

Rasterkraftmikroskopie

Geschichtlicher Überblick

Im Jahr 1986 erhielten G. Binnig und H. Rohrer für die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops den Nobelpreis für Physik, zusammen mit E. Ruska, der im gleichen Jahr für die Entwicklung des Elektronenmikroskops (wird ebenfalls im Rahmen des Schülerpraktikums behandelt) ausgezeichnet wurde.

Ein großer Nachteil des Rastertunnelmikroskops und des Elektronenmikroskops ist die Beschränkung auf leitende Materialien, d.h. es ist in der Regel lediglich möglich, metallische und halbleitende Probenoberflächen zu untersuchen. Im Jahre 1986 wurde das Rasterkraftmikroskop (AFM) vorgestellt, das neben leitenden Proben auch insbesondere die Untersuchung von Isolatoroberflächen mit bis zu 1 nm Auflösung gestattet (Eine Zehnerpotenz über atomarer Größenordnung). Mit leichten Modifikationen ist das Mikroskop auch in der Lage, Magnetisierungen auf Nanoskala (z. B. von magnetischen Speichermedien) zu untersuchen.

Die Prinzipien, die diesen beiden Mikroskopen zugrunde liegen, werden im folgenden erläutert.

AFM (Atomic Force Microscope)

Ein wichtiger Bestandteil des AFM ist ein sehr dünner Hebelarm (engl.: **cantilever**) mit einer **Spitze**, die eine „Schärfe“ von nur wenigen Atomen besitzt. Dies ist notwendig wenn man auf Nanoskala Mikroskopie betreiben möchte. Diese Spitze wird durch eine piezoelektrische Positioniereinheit in vertikaler Richtung bis auf wenige Nanometer an eine Probenoberfläche gebracht.

Mit Hilfe einer Steuerelektronik, welche die piezoelektrische Positioniereinheit in horizontaler Richtung steuert wird eine äußerst präzise Bewegung des Probenhalters ermöglicht.

Diese Spitze wird nun in Linien über die Probe bewegt (gerastert), wobei sich je nach Topographie der Oberfläche der Cantilever mit der Spitze auf und ab bewegt.

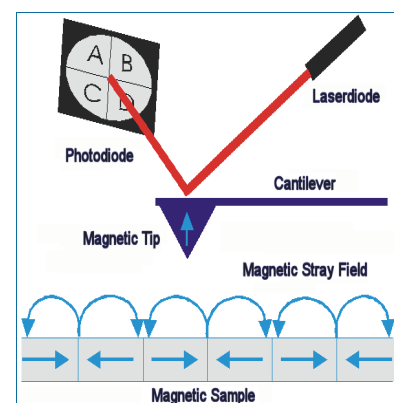


Abb.1:Funktionsschema MFM

Ein Laser, der auf den Cantilever gerichtet ist wird von der Oberfläche des Cantilevers reflektiert, wobei die Änderung des Winkels des reflektierten Strahls mit Hilfe einer Photodiode gemessen wird. Die Daten werden in einen Computer übertragen und ausgewertet. So entsteht ein Bild der Struktur der Oberfläche.

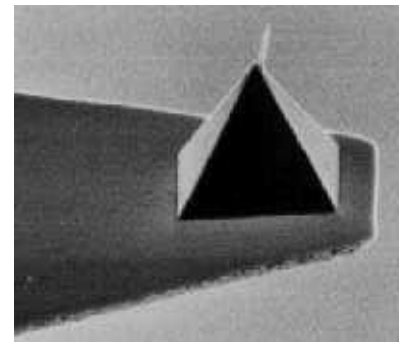


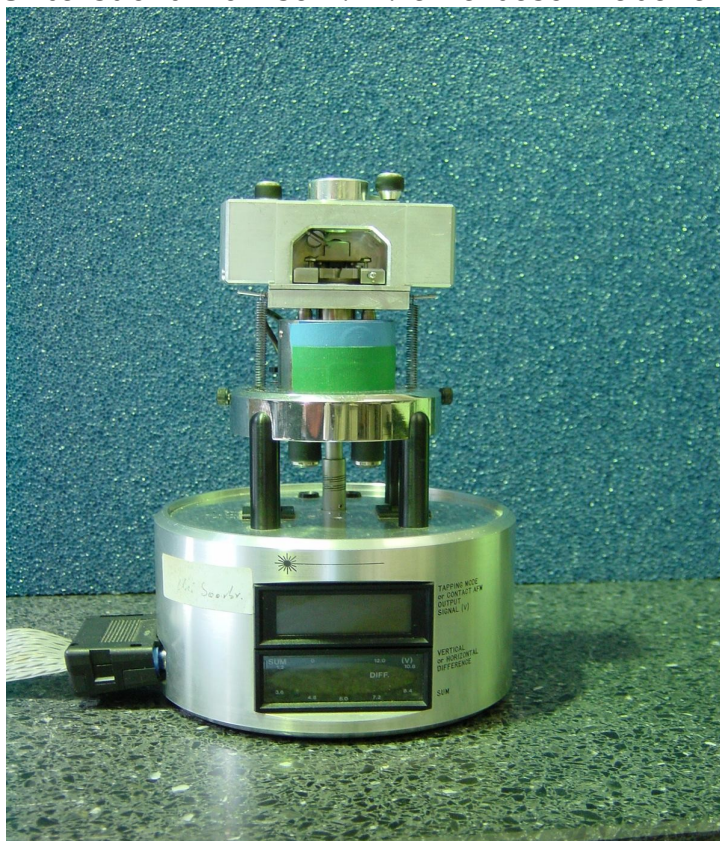
Abb.2: Spitze eines Cantilevers

MFM (Magnetic Force Microscope)

Ist die Spitze des Cantilevers magnetisierbar, so kann das Mikroskop auch zur Magnetkraftmikroskopie verwendet werden. Anderfalls muss die Spitze mit einer magnetisierbaren Schicht überzogen werden (siehe auch „Sputter - Coater - Versuch“ des Schülerpraktikums).

In diesem Betrieb wird der Hebelarm im Vergleich zum AFM - Modus in einen größeren vertikalen Abstand zur Probe gebracht (z. B.: ca. 50nm). In diesem Abstand sind die Atomaren - bzw. Molekularen - Wechselwirkungskräfte der Probe mit der Spitze relativ gering, so dass sie vor allem von den magnetischen Streufeldern der Probe beeinflusst wird.

Untersucht man so z. B. eine beschriebene Festplatte, kann man nun die Bereiche der Magnetisierungen beobachten.



Bei dem hier im Schülerpraktikum verwendeten Mikroskop können beide Verfahren „gleichzeitig“ durchgeführt werden, so dass man ein Bild der Oberflächenstruktur sowie der Magnetisierung der Probe erhält. Dies ist hilfreich, da man so auch ggf. Zusammenhänge zwischen Struktur und Magnetisierung der Probe untersuchen kann.

Abb. 3:
Das im Versuch verwendete Rasterkraftmikroskop

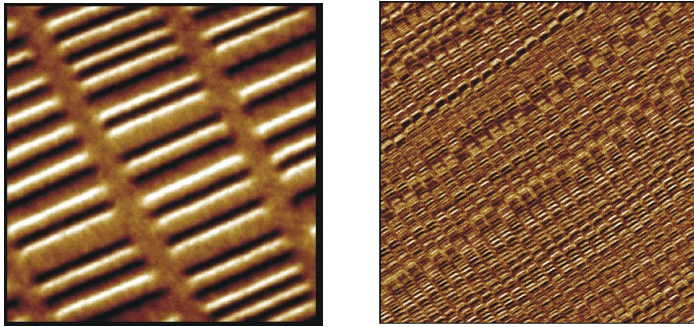


Image size 30 μm X 30 μm
1990 2000
0.1 Gb/in² 17 Gb/in²

Abb. 4: Aufnahme der Magnetisierungen einer Festplatte

Themen am Versuchsnachmittag

- Allgemeine und weiterführende Erläuterungen zur Funktionsweise der Rasterkraftmikroskopie.
- Betrachtung des Cantilevers unter dem Lichtmikroskop
- Untersuchung der Struktur und der Magnetisierung einer Festplatte
- AFM - Strukturanalyse einer goldbeschichteten Oberfläche

Literaturangabe:

Anleitung zum Fortgeschrittenen – Praktikum

„Rastersondenmikroskopie“ der Universität des Saarlandes.

Adresse: <http://www.uni-saarland.de/fak7/hartmann/lehre/lehre.html>