UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Quantum Electronics

2425-2-FSM01Q028

Obiettivi

Il corso si propone di fornire le nozioni fondamentali sulla progettazione e fabbricazione di nanostrutture mediante fotoni, fasci di elettroni e autoassemblaggio. Verranno studiati gli stati elettronici di materiali e dispositivi attraverso la discussione delle loro architetture e misure delle proprietà ottiche, elettroniche e magnetiche al fine di comprendere le potenziali applicazioni dei materiali quantistici nelle tecnologie quantistiche.

Contenuti sintetici

• Introduzione: Elettronica per le moderne tecnologie quantistiche
• Trasporto quantistico in strutture a bassa dimensionalità
• Spintronica
• Metodi per la generazione e la manipolazione della radiazione ottica coerente e delle microonde
• Metodi di nanofabbricazione tramite fotoni, elettroni e autoassemblaggio
• Funzionalità emergenti: magnetismo topologico

Programma esteso

INTRODUZIONE
• Dispositivi elettronici per le moderne tecnologie quantistiche. Panoramica dei prerequisiti del corso, contenuti delle lezioni, libri di testo/letteratura e metodi di valutazione.

PROGETTAZIONE E FABBRICAZIONE DI NANOSTRUTTURE
• Introduzione alla litografia;
• Tecniche litografiche ottiche e ultraviolette.

• Litografia a fascio di elettroni (EBL) e fascio ionico focalizzato (FIB).
• Breve panoramica delle principali tecniche di deposizione di film sottili.

TRASPORTO QUANTISTICO
• Scale di lunghezze e regimi di trasporto degli elettroni.
• Trasporto quantistico in sistemi zero, mono e bidimensionali.
• Blocco Coulombiano e di spin di Pauli. Punti di contatto quantistici. Transistore a singolo elettrone ed effetto Hall quantistico.
• Conduttori multiterminali e formula di Buttiker-Landauer.
• Spin in pochi punti quantici elettronici. Rilevamento della carica. Conversione spin-carica e lettura del singolo elettrone.

METODI PER LA GENERAZIONE E LA MANIPOLAZIONE DI RADIAZIONE OTTICA COERENTE E MICROONDE
• Principio dell'emissione laser e della generazione di brevi impulsi.
• Risonatori ottici, guide d'onda e circuiti integrati.
• Emettitori e maser a microonde; Cavità a radiofrequenza.

DISPOSITIVI E APPLICAZIONI IN SPINTRONICA
• Teoria del trasporto di spin in multistrati magnetici e architetture di dispositivi per misure di trasporto.
• Magnetoresistenza gigante, magnetoresistenza anisotropa, magnetoresistenza tunneling ed effetti Hall dipendenti dallo spin.
• Metodi di risonanza magnetica ottica ed elettrica per l'iniezione, la manipolazione e la rilevazione dello spin degli elettroni.
• Funzionalità dei dispositivi spintronici: conversione spin-carica, iniezione spin, coppia di trasferimento spin, manipolazione di spin e lettura di spin.
• Transistori e amplificatori di spin, filtri di spin, MRAM con giunzioni tunnel magnetiche, qubit di spin molecolari e qubit di spin in nanostrutture di semiconduttori.

FUNZIONALITÀ EMERGENTI: MAGNETISMO TOPOLOGICO
• Topologia nella materia condensata e conduzione chirale.
• Effetti magnetoelettrici topologici e spintronica topologica.
• Domini magnetici e skyrmioni di tipo Néel e di tipo Bloch.

Prerequisiti

Corsi sui concetti di base della meccanica quantistica, della fisica dei semiconduttori e della fisica dello stato solido (o equivalenti).

Modalità didattica

28 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa
Le lezioni teoriche frontali e di esercitazione saranno svolte con l'ausilio di presentazioni e/o lavagna.

Materiale didattico

1. Datta S. (2013) Electronic transport in mesoscopic systems, Cambridge University Press
2. Zheng Cui (2008), Nanofabrication - Principles, Capabilities and Limits, Springer New York, NY.
3. T. Shinjo (2009), Nanomagnetism and Spintronics, Elsevier
4. J. Sto?hr and H.C. Siegmann (2006) Magnetism: from fundamentals to nanoscale dynamics. Springer, Berlin
5. Orazio Svelto (2007), Principle of Lasers (Fourth Edition), Springer, Berlin

Ulteriori riferimenti verranno forniti durante le lezioni. Le presentazioni saranno messe a disposizione degli studenti attraverso la presente piattaforma e-learning.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre (da settembre a gennaio)

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Le conoscenze degli studenti verranno valutate attraverso una prova orale incentrata sugli argomenti trattati durante il corso con presentazione di analisi quantitative, equazioni, grafici e schemi.
La competenza e i criteri di valutazione si baseranno sulle conoscenze e sulle capacità comunicative acquisite nell'ambito degli argomenti studiati. Non sono previste prove parziali.

Orario di ricevimento

Dal lunedì al venerdì in qualsiasi orario di lavoro (è opportuno concordare appuntamento con il docente tramite email).

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE