

# RIVELATORI INFRAROSSI

(Dott.ssa Alessandra Di Cecco)

La radiazione infrarossa è composta dalle lunghezze d'onda del campo elettromagnetico che si estendono da 1 a 200  $\mu m$ .

La legge di Wien che lega l'emissione della lunghezza d'onda massima di un corpo nero alla sua temperatura:

$$\lambda_{\max} \cdot T = \text{costante}$$

ci assicura che le temperature dei corpi che emettono nell'infrarosso sono piuttosto "fredde", se paragonati alle temperature delle stelle in fase di combustione centrale di idrogeno ( $10^6$  °K).

Una forte emissione nella banda dell'infrarosso si ha, infatti, nelle prime fasi di formazione stellare, quando una nube di idrogeno diffuso si sta contraendo per effetto della sua stessa gravitazione. Questo significa che se osserviamo una zona di cielo dove è presente una 'protostella', mentre nell'ottico vediamo una zona di colore nero, nell'infrarosso registriamo una forte emissione.

I telescopi degli osservatori astronomici rivelano la radiazione elettromagnetica proveniente dalle stelle con strumenti che si basano, essenzialmente, sull'effetto fotoelettrico. Tale fenomeno fa sì che all'arrivo della radiazione su un materiale fotosensibile, si generino elettroni di conduzione che saranno successivamente misurati come corrente.

Le tecniche di rivelazione dell'infrarosso non possono basarsi sui CCD, che sono i più diffusi rivelatori della banda ottica. Nei CCD, infatti, i materiali fotosensibili sono semiconduttori come il Ge o il Si, che hanno un'energia di gap dell'ordine dell'elettronvolt, energia troppo alta per i fotoni dell'infrarosso. I rivelatori detti 'CMOS' sono invece caratterizzati da una lunghezza di cutoff più grande (data da semiconduttori come HgCdTe, SiGa o GaGe) e ben si adattano alla rivelazione della radiazione infrarossa.

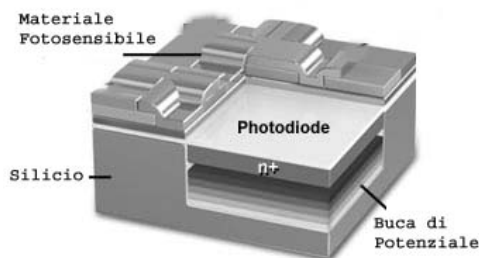
Un grande problema nell'acquisizione delle immagini astronomiche viene dall'assorbimento atmosferico e dal forte background atmosferico e strumentale. L'atmosfera terrestre, infatti, lascia poche finestre trasparenti all'infrarosso e, con emissioni di righe proprie (righe molecolari di OH, CO<sub>2</sub>) contamina il segnale proveniente da una stella.

Le parti strumentali di un telescopio, invece, alla temperatura ambiente di 300°K, emettono radiazione infrarossa che può coprire completamente il segnale.

Per porre in parte rimedio a questi inconvenienti gli osservatori vengono costruiti in siti di alta montagna, dove l'atmosfera è più rarefatta, e si usano 'pettini a soppressione di OH', che sono riproduzioni delle righe molecolari atmosferiche di OH; mentre, i rivelatori del telescopio vengono raffreddati con N, He<sub>4</sub> o He<sub>3</sub> liquido. La temperatura di lavoro ideale deve essere almeno 1 o 2 ordini di grandezza inferiore alla temperatura alla quale si ha la massima emissione della lunghezza d'onda da studiare.

A causa delle basse temperature, i portatori di carica all'interno del semiconduttore si riducono notevolmente e la lettura non può avvenire con trasferimento di carica (come nei CCD), ma deve essere fatta pixel per pixel. Ogni pixel ha dunque il proprio circuito di lettura. La carica generata viene trasmessa, tramite ponti di indio, ad uno strato di silicio che fa da supporto per l'apparato strumentale.

Struttura di un CMOS:



Grazie alla lettura parallela dei pixel, i CMOS hanno rispetto ai CCD un read-out-noise più basso e non presenta fenomeni di 'bad row' e di 'blooming'.

La cosmesi dei CMOS è però peggiore perché ad ogni ciclo termico i fragili ponti, costituiti da goccioline di indio, si rompono.

L'acquisizione delle immagini astronomiche, inoltre, deve prevedere il rumore che può generare l'alta variabilità atmosferica nel vicino ( $1-5 \mu m$ ) e nel medio ( $5-30 \mu m$ ) infrarosso. A tal proposito, anziché raccogliere una certa quantità di luce in un'unica esposizione per un tempo  $T$ , è necessario dividere la singola esposizione in  $N$  esposizioni di tempo  $t = T/N$ .

Per il basso rumore ambientale, la bassa umidità e l'assenza di forti variazioni atmosferiche, il sito migliore per la rivelazione della radiazione infrarossa è Dome C, in Antartide, dove le temperature sono tutto l'anno comprese tra  $-30^\circ$  e  $-80^\circ$  C.