

Stage di Fisica Tor Vergata

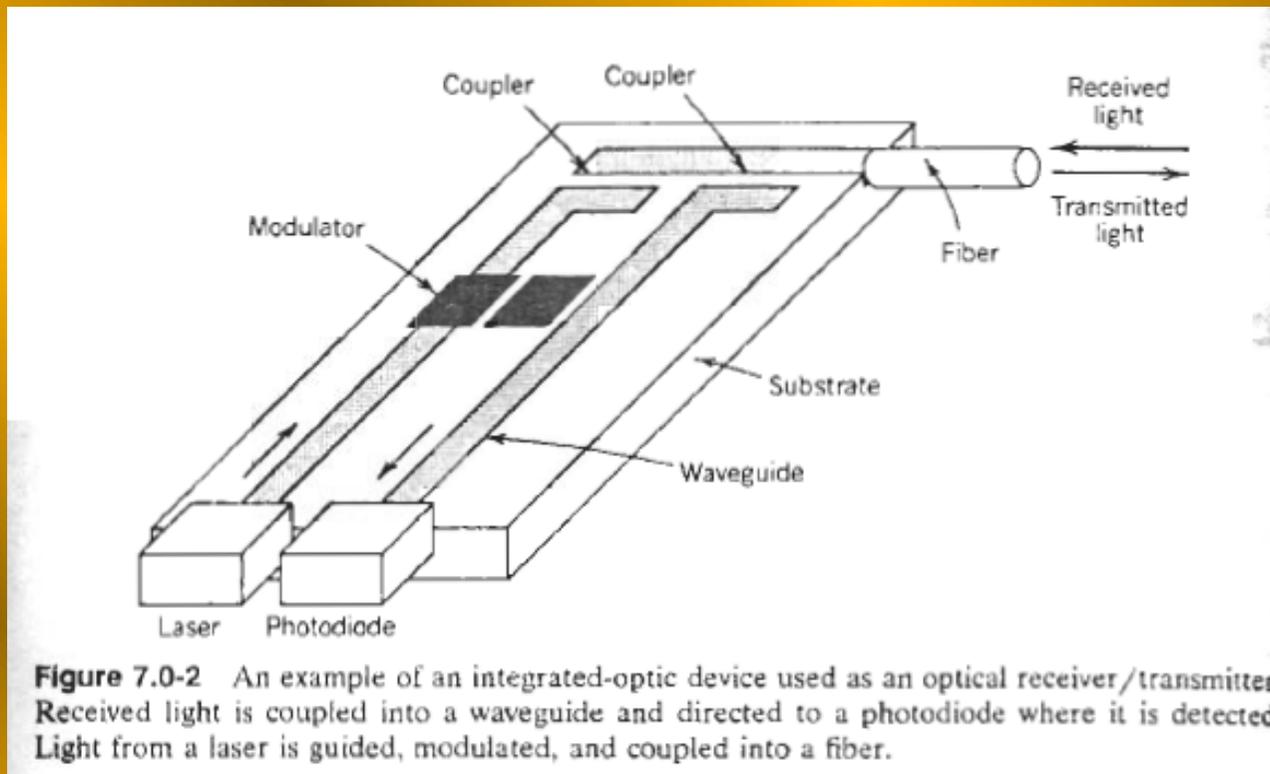
07/02/2012

ICT

(Information Communication Technology)
Optica Integrata e Guide di Luce Canale

Ottica Integrata

- Riguarda lo studio e lo sviluppo di componenti (modulatori, rivelatori, sorgenti, filtri, ecc.) per la realizzazione dei circuiti ottici integrati.



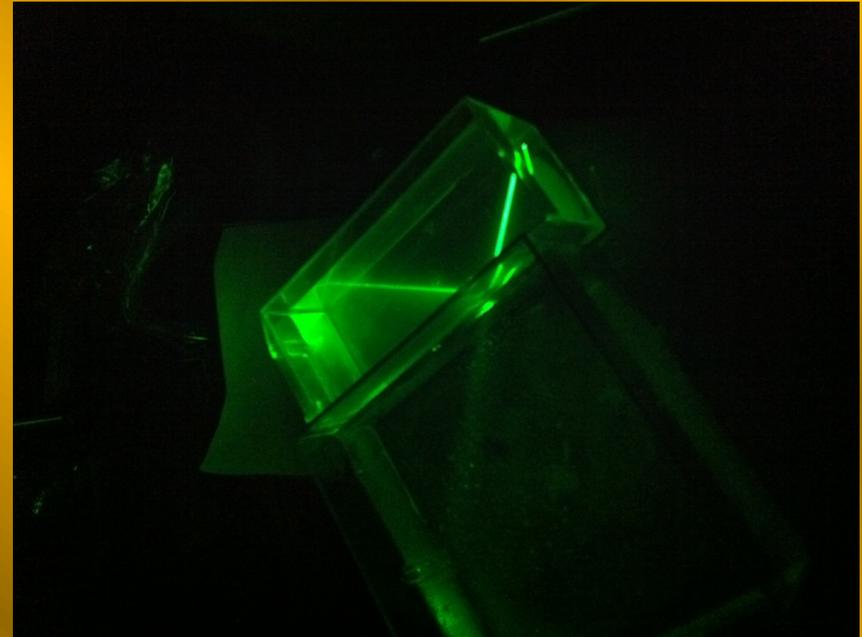
Vantaggi e Scopo di utilizzo

- Velocità
- Costi
- Basso consumo di energia
- No cross-talk
- Impieghi nella tecnologia e comunicazioni
- Sostituzione degli apparecchi elettronici per sistemi “All Optical”

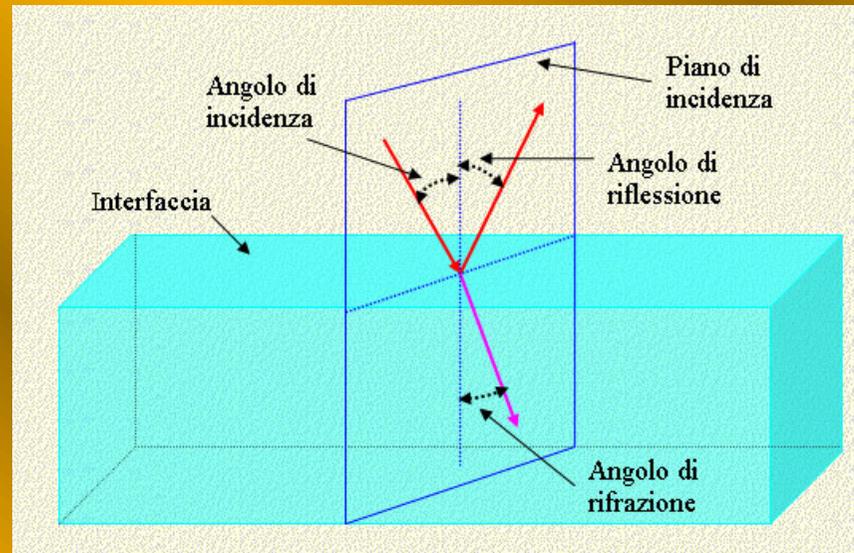
Guida d'onda

È un dispositivo che permette di condurre fasci di luce sfruttando alcune proprietà delle onde:

- RIFLESSIONE
- RIFRAZIONE



Questi fenomeni si verificano quando il raggio di luce si sposta da un mezzo con indice di rifrazione n_1 verso un secondo mezzo con indice di rifrazione n_2 . Essi sono regolati da due leggi definite: la legge della riflessione e la legge di Snell.

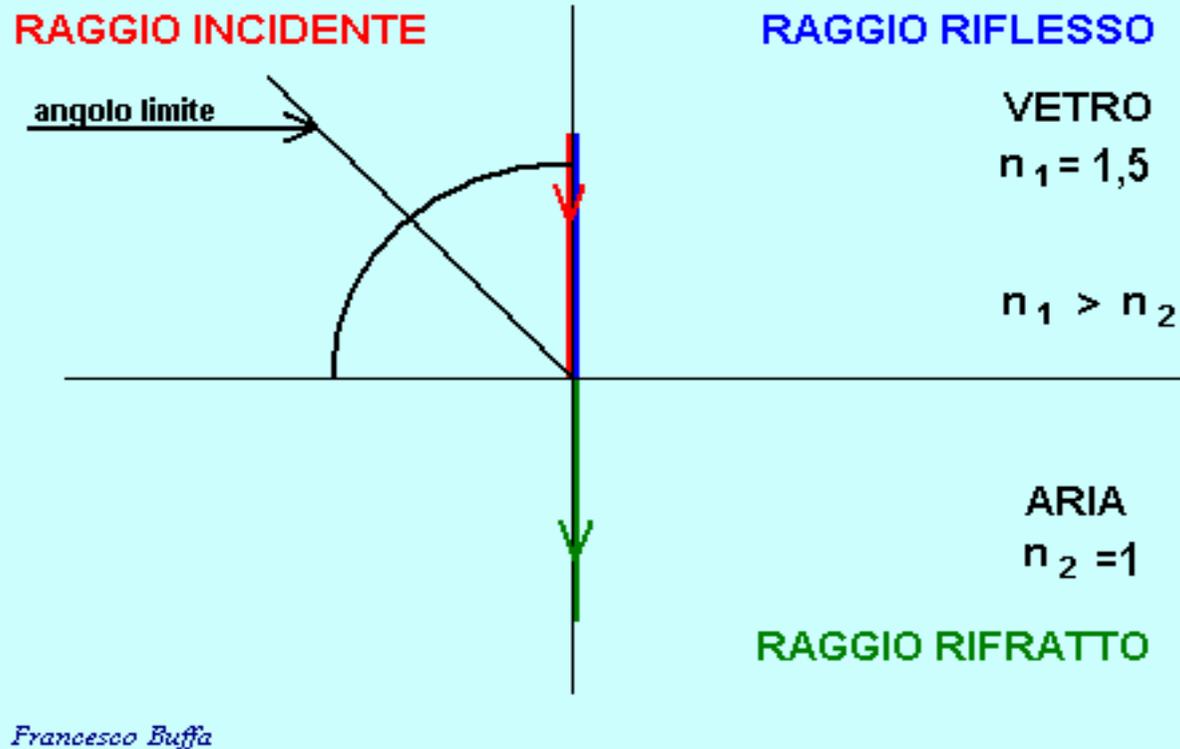


legge della riflessione: $\theta_i = \theta_r$

legge di Snell: $n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_t$

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio luminoso nella transizione tra due mezzi con indice di rifrazione diverso.

LA RIFLESSIONE TOTALE



Se $n_1 < n_2$, per particolari angoli superiori al valore dell'angolo critico θ_c , avviene la riflessione totale all'interno del secondo mezzo.

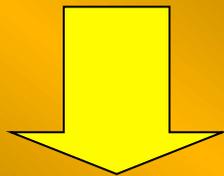
L'angolo critico è quell'angolo d'incidenza oltre il quale si verifica la riflessione totale.

Esso si ricava dalla legge di Snell:

$$\theta_{\text{critico}} = \arcsin (n_1/n_2)$$

Come è fatta

- Substrato di Silicio
- Strato di ossido di Silicio (SiO_2)
- Strato Sol-Gel (TiO_2 / TMSPM)



È uno strato con indice di rifrazione maggiore rispetto all'ossido di silicio e all'aria per permettere la riflessione totale, quindi la conduzione della luce. Esso è formato da una parte organica (TMSPM), fotopolimerizzabile, e da una parte inorganica (ossido di titanio), che garantisce l'elevato indice di rifrazione.

Fotolitografia ottica

E' un processo usato per la rimozione selettiva di parti di un film sottile o parti del substrato su cui è stato deposto il film.

Che cosa serve :

- una maschera (quarzo e cromo) su cui è stato realizzato il disegno che si vuole trasferire sul campione;
- uno strato di materiale sensibile alla luce (resist);
- lampada al Mercurio-Xenon.

Processo fotolitografico

- Pulizia e preparazione substrato
- Deposizione resist tramite spin-coating
- Riscaldamento (pre-baking)
- Esposizione luce UV attraverso maschera (mask aligner)
- Sviluppo del resist (developer)
- Riscaldamento (post-baking)



Tutti i processi in camera pulita

IL FILM

Attraverso tecnica sol-gel abbiamo creato il nostro film o substrato, formato da una parte organica, TMSPM, e da una inorganica, Ossido di Titanio.



Il sol-gel è una tecnica che consente di realizzare uno strato con indice di rifrazione maggiore rispetto all'ossido di silicio per permettere la riflessione totale.

Fasi della preparazione del FILM:

IDROLISI

Formazione di una sospensione colloidale di particelle solide nel liquido: il **SOL**

CONDENSAZIONE

Processo di evoluzione in un **GEL**

ESSICCAMENTO

Trattamenti termici di trasformazione in un **OSSIDO CERAMICO**

Deposizione

Preparata la soluzione per il nostro film, in camera pulita è stata effettuata la deposizione sul sub-strato di ossido di silicio tramite tecnica spin-coating.



Fase pre-baking

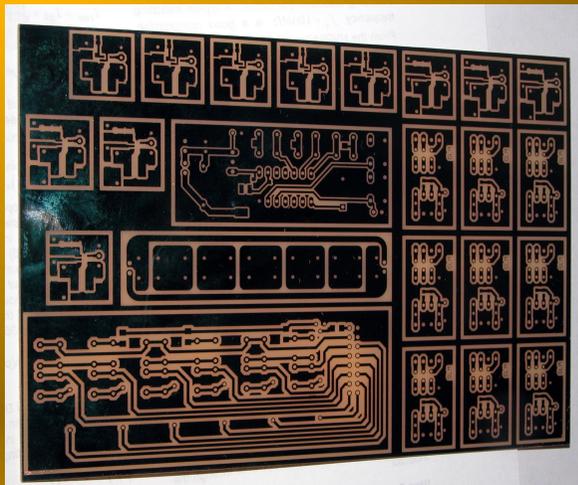


Esposizione luce UV attraverso maschera

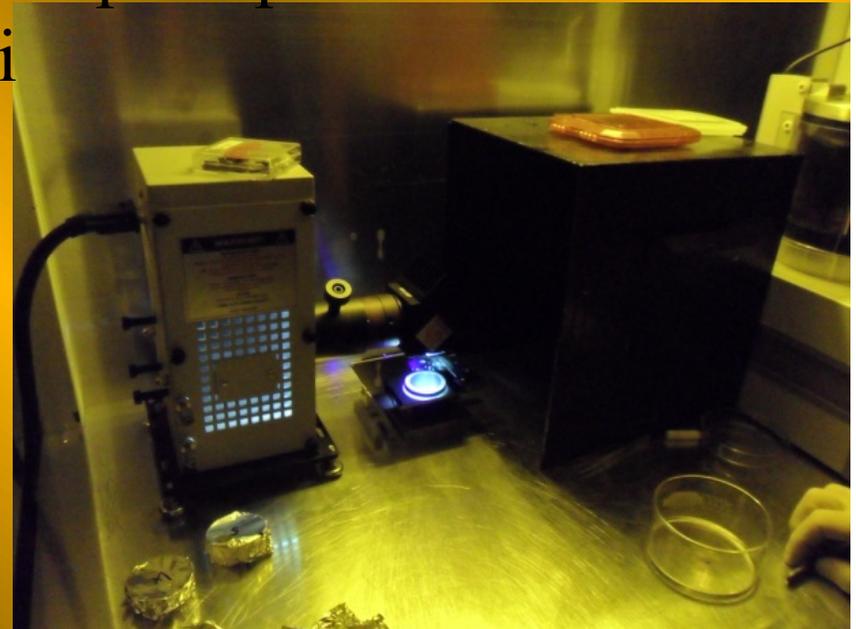
Attraverso la fotolitografia ottica siamo andati ad eliminare parti del film (le parti non illuminate), resist negativo, al fine di disegnare la nostra guida canale mediante l' utilizzo di una maschera di quarzo/cromo ed una lampada mercurio-xenon



Maschera: Sono lastre di quarzo (trasparenza nella regione spettrale di interesse) su cui è deposto un sottile (decine di nanometri) strato metallico (Cromo). Su queste vengono realizzati i disegni che si vogliono trasferire sui wafer attraverso il processo fotolitografico. I disegni sulla maschera sono realizzati di solito con litografia a fascio elettronico.



Lampada mercurio-xenon: La fotolitografia usa luce ultravioletta ($\lambda < 400 \text{ nm}$). Le lampade producono di solito spettri di radiazione ampi e si può usare un filtro per selezionare bande di energia più ristrette. Le lampade comunemente usate sono quelle a scarica di Mercurio. Per aumentare il potere risolutivo (realizzazione di strutture più piccole) si cerca di usare sempre più sorgenti con lunghezze d'onda minori (energie più alte).



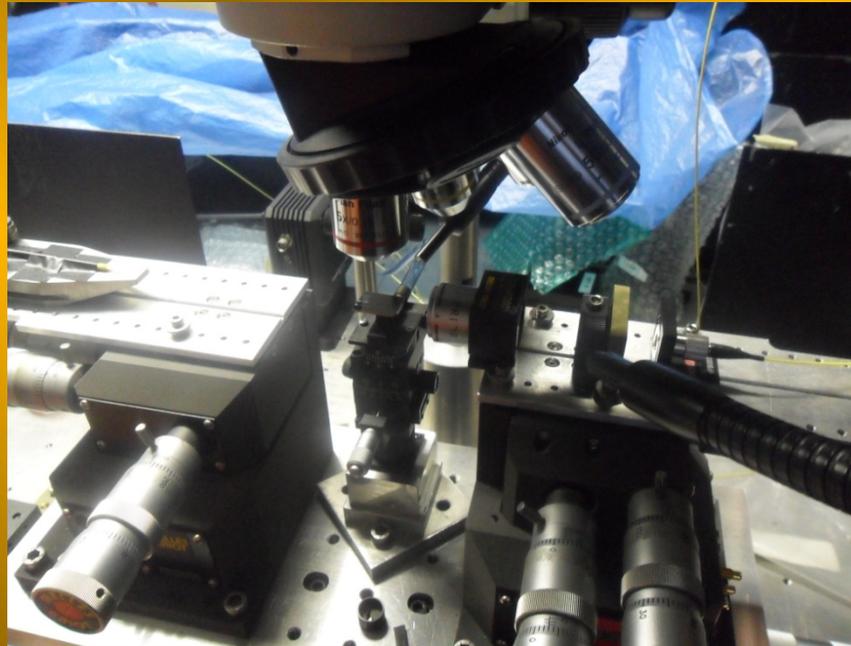
Sviluppo

- Con la fase di sviluppo si elimina il resist indesiderato mediante una soluzione, nel nostro caso l'**isopropanolo**.
- Lo sviluppo viene realizzato immergendo il substrato con il resist, già esposto, nella soluzione specifica per un tempo determinato.
- Segue un processo termico di cottura, **post-bake**, per eliminare le possibili frange di interferenza sul bordo delle strutture e consolidare il resist per i processi successivi.



Verifica

Microscopio ottico



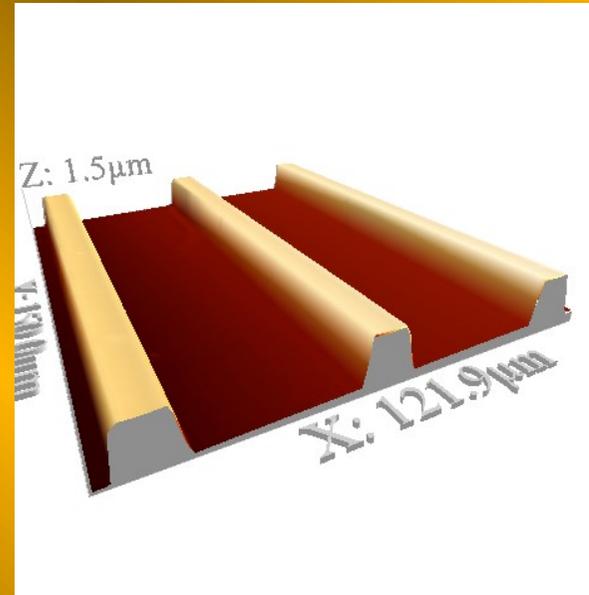
Microscopio a forza atomica



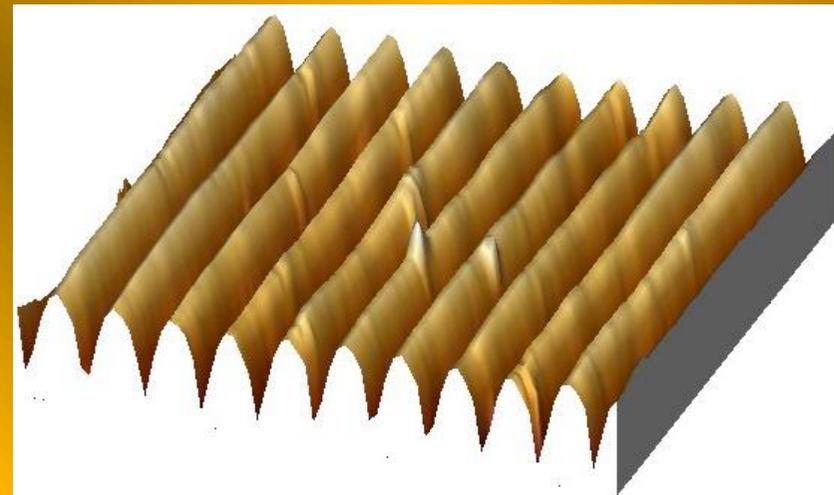
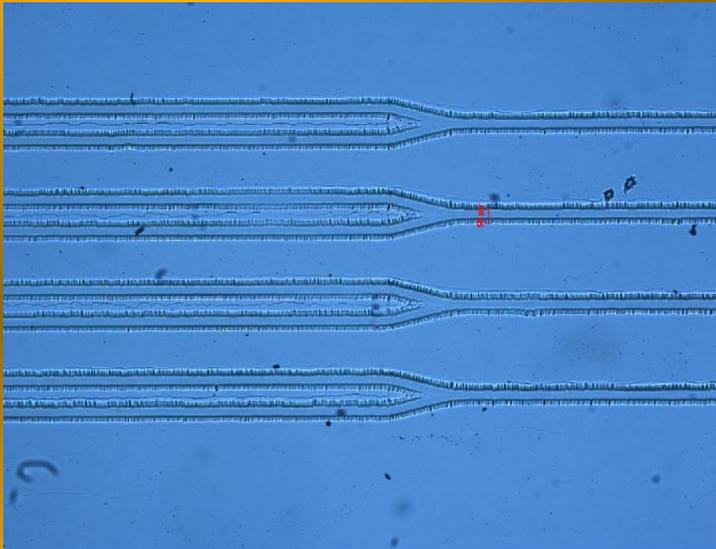
Guida canale



AFM



Beam-splitter

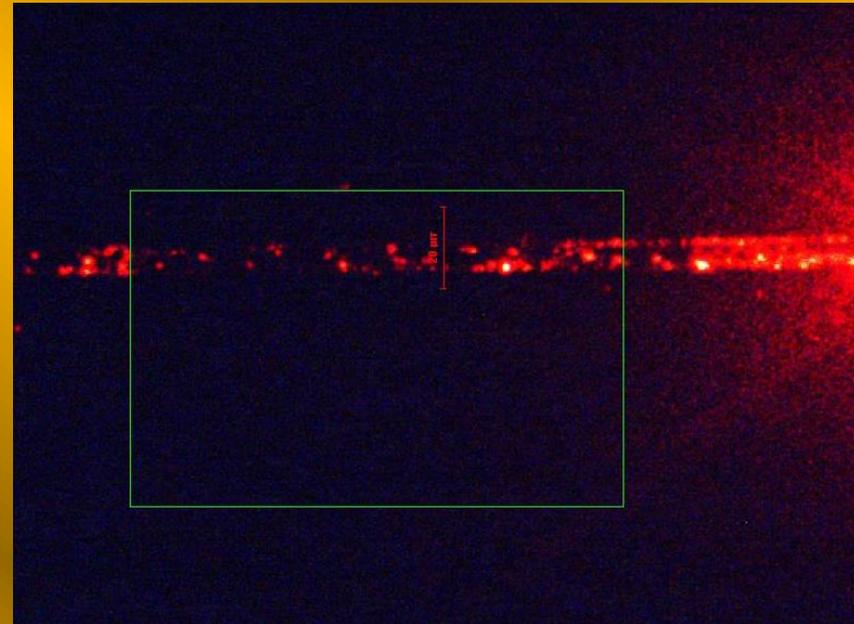


Abbiamo verificato il funzionamento della guida canale inserendo un fascio di luce al suo interno, il quale, per mezzo della riflessione totale, percorre il canale da noi creato e fuoriesce al termine della guida.

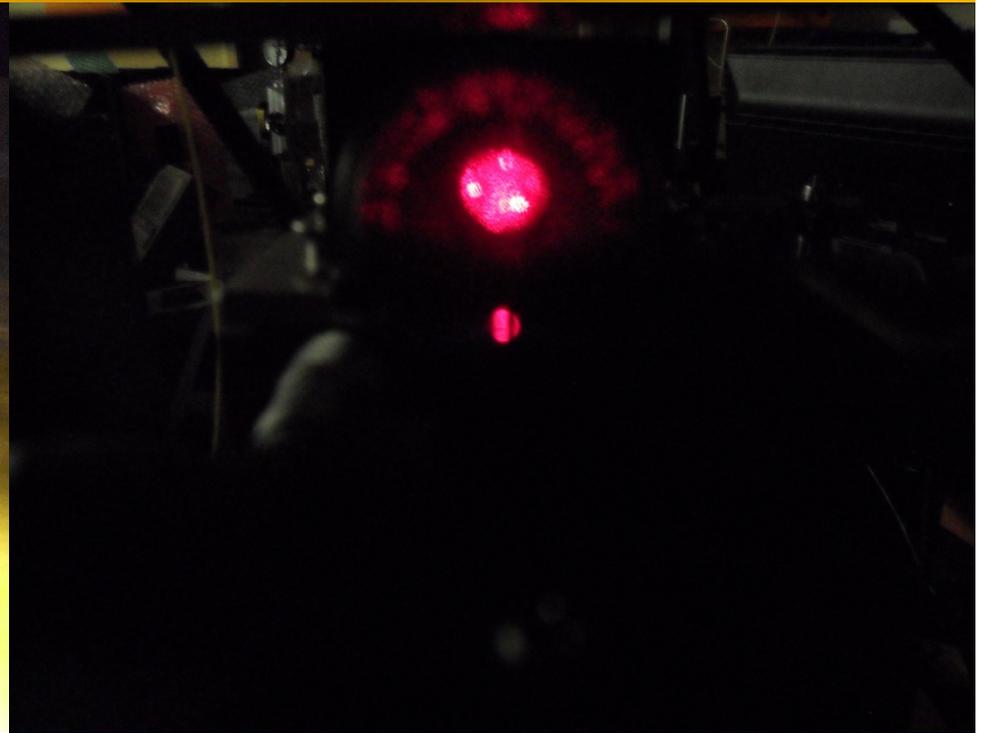
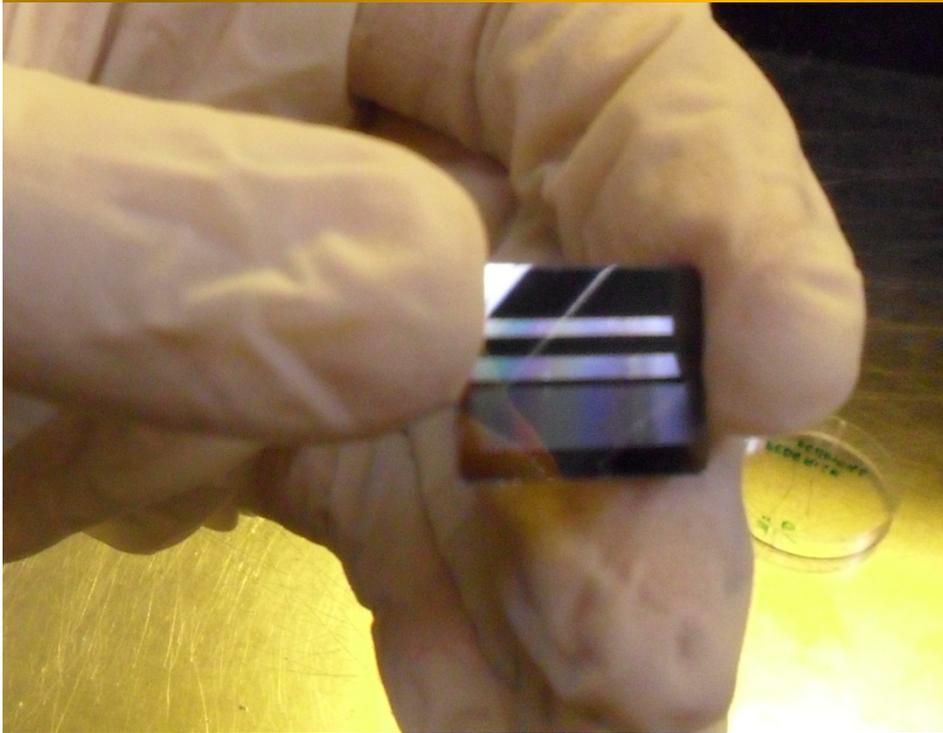


Scattering

E' un fenomeno causato dalla presenza di pareti della guida d'onda non perfettamente lisce. Ne consegue che parte del raggio incidente non viene completamente riflesso, provocando dispersione o rifrazione nella parte frastagliata.



Risultato finale





"TOR VERGATA"

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA
DIPARTIMENTO DI FISICA