

C-3-108 PMMA/MgF₂系3次元光導波路のスラブモード展開による解析 —構成スラブモード振幅の考慮スラブモード数に対する収束性—

Analysis of PMMA/MgF₂ 3D Optical-waveguide by Slab-mode Expansion - Convergence behavior of slab mode amplitude vs mode order with mode number -

杉山 順 西村 秀臣 平岡 隆晴 許 瑞邦
Jun Sugiyama Hideomi Nishimura Takaharu Hiraoka 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 前回、3次元光導波路のスラブモード展開より導出される光平面回路方程式に基づいて、実効屈折率・電磁界分布の考慮スラブモード数に対する収束性について解析・検討した。今回は、3次元光導波路動作時の各スラブモード振幅に対する同様の収束性を検討したので報告する。

2. 解析モデル 3次元光導波路構造を図1に示す。バッファ層はMgF₂(厚さ:1.0μm, n_b=1.38)、導波路部分はPMMA(厚さ:0.5μm, n_r=1.49)、空気層はAir(厚さ:1.0μm)の3層構造、導波路幅W₁を2.0μm、全体の幅W_dを4.0μmとした。連続スペクトルの離散化を図るため上下左右に金属壁を仮定した。

3. 解析方法 光平面回路方程式に基づき、3次元光導波路を等価回路に置き換え解析した。3次元光導波路は左右対称を仮定し導波路内部領域(#1)と導波路外部領域(#2)の2つの領域に分け、各領域でスラブモード展開及び、境界での電磁界接線成分での連続条件より、図2に示すTE,TM多線条等価回路が得られる。具体的に領域1と領域2で高さ方向固有モード関数を求め、図2の内側壁(1,2)より外側を見た実効壁モードアドミタンス(\bar{Y})及び、内側壁より内側を見たモードアドミタンス(\bar{Y})を実効屈折率の関数として求め、モード整合方程式($\bar{Y} + \bar{Y}$)・v=0より、実効屈折率・スラブモード振幅が計算できる(今回は対称面で電気壁を仮定)。図2の等価回路でTE,TM多線条線路のモード数を有限個で打ち切りざるを得ないので考慮スラブモード数に対する解の収束性を今回計算した。

4. 解析結果 考慮モード数に対する3次元光導波路低次の実効屈折率の収束性を図3に示す。3次元光導波路の1番目のモード($\beta_1/k_0=1.42771$)におけるTE,TMスラブモード次数に対する振幅の収束性を考慮スラブモード数をパラメータとして図4(a)に示し、特に○印(TEスラブモード1番目)及び、△印(TEスラブモード5番目)の振幅の収束性を図4(b),(c)に示す。また、3次元光導波路で図4に対応した基本モード(n=1)の電磁界分布を図5に示す。

5. 結び 今回は3次元光導波路動作時のスラブモード振幅・モード次数特性が考慮スラブモード数に対して収束することを確認した。今後、3次元光導波路解析精度の向上及び、3次元光導波路不連続問題を取り扱う予定。

参考文献: 西村 杉山 許「PMMA/MgF₂系3次元光導波路の高さ方向固有モードによる電磁界解析」1997年春期電子情報通信学会総合大会 C-3-170

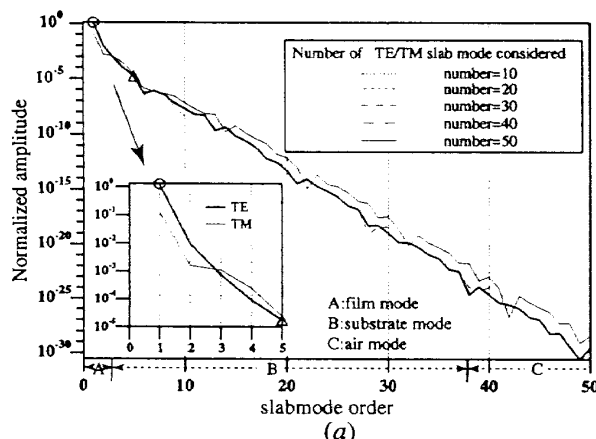


図4 3次元光導波路基本モード(n=1)のslabmode振幅対モード次数の収束性

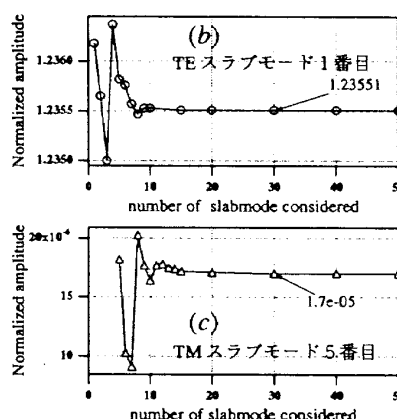


図3 実効屈折率の収束性

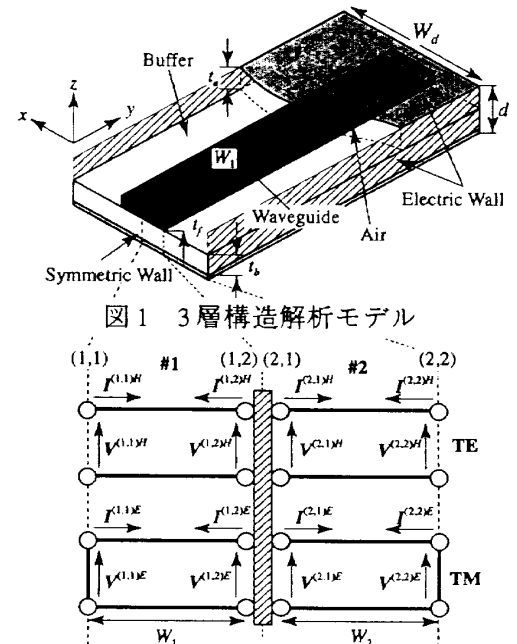


図1 3層構造解析モデル

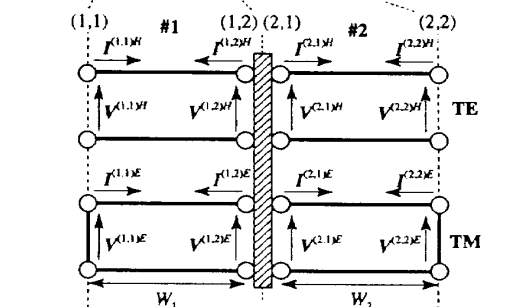
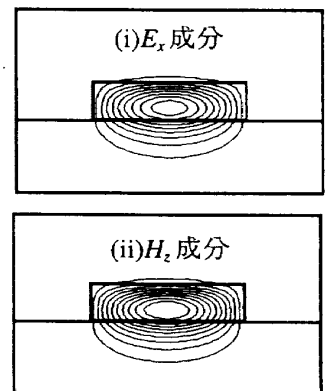
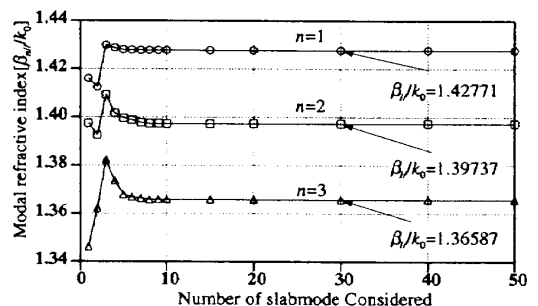


図2 TE,TMmodeによる多線条等価回路



(TE,TM slabmode 数=50)

図5 基本モード(n=1)の電磁界分布