

C-2-82

二重隅切直角曲がりの平面回路モデルと等価回路による解析と設計指針

Analysis and design guideline of double-mitered right-angle bend based on planar circuit model and equivalent network

秋本 泰宏 平岡 隆晴 許 瑞邦
Yasuhiro Akimoto Takaharu Hiraoka Jui-pang HSU
神奈川大学工学部電気電子情報工学科

Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, KANAGAWA University

1. はじめに 図1(a)に示すストリップ線二重隅切直角曲がりは、図1(b)に示すフォスタ型等価回路を用いて計算できる。その計算より周波数特性や電圧分布を求め、二つの接合部の影響や入力ポートの反射がないメカニズムについて研究した。解析にあたり、図1(a)の W は、 W_0 とし等幅と仮定する。

2. 二重隅切直角曲がり回路 3つの平面導波路と2つの平面接合部より構成されている。図1(b)のフォスタ型等価回路の場合、平面導波路を多線条伝送線路で平面接合部をフォスタ型等価回路とする^[1]。図1(c)の基本モード(T型)等価回路は、平面導波路を伝送線路で平面接合部をLCの集中定数とする。

3. 周波数特性 フォスタ型等価回路(a)と比較のために基本モード等価回路(b)により計算された周波数特性は、図2に示す。図2に示す $L=5.0[\text{mm}]$ の場合、基本モード近似の結果は、フォスタ型等価回路と一致していることが分かった。しかし、 $L=1.0[\text{mm}]$ の場合は、二つの結果に大きくずれが出てくる。理由は、基本モードの近似が高次モードを無視するからであり、影響は長さを短くした時に大きくなる。

4. 動作解析 図2より周波数によって完全に透過している点があることがわかる。この結果は、図3に示す接合部[1]の反射 R_1 と接合部[2]の反射 R_2 の干渉の打ち消しで説明できる。完全な透過である $7.53[\text{GHz}]$ を例に R_1 と R_2 の反射を図4で座標で示し、反射の合計を含んだ数値を表2に示す。 $R_2(a)$ は高次モードも考慮にいれた反射で、 R_1 が $R_2(a)$ によって相殺していることがわかる。反射がないのは、振幅が同じであり、位相が180度違うからである。 $R_2(b)$ は、図1(c)による基本モード等価回路の近似の式(1)によって計算される。結果より、 $N=1$ と $N=\infty$ はほとんど等しく、 $R_2(a)$ と $R_2(b)$ はほぼ同じであることが分かる。 R_1 と R_2 の位相差は、式(2)より見積もることができ、必要な中心周波数のためのストリップ線の長さで測定することが可能となる。

5. 結び 二重隅切直角曲がり回路をフォスタ型等価回路を用いて周波数特性の計算と動作解析を行った。2つの接合部による反射の打ち消しが適切に働くのを示した。

参考文献 [1] 浜谷、伊賀、平岡、許「ストリップ線45度曲がりの解析と応用」2003年電子情報通信学会マイクロ波研究会MW2003-146

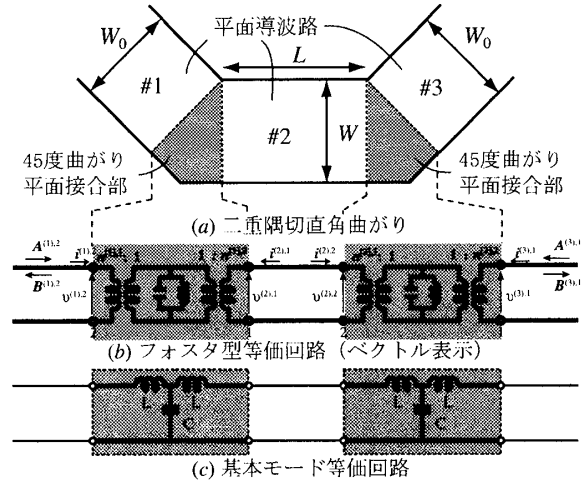


図1 直角曲がりと等価回路

表1 基本モード等価回路による関係式

$$R_2 = \frac{1 - (R^2 \exp(-j2\beta L))^N}{1 - R^2 \exp(-j2\beta L)} T^2 \exp(-j2\beta L) \quad (1)$$

$$\text{Phase difference} = 2(\angle T + \beta L) \quad (2)$$

T : 45度曲がり接合部一段による透過
 R : 45度曲がり接合部一段による反射
 N : 導波路#2を通った往復回数
 L : 導波路#2の長さ

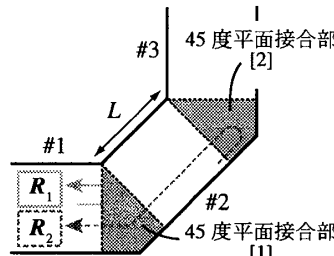


図3 反射の成分

表2 反射の振幅と位相 ($L=5.0[\text{mm}]$, $F=7.53[\text{GHz}]$)

$ R_1 [\text{V}]$	5.42E-02
$\angle R_1 [^\circ]$	251.73
$ R_2 [\text{V}]$	5.42E-02
$\angle R_2 [^\circ]$	71.55
$ R_1 + R_2 $	1.00E-05
$\angle R_1 + R_2 [^\circ]$	180.18

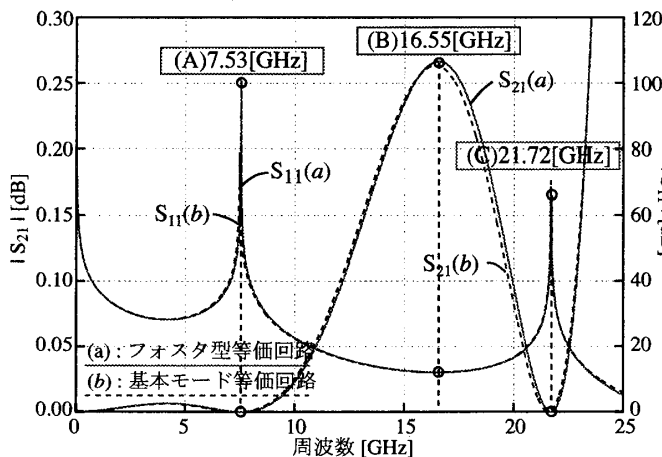


図2 周波数特性 ($L=5.0[\text{mm}]$)

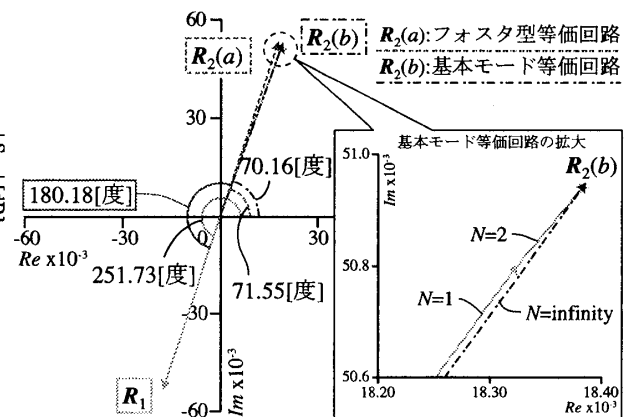


図4 R_1 と R_2 による動作解析 ($L=5.0[\text{mm}]$, $F=7.53[\text{GHz}]$)