

研究快报

# 集成光学亚微米光栅的原子力显微镜表征\*

李 燕 徐 迈

(中国科学院激发态物理开放研究实验室, 长春 130021)

(中国科学院长春物理研究所, 长春 130021)

张 玉 书

(集成光电子学国家重点联合实验室, 长春 130023)

Burger J Parriaux O

(CSEM Swiss Center for Electronics and Microtechnology, Switzerland)

关键词 集成光学, 光栅, 原子力显微镜

具有亚微米空间周期的波导皱折光栅, 耦合结构和制备技术与平面光回路制备工艺相兼容. 作为分布反馈激光器的光栅反射镜、波导光栅耦合器、滤波器等, 在集成光学研究和应用中一直有着十分重要的意义.

用于集成光学的亚微米波导光栅通常是由平板波导上的周期皱折构成. 周期皱折被蚀刻在波导表面本身或蚀刻在波导表面被沉积的高折射率薄膜内. 光栅通常可看作是从周期皱折辐射出体积波的相位衍射元件.

实现元件的设计功能除光栅周期外, 很大程度上依赖沟槽剖面, 沟槽墙的坡度和光栅沟宽与间隔比(mark-space ratio), 特别依赖于其沟槽深度. 由于散射引起损耗, 器件功能也与微加工元件表面粗糙度有关. 同时, 为了得到光栅器件设计功能要求的效率, 光栅微加工需要高精度, 在每个制备步骤以后, 都需要对它进行简易的三维表征, 以便可靠地控制整个工艺过程, 使光栅达到器件设计对结构参数的要求, 实现功能性器件高效率运转.

我们利用常规微电子设备掩膜, 通过全息曝光和离子蚀刻技术制备出不同材料(soda-lime 玻璃、Bk7 玻璃、TiO<sub>2</sub>), 不同结构(等周期、变周期)多种波导光栅器件. 采用特殊设计的单台原子力显微镜(AFM), 对波导光栅结构进行了非破坏性表征. 实验表明, 单台 AFM 用于光栅结构表征, 不必象常规原子力显微镜观测那样需繁杂的样品制备过程(如切、镀膜等)及不可避免的破坏光栅器件本身, 就能对任何材料给出光栅结构最精细的详图, 特别能给出沟槽剖面的精确图形, 从而测定皱折光栅周期、深度、沟槽剖面等光栅结构参数. 图 1 给出 Bk7 玻璃波导上短周期蚀刻光栅的平面图, 图 2 示出立体结构图. 从图 2 测出沟槽深度值为 0.64 μm, 光栅沟宽与间隔比(mark-space ratio) 0.98. 测出的沟槽坡度为左沟槽墙 73°; 右沟槽墙 82°. 在 AFM 成像中, 聚焦在脊底, 由于出现 50nm 数量级的高度变化, 我们不仅能看到光栅的粗糙结构, 也能分辨精细结构.

\* 国家自然科学基金资助项目

1997 年 8 月 13 日收到

光栅底部空间的粗糙度大约 22nm. 脊顶大约 6nm, 比底部明显低得多. 我们测定皱折光栅结构的周期、深度、沟槽剖面、光栅表面粗糙度等光栅结构参数, 为集成光学波导光栅器件设计、加工、观测提供了原子级尺寸, 无破坏性、方便、灵活的检测手段.

图 1 蚀刻光栅的平面图

Fig. 1 Plane figure of etched grating.

图 2 蚀刻光栅的立体图

Fig. 2 Three-dimensional figure of etched grating.

## CHARACTERISATION OF SUBMICROMETER GRATINGS FOR INTEGRATED OPTICS BY A ATOMIC-FORCE-MICROSCOPE

Li Yan Xu Mai

(Changchun Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)  
(Laboratory of Excited State Processes, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

Zhang Yushu

(National Integrated Optoelectronics Laboratory, Changchun 130023)

Burger J Parriaux O

(CSEM Swiss Center for Electronics and Microtechnology, Switzerland)

### Abstract

We experimentally demonstrate that AFM can be used as a flexible tool for non-destructive characterisation of all steps of a fabrication sequence of submicrometer gratings for integrated optics without the necessity to specially prepare the samples under test.

**Key words** integrated optics, submicrometer gratings, atomic-force-microscope