

方形導波管位置ずれ不連続部の等価回路・点整合法による解析

Analysis of discontinuity problem in offset rectangular waveguides
by equivalent network of rectangular waveguides and point matching method

松本 謙一 平岡 隆晴 許 瑞邦
Kenichi Matsumoto Takaharu Hiraoka Hsu, Jui-Pang
神奈川大学 工学部 電気電子情報工学科

Department of Electrical, Electronics & Information Engineering, Kanagawa University

1 はじめに 方形導波管位置ずれ構造を、導波路のモード対応伝送線路等価回路に点整合法を適用して解析した。この問題は、平面回路方程式で取り扱う事ができる。ここでは入出力方形導波管不連続部での電磁界の連続性が離散点で実現しているとして離散化結合方程式を求め、この方程式を解く事により入出力特性および動作時の高次モード励振振幅および電磁界分布を計算した。

2 点整合法の理論について 点整合法とは未知解を各領域で展開し、境界上の離散点にて境界条件を適用し、展開係数を決定して未知解を求める方法である。導波管の各領域の幅が違う場合、それぞれの離散点のモード次数、離散点数が異なるため点整合法による等価回路を用い不連続部の計算した。

3 境界条件の導出 図1で示すように1領域、2領域両側に伝送線路が等価回路として存在し、不連続部でこれらのモード対応伝送線路等価回路がお互いに結合していると考え、以下のような以下の式の境界条件を導出した。

1 金属上では電圧は短絡するので境界条件は以下ようになる。

$$V^1(x) = \sum_{n=1}^N V_n^1 S_n = 0 \quad (1.1) \quad V^2(x) = \sum_{m=1}^M V_m^2 S_m(x) = 0 \quad (1.2)$$

2 開口面では電圧と電流密度が連続しており、境界条件は以下の式になる。

$$\sum_{n=1}^N S_{jn} V_n^1 = \sum_{m=1}^M S_{jm} V_m^2 \quad (2.1) \quad \sum_{n=1}^N S_{jn} \bar{I}_n^1 = \sum_{m=1}^M S_{jm} \bar{I}_m^2 \quad (2.2)$$

$S_{jn} = S_n(x_j/W_1)$ $j = N_s + 1, \dots, N_s + N_o = N$ (N_o = 開放離散点数)

4 計算結果 等幅、異幅方形導波管位置ずれ不連続部解析結果を図2、図3に示し、入力側の考慮モード数を99として計算した。モード振幅の1番目のモードの結果を見ると等幅時では1領域の振幅が小さく、2領域の振幅が大きくなっており、異幅時では逆になっている。周波数特性からも周波数が大きくなるにしたがって等幅では透過が大きくなり反射が小さくなっていくが異幅時では逆になっている事がわかる。等幅の場合は各領域のモード次数が同じであり、異幅時ではモード次数が不連続部のモード励振振幅の結果より異なる事がわかる。また電磁界分布は周波数10[GHz]にて計算した。

5 むすび 本報告では方形導波管位置ずれ構造の点整合法不連続の等価回路を求め、定式化を行い、その上で電磁界分布、周波数特性、振幅特性の計算を行った。これらの結果より位置ずれの不連続部は点整合法にて解析できた。

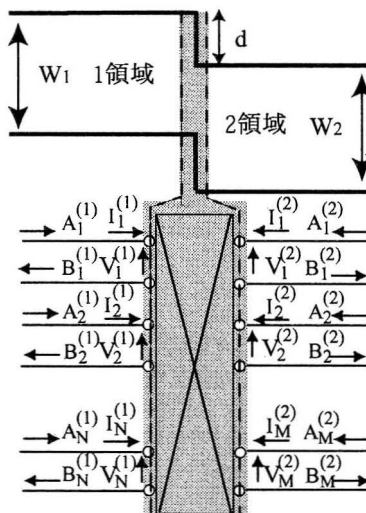
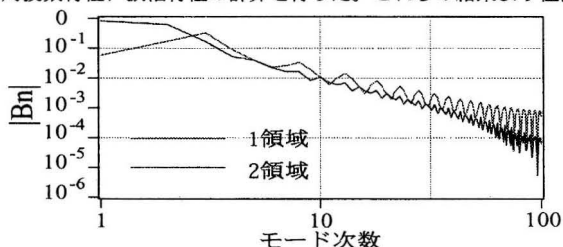
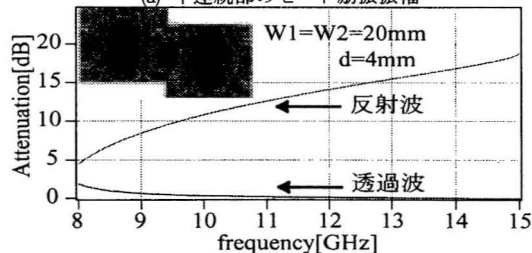


図1 方形導波管位置ずれ不連続部とその等価回路

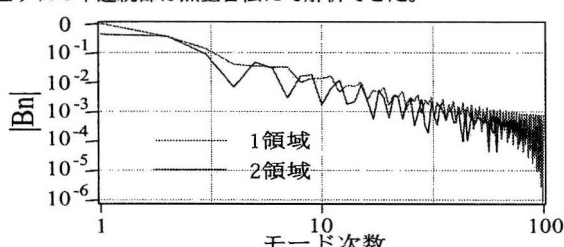


(a) 不連続部のモード励振振幅

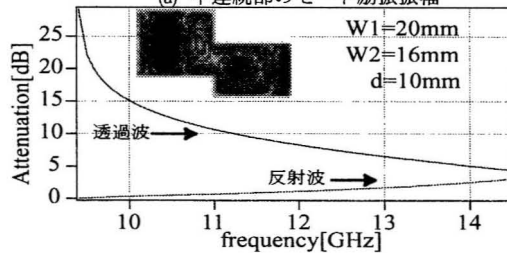


(b) 不連続部での周波数特性と電磁界分布(10GHz)

図2 等幅方形導波管位置ずれ不連続部での解析結果



(a) 不連続部のモード励振振幅



(b) 不連続部での周波数特性と電磁界分布(10GHz)

図3 異幅方形導波管位置ずれ不連続部での解析結果