

Nanotexnologiya haqqında

Qısa icmal

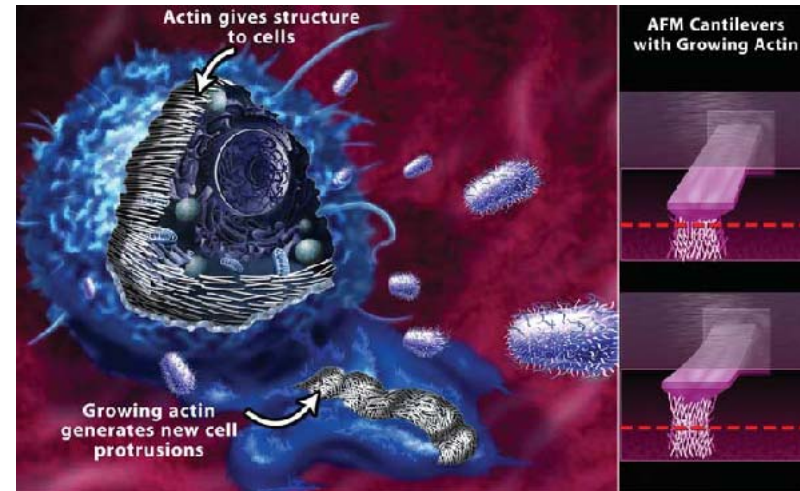
Mühazirə 4

Dr. İsmət Əhmədov

Bakı Dövlət Universiteti
Nanoaraşdırmalar Mərkəzinin
aparıcı elmi işçisi

Tel: 4189067 iş
3350923 mobil

E-mail: ismet522002@yahoo.com



Nanotexnologiya nədir?

WWW.NANOMATERIALS.BSU.EDU.AZ

“Ölçüləri bir neçə nanometr olan material və qurğuların yaradılması, tətbiqi və istifadə edilməsidir.

“Atom, molekul və ya makromolekul səviyyəsində 1-100 nm miqyasında tədqiqat aparmaq və texnoloji prosesləri həyata keçirmək, bu səviyyədə fundamental biliklər əldə etmək, yeni keyfiyyətlərə malik materiallar yaratmaq, qurğular düzəltmək və tətbiq etmək.

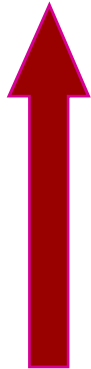
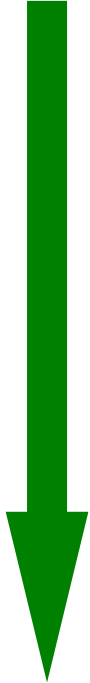
“Mühəndisliyin bir sahəsi, hansı ki, ölçüləri 100 nm-dən kiçik olan cisimlər, qurğular, strukturlarla işləyir (xüsusilə molekullarla manipulyasiya edir)

“Nanotexnologiya və ya bəzi hallarda deyildiyi kimi, molekulyar istehsal mühəndisliyin bir sahəsi hansı ki, çox kiçik elektik dövrlərini dizayn edir, istehsal edir, molekulyar səviyyədə mexaniki qurğular yaradır.

“Atom və molekul səviyyəsində mikroskopik qurğuların yaradılması üzrə incəsənət

Uzunluq ölçülərində

Yuxarıdan
aşağı



Aşağıdan
yuxarı

1 km

1 m

1 mm

1 μ m

1 nm

Təyyarə daşıyan hərbi gəmi
Boeing 747

Maşın

İnsanlar

Laptop

Kəpənək

Mikroprosessorun ölçüsü

Ağcaqanad

Gözün ayırdetmə dərəcəsi ~ 0.2 mm

Mikromaşınlar

**Hüceyrə
Nüvə**

Görünən işığın dalğa uzunluğu

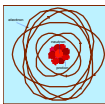
Mikroelektronika çipində kiçik hissə

Nanostrukturlar və kvant qurğuları

Zülallar

DNT-nin eni

Atomun ölçüsü



http://www.dod.gov/news/Dec1997/n12301997_9712302.html

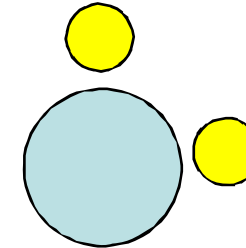
CASE SCHOOL OF ENGINEERING

Su molekulları – 3 atom

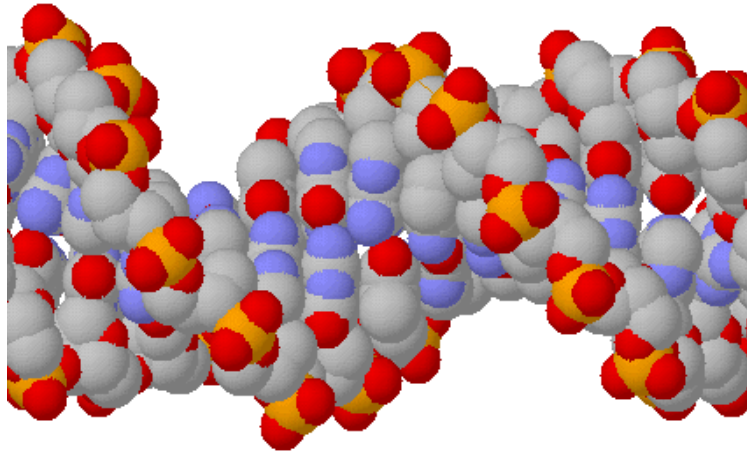
Zülal molekulu – minlərlə atomlar

DNT molekulu – milyonlarla atom

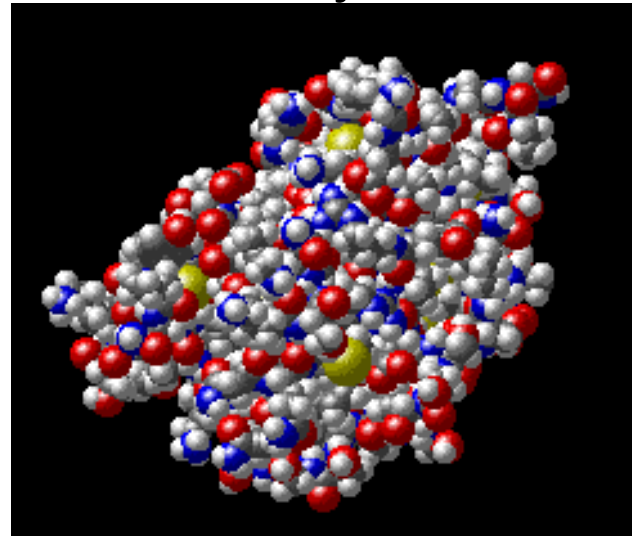
Nanoməftillər, karbon nanoborular – milyonlarla atom



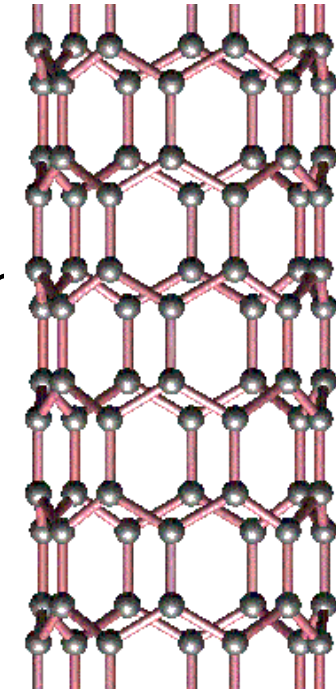
Su molekulu



DNT molekulu



Zülal molekulu



Karbon
nanoboru

www.iacr.bbsrc.ac.uk/notebook/courses/guide/dnast.htm

www.phys.psu.edu/~crespi/research/_carbon.1d/public

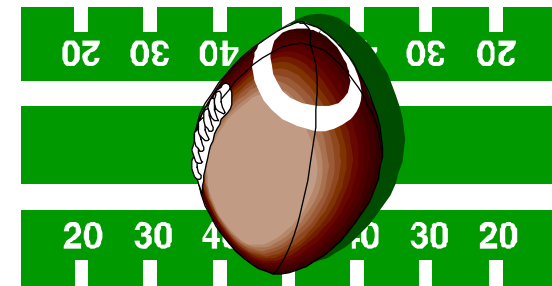
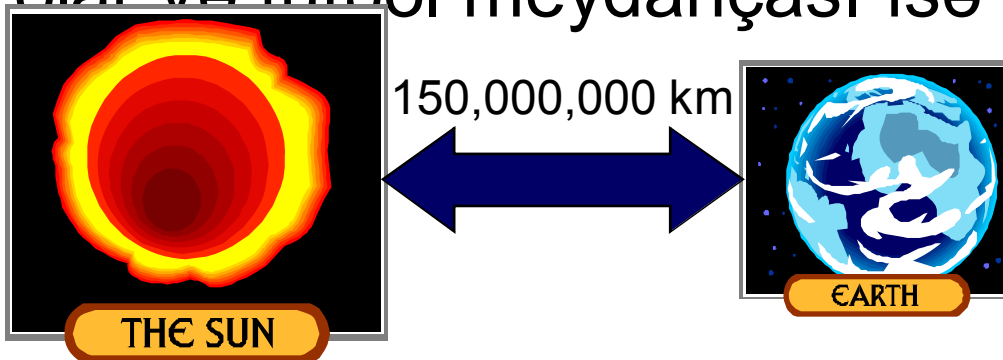
student.biology.arizona.edu/.../group2/crystallography.htm

Nanometr nə qədər kiçik uzunluqdur?

- 1 μm = metrin milyonda biri
- 1 nm = metrin milyardda biri
- $\approx 1/50,000$ insanın tükünün qalınlığı!
- ≈ 3 atomun yan-yana düzülüşü



Əgər biz məsafəni 150,000,000,000 dəfə azaltsaq Günəşlə Yer arasında nəsafə 1m olar və futbol meydançası isə bir nm olar



Səth həcmə qarşı

Si eni $a = 5.43 \text{ \AA}$ olan almaz quruluşuna malikdir.
Ölçüsü 10 nm olan Si nanokubun bir üzündə:

~6250 qəfəs

~50,000 atom yerləşə bilər

Bir nanokubun hər üzündə:

~340 qəfəs

~680 səth atomu yerləşir

Ümumi səthində:

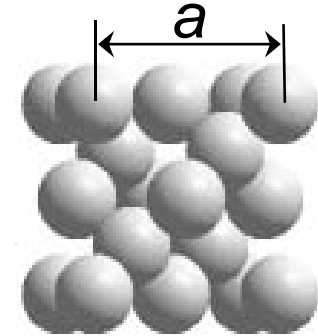
~4080 atom olur (~10% səth atomları)

Sahəsi 10 sm və qalınlığı 1 μm olan Si təbəqə

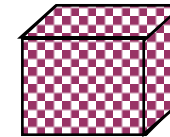
~ 6.3×10^{19} qəfəs

~ 5×10^{20} atom

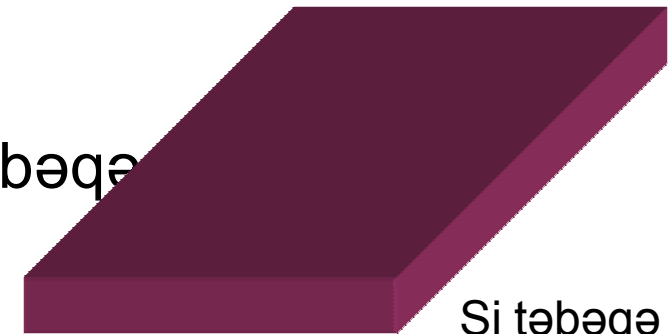
~ 1.4×10^{17} səthində atom olur (~0.03% səth atomları)



Almaz qəfəsi vahidi



Si nanokub



Si təbəqə

Nanoölçülü materiallarda səth, sərhədd və fazalararası sərhədd mühüm rol oynayır!

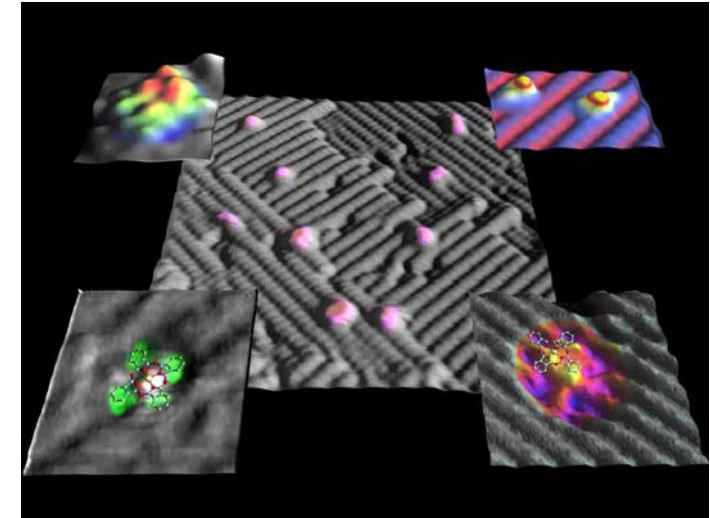
Maraqlı fenomenlər:

Kimyəvi – statistik analiz üçün səthin həcmə nisbətinin böyük olması üstünlüyü, vacib sərhəddə və fazalararası kimyəvi proseslər.

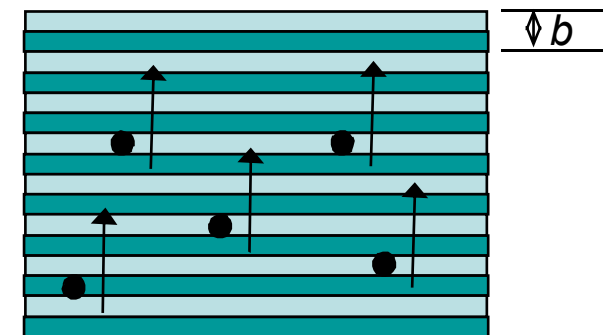
Elektronika – kvant keçidləri, qadağan olunmuş zonaların işlənməsi, hal dəyişmələri, elektron tunelləşməsi

Magnit – çoxtəbəqəli nanoölçülü nəhəng maqnit müqavumətləri, maqnit həssaslığının dəyişmələri

<http://pubweb.acns.nwu.edu/~mhe663/>



Si:H səthində asılıb qalmış birləşmələrin STM təsviri



Electron tunneling

Maraqlı fenomenlər:

Mexaniki – çox yüngül nanokompozit və nanomateriallarda güclü bərklik, dəyişdirilən əyilmələr, sıxılma xüsusiyyətləri, molekulyar strukturların nanomexanikası

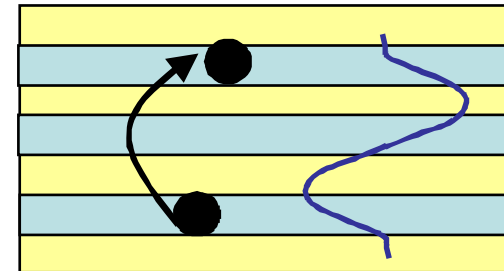
Optik – nanokristalların absorbsiya və fluoresensiyası, tək foton fenomeni, qadağan zonalarının fotonlu işlənməsi

Maye – nanohissəciklərlə axma xüsusiyyətlərinin genişləndirilməsi, nanomiqyasda absorbsiyaedici təbəqələr.

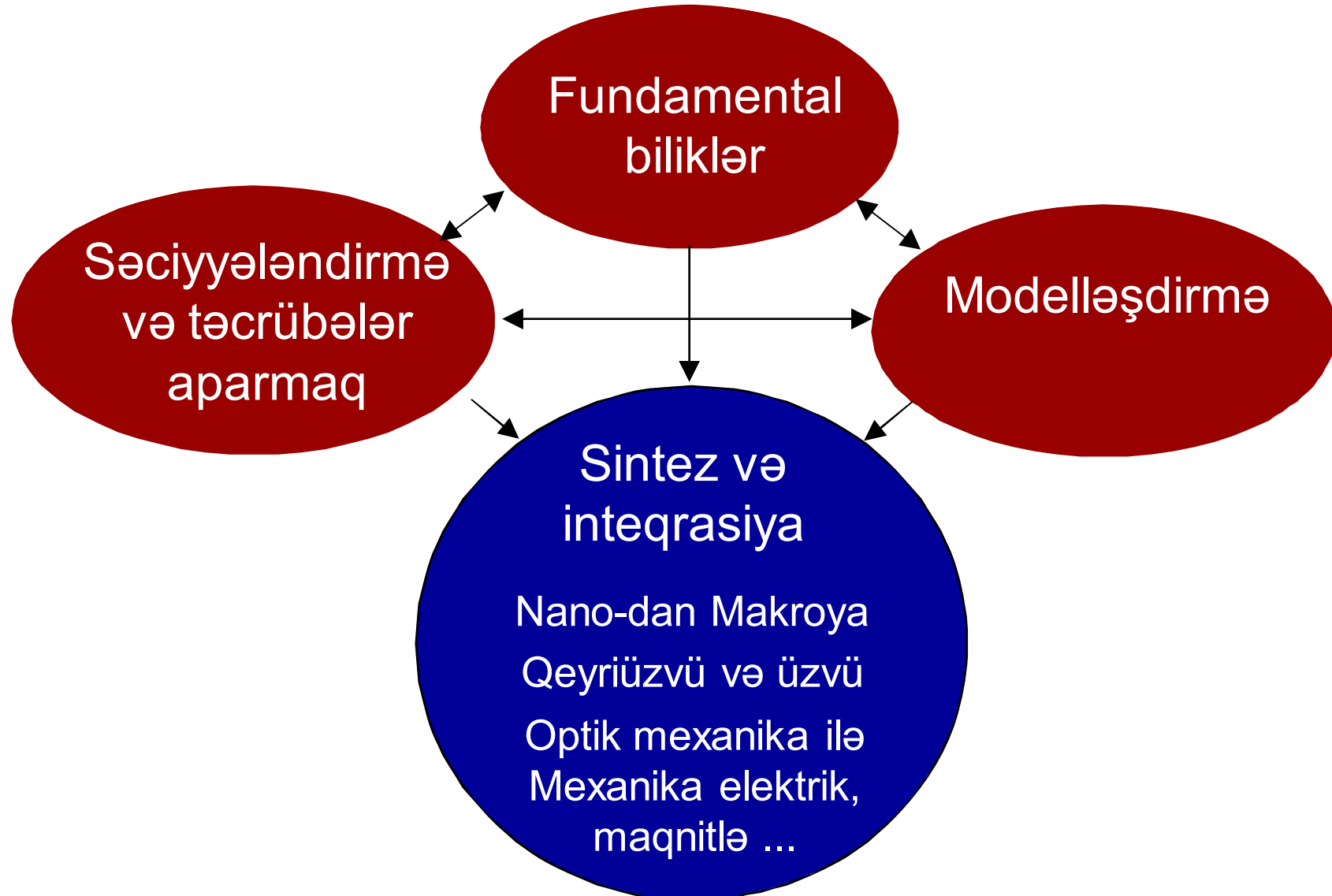
İstilik – Nanoölçülü materialların istilikkeçirmə qabiliyyətinin artırılması, fazalararası istilik keçidlərində müqavimətin vacibliyi .



Kvant nöqtələrinin müxtəlif ölçülərdə Fluoresensiyası

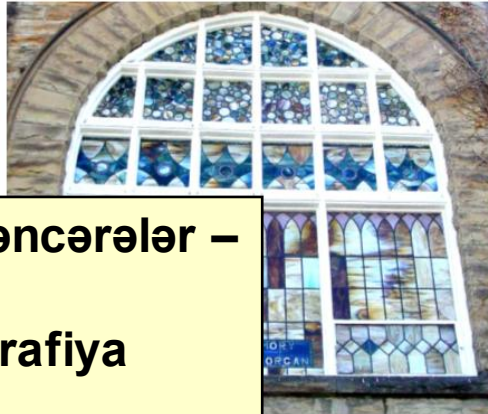


Fonon tunnəlləşməsi



Nanotexnologiya – Sonrakı təzə şeylər?

Qədim Nanotexnologiya Yeni Nanotexnologiya



Rəngli-şüşəli pəncərələr –

Gümüş - Fotoqrafiya

AR- örtüklü linzalar

Viruslar nanomaşınlardır

Səthin həcmə nisbətini artırmaqla katalitik xüsusiyyətlərin yaxşılaşdırılması

Dərmanların dizaynı

Ucuz, həssas tibbi diaqnostika

Şəffaf Günəş kremləri

Nanoboru – möhkəm naqillər

Qədim nano ilə yeni nanonun fərqi:

İndi, biz təkamulumuzdən də əvvəl atom və molekul səviyyəsində baş verən prosesləri dərk etmək, onları idarə etmək və isədiyimiz formada istehsal yaratmaq istəyirik.

Nanoistehsal aşağıda verilən iki yanaşmaya əsaslanaraq aparılır:

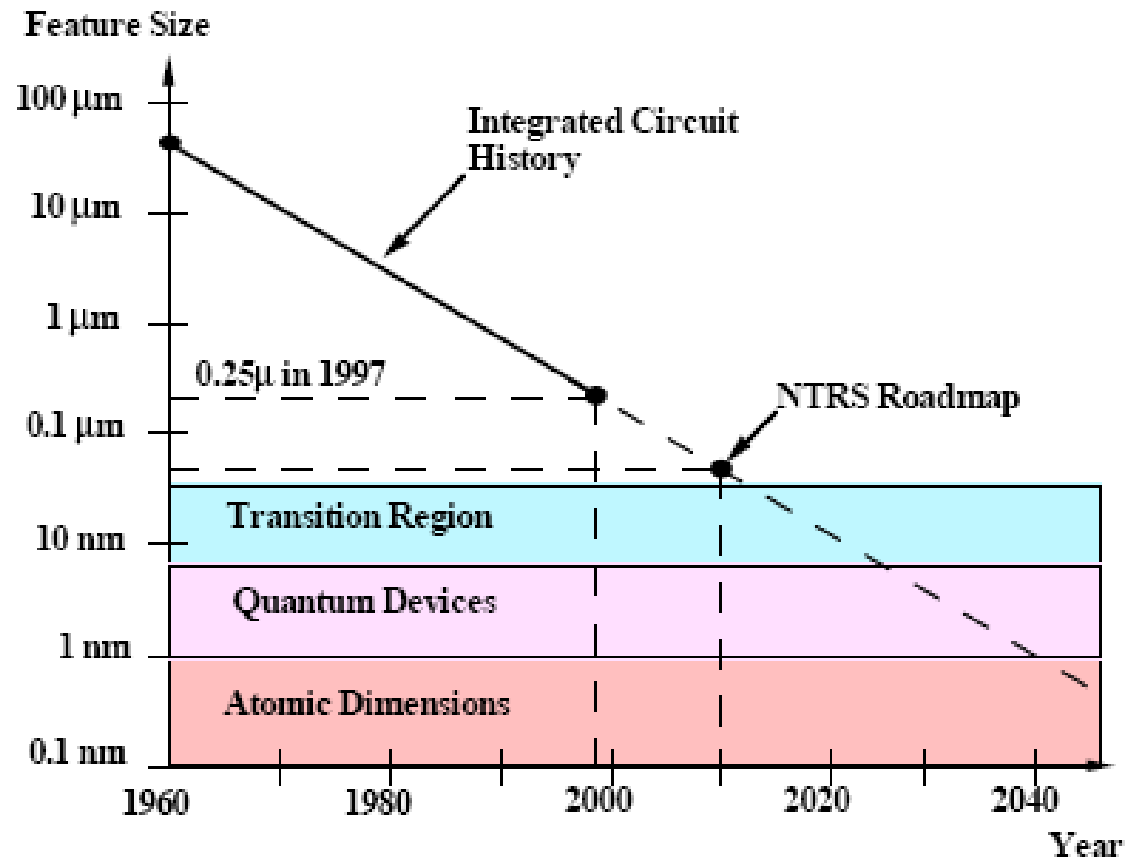
“Top-Down”(Yuxarıdan aşağı):

nanoölçüdə monolit
strukturlu qurğuların istehsalı
prosesi

“Bottom-Up”(aşağıdan yuxarı):

Qurğuların
strukturlarının atom və
molekullardan, eləcə də digər
maddələrin vahidlərindən
istifadə etməklə yaratmaq.

İnteqral sxemlər sənayesi davamlı texnoloji inkişaf dövrünə yaxınlaşır



- **History and future projections for minimum feature size in silicon chips.**

J.D. Plummer, M.D. Deal, and P.B. Griffin, "Silicon VLSI Technology – Fundamentals, Practice and Modeling" Prentice Hall, NJ

- Mikroistehsalı top-down texnologiyadır və aşağıdakı məhsulların alınması ilə məşğul olur:

- Təbəqələrin yaradılması

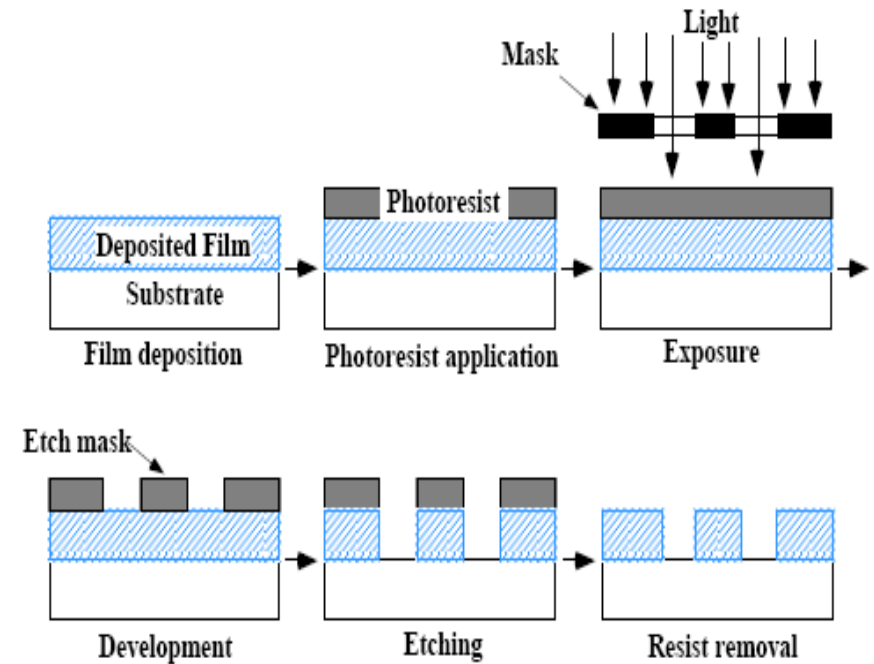
- CVD, PVD

- Fotolitoqrafiya

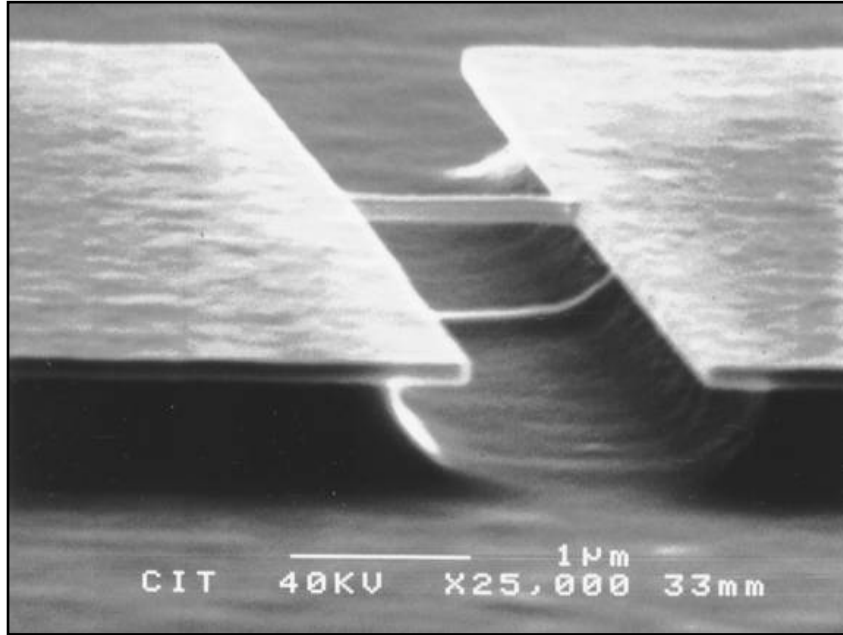
- Optik ekspozisiya, PR

- Həkk etmək

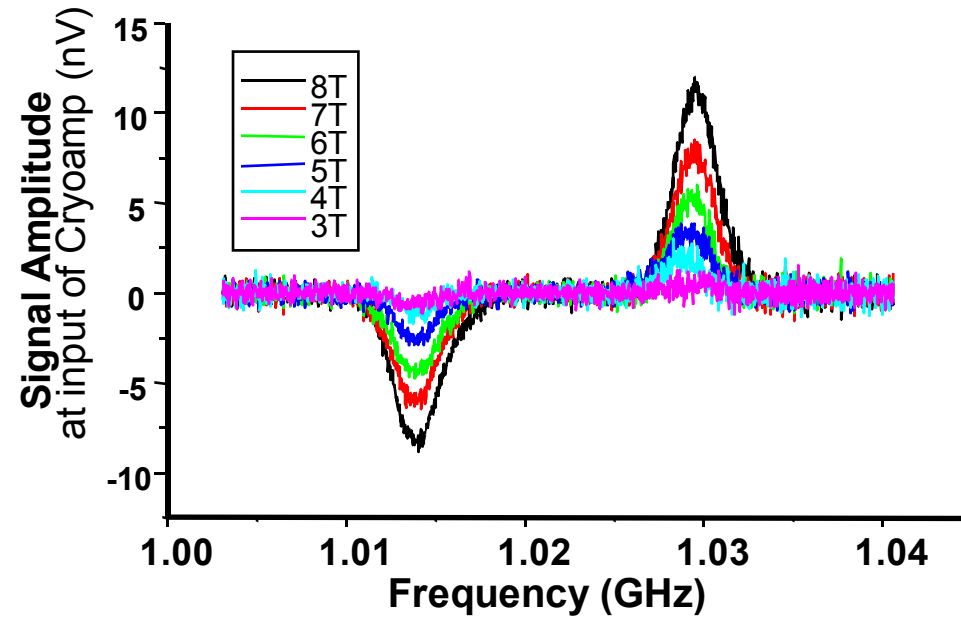
- su, plazma



Birbaşa və ya bilvasitə düzəldilən bu texniki qurğuların əksəriyyəti çox faydalıdır.



Uzunluğu: 1.1 μm
Eni: 120 nm
Qalınlığı: 75 nm



SEM şəklində 3C-SiC-ın ikiqat sıxılmış şüalardan biri. Qurğu top-down texnologiyası ilə yaradılmışdır.

Nanostrukturlar nədir?

Ən azı 1 - 100 nm intervalında bir ölçülü strukturlar
2-D qurğular (1-D qəfəslər):

- Nazik təbəqələr
- Yastı kvant quyular(boşluqlar)
- Superqəfəslər

1-D strukturlar (2-D qəfəslər):

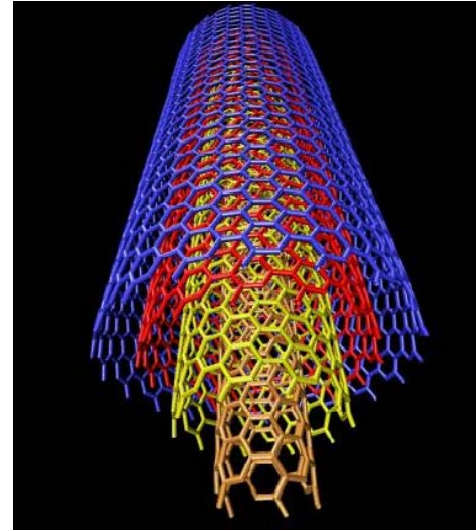
- Nanoməfillər
- Kvant qurğuları
- Nanoçubuqlar
- Nanoborular

0-D strukturlar (3-D qəfəslər):

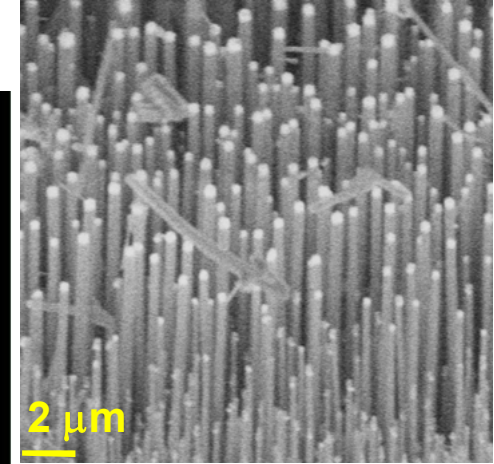
- Nanohissəciklər
- Kvant nöqtələri

Ölçülər, qəfəslənmə quruluşundan asılıdır:

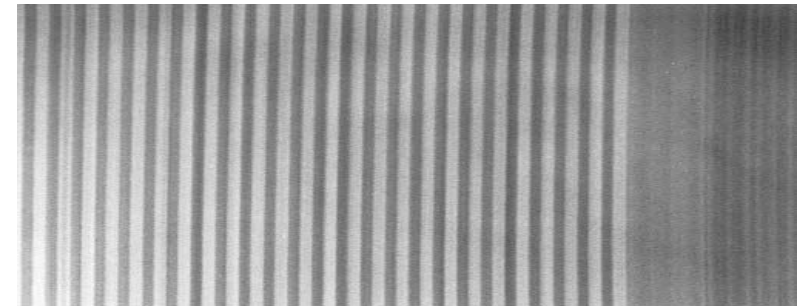
- Bərk nanokriстал təbəqələr
- Nanocompozitlər



Çox laylı
nanoborular



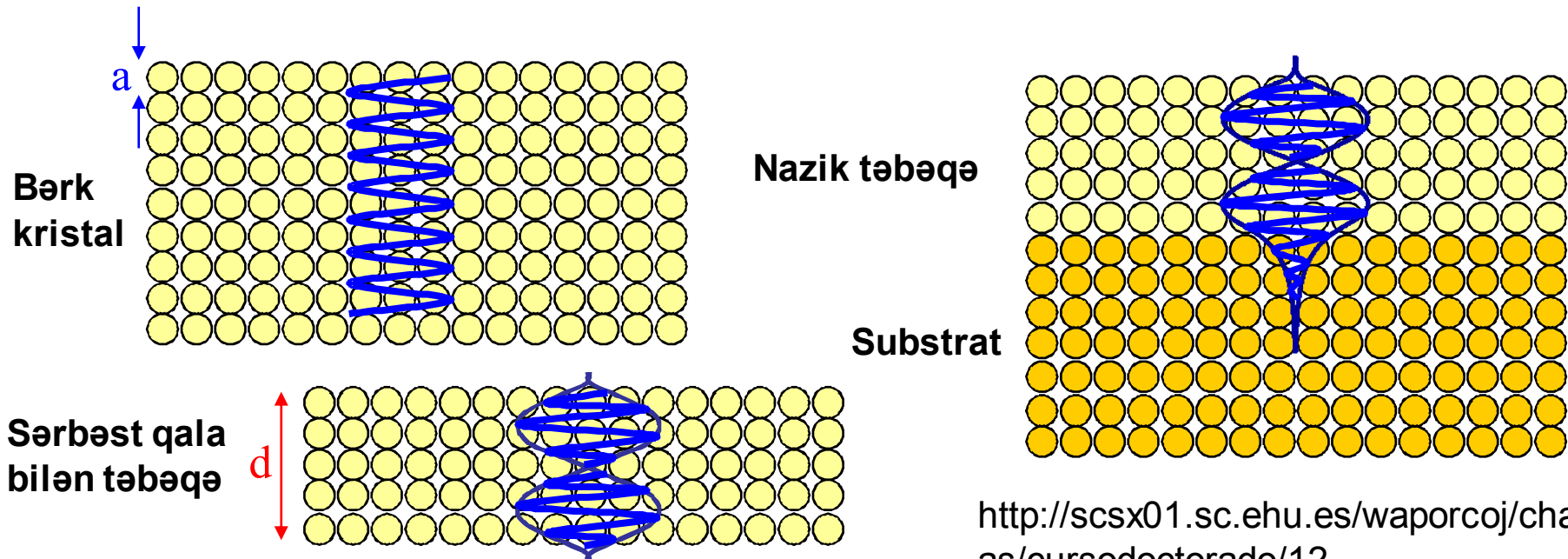
Si Nanoməfilləri



$\text{Si}_{0.76}\text{Ge}_{0.24} / \text{Si}_{0.84}\text{Ge}_{0.16}$ superqəfəslər

Nanoölçülü nazik təbəqələr

- Tək “iki ölçülü” təbəqə, qalınlığı $< \sim 100$ nm
- Elektronlar bir ölçüdə qala bilir; dalğa funksiyası effekti yaradır, halın sıxlığı
- Fononlar bir ölçüdə qəfəslənir; istilik daşınması effekti yaranır
- Sərhədlənir, keçidlərdə daşınma effekti yaranır



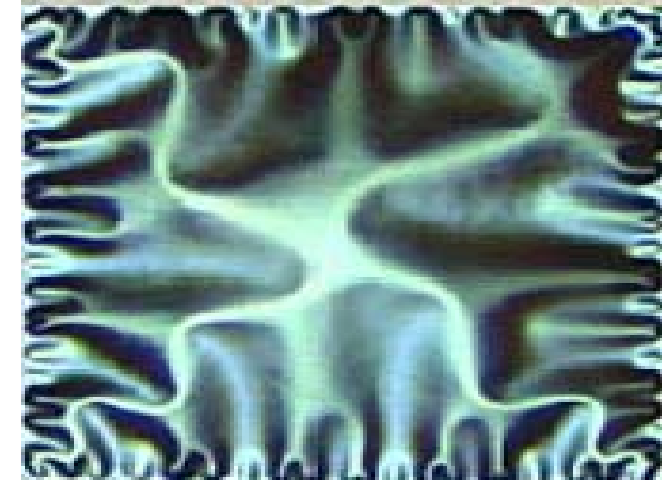
<http://scsx01.sc.ehu.es/waporcoj/charlas/cursodoctorado/12>

Nazik təbəqələrin tətbiqi

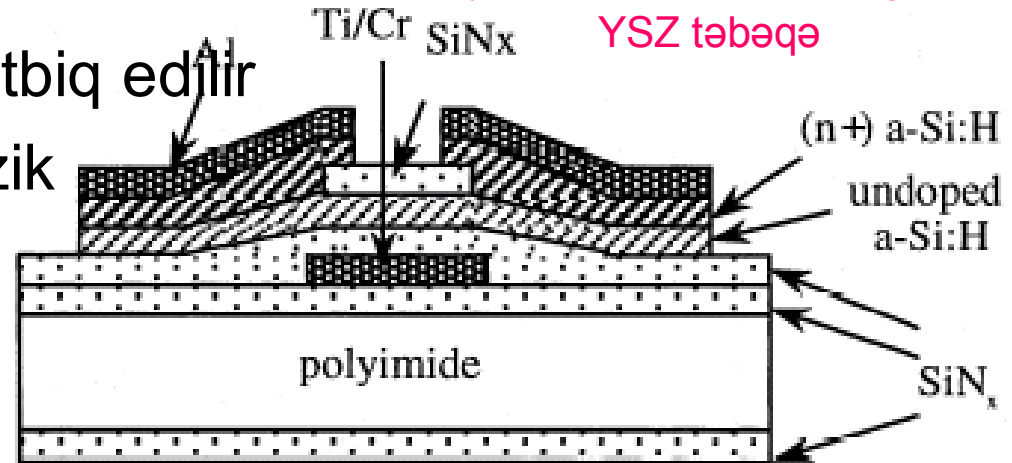
Bərk yanacaq elementləri:
(nanoquruluşlar) nazik bərk təbəqə
elektrolitlər və yüksək keçiriciliyə malik
olan elektrodlar

Maye kristal displeylər (ekranlar) üçün
nazik təbəqəli tranzistorlar: yüksək
mobillik və elastiklik tələb edir

Qazları hiss etmək üçün tətbiq edilir
Elektron qurğular üçün nazik
təbəqələr



100 nm ölçüdə bərk oksidli
yanacaq elementləri üçün
YSZ təbəqə

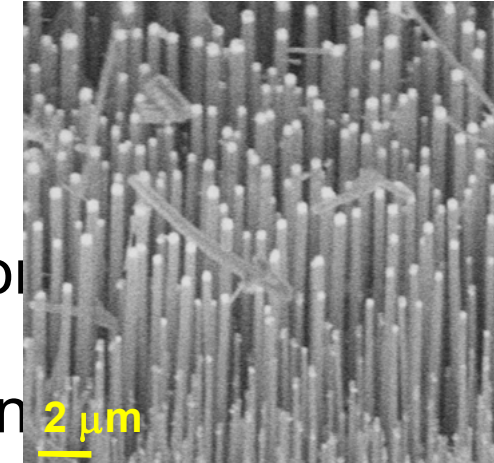


Amorf Si TFT SiN passivləşdirilmiş piamid

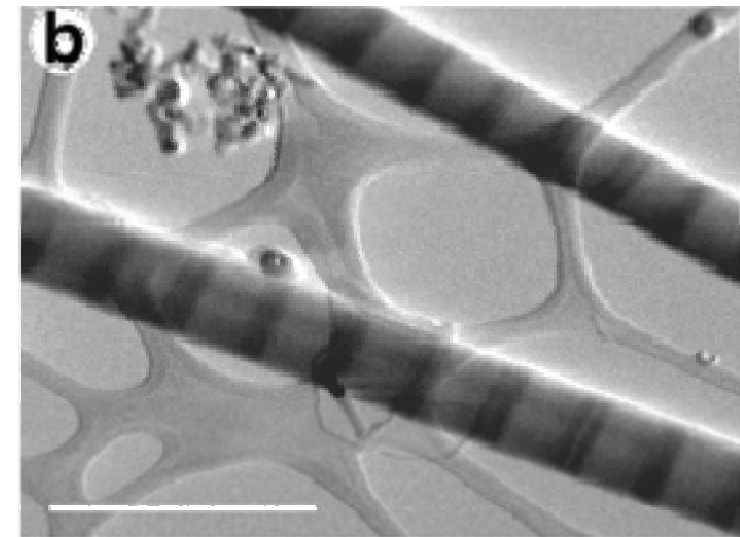
Wagner *et al*, *Thin Solid Films*, Vol.
490, pp. 12 – 19 (2003).

<http://www.bu.edu/mfg/pdf/Tuller.pdf>

- Bərk, “bir ölçülü”
- Keçirici, yarımkeçirici, izolyatorlar
- Kristal ola bilir, defektləri az olur
- Kvant qəfəslənməsi effekti göstərə bilir (elektron fonon)
- Keçiricilik diametri daraldıqca qadağan zonanın genişliyi artır
- Keçiricilik diametri daraldıqca istilik keçiriciliyi azalır
- superqəfəsli nanoməftillər və nüvəli –qabıq yeni formalar yarana bilər



Si Nanoməftil topası



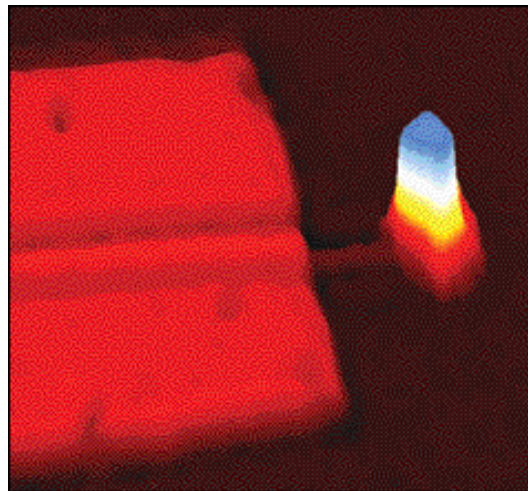
Si/SiGe Nanoməftillər wires

Nanoboru dedikdə daxili və xarici diametri nm ölçülü olan silindr nəzərdə tutulur . Nanoməftillər isə uzun, bərk nam diametrlili məftillərdir

Abramson et al, JMEMS (2003)

Wu et al, Nanoletters, Vol. 2, 83 – 86 (2002)

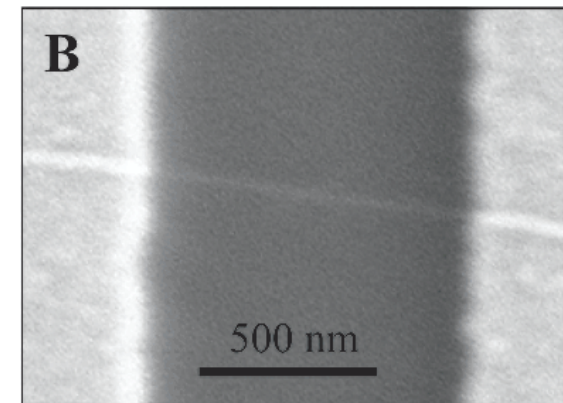
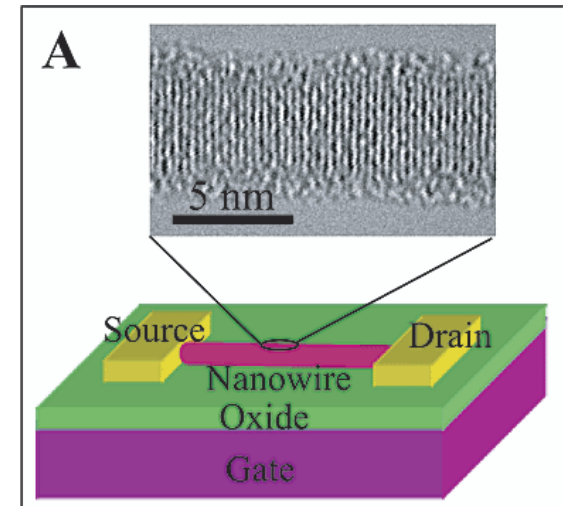
Sahə effektli tranzistorlar
Termoelektrik materiallar
İşıq emmisiya edən diodlar
Detektorlar
Sensorlar
Nanolazerlər
Superqəfəsli nanoməftillər
tətbiqi üçün superqəfəslər
tələb edir.



100 nm CdSe
nanoməftilindən
Nanolazer

<http://www.photonics.com/spectra/tech/XQ/ASP/techid.1525/QX/read.htm>

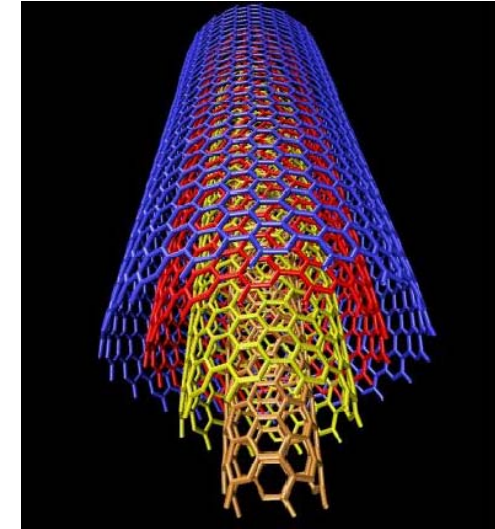
Cui *et al*, *Nanoletters*, Vol. 3, 149 – 152 (2003).



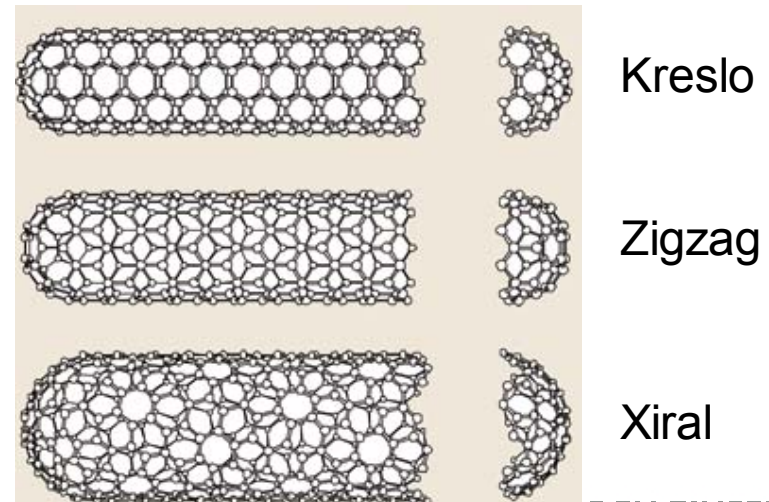
5 nm Si nanowire FET

Karbon nanoboruların xassələri:

- Bir ölçülü heksogenal vərəqə təbəqə burularaq boru formasına düşür
- Təqribən diametri 1 nm olur
- Uzunluğu 1 mkm olur
- Heç bir defekti olmur
- Sonu buckyballa qapana bilir
- Bir divarlı, çox divarlı formaları var, kəndir, düyünlər, topa halında ola bilər
- Struktura (xiralılıq, diametr) xassələrinə təsir edir:
 - Yarımkeçiricilik metala qarşı
 - İstilik, elektrik keçiriciliyi
 - Mexaniki möhkəmlik, elastiklik



Çox divarlı karbon nanoboru



Kreslo

Zigzag

Xiral

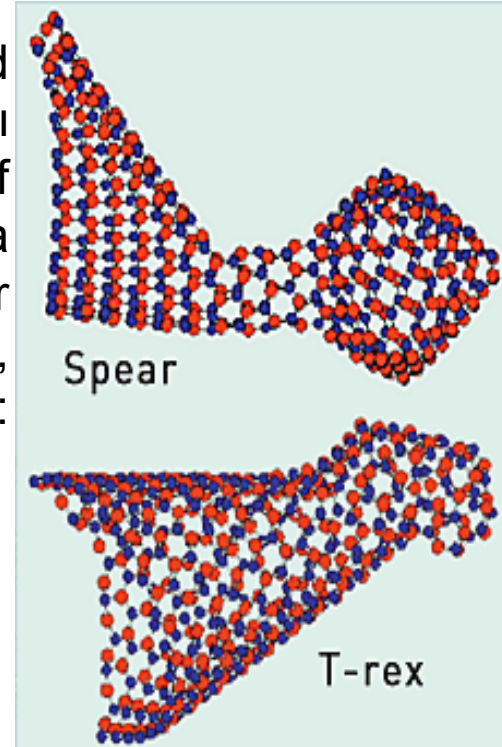
<http://physicsweb.org/article/world/11/1/9/1>

<http://www.aip.org/mgr/png/2003/186.htm>

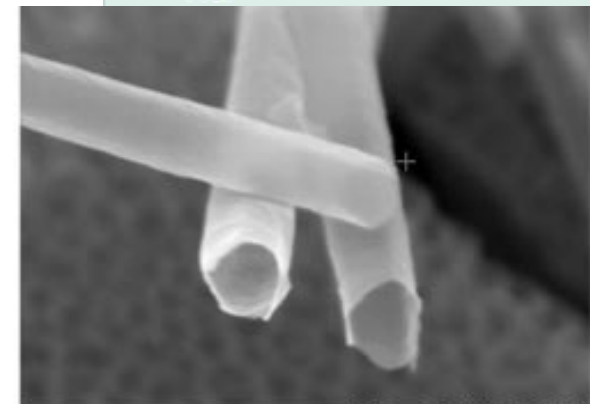
Bor nitridi nanoboruları

- Oksidləşməyə davamlı, yüksək temperaurlarda yararlı
- Yung modulu 1.22 TPa
- Yarımkeçirici
- Əvvəlçədən proqnozlaşdırıla bilən və diametrindən, təbəqələrindən asılı olmayan elektronik xassələr
- SiC nanoborular:
- Oksidləşməyə davamlı
- Sərt ətraf mühütə uyğunlaşan
- Si atomları ilə səthi funksionallaşa bilər

Bor nitrid nanoboruları müxtəlif formalar ala bilər (qırmızı=bor, göy=nitrid):



SiC nanoborular NASA Glenn tərəfindən alınıb:



<http://www.grc.nasa.gov/WWW/RT2002/5000/5510lienhard.html>

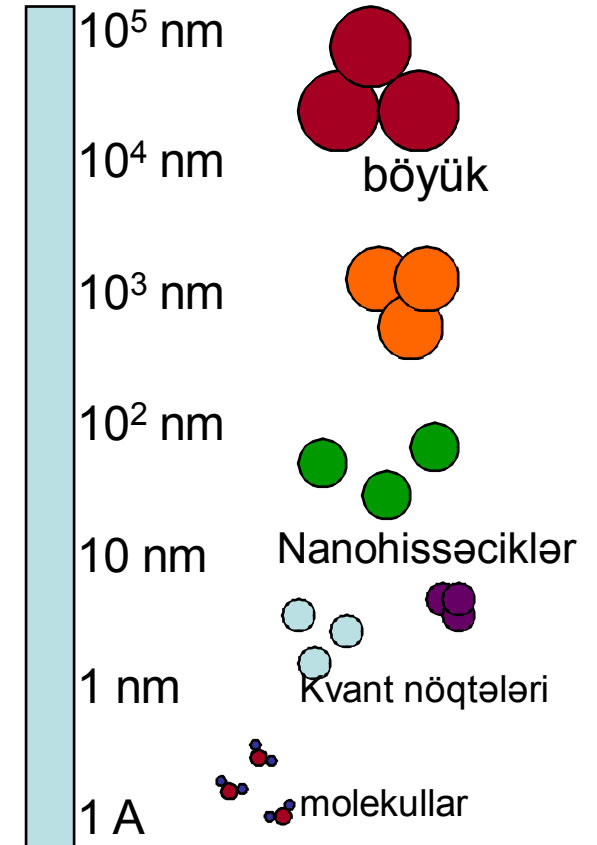
<http://pubs.acs.org/cen/topstory/7912/7912notw1.html>

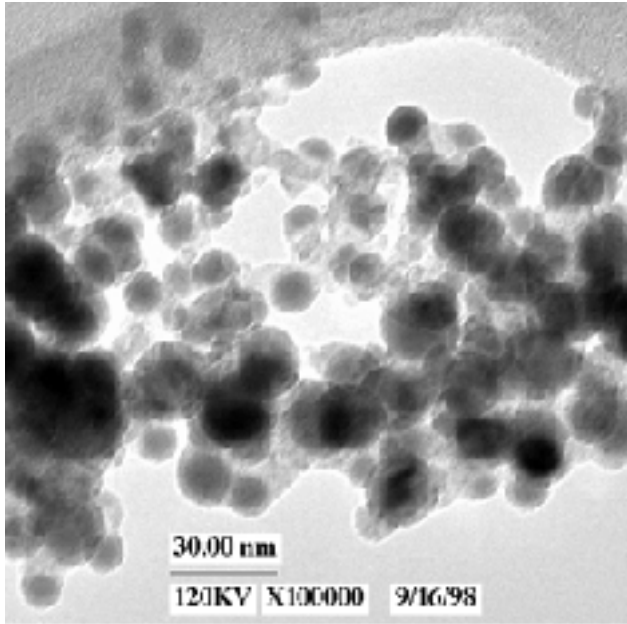
Not for distribution

1.00 μm

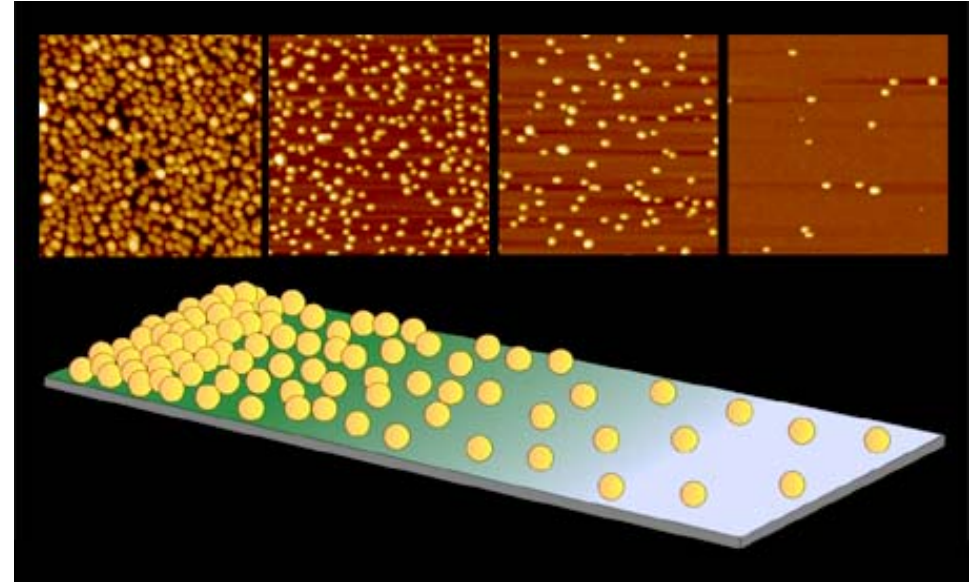
- “Ölçüsüz” hissəciklər
- Səth effekti/kimya üçün vacibdir
- Radius < 100 nm
- $< 10^6$ atom bir nanohissəcikdə
- Ölçüləri uzunluq ölçmə kriteriyasından kiçik (b.s. sərbəst gəzir, dalğa uzunluğu var)
- Nano/kvant fizikası fenomenləri yaranır
- “Böyük” nanohissəciklər bərk maddələr kimi qurulşda olur; “kiçik”lər fərqli olur
- Sintez: RF plazma, kimyəvi, termolizis, impuls lazeri
- “Qədim” nümunələr
 - Rəngli şüşələr – ölçüləri görünən işıq dalğa uzunluğu ilə müqayisə edilə bilən kiçik metal oksidi klasterləri
 - Fotoqrafiya – kiçik kolloidal gümüş hissəcikləri şəkillər almaq üçün

Hissəciklərin və ya klasterlərin Radiusu

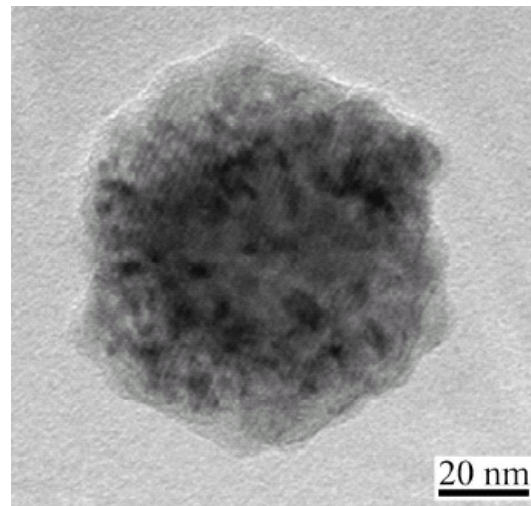




Metal nanohissəciklər



Gümüş nanohissəciklərinin silisium təbəqə üzərində qradienti



Si nanohissəciklər; tək-kristal; heksagonal forma

<http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/2002/bnlpr071802.htm>

Bapat *et al*, *J Appl Phys*, Vol. 94, 1969 – 1974 (2003)

www.aveka.com

Not for distribution

Yarımkəçirici Nanohissəciklər

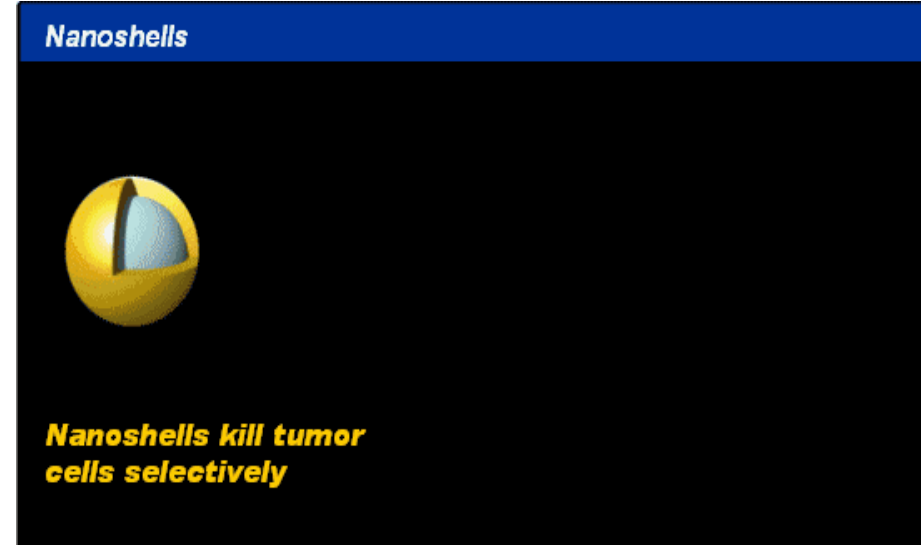
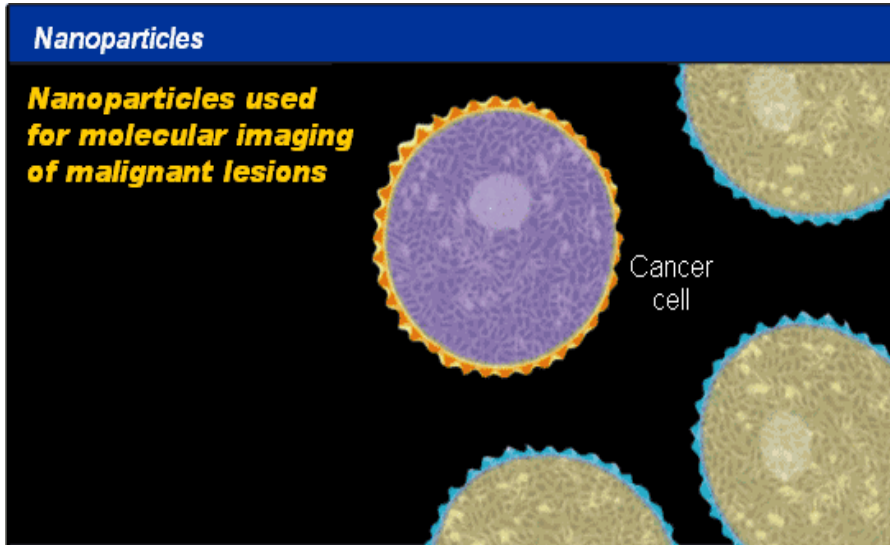
- Nanohissəciklər “kütləli yarımkəçiricilər” elementləri ilə müqayisədə nadir optik xassələrə malikdir.
- Nanohissəciklərin ölçülərini azaltmaqla udma dalğa uzunluğunu dəyişdirmək olur
- Hissəciyin radiusu üçün $>$ eksiton radius
eksiton enerji səviyyələrində foton yaradan keçidlər,
diskret optik udma səviyyələri yaradır
- Hissəciyin radiusu üçün $<$ eksiton radius
nə eksiton nə individual elektron və deşik keçidlər diskret optik udma səviyyələri müşahidə olunur

UV işıqda kvant nöqtələrindən müxtəlif dalğa uzunluğunda flurosensiya



Nanohissəciklərin nümunələri

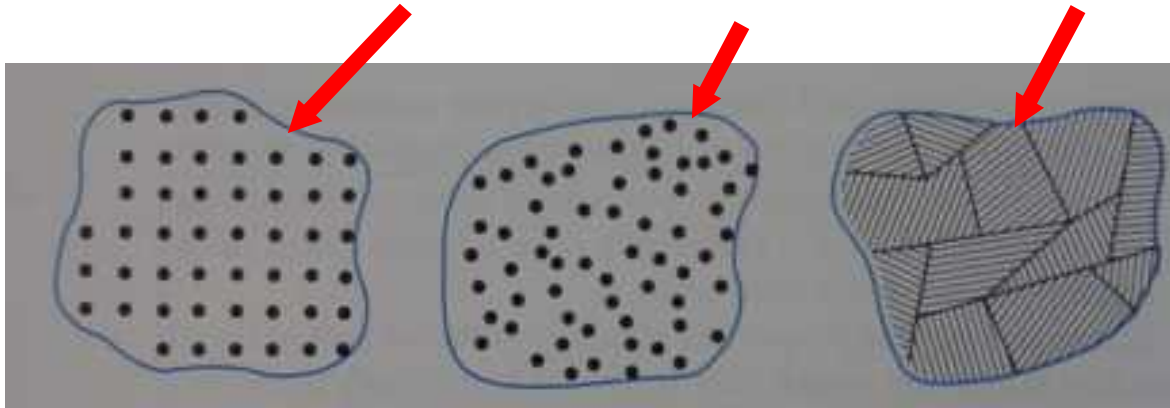
- Mövzu: Funksionallaşdırılmış nanohissəciklərdən istifadə etməklə şişə çevrilməkdən əvvəl fərdi xərçəng hüceyrəsini aşkar etmək və məhv etmək
- 5 –dən 10 nm qədər hissəciklər (hüceyrədaxili markerlə qarşılıqlı təsirdə olmaq üçün lazımi qədər kiçik)
- Nanohissəciklər örtüklə örtülür və antitellərlə, oliqonukleotidlərlə, peptid liqandlarla və dərmanla funksionallaşdırılır
- Qan dövranı vasitəsilə bədənə tanışlıq
- MRI marker vasitəsilə hüceyrə daxilini görmək və ya daşıyıcı agent və ya iüalandırıcı



Bunlara aiddir:

- Amorf/şüşə materiallar (atomar miqyasda)
- Nanoquruluşlu dənəciklərdən ibarət hər hansı material (nm tərtibli)
- Nanoməsəməli materiallar (nm tərtibli)
- Çoxlaylı nanoölçülü nazik təbəqələr (nm tərtibli – SL period)

Bərk formalaşmış kristal, amorf, polikristal

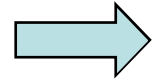


Əgər dənəciyin ölçüsü < 100 nm kiçik olarsa
Polykristal material
nanoquruluş yarada bilər

Xarakteristikaları (Å –dən nano-ya və micro-ya) kimyəvi, fiziki, mexaniki, adətən daha da yaxşılaşır

Nanoquruluşlu böyük Materialların tətbiqləri

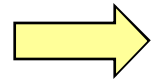
İtehsalı– istiliyə davamlı örtüklər



keramik təbəqələr



problem: aşağı istilik keçiriciliyi
tələb edir /yüksək bərklik



həlli: nanoquruluşlu təbəqələr ?

Digər tətbiqlər:

Katalitiklər

Günəş batareyaları

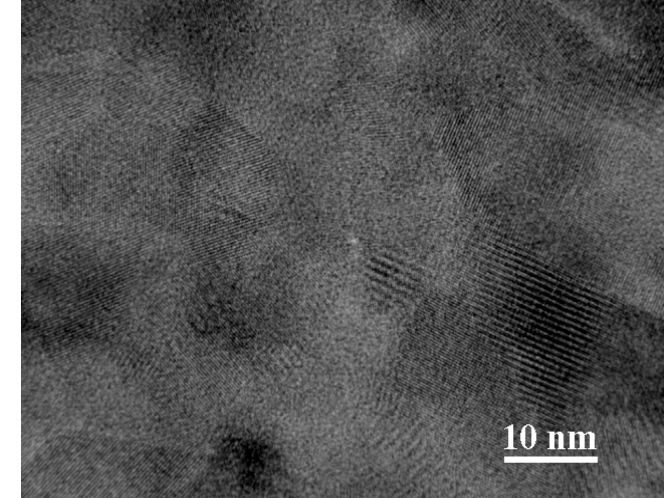
Möhkəm, uzunmüddətli materiallar

Elektronika

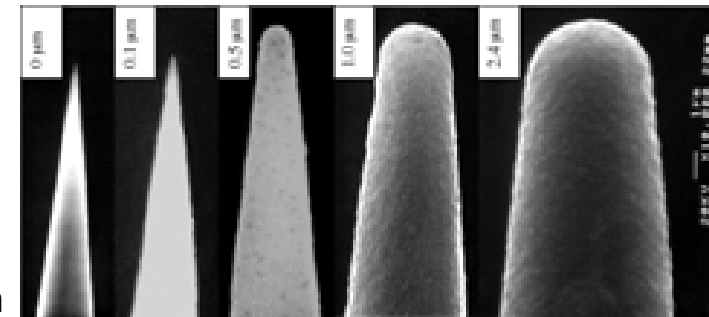
Batareyalar

Sensorlar

Flat panel ekranlar



İstiliyə davamlı
Nanokristal örtük YSZ

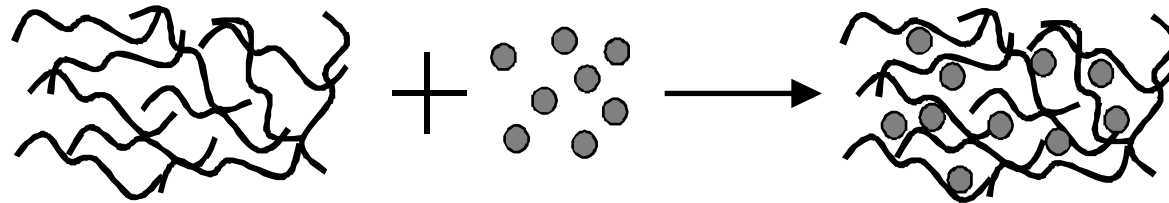


Sahə emissiyası üçün
nanokristal örtüklü almaz
ucluğu

<http://www.msd.anl.gov/groups/im/highlights/thermal/thermalconductivity.html>

<http://www.msd.anl.gov/groups/im/highlights/diamondemission/emission.html>

- Nanokompozit – hər biri nanölçülü iki və daha çox materialdan ibarət olur
 - Düzəldildiyi materiallardan daha yaxşı kimyəvi, fiziki, optik, mexaniki xassələrə malik olur
 - Çox tərkibli materiallar mümkündür
 - Üzvü + üzvü
 - Üzvü + qeyri üzvü
 - Qeyri üzvü + Qeyri üzvü
- Nanohissəcik və ya nanoməfil və ya nanoboru + matriks material**



Nə üçün nano mikro yox?

Mikro da elastiklik modulunu artırır, ancaq mikrohissəciklər konsentrasiya stressorları kimi təsir edir, gərginliyi artırır. particles act as stress concentrators, decrease in strain to failure, decrease in strength and toughness

Optik elektronika üçün luminisent nanokompozitlər

Elektronika (e.g. Dielektrik ləbəqələr)

Hüceyrədaxili manipulyasiyalar

Termoelektrik materiallar

Yüksək gərginlikli, kələ-kötür quruluş materiallar

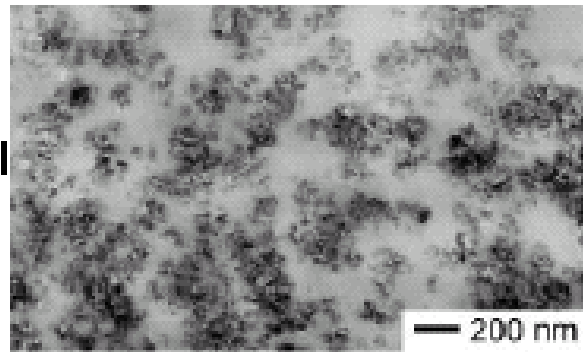
Batareyalarda elektrolitlər

İzalyatorlar

Örtüklər

Qaz paylayıcıları

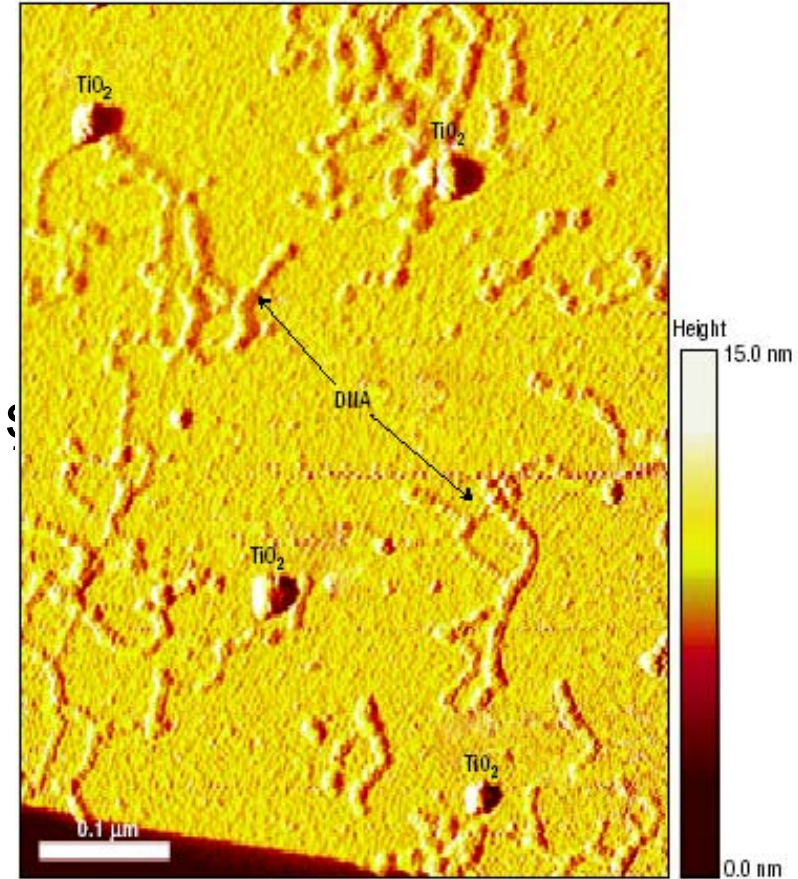
Oda davamlı



Qaz ayırıcı membranlarda istifadə olunan 40 wt% li Polymer örtükləri olan silisium nanohissəcikləri

Merkel *et al*, *Science*, Vol. 296, 519 – 522 (2002)

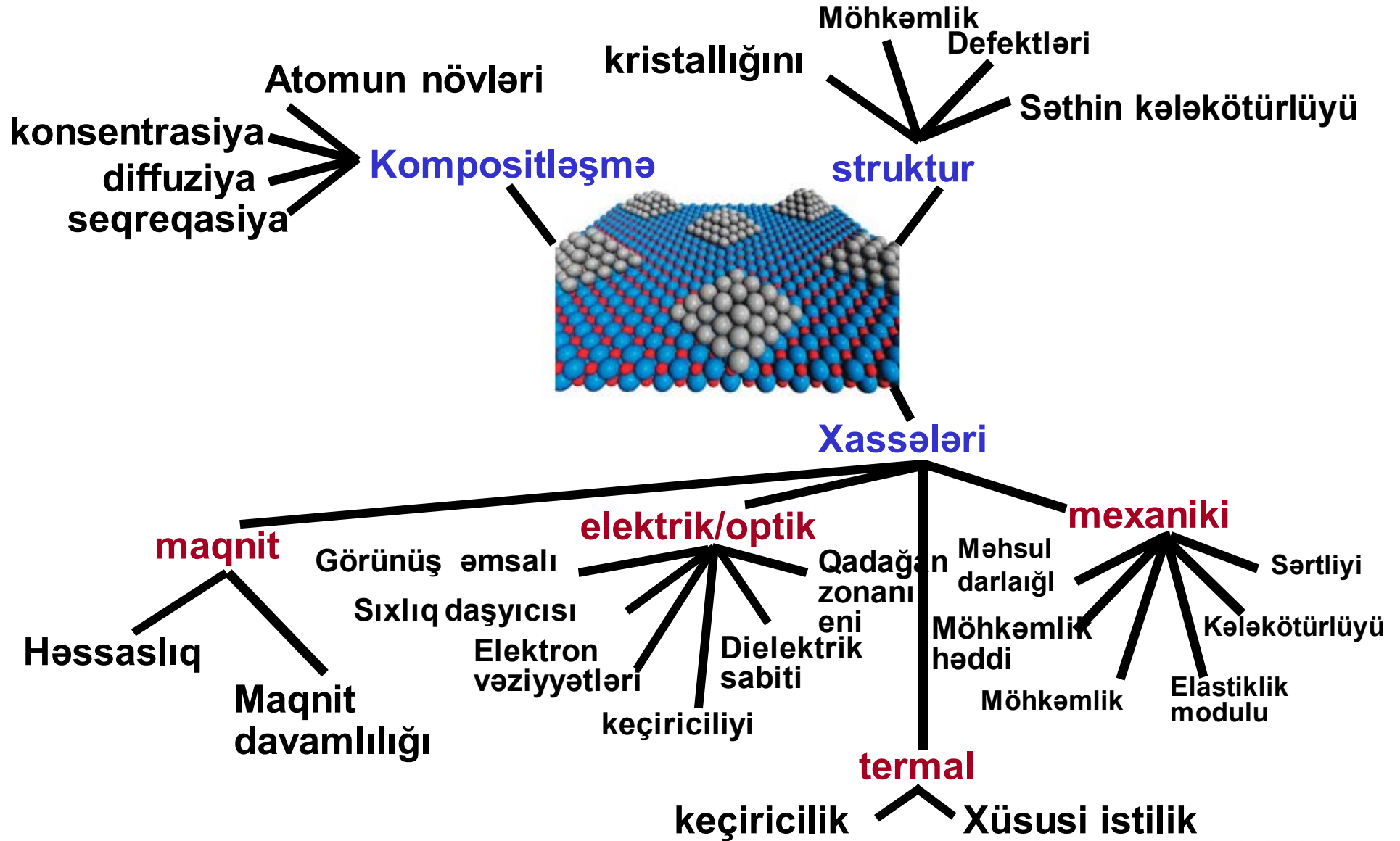
Not for distribution



Hüceyrədə manipulyasiya etmək üçün DNT ilə hibridləşdirilmiş TiO₂-oligonukleotid nanokompozitlər

Paunesku *et al*, *Nature Mats*, Vol. 2, 343 – 346 (2003)

Biz nəyi ölçə bilərik?



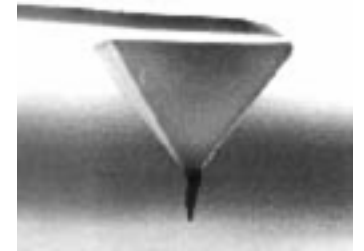
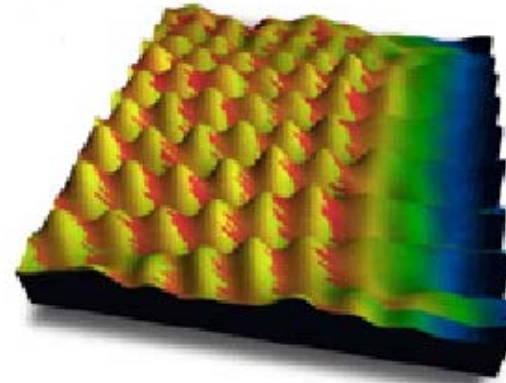
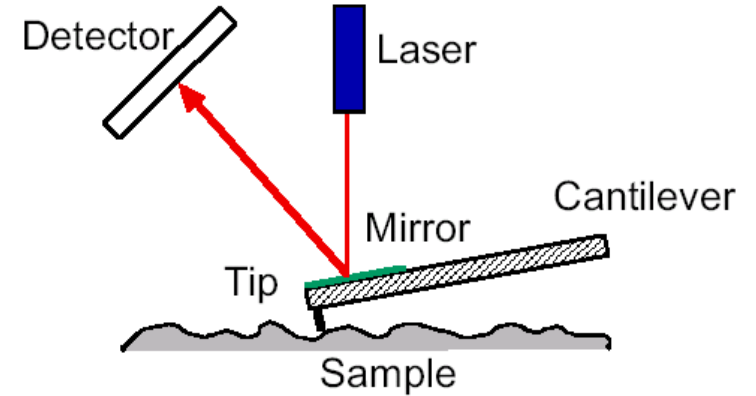
Optik mikroskopda ölçüləri işığın dalğa uzunluğunun yarısından kiçik olan cisimləri görmək olmur.

Biz görmək üçün işıqdan və Inizadan başqa nədən istifadə edə bilərik?

AQM əsas komponentləri:

- Tip(ucluq) ($< \sim 10$ nm diametr) kantilever üzərində
- Detektor (ümumi vəziyyətdə)
- Raster-skan (dartılmış ucluq)
- Qüvvə/hündürlük nəzarəti
- Təsvir üçün proqram təminatı

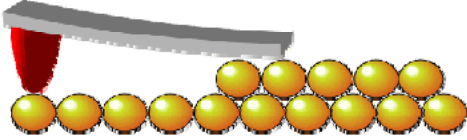
Eninə böyütmə 0.1 nm
Vertikal böyütmə 0.02 nm



AQM-də grafitin təsviri

AQM üsulları

contact mode



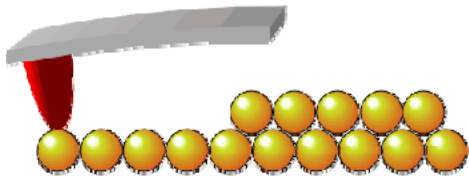
Səthdən ucluq angstremləri
(dəf edilən)

Sabit qüvvə

Yüksək böyütmə

Səthi zədələyə bilər

Diski fırlatma üsulu



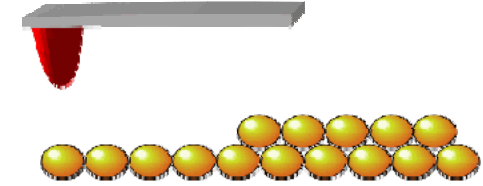
Ucluğun dayanıqsız kontaktı

Dəyişən qüvvə ölçüsü

Yaxşılaşdırılmış böyütmə

Zədələmir

non-contact mode

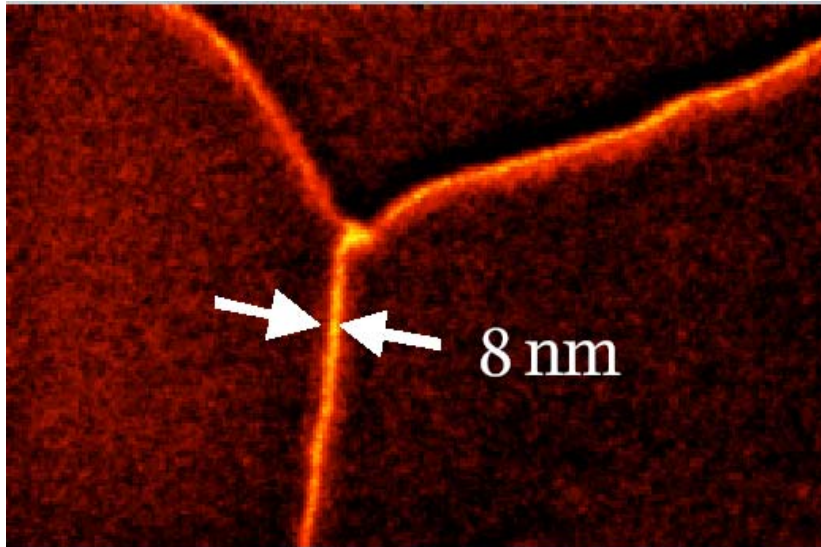


Səthdən (cəlb edilən) Yüzlərlə
ağstrem uclu

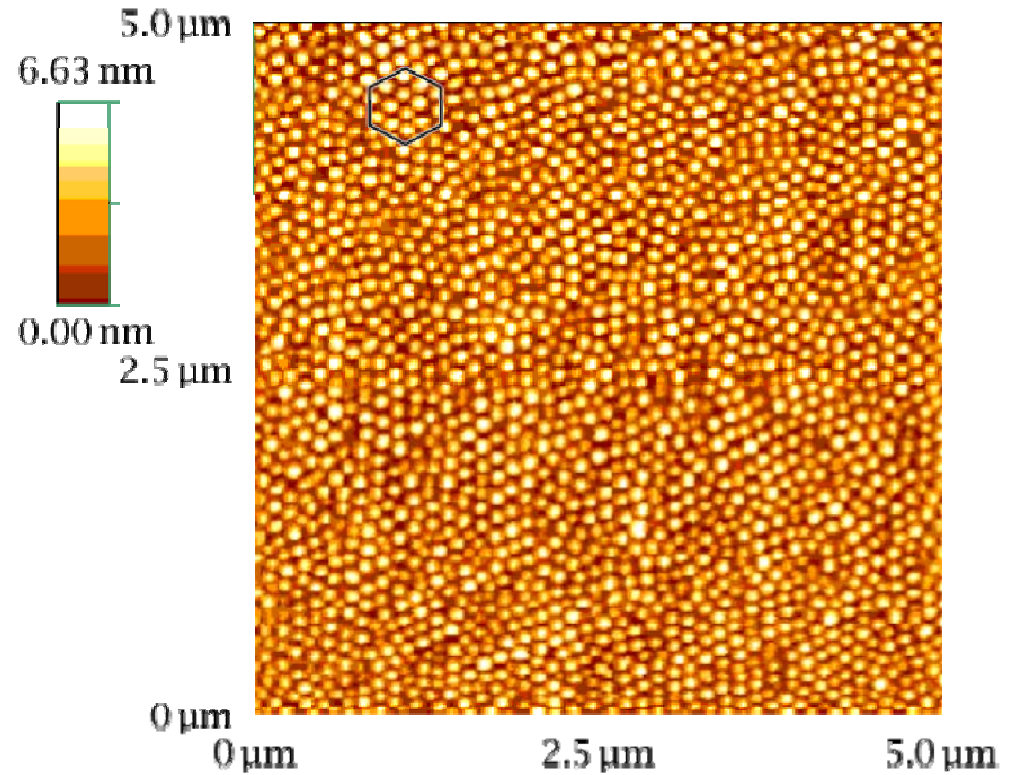
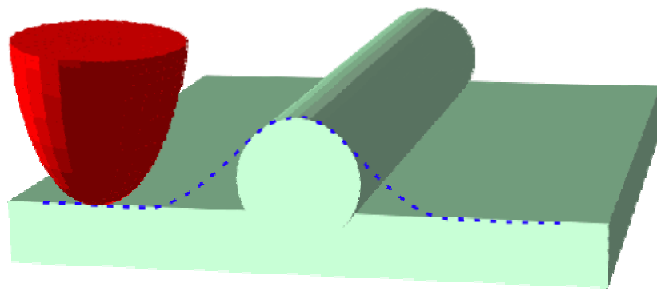
Dəyişən qüvvə ölçüsü

Az böyütmə

Zədələmir



Cu Nanoməftil



Si üzərində Ge adaları

K. Brunner *et al.*
R. Adelung *et al.*

Not for distribution

Courtesy of F. Ernst

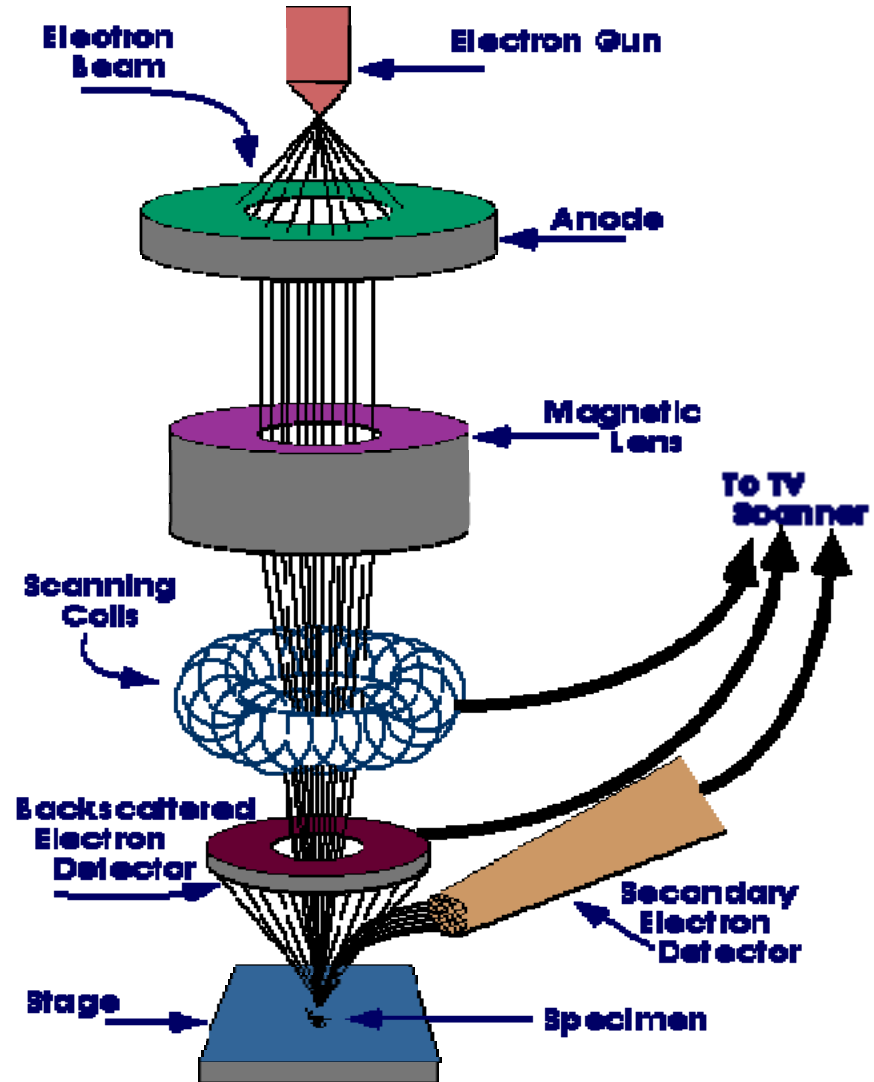
CASE SCHOOL OF ENGINEERING

Skan Elektron Mikroskopu

3-D təsvirlərin almaq üçün SEM
–da işıq əvəzinə elektron
selindən istifadə olunur

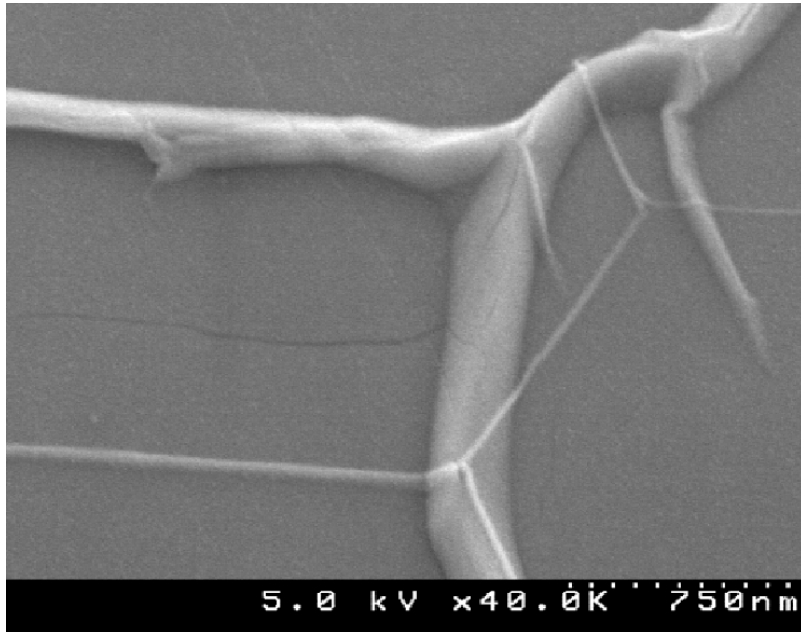
SEM operasiyaları:

- Hava tam çıxarılır (vakuum)
- e^- topu yüksək enerjili elektron seli buraxır
- e^- seli linzalarla fokuslanır
- Skan makaraları elektron selini nümunənin üzərinə fokuslayır
- Səthdən ikincili elektronlar qopur
- Detektor elektronları sayır
- # e^- ilə alınan təsvir

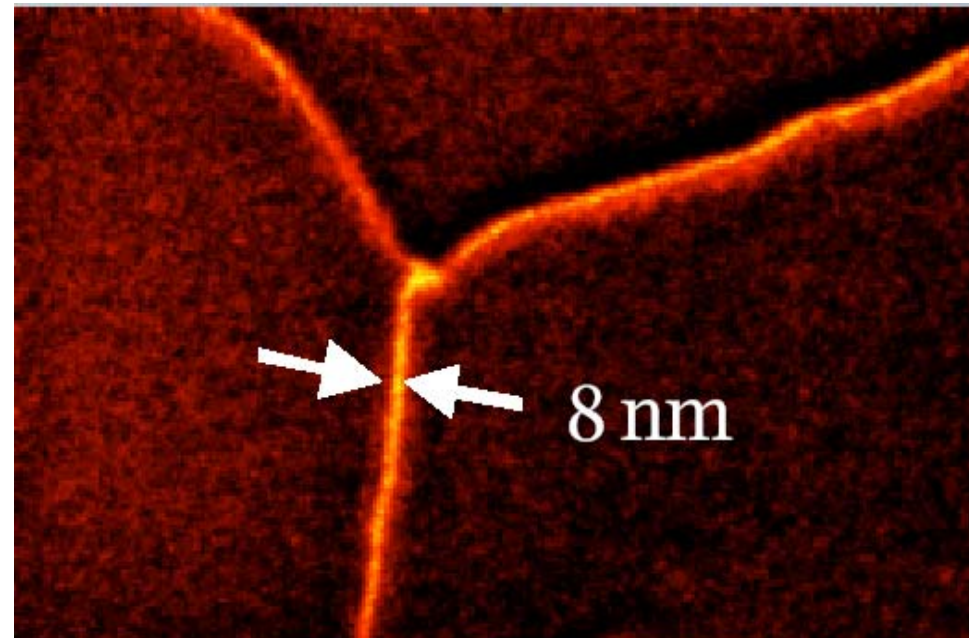


Courtesy of F. Ernst

Böyütmə ~5 nm



SEM: Cu Nanoməftil



AQM: Cu Nanoməftil

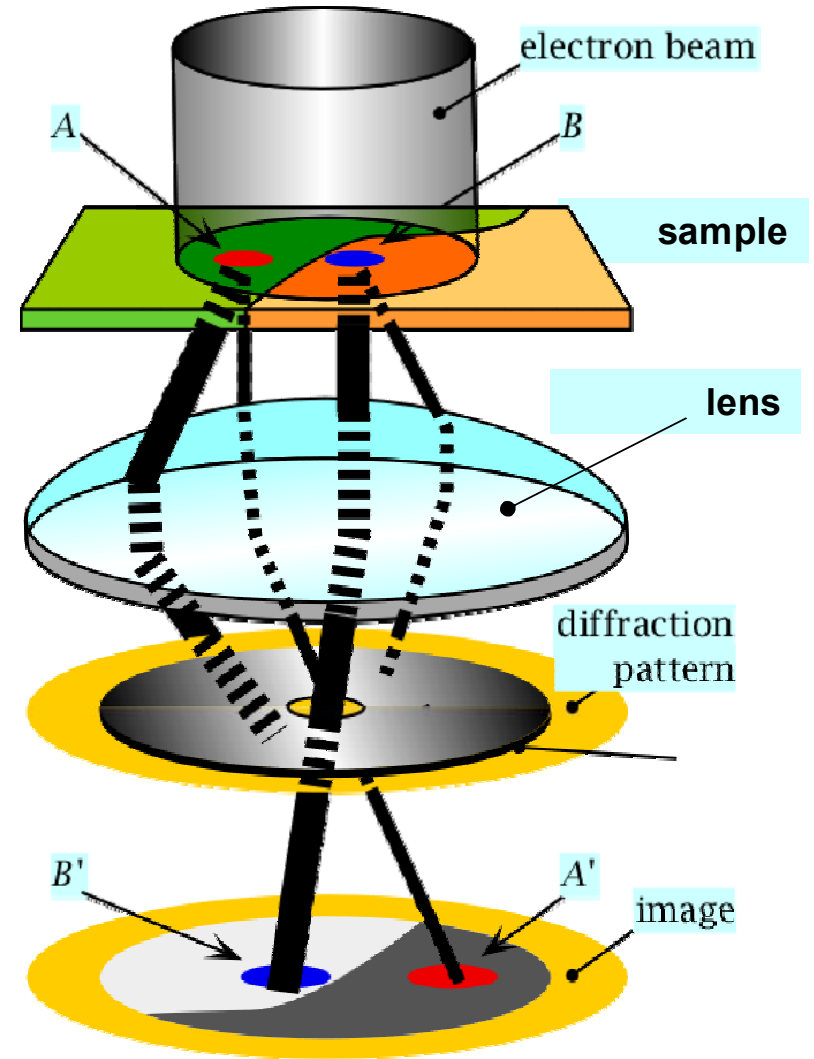
Transmissiya Elektron Mikroskopu

TEM mikroskopu slayd göstərən projektor kim işləyir. Burada işıq əvəzinə elektron seli götürülür.

TEM –in işi :

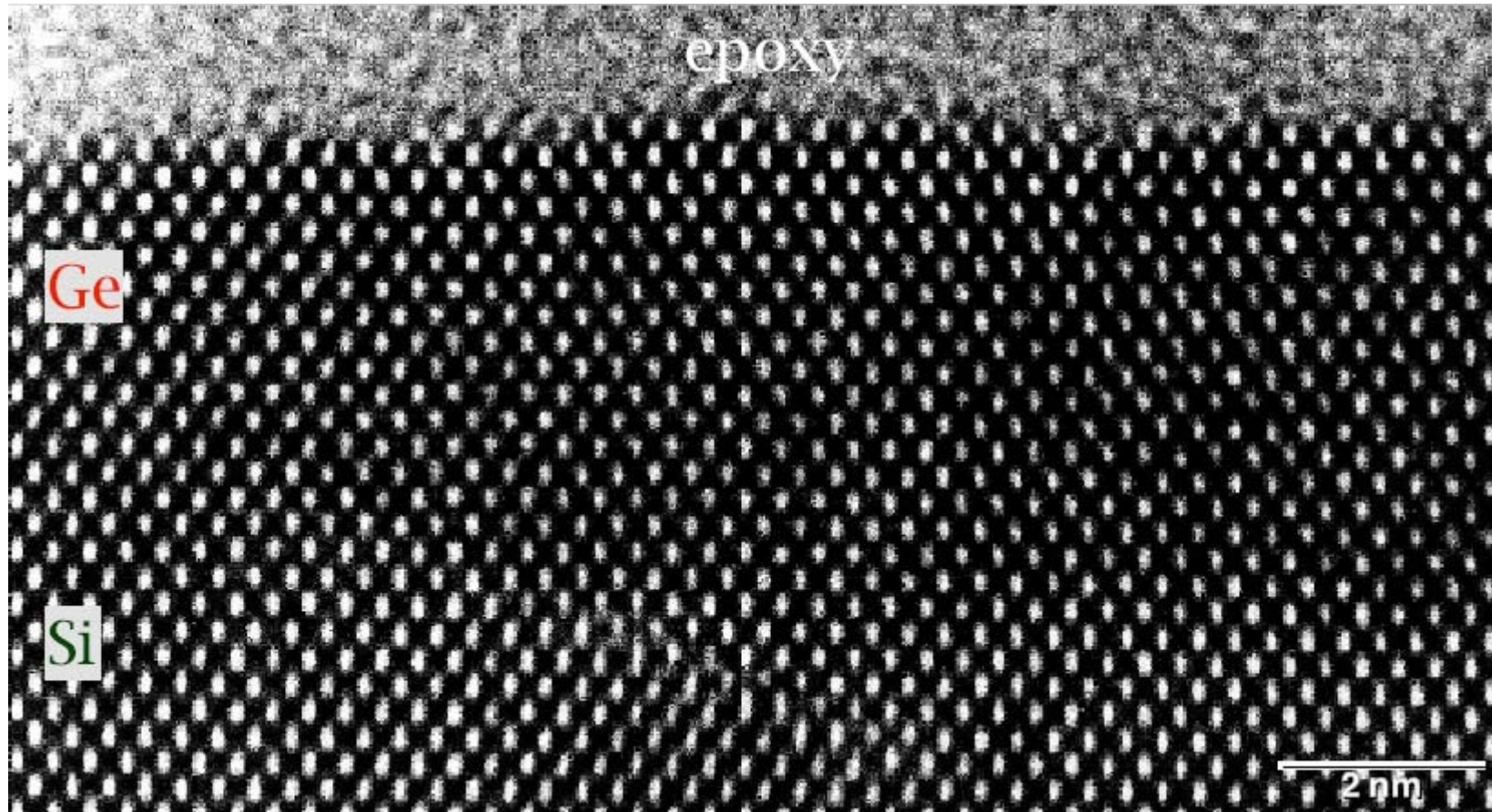
- Həvə sorulur vakum yaradılır
- e^- topu yüksək enerjili e^- seli şqalandırır.
- e^- seli linzalar vasitəsilə fokuslanır
- Elektron seli nümunəyə düşür və bəzi e^- ondan keçir
- Nümunəni keçən e^- fokuslanır və gücləndirilir
- Təsvirin kontrastı böyük bucaq altında difraksiya etmiş elektronların hesabına alınır
- Şəkil linzalar vasitəsilə böyüdüür
- Fokallu ekrana düşən şəkil işıqlanır və təsvir ekranda görünür.

Ayırdetmə $\sim <1$ nm

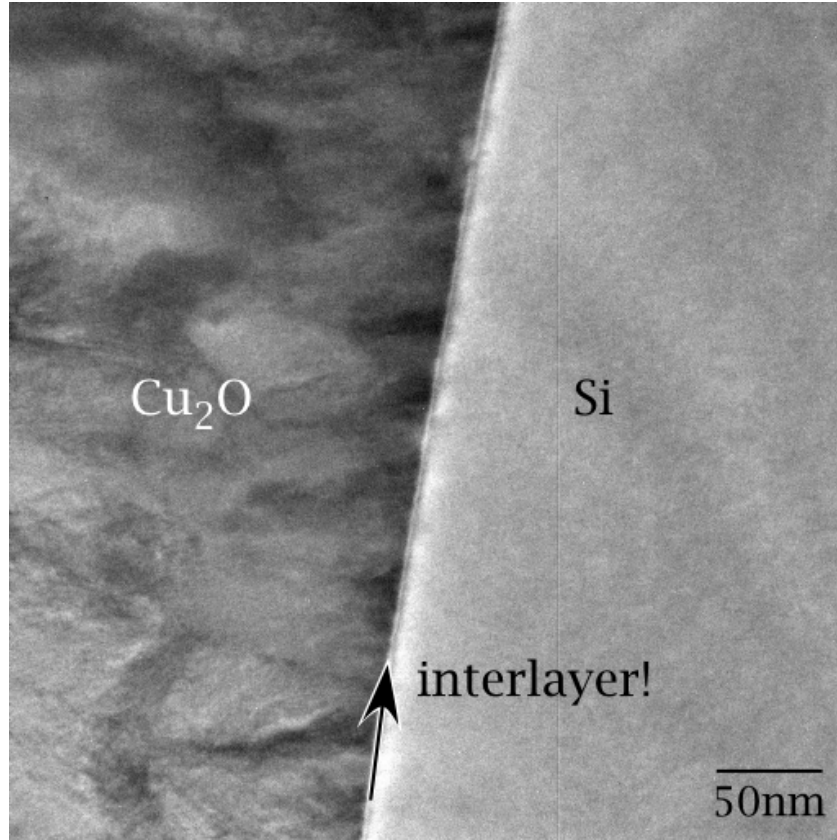


Courtesy of F. Ernst

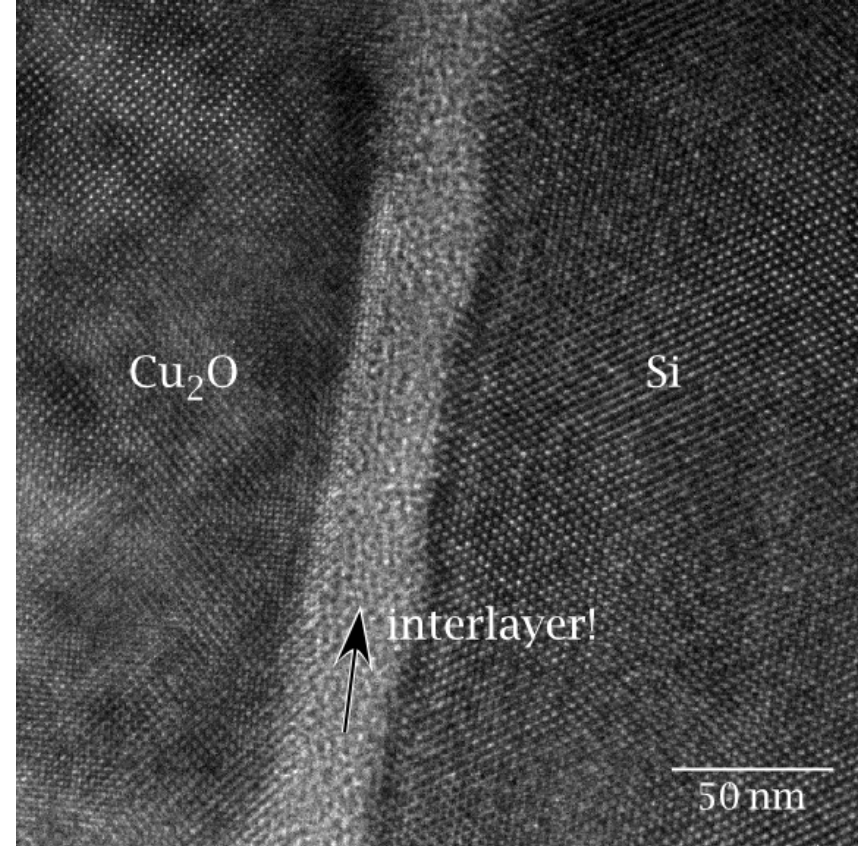
HRTEM En kəsiyinin görünüşü



Courtesy of F. Ernst

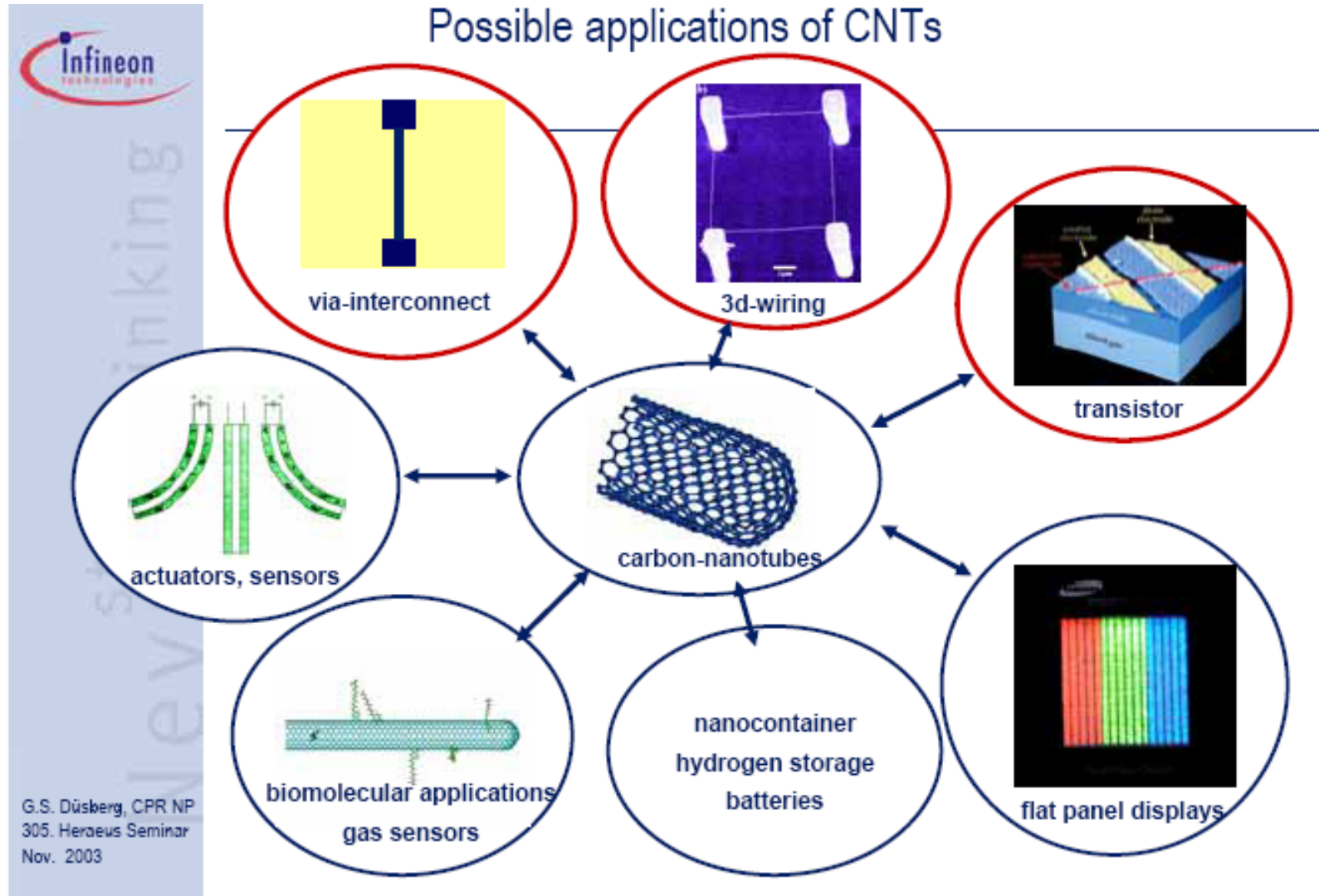


Standart TEM



Yüksək böyüdülmüş TEM

Karbon boruların tətbiqləri



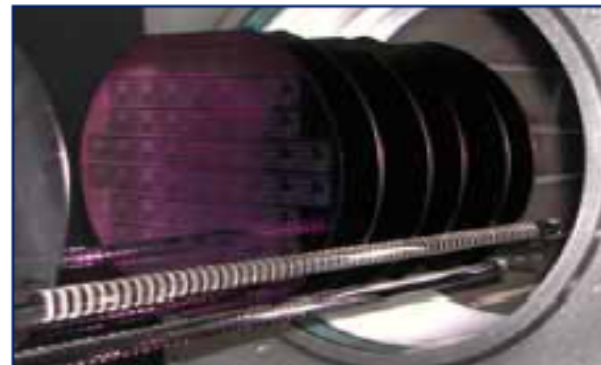
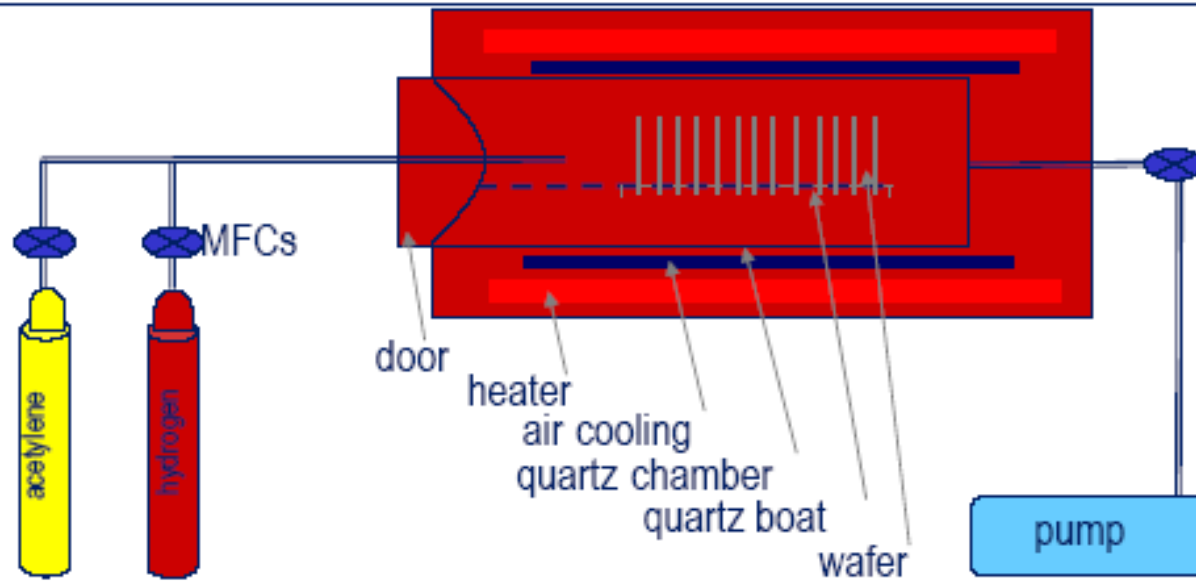
Karbon boruların tətbiqləri

Infineon
technologies

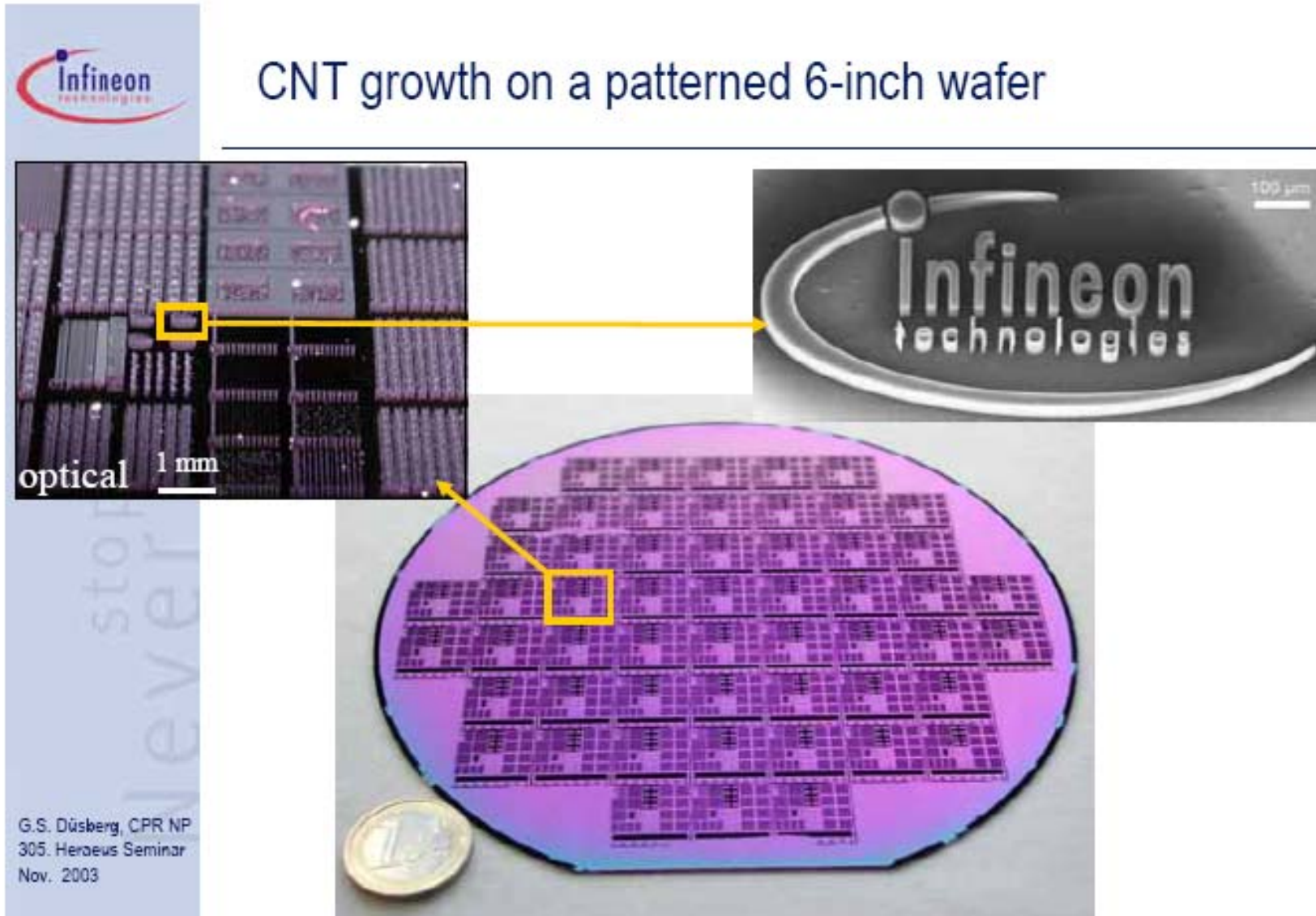
stop thinking
never

G.S. Düsberg, CPR NP
305. Heraeus Seminar
Nov. 2003

Set-up for CCVD-Growth of Carbon Nanotubes



Karbon boruların tətbiqləri



Karbon boruların tətbiqləri

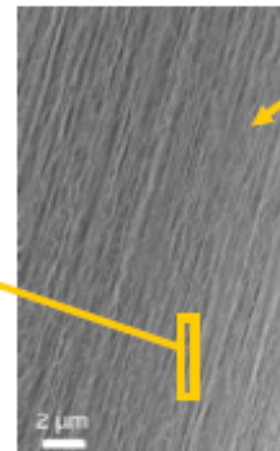
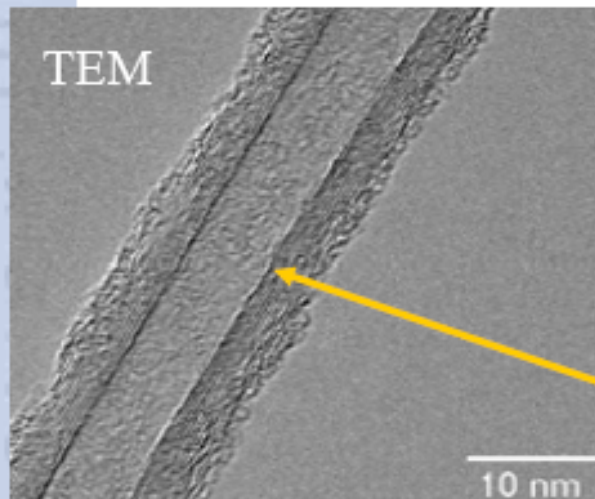
MWCNTs produced by CCVD on SiO₂

Infineon technologies

stop+thinking

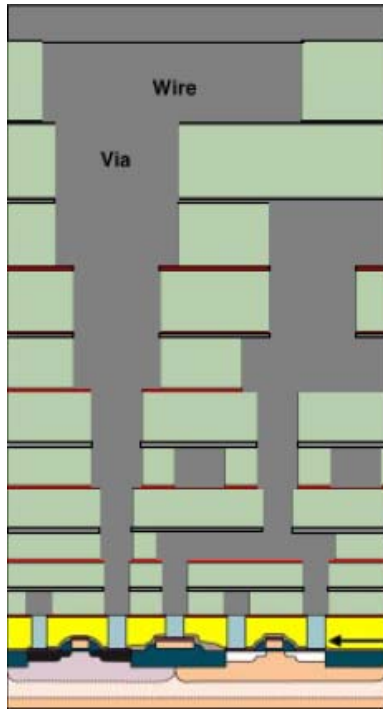
TEM

G.S. Düsberg, CPR NP
305. Heraeus Seminar
Nov. 2003



Birləşdirici naqillər üçün materiallar

Aluminum

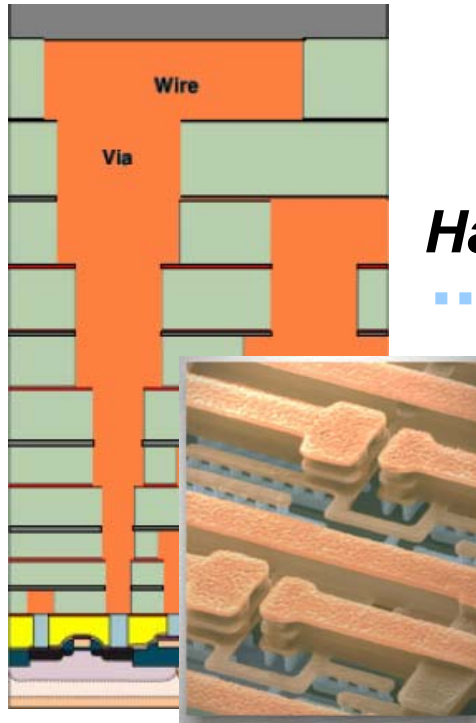


*Al müqaviməti
= 2.6 $\mu\Omega$ -cm*

1999



Mis



*Cu müqaviməti
= 1.7 $\mu\Omega$ -cm*

Haçan?

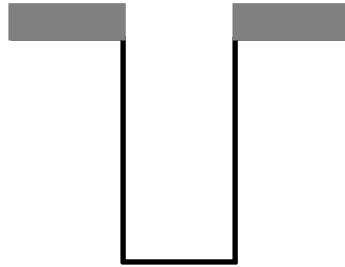


*Karbon
boru*

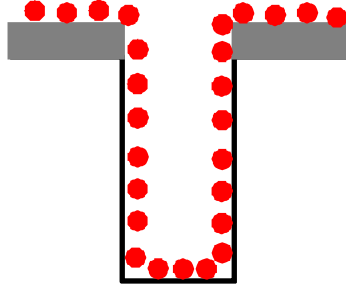


*Karbon boruların
çox aşağı
müqaviməti olur*

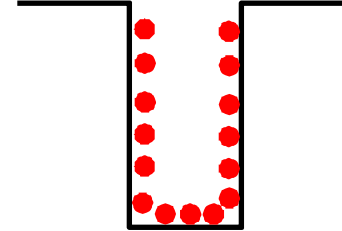
Karbon nanoboru birləşdirici naqillərin hazırlanması



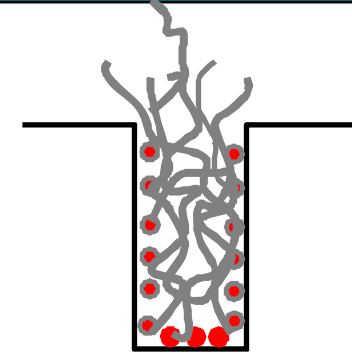
*Həkk
etməklə*



*Fe katalizator
doldurulur*

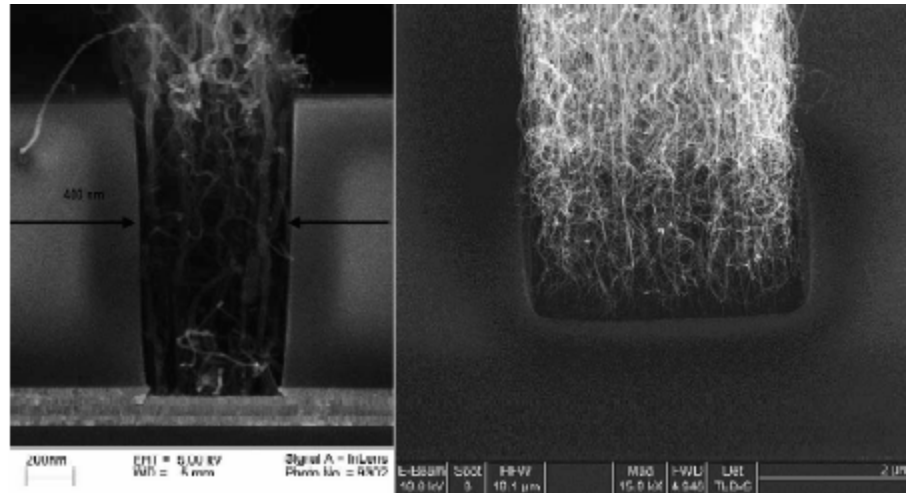


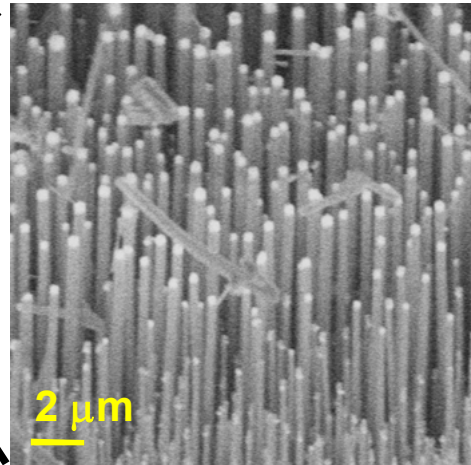
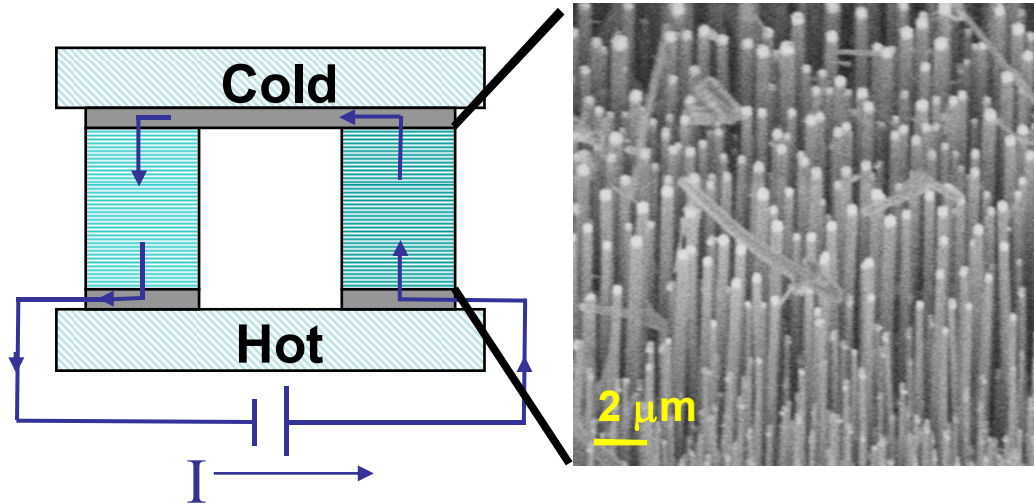
başlanır



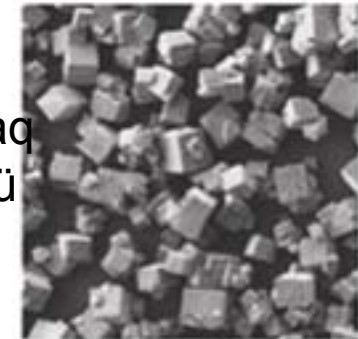
*Çoxlaylı karbon nanoboru
böyüyür, CVD istifadə
olunur H_2, C_2H_2 700 °C
temperaturda*

*F. Kreupl et al.,
Microelectronic Engg.,
64, 399 (2002).*



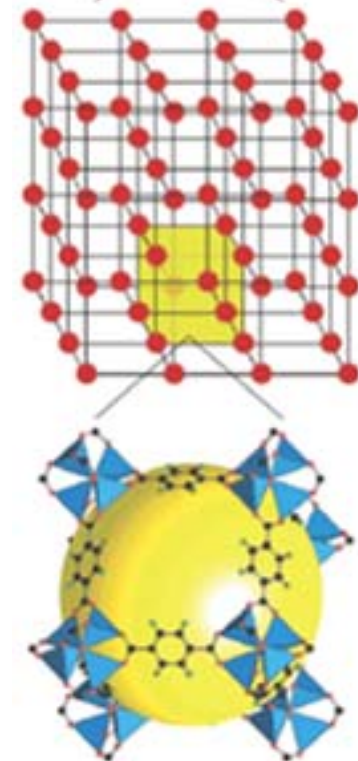
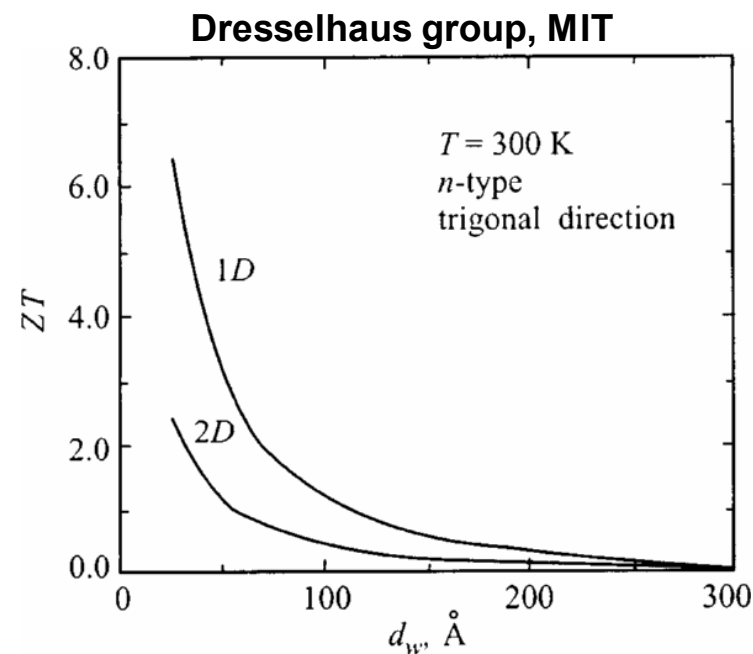


Hidrogeni saxlamaq üçün metal – üzvü struktur

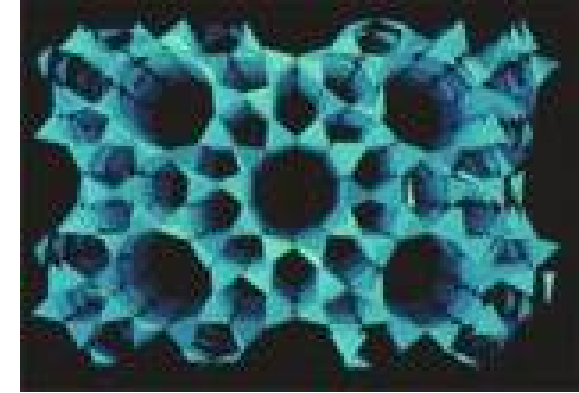


Keyfiyyəti artırmaq üçün materialı nanokompozitlə əvəz edin

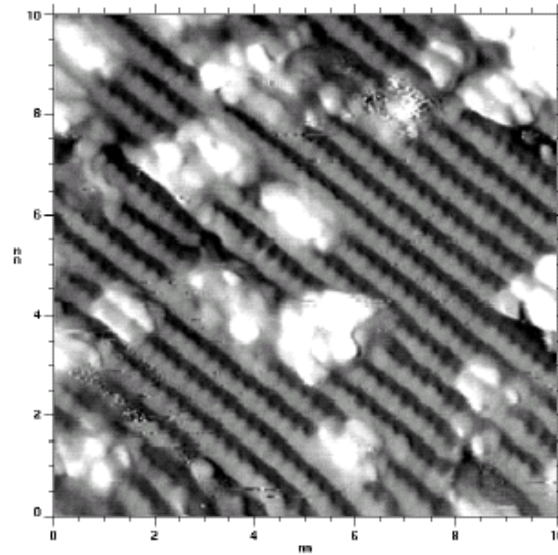
Abramson *et al*, *JMEMS*, in review.
Rosi *et al*, *Science*, Vol. 300, pp. 1127-1129 (2003).



Neftin emalı: nanoməsəmli zeolit
(məsamələr 3 – 10 Å) dəqiq
quruluşlu şəffaf bərk kristal
("molekulyar ələklər") neft emalında
istifadə olunur– ağ neftin
alınmasının məhsuldarlığını hər
bareldə 50% artırır



Məsəmli zeolit strukturlar



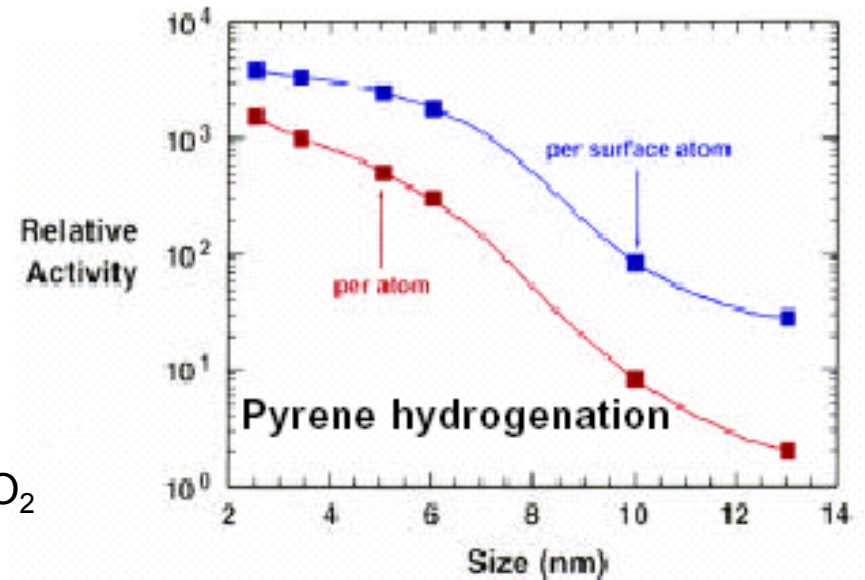
Qalınlığı 2 atom tərtibində TiO_2
üzərində Au nanoklasterləri

<http://www.iaee.org/documents/p03eagan.pdf>

<http://www.bza.org/zeolites.html>

Not for distribution

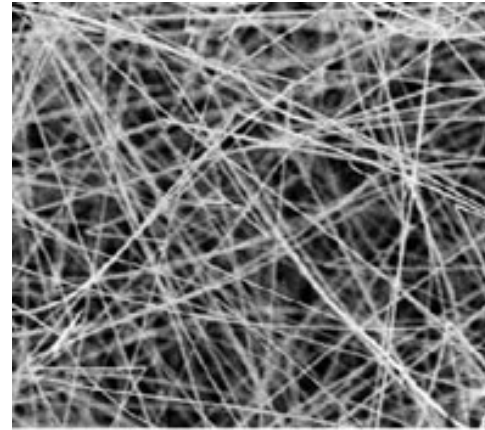
Catalysis from Pd clusters



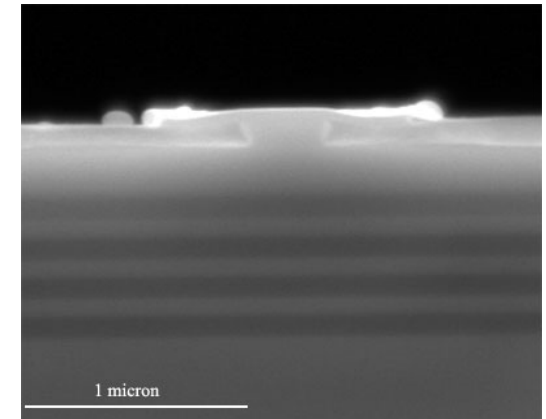
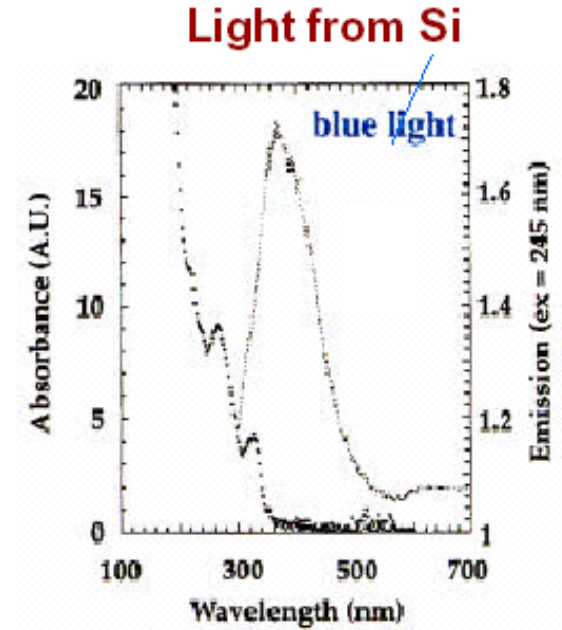
Nanoquruluşlu Si (çox ucuz material) nanoməsəmli və işığı yaxşı udur!

İşıq emissiyası üçün kvant nöqtələr

P-tip və n-tip çarpaz nanoməftillər (p-n keçidləri üçün)



Nanoməftil



http://www.trnmag.com/Stories/011701/Crossed_nano_wires_make_Lilliputian_LEDs_011701.html

Kvant nöqtələr təbəqələri

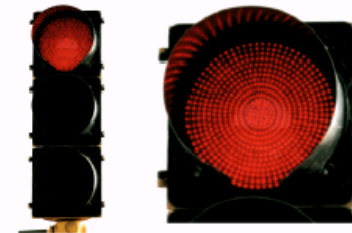
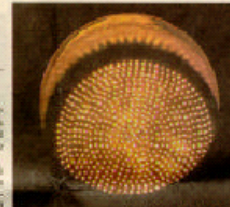
http://www.trnmag.com/Stories/2002/103002/Nanoscale_LED_debuts_103002.html

Not for distribution

Kvant nöqtələri/ işığın dalğa uzunluğundan ölçüləri az olan nanokristallar, işıq bu nanokristallardan səpilmir; optik effektivliy səpilmə 50% azaldır!

- General lighting is responsible for ~20% of electricity consumption
- Conventional light sources have low energy efficiencies
 - Incandescents ~5% efficient

Red LEDs 10X more efficient than red-filtered incandescents

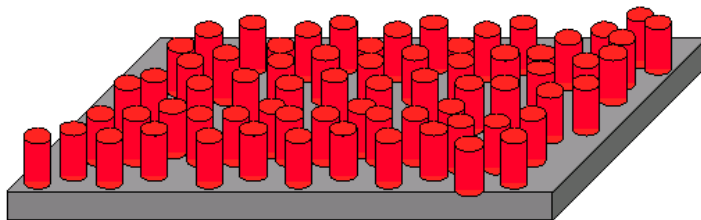


Solid state lighting sources (LEDs & lasers) promise efficiencies 10X and 2X greater than incandescents and fluorescents, respectively

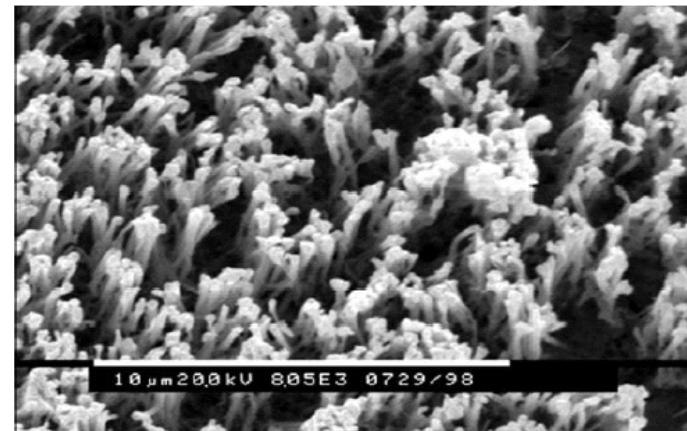
Elektrod materialını nanostrukturularla əvəz etdikdə (toxuduqda) onların elektrik xassələri yaxşılaşır; nanotərtibli hissəciklər scale particles enerjinin toplanmasını yüksəldir və diffuziya zamanı Li ionları arasında məsafəni azaldır

Nanobatareya: Nanoölçülü membran elektrolitlə doldurulur, elektrodla papaq qoyulur; nümunə ilə kontakt edən ucluq yaradılır.

Electrode material
nanoparticles



Current
collector



150 nm-diameter
 LiMn_2O_4 Nanotubules

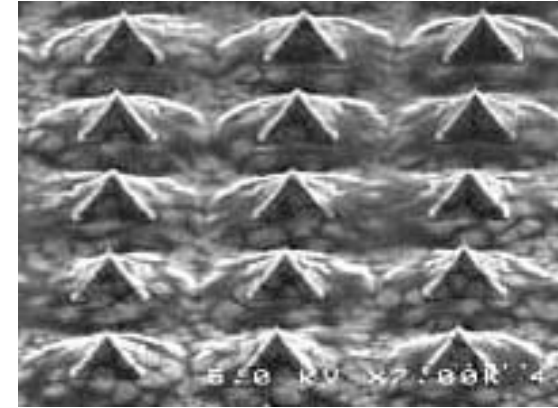
Charles Martin, University of Florida

Günəş batareyaları dam örtüklərinə inteqrasiya edilir.

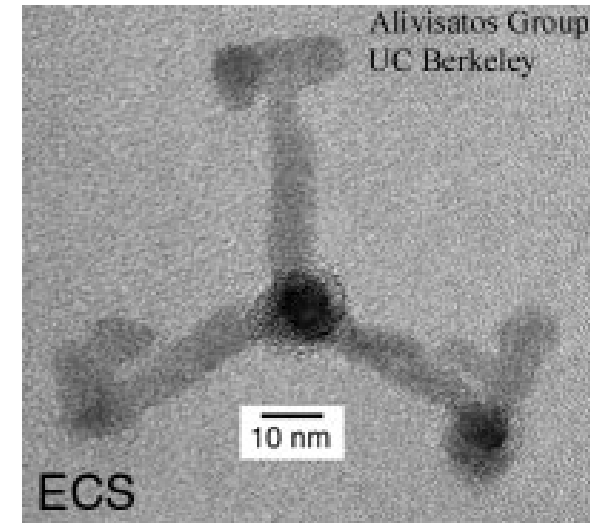
Nanotərtibli yarımkeçirici kristallar tərkibində işıqı emmisiya edən boyaq maddə ilə örtülür hansı ki, elektronları udur

Nanoquruluşlu almaz günəş istilik batareyası işıqı tutur, hansı ki, qəfəsi qızdırır və elektronları emissiya edir ; kiçik ucluq yüksəkenerjili elektronları tuta bilir.

Tetrapodlar (ışıqı absorbsiya edən materiallar) plastik günəş batareyalarının effektivliyini ikiqat artırır



Nanoquruluşlu almaz günəş istilik batareyaları



Branched tetrapod

DIQQƏTİNİZƏ GÖRƏ SAĞ OLUN!

DIQQƏTİNİZƏ GÖRƏ SAĞ OLUN!

DIQQƏTİNİZƏ GÖRƏ SAĞ OLUN!