

NANOELEKTRONIKA ÉS KATONAI ALKALMAZÁSAI

A mikroelektronika és a számítástechnika rendkívül gyors fejlődésének következményeképpen az eszközkomponensek mérete rendkívül gyors ütemben csökkent, míg a tárolási kapacitás hasonlóan gyors ütemben nőtt. Ezt a tényt illusztrálja az ún. Moore törvény, amely szerint a chipre felvitt tranzisztorok száma 18 havonként megduplázódik (1. ábra) [1]

Gordon Moore "törvénye" (1974)

Év	2001	2004	2005	2008	2011
Min. vonal- méret	1,8 μm	1,1 μm	100 nm	70 nm	50 nm
Memóriák					
Bit/chip	1G	4G	16G	64G	
Költség/Bit	0,00	0,00	,0005	,000	
(mc)	3	1		2	

1. ábra A mikroprocesszorok Moore törvénye

Vajon meddig lesz érvényben a Moore törvény? A további miniaturizálásnak nyilván van elvi határa; az a mérettartomány (esetleg atomi szinten), amely alatt az eszköz már nem működőképes, legalábbis a számára előírt funkciókat illetően. Általánosan elfogadott definícióként az alábbi mondhatjuk:

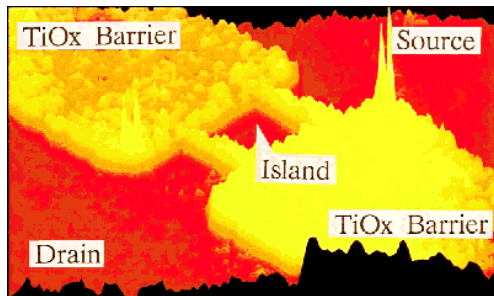
Nanoelektronika: azon elektronikai eszközökre vonatkozó ismeretek összessége, amelyek skáladimenziója 0,5 nm (egy atom) – 100 nm tartományba esik. Jelenleg – a technológia számára elérhető mérettartomány ~ 50 nm.

A további méretcsökkenés, amennyiben megközelítjük a 10 nm-t, azonban – teljesen új felfogást, gondolkodásmódot és eljárást jelent, majd a számunkra. Nevezetesen, a kvantummechanika törvényeit kell majd alkalmazni.

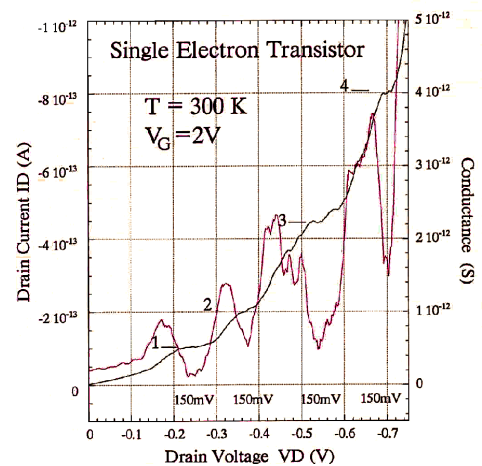
A KVANTUMMECHANIKA HATÁSA

A 10 nm skála gyakorlatilag megegyezik a vezetési (Fermi nivó) elektronok hullámhosszával. Az elektronok csatolódása és a hullámtulajdonságokkal kapcsolatos koherencia meghatározó lesz az elektron (töltött részecske) és lyuk transzport folyamatokban. A nanoelektronika a kvantummechanika

elvi alapján fog működni. A lehetséges energianívók diszkrétnek lesznek. Ennek egyik példája az egy-elektron tranzisztor (SET). [2]



2. ábra Egy-elektron tranzisztor STM képe



3. ábra Egy-elektron tranzisztor
voltage-current karakterisztikája

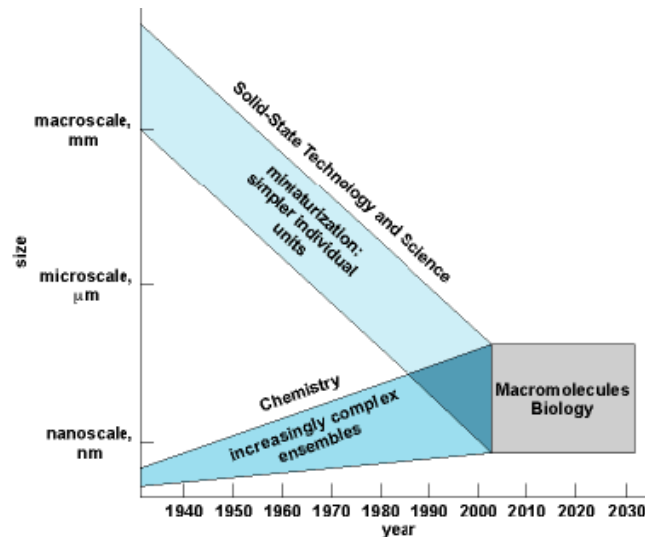
A vékony TiOx 15-30 nm szigetelőrétegekkel határolt vezető szigeten (island, mérete 30-50 nm) az elektronok a kvantummechanika törvényeinek megfelelően, alagút effektus révén – diszkrét (lépcsős), meghatározott mennyiségben (1, 2, 3...) jelennek meg, ahogy ez a 3. ábrán bemutatott volt-áramper karakterisztikájából is látszik.

A lépcsős karakter megjelenése egyértelműen utal az eszköz (jelenség) felhasználási lehetőségére a digitális elektronikában, computer technikában. A diszkrét energianívókkal rendelkező kvantum „drótok” (2 dimenziós elektron gáz) és kvantum pöttyök ígéretesek a precíz szabályozottságot eredményező megbízható kis fogyasztású eszközök tervezési palettáján.

NANOTECHNOLÓGIA

A nanoelektronika építése két – teljesen eltérő – technológia alkalmazásával valósítható meg:

- lebontó (Top-down), amikor a kiindulási anyagot (pl. Si) addig alakítják, amíg létre nem jön – sok anyagvesztés révén – a nanoelektronikai elem (elsősorban fizikai folyamatok révén).
- építkező (Bottom-up). Itt az atomi – molekuláris szintű, kezdetekre támaszkodó építkezés a meghatározó (elsősorban kémiai folyamatok révén), ún. leválasztás, mintázat képzés, önszervező építkezés (self-assembly) (4. ábra). Az évszámokkal csökkenő görbe a szilárdtestfizikai eljárásokat jellemzi (felülről jutunk a nm-es tartományig), míg a kémiai eljárásoknál –általában-alulról építkezünk. A két eljárás a molekuláris elektronika szintjén „találkozik”



4. ábra. Az építő és lebontó technológia koherenciája

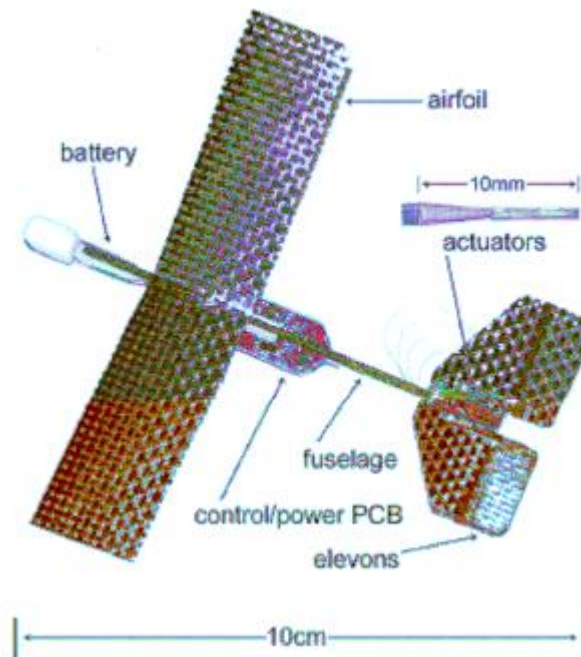
A rendkívül kis méret, kis fogyasztás, megbízható gyors működés és sok egyéb jó tulajdonságuk miatt a nanoelektronikai elemek és nano komponensek nagyon hamar bekerültek a lehetséges katonai alkalmazások kelléktárába. Az alábbiakban ezekből mutatunk pár példát.

KATONAI ALKALMAZÁSOK

– Nano repülőgép

Olyan polimer bázison épített, közel 7 cm-es eszköz, amely képes 10 g „terhet” 5-10 m/s sebességgel majd 1000 m távolságra szállítani, majd visszatérni a kiindulási pontra (5. ábra). [3] Konstrukcióját illetően olyan radar által fel nem fedezhető, rendkívül kisméretű eszköz, amely viszonylag nagy távolságra el tud juttatni érzékelő eszközt, szenzort, telekommunikációs eszközt stb . Van elegendő kapacitása arra, hogy észrevétlenül visszajusson a „ feladóhoz”

Különösen a terrorizmus elleni harcban nélkülözhetetlen.



5. ábra Nano repülők

Ezt a kis repülőt nagyon nehéz „meglátni”, olcsó anyagoktól (polimer) akár a hadi körülmények között (helyszínen) is elkészíthethető.

– Érzékelők/aktuátorok

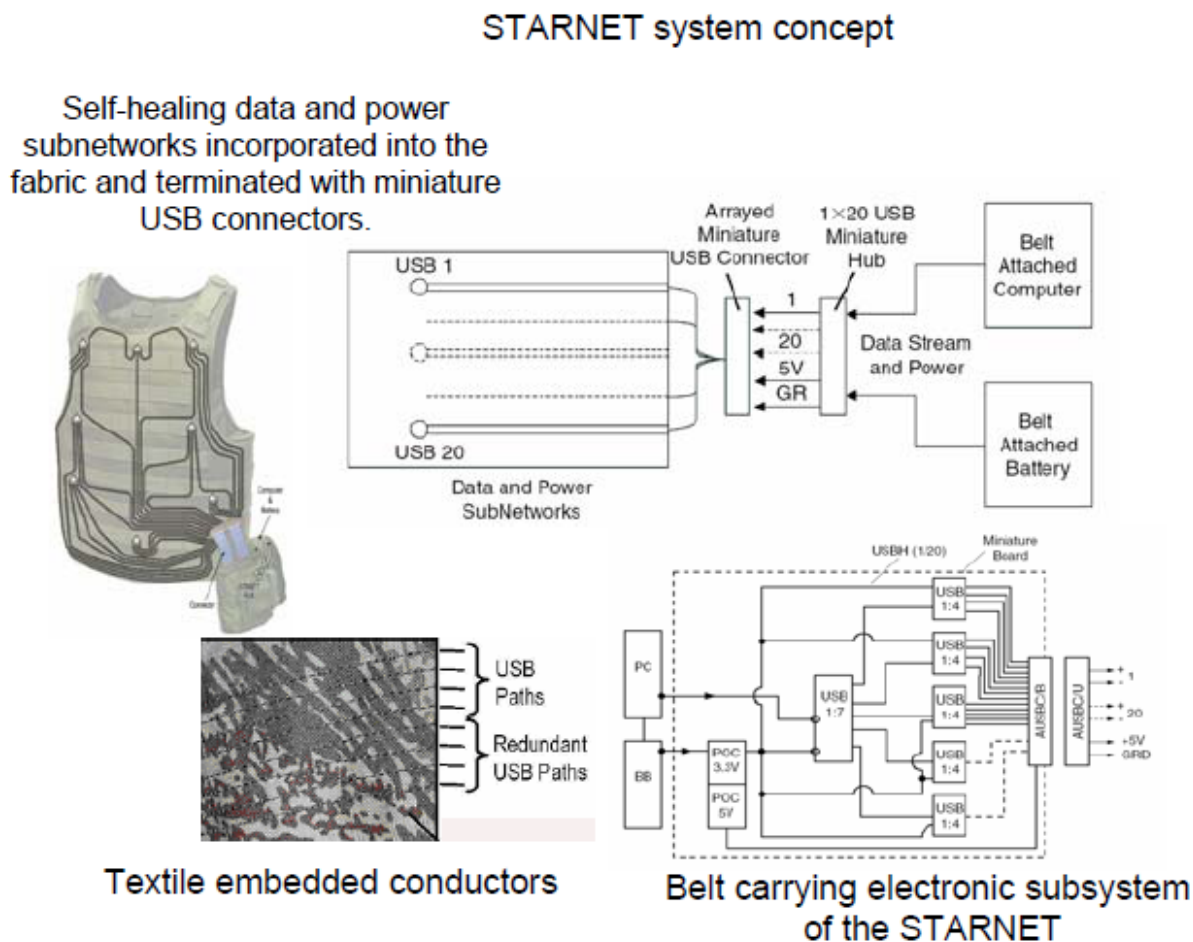
Képesek rendkívül kis mennyiségű toxikus anyag észlelésére, akár kémiai robbanószerrel, akár biológiailag veszélyes anyagról van szó.

– Korrózióálló bevonatok

A haditechnikai eszközök elhasználódását elsősorban a korrózió okozza. Ma már készíthetők és felvihetők nagy tételben olyan nanobevonatok a hazai eszközökre, amelyek korrózióállósága és tribológiai sajátosságai igen figyelemre méltóak, (pl. Zn-Nr-Cd ötvözetek) és fotolitikusan aktiválhatóak.

Kommunikációs öltözet

A katonai öltözetbe beépített nano-alapú 20 csatornás USB rendszer (6. ábra) STARNET



6. ábra

A lehetséges alkalmazások sora szinte kimeríthetetlen. A nanoeszközök. kutatása mindenütt prioritást élvez. Ennek illusztrálására (7. ábra) idézzük azt a pillanatot, amikor Bush elnök aláírta a sokmilliárdos nanoprogramot.



21st Century Nanotechnology Research & Development Act of 2003

- Signed by the President on Dec. 3, 2003
- Put into law ongoing activities
- Authorized \$3.7 billion in FY2005-FY2008 among 5 agencies
- “Established” a National Nanotechnology Coordination Office
- Calls for periodic planning and reporting by the NSET Subcommittee
- Calls for the President to establish or designate a National Nanotechnology Advisory Panel
- Calls for a triennial review by the National Research Council

One Hundred Eighth Congress
of the
United States of America

AT THE FIRST SESSION

Began and held at the City of Washington on Tuesday,
the seventh day of January, two thousand and three

An Act

To authorize appropriations for nanoscience, engineering, and technology research, and for other purposes.

Be it enacted by the Senate and House of Representatives of the United States of America in Congress assembled,

SECTION 1. SHORT TITLE.

This Act may be cited as the “21st Century Nanotechnology Research and Development Act”.

SEC. 2. NATIONAL NANOTECHNOLOGY PROGRAM.

(a) NATIONAL NANOTECHNOLOGY PROGRAM.—The President shall implement a National Nanotechnology Program. Through appropriate agencies, entities, and the National Nanotechnology Coordination Office established in section 3, the Program shall—
(1) establish a nanoscience, engineering, and technology research, and



7. ábra Bush elnök aláírja a nano programot [4]

FELHASZNÁLAT IRODALOM

- [1] Gyulai J. BME előadások villamosmérnököknek Budapest 2008
- [2] Matsumoto K et al, Applied Physics Letters (to be published)
- [3] Braun H-G.; ERASMUS lecture Leipzig (D) 2006
- [4] Sheets D. Nanotechnology DoD report USA 2006