CCD e CID per Rivelazione di Radiazione Infrarossa

Charge Coupled Device



a)



t₁

t2

t₃

t4

t₅

Charge Coupled Device



Diagramma a bande



Saturazione



Corrente di buio

Ib = Jg-r + Jd + Jss = g/2 wille diffussione stati d'intefaccie breca zijsocinuente = $Aqni \frac{W}{22}$ + $Aqni \frac{Du}{L_nN_A}$ + $Aq\frac{Mss}{22}$ Ib lo.s pA communical: 15 lo.s fA appl. spanial:

Effetto della corrente di buio

Effetti de Ib tenso di chitano di baio $\frac{T_b}{q} = \frac{0.5 bA}{1.6 \cdot 10^{-19}} = 6 \cdot 10^5 \frac{e}{1}$ mex du late integra vaie Timex = Nmex ~ 23 di quadro Ib/q Tq = 20 ms => Nb = Ib. Tq = 1.2.104 e Dinamica $D = \frac{Nmdx}{N_{b}} = \frac{1.3 \cdot 10^{6}}{1.2 \cdot 10^{6}} \sim 100$

Rapidità di risposta

Intrinseca: funzionamento del CCD Estrinseca: legata al circuito di lettura

Intrinseca: a) fotogenerazione b) diffusione del pacchetto di carica

a)
$$\operatorname{ohift} \Rightarrow \operatorname{non} \operatorname{costituisce} \operatorname{an} \operatorname{limite}$$

b) $\operatorname{diffusione} \quad z_J = \frac{W^2}{Dn}$
 $W \simeq \operatorname{lopum} \Rightarrow \quad z_{JR} = 40 \, \mathrm{ns}$
 $z_{Je} = 12 \, \mathrm{ns}$
 $T \simeq 5 - 10 \, z_J \quad \operatorname{tras} \operatorname{fenimento} \operatorname{toleh} \operatorname{cansca}$
 $T \simeq 60 - 120 \, \mathrm{ns} \quad (\operatorname{cam} \operatorname{patibele} \operatorname{can} \operatorname{s} \operatorname{RH}_2)$

Funzione di trasferimento

carica residua; $(1-\varepsilon)$ carica trasferita (ampiezza della risposta) 3



n fasi= 3·N $F_{tn} = \frac{(1-\varepsilon)^n - jwnT}{(1-\varepsilon \varepsilon^{jwT})^n}$ Ftn= exp[-n E (1 exp(-jwT))]

n molto grande

N pixel

Funzione di trasferimento

Integrazione della carica per un intervallo di tempo pari a T_{int}

$$F_{\rm int} = \frac{\sin(\pi f T_{\rm int})}{\pi f T_{\rm int}}$$

$$F = F_{\text{int}} \cdot F_{tn}$$

Rumore

- a) Quantico
- b) Trasferimento
- c) Immagazzinamento

a) Sph= 29 (Iph+ Ib) b) Fluthuasson alcatora carica trasferite Egph carice médie residue \$ 70 statistica poissoniana $\langle h \rangle = \frac{\epsilon \, q_{\rm ph}}{q}$ 5n= < n2> - < n>= Eqph $S_t = 2q \left(\frac{q < h}{T}\right) = \frac{2q E q}{T} \left[\frac{h}{T}\right]$ 9ph= Iph Trut => (it)

Rumore

c) Fluttuazione ella toria di carica immagazzinata 1) generazione, ni combinazione, in trappolamento di carica in stati car 2 barse (zisfatto) a Tint) statistica poissoniana $S_{51} = 29 \left(\frac{951}{T_{int}}\right)$ 2) Eumon termse assocrats alle capacità di sonotemente Co della cella $J_{s}^{2} = \frac{kT_{emp}}{C_{s}}$ $q_{s}^{2} = kT_{inp}C_{s}$ Ss2= KTanfs Tint $S = S_{s_1} + S_{s_2} = i_S$

Lettura dei CCD

a trasferimento di quadro



Lettura dei CCD

ad interlacciamento



CCD per radiazione Infrarossa

Monolitici: struttura CCD standard dove il substrato è costituito da un materiale a bassa gap o un semiconduttore estrinseco sensibile all'infrarosso

Ibridi: accoppia uno dei vari tipi di rivelatori IR con CCD in silicio utilizzato come shift register.

Monolitici: depletion mode (CdHgTe)

Monolitici: accumulation mode (impurità nel silicio o nel germanio)



CCD per radiazione Infrarossa

Ibridi: ad iniezione diretta o indiretta

Iniezione diretta:



Shift register

Time delay and integration (TDI)

CCD per radiazione Infrarossa

Ibridi: ad iniezione diretta o indiretta

Iniezione indiretta:



CID per radiazione Infrarossa



Fig. 46. Integration cell for charge-injection device (CID) showing the collection of photon-generated holes in the potential well.



Fig. 47. Injection of the collected charge from the integration cell into the substrate by collapsing the potential well.



Fig. 48. CID output-current waveforms during integration and injection. Negative shaded area = positive shaded area = video signal.

CID per radiazione Infrarossa



Fig. 49. Basic cell of a CID area array. (a) Charge storage. (b) Charge transfer. (c) Charge injection.

Stadi di uscita per CCD

Transimpedenza:

rumore elevato difficoltà di integrazione

Integrazione della carica raccolta nell'ultimo pozzetto:



Stadi di uscita per CCD

Double correlated sampling:

