

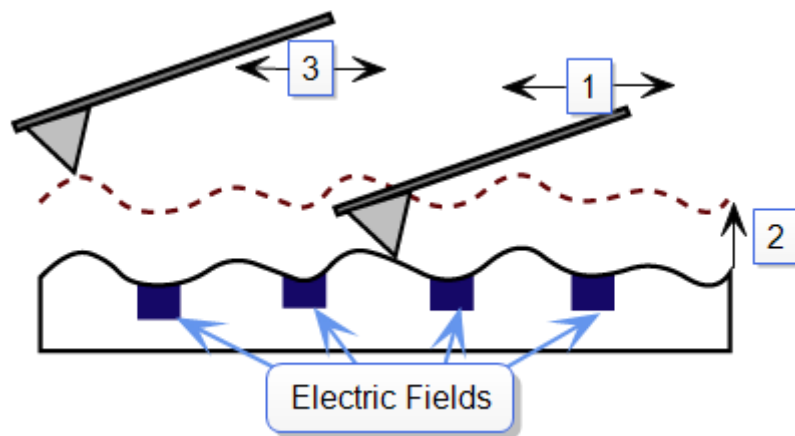
## 扫描探针显微镜升级模块 MML-LM 基本操作

本部分涉及的操作适用于运行于 Windows XP 系统之上的 NanoScope 8.1x 软件以及运行于 Windows 7 系统之上的 Nanoscope 9.x 软件。因软件版本不同，个别截图可能有些差别，但所有参数的设定均相同。

### SPM 表征电磁学性质的基本原理

EFM/MFM 是从轻敲模式 AFM 发展而来的一种成像模式，可以对样品表面的电场/磁场分布进行扫描。在 MM8 中，这两种模式是通过 Interleave 模式来实现的。

这里以 EFM 为例来说明，MFM 与 EFM 原理十分类似，不同的只是在 Interleave 扫描线上不加电压，而是采用磁力探针来探测探针和样品间的相互作用。EFM 采用两次扫描的方法，第一次扫描（主扫描，Main Scan）采用轻敲模式获得表面形貌，第二次扫描（Interleave 扫描，Interleave Scan）将探针抬起一定高度，并给探针施加一个偏压，利用第一次扫描得到的形貌信息保持探针和样品之间的距离恒定，对电场分布进行扫描。整个过程如图所示。这种两次扫描的方法称为抬起模式（Lift Mode）。





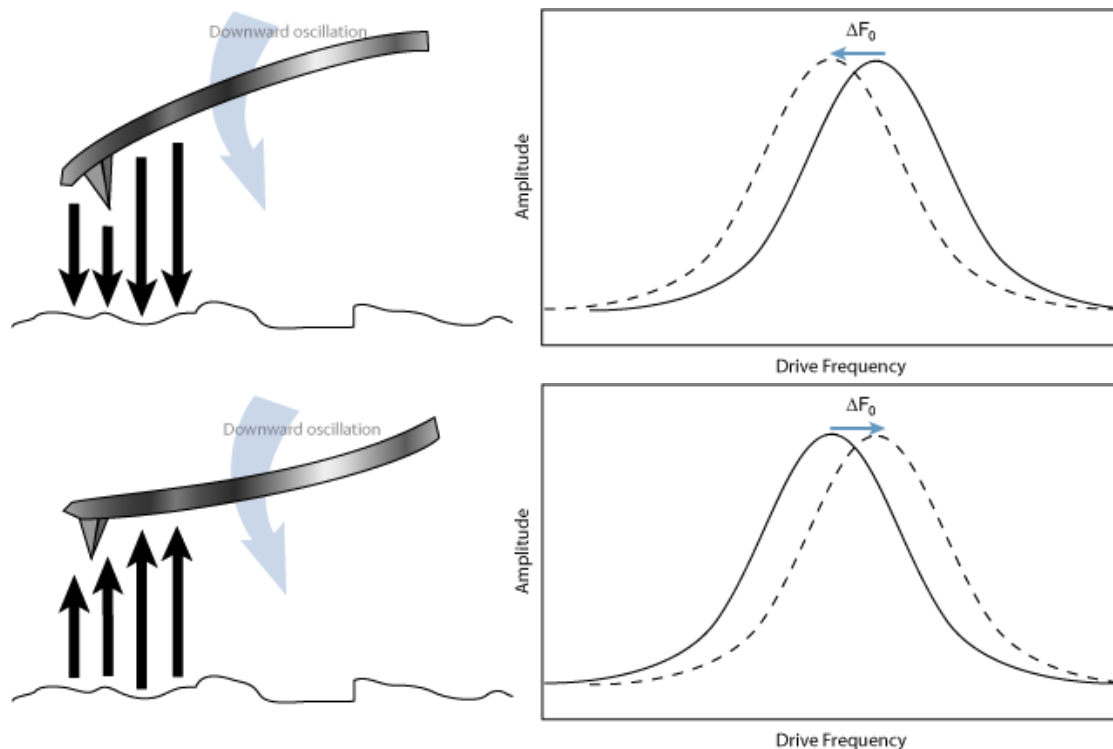
Electric Scope Data (Interleave Scan)



Topographic Scope Data (Main Scan)

EFM 成像过程示意图。第一步，主扫描，测量表面形貌；第二步，探针抬起一定高度；第三步，Interleave 扫描，测量电场分布。

EFM 扫描过程中，如果振动的探针受到引力作用，悬臂有效弹性系数降低，振动频率减小；受到斥力作用，悬臂有效弹性系数增加，振动频率会增加。这种变化会引起振幅-频率曲线的移动。如图所示。EFM 就是探测的就是这种由电场力引起的振幅、频率或相位的变化。这就是 EFM 的基本原理。MFM 的原理与此完全相同。



EFM 扫描过程中探针受力引起有效弹性系数变化，从而导致振动频率的改变。振动的探针受到引力作用，悬臂有效弹性系数降低，振动频率减小（上图）；受到斥力作用，悬臂有效弹性系数增加，振动频率会增加（下图）。

有相位检测、频率调制以及振幅调制三种静电力检测方法。如果通过调节悬臂振动频率