

STRUTTURA	SCUOLA POLITECNICA - DICAM
ANNO ACCADEMICO	2015/2016
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE	Scienza e Ingegneria dei Materiali
INSEGNAMENTO	Materials and Technology for Micro and Nano Electronics
TIPO DI ATTIVITÀ	Affine
AMBITO DISCIPLINARE	Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	17367
ARTICOLAZIONE IN MODULI	NO
NUMERO MODULI	-
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-INF/01
DOCENTE RESPONSABILE	Roberto Macaluso Ricercatore Università di Palermo
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	54
PROPEDEUTICITÀ	Fisica della materia
ANNO DI CORSO	2°
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, esercitazioni in aula, esercitazioni in laboratorio, visite in campo, seminari.
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa
METODI DI VALUTAZIONE	Prova Orale
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Al termine di ogni lezione (nel periodo di lezioni); per appuntamento (negli altri periodi)

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

Il corso porta a conoscenza dello studente i principali processi tecnologici e materiali impiegati per la fabbricazione di micro e nano dispositivi per applicazioni nei campi più svariati (elettronica, ottica, meccanica, biologia). Alla fine del corso lo studente, oltre a conoscere i processi di base, sarà in grado di comprendere i processi più avanzati specifici e i materiali alternativi al silicio per la realizzazione di dispositivi elettronici avanzati.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Seguendo il corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite sia per la comprensione di diversi e nuovi processi, sia per la implementazione dei processi di microfabbricazione tradizionali e di quelli più avanzati di nanofabbricazione. Lo studente inoltre sarà inoltre in grado di applicare le conoscenze acquisite per la crescita e la caratterizzazione di nuovi materiali nanostrutturati per applicazioni elettroniche.

Autonomia di giudizio

Nel corso viene data particolare enfasi nello stimolare la capacità di giudizio autonomo dello studente nel valutare strategie tecnologiche, convenienze economiche, qualità ed efficienza associate alle procedure di fabbricazione studiate.

Lo studente acquisirà competenze tali da essere in grado di confrontare sia da un punto di vista tecnico-scientifico sia da un punto di vista economico, materiali, tecnologie e dispositivi diversi per la micro e la nanoelettronica, correlandoli alle particolari applicazioni considerate di volta in volta.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare efficacemente in modo scritto ed orale su argomenti e problematiche inerenti l'oggetto del corso anche in un contesto internazionale: particolare attenzione è infatti rivolta alla terminologia in lingua inglese. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche riguardanti la tecnologia da utilizzare per scopi specifici.

Capacità d'apprendimento

Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia diverse problematiche relative alla scelta dei materiali e delle tecnologie da utilizzare per realizzare dispositivi micro e nano elettronici. Questa padronanza gli consentirà di accedere senza sforzo sia ad ambiti professionali di alto livello tecnico nel settore dei materiali e tecnologie per l'elettronica, sia ai relativi corsi di dottorato.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso fornisce, assieme ad una sintesi delle problematiche legate alle moderne tecniche di fabbricazione di micro e nano dispositivi, conoscenze specifiche sulla fisica e sulla tecnologia di nuovi materiali quali grafene e nanotubi di carbonio, i quali costituiscono per l'industria dei semiconduttori una possibile prospettiva futura per realizzare circuiti integrati sempre più densi, veloci e a bassissima dissipazione di potenza. Il corso dedica inoltre ampio spazio alle più avanzate tecniche di fabbricazione e caratterizzazione di nanostrutture e nanodispositivi ed include esercitazioni numeriche e sperimentali. Queste ultime sono focalizzate principalmente nella fabbricazione di nanostrutture attraverso processi elettrochimici e successiva caratterizzazione attraverso microscopia elettronica a scansione, diffrattometria a raggi x e spettroscopia Raman.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
1	Introduzione storica ed evoluzione delle microtecnologie.
2	Il silicio e i polimeri come "materiale da costruzione".
3	Tecnologie di crescita di monocristalli.
2	Difetti reticolari e loro effetti.
2	Processi di base: epitassia, ossidazione.
2	Processi di base: chemical vapor deposition (CVD), Physical vapor deposition (PVD) e sputtering.
3	Processi di base: impiantazione ionica, diffusione, annealing.
3	Microlitografia.
2	Processi di base: plasma-etching e wet-etching.
2	Tecnologie dell'alto vuoto.
6	Tecniche avanzate di fabbricazione di nanodispositivi: deep-UV lithography, extreme-UV lithography, litografia a fascio elettronico, direct contact top-down lithography, nano imprint lithography, dip-pen nanolithography.
8	Strumenti e tecniche di caratterizzazione di nanostrutture e nanomateriali: microscopio elettronico a scansione (SEM) e in trasmissione (TEM), microscopio a scansione per effetto tunnel (STM), microscopio a forza atomica (AFM), spettroscopia Raman.
6	Nuovi materiali per la nanoelettronica e loro proprietà: grafene, nanotubi di carbonio. Metodi di crescita basati su processi elettrochimici. Self-assembly e approccio <i>bottom-up</i> .

1	Dispositivi basati su nanotubi di carbonio: sensori di gas.
	ESERCITAZIONI
2	Drogaggio del silicio
1	Ossidazione del silicio
2	Microscopio elettronico a scansione (SEM) – sperimentale.
2	Spettroscopia Raman – sperimentale.
4	Fabbricazione e caratterizzazione di materiali nanostrutturati – sperimentale.
TESTI CONSIGLIATI	<ul style="list-style-type: none"> • G.S. May, S.M. Sze: Fundamentals of Semiconductor Fabrication – Wiley, 2007. • Y. Leng: Materials characterization: introduction to microscopic and spectroscopic methods – Wiley, 2009. • H.-S. P. Wong, D. Akinwande: Carbon Nanotube and graphene device physics – Cambridge University Press, 2011.