

IV Corso di
TECNOLOGIE DI DEPOSIZIONE PVD e CVD
Tecniche di deposizione e di caratterizzazione, applicazioni industriali e
prospettive di ricerca

ORGANIZZATO DA

AIV-Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia

PRESSO

Dipartimento di Fisica "Ettore Pancini", Università di Napoli "Federico II"
Complesso Universitario di Monte S. Angelo – Via Cinthia
80126 Napoli

Napoli, 25-26 Gennaio 2018

FINALITA' DEL CORSO: Negli ultimi anni, a causa della crescente necessità di produrre superfici dei materiali con elevate proprietà funzionali, si è assistito in molti settori industriali ad una rapida espansione delle applicazioni delle tecniche di deposizione di film sottili in condizioni di bassa pressione. E' frequente riferirsi a tecniche di deposizione di Physical and Chemical Vapor Deposition. Il corso AIV su "TECNOLOGIE DI DEPOSIZIONE PVD e CVD" si propone di fornire ai partecipanti solide basi su queste tecnologie, sulle tecniche di caratterizzazione ed inoltre un ampio panorama delle applicazioni industriali e delle rispettive prospettive di ricerca. Il corso è rivolto a tecnici di laboratorio, a ricercatori, lavoratori de ll'industria o studenti delle facoltà scientifiche che utilizzano sistemi di deposizione o strumentazione di analisi di superficie.

PROGRAMMA DEL CORSO

Primo giorno

9:15 - 9:30 Apertura lavori / Introduzione al corso

9:30 – 11:00

Plasma Deposition Technologies

Espedito Vassallo - Istituto di Fisica del Plasma-CNR

Le tecnologie di rivestimento e di trattamento sotto vuoto si sono rivelate tra le più versatili ed efficaci nello sviluppo di prodotti innovativi con superfici con proprietà funzionali superiori. In particolare, le tecnologie di rivestimento in fase plasma si caratterizzano per il ridotto impatto ambientale (processo a secco che riduce significativamente la quantità di energia e prodotti chimici), per l'elevato grado di automazione e per la loro capacità di realizzare materiali non ottenibili con altre tecniche. In questa lezione verranno fornite nozioni di base delle tecnologie PECVD (plasma enhanced chemical vapour deposition) e PS (plasma sputtering). Le tematiche fisiche e tecnologiche dei processi al plasma di funzionalizzazione delle superfici dei materiali, saranno analizzate ed approfondite con esempi di applicazioni industriali.

11:00 - 11:15

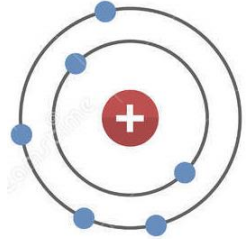
Coffee break

11:15 - 11:45

Plasma deposition "A case study"

*Ubaldo Coscia - Dip. di Scienze Fisiche dell'Università di Napoli
"Federico II"*

Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) è una tecnica di deposizione chimica da fase vapore attivata da plasma e caratterizzata dall'emissione di radiazione luminosa dovuta al decadimento radiativo di atomi e molecole eccitate. Il plasma è generato fornendo, alla miscela dei gas precursori, l'energia di un campo elettrico in AC o DC. In tal modo la miscela gassosa è dissociata in radicali reattivi, ioni, atomi e molecole neutre ed altre specie altamente eccitate. Sotto opportune condizioni si rende, così, possibile la deposizione di film sottili ad una temperatura inferiore a quella necessaria nel tradizionale processo di CVD. Questa lezione verterà sui seguenti argomenti: i) descrizione di un tipico sistema di deposizione PECVD a radiofrequenza (rf) ad accoppiamento capacitivo ii) principi di funzionamento di un apparato rf-PECVD per la deposizione di film sottili iii) Influenza dei parametri di crescita (temperatura del substrato, composizione dei gas, pressione e potenza di rf) sulle proprietà ottiche, elettriche e strutturali dei materiali depositi.



11:45 - 13:00

Physical Vapor Deposition -HiPIMS

*Enrico Miorin - Istituto di Chimica della Materia condensata e di
Tecnologie per l'Energia - CNR*

La tecnica High-Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS) è una evoluzione relativamente recente della tecnica DC Magnetron Sputtering. Rispetto alle tecnologie tradizionali permette di ottenere dei depositi ad aumentate densità, superiore adesione, bassa rugosità superficiale e può essere efficacemente utilizzata nel caso di substrati di geometria complessa, anche ad elevato fattore di forma. L'impiego di una alimentazione con impulsi di elevata potenza (dell'ordine del $\text{kW}\cdot\text{cm}^{-2}$) permette di produrre un plasma ultra-denso, contenente elevate frazioni di ioni metallici del target e, di conseguenza, di agire sulla microstruttura del film. Al tempo stesso, il piccolo duty cycle consente di mantenere la potenza media applicata al catodo simile a quella degli sputtering convenzionali. Con questa tecnica è possibile lavorare sia in modalità non reattiva, sia reattiva per la produzione di ossidi, nitruri e carburi. Nel corso della lezione si discuteranno i principi di base con riferimento ai numerosi ambiti industriali in cui la tecnologia può essere utilmente impiegata per migliorare la qualità dei depositi e la loro adesione tra cui: rivestimenti duri (ad esempio per utensili da taglio), applicazioni ad elevate temperature (ad esempio palettature di turbine), metallizzazione di wafer di semiconduttori, rivestimenti tribologici a basso coefficiente di attrito (industria dell'automotive), rivestimenti di impianti biomedici.

13:00 - 14:15

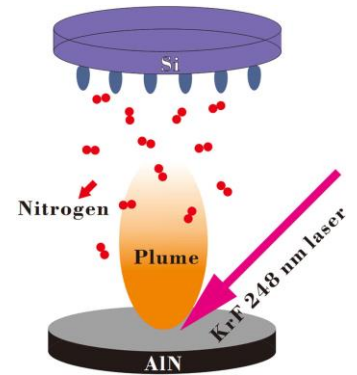
Pranzo

14:15 - 15:45

Pulsed laser deposition (PLD)

*Fabio Miletto - Dip. di Scienze Fisiche
dell'Università di Napoli "Federico II"*

La tecnica di pulsed laser deposition si è dimostrata come la più versatile per la deposizione di materiali complessi da un singolo target. La PLD permette la crescita di film altamente epitassiali e di riprodurre con un buon grado di fedeltà nel film la stechiometria del target, garantendo allo stesso tempo un controllo subatomico dello spessore. La PLD è inoltre compatibile con l'uso di diagnostiche in-situ (p. es. RHEED) in un ampio range di pressioni del gas di processo, tra l'alto vuoto e valori superiori ai 10^{-1} mbar. In questa lezione si forniranno numerosi esempi di crescita cristallina layer-by-layer di diversi materiali complessi, ed in particolare ossidi di metalli di transizione. Si discuteranno i meccanismi alla base del processo di ablazione, si introdurrà la "plasma plume" (descritta estesamente nella lezione successiva), e si affronterà l'influsso delle condizioni di crescita sulle proprietà strutturali, superficiali ed elettroniche dei film. Infine, ci si interrogherà, sulla base delle attuali esperienze, sulle prospettive di applicazione della tecnica a processi industriali di larga area.



15:45 - 16:00

Coffee break

16:00 - 17:00

Diagnostic of the PLD plasma plume

*Salvatore Amoroso - Dip. di Scienze Fisiche dell'Università di Napoli
"Federico II"*

Le proprietà dei film sottili prodotti mediante PLD possono dipendere criticamente dalle caratteristiche dei precursori in fase gassosa che compongono la piuma di plasma che viene trasferita dal bersaglio ablatato al substrato. Inoltre, in molti casi la deposizione del film avviene in presenza di un gas ambiente (inerte o reattivo) che modifica la propagazione delle specie e la composizione della piuma di materiale influenzando direttamente le caratteristiche del film depositato. In questa lezione saranno illustrate le principali tecniche di indagine della piuma di plasma prodotta nel processo di PLD e della sua propagazione dal bersaglio al substrato e analizzati gli effetti indotti dai parametri del processo (fluenza laser, pressione del gas ambiente, temperatura del substrato, etc..) sulla dinamica della piuma, anche attraverso la discussione di semplici modelli interpretativi che ben descrivono i dati sperimentali.

17:00-17:30

Discussione

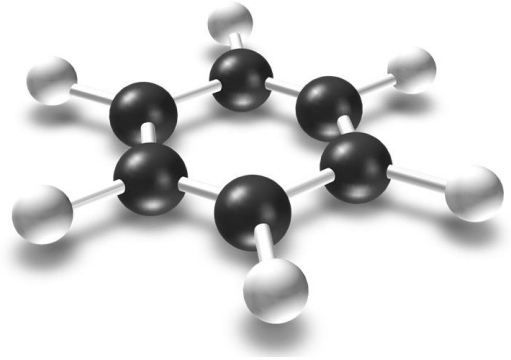
Secondo giorno

9:15-10:45

Chemical Vapour Deposition

Alberto Tagliaferro – Politecnico di Torino

La deposizione chimica da fase vapore (Chemical Vapour Deposition - CVD) è una tecnica che sfrutta la dissociazione di precursori gassosi per produrre strati sottili di materiali di varia natura (metallici, isolanti, ...). La tecnica trova ampio utilizzo sia a livello di laboratori di ricerca che industriale. In questa lezione verranno illustrati dapprima i principi fondanti del processo e successivamente il loro schema implementativo di principio. Verranno in particolare focalizzati i vari parametri di controllo del processo ed il loro impatto sul materiale depositato. Si farà altresì cenno alle tecniche derivate dalla CVD, quale la PECVD (plasma enhanced chemical vapour deposition) tratteggiandone vantaggi e svantaggi.



10:45 -11:00

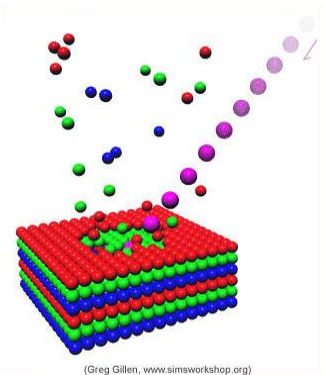
Coffee break

11:00 -12:30

Caratterizzazione delle superfici dei materiali mediante Secondary ion mass spectrometry (SIMS)

Simona Barison - Istituto di Chimica della Materia condensata e di Tecnologie per l'Energia - CNR

La tecnica di spettrometria di massa di ioni secondari (SIMS) è una tecnica di analisi di superficie che consiste nell'erosere la superficie del campione con un fascio di ioni ed analizzare gli ioni prodotti dal bombardamento (ioni secondari). Con tale tecnica sono analizzabili tutti gli elementi minori ed in tracce, dai primi strati atomici fino a profondità di decine di μm , identificarne gli isotopi ed eseguire anche mappature elementari mediante la scansione del fascio ionico sulla superficie. Il corso illustrerà i principi generali della tecnica, le tipologie di strumentazione e le informazioni che si possono ottenere da tale tecnica. Saranno inoltre illustrati esempi di caratterizzazione SIMS di diverse tipologie di materiali, con particolare riferimento ad analisi di film depositati con tecniche PVD e CVD.



Pranzo

14:00-15:30

Caratterizzazione delle superfici dei materiali mediante X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)

Giorgio Speranza - Fondazione Bruno Kessler

Nella spettroscopia fotoelettronica a raggi X (XPS) la superficie del materiale viene irraggiata con fotoni X di elevata energia e per effetto fotoelettrico la superficie del materiale emette elettroni. In base alla loro energia e' possibile identificare la composizione chimica del materiale. Poiche' quest'ultima determina come il materiale interagisce l'ambiente circostante, la sua conoscenza e' cruciale per la produzione di materiali innovativi e/o modificare correttamente la composizione della loro superficie. In questa lezione verranno illustrati i principi della tecnica e le sue potenzialita'. In particolare verranno illustrate le varie componenti di uno spettro XPS e come da queste sia possibile ottenere informazioni relative alla chimica della superficie del materiale e le possibili aree di applicazione.



15:30-15:45

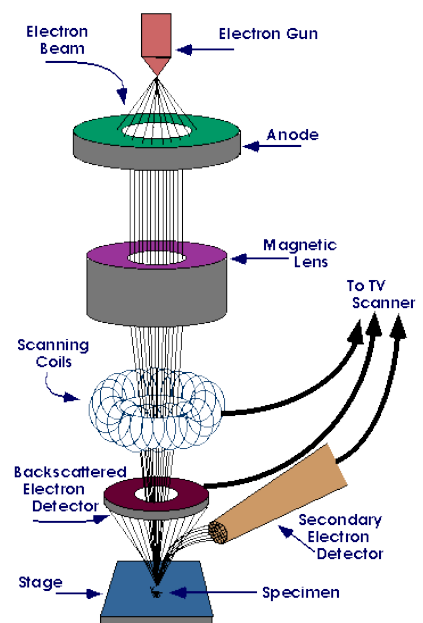
Coffee break

15:45-17:15

Caratterizzazione delle superfici dei materiali mediante Scanning electron microscopy / Energy Dispersive Spectroscopy (SEM/EDS)

Antonio Vecchione - CNR-Spin Salerno

La microscopia elettronica a scansione (SEM) è un metodo di analisi strutturale utilizzato in numerose discipline (biologia, scienze dei materiali, archeologia, geologia, medicina, etc). In questa lezione si riassumeranno i principi di funzionamento del microscopio a scansione, i recenti sviluppi della tecnica e le applicazioni a film sottili e a campioni allo stato solido. In particolare, saranno descritti i metodi di rivelazione effettuati mediante dispersione di energia (EDS) e dispersione di lunghezza d'onda (WDS). Si discuteranno, infine, i vantaggi e gli svantaggi dei due metodi di microanalisi nello studio di film sottili, con esempi tratti da esperimenti realizzati presso laboratori nazionali ed internazionali.



Discussione e chiusura lavori

SEDE DEL CORSO

Dipartimento di Fisica "Ettore Pancini", Università di Napoli "Federico II"
Complesso Universitario di Monte S. Angelo – Via Cinthia, 80126 Napoli

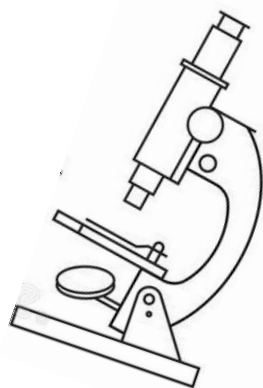


COORDINATORI DEL CORSO

Espedito Vassallo - Istituto di Fisica del Plasma "Piero Caldirola" – CNR

Ubaldo Coscia - Dipartimento di Fisica "Ettore Pancini", Università di Napoli "Federico II"

Salvatore Amoruso - Dipartimento di Fisica "Ettore Pancini", Università di Napoli "Federico II"

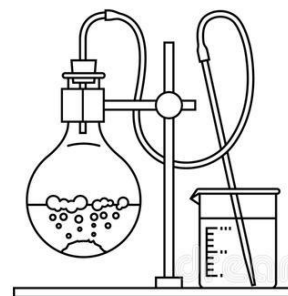


ISCRIZIONE AL CORSO

Per informazioni sulla quota di partecipazione al corso e per l'iscrizione è necessario compilare la scheda di registrazione reperibile alla pagina web: www.aiv.it.

La quota di partecipazione al corso comprende le dispense, il libro "Introduzione alla fisica e tecnologia del vuoto" di B. Ferrario e per i non soci l'iscrizione ad AIV per l'anno in corso.

Il corso sarà attivato con un **numero minimo di n. 6 partecipanti**.



AIV-Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia

www.aiv.it, segreteria@aiv.it

Sede: c/o Fast – 20121 Milano, P.le Morandi, 2. Codice Fiscale 80175730151

AIV- Member of IUUSTA-International Union for Vacuum Science, Technique and Applications