

Francesco Fuso

INFM, DIPARTIMENTO DI FISICA UNIVERSITÀ DI PISA
Via Filippo Buonarroti 2, I-56127 Pisa (Italy)
Tel +39 050 2214 305, 293; Fax +39 050 2214 333
e-mail: fuso@df.unipi.it, <http://www.df.unipi.it/~fuso>

Pisa, 05/11/2003

Corso di Laurea in Scienza dei Materiali - Fisica delle nanotecnologie

Programma di massima del corso a.a. 2003/2004

Aspetti fisici di base delle nanostrutture: definizioni e concetti fondamentali; richiami sui principi di funzionamento delle giunzioni di semiconduttori e sui MOS-FET.

Proprietà di trasporto in sistemi e dispositivi a bassa dimensionalità: proprietà di trasporto classiche in film sottili; densità degli stati e dimensionalità dei sistemi; effetto Hall quantistico: livelli di Landau, quanto di resistenza di von Klitzing; guide d'onda elettroniche: livelli di Landauer; fenomeni di singolo elettrone ed effetti di Coulomb-blockade e Coulomb staircase; richiami sull'effetto tunnel: diodo a tunnel risonante; cenni su superconduttori e giunzioni SIS e NIS, effetto Josephson, dispositivi SQUID.

Aspetti nanotecnologici di dispositivi e materiali per l'immagazzinamento di informazioni: immagazzinamento di carica e cenni su dispositivi innovativi (memorie a singolo elettrone, materiali ferroelettrici inorganici ed organici); memorie magnetiche: limite di superparamagnetismo; memorie ottiche e limite della diffrazione.

Sistemi nanotecnologici di natura organica: fondamenti della conduzione in polimeri coniugati e ruolo del drogaggio; esempi di elettronica intramolecolare (cavi, switches, diodi,...); autoassemblaggio molecolare in alcanotioli.

Proprietà ottiche in sistemi e dispositivi a bassa dimensionalità: cenni sulle proprietà ottiche di nanoparticelle; proprietà ottiche in MQW e quantum dots; cenni su eccitoni;; esempi di luminescenza da nanocristalli e silicio poroso; aspetti fondamentali dei laser ad eterogiunzione e dei laser nanotecnologici (a quantum dot, a cavità verticale, a cascata quantica); esempi di dispositivi elettroluminescenti di natura organica; cenni su cristalli fotonici.

Nanostrutture isolate: cenni su metodi di fabbricazione di nanoclusters; nanofili metallici e nanometallici; nanostrutture di carbonio: fabbricazione, struttura, proprietà elettroniche e meccaniche di nanotubi di carbonio e di nanocompositi.

Tecnologie per la fabbricazione di film sottili: crescita epitassiale ed eteroepitassiale; principali metodi fisici e chimici per la deposizione di film sottili: MBE, MO-MBE, sputtering, PLAD, PE-CVD, LPE.

Tecnologie per l'osservazione e la definizione per via ottica di nanostrutture: richiami sulla diffrazione ottica, risoluzione spaziale e limite di Abbe; microscopia ottica convenzionale e confocale (cenni); litografia ottica e a raggi-X, cenni di tecnologia del resist e dell'etching, etching anisotropo, side-wall patterning; cenni sulla manipolazione laser di atomi neutri e litografia atomica.

Francesco Fuso

INFM, DIPARTIMENTO DI FISICA UNIVERSITÀ DI PISA
Via Filippo Buonarroti 2, I-56127 Pisa (Italy)
Tel +39 050 2214 305, 293; Fax +39 050 2214 333
e-mail: fuso@df.unipi.it, <http://www.df.unipi.it/~fuso>

Pisa, 05/11/2003

Tecnologie per l'osservazione e la definizione di nanostrutture mediante fasci di cariche: microscopia elettronica SEM e TEM: funzionamento e principali meccanismi di contrasto, campo chiaro e campo scuro; litografia elettronica: vantaggi e limiti connessi.

Tecnologie per l'analisi e la manipolazione di nanoparticelle mediante microscopia a scansione di sonda: generalità sulla SPM: modi di operazione, artefatti, risoluzione spaziale; esempi di SPM: AFM, STM, SFM, EFM, MFM,...; microscopia a campo prossimo ottico (SNOM); litografia mediante SPM.

Testi di riferimento: durante il corso di studio è prevista la distribuzione di materiale didattico. Un elenco parziale dei testi di riferimento utilizzati comprende:

- P.Y. Yu, M. Cardona, *Fundamentals of semiconductors: physics and materials properties*, Springer Verlag (1999).
- F. Bassani, U.M. Grassano, *Fisica dello Stato Solido*, Bollati Boringhieri (2000).
- M. Ohring, *The materials science of thin films*, Academic (1997).
- G. Timp, *Nanotechnology*, Springer-Verlag (1999).
- M.J. Madou, *Fundamentals of microfabrication*, CRC Press (1997).
- R. Wiesendanger, *Scanning Probe Microscopy: analytical methods (Nanoscience and Technology)*, Springer-Verlag (1998).
- C.P. Poole Jr and F. Owens, *Introduction to nanotechnology*, Wiley (2003).
- J.M. Tour, *Molecular Electronics*, World Scientific (2003).
- J.Y. Ying (ed.), *Nanostructured materials*, Academic Press (2001).
- D. Brandon and W.D. Kaplan, *Microstructural characterization of materials*, Wiley (1999).