



Nuovo laboratorio Cleanroom Wet della Sezione INFN di Pisa

Federico Paolucci

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, Pisa, Italy

25 Maggio 2024

laboratorio CR WET: esigenza



BULLKID-DM

CSN2

RL: D. Nicolò

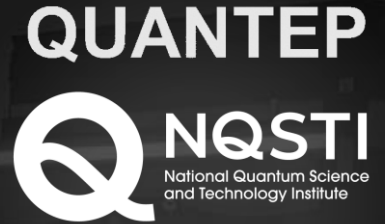
Attività: KIDs per materia oscura



CSN5

RL: G. Lamanna

Attività: Qubits per materia oscura



CSN5

RL: F. Spinella

Attività: Qubit ottici

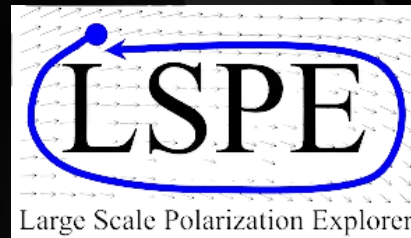
micro/nano-fabbricazione di dispositivi criogenici/quantistici (e non solo)



CSN2

RL: G. Signorelli

Attività: TESs per CMB



CSN2

RL: A. Tartari

Attività: TESs per CMB

UTMOST

CSN5

RN: F. Pilo

Attività: MPGD per atomi neutri

sinergia con il DRD5 del CERN

Sforzo collettivo per sviluppo di detector quantistici per fisica delle particelle

Network di 79 istituzioni di ricerca in 22 paesi

Condivisione di competenze e infrastrutture

Da Pisa: 10 ricercatori partecipanti (4 INFN, 6 UniPi)

**Collaborazione Superconducting Quantum Materials and Systems (SQMS)
del FermiLab (~20 ricercatori)**

INFN sinergia con il Dipartimento di Fisica

unione delle competenze oltre a quelle “*tradizionali*”

le nuove frontiere della fisica delle interazioni fondamentali sono

basse energie: μeV – keV (materiali oscura)

basse potenze: fW – pW (CMB)

detection che sfrutta **nuovi fenomeni fisici** e **dispositivi stato dell'arte**

competenze miste materia condensata/interazioni fondamentali:

disegno

fabbricazione

misura

analisi dati

modellizzazione

sinergia con il Dipartimento di Eccellenza

Uno dei focus: Detection di cosmologia e interazioni fondamentali attraverso nuove tecnologie

Assunzione di **nuovo personale**

Attivazione di **nuovi corsi** su tecnologie innovative per fisica delle interazioni fondamentali

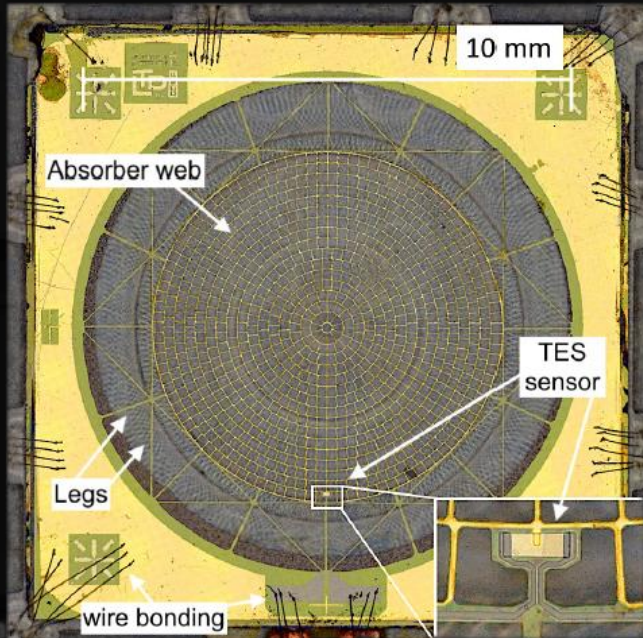
Quantum technologies for Fundamental Interactions Physics

Detection techniques: from Lab to Space

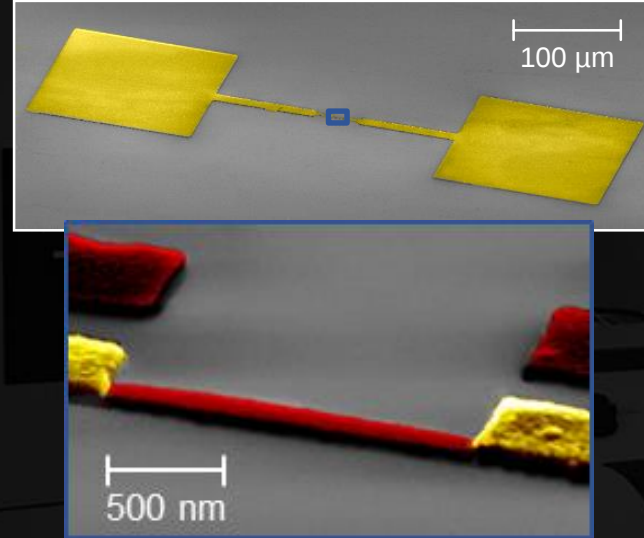
Potenziamento dell'**infrastruttura di ricerca** (nano-fabbricazione e misura)

concetto di micro- e nano-fabbricazione

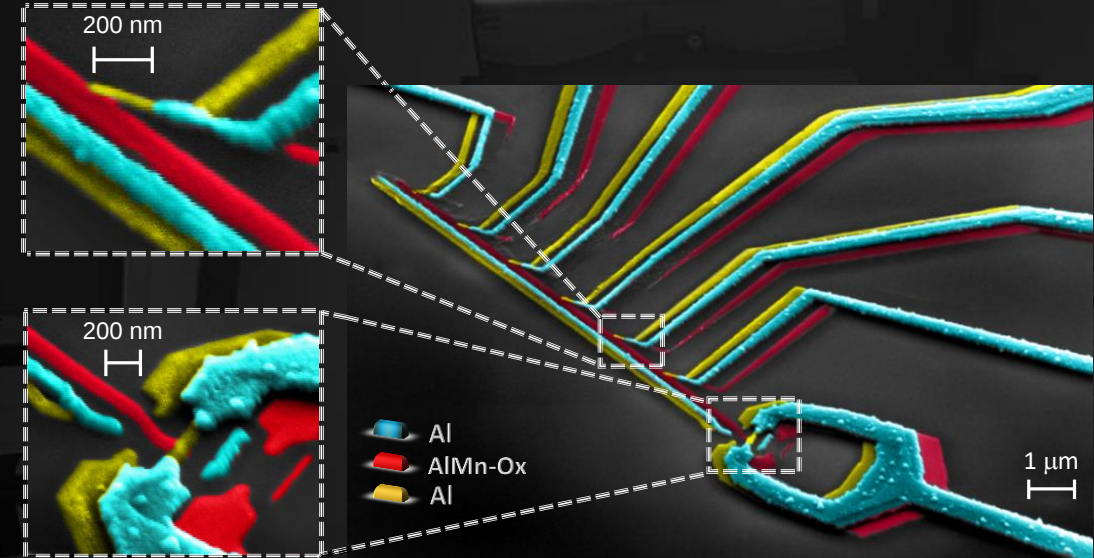
Produzione di **dispositivi** elettronici, ottici, meccanici, fluidici ecc. di **dimensioni** caratteristiche dell'ordine dei **micrometri** o **nanometri**



TES per LSPE
F. Gatti, INFN Genova



JES o nano-TES
PR Appl. 14, 034055 (2020)
F. Paolucci



Valvola e memoria termica superconduttiva
Nat. Phys. 18, 627-632 (2022)
F. Paolucci

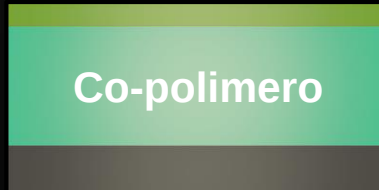
Utilizzo di diverse tecniche di crescita, litografia, evaporazione, etching...

concetto di micro- e nano-fabbricazione

Vista laterale

1) spin-coating resist

PMMA/Fotoresist



Co-polimero

SiO_2

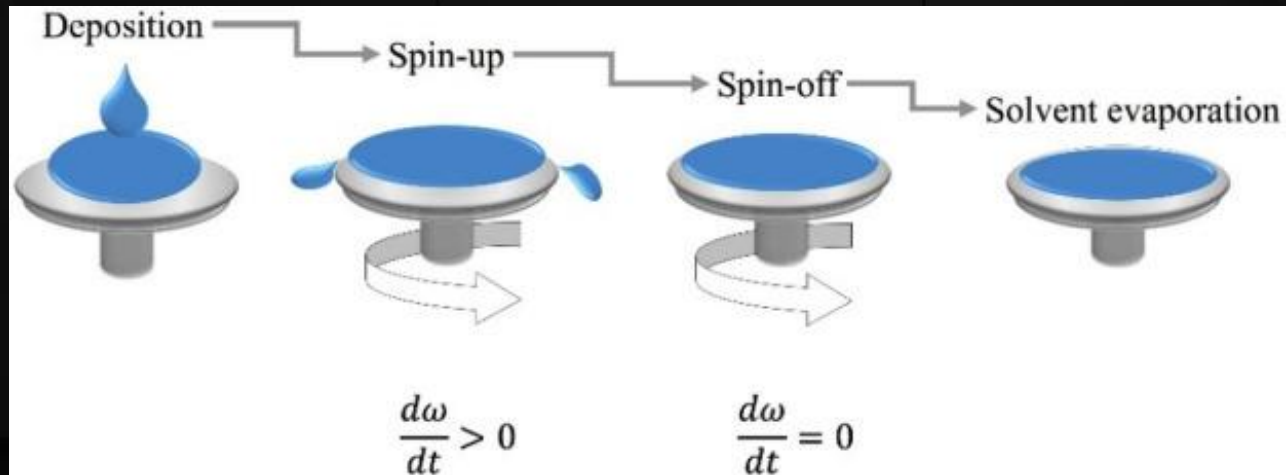
Vista dall'alto



Substrato



spin-coating



Spin-coater Laurell

Massima velocità 12000 rpm
Wafer da 100 mm

@INFN in 2-3 mesi
PRIN2022 - EQUATE
RL: F. Paolucci
Costo ~12kEuro



Cappa chimica per solventi Spin-coater

Massima velocità 6000 rpm
Wafer da 100 mm

Piastra riscaldata



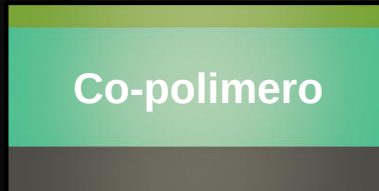
@CR WET

concetto di micro- e nano-fabbricazione

Vista laterale

1) spin-coating resist

PMMA/fotoresist



SiO_2

2) litografia



Vista dall'alto



Substrato



litografia

Litografia a fascio elettronico

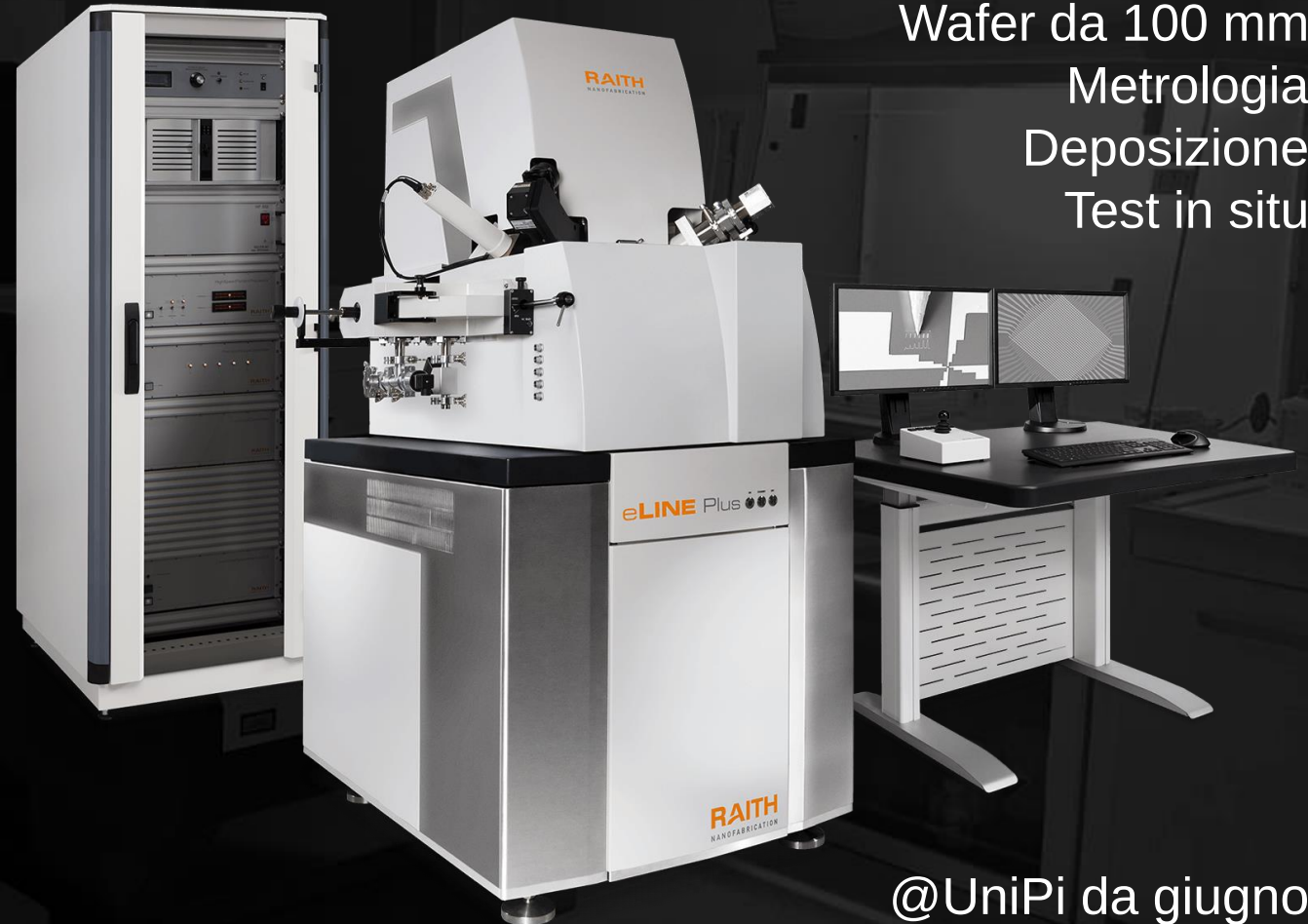
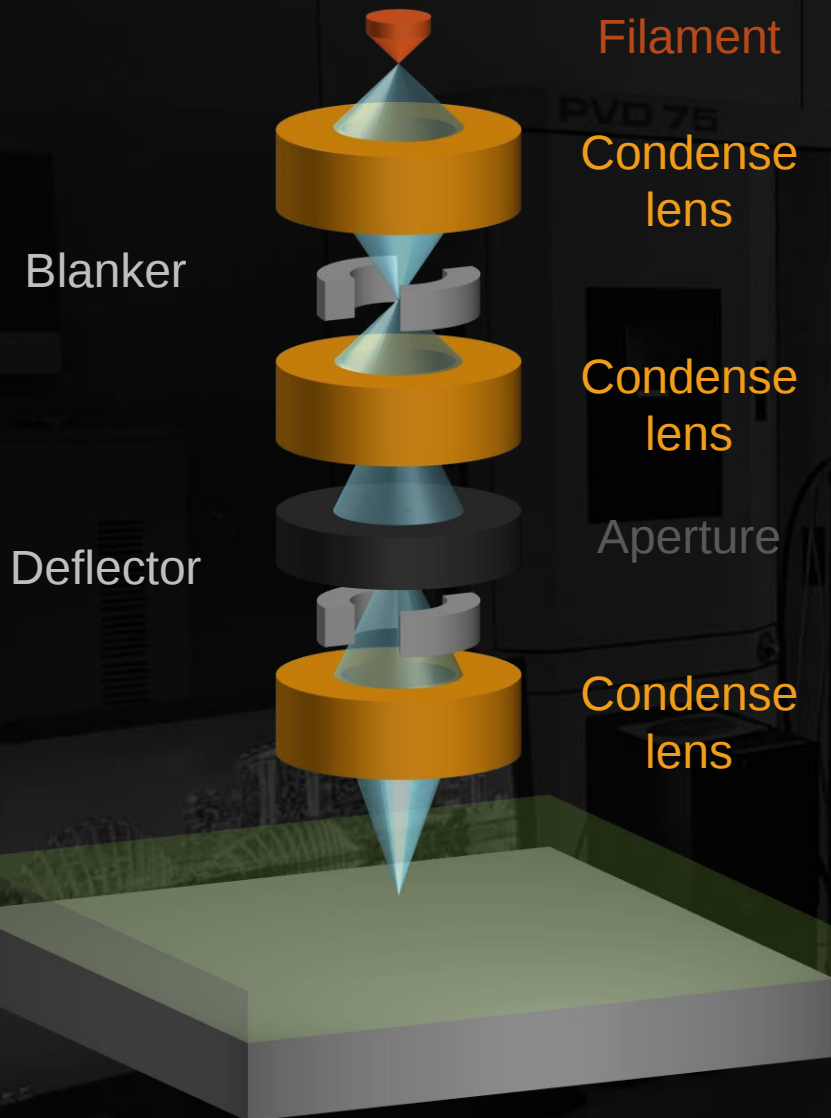
Risoluzione < 5 nm

Wafer da 100 mm

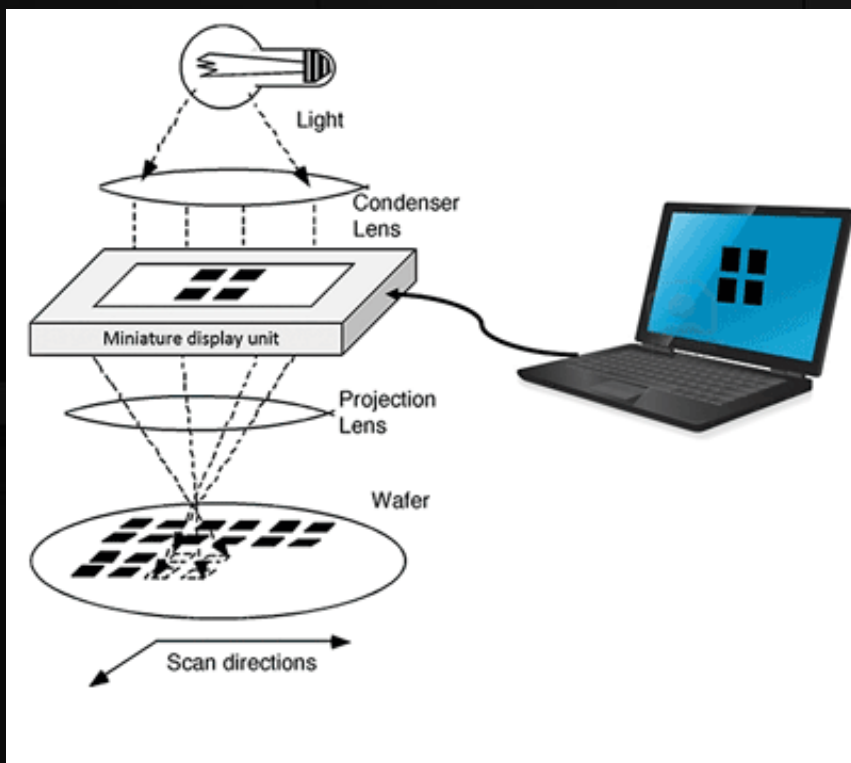
Metrologia

Deposizione

Test in situ



litografia



Litografia ottica (laser writer)

Risoluzione ~ 800 nm

Wafer da 100 mm

Possibilità di allineamento manuale

Disegno CAD della struttura

No maschere fisiche ma scansione del laser

Laser UV (~300 nm)

Tempi di disegno rapidi



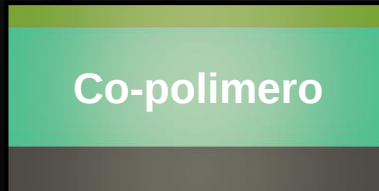
@CR WET

concetto di micro- e nano-fabbricazione

Vista laterale

1) spin-coating resist

PMMA/Fotoresist



SiO_2

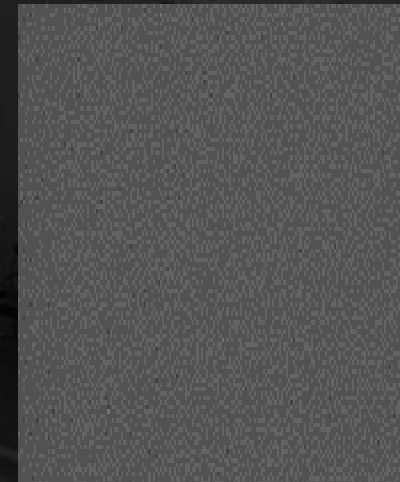
2) litografia



Vista dall'alto



Substrato



concetto di micro- e nano-fabbricazione

Vista laterale

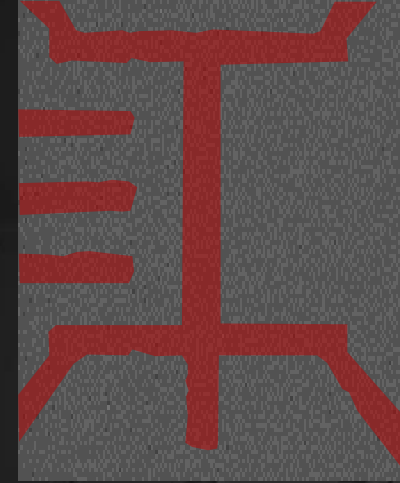
3) prima evaporazione



Vista dall'alto



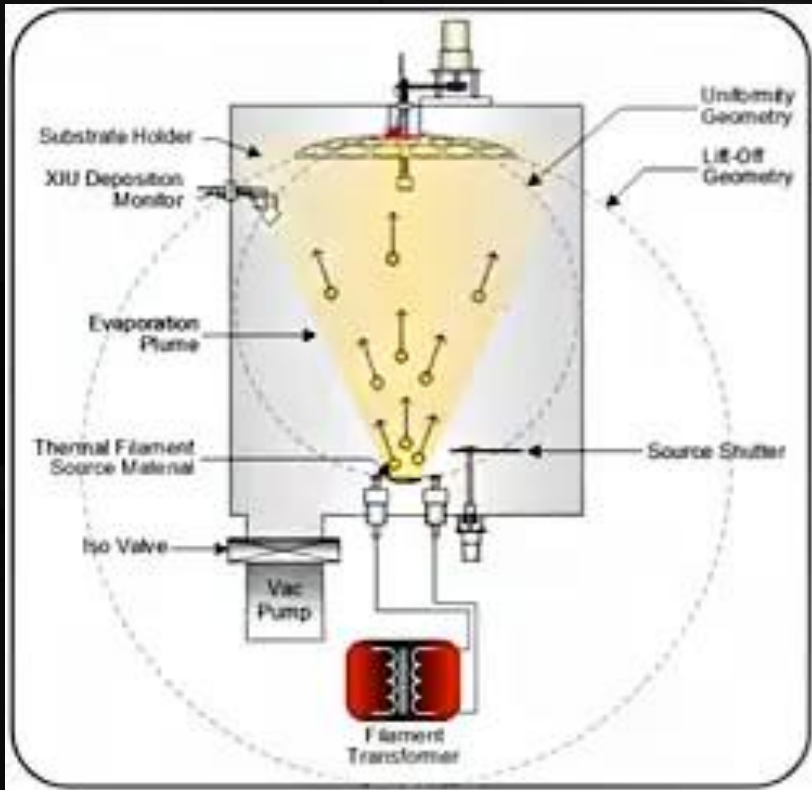
Substrato



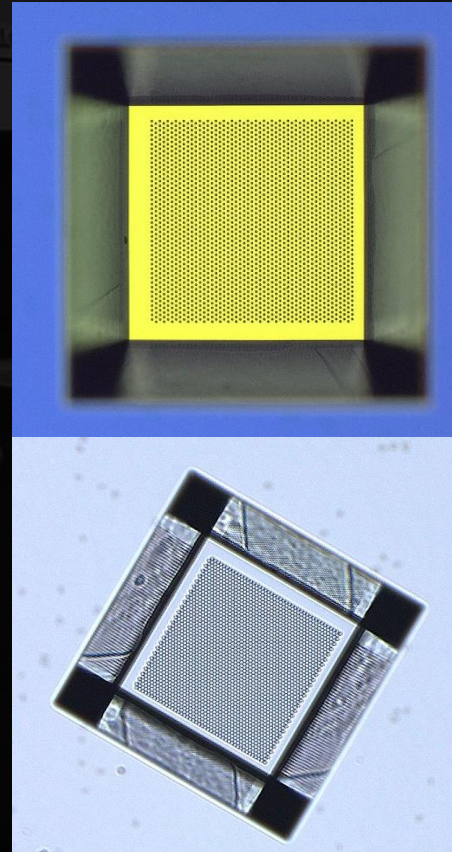
evaporazione

Evaporazione termica KJL-PVD75

Vuoto limite 10^{-6} mbar
4 barchette per metalli
2 evaporatori per polimeri



Campione a faccia in giù
Corrente scalda barchetta
Evaporazione di metalli



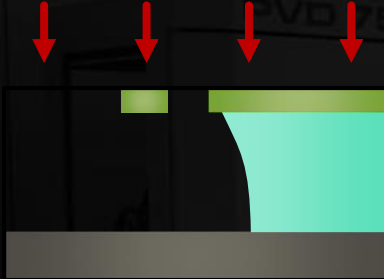
Membrana di SiN per progetto UTMOST coperta da ~170 nm di Al

@ CR WET

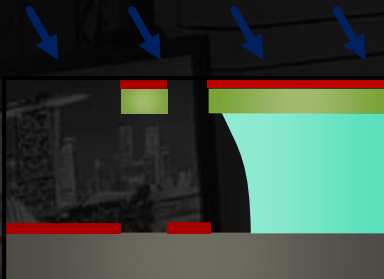
concetto di micro- e nano-fabbricazione

Vista laterale

3) prima evaporazione



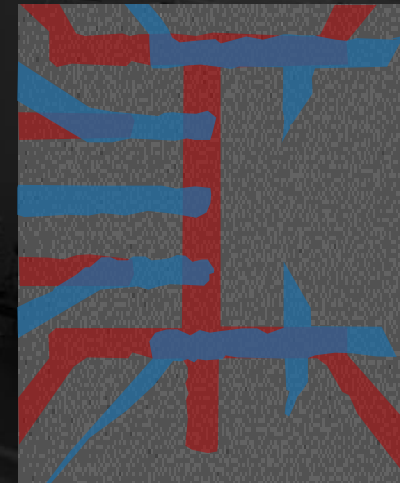
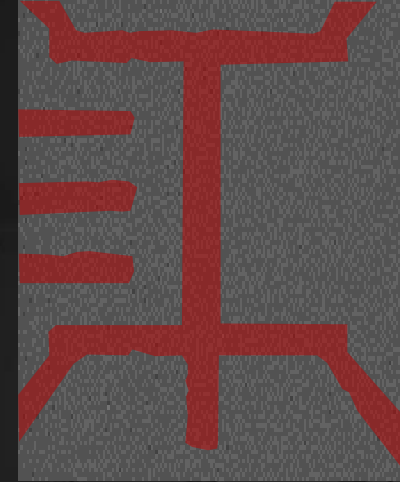
4) seconda evaporazione



Vista dall'alto



Substrato



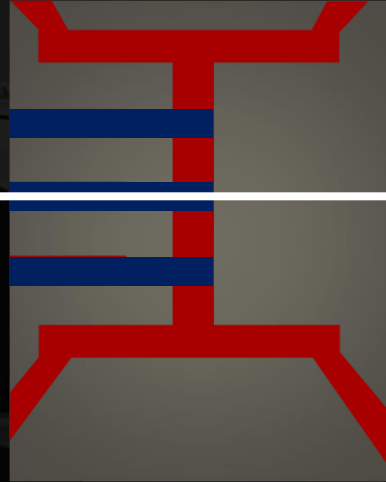
concetto di micro- e nano-fabbricazione

Vista laterale

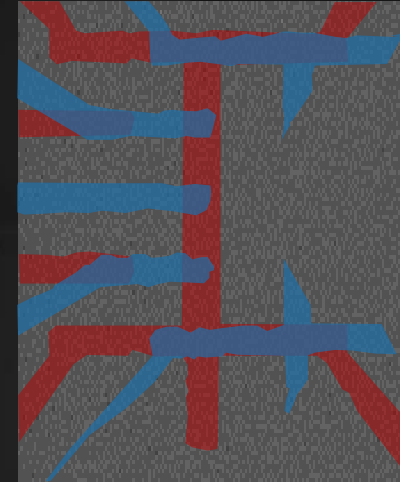
5) lift-off



Vista dall'alto



Substrato



Cappa chimica

2 sonicatori

Solventi per resist
Vetreria e consumabili

@ CR WET

microscopia ottica

20X

Stitching 400X

PNRR – Progetto ETIC
RL: F. Frasconi
Costo ~75kEuro

24/05/2024

2024/05/22 9:11:50 AM
Magnification: X2500.0

Grafene
singolo strato atomico di carbonio

10µm

2024/05/22 9:12:57 AM
Magnification: X2500.0

10µm

Consiglio di Sezione INFN Pisa

Keyence VHX-7000
Ingrandimento 20X-2500X
Fuoco e stage motorizzati
Analisi 3D



@Clean room INFN

microscopia a fascio elettronico

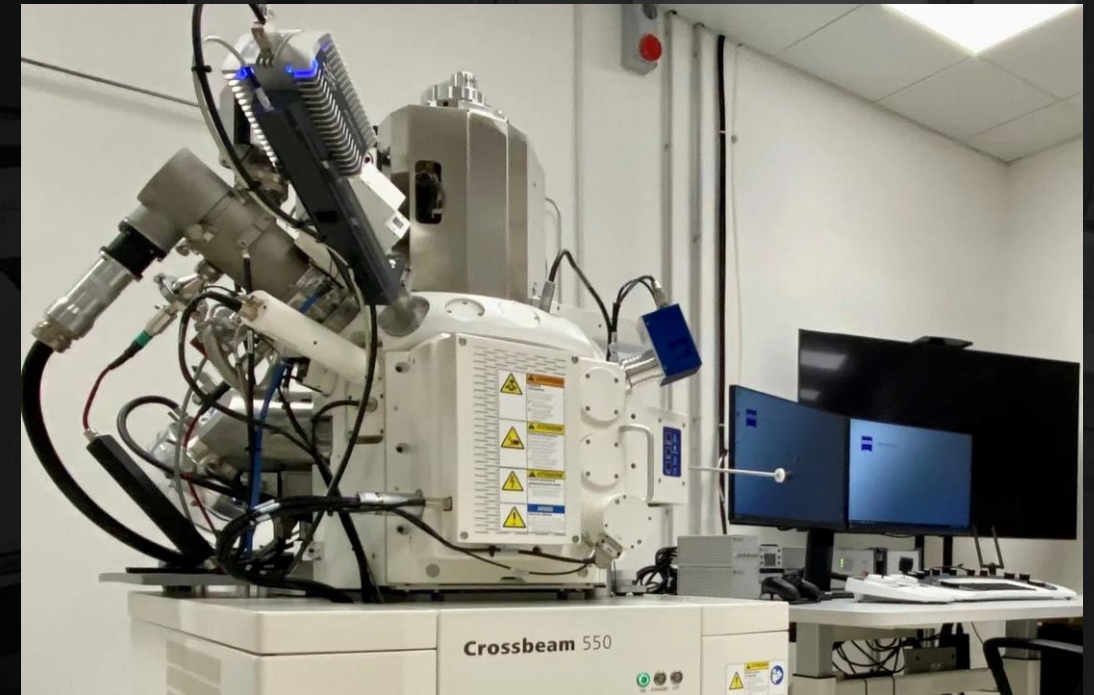
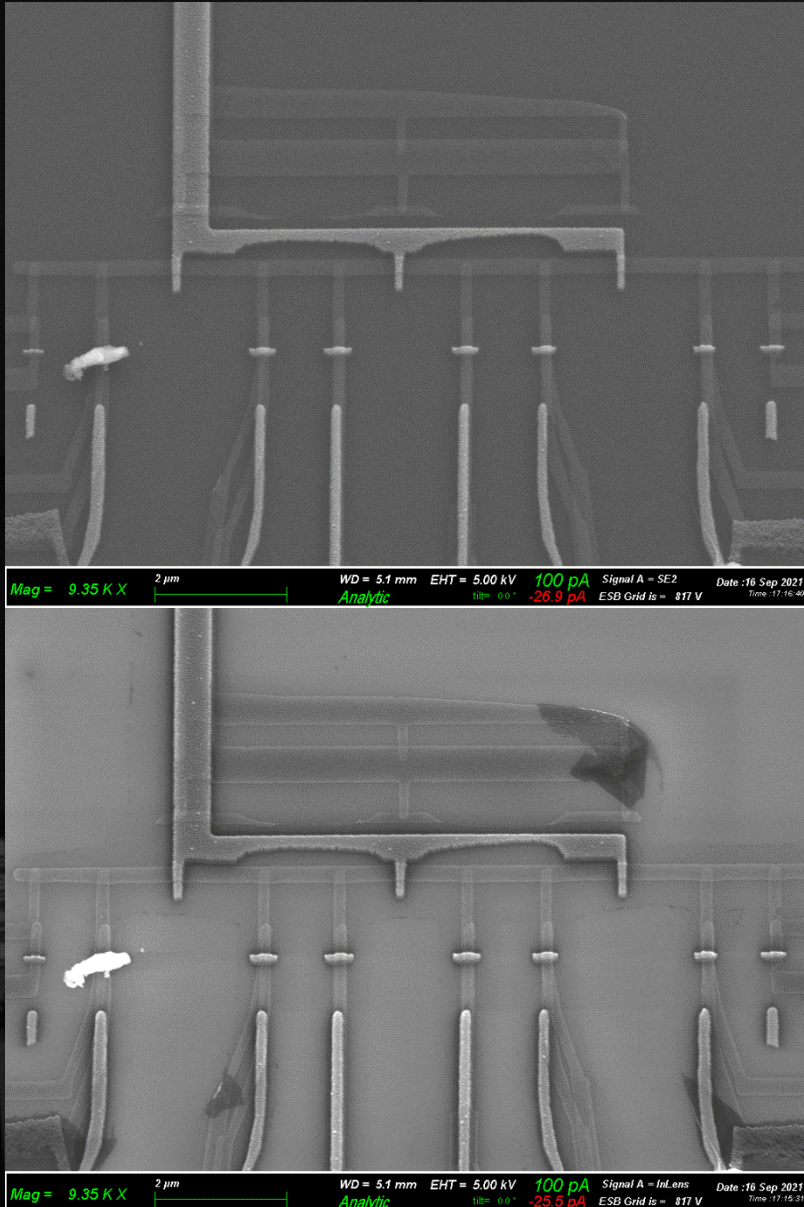
Microscopio elettronico a scansione

Risoluzione < 5 nm

Analisi chimica raggi-x

Deposizione

FIB



CISUP @INFN

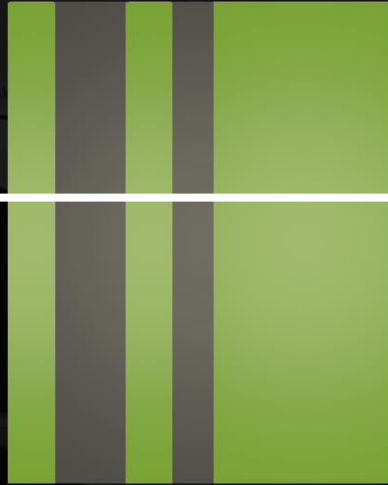
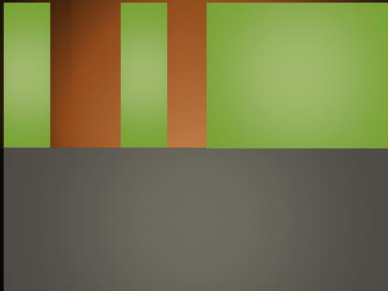
24/05/2024

Consiglio di Sezione INFN Pisa

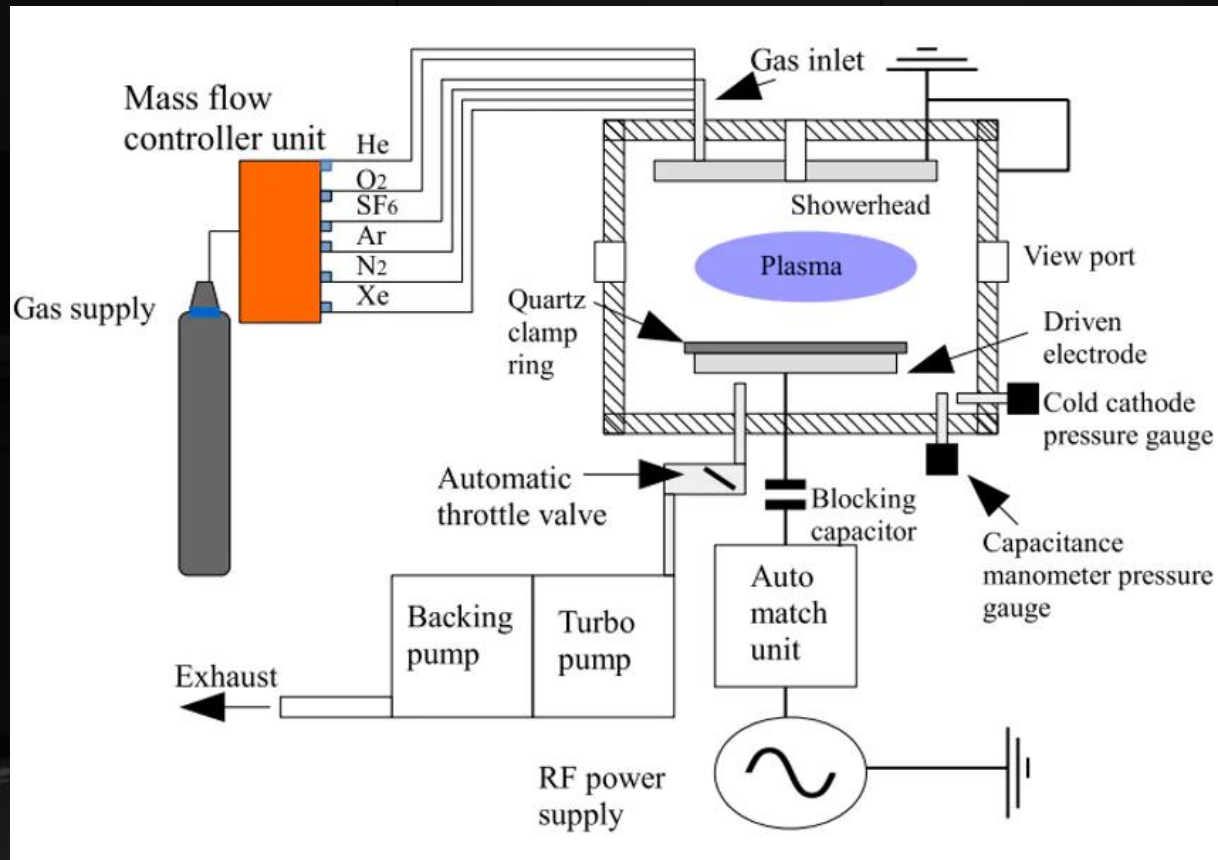
18

come posso scavare?

1) reactive ion etching



reactive ion etching



Gambetti Falcon

4 gas

Plasma ossigeno (pulizia superfici)

Fluorine: etching metalli e silicio



PNRR – Progetto QUANTEP

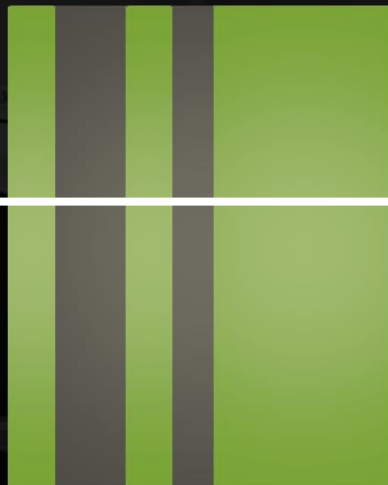
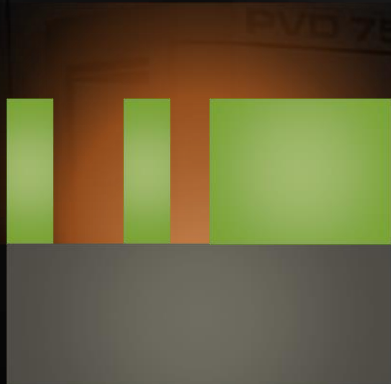
RL: F. Spinella

Costo ~100kEuro

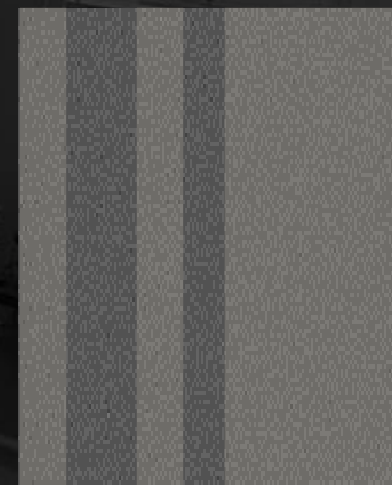
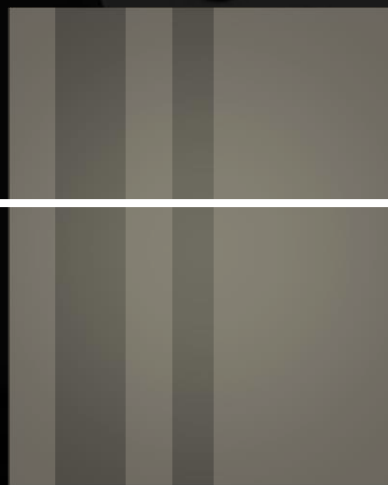
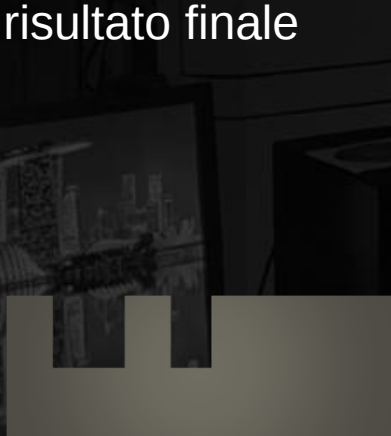
@CR WET in alcuni mesi

come posso scavare?

1) reactive ion etching



2) risultato finale



laboratorio CR WET

~50 m² di camera pulita ISO7 (classe 10000)

attualmente attrezzata per micro-fabbricazione

cappa chimica: spin-coater*, piastra riscaldata* e sonicatori

litografia ottica: mask aligner* e laser writer

evaporazione termica di metalli e polimeri*

forno per cottura

reactive ion etching (etching silicio e metallic, pulizia superfici)

*Dipartimento di Fisica UniPi e CNR

24/05/2024

Consiglio di Sezione INFN Pisa



Come accedere a CR WET

E' UN LABORATORIO CONDIVISO: SIETE TUTTI BENVENUTI

Previa visita medica per rischio chimico (chi è già radioprotetto è coperto)

- Richiesta di accesso al responsabile (federico.paolucci@pi.infn.it)
- Training di accesso alla stanza (1h) e di utilizzo delle strumentazione (variabile)
- Utilizzo in autonomia della strumentazione

NON ESISTE UN SERVIZIO: massima libertà di svolgere le attività in autonomia

micro/nano fabbricazione Area Potencorvo

micro fabbricazione

Laboratorio CR WET (INFN)

cappa chimica

spin-coater

litografia ottica

evaporazione termica

reactive ion etching

Clean room (INFN)

microscopio ottico

nano fabbricazione

Flex wall (UniPi)

cappa chimica

spin-coater

litografia a fascio elettronico

ispezione e milling

CISUP @ INFN

FIB/SEM

Interesse per LITOGRAFIA A FASCIO ELETTRONICO @UNIFI?

F. Paolucci (federico.paolucci@pi.infn.it)
C. Puglia (claudio.puglia@pi.infn.it)

FIB/SEM @CISUP?

A. Tartari (andera.tartari@pi.infn.it)

Formazione ed utilizzo in autonomia