

Esperimento ASPIDE (2011-2013)

Application of Single Proton bunches Interactions in Detector & Electronics response characterization

Resp. Nazionale e Locale Sez. Milano: Andrea Castoldi (Andrea.Castoldi@polimi.it)

Resp. Locale Sez. Firenze (LABeC): Luca Carraresi

Contesto scientifico

➤ Lo sviluppo di tecniche avanzate per la caratterizzazione, la diagnostica e la modellizzazione di rivelatori di immagini e di elettronica di front-end in un ampio range di livelli di ionizzazione e' di interesse primario:

- nella sfida delle nuove sorgenti di raggi X ad alta brillantezza (quali ad esempio LCLS@Stanford e XFEL@Desy) che richiedono di sviluppare una nuova generazione di rivelatori di immagini compatibili con un intervallo dinamico ($1:10^5$ fotoni/pixel), con risposta temporale ultra veloce (decine di ns), energie da 0.5 a 12 keV.
- nei futuri esperimenti di fisica nucleare ad energie intermedie che evolvono verso apparati di rivelazione con maggiore segmentazione (HirA, MUST2), per acquisire e correlare un maggior numero di informazioni, e richiedono tecniche di qualificazione diretta e di modellizzazione piu' sofisticate e in un piu' ampio intervallo energetico.

➤ Il programma di ricerca si inserisce nelle attivita' promosse dal XFEL Project Team per lo sviluppo di nuovi rivelatori di immagini X per la futura sorgente XFEL @Desy/Amburgo. I ricercatori di Milano sono parte del consorzio DSSC, responsabile dello sviluppo di uno dei 3 rivelatori di immagini 2D per XFEL.

Obiettivi e attivita'

➤ Sviluppo di uno strumento per la caratterizzazione e la diagnostica di rivelatori in silicio e dell'elettronica di *front-end* ad alti livelli di ionizzazione, basato sull'uso di *bunch* di protoni monoenergetici della linea impulsata DEFEL@LABeC – opportunamente potenziata quale sonda ad elevata risoluzione spaziale – e su un sistema laser IR ottimizzato per bassi livelli di generazione.

➤ Mappatura della risposta di rivelatori (*case studies*) - con acquisizione in forma dei segnali e *unfolding* della distribuzione di carica generata mediante algoritmi dedicati.

➤ Sinergia con le attivita' nel consorzio internazionale DSSC per lo sviluppo di rivelatori 2D per XFEL@Desy

Attivita' svolta fino a giugno/2012 (1)

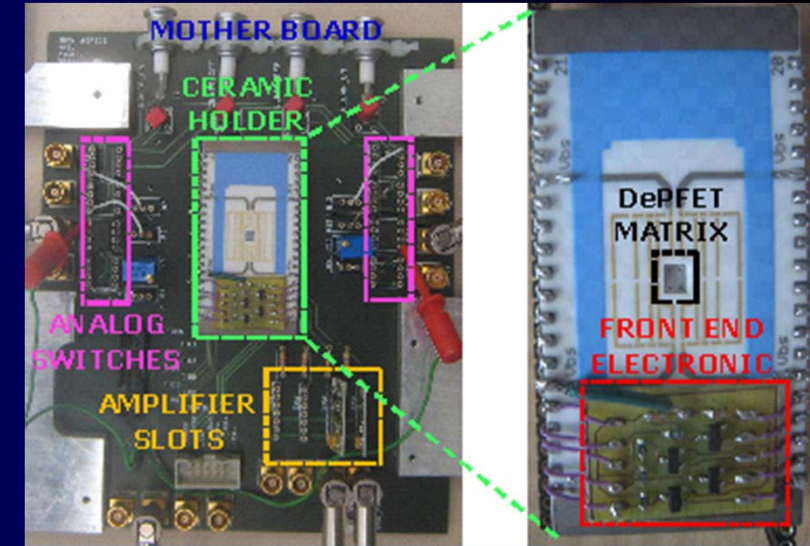
□ Sviluppo setup per test **matrici 4x4 di pixel con lettura DePMOS**

Necessita' portare tutti i livelli DC e le regolazioni su scheda separata dalla detector board per consentire operazione in vuoto/dark room.

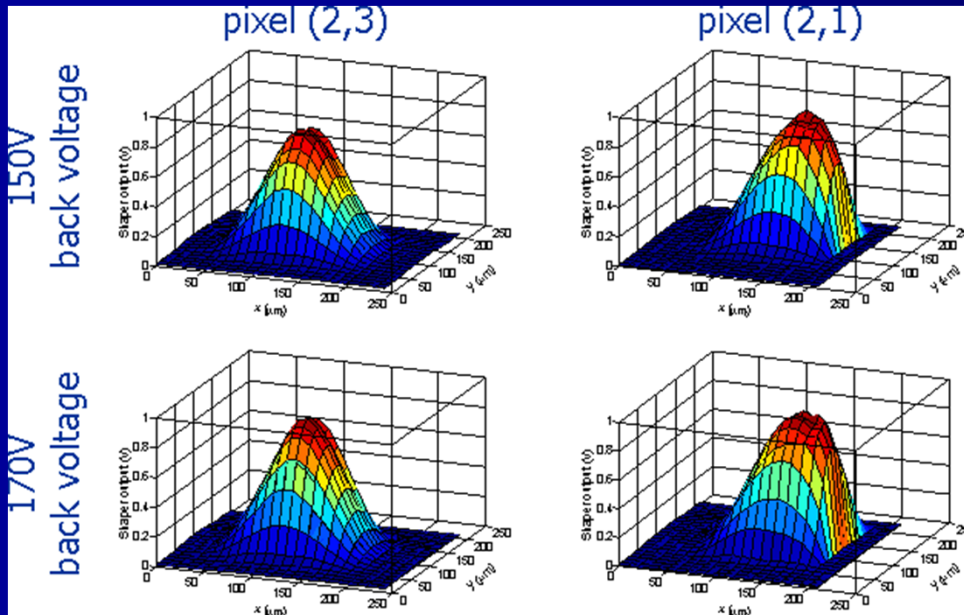
2 circuiti di frontend per la lettura dei DePMOS:

- voltage-mode (nJFET buffer + voltage amplifier)
- current-mode (AC-coupled TA)

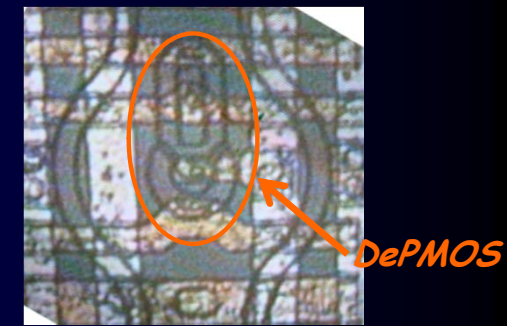
Il primo stadio del front-end e' posto su una sottile mini scheda incollata sulla ceramica per minimizzare i parassiti
Il setup e' stato qualificato e testato in vuoto (10^{-6} mbar)



□ Scansioni della risposta in ampiezza singolo pixel ($75\mu\text{m}$) in prototipo **matrice 4x4 pixel con DePFET integrato** (layout PXD5, tecnologia standard) in laboratorio con **laser IR**.



PXD5 DePMOS
4x4 test matrix



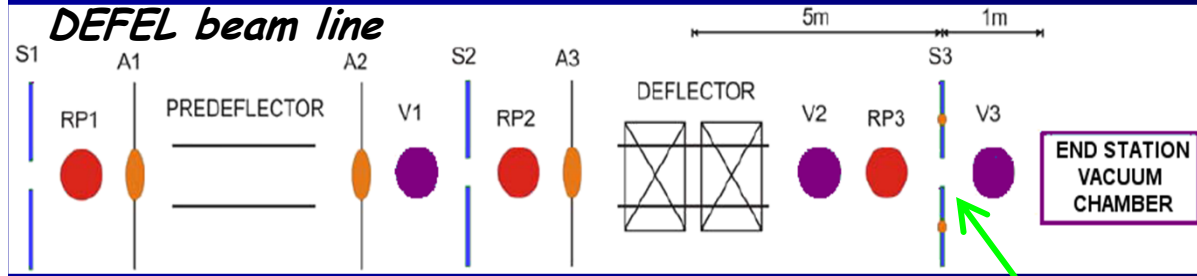
Single pixel

$10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ steps
IR laser ($\lambda = 904\text{nm}$) focused on back side
pseudo-Gaussian shaper 250ns

Attivita' svolta fino a giugno/2012 (2)

Protoni monoenergetici alla beam line DEFEL@LAbEC INFN Firenze

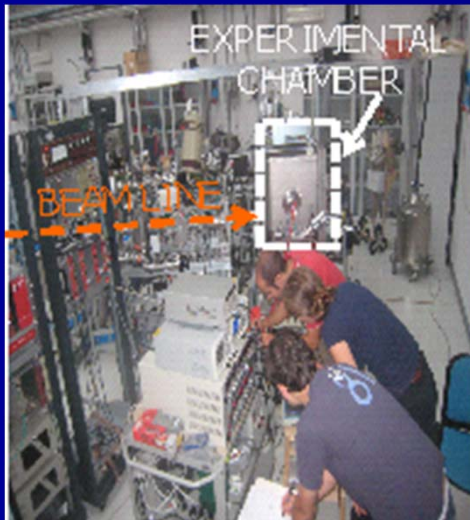
Fast Electrostatic chopper deflect the beam across a slit to generate bunches of monoenergetic (even single) protons



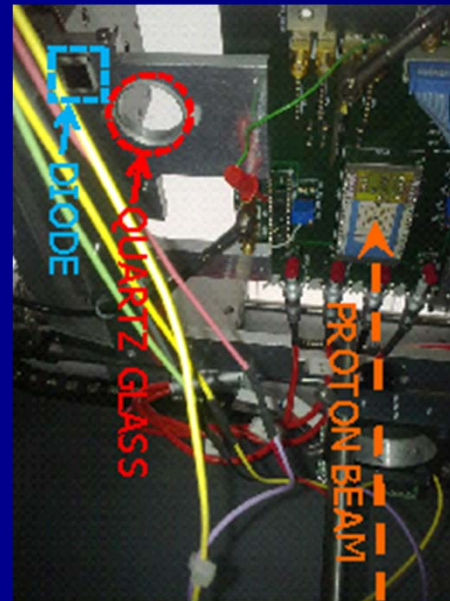
exit slits $\sim 100\mu\text{m}$
 (\rightarrow new setup $\sim 10\mu\text{m}$)

- Funzionamento con protoni singoli
- Carica generata calibrata intrinsecamente (1 MeV proton=277,778 el.)

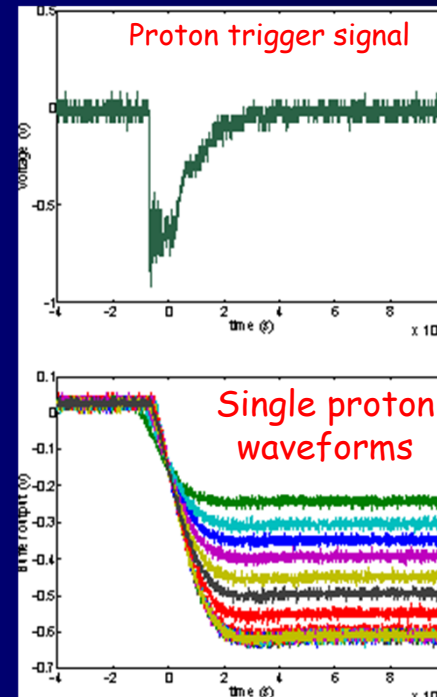
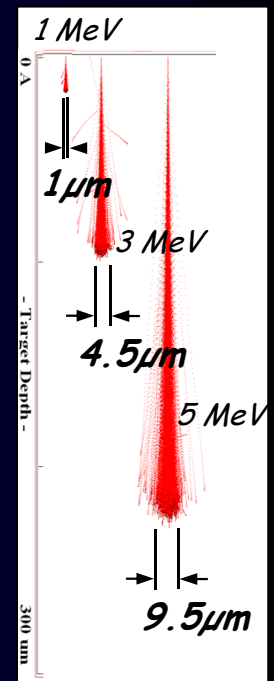
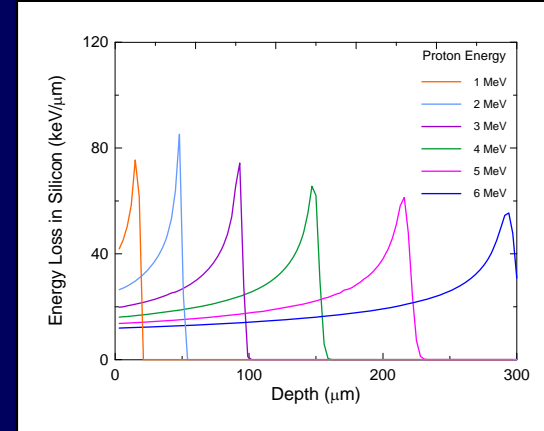
2x Beam times con fascio protoni singoli @LABEC : prime caratterizzazioni matrici DePFET PXD5 con protoni 1 MeV.



Experimental end-station @DEFEL

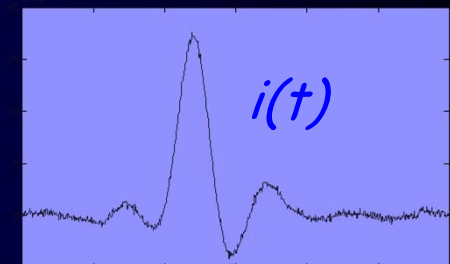


Proton range 1-6 MeV in Si



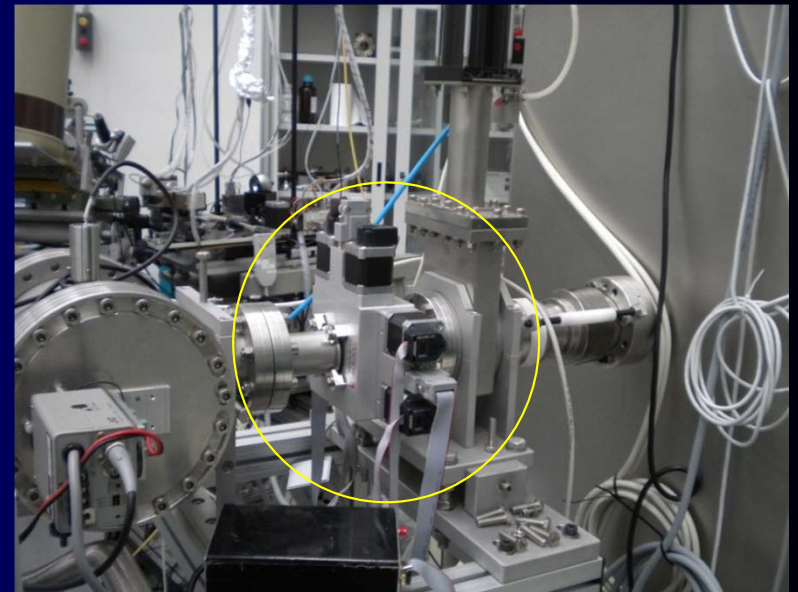
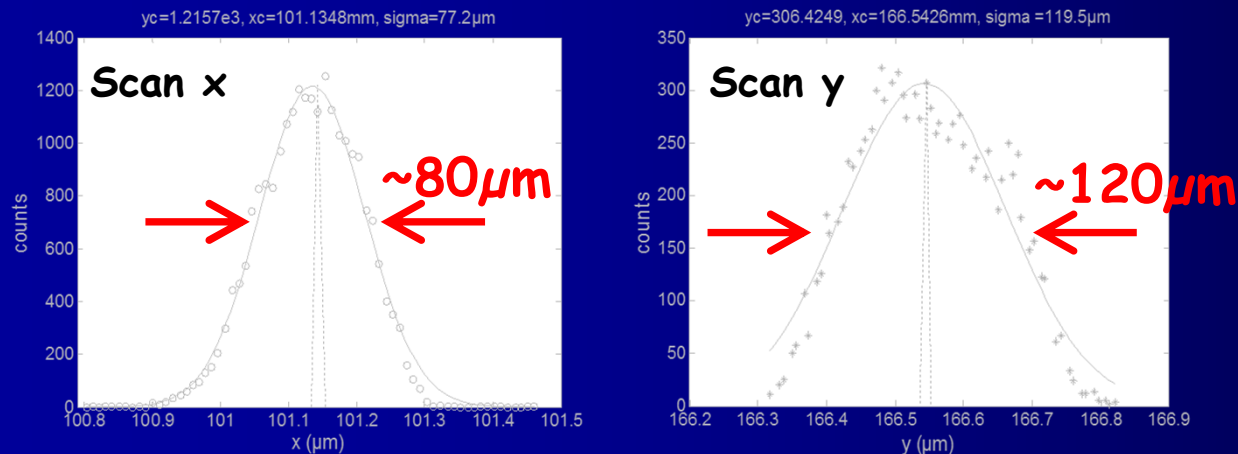
Acquisizione di forme d'onda di bunch protoni (1 MeV)

- parametri fondamentali (ampiezza, tempo di collezione)
- deconvoluzione forma della corrente indotta, modeling trasporto di carica



Attivita' svolta fino a giugno/2012 (3)

Qualificazione profilo spaziale del fascio @DEFEL.old e upgrade slit di profilazione (DEFEL.new)



Nuove slit (JJ X-ray) ad alta risoluzione spaziale ($1\ \mu m$) montate in linea DEFEL: movimentazione con controllo remoto e tenuta a vuoto testate

Qualificazione profilo spaziale del fascio @DEFEL.old (tecnica: scan 1D con fenditura $10\ \mu m$)

- qualificazione profilo del fascio in corso con tecniche knife-edge e sensori 2D cmos/ccd
- qualificazione jitter temporale in corso

Qualificazione sistema di DAQ multi canale basato su schede di digitalizzazione Struck 500Ms/s, 12 bit, SW di acquisizione/visualizzazione. Collaudo previsto su fascio entro fine 2012.

Sinergia con esp. EXOCHIM-gr3. Beam time a settembre 2012 per test microstrip in silicio doppia faccia incrociate (DSSSD) con bunch protoni monoenergetici per mappatura risposta per lo studio del charge sharing e calibrazione canale di misura dai bassi livelli ($<3MeV$) per studiare la soglia di identificazione, fino ai livelli piu' alti ($150MeV$)

Publicazioni/Conferenze 2011-12

- A. Castoldi, C. Guazzoni, D. Mezza, L. Carraresi, F. Taccetti, "Characterization and diagnostics of fast X-ray imaging detectors for X-ray free electron laser sources", Proceedings of the SPIE Conference n.8078, Prague, 20-21 april 2011 (Invited talk).
- A. Castoldi, C. Guazzoni, D. Mezza, G. Montemurro, R. Hartmann, L. Strueder, L. Carraresi, F. Taccetti, "Longitudinal Profile of the Charge Cloud at high charge levels in Multi-Linear Silicon Drift Detectors for position-sensing applications", Conf. Records 2011 IEEE NSS and MIC, Valencia, Spain, 23-29 October 2011
- A. Castoldi, C. Guazzoni, P. Lechner, D. Mezza, G. Montemurro, L. Carraresi, F. Taccetti, "Mapping of the response function of DePFET-based pixel sensors at different levels of charge injection", Conf. Records 2011 IEE NSS and MIC, Valencia, Spain, 23-29 October 2011.
- A. Castoldi, C. Guazzoni, D. Mezza, R. Hartmann, L. Strüder, "Novel topologies of Multi-Linear Silicon Drift Detectors for position sensing with energy discrimination", accepted at 2012 IEEE NSS and MIC, Anaheim.
- A. Castoldi, C. Guazzoni, T. Parsani, F. Riccio, P. Zambon, C. Boiano, "FARCOS: a versatile and modular Femtoscopy Array for Correlations and Spectroscopy", accepted at 2012 IEEE NSS and MIC, Anaheim.
- A. Castoldi, C. Guazzoni, P. Zambon¹, "A 3-D Simulation Code of Electron-Hole Transport and Signal Formation with Coulomb Repulsion and Thermal Diffusion in 2-D Semiconductor Detectors", accepted at 2012 IEEE NSS and MIC, Anaheim.
- M. Porro on behalf of the DSSC Consortium, "Milestone Achievements in the Development of the DEPFET Sensor with Signal Compression for the European XFEL", accepted at 2012 IEEE NSS and MIC, Anaheim.

Attività previste per il 2013

- Qualificazione profilo finale fascio di protoni con nuove slitte mediante visualizzazione con sensore 2D e/o tecniche alternative di verifica.
- Realizzazioni prime scansioni 2D (passo fine) su rivelatori MLSDD come standard di riferimento.
- Mappatura 2D (passo fine) della risposta di matrici attive di pixel con DEPMOS integrati aventi meccanismo di compressione analogica con protoni mono-energetici singoli e multipli @ DEFEL.new
- Raccordo con la collaborazione internazionale DSSC e con XFEL GmbH.

Anagrafica

Castoldi Andrea 70%
Guazzoni Chiara 40%
Liberati Diego 30%
Mezza Davide 100%
Montemurro Giuseppe 100%

Richieste finanziarie 2013

Missioni interno: 9k (3 turni misura LABEC x 5gg. X 3 persone)
Missioni estero: 6k (collab. XFEL, missioni MPI per test DePMOS)
Consumo: 14k (setup rivelatori, DAQ, front-end)
C.Apparati: 11k (schede multistrato per alloggio rivelatori, componenti HV, connettori da vuoto multipolari)