



**INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE–
DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII IZOTOPICE SI
MOLECULARE**

Str. Donat 67-103, 400293, Cluj-Napoca, ROMANIA

Tel.: +40-264-584037; Fax: +40-264-420042; GSM: +40-731-030060

e-mail: itim@itim-cj.ro, web: <http://www.itim-cj.ro>



Nr. 3253/15.10.2014

CAIET DE SARCINI

Achizitie Instalatie pentru depunere de straturi subtiri hibride prin pulsuri laser

Director General

Dr. Ing. Adrian Bot

1. INFORMATII GENERALE

1.1. Domeniul de utilizare

Echipamentul trebuie sa ofere posibilitatea depunerii in vid inaintat, prin tehnica de depunere prin pulsuri de laser (PLD – Pulsed Laser Deposition), de straturi subtiri de diverse materiale, cum ar fi: metale, semiconductori, oxizi, materiale organice, polimeri, si materiale hibride cu componente organice si anorganice.

2. CARACTERISTICI TEHNICE GENERALE

2.1 Echipamentul ofertat sa fie alcatuit din cel putin urmatoarele componente:

- (i) camera de depunere cu porturi pentru cel putin doi laseri;
- (ii) sistem de vid camera de depunere;
- (iii) sistem de coacere (bake-out);
- (iv) sistem de control al fluxului gazelor de proces;
- (v) camera de introducere probe si tinte (load-lock);
- (vi) sistem sustinere si incalzire a substratului de depunere (probei);
- (vii) sistem de sustinere, rotire si deplasare tinte;
- (viii) sistem RHEED (Refraction High Energy Electron Diffraction) pentru operare “in situ”;
- (ix) laser cu lungimea de unda acordabila in domeniul IR apropiat;
- (x) laser cu lungimea de unda 248 nm;
- (xi) computer si software.

2.2 Sistemul de tinte trebuie sa aiba o geometrie inclinata, unghiul dintre axa tinta-substrat si orizontala fiind in domeniul (20-40)⁰. Nu se accepta sistemele cu axa tinta-substrat verticala sau orizontala pentru a preveni fenomenul de recondensare pe tinta a materialului ablat respectiv limitarile induse pentru anumite tehnici de analiza in situ.

3. CARACTERISTICI TEHNICE SI DE PERFORMANTA

(i) Caracteristicile tehnice continute in prezentul Caiet de sarcini sunt **minimale, obligatorii si eliminatorii**. Ofertele care **nu indeplinesc** aceste cerinte sunt declarate **neconforme** (Art. 36(2)a din HG 925/2006).

(ii) Cerintele tehnice care indica o anumita origine, sursa, productie, un procedeu special, o marca de fabrica sau de comert, un brevet de inventie, o licenta de fabricatie, *sunt mentionate doar pentru identificarea cu usurinta a tipului de produs* și NU au ca efect favorizarea sau eliminarea anumitor operatori economici sau a anumitor produse. Aceste specificatii vor fi considerate ca avand mentiunea de „sau echivalent”.

(iii) In oferta tehnica, fiecare cerinta tehnica a prezentului Caiet de sarcini trebuie sustinuta cu extrase din fisele tehnice, cataloagele sau manualele echipamentului si din documentatiile elaborate de producator.

(iv) Orice cerinta tehnica ce nu poate fi demonstrata prin unul din mijloacele de la pct.-ul (iii) nu va fi luata in considerare si se va considera ca echipamentul ofertat nu indeplineste cerinta respectiva.

3.1 Camera de depunere

3.1.1 Constructie:

- (i) Realizata din otel inoxidabil compatibil cu vacuumul ultra inalt (UHV);
- (ii) Forma cilindrica cu diametrul intern de cel putin 400 mm;
- (iii) Prevazuta cu camera de introducere probe si tinte (load-lock);

(iv) Toate porturile, flansele si ferestrele compatibile cu UHV.

3.1.2 Porturi principale: 2 porturi din quart pentru sursele laser solicitate;

3.1.3 Porturi secundare: camera de depunere sa fie prevazuta cu cel putin urmatoarele porturi:

(i) 1 port pentru RHEED;

(ii) 1 port pentru "load-lock";

(iii) 1 port pentru sursa DC de ioni (upgradare viitoare);

(iv) 1 port pentru sursă de plasmă de radiofrecventa (upgradare viitoare);

(v) 2 porturi pentru observarea probei si a procesului de depunere;

(vi) 1 port pentru upgradare cu camera de depunere aditionala;

(vii) 1 port pentru cuplarea la sistemul MBE/STM existent in laborator, in vederea transferului probelor in UHV.

3.1.4 Dotata cu 2 cai optice complet libere de la porturile de quart la tinte, care sa permita scanarea neobstructionata si alinierea a 2 fascicule laser.

3.2 Sistemul de vid al camerei de depunere

3.2.1. Vacuum: 5×10^{-9} mbar sau mai bun, fara utilizarea racirii cu azot lichid;

3.2.2 Debit de pompare: minimum 650 l/sec;

3.2.3 Sa contina minimum:

(i) 1 pompa de vid preliminar;

(ii) 1 pompa turbomoleculara.

3.2.4 Pompele sa fie izolate de camera de depunere printr-o valva de izolare cu control pneumatic.

3.2.5 Sa fie echipat cu sonde de masurare a vidului ce acopera domeniul 10^{-10} mbar - 1000 mbar sau mai larg;

3.2.6 Sa fie instalat pe un suport (cadru) dedicat.

3.2.7 Sa permita comunicarea cu softul echipamentului.

3.3 Sistemul de coacere (bake-out)

3.3.1 PLD-ul sa fie livrat cu doua sisteme de bake-out independente:

(i) un sistem pentru camera de depunere;

(ii) un sistem pentru camere de introducere probe si tinte (load-lock);

3.3.2 Fiecare sistem de bake-out sa fie echipat cu propriul controler de temperatura;

3.3.3 Functionarea celor doua sisteme de bake-out sa fie complet independenta;

3.3.4 Sa permita setarea temperaturii si timpului simultan, in mod independent pentru camera de depunere respectiv load-lock.

3.4 Sistemul de control al fluxului gazelor de proces

3.4.1 Sa permita operarea cu cel putin doua gaze de proces;

3.4.2 Sa permita reglarea cu precizie a presiunii din camera de depunere in domeniul (10^{-4} mbar – 1000 mbar) sau mai larg;

3.4.3 Pentru ambele gaze, sistemul trebuie sa fie echipat cu filtre, valve de control a presiunii si controlere de flux (MFC- mass flow controller) independente;

3.4.4 Sa fie echipat cu o linie de „by-pass” pentru oxigeni la temperaturi inalte (umplerea camerei dupa depunere);

3.4.5 Valvele de control a presiunii in camera de depunere sa fie echipate cu motor pas cu pas, pentru precizie ridicata;

3.4.6 Controlul presiunii din camera de depunere sa se realizeze cu un sistem combinat, atat in „upstream” cat si in „downstream”;

3.4.7 Sistemul de control al fluxului gazelor de proces, inclusiv valvele cu motor pas cu pas si controlerele de flux (MFC), sa fie operabil din software, pentru controlul presiunii si debitului;

3.4.8 Nu se accepta sisteme ce folosesc doar variatia vitezei pompei turbomoleculare si controlerele de flux pentru fixarea presiunii din camera de depunere, datorita inerentelor limitari aduse setarilor presiune/flux pentru gazele de proces (presiuni inalte la flux mic sau vacuum inalt la flux ridicat);

3.4.10 Sistemul sa permita upgrade-ul cu cel putin 3 controlere de flux masic MFC suplimentare.

3.5 Camera de introducere probe si tinte (load-lock)

3.5.1 Sa asigure atat introducerea si transferul probelor cat si a tintelor in camera de depunere;

3.5.2 Sa fie astfel construita incat toate tintele solicitate sa poata fi incarcate / descarcate simultan, prin load-lock in camera de depunere; Nu se accepta ca tintele sa fie pe rand introduse sau retrase din camera de depunere;

3.5.3 Sa aiba sistem de pompare complet independent de cel al camerei de depunere (propriile pompe de vid preliminar respectiv turbomoleculara);

3.5.4 Sa fie echipata cu sonda de masurare a vidului;

3.5.5 Sa aiba port pentru vizualizarea transferului;

3.5.6 Sa fie livrata cu electronica necesara controlului sistemului de pompare si afisarii presiunii inregistrate de senzorul de presiune.

3.6 Sistemul de sustinere si incalzire a substratului de depunere (probei)

3.6.1 Sa permita utilizarea de substraturi cu diametrul de minim 50 mm;

3.6.2 Sa permita incalzirea substratului:

(i) la temperatura maxima cuprinsa in domeniul (1000 – 1200)⁰ C sau mai larg pentru substraturi din siliciu in atmosfera de oxigen si presiuni de pana la 1000 mbar

(ii) la temperatura maxima de 950⁰ C sau mai mare pentru substraturi transparente;

(iii) abaterea temperaturii substratului sa fie de cel mult 5% de-a lungul acestuia masurata in domeniul uzual de lucru (700 -1000)⁰ C.

3.6.3 Sistemul de incalzire trebuie sa permita masurarea si monitorizarea temperaturii probei si din afara vacuumului in domeniul minim (250 – 1600)⁰ C, prin intermediul unui termocuplu, pirometru IR si unui controler.

3.6.4 Sa permita urmatoarele miscari, motorizat, cu control din software:

(i) deplasare pe directiile X, Y (paralel cu suprafata probei): minimum +/-12.5mm;

(ii) deplasare pe directia Z (perpendicular pe suprafata probei): minimum 100 mm;

(iii) inclinarea substratului (tilt): cel putin 100⁰;

(iv) rotatia substratului (in jurul propriei axe): 360 grade cu precizie de 0.01⁰ sau mai buna.

3.6.5 Sa fie echipat cu „shutter” motorizat cu control din software.

3.7 Sistemul de sustinere, rotire si deplasare tinte

3.7.1 Sa permita instalarea simultana a minimum 5 tinte cu dimensiunile minime: 25 mm in diametru sau 25x25mm pentru tinte cu forma neregulata;

3.7.2 Sistemul de fixare a tintelor sa fie astfel conceput incat sa permita incarcarea / descarcarea lor simultana, prin camera de introducere tinte si probe (load-lock);

3.7.3 Sa permita deplasare automata si motorizata a tintelor pe toate cele trei directii (X, Y, Z), cu control din computer:

- (i) scanare „rastering” motorizata cu tinta in plan pentru evitarea formarii conurilor de ablatie;
- (ii) schimbarea automata a distantei tinta – substrat.

3.7.4 Sa permita selectarea automata a tintelor.

3.7.5 Sa permita programarea secventei de straturi depuse, repetitia acestora si timpul de depunere pentru multistraturi;

3.7.6 Sa fie dotat cu apertura din otel inoxidabil pentru eliminarea excesiva a incalzirii acestuia si a contaminarii incrucisate a tintelor.

3.8 Sistemul RHEED pentru operare „in situ”

3.8.1 Sa asigure monitorizarea straturilor depuse in timp real;

3.8.2 Sa includa cel putin:

- (i) tun de electroni;
- (ii) sistem de vacuum dedicat;
- (iii) sistem de detectie;
- (iv) computer si software RHEED.

3.8.3 Tunul de electroni:

- (i) tensiune de accelerare: minimum 30kV;
- (ii) sa poata lucra si la presiuni ridicate, de pana la cel putin 65Pa;
- (iii) sa aiba sisteme de pozitionare mecanica pentru aliniere, astfel incat fascicolul sa atinga intreaga suprafata a substratului;
- (iv) sa fie echipat cu bobine de deflexie pentru alinierea fascicolului
- (v) sa fie livrat cu un controler
- (vi) sa aiba valva de protectie la ventilarea camerei de depunere.

3.8.4 Sistemul de vacuum dedicat:

- (i) sistemul de pompare sa fie complet independent de cel al camerei de depunere respectiv al camerei load-lock;
- (ii) sa includa pompa de vid preliminar si pompa turbomoleculara;
- (iii) sa fie echipat cu sonda Pirani pentru vacuum.

3.8.5 Sistemul de detectie:

- (i) sa contina ecran fluorescent si camera CCD 10bit de inalta rezolutie;
- (ii) ecranul fluorescent sa fie prevazut cu shutter;
- (iii) camera CCD sa aiba toate elementele de fixare si reglaj necesare pentru achizitia imaginii de pe ecranul fluorescent;
- (iv) sa posede capacitate de sincronizare externa pentru imagistica optica RHEED, posibilitate de apropiere/departare fara a compromite fluxul de lumina.

3.8.5 Software-ul RHEED:

- (i) sa permita achizitia si arhivarea imaginilor precum si analiza ratei de crestere prin oscilatii de intensitate RHEED;
- (ii) sa achizitioneze imagini instantanee respectiv sincronizate si imagini multiple cu intarziere programata a achizitiei;
- (iii) sa realizeze analiza profilului de linie la orice unghi, lungime si latime a liniei;
- (iv) sa permita zoom de la 25% la 300%.

3.9 Sistemul laser cu lungimea de unda acordabila in domeniul IR apropiat

3.9.1 Lungimea de unda: reglabila in domeniul (670 – 2600) nm sau mai larg;

3.9.2 FWHM pe domeniul solicitat: $< 10 \text{ cm}^{-1}$;

3.9.3 Divergenta orizontala: < 8 mrad;

3.9.4 Divergenta verticala: < 1 mrad;

3.9.5 Energia: >65 mJ@800 nm, >50 mJ@900 nm, >25mJ@ 1260 nm, >30 mJ@1600 nm;

3.9.6 Laser Nd:YAG in pulsuri programabile:

(i) sa aiba modul SHG (second harmonic generation) stabilizat termic cu „phase matching” automat si energia de cel putin 400 mJ la 532 nm;

(ii) energia la 1064 nm: cel putin 850 mJ;

(iii) rata de repetitie: cel putin 10 Hz;

(iv) sa permita pulsuri de 6 ns;

(v) divergenta fasciculului < 0.5 mRad;

(vi) stabilitatea in energie (%) – pic la pic, 100% din trageri (RMS): ± 2 (0.6);

(vii) largimea spectrala $\leq 0.7 \text{ cm}^{-1}$;

(viii)derivata de putere +/- 3%;

(ix) diametrul fasciculului la iesirea laserului: 9 mm

(x) profil spatial (fitat la profilul gaussian) pentru camp apropiat (la 1 m de la iesirea laserului) mai mare de 0.7 si pentru camp indepartat (in planul focal a unei lentile cu distanta focala de 2 m) mai mare de 0.9;

(xi) stabilitatea fasciculului (RMS, la 200 de pulsuri cu distanta focala de 2 m) la 1064 nm si 532 nm mai mica de 40 μ Rad;

(xii) lampile flash trebuie sa aiba o garantie minima de 100 milioane de pulsuri;

(xiii) sa fie dotat cu telecomanda cu interfata touch screen pentru utilizare individuala si conexiune pentru conectarea la software-ul sistemului PLD.

3.9.7 Sa permita declansare externa („triggering”) si „design-ul” pulsurilor laser;

3.9.8 Controlul laserului trebuie sa fie integrat in sistemul si softul de depuneri prin PLD;

3.9.9 Sa fie livrat cu toate elementele optice, mecanice si electronice necesare cuplarii la camera de depunere;

3.9.10 Sistemul optic sa fie amplasat intr-o carcasa speciala pentru protectia utilizatorului fata de fasciculele laser. Aceasta carcasa sa fie prevazuta cu usi ce ofera acces facil pentru ajustari optice.

3.10 Sistemul laser cu lungimea de unda 248 nm

3.10.1 Sa fie echipat cu un laser excimer KrF pulsat cu lungimea de unda 248 nm;

3.10.2 Caracteristici minimale laser:

(i) lungimea de unda: 248 nm;

(ii) energia maxima/puls: cel putin 400 mJ;

(iii) rata de repetitie variabila in intervalul (1 – 20) Hz sau mai larg;

(iv) stabilitatea energiei: +/- 1% sau mai buna;

(v) durata pulsului: ≤ 20 ns;

3.10.3 Sa permita declansare externa („triggering”) si „design-ul” pulsurilor laser;

3.10.4 Controlul laserului trebuie sa fie integrat in sistemul si softul de depuneri prin PLD;

3.10.5 Sa fie livrat cu toate elementele optice, mecanice si electronice necesare cuplarii la camera de depunere;

3.10.6 Sistemul optic sa fie amplasat intr-o carcasa speciala pentru protectia utilizatorului fata de fasciculele laser. Aceasta carcasa sa fie prevazuta cu usi ce ofera acces facil pentru ajustari optice;

3.10.7 Sa fie livrat cu un cabinet de gaze ce respecta regulile de securitate, cu capacitate de minim 4 tuburi, impreuna cu gazele (premix si He) si regulatoarele necesare.

3.11 Computer si software

3.11.1 Sa va livra un calculator de ultima generatie, echipat cu procesor dualcore sau quadcore cu minim 8 GB DDR si 3GHz, Hard disk minimum 1 TB, porturi aditionale pentru comunicarea cu sistemul PLD, sitem de operare Windows, monitor led TFT de minim 24 inch si rezolutie full HD, mouse si tastatura;

3.11.2 Softul trebuie sa controleze toate automatizarile / motorizarile solicitate;

3.11.3 Sa permita scrierea de retete de depunere si automatizarea proceselor de depunere;

3.11.4 Sa permita controlul laserilor solicitati;

3.11.5 Sa permita accesul la cateva ferestre de control ale sistemelor de: laseri, sustinere si incalzire a substratului de depunere, sustunere, rotire si deplasare tinte, vid si control al fluxului gazelor de proces.

4. CERINTE PRIVIND INSTALAREA

4.1 Pentru echipamentul oferat se vor preciza:

(i) dimensiunile de gabarit ale instalatiei;

(ii) greutatea instalatiei;

(iii) puterea instalata;

(iv) spatiul necesar pentru instalare;

(v) conditiile pentru mediul de lucru: temperatura, umiditate, vibratii, zgomot etc.;

(vi) necesarul de utilitati: energie electrica, aer comprimat, apa de racire, gaze de lucru etc.

5. DOCUMENTE INSOTITOARE

5.1 Documente care se transmit de contractant, solicitate de achizitor pentru a insoti fiecare echipament furnizat, la momentul livrarii:

a. Declaratie de conformitate pentru produs;

b. Certificat de garantie;

c. Manuale de utilizare si intretinere;

d. Lista componentelor livrate.

6. INSTRUIREA PERSONALULUI

6.1 Se va asigura instruirea personalului utilizator in momentul instalarii si punerii in functiune a echipamentului la sediul beneficiarului de catre personal autorizat.

6.2 Perioada de instruire a personalului va fi de minimum 5 zile.

6.3 Toate materialele de instruire și manualele vor fi scrise în limba romana sau engleza si vor contine toate informatiile necesare pentru operarea si intretinerea sistemului de catre personalul autorizat.

7. CONDITII DE GARANTIE

7.1 Furnizorul trebuie sa garanteze beneficiarului ca:

(i) Toate componentele incorporate sunt noi, nefolosite si corespund ultimelor generatii;

(ii) Echipamentul oferat nu este un produs demo, reconditionat (*refurbished*), sau refuzat de alt beneficiar.

7.2 Perioada de garantie: minimum 12 luni de la data punerii în functiune a instalatiei.

8. SERVICE PE DURATA PERIOADEI DE GARANTIE

8.1 Timpul de interventie de la data sesizarii defectiunii trebuie sa fie de maximum 3 zile lucratoare de la sesizarea beneficiarului.

8.2 In perioada de garantie service-ul echipamentului si piesele ce se vor defecta se vor înlocui cu titlu gratuit.

8.3 Furnizorul trebuie sa asigure componente care sa inlocuiasca componentele defecte pe intreaga durata de reparatie a echipamentului.

9. CERINTE DE PROTECTIA MEDIULUI, SECURITATEA MUNCII SI PREVENIRE A INCENDIILOR

9.1 Furnizorul va respecta incadrarea produselor in cerintele HG nr. 1022/2002 privind regimul produselor si serviciilor care pot pune in pericol viata, sanatatea, securitatea muncii si protectia mediului.

10. CERINTE DE AMBALARE, MARCARE, TRANSPORT, DEPOZITARE, MANIPULARE

10.1 Furnizorul va efectua ambalarea echipamentului astfel incat sa asigure integritatea acestuia pe durata manipularilor, transportului si depozitarii. Ambalajele vor fi marcate conform normelor internationale, astfel încât sa fie asigurata integritatea la manevre de manipulare si conditii meteorologice nefavorabile.

10.2 Componentele instalatiei vor fi marcate in conformitate cu standardele enumerate si aplicabile fiecarui caz in parte; se va aplica marcajul CE acolo si de cate ori este necesar.

11. TERMEN SI CONDITII DE LIVRARE

11.1 Livrare: Franco-Beneficiar INCDTIM Cluj, cu transport, montare si instruire, incluse in pret.

11.2 Termenul de livrare, instalare si punere in functiune: 8 luni de la data semnarii Contractului de achizitie, dar nu mai tarziu de 1 Octombrie 2015.

12. CONDITII DE RECEPTIE

12.1 Furnizorul va demonstra la instalare un proces de depunere de multistraturi in care se va verifica functionalitatea intregului sistem, inclusiv sistemul RHEED pentru masuratori in situ.

12.2 Receptia echipamentului se finalizeaza prin incheierea unui Proces Verbal de Receptie semnat de ambele parti.

RESPONSABILI ECHIPAMENT

Dr. Daniel BILC

SEF COMPARTIMENT INVESTITII

Ing. Dumitru CHINCISAN

DIRECTOR TEHNIC

Ing. Gabriel POPENECIU