



UNIVERSITÀ DI PISA

MATERIALS AND DEVICES FOR NANOSCALE ELECTRONICS

MASSIMO MACUCCI

Academic year

2023/24

Course

MATERIALS AND
NANOTECHNOLOGY

Code

827II

Credits

6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
MATERIALS AND DEVICES-ING/01 FOR NANOSCALE ELECTRONICS	LEZIONI	48	MASSIMO MACUCCI	

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Lo studente che completa il corso con successo avra` una comprensione generale del ruolo dei materiali nell'elettronica in scala nanometrica e del processo di riduzione dimensionale dei dispositivi CMOS, oltre che di alcune delle principali tecnologie "beyond CMOS" che sono state proposte (compresi i dispositivi basati sulla Coulomb blockade, sul grafene, ecc.). Sviluppera` inoltre la capacita` di valutare il comportamento elettrico di nanostrutture in base al formalismo di Landauer-Büttiker e di dare una prima valutazione di una tecnologia proposta o della validita` di un nuovo materiale.

Modalità di verifica delle conoscenze

Durante l'esame orale lo studente deve essere in grado di dimostrare la propria conoscenza del materiale del corso e la sua capacita` di applicarlo alla valutazione e selezione di materiali per applicazioni nell'ambito della nanoelettronica.

Metodi:

- Esame orale

Capacità

Conoscenza delle proprieta` dei principali materiali utilizzati per i dispositivi nanoelettronici, comprensione del processo di riduzione dimensionale dei dispositivi CMOS, capacita` di implementare i principali aspetti della simulazione del trasporto in un nanodispositivo.

Modalità di verifica delle capacità

Attraverso le domande nell'esame orale.

Comportamenti

Lo studente sviluppera` la capacita` di giudicare come le proprieta` dei materiali possono essere sfruttate per la realizzazione di un nuovo dispositivo o nel perfezionamento di un dispositivo esistente.

Modalità di verifica dei comportamenti

Una verifica sara` condotta durante l'esame.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenza del funzionamento dei dispositivi elettronici di base, fondamenti di meccanica quantistica, chimica di base.

Indicazioni metodologiche

Tutte le lezioni sono in Inglese

Tipo di insegnamento: lezioni frontali

Metodi di apprendimento:

- presenza alle lezioni
- partecipazione alle discussioni



UNIVERSITÀ DI PISA

- studio individuale

Frequenza: raccomandata

Forme di insegnamento:

- lezioni
- apprendimento sulla base di obiettivi/apprendimento sulla base di problemi/apprendimento sulla base di indagini.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso include un'approfondita analisi del processo di riduzione dimensionale dei dispositivi CMOS (sia quello a campo costante sia quello generalizzato); un'analisi delle principali non idealità, come gli effetti di elettroni caldi, il DIBL (drain induced barrier lowering), la distribuzione casuale dei droganti, le limitazioni alla pendenza sotto soglia e alla velocità di propagazione dei segnali; ruolo dei nuovi materiali e delle nuove geometrie nelle recenti ultime generazioni di dispositivi; calcolo della conduttanza attraverso un dispositivo balistico; il concetto di Coulomb blockade e la sua applicazione al transistor a singolo elettrone; le eterostrutture basate su semiconduttori composti e il loro utilizzo per gli HEMT (high electron mobility transistor), per i dispositivi a effetto quantistico e per i rivelatori di carica non invasivi. Un ulteriore insieme di argomenti viene scelto in base alle preferenze espresse dagli studenti: scelte tipiche sono l'elettronica basata sul carbonio, il quantum computing, l'elettronica molecolare, i processi tecnologici per la fabbricazione di nanodispositivi.

Bibliografia e materiale didattico

Non c'è un libro di testo ufficiale. Le registrazioni audio e le foto di tutte le lavagne sono disponibili sul sito del corso. Le letture suggerite includono i seguenti testi: Yuan Taur, Tak H. Ning, "Fundamentals of Modern VLSI Devices" (Cambridge University Press, 2009). William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery, "Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing" (Cambridge University Press, 1992).

Indicazioni per non frequentanti

Tutte le lezioni (registrazioni audio/video e file pdf di quanto scritto durante la lezione) sono disponibili sul sito web, ricevimenti con il docente possono essere fissati per e-mail o per telefono.

Modalità d'esame

L'esame è orale e consiste di tre domande sugli argomenti trattati nel corso. Il voto finale è la media dei voti ottenuti sulle tre domande. La durata media dell'esame è di 30 minuti.

Ultimo aggiornamento 22/08/2023 17:10