

C-1-11

3次元光導波路不連続部の等価回路による解析  
 - PMMA/MgF<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>系の回路定数計算 -

Analysis of discontinuity for 3 dimension optical waveguide based on equivalent network  
 -Calculation of equivalent network parameter for PMMA/MgF<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>-

堤 博久 辻 健一 平岡 隆晴 許 瑞邦  
 Hirohisa Tsutsumi Kenichi Tsuji 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 and Information Engineering, Kanagawa University

1. はじめに 図1(a)に示す3次元光導波路不連続部を同図(c)に示すモード対応多線条伝送線路と多開口理想変圧器よりなる等価回路を適用し解析する。このために、不連続部前後での導波路の固有伝送モードを計算し、等価回路定数を求める。さらに本等価回路に基づき考慮モード数が増加すると電磁界の接続成分の連続性が向上することを検討する。

2. 等価回路の導出 図1でモード電圧・モード電流分布  $V_m(y)$ 、 $I_m(y)$  が得られるとこのモードの電磁界分布は式(1)となる。但し  $h_m(z, x)$ 、 $e_m(z, x)$ 、 $h_m(z, x)$ 、 $e_m(z, x)$  は固有伝送モードの電磁界分布。図1の不連続境界面 ( $y=0$ ) で、電磁界の接続成分が連続になるので式(2)が得られる。モードの直交性を用いるとモード電圧・モード電流結合方程式(3)、(3)'が得られる。 $F_{nm}^{BA}$ 、 $F_{mn}^{AB}$  は結合係数で式(4)、(4)'で与えられる。 $F_{nm}^{BA}$  の結合係数を用いると3次元光導波路の不連続部は、モード対応多線条伝送線路と多開口理想変圧器を用いた等価回路で表現する事ができ、図1(c)となる。

$$H_m(x, y, z) = I_m(y)h_m, H_m(x, y, z) = V_m(y)h_m \quad (1) \quad \sum_m I_m^A h_m^A(y=0) = \sum_n I_n^B h_n^B(y=0) \quad (2)$$

$$E_m(x, y, z) = V_m(y)e_m, E_m(x, y, z) = I_m(y)e_m \quad (1) \quad \sum_m V_m^A e_m^A(y=0) = \sum_n V_n^B e_n^B(y=0) \quad (2)$$

$$\begin{cases} V_m^A(y=0) = \sum_n F_{nm}^{BA} V_n^B(y=0) \\ I_n^B(y=0) = \sum_m F_{mn}^{AB} I_m^A(y=0) \end{cases} \quad (3) \quad \begin{cases} V_n^B(y=0) = \sum_m F_{nm}^{BA} V_m^A(y=0) \\ I_m^A(y=0) = \sum_n F_{mn}^{AB} I_n^B(y=0) \end{cases} \quad (3)'$$

$$F_{nm}^{BA} = \frac{1}{S} \iint_S (e_n^B \times h_m^A) \cdot j dS \quad (4) \quad F_{mn}^{AB} = \frac{1}{S} \iint_S (e_m^A \times h_n^B) \cdot j dS \quad (4)'$$

3. 回路定数の計算 ここでは、図1(a)に示す中心対称の不連続構造をTE-likeモードで共振した場合をを解析対象とするので中心対称面が電気壁となる固有モードを横方向等価回路を用いて求める。また連続固有モードの離散化をはかるために上下及び左右に電気壁を仮定した。不連続部前後の導波路固有伝送モードの低次の計算結果を図2に示す。(6個の電磁界成分があるがここでは  $E_x$  成分を表示) この結果を用いて式4'で与えられる多開口理想変圧器の変圧比行列の計算結果を表1に示す。

4. 電磁界接続成分連続性の検討 TE-like基本モードがA側より入射してその断面での電磁界の接続成分の連続性を検討するために不連続部前後での1個のモードで近似した場合及び5個のモードで近似してその  $E_x$  成分を計算し図3に表示した。(実線はA側、点線はB側) 考慮モード数を増加すると連続性が少し改善されることが見られる。

5. むすび 本報告では不連続部の等価回路の等価回路定数・モード反射/透過振幅を計算し、不連続部での電磁界分布の連続性を検討した。連続性が十分確保されていないので、今後考慮モード数を増やして検討する。  
 参考文献 [1]許、穴田「表面波の不連続部での結合方程式」MW81-110 [2]辻「3次元光導波路ステップ型一様不連続部での横方向等価回路の導出-平面回路方程式及びモード整合法に基づく-」MW2001-126 [3]遠州「3次元光導波路不連続部の電磁界解析」OQE91-162

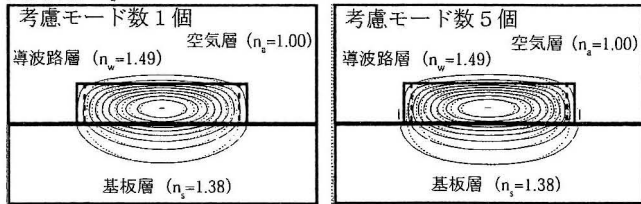
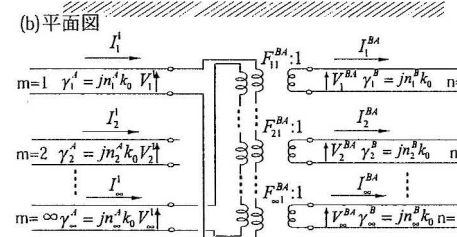
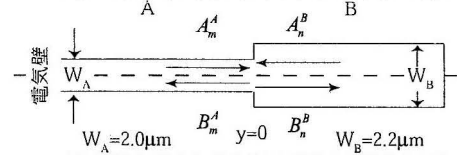
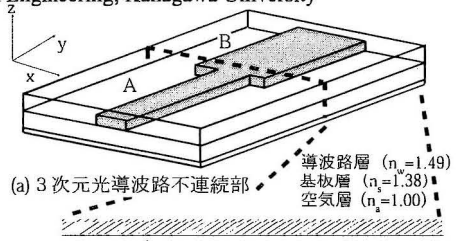


図3 不連続断面電磁界分布 ( $E_x$ 成分) 実線=A領域、点線=B領域



(c)導波路不連続部の多開口理想変圧器を用いた等価回路  
 図1 3次元光導波路不連続構造と等価回路

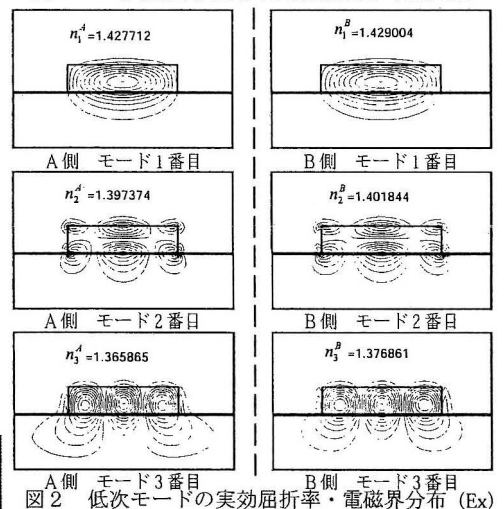


図2 低次モードの実効屈折率・電磁界分布 ( $E_x$ )

表1 理想変圧器比行列

$F^{BA}$	1.018793	0.024811	0.000753	0.005947
	0.002542	1.015070	0.005006	0.007265
	0.145999	0.097015	1.244029	0.079850
	0.005221	0.017247	0.058962	1.014188