

STUDII PRIVIND DEFINIREA UNOR ALGORITMI PENTRU IDENTIFICAREA ȘI AUTOMATIZAREA PROCESELOR DE FABRICARE CU LASER PULSAT (CETAL - PW LASER)

FABRICAREA ADITIVA SI SUBSTRACTIVA

IVAN Bogdan Paul, RAILEANU Mihail

¹Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Nanotehnologii și sisteme neconventionale, Anul de studii: IV, e-mail: lotxcsp@gmail.com

Conducător științific: **Conf.dr.ing Elena LACATUS**

REZUMAT: Lucrarea prezintă studii privind fabricarea aditivă și substractivă prin imprimare 3D cu utilizarea pulberilor metalice (SLS) și prin stereolitografie (SLA).

Pentru a realiza imprimarea 3D cu utilizarea echipamentelor din dotarea INFLPR-CETAL Centrul de Tehnologii Avansate Laser, s-a realizat un software dedicat care să medieze interfața dintre modelele 3D(CAD) și layer-ele succesive din aplicațiile considerate.

CUVINTE CHEIE: Printare 3D, Laser, Pulbere metalica, Lab-on-a-chip, CAD, SLS, SLA

1. Introducere

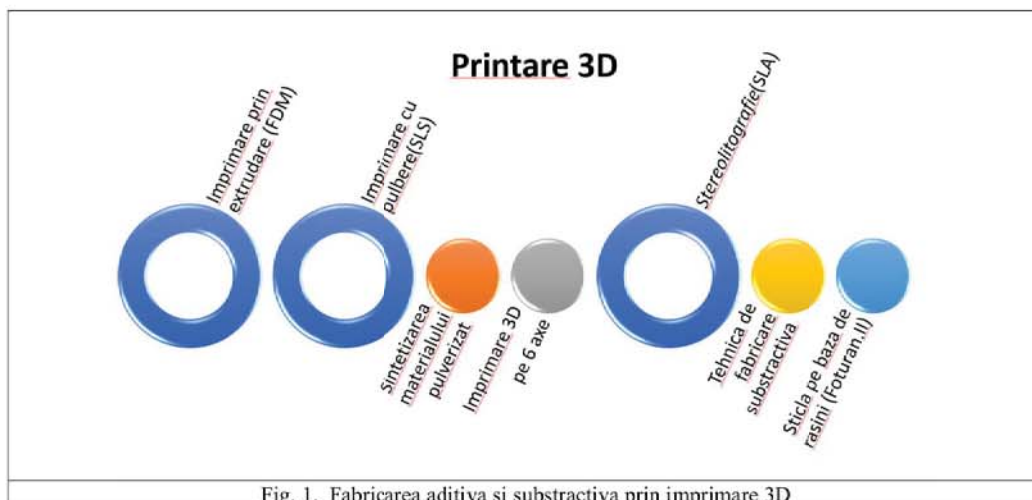
Printarea 3D este unul dintre diversele procedee de fabricare prin topire și/sau solidificare a unor materiale precursoare pentru a crea obiecte tridimensionale prin aditionare (ex: moleculele lichidului sau grauntele de pulbere care sunt “lipite” unele de altele)

Printarea 3D este utilizată atât în prototiparea rapidă (RP-Rapid Prototyping) cât și în fabricarea aditivă (AM- Additive Manufacturing). La printarea 3D obiectele pot avea aproape orice formă (cu unele restricții geometrice pentru grosimea peretilor, unghiuri active ale structurilor , etc) și în mod obișnuit sunt realizate folosind datele digitizate din modelul 3D sau alta bază de date electronice , cum este cazul datelor pentru fabricare aditivă (fișiere AMF- de obicei plane 2D secvențiale).

În prezent sunt utilizate diverse tehnici de printare 3D:

- stereolitografie(STL)
- depunerea de material topit(FDM)

Deci, spre deosebire de materialul îndepărtat din semifabricat în cazul prelucrării convenționale, printarea 3D sau fabricarea aditivă (AM) se realizează prin construirea unui obiect tridimensional cu ajutorul unor modele CAD sau fișiere AFM, aditionând materialul strat cu strat (layer-by-layer)



Există mai multe tehnologii de imprimare 3D:

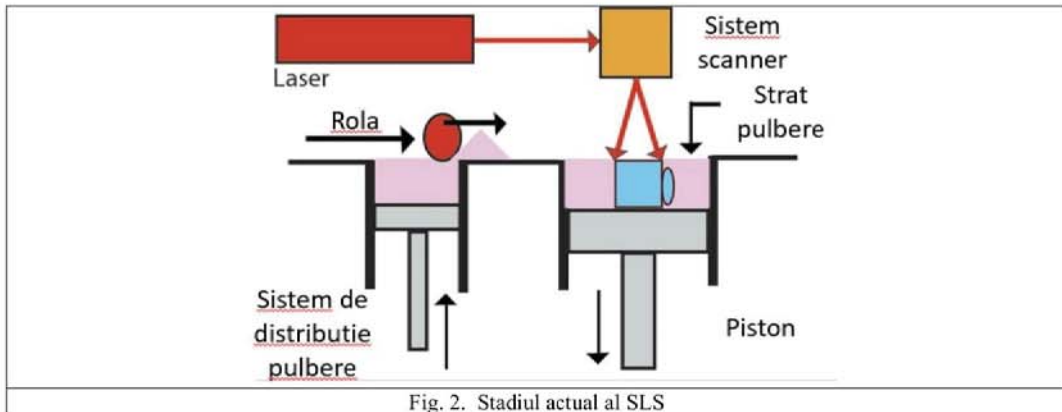
- prin depunere de flux de material (FDM) - procedeu conventional
- cu pulbere metalica (SLS)
- prin stereolitografie (SLA)

Tehnica de sinterizare cu laser (SLS) este o tehnică de fabricare a aditivului (AM), care utilizează un laser ca sursă de alimentare pentru a sinteriza materialul pulverulent (de obicei, nailon/poliamidă), vizând laserul automat la punctele din spațiu definite de Modelul 3D, care leagă materialul împreună pentru a crea o structură solidă. Este similară cu sinterizarea directă cu laser a metalului (DMLS); cele două sunt instanții ale aceluiași concept, dar diferă în detalii tehnice. Tăiere selectivă cu laser (SLM) folosește un concept comparabil, dar în SLM materialul este complet topit, mai degrabă decât sinterizat, permițând diferite proprietăți (structura cristalului, porozitatea și așa mai departe). SLS este o tehnologie relativ nouă, care până acum a fost utilizată în principal pentru prototipuri rapide și pentru producția redusă de componente. Rolurile de producție se extind pe măsură ce se îmbunătățește comercializarea tehnologiei.

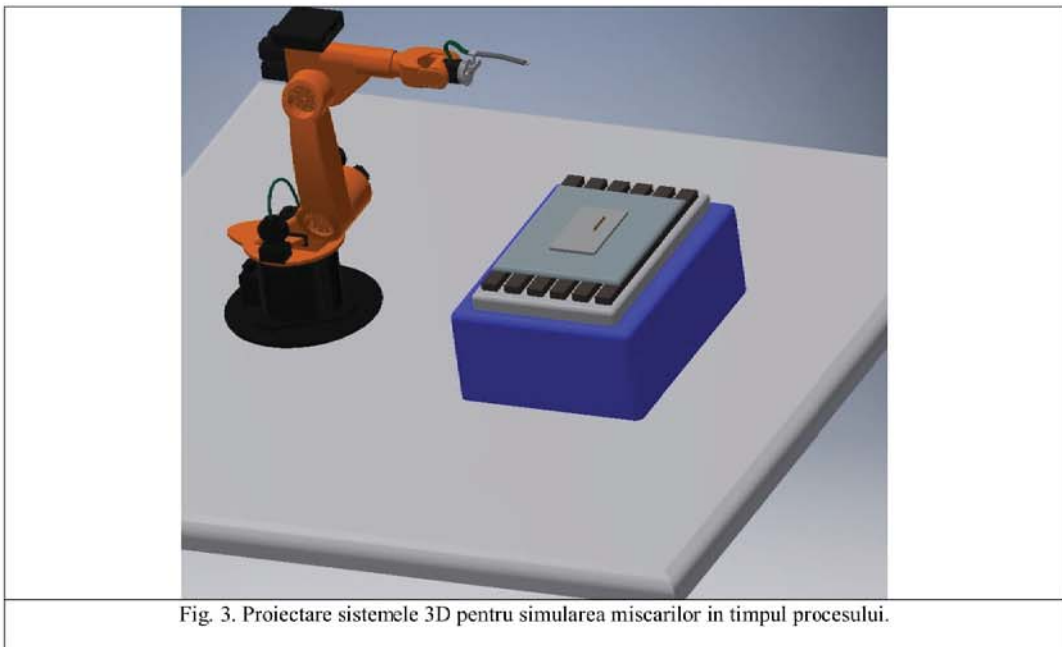
Stereolitografia (SLA sau SL, cunoscută și sub denumirea de aparat de stereolitografie, fabricare optică, foto-solidificare sau imprimare pe bază de rășini) este o formă de tehnologie de tipărire 3D utilizată pentru crearea de modele, prototipuri, modele și producția de piese. Fotopolimerizare, un proces prin care lumina provoacă legarea lanțurilor de molecule, formând polimeri. Acești polimeri formează apoi corpul unui solid tridimensional. Stereolitografia poate fi utilizată pentru a crea lucruri precum prototipurile produselor în designul timpuriu, modelele medicale și hardware de calculator, precum și multe alte aplicații. În timp ce stereolitografia este rapidă și poate produce aproape orice proiect, poate fi costisitoare.

2. Stadiul actual

Stadiul actual la imprimarea SLS reprezintă depunerea de straturi subțiri, fără ca robotul să recunoască întregul ansamblu și să creeze geometrii complexe.



Lipsa unui software care să facă transpunerea modelului Cad în limbajul proprietar al aparatului. La momentul actual robotul nu poate efectua depuneri pe mai multe layer-uri pentru a alcătui un corp 3D întreg. Soluția ce trebuie implementată este modificarea soft-ului pentru a recunoaște toate layer-urile, pentru a le integra într-un ansamblu. Acest lucru ar ajuta robotul care printează, să înțeleagă exact geometria pe care o are de construit.



La imprimarea SLA stadiul actual este de a printa in sticla doar 2D.

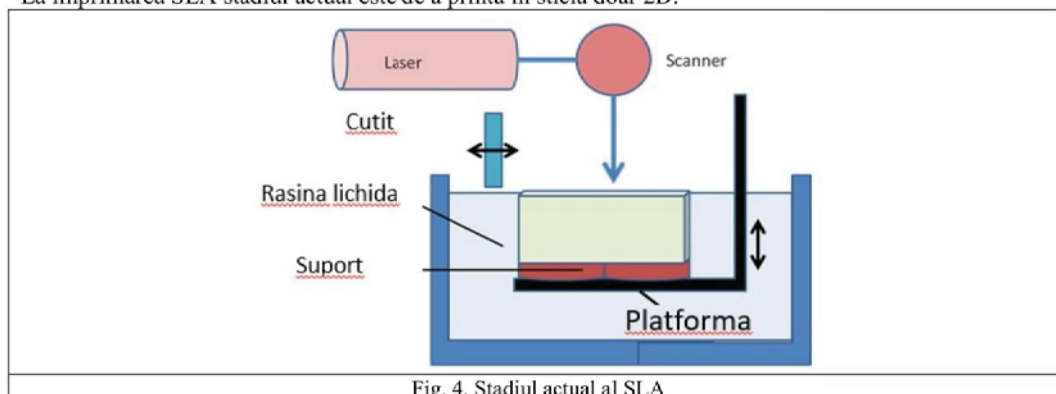


Fig. 4. Stadiul actual al SLA

Pentru a crea forme complexe in aceasta este necesara modificarea software-ului pentru a permite modificarea si ajustarea in timp real a parametrilor precum: Frecventa, Amplitudine si Lungimea de unda. Simultan cu cele mentionate mai sus este necesara implementarea posibilitatii de a executa miscari dupa o traiectorie sinusoidala fata de cea liniara la momentul actual.

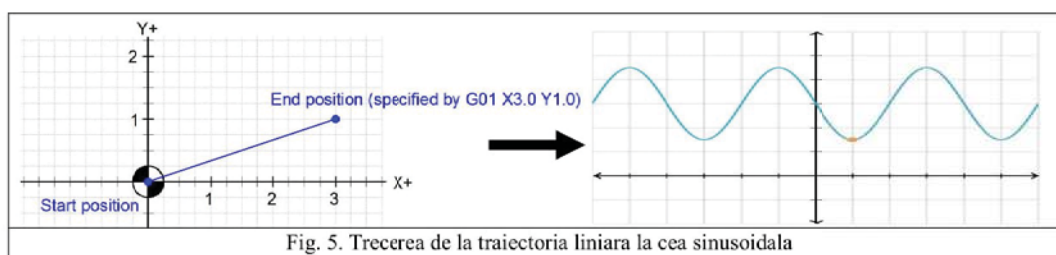


Fig. 5. Trecerea de la traiectoria liniara la cea sinusoidala

3. Date experimentale

Am obtinut structuri metalice din Ti6Al4V sub forma unor ziduri de 10x5x1 cm prin imprimare laser 3D (LMD – engl. Laser Metal Deposition) plecand de la material pulbere Ti6Al4V cu granule cu diametru <math><90 \mu\text{m}</math>. Structurile solide au fost obtinute cu o sursa laser Yb:YAG TruDisk 3001 (Trumpf, Germania) cu emisie in modul continuu si lungimea de unda de 1030 nm. Puterile laser utilizate au fost de intre 0.3-1.2 kW, iar spotul de ~0.6 mm diametru (Fig. 6) [1]. Fasciculul laser a fost livrat prin fibra optica, iar pulberea prin furtune de $\Phi=6$ mm la un sistem robotic TruLaser Robot 5020 (Trumpf, Germania), constand dintr-un robot Kr30HA (Kuka, Germania) cu 6 axe de miscare si o duza de livrare a pulberii cu 3 canale (Trumpf, Germania) (Fig. 7) [2]. Pulberea a fost trimisa la robot printr-un sistem de livrare cu platane. Viteza de rotatie a platanului a fost de 1 rot/min, debitul de gaz purtator (He) a fost de 3 l/min, iar cel de gaz tampon (argon) de 8 l/min (Fig. 8) [3]. Cele 3 duze au fost orientate astfel incat fasciculul laser si pulberea sa se intalneasca pe suprafata de iradiat (Fig. 9) [4].



Fig. 6. Sursa laser TruDisk 3001



Fig. 7. Robot TruLaser Robot 5020



Fig. 8. Dispozitiv de livrare a pulberii

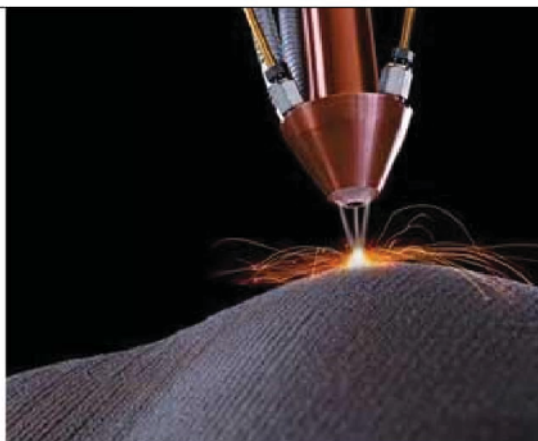


Fig. 9. Intalnirea fascicului laser cu pulberea metalica

Depunere cu ajutorul laserului de material metalic compact plecand de la pulbere. Cele 3 fluxuri de pulbere se intalnesc cu fascicului laser pe suprafata iradiata (Imaginea este oferita de Trumpf)

Experimentele LMD au fost efectuate intr-o incinta de sticla securizata de 6 mm grosime. Dimensiunile incintei au fost de 60x60x25 cm. Aceasta a fost umpluta cu Ar pentru a preveni oxidarea probelor. Butelia de Ar a fost deschisa cu 5 minute inaintea experimentelor de depunere laser. Debitul de gaz a fost de 10 l/min, gasit optim prin spectroscopie de masa pentru a nu induce aer prin intermediul turbulentelor in atmosfera protectoare. Fig. 10 prezinta o imagine cu un experiment LMD in desfasurare.

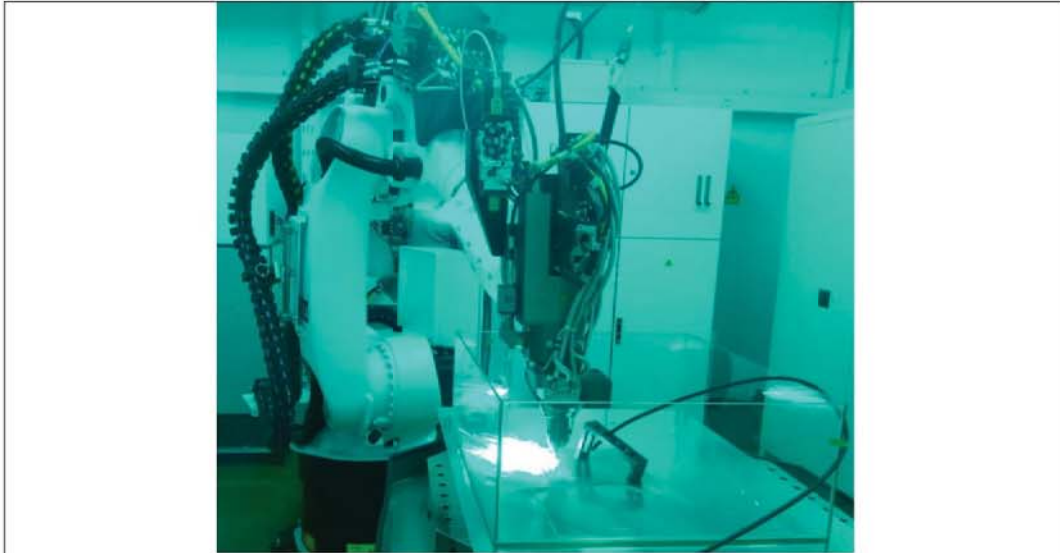


Fig. 10. Experiment LMD in desfasurare

Montajul folosit pentru experimente de imprimare 3D prin metoda LMD

Miscările robotului au fost programate prin intermediul TruTops Cell, un program generator de cod citit de controller-ul mașinii. Forma structurilor de construit a fost generată în Solid Works (Dassault Systems, Franța) (Fig. 11). Structurile 3D au fost importate în TruTops Cell, care în urma recunoașterii suprafețelor și muchiilor formei a generat codul pentru mișcările robotului.

STUDII PRIVIND DEFINIREA UNOR ALGORITMI PENTRU IDENTIFICAREA ȘI AUTOMATIZAREA
PROCESELOR DE FABRICARE CU LASER PULSAT (CETAL - PW LASER)

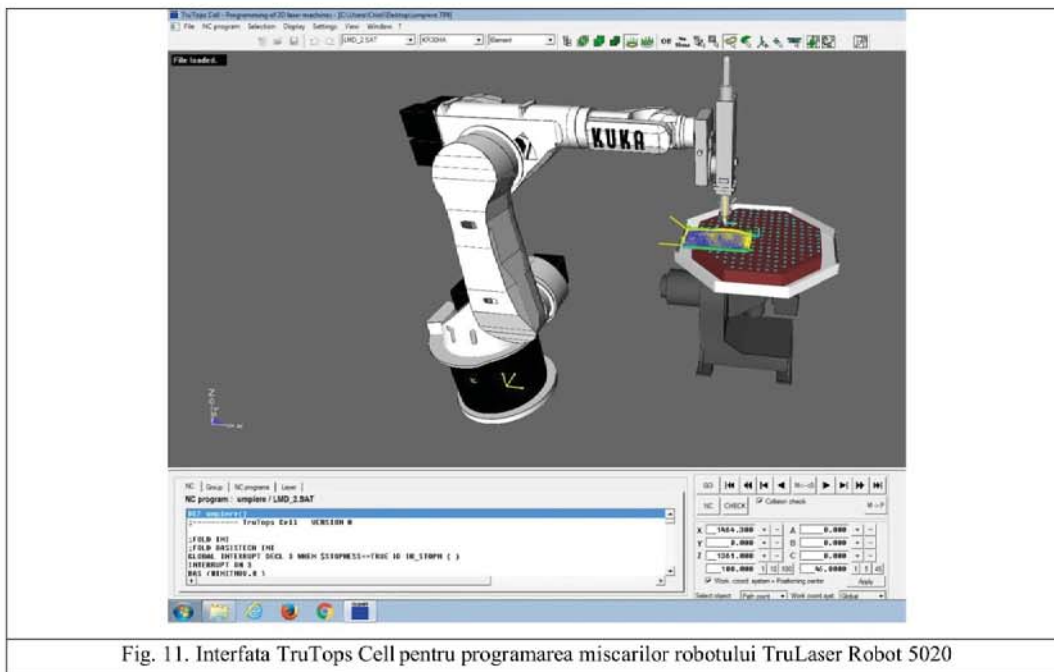


Fig. 11. Interfața TruTops Cell pentru programarea mișcărilor robotului TruLaser Robot 5020

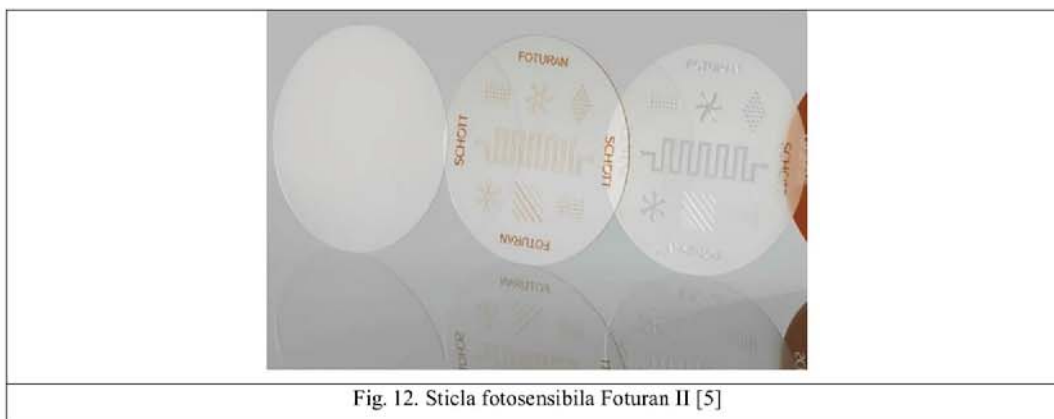


Fig. 12. Sticla fotosensibilă Foturan II [5]

FOTURAN II este o sticlă fotosensibilă. Este produsă într-un proces de topire continuă cu o omogenitate optimă.

FOTURAN II este o sticla folosita in tehnica ce cristalizează după expunerea la UV și procese cu o anumita temperatură. Zonele cristalizate pot fi gravate cu o calitate foarte buna, ducând la structuri extrem de fine. După un al doilea proces de expunere și revenire, FOTURAN® II poate fi transformat într-un ceramică din sticlă.

Structurile formate pot fi folosite in chip-uri semiconductoare. Fluxul procesului funcționează fără fotorezistență și poate fi utilizat cu semiconductori standard.

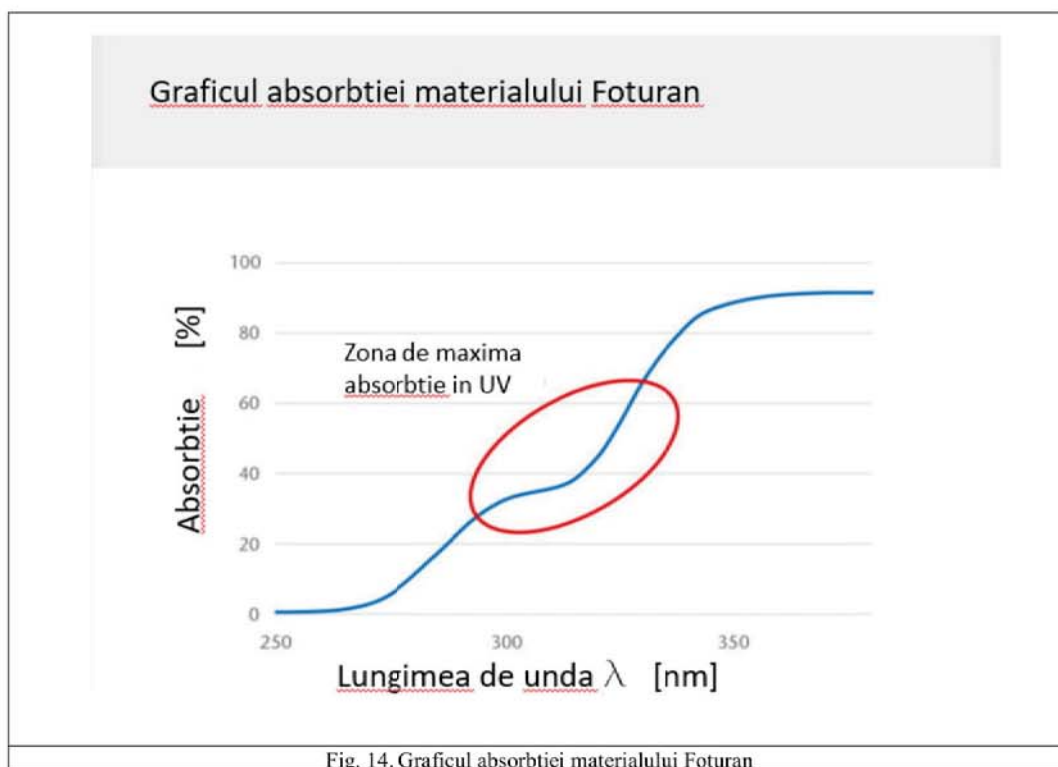




Fig. 15. Laser Coherent HyperRapid 50 -fabricare substractiva [7]

Tabelul 1. Proprietatile laserului Coherent HyperRapid 50

Lungimea de unda	1064 (nm) ; 532 (nm) ; 355 (nm)
Rata de repetitie a pulsurilor	400 - 1000 (kHz)
Durata pulsului	<15 (ps)

Culorile substructive se obtin prin extragerea unor lungimi de unda din lumina pe baza proprietatii unor substante de a absorbi anumite lungimi de unda. Practic, se extrag (se scad) din lumina selectiv, prin absorbtie, anumite lungimi de unda pentru a fi reflectate pe directia ochiului uman numai cele care determina culoarea dorita.

Culori substructive primare sunt: galben, magenta (purpuriu), cyan (albastrui). Fiecare dintre cele trei culori substructive se formeaza prin substragerea unei culori aditive primare, astfel:

Suprapunerea celor trei filtre substructive (galben, magenta, cyan) duce la negru.

În cadrul sintezei substructive, culoarea se obtine prin filtrari succesive ale unei surse albe prin filtre de diferite culori si „tarii” ale filtrarii.

4. Concluzii

Proiectare 3D a modelelor prezentate si obtinerea lor prin ambele metode de fabricare aditiva si substructiva.

Definirea si implementarea unui software care transforma modelul 3D in layere succesive.

Definirea distantei dintre layere astfel incat noul strat depus sa nu afecteze coerenta si integritatea straturilor deja depuse.

Definirea nivelului de putere a laserului pentru a modifica structura moleculara a sticlei layer-by-layer.



Fig. 16. Obținere proba prin fabricare aditiva

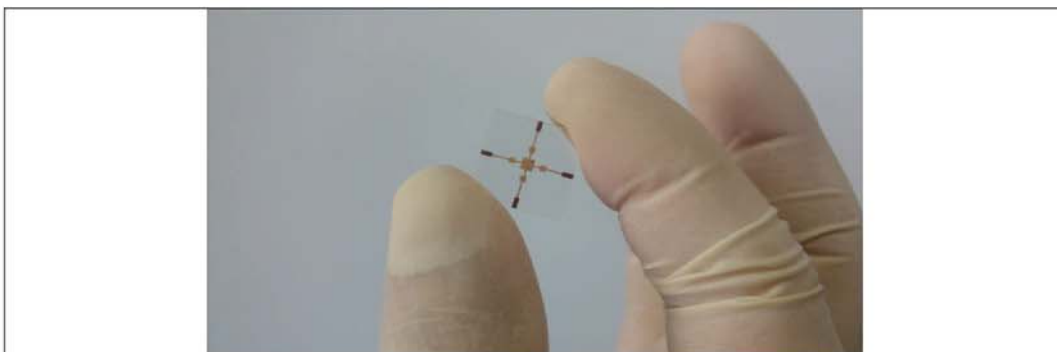


Fig. 17. Obținere proba prin fabricare substractiva

5. Bibliografie

- [1] [2] [3] [4] INFLPR-CETAL Centrul de Tehnologii Avansate Laser
[5] [6] [7] 3-D microstructuring inside photosensitive glass by femtosecond laser excitation m. MASUDA
, K. SUGIOKA, Y.CHENG N.AOKI, M.KAWACHI 4 Decembrie 2002