

誘電体装荷グループ導波路の固有伝送モード解析 —横方向等価回路に基づいて—

C-2-83

Eigenmode Calculation of dielectric loaded Groove Guide

—Based on transverse equivalent network—

田部井 康 平岡 隆晴 許 瑞邦
Yasushi Tabei Takaharu Hiraoka Hsu, Jui-Pang
神奈川県 神奈川大学 工学部 電気工学科

Department of Electrical Engineering, Kanagawa University

1.はじめに 誘電体装荷グループ導波路の横方向等価回路を、多線条伝送線路、理想変圧器、モード変換アドミタンスを介した電流源で表現し、この等価回路より導波路の固有伝送モードを計算する固有行列方程式を導出した。さらに、この手法を具体的なグループ導波路の解析に適用した。

2.グループ導波路の横方向等価回路 誘電体が装荷されたグループ(g)のある導波路(図1(a))は、構造の対称性を用いて半構造とし領域I,IIに分割する。各部を平面回路として取り扱うことにより、TE/TM等価多線条伝送線路と、不連続部は電流源付きの理想変圧器で図1(c)と等価回路表示できる。不連続部での各TE/TMモードの端子電圧と端子電流の関係は式(1)、電流源はモード変換アドミタンス(表1)を介して式(2)で表される。

$$\begin{cases} v^H = (F^{2H1H})^t v^{2H}, \bar{J}_1^{1E} - i^{1E} = F^{1E2E}(\bar{J}_1^{2E} - i^{2E}) \\ v^{2E} = (F^{1E2E})^t v^{1E}, \bar{J}_1^{2H} - i^{2H} = F^{2H1H}(\bar{J}_1^{1H} - i^{1H}) \end{cases} \quad (1) \quad \begin{cases} i_m^{1H} = Y_{m n}^{1H1E} v_n^{1E}, i_p^{2H} = Y_{p q}^{2H2E} v_q^{2E} \\ i_n^{1E} = Y_{n m}^{1E1H} v_m^{1H}, i_q^{2E} = Y_{q p}^{2E2H} v_p^{2H} \end{cases} \quad (2)$$

3.モード整合方程式 v^H, v^{2E} を未知ベクトルとし等価回路図1(c)と関係式(1),(2)からモード整合方程式(3)が得られ、 $\det=0$ より固有伝搬定数を、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、対応したモードの電磁界分布が計算される。 Y_m は入力モードアドミタンス。

$$\begin{pmatrix} F^{1E2E} \bar{Y}_m^{2E} (F^{1E2E})^t + \bar{Y}_m^{1E} & Y^{1E1H} (F^{2H1H})^t - F^{1E2E} Y^{2E2H} \\ F^{2H1H} Y^{1H1E} - Y^{2H2E} (F^{1E2E})^t & F^{2H1H} \bar{Y}_m^{1H} (F^{2H1H})^t + \bar{Y}_m^{2H} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v^{1E} \\ v^{2H} \end{pmatrix} = 0 \quad (3)$$

4.計算例 周波数60GHzで動作するグループ導波路の高次モードを含めた伝搬定数の分散特性(図2)及び点A,B,Cでの固有モードの電磁界分布の計算結果(図3)を示す。考慮モード数は領域1で58個、領域2で108個考慮した。寸法は図2に示す。中心壁は電気壁を実線、磁気壁を点線で示す。

5.むすび 平面回路方程式より、誘電体装荷グループ導波路の横方向等価回路を導出し、伝搬定数・電磁界分布の計算に適用できることを示した。

参考文献 Yohei Ishikawa, Koichi Sakamoto, Toru Tanizaki 「Beam Scanning Radar Front End using NRD Technologies for Adaptive Cruise Control」 1998 Novel Techniques and Applications of Millimeter-Waves p101, 許, 鄭, 平岡 「NRD/Hガイドの横方向等価回路に基づく固有伝搬モードの解析—誘電体装荷平行平板平面回路の考えを用いて—」 1999年信学総大C-2-74, 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く—」 1999年信学ソ大C-2-63, 田部井, 平岡, 許 「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—考慮高さモードによる—」 1999年信学総大C-2-73

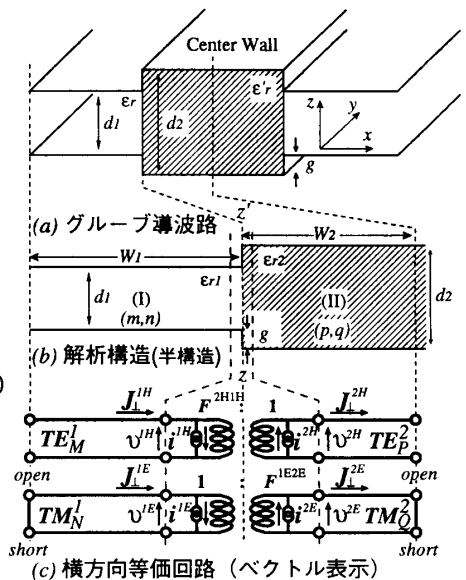


図1: グループ導波路の構造及び横方向等価回路

$Y_{m n}^{1H1E} = j\eta H_{m n}^{1H1E} Y_{c/l/n}^{1E}$	$Y_{p q}^{2H2E} = j\eta H_{p q}^{2H2E} Y_{c/l/p}^{2E}$
$Y_{n m}^{1E1H} = \frac{1}{j\eta} H_{n m}^{1E1H} Y_{c/l/m}^{1H}$	$Y_{q p}^{2E2H} = \frac{1}{j\eta} H_{q p}^{2E2H} Y_{c/l/p}^{2H}$
$F_{n q}^{1E2E} = \frac{1}{d_1} \int_0^{d_1} g_n^{1E}(z) f_q^{2E}(z) dz \Rightarrow F^{1E2E}$	
$F_{p m}^{2H1H} = \frac{1}{d_2} \int_0^{d_2} g_p^{2H}(z) f_m^{1H}(z) dz \Rightarrow F^{2H1H}$	
$H_{m n}^{1H1E} = \frac{1}{d_1} \int_0^{d_1} g_m^{1H}(z) h_n^{1E}(z) dz \Rightarrow H^{1H1E}$	
$H_{q p}^{2E2H} = \frac{1}{d_2} \int_0^{d_2} g_q^{2E}(z) h_p^{2H}(z) dz \Rightarrow H^{2E2H}$	

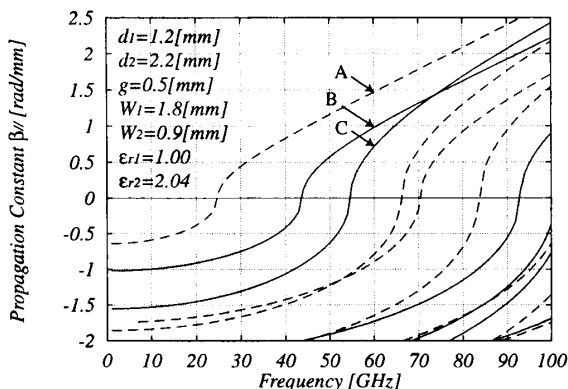


図2: 分散特性 (外側電気壁を仮定)

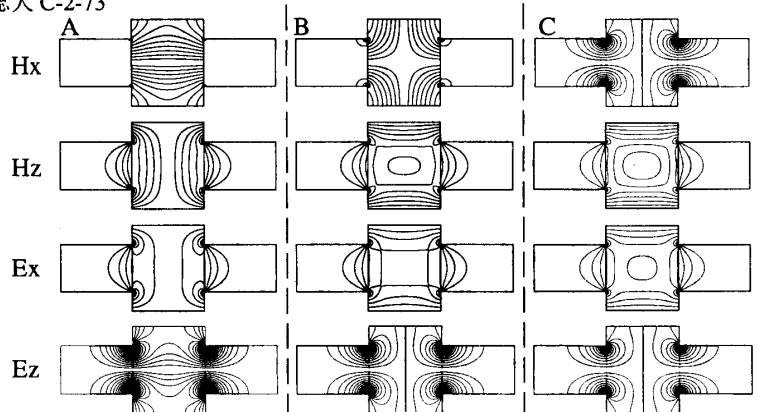


図3: A,B,Cでの固有モードの各電磁界成分の分布 (60GHz)