

建立 SPM 的新测量方法 ZXY 测量 — 克服不擅长的测量 —

A. Kogure, K. Yamasaki, T. Fujii

关键词：SPM-9700：纳米 3D 物性分析、SPM-8100FM：ZXY 测量、广视野 50 μm 以上、柔软样品、细胞、起伏较大的样品、起伏 1 μm 以上、对象：SPM 用户、激光显微镜用户、高分子、生物样品

■ 摘要

为保证探针 - 样品之间恒定的相互作用力，SPM 一般采用对样品表面进行扫描的“XY 测量”方法获取数据。XY 测量具有扫描速度快、平面分辨率高的特点，是各种测量模式的基础。但是，SPM 同时也存在对“广视野”、“柔软样品”、“起伏大的样品”测量困难的缺点。我们已经成功开发了“ZXY 测量”以克服这些缺点，现报告如下。

■ XY 测量与 ZXY 测量

图 1 所示为传统方法 XY 测量和新方法 ZXY 测量。XY 测量在 SPM 中最常用的方法，其工作原理是探针始终位于样品附近，在保持探针 - 样品间恒定的相互作用力的同时对样品表面进行扫描。所得到的图像是 X · Y 的二维信息，表面形貌图像以对比度形式显示，凸起部位亮、凹陷部位暗。由于测量速度快，平面分辨率高，它已经成为各种测量模式的基础。另一方面，由于探针和样品始终处于接近状态，探针与样品存在因碰撞而导致损伤的风险。具体问题如下。

- 广视野的测量
 - 扫描面积越大，扫描时间越长
- 柔软样品的测量
 - 探针会拖拉样品，导致其沿扫描方向变形
- 起伏大的样品的测量
 - 探针不能很好的追踪样品表面

与之相比，新方法 ZXY 测量是以力曲线测量为基础。力曲线是探针与样品之间的距离 (Z) 在垂直方向发生较大变化 (接触和脱离) 的同时测量探针受到的力。该方法是对 X 方向进行连续测量，首先创建 ZX 测量面，然后沿 Y 方向对该 ZX 测量面进行连续测量，形成包含 Z、X、Y 三维信息的 ZXY 测量面。

采用该方法测量时，由于探针位于样品附近，接近所需时间短，而且，在接近期间探针在扫描方向没有动作，因此不存在 XY 测量的缺点。此外，可以通过 ZXY 测量数据，一次性绘制“高度图像”、“ZX 图像”、“吸附力图像”等。下面通过实例对这些特点进行说明。

■ 仪器

图 2 所示为可支持 ZXY 测量的仪器。SPM-9700 系列需要使用选配的纳米 3D 物性分析软件。SPM-8100FM 使用 ZXY 测量模式进行测量。

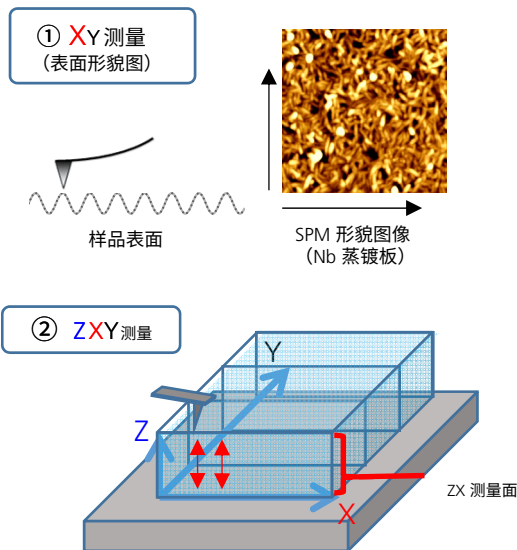
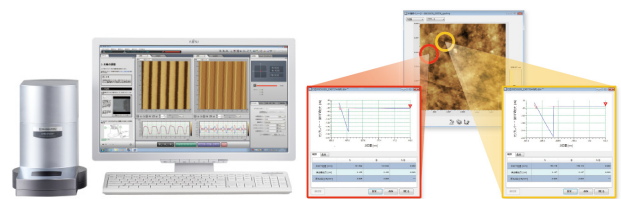


图 1 XY 测量与 ZXY 测量



SPM-9700 系列的纳米 3D 物性分析软件



SPM-8100FM

图 2 SPM-9700HT™ 和 SPM-8100FM

■ 广视野的测量

图3所示为市售的伸缩性薄膜的高度图像。扫描范围XY为100 μm 、高度Z为1.5 μm 左右。在传统的XY测量中，需要对悬臂的振幅、扫描速度及各种增益等参数进行调整，而采用ZXY测量方法进行测量时，不需要调整上述参数。另外，对如下图所示的图像（256 \times 256像素）测量时，使用XY测量可能需要花费40分钟以上的时间，而使用ZXY测量，大约只花费了25分钟。

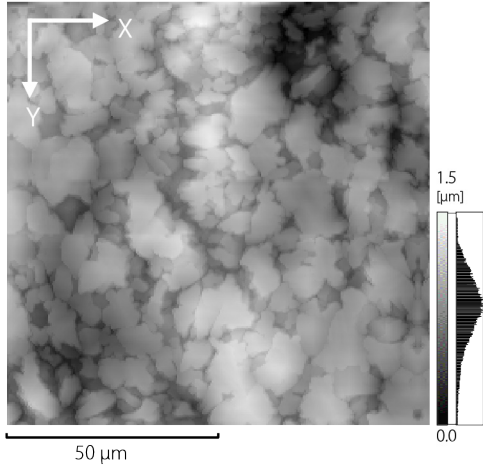


图3 市售的伸缩性薄膜高度图像

■ 柔软样品的测量

图4所示为活的HeLa细胞测量案例。通常，活体细胞非常柔软，探针会沿扫描方向拖拉样品，很难保证测量的准确性。但是，如果使用ZXY测量，则可以在不发生变形的情况下测得细胞的形状。扫描范围为50 μm ，高度差为7 μm 。图(a)中箭头位置的ZX图像如图(b)所示。它是从断面方向观察样品的，在这里还可以获得样品的变形量。上述详细内容已记载于应用新闻S38中。

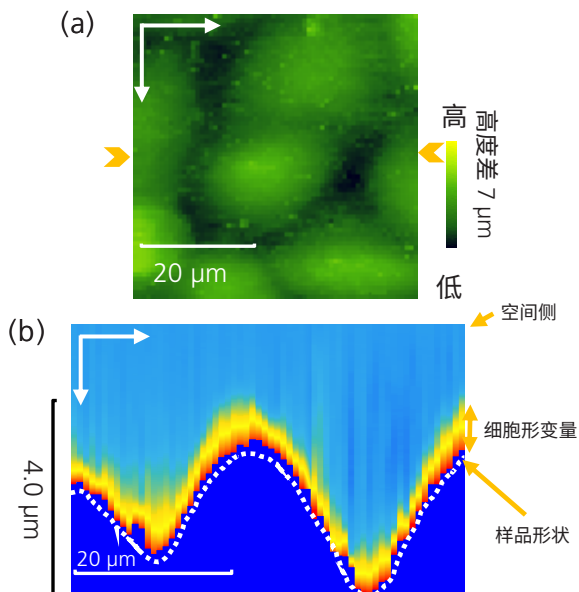


图4 活 HeLa 细胞 (a) 高度图像 (b) ZX 图像

■ 起伏大的样品的测量

图5所示为市售的橡皮断裂表面测量示例。扫描范围XY为50 μm 、高度为5 μm ，并且存在2~3 μm 的起伏。在XY测量中，探针很难跨越陡峭的台阶，会形成较大的干扰条纹。有些情况下，大的起伏还有可能对探针造成很大的损伤。但是，使用ZXY测量，不仅可以顺利完成起伏较大的样品测量工作，还可以完成这种大的起伏样品表面吸附力分布的分析测试，从而了解橡皮中的添加剂的分散情况。

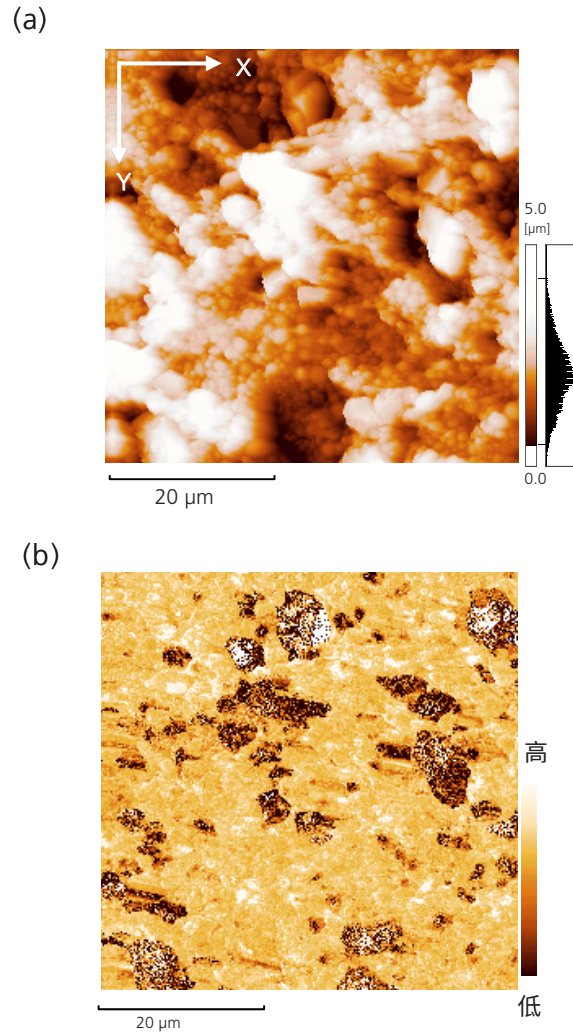


图5 市售橡皮的断裂表面 (a) 高度图像 (b) 吸附力图像

■ 总结

ZXY测量是一种克服了传统的SPM不擅长的“广视野”、“柔软样品”、“起伏大的样品”测量难题的新方法。

SPM-9700HT 是岛津制作所株式会社在日本及其他国家的商标。

岛津应用云

