



ALICE

ALPIDE: il rivelatore monolitico a pixel per l'upgrade dell'ITS di ALICE

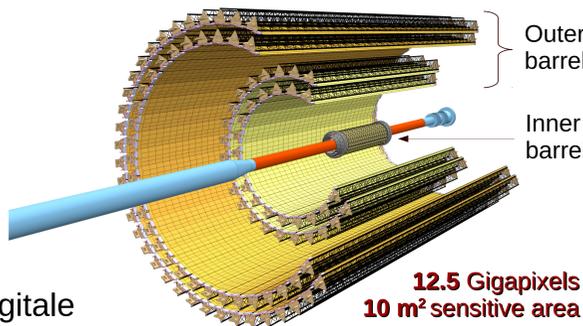


Miljenko Šuljić[†] per la collaborazione ALICE

[†]Università e INFN di Trieste

L'aggiornamento del Sistema di Tracciamento Interno (ITS)

- Ha lo scopo di sostituire l'ITS di ALICE durante il Long Shutdown 2 di LHC nel 2019/20
- Aumentare la velocità di lettura → Leggere dati di collisioni Pb-Pb a **100 kHz**
- Migliorare la risoluzione sul parametro d'impatto
 - Ridurre la dimensione dei pixel da $O(50 \times 425 \mu\text{m}^2)$ a $O(30 \times 30 \mu\text{m}^2)$
 - Ridurre la distanza del primo strato di rivelatori dal punto di collisione da 39 mm a **23 mm**
- Ridurre X_0 degli strati più interni da 1.14% a **0.3%**
- Migliorare l'efficienza di tracciamento a basso p_T
- Tutti i **7 strati** saranno popolati da pixel a lettura digitale



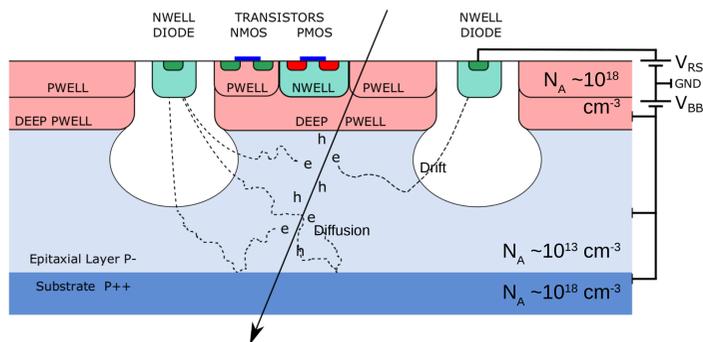
12.5 Gigapixels
10 m² sensitive area

Requisiti dell'upgrade [1]

	Inner Barrel	Outer Barrel
Risoluzione spaziale	5 μm	10 μm
Efficienza di rivelazione	> 99 %	
Fake hit rate	< 10^{-6} pixel ⁻¹ event ⁻¹	
Densità di potenza	<300 mW cm ⁻²	<100 mW cm ⁻²
Resistenza alla radiazione TID	2700 krad	100 krad
Resistenza alla radiazione NIEL	1.7×10^{13} 1 MeV n _{eq} cm ⁻²	10^{12} 1 MeV n _{eq} cm ⁻²

Tecnologia

- "TowerJazz 180 nm CMOS imaging sensor process" [2]
- "Deep p-well" [3] scherma gli impianti n-well permettendo l'utilizzo dei transistor PMOS all'interno dei pixel
- Strato epitassiale (**25 μm**) ad alta resistività (> **1 k Ω cm**) sul substrato di tipo "p"
- Possibilità di applicare un'ulteriore differenza di potenziale negativa al substrato → volume svuotato più grande

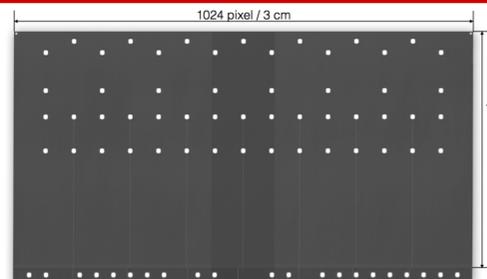


Benefici della polarizzazione del substrato: [4]

- Meno diffusione → più carica nel singolo pixel
- Capacità d'ingresso più bassa → rapporto Q/C più alto
- Tempo di raccolta di carica ridotto → migliore resistenza alla radiazione non-ionizzante

ALPIDE Specifiche

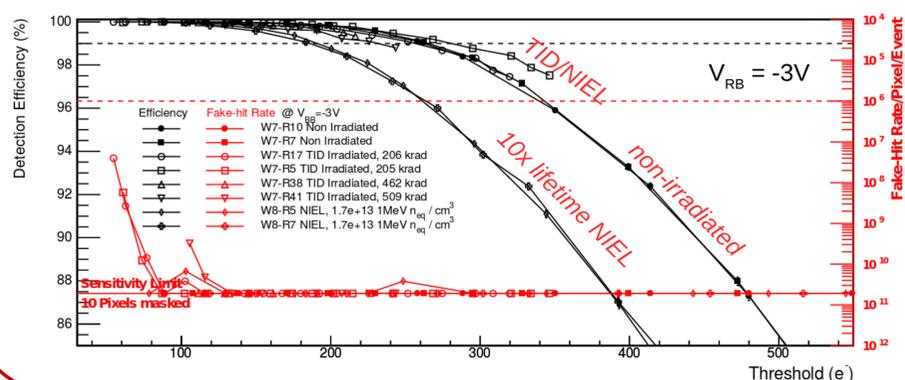
- Dimensioni: 30 x 15 mm² – 1024 x 512 pixel – 29 x 27 μm^2 pitch
- Spessore: 50 μm (0.05% X_0)
- Basso consumo di potenza (40 mW/cm²) [5]
- Connesso direttamente all'elettronica di lettura (5 m di distanza) senza ulteriori componenti attive (incluso un data-link a 1.2 Gb/s)



Caratteristiche

- Amplificazione (in-pixel)
- Discriminazione (in-pixel)
- Memoria fino a 3 eventi
- In-pixel masking
- In-matrix zero suppression

Efficienza di rivelazione

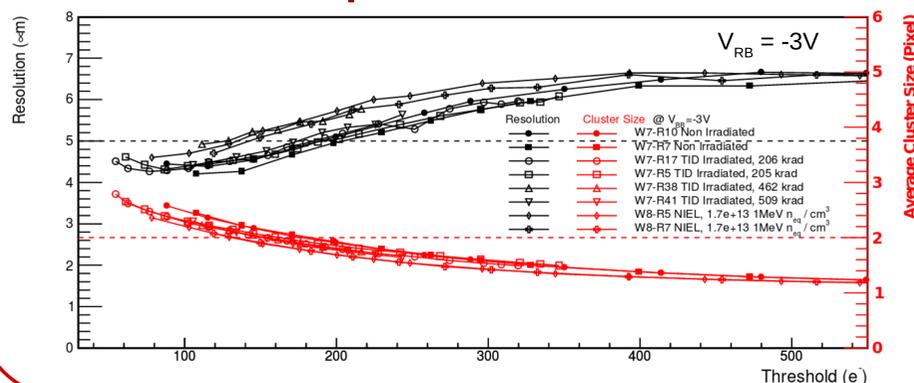


- Le fluttuazioni da chip a chip sono trascurabili
- L'andamento dell'efficienza dei rivelatori non irradiati e di quelli irradiati TID è comparabile
- Il livello di rumore a bassa soglia di rivelatori irradiati TID è più basso di quello richiesto dal TDR [1]
- L'intervallo di operatività anche dopo l'irraggiamento NIEL è adeguato

Conclusioni

- ALPIDE è lo stato dell'arte dei rivelatori MAPS e verrà installato nel nuovo Sistema di Tracciamento Interno di ALICE
 - È caratterizzato da un basso consumo di potenza
 - Fake hit rate << 10^{-6} pix⁻¹evt⁻¹
 - Risoluzione spaziale ~5 μm
 - Efficienza di rivelazione > 99%
- Queste prestazioni misurate in test sotto fascio di particelle cariche minimo ionizzanti, rispettano i requisiti dell'upgrade dell'ITS

Risoluzione spaziale



- Le fluttuazioni da chip a chip sono trascurabili
- I rivelatori non irradiati e quelli irradiati TID mostrano prestazioni simili
- Risoluzione spaziale migliore di 5 μm ottenibile per soglie fino a 200 elettroni
- L'intervallo di operatività anche dopo l'irraggiamento è più che sufficiente

Referenze

- [1] ALICE Collaboration, *Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System*, Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics **41**, 8 (2014)
- [2] TowerJazz, <http://www.jazzsemi.com/>
- [3] F. Reidt, *Studies for the ALICE Inner Tracking System Upgrade*, Heidelberg, Dissertation (2016), <http://www.ub.uni-heidelberg.de/archiv/20648>
- [4] J. van Hoorne, ALICE Collaboration, *The Upgrade of the ALICE Inner Tracking System - Status of the R&D on Monolithic Silicon Pixel Sensors*, PoS(TIPP2014) **125** (2015)
- [5] M. Šuljić, *ALPIDE: the Monolithic Active Pixel Sensor for the ALICE ITS upgrade*, in proceedings of the 8th International Workshop on Semiconductor Pixel Detectors for Particles and Imaging (PIXEL 2016), Sestri Levante, Italy, September 5–9 2016