

C-3-39 高屈折率差構造と低屈折率差構造を持った3次元光導波路の動作解析
 -構成スラブモード振幅対スラブモード次数特性の収束性-

Analysis of 3D optical Waveguide with high or low refractive-index-difference structure
 - Convergence behavior of slab mode amplitude vs slab mode order with mode number -

杉山 順 平岡 隆晴 許 瑞邦
 Jun Sugiyama 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、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、高屈折率差構造 (PMMA/MgF₂系) 3次元光導波路動作時での、考慮したスラブモード数に対して、スラブモード振幅対スラブモード次数の収束性を検討した。今回は、それよりも導波路と基盤との屈折率差が小さい、低屈折率差構造 (PMMA/SiO₂系) 3次元光導波路と同様の解析を行い、高屈折率差構造と、低屈折率差構造での動作状態の比較を行ったので報告する。

2. 解析モデル 3次元光導波路解析モデル構造を図1に示す。バッファ層は高屈折率差構造に於いてはMgF₂、低屈折率差構造に於いてはSiO₂、導波路部分は共にPMMA、空気層の3層構造、導波路幅W₁も共に2.0μm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。また両者の構造定数を表1に示した。

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、境界での電磁界接続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、外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($\bar{Y} + \bar{Y}$) $\cdot v = 0$ より、実効屈折率 \cdot 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、有限個で打ち切らざるを得ないので、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 高屈折率差構造と、低屈折率差構造における、考慮モード数に対するスラブモード振幅対スラブモード次数の特性を図3(a),(b)に示した。また、考慮モード数5、10までの拡大図もそれぞれ(a),(b)に示した。

5. 結び 図3より、低屈折率差構造の方が高屈折率差構造に比べ、スラブモード振幅対スラブモード次数の落ち込み方が小さい。これにより、低屈折率差構造に於いて、電磁界分布を計算するときには高屈折率差構造よりも、より多くスラブモード振幅を考慮しなければならないことがわかる。これは、低屈折率差構造の方が、不連続部で電磁界がより多く乱れてしまう為と考えられる。今後は、これをふまえ、他の3次元光導波路構造に於いても同様の解析を行う予定である。

参考文献: 杉山 西村 平岡 許 「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-」 1998 春期電子情報通信学会総合大会 C-3-108

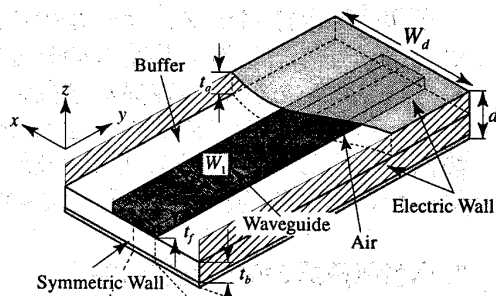


図1 3層構造解析モデル

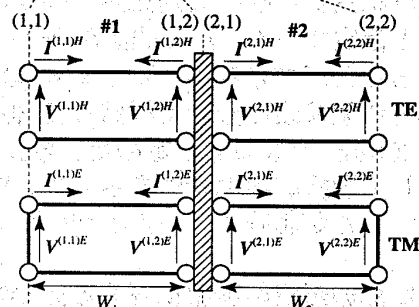
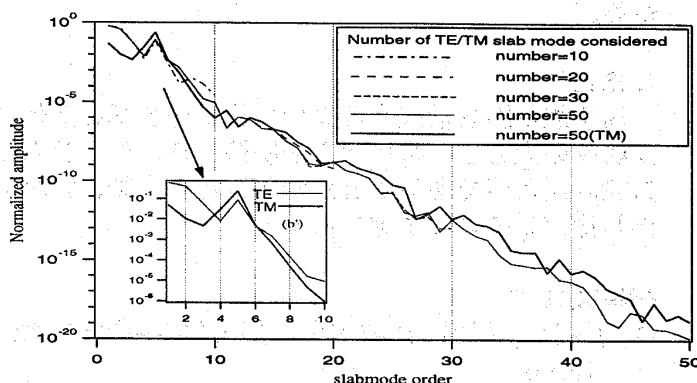
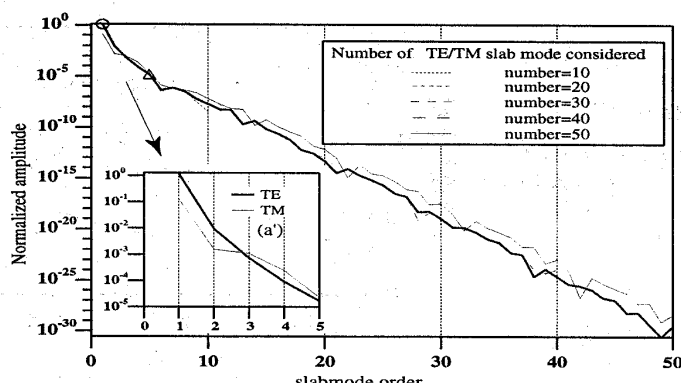


図2 TE,TMmodeによる多線条等価回路

	高屈折率差	低屈折率差
導波路材質	PMMA	PMMA
厚さ	0.5μm	1.0μm
屈折率	1.49	1.49
基盤材質	MgF ₂	SiO ₂
厚さ	1.0μm	2.0μm
屈折率	1.38	1.47
金属壁寸法	2.5×4.0(μm)	4.0×4.0(μm)

表1 3次元光導波路構造定数 (導波路幅は共に2.0μm)



(a)高屈折率差構造における解析結果 (b)低屈折率差構造における解析結果
 図3 3次元光導波路基本モードにおけるスラブモード次数対スラブモード振幅の収束性