

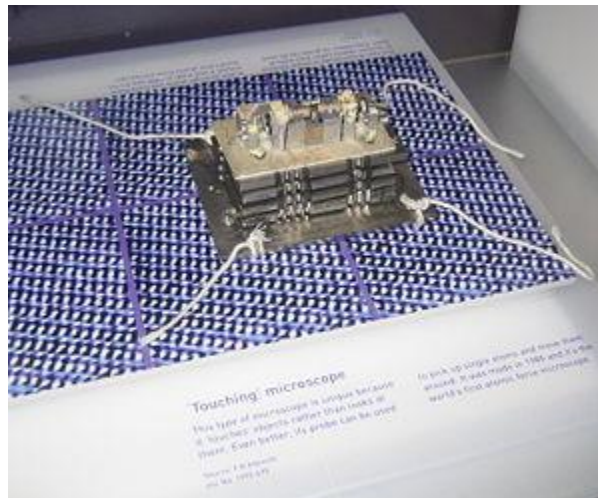


CH NG II. KÍNH HI N VIL C NGUYÊN T (AFM)

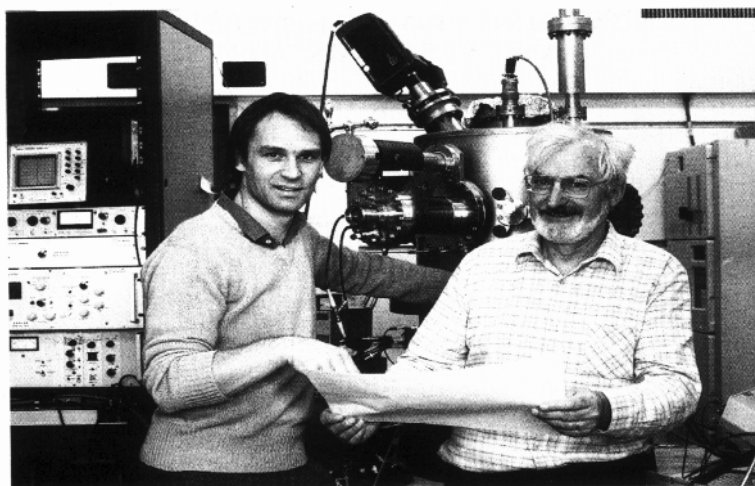
I. L CH S KÍNH HI N VIL C NGUYÊN T

AFM l n u tiên c phát tri n vào n m 1985 kh c ph c nh c i m c a STM ch có th th c hi n c trên m u d n i n, b i G. Binnig, C. F. Quate và Ch. Gerber, k t qu c a s h p tác gi a IBM và i h c Stanford.

n n m 1987, T. Albrecht ã l n u tiên phát tri n AFM t phân gi i c p nguyên t , c ng trong n m ó MFM c phát tri n t AFM. N m 1988, AFM chính th c c th ng m i hóa b i Park Scientific (Stanford, M).



nh ch p chi c AFM u tiên l u gi t i b o tàng khoa h c Luân ôn.



Gerd Binnig (left) and Heinrich Rohrer (right) who were awarded the Nobel Prize for their invention of the scanning tunneling microscope.

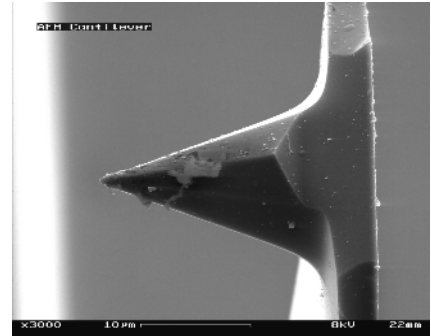
II C U T O C A AFM

G m có 6 b ph n chính

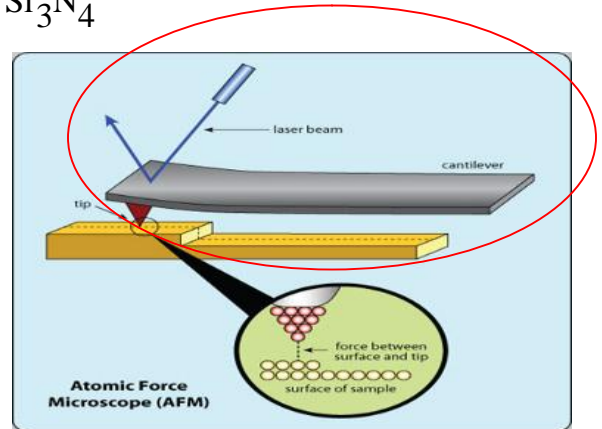
- M t m i nh n.
- C n quét (cantilever).
- Ngu n Laser.
- Ph n x g ãng (miroir).
- Hai n a t m pin quang i n (photodiode)
- B quét áp i n

1. M i nh n:

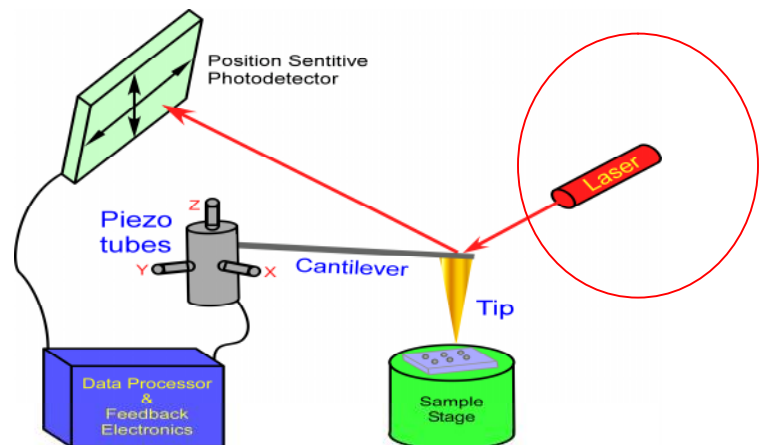
c làm b ãng silic nitrit(Si_3N_4), kích th c kho ãng m t nguyên t .



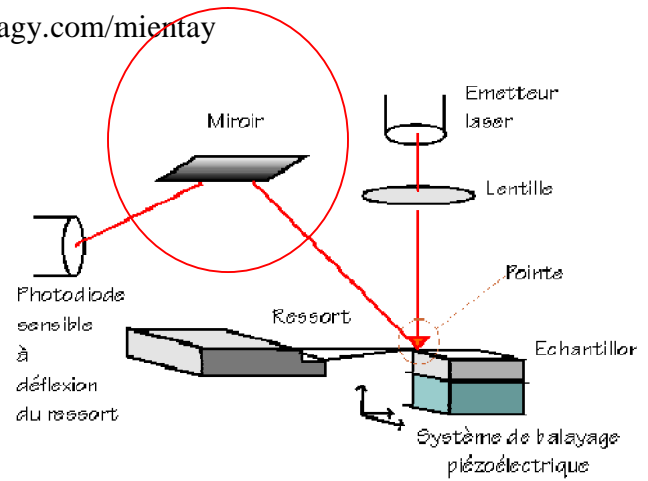
2. C n quét: (cantilever). c ãng c c u t o t Si_3N_4



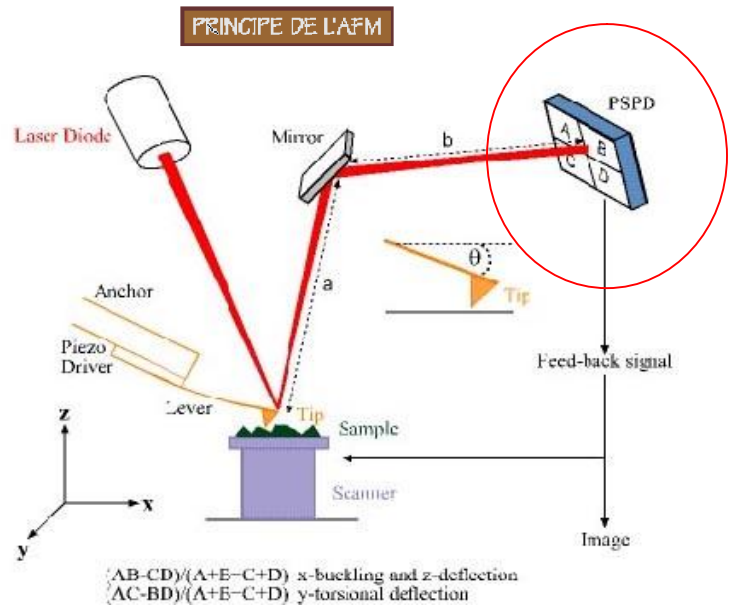
3. Ngu n laser



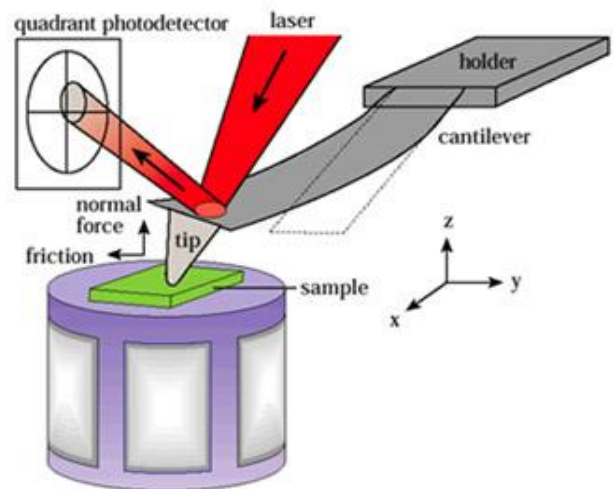
4. Miroir (ph n x ph ng)



5. Hai n a t m pin quang i n



6. B quét áp i n:



III. NGUYÊN LÝ HO T NG C A AFM

Khi m i nh n quét g n b m t m u v t, s xu t hi n l c Van der Waals gi a các nguyên t t i b m t m u và nguyên t t i u m i nh n (l c nguyên t) làm rung thanh cantilever. L c này ph thu c vào kho ng cách gi a u m i dò và b m t c a m u.

M t tia laser c chi u vào m t ph n x c a c n quét. Khi u dò quét lên b m t m u, do s m p mô, nó s rung ng theo tr c z, chùm laser ph n x trên c n quét s b xê d ch t ng ng v i rung ng ó.

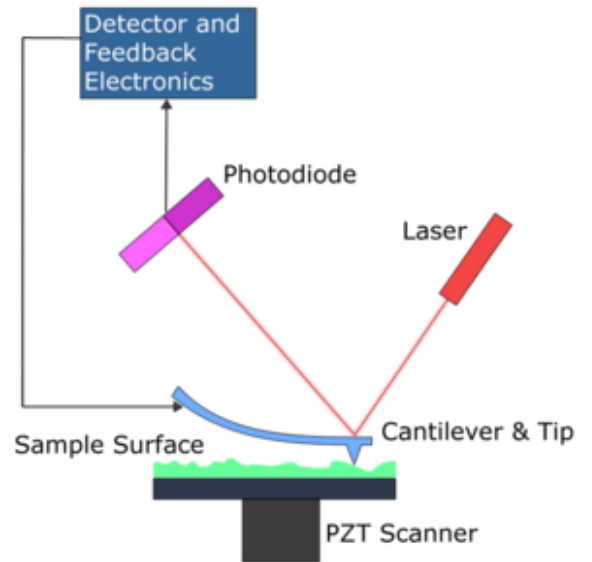
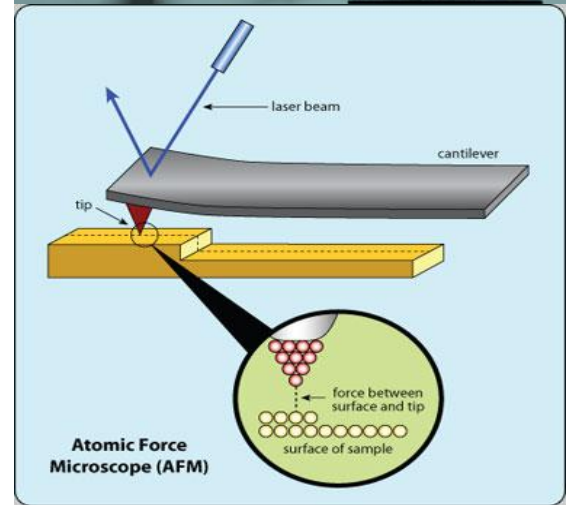
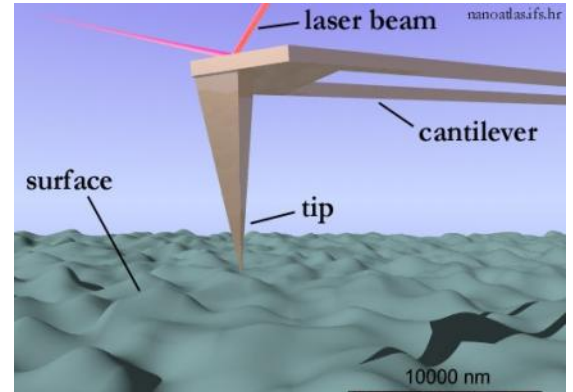
c tr ng dao ng c a chùm laser ph n x s c h th ng photodetector ghi l i và chuy n thành tín hi u i n th . Tín hi u i n th l i c x lý và đi n gi i theo chi u cao z c tr ng cho tính ch t a hình c a m u.

Quá trình h i t i p s khác nhau v tín hi u gi a nh ng c m b i n quang h c, qua s x lý c a ph n m m máy tính, cho phép duy trì ho c là m t l c không i, ho c là m t cao không i trên b m t m u.

Vì c ghi l i l c t ng tác trong quá trình thanh rung quét trên b m t s cho hình nh c u trúc b m t c a m u v t.

Trên th c t , tùy vào ch và lo i u dò mà có th t o ra các l c khác nhau và hình nh c u trúc khác nhau.

Ví d nh l c Van der Waals cho hình nh hình thái h c b m t, l c i n t có th cho c u trúc i n t (kính hi n vi l c t), hay l c Casimir, l c liên k t hóa h c, và d n n vì c có th ghi l i nhi u thông tin khác nhau trên b m t m u.



IV. CÁC CHẾ ĐỘ GHI NH

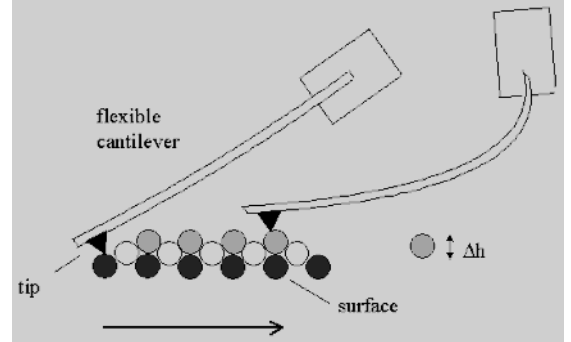
AFM có thể hoạt động theo nhiều chế độ khác nhau, nhưng có thể chia thành các nhóm chính:

- Chế độ tiếp xúc (*Contact mode*)
- Chế độ không tiếp xúc (*Non-contact mode*)
- Chế độ gõ nhẹ (*Tapping mode*)

1. Chế độ tiếp xúc (chế độ tiếp xúc)

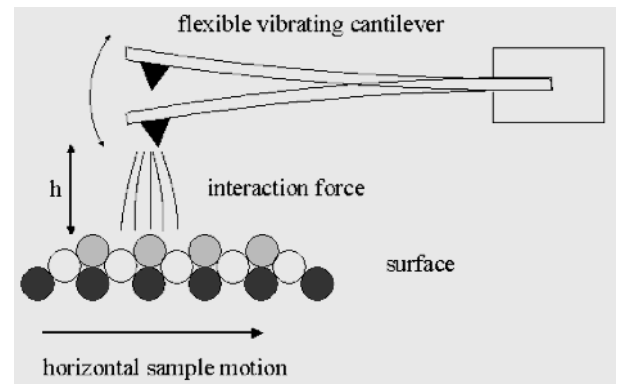
Chế độ contact là chế độ mà trong cách ghi ảnh mà mũi dò và bộ phận truyền tín hiệu không rời trong quá trình quét, và tín hiệu phản hồi từ tia laser sẽ là tín hiệu tiếp xúc. Trong cách này, lực hút sẽ trở nên mạnh và cantilever bị kéo lệch đáng kể (giống như tiếp xúc). Tuy nhiên, bộ phận khi phản hồi sẽ chịu lực mạnh trong cách ghi ảnh mà mũi dò và bộ phận truyền tín hiệu không rời trong suốt quá trình quét.

Mũi dò sẽ kéo lên trên bộ phận truyền tín hiệu và cho ảnh nhiễu. Chính vì vậy nên cách này là không khả thi để ghi ảnh mà mũi dò. Ngoài ra còn chịu ảnh hưởng của các tạp chất trên bộ phận truyền tín hiệu. Chế độ này có thể khắc phục được AFM hoạt động trong môi trường chân không cao



2. Chế độ không tiếp xúc (chế độ không tiếp xúc)

Chế độ không tiếp xúc (hay chế độ không tiếp xúc) là chế độ mà cantilever bị kích thích bởi dao động, dao động với tần số dao động riêng của nó. Tần số, biên độ và pha của dao động sẽ ảnh hưởng đến tác dụng của mũi dò, do đó có thêm nhiều thông tin về bề mặt cần ghi ảnh. Chế độ không tiếp xúc là kỹ thuật tiên tiến nhất trên AFM trong môi trường chân không cao.



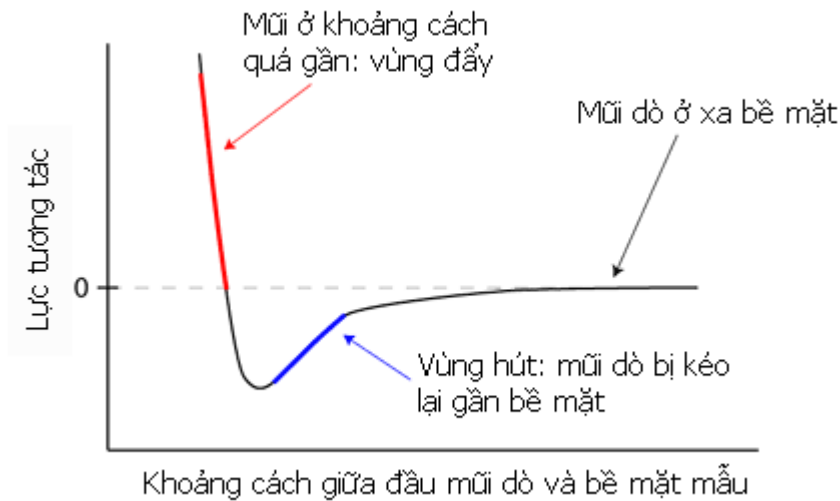
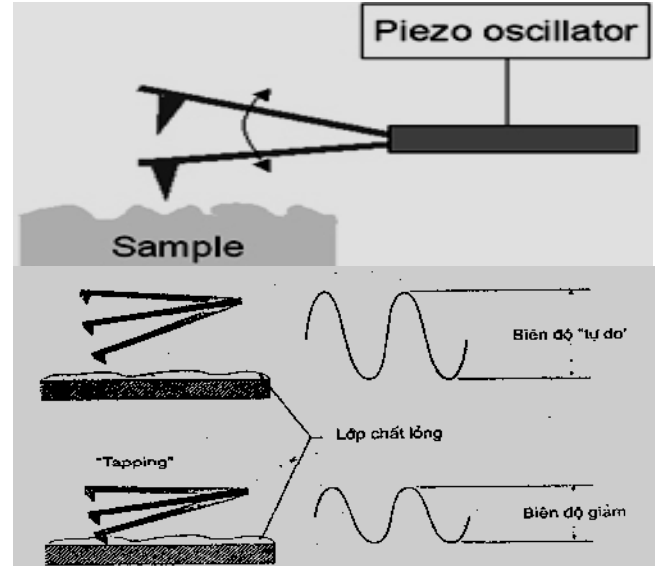
Trong chế độ này mũi dò luôn chịu lực mạnh trong cách ghi ảnh ngay sát bề mặt (10-15nm) sẽ thay đổi lực của lò xo do thay đổi lực hút sẽ ghi ảnh nhiễu và tạo ra các chi tiết trên bề mặt

Khuyết điểm của chế độ này là lực hút quá yếu và mũi dò phải sát bề mặt để kéo xuống bề mặt do lực của bộ phận truyền tín hiệu sẽ bị nhiễu trên bề mặt. Hình ảnh có phân giải kém và độ nhiễu cao

3. Tapping mode

Tapping mode th c ch t là m t c i t i n c a ch ãng không t i p xúc. Trong ch ãn này, cantilever c rung tr c t i p b ãng b dao ãng áp i ãng n trên cantilever v i biên l n t i 100-200 nm, và t n s r t g n v i t n s dao ãng riêng.

Ch ãn này tránh c kéo lê u dò trên b m t m u làm h ãng m u c ãng nh tránh c l c bám dính gi a m u và u dò, tránh h c nhi u hình nh do nh ãng l p ch t l ãng bám v ào trên b m t m u



S b i n i c a l c t ãng tác gi a m i dò và b m t m u theo kho ãng cách.

V. PHÂN TÍCH PHẠM AFM

Vì AFM hoạt động dựa trên vi cơ học tác động nên nó có một chế độ phân tích phổ, gọi là phổ lực AFM (*force spectroscopy*), là phổ phân bố lực theo khoảng cách: lực Van der Waals, lực Casimir, lực liên kết nguyên tử ... với thời gian hiển thị áp suất nhanh cỡ 10^{12} giây), chính xác tới pN (10^{12} Newton) và phân giải ở khoảng cách cỡ tới 0,1 nm. Các phổ này có thể cung cấp nhiều thông tin về cấu trúc nguyên tử của bề mặt cũng như các liên kết hóa học.

VI. ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA AFM

1. Ưu điểm của AFM

- AFM khắc phục nhược điểm của STM, có thể chụp ảnh bề mặt của tất cả các loại mẫu cứng mềm không dẫn điện.
- AFM không đòi hỏi môi trường chân không cao, có thể hoạt động ngay trong môi trường bình thường.
- AFM có thể tiến hành các thao tác di chuyển và xây dựng cấu trúc nguyên tử, mở ra tính ứng dụng mới cho công nghệ nano. Ứng dụng của AFM có thể hoạt động mà không đòi hỏi sự phá hủy hay có dòng điện nên còn rất hữu ích cho các tiêu bản sinh học.
- Mở ra chu kỳ mới nghiên cứu, cho thông tin về hình ảnh số về hình ảnh của hiện tượng vi mô truy cập qua.

2. Nhược điểm của AFM

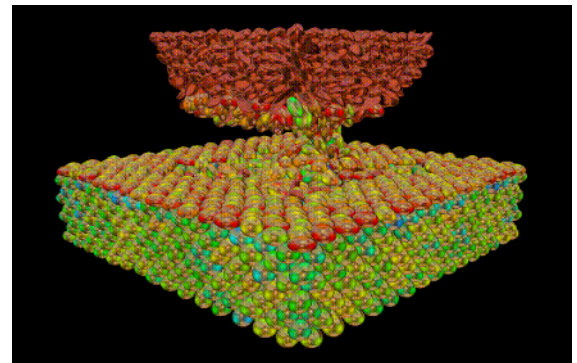
- AFM quét nhanh trên một diện tích hẹp (tối đa chỉ 150 micromet).
- Tốc độ ghi nhận chậm do hoạt động quét.
- Chế độ tải trọng nhỏ nhưng quá trình truyền tải quét áp dụng.
- Độ rung trên bề mặt nên kém an toàn, ứng dụng đòi hỏi mẫu có bề mặt sạch và sạch rung.

VII. ỨNG DỤNG CỦA AFM

❖ AFM có các ứng dụng như:

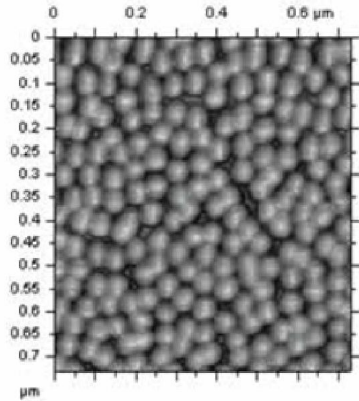
- Chụp ảnh chế độ tải trọng nhanh.
- Mô phỏng, phân tích, xác định các tính chất vật lý.
- Kiểm soát chế độ tải trọng, kiểm tra khuyết tật vật lý.
- Nghiên cứu phân tử.

❖ AFM có ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như: công nghệ nano (nanotechnology), công nghệ bán dẫn, đặc biệt là sinh học, công nghệ vật lý v.v.

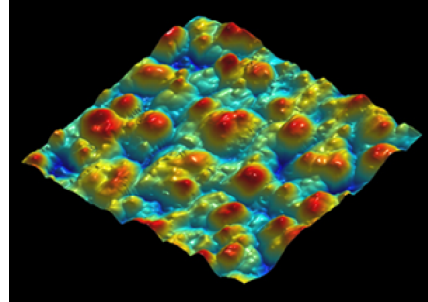


nhân bản chi tiết của bề mặt mẫu.

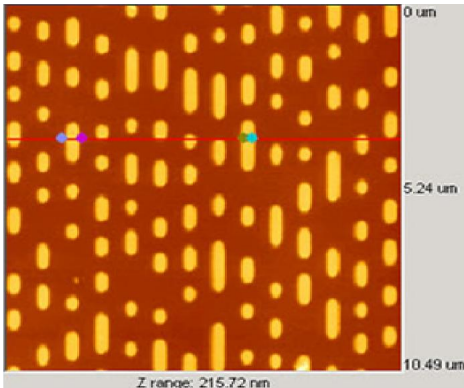
M t s hình nh v ãng d ãng c a AFM



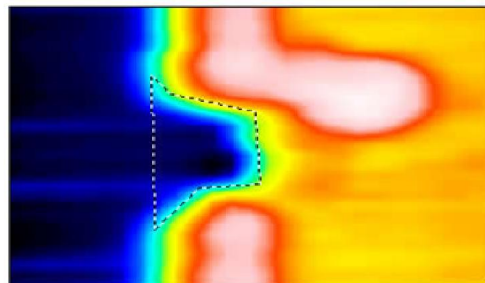
ây là hình nh c a hình c u GaAs ãng kính trong o c là 30 nm. Hình nh này ã c o trong ch “Close-Contact”.



L p vàng dày 400 nanometer b c h i trên m t l p b m t silicon. Sau khi ãng trong dung d ch axit KI va I₂, hình nh này ã c ch p b i máy AFM ch “tapping mode” v i phóng ã 20000

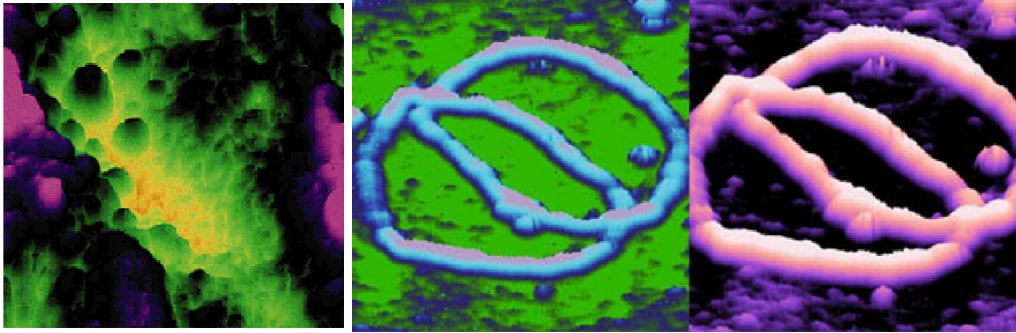


Hình nh 2-D c a a ghi DVD hi n th các liên k t c a bit. B t k khuy t t t trên b m t c d ãng xác nh trong hình nh 2-D.



	Hole	Peak
Surface (μm ²)	2.05	0.0893
Volume (μm ³)	0.134	0.000373
Max. depth/height (μm)	0.187	0.0134
Mean depth/height (μm)	0.0655	0.00417

Hình nh c a m t kh i v t ch t b khi m khuy t ch p b ãng máy AFM



Hình nh ch p b ng AFM c a l p ph polymer m m trên c nh c a m t l i dao giúp làm sáng t c ch c a s tích t polymer trên b m t thép

Hình ch p b ng AFM c a m t chu i DNA c hình dung nh m t ph c h p màng RecA protein. C 2 hình là c a cùng m t phân t , ngoài tr màu s c khác nhau

Scan courtesy J. Brockman, F. Harmon and [S. Kowalczykowski](#), University of California, USA

VIII. SO SÁNH AFM V I CÁC THI T B KHÁC

Khái ni m v phân gi i c a AFM là khác v i các kính hi n vi dùng các tia b c x , b i vì AFM s d ng k thu t hình nh ba chi u. Rõ ràng là có m t s phân bi t c b n gi a các hình nh c xây d ng b i quang h c sóng và các k thu t quét dò.

1. Kính hi n vi quét ng ng m (STM)

Trong m t s tr ng h p, phân gi i c a STM là t th n AFM, do s ph thu c hàm m c a dòng tunnel vào kho ng cách. S ph thu c c a l c vào kho ng cách trong AFM là ph c t p h n nhi u khi k n hình d ng u dò và l c ti p xúc. STM nói chung là ch áp d ng c v i i v i các m u d n i n, trong khi ó AFM áp d ng c cho c các v t d n và v t cách i n. H n n a, AFM có c u i m là i n th và kho ng cách gi a u dò v i m t n n có th c i u khi n m t cách c l p, trái l i, STM, hai tham s này l i ph thu c vào nhau.

2. Kính hi n vi quét i n t (SEM)

So v i kính hi n vi quét i n t (SEM - Scanning Electron Microscope), AFM cung c p nh ng phép o cao tr c ti p v a hình c a m u và nh ng hình nh khá rõ ràng v nh ng c tr ng b m t m u (không c n l p bao ph m u).

3. Kính hi n vi i n t truy n qua (TEM)

So v i kính hi n vi i n t truy n qua (TEM - Transmission Electron Microscope), các hình nh AFM ba chi u có th thu c mà không c n chu n b m u quá ph c t p, nó cho thông tin y h n nhi u so v i các hình nh m t c t hai chi u c a TEM.