

広帯域マルチブランチラインカプラーの設計

Design of Wideband Multi-Branch Line Couplers

吉田 裕一郎[†]

馬 哲旺[†]

大平 昌敬[†]

三澤 亮太[†]

Yuichiro Yoshida[†]

Zhewang Ma[†]

Masataka Ohira[†]

Ryota Misawa[†]

[†] 埼玉大学大学院理工学研究科

[†] Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

1. はじめに

ブランチラインカプラーは電力分配機能を有する素子として、マイクロ波回路やアンテナ給電回路で広く使われている[1][2]。近年の各種無線通信システムの急速な発展と需要に伴い、ブランチラインカプラーの広帯域化が強く求められている。本研究では、マルチブランチラインカプラーに対し、回路解析を行い、設計公式を導出する。さらに最適化プログラムを開発し、ブランチラインカプラーの回路パラメータを算出する。最後にマイクロストリップブランチラインカプラーの設計例と実測値を用いて、開発した設計手法と帯域幅の改善を検証する。

2. 提案したブランチラインカプラーの設計手法

図1(a)は従来の2-ブランチラインカプラー、(b)は4-ブランチラインカプラーを示す。これらの回路は対称構造であるため、偶・奇モード方法による解析ができる[1]。偶モードと奇モード等価回路に対し、透過係数及び反射係数をそれぞれ導出し、整合条件を適用することより、各線路の特性インピーダンスを算出するための条件式を得た。また、適切な目標関数を定義し、最適化アルゴリズムと計算プログラムを開発して、ブランチラインカプラーの各線路の特性インピーダンスを決定する。

3. 設計例と特性評価

中心周波数 2.0 GHz で 2-, 3-, 及び 4-ブランチラインカプラーを設計した。また、電磁界シミュレータと比較誘電率 2.6、厚さ 1.0mm の基板を用いて、3-及び 4-ブランチラインカプラーを設計・試作し、その特性を測定した。図2(a)に設計したマイクロストリップ4-ブランチラインカプラーの構造と寸法、図2(b)にその試作品の写真を示す。図3(a)に試作した4-ブランチラインカプラーの結合特性、図3(b)に反射とアイソレーション特性を示す。2つの出力ポートに分配された電力の差が 1 dB 以内の帯域幅を BW_C とし、56%の帯域幅を実現した。また、反射損失とアイソレーションが 20 dB 以上の帯域幅を $BW_{R,I}$ とし、約 58%の設計値を得た。実測した反射損失とアイソレーションが約 15 dB 以上となった。

表1に従来の2-ブランチラインカプラーと今回設計した3-及び4-ブランチラインカプラーの設計結果の比較を示す。従来の構造と比較して BW_C は約 2 倍、 $BW_{R,I}$ は約 5 倍の帯域幅を持つ構造を設計できた。

4. まとめ

マルチブランチラインカプラーに対し、設計例と実測値を用いて、開発した設計手法と帯域幅の改善の有効性を実証した。

参考文献

- [1] D. M. Pozar, Microwave Engineering, 2nd Ed., John Wiley and Sons., 2013.
- [2] M. Muraguchi, T. Yukitate, and Y. Naito, IEEE Trans. Microw. Theory Techn., vol. 31, no. 8, pp. 674-678, Aug. 1983.

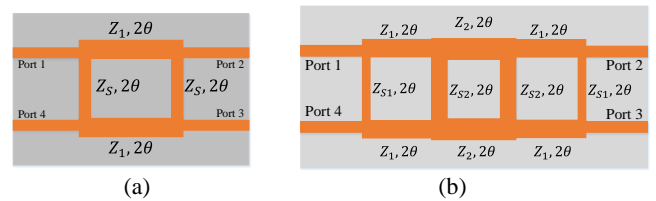
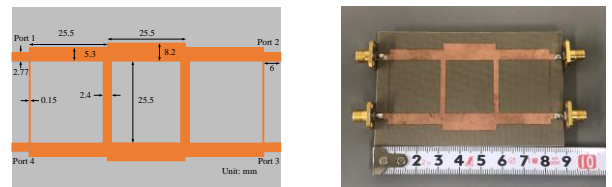
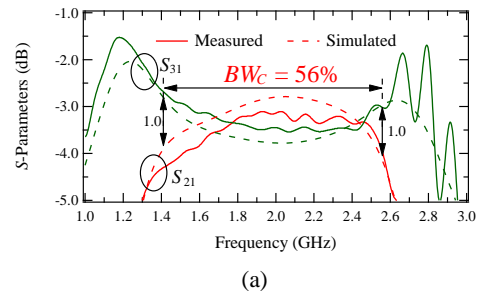


図1 (a) 2-ブランチラインカプラー (b) 4-ブランチラインカプラー

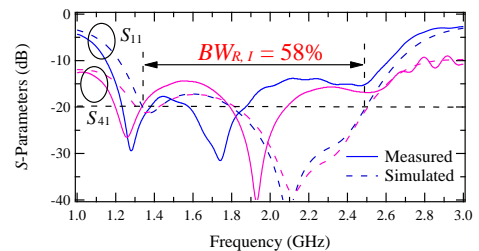


(a) (b)

図2 設計したマイクロストリップ4-ブランチラインカプラーの(a)構造と寸法、(b)試作品の写真



(a)



(b)

図3 試作したマイクロストリップ4-ブランチラインカプラーの(a)結合特性、(b)反射とアイソレーション特性

表1 マルチブランチラインカプラーの特性比較

Coupler	BW_C (%)	$BW_{R,I}$ (%)
2-branch	25	11
3-branch	45	34
4-branch	56	58