

C-1-12 正方形断面光導波路平行結合線路固有伝送モードの解析
 - 2種類の横方向等価回路に基づく -

Analysis of Eigenmode for Parallel Coupled 3D Optical Waveguide of Square Shape Cross Section
 -Based on Two kinds of Transverse Equivalent Network-

藤原 雄也
Yuya Fujiwara

辻 健一
Kenichi Tsuji

平岡 隆晴
Takaharu Hiraoka

許 瑞邦
Hsu, Jui-Pang

神奈川県 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 現在実用されつつある光ファイバに対応し8 μ m正方形断面光導波路平行結合線路固有モード解析を行った。3次元光導波路の厳密な回路設計を行うには、漏れモードを含めた高次伝送モードを正確に計算する必要がある。導波路の横方向不連続部の取り扱いはモード結合を示す関係式(暗箱化等価回路)と理想変圧器とモード変換アドミタンスによる等価回路の2方法があり、両解析法を比較検討するために今回は前者の手法に基づいて解析を行った。

2, 解析構造 図1(a)に8 μ m正方形断面光導波路平行結合線路の断面図を示す。コアの屈折率(比誘電率)1.465,クラッドの屈折率は1.460とする。導波路の上下、左右の中心に磁気壁あるいは電気壁を想定することにより、2重対称性を積極的に利用して全体の1/4を実際に解析する。

3, 解析法 平行結合線路は導波路内全体に4つの境界条件が存在し、2重対称性という特長を生かして、それぞれのモードを分けて解析することができる。また、導波路の間隔を変化させて多様なモードでの電磁界分布を解析することができる。8 μ m正方形断面平行結合線路の数学的關係式を用いたモード結合回路図を図1(b)に、モード結合を示す理想変圧器とTE,TMモード変換を示す電流源を用いた物理的關係式の横方向等価回路図を図1(c)に示す。変数分離法を適用し、高さ方向(z方向)と横方向(x-y平面)に分けて解析する。まず、スラブ形光導波路の解析では伝送モデルに基づいて境界条件を満たすようにTE,TMモードの伝搬定数及びf,g,h関数を計算する。次に横方向の境界条件を満足する横方向等価回路に基づいてモード電圧、モード電流のモード整合方程式を導出する。横方向共振によるモード整合行列式($\vec{Y}_m + \vec{Y}_{out}$) $V = 0$ が得られ、 $V \neq 0$ となる条件から進行方向伝搬定数 β_{II} が求まる。以上のこととf,g,h関数から3次元光導波路の電磁界分布を計算することができる。

4, 解析結果、考察 導波路間隔を0.01 μ mから16 μ mまで変化させた時の実効屈折率(モード50まで)の計算結果を図2に示す。4つの境界条件でA~D点(導波路間隔 $s=1\mu$ mでの1番目モード)のHz成分とEz成分での電磁界分布を図2に示す。電磁界分布は導波路間隔を小さくすることにより結合している。又、AとD,BとCは電界分布と磁界分布の役割が交代していることがわかる。

5, むすび 暗箱付き等価回路に基づいて低次モードの実効屈折率そして電磁界分布を計算した。今後は、完全な等価回路に基づく解析結果を求め本結果と比較し、又、モードのぬけを解消する。さらに、平行結合線路動作解析へここで得た結果を適用する予定である。

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「三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

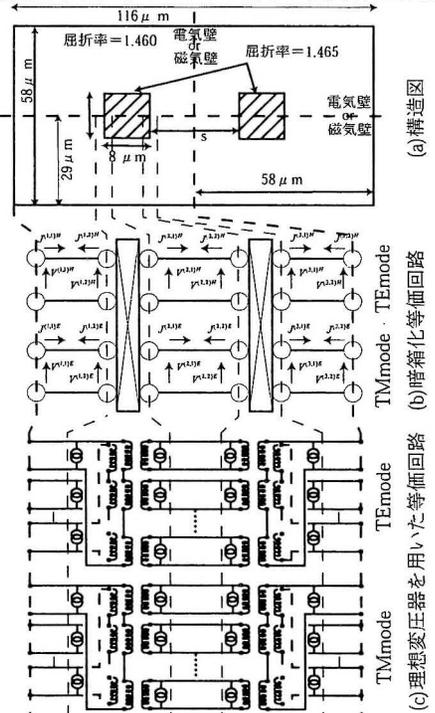


図1 平行結合線路の断面図と2種類の横方向等価回路

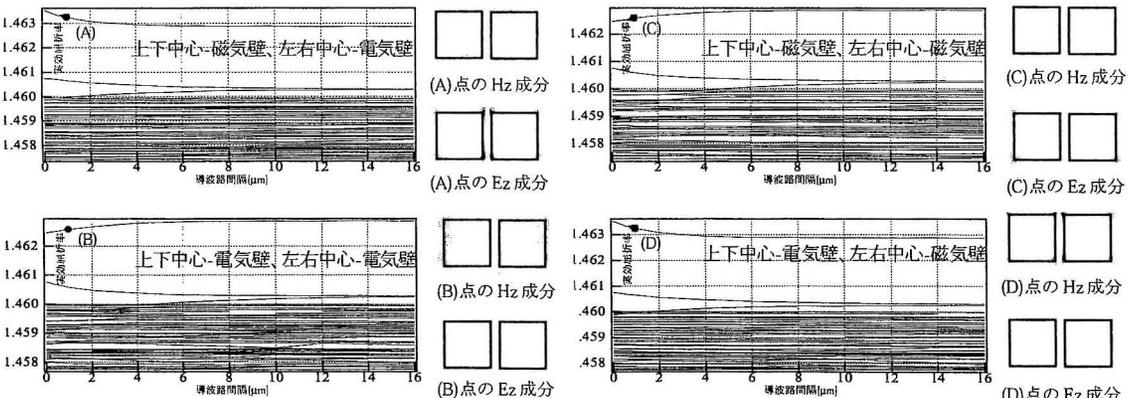


図2 4つの境界条件での導波路間隔の変化による実効屈折率グラフと(A)~(D)点でのHz成分とEz成分の電磁界分布(導波路間隔 $s=1\mu$ mモデル)