

指向耦合器型 TE/TM 模分离器 模式传输特性及损耗分析*

李凤敏

(天津职业技术师范学院数理系, 天津 300222)

摘要: 用光束传播方法(BPM法)分析了有金属覆盖层的指向耦合器型 TE/TM 模分离器的传输特性, 计算了波导损耗。

关键词: BPM法; 传输特性; 波导损耗

中图分类号: O43; TN25 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) S1-0238-02

金属覆盖层指向耦合器型 TE/TM 模分离器是根据耦合模原理设计的。该模分离器利用两个分支波导的非对称性实现了无源结构。其结构容限大, 分离比可以达到很高。但工艺难度大。本文采用的是 Z 切 X 传的指向耦合器型模分离器。根据优化计算结果, 用 BPM 法分析了模式的传输特性以及损耗。

1 器件的结构和原理

指向耦合器型 TE/TM 模分离器的结构如图 1 所示, 中央耦合区的剖面如图 2 所示。

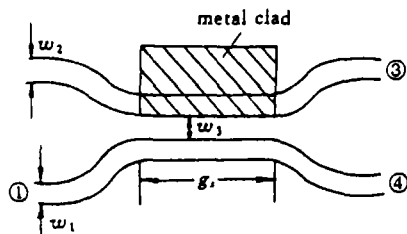


图1 指向耦合器型模分离器结构图

Fig.1 Schematic of directional-coupler splitter

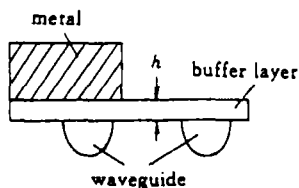


图2 模分离器耦合区剖面图

Fig.2 Cross-section of coupling area of the splitter

图中, ω_1 , ω_2 分别为两波导的宽度, ω_3 为耦合区

两波导间隙的宽度, g_s 为耦合区长度, h 为缓冲层的厚度。光波从端口①入射, 端口③为 TE 模的输出端, 端口④为 TM 模的输出端。

该模分离器由于在一个分支波导上覆盖金属, 它能有效地改变波导传播常数的实部和虚部, 而且这种改变对 TM 模要远大于 TE 模。这种模分离器的一个重要特征就是: 尽管覆盖金属层的分支波导对 TM 模有很高的吸收, 但由于器件的非对称性有效地抑制了 TM 模的耦合, 因此 TM 模的实际损耗是很小的。同时, 为了进一步抑制 TM 模的偏振串音, 在波导与金属层之间增加了低折射率的缓冲层。

2 BPM 法分析

2.1 确定 TE/TM 模的初始场分布

选入射场为 TE、TM 模的基模, 通过解模式色散方程并应用优化计算结果确定 TE、TM 模的入射场分布, 如图 3 所示。

计算参数为: $\lambda = 1.523 \mu\text{m}$, $n_0 = 2.2125$, $n_e = 2.1383$, $h = 90 \text{ nm}$, $g_s = 450$, 取样点数 $N = 128$, 取样长度 $L = 150 \mu\text{m}$, 上分支波导的宽度 $\omega_1 = 6.4 \mu\text{m}$, 下分支波导的宽度 $\omega_2 = 6.6 \mu\text{m}$, 步长 $\Delta z(\text{TE}) = 6.125 \mu\text{m}$, $\Delta z(\text{TM}) = 7.941 \mu\text{m}$, $n_{\text{Al}} = 1.415 - i15.65$, $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1.7467$, $\omega_3 = 2.6 \mu\text{m}$ 。

2.2 用 BPM 法求任意点的场分布, 确定出射场

计算方法同上, 对应的出射场分布如图 4 所示。

* 收稿日期: 2003-04-28

作者简介: 李凤敏 (1965 年生), 女, 讲师。

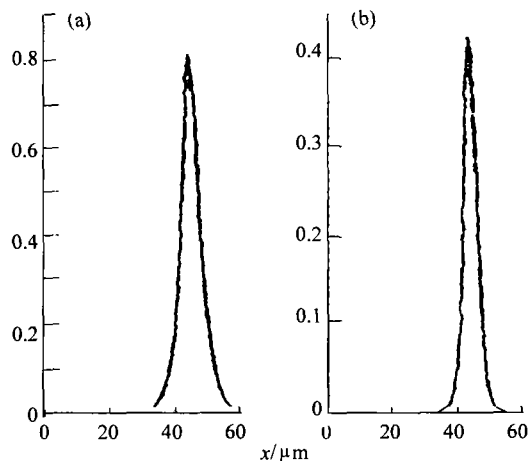


图3 TE模(a)和TM模(b)入射场分布

Fig.3 The normalized field profile
of TE (a) and TM (b) at $z = 0$

3 损耗分析与计算

金属包层光波导中的损耗包含金属包层的欧姆损耗以及界面上的散射损耗。该损耗有一些明显的特征,即损耗与模阶数有关,而TM模的衰减系数比TE模的衰减系数大。此外,模损耗值随模阶数的变化情况与折射率的分布有关。模损耗值随模阶数的增大而增大。为降低损耗以及与单模光纤芯径相匹配引起的插入损耗,使绝大部分的光功率限制在波导芯区,控制工艺条件,保证波导中只有基模传播。

模式衰减系数按下列公式计算

$$\alpha_m \frac{\text{dB}}{\text{unit length}} = 8.624 N_m'' (2\pi/\lambda)$$

式中, N_m'' 为模折射率的虚部,可由色散方程求得, m 为模阶数。将TE、TM模的 N_m'' 代入上式,可得TE及TM模的实际损耗分别为0.40 dB及0.28 dB。

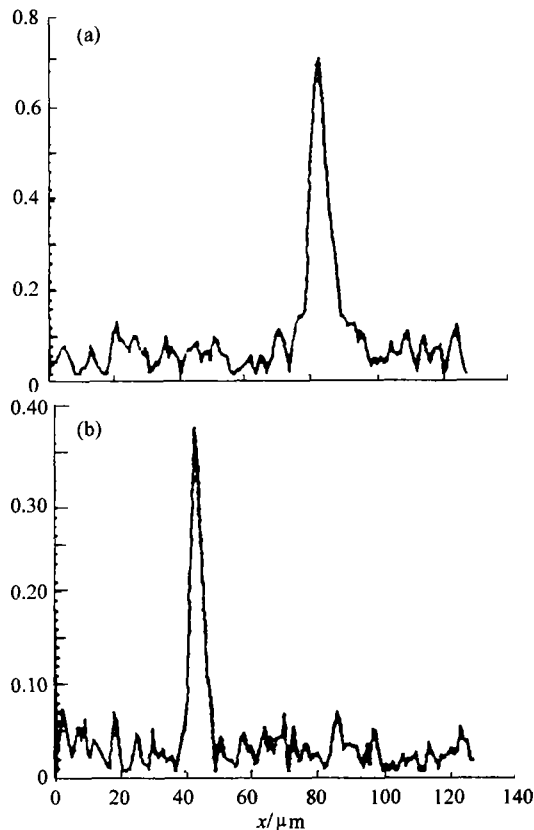


图4 TE模(a)和(TM)模(b)出射场分布

Fig.4 The field profile of TE (a)
and TM (b) mode at $z = z_{end}$

参考文献:

- [1] Mikami O. Coupled-waveguided TE/TM mode splitter[J]. Appl Phys Lett, 1980, 36(7): 491 - 493.
- [2] Li F M, Hu H Z. Optimum design of TE/TM mode splitter of directional-coupled structure[J]. Chinese J Lasers, 2001, 4 (28): 362 - 364.
- [3] Feit M D, Fleck J A Jr. Light propagation in graded-index optical fibers[J]. Appl Opt, 1978, 17(24): 3990 - 3998.
- [4] Li F M. Deduction and analysis of the dispersion equation of 4-layer waveguide with Metal clad[J]. 天津职业技术师范学院学报, 2001, 1(11): 22 - 24.

Propagation Characteristics and Loss of TE/TM Mode Splitter of Directional-coupled Structure

Li Feng-min

(Tianjin Vocational Technical Teachers' College, Tianjin 300222, China)

Abstract: Abstract Analysing the propagation characteristics for TE/TM mode splitter of directional-coupled structure with metal clad by using the beam propagation method, and calculating the waveguide loss.

Key words: beam propagation method; propagation characteristics; waveguide loss