

Nanotanoda: érdekességek a nanoanyagok köréből

Szén nanoszerkezetek

Dr. Zsoldos Ibolya

**Széchenyi István Egyetem, Győr
Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék**

2011 január 12

Nanométer, nanoanyagok fogalma

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 1000 \text{ }\mu\text{m}$$

$$1 \text{ }\mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$$

$$1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}$$

$$1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$$

$$1 \text{ m} = 10^{10} \text{ \AA}$$

Atomok átmérőjének nagyságrendje: 1-2 vagy néhány \AA

Nanoszerkezetű anyag: a kiterjedés legalább

egy irányban $< 100 \text{ nm}$

Nanotechnológia, nanoanyagok

Nanoszerkezetű anyag
nanoanyag



Atomi méretek: néhány Å vagy nm



Korábban is ismertük ezt a mérettartományt
(fizika, kémia, kolloid kémia, anyagszerkezetan,
kristálytan, stb.)



Mitől új a nanotechnológia?

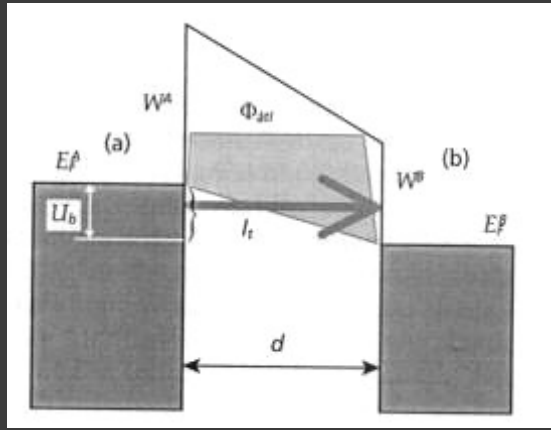
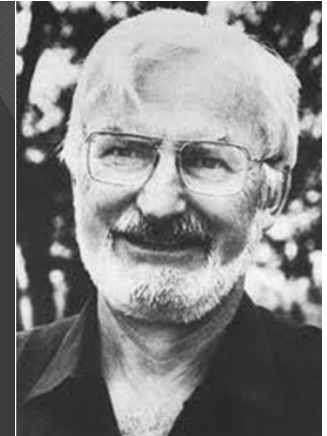


Nanotechnológia születése

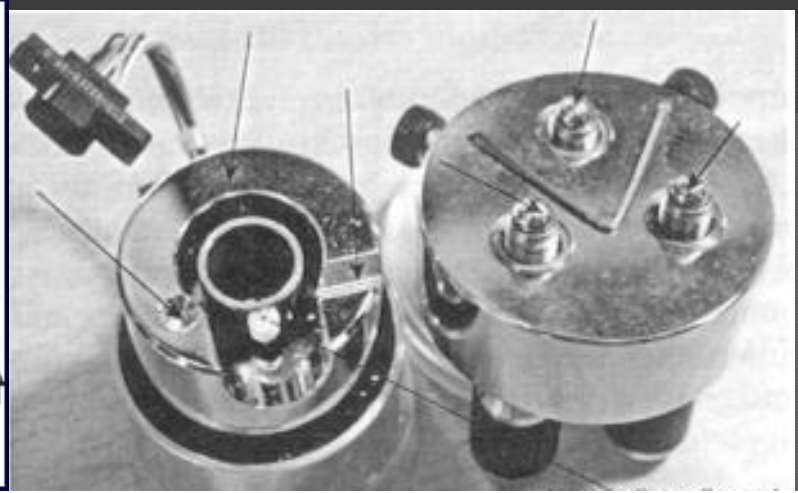
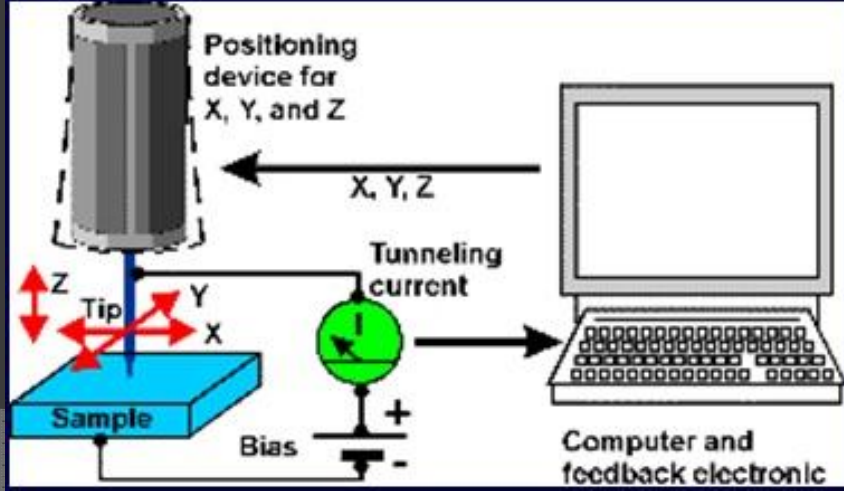
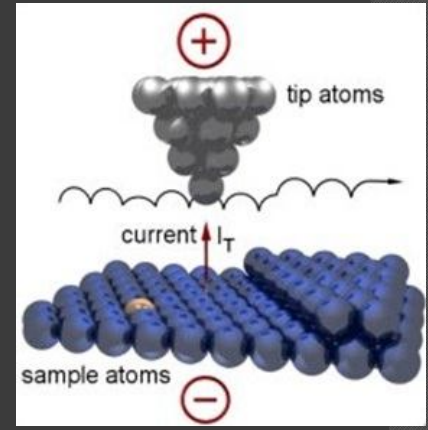
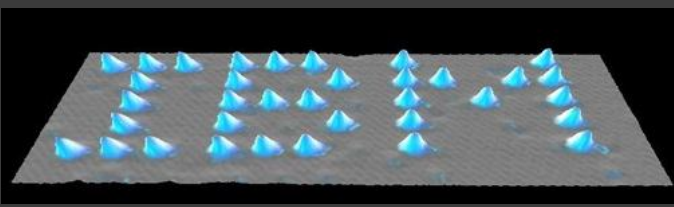
Pásztázó alagútmikroszkóp, STM

Gerd Binnig, Heinrich Rohrer

1978, 1981, 1986: Nóbel-díj

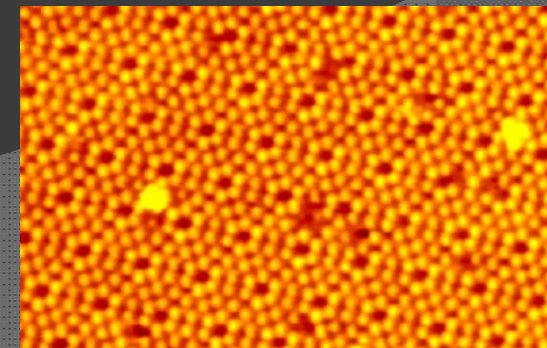
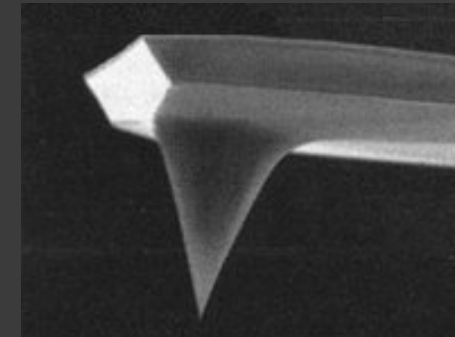
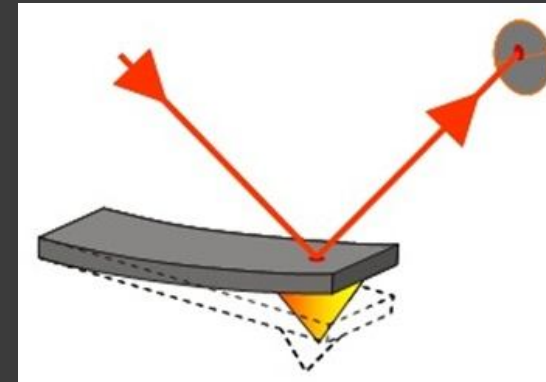
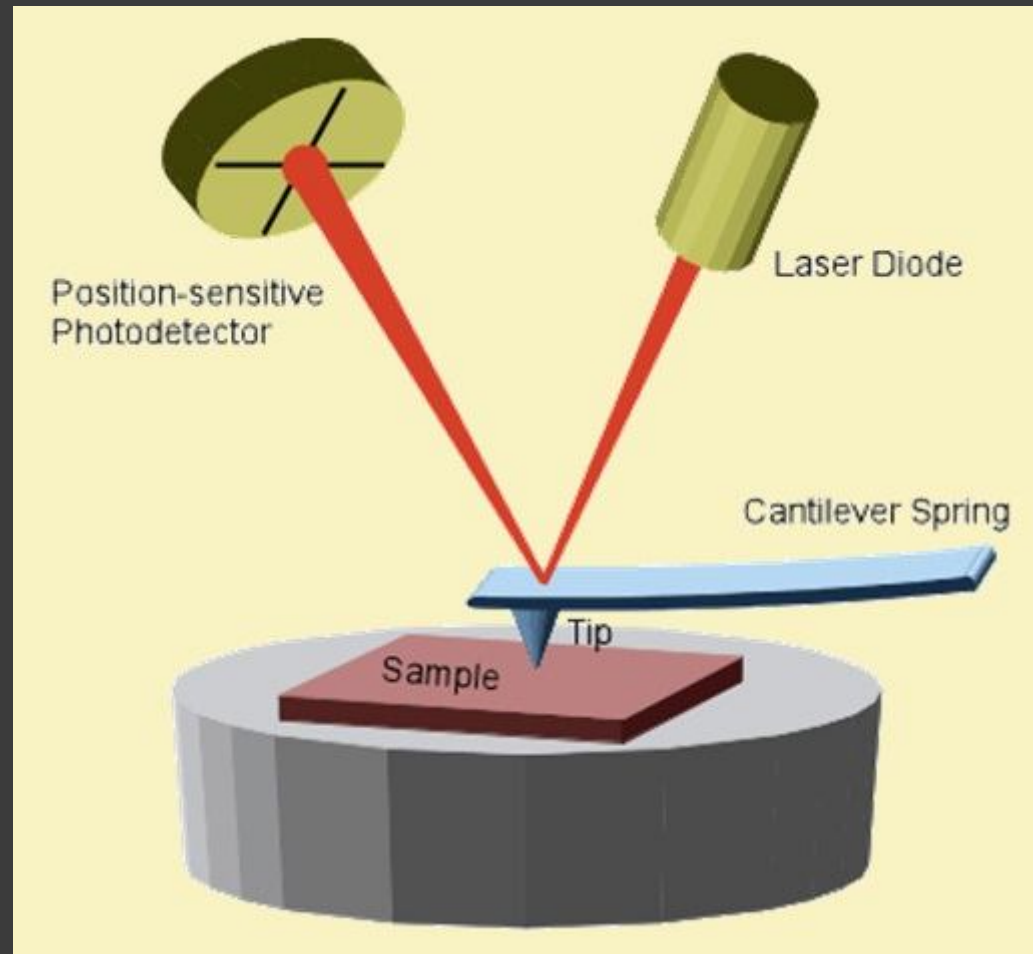


$$I \approx \rho_a \rho_b \frac{U_b}{d} e^{-Ad\sqrt{\Phi_{\text{bar}}}}$$



Pásztázó atomi erő mikroszkóp, AFM

Binnig, Quate és Gerber, 1986



Szén módosulatai

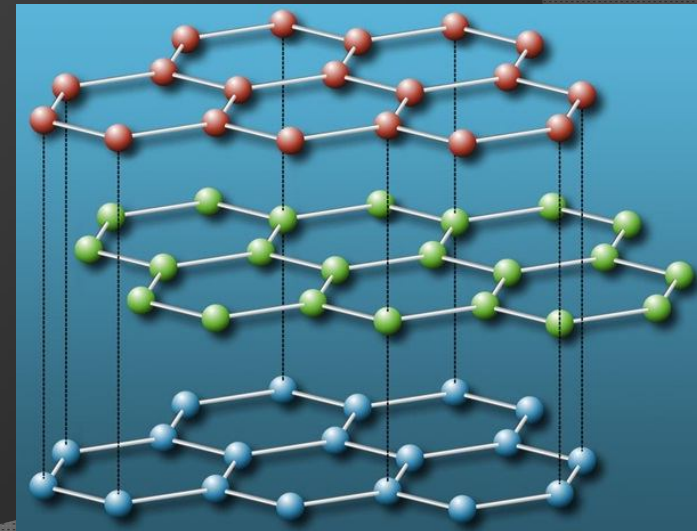
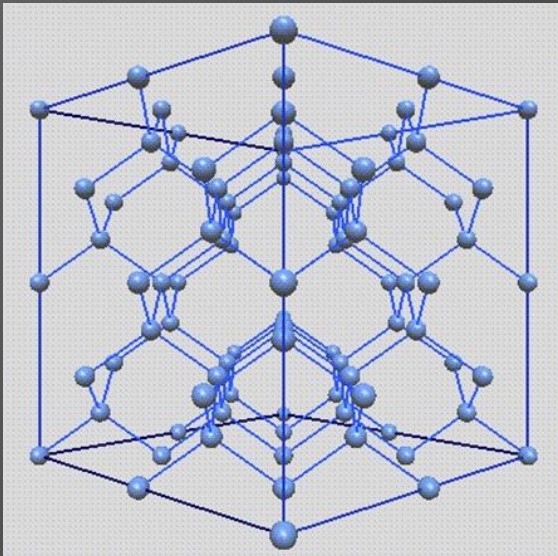
(régóta ismert)



Gyémánt, Grafit

3 alapvetően különböző tulajdonság:

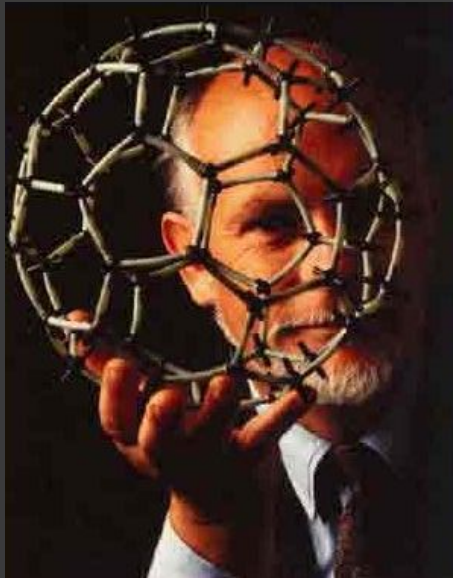
- szín
- keménység
- elektromos vezetés



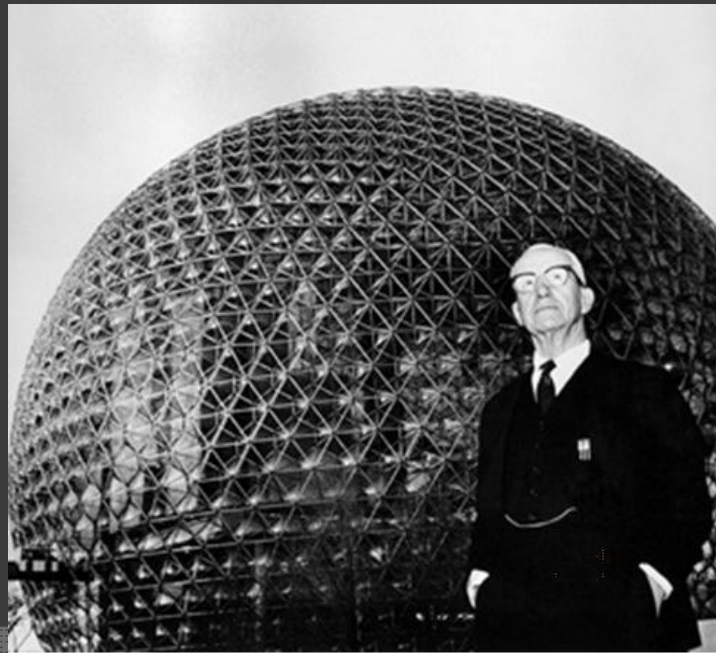
Egy síkon belül:
szilárd testekben előforduló legerősebb kémiai kötés

Fullerének (0D)

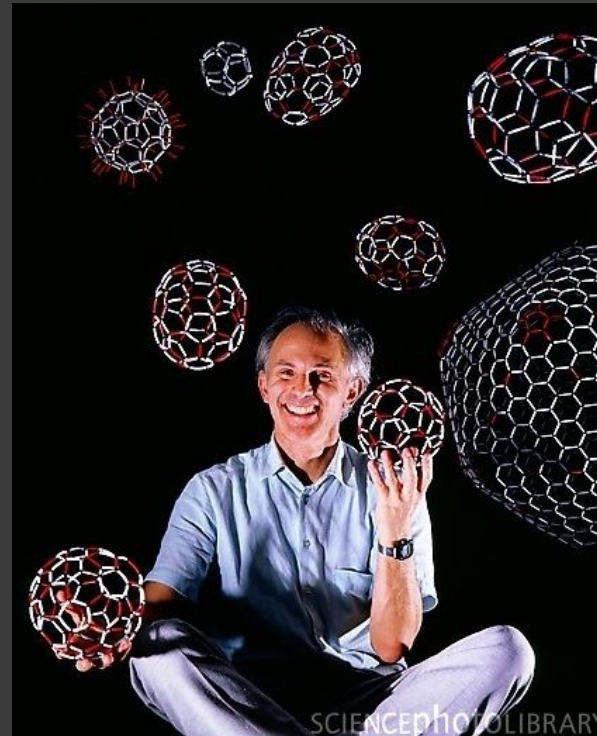
1985: Harold Kroto (University of Sussex),
Robert Curl és Richard Smalley (Rice
University), 1996: kémiai Nobel-díj



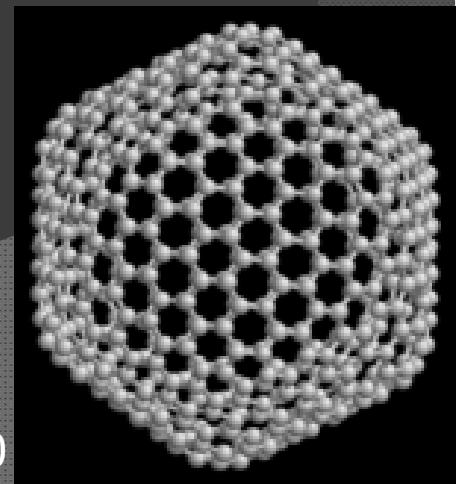
C60



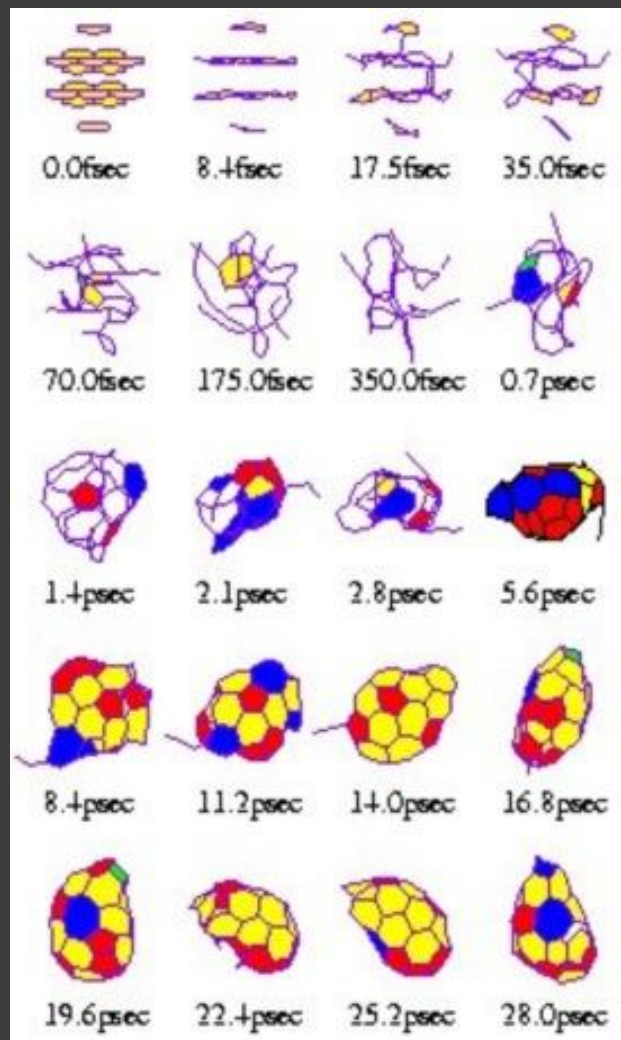
Buckminster Fuller építész



C540



Fullerének



Kialakulási mechanizmus elmélete

I.Laszlo: Formation of cage-like C₆₀ clusters in molecular dynamics simulations Europhysics Letters 44, 741-746 (1998).

UV spektrum szerinti azonosítás alapjai

I. László, L. Udvardi

A study of the UV spectrum of the truncated icosahedral C₆₀ molecule.

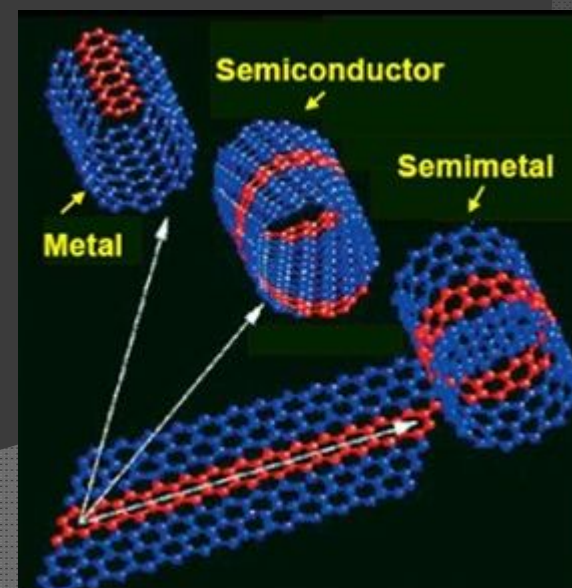
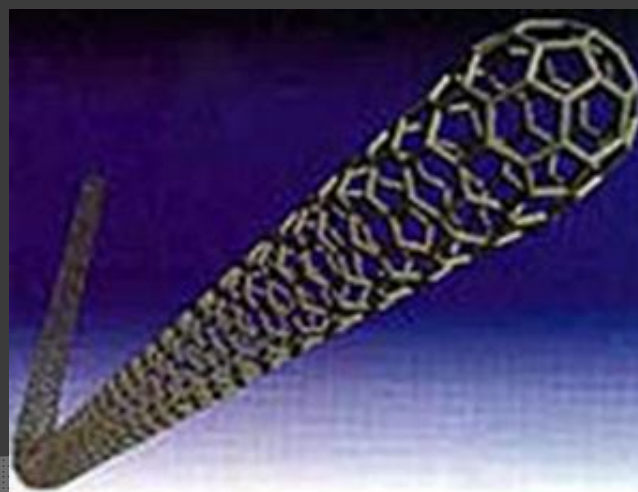
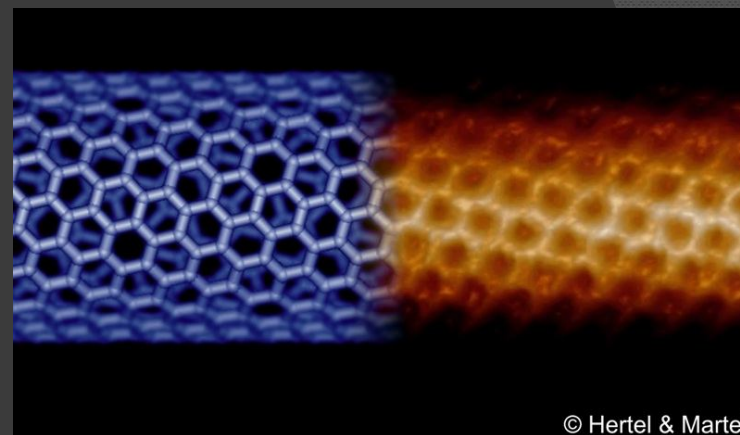
J. Mol. Struct. (THEOCHEM) 183, 271 (1989).

Szén nanocsövek

S. Iijama 1991, (Kavli-díj 2008)

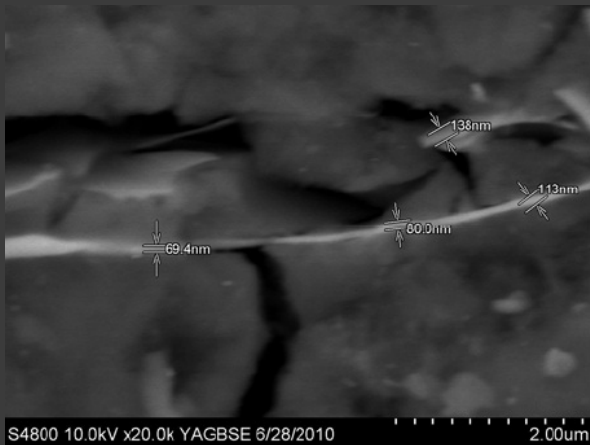
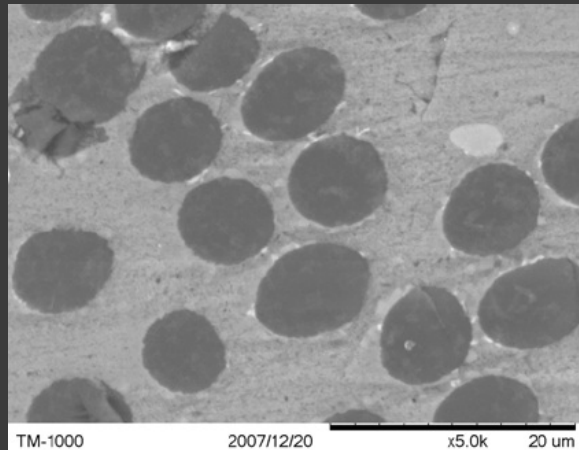
3 kiemelkedően fontos tulajdonság:

- nagy szilárdság (kis sűrűség)
- nagy rugalmasság
- elektromos viselkedés



Alkalmazás:

Szén nanocső - mint erősítő anyag



Easton Carbon: szénszállal és CNTvel erősített műanyag váz, tömege <1kg

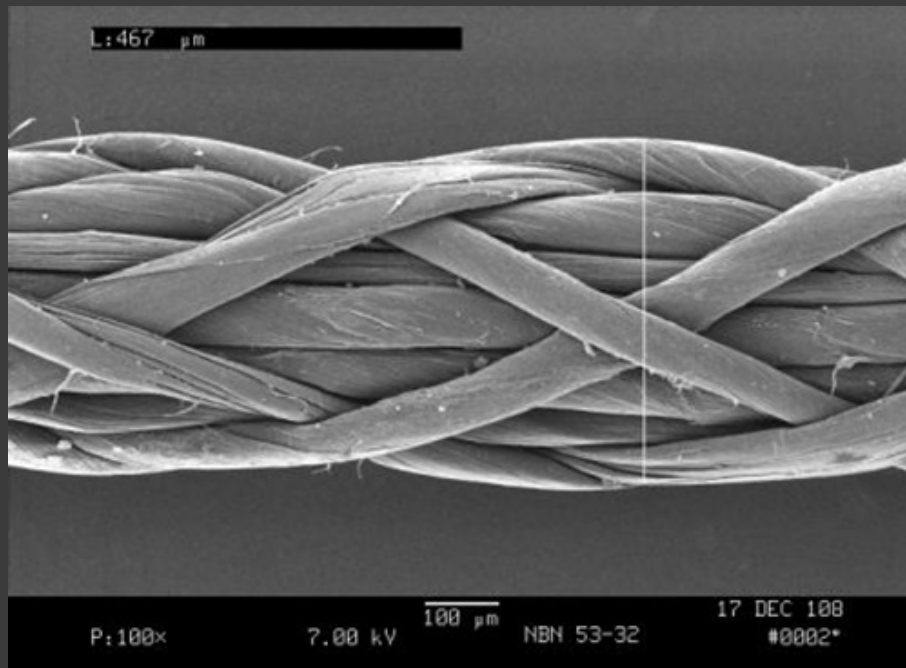
Forrás: Molnár László Milán: Az elektronikai technológia újdonságai, 2009

Aluminium szénszállal és CNTvel erősítve

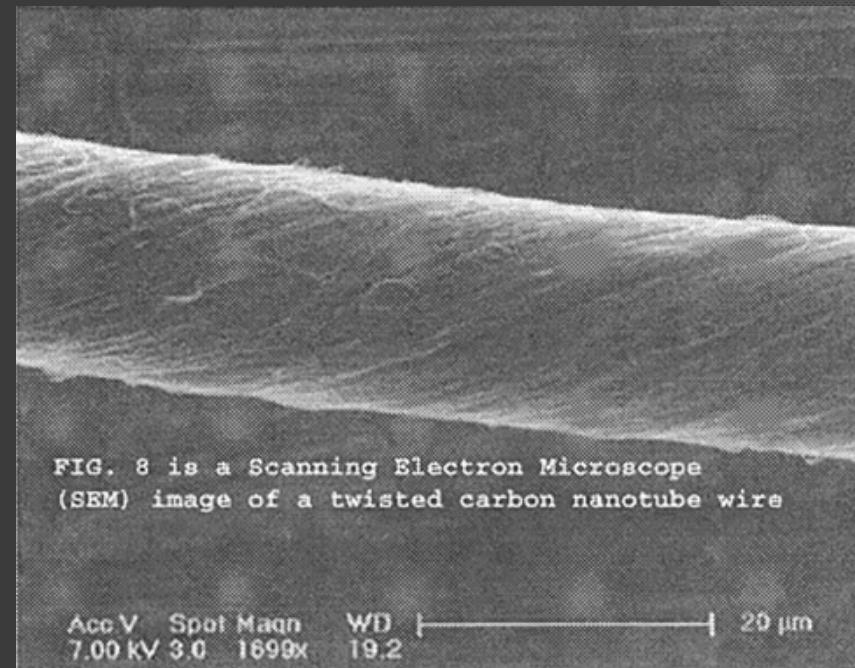
Forrás: Kaptay Gy: Kutatási beszámoló, BAY-NANO Kutatóintézet, Miskolc, 2010

Alkalmazás:

Szén nanocső mint erős anyag



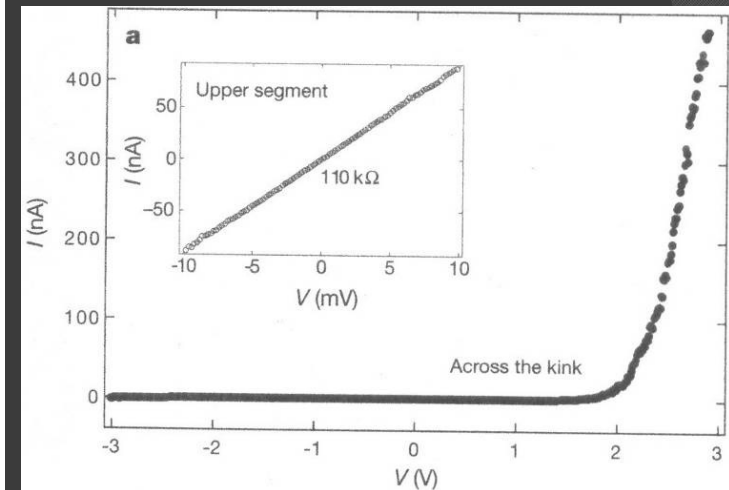
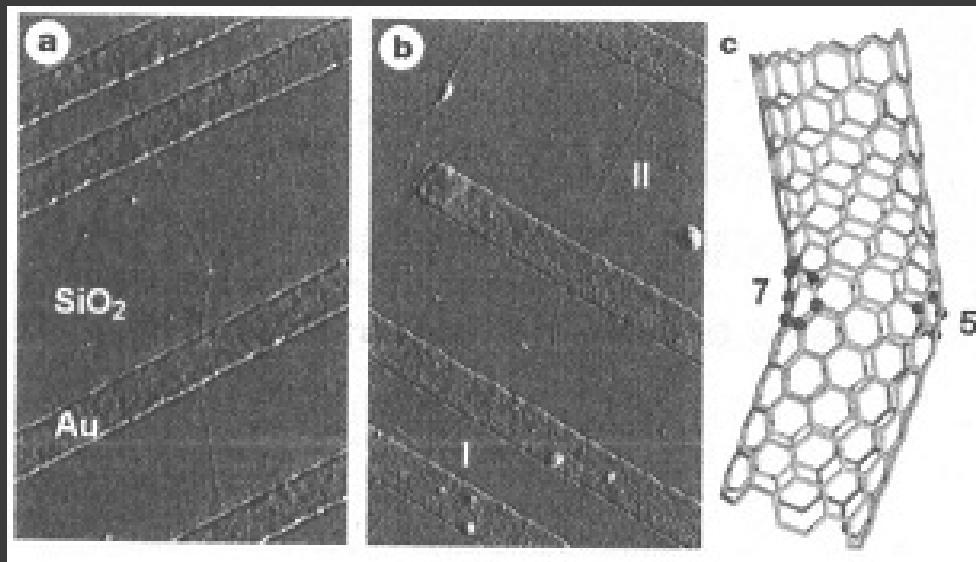
Szén nanocsövekből sodort köteg
Nanocomp Technologies Inc.,
U.S. Air Force
közötti innovációs szerződés, 2009
Forrás: <http://www.sae.org/mags/aem/MATER/6409>



Szén nanocsövekből sodort huzal
Kutatás: Tsinghua University (Beijing),
innováció: Hon Hai Precision Industry
Co., Ltd (Tu-Cheng City, TW)

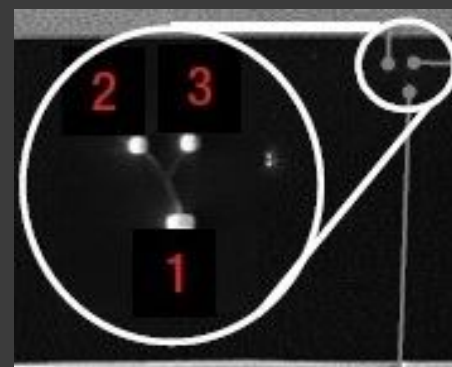
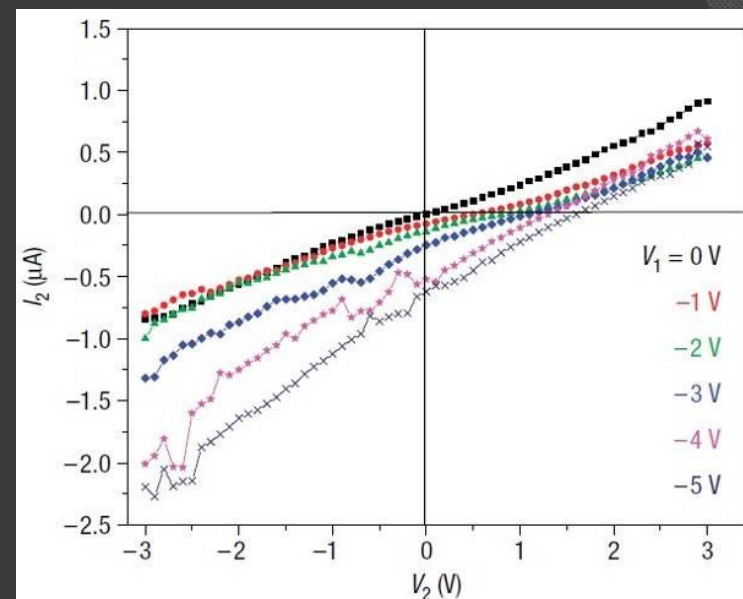
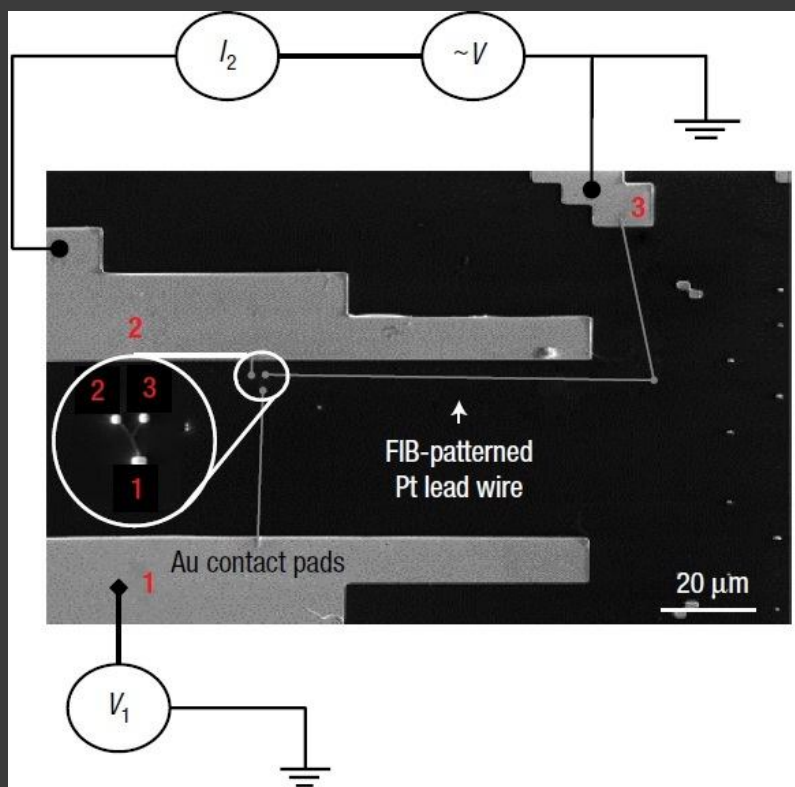
Forrás:
<http://nanopatentsandinnovations.blogspot.com/2009/12/chinese-researchers-fire-up-first.html>

Szén nanocső elágazások nanoelektronikai eszközök



Yao Z., Postma H.W.Ch., Balents L., Dekker C., Nature
402:273, 1999.

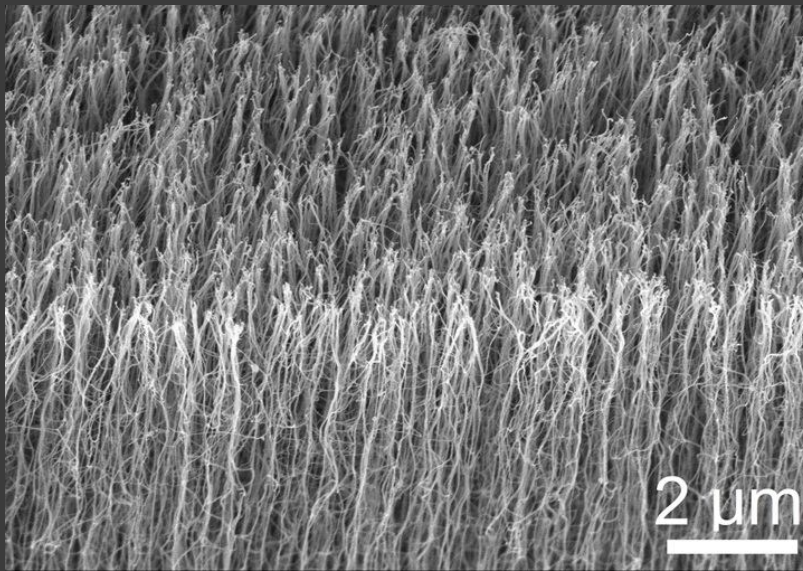
Szén nanocső Y-elágazás, nanoelektronikai eszközök



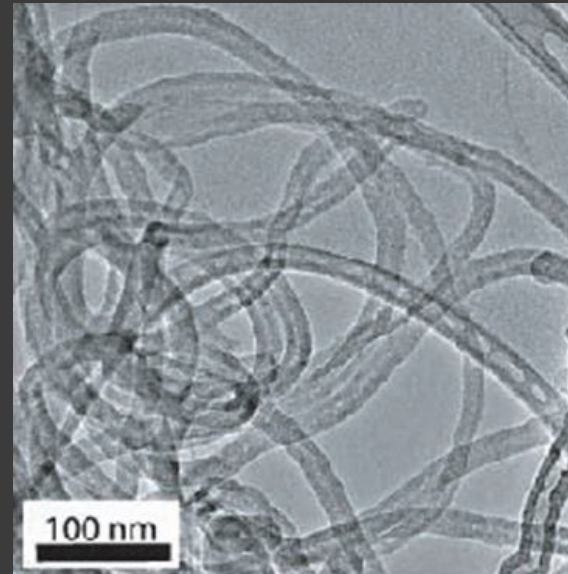
Bandaru P.R., Daraio C., Jin S., Rao A.M., Nature Mater. 8:1-4, 2005.

Szén nanocsövek

irányított előállítás és technológiák hiánya
(kiváló tulajdonságok ellenére korlátos alkalmazás)

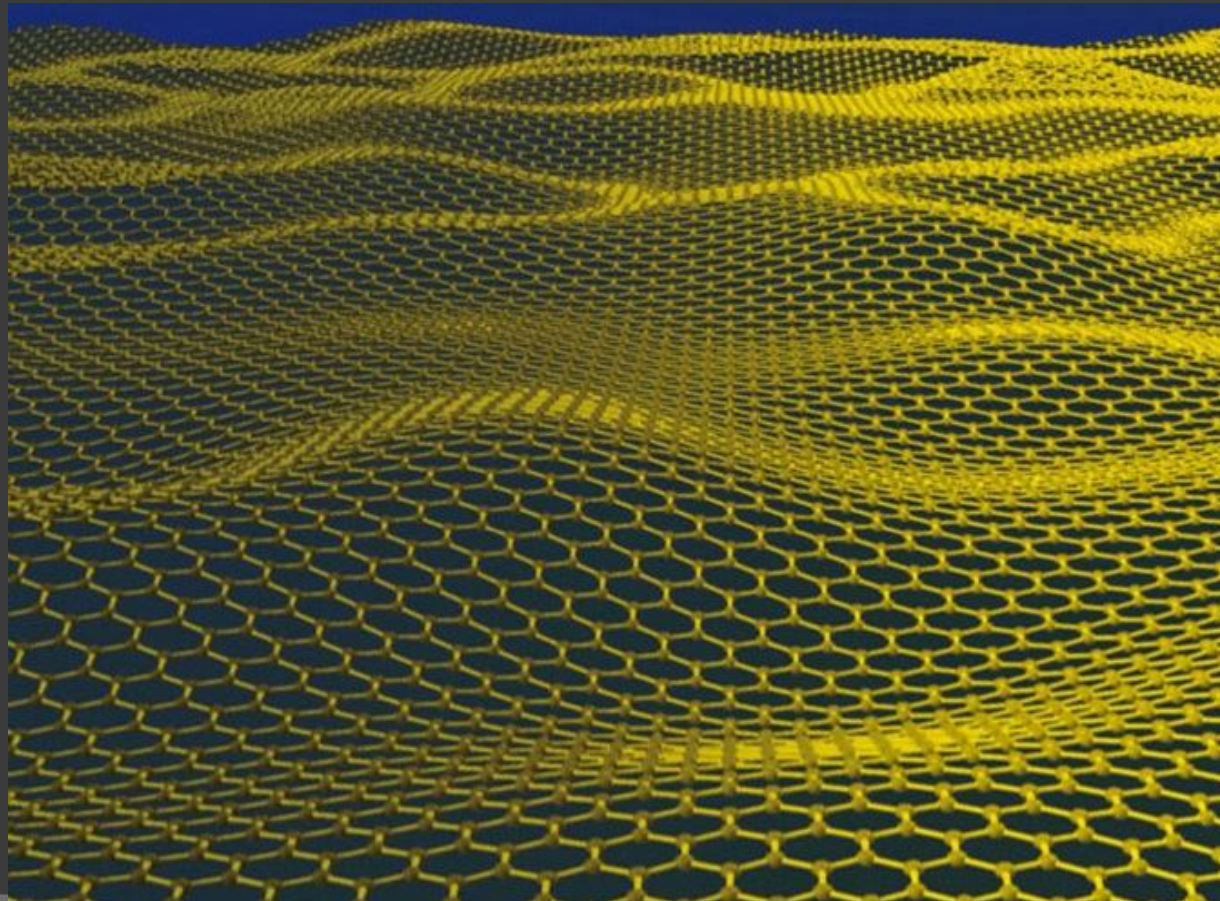


Forrás:
Georgia Institute of Technology
USA



Forrás
University of Texas -
Austin

Grafén egyetlen grafitsík

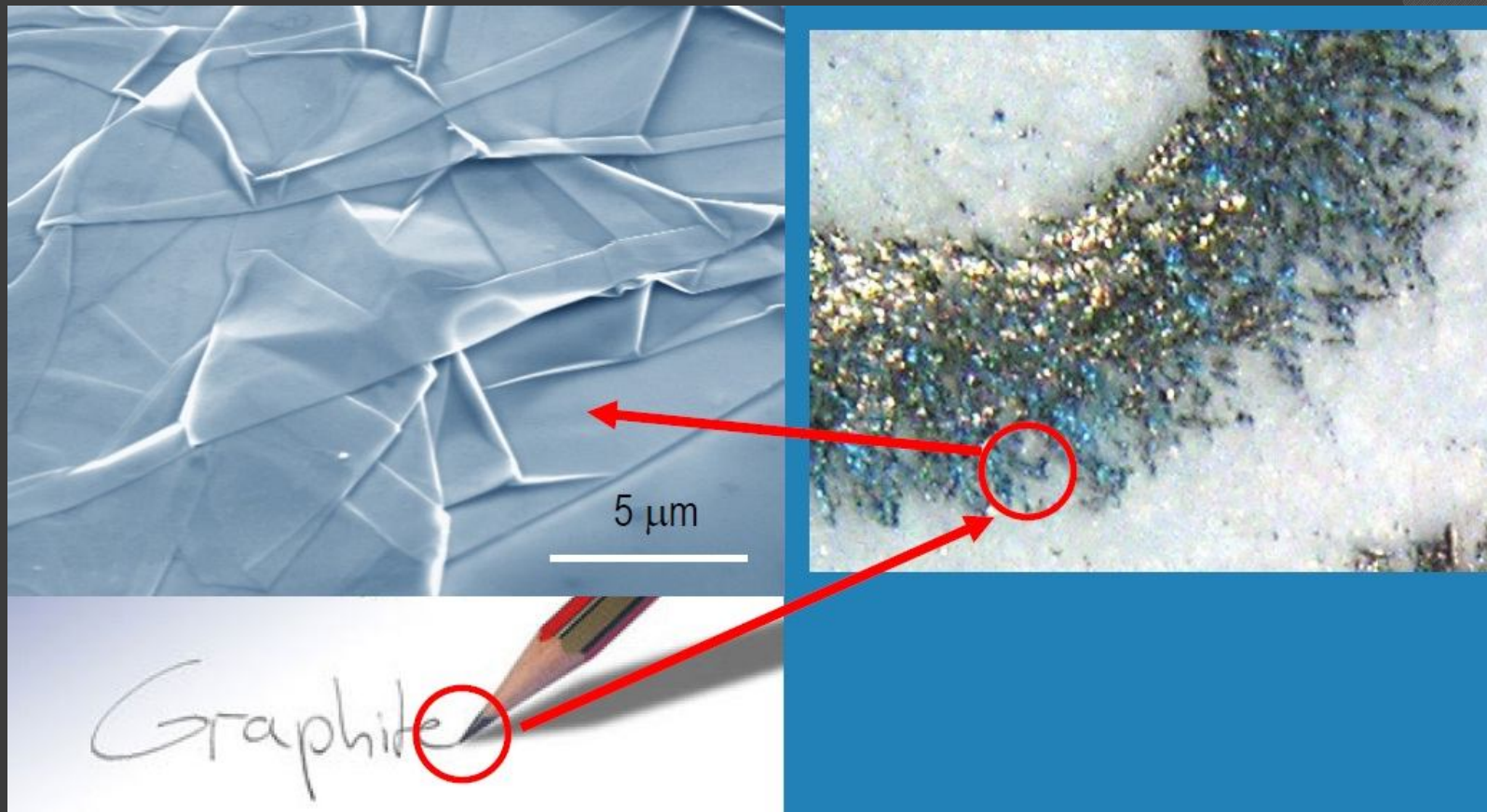


**Andre Geim és
Konstantin
Novoselov**

orosz származású
manchesteri
tudós, 2004,

Fizikai Nóbeldíj
2010

Grafén - ismertük és használtuk



Forrás: Bíró László Péter: Nanotechnológia csodái

<http://www.mfa.kfki.hu/int/nano>

MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály

Grafén előállítás

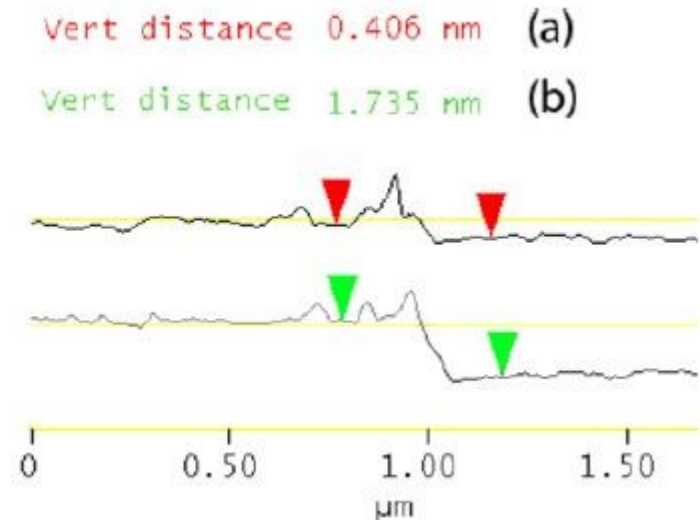
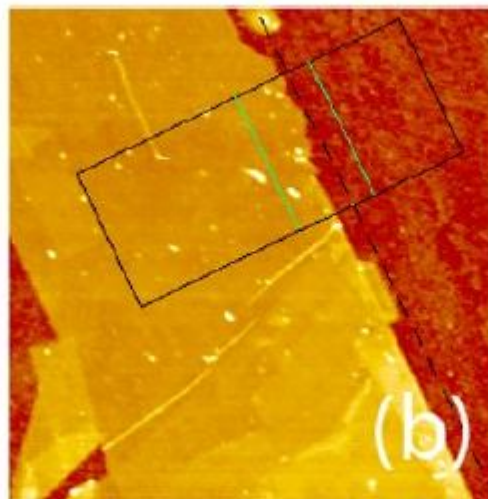
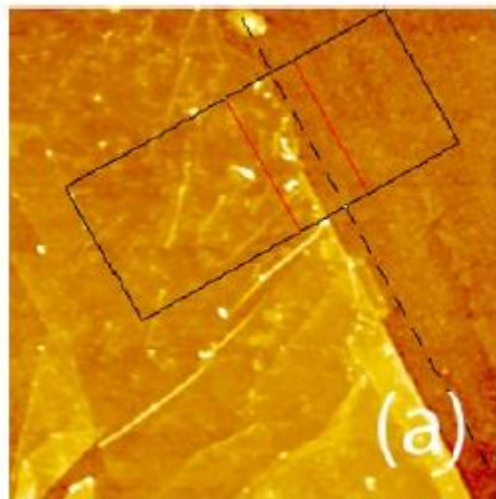
MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály



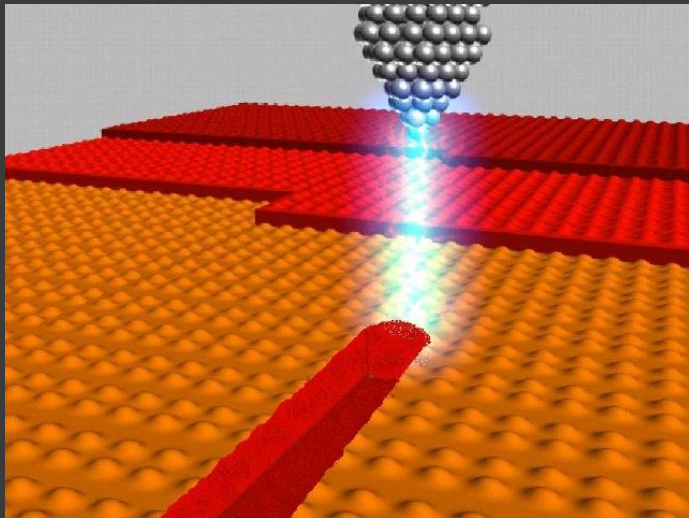
Bíró László Péter: Nanotechnológia csodái
<http://www.mfa.kfki.hu/int/nano>

1. Ragasztószalag: rétegek leválasztása
2. hordozóra helyezés (SiO_2)
3. kontrollált kémiai reakcióval rétegek lehámozása egyetlen lapig
4. Rétegvastagság meghatározása AFM-mel

Nemesincze, P.; Osváth, Z.; Kamarás, K.; Bíró, L., P.:
Carbon **46**, 1435(2008)



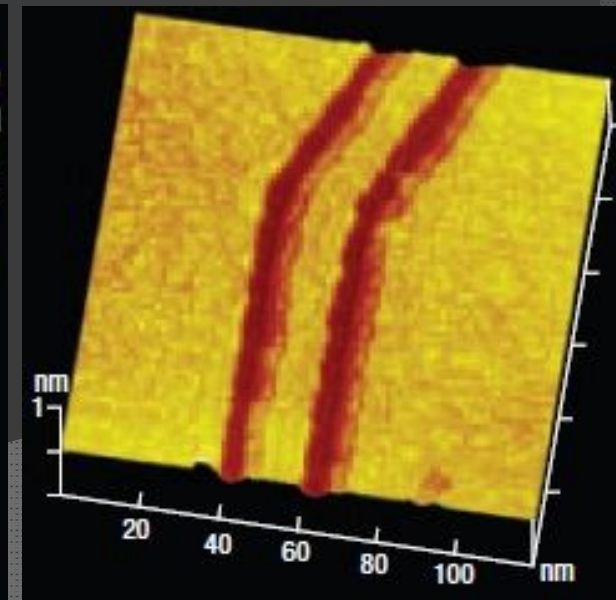
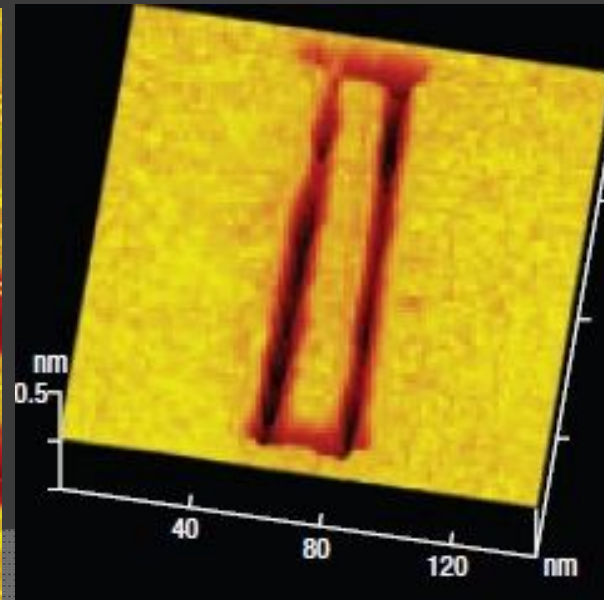
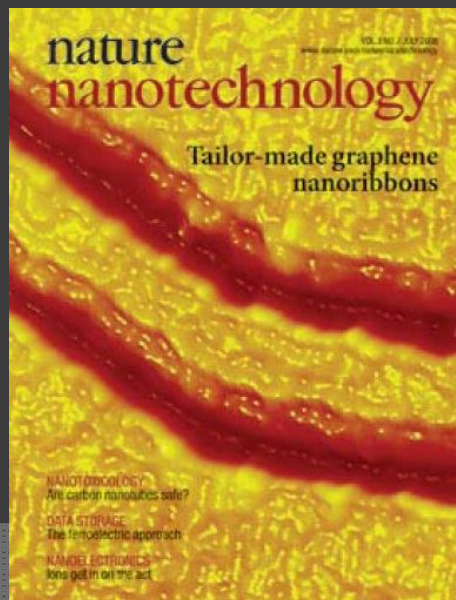
Grafén atomi pontosságú megmunkálás STM nanolitográfia



- **atomi felbontású kép**
- **megfelelő kristálytani irányok kiválasztása**
- **vágás**
- **nanoszalag atomi leképezése**
- **nanoszalag elektronszerkeztének vizsgálata**

Forrás: Bíró László Péter:
Nanotechnológia csodái
<http://www.mfa.kfki.hu/int/nano>
MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály

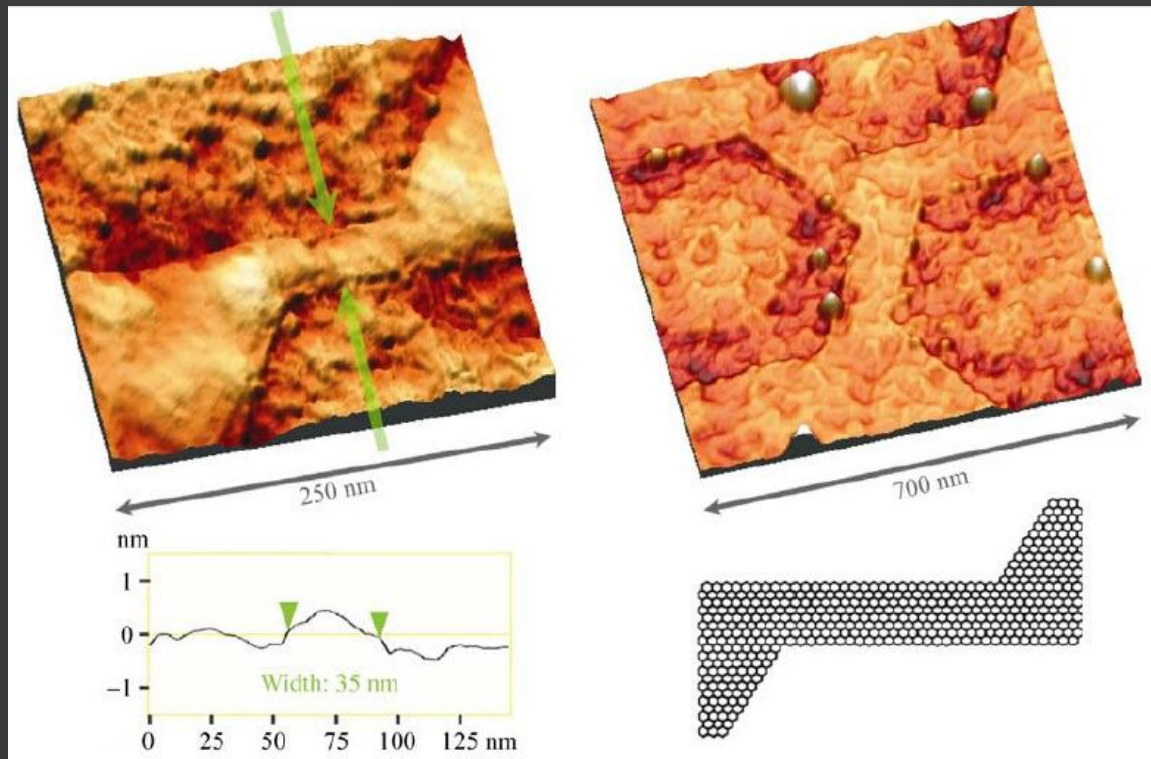
Tapasztó, Levente; Dobrik, Gergely;
Lambin, Philippe; Bíró, László, P.
Nature Nanotechnology 3,
397(2008)



Grafén: atomi pontosságú megmunkálás

Oxidációs eljárás

MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály



1. SiO₂ hordozóra helyezés
2. Mesterséges hibák létrehozása
3. Lassú oxidáció kontrollálása

Forrás: Nemes-Incze, Péter; Magda, Gábor; Kamarás, Katalin; Biró, László, Péter:
CRYSTALLOGRAPHICALLY SELECTIVE NANOPATTERNING OF GRAPHENE ON SiO₂;
Nano Research **3**, 110(2010)

Miért fontos? Moore-törvény, kikapcsolt állapot (tranzisztor), nanoáramkörök, ipari technológia.

Nanotechnológiához ajánlások

Csanády Andrásné, Kálmán Erika, Konczos Géza: Bevezetés a nanoszerkezetű anyagok világába, ELTE Eötvös Kiadó, 2009

MTA MFA, Nanoszerkezetek Osztály

<http://www.mfa.kfki.hu/int/nano>

BAY-NANO, Nanotechnológiai Kutatóintézet

<http://www.bzlogi.hu/bzaka/bzaka.head.page?nodeid=22>

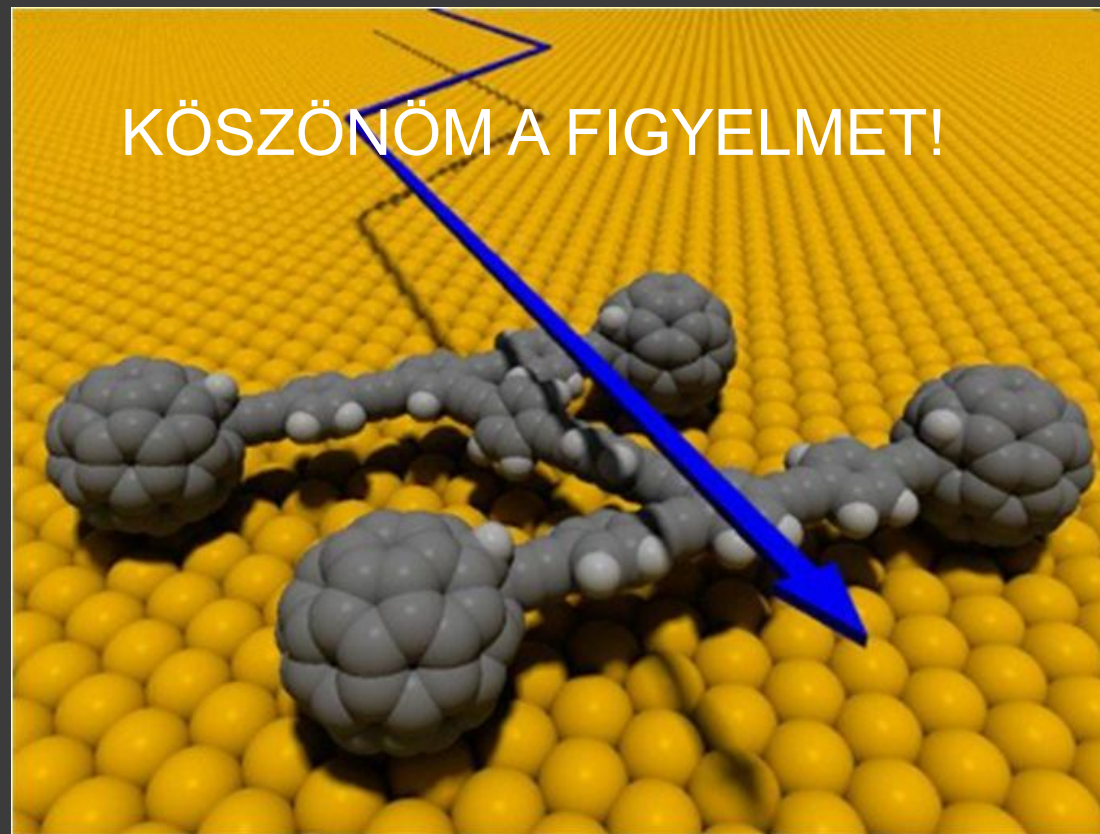
Gyulai József: Az emberiség útja a nanovilág felé., Mindentudás Egyeteme, 2003. nov. 3.

Zrínyi Miklós: A 21. század anyagai: az intelligens anyagok, Mindentudás Egyeteme, 2003. jan. 20.

Kürti Jenő: SZÉN NANOCSSÖVEK, Fizikai Szemle 2007/3. 106.o.

Graboplast Rt. Győr: 'Silver Knight', baktériumölő nanokompozit burkolatok

Nanoautó (címlap)



Texas, Rice Egyetem, 2005

8 éves fejlesztés

Arany felület, C60 kerekek

200 C⁰ felett gurul és irányítható