Rivelatori al silicio a deriva

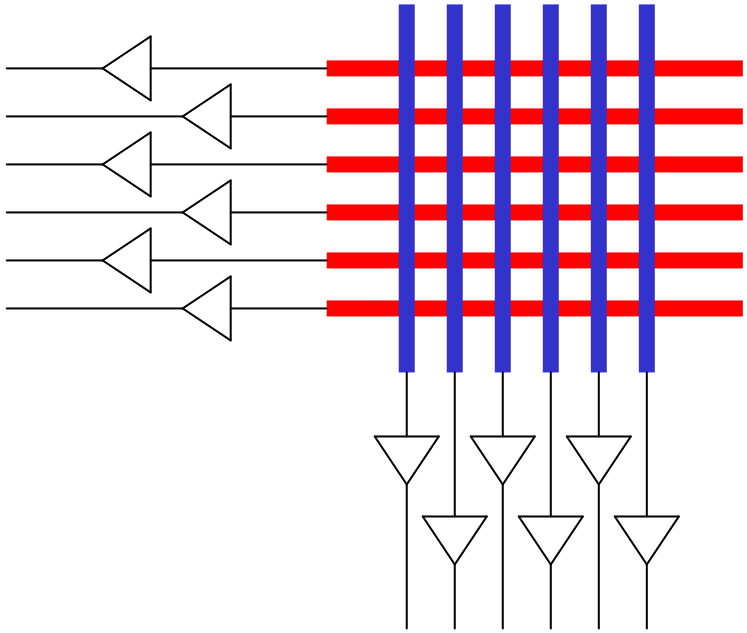
- Motivazione
- Concetto
- Realizzazione
- Esperienza pratica

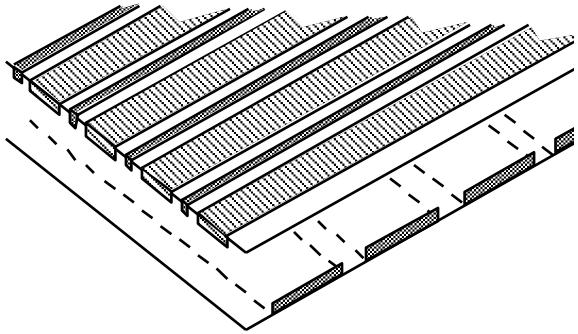
Motivazione (e la concorrenza)

- Richiesta:
  - alta precisione in due coordinate
  - buona risoluzione in presenza di molte tracce
  - il minimo di materiale possibile

Microstrip incrociate

- Due proiezioni unidimensionali dell'evento





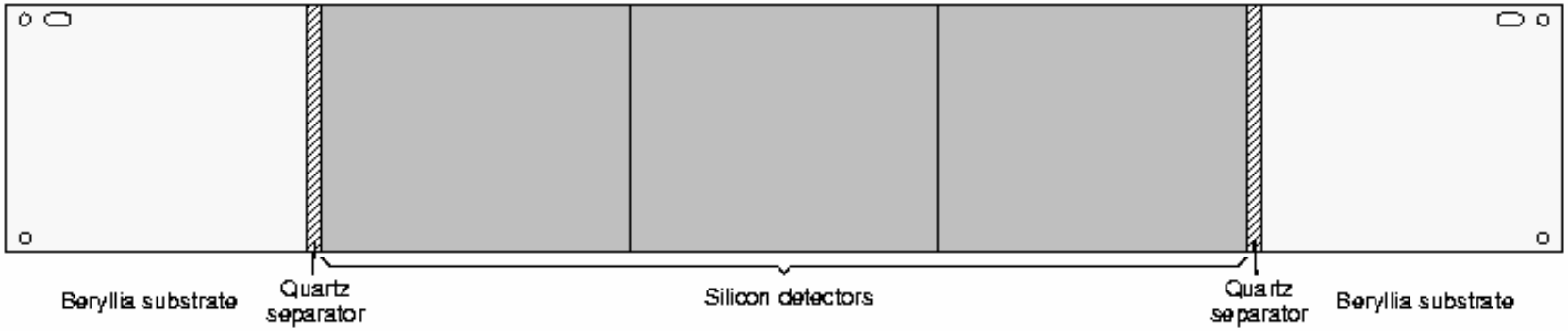
Vantaggi

+ tecnologia sensore/elettronica stabile e diffusa

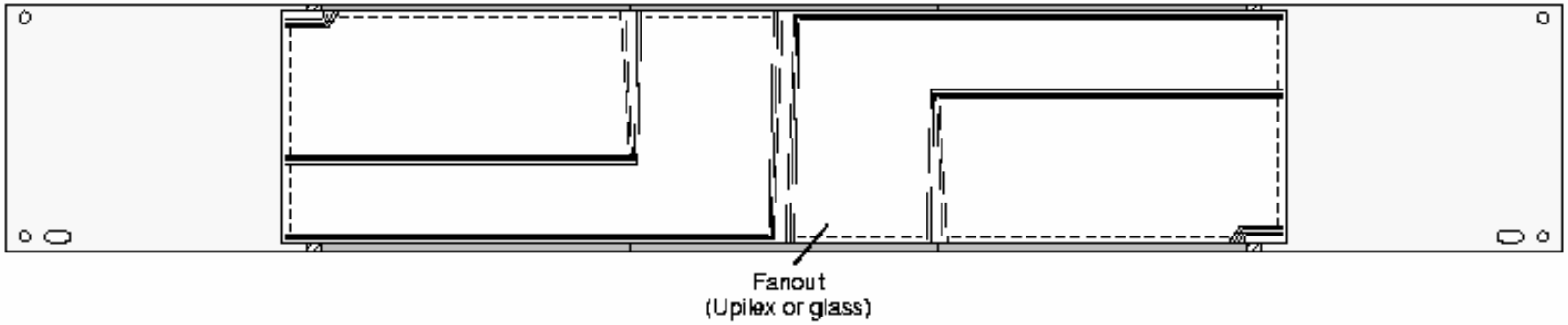
Svantaggi

- problemi di ambiguità se più di una traccia nello stesso sensore
- interconnessioni non banali

Phi-side:



Z-side:



After mounting hybrids (vertical dimensions not to scale)

Rivelatori a Pixel

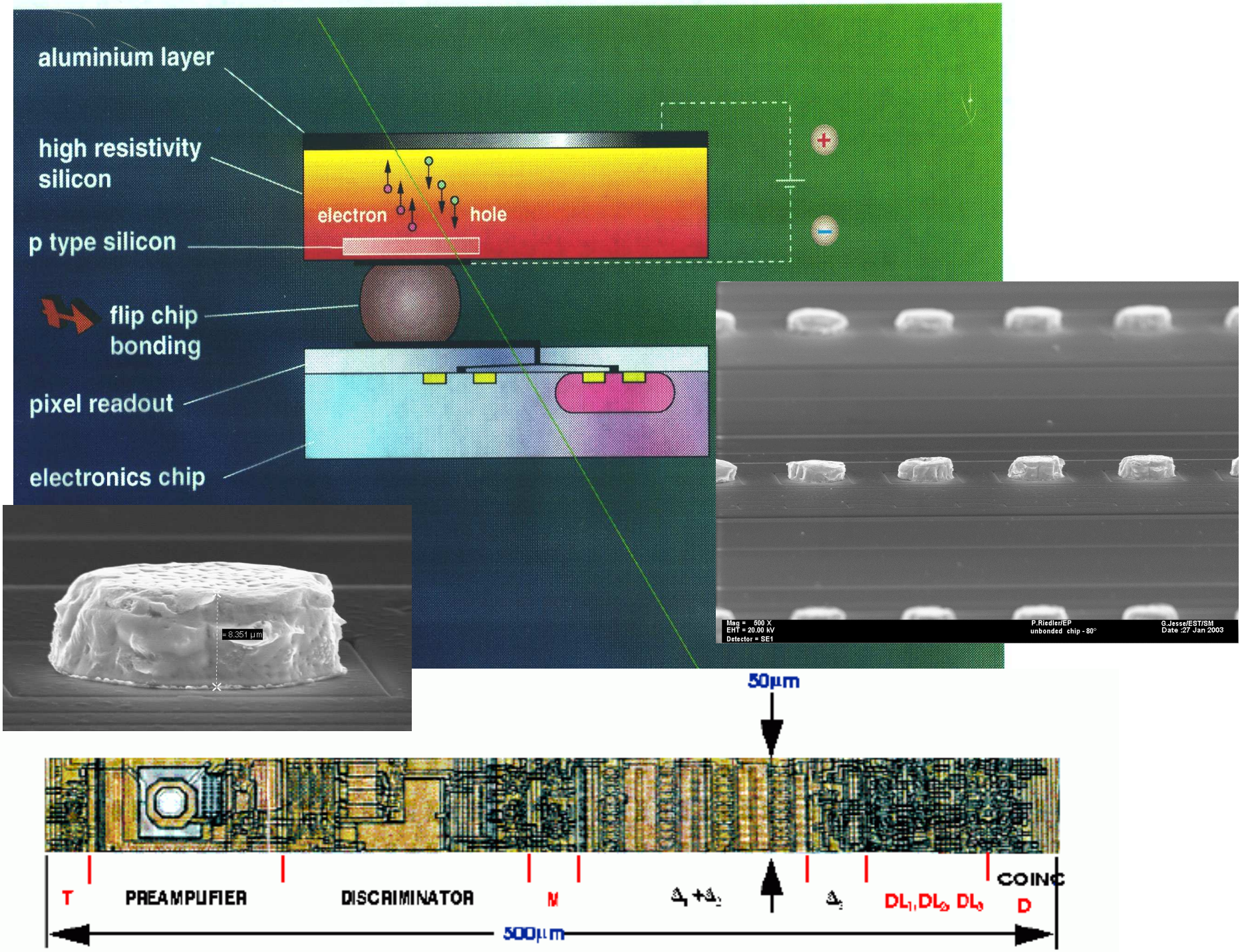
- Sensore diviso in una matrice di elementi rettangolari, ciascuno con il proprio amplificatore

Vantaggi

+ punti 2D senza ambiguità
+ tecnologia sensore semplice

Svantaggi

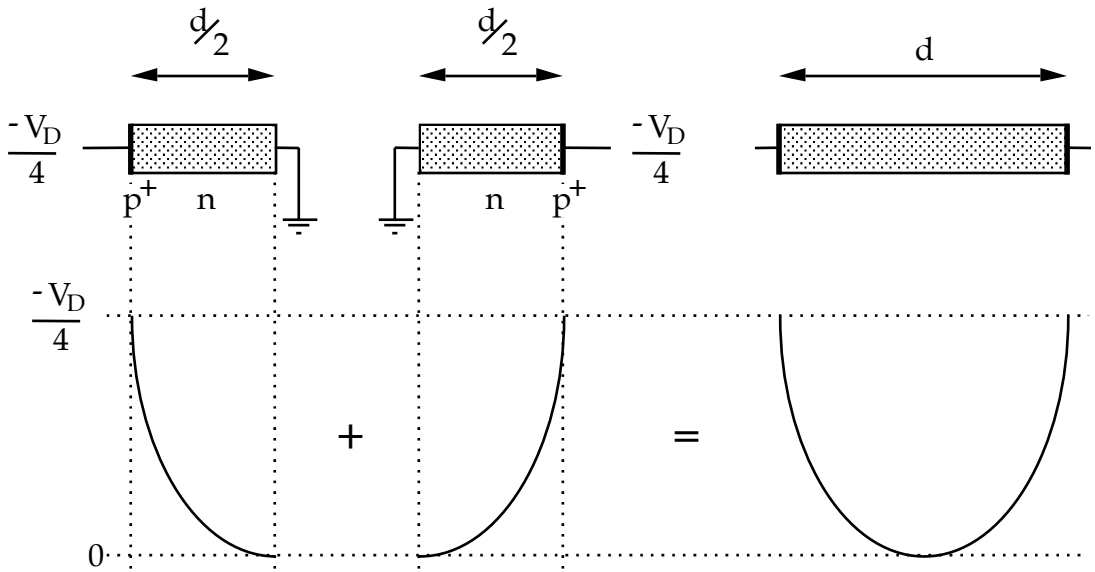
- elettronica densa e complessa
- richiede una tecnologia di interconnessione avanzata
- dimensioni dell'amplificatore limitano la precisione
- alto costo complessivo


aluminium layer
high resistivity silicon
p type silicon
flip chip bonding
pixel readout
electronics chip
electron
hole
+
−
Mag = 500 X
EHT = 20.00 kV
Detector = SE1
P.Riedler/EP
unbonded chip - 80°
G.Jesse/EST/SM
Date :27 Jan 2003
= 8.351 µm
50µm
T
PREAMPLIFIER
DISCRIMINATOR
M
DL1, DL2, DL3
COINC
D
500µm

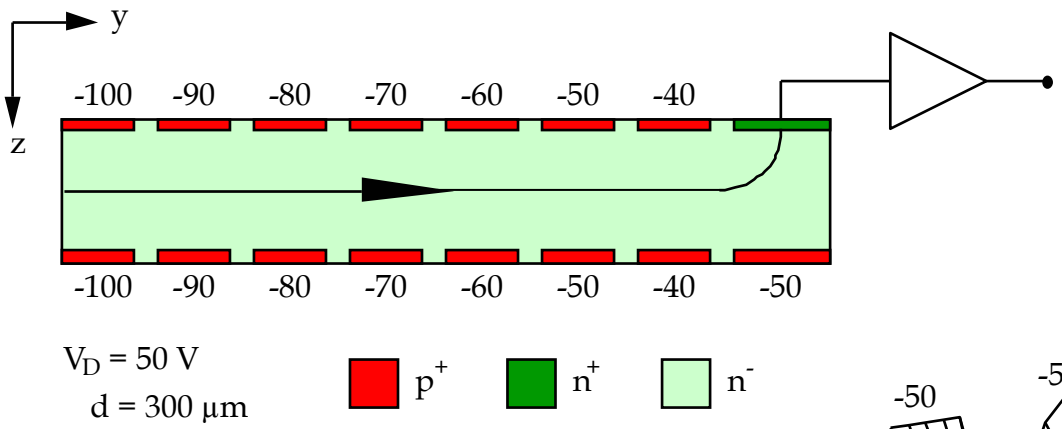
Rivelatori al silicio a deriva

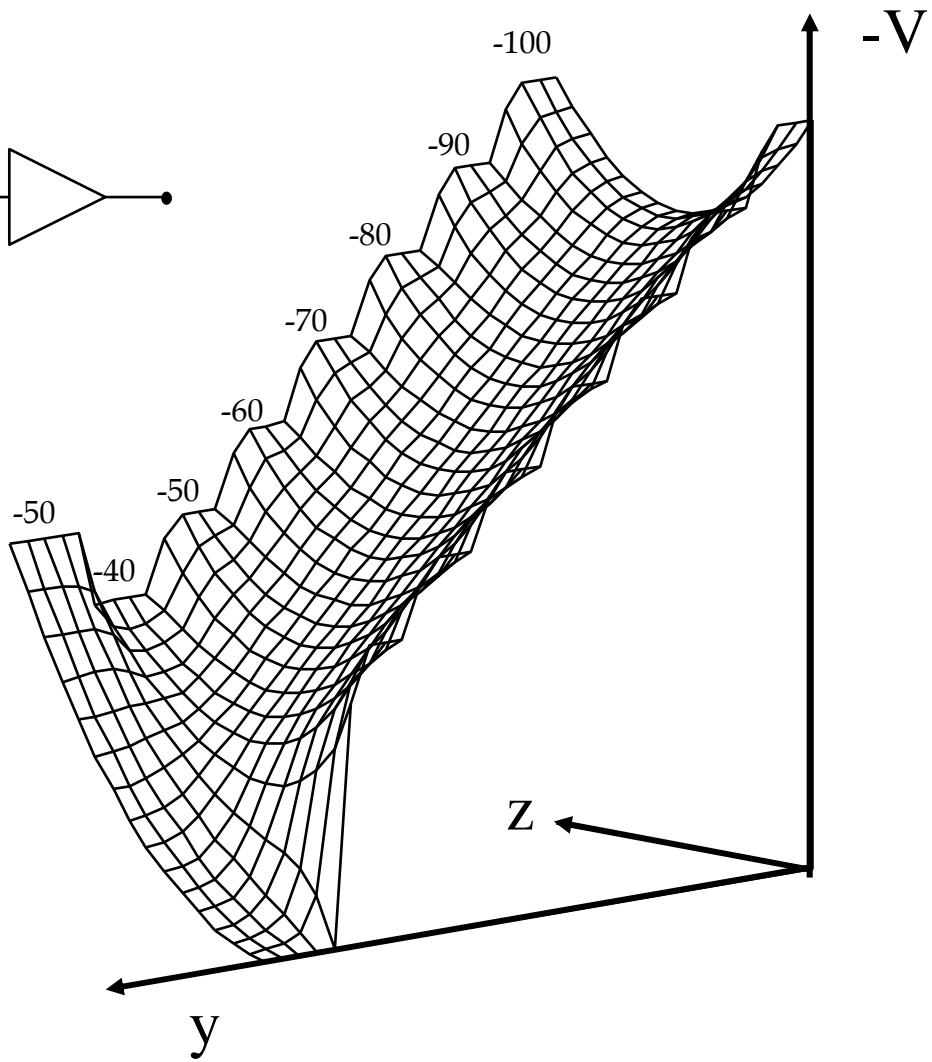
Il concetto

1. due giunzioni p^+n^- contrapposte ("back-to-back"), entrambe in polarizzazione inversa, svuotano il silicio dalle cariche libere e creano un campo elettrico con un minimo al centro

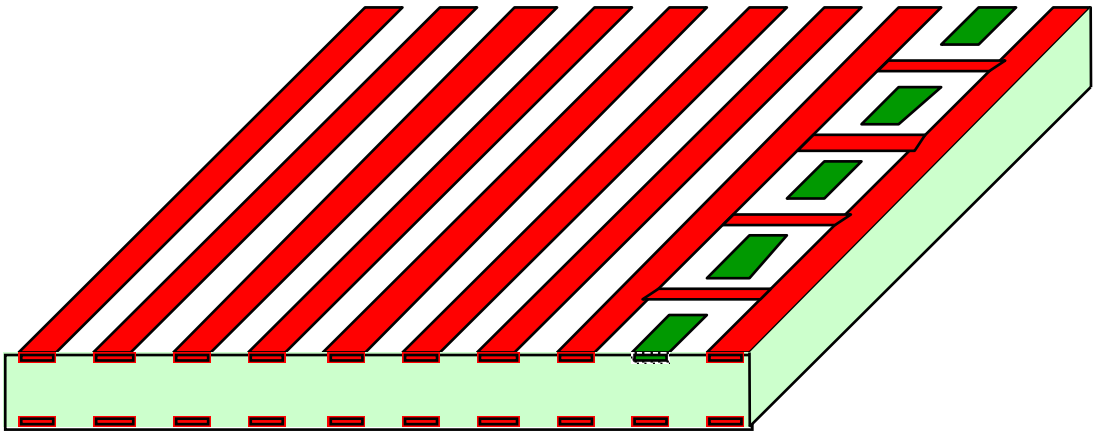


2. creando una catena di coppie di giunzioni "back-to-back", ciascuna coppia con una tensione decrescente rispetto a quella precedente, si genera il campo di deriva per portare la carica fino all'elettrodo n^+

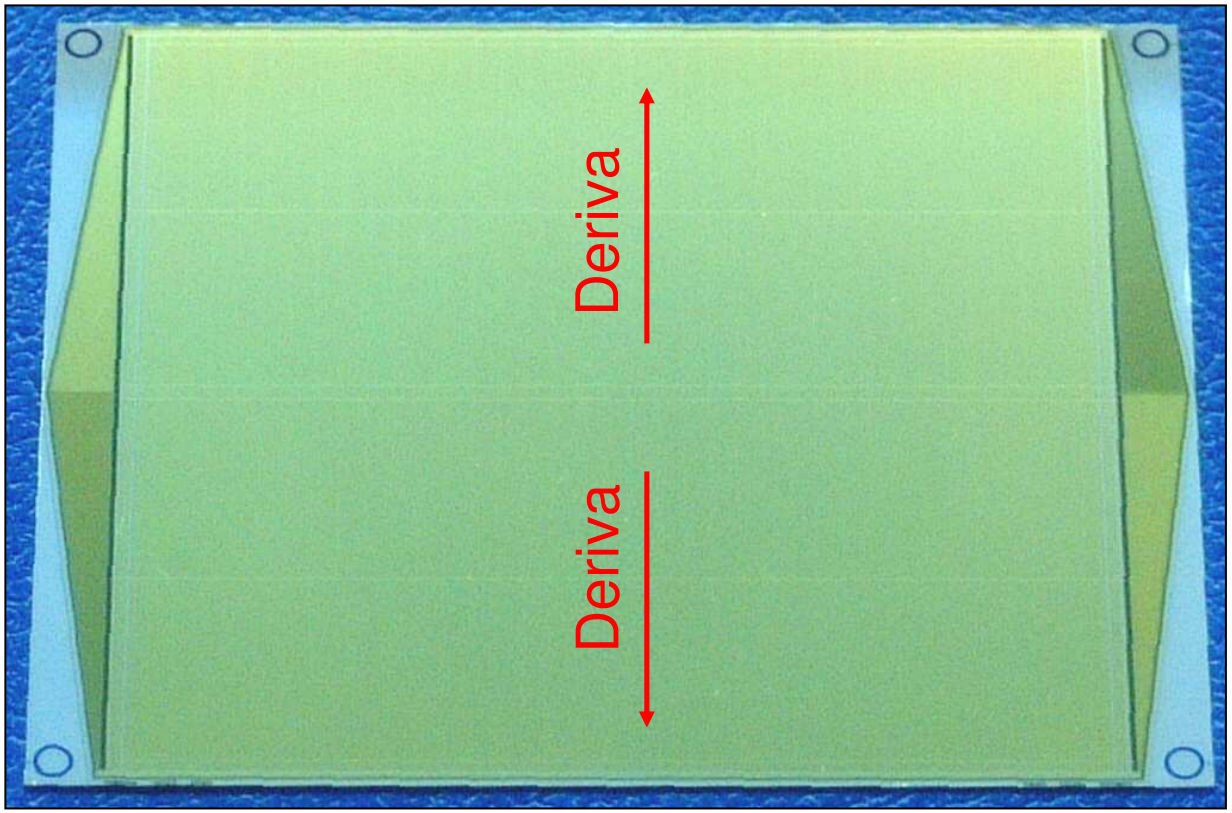




3. con il tempo di deriva si ottiene una coordinata. Dividendo l'elettrodo n^+ in una catena di anodi, e con un amplificatore per ciascun anodo, si ottiene la seconda coordinata dalla distribuzione della carica sugli anodi



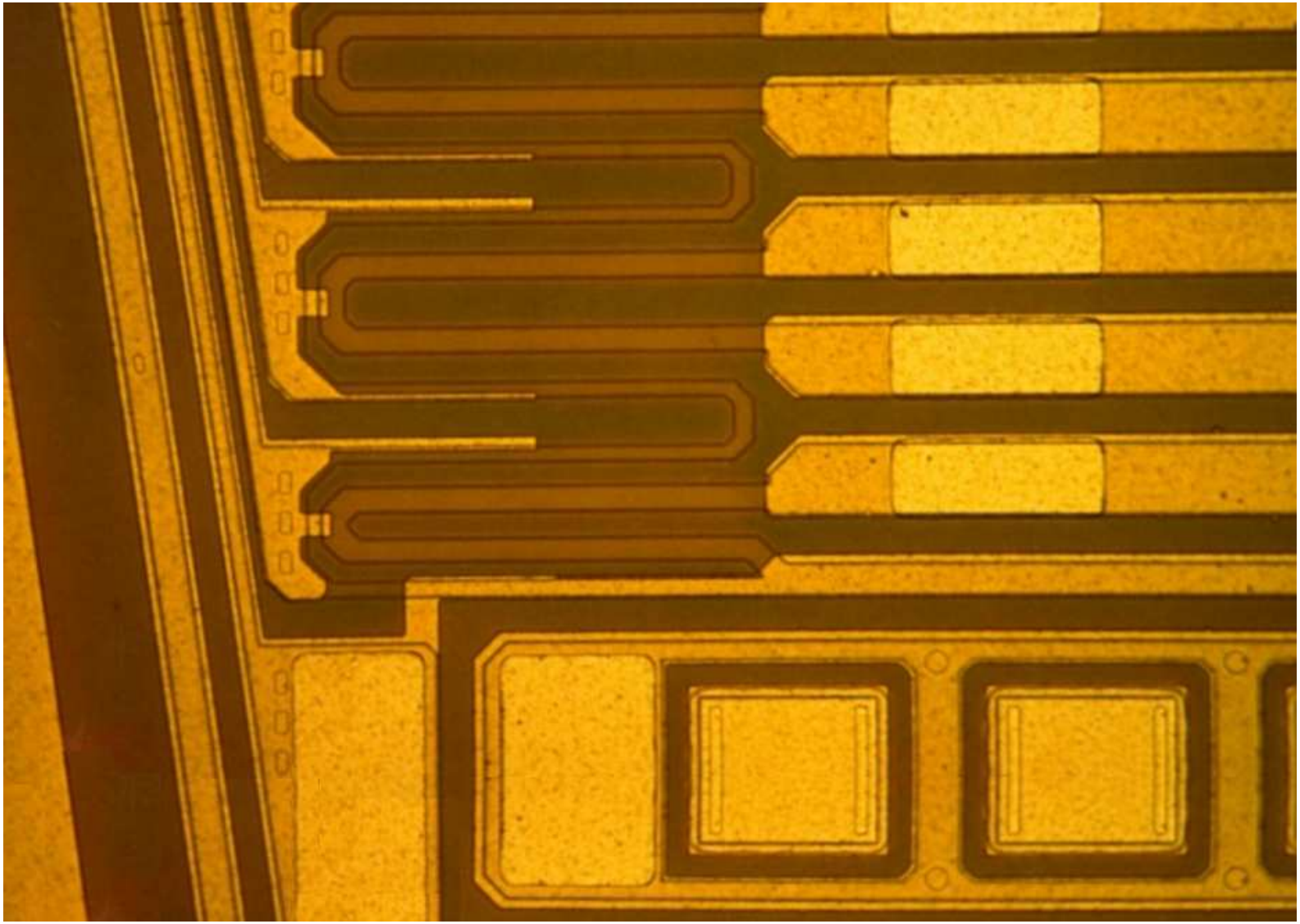
La realizzazione

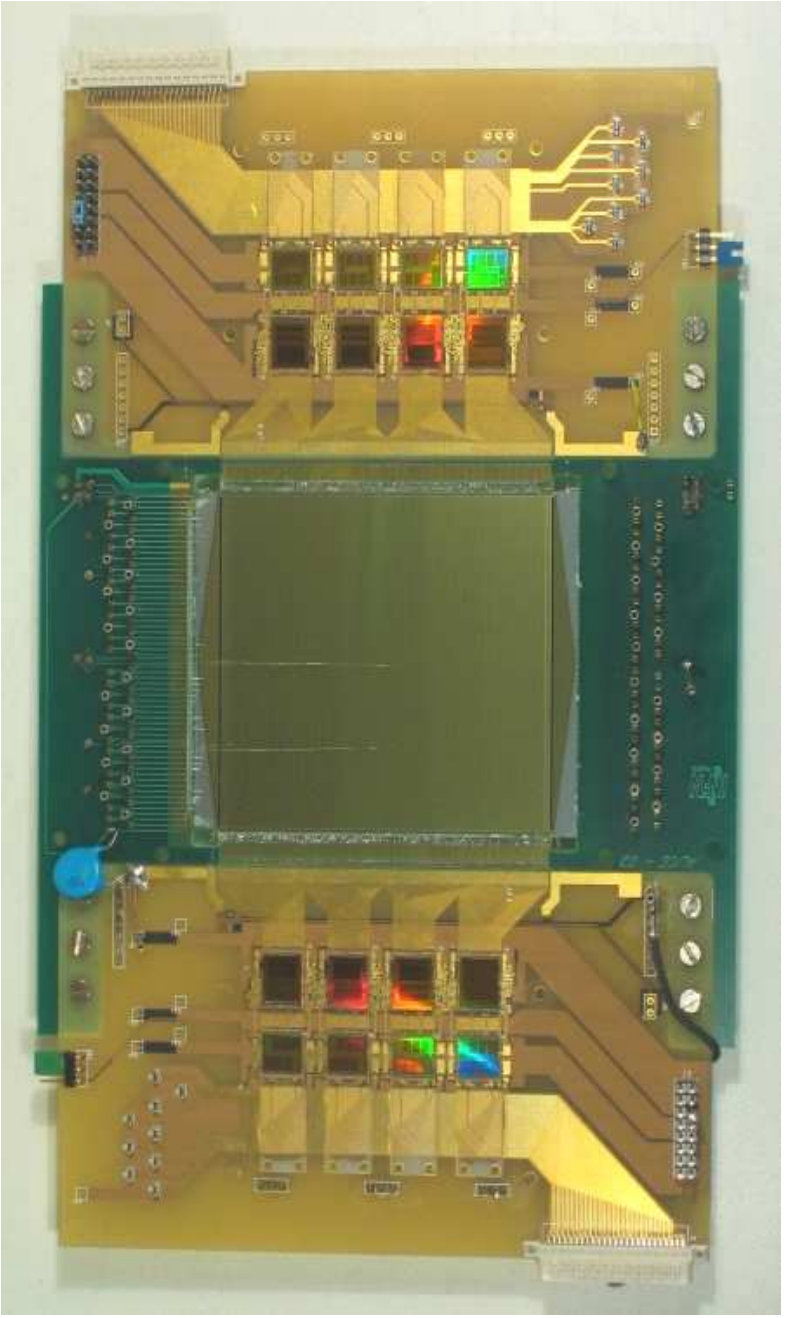


SDD Alice: 7.02×7.53 cm $\times$ 300μm

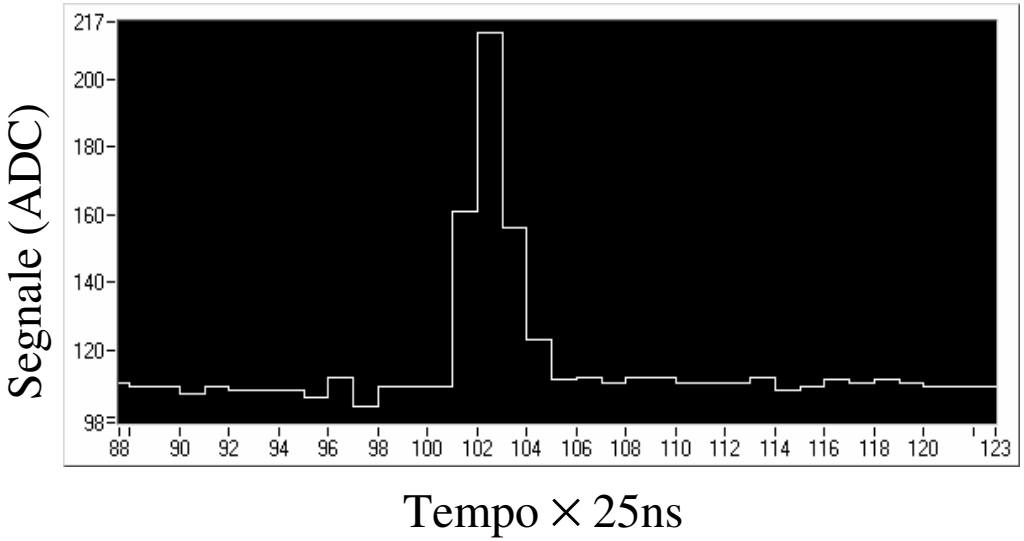
Diviso in due volumi attivi dal catodo centrale polarizzato a -2370V

Ciascun volume ha 256 anodi di raccolta (passo di 294 μm). 292 catodi (passo di 120μm) permettono di impostare il campo di deriva tramite un partitore di resistenze impiantate.

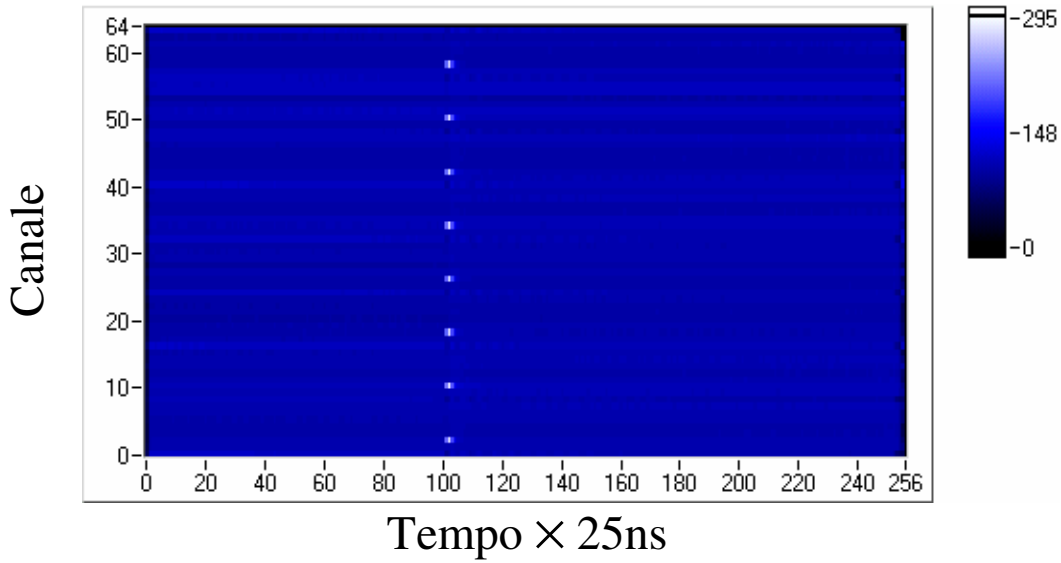




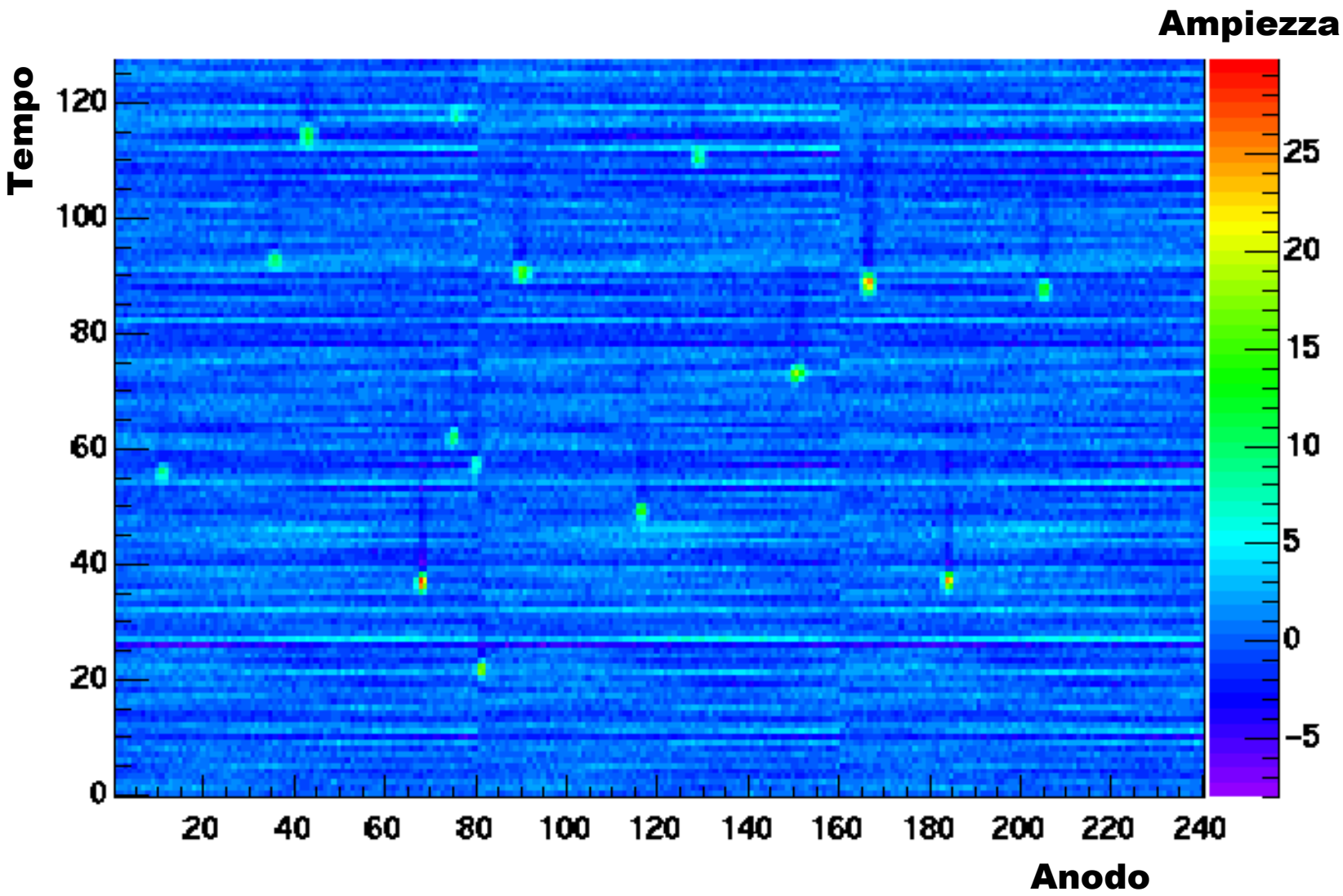
Lettura di un canale (impulsi di test)



Lettura di 64 canali (impulsi di test)



Esempio di un evento dall'esperimento STAR



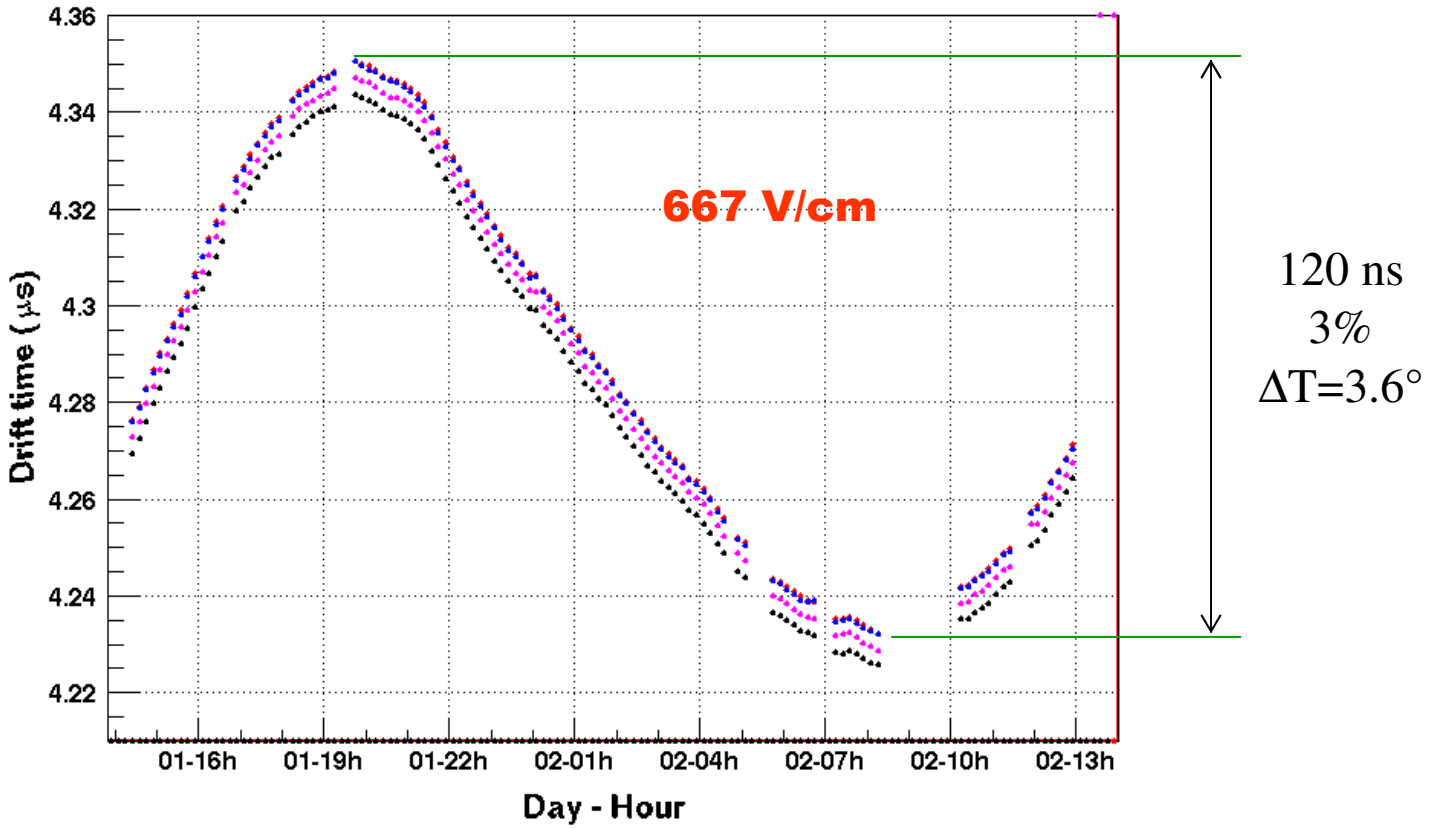
Esperienza pratica

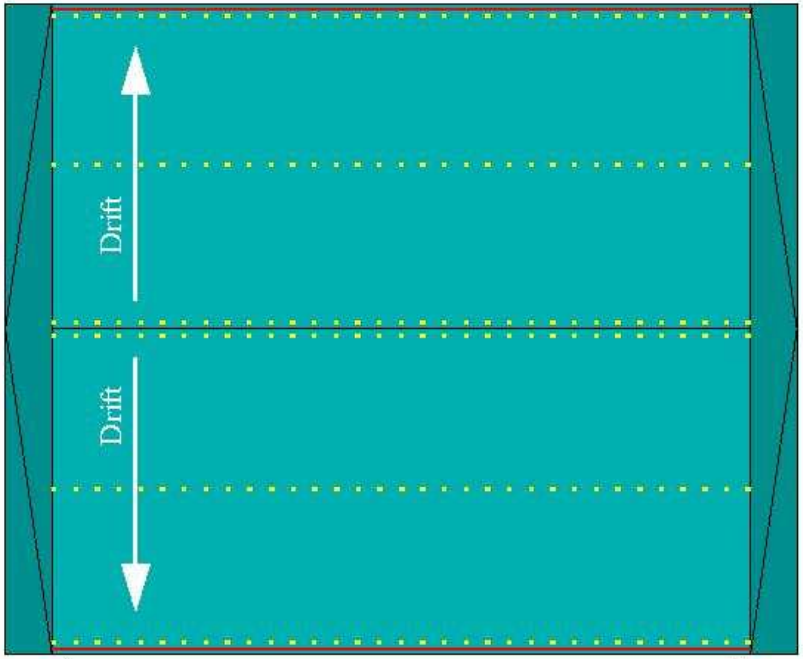
- Sensibilità alla temperatura
  - l'integrazione di strutture di calibrazione
- Sensibilità all'uniformita del silicio di base
  - la mappatura dei sensori

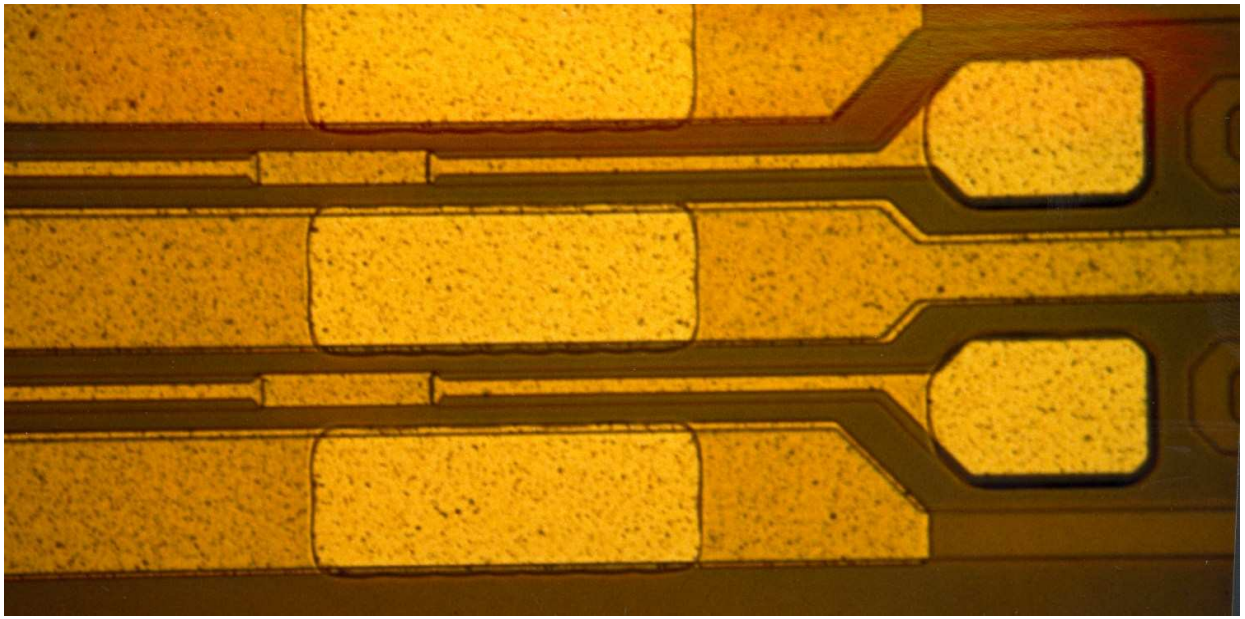
La velocità di deriva dipende dal campo, ma anche dalla temperatura

(per non dover correggere per l'influenza della temperatura sulla misura, ci vorrebbe una stabilità di **0.1 gradi** Celsius)

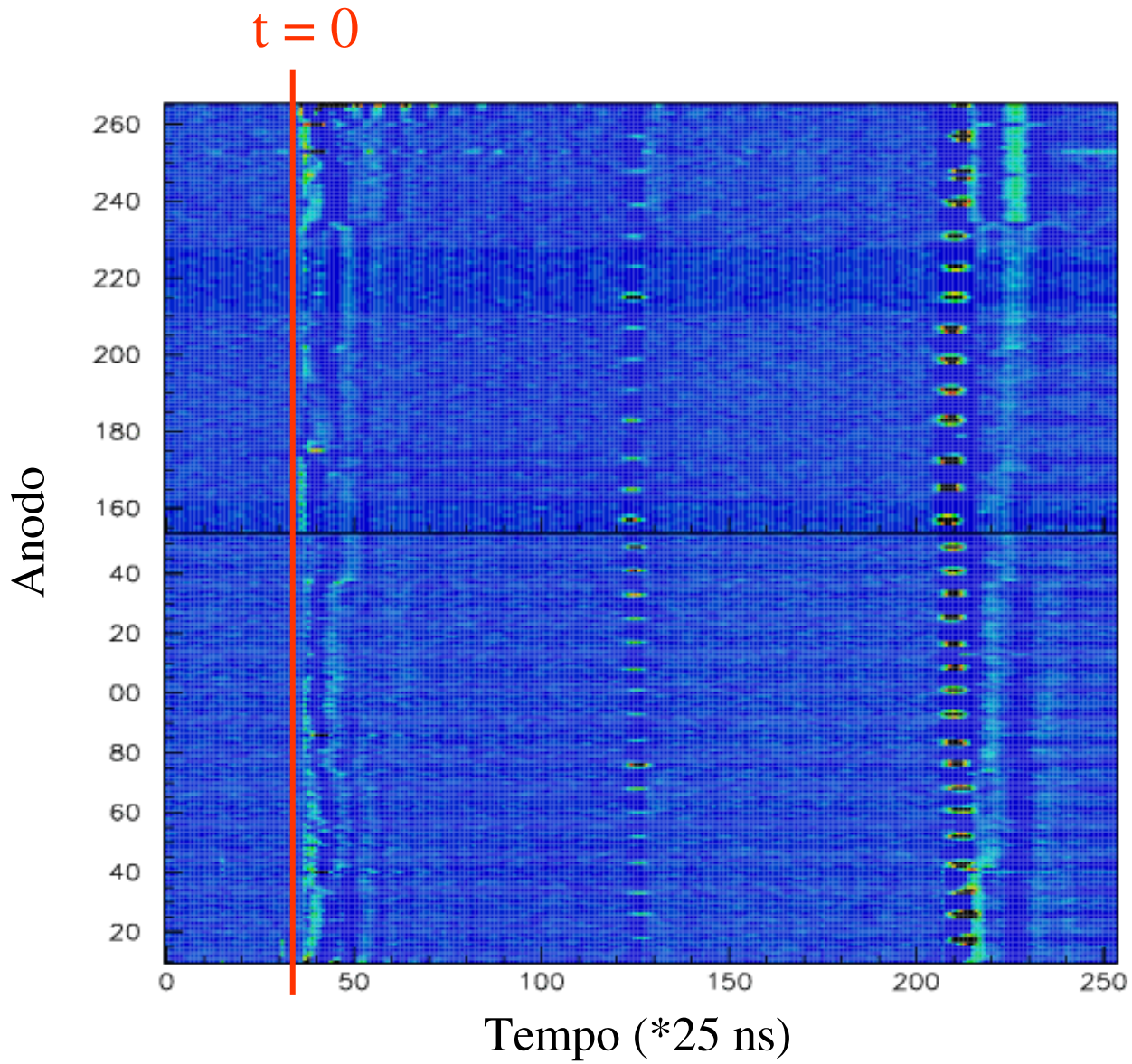
=> per calibrare, strutture chiamate "iniettori" sono integrate sul rivelatore permettendo di generare elettricamente segnali da posizioni conosciute




Drift
Drift

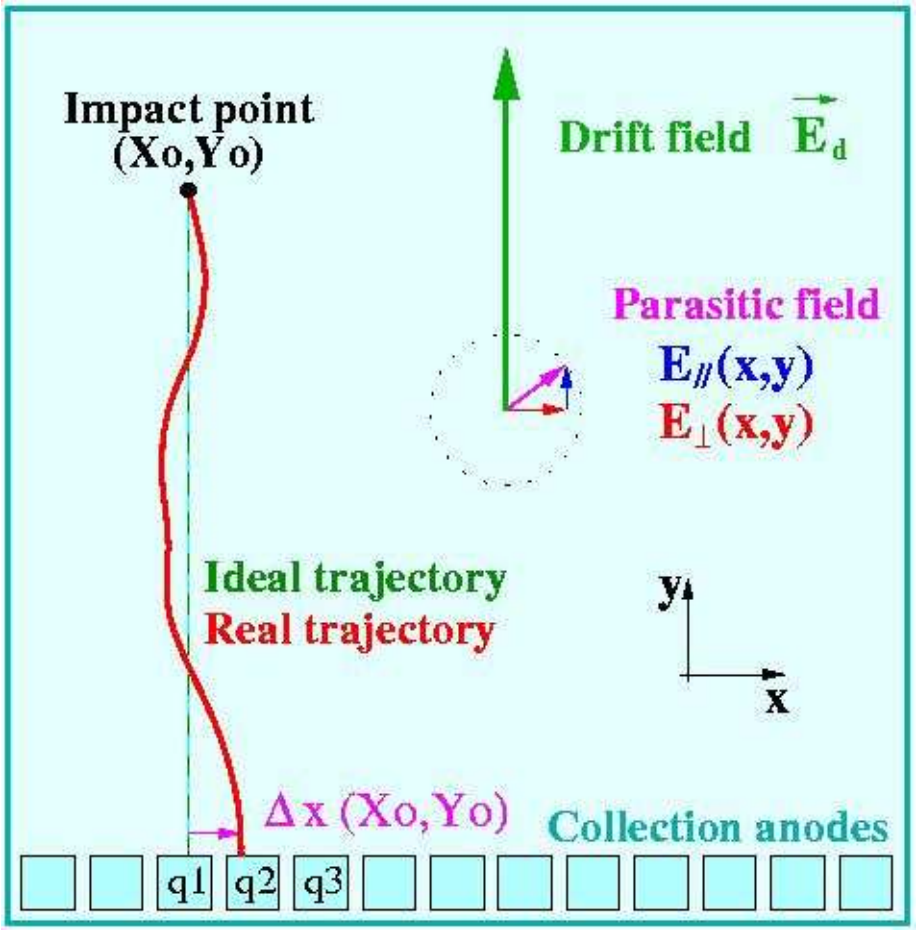


Esempio di un evento di calibrazione con gli iniettori

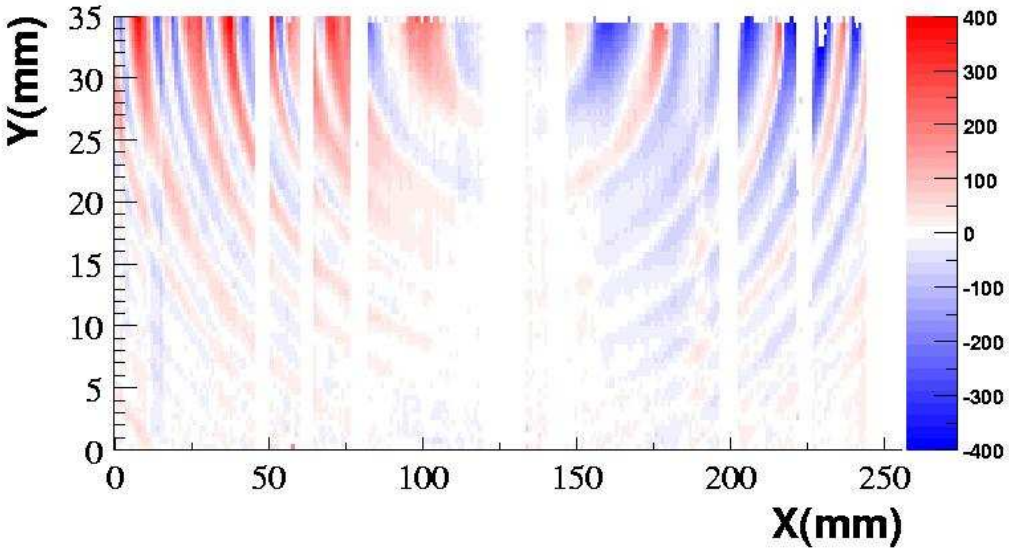


Se la resistività del silicio del rivelatore non è abbastanza uniforme

si creano dei campi parassiti che spostano la carica dalla traiettoria ideale, e quindi si trova un errore sistematico fra la posizione misurata e la posizione dove la particella è realmente passata

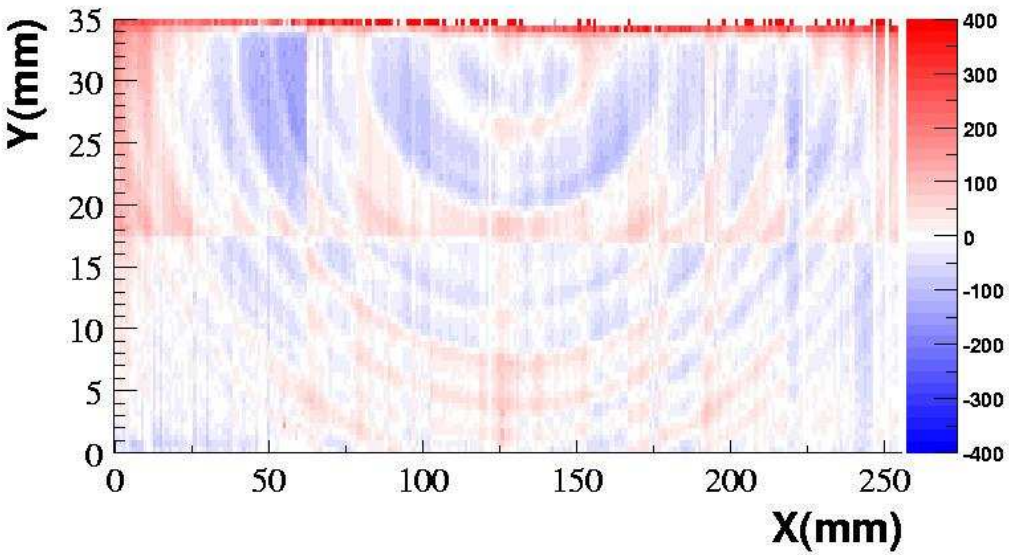


Mappe degli errori sistematici per metà di un rivelatore



$\Delta x>0$

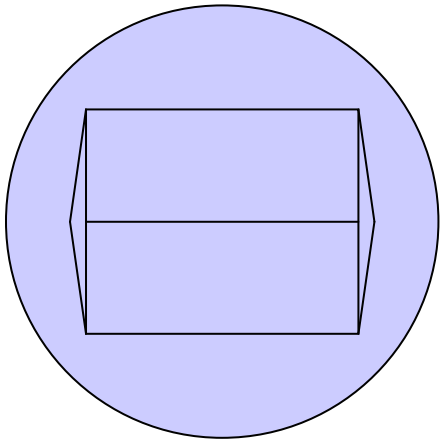
$\Delta x<0$



$\Delta y>0$

$\Delta y<0$

$$\Delta x = X_{SDD} - X_{REF}$$



$$\Delta y = v_{drift} * t_{SDD} - Y_{REF}$$

Rivelatori a deriva

I rivelatori a deriva sono complessi, ma hanno trovato il loro spazio nell'ambito degli ioni pesanti

Vantaggi

+ punti 2D senza ambiguità
+ alta risoluzione per entrambe le coordinate
+ costo minore rispetto ai pixel

Svantaggi / sfide

- tempo di raccolta lungo
- elettronica complessa
- alta tensione (per i silici)
- richiede calibrazione accurata della temperatura
- richiede calibrazione accurata dell'uniformità del silicio