

原子力顯微儀的原理 (下)

An Introduction to the Principle of Atomic Force Microscope (II)

林明彥、張嘉升、黎文龍

Ming Yen Lin, Chia-Seng Chang, Wenlung Li

原子力顯微儀已被廣泛地應用於表面量測，對於大多數非原子力顯微鏡專業的使用者而言，深入了解原子力顯微儀的原理與特徵，有助於正確地操作儀器。本文主要是針對常用的輕敲模式，透過物理的等效運動模式，並配合實驗數據與實際量測之經驗，以說明輕敲模式下探針的運動特徵、探針與表面間的交互作用及輕敲模式的運作原理。

Atomic Force Microscope (AFM) has been widely used in the field of surface measurement. It is helpful for any of user, especially for most of users who are not familiar with the functions of AFM, to operate AFM properly if they understand more with the principle and characteristics of AFM. In this article, the principle of tapping mode, which is the most frequently used, is mainly introduced. An effective physic model of motion, experimental data and experiences on AFM measurement are used to describe the physic characteristics of cantilever tip motion, tip-sample interaction and the principle of tapping mode.

智慧藏

(3) 探針與樣品表面間的作用 (Tip-Sample Interaction)

前文已針對探針於自由振盪時的物理現象做一說明，即探針尚未下針至待測樣品表面前的物理狀態。在這個狀態下，使用者會操作一掃頻功能，先取得共振頻率 ω_r 及 Q 值後，原子力顯微儀機器才將探針的工作頻率設定在 ω_r 附近，然後由使用者設定一適當之探針振幅 (即透過激振電壓之設定) 後，才將探針下至待測樣品表面。當探針接近至樣品表面數 nm 至數十 nm 的距離時 (樣品表面所附著的水膜厚度)，首先會碰到的作用力是水膜的虹吸力 (如前文所述)，這個作用力會把探針尖迅速拉

至樣品表面，並讓探針進入樣品表面原子的斥力區 (事實上，就是探針尖原子的電子層與樣品表面原子的電子層已開始重疊，並產生斥力作用)。所以，一般於輕敲模式下，探針的振幅要大於水膜的厚度，並讓探針尖穿越水膜、再與表面原子做間歇式的接觸，才能克服水膜的影響。

(a) 外力作用下探針的運動方程式

為了理論性地探討探針與樣品表面間作用時所發生的複雜物理現象，我們利用了較簡單且合理的物理模型來說明：當自由振盪中的探針，如果受到外力的作用時，會有哪些基本的現象發生。