

使用直角棱镜耦合器的新方法

李玉善 郑建和

(中国科学院长春物理所)

提要: 利用直角棱镜耦合器, 实现了同时激励波导模的传输条纹和 m -线, 从而使它兼有对称棱镜耦合器的耦合特性。进行了理论分析, 并给出测试方法及测量结果。

A new method using a right angled prism coupler

Li Yushan, Zeng Jianhe

(Changchun Institute of Physics, Academia Sinica)

Abstract: Using a right angled prism coupler, simultaneous excitation of both transmission strip and m -line of the waveguide mode have been realized, thereby, the right angled prism coupler have the coupled characteristics of the symmetrical prism. Theoretical analysis has been made and the measuring method and results are given.

一、引言

在集成光学研究工作中, 棱镜耦合器是测量波导模参数最有效的工具之一, 许多人在理论和实验上进行了深入的研究^[1~4]。

本文针对光波在棱镜直角面的反射和透射特性, 阐述了利用直角棱镜耦合器同时激励模的传输条纹和 m -线的测量方法。

二、测量原理

图1表示棱镜、薄膜内的场分布。图中 a_3 和 a_1 分别为棱镜和膜的入射波振幅, b_3 和 b_1 分别表示棱镜和膜的反射波振幅。导模场振幅和传播距离 x 的关系为^[2]:

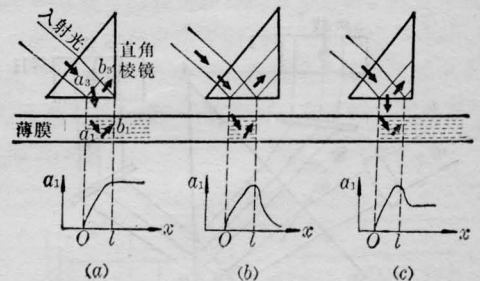


图1

$x=0$ 和 $x=l$ 为光斑在棱镜底边缘点

箭头表示光波行进方向; (a) 直角棱在 $x=l$ 处; (b) 直角棱在 $x>l$ 处, (c) 直角棱与 l 点的距离适当

$$\frac{da_1}{dx} = T a_3 - S a_1 \quad (1)$$

式中 T 和 S 是耦合系数。式(1)中, 第一项表示输入耦合引起的 a_1 的增大。第二项表示输出耦合引起 a_1 的减小。在图1(a)中, 光

收稿日期: 1983年12月19日。

能量从 $x=0$ 开始连续耦合入薄膜, 在 $x=l$ 处 a_1 达到最大, 且光能在 $x>l$ 处基本都维持在膜中沿 x 方向传输。这时棱镜中的入射光能量被馈送到膜中而留下了能量空缺, 并随反射光斑带出暗条 m -线。在图 1(b) 中, 从 $x=0$ 和 $x=l$ 之间进入膜中的全部能量在 $x>l$ 处又全部返回到棱镜中, 由直角面反射和透射。因为激光束是在同步方向上, 光能耦合到膜的一个波导模中, 然而这个初始波导模在反过来耦合到棱镜之前, 因膜中的某些缺欠而被散射到其它波导模, 所以从反射光屏处显现亮 m -线。在图 1(c) 中, 若使 l 点与棱镜直角棱的距离(与入射光斑尺寸相比)适当, 在 $x=0$ 和 $x=l$ 之间进入膜中的能量, 部分反过来耦合到棱镜中随反射光带出亮 m -线, 而另一部分继续维持在膜中沿 x 方向传输, 同时显现模的传输条纹和亮 m -线。

三、测量

图 2 表示直角棱镜耦合器的测量装置。图中, AB 、 CB 为棱镜的两个直角面, D 和 E 为入射光斑在棱镜底的边缘点, $DE=L$, BD 为棱镜直角棱到光斑的距离。

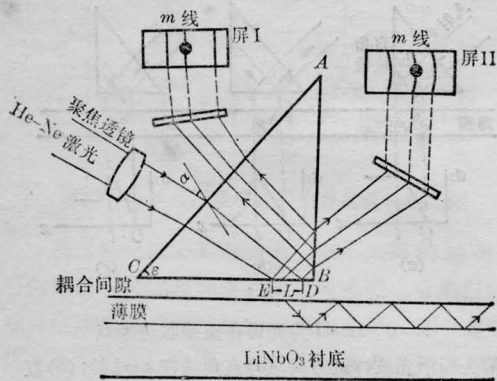


图 2 直角棱镜光波耦合器的测量装置

把直角棱镜-薄膜耦合系统置于测角仪转盘中心, 将一束 TE 偏振的 He-Ne 激光由长焦距透镜聚焦投射到棱镜底 BC 面, 反射后到达 AB 面。在 AB 面上的光波一部分反射到棱镜斜面, 由斜面透射到屏 I 上, 而另

一部分直接透射到屏 II 上。转动测角仪转盘, 使光束位于某阶同步入射角 α_m 的位置上, 则从屏 I 和 II 上显现出 m -线, 同时在波导表面上观察到模传输条纹。

由实验观察发现, 当光束投射到棱镜底使 BD 的大小取确定范围值时, 方能出现上述效应。

调节入射光斑在棱镜底的位置, 使 $BD=0$ 或 D 点稍跨过直角棱时, 只出现模传输条纹, 并从反射光屏处观察到暗 m -线。继续调节光斑位置, 使 BD 长小于 L 时, 同时出现模传输条纹和亮 m -线。当 BD 等于或稍大于 L 时, 只出现亮 m -线, 模传输条纹基本消失。更有趣的是, 当调节光斑位置只出现模传输条纹时, 在不同的耦合间隙下能观察到暗 m -线, 并与被激励的模相对应的暗 m -线恰好落到反射光斑中心。其模传输条纹愈亮, 则暗 m -线愈暗; 波导模损耗越低, 暗 m -线就愈细。图 3 是溅射玻璃波导模 3 个 TE 模的

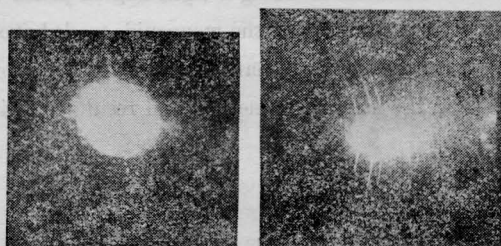


图 3

(左) 由棱镜斜面出射到屏 I 上的 m -线照片, 被激励模式为 TE_2 模; (右) 由棱镜直角面透射到屏 II 上的 m -线照片, 被激励模式为 TE_1 模

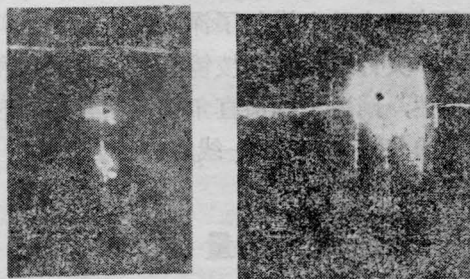


图 4

(左) Ti 扩散 $LiNbO_3$ 波导 TE_0 模 m -线照片; (右) 钛扩散 $LiNbO_3$ 质子交换波导 5 个 TE 模的 m -线照片, 被激励模为 TE_3 模

(下转第 721 页)