

Attività ASI per la componentistica spaziale

Scuola Nazionale

“Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie,
Astrofisica, Applicazioni Spaziali e Fisica Medica”

Francesco Svelto, ASI

Sommario

- ◆ Programmi di innovazione tecnologica per lo spazio
- ◆ La componentistica nei programmi spaziali
- ◆ Le celle solari come caso emblematico
- ◆ *European Space Component Coordination (ESCC)*
- ◆ *European Component Initiative*
- ◆ Competenze ed attività nazionali
- ◆ Conclusioni

L'innovazione tecnologica per lo spazio

Le maggiori agenzie spaziali hanno una struttura che promuove l'innovazione tecnologica con un budget di circa il 6-8% di quello totale disponibile.

Anche l'ASI ha prestato sin dalla sua istituzione particolare attenzione ai cosiddetti programmi di innovazione tecnologica, miranti a:

- ◆ sviluppare competenze abilitanti per i programmi approvati,
- ◆ sostenere la competitività delle aziende nazionali nell'ambito dei programmi europei (oltre che del mercato),
- ◆ incentivare idee nuove, individuare competenze avanzate sviluppate anche da aziende non impegnate nei programmi spaziali.

Il budget speso ha raggiunto in alcuni anni circa 20 M€ sia con iniziative nazionali che tramite i programmi tecnologici ESA.

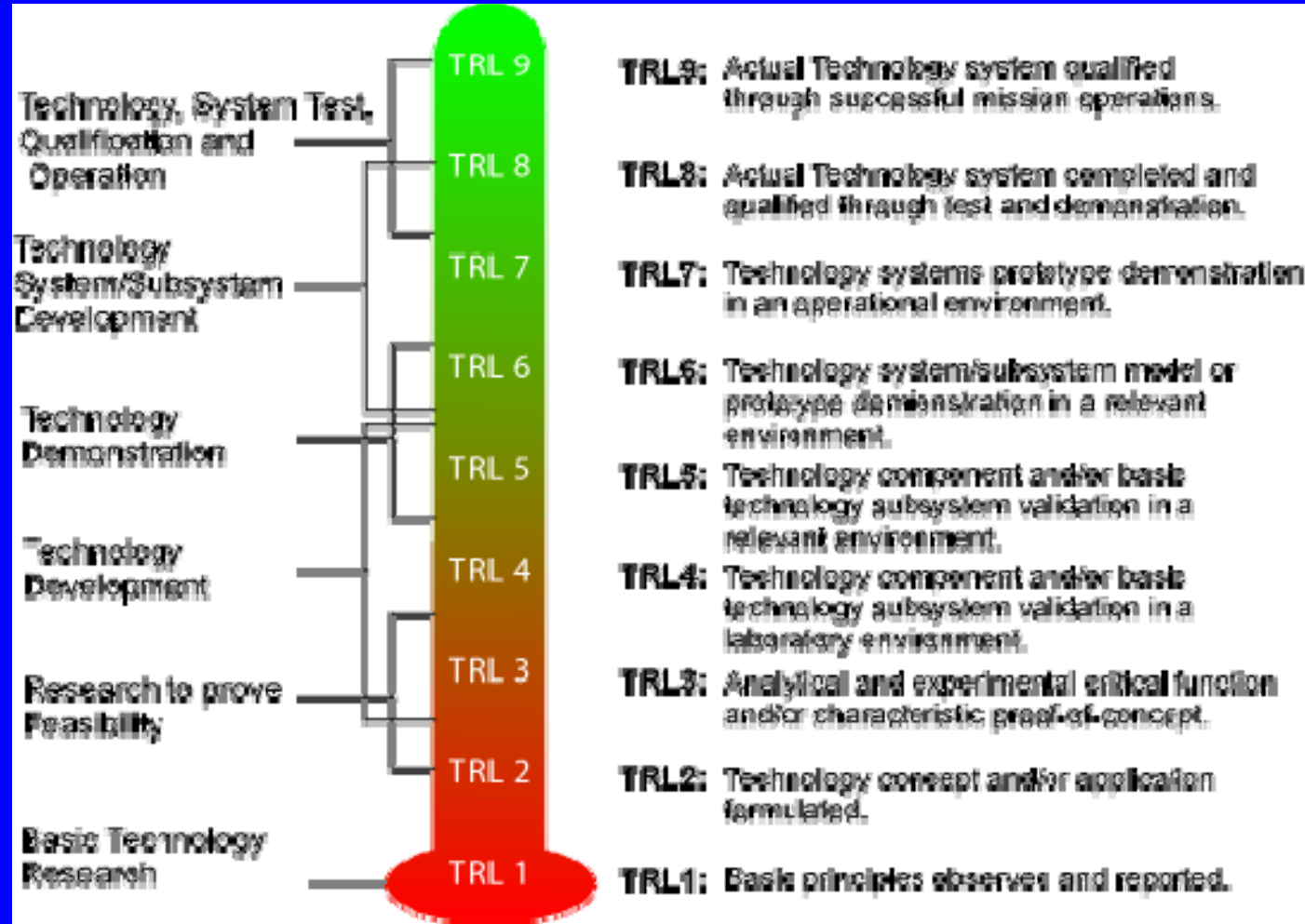
L'innovazione tecnologica per lo spazio

Technology Readiness Level

I programmi di innovazione tecnologica vengono classificati in base al livello di TRL iniziale ed a quello finale.

Inoltre possono essere determinati da esigenze di nuovi programmi (*application pull*) o da necessità trasversali (*technology push*).

Lo sviluppo della componentistica si inquadra evidentemente in quest'ultima strategia.



La componentistica nei programmi spaziali

Lo sviluppo della componentistica elettronica richiede in genere grandi investimenti giustificati da produzione in grandi serie.

L'attività per lo spazio può solo essere complementare di quella per settori quali l'elettronica di consumo, l'*automotive*, le telecomunicazioni.

Gli approci e le motivazioni sono vari:

- ◆ produzione di componenti di nicchia troppo costosi per le applicazioni terrestri ma con caratteristiche rilevanti per quelle spaziali
- ◆ qualifica per le particolari condizioni ambientali e di funzionamento di componenti sviluppati o in via di sviluppo per applicazioni terrestri
- ◆ qualifica di componenti il cui approvvigionamento è reso difficile da restrizioni all'esportazione
- ◆ realizzazione di componenti speciali per missioni scientifiche nell'ambito di laboratori di ricerca.

Celle solari ai composti III-V

- ◆ Le celle solari ai composti III-V sono i dispositivi fotovoltaici che hanno ad oggi dimostrato la più elevata efficienza di conversione diretta dell'energia solare in energia elettrica
 - con dispositivi a tre giunzioni monolitici, InGaP/GaAs/Ge si è raggiunta un'efficienza di conversione in ambito spaziale pari al 30% e in ambito terrestre a concentrazione pari al 40%
- ◆ Le celle solari al GaAs ed altri composti III-V, di costo troppo elevato per le applicazioni terrestri, sono state sviluppate soprattutto in ambito spaziale in quanto:
 - l'efficienza più elevata di quelle delle celle al Si permettono di ottenere la potenza richiesta con una superficie più limitata e conseguente risparmio di peso;
 - la degradazione dell'efficienza nel tempo, provocata dalle radiazioni e dai cicli termici, è sensibilmente più bassa
 - la capacità di funzionare a temperature più elevate rende possibile l'uso con concentratori
 - la possibilità di ottenere efficienza elevata (17%) a basse temperature e basso livello di radiazione le rende indispensabili per le missioni interplanetarie (celle LILT).

Inoltre, trattandosi di un componente di utilizzo generale, giustifica, in termini di volume di produzione, gli investimenti necessari all'installazione di una linea di produzione.

Celle solari ai composti III-V

- ◆ Lo sviluppo di questi componenti ha costituito un *success case* per l'ASI che è stata la prima agenzia europea ad avviare investimenti significativi in questa tecnologia sin dal 1985.
- ◆ Un aspetto significativo è costituito dal fatto che il supporto ASI è stato esteso alle tecnologie associate ed ha coperto tutta la scala del TRL:
 - ricerca di base sui nuovi materiali inclusi quelli per le strutture a film sottile
 - industrializzazione della produzione di celle, nonché dei processi per l'integrazione in moduli (interconnettore, vetrino protettivo,...)
 - qualificazione delle celle e delle tecnologie di integrazione
 - programmi di dimostrazione in volo
- ◆ Ovviamente gli investimenti dell'ASI (ed ESA) sono stati affiancati da quelli interni dei soggetti interessati man mano che si procedeva verso una produzione di tipo commerciale.

Celle solari al GaAs – Primo esperimento in volo

Il primo esperimento in volo ha avuto luogo nel 1992 a bordo della piattaforma ESA denominata EURECA ed era costituito da un piccolo pannello di celle a singola giunzione e da alcune celle con concentratori integrati in una struttura di test e diagnosi.

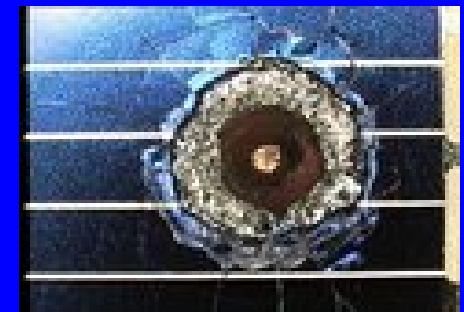
Lo scopo era quello di valutare la degradazione delle caratteristiche, in particolare dell'efficienza, prodotta da:

- » radiazioni
- » cicli termici
- » ossigeno atomico

nonché gli effetti distruttivi dovuti:

- » particelle cosmiche
- » interazioni con il plasma (cariche elettrostatiche)
- » impatto di micrometeoriti e micro-debris.

La possibilità di recuperare la piattaforma dopo oltre un anno di volo ha permesso ulteriori osservazioni ed analisi.

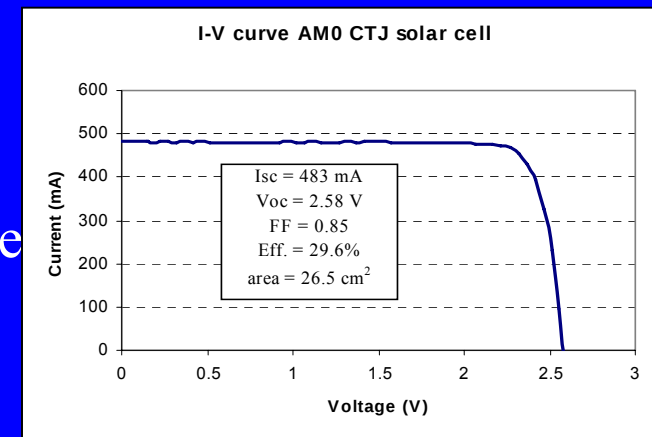


Cratere di impatto su cella
solare (circa 4 mm)

Celle solari al GaAs – Situazione attuale

Oggi sono presenti in Italia due realtà produttive che hanno un ruolo primario in Europa:

- ◆ CESI è il secondo produttore europeo (dopo la tedesca Azur) di celle III-V per applicazioni spaziali
 - ha fornito circa 100.000 celle per 53 satelliti
 - i risultati raggiunti sono allo stato dell'arte; la figura mostra una cella solare CESI di area 26.5 cm², con efficienza del 29.6% , confrontabile con i record del 30% dichiarati dagli altri produttori di celle solari di stessa tipologia
- ◆ Officine Galileo ha integrato oltre 100.000 celle anche di produzione non nazionale per molteplici missioni alcune delle quali di grande importanza: Rosetta, ATV, Cosmo SkyMed, Agile Herschel & Planck, Prisma, Proba.



Celle solari al GaAs – Sviluppi futuri

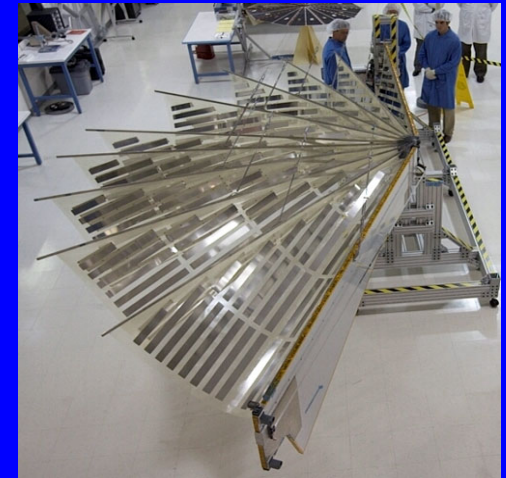
- ◆ A livello teorico, gli studi per implementare l'efficienza delle celle solari si basano su tre strategie principali:
 - aumento del numero di giunzioni a diverso energy gap sovrapposte e connesse in serie (ad es. multi giunzioni monolitiche, limite teorico 86.8%)
 - suddivisione spettrale della luce e uso di più giunzioni connesse in parallelo (es. concentratori dicroici, limite teorico 86.8%)
 - uso di una sola giunzione ma suddivisione del suo energy gap in bande grazie all'uso di nanotecnologie (es. quantum dots, limite teorico >65%)
- ◆ Sviluppi in corso (anche presso il CESI) riguardano dispositivi *Invertiti Monolitici Metamorfici*, costituiti da tre giunzioni InGaP/InGaAs/InGaAs_(metamorfico): queste celle solari sono caratterizzate da uno spessore di soli 15 micron; l'efficienza raggiunta da tali dispositivi, 33% in ambito spaziale e 40.8% in sistemi a concentrazione terrestri, non ha eguali nella storia del fotovoltaico.

Celle solari al GaAs – Sviluppi futuri

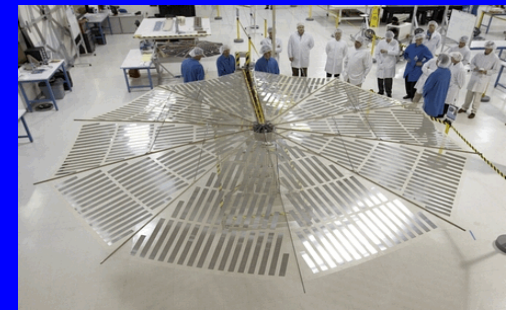
◆ Lo sviluppo di celle ultra-sottili ha dato l'avvio a ricerche sulla realizzazione di pannelli flessibili.

In Italia la AeroSekur sta studiando strutture gonfiabili per moduli abitabili che potrebbero anche essere ricoperti di celle sottili per le indispensabili necessità energetiche.

◆ Un altro filone importante di ricerca presso il CESI è quello già citato delle celle per basse intensità di flusso luminoso e per basse temperature (LILT) necessarie per le missioni verso i pianeti esterni (Marte, Giove) o resistenti ad alte temperature per le missioni verso Mercurio o in prossimità del Sole.



Pannello ATK per il programma
NASA Orion



FLECS

European Space Component Coordination



Nel 2002 l'ESA e le principali agenzie spaziali europee concordarono sull'importanza strategica per i programmi spaziali dei componenti elettronici e della loro disponibilità anche alla luce delle restrizioni all'esportazione degli USA (normativa ITAR).

Hanno quindi stipulato un accordo con lo scopo di:

- ◆ migliorare la disponibilità di componenti EEE strategici con preferenza per le sorgenti europee
- ◆ sviluppare un programma armonizzato di R&D
- ◆ creare un sistema di informazioni aperto
- ◆ ridurre la varietà di componenti usati mediante una *Preferred Part List* (PLL)
- ◆ promuovere, mantenere e migliorare un sistema comune di specifiche e standard riconosciuto a livello europeo, inclusi i programmi di qualifica (tra cui la resistenza alle radiazioni).

European Space Component Coordination



Gli obiettivi dell'ESCC vengono perseguiti mediante alcuni comitati in cui sono rappresentati l'ESA, le agenzie nazionali, i rappresentanti dei produttori di componenti, i rappresentanti dell'industria spaziale europea (EUROSPACE):

- ◆ *Space Component Steering Board (SCSB)*: coordinamento e strategie
- ◆ *Component Technology Board (CTB)*: formulazione *workplan R&D*
- ◆ *Policy and Standards Working Group (PSWG)*: armonizzazione di standard, specifiche, procedure di qualifica
- ◆ *Ad Hoc Working Groups*: gruppi tecnici per l'elaborazione degli scenari in specifici settori (ibridi, microonde, micronanotecnologie, fotonica, silicio, radiazioni).

L'interesse per questo complesso di attività ha spinto la JAXA (Giappone) e l'ISRO (India) a richiedere l'accreditamento di un osservatore all'SCSB.

Gran parte della documentazione prodotta può essere consultata nel sito:

<https://escies.org/>

European Component Initiative (ECI)

La *European Component Initiative* è il programma quadro di attività R&D per la realizzazione degli obiettivi dell'ESCC, in particolare per migliorare la non-dipendenza europea nell'acquisto di componenti.

La fase 1, iniziata nel 2008 includeva:

- ◆ lo sviluppo e qualifica di alcuni circuiti integrati da parte di ATMEL tra cui il microprocessore LEON
- ◆ sviluppo e qualifica di alcuni componenti da parte di STMicroelectronics tra cui MOSFET di potenza da 100/200 V
- ◆ sviluppo di componenti da parte di altri produttori tra cui sensori fotovoltaici, accoppiatori ottici, dispositivi per microonde, fusibili, MOSFET drivers, ecc.)

Una lista di attività è in discussione per una fase 2.

L'unica azienda nazionale coinvolta finora nell'ECI è stata la STMicroelectronics di Catania.

ECI – Attività ST Catania

ECI 1 Key points (Continued)

STM

- Dedicated Power MOSFET round table in January
- Program review took place 3 Feb 2009 (Steering Board)

• MOSFETS

STM (I)

- Available devices: HGOK => **STrh100N10FSY** (100v 0.030 Ohm)

- 5 more device types will be available by late April
- Power MOSFETS family to include:
 - 60V, 100V, 200V and 250V N Ch
 - 60V and 100V P Ch
- Promotional documents prepared :
 - Datasheets have been updated,
 - ST Generic Presentation has been prepared
 - ST to visit all potential users (March/ April)
 - Special effort towards Hybrid Manufacturers
 - Providing samples as they become available

• LVDS

STM(I)

- Some Single Event Latch ups have occurred during the 2008 Test campaign that were not present before
 - Route cause of the SEL is under investigation
 - New Heavy Ion testing is planned as soon as possible

SCSB Meeting

20 March 2009

Principali attori nazionali

- ❑ **STM**icroelectronics / Semiconductor Space Components
- ❑ **Alenia Spazio** / ASIC Design, Hybrids
- ❑ **Aurelia Microelettronica** / ASIC-FPGA
- ❑ **TopRel s.r.l.** / Procurement
- ❑ **ENEA Labs** (Casaccia, Rome, Italy) / Rad-Hard Trials
- ❑ **University of Milan, INFN** / BiCMOS technology post-rad theory
- ❑ **University of Cassino, DAEIMI** / Heavy Ions effects on PowerMOSFET
- ❑ **University of Rome “Tor Vergata”, Dept. of Electr. Eng.** / FPGA
- ❑ **Politecnico of Milan, Dept. of Electronic Engineering** / ASIC
- ❑ **University of Pavia, Dept. of Electronics and Information** / ASIC
- ❑ **Consorzio Pisa Ricerche, Microel. Appl. Div.** / ASIC-FPGA Design
- ❑ **University of Pisa, Dept. of Inf. Engineering** / ASIC-FPGA Design
- ❑ **University of Rome “Roma Tre”, NooEL** / Readout Front End
- ❑ **University of Perugia, Dept. of Electr.and Inf. Eng.** / ASIC-FPGA Design

Produzione STmicroelectronics

■ *Prodotti sviluppati per applicazioni spaziali.*

- ❑ Rad-Hard Power MOSFET Catania, (Rennes)
- ❑ Rad-Hard LVDS (Low Voltage Differential Signaling) Catania, (Crolles, Rennes)
- ❑ 54VCX family (Low Voltage CMOS) 300krad Catania, (Singapore, Rennes)

❑ *Forniture per satelliti*

✓ Cosmo-SkyMed

- CMOS4000 Series, M54HCxx Series, RHFACxx Series
- Bipolar Tz's
- RHF1201 (ADC) and Voltage Regulators
- 3 ASIC's (Pleiades)

- ✓ **Sicral:** band UHF, SHF and EHF/Ka

- Vari componenti.

Attività Università di Roma “Tor Vergata”

- ◆ Test di radiazione effettuati su FPGA 90-nm sviluppati dalla m2000 e realizzati da STMicroelectronicsST Microelectronics (con ST)
 - con fascio di neutroni
 - con particelle alfa
- ◆ Sviluppo di una Memoria di Massa a Stato Solido (contratto ASI)
- ◆ Uso di un *System on Chip* riconfigurabile per applicazioni spaziali (contratto ASI)
- ◆ Sistemi digitali ad alta affidabilità in tecnologie nanometriche (contratto ASI in avvio)
 - valutazione dell’effetto delle radiazioni sui componenti e sistemi integrati di ultima generazione, con particolare riferimento ai *Single Event Effects*
 - valutazione di specifiche metodologie progettuali che attraverso l’uso di strumenti di supporto alla progettazione e di speciali architetture circuitali con caratteristiche di tolleranza ai guasti che permettano lo sviluppo di sistemi elettronici basati su componenti COTS.

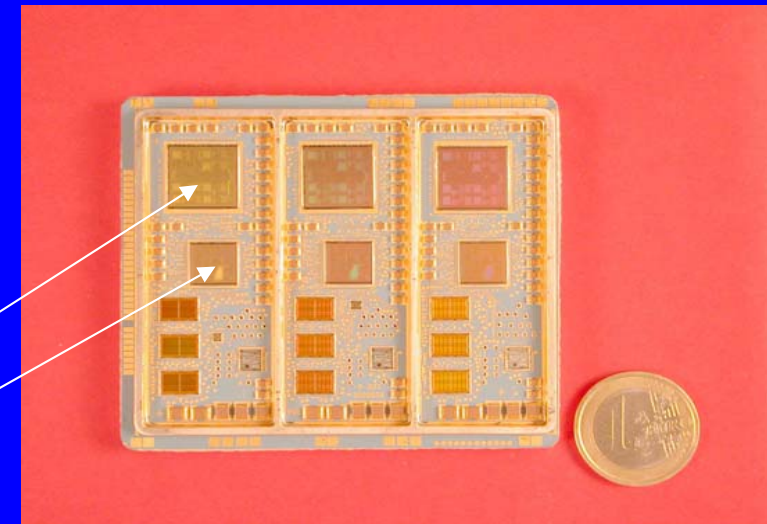
Attività Thales Alenia Space Italia

Alcuni esempi di attività nel campo delle TLC sono i seguenti:

- **OBMM (On-Board MPEG Multiplexer) MCM**

Evoluzione del sistema SkyPlex sviluppato su contratto ASI
ASICs realizzati in tecnologia ATMEL MH1RT 0.35 μ m

- MCDD2 (Multi-Carrier Demultiplexer & Demodulator): 1Mgates;
- MTDD (Multi-Turbo Decoder): 500Kgates



- **OMNIA**

Versione migliorata dell'HICDS (Highly Integrated Control and Data System) – Contratto ESA

Attività Thales Alenia Space Italia

Rilevanti attività nell'ambito dell'osservazione della terra sono quelle relative ai blocchi funzionali dei moduli (*tile*) dell'antenna attiva (SAR) dei satelliti COSMO SkyMed come:

◆COSMO MRO

L'MRO (Master Reference Oscillator) è il componente chiave del sistema di generazione *chirp*. E' stato realizzato con la tecnologia MH1RT Radiation Tolerant , un processo a 0.35 μm di ATMEL; sono integrati circa 1 milione di *gate* (incluse le memorie RAM statiche) con frequenza massima di clock di **200 MHz**.

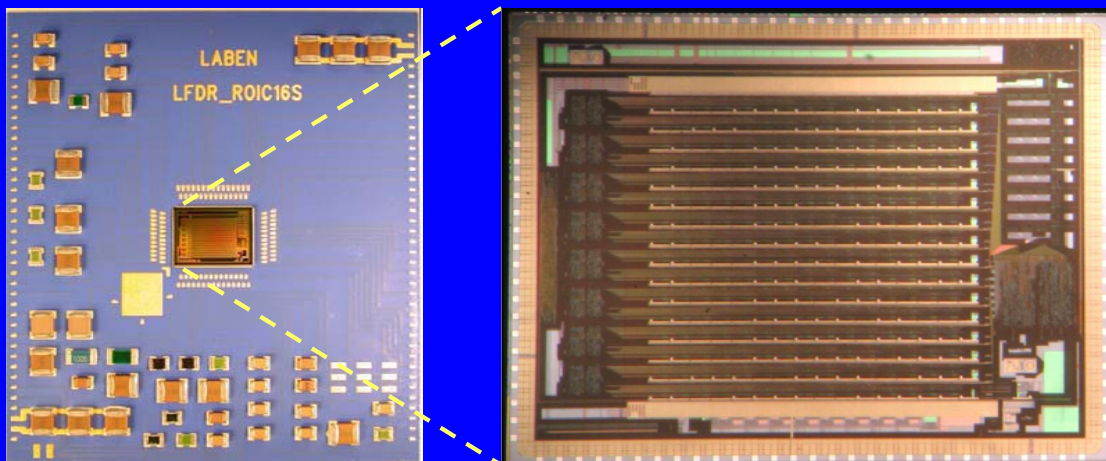
◆COSMO BAQ

Il BAQ (Block Adaptive Quantizer) è un processore dedicato del segnale di eco progettato per applicazioni SAR. E' in grado di implementare molte tecniche avanzate di compressione dati. Il numero di *gate* è di circa 300K (tecnologia ATMEL a 0.35 μm MH1RT) e la massima frequenza di clock è **200 MHz**.

Attività del Politecnico di Milano e dell'Un. di Pavia

- ◆ Large Format Detector Readout (LFDR) (TAS – Laben) – Contratto ESA
- ◆ Sviluppo di un ASIC per l'acquisizione e la conversione A/D di segnali da una larga matrice di rivelatori GaAs per raggi X
- ◆ Sistema completo di lettura con:
 - » elettronica di Front end a basso rumore
 - » convertitore A/D
 - » uscita digitale dei dati scientifici
 - » programmabilità

STAR-X16S1 ASIC



Description	STAR-X32 ASIC
Type	Mixed-signal
Technology	CMOS AMS 0.35 μ m
Array	32x32 channels
Readout Cell	300 μ m x 300 μ m
X-ray energy	0.5 – 50 keV
Equivalent Noise Charge	28 e ⁻ r.m.s. @ 27°C
Energy resolution	280 eV FWHM @ 27°C
ADC's	32 Wilkinson - 10 bit
Power consumption	0.5 mW/ch
Chip size	2 cm x 1.3 cm
Pinout	110

MEMS – Micro Electro Mechanical System

La tecnologia MEMS sta trovando applicazione sempre più vasta ad esempio per sensori di movimento e pressione, dispositivi RF, dispositivi per microfluidica. In ambito spaziale, notoriamente conservativo, queste tecnologie sono ai primi passi. Alcune attività sono state avviate anche in Italia

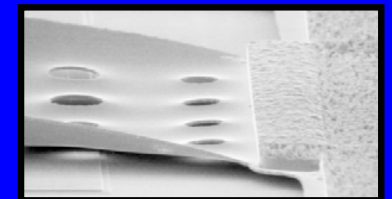
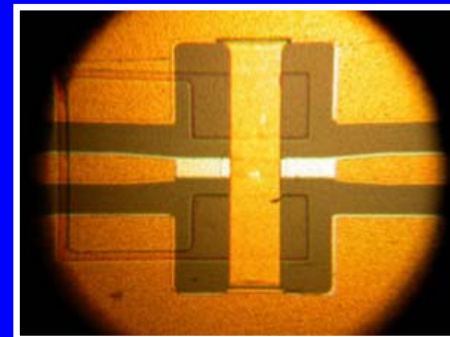
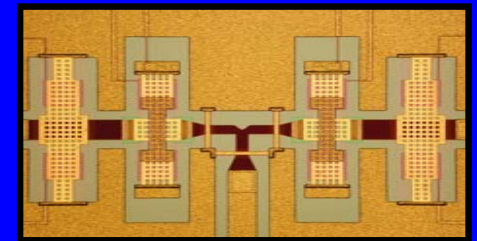
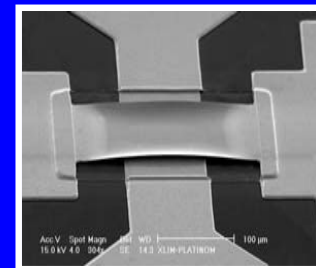
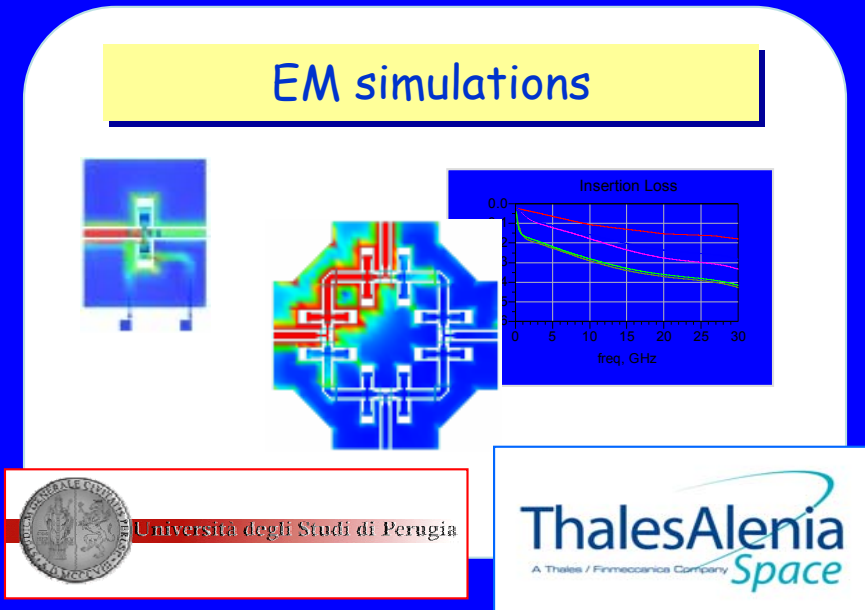
Thales Alenia Space - Italia sta sviluppando un processo per la realizzazione di MEMS su substrati ceramici multistrato LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic) iniziato nell'ambito del progetto ESA: "RF MEMS Switches Built on LTCC".

Inoltre, dal 2000, TAS-I, FBK-Trento (fonderia di MEMS su silicio) e l'Università di Perugia (progettazione di MEMS), collaborano per lo sviluppo di dispositivi basati su tecnologie MEMS su silicio nell'ambito di diversi progetti ESA.

Quanto al *packaging*, TAS-I ha sviluppato diversi tipi di *micropackages* LTCC per MEMS ed è il solo produttore qualificato da ESA per i circuiti ibridi integrati con la tecnica *LTCC Integral Substrate Package* (ISP).

MEMS per RF

- ★ **progetto e simulazione** (TAS-I)
- ★ **matrici di switch di ordine elevato** (TAS-I)
- ★ **switches e tunable devices** (FBK e Un. Perugia)
- ★ **switches** su substrato di Allumina (TAS-I e Un. Perugia)
- ★ **RF-MEMS switches** su **GaAs** (UN. Perugia e Selex-SI)



MEMS

Tecnologia MEMS alla ST

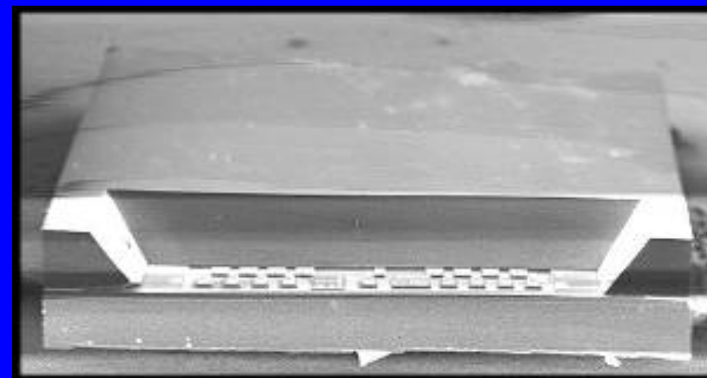
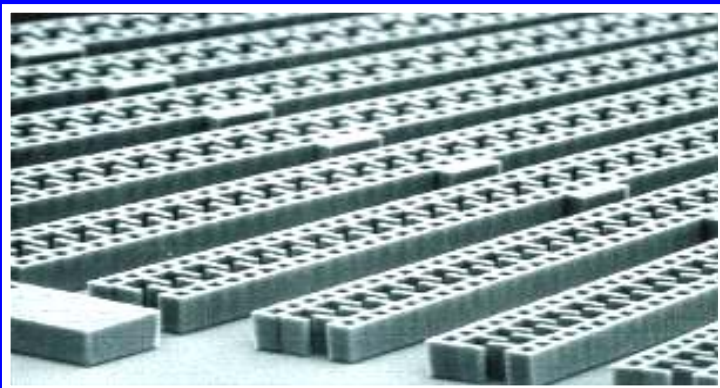
Caratteristiche

Processo di microlavorazione

Geometria minima $1.2\mu\text{m}$

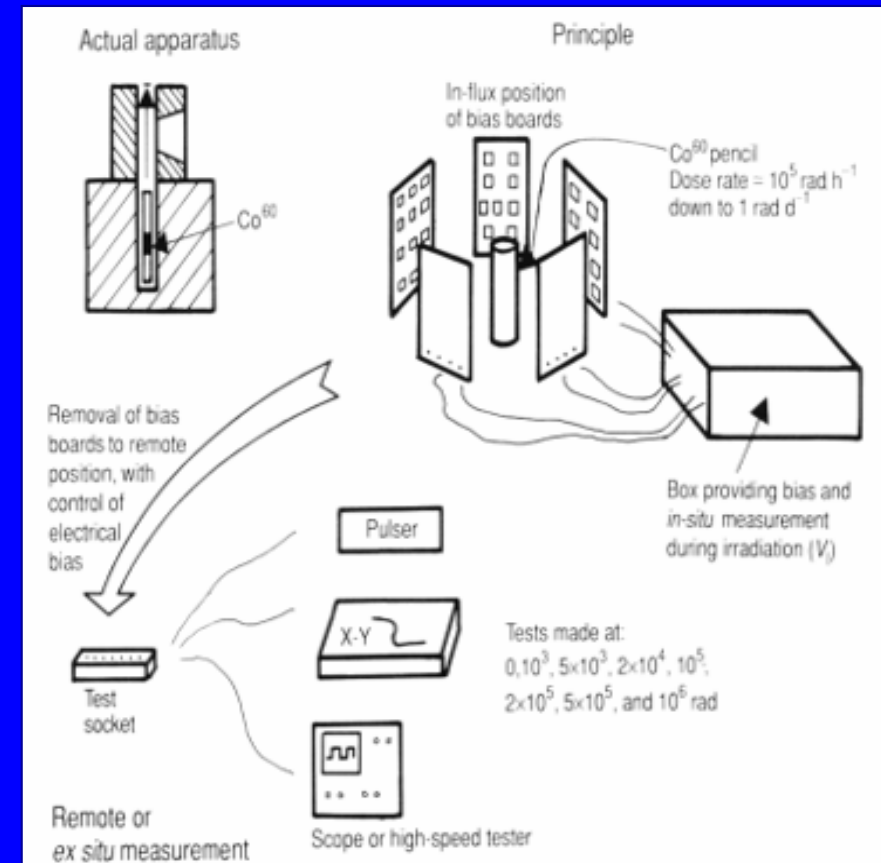
Strato metallico singolo

Strato strutturale spesso $> 10\mu\text{m}$ polisilicio epitassiale



MEMS ST

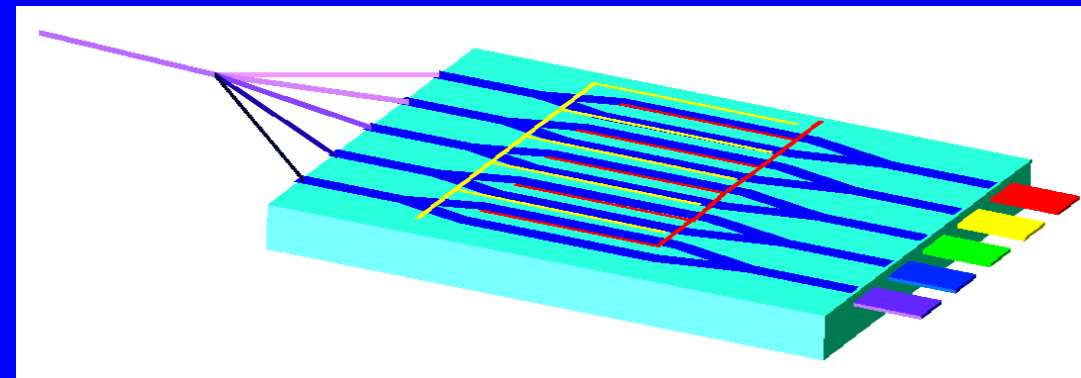
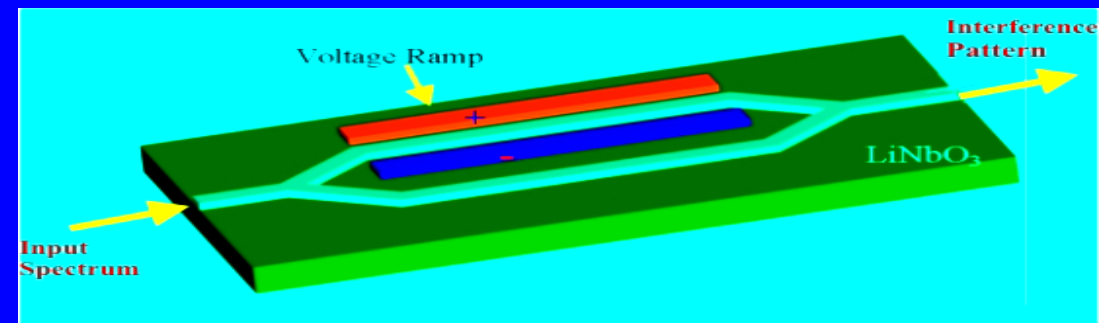
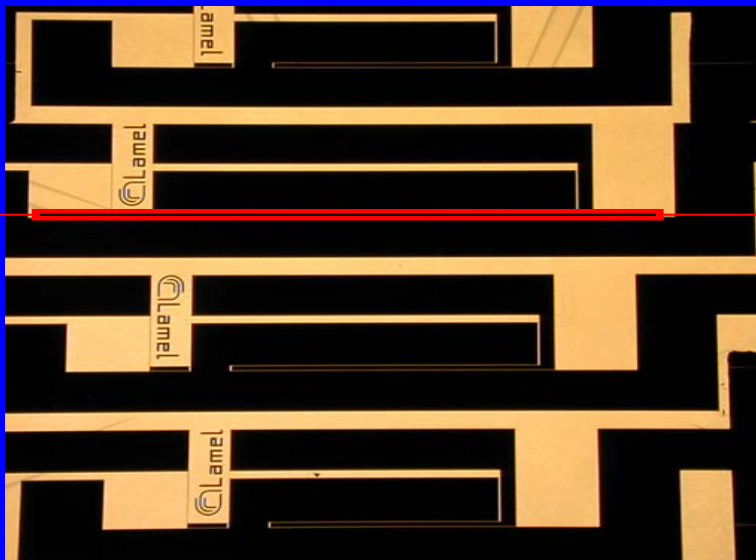
- ◆ Un tentativo preliminare di valutazione di resistenza alle radiazioni è stato avviato da STMicroelectronics per un accelerometro MEMS standard.
- ◆ **Dati dell'esperimento:**
 - Dose ionizzante totale: 100Krad con flussi fino a 10^6 rad.
 - Sorgente: Co60 gamma ray.
 - Impianto: Calliope, centro Ricerche ENEA-Casaccia (Rome).



MOEMS per Osservazione della Terra

Un gruppo guidato dall'IMM/CNR (Bologna) ha realizzato, con contratto ASI, un prototipo di **microinterferometro Mach-Zehnder** con tecnologie MOEMS (Micro Opto-Electro-Mechanical System) per applicazioni di Osservazione della Terra.

Il dispositivo è stato sviluppato per operare nella banda spettrale 0.4-4.5 μm , con una risoluzione di circa 0.1 nm. E' costituito da un array di 3 micro-interferometri Mach-Zehnder integrati nello stesso chip ibrido insieme all'elettronica di pilotaggio

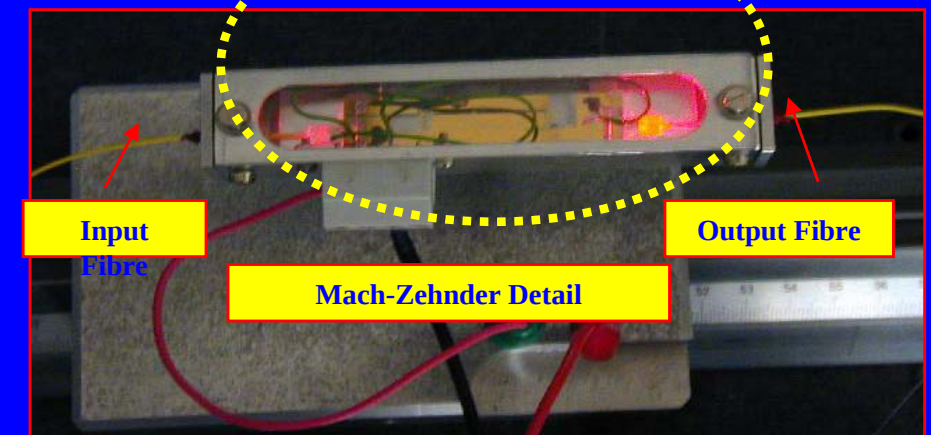
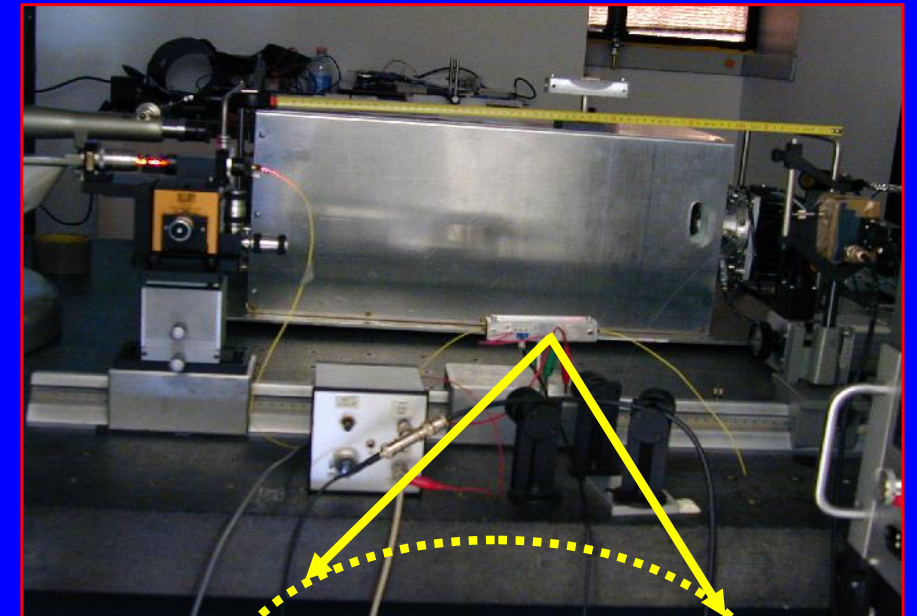


Interferometro MOEMS

Banco di test per l'interferometro.

Il prototipo è stato collaudato a bordo dell'aereo stratosferico M55 Geophysica.

L'obiettivo è quello di realizzare uno strumento per nanosatelliti.



Rivelatori

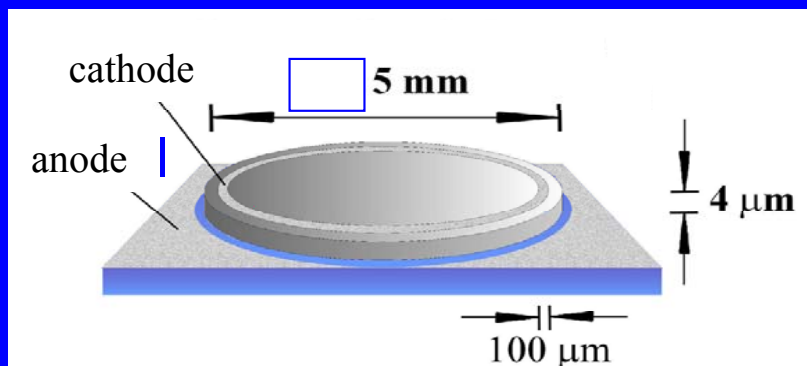
Alcune interessanti attività nel campo dei rivelatori sono condotte in alcuni laboratori scientifici. Un esempio è quello dei fotorivelatori Ge/Si nel vicino infrarosso realizzati presso l'Un. Roma Tre - Nonlinear Optics and OptoElectronics Lab

Grande area

Elevata uniformità

Alta efficienza

Obiettivo: Riverazione NIR (0,8-2,0 μm) usando la tecnologia del Si



Cristallo singolo Ge su Silicio

Metodo: eteroepittasia UHV-CVD – (Collab. con M.I.T.)

Applicazioni: rivelatori singoli ad alte prestazioni per comunicazioni ottiche

Responsività = 0.8 A/W a 1.3 μm

Rivelatori

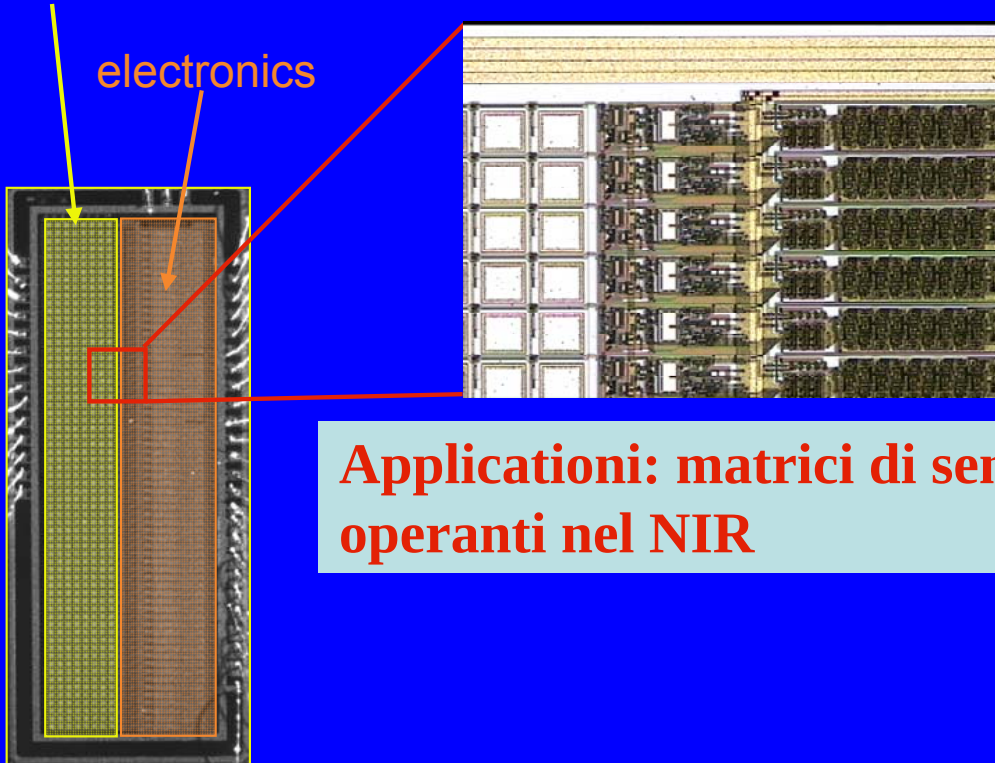


Ge policristallino su Silicio

Metodo: deposizione a bassa temperatura su elettronica al Si

photodiode array

electronics



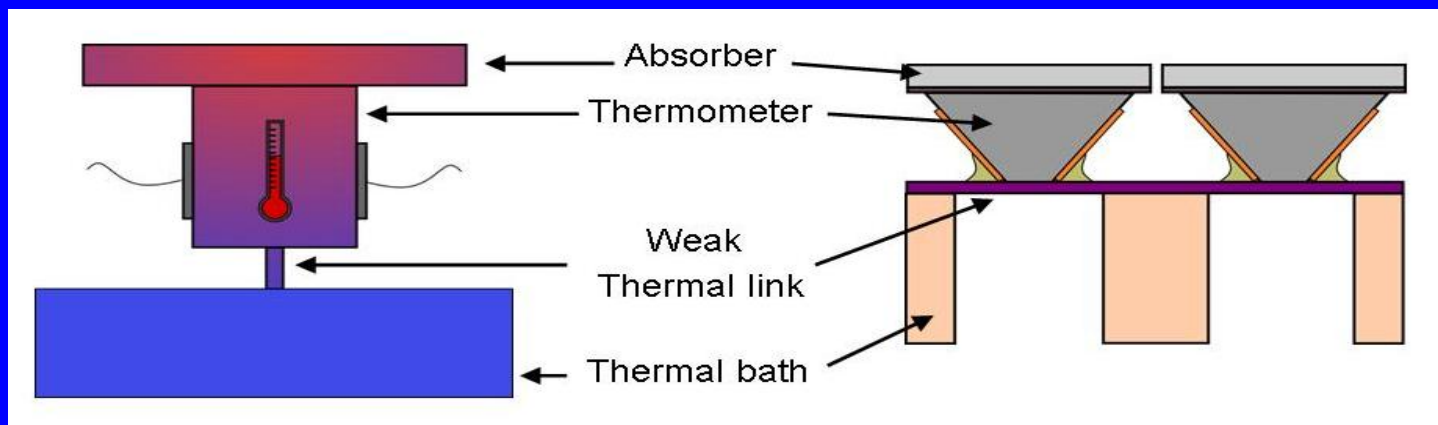
Applicazioni: matrici di sensori VLSI operanti nel NIR

Description	Array of NIR photodetectors with AD conversion, dark current cancellation, addressing and readout logic
Array	64 x 8 = 512 pixel
Pixel area	66 x 66 μm
Chip size	8.2 x 3.4 mm
ADC	8 bit
Operating Wavelength	1000-1600 nm
Responsivity	1m A/W @ 1300nm
Frame rate	Standard TV
Technology	CMOS ALCATEL 0.7 μm
Transistor count	$\approx$ 38 K
Pinout	42

Rivelatori per alte energie

L'Italia ha una grande tradizione nel campo della rivelazione X e γ come dimostrato dalle missioni BeppoSAX, XMM, AGILE. L'ASI pertanto continua a supportare le tecnologie connesse quale quelle dei rivelatori

Microcalorimetri per raggi X con sensore in Germanio (Un. e Oss. Astr. Palermo)



Schema grafico della struttura dei microcalorimetri con sensore in Ge

Il dispositivo, realizzato con tecnologie planari, consiste di una matrice di micro-calorimetri con sensore di germanio drogato posta su di un substrato che agisce contemporaneamente da bagno termico, da supporto meccanico e per i collegamenti elettrici. In alto a destra sono posti gli assorbitori in stagno; questi sono posti al di sopra dei termistori di Germanio drogato..

Rivelatori per raggi gamma

Architettura Compton (principio di base)

$$\cos \varphi = 1 + \frac{m_e c^2}{E_\gamma} - \frac{m_e c^2}{E_\gamma - E_1}$$

φ angolo di scattering

E_γ energia del fotone primario

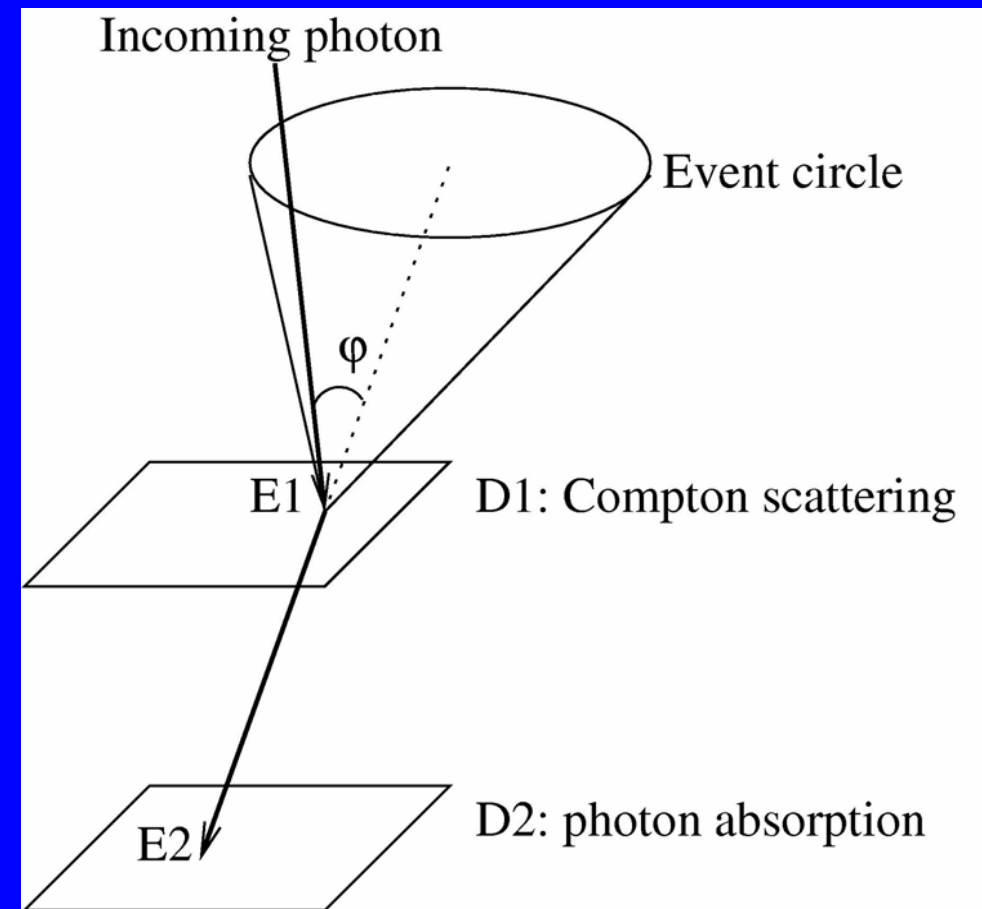
E_1 è l'energia trasferita all'elettrone di rinculo sul primo rivelatore.

Con una misura completa di E_2 e del vettore momento dell'elettrone di rinculo, si ha la completa informazione sul gamma primario.

$$\Delta\varphi = f(\varphi, E_1, E_2, \Delta E_1, \Delta E_2)$$

Obiettivi:

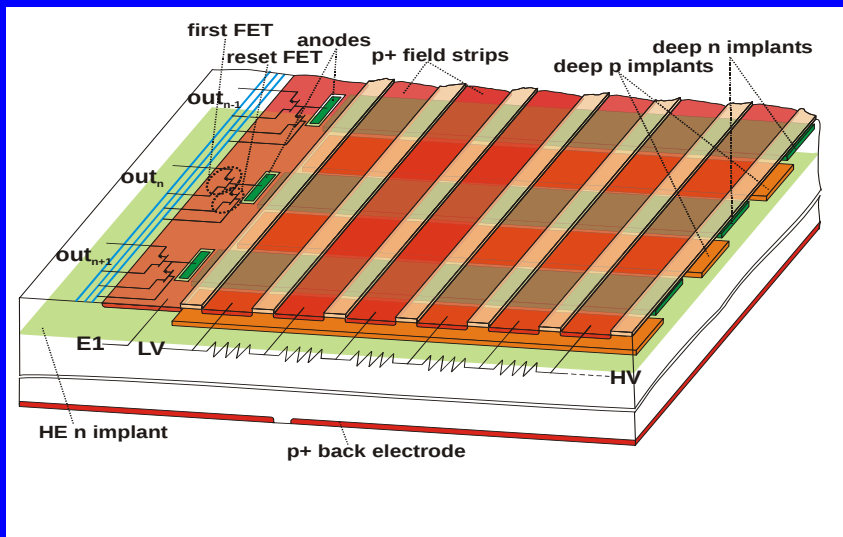
Misure complete di E_1 ed E_2 , contenimento di ΔE_1 e ΔE_2



Rivelatori per raggi gamma

Rivelatori in Si a Deriva Multilineare (MLSDD) – Pol. Milano

I rivelatori a deriva in silicio con topologia multilineare sono dispositivi per la rivelazione di particelle e fotoni. Il materiale di partenza è un substrato di silicio di tipo n ad alta resistività. Sul substrato è integrato un partitore di tensione che garantisce la polarizzazione degli elettrodi di capo del lato anodi del rivelatore necessaria per generare il campo di deriva responsabile del trasporto della carica di segnale verso gli anodi di raccolta a velocità costante.



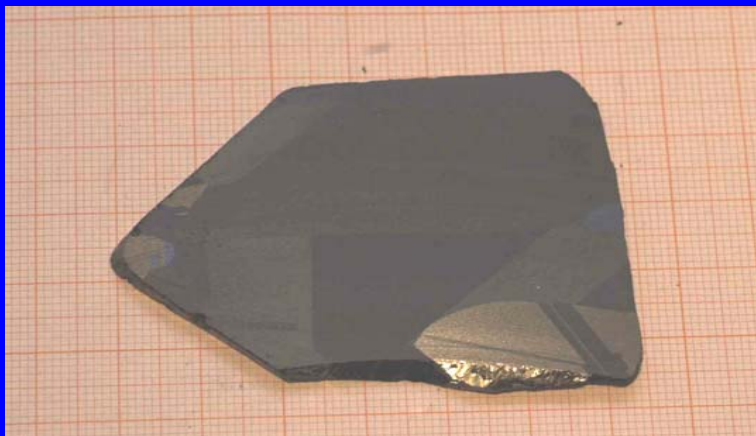
*Visione assonometrica di una MLSDD
caratterizzata da una impiantazione ad alta
energia in grado di localizzare il minimo di
energia potenziale entro cui sono confinati gli
elettroni di segnale*

Rivelatori per raggi gamma

Rivelatori a CZT – INF/IAS – MI/BO

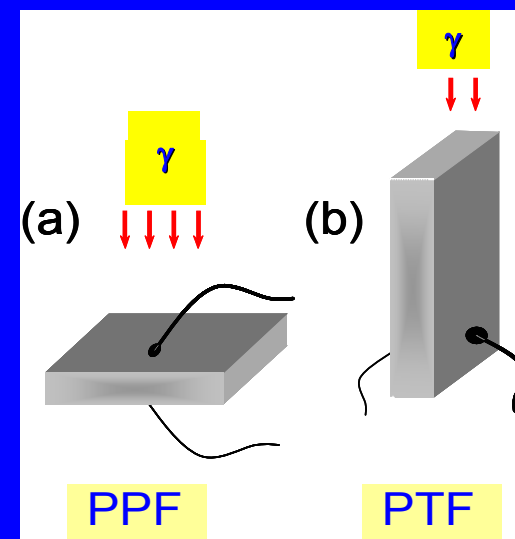
I rivelatori a semiconduttore di CZT operano a temperatura ambiente ed hanno dimostrato buone performance in termini di efficienza di rivelazione, risoluzione spettrale e ampia banda di operazione (da 10 a 400 KeV).

I cristalli di questi materiali possono essere prodotti in grande numero e possono essere assemblati ed integrati per formare volumi rilevanti di rivelatori pixellati.



Cristallo di CZT di alta qualità cresciuto presso la facility Dell'IMEM/CNR di Parma

INFN, Legnaro, Aprile 2009



Rivelatori a CZT con diverse modalità di utilizzo: PPF (Photon Parallel Field) e PTF (Photon Transver Field)

Il GaN

- ◆ Il 7° Programma Quadro della CE dedica per la prima volta un capitolo alle tecnologie spaziali ed in particolare alla non-dipendenza.
- ◆ In questo ambito, come già nei programmi tecnologici ESA, ha generato molto interesse la componentistica per microonde in GaN che presenta, in linea di principio, grandi vantaggi rispetto al GaAs, in particolare la capacità di gestire potenze di un ordine di grandezza superiori.
- ◆ ESA ha già riunito nel programma GREAT2 molte competenze europee per la realizzazione di transistor e circuiti integrati in GaN adatti all'uso spaziale.
- ◆ Al momento non sono coinvolti attori italiani.
- ◆ L'ASI sta valutando iniziative complementari per inserire progressivamente in questo contesto importanti competenze quali quelle della SELEX, dell'Un. di Padova e dell'INFN di Legnaro.

Conclusioni

- ◆ Le attività tecnologiche nella componentistica spaziale in Europa ed in particolare in Italia stanno assumendo un'importanza sempre maggiore soprattutto in relazione a due assi portanti:
 - la rilevanza strategica di queste attività in relazione sia alle restrizioni all'importazione di alcuni paesi sia all'enfasi che recentemente è stata data ai programmi duali e a quelli finalizzati alle esigenze di sicurezza;
 - missioni scientifiche sempre più ambiziose richiedono sviluppi *ad hoc* realizzabili solo da parte di gruppi di ricerca con competenze di punta.
- ◆ L'Italia sconta le note debolezze dovute alla rinuncia di utilizzare industrialmente eccellenze tecnologiche in questo campo (es.: diodi laser)
- ◆ Una forte sinergia tra gruppi di ricerca, grandi aziende e PMI, opportunamente supportata dall'ASI sia con programmi nazionali sia nell'ambito delle organizzazioni europee, può comunque permettere all'Italia di giocare in alcuni settori un ruolo rilevante.

Per informazioni:

francesco.svelto@asi.it

www.asi.it

Grazie per l'attenzione