

Raport stiintific

privind implementarea proiectului

Noi materiale hibride metal-organice și polimerice în strat subțire pentru dezvoltarea de senzori

(perioada integrala: octombrie 2011 – octombrie 2014)

Prezentul contract (NR. 12 / 2011-10-05) a inceput la data de 05.10.2011 executia proiectului de cercetare din programul „Proiecte de cercetare pentru stimularea constituirii de tinere echipe de cercetare independente” („tinere echipe”) cu numarul PN-II-RU-TE-2011-3-0301, obiectul acestuia. Executia completa, respectiv incheierea proiectului, sunt prevazute pentru data de 03.10.2014. Finantarea a fost asigurata de catre „Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării” (UEFISCDI). Valoarea totala a contractului este de 711 000 lei, distribuita in cadrul proiectului prin cele patru etape, cu o durata de 36 luni. In ceea ce priveste achizitia de echipamente si sisteme, respectiv consumabile, cheltuielile au fost folosite pentru: doua cuptoare (tratamente termice uzuale si/sau speciale); doua echipamente de calcul; microbalanta cu quart (pentru masurare grosimi *in situ*); un dispozitiv test pentru AFM (morfologia suprafetelor); piese si componente laser + un laser cu corp solid nou; module de racire termoelectrica (celule *Peltier*); placi din inox (compatibile cu tehnica vidului); azot lichid, reactivi de laborator, gaze comprimate.

Etapa intai (perioada: *octombrie – decembrie 2011*) cuprinde studiul parametric pe materialele propuse in Anexa I, precum si proiectarea structurilor in strat-uri si multistraturi subtiri, cu scopul obtinerii unor sisteme pentru detectia unor specii de ioni si molecule. Studiul este realizat prin folosirea tehnicii de evaporare cu un laser pulsant a materialului asistat de o matrice (solvent) (din engleza: *matrix-assisted pulsed laser evaporation*, acronim *MAPLE*). Folosind diversi compusi hibridi, intre care liganzi organici de tipul o,o'-dihidroxi azobenzen (DAB) si/sau derivati ai acestuia ce coordoneaza metale tranzitionale sau lantanide, am urmarit obtinerea unor solutii optime pentru iradierea cu un laser pulsant. Suma prevazuta pentru anul 2011: 96 000 lei.

Etapa a doua (perioada: *ianuarie – decembrie 2012*) este bazata pe continuarea studiului parametric inceput in etapa intai, atat pe materialele propuse initial in proiect, dar si pe includerea unor noi materiale si structuri cu proprietati compatibile cerintelor in conceperea dispozitivelor mentionate in pachetele de lucru. Protocolul de lucru dezvoltat anterior, privind metodele de obtinere si analiza a structurilor in strat subtire si/sau nanostructurate, a permis minimalizarea utilizarii de reactivi si energie, reducand astfel anumite costuri. Etapa acopera integral pachetele de lucru WP1, WP3 si WP4; din pachetul WP2 este acoperita doar prima activitate, cea de-a doua activitate fiind prevazuta pentru etapa a treia, conform planificarii proiectului. Compusii organici investigati in aceasta etapa destinati folosirii ca matrice pentru straturile active (compus de coordinatie cu un lantanid – ErDAB) au inclus poliacril acid (PAA) si polivinil alcool (PVA). De asemenea, am efectuat si un studiu privind conceperea de senzori ce folosesc structuri tip „porti

logice” (bazate pe efect tranzistor); dintre materialele studiate, alaturi ce cele organice mentionate mai sus, am inclus si un compus anorganic (tot cu un lantanid – Sm_2O_3). Ca substraturi si electrozi, am investigat diverse tipuri de materiale, masti si metode de prelucrare: siliciu si cuar (substrat), titan (masti), polianilina si Au (electrozi), microprelucrarea cu laser ultrarapid si evaporarea termica. Suma prevazuta pentru anul 2012 a fost de 226 000 lei.

Etapa a treia (perioada: *ianuarie – decembrie 2013*) are doua parti principale, si anume: 1.) obtinerea de straturi subtiri ce prezinta interes pentru conceperea unor senzori, prin explorarea unor compusi azo-derivati cu proprietati optice neliniare, precum si polimeri ce pot fi folositi ca dielectrici, conductori sau semiconductori in astfel de sisteme, urmata de exploatarea acestor proprietati compatibile pentru a raspunde cerintelor in conceperea dispozitivelor mentionate in pachetele de lucru ale proiectului; 2.) conceperea unui design nou al incintei criogenice de lucru (*i.e.* pentru cresterea/depunerea straturilor subtiri prin tehnica „matrix-assisted pulsed laser evaporation”) urmata de constructia unui sistem de depunere mai economic, eficient si stabil din punct de vedere termic. Protocoalele de lucru dezvoltate anterior, privind metodele de obtinere si analiza a structurilor in strat subtire, au permis minimalizarea utilizarii de reactivi si energie, reducand astfel anumite costuri de logistica. Suma prevazuta pentru 2013 a fost de 222 000 lei.

In **etapa a patra**, derulata in perioada *ianuarie – octombrie 2014*, am elaborat protocoalele finale de lucru, avand in vedere studiile parametrice efectuate anterior, atat pe materialele propuse initial in proiect, dar si pe includerea unor noi materiale si/sau structuri cu proprietati compatibile cerintelor in conceperea dispozitivelor mentionate in pachetele de lucru. De asemenea, am efectuat teste cu diverse modele de detectie: senzori fizico-chimici (tranzistori si/sau condensatori, *figura 1*) si electro-optici (bazati pe generare de armonica a doua, *figura 2*), respectiv am finalizat design-ul noului sistem MAPLE conform pachetului de lucru WP2, activitatea A2.2 – „Imbunatatirea dispozitivului experimental de crestere a straturilor subtiri”. In urma finalizarii procedurilor de asamblare a acestuia, apoi testarea lui in conditii normale de laborator, vizam fie inregistrarea unui brevet de inventie, fie publicarea rezultatelor intr-un jurnal de specialitate (ISI). Rezultatele acestei etape, dar si cele obtinute pe parcursul intregului proiect, au fost prezentate la conferintele „Renewable Energy Systems and Green Nanotechnologies for a Clean Environment – ECO-ENE” (Palermo, Italia, 22-24 iulie 2014), respectiv „E-MRS 2014 SPRING MEETING” (Lille, France, 26-30 Mai 2014). Suma prevazuta pentru anul 2014 a fost de 167 000 lei, aceasta fiind ultima etapa finantata (etapa finala).

In cadrul proiectului, cei cinci participanti au efectuat stagii nationale si internationale de lucru (Aix-Marseille Université / CNRS, LP3 laboratory), au tinut lectii invitate (Universitatea din Palermo), respectiv au prezentat activitatea stiintifica in conferinte si scoli de vara (prezentari orale si lectii invitate, respectiv postere). Doi dintre cei cinci membri participanti in proiect si-au sustinut public tezele de doctorat, folosind o parte din rezultatele obtinute (dl. Andrei Rotaru si dl. Marius Dumitru). Pe parcursul celor 3 ani de derulare a proiectului au fost deschise si intretinute colaborari la nivel national si international: Aix-Marseille Université / CNRS, LP3 laboratory (Franta); Universitatea din Palermo (Italia); Universitatea din Limoges (Franta); Universitatea Craiova (Romania); etc.

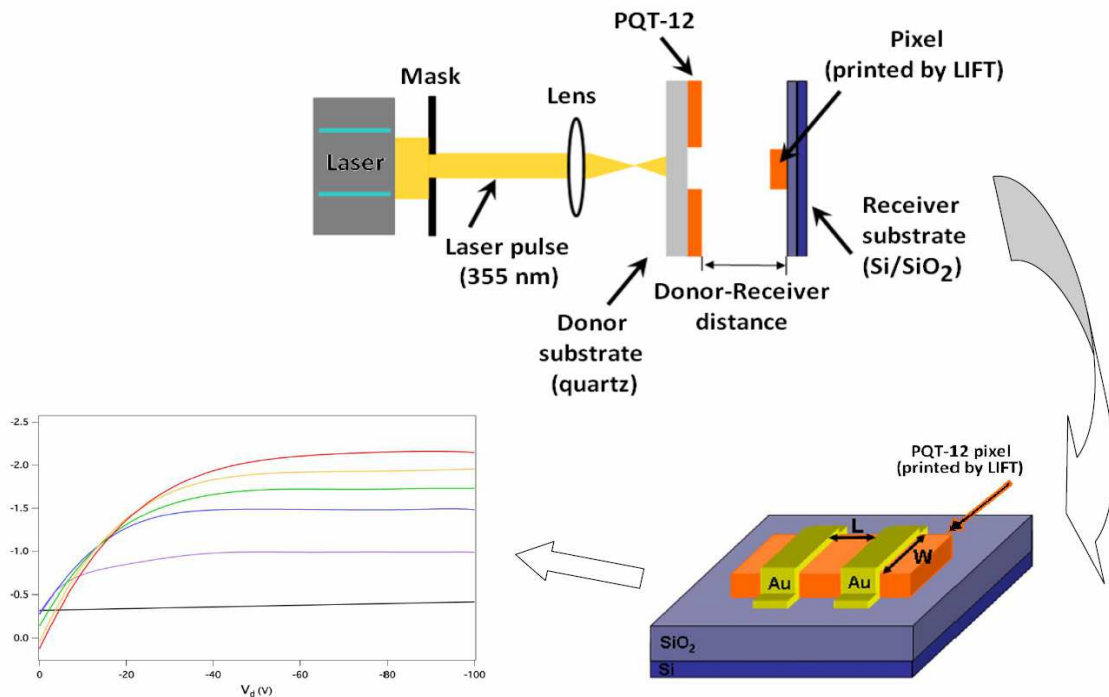


Figura 1. Schema a tehnicilor folosite pentru obtinerea tranzistorilor cu efect de camp. Un strat subtire din PQT-12, obtinut prin tehnica MAPLE pe un substrat transparent din quart (donor), este folosit pentru a imprima prin tehnica LIFT pixeli de dimensiuni micrometrice pe un substrat din siliciu cu strat gros de oxid (receptor) ce are rol de poarta si dielectric in efectul tranzistor.

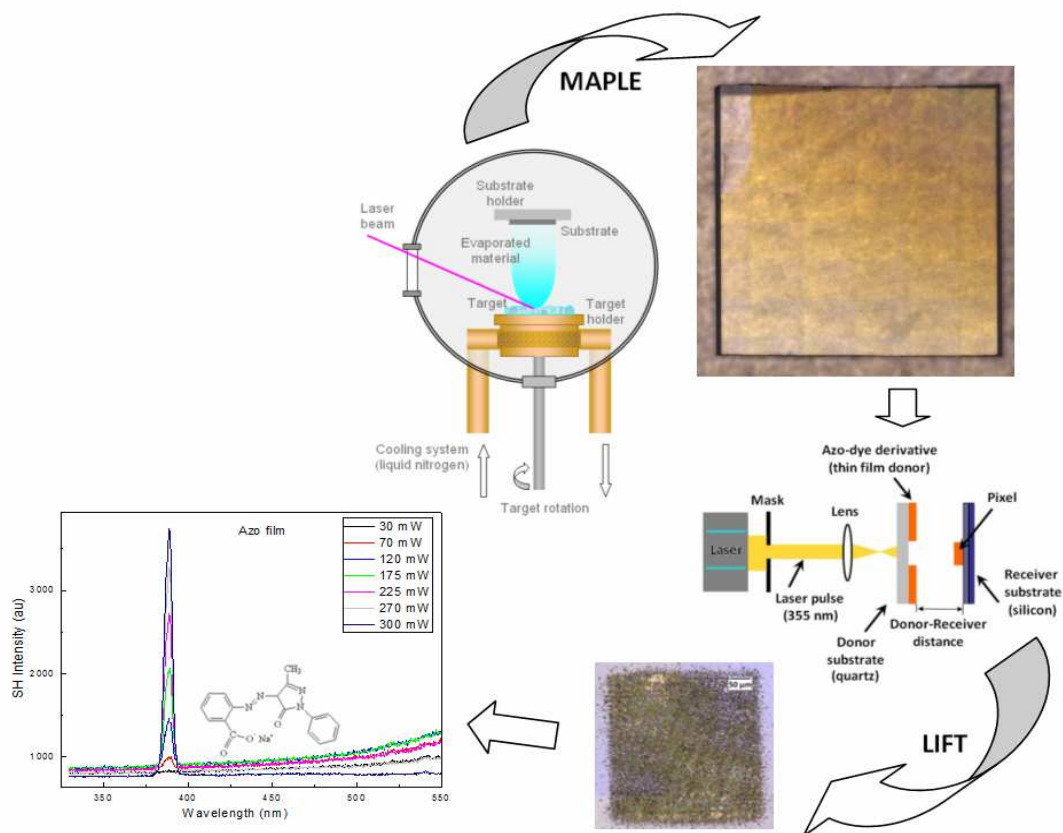


Figura 2. Schema a tehnicilor folosite pentru obtinerea pixelilor electro-optici. Un strat subtire dintr-un compus azoderivat, obtinut prin tehnica MAPLE, este procesat ulterior prin tehnica LIFT.

Diseminarea rezultatelor a fost facuta conform planului de lucru, in toate cele patru etape ale proiectului. Pana in acest moment, in cadrul proiectului au fost deja publicate trei articole stiintifice in jurnale cu cotatione ISI („Materials Science in Semiconductor Processing”, „Thin Solid Films” si „Applied Surface Science”). Alte doua articole sunt acceptate, in curs de publicare („Materials Chemistry and Physics”, respectiv „Applied Surface Science”), iar alte doua articole sunt in curs de evaluare (under review). In perioada imediat urmatoare urmeaza sa fie trimise spre publicare alte trei articole. Pentru lista completa a lucrarilor (publicate si/sau in curs de publicare): http://ppam.inflpr.ro/TE_12_en.htm.

In urma evaluarii intermediare privind stadiul implementarii proiectului, acesta a fost notat cu calificativul „foarte bine” (A), cu recomandarea de a fi prezentat public. Prezentarea a fost facuta miercuri 18 iunie 2014, ora 10:00, in sala „Mircea Vulcanescu” a Bibliotecii Nationale a Romaniei (Bd. Unirii nr. 22, sector 3, Bucuresti), conform cererii si indrumarilor primite din partea UEFISCDI. Obiectivele si activitatile prevazute in acest proiect sunt integral realizate, dupa cum reiese si din observatiile evaluatorilor / conform fisei de evaluare.

*Bucuresti,
03.10.2014*

Director proiect,

