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

Cittadella Politecnica – Politecnico di Torino
Corso Luigi Settembrini, 178 – 10135 Torino

Torino, 18-19 Ottobre 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

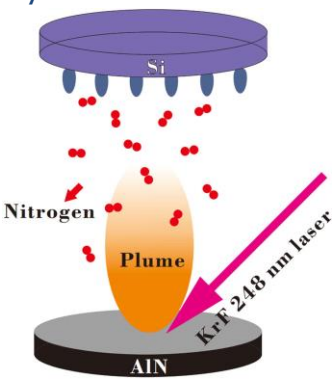
Plasma Deposition Technologies

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 depostion) 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.

Physical Vapor Deposition -HiPIMS

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 $kW \cdot cm^{-2}$) 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.

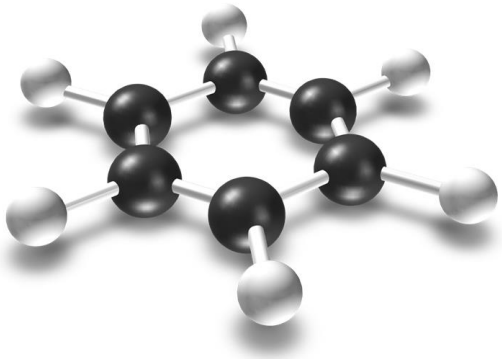


Pulsed laser deposition (PLD)

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 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.

Chemical Vapour Deposition

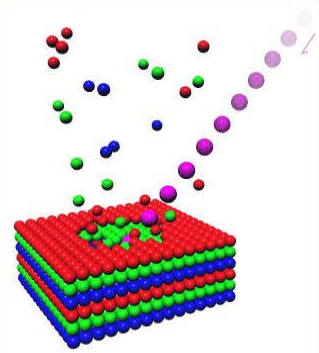
La deposizione chimica da fase vapore (Chemical Vapour Deposition - CVD) è una tecnica che sfrutta la dissociazione di precursori gassosi per produrre strati sottili di materiali di varia natura (metallici, isolanti, ...). La tecnica trova ampio utilizzo sia a livello di laboratori di ricerca che industriale. 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 depostion) tratteggiandone vantaggi e svantaggi.



Caratterizzazione delle superfici dei materiali mediante

Secondary ion mass spectrometry (SIMS)

La tecnica di spettrometria di massa di ioni secondari (SIMS) è una tecnica di analisi di superificie che consiste nell'erodere 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.



(Greg Gillen, www.simsworkshop.org)

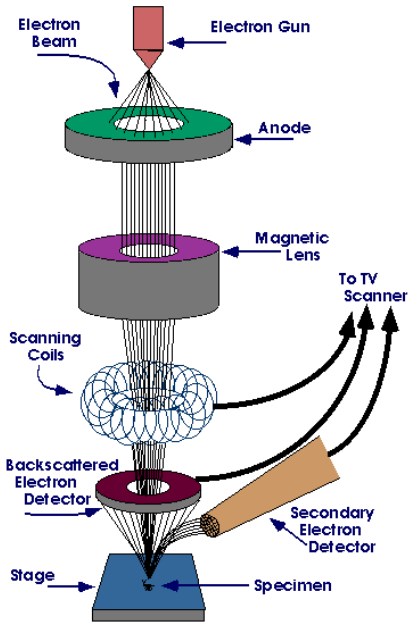
X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)

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.

Scanning electron microscopy / Energy Dispersive Spectroscopy (SEM/EDS)

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.



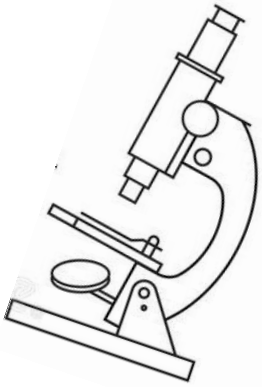
SEDE DEL CORSO

Cittadella della Politecnica – Politecnico di Torino

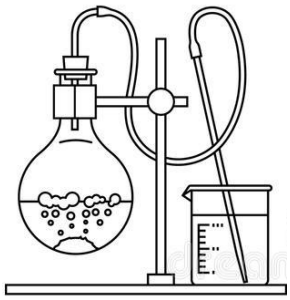
Corso Luigi Settembrini, 178 - 10135 Torino (TO)

COORDINATORI DEL CORSO

Espedito Vassallo - Istituto di Fisica del Plasma CNR – Milano
Luciano Scaltrito – Politecnico di Torino



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