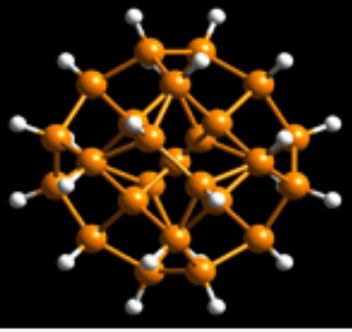
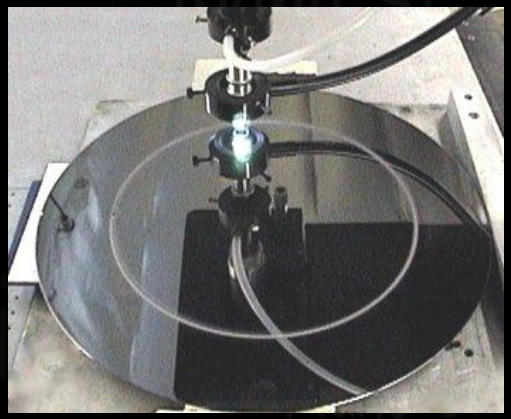
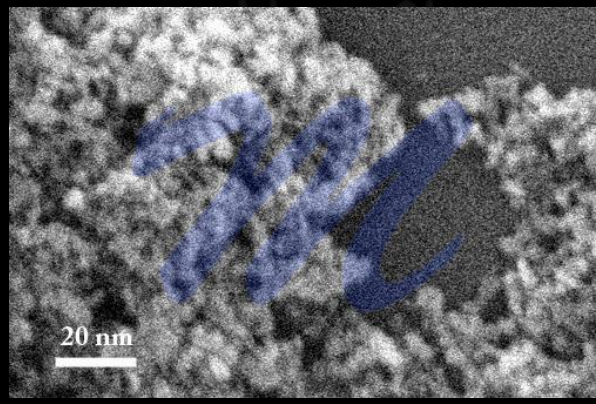


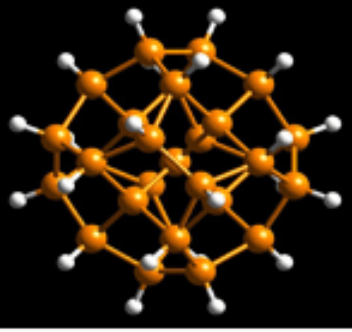
النانوسيليكون وتطبيقاته الحديثة

سارة الدوسري(١)، عبير بارشيد(١)، عطيات حميد(١)، د. زين حسن يماني(٢)

(١)جامعة الملك عبدالعزيز، كلية العلوم-قسم الفيزياء
(٢) جامعة الملك فهد للبترول و المعادن، كلية العلوم-قسم الفيزياء







بعض المعلومات عن السيليكون

أحد العناصر: $_{14}Si$

الكتلة الذرية: ٢٨.٠٨٥٥ و.ك.ذ

وفرته في الأرض:~ ٢٥%

صلب عند درجة حرارة الغرفة

درجة الانصهار: ١٦٨٣ كلفن

درجة الغليان: ٢٦٢٨ كلفن

كثافته: ٢٣٢٩ كغم/م٣

معامل انكساره: ~ ٣.٤٢

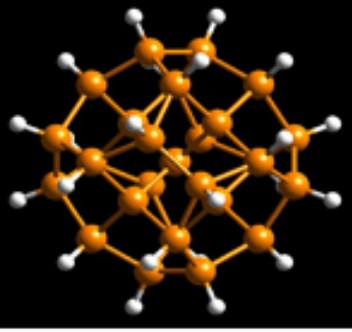
المقاومة النوعية: ١٠٠٠ أوم-متر

http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/scenes-e/elem/e01491.html

http://www.ioffe.rssi.ru/SVA/NSM/Semicond/Si/index.html

Basic Parameters at 300 K

Crystal structure	Diamond
Group of symmetry	O_h^7-Fd3m
Number of atoms in 1 cm^3	$5 \cdot 10^{22}$
Auger recombination coefficient C_n	$1.1 \cdot 10^{-30}$ cm^6 s^{-1}
Auger recombination coefficient C_p	$3 \cdot 10^{-31}$ cm^6 s^{-1}
Debye temperature	640 K
Density	2.329 g cm^{-3}
Dielectric constant	11.7
Effective electron masses m_l	$0.98m_o$
Effective electron masses m_t	$0.19m_o$
Effective hole masses m_h	$0.49m_o$
Effective hole masses m_{lp}	$0.16m_o$
Electron affinity	4.05 eV
Lattice constant	5.431 A
Optical phonon energy	0.063 eV



بلورية السيليكون

ألماسي (Diamond)

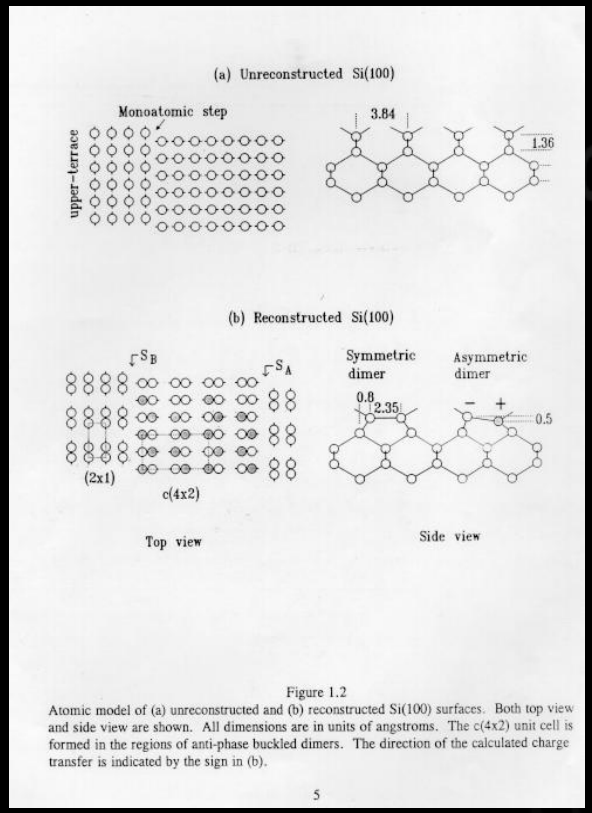
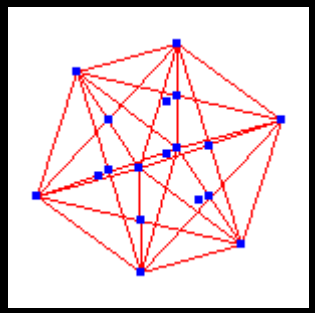
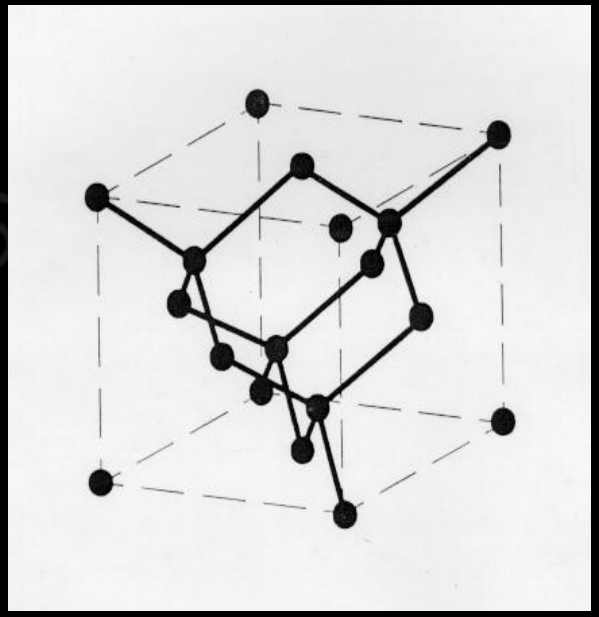
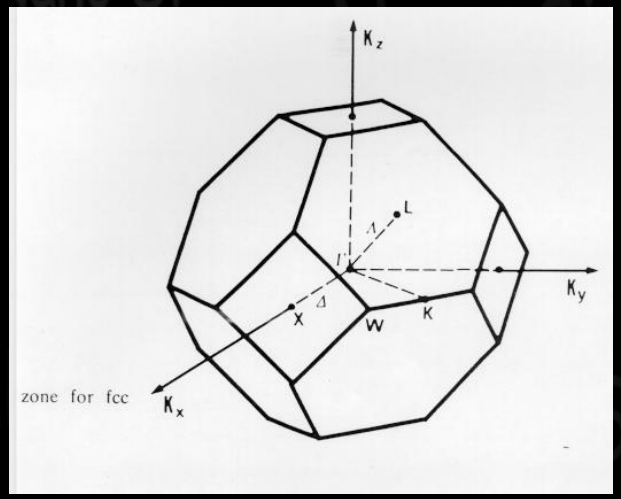


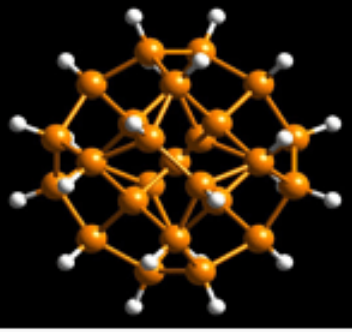
Figure 1.2
Atomic model of (a) unreconstructed and (b) reconstructed Si(100) surfaces. Both top view and side view are shown. All dimensions are in units of angstroms. The c(4x2) unit cell is formed in the regions of anti-phase buckled dimers. The direction of the calculated charge transfer is indicated by the sign in (b).

5

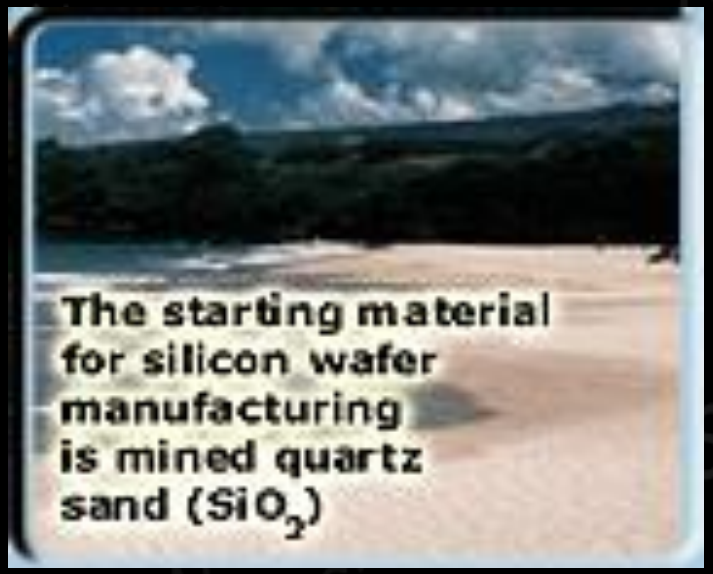








ميزات السيلكون

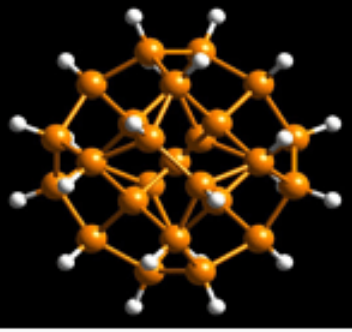


١. متوفر في الأرض/ التربة

٢. سهل التحضير (نسبيا) في حالته الصافية النقية

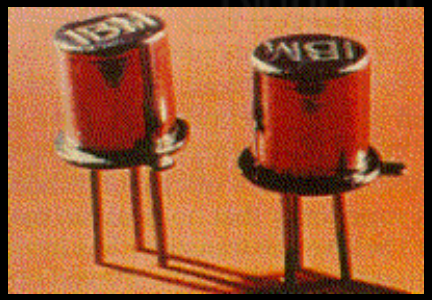
٣. بالتالي: رخيص

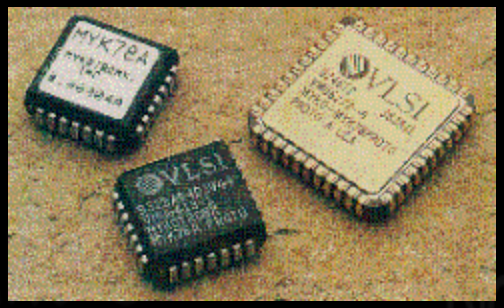
٤. شبه موصل، إذا.. يمكن التحكم في مواصفاته الكهربية

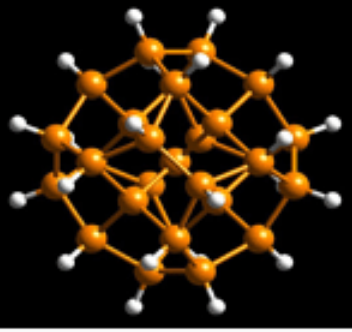


استخدامات السيليكون التكنولوجية:

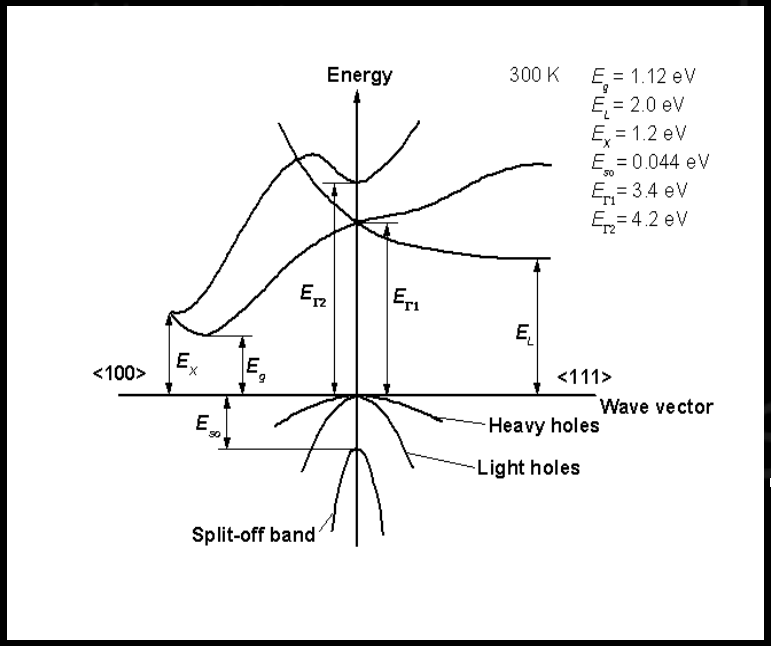
- تحضير السيليكوون (خليط من الكربون و الأكسجين و السيليكون) للاستخدامات الطبية و الصناعية
- صناعة production of metallic alloys السبائك مع الحديد أو الألمنيوم أو النحاس
- صناعة الصلب
- إزالة الأوكسجين عند تصنيع المغنيسيوم و الكروم
- تحسين مقاومة الألمنيوم للتآكل
- صناعة الإلكترونيات و الدوائر المتكاملة بعد معالجتها بالشوائب (مثل البورون أو الفسفور)
- الخلايا الشمسية







السيليكون و الاتصالات الكهروضوئية



تقريبا كل الضوء الممتص يتحوّل إلى حرارة أو كهرباء، و لا يقوم ببث إشارة كهربية!

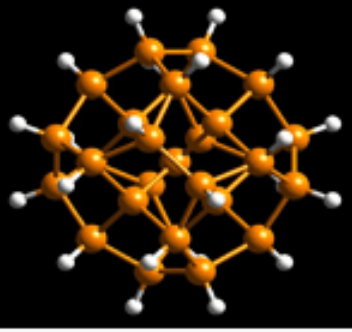
لماذا؟

Indirect band gap material

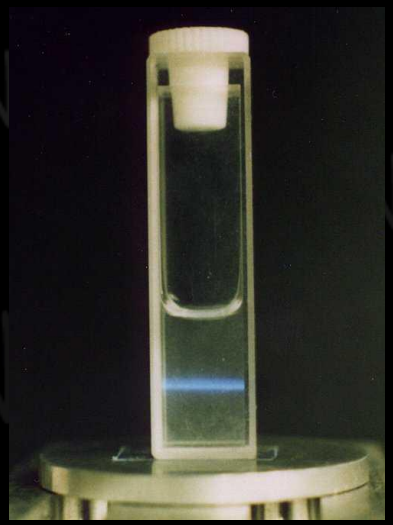
الحل البديل: جاليوم أرسانيد، و غيرها من المركبات..

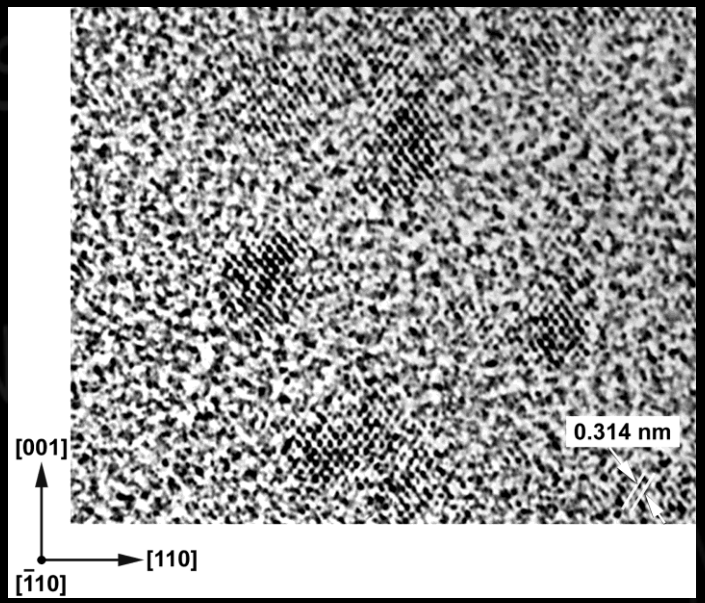
لكن هناك إشكالات في هذه المواد:

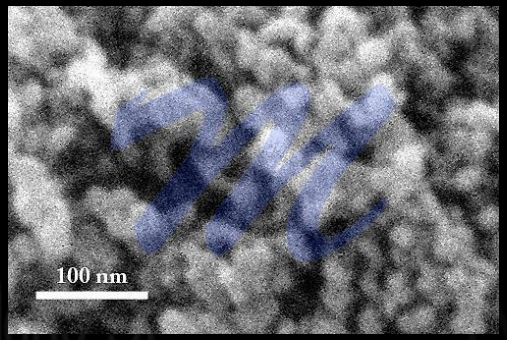
- توفر المواد و تنقيتها.. سعرها
- سميّتها
- تركيبها على القاعدة السيليكونية

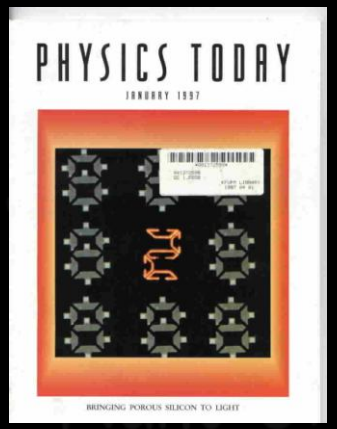


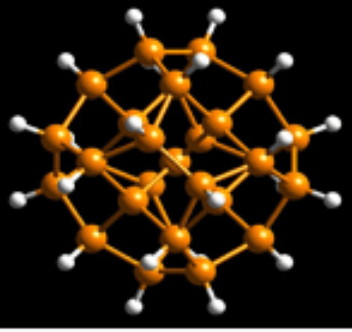
أو الحل البديل: النانوسيليكون



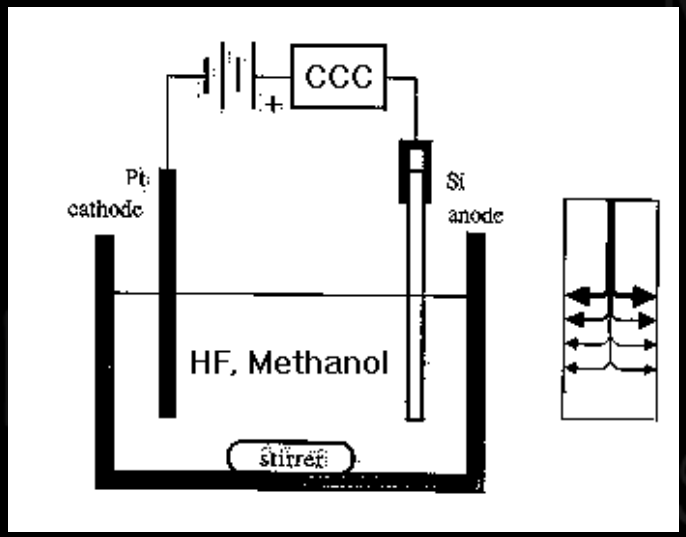


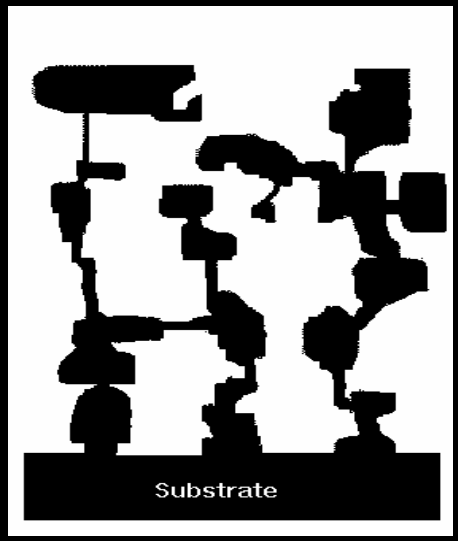


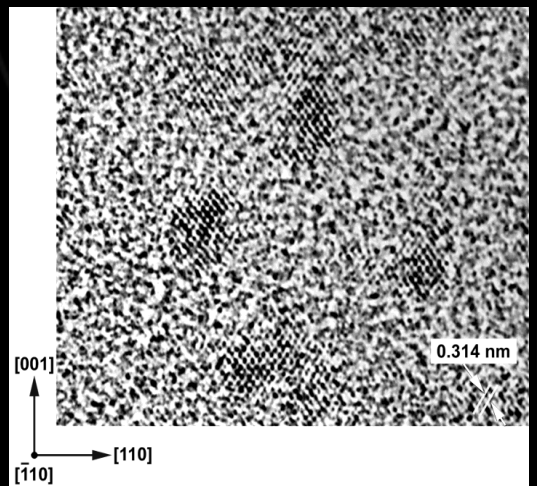


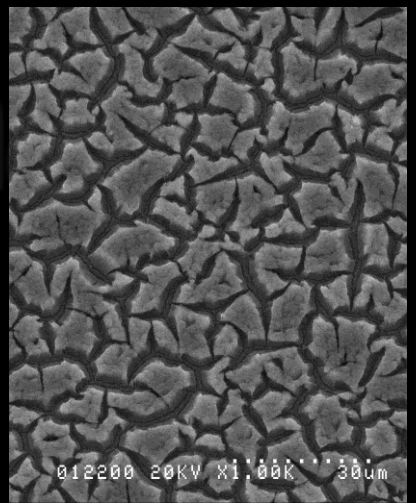


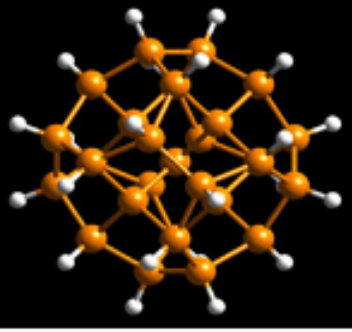
الطريقة التقليدية لتحضير السليكون الاسفنجي (النانوي)





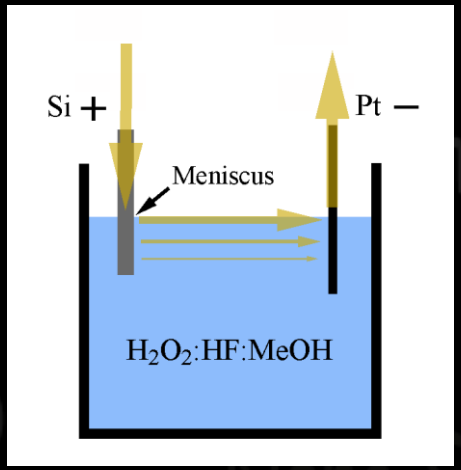


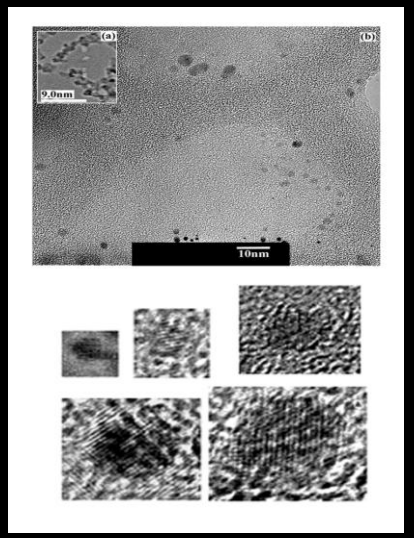


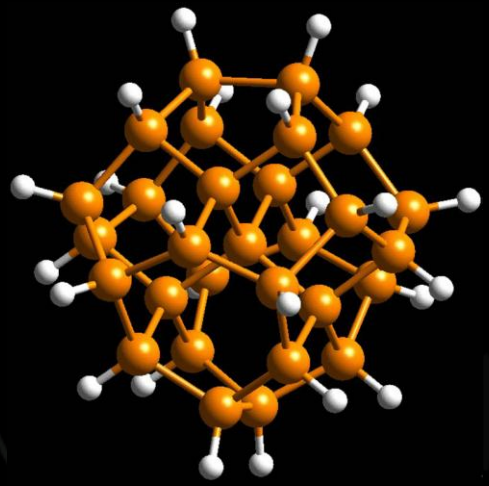


التحضير المطوّر لحبيبات النانوسيليكون المثالية

نضيف للوصفة حمض H_2O_2

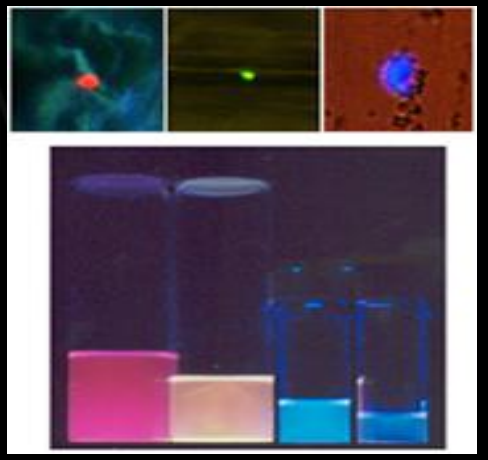


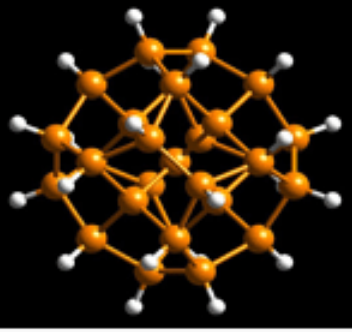




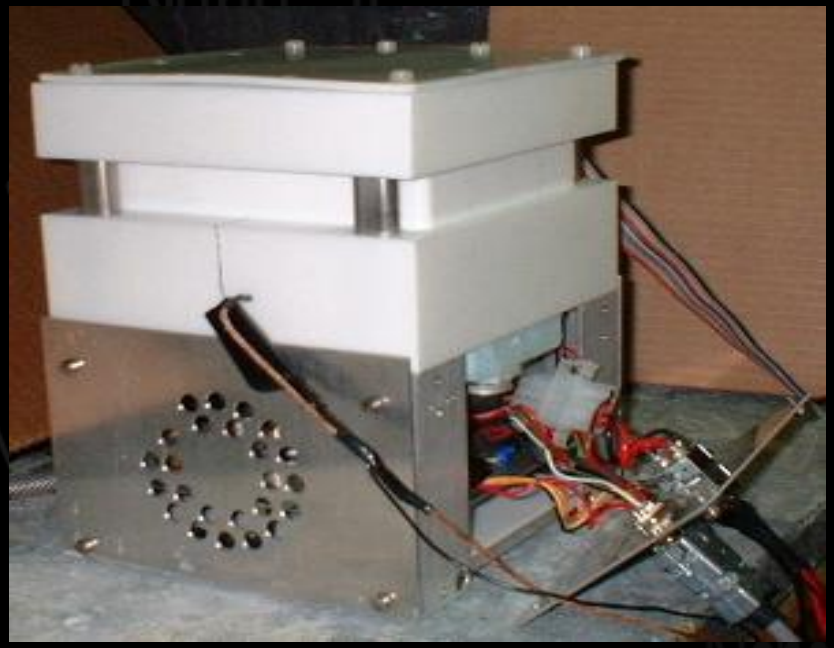
براءة الاختراع

المسجلة في الولايات المتحدة





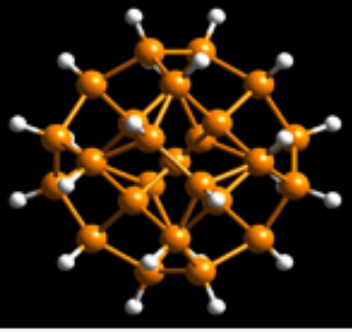
جهاز تصنيع حبيبات النانوسيليكون المثالية



٢٠ سم

تحكم آلي

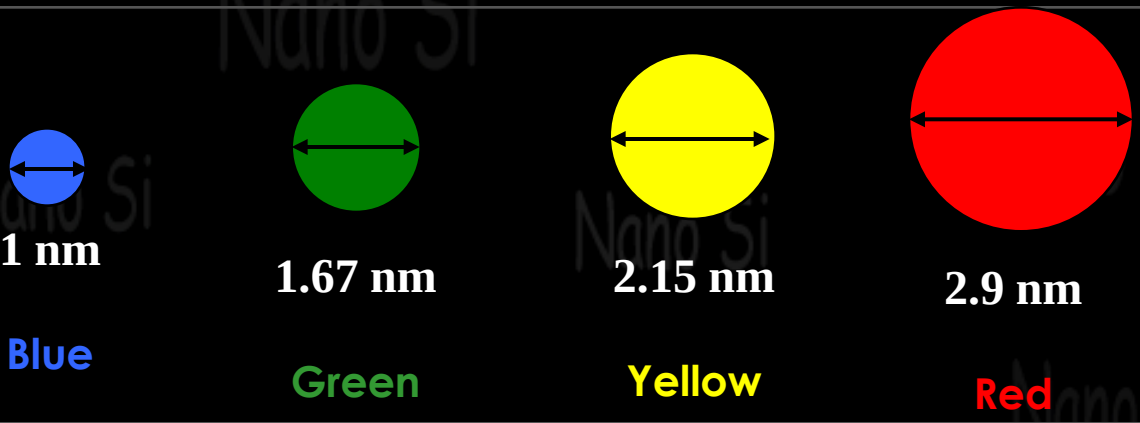
http://www.nanositech.com/



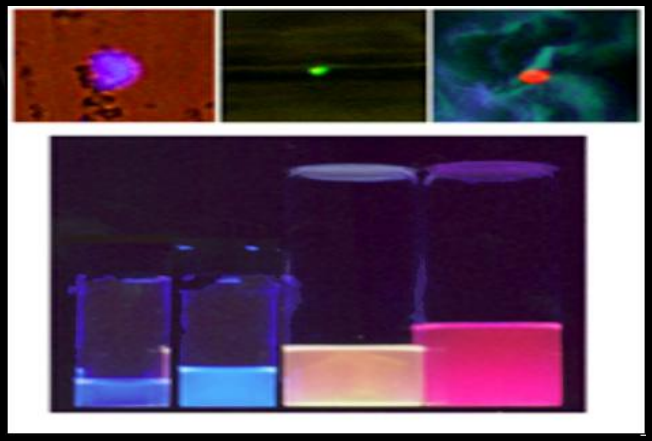
الخواص الضوئية تعتمد على الحجم

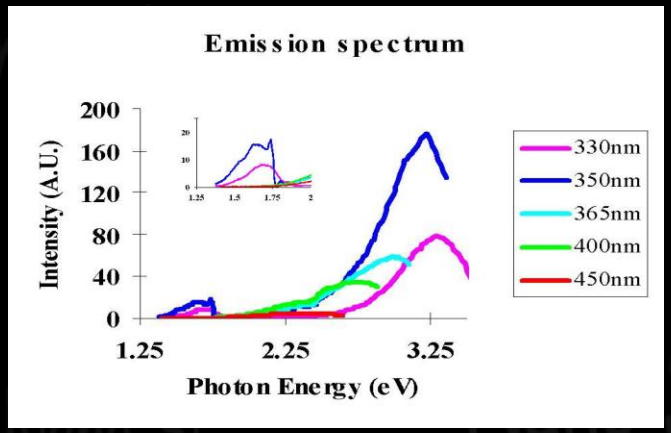
الحجم

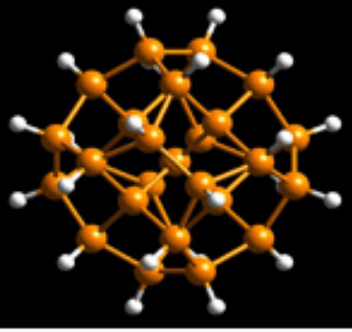
مثال تجريبي



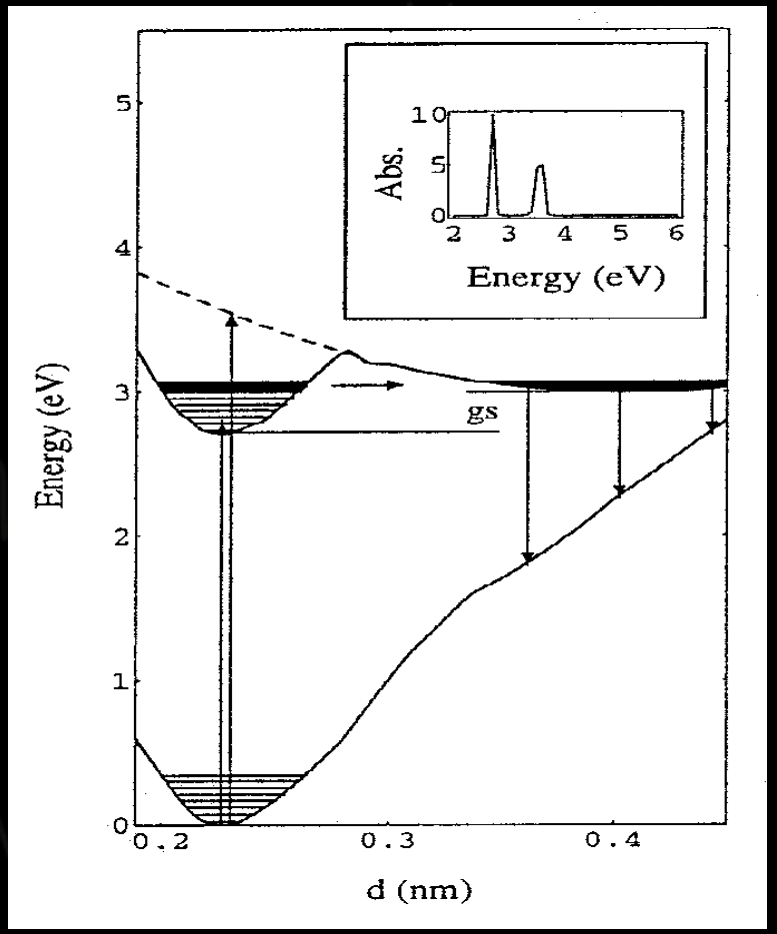
الانبعاث



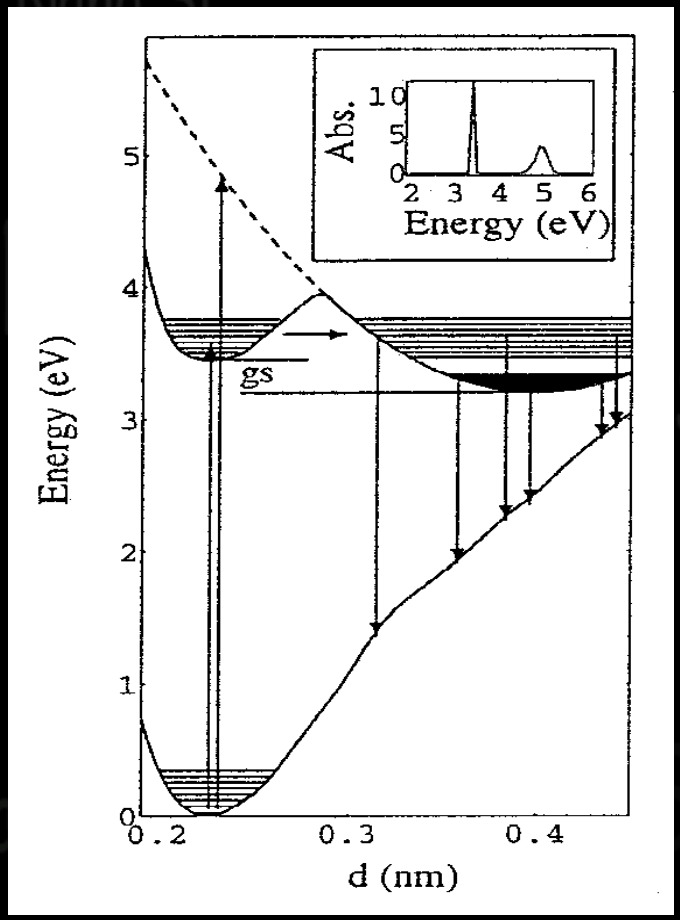


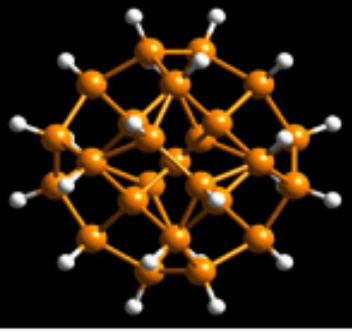


حبيبات النانوسيليكون أكبر قليلا



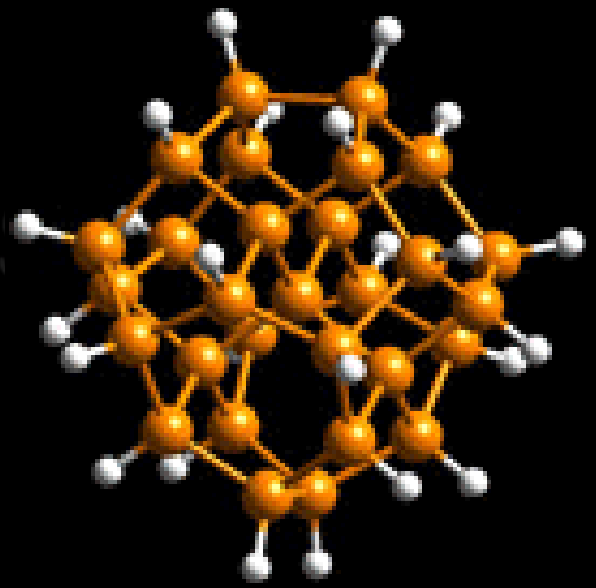
أصغر حبيبات النانوسيليكون

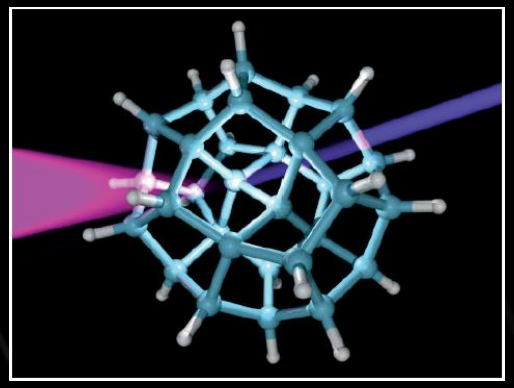


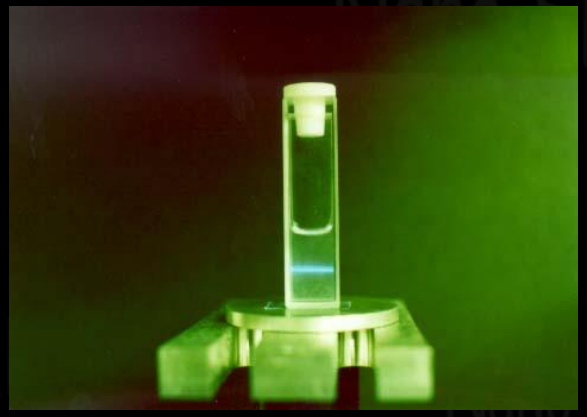


حبيبات النانوسيليكون

صغيرة للغاية
بين ١ إلى ٤ نانومتر
توزيعات نقية من أحجام متفاوتة
شديدة التوهج الضوئي
ألوان متنوعة: أحمر، أخضر، أزرق



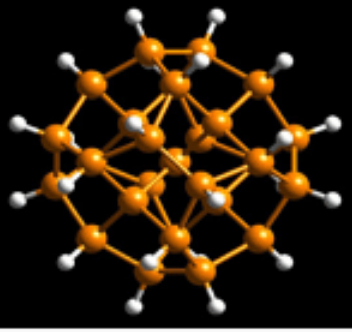




1 nanometer

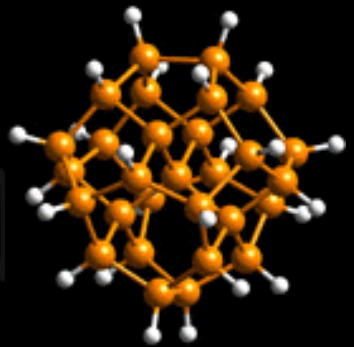
$Si_{29}H_{24}$

29 Silicon (yellow)
24 Hydrogn (white)

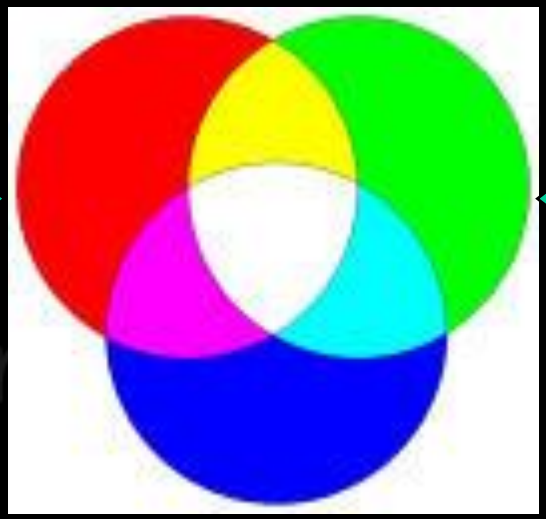


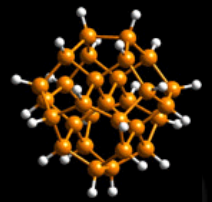
خلط الألوان

كما في مساحيق التجميل، علما بأن السيليكون مادة غير سامة، بل و لطيفة على الجلد (و الكائنات الحيّة عموما)



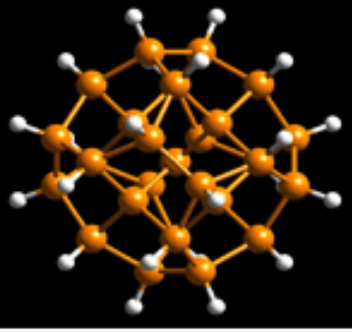
الأحمر: ٢.٩ نانومتر



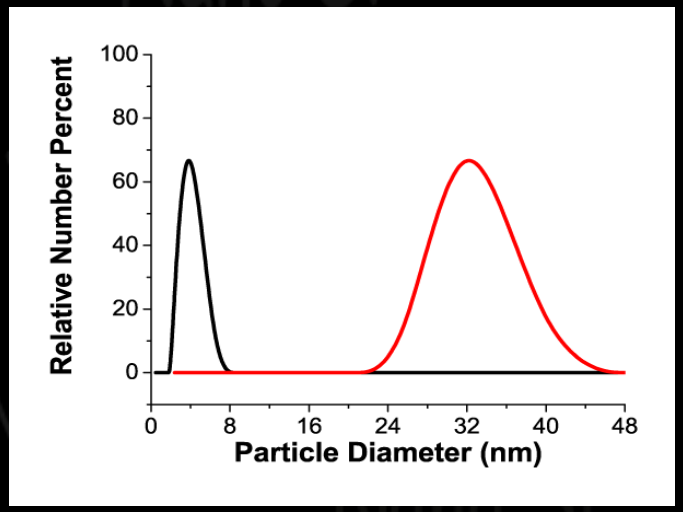


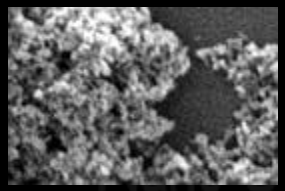
الأخضر: ١.٧ نانومتر

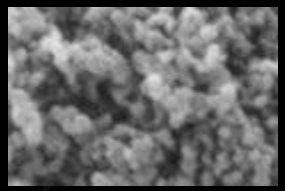
الأزرق: ١.٠ نانومتر



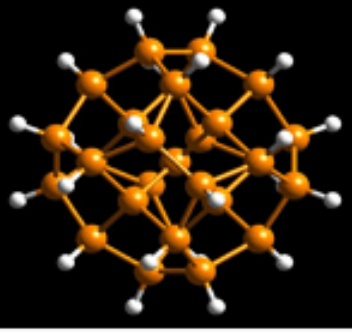
حبيبات النانوسيليكون تباع تجاريا



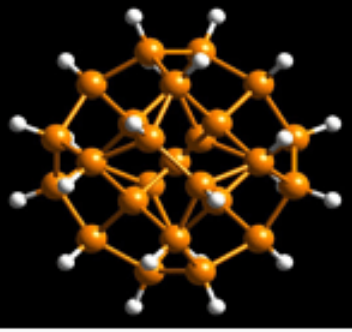




http://www.meliorum.com/silicon.htm



تطبيقات النانوسيليكون

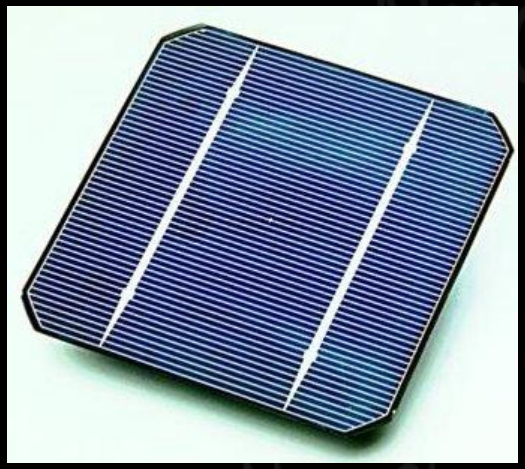


الخلايا الشمسية

يمكن توليد الكهرباء مباشرة من الاشعة الشمسية بطريقتين:

١- السيليكون العادي:

واسع الانتشار.



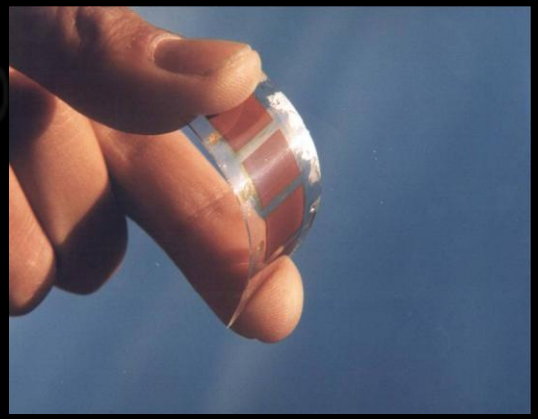
خلية شمسية سيليكونية

٢- السيليكون النانوي

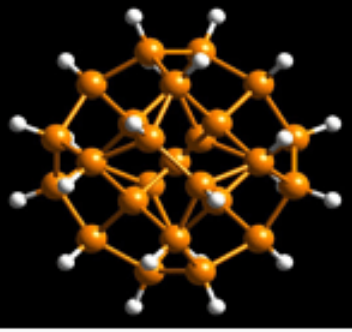
سهل التصنيع .

مرن.

كفائته عالية .

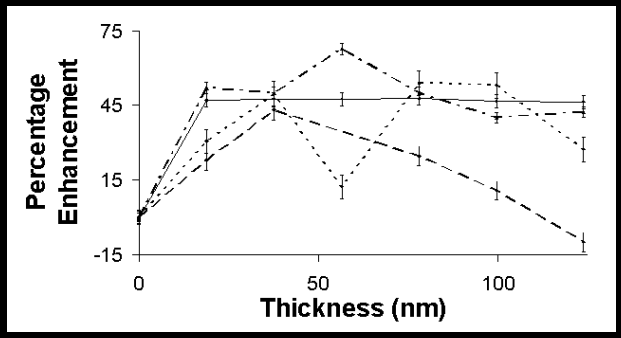


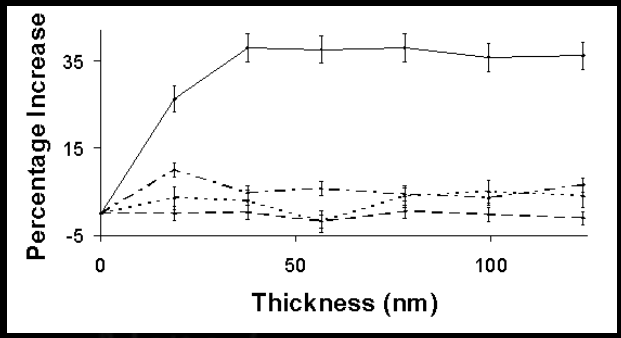
خلية شمسية سيليكونية نانوية



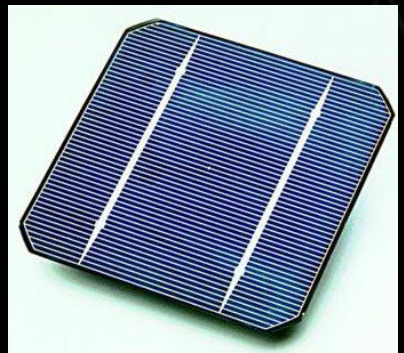
تطوير الخلايا ا لشمسية السليكونية

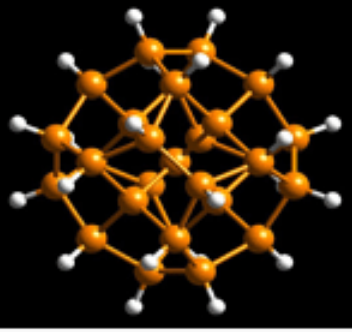
بالتعاون مع د/ تركي ال سعود ، د /محمد الصالحي ، د /عبد الرحمن المهنا /مدينة الملك عبدالعزيز و جامعة الملك سعود الرياض





قدّم معروض براءة اختراع في الولايات المتحدة من طرف نايفة و زملائه!

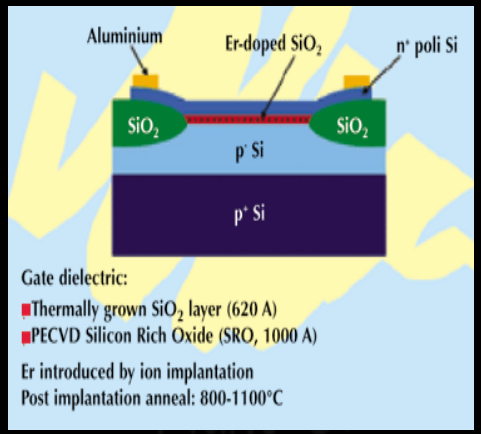




تألق كهربي فوق بنفسجي قوي من الصمامات الثنائية السليكونية المسامية

http://www.mrs.org/s_mrs/sec_subscribe.asp?CID=2462&DID=140464&action=detail

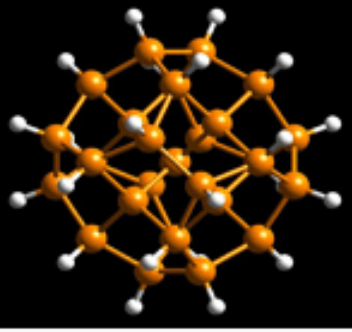
الصمامات الثنائية السليكونية باعثة الضوء وجد أنها تبعث ضوء فوق بنفسجي قوي خطي الشكل بوجود جهد مقداره ٢٠ فولت وشدة هذا الضوء قوية وكافية لضخ بلورة عضوية



Silicon light-Emitting diode

light emitting diode diode LED lamplight compone

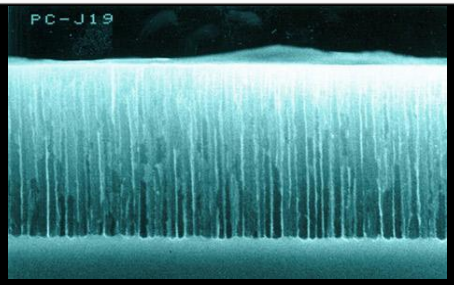
Yellow LED diode lamp light rectifiers resonator



النانو سليكون يرفع مستوى محاربة الأورام وعلاجها

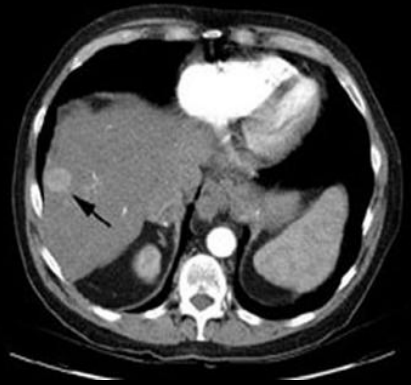
http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3812987.stm

- استطاع العلماء في جامعة Singapore(مع العلم أن أعلى معدلات الإصابة بسرطان الكبد في سنغافورا) إيصال العقاقير المعالجة للأورام بواسطة مادة تسمى بالـ Biosiliconوهي ماده في حجم النانو ولها مميزات عديدة فهي رخيصة الثمن مسامية تستطيع حمل التيار الكهربي قابلة للانحلال والذوبان في الجسم وقابلة للتكيف مع الأجسام الحية.
- حيث أن السليكون عندما يصل لحجم النانو يصبح biodegradable قابل للذوبان بواسطة البكتيريا في الجسم مثل حمض السيلسيك (Silicic acid) مع العلم أن هذا الحمض غير مضر بالجسم.
- وكون أن السليكون يحمل التيار الكهربي فإن عملية التحكم بمادة الـ Biosilicon داخل الجسم تكون ممكنة وبشكل أدق.
- ،حسب ما أثبته التجارب العملية على الفئران فإنهم عندما قاموا بإيصال الدواء للورم عن طريق الحقن المباشر كان موت الفئران ١٠٠% أما عندما وضعوا العقار على مادة الـ biosilicon لم تمت الفئران مما دل على قدرة هذه المادة المتناهية الصغر على التكيف في الأجسام الحية.



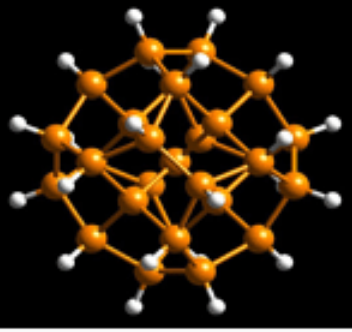
Biosilicon electronmicrogragh surface view

Biosilicon honeycomb structure



Liver tumour in a computerized tomography scan

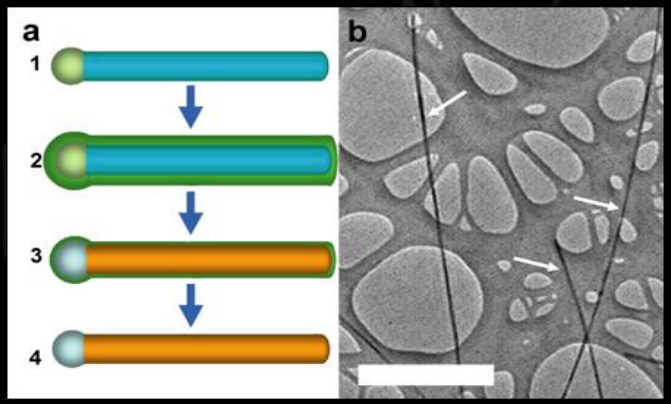
Syring with biosilicon material dissolved in transport medium



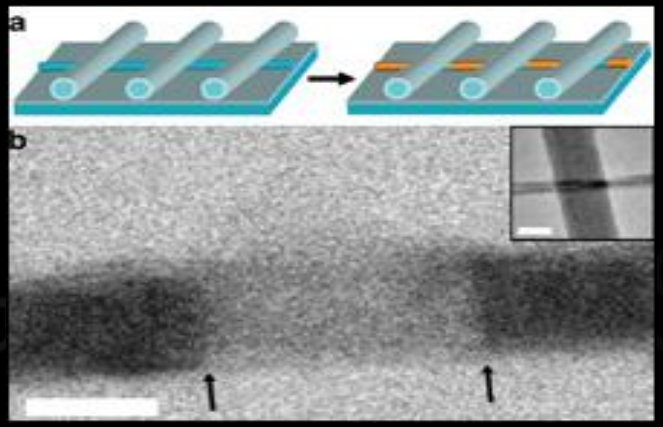
الخطوة الهائلة نحو نمنمة الالكترونيات

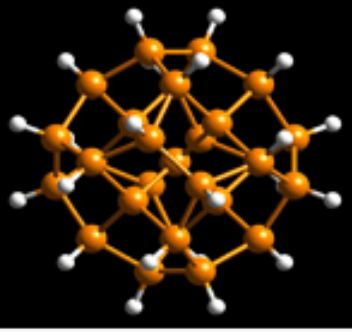
http://www.hno.harvard.edu/gazette/2004/07.22/99-nanotips.html

قام الباحثون في جامعة هارفارد بتصغير الوصلات الرابطة بين مكونات وأجزاء الدوائر الالكترونية الدقيقة الى أبعاد النانومتر باستخدام أسلاك السليكون النانوية



أسلاك السليكون النانوية (الأزرق على اليسار) غطيت بمادة النيكل ثم سخنت لتكون رابطة كما في الخطوة الثالثة ثم حفرت كيميائيا لازالة النيكل الزائد والجزء الأيمن من الصورة يعرض ثلاثة أسلاك سليكونية نانوية قطرها ٢٠ نانومتر أخذت بالمجهر الالكتروني.

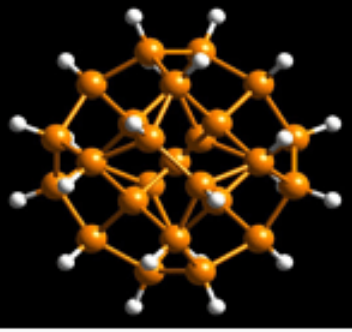




النانوسليكون المثالي مع الفلزات الأرضية النادرة للأغراض متعددة الوظائف

بالتعاون مع د/ تركي ال سعود ، د /عبد الرحمن المهنا /مدينة الملك عبدالعزيز، و ذلك بغرض تضخيم الإشارات و التقاطها، و التصوير الضوئي و المغناطيسي. آملين الوصول إلى صناعة الليزر على الوصلة الإلكترونية مما سيكون له أكبر الأثر في الاتصالات الضوئية.

براءة اختراع تحت التحضير



أستاذي البروفسور منير بن حسن نايفة و النانوسيليكون

آلات تسير مع الدم في الجسم وتنفذ جراحة في القلب والدماغ

العالم العربي الأميركي منير نايفه كتب بالذرة: أحب فلسطين... أو الفيزياء... أو فتاة بيروت؟

□ لندن - من محمد عارف:

■ تحطيم الذرة انتج الطاقة النووية والقنابل الذرية. ماذا يمكن أن يحدث اذا استطعنا بدل تفجير الذرة التحكم بحركتها وتغيير مواقعها وإعادة ترتيبها كما نشاء. هذا السؤال طرحه قبل ٢٥ سنة واحد من اشهر علماء الفيزياء الاميركيين ريتشارد فاينمان، وتوقع تحقيق ذلك في مستقبل بعيد. لكن المستقبل البعيد قريب في حساب الفيزيائيين وبينهم العالم الفلسطيني الأصل منير نايفه الذي توصل قبل سنوات الى طريقة يحرك بها الذرة بواسطة المجهر الالكتروني. ويستخدم نايفه وهو استاذ الفيزياء في جامعة إيلينوي في الولايات المتحدة الذرة التي يلتقطها مثل قطرات الحبر وينتج بها أدق خط عرفه تاريخ الكتابة لا يزيد عرضه على خمسة بالمليون من المليمتر. واشتهرت صورة رسمها بواسطة الذرة تمثل القلب والى جانبه الحرف P. وتناقلت الصورة وكالات الأنباء، وافردت لنايفه صفحات في دواوين المعارف العالمية مثل «إنسكلوبيديا بريتانيكا» البريطانية و«ماغروهيل» الأميركية.

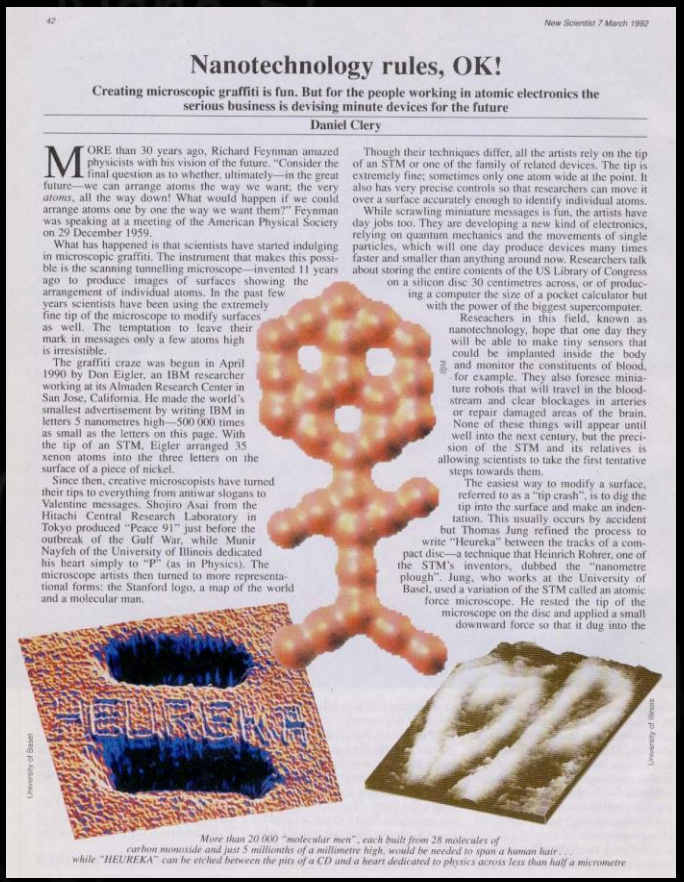
وذكرت المجلة العلمية البريطانية «نيوسايانتست» التي خصصت له غلافها انه اختار حرف P لانه يمثل بالانكليزية الحرف الأول من كلمة فيزياء، وذلك تعبيراً عن حبه لهذا العلم الذي يعد أب العلوم. لكن العالم الفلسطيني الذي ولد في طولكرم ودرس الفيزياء في الجامعة الأميركية في بيروت ذكر في ندوة للعلماء العرب عقدت الاسبوع الماضي في اكسفورد انه رمز الى فلسطين التي تبدأ بالانكليزية بالحرف نفسه، وقال ان العبارة تعني «احب فلسطين». وأثار تصريحه ردود فعل قوية حتى بين زملاء عرب قالوا انه يستغل الاوساط اليهودية ذات النفوذ العلمي الدولي «الخطير» وحذروا «مولين» راحت عليك جائزة نوبل يا ابن نايفة!». وذهب بعضهم الى حد الطلب من «الحياة» عرض الموضوع بـ «خفة دم»، واقترحوا بدل ربط حرف P بفلسطين أو بالفيزياء، الإدعاء، انه الحرف الأول من اسم فتاة وقع نايفه في غرامها أيام الدراسة في بيروت. لكن نايفه المتزوج من فتاة عربية اسمها هتاف «بنت البلد من طولكرم» قال لـ «الحياة» أن حكاية «غرام بيروت» خفيفه اكثر مما يخيفه فقدان جائزة نوبل!

نانوتكنولوجي

ومع كل الحرح الذي

التتمة في الصفحة (٤)

ISSN 0967-5590



42 New Scientist 7 March 1992

Nanotechnology rules, OK!

Creating microscopic graffiti is fun. But for the people working in atomic electronics the serious business is devising minute devices for the future

Daniel Clery

MORE than 30 years ago, Richard Feynman amazed physicists with his vision of the future. "Consider the final question as to whether, ultimately—in the great future—we can arrange atoms the way we want; the very *atoms*, all the way down! What would happen if we could arrange atoms one by one the way we want them?" Feynman was speaking at a meeting of the American Physical Society on 29 December 1959.

What has happened is that scientists have started indulging in microscopic graffiti. The instrument that makes this possible is the scanning tunnelling microscope—invented 11 years ago to produce images of surfaces showing the arrangement of individual atoms. In the past few years scientists have been using the extremely fine tip of the microscope to modify surfaces as well. The temptation to leave their mark in messages only a few atoms high is irresistible.

The graffiti craze was begun in April 1990 by Don Eigler, an IBM researcher working at its Almaden Research Center in San Jose, California. He made the world's smallest advertisement by writing IBM in letters 5 nanometres high—500 000 times as small as the letters on this page. With the tip of an STM, Eigler arranged 35 xenon atoms into the three letters on the surface of a piece of nickel.

Since then, creative microscopists have turned their tips to everything from antiwar slogans to Valentine messages. Shojiro Asai from the Hitachi Central Research Laboratory in Tokyo produced "Peace 91" just before the outbreak of the Gulf War, while Munir Nayfeh of the University of Illinois dedicated his heart simply to "P" (as in Physics). The microscope artists then turned to more representational forms: the Stanford logo, a map of the world and a molecular man.

Though their techniques differ, all the artists rely on the tip of an STM or one of the family of related devices. The tip is extremely fine; sometimes only one atom wide at the point. It also has very precise controls so that researchers can move it over a surface accurately enough to identify individual atoms.

While scrawling miniature messages is fun, the artists have day jobs too. They are developing a new kind of electronics, relying on quantum mechanics and the movements of single particles, which will one day produce devices many times faster and smaller than anything around now. Researchers talk about storing the entire contents of the US Library of Congress on a silicon disc 30 centimetres across, or of producing a computer the size of a pocket calculator but with the power of the biggest supercomputer.

Researchers in this field, known as nanotechnology, hope that one day they will be able to make tiny sensors that could be implanted inside the body and monitor the constituents of blood, for example. They also foresee miniature robots that will travel in the bloodstream and clear blockages in arteries or repair damaged areas of the brain. None of these things will appear until well into the next century, but the precision of the STM and its relatives is allowing scientists to take the first tentative steps towards them.

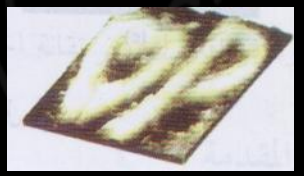
The easiest way to modify a surface, referred to as a "tip crash", is to dig the tip into the surface and make an indentation. This usually occurs by accident but Thomas Jung refined the process to write "Heureka" between the tracks of a compact disc—a technique that Heinrich Rohrer, one of the STM's inventors, dubbed the "nanometre plough". Jung, who works at the University of Basel, used a variation of the STM called an atomic force microscope. He rested the tip of the microscope on the disc and applied a small downward force so that it dug into the

IBM

University of Basel

University of Illinois

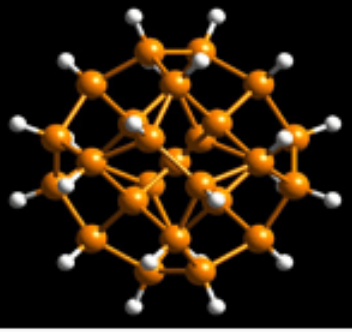
More than 20 000 "molecular men", each built from 28 molecules of carbon monoxide and just 5 millionths of a millimetre high, would be needed to span a human hair . . . while "HEUREKA" can be etched between the pits of a CD and a heart dedicated to physics across less than half a micrometre



newscientist

THE SMALLEST GRAFFITI IN THE WORLD

Women in technology
The secret sex life of fungi
When the solar wind blows



Broadband Light Amplifier: A Link in Silicon Photonics

Silicon photonic systems-on-a-chip will require components to direct and filter light. Now researchers have created a new kind of amplifier for a silicon chip—one that works for a much broader range of wavelengths than previous devices.

The amplifier, created by the research groups of Alexander Gaeta and Michal Lipson at Cornell University, employs a nonlinear process called four-wave mixing (Nature **441**, 960).

The amplifier consists of a 6.4-mm-long silicon waveguide with a cross-section of 300 by 550 nm, surrounded by silicon dioxide. The researchers sent a signal at wavelengths of around 1555 nm through the waveguide, along with a pump beam from a separate light source. The tight confinement of the photons allows for an energy transfer between the beams.

In four-wave mixing, two photons at the pump wavelength are converted into two new photons, one at the signal wavelength and one at a wavelength that equals twice the pump wavelength minus the signal wavelength (see diagram, right). The original signal photons join the ones created by the mixing process, so the signal is amplified.

Four-wave mixing itself is not new, but this process had not been previously demonstrated on a silicon chip, said Lipson, an assistant professor of electrical and computer engineering. In fact, previous four-wave mixing amplifiers, made with optical fibers, are tens of meters long.

With such a high degree of confinement, even a small change of the waveguide's dimensions brought about a big change in the amount of amplification. Based on the finite-difference time-domain computer simulations that they carried out, Lipson, Gaeta and colleagues sized the waveguide to provide the optimum amount of amplification. In experiments, they realized a peak conversion efficiency of +5.2 dB, more than 20 times the efficiency of earlier efforts.

According to Lipson, the new amplifier will permit dense wavelength division multiplexing in all-silicon photonic integrated circuits. The Cornell researchers' work also could lead to the application of four-wave mixing to related silicon-compatible optical circuit elements.

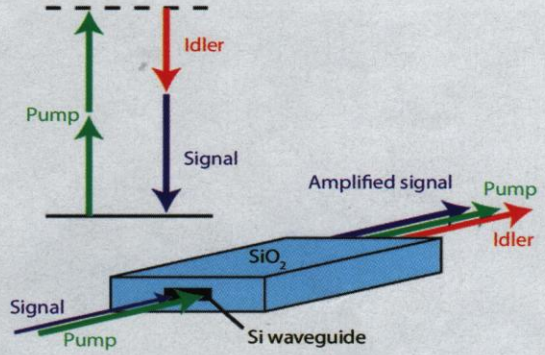
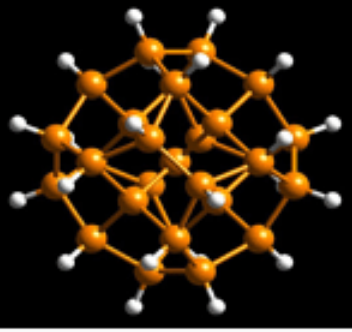


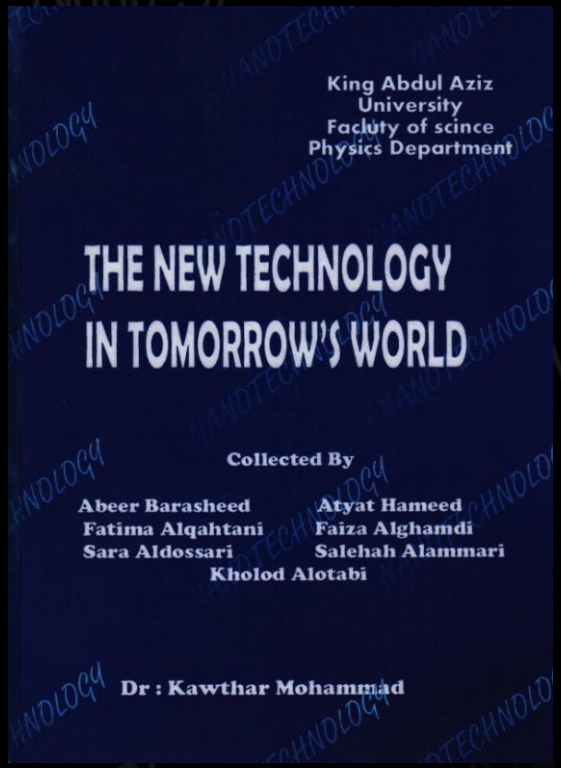
Diagram of four-wave mixing within a broadband light amplifier.

Gaeta Group, Cornell University



خاتمـــة:

أرجو أن تكون ورقتنا قد ساهمت في تحقيق أهداف اللقاء، و التي نصت على..

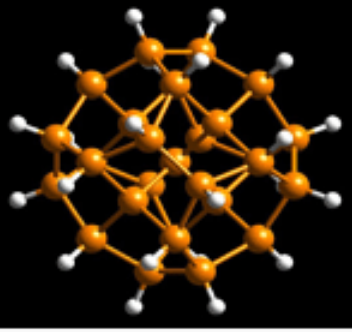


أهداف اللقاء:

١- إتاحة الفرصة لتبادل الخبرات والمعلومات في مجال العلوم مما سوف ينعكس بإذن الله على تطوير العلوم في المملكة من خلال رفع مستوى البحث العلمي الأساسي أو المجال التطبيقي والصناعي.

٢- إبراز ونقل الخبرات العلمية المتميزة في كليات البنات.

٣- دعم وتعزيز التعاون بين الباحثين والتعرف على الإمكانيات المتاحة لدفع سيرة البحث العلمي



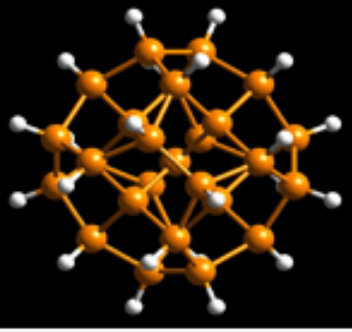
خاتمـــة:

١. تعرضنا لميّزات السيليكون في التقنيات الحديثة، و قصوره في جانب الاتصالات الكهروضوئية.

٢. وجدنا أن مادة السيليكون النانوية قد تفوّقت في هذا المجال مما يتيح لها فرص تطبيقية في مجالات عديدة.

٣. المملكة العربية السعودية تتمتع بميّزات في هذا المجال مما يحدو بنا أن نشمر عن ساعد العزم و ننطلق في أبحاثنا العلمية و المحافظة على ممتلكاتنا الفكرية بإثبات براءات الاختراع.

Nano Si



شكر و تقدير

نتقدم بالشكر الجزيل للقائمين على اللقاء العلمي الثاني لكلية التربية الاقسام العلمية بجدة على إتاحة الفرصة لنشارك بهذه الورقة.

كما نشكر كلا من جامعة الملك عبدالعزيز و جامعة الملك فهد للبترول و المعادن على دعمهما المتواصل للأبحاث العلمية.

أخيرا.. نشكر معاشر الإخوة و الأخوات الحضور على حسن متابعتهم للموضوع، آملين أن نجد من بين استفساراتهم و مداخلاتهم ما يرفع الهمم و يثير حماس التنافس في مضمار البحث العلمي.

و الحمد لله أولا و آخرا..

و السلام عليكم و رحمة الله و بركاته..

Table 2. Estimated Abundance of Elements (in relative atomic %)					
Earth		**Earth's crust**		**Earth's Atmosphere**	
Oxygen	50	Oxygen	47	Nitrogen	78
Iron	17	Silicon	28	Oxygen	21
Silicon	14	Aluminium	8.1	Argon	0.93
Magnesium	14	Iron	5.0	Carbon	0.03
Sulphur	1.6	Calcium	3.6	Neon	0.0018
Nickel	1.1	Sodium	2.8	Helium	0.00052
Aluminium	1.1	Potassium	2.6		
Universe		**Sun**		**Humans**	
Hydrogen	92.47	Hydrogen	90.99	Hydrogen	61
Helium	7.40	Helium	8.87	Oxygen	26
Oxygen	0.06	Oxygen	0.078	Carbon	10.5
Carbon	0.03	Carbon	0.033	Nitrogen	2.4
Nitrogen	0.01	Neon	0.011	Calcium	0.23
Neon	0.01	Nitrogen	0.010	Phosphorus	0.13
Others	0.01	Magnesium	0.004	Sulphur	0.13

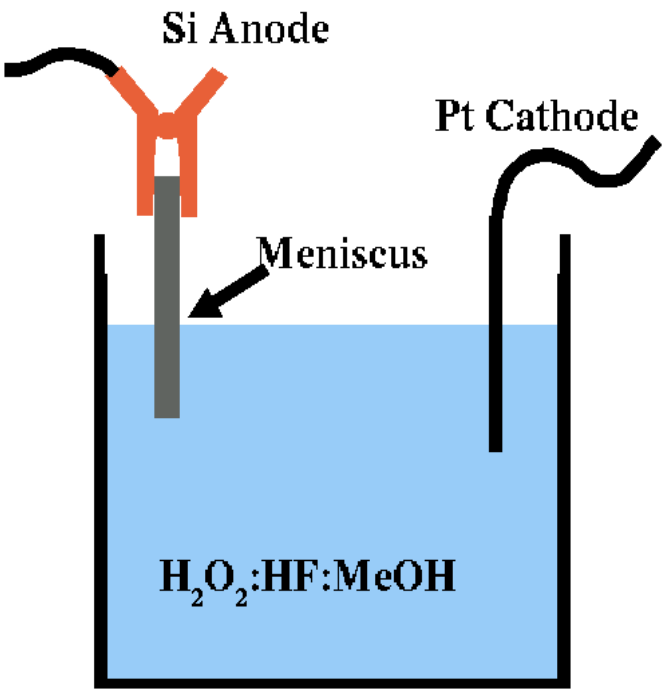
http://www.physics.hku.hk/~tboyce/sfseti/07elements.html

No.	Atomic Weight	Name	Symbol	M.P. (°C)	B.P. (°C)	Density* (g/cm^3)	Earth crust (%)*	Discovery (Year)	Group*	Electron configuration	Ionization energy (eV)
8	15.9994	Oxygen	O	-218	-183	1.43	46.71	1774	16	[He] $2s^2$ $2p^4$	13.6181
14	28.0855	Silicon	Si	1410	2355	2.33	27.69	1824	14	[Ne] $3s^2$ $3p^2$	8.1517
13	26.9815	Aluminum	Al	660	2467	2.7	8.07	1825	13	[Ne] $3s^2$ $3p^1$	5.9858
26	55.845	Iron	Fe	1535	2750	7.87	5.05	ancient	8	[Ar] $3d^6$ $4s^2$	7.9024
20	40.078	Calcium	Ca	839	1484	1.55	3.65	1808	2	[Ar] $4s^2$	6.1132
11	22.9897	Sodium	Na	98	883	0.97	2.75	1807	1	[Ne] $3s^1$	5.1391
19	39.0983	Potassium	K	64	774	0.86	2.58	1807	1	[Ar] $4s^1$	4.3407
12	24.305	Magnesium	Mg	639	1090	1.74	2.08	1755	2	[Ne] $3s^2$	7.6462
22	47.867	Titanium	Ti	1660	3287	4.54	0.62	1791	4	[Ar] $3d^2$ $4s^2$	6.8281

http://www.science.co.il/PTelements.asp?s=Earth

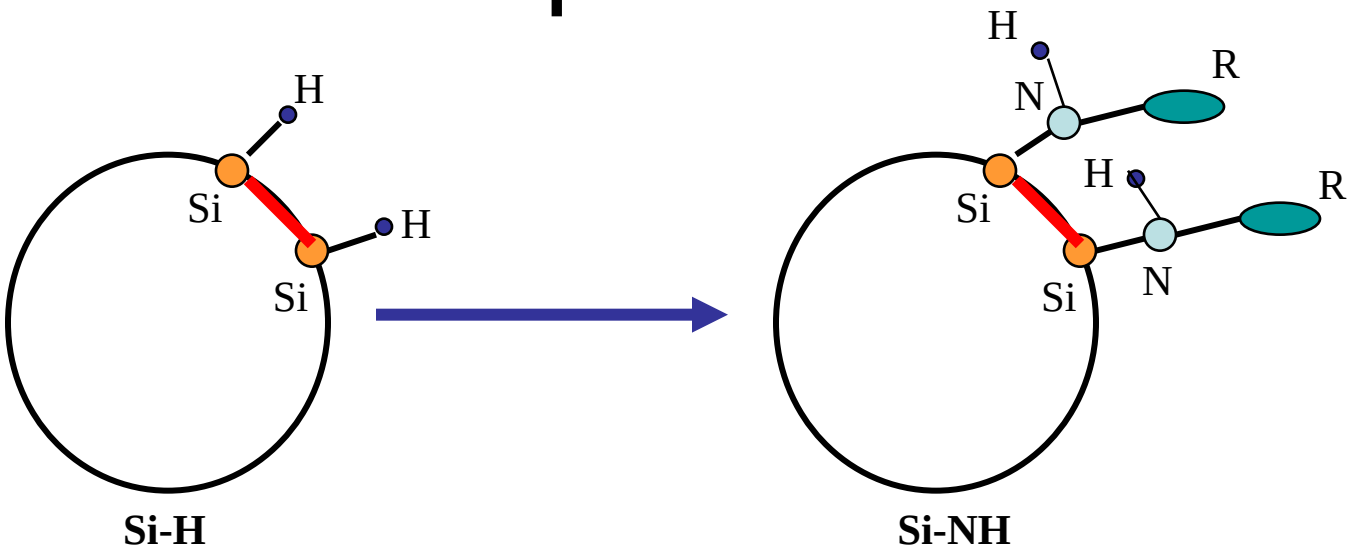
Production of Identical Si nanoparticles

- 1-10 Ω-cm p-type <100> Si
- H2O2:HF:MeOH etch at I>150mA/cm^2
- Lateral etch produces meniscus
- Slowly lower sample ~1-2 mm/Hr
- Ultrasound and filter
- Commercially viable amounts
- Easy Delivery from a liquidM



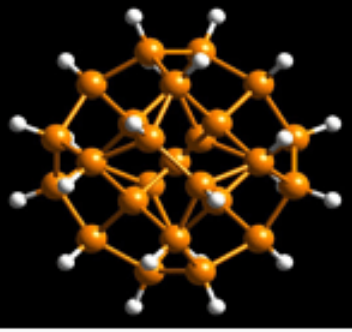
US patent issued ---method --- With Zain Yamani-KFPM
US patent issued ---- material composition --- With Zain Yamani-KFPM

Manipulation of surfaces of nanoparticles



- Hydrogen removed and replaced with an amine group
- Highly improved solubility

E. Rogozhina, P.V. Braun, M.H. Nayfeh, et. al., Appl. Phys. Lett., ***78****, 23, 2001*



حساسات نانوية ضوئية عن طريق التشكيل الذاتي الجزيئي

http://www.freepatentsonline.com/6815706.html

الحساسات النانوية تتكون من:

- سلك سيليكوني نانوي ذو طول محدد ويحتوي على وصلات كهربية رقيقة على كلا الطرفين.
- مجموعة من الجزيئات المتشكلة ذاتيا على سطح هذا السلك وظيفة هذه الجزيئات هو تعديل أو معايرة الموصلية الكهربية للسك السليكوني النانوي بإحدى طريقتين:

أ) عكس قطبية الجزيئات (حيث يتم خلق القطبية عن طريق تعريض الجزيئات لل uvفتتغير وتصبح في حالة غير مستقرة ثم يتم تعريضها للحرارة لتعود لحالتها السابقة

ب) عملية نفل عكسية للإلكترون والطاقة من الجزيئات للسك النانوي حيث أن الجزيئات هنا يتم اختيارها من مجموعة تحتوي على ال prophyrins,phthalocyanines, anthraquinones cyanines

- مبدأ التشكيل الذاتي الجزيئي يطبق هنا في عملية ربط جزيئات وظيفية على سطح السلك السليكوني النانوي وهذه العملية ستشكل طبقات رقيقة جدا فائقة الترتيب لها روابط كيميائية قوية على السطح والتي لا يمكن الحصول على مثلها بالطرق التقليدية .