

Intrare/Ieșire
nr. 1235 din data 20.11.2020

INTRAT/IEȘIT NR. 58727
ZIUA 16 LUNA 11 ANUL 2020

Program comun de CDI, corelat cu planul de dezvoltare instituțională al fiecărui partener

Proiect PCCDI75/2018 – Paradigme tehnologice în sinteza și caracterizarea structurilor cu dimensionalitate variabilă

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE
PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA
INTRARE Nr. 2576
IEȘIRE
Ziua 25. Luna 11 Anul 2020

Parteneri:

IMT București
24 NOV. 2020
IN/OUT 598

INTRARE / IEȘIRE
MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE ȘI DEZVOLTARE
PENTRU FIZICA MATERIALELOR BUCUREȘTI RA
Nr. 11-535 din 11.11.2020

CO: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor Măgurele (INCDFM), în calitate de Instituție Coordonatoare (CO)

P1: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice Râmnicu Vâlcea (ICSI)

P2: Universitatea de Vest Timișoara (UVT)

P3: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Microtehnologie Voluntari (IMT)

P4: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Tehnică Iași (IFT)

1. Aspecte generale

Proiectul, a cărui finalizare este prevăzută peste 6 luni, și-a îndeplinit principalele obiective strategice, constând în:

- crearea a 18 noi locuri de muncă (tineri cercetători și asistenți de cercetare);
- peste 20 de articole în reviste cotate ISI;
- peste 40 de participări la conferințe internaționale (în ciuda restricțiilor datorate pandemiei de Covid-19);
- 5 cereri de brevete de invenție depuse până în prezent;
- prezentul Program comun de CDI.

În continuare, se vor prezenta principalele direcții / teme de cercetare cristalizate pe parcursul derulării Proiectului, cu relaționarea acestora în Planurile de dezvoltare instituționale ale fiecărui partener.

2. Dezvoltări tehnologice, în prelucrarea și analiza datelor

Echipamentele pentru producerea vidului ultra-înalt, incluzând dispozitivele de transmitere a mișcărilor din exterior sau alte dispozitive care operează în aceste condiții devin din ce în ce mai scumpe. Este vorba, în general, despre dispozitive cu foarte mare valoare adăugată: dacă se evaluează costul cumulativ al componentelor și se compară cu costul final al dispozitivului, rezultă de multe ori un factor care variază între 3 și 10. Dacă se ia în considerare și manopera necesară asamblării, precum și costurile legate de proiectare, testare și promovare pe piață (costuri care trebuie, de regulă, împărțite la numărul de dispozitive comercializate), rezultă totuși rentabilități cuprinse între 100 - 300 %. Un exemplu simplu este constituit de dispozitivele care implică bombardament electronic pentru evaporare, tratamente termice, hidrogenare. În cadrul Proiectului a fost dezvoltat un evaporator cu bombardament electronic pentru sinteza straturilor grafenice, precum și un dispozitiv pentru producerea de hidrogen atomic constând într-un tub de wolfram încălzit prin bombardament electronic prin care este admis hidrogen molecular. Asemenea dispozitive trebuie dezvoltate în continuare în regim de microproducție. În același timp, trebuie depuse eforturi susținute pentru dezvoltarea compartimentelor de valorificare a aplicațiilor și de transfer tehnologic din cadrul fiecărei instituții. În afara colaborării cu rezultate verificabile dintre echipele care au participat la

Proiect, vor trebui antamate colaborări între departamentele de valorificare și transfer tehnologic din toate cele 5 instituții participante. Acest lucru se va realiza prin acțiuni de brokeraj științific și tehnologic, precum și printr-o distribuire judicioasă a sarcinilor din acest domeniu, coroborat cu asistență de la consultanți externi în aceste domenii. În concluzie, în ceea ce privește dezvoltarea de noi dispozitive, instituțiile participante se angajează să colaboreze în continuare pe următoarele aspecte:

- a) identificarea cererii de pe piață coroborată cu abilitatea departamentelor tehnice de a oferi soluții constructive;
- b) colaborare în domeniul proiectării, realizării de prototipuri și testării;
- c) colaborare și gestionarea sarcinilor în domeniul popularizării și acțiunilor de publicitate;
- d) gestiunea proprietății intelectuale.

Printre dispozitivele emergente care urmează a fi dezvoltate, menționăm:

- evaporatoare de diferite tipuri;
- celule de cracare moleculară (producere de hidrogen, oxigen sau azot atomic);
- dispozitive de încălzire radiantă a probelor în ultravid, din exterior;
- manipolatoare de probe cu posibilități de încălzire și răcire la temperaturi extreme (cca. 4 K – 2000 K);
- dispozitive pentru magnetometrie *in situ*;
- dispozitive pentru măsurători electrice *in situ*;
- elemente de pompare (pompare uscată, pompare criogenică);
- spectrometrie de masă și de sarcină, separate, pentru nanoparticule și aerosoli;
- dispozitive de analiză de neinvazivă a hărților de polarizare feroelectrică;
- dispozitive de transmitere a mișcărilor de translație / rotație spre ultravid;
- spectroscopie Raman / IR / UV-Vis. *in situ*;
- spectroscopie inversă de fotoelectroni.

În ceea ce privește dezvoltarea modelelor de analiză, pachete software etc., se întrevăd următoarele direcții de dezvoltare:

- a) continuarea dezvoltării metodelor de analiză în spectroscopia și microscopia de fotoelectroni, incluzând:
 - posibilitatea de a se “genera” spectre de calitate similară acelor obținute cu radiație X monocromatizată pornindu-se de la radiația X nemonocromatizată, ceea ce conduce la o economie de cca. 150 mii Euro (prețul monocromatorului de raze X) și la un câștig de 2–3 ordine de mărime în intensitate, conducând la scutirea analizelor cu același factor. Se poate prevedea cum prin folosirea software-ului dezvoltat în INCDFM se pot obține rezultate cu o eficiență de 10 ori mai ridicată folosindu-se o instalație cu 30–40 % mai ieftină;
 - continuarea dezvoltării de profile asimetrice pentru a lua în calcul procesele de relaxare post-fotoemisie; rezultatul lansării în comunitatea științifică a unor astfel de profile de analiză este inestimabil, atât prin faptul că permit analiza mai judicioasă a spectrelor, cât și prin faptul că permit deducerea de noi caracteristici ale materialelor (de exemplu, timpul de relaxare al purtătorilor de sarcină) prin spectroscopia de fotoelectroni;
 - continuarea activităților de analiză de tipul “big data” pentru hiper-cuburile de spectromicroscopie cu rezoluție unghiulară.
- b) continuarea simulărilor privind metoda legăturilor puternice (tight binding) ca alternativă la programele de tip DFT. De multe ori, codurile “standard” de tip DFT depind de prea mulți parametri și pur și simplu nu reproduc datele experimentale. Revenirea la metoda consacrată de “tight binding” poate fi alternativa viabilă pentru a extrage mai ușor parametri utili din comparația dintre calcule și datele experimentale.
- c) implementarea simulărilor privind dinamica electronilor și ionilor, pentru a prevedea performanțele unora din dispozitivele menționate anterior.

d) continuarea activităților de modelare a proceselor de creștere a cristalelor, introducându-se și fenomene de interfață, segregări, acumulări, nemogenități.

Aceste dezvoltări instrumentale și/sau de programe de analiză sau simulare se coroborează cu direcțiile de dezvoltare specificate în Planurile de dezvoltare instituțională, astfel:

INCDFM Măgurele

“Direcții strategice: [...]

5. Dezvoltarea metodelor de caracterizare în domeniul materialelor

a. Caracterizări avansate cu rezoluție atomică prin microscopie electronică, microscopie de baleiaj cu efect tunel, microscopie de forță atomică

b. Caracterizare la nivel nanoscopic a diferitelor proprietăți de material: hărți de polarizare feroelectrică, magnetizare, lucru de extracție

c. Noi metode de prelucrarea datelor experimentale, simulări și fitări de spectre, figuri de difracție etc.

d. Noi algoritmi de prelucrare de date extinse („big data”) sau de exploatare a acestor date („data mining”) precum și de învățare automată din date („machine learning”).

6. Dezvoltarea de modele funcționale și prototipuri pentru aplicații având la bază materialele preparate și studiate în institut, metodele de sinteză și caracterizare

a. dezvoltarea de prototipuri de structuri având la bază materialele studiate în institut

b. dezvoltarea de stații pilot pentru sinteză de materiale, acoperiri, straturi subțiri și pentru diverse tratamente ale acestora

c. dezvoltarea de noi dispozitive de caracterizare complexă și/sau funcțională

d. dezvoltarea de echipamente pentru screeningul materialelor cu randament ridicat (“high-throughput”) pentru descoperirea de noi tipuri de materiale cu funcționalitatea dorită.”

“Lab. 30, Grup Suprafețe și Interfețe [...]

(a1) Chimia, cataliza și fotocataliza la suprafețele materialelor cu ordonare feroelectrică, intrinseci sau cuplate cu nanoparticule de metale nobile. [...]

(a3) Structuri de tip „memristor” folosind proprietățile histeretice de conducție a canalelor cuasi-bidimensionale (grafenă, în principal) pe suporturi feroelectrice.

(a4) Propunerea de mecanisme pentru modelarea și caracterizarea nanoscopică cu rezoluție temporală a feroelectricității. [...]

(b7) Sisteme de caracterizare completă în funcție de masă și sarcină a aerosolilor. [...]

(b10) Vizualizarea în timp real a atașamentelor moleculare pe suprafețe feroelectrice prezentând structură de domenii, precum și a reacțiilor de suprafață, folosindu-se microscopia de electroni lenți și de fotoelectroni LEEM–PEEM cu rezoluție nanometrică și spectro-microscopie de fotoelectroni. [...]

(b12) Validarea metodei de spectroscopie de electroni Auger indusă de anihilarea pozitronilor pentru caracterizarea suprafețelor feroelectrice și deducerea potențialului de suprafață.”

ICSI Râmnicu Vâlcea

“Obiective specifice:

- Continuarea dezvoltării domeniilor de tradiție ale institutului (tehnologii izotopice, procese criogenice) domenii ce s-au constituit ca piloni de excelență în susținerea programului nuclear național (fisiune și fuziune); impulsționarea ariilor adiacente acestora și maximizarea potențialului de creștere al aplicațiilor izotopilor;

- Dezvoltarea și implementarea de noi tehnologii pentru producerea și utilizarea hidrogenului ca “vector de energie”, alături de tehnologiile corespunzătoare stocării energiei;

- Creșterea capacității de dezvoltare a soluțiilor, conceptelor, echipamentelor, metodelor și standurilor de investigări de materiale în domeniul temperaturilor joase și criogenice, precum și a tehnologiilor criogenice asociate instalațiilor de separarea a deuteriului și tritiului;
- Dezvoltarea a două centre de cercetare de excelență, respectiv:
 - Centru de cercetare de excelență în domeniul refrigerării și criogeniei;
 - Centru de cercetare de excelență pentru tehnologiile hidrogenului;

„Cercetări în domeniul criogeniei, materialelor și echipamentelor asociate

- Dezvoltarea de soluții, concepte, proiecte și prototipuri în domeniul temperaturilor joase și criogenice, inclusiv prin atragerea și pregătirea resursei umane existente și viitoare;
- Dezvoltarea metodelor existente de investigări de materiale; dezvoltarea direcției de tratamente termice la temperaturi joase și criogenice; studiul materialelor necesare în echipamentele criogenice și spațiu;
- Crearea unui *Laborator (Centru) de cercetare de excelență în domeniul refrigerării și criogeniei* utilizând și dezvoltând aplicațiile interdisciplinare bazate pe criogeneratoarele de azot, hidrogen și heliu lichid.”

UV Timișoara

“Organizarea cercetării - direcții specifice

- Crearea de spații noi de cercetare și amenajarea celor existente; elaborarea de proiecte pentru crearea de laboratoare, ateliere și studiouri cu echipamente de specialitate de top; Stimularea activității de cercetare științifică și creație universitară (premii individuale; premii de echipă etc);
- Încurajarea creării de spin-off-uri și start-up-uri;
- Realizarea unor evenimente destinate publicului larg și mass media (seminarii / info days / conferințe de presă) pentru promovarea rezultatelor cercetării și creației universitare;
- Valorificarea competențelor specifice ale cadrelor didactice prin continuarea exploatării domeniilor tradiționale, dar și a domeniilor noi, în care pot fi obținute performanțe științifice;
- Canalizarea propunerilor spre arii care să combine latura teoretică cu cea practică dat fiind faptul că un criteriu important de eligibilitate a proiectelor de orice tip în ultimii ani este capacitatea de a demonstra existența sau crearea unui byproduct, aplicabilitatea imediată, beneficiul în mediul social, educațional.”

IMT Voluntari

„Direcțiile și subdirecțiile de cercetare-dezvoltare-inovare, actuale și de perspectiva pentru intervalul 2020-2024 [...]

1.2. Micro/nanosisteme electro-mecanice - MEMS/NEMS: microsenzori mecanici (de vibrație, torsiune), senzori de temperatura, presiune, umiditate, care utilizează fenomene electromecanice (unde acustice de suprafață), senzori chimici (pentru gaze inflamabile, toxice, explozibile), sisteme tip “nas electronic”, sisteme de detecție a pesticidelor, microtraductori, sisteme micro- și nanofluidice, microactuatori; [...]

3.1. Nanotehnologii “bottom-up” - procese de sinteza chimica, creștere din precursori gazoși, funcționalizare, autoasamblare/asamblare “layer by layer” pentru obținerea de structuri multistrat hibride, depuneri “dip pen”, EBID; [...]

3.3. Creșteri controlate de straturi subțiri (epitaxie MBE, depuneri ALD, etc.);

3.4. Noi tehnici de fabricație pentru componente și microsisteme pe baza de materiale semiconductoare, dielectrice, carbonice, polimerice, ceramice, piezoelectrice;

3.5. Tehnologii de creștere și nanostructurare a materialelor pe baza de carbon (grafena, nanotuburi, carbura de siliciu, diamant nanocristalin);”

“C. Servicii / Microproducție

[...]

(d) instalații pentru caracterizarea magnetică și electrică a materialelor magnetice amorfe și nanocristaline - proiectare, realizare, editare instrucțiuni de operare.”

3. Sisteme cu dimensionalitate variabilă

În ceea ce privește aceste sisteme, care se regăsesc într-o arie largă a tematicilor propuse de instituțiile participante la proiect în planurile lor de dezvoltare, am considerat mai util să efectuăm o analiză a acestor planuri de dezvoltare și să reliefăm legătura cu tematicile propuse de Proiect.

INCDFM Măgurele

“Direcții strategice de dezvoltare și cercetare

1. Cercetări la frontieră în domeniul materialelor funcționale avansate pentru aplicații cu valoare adăugată mare

- a. Materiale și heterostructuri cu aplicabilitate în electronică și optoelectronică
- b. Materiale și heterostructuri pentru energie
- c. Materiale și heterostructuri pentru senzori
- d. Materiale funcționale în condiții extreme
- e. Efecte ale simetriei și dimensionalității asupra funcționalității materialelor”

Această primă direcție de cercetare implică în mod automat folosirea dimensionalităților variabile, în special de câte ori apare termenul “heterostructuri” care implică fenomene de suprafață și interfață. De asemenea, structurile de tip nanodot-uri cuantice vor fi extrem de explorate pentru aplicațiile în electronică, optoelectronică, senzorială sau în domeniul conversiei fotovoltaice. De notat în special faptul că punctul (e) este în mod direct corelat cu acest proiect PCCDI și, de fapt, a fost introdus în planul de dezvoltare al INCDFM exact pentru a sublinia corelarea cu acest Proiect. Materialele funcționale în condiții extreme se bazează pe sinteza de noi structuri cristaline, în corelație cu Proiectul component 5.

“2. Cercetări multidisciplinare privind dezvoltarea de materiale și metode cu aplicabilitate în zona eco, bio și medicală

- a. Structuri pentru bio-senzori și diagnostic medical
- b. Acoperiri biocompatibile
- c. Materiale și structuri pentru aplicații în combaterea riscurilor climatice și a poluării
- d. Soluții inovative pentru reducerea amprentei de carbon
- e. Materiale pentru hipertermie termică și dirijare controlată a medicamentelor.”

Această direcție de cercetare folosește materiale 2D și 1D atunci când vorbim de acoperiri și de proprietățile acestora; de asemenea, bio-senzorii pe bază de nanofire sunt extrem de studiați în momentul de față. De asemenea, se lucrează în domeniul “bandajelor inteligente” formate pornindu-se de la nanofire obținute prin electrofilare. Materialele fotocatalitice, de asemenea, se bazează pe procese chimice de suprafață (2D), intens studiate și în proiectul PCCDI. Materialele pentru hipertermie termică și dirijare controlată a medicamentelor se bazează pe nanoparticule (structuri 0D, magnetism în sisteme cu dimensionalitate variabilă).

- “3. Dezvoltarea de materiale, heterostructuri și compozite pentru sectoare de nișă ale economiei
- a. Materiale hard pentru energetică nucleară
 - b. Materiale pentru bariere termice
 - c. Materiale și compozite pentru printing 3D și robocasting
 - d. Soluții alternative pentru materiale care includ materii prime sensibile geostrategic”

Materialele pentru sectoare de nișă ale economiei exploatează în primul rând dimensionalitatea variabilă a sistemelor, constând în materiale nanostructurate și/sau hibride. Soluțiile alternative pentru materiale prime sensibile geostrategic se referă în principal la catalizatori (soluții pentru înlocuirea Pt sau Pd) sau la magneți permanenți (evitarea pământurilor rare). Aceste lucruri se pot realiza folosindu-se în cazul catalizatorilor structuri hibride 0D/2D (nanoparticule asociate cu straturi grafenice, de exemplu), iar în cazul materialelor magnetice prin exploatarea magnetismului de suprafață și interfață, unde de multe ori momentele magnetice ale metalelor de tranziție sunt mai importante decât în volum.

- “4. Modelare și simulare în domeniul fizicii stării condensate și al materialelor funcționale

- a. dezvoltări conceptuale / fundamentale în teoria materiei condensate
- b. modelare computațională și design de materiale și heterostructuri.”

Și aici dimensionalitatea sistemelor este esențială. De reținut și faptul că grupul de Teorie face parte din Laboratorul de Materie Structurată la Nanoscală și principalele lor preocupări sunt în domeniul sistemelor 0D (nanodot-uri), 1D sau 2D.

Nu mai detaliem faptul că, dacă o mare parte din direcțiile strategice ale INCDFM se regăsesc în acest Program comun de CDI, și direcțiile specifice pentru toate departamentele se regăsesc, de asemenea.

ICSI Râmnicu Vâlcea

- “2. Tehnologii de separare izotopică prin activități CDI de susținere a Programului Național Nuclear [...]

● Dezvoltarea studiilor și cercetărilor în domeniul criogeniei, materialelor și echipamentelor asociate - Creșterea siguranței și fiabilității în exploatare a instalațiilor de distilare criogenică pentru separarea tritiului și deuteriului prin: experimentarea, proiectarea și realizarea unui sistem de purificare înaintată a gazului de proces; monitorizarea activă a impurităților din gazul tritiat, a produșilor de reacție, precum și a heliului utilizat în procesul de refrigerare/lichefiere. De asemenea, se va urmări îmbunătățirea eficienței proceselor de distilare prin realizarea de cercetări teoretice și experimentale privind dezvoltarea unor echipamente noi specifice coloanelor și proceselor de distilare criogenică (condensator, fierbător, schimbatoare de căldură). Toate acestea vor conduce la elaborarea de baze de date, studii de risc, sisteme de analiză integrată și proceduri specifice de operare, pentru instalații criogenice.”

Aceste dezvoltări experimentale implică în mod automat studiul proceselor de transfer termic la suprafețe și interfețe, precum și procese de transport în sisteme de dimensionalitate variabilă (1D, structuri tubulare, sau 2D, la suprafețe)

- “3. Tehnologii energetice ale hidrogenului

● Dezvoltarea/producerea pilelor de combustibil tip PEM propune demararea unei linii semi-industriale automatizate pentru producerea pilelor de combustibil tip PEM, dispozitive necesare în realizarea de aplicații/sisteme portabile (generatoare portabile de energie) și staționare (surse de putere pentru situații de urgență/backup, sisteme staționare pentru cogenerare). Implementarea

acestor aplicații va conduce la introducerea tehnologiilor energetice bazate pe hidrogen în „cultura” populației, la scăderea potențialelor reticente și la transferul tehnologic către mediul privat.

- Dezvoltarea de noi materiale pentru pilele de combustibil PEM vizează realizarea de noi electrozi neconvenționali pe bază de materiale grafenice, de noi structuri de ansambluri membrană-electrod (MEA) bazate pe nanomateriale carbonice cu un conținut de Pt diminuat, dar și dezvoltarea și identificarea de membrane cu conductivitate îmbunătățită pentru un domeniu variat de condiții de operare funcție de aplicație. [...]

- Extinderea capacităților existente în energetica hidrogenului prin crearea unei facilități care să permită investigarea fenomenelor de interes de la nivel nano la macro.”

Pilele de combustie sunt adesea sisteme nanostructurate unde procesele de difuzie și activare au loc la suprafețe, interfețe, în nanopori zero-dimensionali sau în canale unidimensionale.

“4. Tehnologii de stocare a energiei

- Stocarea energiei utilizând hidrogenul sau metanul propune implementarea de tehnologii suport în vederea asigurării tranziției energetice și integrarea energiei din surse regenerabile în zone de interes precum comunitățile izolate. Se urmărește dezvoltarea de materiale și electrolizoare PEM, de sisteme de echilibrare generare-consum în rețelele electrice, precum și elaborarea de cercetări exploratorii pentru tehnologia de stocare a energiei pe baza hidrogenului, ca o componentă vitală în contextul penetrării largi a surselor de energie regenerabilă. Se urmărește creșterea acceptabilității hidrogenului, astfel încât să fie considerat un combustibil atât pentru a fi alimentat în rețelele de distribuție a gazului cât și în automobilele hibride.

- Stocarea energiei utilizând bateriile Litiu-Ion pentru aplicații mobile, portabile și staționare propune găsirea de noi variante optimizate de baterii Litiu-Ion, dezvoltarea de noi materiale și arhitecturi pentru electrozi, astfel încât să se atingă performanțele necesare și pragul economic care le face viabile pentru aplicații diverse.”

Și aici, atunci când se vorbește despre arhitecturi, trebuie să se ia în calcul dimensionalitatea sistemului studiat. De asemenea, stocarea hidrogenului, indiferent dacă se produce interstițial, la scară atomică sau la scară nanoscopică, implică studiul rețelor cristaline 3D și/sau a fenomenelor care se produc în materiale poroase sau cu raport ridicat suprafață/volum.

“5. Mediul, calitatea vieții și securitate alimentară

[...]

- Materiale Avansate propun, pe lângă dezvoltarea de strategii inovative pentru recuperarea de resurse prin reciclarea deșeurilor industriale și a reziduurilor de biomasă, cu aplicații în generarea de energie curată și reducerea poluării mediului, și dezvoltarea de materiale avansate structural, cu capacitate selectivă ridicată (sorbenți, catalizatori, membrane, etc).”

Fenomenele de adsorbție și cataliză sunt prin excelență fenomene de suprafață sau interfață.

UV Timișoara

- Valorificarea competențelor specifice ale cadrelor didactice prin continuarea exploatarea domeniilor tradiționale, dar și a domeniilor noi, în care pot fi obținute performanțe științifice;

- Stabilirea unor domenii strategice de cercetare și creație universitară cu potențial de excelență;

- Sprijinirea dezvoltării unor direcții noi de cercetare, în special în domeniul biofizicii și al marilor colaborări internaționale în care țara noastră este angajată (CERN, ELI).

[...]

- Identificarea de teme trans și interdisciplinare, în UVT și în afara UVT și inițierea de proiecte în acest sens;

● Canalizarea propunerilor spre arii care să combine latura teoretică cu cea practică dat fiind faptul că un criteriu important de eligibilitate a proiectelor de orice tip în ultimii ani este capacitatea de a demonstra existența sau crearea unui byproduct, aplicabilitatea imediată, beneficiul în mediul social, educațional.”

O aplicație intens cerută în domeniul laserilor de mare putere constă în sinteza de medii cristaline amplificatoare laser cu grad ridicat de omeogenitate și de dimensiuni importante, ceea ce implică dezvoltări în tehnicile de creștere a cristalelor, aspect pe care s-a concentrat Proiectul component 5 al proiectului PCCDI. Teme trans și interdisciplinare menționate în strategia acestui partener pot fi armonizate cu o mare varietate din temele propuse de ceilalți parteneri. De asemenea, sinergia dintre latura fundamentală și cea practică a studiilor întreprinse a fost una din caracteristicile esențiale ale proiectului PCCDI.

IMT Voluntari

„Direcțiile și subdirecțiile de cercetare-dezvoltare-inovare, actuale și de perspectiva pentru intervalul 2020-2024

1. Micro-nanoelectronica, nanosisteme

1.1. Dispozitive, circuite și subsisteme nanoelectronice cu aplicații în radiofrecvență (microunde, unde milimetrice, sub-milimetrice), în comunicații și în senzori inteligenți - realizate utilizând GaAs, GaN/Si, GaN/SiC, SiC, materiale 2D și alte materiale nanostructurate, micro-nano tehnologii de procesare;

1.2. Micro/nanosisteme electro-mecanice - MEMS/NEMS: microsenzori mecanici (de vibrație, torsiune), senzori de temperatură, presiune, umiditate, care utilizează fenomene electromecanice (unde acustice de suprafață), senzori chimici (pentru gaze inflamabile, toxice, explozibile), sisteme tip "nas electronic", sisteme de detecție a pesticidelor, microtraductori, sisteme micro- și nanofluidice, microactuatori;

1.3. Dispozitive micro-nanoelectronice transparente pe baza de noi materiale (oxizi semiconductori, materiale 2D);

1.4. Componente și sisteme pe substrat flexibil.”

După cum se observă, toată această tematică se circumscrie fenomenelor care apar în sisteme 0D (nanodot-uri) sau 2D (suprafețe, interfețe).

“2. Micro- și nanodispozitive fotonice

2.1. Tehnologii fotonice inovative pentru dispozitive optoelectronice și de conversie fotovoltaică pe bază de heterostructuri semiconductoare, noi nanomateriale și nanostructuri (nanocompozite, puncte cuantice, sisteme de materiale hibride, materiale 2D), suprafețe micro/nanoprelucrate.

2.2. Dispozitive micro și nanofotonice avansate pentru procesarea semnalului optic; structuri plasmonice, metamateriale și metasuprafețe pentru controlul proprietăților optice în diferite regiuni spectrale.

2.3. Componente micro- și nanooptice și circuite fotonice integrate pentru aplicații în bio-fotonica, spațiu și securitate (senzori, sisteme de imagistică, comunicații optice, procesarea informației optice).

2.4. Componente fotonice pentru tehnologii cuantice.”

Din nou apar foarte multe relaționări cu materialele 0D sau 2D.

“3. Nanotehnologii și materiale avansate

3.1. Nanotehnologii "bottom-up" - procese de sinteza chimică, creștere din precursori gazoși, funcționalizare, autoasamblare/asamblare "layer by layer" pentru obținerea de structuri multistrat hibride, depuneri "dip pen", EBID;

- 3.2. Nanotehnologii "top-down" - procese de nanostructurare pe baza de litografie cu fascicul de electroni, nanoimprint lithography, litografie "dip pen";
- 3.3. Creșteri controlate de straturi subțiri (epitaxie MBE, depuneri ALD, etc.);
- 3.4. Noi tehnici de fabricație pentru componente și microsiseme pe baza de materiale semiconductoare, dielectrice, carbonice, polimerice, ceramice, piezoelectrice;
- 3.5. Tehnologii de creștere și nanostructurare a materialelor pe baza de carbon (grafena, nanotuburi, carbura de siliciu, diamant nanocristalin);
- 3.6. Biomateriale pentru sănătate, agricultura, mediu;
- 3.7. Evaluarea riscului toxicologic (pentru sănătate și pentru mediu) a nanomaterialelor și ecnanotehologiilor;
- 3.8. Studii și analize de evaluare a mecanismelor fenomenologice ale materialelor funcționale și de corelare a proprietatilor cu parametrii de proces.”

Aceste teme de cercetare se circumscriu toate studiilor de materiale nanostructurate 2D sau 3D.

“4. Integrarea Tehnologiilor Generice Esențiale pentru dezvoltarea de aplicații în domeniile de Specializare Inteligența

- 4.1. Sisteme inteligente pentru aplicații în securitate, spațiu, agricultură, mediu;
- 4.2. Biosenzori, microsiseme și microtehnologii pentru sănătate - prevenție, monitorizare, diagnostic, tratament;
- 4.3. Microsenzori autonomi pentru rețele de monitorizare ("internet of things"), sisteme pentru orașul inteligent;
- 4.4. Tehnologii și dispozitive pentru generarea și stocarea energiei;
- 4.5. Diverse tehnologii conexe pentru integrare - proiectare/modelare/simulare și caracterizare a dispozitivelor și sistemelor; rapid-prototyping; tehnologii nestandard pentru încapsulare și asamblare.”

Relaționarea cu temele proiectului PCCDI în ceea ce privește senzorică sau aplicații fotovoltaice a fost discutată la partenerul INCDFM.

IFT Iași

“A. Domenii principale de cercetare-dezvoltare:

- 1) Prepararea și caracterizarea fizică, morfologică și structurală a noi tipuri de materiale avansate: (i) materiale nanocompozite/nanostructurate/micro și nanodimensionate sub formă de benzi, micro și nanofire, micro și nanopulberi, inclusiv fluide reometrice, pentru aplicații în inginerie și medicină; (ii) noi tipuri de micro și nanostructuri (nanopillars, micro și nanofire/trasee planare) cu aplicații (bio)medicale; (iii) noi tipuri de materiale avansate integrate pentru stocarea hidrogenului; (iv) noi materiale magnetice moi amorfe, nanocristaline sau nanocompozite; (v) noi tipuri de magneți permanenți.
- 2) Proiectarea și realizarea de noi aplicații multidisciplinare bazate pe noi materiale multifuncționale avansate preparate la INCDFT-IFT Iași: (i) senzori și sisteme de senzori magnetici; (ii) dispozitive pentru spintronică; (iii) senzori/biosenzori pentru aplicații (bio)medicale; (iv) senzori și actuatori pe bază de efecte magnetoelastice; (v) particule magnetice pentru aplicații în hipertermie; (vi) purtători magnetici.
- 3) Dezvoltarea de tehnici noi, dispozitive și echipamente pentru: (i) supraveghere electronică; (ii) aplicații în domeniul frecvențelor înalte (ecrane electromagnetice și metastructuri); (iii) senzori și tehnici pentru control nedistructiv/neinvaziv; (iv) dispozitive neconvenționale de tip "harvesting" de conversie a energiei; etc.

B. Domenii secundare de cercetare-dezvoltare

Cercetări științifice și tehnologice multidisciplinare în domenii conexe magnetismului și materialelor magnetice: (i) medicină (noi tipuri de biosenzori; noi materiale și sisteme pentru hipertermie

magnetică și/sau tehnica purtătorilor magnetici); (ii) energie (noi tipuri de materiale nanostructurate pentru stocarea hidrogenului); (iii) tehnologia informației (rețele de senzori); (iv) agricultură (noi tipuri de argile anionice magnetice); (v) industria auto și securitate (noi tipuri de senzori/sisteme de senzori magnetici).”

Se observă că sistemele propuse de acest partener se încadrează toate în tehnologia materialelor cu dimensionalitate variabilă: 0D (nanoparticule, nanopulberi), 1D (nanofire, trasee), 2D (benzi), 3D (materiale nanostructurate). Sunt valabile aceleași observații ca la partenerii anteriori privind aplicațiile de stocare a hidrogenului, noi materiale magnetice, aplicații în hipertermie, în domeniul sensoristicii sau al conversiei fotovoltaice.

4. Concluzii

Din analiza corelată a Planurilor de Dezvoltare Instituțională se observă că există multe puncte comune, atât între aceste Planuri, cât și între acestea și Programul comun care rezultă în urma acestui proiect PCCDI. Infrastructura de CD din instituțiile partenere este complementară, însă trebuie depuse eforturi în continuare în vederea menținerii acestei infrastructuri la nivel mondial, “state-of-the-art”. De asemenea, trebuie depuse eforturi în vederea corelării nu numai a activităților CDI propriu-zise, ci și a activităților conexe de popularizare, diseminare, valorificare și transfer tehnologic. Cel mai important aspect, însă, este legat de calitatea resursei umane și de stabilizarea ei. Proiectul PCCDI a permis angajarea a 18 tineri cecetători și asistenți de cercetare în instituțiile partenere, iar prin contract aceste posturi vor fi menținute pe o durată de cel puțin doi ani de la finalizarea Proiectului. Însă Programul comun de CDI al instituțiilor partenere nu poate fi realizat numai cu această resursă umană. Este de dorit ca instituțiile partenere să poată alocă un necesar estimat de cel puțin 50 ENI (echivalent normă întreagă) pentru realizarea în bune condiții a acestui Program comun. Aceasta va depinde în mod definitoriu de posibilitățile de finanțare ale sectorului CDI din perioada următoare. În momentul de față se află în diverse faze de elaborare noile strategii CDI naționale și din draft-urile care au fost difuzate și consultările care au avut loc până în momentul de față, elementele definitorii ale acestui Program comun se regăsesc într-o formă sau alta. Este de dorit ca atât finanțările instituționale din viitor, cât și competițiile de proiecte care vor urma să favorizeze aceste domenii legate de dimensionalitatea materialelor și de aplicațiile extrem de variate ale acestor studii.

Director de proiect,
C. S. I Dr. abil. Cristian M. Teodorescu



CO: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare
pentru Fizica Materialelor

Director General,
C. S. I Dr. Ionuț Marius Enculescu



Responsabil Partener 1,
C. S. II ing. Marian Curuia



PI: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare
pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice

Director General,
C. S. I Dr. Mihai Yarlam



Responsabil Partener 2,
Prof. Dr. Daniel Vizman



P2: Universitatea de Vest Timișoara

Rector,
Prof. Dr. Marian Gabriel Pittea



Responsabil Partener 3,
C.S. I Dr. Miron Adrian Dinescu



P3: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare
pentru Microtehnologii

Director General,
C.S. I Dr. Miron Adrian Dinescu



Responsabil Partener 4

C.S. I Dr. Nicoleta Lupu



P4: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare
pentru Fizică Tehnică

Director General,
C.S. I Dr. Nicoleta Lupu

