

Preventivi 2016 (CSN5)

- MITRA (sigla in chiusura)
- ODRI_2D (sigla in chiusura)

- ADCOAT (sigla in continuazione)
- DIGITHEL2 (sigla in continuazione)
- SL_COMB (sigla in continuazione)

- MC-INFN.DTZ (sigla in continuazione)
- RDH (sigla in continuazione)

- REDSOX2 (nuova sigla)

Esperimento MITRA

Microdosimetria e struttura di traccia

Gruppo V

Coordinatore locale: Gianluca Verona Rinati

Coordinatore Nazionale: Paolo Colautti

Unità coinvolte:

Laboratori Nazionali di Legnaro

INFN – Università di Milano

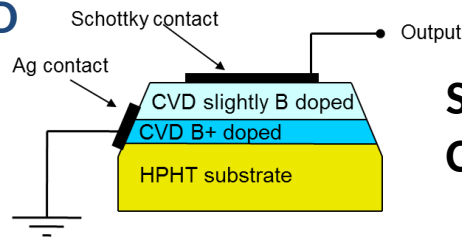
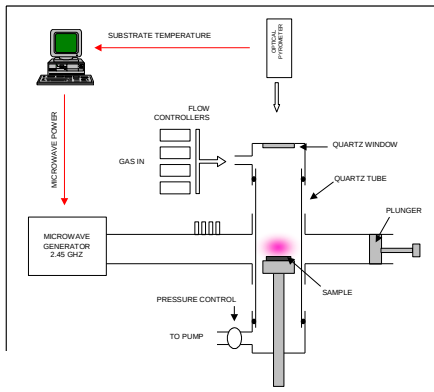
INFN - Università di Padova

INFN – Università Roma II

Diamond Schottky diodes fabrication

- Nell'adroterapia, una corretta valutazione dell'effetto biologico della radiazione non può prescindere da misurazioni legate all'interazione locale della radiazione su volumi di scala micrometrica (dimensioni cellulari) o nanometrica (dimensioni del DNA)
- L'esperimento Mitra si è occupato dello sviluppo di tecniche e metodologie per la dosimetria di fasci di ioni su scala micrometrica e nanometrica.
- L'unità di Roma II si è occupata dello sviluppo di microdosimetri basati sul diamante sintetico monocristallino in una configurazione a diodo Schottky.

Microwave Plasma CVD



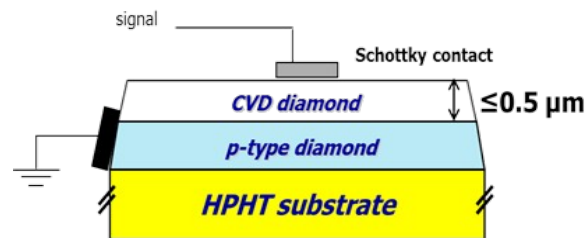
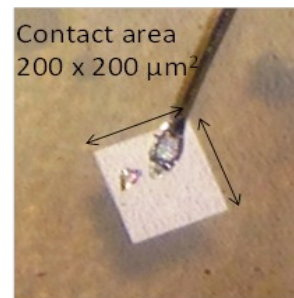
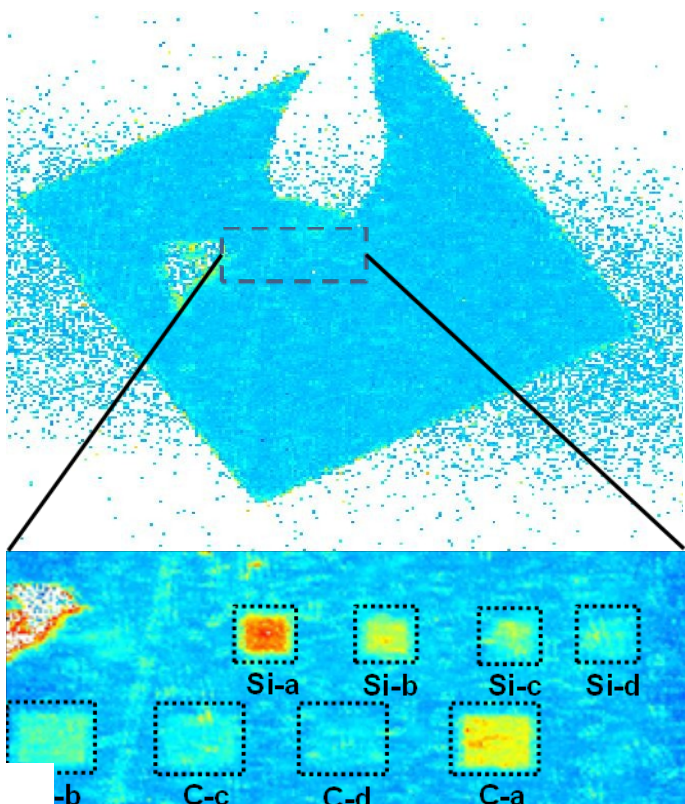
Single crystal diamond deposited by CVD in a Schottky diode configuration

- Small active thickness possible (100–500 nm)
- Well defined active area
- Good energy resolution

Micro-beam tests

Test performed at the Ruder Bošković Institute (RBI) microbeam facility using 4 MeV carbon and 5 MeV silicon ions

IBIC map of a diamond microdosimeter.

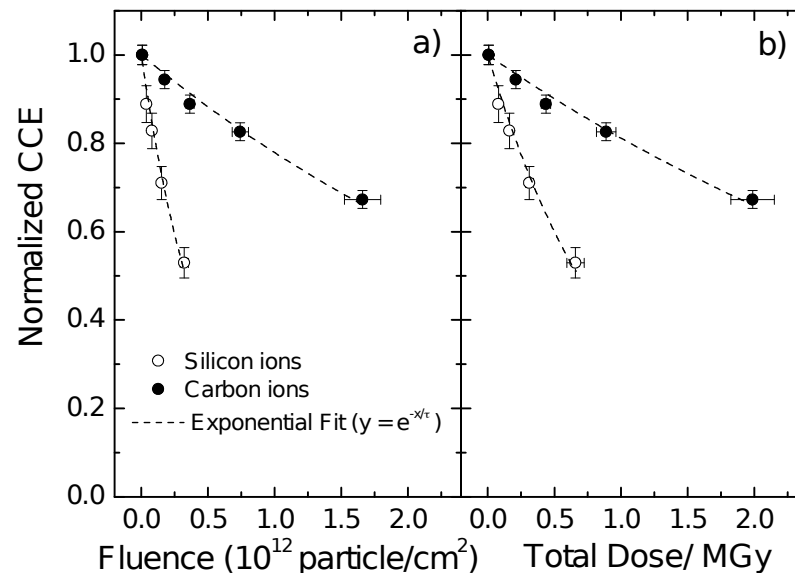
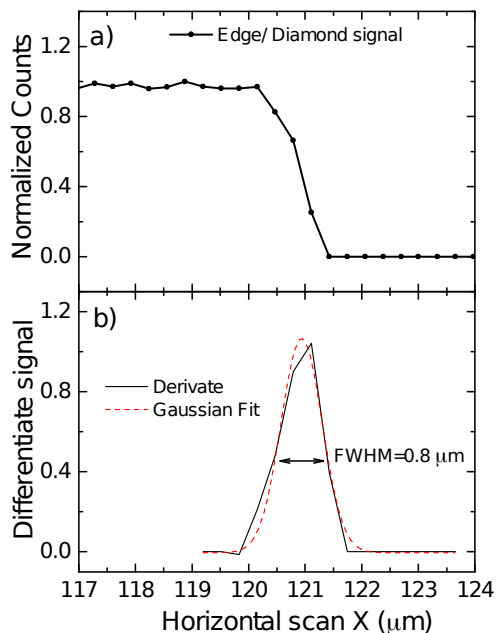


Studied properties of the microdosimeters:

- Detection homogeneity
- Detector thickness
- Confinement of sensitive volume
- Radiation damage

Damage tests performed by selectively irradiating with C and Si ion, eight small areas with different doses

Resolution - Radiation tolerance

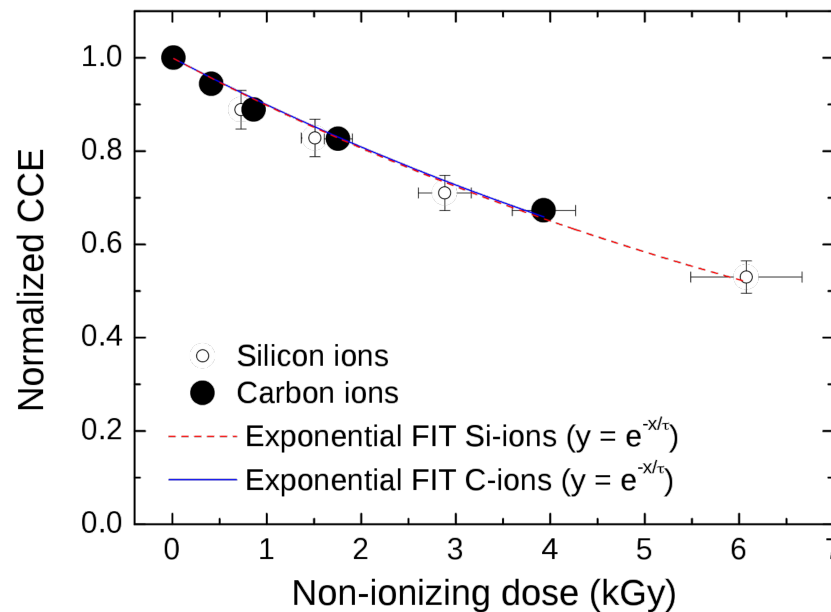


Detection properties:

- Detector thickness 0.4 μm
- Response homogeneity (<6%)
- Lateral edge definition < 1 μm

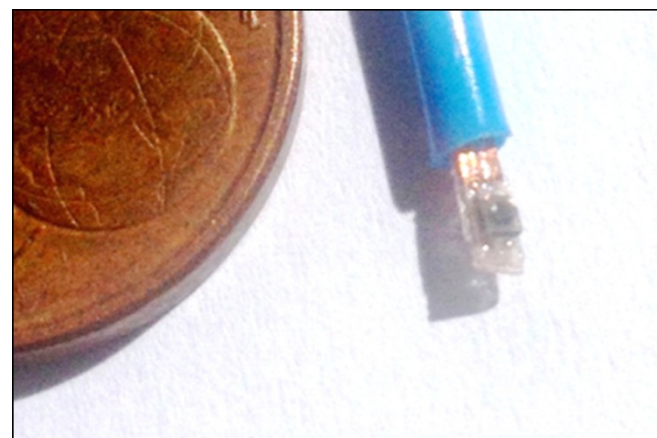
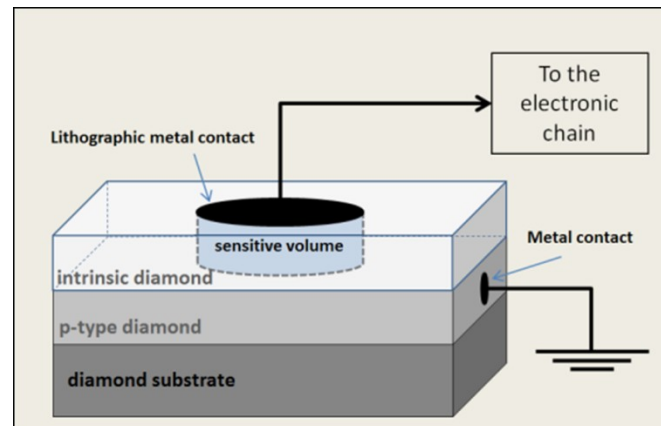
Radiation damage tests:

- Adequate for prolonged use in hadron-therapy beams
- Experimental data in agreement with simulation - NIEL model

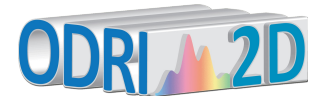


Fabrication of a miniaturized microdosimeter for hadrontherapy application

- Studied and developed for proton and carbon ion (and its fragment)
- Water proof, suitable for measurements in water phantom
- Mounted in 1.2mm diameter catheter
- Active thickness 0.5 μm
- Tested at LNS in proton and carbon ion beams



ODRI Collaboration



7



- Roma Tor Vergata
 - A. Cianchi, L. Catani
- LNF
 - M. Castellano, E. Chiadroni, D. Di Giovenale, R. Pompili



- Desy Hamburg
 - K. Honkavaara, G. Kube,
N. Golubeva, V. Balandin

- High Brightness / High repetition rate beams deposit unsustainable amount of energy in intercepting device
- Our goal is the development of a new non-intercepting (and hopefully non-disturbing) diagnostic in order to measure the emittance in a parasitic way

ODRI_2D Motivations

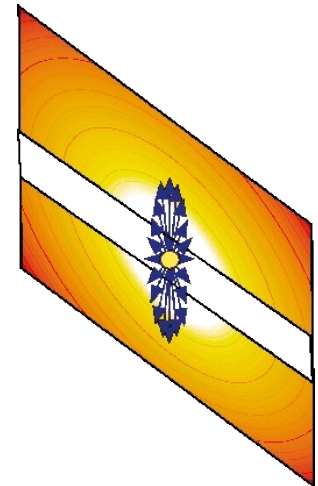


9

- Excellent results in ODRI experiment
- Feasible diagnostic for every high brightness high repetition rate machine
- INFN knowhow
- Strong collaboration with Desy, interest from Berkley
- Some open questions still to be addressed

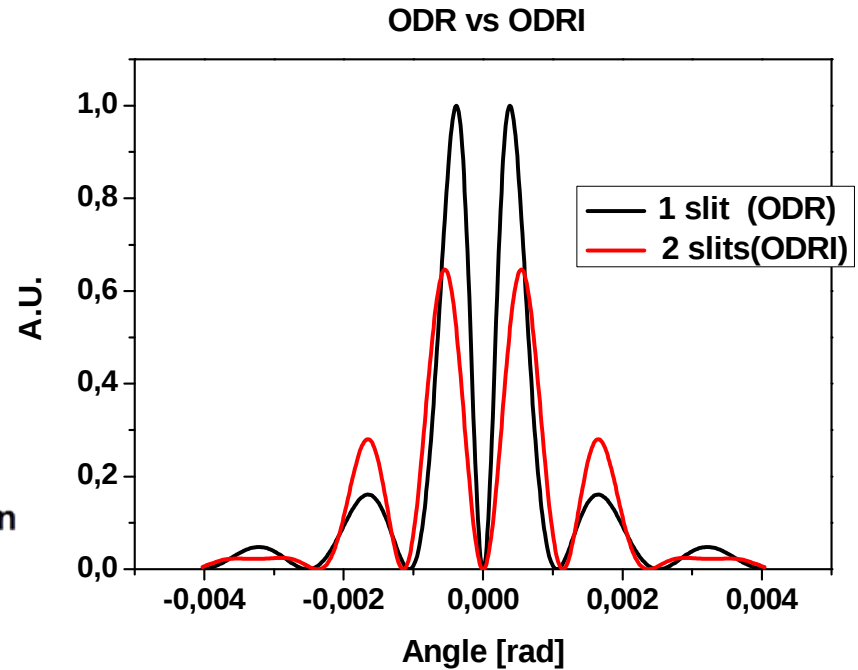
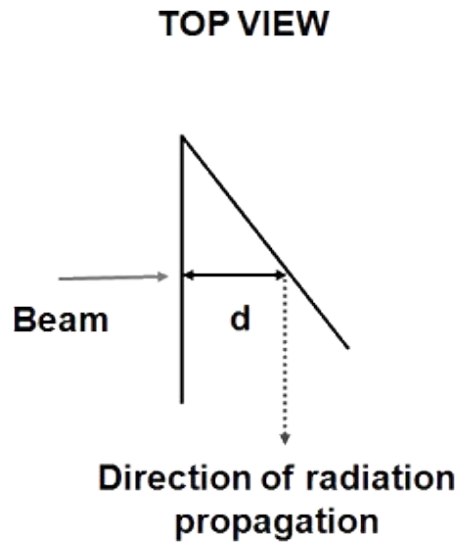
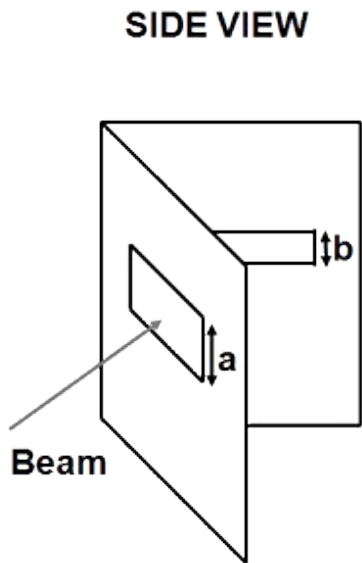
Diffraction Radiation

- The charge goes into the hole without touching the screen
- The electromagnetic field of the moving charge interacts with the metallic screen
- The angular distribution of the emerging radiation is affected by the beam transverse size, the angular spread and the position inside the slit
 - M. Castellano 1997 Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A **394**, 275.
- Rectangular slit



$$I \propto e^{-\frac{2\pi a}{\gamma\lambda}}$$

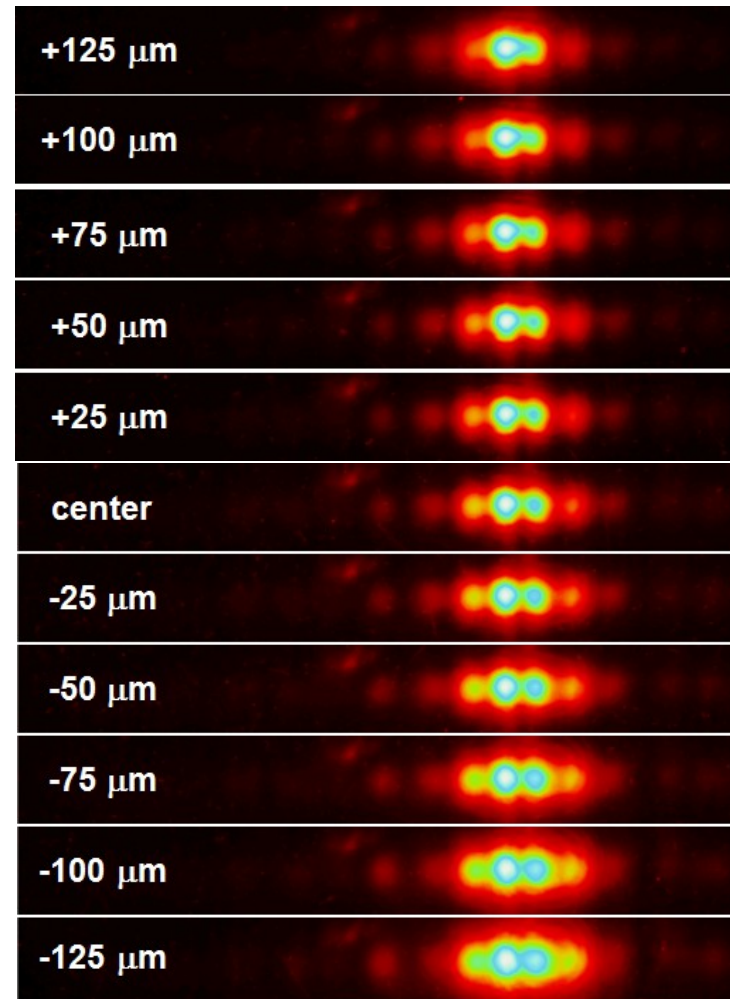
Introducing ODRI



Optical **D**iffraction **R**adiation **I**nterference

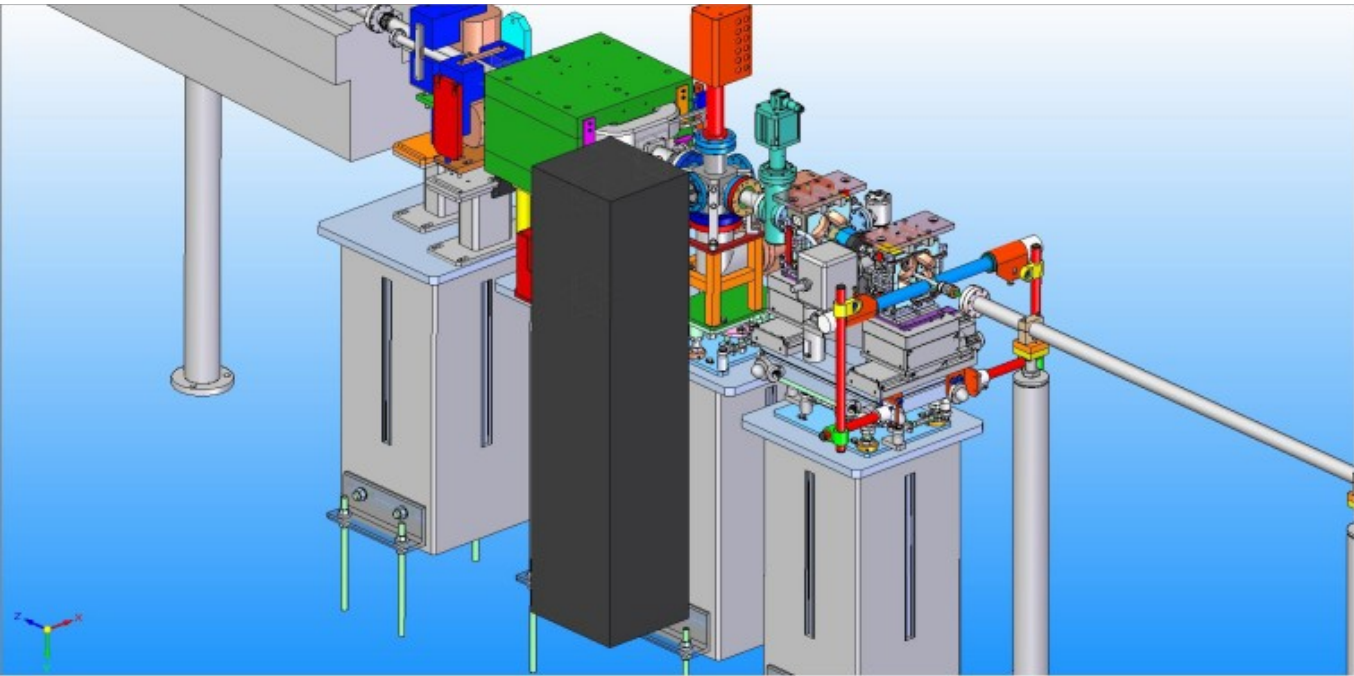
Angular distribution

12



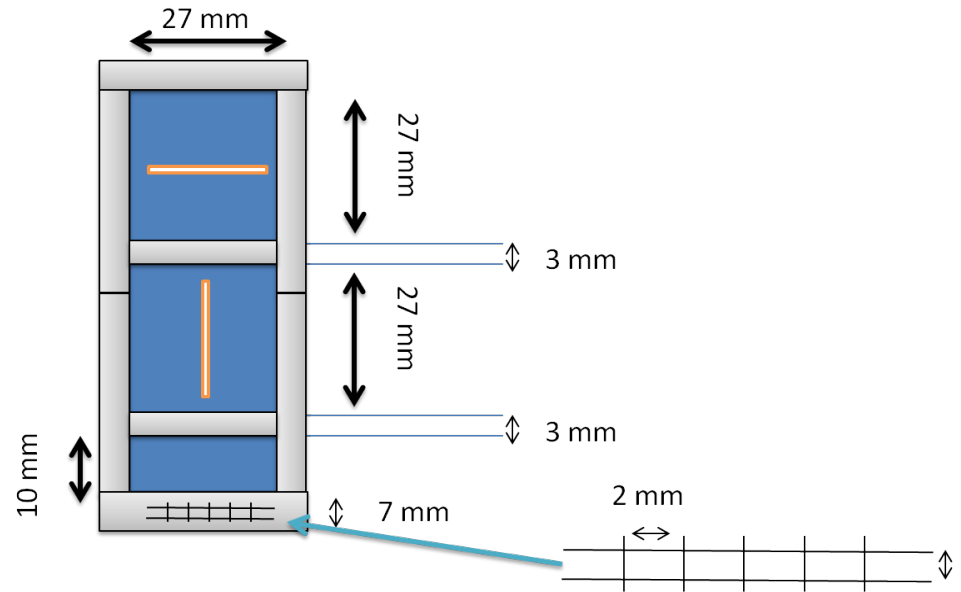
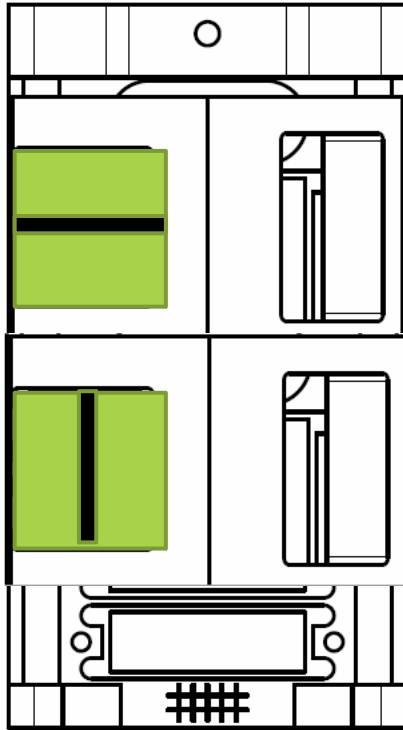
New position

ODRI2D



New screen holder

14



Beam Time



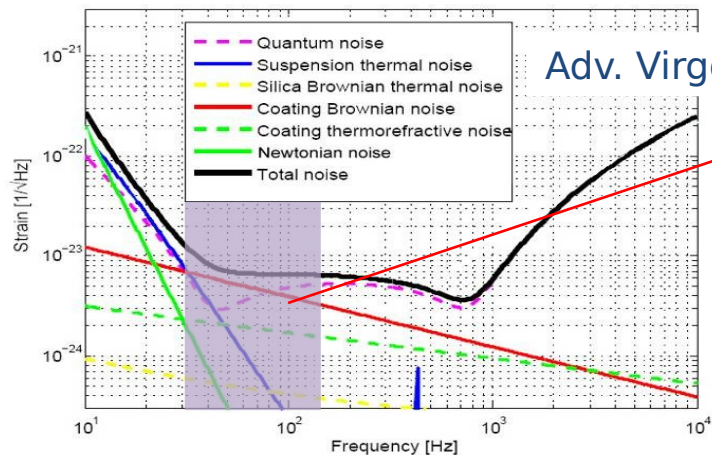
15

- Beam time allocated in November

Progetto AdCOAT – Tor Vergata

OBIETTIVO : costituzione e l'avviamento di un network di laboratori nazionali per la modellazione, caratterizzazione e progettazione di coating con caratteristiche estreme (alte prestazioni ottiche e bassi livelli di dissipazione) per la riduzione del rumore termico nei futuri esperimenti di rivelazione di onde gravitazionali.

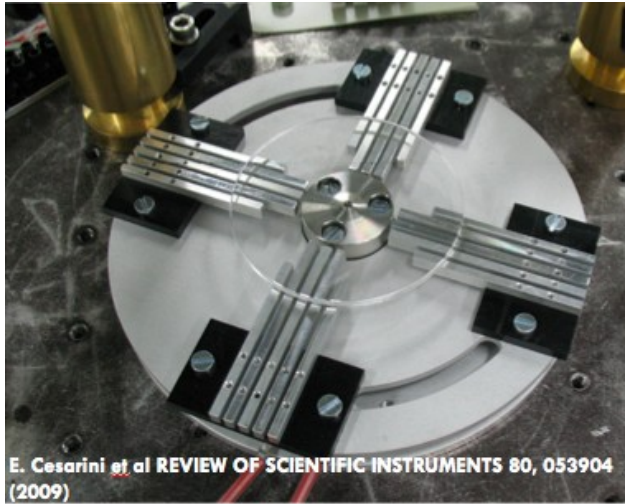
- 4 Sezioni INFN coinvolte:
 - Genova
 - Perugia
 - Roma Tor Vergata
 - Salerno (Resp. Nazionale: I. Pinto)



Nella banda di medie frequenze tra circa 30-150 Hz il limite è dato dal rumore termico del coating depositato sulle test mass (specchi sospesi)

Roma Tor Vergata sarà impegnata nella caratterizzazione sia meccanica dei coating (a temperatura ambiente e a temperature criogeniche) che strutturale (XPS, Atomic Force Microscopy)

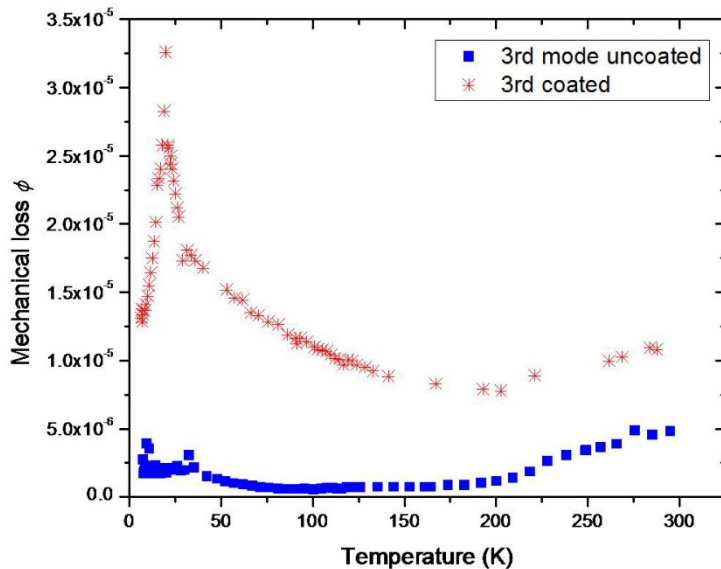
Misure di fattore di merito – GeNS



E. Cesarini et al REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 80, 053904 (2009)

1. No blocking systems
2. free surface
3. minimum contact area
4. Reproducibility 5%

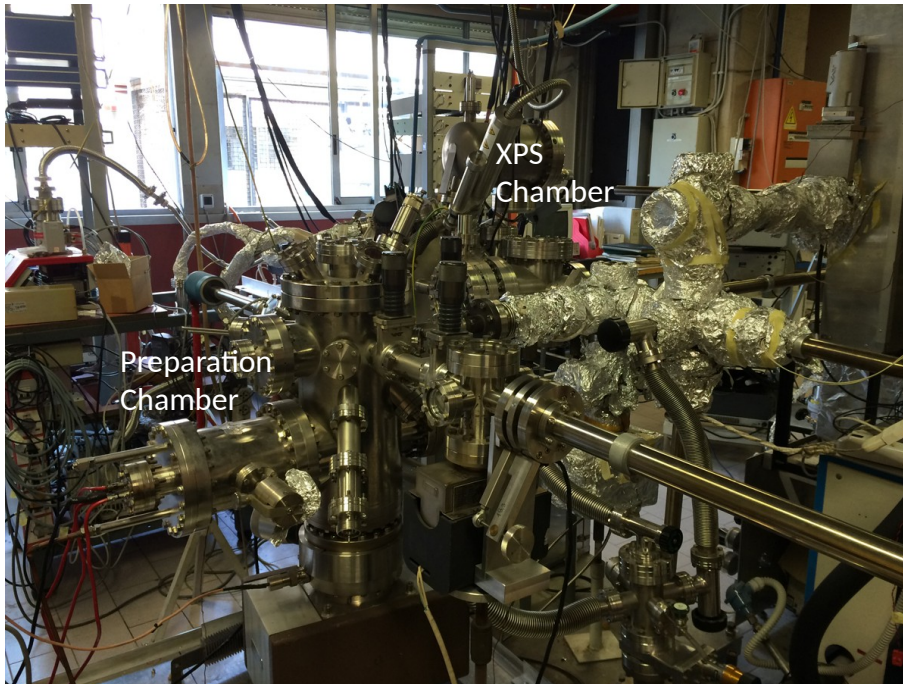
Il valore delle perdite del coating si ottiene per differenza tra le perdite del solo substrato e del sistema substrato + coating



Poiché i meccanismi di dissipazione intrinseca sono legati a processi di rilassamento la cui attivazione dipende dalla temperatura, è necessario avere misure del fattore di merito in dipendenza della temperatura, identificando così l'energia di attivazione del processo

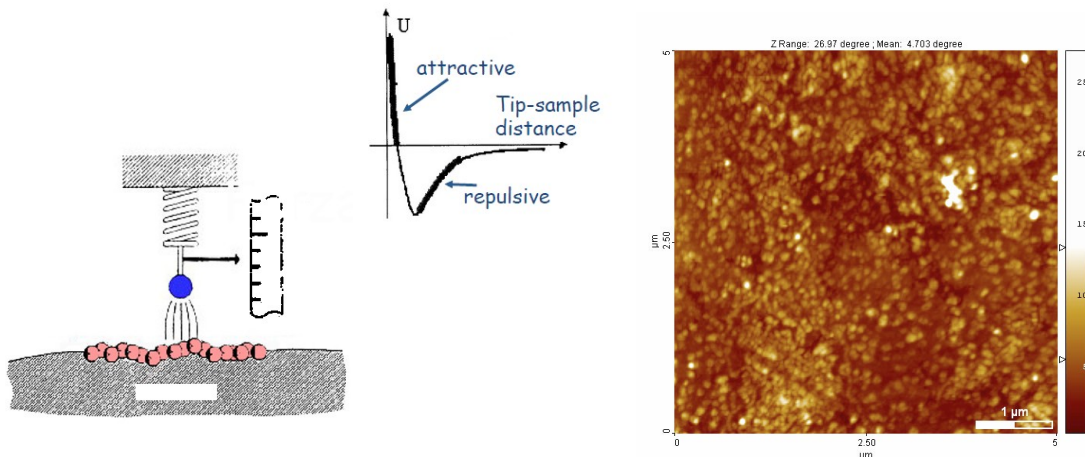
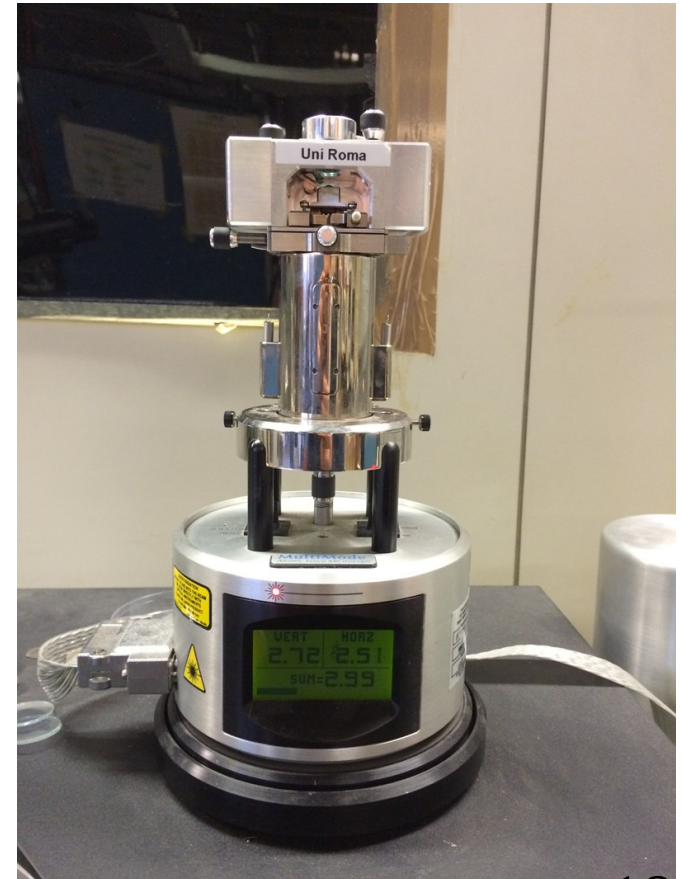
G. M. Harry et al. Class. Quant. Grav., vol. 19, p. 897, 2002.
I. Martin et al. Class. Quant. Grav., vol. 25, p. 055005, 2008.

Caratterizzazione strutturale



X-ray Photoemission Spectroscopy

Atomic Force Microscopy



Richieste finanziarie e anagrafica 2016

Attività 2015

- Completamento del sistema di misura
- Contatti con la National Tsing Hua University (Taiwan) per la realizzazione di campioni in silicio nanolayered
- Caratterizzazione a temperatura ambiente di campioni in silicio con e senza coating

Missioni	4 k€
Consumo	16 k€
Inventario	4 k€
Totale	24 k€

Attività nel 2016

- Caratterizzazione campioni in fused silica con e senza coating
- upgrade e messa a punto del sistema di misura per test in criogenia
- caratterizzazione strutturale dei campioni in silicio e fused silica con coating
- campagna di caratterizzazioni in regime criogenico dei campioni con coating

(ancora in fase di definizione)

Nominativo	Qualifica	FTE
Arciprete Fabrizio	Ricercatore Univ.	0,20
Cesarini Elisabetta	Ricercatore Univ. TD	0,10
Coccia Eugenio	PO	0,10
Fafone Viviana	PA	0,10
Lorenzini Matteo	Ricercatore INFN (Resp. Loc)	0,20
Placidi Ernesto	Ricercatore Univ.	0,20
Totale FTE		0,9

DIGITHEL2

Responsabile Nazionale e Locale: Gaetano Salina

L'esperimento DIGITHEL2 e' la naturale continuazione dell'esperimento DIGITHEL finanziato dalla CSN5 nel biennio 2013-2014. L'esperimento si basa sulla collaborazione tra la Sezione INFN di Roma Tor Vergata e la ditta Hypres Inc.

Nel biennio 2013-2014 sono stati realizzati e caratterizzati chip con tecnologia RSFQ (Rapid Single Flux Quantum) e nSQUID (Negative mutual inductance between their two arms Superconducting Quantum Interference Device).

Con la tecnologia RSFQ e' stato realizzato un divisore per 2^{13} realizzato con 13 T Flip-Flop e provato in laboratorio fino alla frequenza di 20 GHz.

Con la tecnologia nSQUID e' stata realizzata una porta NOT e uno Shift Register.

Per il 2015-2016 e' prevista la realizzazione di una ALU (Arithmetic Logic Unit) a 4 bit con tecnologia nSQUID.



SL_COMB

Coord. Naz.: E. Chiadroni (LNF)

Sezioni proponenti:

LNF (Resp. Loc.: E. Chiadroni)

Roma1 (Resp. Loc.: A. Mostacci)

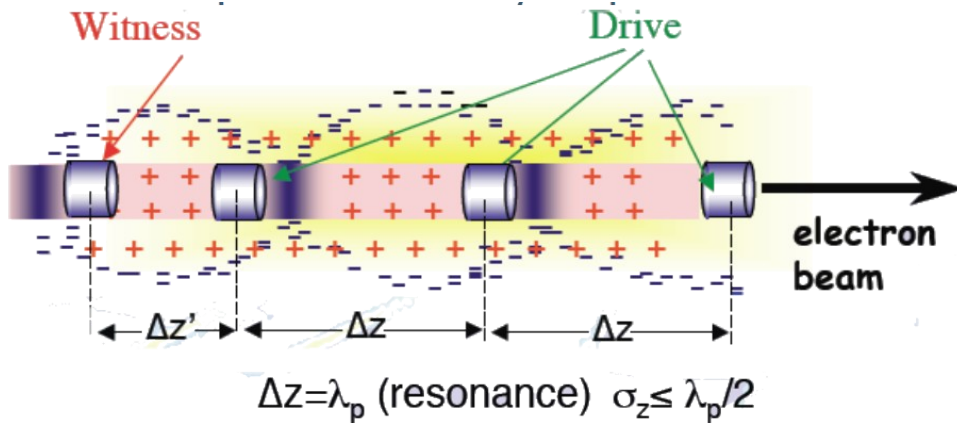
Roma2 (Resp. Loc.: A. Cianchi)

Lecce (Resp. Loc.: A. Lorusso)

Milano (Resp. Loc.: L. Serafini)

Napoli (Resp. Loc.: R. Fedele)

Particle WakeField acceleration



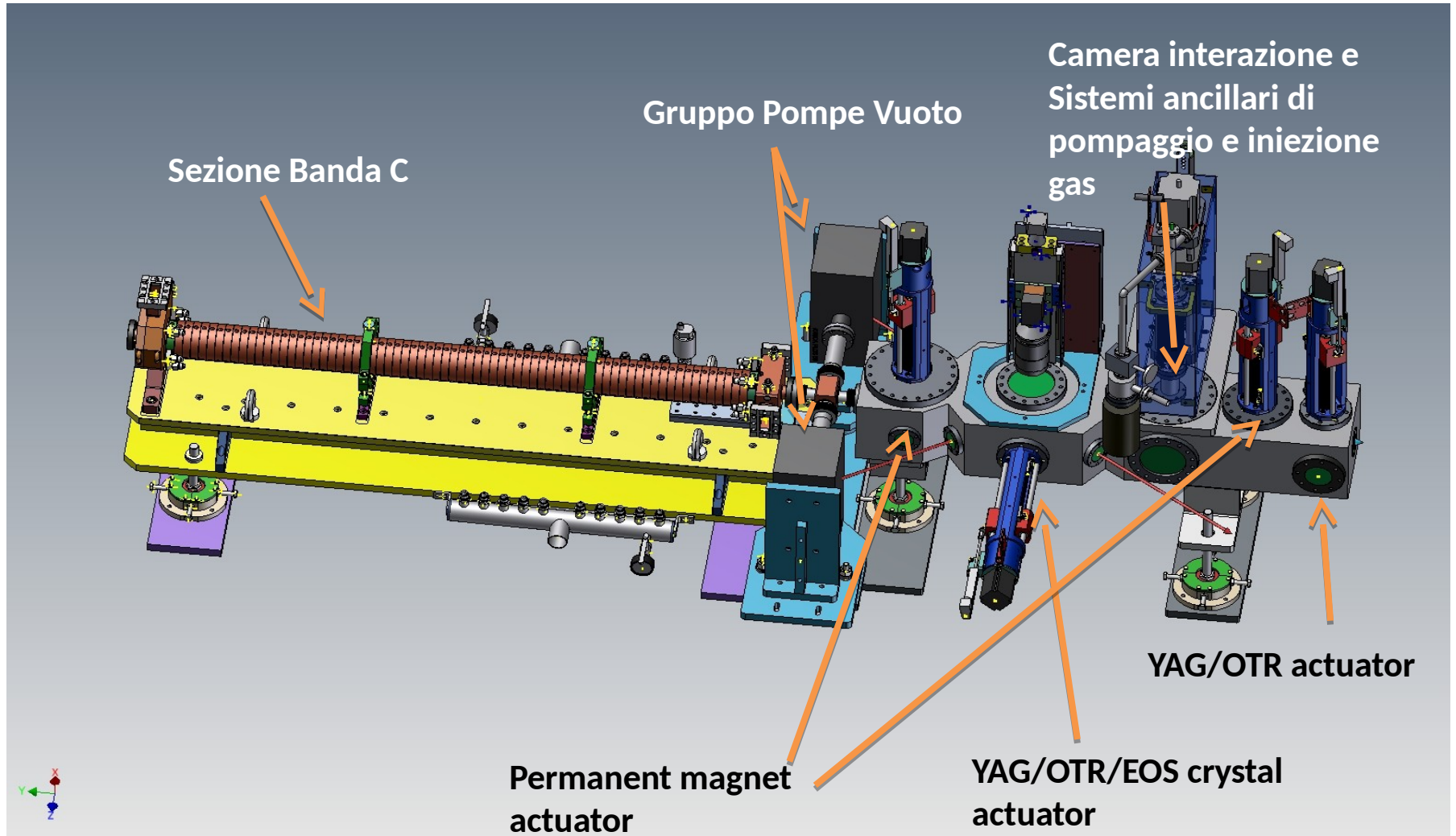
- Gas ionization is externally generated (discharge or high energy electrons)

- COMB-like electron bunches are injected inside the preformed plasma. The first bunches create the wakefield, which is then seen from the last bunch (witness) which will be then accelerated
- The experiment called SL_COMB aims at the acceleration of high brightness electron beams by resonant plasma wakefields
- High accelerating gradient are foreseen, more than 1GeV/m and up to tens of GeV/m, order of magnitude greater than the status of the art

Roma Tor Vergata

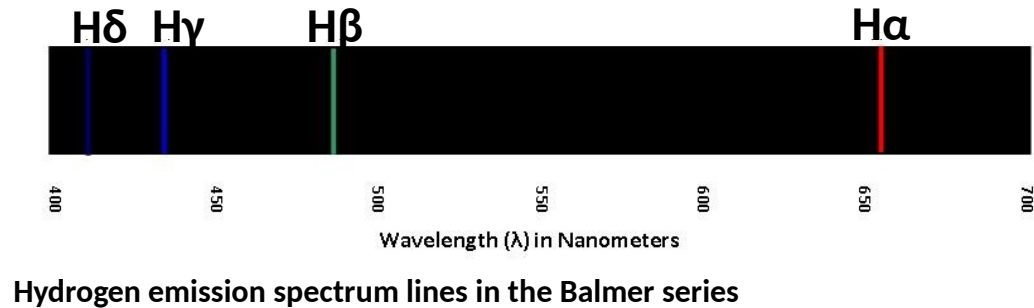
- La sezione di Roma Tor Vergata si è sempre occupata della diagnostica di SPARC_LAB, avente come suo responsabile il responsabile locale di sigla
- Per il 2016 ci concentriamo su 2 diagnostiche:
 - Longitudinale per il treno di impulsi tramite effetto EOS
 - Densità del plasma nel capillare durante la scarica per ottimizzare il profilo di densità

COMB plasma interaction chamber



Stark broadening

Light emitted by plasma allows to reconstruct the electron density from spectroscopy on emission line broadening due to Stark-Lo Surdo effect.



The line-width is directly related to the plasma density

$$\Delta\lambda = \text{FWHM}$$

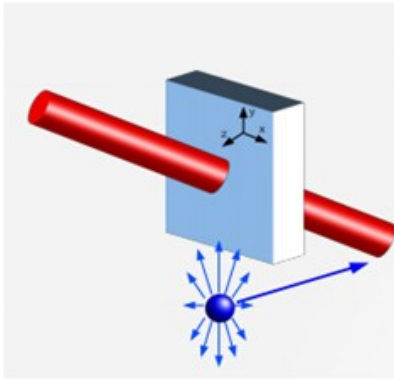
$$n[10^{18}\text{cm}^{-3}] = (\Delta\lambda[\text{nm}]/5,4)^{3/2}$$

GOAL:

Characterize the electron density along the capillary and its temporal evolution

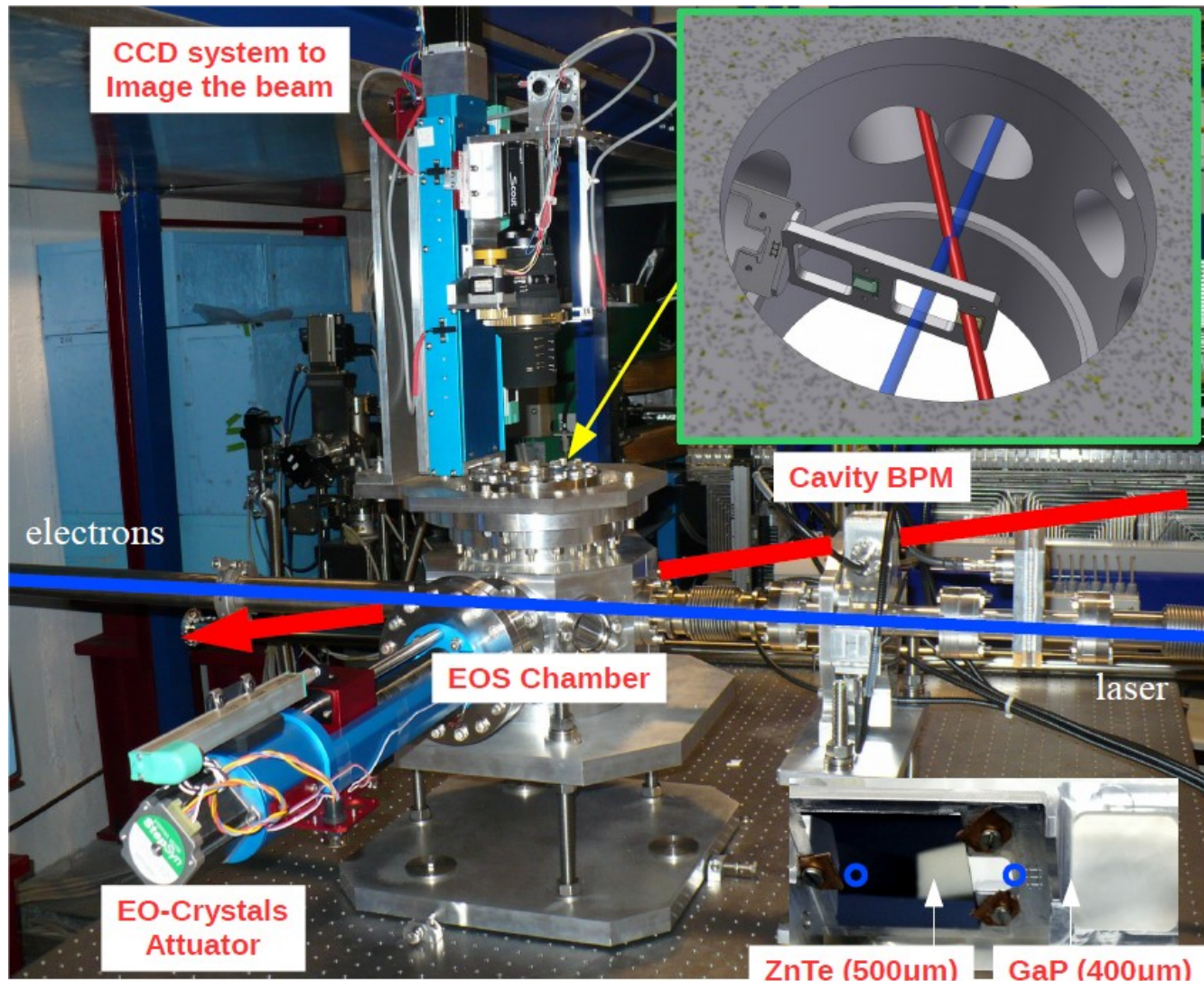
Spectral lines are broadened as a result of the emitter interaction with the electric field produced by nearby charges.

EOS spatial encoding



- Laser crosses the crystal with an incident angle of 30°
- One side of the laser pulse arrives earlier on EO crystal with respect the other by a time difference Δt
- Coulomb field inducing birefringence is encoded in the spatial profile of laser pulse
- Benefits: simple, no high energy laser needed
- Drawbacks: quality of crystal surface
- Longitudinal non intercepting diagnostic of a comb-like beam

EOS setup



Anagrafica

- A. Cianchi (resp. Locale) 1 FTE
- L. Catani (primo ricercatore) 1 FTE

Richieste finanziarie

- Inventario: 49000 Euro + IVA
- Consumo: 11000 Euro + IVA
- Missioni: 5700 Euro

MC-INFN.DTZ

Responsabili Nazionali: Paola Sala (MI) e Luciano Pandola (INFN LNS)

Responsabile Locale: Maria Cristina Morone (Universita' di Tor Vergata)

L'esperimento MC-INFN e' dedicato allo sviluppo e manutenzione dei codici Monte Carlo Geant 4 e Fluka.

La Sezione di Roma Tor Vergata lavora allo studio e ottimizzazione dei codici per Fisica Medica.

RDH

Responsabile Nazionale: Giuseppe Battistoni (MI)

Responsabile Locale: Maria Cristina Morone (Universita' di Tor Vergata)

L'esperimento RDH e' dedicato alla ricerca e sviluppo per l'adroterapia.

In particolare la Sezione di Roma Tor Vergata lavora allo studio dei processi di frammentazione nucleare di interesse per l'adroterapia.

REDSOX-2

Responsabile Locale: Marco Feroci

Luglio 2015

Da XDXL a REDSOX-2

- ❑ Sigla XDXL (*X-ray Detectors eXtra-Large*) attiva dal 2009 al 2012
- ❑ Sigla REDSOX (*REsearch Drift for SOft X-rays*) attiva dal 2013 al 2015
- ❑ Sigla REDSOX-2: richiesta apertura dal 2016

Ricerca: sviluppo di camere a deriva di silicio di grande superficie ed elettronica a basso rumore per spettroscopia ed imaging di raggi X. Applicazioni nei campi di astrofisica X e γ , diagnostica medica (Camera Compton), Advanced Light Sources (Sincrotrone e FEL), Beni Culturali.

Responsabile Nazionale: Andrea Vacchi (Trieste)

Sezioni partecipanti: Trieste, Roma2, TIFPA, Padova, Milano, Pavia, Bologna

Collaborazioni: FBK (Fondazione Bruno Kessler, Trento), Sincrotrone Trieste, EuroFEL

XDXL/REDSOX/REDSOX-2 @ Roma2

Il principale contributo della sezione Roma2 alla collaborazione REDSOX riguarda le applicazioni di astrofisica spaziale: in effetti, questa ricerca nasce con XDXL dall'obiettivo di esportare all'astrofisica spaziale la tecnologia delle camere a deriva di silicio lineari di grande area, sviluppata dalla sezione di Trieste con Canberra per ALICE/LHC per il tracciamento di particelle. Le performance con i raggi X di bassa energia delle camere di ALICE misurata alla X-ray facility dell'IAPS/INAF (Tor Vergata) ha dato subito risultati molto incoraggianti (e.g., risoluzione spettrale 250 eV @ 6 keV a temperatura ambiente).

E' stato quindi avviato lo sviluppo di SDD ottimizzate per la rivelazione di raggi X nello spazio, in collaborazione con la Fondazione Bruno Kessler di Trento. Gli eccellenti risultati hanno permesso di proporre già nel 2010 all'ESA (Agenzia Spaziale Europea) il concetto di missione LOFT (Large Observatory For x-ray Timing, PI: M. Feroci), selezionato tra 50+ proposte come candidata missione M3 (Medium-Size, costo all'ESA 550 M€). Studiata per la fase A nel periodo 2011-2013 da ESA (studi industriali) e dal Consorzio LOFT (300+ membri, da 15+ paesi), ad inizio 2014 non è però stata selezionata per il lancio.

Contatti sono ora in corso con la Chinese Academy of Sciences per un impiego dello stesso tipo di strumentazione (circa 3 m² del LOFT/LAD) a bordo della missione cinese XTP (X-ray Timing and Polarization).

LOFT - Large Observatory For x-ray Timing

Obiettivi: studio degli effetti della gravità in regime di campo forte (Relatività Generale) e studio della materia ultradensa (Equazione di Stato delle stelle di neutroni).

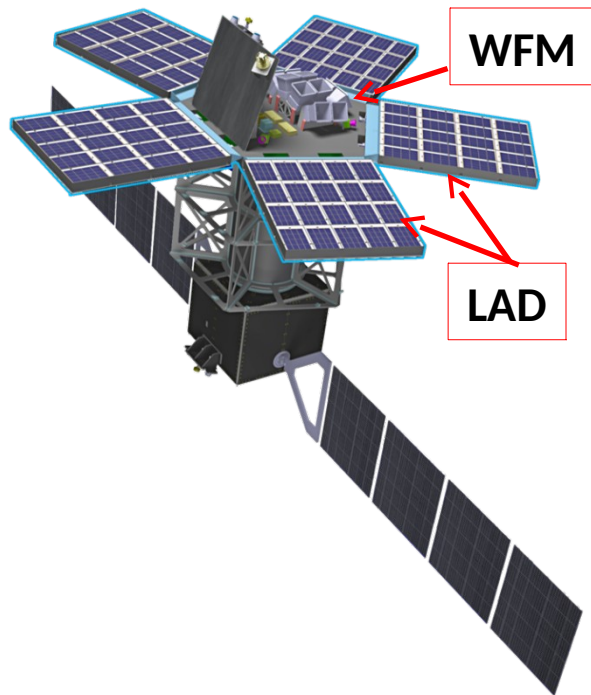
Misura: Spectral-timing ad alta risoluzione

Payload: LAD: 10 m² area effettiva, campo di vista 1°, range 2-30 keV, risoluzione 240 eV @ 6 keV.

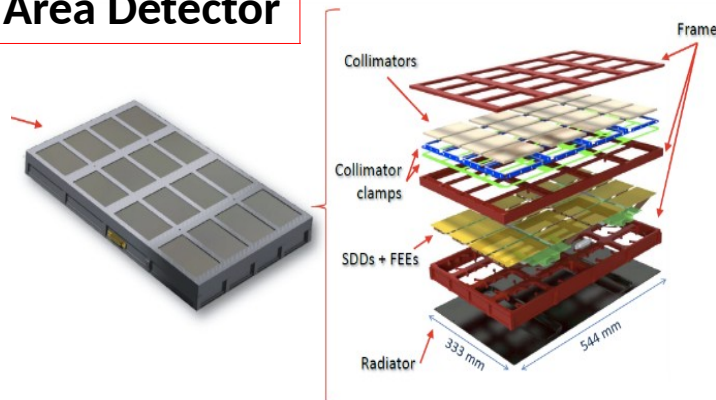
WFM: imaging simultaneo su 5 sr con risoluzione di ~1 arcmin nella banda 2-50 keV

Stato: missione candidata ESA-M3, studio di Fase A completato, non selezionata per il lancio (<http://sci.esa.int/loft/49327-summary/> , <http://www.isdc.unige.ch/loft/>)

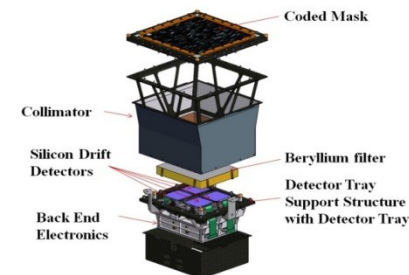
Gli strumenti LAD e WFM sono entrambi basati sulle SDD di REDSOX.



LAD
Large Area Detector



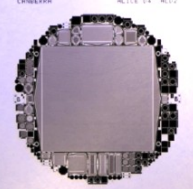
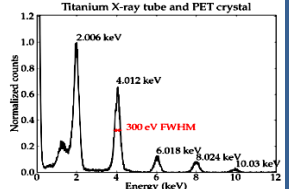
WFM
Wide Field Monitor



Sviluppo delle SDD

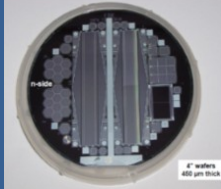
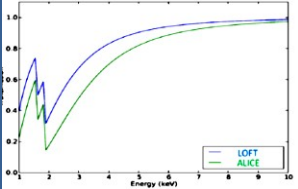
Silicon Drift Detectors development (INFN/INAF/FBK)

ALICE (2002)


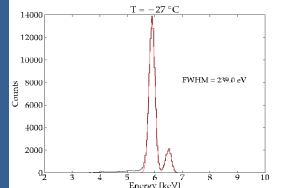
X-ray characterization
Proton irradiation (NIEL)

FBK-1 (2010-11)

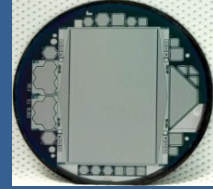
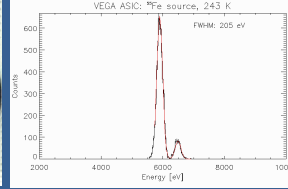
Increased eff. for soft X-rays
Increased thickness (450 μm)
Reduced power of voltage divider

FBK-2 (2011-12)

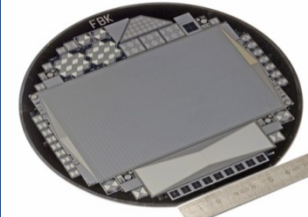
Reduced surface layer thickness
Larger pitch (833 μm), Larger area
Design optimization
Soft and hard protons irradiation CCE

FBK-3 (2012)

LAD pitch (970 μm)
WFM pitch (145 μm)
Irradiation debris, soft protons, protons

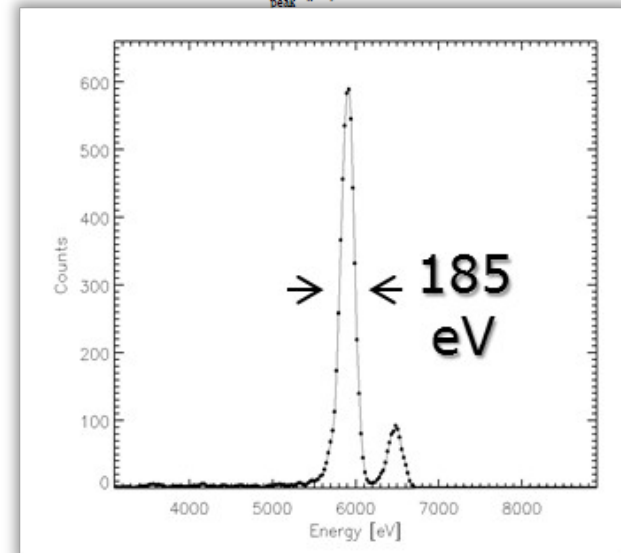
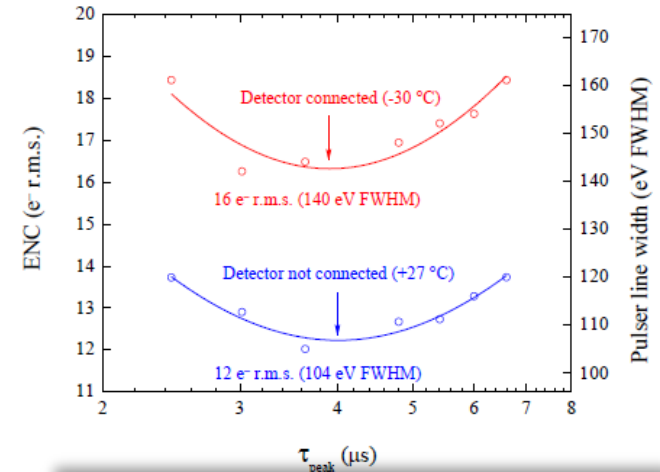
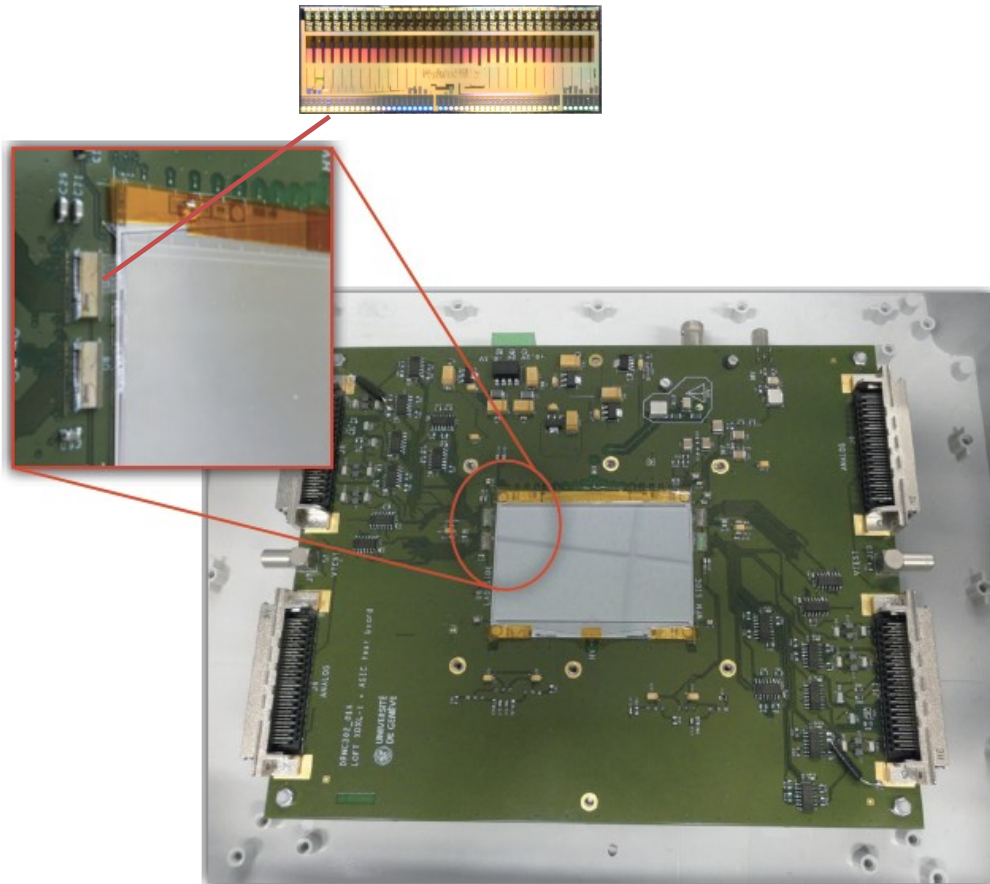
FBK-4 (2014)



LAD full-scale prototype: 110 mm x 70 mm (6-inch wafer). TRL 5.

Sviluppo elettronica di front-end a basso rumore e basso consumo: VEGA ASIC

Design di Milano/Pavia in tecnologia AMS 0.35 μm
Performance: ENC = 12 e- rms (no detector)
Consumo: 0.4 mW/canale (32 canali)



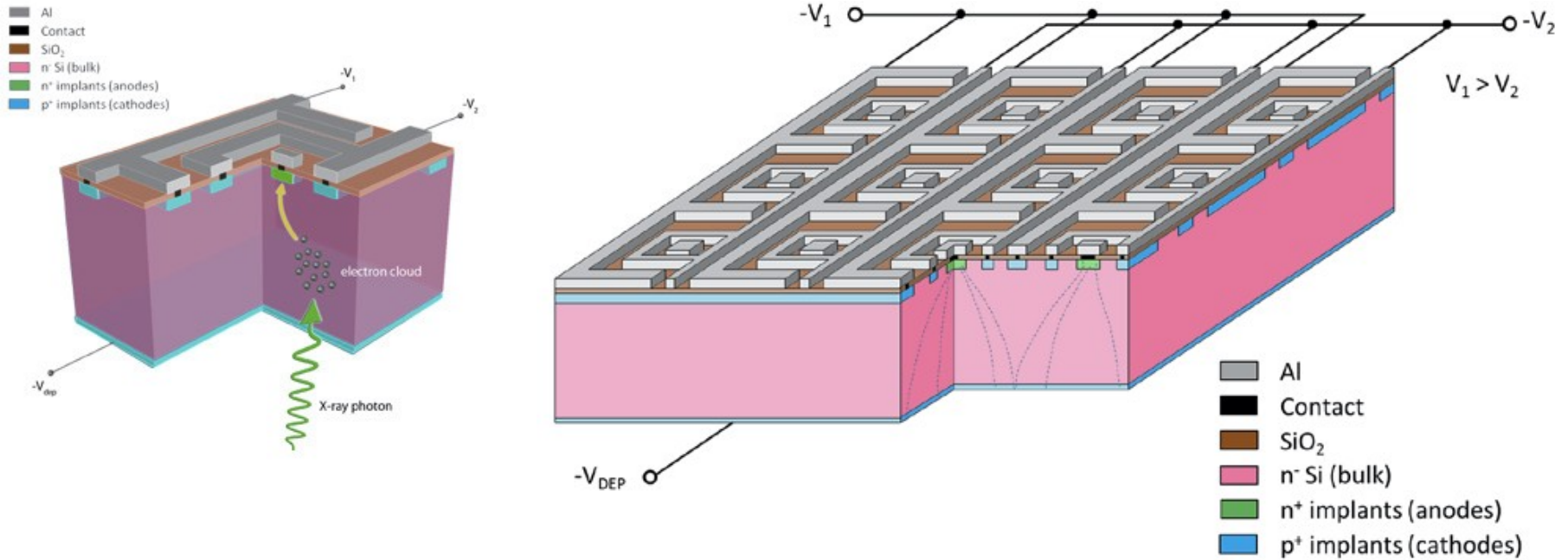
XDXL/REDSOX – Refereed Papers

- Del Monte et al., **JINST 2015**, *The effect of the displacement damage on the Charge Collection Efficiency in Silicon Drift Detectors for the LOFT satellite*
- Campana et al., **JINST 2014**, *Characterization of the VEGA ASIC coupled to large area position-sensitive Silicon Drift Detectors*
- Del Monte et al., **JINST 2014**, *Measurement of the effect of non ionising energy losses on the leakage current of silicon drift detector prototypes for the LOFT satellite*
- Zampa et al., **JINST 2014**, *The effects of hyper-velocity dust-particle impacts on the LOFT Silicon Drift Detectors*
- Rachevski et al., **JINST 2014**, *Large-area linear Silicon Drift Detector design for X-ray experiments*
- Ahangarianabhari et al., **JINST 2014**, *A low-power CMOS ASIC for X-ray Silicon Drift Detectors low-noise pulse processing*
- Diebold et al., **NIM A 2013**, *A setup for soft proton irradiation of X-ray detectors for future astronomical space missions*
- Feroci et al., **Exp. Astr. 2012**, *The Large Observatory for X-ray Timing (LOFT)*
- Campana et al., **NIM A 2011**, *Imaging performance of a large-area Silicon Drift Detector for X-ray astronomy*
- Zampa et al., **NIM A 2011**, *Room-temperature spectroscopic performance of a very-large area silicon drift detector*

Sviluppo di un detector multi-pixel: PixDD

- Development of a SDD in multi-pixel ($\leq 1\text{mm}$), matrix configuration. Energy range: 0.5-10 keV. Energy resolution $<150\text{ eV}$ (FWHM, 6 keV), at moderate cooling ($\geq 0^\circ\text{C}$)
- Science driver: focal plane detectors for space missions XTP (Wolter-I telescopes) and Einstein Probe (lobster-eye telescopes)
- Preliminary Goal: feasibility study of a 4x4 matrix (pixel size $500\ \mu\text{m}$) with discrete read-out (in this phase). Ongoing.
- Long-term Goal: 32x32 matrix (pixel size $300\ \mu\text{m}$) with sparse read-out in a 3D set-up (e.g., bump-bonding)

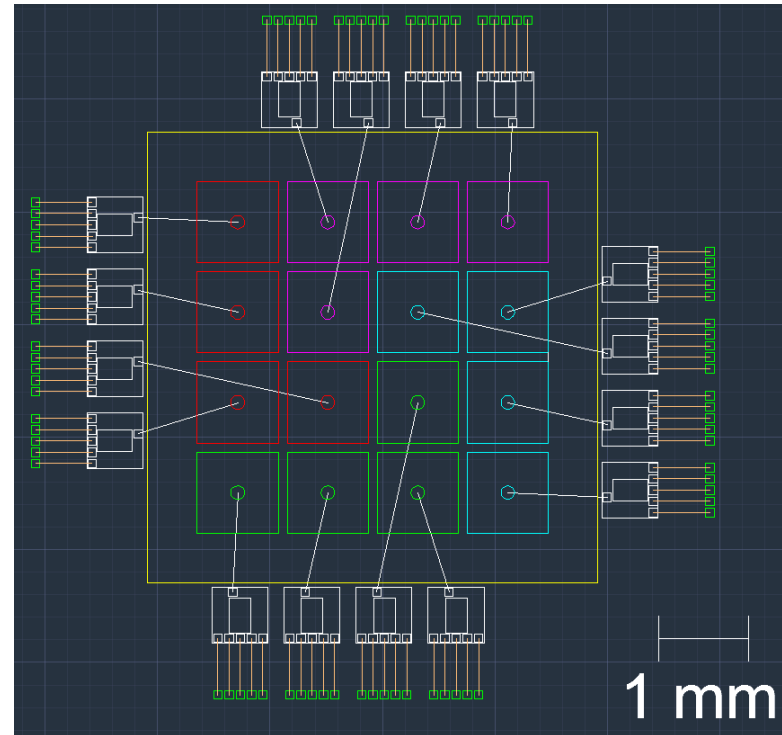
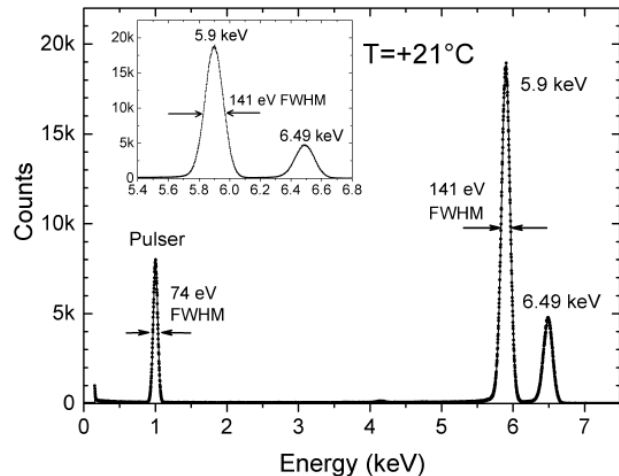
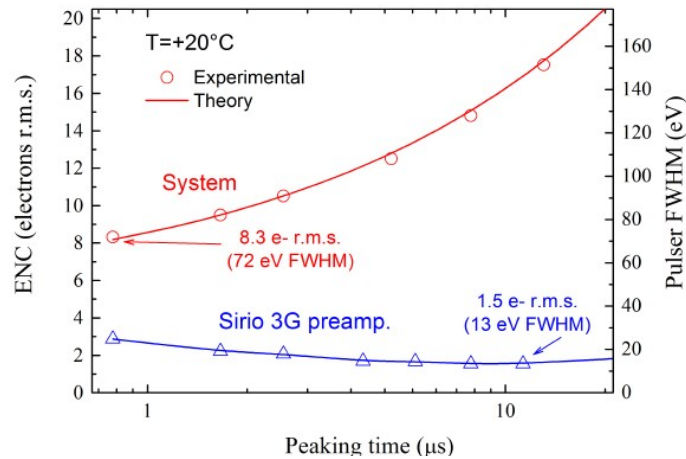
Detector concept



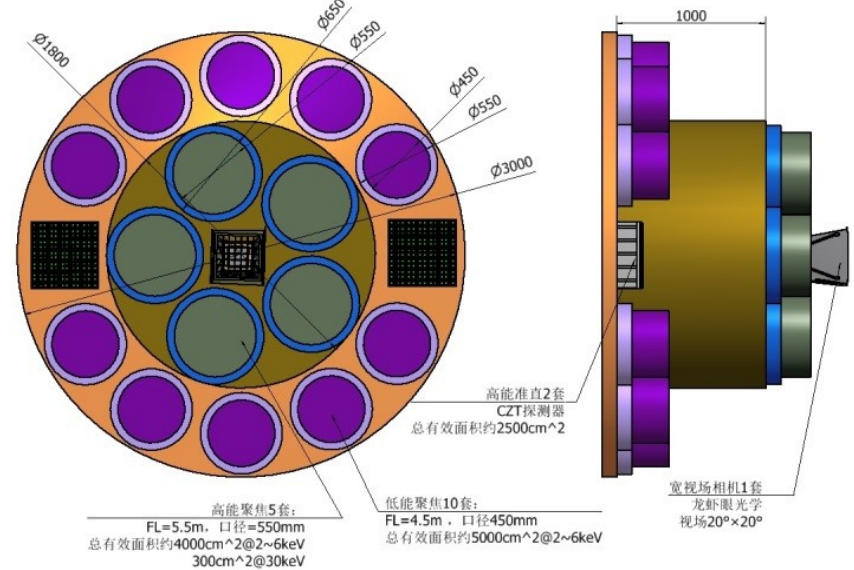
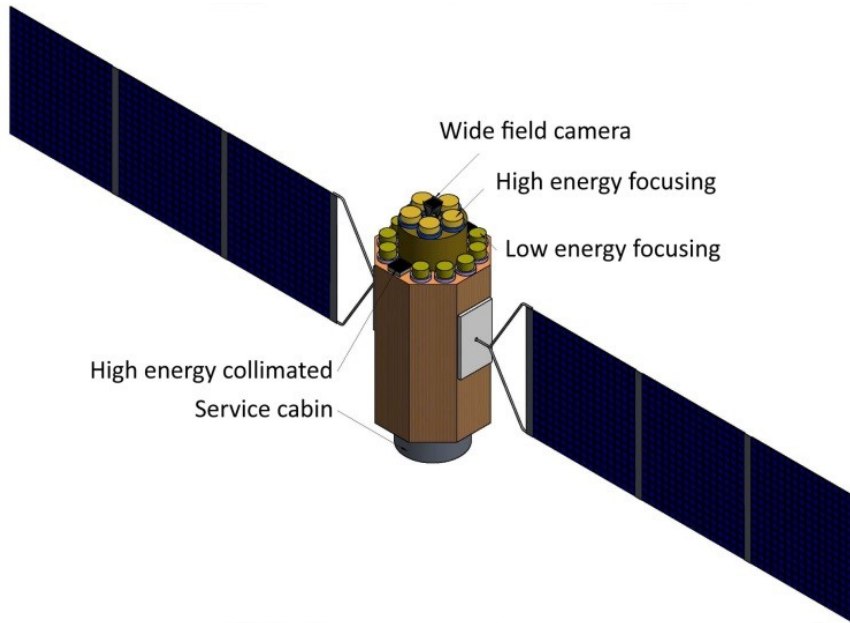
PixDD - Read-out approach (prima fase)

SIRIO ASIC

(Bertuccio et al 2014)

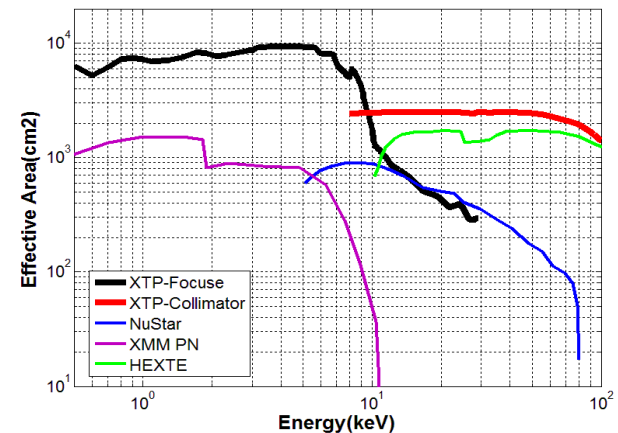


«Focused» spectral-timing: XTP (China)



Detector Requirements:

- energy range: 0.5-10 keV
- energy resolution: 150 eV FWHM @ 6 keV @ 0 °C
- time resolution: <100 μs
- pixel size: ≤1 mm²
- active area: 25 mm × 25 mm



Wide Field Monitoring: Einstein Probe (China)

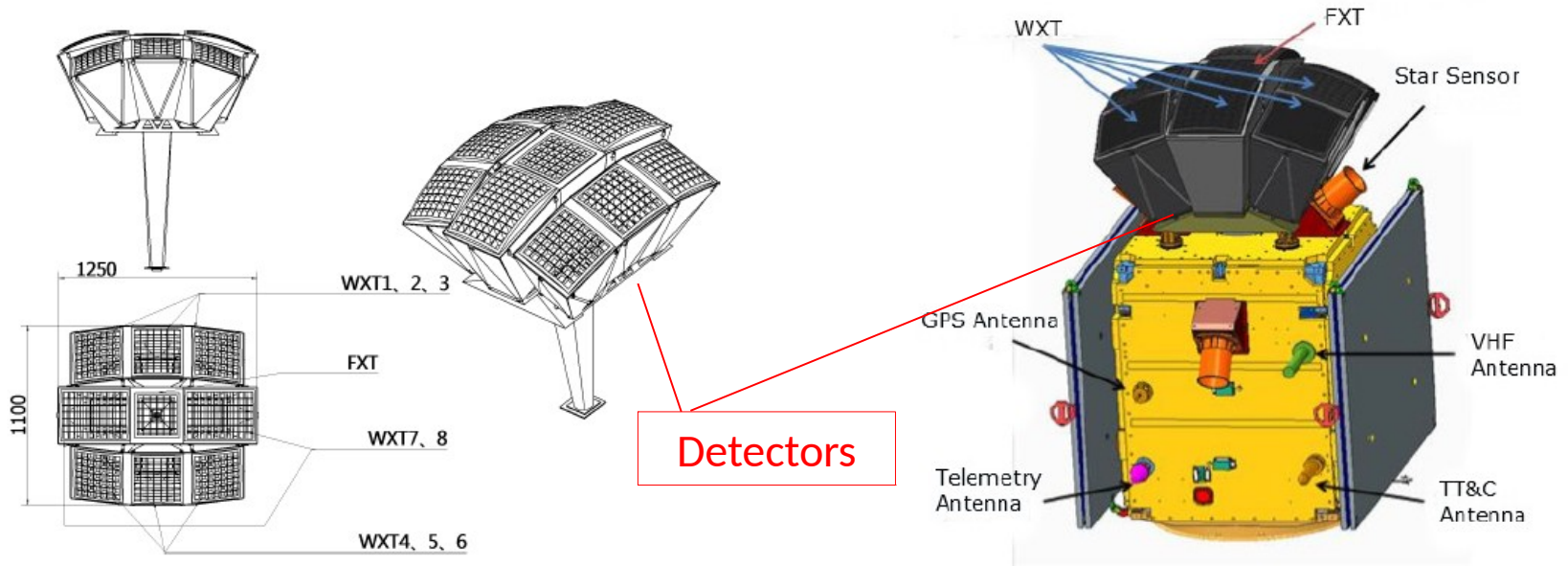
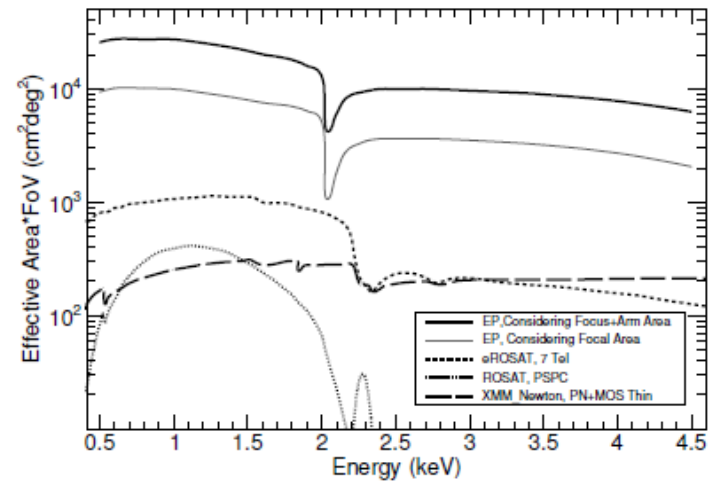


Table 1: Specifications of WXT and FXT

Parameters	WXT	FXT
Number of modules	8	1
Field-of-view	$60^\circ \times 60^\circ$	$1^\circ \times 1^\circ$
Focal length (mm)	375	1,400
Angular resolution FWHM (arcmin)	<5	<5
Bandpass (keV)	0.5–4.0	0.5–4.0
Energy resolution @1 keV	40%	100 eV
Effective area (central focus) (cm ²)	3 @0.7 keV	60 @1 keV
Sensitivity (erg s ⁻¹ cm ⁻² @1,000 s)	$\sim 1 \times 10^{-11}$	$\sim 3 \times 10^{-12}$



Obiettivi per il 2016

- Test ed ottimizzazione performance prototipo PixDD 4x4:
 - Test funzionali
 - Studio performance alla X-ray facility, con particolare riguardo alla banda di energia 0.5-2 keV e alla performance vs temperatura
 -
- Definizione requisiti detector «completo» (matrice 32x32)
- Definizione requisiti ASIC-2D
- Disegno e produzione PixDD in matrice 32x32 (collaborazione con Trieste e FBK)
- Disegno preliminare ASIC 2D (collaborazione con Milano/Pavia)
- Studio set-up e front-end board
- ...
- Interfaccia con i gruppi cinesi
- Studio fattibilità detector piano focale XTP: analisi requisiti, studio dimensione-forma pixel, ...
- Studio fattibilità detector per ottica lobster-eye: analisi requisiti, trade-off pixel-tiling, riduzione aree morte

Anagrafica REDSOX-2

Nome	Istituto	Qualifica	Percentuali/ anno
Marco Feroci	INAF/IAPS-Roma	I° RICERCATORE DI RUOLO	50
Luigi Pacciani	INAF/IAPS-Roma	RICERCATORE DI RUOLO	20
Ettore Del Monte	INAF/IAPS-Roma	TECNOLOGO DI RUOLO	50
Alda Rubini	INAF/IAPS-Roma	TECNICO DI RUOLO	40
Massimo Rapisarda	ENEA-Frascati	DIR. RICERCA DI RUOLO	40
Fabio Muleri	INAF/IAPS-Roma	ASSEGNISTA	40
Yuri Evangelista	INAF/IAPS-Roma	ASSEGNISTA	40
			Totale FTE: 2.8