

Atomerő-mikroszkóp és pásztázó alagútmikroszkóp

AFM és STM

Készítette: Illés Gergő

2023. április 24.

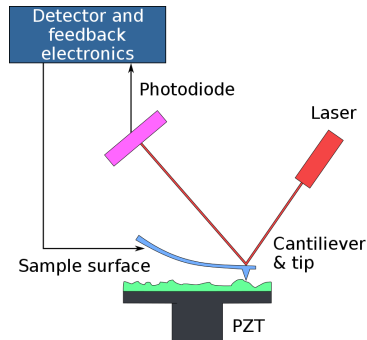
- 1 Atomerő mikroszkópia
 - Történeti áttekintés
 - Elméleti áttekintés
 - Működési üzemmódok
 - Felvételek
- 2 Pásztázó alagútmikroszkóp
 - Történeti áttekintés
 - Elméleti áttekintés
 - Felhasználási lehetőségek
 - Felvételek
- 3 Hivatkozások

- Pásztázószondás-mikroszkópia
- Abbe-féle diffrakciós limit $d = 0,61 \frac{\lambda}{NA}$
- Gerd Binnig, Calvin Quate és Christopher Gerber
- Demonstráció: 1986

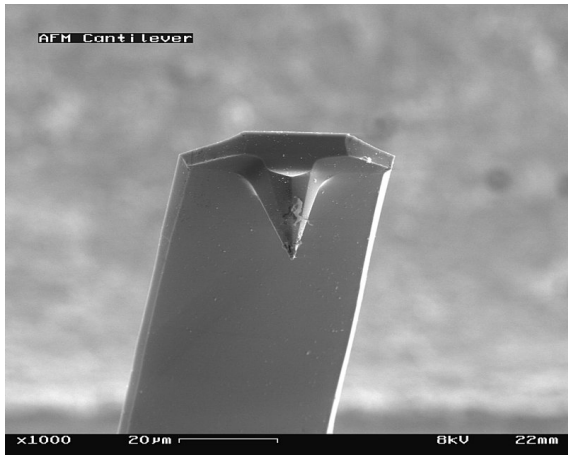


Gerd Binnig

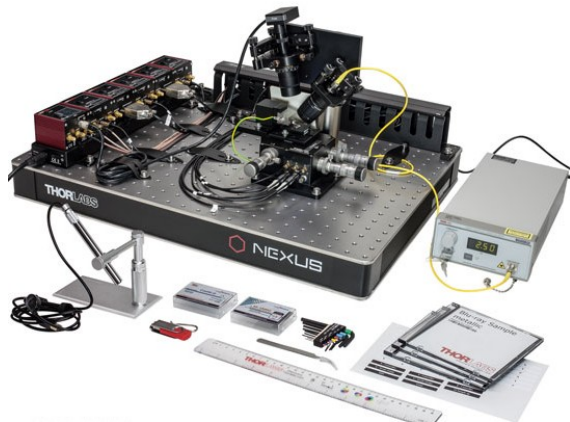
- Laprugó tűvel a végén
- Erőhatások: Coulomb-erő, van der Waals erők
- Piezzo-elektromos mozgatók
- Fotodetektor



AFM sematikus rajza



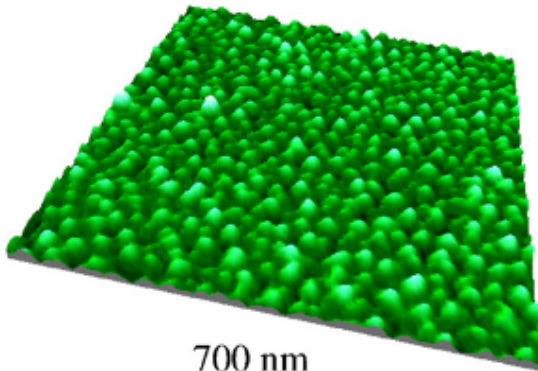
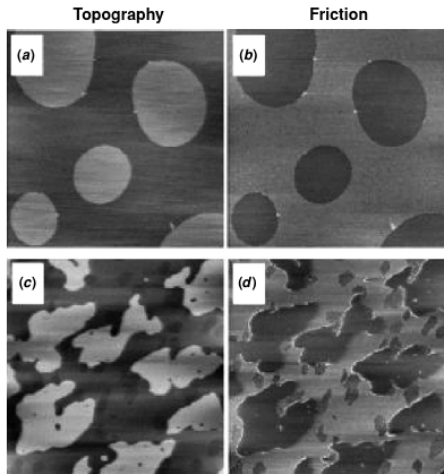
AFM tű elektronmikroszkóp alatt



Thorlabs AFM csomag

- Kontakt mód: hajlékony laprugó, kopás
 - Állandó magasság
 - Állandó meghajlás
- Tapogató mód: rezonanciafrekvencia, kitérés, kisebb mértékű kopás
- Kontakt nélküli mód: távoli erők mérése (van der Waals), legkevesebb degradáció

Atomerő mikroszkópia - Felvételek



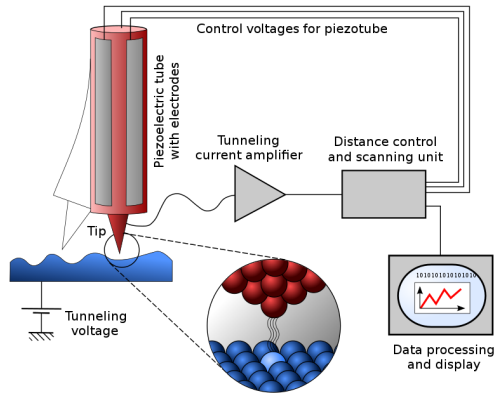
- Pásztázószondás mikroszkópia
- Gerd Binnig, Heinrich Rohrer
- Szabadalom: 1979
- Nobel-díj: 1986



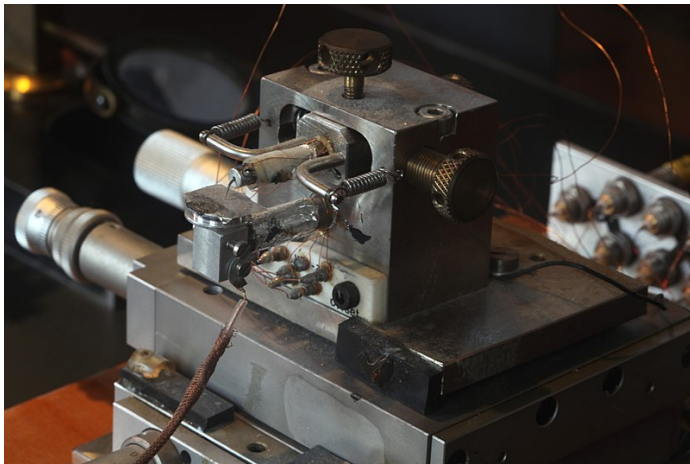
Heinrich Rohrer

Pásztázó alagútmikroszkóp - Elméleti áttekintés

- Amíg az AFM elsősorban mechanikai kölcsönhatást mér az STM az elektron alagutazáson alapszik
- Áramot mérünk a feszültség és a szonda magasságának függvényében
- 100 pm-es felbontás oldalirányban, 10 pm-es mélységi felbontás



STM berendezés vázlata

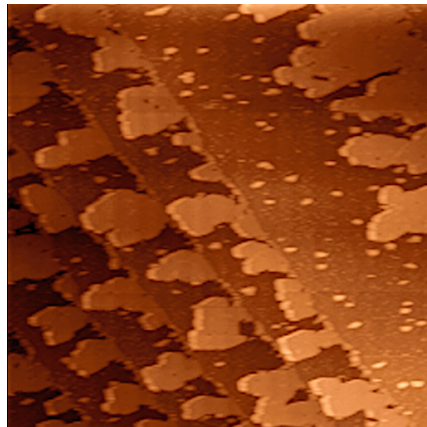


Egyik első működő STM berendezés

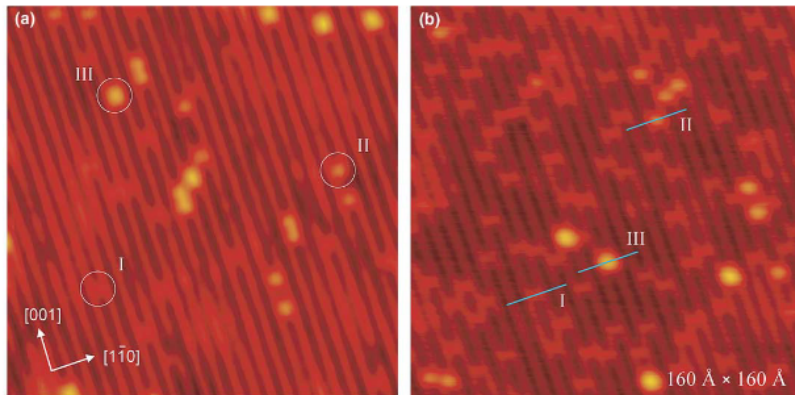


Modern STM műszer

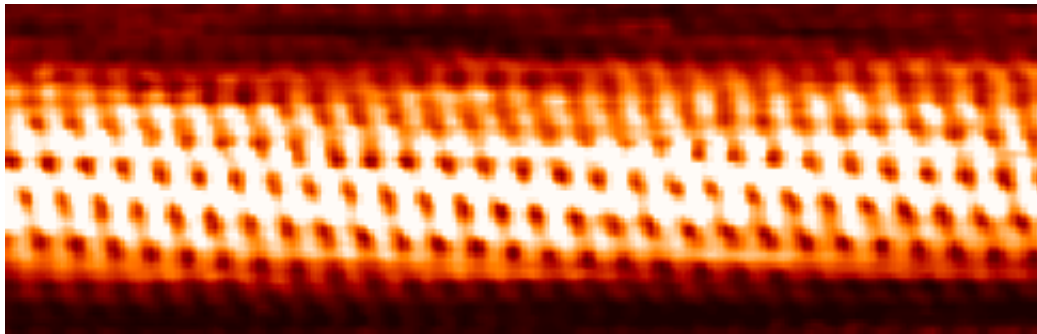
- Finom felületi struktúrák vizsgálata
- Kistály és molekulaszervezetek
- Defektusok keresése



Palládium kristályon növesztett ezüst szigetek



Különböző módon kezelt TiO_2 felületek



Szén nanocsövek

- [1] <https://qd-europe.com/it/en/news/latest-updates/newsdetails/history-and-background-of-atomic-force-microscopy--1807/>
- [2] https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup_{}id=10756/
- [3] Andrea Alessandrini és Paolo Facci: *AFM: a versatile tool in biophysics*
- [4] <https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/microscope/>
- [5] <https://www.nist.gov/pml/scanning-tunneling-microscope/scanning-tunneling-microscope-introduction>
- [6] S. Wendt et. al: *Oxygen vacancies on $\text{TiO}_2(1\ 1\ 0)$ and their interaction with H_2O and O_2 : A combined high-resolution STM and DFT study*