

C-2-47

## 横方向等価回路に基づくストリップ線導波路の線路定数計算

- Calculation of transmission-line constant for stripline based on Lateral Equivalent Network -

丁 凱  
K. DING廣田 章  
A. HIROTA平岡 隆晴  
T. HIRAOKA許 瑞邦  
HSU, Jui-pang

神奈川大学 工学部

電気電子情報工学科

Department of Electrical-Electronic and Information Engineering, Kanagawa University Yokohama, Japan

1.はじめに 任意の厚さをを持ったストリップ線導波路のTEM固有伝送モードの電磁界分布及び特性インピーダンスを導波路の横方向等価回路<sup>[2]</sup>に基づいて解析する。従来の計算結果<sup>[1]</sup>と本手法による計算結果を比較し、ほぼ一致する事により本手法の妥当性を確認した。

2.等価回路表示と固有値方程式の導出<sup>[2]</sup> ストリップ線導波路の半分断面構造を図1(a)のように3つに分割し、構造上一様な各領域はTE/TM等価多線条伝送線路で表現でき、各領域の電磁界は図1(b)のモード電圧・電流及び高さ方向固有関数で表され、各領域間の不連続部に関して電流源付きの理想変圧器で表現する。等価回路によりモード整合方程式は式(1)で与えられる。

$$\begin{bmatrix} \tilde{Y}_{eff}^{1E1E} + \tilde{Y}_n^{1E1E} & \tilde{Y}_{eff}^{1E2E} & \tilde{Y}_{eff}^{1E3E} \\ \tilde{Y}_{eff}^{2E1E} & \tilde{Y}_{eff}^{2E2E} + \tilde{Y}_n^{2E2E} & \tilde{Y}_{eff}^{2E3E} \\ \tilde{Y}_{eff}^{3E1E} & \tilde{Y}_{eff}^{3E2E} & \tilde{Y}_{eff}^{3E3E} + \tilde{Y}_n^{3E3E} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V^{1E,2} \\ V^{2E,2} \\ V^{3E,2} \end{bmatrix} = 0 \quad \det(\mathbf{Y}_{eff} + \mathbf{Y}_n) = 0 \quad \dots (1)$$

式(2)より高次モードを含めた固有伝搬定数が求まり、図2に示す構造寸法での計算結果を図2に示す。TEMモードの伝搬定数 $\beta = \omega\sqrt{\epsilon\mu}$ と一致する。また式(1)の固有ベクトルより高次モードも含めた断面内電磁界分布が求まる。図3にTEMモードの電磁界の計算結果を示す。尚本計算では領域3のTE/TMスラブモードを各60個考慮。

## 3.TEMモード特性インピーダンスの計算

TEMモードの特性インピーダンス $Z_c$ を式(5)に基づいて計算するためにTEMモードの電圧と電流を電界 $E_z$ 及び断面内の磁界 $H_t$ より式(3)(4)に基づいて計算する。

$$V^{TEM} = \int_0^A E_z dz \quad \dots (3) \quad I^{TEM} = 2 \int_{ABCD} \mathbf{H}_t \cdot d\mathbf{s} \quad \dots (4)$$

$$Z_c = \frac{V^{TEM}}{I^{TEM}} \quad \dots (5) \quad Z_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \frac{30\pi}{K(k)} \frac{K(k')}{K(k)} \quad \dots (6)$$

高さ $d=3.0[\text{mm}]$ 、ストリップ線厚み $t$ を一定としてストリップ線幅 $w$ を変化した場合の特性インピーダンスの計算結果を図4に示す。 $t=0[\text{mm}]$ の時、厳密な計算式(6)との比較を図4に示す。最大誤差は0.64%であった。

4.結び 有厚ストリップ線導波路のTEM伝送モードの電磁界分布・伝搬定数・特性インピーダンスを横方向等価回路により求めた。特性インピーダンスは従来の計算結果と一致した事により本手法の妥当性を確認した。今後、本手法により任意厚ストリップ線導波路の計算を行うと共に本手法の計算精度の検討する予定である。

参考文献 [1]S.B. Cohn[Problems in Strip Transmission Line] Volume MTT-3 Number 2-119 March, 1955

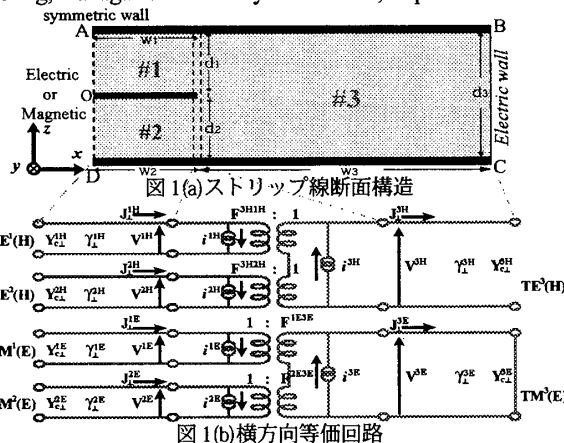


図1(b)横方向等価回路

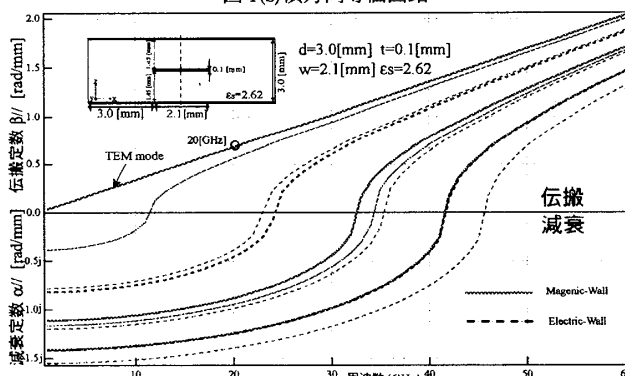


図2 伝搬定数の分散特性

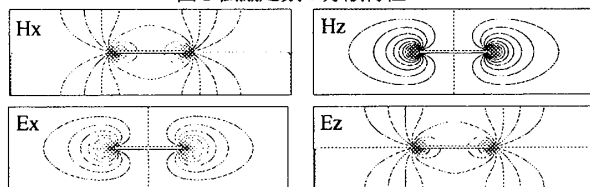


図3 TEM mode 電磁界分布(F=20GHz)

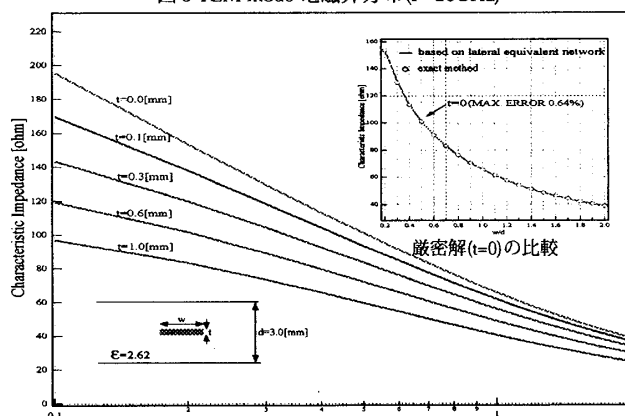


図4 有厚ストリップ線特性インピーダンスと厳密解(t=0)の比較

[2]A.Hirota T.Hiraoka Hsu,jui-pang [Analysis of Propagation Eigen mode for Stripline based on Planar Circuit Equation and Lateral Network] 2006 IEEE IMS Digest WEPA-03