

# Preparare de nanoparticule de aur pentru SEIRS/SERS



Ignat, T. S., Muñoz, R. A., Maroun, F.; Kleps, I. S., Obieta, L. B., Allongue, P. M., Miu, M.\*  
 \*Șantierul de Nanotehnologie, IMT-București, Erou Iancu Nicolae Street 126A, Bucharest 077190 (Romania).  
 #Department of Biomaterials and Nanotechnologies, Inasmet Foundation, Mikelețgi Pazealekua 1, Tehnologi Parke, San Sebastián (Spain)  
 \*PMC-Laboratory, CNRS-Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau, France  
 Teodora.ignat@imt.ro

## INTRODUCERE

În 1980 Harnstein a fost primul care a observat că semnalul de infraroșu al moleculelor organice grefate direct pe siliciu, poate fi crescut prin evaporarea pe suprafața de metale nobile ca: argint, aur. Amplificarea absorbției radiației de către moleculele adsorbite la suprafața sau chiar în proximitatea nanoparticulelor metalice pare a fi o abordare interesantă. Mecanismul de amplificare se datorează fie efectelor electromagnetice (plasmonilor de suprafață), fie chimiei suprafeței (**complex de transfer de sarcină**). Cea mai bună morfologie pentru excitarea plasmonilor aflați la suprafața nanostructurilor este fie o suprafață rugoasă la nivel atomic, fie nanoparticule mai mici de 50 nm, frecvent din Au sau Ag.

Așfel, în această lucrare se prezintă un substrat unic de nanoparticule de aur, dispuse într-un aranjament compact, bine definit pe substratul de siliciu care are ca efect creșterea sensibilității IR și Raman a moleculelor organice adsorbite pe acesta.

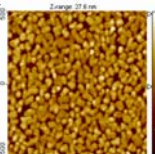
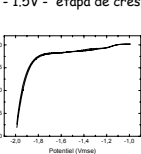
## MATERIALE SI METODE

### PREPARAREA NANOPARTICULELOR DE AUR- SEIRS SI SERS ACTIVE

În 2 pași de potențial în soluție de  $KAu(CN)_2$ , pH=14:  
 - 2V - etapa de nucleere  
 - 1.5V - etapa de creștere



Prin modificarea parametrilor de depunere se pot obține morfologii diferite (Fig. 3)



Dacă dizolvarea dioxidului de siliciu  $SiO_2$  are loc în soluție de  $NH_4F$  40% +  $(NH_4)_2SO_3$  pentru 15min rezultă o suprafață de  $Si(111)-H$  curată cu trepte și terase bine definite (Fig 2)

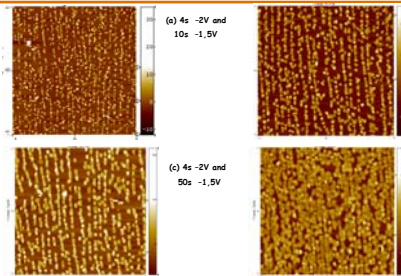
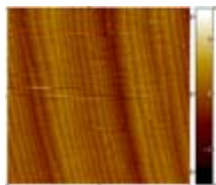


Figura 1. Imagine AFM a substratului de aur depus pe o suprafață hidrogenată cu HF

Figura 2. Imagine AFM și spectrul IR a substratului de siliciu hidrogenat  $Si(111)-H$

Figura 3. Imagini AFM ale substratului nanostructurat de Au/Si(111)

Pentru monitorizarea efectului SEIRS respectiv SERS substratele au fost comparate un substrat comercial și cu un substrat realizat prin evaporare in vid și au fost imersate în soluție de acid 11-mercaptoundecanoic(MUA), 2mM pentru 12h. Apoi s-au realizat măsurătorile Raman (541nm și 785nm) și IR.

| Număr proces | SUBSTRAT           | Condiții depunere Au     | Funcționalizare          | Observații SERS/SEIRS |
|--------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
|              | Substrat Comercial | Siliciu                  | necunoscut               | 2 mM MUA ✓            |
|              | Evaporat           | Siliciu poros, Si p(100) | Evaporare termică in vid | 2mM MUA ✗             |
|              | Electrochimic      | Si n(111)                | Depunere electrochimică  | 2 mM MUA ✓            |

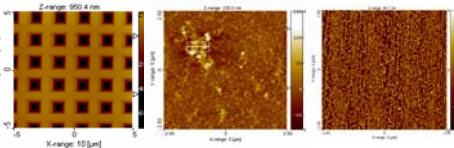


Figura 4. Imagini AFM ale substratelor pentru SERS: Comercial, evaporat și electrochimic



Figura 5. Acid 11-mercaptoundecanoic (MUA)

## REZULTATE SI DISCUTII

### EXPERIMENTE RAMAN

Figura 6 prezintă spectrele SERS 785 nm a unui monostrat de MUA (2mM) auto-asamblat timp de 12h pe substratul comercial, pe substratul evaporat și electrochimic. Se pot observa vibrații conformerului gauche (G) la  $647cm^{-1}$  și respectiv a conformerului trans (T) la  $717 cm^{-1}$  la lanțurile S-C-C. Spectrul înregistrat la 514nm nu prezintă rezultate semnificative

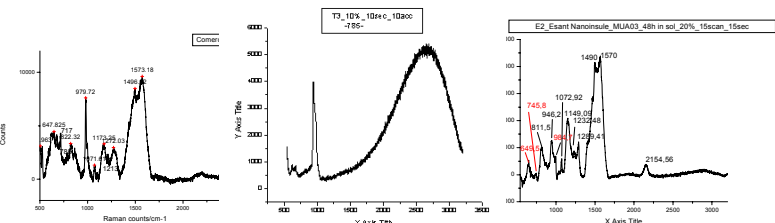


Figura 6. Spectre SERS (785nm) ale substratului de aur comercial, evaporat și electrochimic

|           |                 | MOLECULES |         |
|-----------|-----------------|-----------|---------|
|           |                 | MUA       | MUA/BSA |
| SUBSTRATE | COMERCIAL       | ✓         | ✓       |
|           | ELECTROCHEMICAL | ✓         | ✓       |
|           | EVAPORATED      | ✗         | ✗       |

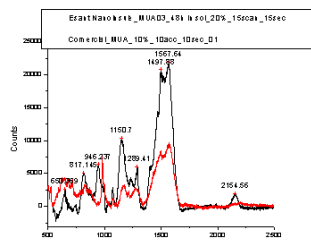


Figura 7. Spectre SERS (785nm) ale substratului de aur comercial și electrochimic-comparativ

### EXPERIMENTE IR pe probele de Au/Si

Măsurătorile IR efectuate pe substratul electrochimic indică o creștere a sensibilității de 100% dacă se compară cu spectrul FTIR al aceleși molecule legate direct de substratul de siliciu

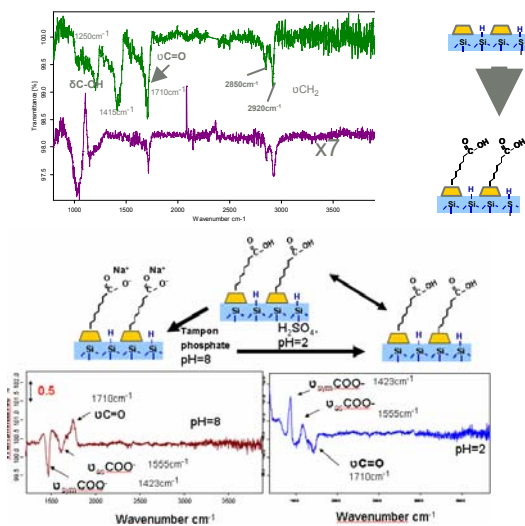


Figura 8. Spectre IR(transmisie) ale moleculei de 11-MUA în condiții diferite de pH

## CONCLUZII

- ✓ Spectrele SERS/SEIRS ale moleculei de 11-MUA auto-asamblate pe substratul de aur comercial și electrochimic prezintă vibrații caracteristice moleculei adsorbite folosind doar laserul cu lungimea de 785nm în timp
- ✓ Conform măsurătorilor realizate există o legătură între lungimea de undă a laserului, conformația moleculei și morfologia substratului de aur.
- ✓ Măsurătorile IR realizate în prezența nanoparticulelor de aur au indicat o creștere de 80% a sensibilității

## REFERINTE

- [1] Kudelski, A. *Vibrational Spectroscopy* 41 (2006) 83-89.
- [2] *Journal of Raman Spectroscopy* 35 (2004) 997-1000.
- [3] Wadayama, T., Oishi, M. *Surface Science* 600 (2006) 4352-4356.