

Titlu: e-LIFT Scriere cu laser de materiale inorganice/organice pentru fabricarea de dispozitive electronice

Proiectul de colaborare e-LIFT finanțat de Comunitatea Europeană în cadrul celui de al șaptelea Program-cadru (PC7) se încadrează în tematica „*electronica flexibilă, organică, pe arie mare*”. Acest proiect a implicat 15 parteneri din 7 țări europene diferite (Franța, Elveția, Grecia, Spania, România, Anglia, Italia) și a început în ianuarie 2010, pentru o perioadă de 3 ani. Scopul principal al acestui proiect a fost utilizarea și îmbunătățirea unei tehnici laser, și anume „Transfer Laser Indus Înainte” (LIFT) pentru aplicații în domeniul senzorilor chimici și al dispozitivelor de tipul OLED (organic light emitting diode) sau TFTS (thin film transistor). Alegerea acestei tehnici în cadrul acestui proiect s-a bazat pe principalele avantaje ale LIFT-ului: rezoluție spațială mare (de câțiva micrometri), flexibilitate în utilizarea unei game variate de materiale necesare fabricării de dispozitive electronice, cât și posibilitatea transferului de materiale ca monostrat sau multistrat.

Obiectivele generale ale proiectului sunt:

1. Definirea LIFT ca tehnica de obținere senzori chemoselectivi;
2. Realizarea și caracterizarea tintelor pentru depunere și a pixelilor depusi.

Activitățile aferente desfășurării proiectului de către partenerul român au însumat patru etape. Scopul primei etape a fost prepararea de „tinte” (filme subțiri) de poliizobutilena PIB și polietilenimina PEI prin evaporare laser pulsată asistată de o matrice (MAPLE). Depunerile s-au făcut pe substraturi transparente la radiația laser ce urma să fie folosită pentru experimentele de LIFT, cu scopul de a fi folosite mai departe ca structuri donoare pentru obținerea de „pixeli” prin transfer indus înainte cu laserul. Un strat intermediar de triazena a fost folosit drept strat de sacrificiu-DRL, pentru a proteja materialele transferate de interacția directă cu fasciculul laser. În cea de a doua etapă, transferul structurilor de tip „pixeli” sau picături prin LIFT a fost optimizat, ceea ce a permis trecerea la etapa 3, și anume transferul localizat de polimeri chemoselectivi (PIB) și biomolecule (proteine BOP) pe senzori bazați pe unde acustice de suprafață (SAW) produși de partenerul IDASC-CNR. Etapa a IV-a a fost destinată diseminării rezultatelor la conferințe internaționale și publicarea rezultatelor în reviste ISI.

Pentru realizarea activităților din cele 4 etape au fost adaptate și testate sistemele de depunere a straturilor subțiri polimerice (Evaporare Laser Pulsată Asistată de o Matrice MAPLE) existente în cadrul grupului PPAM (Procesare Fotonică de Materiale Avansate) precum și sistemul de LIFT pentru transferul de „pixeli” polimerici. Condițiile de depunere și de transfer a straturilor organice și inorganice au fost optimizate pentru fiecare material în parte.

Filme subțiri polimerice de poliizobutilena (PIB) și polietilenimina (PEI) au fost depuse prin metoda MAPLE, pe substraturi de siliciu și cuarț acoperit cu Triazena. În paralel, filme subțiri oxidice (SnO_2) au fost depuse pe substrat de siliciu și cuarț tot prin metoda MAPLE.

S-a observat că pentru fluente mici ($0.2\text{--}0.4 \text{ J/cm}^2$) și pentru o concentrație de 1% a polimerului au fost obținute straturi subțiri continue și uniforme din punct de vedere morfologic. Pentru aceleași fluente, structura chimică o reproduce pe cea a polimerilor în stare nativă așa cum a rezultat din analizele de Spectroscopie în Infraroșu cu Transformata Fourier (FTIR). Lungimea de undă utilizată s-a dovedit a fi un factor decisiv pentru

pastrarea caracteristicilor chimice ale materialelor depuse, legaturile chimice fiind reproduse pentru lungimea de unda 266 nm si mai putin pentru 355 nm.

Filmelor subtiri din nanoparticule de oxid de staniu sunt caracterizate printr-o rugozitate mare pentru toate fluentele laser aplicate. Structura chimica este asemanatoare cu cea din bulk pentru fluenta laser de 0.3 J/cm^2 .

In cazul procesului de LIFT s-a studiat influenta parametrilor de lucru precum lungimea de unda si fluenta laser, grosimea si uniformitatea tinte/donor si distanta donor-acceptor asupra morfologiei pixelilor transferati in prezenta sau in absenta stratului de triazena. In urma investigatiilor morfologice s-a observat ca, pentru un interval de fluente mari ($350\text{-}800 \text{ mJ/cm}^2$), pixelii transferati prin DRL-LIFT din straturile subtiri din polimeri (PIB sau PEI), prezinta margini bine definite si cu o suprafata continua si uniforma. In aceleasi conditii experimentale, dar in lipsa stratului de Triazena, pixelii transferati au prezentat un aspect neomogen, fara margini bine definite.

Raportul dintre grosimea stratului de triazena si cea a filmului de transferat s-a dovedit a fi un parametru important. Se poate obtine un transfer "curat" doar daca grosimea stratului de sacrificiu este cel putin egala sau mai mare decat cea a polimerului de transferat. Existentei unei distante de separare intre tinta (suprafata donoare) si acceptor (suprafata de primire) are ca rezultat distrugerea suprafetei pixelilor in timp ce un transfer in contact are ca rezultat pixeli cu suprafete omogene si margini bine definite.

Transferul optim de pixeli de SnO_2 se face in intervalul de fluente $100\text{-}150 \text{ mJ/cm}^2$, iar transferul in lipsa stratului de triazena necesita folosirea unei fluente laser mult mai ridicate (475 mJ/cm^2), aspectul pixelilor fiind neuniform si rugos.

In cazul folosirii de tinte lichide transferul are loc sub forma de picaturi de dimensiuni micrometrice. Fluenta si vascositatea sunt parametrii importanti in cazul transferului de pixeli lichizi. Pentru evitarea contaminarii, este necesar sa se mentina un spatiu de separare intre cele doua suprafete, ce poate ajunge pana la cativa milimetri.

Odata optimizate conditiile de transfer pentru pixelii in stare solida (PIB) si lichida (amestec de apa-glicerol si proteine, BOP), s-a trecut direct la transferul localizat pe structurile de interes, in cazul nostru senzori de tip SAW.

In cazul transferului de pixeli din tinte solide de PIB, in urma corelarii conditiilor de transfer cu raspunsul senzorilor, s-a observat ca este preferabil ca intervalul de fluente folosit sa fie intre 350 si 500 mJ/cm^2 , in asa fel incat suprafata activa a polimerului transferat sa fie neteda si in acelasi timp IDT-urile (traductorii interdigitali) din compozitia SAW peste care acesta a fost transferat sa isi pastreze integritatea. Prin acoperirea suprafetei active a senzorului cu mai mult de 1 pixel, nivelul de zgomot inregistrat in urma masuratorilor a influentat negativ acuratetea masuratorilor, in timp ce suprafata acoperita cu un singur pixel polimeric din tinte obtinute prin MAPLE a dat rezultate optime.

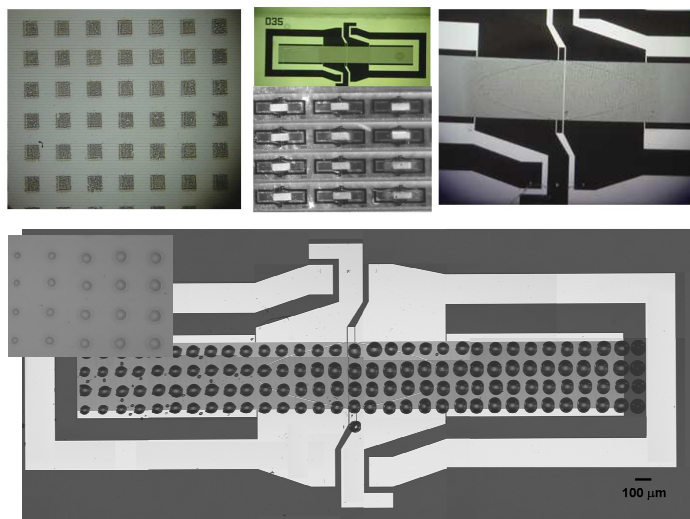


Figura 1. Imagini de microscopie optica reprezentand pixeli de PIB transferati prin LIFT la 308 nm pe un suport de sticla si pe senzori de tip SAW.. Valorile fluentei folosite 400 mJ/cm^2
 Imagini de microscopie optica reprezentand pixeli de OPB-glicerol apa transferati prin LIFT pe un suport de sticla si pe senzori de tip SAW. Valoarea fluentei folosite este de 40 mJ/cm^2

Senzorii obtinuti, avand ca membrana polimerica sensibila PIB, au fost expusi la compusi organici volatili, (agenti simulanti de gaze de razboi sau prezenti in pesticide si in substante utilizate in mediul industrial) -dimetilmetilfosfonat (DMMP), diclorometan DCM si etilacetat EtOAc). Masuratorile au fost efectuate de partenerul IDASC in colaborare cu INFLPR-ul; sensibilitatea cea mai ridicata s-a dovedit a fi la detectia DMMP, si anume 19.45 Hz/ppm .

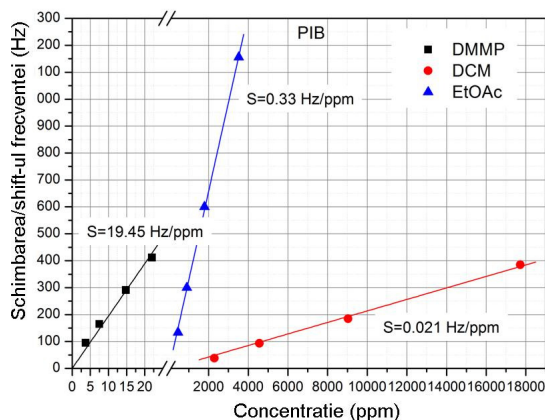


Figura 2. Grafic cu valorile sensibilitatii senzorilor cu PIB fata de : DMMP, DCM si EtOAc
 Rezultatele experimentale obtinute au fost diseminate prin prezentarea lor la conferinte nationale si internationale si publicarea in reviste ISI. (4 prezentari invitate, 6 prezentari orale, 8 postere, 2 premii internationale, 1 workshop). Lista cu prezentari, postere, articole publicate si cu cele in curs de publicare este atasata acestui raport.

Responsabil proiect: Dinescu Maria