

Caracterizarea electrica si optica a unor filme subtiri

Partea I: Tehnici de depunere de filme subtiri

STUDENT: LAZAR OANA

INTRODUCERE

- ▶ Filmul subtire → strat de material cu grosimea de ordinul nanometrilor sau micrometrilor
- ▶ Proprietatile fizice ale unui film subtire depind de proprietatile materialului din care sunt facute
- ▶ Clasificare:

Inorganice

- ▶ transparente si conductoare (ZnO, SnO, ITO)
- ▶ izolatoare (Al₂O₃, Y₂O₃)

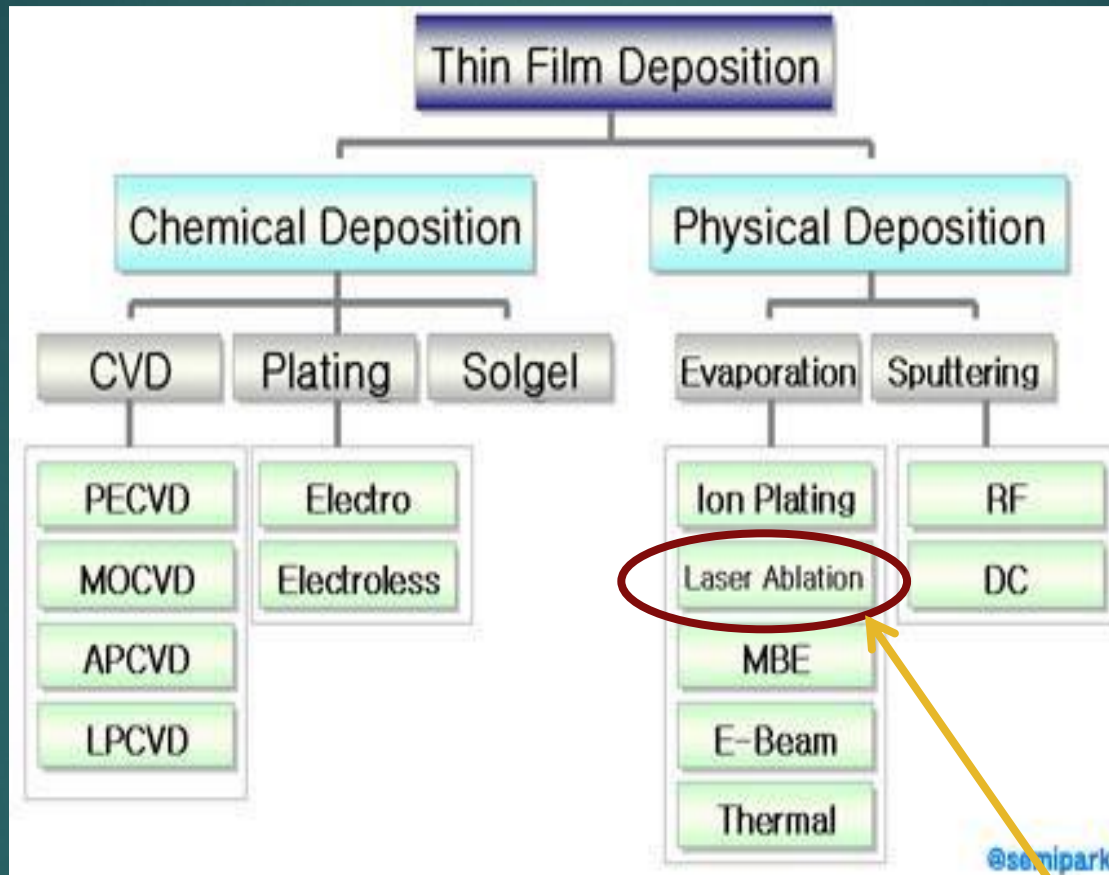
Organice

- ▶ flexibile (polimeri)
- ▶ Aplicatii: dispozitivele semiconductoare electronice



Un film subtire se poate depune pe substrat prin diferite metode fizice sau chimice

Metode de depunere de filme subtiri

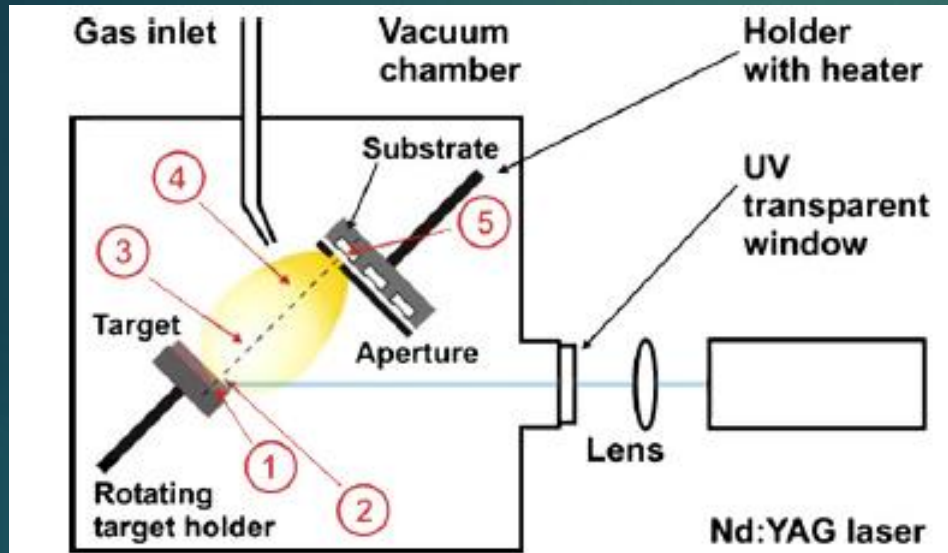


Ablatie cu fascicul pulsat laser

Depunerea de filme subtiri prin metoda ablatiei cu fascicul pulsant laser

- ▶ Pulsed Laser Deposition (PLD)
- ▶ Ablatia laser → cantitate de material este indepartata de la suprafata unei tinte in urma iradierii (interactiunii) cu un fascicul laser
- ▶ Depunere de filme subtiri → laseri pulsati cu durata de ordinul zecilor de nanosecunda si fluente $> 10^8 \text{ W/cm}^2$
- ▶ Procesul de ablatie are loc intr-o gama larga de presiuni: de la vid ultraintalt (10^{-7} 10^{-12} mbar) pana la presiunea atmosferica, in prezenta unui gaz de lucru (reactiv: O_2 , N_2 sau inert: Ar, He, Ne)

Principiul de functionare



J. Schou / Applied Surface Science 255 (2009) 5191-5198

Tip laser: Nd:YAG
Lungime de unda: 1064 nm
Fluenta: 2.8 J/cm²
 $\Delta t = 10 - 25$ ns

Interactia laser – tinta: ns
Expandarea plasmei: μ s
Procesul de crestere: ms

- I. 1 Absorbția fotonilor în tinta
- II. 2 Ablatia laser a materialului din tinta și crearea plasmei de ablatie
- III. 3 și 4 Propagarea plasmei de ablatie între tinta și substrat
- IV. 5 Depunerea materialului din tinta pe substrat sub forma de film subtire

De ce ablatie?

- ▶ Pentru ca este o metoda care transfera stoichiometria/compozitia din materialul folosit ca tinta in filmul subtire prin intermediul plasmei (de ablatie)
- ▶ Importanta pentru materiale cu mai multe elemente in compozitie, de exemplu oxizi (exemplu titanatul de bariu si strontiu $\text{Ba}_{0.2}\text{Sr}_{0.8}\text{TiO}_3$)
- ▶ PLD s-a dovedit o metoda de succes pentru materiale cu compozitii complexe dar implica costuri ridicate de obtinere a filmelor subtiri
- ▶ Determinarea proprietatilor fizice ale filmului depus este influentata de energia ionilor din plasma
- ▶ Daca ionii au energii mai mari > 100 eV si lovesc filmul depus pot produce defecte locale \rightarrow scaderea calitatii filmului

Parametrii ce influenteaza filmul subtire

- ▶ **Parametrii laserului:** fluența și energia pulsului
 - gradul de ionizare a plasmei, stoichiometria filmului și rata de depunere
- ▶ **Presiunea gazului de lucru:**
 - stoechiometria compușilor și calitatea filmului
- ▶ **Parametrii de substrat:**
 - temperatura și calitatea suprafeței filmului

E posibila ablatia unui material cu electroni in loc de fotoni ?

Depunerea de filme subtiri prin metoda ablatiei cu fascicul pulsant de electroni

- ▶ Pulsed Electron beam Deposition (PED)
- ▶ Ablatia cu fascicul pulsant este procesul prin care o cantitate de material este indepartata de la suprafata unei tinte in urma interactiunii cu un fascicul pulsant de electroni
- ▶ Pentru depunerea de filme subtiri se utilizeaza tipic un fascicul pulsant de electroni cu durata de ordinul 100 ns (puls mai lung decat cel laser), curent de fascicul de electroni de sute de A si energii ale electronilor in fascicul distribuite intre citeva sute de eV si 15 keV
- ▶ Fluentele au valori similare celor utilizate in ablatia laser $> 10^8 \text{ W/cm}^2$
- ▶ Procesul de ablatie are loc intr-o gama **restrinsa** de presiune: $\sim 10^2 \text{ mbar}$, de asemenea in prezenta unui gaz de lucru (reactive: O_2 , N_2 sau inert: Ar, He, Ne)

Etapele stagiului de cercetare

- In partea I:
 - Principiului ablatiei cu fascicul pulsant laser, respectiv fascicul pulsant de electroni
 - Tehnica de vid
 - Efect Hall
- In partea a II a:
 - Comparatie intre metodele PLD si PED
 - Vor fi efectuate depuneri de filme subtiri de oxid de zinc (ZnO) prin metoda PED pe substrat de sticla
 - Vor fi caracterizate filmele subtiri din punct de vedere electric (rezistivitate, densitate de purtatori de sarcina, mobilitate) si transparenta optica in domeniul ultraviolet si vizibil (intre 200 si 900 nm)

Bibliografie

- ▶ *Milton Ohring, "The Materials Science of Thin Films", Stevens Institute of Technology Department of Materials Science and Engineering Hoboken, New Jersey, 1992*
- ▶ J. Schou, *Applied Surface Science* **255** (2009) 5191 – 5198
- ▶ P. S. Kireev, "Fizica semiconductorilor", Editura Științifică și Enciclopedică, 1977
- ▶ * G. Müller, M. Konijnenberg, G. Krafft, C. Schultheiss, in *Science and Technology of Thin Films*, edited by F.C.Matacotta and G.Ottaviani (World Scientific, Singapore, 1995) 89