

C-1-12

H/NRD 導波路の多線条等価回路における回路定数の導出

Derivation of multi-transmission line equivalent network parameters for H/NRD waveguide

久瀬 孝幸 平岡 隆晴 許 瑞邦  
Takayuki Kuze Takaharu Hiraoka Hsu, Jui-Pang

Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

1 目的 本研究は、H/NRD 導波路の伝送線路方向不連続部についての適切な等価回路表現と等価回路定数の導出について解析を行う。

2 伝送方向の等価回路 H/NRD 導波路の伝送方向不連続部の等価回路は、非伝搬モードの特性インピーダンスが実数、理想変圧器の変圧比が複素数となり、回路解析上不都合である。ここでは固有モードの正規化定数を調整することにより、非伝搬モードの特性インピーダンスが虚数、理想変圧器の変圧比が実数となるように改善する。

3 固有モードの計算と正規化 H/NRD 導波路の横方向等価回路は、図1となりこの等価回路から固有モードを与える固有値方程式が次式で与えられる。

$$(Y_{eff} + Y_m)V = 0 \dots (1)$$

この方程式を解くことにより、固有伝搬定数及び固有モードの電磁界分布を計算することができる。今回及び従来の正規化に関しては、(1)の式を用いて行った。ここでは、非伝搬モードの場合には、伝送電力が虚数になることに着目し、正規化定数を1からjに変更し、対応した電磁界の実数化を図る。

伝送電力の正規化	従来	今回
$P = \iint_S (E_t \times H_t) \cdot j dS = 1$	1	1 (伝搬) j (非伝搬)

表1 正規化の定義

4 結果 式(1)の固有値方程式を解いた伝搬定数の分散特性を図2に示す。F=60 (GHz) のモード1 (伝搬モード) での各電磁界分布を図3に示す。表1で正規化した各電磁界成分を伝搬モード・非伝搬モードごとに表したのが表3で伝送電力Pがそれぞれ実数(伝搬モード)、虚数(非伝搬モード)となることが分かる。

5 今後 H/NRD 導波路で正規化と等価回路における固有モードの関係について解析を行った。正規化を行うことにより電磁界分布の出力について、対応した電磁界の実数化を計ることが出来る。今後は、H/NRD 導波路について単一・平行結合共に結合度やまた具体的な不連続部問題について解析を検討する。(参考文献・H/NRDガイドの横方向等価回路に基づく固有伝送モードの解析 許、平岡、鄭 (2001年電子情報通信学会マイクロ波研究会) MW-2001-64)

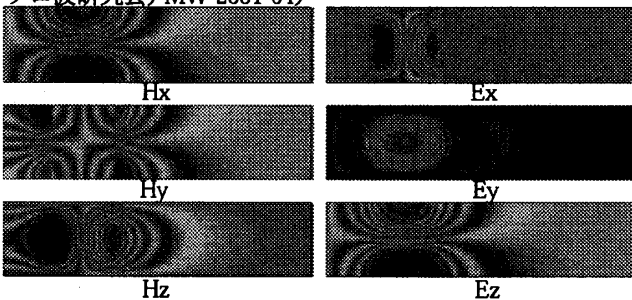


図3 F=60(GHz)におけるH/NRD 導波路の電磁界分布

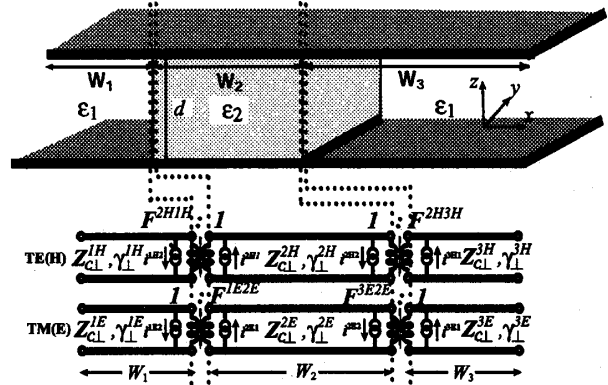


図1 H/NRD 導波路構造と横方向等価回路

$$\begin{aligned}
 E_x^i(x,y,z) &= -\frac{1}{d_x} \sum_n V_n^{iE}(x,y) g_n^{iE}(z) \\
 H_x^i(x,y,z) &= -\frac{1}{d_x} \sum_n V_n^{iH}(x,y) g_n^{iH}(z) \\
 H_y^i(x,y,z) &= \sum_n J_n^{iH}(x,y) f_n^{iH}(z) + j \sqrt{\frac{\epsilon_x}{\mu}} \sum_n J_n^{iE}(x,y) h_n^{iE}(z) \\
 E_y^i(x,y,z) &= -\sum_n J_n^{iE}(x,y) f_n^{iE}(z) + j \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_x}} \sum_n J_n^{iH}(x,y) h_n^{iH}(z) \\
 H_z^i(x,y,z) &= -\sum_n J_n^{iE}(x,y) f_n^{iE}(z) + j \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_x}} \sum_n J_n^{iH}(x,y) h_n^{iH}(z) \\
 E_z^i(x,y,z) &= \sum_n J_n^{iH}(x,y) f_n^{iH}(z) + j \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_x}} \sum_n J_n^{iE}(x,y) h_n^{iE}(z)
 \end{aligned}$$

表2 固有モードの電磁界成分

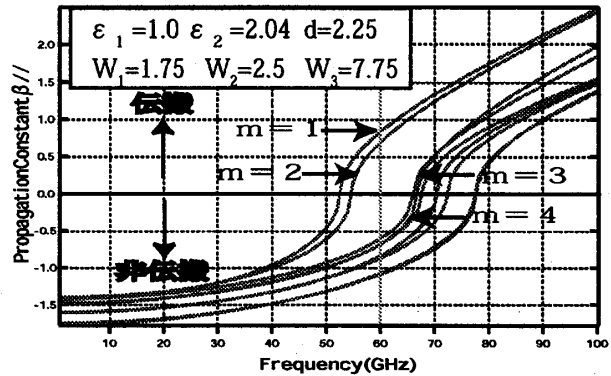


図2 H/NRD 導波路の周波数分散特性

	Hx	Hy	Hz	Ex	Ey	Ez	伝送電力
m=1 (伝搬)	実	虚	虚	実	虚	虚	実
m=2 (伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚
m=3 (非伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚
m=4 (非伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚
m=5 (非伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚
m=6 (非伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚
m=7 (非伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚
m=8 (非伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚
m=9 (非伝搬)	虚	虚	虚	虚	虚	虚	虚

表3 横方向等価回路の電磁界成分の出力(F=60(GHz))