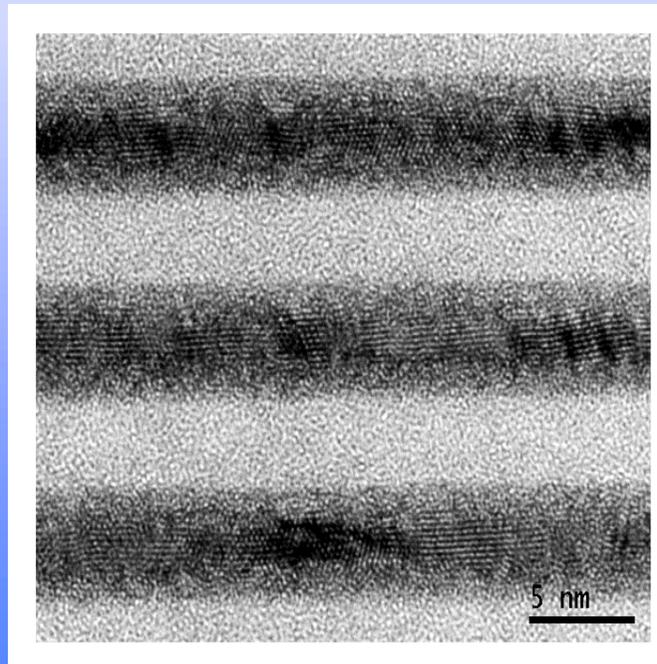


# **MIRRORS**

*EUV LAYERS ON COLLECTOR OPTICS ELEMENTS*

**Valentino Rigato**

*INFN - Laboratori Nazionali di Legnaro - ITALY*



# **MIRRORS**

**EUV LAYERS ON COLLECTOR OPTICS ELEMENTS  
2005-2006 LNL**

## **Scopo:**

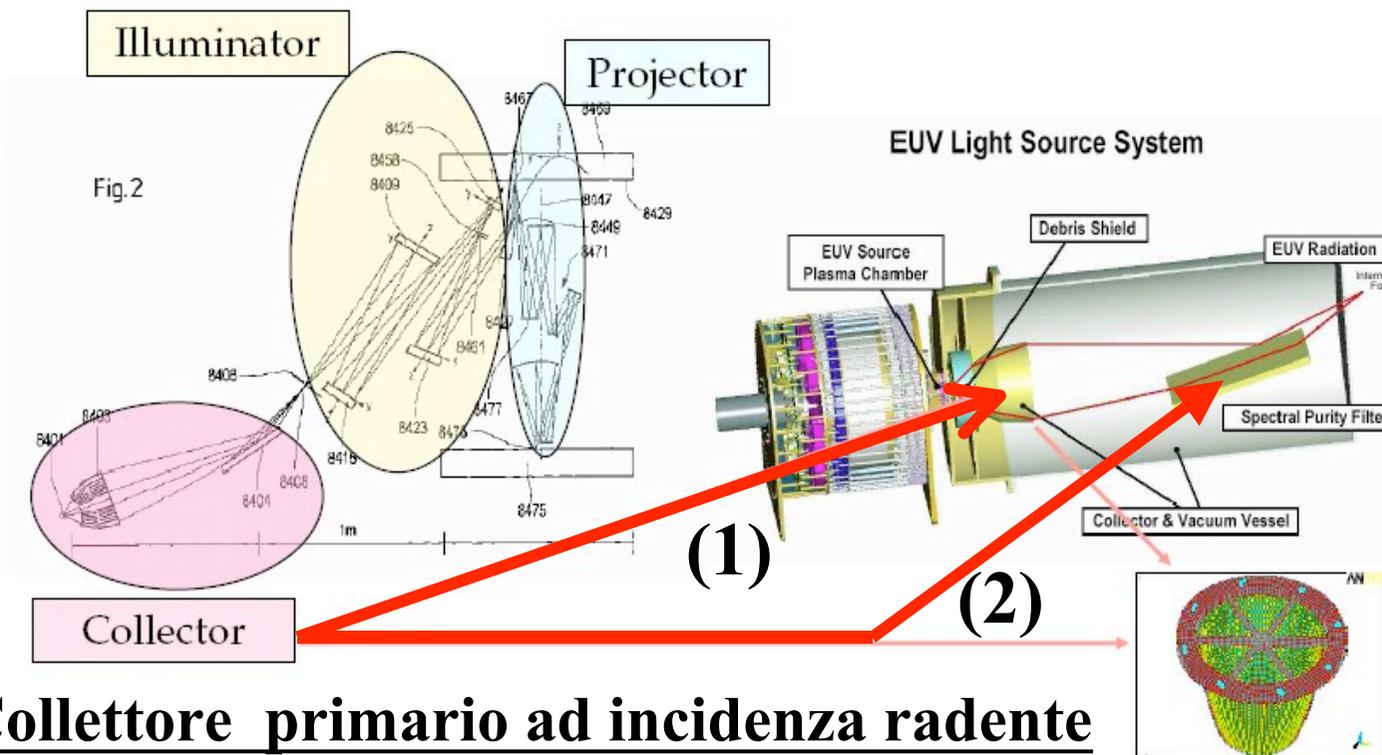
- **Realizzazione e test di rivestimenti riflettenti alla lunghezza d'onda di 13.5 nm per sistemi ottici di raccolta e focalizzazione di radiazione EUV in macchine per Nano-Litografia Proiettiva di nuova generazione in collaborazione con Intel- Media Lario srl (Como)**

# Rivestimento delle ottiche del collettore di radiazione EUV con film ad alta riflettanza a 13.5 nm



## EUV Lithography

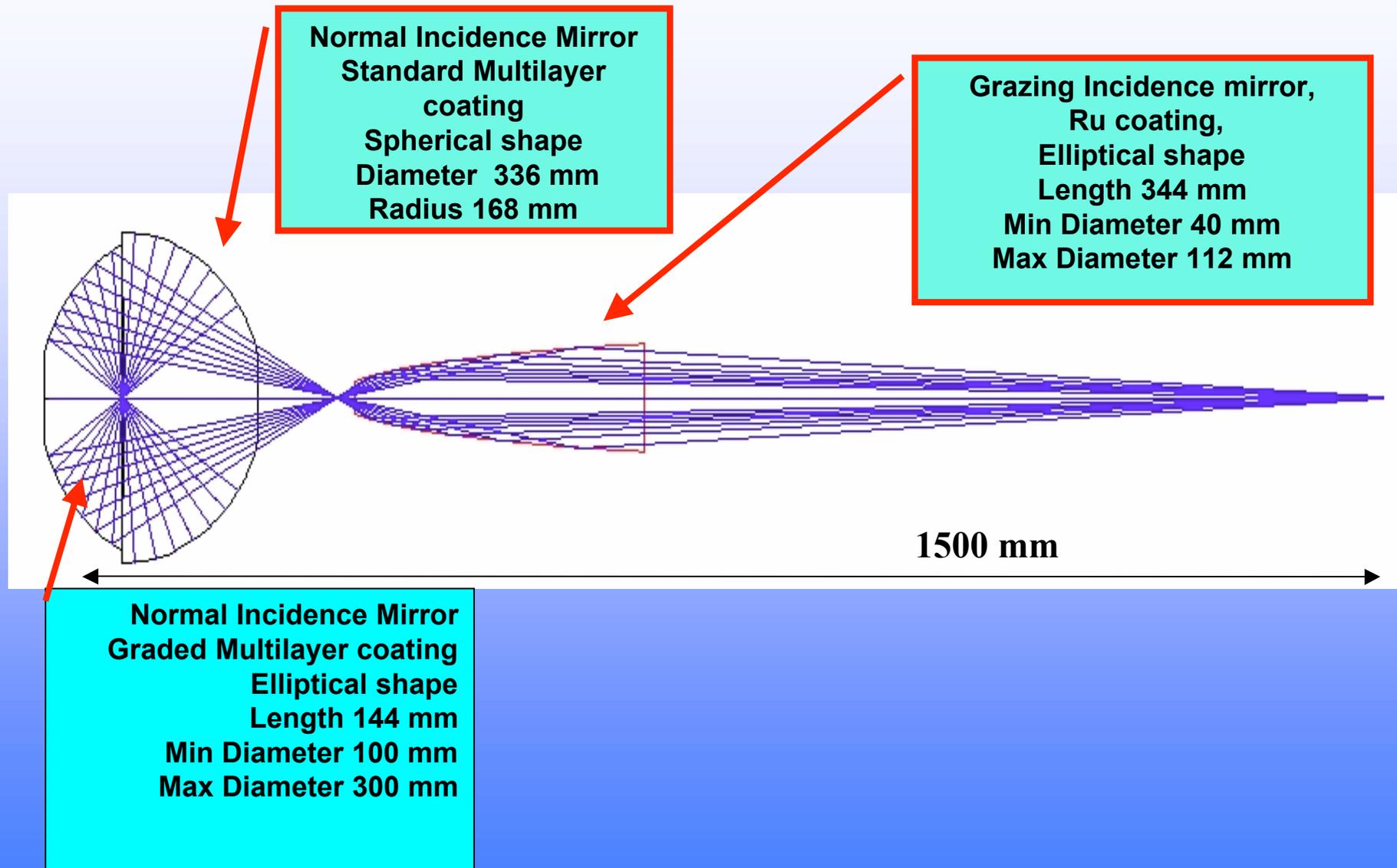
### Optics for EUV Lithography



(1) Collettore primario ad incidenza radente

(2) Specchio collimatore ad incidenza normale

# Rivestimento delle ottiche del collettore di radiazione EUV con film ad alta riflettanza a 13.5 nm

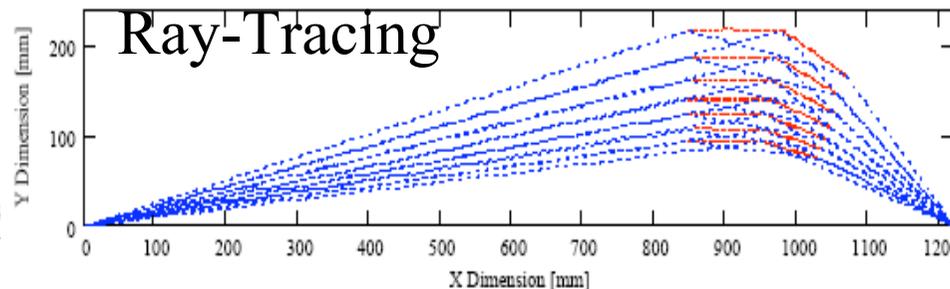
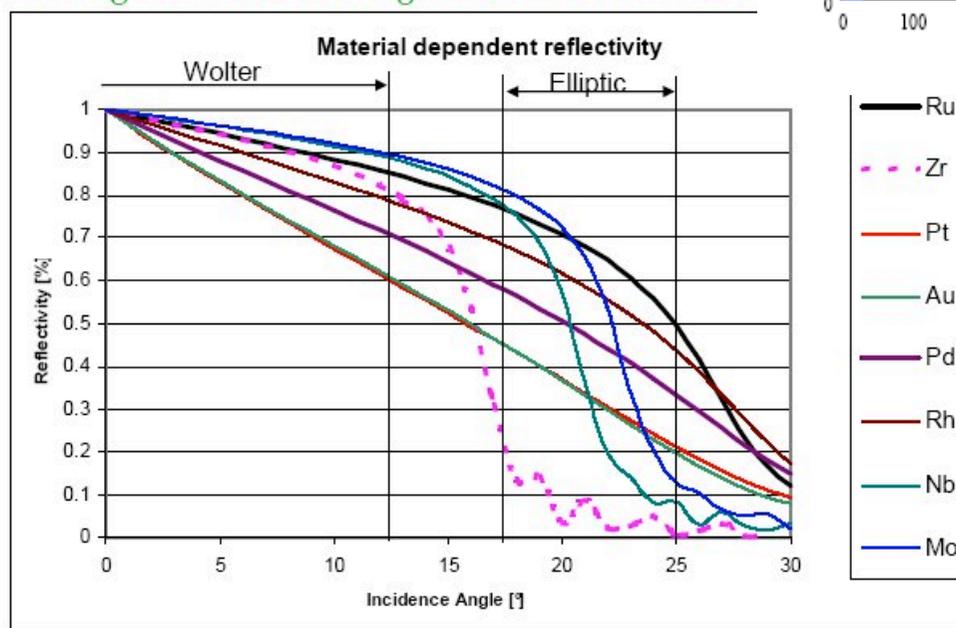


# Collettore primario di radiazione EUV a 13.5 nm

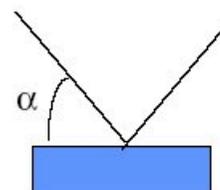


**Obiettivi:** ottimizzare la riflettanza per angoli di incidenza tra 0 e 25° mediante sputtering di uno o più strati sottili in combinazione

Grazing Incidence Coating: Selection of materials



Dimensioni tipiche



Data taken from Center for X-Ray Optics (CXRO) at the [Lawrence Berkeley National Laboratory \(LBNL\)](#)

Reference

B.L. Henke, E.M. Gullikson, and J.C. Davis. *X-ray interactions: photoabsorption, scattering, transmission, and reflection at E=50-30000 eV, Z=1-92, Atomic Data and Nuclear Data Tables Vol. 54 (no.2), 181-342 (July 1993).*

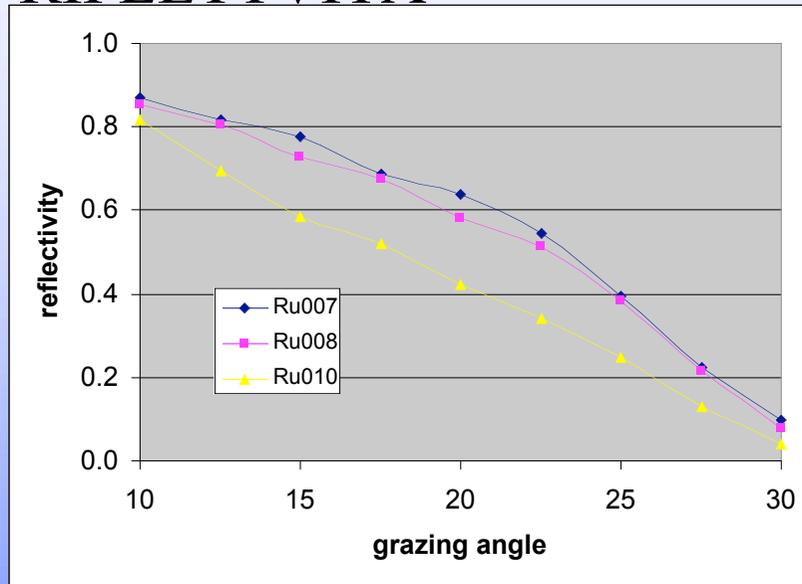
## (1) Materiali per Collettore primario ad incidenza radente

# Collettore primario di radiazione EUV a 13.5 nm

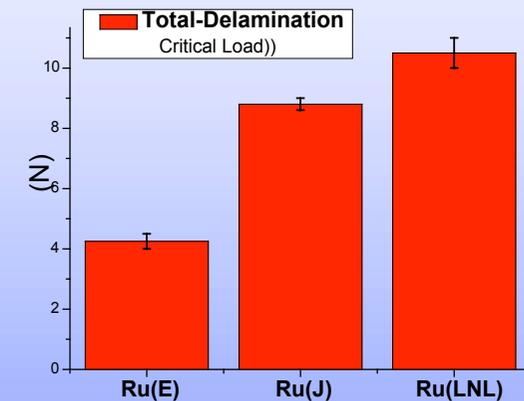


**Obiettivi:** ottimizzare la riflettanza per angoli di incidenza tra 0 e 25° mediante plasma sputtering di uno o più strati sottili.

## RIFLETTIVITA'



## ADESIONE

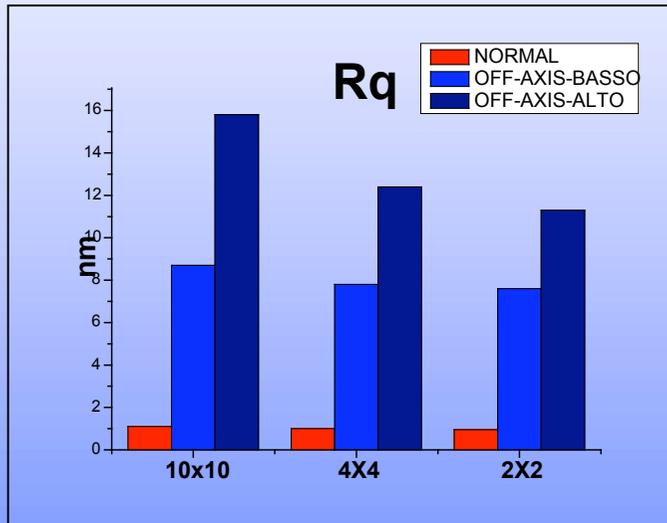


Primi dati sperimentali di riflettività di Ru  
Campioni depositati su Au/Ni bassa rugosità (0.2 nm)  
diverse condizioni di bombardamento ionico  
con magnetron sputtering

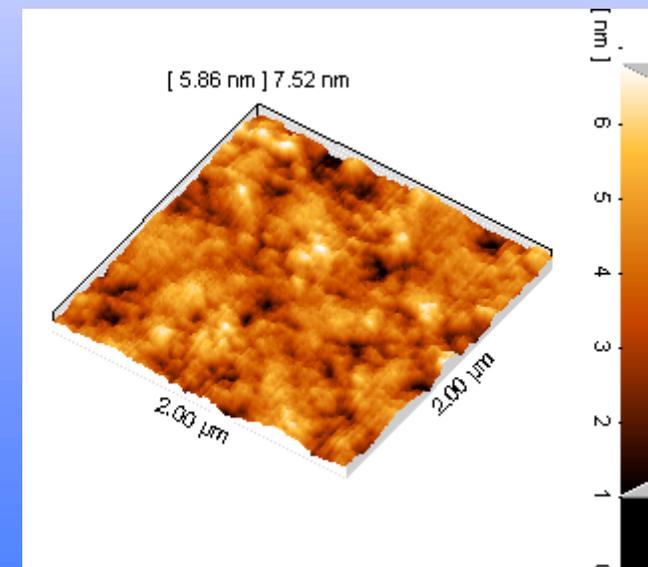
# Collettore primario di radiazione EUV a 13.5 nm



Ru on Au/Ni



$$R_q = \sqrt{\frac{1}{N \times M} \sum_i^N \sum_j^M (z(i,j) - \bar{z})^2}$$

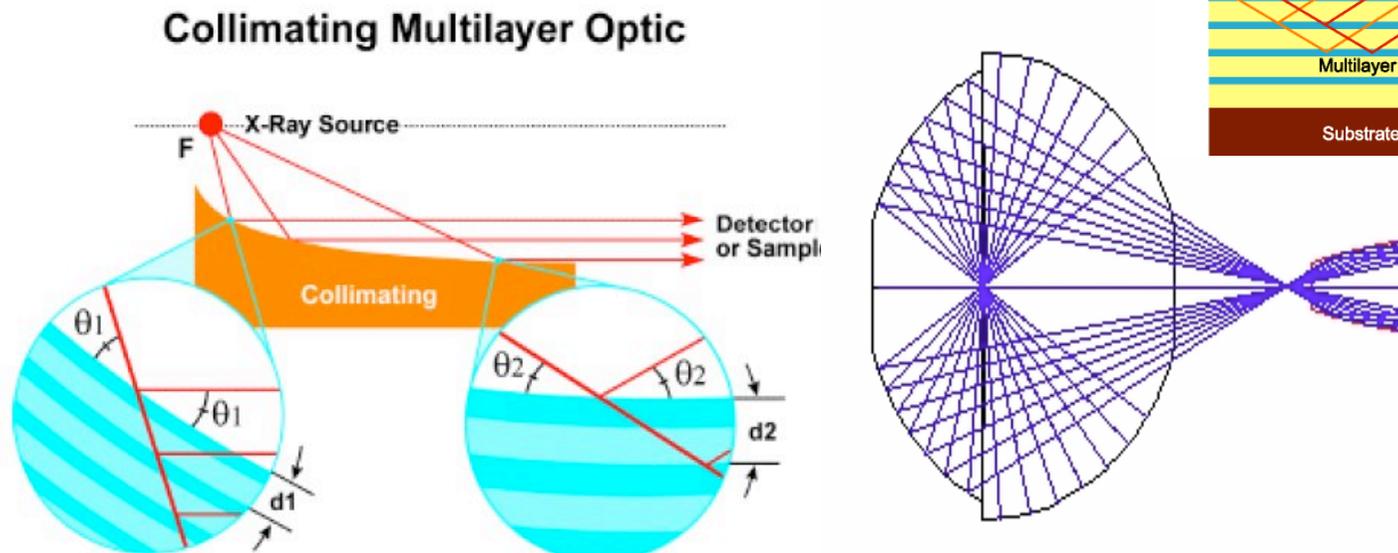


# Collimatore di radiazione EUV a 13.5 nm ad incidenza non radente



Rivestire campioni di test con multilayer Si/Mo a periodo nanometrico per aumentare la riflettanza per angoli di incidenza tra  $25^\circ$  e  $90^\circ$

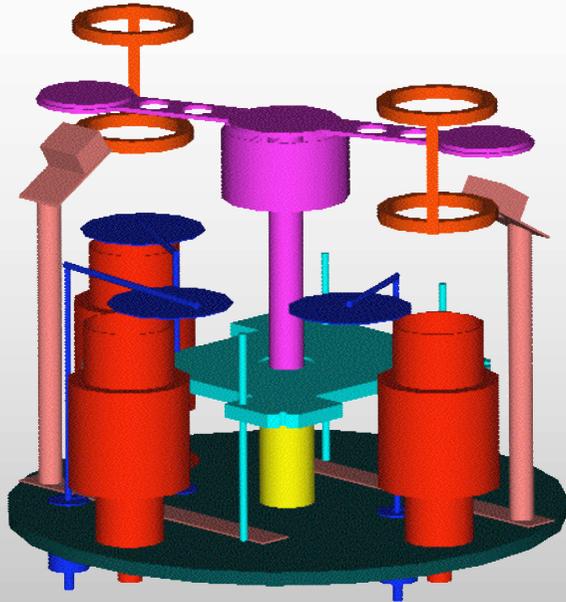
Progettare e realizzare Multilayer a passo variabile su superfici curve (esperimento ARCHIMEDE)



Specchi ad incidenza quasi normale

# LNL ADVANCED THIN FILM MATERIALS

## Deposition capabilities



3 cathodes RF-driven

Process gas: Ar (Xe, O<sub>2</sub>)

DC biasable sample-holder (-100÷100V)

Helmoltz coils (0÷60G)

Quartz micro-balances

*process mass spectrometer*

*cylindrical Langmuir probe*

### Computer controlled:

shutters

sample-holder

DC sample-holder bias

cathodes applied power

### Deposition parameters:

base pressure  $\sim 1 \cdot 10^{-7}$  mbar

operating Ar pressure  $2.5 \div 3.3 \cdot 10^{-3}$  mbar

power: Mo 60W; Si 150W; B<sub>4</sub>C 200W

sub-target distance: Mo, Si 16.5cm; B<sub>4</sub>C 10cm

deposition rate:  $\sim 0.5 \text{ \AA/s}$



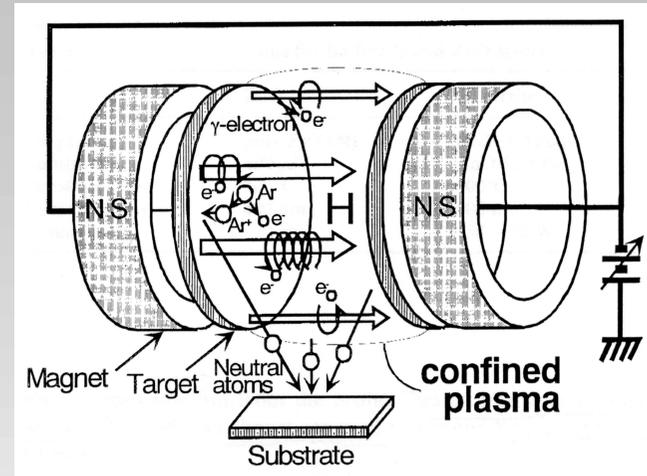
# LNL ADVANCED THIN FILM MATERIALS

## Deposition capabilities

Facing target sputtering configuration with Mo/Si targets.

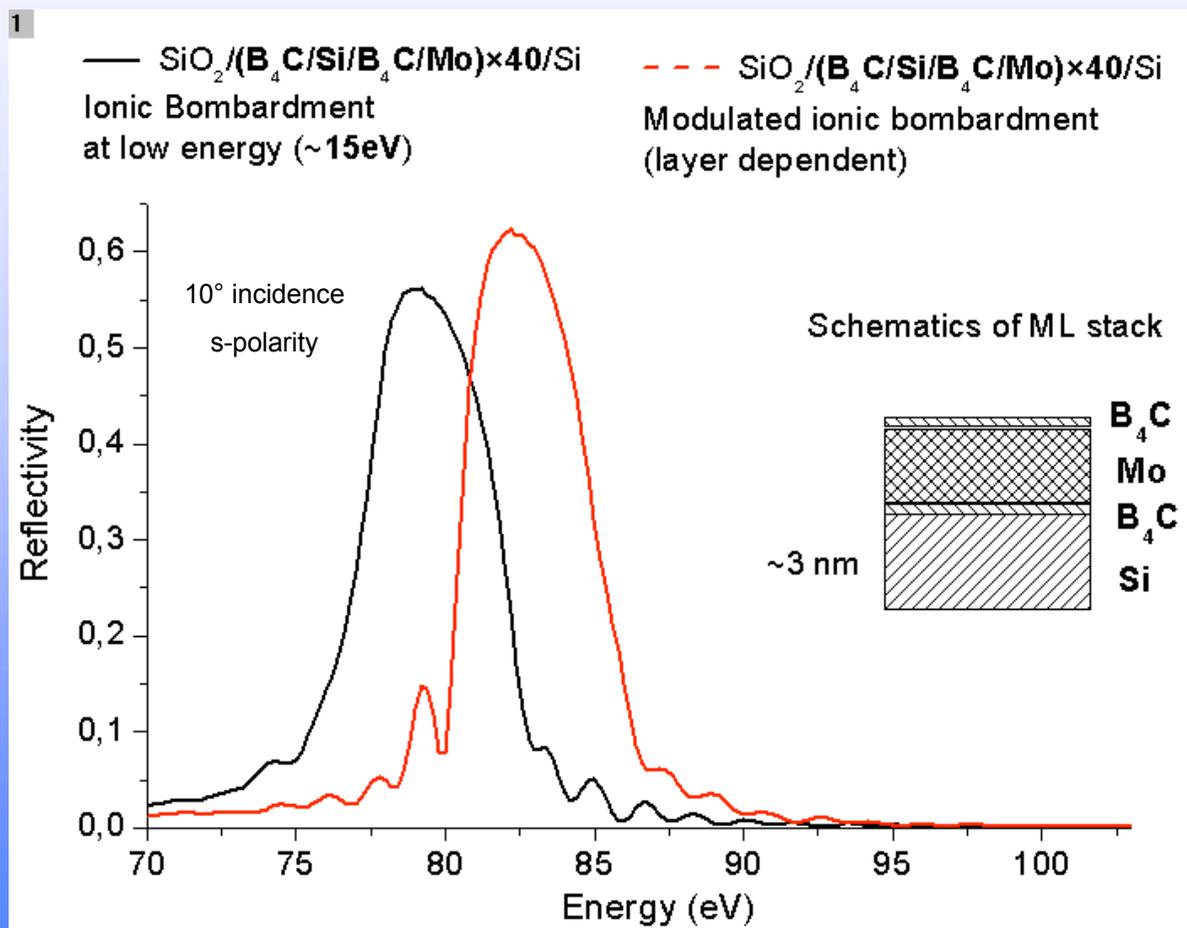
RF (13.56MHz), pulsed-DC (50KHz), or DC power supplies

- working pressure as low as  $3 \cdot 10^{-4}$  mbar,
- substrates up to 100 mm diameter.
- higher adatoms energy
- low angles of incidence on the surface
- control of ion flux from low to high ion to atom ratio.
- ISO7 Class
- Graded multilayers on curved surfaces



# Reflectivity tests on R&D Multilayer (Elettra Synchrotron-ITA)

- R&D Samples not optimized for 13.5 nm -



## PIANO DEL PROGETTO

### 2005:

- **Adeguamento degli apparati esistenti per la deposizione di film di Mo, Ru e di loro combinazioni a più strati con la tecnica di sputtering su campioni di test a bassa rugosità. Ottimizzazione della riflettanza superficiale, caratterizzazione dei materiali prodotti.**
- **Studi sulla deposizione di multistrati Si/Mo a passo variabile su elementi ottici curvi a a bassa rugosità. Caratterizzazione dei materiali prodotti.**
- **I campioni di test a bassa rugosità verranno forniti dalla ditta Media Lario srl che si impegna a finanziare assegni di ricerca o borse di studio per giovani ricercatori presso LNL sulla tematica specifica.**

### 2006:

**Ottimizzazione dei processi .**

### Partecipanti all'esperimento:

<b>V. Rigato</b>	<b>Responsabile Nazionale Tecnologo (LNL) 50%</b>
<b>S. Restello</b>	<b>PhD 50%</b>
<b>M. Miritello</b>	<b>PhD 50%</b>
<b>G. Maggioni</b>	<b>Tecnologo 20%</b>
<b>J. Ravagnan</b>	<b>Tecnologo 40 %</b>
<b>V. Mattarello</b>	<b>Borsista o contrattista finanziato da Media Lario (100%)</b>
<b>G. Salmaso</b>	<b>Borsista o contrattista finanziato da Media Lario (100%)</b>
<b>S. Vezzù</b>	<b>Borsista o contrattista finanziato da Media Lario (50%)</b>

Mod. EN7  
Ricercatori FTE: 2  
Tecnologi FTE: 1.2

# MIRRORS



2005

Le voci di spesa riguardano principalmente materiale di consumo e costruzione apparati di ricerca oltre a trasferte interne ed estere (necessarie allo svolgimento della collaborazione e all'effettuazione di misure e test presso altri enti ed università).

ANNI FINANZIARI	Miss. Interno	Miss. Estero	Materiale di Consumo	Costr. Apparati	Totale competenze
2005	5	9	40	21	75
2006	5	9	40	0	54
TOTALI	10	18	80	21	

Particolare enfasi verrà data alla ottimizzazione ed al controllo del processo di preparazione in modo da studiare la riproducibilità del processo e delle proprietà fisiche dei layer prodotti mediante la messa a punto di sistemi di controllo *in situ*.

- A questo scopo viene chiesto il finanziamento di
- 1) una microbilancia al quarzo completa di lettore digitale da affiancare ad una già installata nell'apparato, in modo da consentire il monitoraggio continuo dell'uniformità del deposition rate sia del Si che del Mo. (MAXTEK TM400+ BSH150 con oscillatore: costo complessivo circa 4.0 kEuro)
- 2) Due spettrometri per radiazione nel visibile, completi di 2 fibre ottiche con passante da vuoto e collimatore da installarsi sulle sorgenti di silicio e molibdeno. Le righe spettrali della radiazione emessa dagli atomi eccitati di Si e Mo nel plasma verranno registrati correlati ai segnali delle microbilancie e alle successive misure di spessore effettuate sui depositi mediante le tecniche nucleari di analisi (RBS e NRA) presso gli acceleratori AN2000 e CN dei LNL. La calibrazione delle microbilance e dei segnali ottici consentirà il monitoraggio in-situ del deposition rate a vantaggio della riproducibilità del processo. COSTO (Spettrometri EPP2000C, Stellar Net, circa 2.5 kEuro ciascuno, fibre ottiche GENCOA LTD-circa 6000 euro ciascuna) per un totale di 17 kEuro.)

# Spettroscopia ottica

