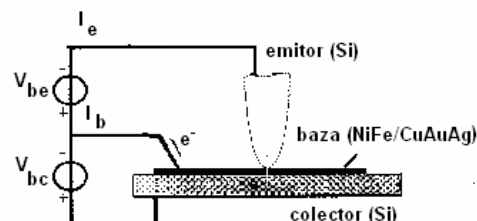


## Rezumat

Proiectul RTN-NANOEL, *Romanian Technological Network for integration in the European Platform for NANOElectronics (ENIAC)*, a finanțat o rețea tehnologică de 10 parteneri (universități și institute de cercetare, unele implicate în PC6) care colaborează în cercetare, furnizează servicii științifice și tehnologice, instruire, diseminare și transfer de tehnologie, în conformitate cu agenda strategică a cercetării în Platforma Tehnologică Europeană (PTE) ENIAC (noiembrie 2005). Activitățile CD s-au desfășurat în primul rând în domeniile **componente de RF** (radiofrecvență) și respectiv **microfluidică** (menționate explicit în "agenda ENIAC"), în care există deja experiența cooperării cu firme străine (în proiecte europene). Alte activități de cercetare au acoperit domeniile: noi **nanodispozitive** electronice, noi **materiale** și **procese** tehnologice, noi **arhitecturi** ale sistemelor electronice. Rețeaua asigură și furnizarea de servicii tehnologice, atât **experimentale** (nanostructurare și nanolitografie) cât și de **proiectare și simulare asistată de calculator**, domeniu în care IMT și UPB dispun de experiența și facilitățile asigurate de colaborarea în sistemul european de servicii pentru microelectronica și microsisteme. Rețeaua asigură accesul comun la o cameră albă clasa 1000, cu numeroase echipamente noi (inclusiv de nanolitografie), la pachete de software de simulare proiectare la cel mai ridicat nivel pe plan mondial. Serviciile noi sunt oferite de consorțiu și prin infrastructurile de inovare și transfer tehnologic gestionate de către IMT și UPB, inclusiv centrul romano-german de micro- și nanotehnologii (IMT, GTZ). Rețeaua asigură diseminarea informației, instruirea și facilitarea parteneriatelor, în principal pe direcția participării la PC7 și la PTE ENIAC.

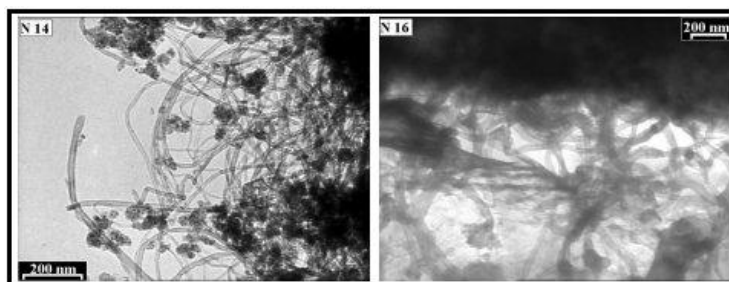
Proiectul a cuprins 8 pachete de activități. Aceasta și-a îndeplinit rolul de a sprijini și determina integrarea comunității științifice românești în Platforma europeană de Nanoelectronică. Primul grup de cercetări (PA1) a acoperit domeniul Noi materiale și structuri nanometrice pentru circuite integrate nanoelectronice. Direcțiile de cercetare au fost:

► **Nanodispozitive magnetice.** S-au studiat proprietățile de transport ale multistraturilor magnetorezistive pentru realizarea tranzistorilor cu valvă de spin, senzori magnetorezistivi bazati pe multistraturi nanostructurate cu magnetorezistență gigantică –GMR. S-au raportat rezultate experimentale originale atât privind realizarea bazei metalice (GMR) a tranzistorului cu valvă de spin, cât și privind realizarea emitorilor ca vârfuri nanometrice cu emisie în câmp. Cercetarea a stat la baza unui proiect FP7, în care IMT este partener.



Structura tranzistorului cu valvă de spin propusă

► **Nanotuburi de carbon obținute prin metoda LCVD** (Laser assisted Chemical Vapor Deposition) **Nanotuburile de carbon** sunt folosite și pentru realizarea **nanodispozitivelor electronice**. S-a folosit metoda LCVD pentru sinteza nanotuburilor, utilizând laserul cu CO<sub>2</sub> ( $\lambda = 10.6 \mu\text{m}$ ) în procese de iradiere controlată simultană a unui amestec de gaze reactant în flux continuu și a unui substrat care se găsește în imediată vecinătate a fluxului gazos. **Nanotuburile carbonice** cresc pe suprafața substratului pe care în prealabil au fost depuse particule nanometrice de metal (Fe încapsulat în carbon).



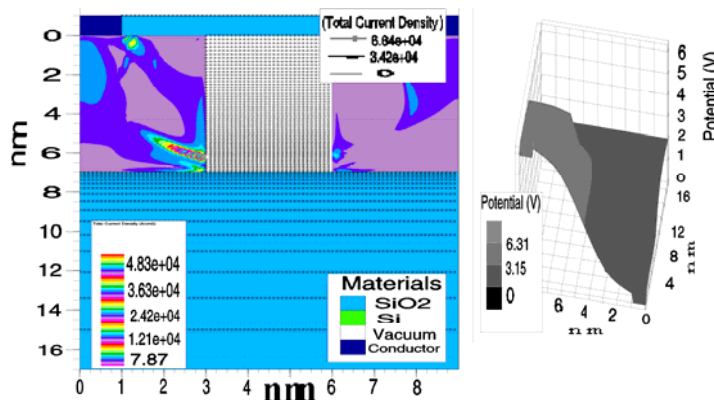
Imagini TEM de joasă rezoluție pentru probe obținute la două fluxuri de etilena (N14 – 7sccm și N16 – 15sccm), prezentând regiuni cu CNT-uri dese și încalcite.

► **Noi materiale pentru realizarea dispozitivelor microelectronice de putere. Carbura de siliciu si diamantul.**

Mai exact, materiale semiconductoare, care permit dezvoltarea de dispozitive pentru temperaturi inalte, frecvente mari si puteri mari, dar si functionarea in medii neprielnice cum ar fi mediile puternic corozive sau campurile de radiatii intense (in sisteme nucleare). S-au efectuat studii, simulari, s-au experimentat structuri test de diode pe SiC si diamant. Structurile au continut o masca de dimensiuni nanometrice pentru realizarea contactelor punctiforme (Schottky) realizata cu echipamentul de nanolitografie.

► **Simularea pe calculator a fenomenelor de transport in nonotranzistoare.** S-a modelat si simulat o structura de **nanotranzistor SOI cu cavitate** S-au realizat simulari ale unor serii de nanotranzistoare SOI, care in final tind catre structura de tranzistor *Nothing On Insulator* (NOI). Studiile au urmarit analiza fenomenelor de conductie electrica prin structurile SOI nanometrice. S-a realizat modelarea analitica a curentilor prin cele doua tipuri de nanotranzistoare si s-au completat si generalizat modelele caracteristicilor statice pentru nanostranzistoare (modelul curentului tunel printr-o bariera de potential oarecare).

(a) Liniiile de curent și (b) distribuția de potențial, prin nanotranzistorul SOI polarizat la  $V_S=0V$ ,  $V_D=6,5V$ ,  $V_G=2V$ .

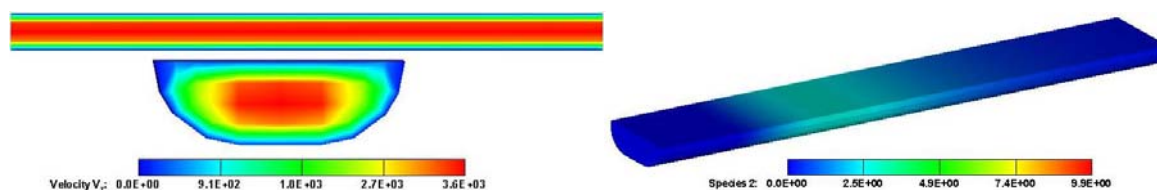


► **Noi arhitecturi de sisteme realizate in tehnologie nanoelectronica**

S-au dezvoltat metode de proiectare orientate pe aplicatii pentru sisteme ce includ interfete senzoriale si elemente de calcul paralele, ierarhice si distribuite cu grad mare de auto-organizare si raspuns in timp real la variatia stimulilor exteriori.

► **Microfluidica** – au fost abodate trei proiecte pilot :

a) **Elemente de micro si nanofluidica pentru microprocesare chimica si biologica.** S-a umarit proiectarea si simularea de componente pentru manipularea unor cantitati foarte reduse de fluid - nanolitri, cu aplicatii in microsisteme pentru microprocesarea chimica si biologica, microanaliza si microinstrumentatie, investigare biomedicala, cercetari farmaceutice. S-au efectuat simulari pentru comportarea fizica a elementelor de actionare, utilizand programul COVENTOR (simulari mecanice, termice, electrostatice, piezoelectrice, fenomene cuplate) si pentru curgerea fluidelor in microcomponente.

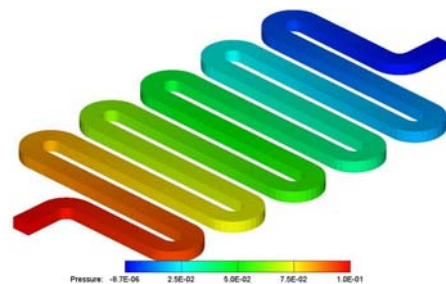


a) Canal pe Si. Distributia de viteze pentru  $\Delta P=10Pa$

b) Distributia concentratiei (micromoli / l) de brom pentru microcanale corodate izotrop, dupa 5 secunde de la aplicarea diferentei de potential

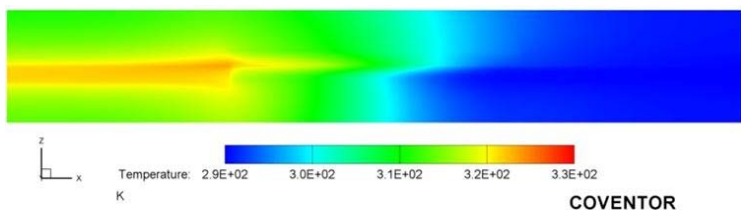
**b) Proiectarea si simularea circuitelor fluidice cu aplicatii in sisteme inteligente care permit configurarea fluxurilor fluidice si termice.** S-a abordat problematica modelarii si simularii curgerii fluidelor si a transferului termic in sistemele de microcanale, folosind metode si algoritmi specifici de control al dinamicii fluidelor. Curgerea fluidelor a fost controlata prin intermediul fenomenelor electro-cinetice de interfata si volum, induse de o retea de micro-electrozi. S-a proiectat si realizat o structura test. Au fost utilizate pachete software dedicate aflate in dotarea consorțiului – COVENTOR2007

*Distributia de presiune in canal (MPa)*



**c) Conceperea unei configuratii de tip MEMS realizata pe baza unei structura SOI, cu canale difuzor/confuzor/ Simulare de elemente de micro si nanofluidica**

S-a proiectat o structura de tip MEMS cuplata cu o structura de tip SOI si canale difuzor/confuzor (Proiectarea mecanica a structurii de difuzor/confuzor; structura de micropompa actiata electric si cu sistem difuzor/confuzor pentru alimentare). S-au efectuat simulari mecanice cu COVENTOR pentru diverse stresuri mecanice si simulari pentru microcanale cu pereti elastici si cu pereti rigizi si pe materiale plastice cu proprietati elastice si simulari pentru curgerea microfluidelor prin microcanale.



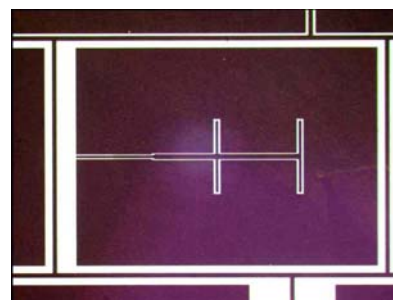
*Distributia de temperatura in sistem la echilibru termic  
Vedere in sectiune verticala de-a lungul canalelor. Canalul de intrare este in partea dreapta.*

● **Componente pentru comunicarea in radiofrecventa utilizand nanotehnologii**

S-au realizat demonstratoare de antene si filtre pentru 77 GHz (radare anticolidiune). Proiectarea, procesarea experimentală si caracterizare unor antene de tip “folded slot” si filtre cu linii cuplate pe membrana subtire de SiO<sub>2</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> sau/si de GaAs pentru 77GHz a fost realizata de catre partenerul P1 in colaborare cu P2. Antenele au fost modelate, simulate si proiectate utilizand pachetul de programe Zeland IE3D existent in IMT cu licenta “full power pack”.

Tehnologia a fost realizata in cooperare cu FORTH Heraklion utilizand tehnici de epitaxie cu fascicul molecular (MBE) si corodare controlata pentru realizarea membranelor de GaAs. Diseminarea imediata, pe scara larga a rezultatelor modelarilor/simularilor cat si cele legate de experiment, au contribuit la succesul integrării partenerilor in consorții europene pentru proiecte FP7 (2 proiecte).

*Vedere de sus a structurii de antena pentru 77 GHz suspendata pe membrana*



Rezultatele masurabile propuse au fost atinse si acestea sunt numarul de lucrari stiintifice, demonstratoare, facilitati tehnologice si de caracterizare puse la dispozitie de parteneri, numarul de experimente facute in comun utilizand aceste facilitati, servicii tehnice puse la dispozitie de partenerii din consorțiu pentru terti, numarul de servicii puse la dispozitie in comun, numarul de activitati asigurate (lucrari executate), numarul de cursuri si de cursanti, numarul parteneri asociati, numarul de materiale de prezentare difuzate pe diverse canale de diseminare, numarul de participari la propuneri in PC7, numarul de participari la grupurile de lucru ale PTE Nanoelectronica.

Site-ul proiectului, [www.minatech.ro/nanoel/](http://www.minatech.ro/nanoel/), poate oferi o imagine mai ampla a proiectului si a rezultatelor acestuia.