

Optoelettronica e nanotecnologie

Prof. Gaetano Scamarcio

Rassegna delle proprietà strutturali, elettroniche ed ottiche dei principali semiconduttori III-V (GaAs, Al_xGa_{1-x}As, In_{1-x}Ga_xAs_yP_{1-y}, InP) rilevanti per impieghi in optoelettronica. Cenni sulla epitassia da fascio molecolare. Principi e tecniche di ingegneria delle bande mediante eterostrutture a buca quantica.

Diodi emettitori (LED). Criteri di scelta dei materiali. Efficienza quantica interna. Rate di emissione spontanea nei diversi regimi di iniezione. Efficienza quantica esterna. LED a eterogiunzione. Caratteristica luce-corrente. Effetti della temperatura. Risposta temporale. Applicazioni dei LED.

Emissione stimolata nei semiconduttori. Guadagno ottico. Condizioni per l'inversione di popolazione. Diodi laser a omogiunzione e a doppia eterogiunzione. Influenza del pompaggio elettrico sulla funzione dielettrica di un mezzo attivo semiconduttore. Condizioni per la soglia laser. Corrente di soglia. Caratteristica luce-corrente. Efficienza esterna. Caratteristiche spettrali. Modi di cavità di un laser a semiconduttore. Soluzione dell'equazione di Helmholtz nell'approssimazione di indice effettivo. Cavità a guida di guadagno. Cavità a guida di indice. Diodi laser a singolo modo per telecomunicazioni. Diodi laser a feedback distribuito (DFB, DBR). Laser a cavità verticale (VCSEL). Diodi laser di potenza. Laser a buca quantica. Laser a quantum dot. Effetto Auger e limite infrarosso dei diodi laser. Laser a cascata quantica. Applicazioni dei laser a semiconduttore.

Sistema base di comunicazione ottica in fibra. Modulazione a divisione di tempo, frequenza e lunghezza d'onda. Fibre ottiche a salto di indice, monomodali ed a gradazione d'indice. Tecniche di fabbricazione e parametri tipici delle fibre ottiche. Numero di modi. Dispersione modale. Dispersione di indice. Prodotto banda passante-distanza. Sistemi di accoppiamento in fibra. Laser a fibra ottica.

Fotorivelatori a semiconduttore. Efficienza quantica. Fotodiodi. Fotoconduttori. Fotodiodi p-i-n. Criteri di scelta dei materiali. Fotodiodi a valanga. Rivelatori infrarossi a buca quantica staircase APD e QWIP. Cenni sul rumore nei fotorivelatori. Detettività.

Cenni di optofluidica. Cenni sui cristalli fotonici.

Testi consigliati

1. J. Singh, "Semiconductor optoelectronics: Physics and Technology", McGraw Hill, 1995.
2. G. P. Agrawal, N. K. Dutta, "Semiconductor lasers", Van Nostrand, 1993.
3. O. Svelto, "Principles of Lasers"
4. S. M. Sze, "Semiconductor devices: physics and technology", Wiley, 1985. "Dispositivi a semiconduttore", Hoepli, 1993.