

C-2-73

有厚ストリップ線導波路の高さモード振幅対モード次数特性 —考慮高さモード数による—

Height-Mode Amplitude vs Mode order Characteristics for Thick StripLine —with Considered Height-Mode Number—

田部井 康 平岡 隆晴 許 瑞邦
Yasushi Tabei Takaharu Hiraoka Hsu, Jui-Pang

神奈川大学 工学部 電気工学科

Department of Electrical Engineering, Kanagawa University

1.はじめに ストリップ線導波路は、マイクロ波・ミリ波帯で頻繁に使われるが、現在では、ストリップ線厚が無視できない寸法になる傾向にあり、線路幅を考慮した解析法が考えられている[1]。本研究では、ストリップ線導波路断面の等価回路を多線条伝送線路と理想変圧器で表し、この回路を解き、モード次数に対する高さモード振幅を求めている。

2.等価回路表示 ストリップ線導波路(図1(a))は、領域1,2に分割し、各領域でのTE/TM等価多線条伝送線路で表し、不連続の等価回路は電流源付きの理想変圧器で表示され、導波路断面全体の等価回路は図1(b)となり、ベクトル表示すると同図(c)となる。領域1,2での電磁界は、図1(c)のモード電圧・電流及び高さ方向固有関数で表され、不連続部 $z-z'$ での電磁界の接線成分の連続性よりポート1,2でのモード電圧・電流は式(1)の関係がある。

$$\begin{cases} \mathbf{v}^{1H} = (\mathbf{F}^{2H1H})' \mathbf{v}^{2H} & , \quad \bar{\mathbf{J}}_{\perp}^{2H} - i^{2H} = \mathbf{F}^{2H1H} (\bar{\mathbf{J}}_{\perp}^{1H} - i^{1H}) \\ \mathbf{v}^{2E} = (\mathbf{F}^{1E2E})' \mathbf{v}^{1E} & , \quad \bar{\mathbf{J}}_{\perp}^{1E} - i^{1E} = \mathbf{F}^{1E2E} (\bar{\mathbf{J}}_{\perp}^{2E} - i^{2E}) \end{cases} \quad (1)$$

図1(c)の等価回路から、 $\mathbf{v}^{1E}, \mathbf{v}^{2H}$ を未知ベクトルとしモード整合方程式(式(2))を解き、固有伝搬定数、固有ベクトルから各伝送線路のモード次数に対するモード振幅を導出し、電磁界分布が計算される。

$$\begin{pmatrix} \bar{\mathbf{Y}}_{eff}^{2H2H} + \bar{\mathbf{Y}}_{in}^{2H}, & \bar{\mathbf{Y}}_{eff}^{2H1E} \\ \bar{\mathbf{Y}}_{eff}^{1E2H}, & \bar{\mathbf{Y}}_{eff}^{1E1E} + \bar{\mathbf{Y}}_{in}^{1E} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{v}^{2H} \\ \mathbf{v}^{1E} \end{pmatrix} = 0 \quad \begin{cases} \mathbf{v}^{2H} = (v_1^{2H}, v_2^{2H}, \dots, v_P^{2H})^t \\ \mathbf{v}^{1E} = (v_1^{1E}, v_2^{1E}, \dots, v_N^{1E})^t \end{cases} \quad (2)$$

3.高さモード振幅対次数 今回は、ストリップ線路寸法を $d_1=5[\text{mm}]$, $d_2=10[\text{mm}]$, $W_1=10[\text{mm}]$, $W_2=30[\text{mm}]$ としてTEMモードを計算した。実際には、各領域TE/TMとも無限個の伝送線路を考慮しなければならないが、ここでは、領域1,2のTE/TM成分の考慮高さモード数 $N, P (M=N, Q=P)$ を増加させ、TE/TM高さモード次数 n, p に対するモード振幅の大きさ(1[W]の電力を伝搬させたときの $\mathbf{v}^{1E}, \mathbf{v}^{2H}$)を計算した。結果を図2に示す。また、主な成分の電磁界分布及び不連続部での内部と外部のつながりを図3に示す。

4.むすび ストリップ線導波路の等価回路におけるTE/TM高さモード振幅を計算した。この結果により、考慮高さモード数 N, P を増加すると、高次モード次数 n, p に対する振幅の大きさが収束している。今後、ストリップ線導波路の高次非伝搬モードについて解析していく予定である。

5.参考文献 [1] 田部井・平岡・許「有厚ストリップ線導波路の等価回路に基づく固有モード解析—高さモード展開による平面回路方程式に基づいて—」1998 信学全大C-2-63

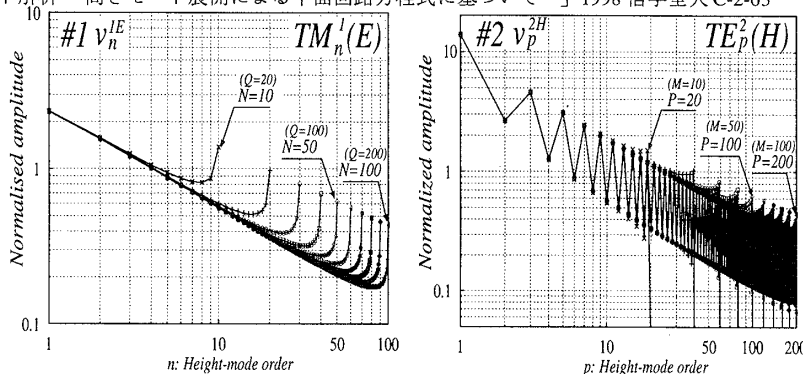


図2: 有厚ストリップ線導波路の高さモード振幅
($F=15[\text{GHz}]$, 伝搬定数 $=0.3141592$)

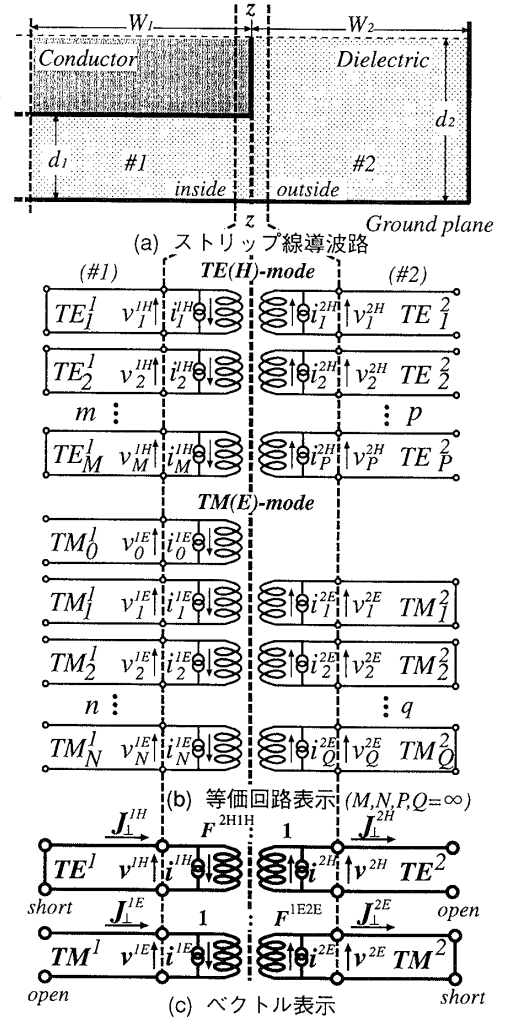


図1: 有厚ストリップ線導波路の構造
及び横方向等価回路

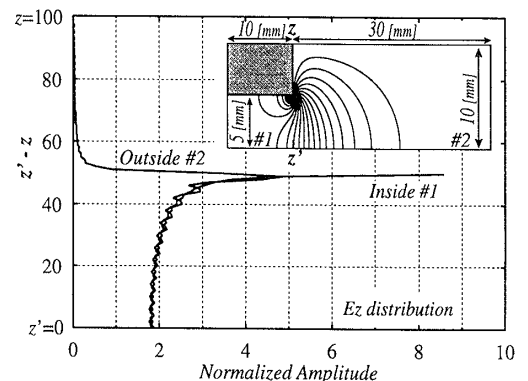


図3: 有厚ストリップ線導波路の電磁界分布
(等高線表示) 及び内部:外部のつながり