

C-3-107

平行結合3次元光導波路の結合固有モードの スラブモード展開による解析—PMMA/SiO₂系構成— Analysis of parallel coupled 3-D optical waveguide by slab-mode expansion - coupled eigenmode in PMMA/SiO₂ system -

高木 充 Mitsuru Takagi 西村 秀臣 Hideomi Nishimura 平岡 隆晴 Takaharu Hiraoka 許 瑞邦 Hsu, Jui-Pang

神奈川大学工学部電気工学科
Department of Electrical Engineering, Kanagawa University

1. はじめに 光集積回路の微細化に伴い、平行結合3次元光導波路の不連続部の厳密な取り扱いが重要になると考える。厳密な取り扱いの第一歩としてスラブモード展開により、図1に示す平行結合3次元光導波路の伝搬特性(結合固有モードの伝搬定数・電磁界分布)を解析したので報告する。

2. 解析モデル 本解析に用いた平行結合線路の高さ方向構造はバッファ層にSiO₂(N_s:1.47, t_s:2μm)、導波層にPMMA(N_f:1.49, t_f:1.2μm)、空気層の3層とし、全体の高さdを4μmとした。導波路幅W₂は2μm、線路間はSμm、回路全体W_dは8μmとした。また、回路の上下左右に金属壁を仮定した。

3. 解析方法 対称面に電気壁・磁気壁を仮定し、二境界値問題として平行結合3次元光導波路の解析を行う。二不連続境界から左右を各々見込んだ場合の実効的壁モードアドミタンス行列 $\bar{Y}_{eff}^{(1)}, \bar{Y}_{eff}^{(2)}$ 及び、導波路内部を見込んだ入力アドミタンス行列 τY を多線条等価回路から求め、電磁界の連続性より次のモード整合方程式が3次元光導波路の伝搬定数の関数として得られる。この行列式のdetより平行結合線路の伝搬定数が、固有ベクトルから電磁界分布が求まる。なお、V^(2,1)は#2の端子1の電圧を示している。

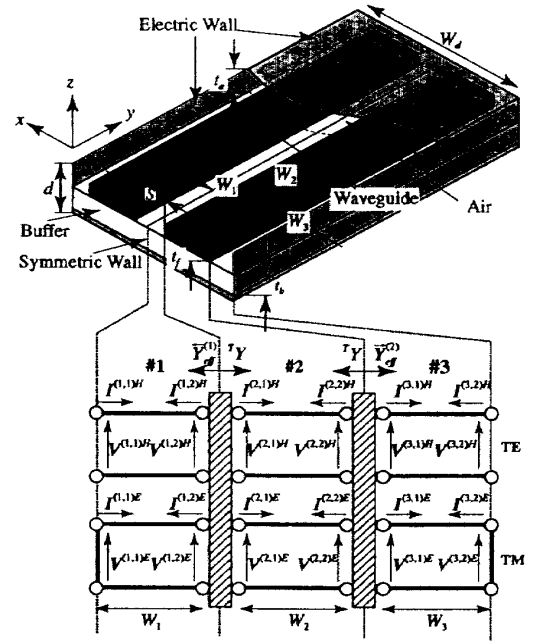


図1 平行結合線路解析モデルとTE, TMモードの多線条等価回路

4. 解析結果 計算結果はスラブモードを30個程度考慮し、線路間隔Sμmを変化させたときの伝搬定数を低次より、約400番目までのモードまで計算した。図2には基本TE-likeモードとTM-likeモードの伝搬定数の線路間隔Sμmに対する変化を示す。図2で線路間隔0.4μmと1.6μmでのTM-likeモードの結合モードの電磁界分布(a_m, a_e)、及びTE-likeモードの結合モードの電磁界分布(b_m, b_e)を計算した。図3にはTM-likeモードでのE_z成分、TE-likeモードでのH_z成分の計算結果のみを示す。図中で対応した実効屈折率(β_{eff}/k₀)の値を示す。a_m, a_eの添字m, eは磁気対称壁、電気対称壁を示す。

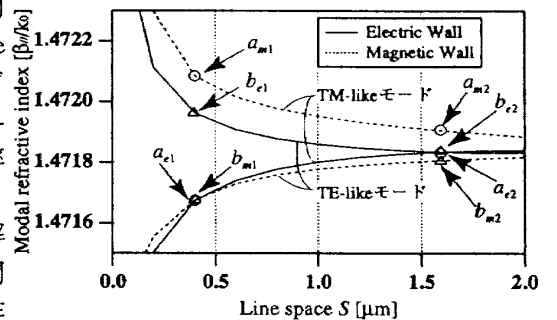


図2 結合特性

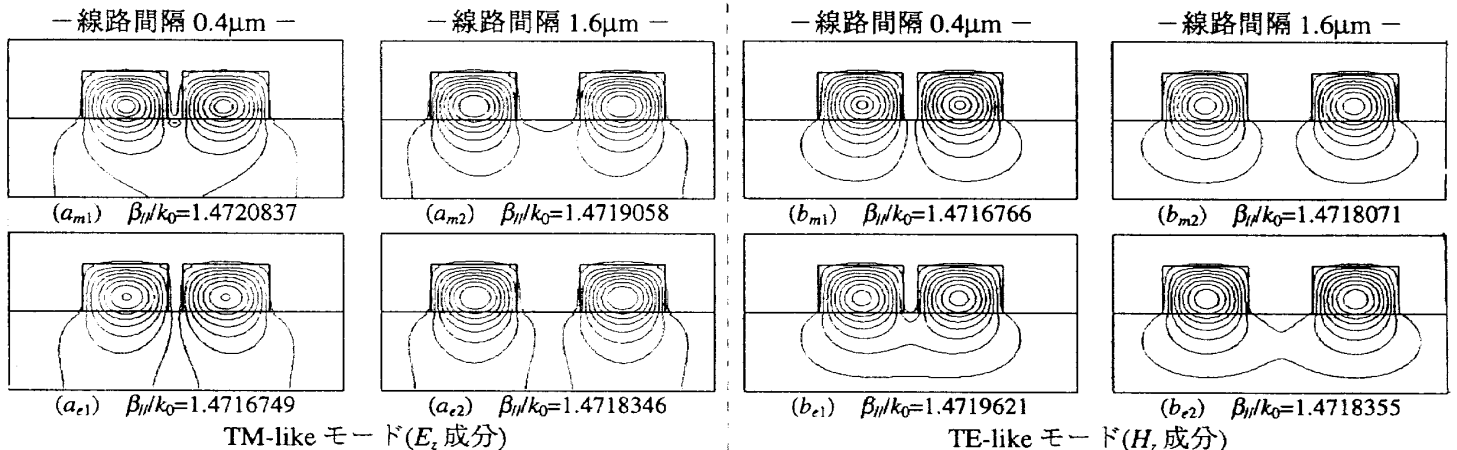


図3 平行結合3次元光導波路での断面電磁界分布(水平・垂直偏波モードの結合モード)