



## Laboratorio per le tecnologie dei film sottili

Il Laboratorio per le tecnologie dei film sottili svolge attività di ricerca e sviluppo nel settore dei film sottili di materiali semiconduttori, dielettrici e metallici, realizzati anche su substrati di basso costo.

In particolare le attività riguardano:

- lo sviluppo di processi e tecnologie di lavorazione di materiali a film sottile e loro caratterizzazione dal punto di vista morfologico, strutturale, composizionale, elettrico ed opto-elettronico;
- lo sviluppo di celle fotovoltaiche innovative basate su multigiunzioni a film sottili di silicio amorfo e microcristallino e sue leghe depositati su vetro, con strutture per l'intrappolamento della luce solare incluso i riflettori posteriori e intermedi, elettrodi trasparenti e conduttivi ottimizzati e strati antiriflesso;
- processi a bassa temperatura per l'impiego di substrati polimerici a basso costo;
- sviluppo di materiali assorbitori inorganici a base di quantum dot di silicio;
- la realizzazione di moduli prototipali su vetro.

Il Laboratorio è dotato di:

- impianti UHV per la sintesi da fase gassosa di film sottili semiconduttori amorfi e policristallini, di nitruri e per il dry etching di semiconduttori e isolanti con tecniche RF-PECVD (Radio Frequency Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition), Very High Frequency PECVD, Hot Wire CVD, Low Pressure CVD e RIE (Reactive Ion Etching);
- DC/RF Sputtering a 3 catodi magnetron per la deposizione su substrati da 900 cm<sup>2</sup> di film sottili di ossidi trasparenti e

Foto in alto:  
laboratorio in clean room per la deposizione di film sottili di silicio amorfo e microcristallino per celle solari e microelettronica

conduttori e di metalli in varie configurazioni elettrodo in moduli fotovoltaici;

- sistema Metal Organic CVD a singola camera per la sintesi da fase gassosa di film sottili di ossidi metallici su substrati di vetro;
- camere bianche in classe 100 e 10000, Mask-Aligner, Spinner, Profilometro meccanico, Wet bench, AFM/STM (Atomic Force Microscope /Scanning Tunnel Microscope) con testa per analisi elettrochimiche ed in ambiente controllato, Pattern Generator per maschere fotolitografiche in cromofino a 6";
- sistema di Laser Scribing per l'inter-connesione delle celle in serie in moduli a film sottile completo di: un laser a stato solido Q switched CW-pumped Nd-VO4 oscillante a 1064 nm; un laser a stato solido Nd-YLF con una lunghezza d'onda di 523 nm; sistema di focalizzazione dei fasci, omogeneizzatore di fascio; tavole xy motorizzate ad alta precisione;
- laser a eccimeri KrF con lunghezza d'onda 248 nm e picco di energia di 900 mJ; camera da vuoto con finestre di quarzo per irraggiamenti in ambiente controllato e deposizioni via laser ablation;
- spettrofotometro UV/VIS/NIR, Ellissometro a modulazione di fase, SEM (Scanning Electron Microscope), Sistema per misure di efficienza ottica e di angolo di accettazione di lenti per la concentrazione;
- diffrattometro ad alta risoluzione (classical Bragg-Brentano, analisi di film sottili e tessitura), Spettrofotometro FT-IR e microscopio IR, Raman Spectroscopy con tre sorgenti laser (514 nm, 633 nm, e 785 nm), Microscopio elettronico a scansione con microanalisi, Spettrometro ad emissione ottica per profili composizionali (GDOES);
- simulatori solari AM 1.5 Global, 100 mW/cm<sup>2</sup>, a singola e doppia sorgente in Classe A per valutare l'efficienza nominale delle celle solari piane e a concentrazione; sistema per misure di efficienza quantica di dispositivi a singola, doppia e tripla giunzione con e senza bias di luce o tensione; apparati per misure di conducibilità, energia di attivazione, della costante di Hall nell'intervallo 77-500 K; apparati per la mappatura della resistività; apparati per la determinazione di densità degli stati di difetto all'interno della banda proibita, della lunghezza di diffusione dei portatori minoritari e del tempo di vita dei portatori transienti in semiconduttori.

Tra le realizzazioni di rilievo del Laboratorio per le tecnologie dei film sottili si segnalano:

- brevetto di un sistema LP-MOCVD per la deposizione di ZnO su larga area caratterizzato da alta velocità di crescita dei film, fino a 20-30 Å/sec, testurizzazione naturale della superficie adatta all'intrappolamento della luce solare, basso costo del processo;
- film di ZnO:B depositati per MOCVD su 30 x 30 cm<sup>2</sup> con resistività  $\rho = 6 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ , trasmittanza media maggiore del 82% nel range di lunghezza d'onda 400-800 nm;
- celle solari tandem micromorph con efficienza massima dell'11,3% (stabilizzata al 10%);
- moduli tandem in silicio amorfo da 30 x 30 cm<sup>2</sup> con efficienza massima del 9,1% (stabilizzata al 7,3%).

Realizzazione di maschere fotolitografiche ad alta definizione



Misura di efficienza quantica di celle solari a giunzione singola o multipla



Diffrattometro ad alta risoluzione

