

Scheda didattica GOMP – Sapienza

TITOLO CORSO	Optoelectronics
Docente	Antonio d'Alessandro
Tipologia (laurea/laurea magistrale)	Laurea Magistrale
Corso di laurea	Ingegneria Elettronica
Anno di erogazione (I/II/III)	II
Anno accademico	2013-14
Lingua	Inglese
Programma ITA	<p>Proprietà ottiche dei semiconduttori: equazione di Schrödinger, diagramma energia-momento, semiconduttori diretti e indiretti. Concetti generali di interazione luce-materia: tassi di assorbimento, di emissione spontanea e stimolata. Semiconduttori III-V, energy gap-lunghezza d'onda, leghe ternarie e quaternarie. Omogiunzioni ed eterogiunzioni a semiconduttore: proprietà ottiche ed elettroniche. Pozzi quantici singoli (SQW) e multipli (MQW). Tassi di ricombinazione ed efficienza quantica. Epitassia a fascio molecolare. Semiconduttori organici, amorfi e policristallini. LED a semiconduttore: materiali, strutture e tecnologie. Principio di funzionamento, relazioni luce-corrente, caratteristiche di modulazione, elettronica di controllo, applicazioni. LED colorati e bianchi. LASER a semiconduttore: principi di emissione, guadagno ottico nei semiconduttori, cavità Fabry-Perot. Equazioni dinamiche e calcolo della corrente di soglia laser. Efficienze laser. Caratteristiche luce-corrente. Caratteristiche di modulazione per piccoli e grandi segnali. Chirp della frequenza. Rumore d'intensità, caratteristiche RIN (relative intensity noise), rumore di fase e larghezza di riga spettrale. Laser singolo modo DFB, DBR, VCSEL. Laser MQW. Laser accordabili. Laser pompati a diodi. Circuiti elettronici di pilotaggio. Stabilità in temperatura. Fotorivelatori a semiconduttore. Efficienza quantica, sensibilità, compromesso banda-sensibilità, corrente di buio. Fotoconduttori, fotodiodi a giunzione p-n, p-i-n e a barriera Schottky. Fotodiodi a valanga. SPAD (Fotorivelatori a valanga a singolo fotone). Fotorivelatori MQW. Principio di funzionamento e caratteristiche di celle solari. Fotocatodi, fotorivelatori in tubi a vuoto e fotomoltiplicatori: strutture, tecnologie, prestazioni e applicazioni. Struttura e principio di funzionamento di charge coupled devices e CMOS per sensori di immagini. Rumore nei fotorivelatori, rapporto segnale-rumore. Le fibre ottiche: struttura, caratteristiche di propagazione, attenuazione, dispersione (di modo, cromatica e di polarizzazione), scattering stimolato di Raman e di Brillouin, rifrazione non lineare. Progettazione di fibre singolo modo. Cenni sulle tecniche realizzative delle fibre ottiche. Circuiti ottici con guide dielettriche planari e a canale e cenni di tecnologie realizzative. Metodi di calcolo degli indici efficaci e di dispersione. Dimensionamento di guide ottiche singolo modo. Curve e rastremazioni. Perdite per irraggiamento e diffusione. Teoria dei modi accoppiati e progetto dell'accoppiatore coerente. Giunzioni a X e Y. Circuiti ottici su silicio. Microrisonatori ad anello. Interferometro integrato di Mach-Zehnder. Il niobato di litio: cenni sulla struttura cristallina e proprietà ottiche. Principi di propagazione della luce in cristalli anisotropi. Polarizzatori integrati e divisori di polarizzazione. Effetto elettroottico Pockels e Kerr in niobato di litio. Effetto di elettroassorbimento di Franz-Keldish e fenomeno di quantum confined Stark effect in pozzi quantici multipli. Modulatori di luce elettroottici integrati a larga banda per telecomunicazioni. Effetto acustoottico. Filtri ottici accordabili e commutatori elettroottici e acustoottici. Fondamenti di materiali e strutture a bandgap fotonico, calcolo delle bande fotoniche, guide a cristallo fotonico, legge di Purcell, nanolaser, nanocircuiti ottici, fibre a cristallo fotonico e applicazioni. Applicazioni per interconnessioni dei PIC's (Photonic Integrated Circuits). <u>Esperienze di laboratorio</u>. Fibre ottiche caratteristiche e tecniche di progetto mediante CAD. Sorgenti laser: caratteristiche luce-corrente, analisi spettrale mediante analizzatore di spettro ottico. Accoppiatori direzionali in fibra.</p>

<p>Programma ENG</p>	<p>Commutatori ottici e sensori FBG.</p> <p>Optical properties of semiconductors: Schrödinger equation, energy-momentum dispersion diagrams, direct and indirect semiconductors. Light absorption, spontaneous and stimulated emission rates in semiconductors. III-V semiconductors, energy bandgaps, technologies. Homojunctions and heterojunctions, single and multi-quantum wells (MQW). Recombination rates and quantum efficiency. Molecular beam epitaxy. Organic semiconductors. Semiconductor LED devices: materials, structures and technologies. Working principle, light current equations and characteristics, modulation characteristics, driving electronics, applications. Coloured and white LEDs. Semiconductor lasers: threshold condition, optical gain and Fabry-Perot cavities. Rate equations. Light-current characteristics. Direct modulation, laser efficiencies. Frequency chirp. Relative intensity noise, phase noise and spectral width. Single mode lasers, DFB, DBR, VCSEL. MQW lasers, tuneable lasers, diode pumped lasers. Electronic driving circuits and temperature stability. Semiconductor photodetectors. Photoresistors, p-n, p-i-n and Schottky junction photodiodes: materials, structures and technologies. Avalanche photodiodes. Single photon avalanche detectors. MQW photodetectors. Solar cells for terrestrial and space applications. Photocathodes. Vacuum tubes. Charge coupled devices and CMOS for image sensors. Photomultipliers: structures, technology and performance. Integrated optics: slab and rectangular channel dielectric waveguides. Realization techniques. Effective refractive index and guide dispersion. Chromatic dispersion and absorption. Thin and thick grating diffraction. Coupled mode theory and the coherent coupler. Curves and tapers. Radiation and diffusion losses. Mach-Zehnder integrated interferometer. Optical fibers: structures, propagation characteristics, power attenuation and dispersion characteristics. Realization techniques of optical fibers. Optical fiber-waveguide coupling techniques: end-fire, prism, grating coupling. Light propagation in anisotropic materials, index ellipsoid, birefringence, dichroism. Electro-optic Kerr and Pockels effect and acousto-optic effect. Piezoelectric effect. Lithium niobate (LNB): crystalline structure, optical properties, electro-optic and acousto-optic coefficients. Realization of LNB titanium in-diffused and annealed proton-exchanged optical waveguides. Integrated optic polarizers, X and Y junctions, polarization beam splitters. Integrated optic phase and amplitude optical modulators, Mach-Zehnder modulators. Definition and evaluation of half-wave voltage. Overlap integral. Electrical and optical bandwidth of modulators: lumped and traveling-wave electrodes. Integrate optic electro-optic and acousto-optic tunable filters and switches. Fundamentals of photonic crystals (PC): materials and photonic bandgaps. PC waveguides, Purcell's law, nanolaser, photonic nanocircuits, PC fibers. Photonic integrated circuits for optical interconnections. Laboratory experiences on optical fibers, optical CAD tools, lasers power and spectral analysis. Optical couplers and switches.</p>
<p>Testi</p>	<p>G. P. Agrawal, Lightwave Technology: Components and Devices, Wiley Interscience, 2004. A. Yariv, Optical Electronics in Modern Communications, Oxford University Press, 1997 J. Singh, Semiconductor Optoelectronics, McGraw-Hill, 1995 P. Bhattacharya, Semiconductor Optoelectronic Devices, Prentice Hall, 1994. H. Nishihara, H. Masamitsu, S. Toshiaki, Optical Integrated Circuits, McGraw-Hill, 1989. Appunti di lezione e trasparenti PP proiettati a lezione.</p>
<p>URL corso/docente</p>	<p>http://elearning2.uniroma1.it/course/view.php?id=91</p>