

Airi

ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA RICERCA
INDUSTRIALE



nanotec IT

CENTRO ITALIANO
PER LE NANOTECNOLOGIE

Le innovazioni del prossimo futuro: Tecnologie Prioritarie per l'Industria

SETTORE 2: Microelettronica e Semiconduttori

RELATORE: Paolo CARMINA

AZIENDA/ENTE: STMicroelectronics srl



Milano, 30 gennaio 2013 - Palazzo Turati



Settore 2: Microelettronica e Semiconduttori

- **Componenti del Gruppo di lavoro**
 - *STMicroelectronics (coordinatore)*
 - *MICRON*
 - *CENTRO RICERCHE FIAT*
 - *ERICSSON*
 - *SELEX ES*
 - *VENETONANOTECH*

Cosa rappresentano oggi microelettronica e semiconduttori?

Microelettronica :

(Sabatini-Coletti: dizionario della lingua italiana):

settore dell'elettronica che si occupa della progettazione, della costruzione e delle applicazioni dei circuiti elettronici miniaturizzati.

Essendo i sistemi elettronici alla base di innumerevoli prodotti, costituendone il *motore*, si potrebbe poi definire:

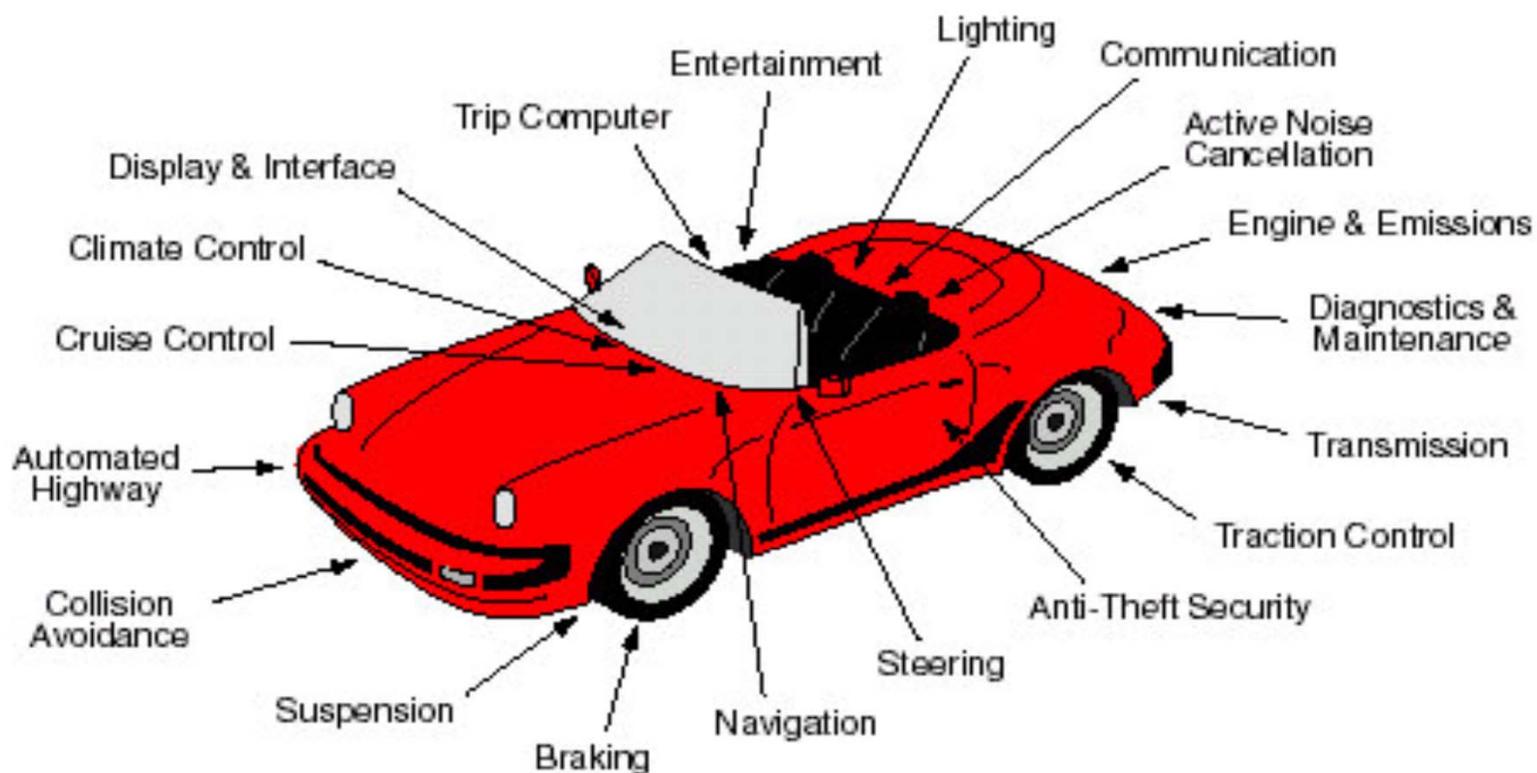
- **Semiconduttori & Microelettronica:** *cervello* di questo motore
- **MEMS & sensori:** *i 5 sensi*

Dove troviamo oggi la microelettronica?



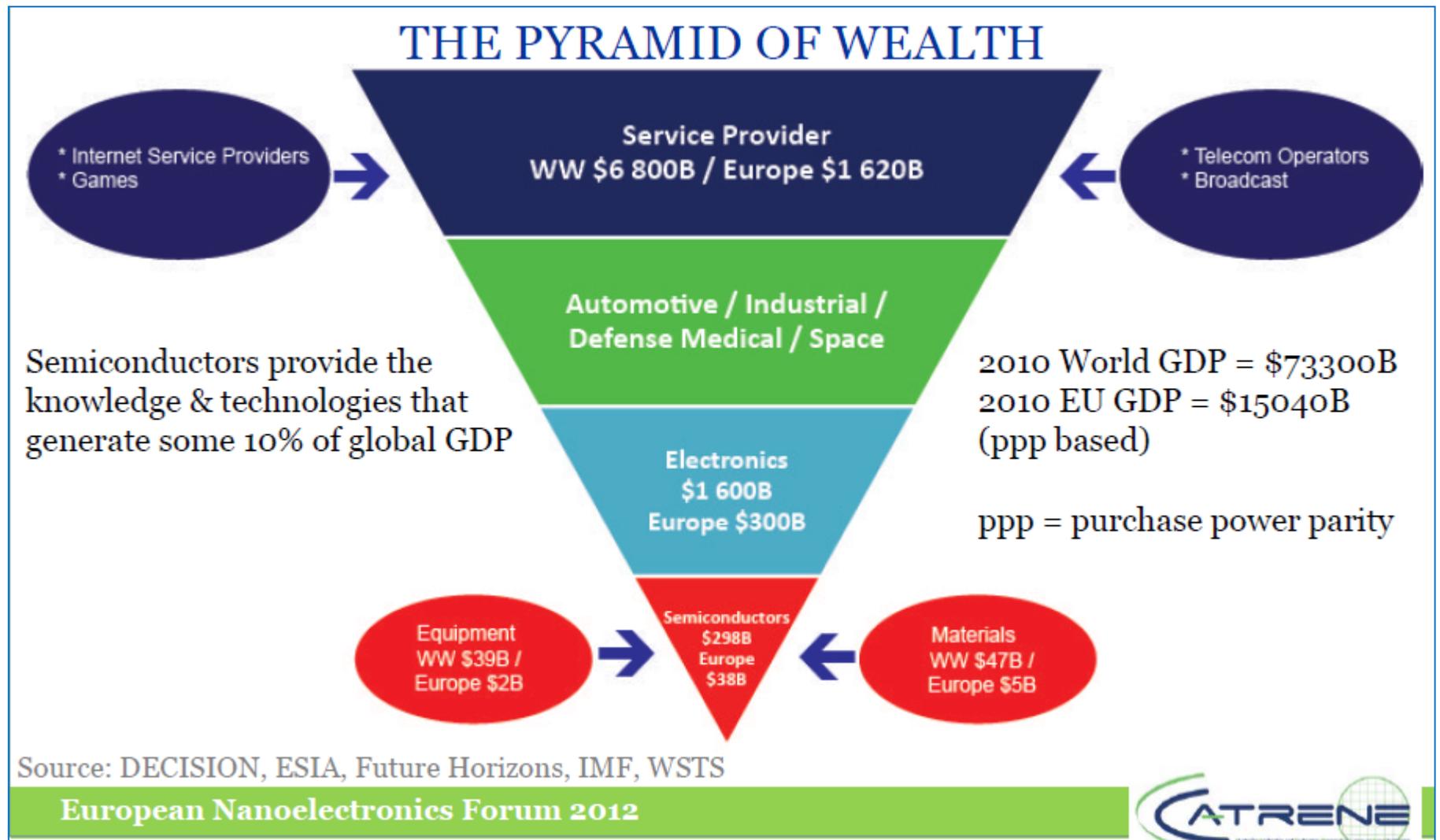
Microelettronica nell'automobile

Automotive Electronics Systems

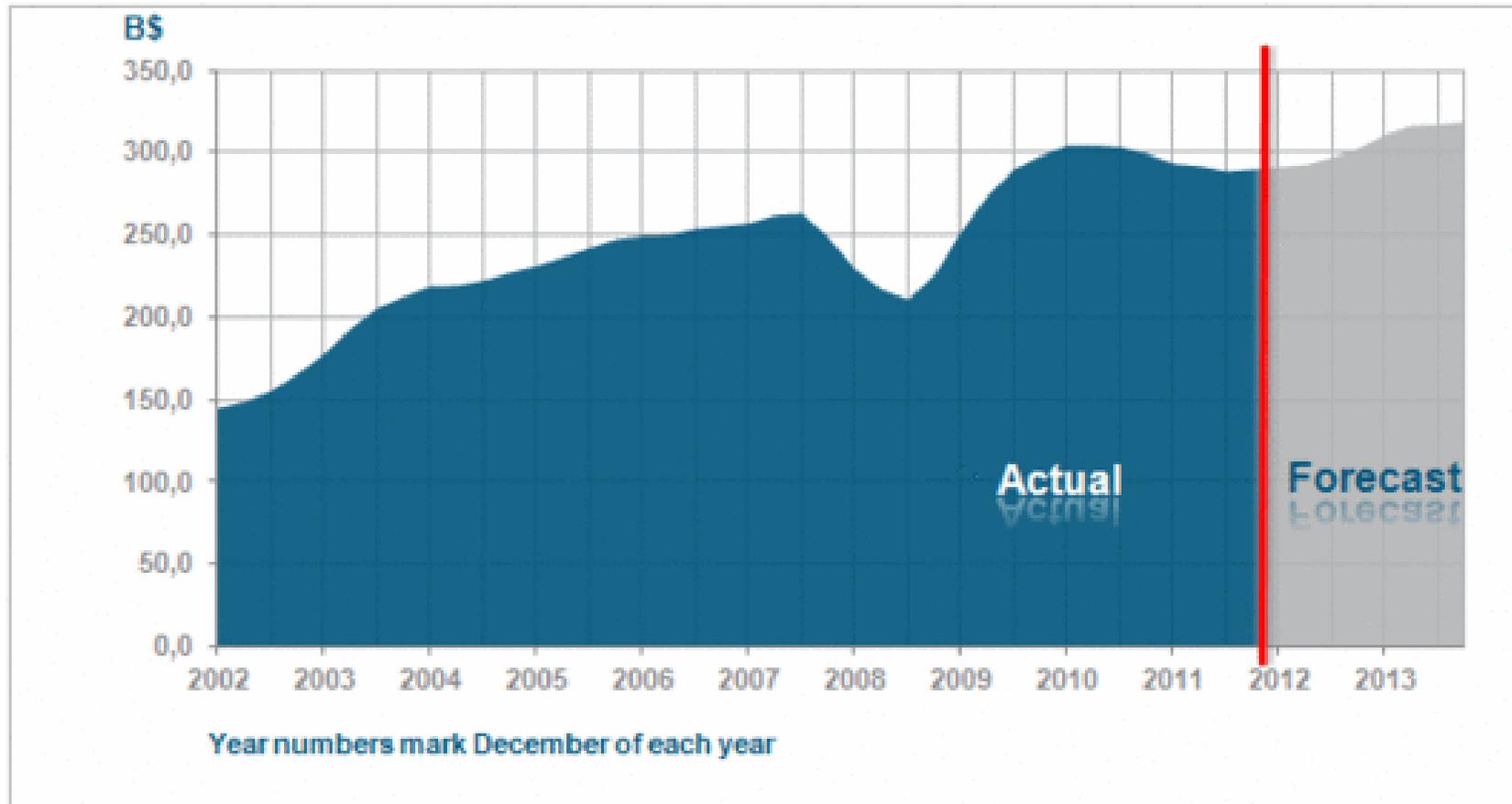


Source: Compaq, IC Insights

La microelettronica nella piramide dei valori



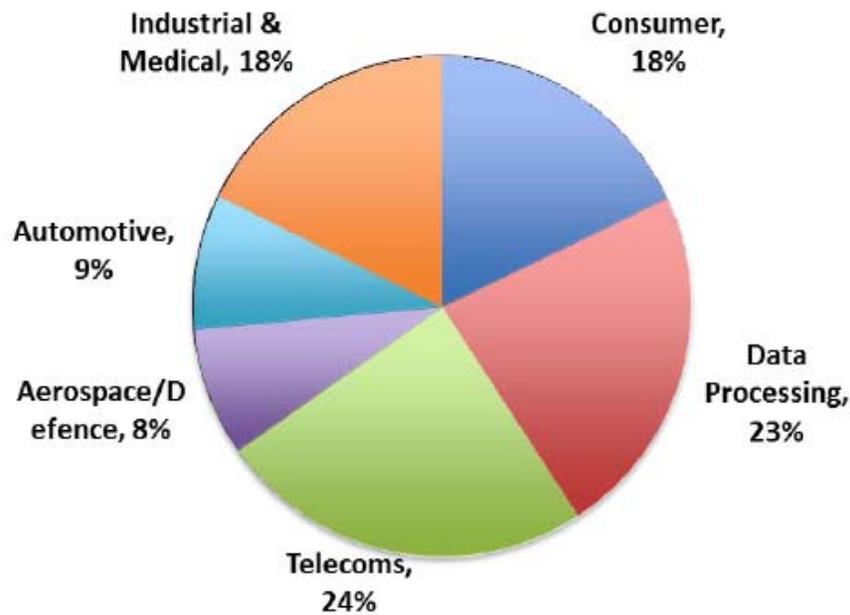
World Wide global semiconductors sales



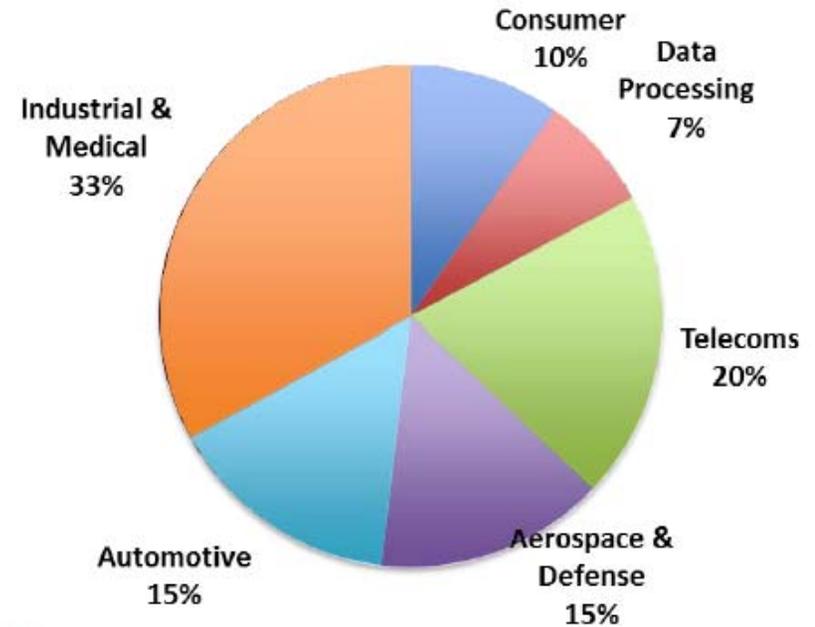
Source: WSTS

Specializzazione dell'industria elettronica

World Electronic Production in 2012



European Electronic Production in 2012

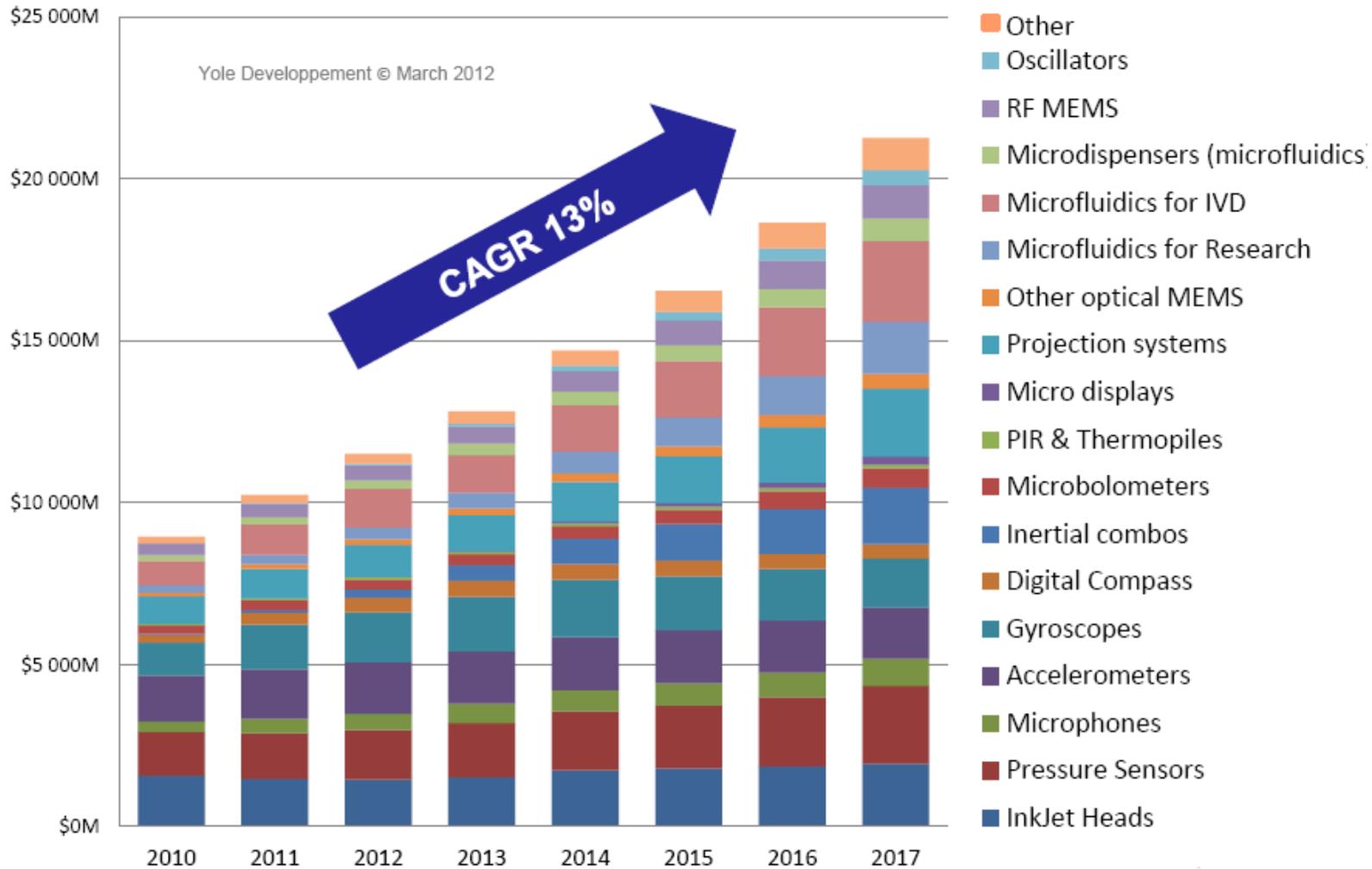


Source : DECISION

1 400 billion euros

224 billion euros

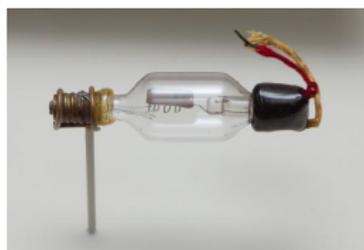
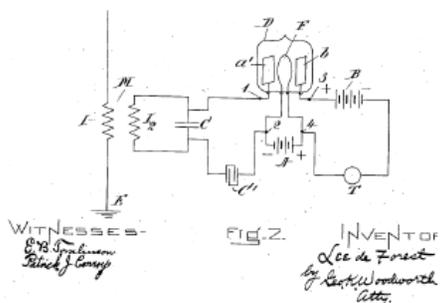
Global MEMS sales



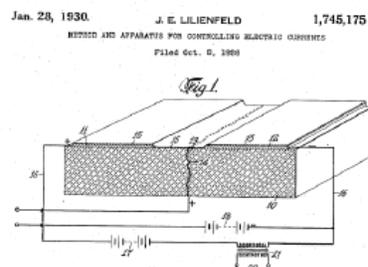
Da dove veniamo?

Switch with Gain

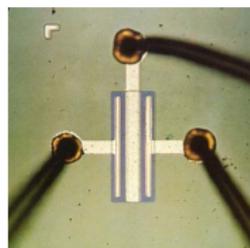
Triode, 1906



FET, 1928



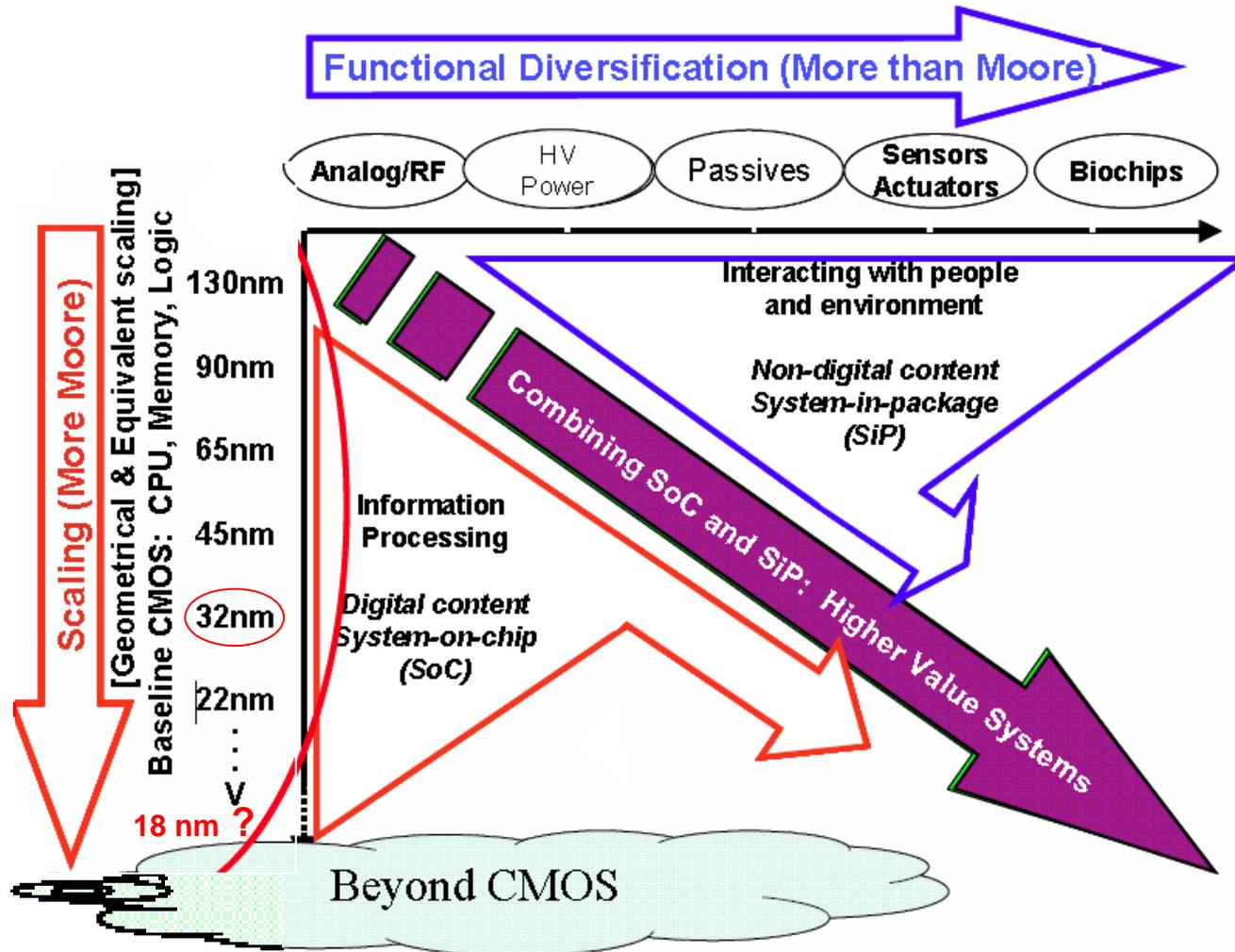
MOS first built: 1959



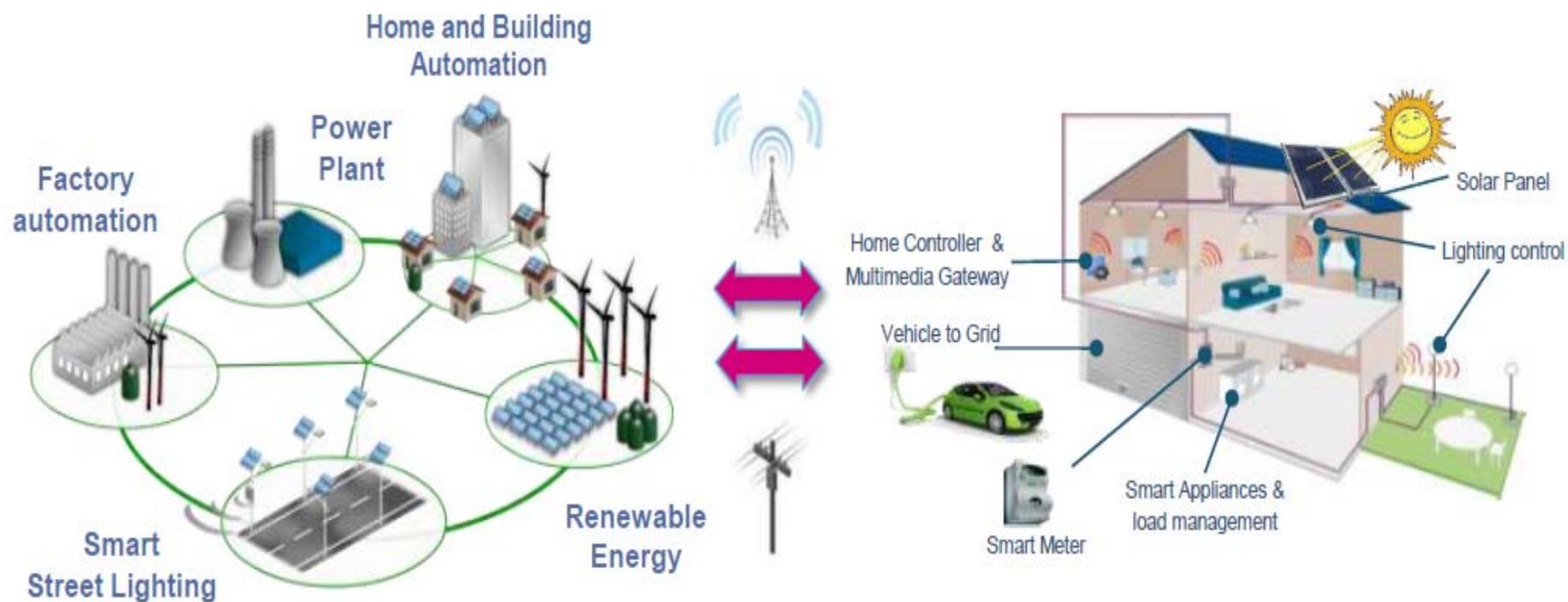
Transistor, 1947



Le strategie: Moore's Law and More



Fra i prossimi temi: Smart Grid, Smart Home, Smart City



Fra i prossimi temi: protezione della salute



Healthcare Market segment

Typical Application

Medical imaging

- Ultrasound
- Magnetic resonance imaging (MRI)
- Positron emission tomography (PET)
- Endoscopes



Clinical, diagnostic and therapy

- Patient monitoring
- Respirators
- Infusion pumps
- AED
- ECG



Portable

- Blood pressure meters
- Temperature meters
- Glucose meters
- Blood oximeters
- Hearing aids
- Portable ECG



Wellness, fitness, assisted living

Motion control/sensing

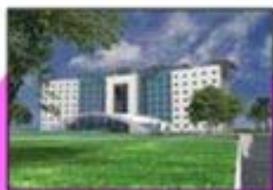
- Pedometers
- Heart rate monitors
- Fall detect
- Wheelchairs, Hospital beds
- Drug dispensers



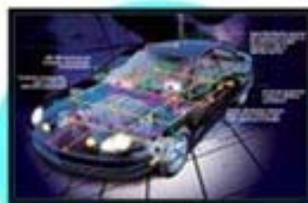
Source : Semicast

Fra i prossimi temi: internet delle cose

*Gestione traffico/Parcheggi
Autodiagnosi e Teleassistenza*



**BUILDING
AUTOMATION**



AUTOMOTIVE



**APPLIANCE
CONTROL**

*Controllo remoto
TV, VCR, DVD/CD*



**BIO-
MEDICALE**



**INDUSTRIAL
CONTROL**



**ENVIRONMENTAL
MONITORING**



*Gestione magazzino
Controllo processi
Gestione &
Controllo ambientale*



**HOME
AUTOMATION**

*Sicurezza
Controllo consumi
energetici
Gestione elettrodomestici*

Source: Sensor ID

Fra le strategie: la cooperazione

Oggi i costi della ricerca sono elevati, e sono richieste competenze molto diversificate, di fatto impossibili da trovare in un unico soggetto.

E` dunque necessario agire su diversi fronti:

- **Creare alleanze con soggetti industriali, istituti di ricerca, istituti accademici**
- **Creare consorzi che possano partecipare a programmi di ricerca finanziati da fondi comunitari e/o nazionali allo scopo di ridurre i costi.**

In ambito europeo sono attive iniziative come FRAMEWORK (in futuro Horizon 2020), ENIAC, ARTEMIS, EPOSS, cui lo stato italiano contribuisce significativamente.

Alcuni componenti del settore “microelettronica & semiconduttori” sono attivi partecipanti in queste iniziative.

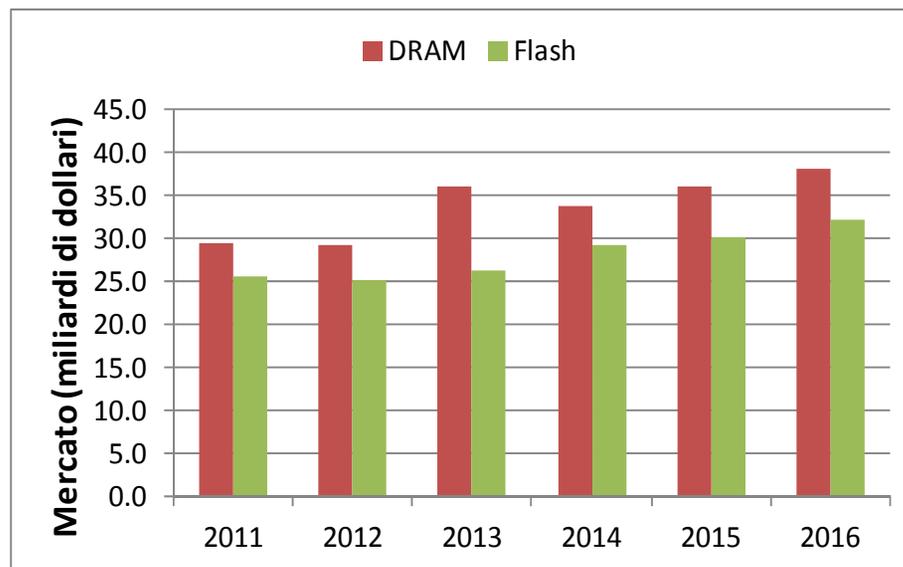
Le Tecnologie Prioritarie

- *Tecnologia Prioritaria 1*
 - *Integrazione di sistemi elettronici su silicio*
- *Tecnologia Prioritaria 2*
 - *Tecnologie per applicazioni fotovoltaiche*
- *Tecnologia Prioritaria 3*
 - *Tecnologie per materiali alternativi al silicio*
- *Tecnologia Prioritaria 4*
 - *Tecnologie di Integrazione eterogenea*
- *Tecnologia Prioritaria 5*
 - *Tecnologie per sensori*
- *Tecnologia Prioritaria 6*
 - *Silicon Photonics*

Tecnologia Prioritaria 1

Integrazione di sistemi elettronici su silicio

Memorie Non Volatili ad alta densita`



Le spinte del mercato:

- Più memoria a basso costo: alta risoluzione, 3-D, filmati,...
- Minor consumo energetico: applicazioni portatili

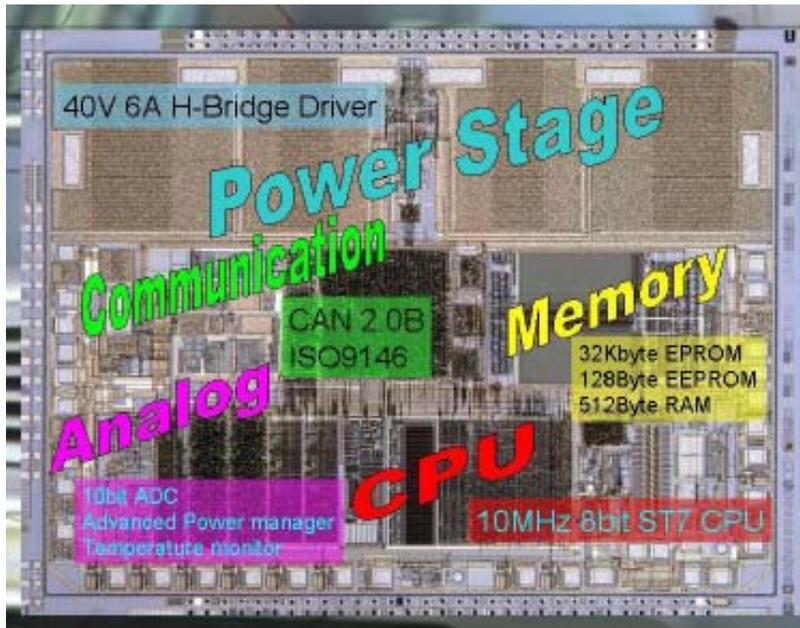
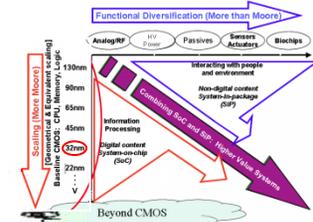


Piattaforme multifunzionali

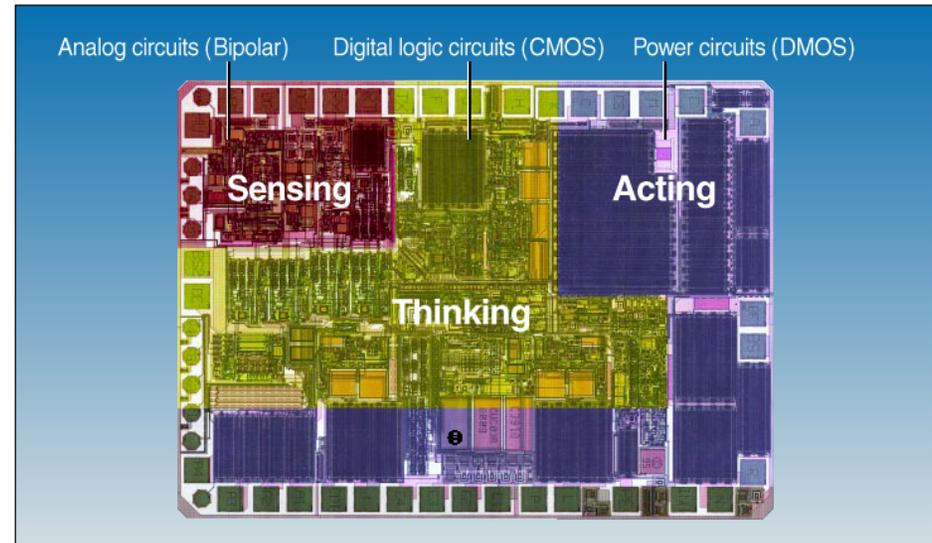
Integrazione di sistemi elettronici su silicio

Piattaforme multifunzionali BCD e CMOS con NVM embedded

BCD → **B**ipolare (analogica) + **C**MOS (logica) + **D**MOS (potenza)
 Nodo litografico: oggi 110 nm → domani 90 nm
 Tensione di alimentazione: fino a 800V



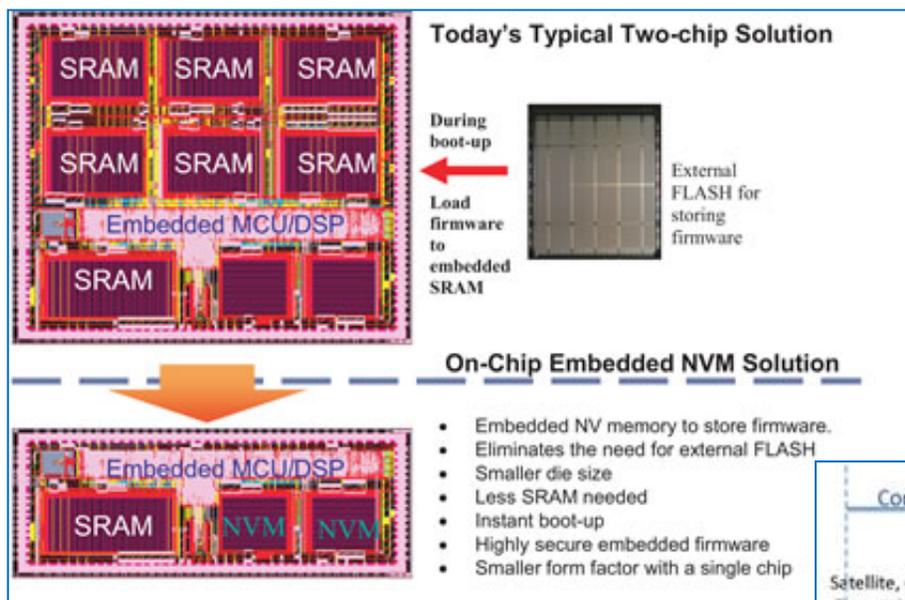
Silicon Integration, Mixed Technology



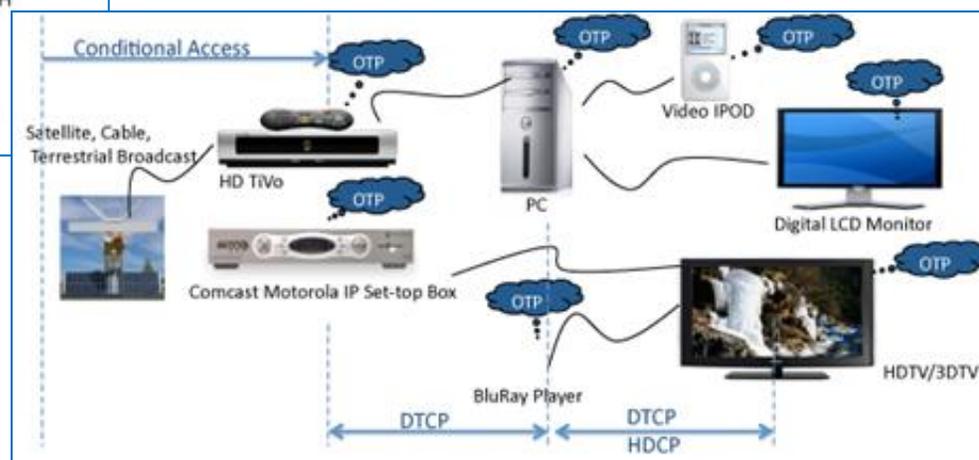
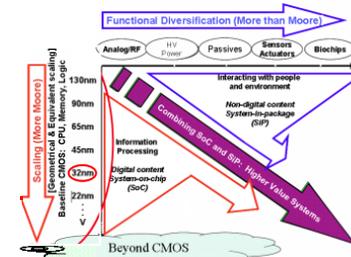
Source: Bosch

Piattaforma multifunzionale CMOS con NVM

Nodo litografico: oggi 65 nm → domani 45 nm



Source: Kilopass Technology

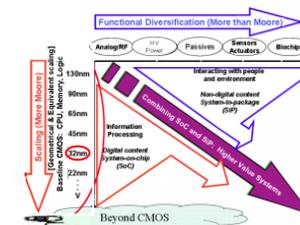


Soluzioni CMOS ad alta efficienza

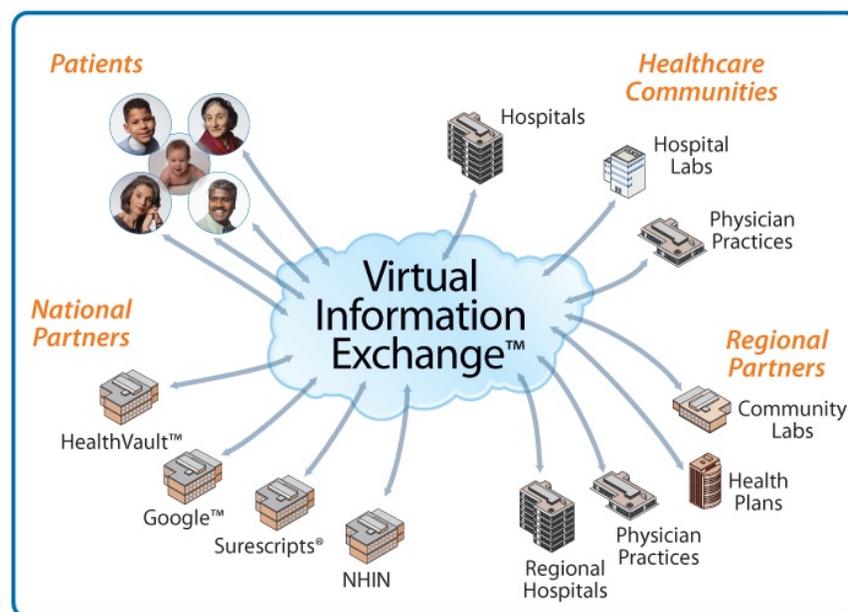
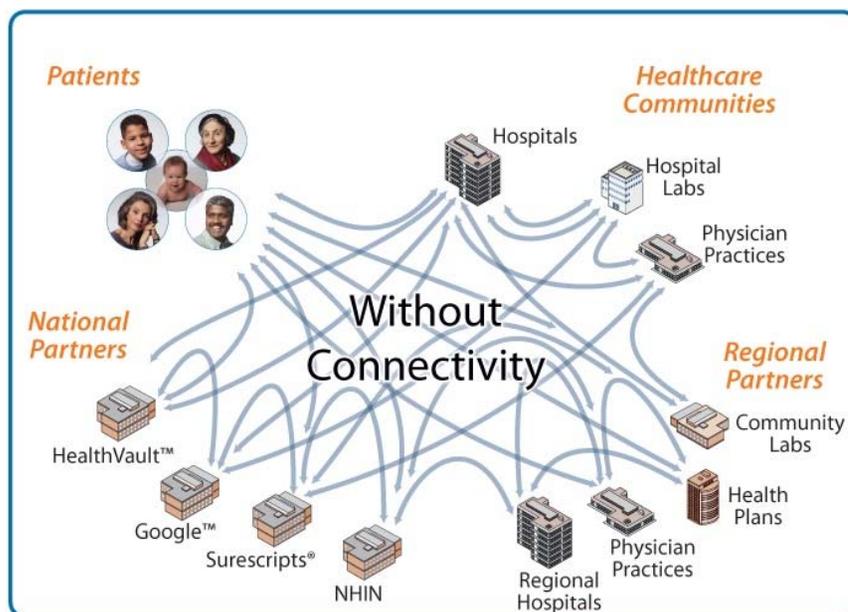


Connessione uomo-macchina
Connessione macchina-macchina

Virtual presence
Virtual education
Virtual healthcare



esplosione della richiesta di connettività → necessità di capacità di banda delle reti



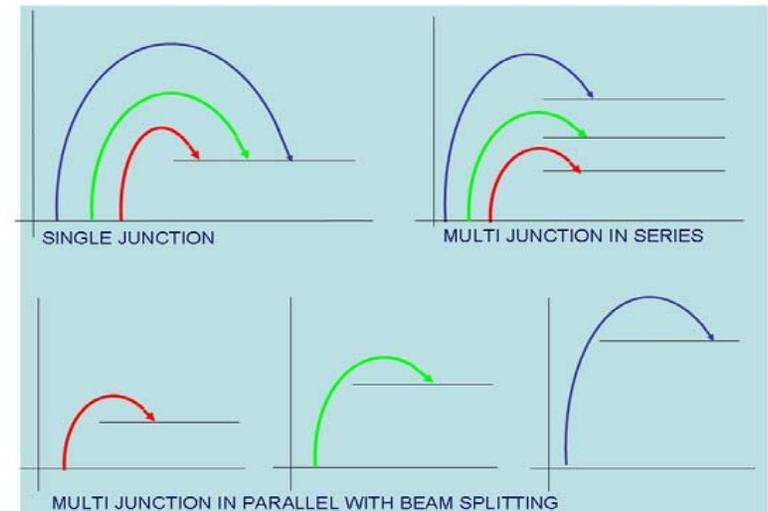
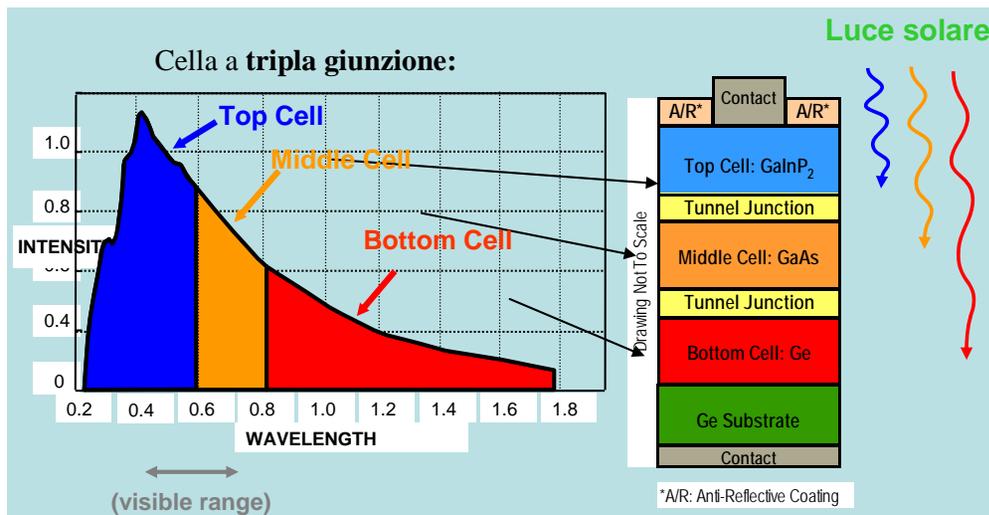
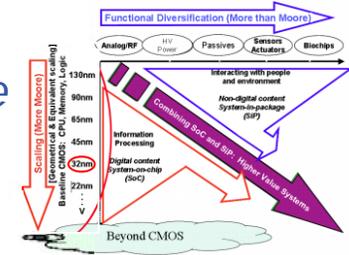
Source: EHM

Tecnologia Prioritaria 2

Tecnologie per applicazioni fotovoltaiche

Sistemi a concentrazione solare su selezione spettrale

Giunzione ottimizzata per le tre bande spettrali: efficienza → >35%
 Prossimo traguardo: →50%



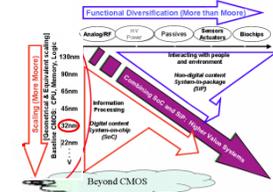
Rosso: Ge; Verde: GaAs; Blu: InGaP

Tecnologia Prioritaria 3

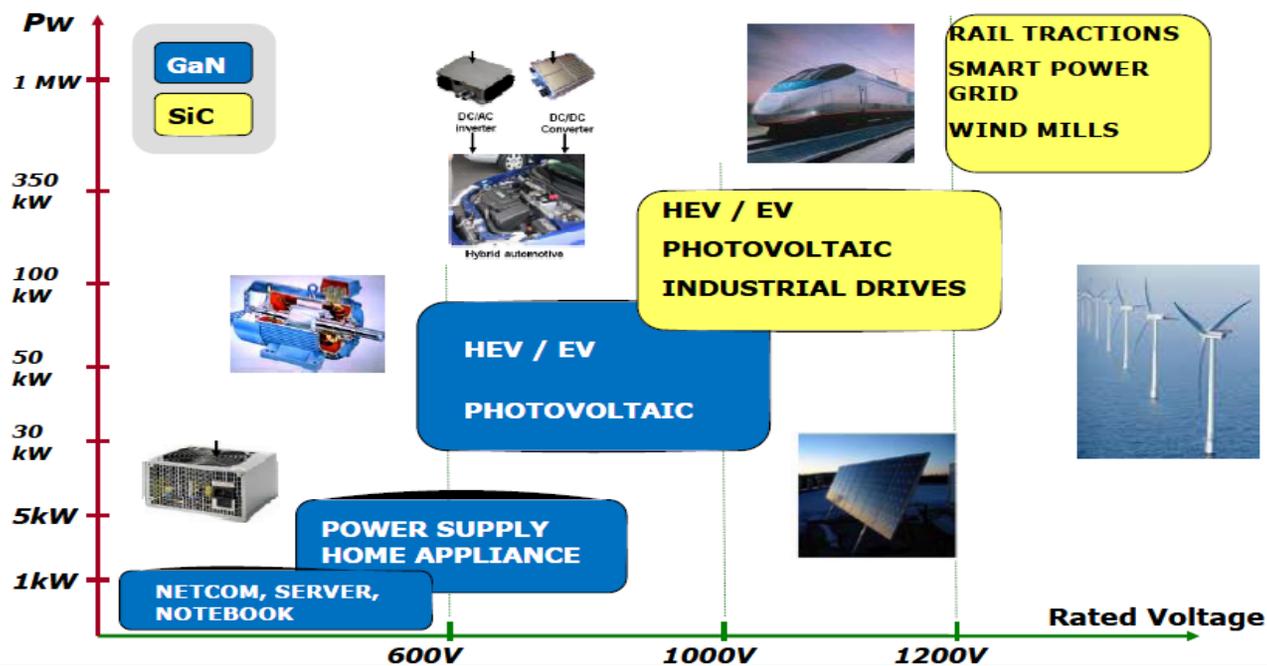
Tecnologie per materiali alternativi al silicio

Tecnologie per SiC e per GaN

Larga banda, tenuta in tensione, conducibilita`, stabilita` termica, capacita` in frequenza...



SiC & GaN - Main Application Map

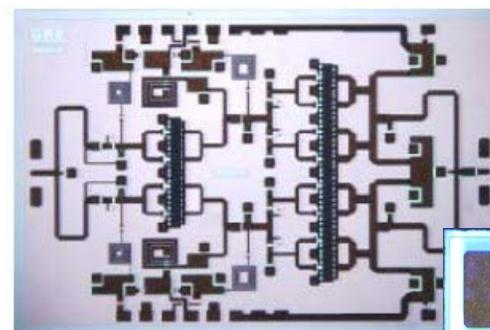


Tecnologia Prioritaria 3

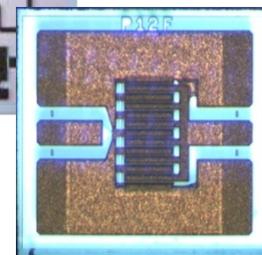
Dispositivi alta frequenza (microonde) per applicazioni radar

**GaAs, GaN/Si
and GaN/Sic
MMICs**

- HPA
- LNA
- RF Switch



X Band GaN HPA



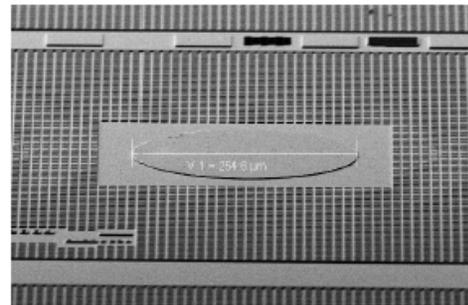
GaN HEMT

Tecnologia Prioritaria 4

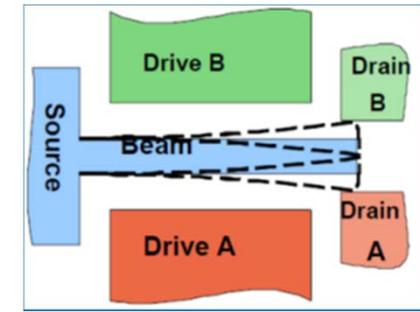
Tecnologie di Integrazione eterogenea

- Integrazione 3D di componenti passivi, elettromeccanici, di sistema
- Co-packaging componentistica fotonica

Hall with Integrated Magnetic Concentrator (HIMC)/up to 30A



Source: ST



NEM: Nano Electro-Mech. Switch
Source: Sematech

μ-PUMP COMPONENTS

FRONT CAP
- Wafer thickness 500μm
- 6 mask levels

- Rear silicon etch (400μm ± 100μm)
- 1 ECD Au growth (2μm)
- 1 TMAH cavity

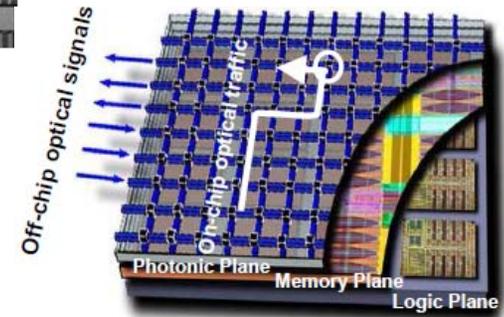
MIDDLE WAFER
- SOI (Handle = 400μm, BOX = 1μm, SOI = 15μm)
- 11 mask levels:

- Front/rear ECD Au growth (1μm each)
- Rear silicon etch (two steps 200μm each)
- Front silicon etch (15μm)
- Four I. Implantation (P, P+, P++, N+)

BOTTOM CAP
- Wafer thickness 500μm
- 5 mask levels

- 1 deep dry etch (500μm)
- 1 ECD Au growth (2μm)
- 1 TMAH cavity

MH DIVISION – Technology Design and Development – October '09



3D Stack, combining logic, memory and optical functions

Source: IBM

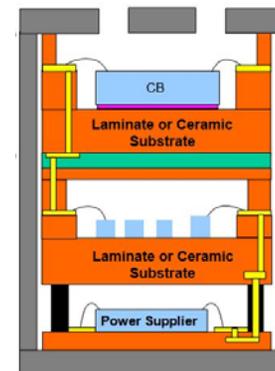
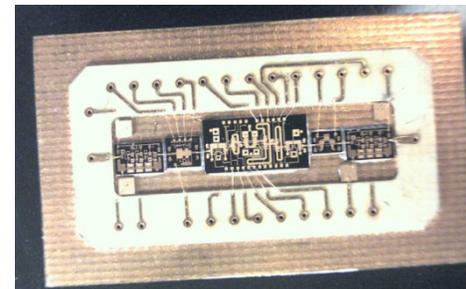
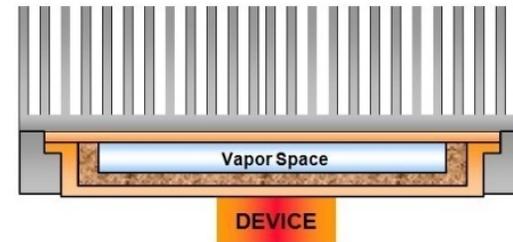
Tecnologia Prioritaria 4

Advanced Packaging for High Power Devices (composite materials, heat-pipes, active cooling systems, ...)

Low Cost Packaging (organic laminates, LCP, ...)

3D Packaging (new materials and integration processes, microwave design, ...)

Aluminum Heat Sink



3D Packaging

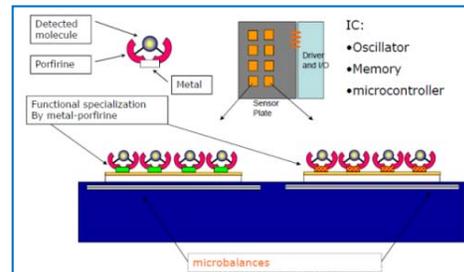
Tecnologia Prioritaria 5

Tecnologie per sensori

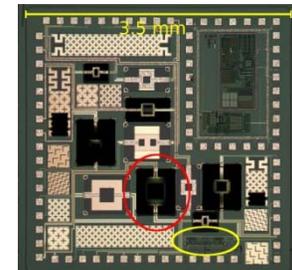
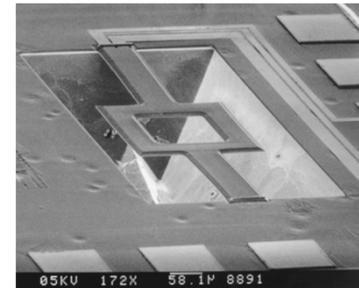
Sensori chimici, di pressione, acustici, magnetici, biologici, ottici

Sensore: interfaccia con l'ambiente

Sensori chimici o biologici elettro-meccanici : microbilance basate su strutture piezoelettriche o inerziali in silicio opportunamente funzionalizzate impiegabili per monitoraggio ambientale o biologico.



Microbalance. Source:ST



Sensori acustici o di pressione in silicio basati sulla variazione di capacità tra una membrana e una struttura fissa → microfono microlavorato, touch, diagnostica...



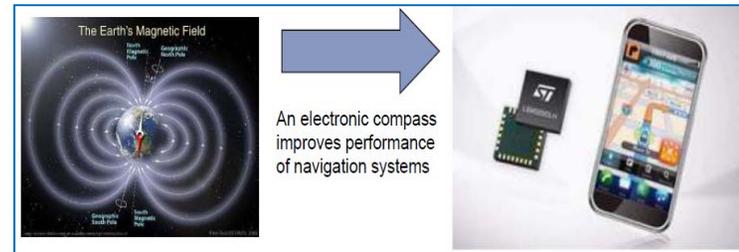
Microfono in silicio. Source:ST



Non-invasive solution for continuous monitoring of intraocular pressure.

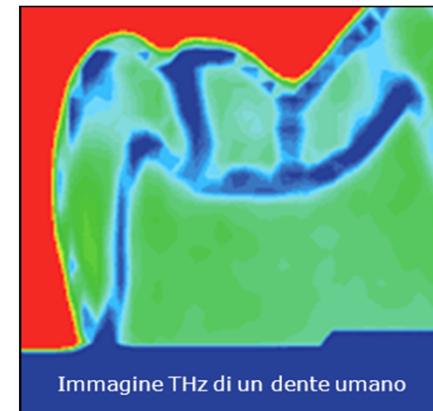
Tecnologia Prioritaria 5

Sensori magnetici per monitoraggio di corrente senza contatto o come bussole magnetiche basati sull'integrazione su silicio di film magnetici sottili (leghe di Cobalto).



Sensori ottici ed elettro-ottici per analisi superficiali, ambientali, biologiche

- a frequenze THz (IR lontano) per analisi strutturali e superficiali di materiali non conduttivi e per la rivelazione di alcuni materiali esplosivi
- basati su filtrazione ottica, oppure assorbimento IR selettivo, oppure microrings resonators dove gli effetti ottici dipendono dalla sostanza agganciata da strutture funzionalizzate.



Sensore ottico THz
Source:SELEX ES

Tecnologia Prioritaria 5

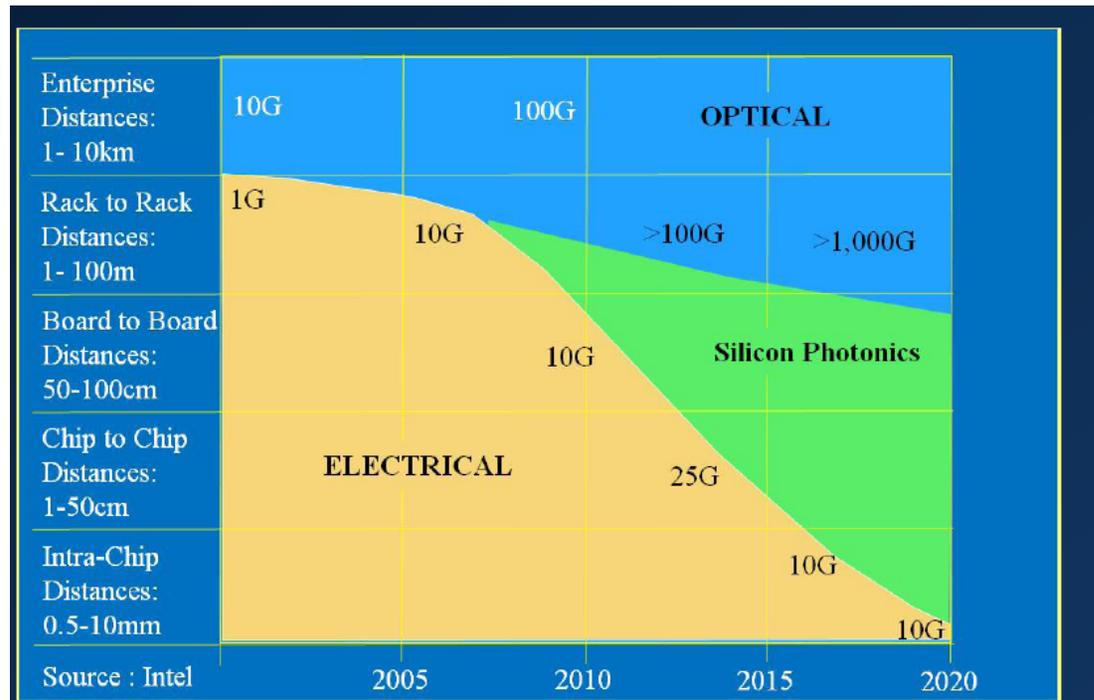
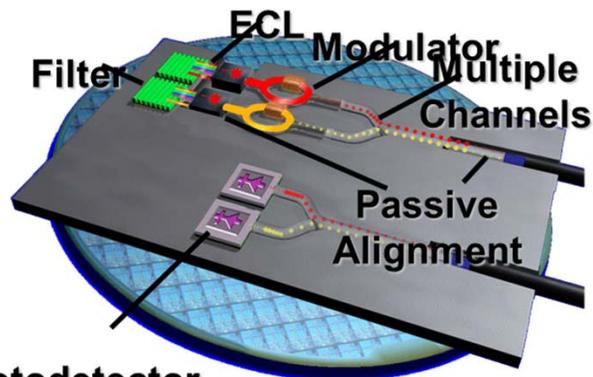


Tecnologia Prioritaria 6

☐ Silicon Photonics

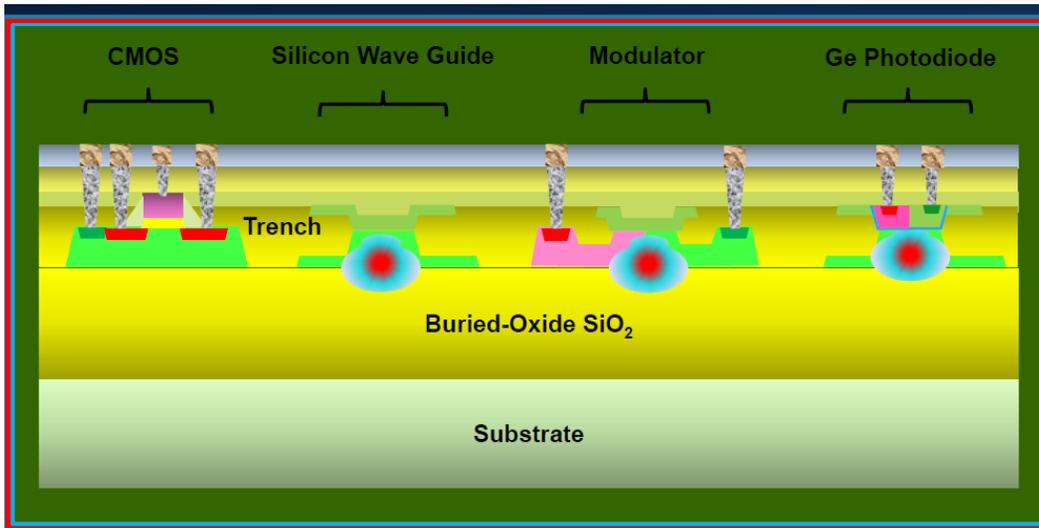
☐ *Integrazione ibrida elettronica/ottica e sottosistemi optoelettronici e fotonici*

Integrazione di componenti ottici e fotonici con piattaforme CMOS su substrati SOI per superare il limite fisico della trasmissione elettrica su distanze >50 cm con rate >20 Gbs.

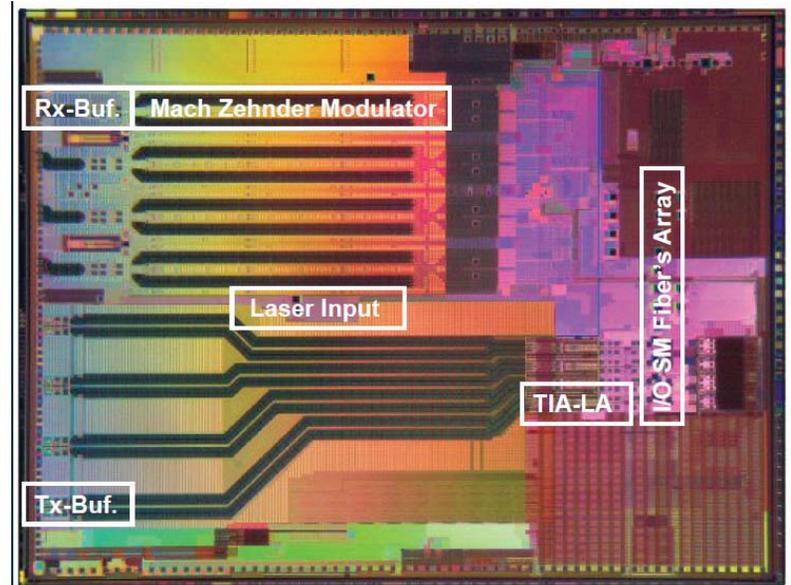


- Communications based on Copper are approaching their intrinsic limits
- Hybrid 2D-3D Photonics cannot meet the long term spec requirements
- Silicon Photonics can fill the gap

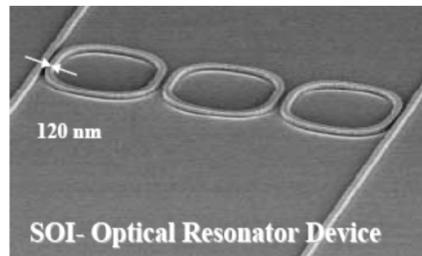
Tecnologia Prioritaria 6



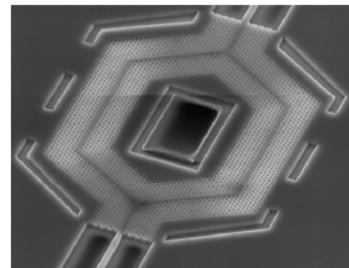
- Silicon On Insulator (SOI) wafers for light confinement
- Photonic devices realized in the Silicon Epitaxial layer



Source : Luxtera



Microring resonators



LiNbO₃ Photonic Crystals

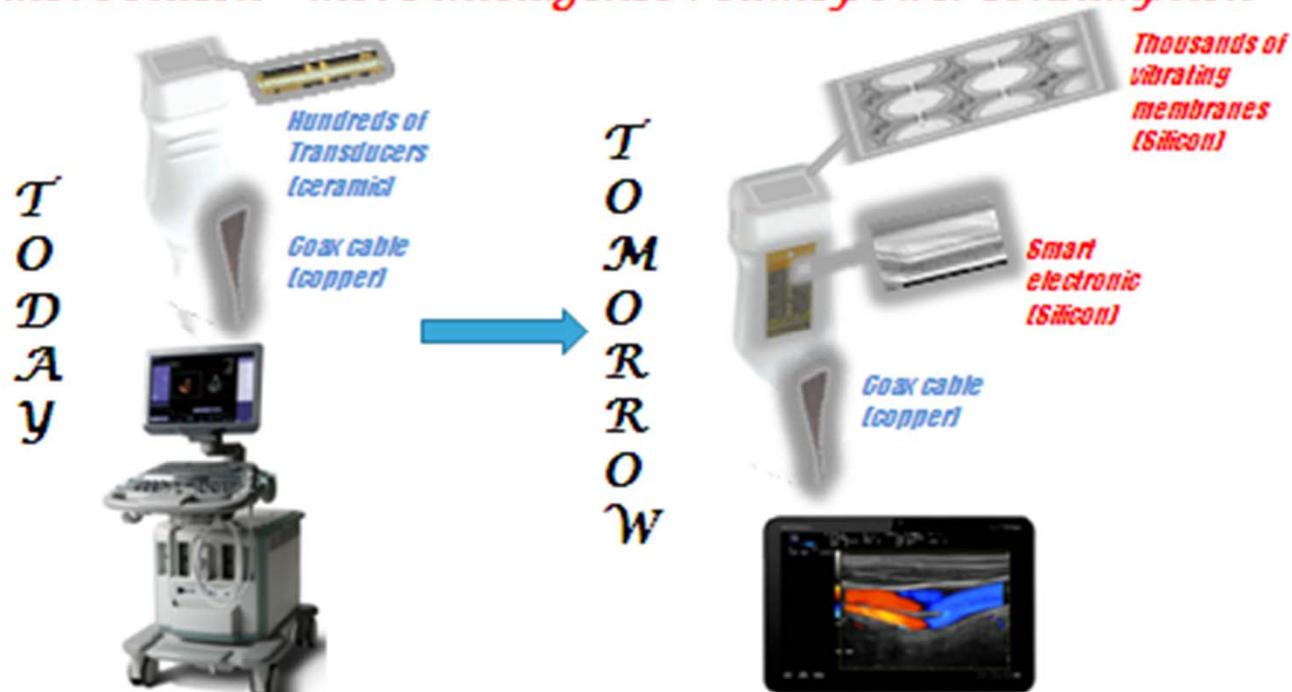
Source: Selex ES

Case study: new ultrasound concept

Ultrasound equipment evolution

Ultrasound probe evolution formula

more silicon = more intelligence + same power consumption



Ultrasound equipment evolution formula

The smarter the probe, the lighter the machine the cheaper the system



Case study: new ultrasound concept

Why portable ultrasound devices ?



Developing countries
primary medical care



Point of care



Emergency care
military



Emergency care civil



***Grazie a tutti
per
l'attenzione e
la pazienza***