

# 原子間力顕微鏡 Atomic Force Microscope (AFM)

## 基本仕様 / Specifications

### 島津製作所 (Shimadzu) SPM-8100FM

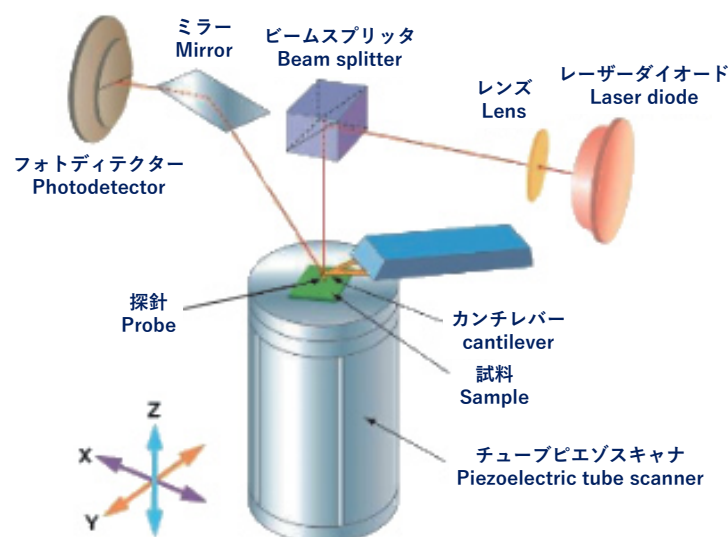
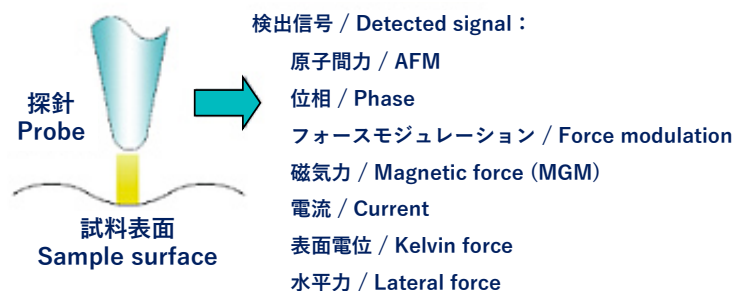
- 分解能 / Resolution : XY : 0.2nm, Z : 0.01nm
- SPMヘッド / Head
  - 光源 / Light source : レーザーダイオード / Laser diode (635nm, 5mWmax)
  - 検出器 / Detector : Photodetector
- スキャナ / Scanner
  - 駆動素子 / Drive element : チューブ型 piezo素子 / Tube piezoelectric element
  - 最大走査範囲 / Max. scanning size : 10 $\mu$ m x 10 $\mu$ m x 10 $\mu$ m (X, Y, Z)
- 試料最大形状 / Max. sample size :  $\Phi$ 38mm x 8mm
- XYステージ / SPM head movement range : 10mm x 10mm



## 基本原理 / Mechanism

SPM : 探針を試料近接で走査  
SPM : Scans in close proximity to sample

相互作用の画像化 / Visualization of interaction



走査型プローブ顕微鏡 (SPM: Scanning Probe Microscope) は、先端曲率が数10nm程度の微小な探針 (プローブ) を試料表面に近づけて、試料-探針間の力学的・電磁氣的相互作用を検出しながら走査し、試料表面を三次元的に観察する顕微鏡の総称です。AFMとは、原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope) のことで、最も基本となるSPMの代表格です。SPMは従来の光学顕微鏡や電子顕微鏡と異なるビームやレンズによる縮小拡大を使用しない変わった顕微鏡ですが、特定の条件と試料に対して原子・分子を見分けることができ、拡大能力では透過型電子顕微鏡に並びます。大気中や溶液中で使用できるのも大きな特長です。今後も、ナノテクノロジー研究に必須の顕微鏡装置として一層の応用の拡がりが期待されています。

SPM is a generic term for all microscopes used to observe sample surfaces three-dimensionally by moving a tiny needle (probe), with a tip radius of only a few dozen nanometers, close to the sample surface. One of the most basic types of scanning probe microscope is the atomic force microscope (AFM). The SPM is different from a typical microscope, which uses beams and lenses to increase or reduce magnification, such as optical or electron microscopes. However, given certain conditions and samples, it is able to distinguish between atoms and molecules, and its magnification capacity rivals transmission electron microscopes. Another big advantage is that it can observe samples in air or liquids. Therefore, as a microscope essential for nanotechnology research, applications for SPM systems are expected to expand even further in future.

AFMでは、カンチレバーと呼ばれる、探針が形成された片持ち梁 (梁の一方が固定され、他方が固定されていない梁のこと) を力検出に使用します。カンチレバー先端の探針と試料との間に働く微小な力 (原子間力) によってカンチレバーの反りや振動が変化します。その変化を、カンチレバー背面に照射したレーザー光の反射により感度良く検出します。

The AFM uses a cantilever (a beam anchored at only one end) with a needle-shaped tip to detect force. The tiny forces acting between the needle on the tip of the cantilever and the sample (atomic forces) cause the cantilever to vary in how it bends and vibrates. These variations are detected with high sensitivity using laser light reflected off the back side of the cantilever.

## 実用例 / Application Examples

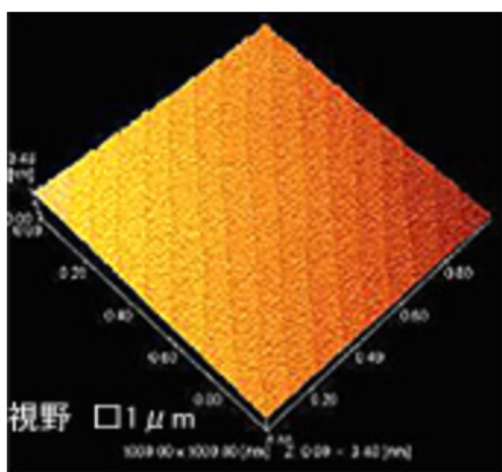


Figure 1 AFM observation in air (atomic steps on a sapphire surface).

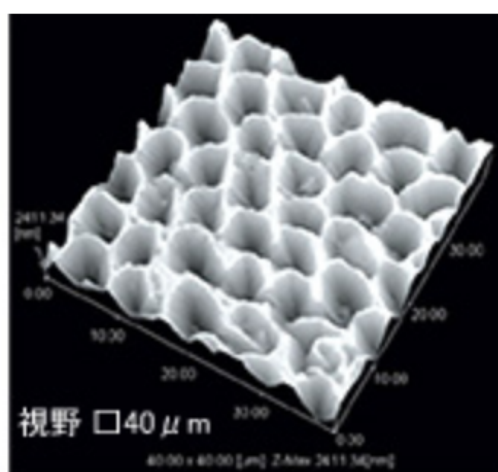


Figure 2 AFM observation in solution (Honey-comb structure of a tooth).

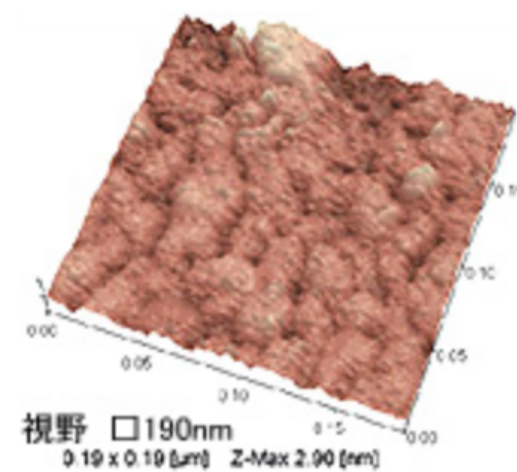


Figure 3 AFM observation in a gas environment (Ni surface in a reducing gas environment).