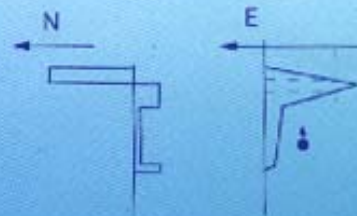
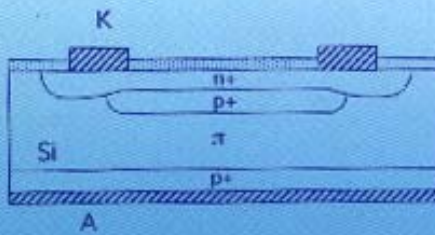
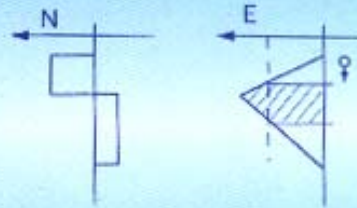
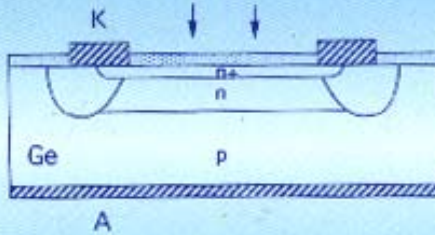
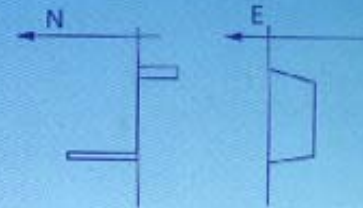
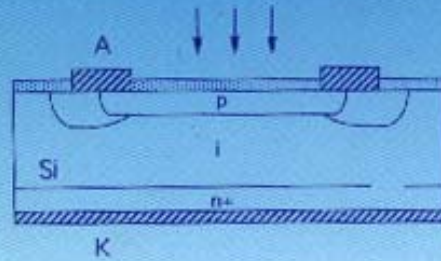


SILVANO DONATI

FOTORIVELATORI



reach-through



Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana
Milano

INDICE

1. Fotorivelatori a fotoemissione

1.1	Introduzione.....	1
1.2	I fotocatodi.....	4

	<i>Introduzione</i>	4
	<i>Fotoemissione, efficienza quantica</i>	7
	<i>Requisiti per fotocatodi, fotocatodi NEA</i>	12
	<i>Principali fotocatodi</i>	15
	<i>Tecnologie dei fotocatodi</i>	23
	<i>Caratteristiche dei fotocatodi</i>	28
1.3	Fototubi a vuoto e a gas	34
1.4	Banda e rumore nei fotorivelatori	41
	<i>Regimi di rivelazione quantico e termico</i>	43
1.5	Il fotomoltiplicatore	47
	<i>Moltiplicazione per emissione secondaria</i>	50
	<i>Catena dinodica e struttura del fotomoltiplicatore</i>	54
	<i>Analisi della risposta, guadagno e rumore</i>	59
	<i>Risposta integrale</i>	60
	<i>Risposta di corrente</i>	64
	<i>Risposta nel dominio della frequenza</i>	73
	<i>Misure di tempo e localizzazione temporale</i>	75
	<i>Prestazioni del fotomoltiplicatore</i>	77
	<i>Tipici usi dei fotomoltiplicatori</i>	90
1.6	Il microcanale	97
	<i>Guadagno del microcanale</i>	101
	<i>Risposta integrale</i>	103
	<i>Fotomoltiplicatori a microcanale</i>	105
	<i>Bibliografia</i>	106
	2. Dispositivi a effetto fotoelettrico interno	107
2.1	Introduzione	107
2.2	Fotodiodi a giunzione	110
	<i>Fotorisposta della giunzione pn</i>	110
2.2.2	Caratteristiche elettriche	121
2.2.3	Circuiti equivalenti	125
2.2.4	Risposta in frequenza. Taglio intrinseco ed estrinseco	128
2.2.5	Giunzioni pn e pin	131
2.2.6	Giunzione Schottky	136
2.2.7	Eterogiunzioni	138
2.2.8	Strutture di fotodiodi	142
2.2.9	Specifiche e dati di fotodiodi	145
2.2.10	Circuiti per fotodiodi	147
	<i>Circuiti per applicazioni di strumentazione</i>	149
	<i>Circuiti per impulsi rapidi e comunicazioni</i>	162
2.3	Fotodiodo a valanga	177
	<i>Guadagno in continua</i>	179
	<i>Risposta in frequenza e rumore</i>	182
	<i>Strutture di fotodiodi a valanga</i>	190
	<i>Polarizzazione e requisiti d'uso</i>	196
	<i>Modo di conteggio SPAD</i>	198
2.4	Fototransistori e altri componenti fotosemiconduttori	199
	<i>Fototransistore bipolare</i>	200
	<i>Fototransistori unipolari FET e MOS, fototristori</i>	205

2.5	Fotoconduttori	208
	<i>Fotoconduzione e guadagno di intrappolamento</i>	209
	<i>Fotoconduttanza</i>	212
	<i>Risposta in frequenza e rumore</i>	212
	<i>Tipi di fotoconduttori</i>	214
2.6	Cifre di merito per rivelatori IR	216
	<i>NEP e detettività</i>	217
	<i>Limite di fondo o BLIP</i>	218
	<i>Misure di temperatura e limite NEDT</i>	220
2.7	Termografia e applicazioni	224
2.8	Rivelatori termici	228
	<i>Detettività di rivelatori termici</i>	232
2.9	Celle solari	234
	<i>Parametri elettrici</i>	234
	<i>Spettro solare e rendimento teorico</i>	238
	<i>Rendimento reale e di sistema</i>	239
	<i>Strutture di celle solari e materiali</i>	241
	<i>Sistemi fotovoltaici</i>	245
	<i>Bibliografia</i>	248
3. Tecniche di fotorivelazione		249
3.1	Rivelazione diretta e coerente	249
	<i>Fattore di coerenza</i>	251
	<i>Rapporto segnale rumore</i>	253
	<i>Condizioni per la rivelazione coerente</i>	255
	<i>S/N e BER, fotoni per bit</i>	256
3.2	Il rivelatore bilanciato	259
	<i>Il bilanciato nelle misure di fase</i>	262
	<i>Esempi di schemi coerenti</i>	262
3.3	Rivelazione con preamplificazione ottica	264
3.4	Rivelazione a iniezione	268
3.5	Rivelazione non-demolitiva	276
3.6	Rivelazione a stati spremuti (squeezed states)	280
3.7	Modello semiclassico per il rumore nella fotorivelazione	286
	<i>Bibliografia</i>	291
4. Fotorivelatori ad immagine		293
4.0	Generalità	
4.1	Tubi a ripresa di immagine	294
	<i>I vidicon</i>	294
	<i>Tipi di vidicon</i>	299
	<i>Caratteristiche dei tubi da ripresa</i>	294
	<i>Specifiche di prestazione di vidicon e tubi da ripresa</i>	304
4.2	Matrici a CCD (charge coupled device)	307
	<i>Principio di funzionamento</i>	308

	<i>Proprietà e parametri</i>	310
	<i>Organizzazione ad immagine.</i>	319
	<i>Stadio di uscita.</i>	324
4.3	Risoluzione spaziale e MTF.	326
	<i>Funzione di trasferimento spaziale.</i>	326
	<i>Proprietà della MTF.</i>	328
	<i>Campionamento dell'immagine e effetti Moiré</i>	331
	<i>Applicazioni.</i>	334
4.4	Intensificatori e convertitori di immagini	337
	<i>Funzioni base e guadagno.</i>	339
	<i>Generazioni di intensificatori</i>	342
	<i>Parametri e prestazioni</i>	346
	<i>Intensificatori speciali</i>	350
	<i>Bibliografia.</i>	356

Appendici

A0	Campi spettrali e nomenclatura.	357
A1	Unità radiometriche e fotometriche	361
A2	Gli invarianti della radiometria	369
A3	Prestazioni dell'occhio	377
A4	Richiami sul rumore	386
A5	Complementi sui fotodiodi a giunzione	391
A6	Risposta del fotodiodo a valanga	400
A7	Il rumore nel fotoconduttore	404