

基于数据库的扫描探针显微镜通用 WIN95 软件

A General WIN 95 Software for SPM Based on DataBase

林 松 王克逸 胡凯成 黄文浩

(中国科技大学精密仪器系 合肥 230026)

【摘要】 本文介绍一个针对国产扫描探针显微镜(SPM)研制的软件。该软件基于数据库,运行于 WIN95 环境。文中给出获得的一些样品图象及通过本软件处理后的结果。

【Abstract】 This paper introduces a software programmed for domestic SPM. It is based on DataBase, and runs under WIN95. Some sample images obtained and processed by the software are presented.

近年来,扫描探针显微镜(Scanning Probe Microscope, SPM)技术日趋完善,国内外均有商品仪器销售,与国外几个著名专业厂商,如 Digital Instrument, Park Scientific Instrument 等公司生产的高档仪器相比,国产仪器基本上仍属中低档次,有些仪器如超高真空扫描探针显微镜,国内虽有研制,但尚无类似产品,不得不依赖进口。当然,国产仪器的价格大致只有同类进口仪器的十分之一;另一方面,不同研究领域的用户往往对仪器某方面的功能有特殊的要求。因而,对国内那些无力配备昂贵的进口仪器或对仪器的功能有特殊要求的科研单位来说,在国产仪器的基础上,根据自己的研究需要,对仪器进行改进或自行开发相应软件是明智的选择。

我们实验室在中科院北京化学所(国内主要的 SPM 生产厂家之一)生产的 CSPM-930 的基础上,研制出 STM/AFM/SNOM 等一系列探头。同时,针对 CSPM-930,我们开发了扫描探针系列显微镜通用软件 CSPM95。该软件跟踪国际上扫描探针显微镜商品软件的最新进展,使用 VC++ 2.0,选择 Access 作为图象数据库管理基础,运行于 WIN95 环境。

扫描探针系列显微镜通用软件 CSPM95 具有以下特点:

- 软件由数据采集和图象分析处理两部分组成,并可互相调用
- 针对 WIN95 编程,因而执行效率更高,运行更可靠,用户界面更友好,

使用更方便

- 1024x768x256c 显示模式;提供十余种伪彩色配色方案,可通过对话框预览、选择
- 图象采集分辨率 128x128、256x256、512x512 可选
- 原始数据经归一化压缩后,采用可被 PhotoShop, PhotoStyle 等专业图象处理软件识别的标准 256 色 BMP 图象格式保存,便于后续处理。为减少信息丢失,数据库中保留原始 ADC 数据的最大最小值
- 所有采集参数均可通过键盘或鼠标输入,并由 Access 数据库保存、管理
- 具有同时采集两路信号、同屏显示两副 SPM 图象的功能,由对话框选择,支持 ForwardScan & BackwardScan, STM & BEEM, AFM & SNOM 等 Multi-Probe 模式
- 压电陶瓷管 PZT 扫描极限 ($10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$) 内样品区域的选择能力,和任意角度旋转扫描的能力使得图象的获得更容易、可信
- 具有扫描示波器仿真显示功能
- 具有实时软件滤波、图象修正功能
- 采集过程中,可在任意时刻将当前数据以自动形成的文件名存盘,同时数据库保存所有有关参数,数据库中并有样品类型、采集时间、备注说明等字段
- 在不退出图象状态的情况下,可热键激活扫描隧道谱采集和纳米加

工功能,其位置由鼠标点取;反馈电路激励可由软件控制,扫描隧道谱以 Text 方式保存

- 具有基于数据库的图象查询、浏览功能,支持日期、类型、文件名选择检索
- 具有 FFT 二维频谱分析功能,可显示 256 色二维频谱图,具有多种滤波手段
- 具有剖面线分析和区域分析功能,支持图象局部放大显示
- 具有快速三维渲染、显示功能
- 步进电机自动进给控制可选
- 具有完善的在线帮助、图象演示 demo 系统
- 具有内存容量、硬盘剩余空间自动检测功能
- 支持图象打印输出,支持 Windows 支持的任何打印机
- WIN95 的环境,使得屏幕图象的剪贴拷贝异常方便
- 由系统时钟触发数据采集的非资源独占式软件
- 网络操作支持可选

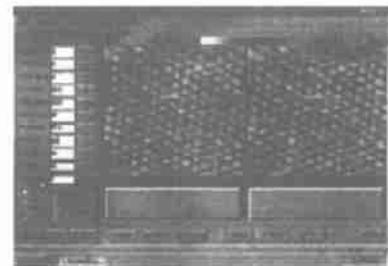


图1 CSPM95 采集程序界面图示
正扫反扫 HOPG 图象

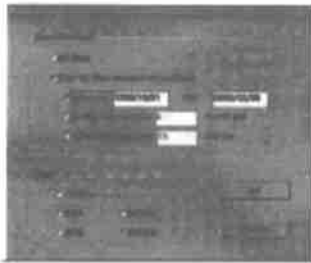


图2 图象查询对话框查询条件为日期、类型

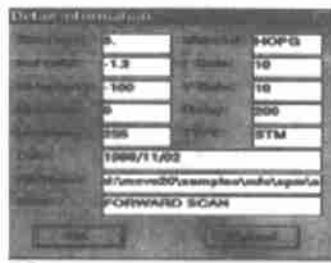


图4 数据库中关于图3所示图象的部分说明

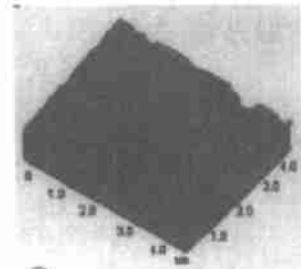


图6 废旧光栅的PSTM三维图象

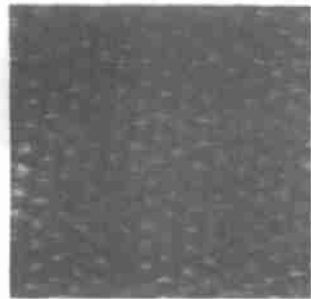


图3 高定向石墨 HOPG 的 STM 图象(3.0nm×3.0nm)

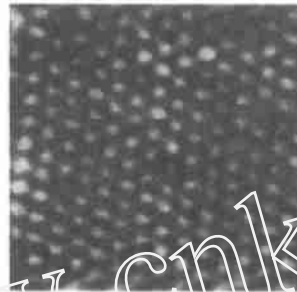


图5 经FFT低通滤波处理获得的HOPG图象

我们使用自行研制的SPM系列探头,利用该软件,对一些样品进行了测试。图3~图6给出我们获得的部分样品的原始图象及其处理结果。

目前,该软件已申请登记。

参考文献

- 1 AutoProbe Series, Park Scientific Instruments introduction, 1994
- 2 A. Schummers, H. Halling K. H. Besocke and Cox, J. Vac. Sci. Technol. B9 (2), 1991, P615

(上接第23页)操作符%表示将浮点数转换成整数的符号。光轴偏移量测量范围为 $-2.5^{\circ} \sim +2.5^{\circ}$ 。双方约定光轴偏移量为 0° 时,输出电压为2.5V。计算中设置浮点数Q表示垂直方向光轴偏移量,偏下为正、偏上为负;R表示水平方向光轴偏移量,偏左为正、偏右为负。则对应测得光轴偏移量Q和R,输出的数字量分别为: $D_V = (127 + 50 \times Q) \%$ (2)

$$D_H = (127 + 50 \times R) \%$$
 (3)

以水平方向为例,计算所得数值和对应输出的电压如表2所列。

显示软件处理流程如图3所示,如

表2 水平光轴偏移量和相应输出的电压

R	右2.5°	右2.0°	右1.5°	右1.0°	右0.5°	0°	左0.5°	左1.0°	左1.5°	左2.0°	左2.5°
D_H	0	27	52	77	102	127	152	177	202	227	255
电压	0V	0.53V	1.02V	1.51V	2V	2.5V	3V	3.47V	3.96V	4.45V	5V

4 检测线对仪器输出模拟信号的校正

前照灯检测仪的测量结果的检验和校正是依靠QJX-1型前照灯检测仪校准器来完成,校准器提供的标准发光强度和对应此光强应输出的模拟电压如表3所列。

表3 标准光强和输出的模拟电压

t	1	2	3	4	5	6	7	8
标准光强(cd)	8000	10000	12000	15000	20000	25000	30000	40000
电压(V)	0.5	0.63	0.75	0.94	1.25	1.56	1.88	2.5

果 D_H 小于255并大于0时,显示偏移量和方向,若仪器只点亮指示光轴偏移方向的方向显示器时,表示该方向的偏移量已超过 2.5° 。

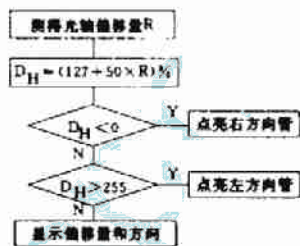


图3 显示流程图

对光强的校正就是将仪器按表3提供模拟电压,使得主计算机读出的光强值与对应的发光强度相一致。在校正时,首先让AD558芯片输出5V电压,调节检测线接收电路放大器的反馈电阻,使接收电路的A/D转换器输出的数值接近满量程。因为需要对8个光强值进行校正,因此用分段线性化来修正不同范围的发光强度,设各线段的表达式为:

$$I = a \times D_i + b$$
 (4)

式中,I为光强值, D_i 为接收此光强时A/D转换器输出的数值,a、b为修正系数。若将仪器按表3依次输出二个相邻的电压值,就能得到8个A/D变换的数值和计算出7组修正系数,并存入主计算机的内部存储器中。在实际测量时,主计算机读出A/D变换数值 D_i 后,先判断该光强在哪一段范围之中,然后调用这一段的光强修正系数a和b,再按公式(4)计算发光强度I。光轴偏移量校正按表2进行,原理和方法基本相同。

5 讨论

QDC-1型汽车前照灯检测仪的模拟量输出联网方式具有充分利用现有资源、性能可靠、便于用户接受和使用的优点,然而在另一些场合下,亦可采用RS-232标准串行接口的联网方式,以利于数据传输和建网。

6 参考文献

- 1 何立民,“单片机应用系统设计”,北京航空航天大学出版社,1990
- 2 朱林等,“用于微机处理传感器非线性的软件”,计量技术,1992.2

本文1997年1月收到