マイクロ波を伝搬させる導波路として、金属棒のみで構成されるトラフガイドを用いることとした。特にトラフガイドは断面形状が“E”と似た片側開放の金属導波路構造で結合器の構成にも適している。これに対向させるように反対向きのトラフガイドを近接配置することで結合器が実現する。

図2(a)に結合トラフ導波路の断面図を示す。トラフ導波路は、ストリップ線路のストリップ導体の管軸対称面を短絡した構造で、ストリップ線路の高次モード(TE_{10})の伝搬線路と考えられる。これを、対称配置して構成したものが結合トラフ導波路であり、結合線路の偶奇モード位相定数が異なればフォワードカップラを構成できる。設計周波数は5.8GHzを選び、各寸法はトラフガイドモードが伝搬するよう $a_1=4.9\text{mm}$, $a_2=5.9\text{mm}$, $b=32\text{mm}$, $g=15\text{mm}$, $t=1.0\text{mm}$ とした。このとき位相定数の解析結果から、結合間隔 $l_c=2.0\text{mm}$ で結合量0dBとなる結合長は $z=69\text{mm}$ と決定できる。入出力ポートには曲率半径 $R=80\text{mm}$ のベンドを付加することとした。ベンドを付加すると、全体構造は図2(b)のようになる。励振は方形同軸線路を介してSMA端子を接続する構造を採用し、インピーダンスを整合するためにテーパを付加した構造を検討した。このときのカップラ全体のSパラメータの周波数特性を計算したところ、中心周波数5.8GHz付近で $S_{41}=0\text{dB}$ の結合量を得ると共に、反射(S_{11})と分離(S_{21})、通過(S_{31})はいずれも5.8GHzで -20dB 以下を実現した。

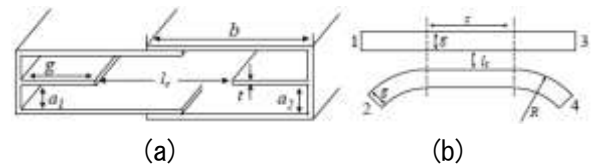


図2 結合器トラフガイド(a)と全体構造(b)

上記トラフガイドカップラを試作した。図3に試作回路を示す。試作は厚さ1.0mmのアルミニウム板を加工し組み合わせる方法で行った。測定にはAgilentのネットワークアナライザE5071Bを用いた。図4に測定結果を示す。5.8GHz付近で -6.6dB 程度の結合量を得ている。結合量の低下は見られるが、平坦な周波数特性が得られていることがわかる。結合量の低下の主な原因として、SMA端子とトラフ導波路間の変換部損失、トラフ導波路の給電線路 - 受電線路間の放射損などが考えられる。試作回路は、受電線路を給電線路へはめ込んだ状態でスライド可能な構造であり、この状態で①から入力されたマイクロ波電力が結合ポート④へ取り出し可能であることが確認できた。



図3 試作回路

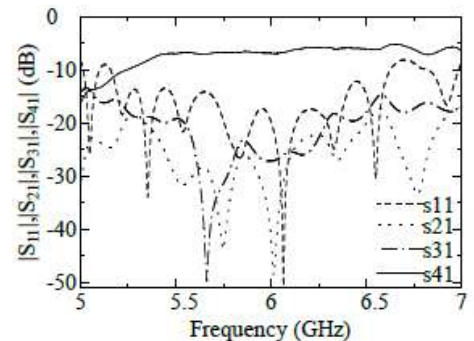


図4 測定結果

成果資料目録

1. 難波, 岸原, 他, “トラフ導波路を用いた5.8GHz0dB帯フォワードカップラの設計と試作実験,” 平成26年電気関係学会関西連合大会, G7-9, Nov. 2014.
2. Y. Namba, M. Kishihara, I. Ohta, K. Okubo, and H. Takimoto, “analysis of Coupled-Trough-Waveguide Based on E-plane Planar Circuit Approach,” 2014 Asia-Pacific Microwave Conference, TH1G-36, pp. 834-836, Nov. 2014.