

C-2-63 ストリップ線ステップ型不連続の理想変圧器による等価回路表示  
 一線路の固有モードに基づく多線条伝送線路でのベクトル表示  
 Equivalent Network Representation of Stripline Step type Discontinuity by Ideal Transformer  
 - Vector Representation due to Multi-mode Transmission line of Stripline -

許 瑞邦 平岡 隆晴  
 Hsu, Jui-Pang Takaharu Hiraoka

神奈川県 工学部 電気工学科  
 Department of Electrical Engineering, Kanagawa University

1.はじめに 図1(a)に示すストリップ線ステップ形不連続での等価回路が理想変圧器で表示されることを示し、簡単な例に本等価回路を適用した。

2. ストリップ線路の多線条等価伝送線路 ストリップ線回路内の電圧・電流分布は平面回路方程式より次式で与えられる。(ℓ-Sの座標系)

$$V_i(\ell, S) = \sum_{p=0}^{\infty} V_p(\ell) f_p(S) \quad J_i(\ell, S) = \sum_{p=0}^{\infty} I_p(\ell) / W \cdot f_p(S) \quad (1)$$

$$\text{但し、} f_p(S) = \sqrt{\epsilon_p} \cos p\pi/W \cdot S \quad \epsilon_p = 1(p=0), 2(p \neq 0)$$

また、p番目のモードの伝搬定数とモード特性インピーダンスは式(2)となる。

$$\gamma_p = \sqrt{(p\pi/W)^2 - k^2}, \quad Z_{Cp} = j\omega\mu d / (\gamma_p W) \quad k^2 = \omega^2 \epsilon \mu \quad (2)$$

従って、図1(a)に示すストリップ線路#1,#2は、同図(b)に示すような多線条伝送線路で表示することができる。

3. 不連続部での等価回路 不連続部開口1, 開口2での電圧・電流分布は、

$$V^1 = \sum_{p=0}^{\infty} V_p^1 f_p^1(S^1) \quad J_i^1 = \sum_{p=0}^{\infty} \frac{I_p^1}{W^1} f_p^1(S^1) \quad V^2 = \sum_{q=0}^{\infty} V_q^2 f_q^2(S^2) \quad J_i^2 = \sum_{q=0}^{\infty} \frac{I_q^2}{W^2} f_q^2(S^2) \quad (3)$$

ところで、不連続部前後での電圧電流分布の連続性により、

$$V^1(S^1) = V^2(S^2), \quad J_i^2(S^2) = J_i^1(S^1) \quad (0 < S^1 < W^1), \quad J_i^2(S^2) = 0 \quad (\text{以外}) \quad (4)$$

固有幅関数  $f_p^1, f_q^2$  の直交性を利用すると、次の関係式を得る。

$$I_q^2 = \sum_{p=0}^{\infty} n_{qp}^{21} \cdot I_p^1 \quad V_p^1 = \sum_{q=0}^{\infty} n_{qp}^{21} \cdot V_q^2 \quad n_{qp}^{21} = \frac{1}{W^1} \int_0^{W^1} f_q^2(S^2) f_p^1(S^1) dS^1 \quad (5)$$

従って、図1(b)に示すように不連続部で開口1, 開口2でのモード電圧, モード電流が理想変圧器で結合した等価回路が得られる。

4. ベクトル表示 開口1,2でのモード電圧・電流縦行列  $v^1, i^1, v^2, i^2$  および理想変圧比行列  $n^{21} = (n_{qp}^{21})$  を定義すると式(5)は、 $i^2 = n^{21} \cdot i^1, v^1 = n^{21'} \cdot v^2$  (6) となり、多線条線路を太線で示すと、全体の等価回路は図1(c)となる。

5. 計算例 本等価回路を用いて図1(a)の回路で  $W_1=2.0\text{mm}, W_2=8.0\text{mm}$  とした場合の基本モードに対する入出力特性の考慮モード数に対する収束性(a)、不連続部での電圧分布の接続具合(b)を図2に、また開口1より

入射した場合および開口2より入射した場合の動作時の電圧分布を式(1)を用いて計算し、その結果を図3に示す。

6. むすび ストリップ線ステップ形不連続部の等価回路を理想変圧器で表示した。今後、この等価回路を用いて各種ストリップ線不連続問題の電磁波回路的解析(入出力特性, 電磁界分布)および最適設計を行う予定である。

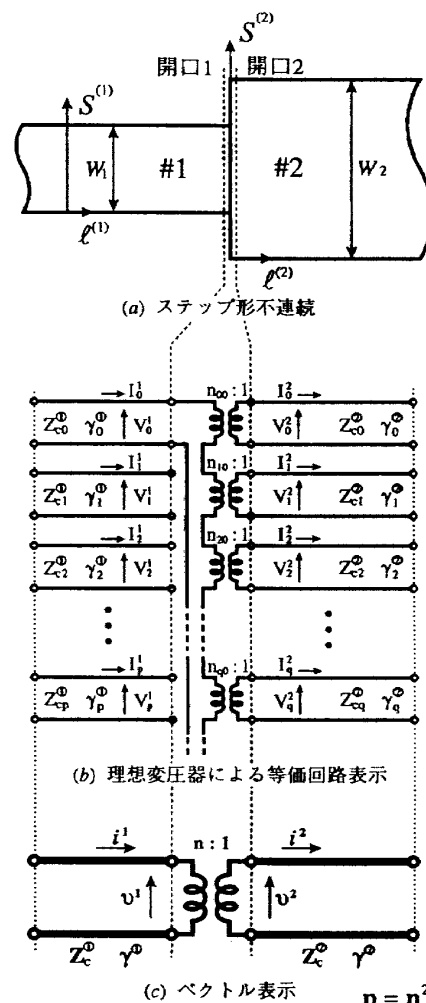


図1 ステップ形不連続の等価回路表現

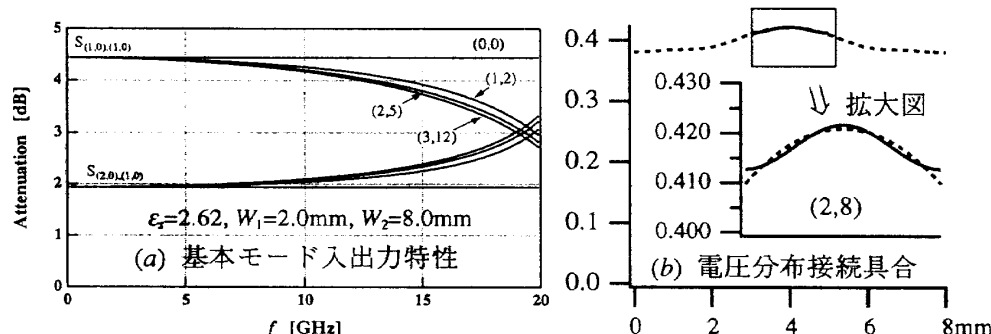


図2 基本モード入力に対する電力反射, 透過特性(a)および不連続部での電圧分布(b)の考慮高次伝送モード数(#1側, #2側)に対する収束性

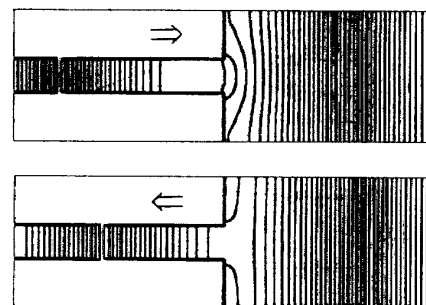


図3 動作時での高周波電圧分布(6GHz) 考慮高次伝送モード数=(2,10)