

## 多功能扫描探针显微镜的研制与应用

施倪承 马喆生

(中国地质大学,北京,100083)

纳米科技的兴起使介于宏观与微观世界之间的介观领域的探索成为各学科研究的热点。纳米探测学的研究热潮是由1982年CerdBinnig和HeinrichRohrer研制成功第一台扫描隧道显微镜(STM)而引发的。1989年Dreke提出了用激光束反射法探测原子力的设计。90年代许多具有特殊用途的显微镜相继研制成功。我们晶体结构与晶体化学研究室与中科院化学所合作研制的CSPM-930b型多功能扫描探针显微镜是一种与光学显微镜结合的具有扫描隧道显微(STM)、原子力显微镜(AFM)、侧向力显微镜(LFM)等多模式和多功能的纳米探测仪器,它是集激光检测技术、微信号检测技术、精密机械加工、自动控制及先进的计算机软硬件技术于一身的高科技产品。本仪器的研制来源于地质矿产部下发的“八五”科技项目。1995年10月经费到位后正式启动,经双方协作单位一年的攻坚和苦战,于1996年底安装调试成功。1997年1月14日该仪器通过了地矿部科技司组织的部级科技成果鉴定。仪器由SPM主体、控制电路及计算机软件三部分组成,SPM主体又分探头和扫描驱动基座两个部分。仪器安装了光学显微镜及CCD系统,用于微米水平定位及实时监视,包括实体显微镜、CCD摄像头和监视器。其中光路系统的激光光源采用了可见光半导体激光器(GaAlAsLaser670nm,3mV)作为单色光源。聚焦光斑由20 $\mu$ m宽的微悬臂反射,反射光斑呈椭圆形。微悬臂采用SiO<sub>2</sub>及Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>材料制成,背面有镀金镜面,微悬臂的弹性系数在0.1~

10N/m之间,光敏检测器为四象限位置敏感检测器(PSD),控制电路系统是在原有的CSTM-9000的控制电路上加以改进而成,包括反馈、驱动、法向信号放大。计算机及SPM软件包括图像扫描、采集、显示及图像处理,可得到多种谱学曲线、二维、三维及线扫描等。仪器分辨率:横向STM<0.1nm,AFM<0.3nm;纵向STM<0.01nm,AFM<0.03nm。就扫描范围来说,实现了从纳米量级至微米量级的跨越,扫描范围:1纳米至10微米。该仪器经鉴定委员会专家鉴定,一致认为该仪器大部分采用国产化器件,在仪器探头、显微镜光学、CCD系统、控制电路、数据采集及图像处理方面有独到之处。仪器具有自动化程度高、便于操作、性能稳定、重现性良好、性能价格比高等特点。仪器主要技术指标达到了国际同类仪器的先进水平。但仪器在外观设计、扫描范围、大尺寸样品放置、探头与样品接触方式等方面还有待进一步改进。

该仪器研制成功后,已用该仪器观察了大规模集成电路芯片、光盘、软磁盘、镍氢电极、镀膜镜片、光栅等高新技术产品,而且也氧化物抛光粉、平谷火山岩及黄铁矿等矿物进行微形貌研究,得到了极有意义的关于表面形貌及结晶粒度的资料。仪器通过鉴定及投入运行后,在1997年间又用BorlandC++语言在Windows系统下重新编写仪器控制、数据采集及图像处理的软件系统,从而使该仪器在计算机软件方面也达到了国际先进水平。

本研究受地质矿产部“八五”课题项目基金资助。