

CU CÂT MAI MIC, CU ATÂT MAI PERFORMANT

Membru corespondent al AȘM

Ion TIGHINEANU,

*coordonator al Programului
de Stat Nanotehnologii și Nanomateriale*

SMALLER BUT EXHIBITING MORE PERFORMANCES

The author presents an overview of activities related to nanotechnologies in the Republic of Moldova, the main attention being paid to projects from the State Program "Nanotechnologies and Nanomaterials". A number of achievements are highlighted, in particular the growth of TiO₂ nanotubular structures, fabrication of microcables consisting of hundreds of thousands of metal nanowires in glass envelopes, chemical synthesis of self-assembled semiconductor nanodots, elaboration of microlasers etc. It is underlined that for a successful realization of the State Program involved it is important to implement a high tech culture, to create a technological platform at the national level and to initiate the realization of technology transfer projects through the MicroNanoTech technological park.

Pornind de la cunoscuta expresie "Mic-mic, dar voinic", putem afirma cu certitudine că tendința de miniaturizare a produselor electronice, de elaborare a nanodispozitivelor, se datorează majorării considerabile a performanțelor odată cu descreșterea dimensiunilor geometrice. La dimensiuni de nanometri, spre exemplu, carbonul devine de cca 100 ori mai trainic decât oțelul, totodată nanotuburile de carbon conduc curentul electric de mii de ori mai bine decât firele din cupru, iar siliciul ajunge să fie transparent și luminescent în spectrul vizibil.

Nanotehnologiile permit economisirea considerabilă a materiei prime, majorarea densității de înscriere a informației, soluționarea problemelor de protecție a mediului ambiant. În plan global se reliefează tot mai mult încrederea că anume nanotehnologiile vor rezolva o bună parte din provocările lumii moderne, vor soluționa problemele energetice, ecologice, de fortificare a sănătății etc. În prezent numărul produselor care au în componența lor nanomateriale se apropie de o mie, iar în anul 2013, conform estimărilor experților, valoarea produselor nanotehnologice pe piața internațională va atinge 1 trilion de Euro.

Reieșind din convingerea că investițiile de astăzi în nanotehnologii vor avea nu doar un impact

incontestabil asupra dezvoltării în perspectivă a economiilor bazate pe cunoaștere, dar și vor determina țările-lidere să asigure cel mai înalt nivel de viață în plan global, SUA, Japonia, Germania, China și multe alte țări alocă sume enorme în susținerea financiară a domeniilor nanotehnologice. Corporația rusească RUSNANO, bunăoară, va investi în următorii ani miliarde de dolari SUA în proiecte nanotehnologice. Nanotehnologiile deschid posibilități foarte promițătoare și pentru Republica Moldova, care se confruntă cu lipsa acută de surse tradiționale de energie și de zăcăminte minerale, dar totodată posedă un potențial uman valoros. Șansele noastre în asemenea condiții trebuie să fie legate de promovarea produselor sciento-intensive, adică de produsele cu o valoare adăugată foarte mare. În acest context menționăm că nanotehnologiile permit de a elabora dispozitive electronice în baza unor molecule sau clustere de atomi și molecule, adică cu consum minim de materie primă și energie, performanțele acestor nanodispozitive fiind net superioare celor tradiționale.

Reformele din sfera științei și inovării au creat condiții favorabile pentru dezvoltarea nanoștiinței și nanotehnologiilor în Republica Moldova. Actualmente mai multe proiecte sunt în curs de realizare atât prin intermediul programelor bilaterale cu Germania, Rusia, Belarus, programul Centrului Științifico-Tehnologic din Ucraina, cât și prin programele naționale. În anul curent a demarat **Programul de Stat Nanotehnologii și Nanomateriale** cuprinzând 11 proiecte, la realizarea cărora contribuie cercetători de la Institutul de Inginerie Electronică și Tehnologii Industriale, Institutul de Fizică Aplicată, Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea Tehnică a Moldovei, Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, InformInstrument S.A. și Institutul de Cercetări ELIRI. În cadrul programului de stat menționat activează 3 clustere cu scopuri bine determinate și axate spre elaborări de (1) tehnologii de obținere a straturilor subțiri și păturilor multistrat pentru aplicații în construcția de mașini, micro- și optoelectronică; (2) materiale nanocompozite, inclusiv ordonate, pentru aplicații optoelectronice și fotonice și (3) materiale pentru conversia energiei. Obiectivele programului de stat presupun consolidarea potențialului uman în domeniile respective, crearea unei infrastructuri tehnologice moderne de utilizare colectivă și atingerea unei mase critice de capacități ce ar permite participarea cu succes în proiecte nanotehnologice de nivel european promovate în cadrul Programului PC 7.

O contribuție importantă savanții moldoveni o au la dezvoltarea tehnologiilor electrochimice și

fotoelectrochimice pentru elaborări de membrane semiconductoare nanoporate, învelișuri metalice de protecție, materiale nanocompozite cu diverse aplicații. Pe lângă nanostructurarea ordonată și quasi-ordonată a compușilor semiconductori III-V și II-VI, recent s-a reușit o nanostructurare foarte eficientă a membranelor din TiO_2 ce deschide posibilitatea elaborării elementelor fotonice pe principii noi, propuse în urma investigațiilor teoretice. După cum se vede din *figura 1*, membrana constă din quasi-nanocilindri cu diametrul nanocanalului de cca 50 nm, care poate fi utilizat pentru depunerea metalelor, polimerilor etc., adică pentru formarea unor materiale nanocompozite cu proprietăți noi. De notat că aceste membrane nanoporate din TiO_2 sunt foarte promițătoare și pentru aplicații bazate pe intensificarea împrăștierii Raman, induse de suprafață.

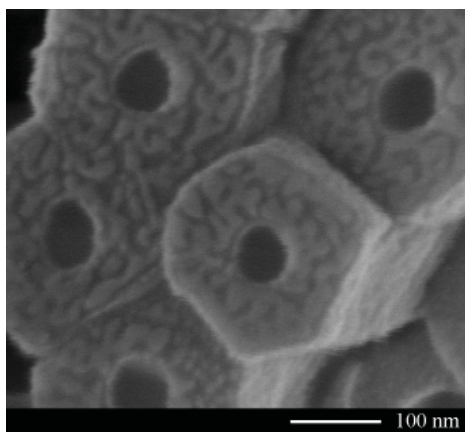


Figura 1. Membrană din TiO_2 nanostructurat.
Autori: Mihai Enache et al., Centrul Național de Studiu și Testare a Materialelor, UTM

Utilizarea nanotemplatelor permite formarea rețelelor ordonate de nanofire și nanotuburi metalice, ceea ce a fost recent demonstrat în cazul nanotuburilor de platină depuse electrochimic în nanomatrici din n-InP (vezi <http://nanotechweb.org/cws/article/tech/34704>).

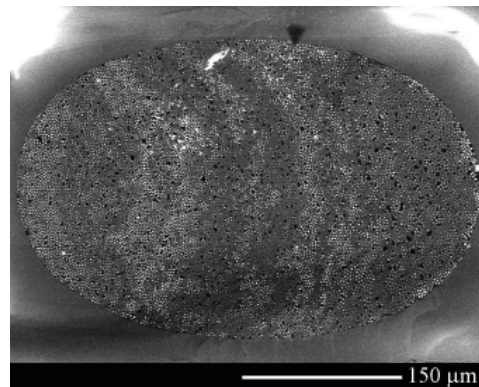
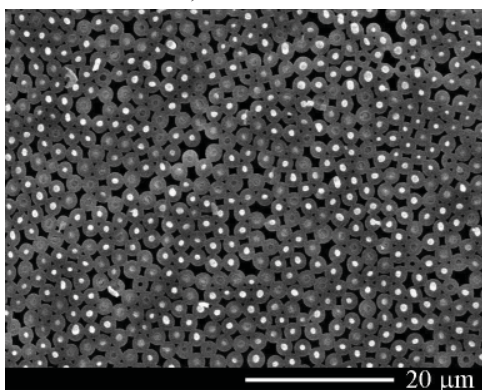


Figura 2. (a) Asamblarea firelor de Bi în rețea vizualizată la microscopul electronic cu baleaj și (b) imaginea micro-cablului în secțiune după procedura de întindere a rețelei la temperaturi ridicate.
Autori: dr. Efim Badinter et al., Institutul ELIRI

O versiune alternativă de formare a rețelelor din nanofire metalice, semimetalice sau semiconductoare este dezvoltată la Institutul de Cercetări Științifice ELIRI. Traseul tehnologic propus constă în obținerea firelor metalice, semimetalice sau semiconductoare în înveliș din sticlă prin metoda Ulitovsky, asamblarea în rețea a zeci și sute de mii de fire cu încălzirea ulterioară și aplicarea procedurii de întindere a rețelei în scopul subțierii firelor până la dimensiuni de zeci de nanometri în diametru. Ca rezultat se obține un micro-cablu ce se aseamnă cu un fir de păr, dar care conține un număr impunător (până la un milion!) de nanofire în înveliș de sticlă. Având în vedere că lungimea micro-cablului poate atinge și jumătate de metru, este evidentă perspectiva deosebită a acestei elaborări tehnologice pentru diverse aplicații practice. Actualmente se studiază posibilitatea obținerii rețelelor de nanofire integrate în panglici pentru aplicații fotonice (micro-lentile, polarizoare, reflectori, elemente de comutare etc.).

Câteva echipe de cercetători de la Institutul de Fizică Aplicată, Institutul de Inginerie Electronică și Tehnologii Industriale și Institutul de Chimie sunt preocupate de elaborarea și studierea punctelor cuantice coloidale de compuși semiconductori pentru aplicații în sistemele de conversie a energiei. S-a demonstrat că nanoparticulele sintetizate chimic au o structură cristalină cu lărgimea benzii interzise determinate de dimensiunile geometrice. Atât dimensiunile, cât și forma nanoparticulelor depind în mare măsură de temperatura de obținere. În anumite condiții are loc un proces de autoasamblare a nanoparticulelor în arhitecturi mozaic, vezi *figura 3*.

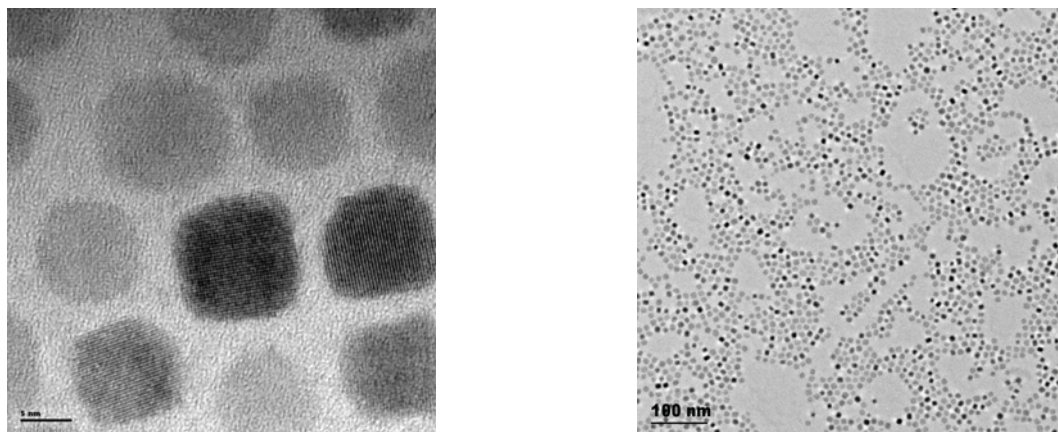


Figura 3. Autoasamblarea nanoparticulelor de PbTe vizualizată cu ajutorul microscopului electronic cu transmisie. Autori: dr. Andrei Nicorici et al., IETI

Printre elementele de dispozitiv în baza obiectelor de dimensiuni reduse merită de menționat micro-laserele elaborate cu utilizarea unei singure nano-coloane sau a unui tetrapod individual (*figura 4*), selectate din ansambluri de nanostructuri de ZnO crescute prin epitaxie din fază de vapori la Institutul de Inginerie Electronică și Tehnologii Industriale. Rezultatele obținute au fost utilizate pentru studierea dispersiei spectrale a indicelui de refracție în funcție de temperatură, lucrare realizată în comun de colaboratorii Institutului de Fizică Aplicată și Institutului de Inginerie Electronică și Tehnologii Industriale. Actualmente, în baza nanofirelor individuale de ZnO sunt în curs de elaborare senzori selectivi de gaze cu performanțe superioare în comparație cu senzorii existenți pe piață.

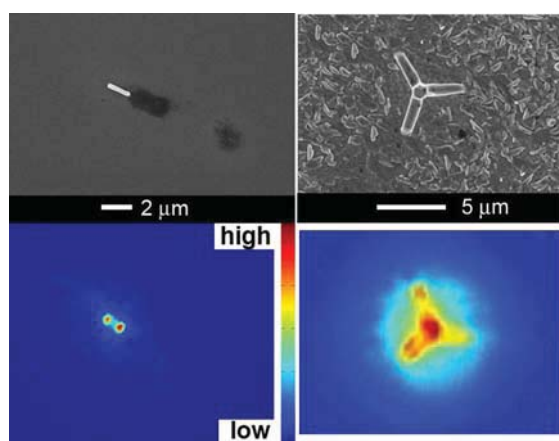


Figura 4. Imaginile nanostructurilor de ZnO vizualizate cu ajutorul microscopului electronic cu baleaj (sus) și imaginile fixate de CCD-camera ale structurilor respective în condiții de realizare a efectului laser (jos). Autori: dr. hab. V. Ursaki et al., IFA, IETI

O gamă largă de explorări experimentale este îndreptată spre elaborări de catalizatori performanți, materiale multistratificate anticorozive obținute prin metode electrochimice, nanomateriale rezistente la radiație, materiale metalorganice absorbante nanoporoase, materiale nanocompozite organice-anorganice pentru dispozitive luminescente și structuri difracționale, nanocompoziții polimerici noi cu o stabilitate termodinamică avansată, nanostructuri multistrat semiconductoare pentru conversia și stocarea energiei etc. De o importanță majoră sunt elaborările de nanofire/nanotuburi și rețele de nanofire/nanotuburi din materiale magnetice și termoelectrice. Explorări fundamentale de înalt nivel științific sunt realizate în domeniul supraconductibilității.

În perspectiva apropiată eforturile comunității științifice din domeniile adiacente nanotehnologiilor urmează a fi axate pe dezvoltarea în continuare a cercetărilor fundamentale și aplicative, atragerea tinerelor talente în cercetare, inițierea unor proiecte cu impact național și european, inclusiv la intersecția mai multor domenii, implementarea prin transfer tehnologic a rezultatelor deja obținute. Este de o importanță vitală crearea unei camere albe (*clean room*) și dotarea laboratoarelor tehnologice cu utilaj modern. Fondarea parcului științifico-tehnologic MicroNanoTeh vine să întărească platforma nanotehnologică a țării noastre, dar succesul va veni numai prin consolidarea eforturilor întregii comunități, prin identificarea corectă a priorităților, prin promovarea exclusivă a excelenței și integrarea pas cu pas în spațiul european de cercetare. Este o chemare a timpului ca domeniile nanotehnologice să fie cele mai dinamice, cele mai rezultative, și în perspectivă cu cel mai pronunțat impact asupra dezvoltării științei și economiei în ansamblu.