

C-2-42 異幅入出力方形導波管無厚誘導性金属窓の電磁界解析
 —モード対応等価多線条伝送線路・点整合法に基づいて—
 Analysis of electromagnetic field for inductive metal window of zero thickness
 in rectangular waveguides with different width

中谷 守秀 平岡 隆晴 許 瑞邦
 NAKAYA, Morihide HIRAOKA, Takaharu HSU, Jui-Pang
 神奈川大学 工学部 電気電子情報工学科

Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, KANAGAWA University

1. はじめに 幅の異なった入出力方形導波管内に、無限に薄い誘導性窓を配置した場合(図1)の電磁界の計算を、点整合法に基づいて行った。入出力方形導波管部は固有モード対応多線条伝送線路で置き直し、無厚誘導性金属窓での境界条件はモード数に対応した離散点での境界条件に置換することにより入射モード電磁界に対する反射モード電磁界を計算しこの結果を用いて電磁界分布とその周波数特性を計算・表示した。

2. 一般的な取り扱い(点整合法) 図1の回路構造では、両側に無限個のモード対応伝送線路が等価回路として存在し、不連続部でこれらの回路がお互いに結合している。両側での無限個の伝送線路を N_1, N_2 個で近似し、誘導性窓両側での $N=N_1+N_2$ 個の離散点での電磁界の接続成分を点整合法により記述し、モード電圧入射波反射波に関する $N \times N$ 結合正方形行列を求める。

3. モード電圧散乱行列の定式化 図1に示す不連続部前後でのモード電圧・モード電流を、入射波・反射波で表示する。両側金属面上では高周波電圧が短絡であるため、 $V^1(x_r^1, y=0), V^1(x_b^1, y=0), V^2(x_r^2, y=0), V^2(x_b^2, y=0)$ 導波路1,2開口面では電圧と電流密度が連続になるので、 $V^1(x_r^1, y=0_-) = V^2(x_r^1, y=0_+), J_x^1(x_r^1, y=0_-) = J_x^2(x_r^1, y=0_+)$ 。この境界条件を離散的に表現する為に、開口1,2の導波路幅を N_1+1, N_2+1 等分して、 N_1, N_2 個の離散点を定義すると境界条件は表1とまとめられる。入射波・反射波縦行列 A, B 及び表1に従って結合行列 F_A, F_B を定義すると入射波・反射波縦行列に関して次の行列式を得る。

$$F_B B = F_A A \quad (1) \rightarrow B = F_B^{-1} F_A A \quad (2)$$

F_A, F_B は N 次の正方形行列となっており、逆行列が定義されるのでモード電圧散乱行列は、式(3)となる。

$$S_V = F_B^{-1} F_A \quad (3)$$

4. 具体的な計算例 図1に示す方形導波管回路で($W_1=20\text{ mm}, W_2=16\text{ mm}, c/W_1=0.2$)とし、左側よりモード励振した場合のモード電圧散乱行列を周波数をパラメータとして計算し、その場合の電磁界分布を計算表示すると図2となる。

5. むすび 導波管無厚誘導性窓に関して、固有伝送モード展開に基づく等価多線条伝送線路と離散点境界条件を適用して、固有伝送モードの入射波結合方程式を求める定式化を行った。今後、等価回路の回路定数の計算・金属窓上での電流分布・動電磁界の作成・金属窓が有厚の場合との比較・離散点/モード数の収束性等について検討していく予定である。

参考文献 [1]許、本間、平岡「方形導波管無厚誘導性窓の電磁界/回路解析—等価多線条伝送線路・点整合法による—」MW2000-102

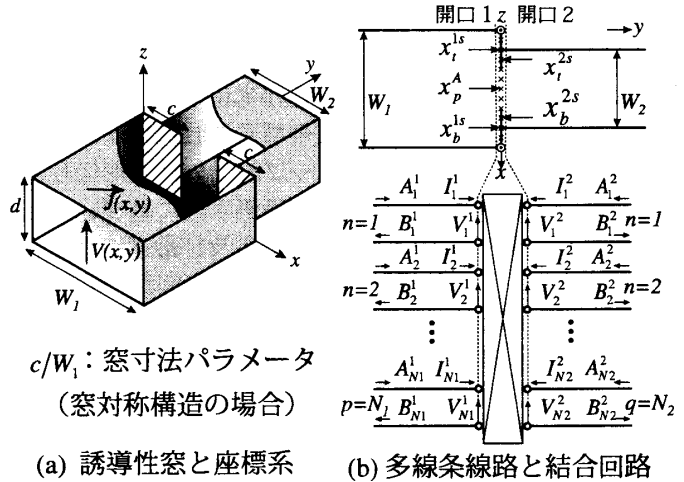


図1 不連続部の等価回路

$\sum_{p=1}^{N_1} (A_p^1 + B_p^1) \cdot S_p^1(p\pi x_r^1/W_1) = 0$	$\sum_{q=1}^{N_2} (A_q^2 + B_q^2) \cdot S_q^2(q\pi x_r^2/W_2) = 0$
$\sum_{p=1}^{N_1} (A_p^1 + B_p^1) \cdot S_p^1(p\pi x_b^1/W_1) = 0$	$\sum_{q=1}^{N_2} (A_q^2 + B_q^2) \cdot S_q^2(q\pi x_b^2/W_2) = 0$
(a) 導波管1側と2側での短絡面(s)	
$\sum_{p=1}^{N_1} (A_p^1 + B_p^1) \cdot S_p^1(p\pi x_r^1/W_1) = \sum_{q=1}^{N_2} (A_q^2 + B_q^2) \cdot S_q^2(q\pi x_r^1/W_2)$	
$\sum_{p=1}^{N_1} \frac{Y_p^1}{W_1} (A_p^1 - B_p^1) \cdot S_p^1(p\pi x_r^1/W_1) = \sum_{q=1}^{N_2} \frac{Y_q^2}{W_2} (A_q^2 - B_q^2) \cdot S_q^2(q\pi x_r^1/W_2)$	
(b) 導波管1側と2側の共通開口面(A)	

表1 境界条件と入射波に対する反射波の関係式

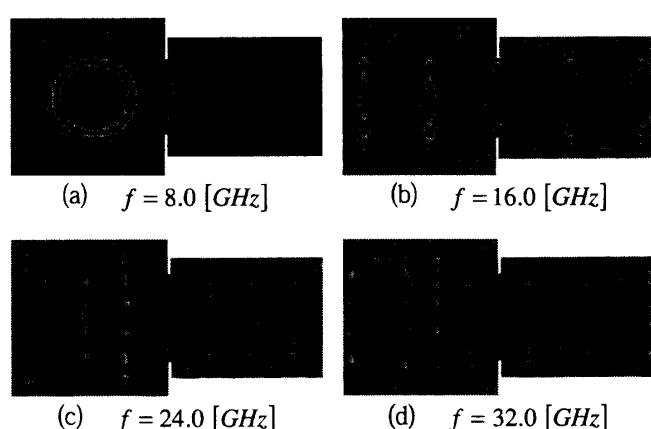


図2 電圧分布 ($W_1=20\text{ mm}, W_2=16\text{ mm}, c/W_1=0.2$)