

TESINA PER L'ESAME DI STATO
A.S. 2010/2011

ICT:
INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGY

Di Maria Elsa Villano

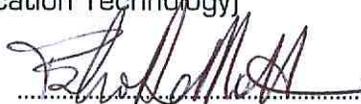
CHE COSA È L'ICT

Il presente contributo, elaborato dalla **studentessa Maria Elsa VILLANO** del Liceo Scientifico Vallone di Galatina (LE), è connesso alle attività scientifiche e laboratoriali svolte durante lo "**Stage Invernale a Tor Vergata**" - promosso dal MIUR (Direzione Generale per gli ordinamenti scolastici e per l'autonomia scolastica) - e tenuto dal 7 all'11 Febbraio 2011 presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata.

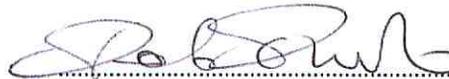
Le attività didattiche previste dal Programma dello Stage sono state realizzate all'interno di tre gruppi di ricerca, guidati da docenti del Dipartimento di Fisica.

I responsabili delle attività laboratoriali del Modulo di Scienza dei Materiali per ICT
(Information and Communication Technology)

Prof. Fabio De Matteis

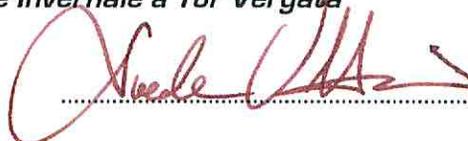

.....

Prof. Paolo Proposito


.....

Il Direttore dello "Stage Invernale a Tor Vergata"

Prof. Nicola Vittorio


.....

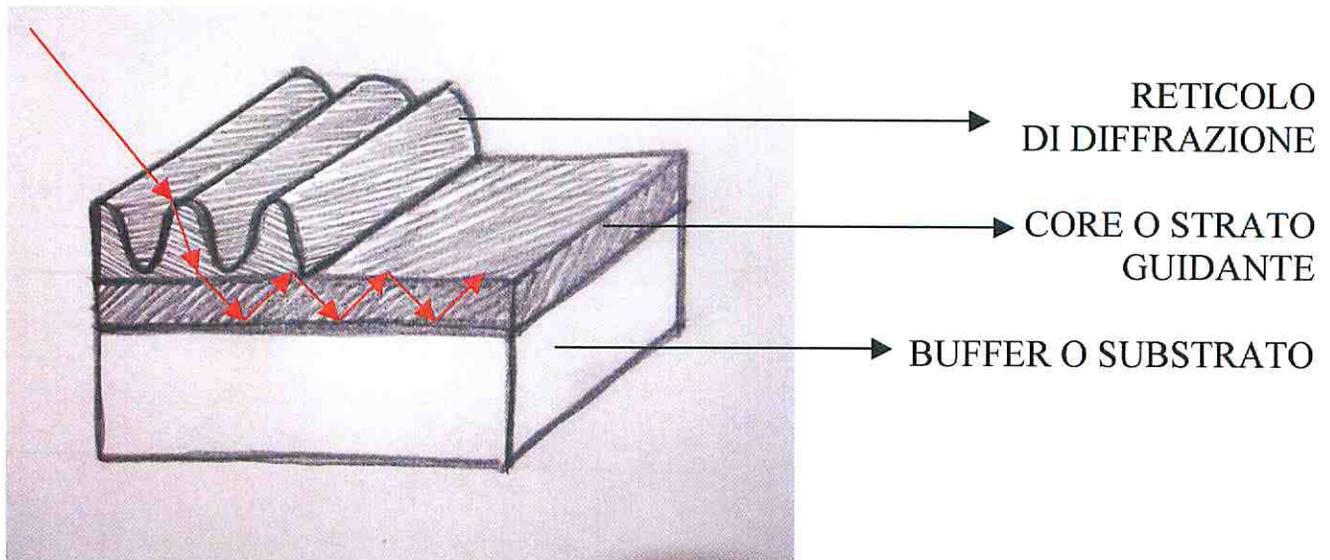
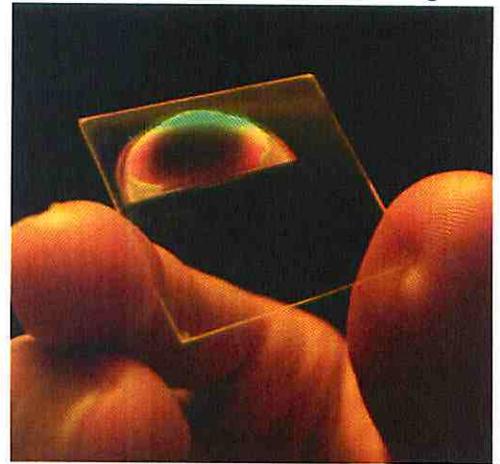


La tecnologia dell'informazione e della comunicazione è l'insieme di tutti quei sistemi che consentono di inviare e ricevere informazioni.

L'ottica favorisce lo sviluppo dell'ICT; essa, infatti, studia le caratteristiche della luce, le sue interazioni con i materiali e la sua propagazione.

Nell'ottica integrata le guide di luce, o guide d'onda, rappresentano l'elemento base per il trasferimento di informazioni a lunga distanza. Si tratta di strutture lineari, nelle quali viene confinata la luce, che è un'onda elettromagnetica. Esistono diversi tipi di guide di luce, tra le quali le più note sono le fibre ottiche.

Una guida ottica è costituita da due strati: uno *strato guidante* e uno *strato di buffer*. Nell'immagine, in particolare, vi è la presenza di un terzo strato, il *reticolo di diffrazione*, che consente di accoppiare la luce nello strato guidante.

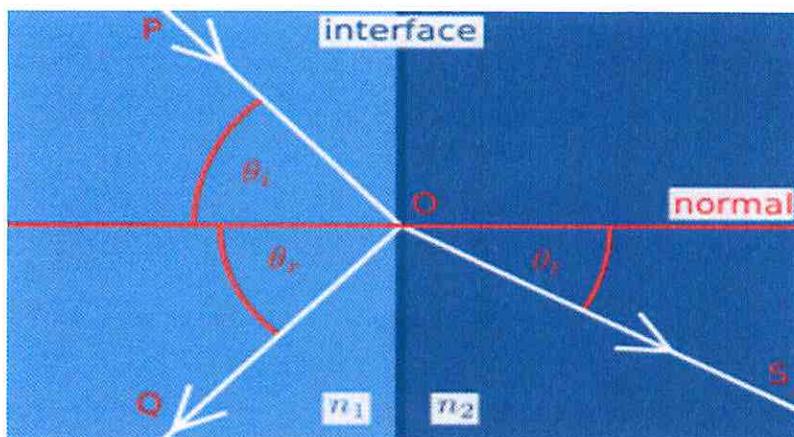


COME SI INTRAPPOLA LA LUCE NELLA GUIDA OTTICA

Due fenomeni fondamentali della fisica sono alla base della propagazione della luce in guida d'onda: la riflessione e la rifrazione.

Quando il raggio di luce si sposta da un mezzo con un proprio indice di rifrazione n_1 verso un secondo mezzo con un indice di rifrazione n_2 ($n_1 < n_2$), si verificano questi due fenomeni. In tabella sono riportati i valori degli indici di rifrazione di alcune sostanze.

Materiale	n
elio	1,000 03
Aria (azoto)	1,000 3
anidride carbonica	1,000 4
ghiaccio	1,31
acqua	1,333
etanolo	1,36
glicerina	1,473
sale	1,516
vetro (tipico)	1,5-1,9
diamante	2,419
silicio	3,4



Come mostra l'immagine, il raggio quando incontra un'interfaccia, in parte viene riflesso in modo che angolo di incidenza θ_i e angolo riflesso θ_r siano uguali:

$\sin\theta_i = \sin\theta_r$ legge della riflessione

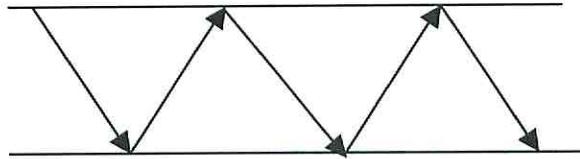
Nello stesso tempo il raggio viene rifratto nel mezzo con indice di rifrazione n_2 , in modo che angolo di incidenza θ_i e angolo rifratto θ_t soddisfino la relazione:

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

Quando $n_1 > n_2$ si verifica il fenomeno della riflessione totale, cioè il raggio viene totalmente riflesso e non rifratto per gli angoli di incidenza di un determinato angolo denominato θ critico.

Questo angolo critico si trova grazie alla legge di Snell, dalla relazione:

$$\theta_{\text{crit}} = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$



L'ESPERIENZA

COME SI FORMANO GLI STRATI DELLA GUIDA OTTICA

IL BUFFER

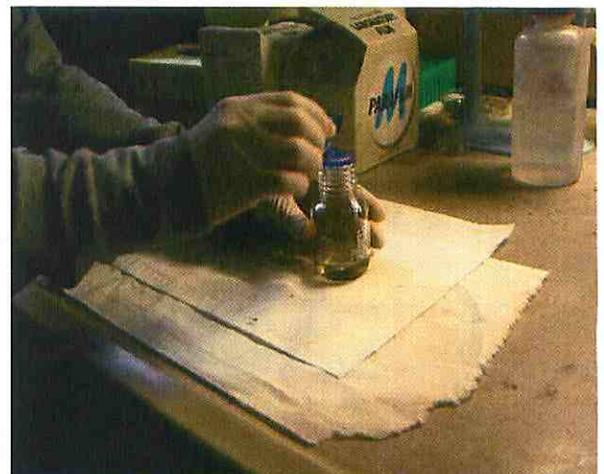
Il *buffer*, o substrato, era di vetro BK7, o di silicio SI con uno strato di ossido di silicio (SiO_2) di circa $8 \mu\text{m}$ cresciuto termicamente. Lo spessore dei substrati era di circa 1mm e le dimensioni erano di 2X2 cm.



Il substrato di SI ha un indice di rifrazione (3,3) molto alto e, per questo viene cresciuto su di esso uno strato di ossido di silicio SiO_2 , che possiede un indice di rifrazione (1,45) più basso.

IL CORE

Il *core* è lo strato guidante ed è stato ottenuto tramite un importante processo chimico, la tecnica *sol-gel*. Tale processo si identifica in tre fasi fondamentali:



- l'IDROLISI, cioè la formazione di una sospensione colloidale di particelle solide nel liquido: il SOL. Si parte da dei precursori liquidi, come quelli riportati in tabella, che reagiscono, a temperatura ambiente, con le molecole di acqua (H₂O), per ottenere un gruppo idrossile (OH) attaccato all'atomo metallico (Si,Ti,Zr,..) e alcol metilico volatile (CH₃OH);
- la CONDENSAZIONE, cioè la trasformazione del sol in una rete omogenea di ossidi dove vi è ancora la presenza di acqua: il GEL. I gruppi idrossili con

Precursori inorganici	MW	Bp(°C)	D(20° C) (g/ml)	
Si(OCH₃)₄ <i>Tetramethyl orthosilicate</i>	152.2	121	1.02	SiO₂
Si(OC₂H₅)₄ <i>Tetraethyl orthosilicate</i>	203.3	168	0.93	
Ti(n-OC₄H₉)₄ <i>Titanium(IV) butoxide</i>	284.3	170	1.03	TiO₂
Zr(n-OC₃H₇)₄ <i>Zirconium(IV) isopropoxide</i>	327.6	208	1.04	ZrO₂

l'atomo metallico attaccato reagiscono tra di loro per condensazione con liberazione di molecole di acqua o di alcol metilico;

- l'ESSICCAMENTO, cioè la trasformazione attraverso processi termici in *ossidi ceramici*.

Per la realizzazione del *core* sono stati utilizzati lo Zirconio (Zr) e il GLYMO, che è un precursore organico che migliora le proprietà del *film*.

L'indice di rifrazione finale del *film* era di 1,55.

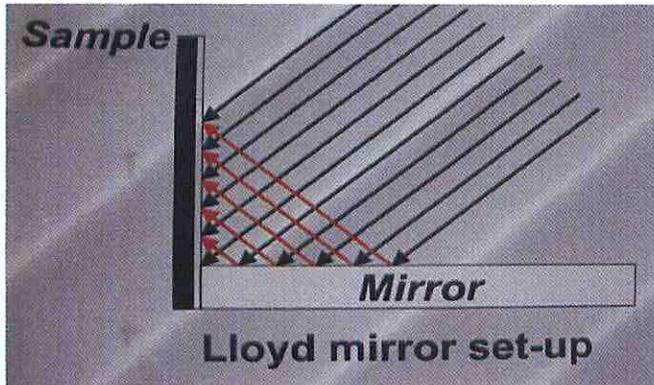
Questa soluzione si dispone sul substrato attraverso la tecnica dello *spinnig*: il campione viene posto su una base, alla quale rimane attaccato, che viene fatta girare velocemente per 30 secondi, in modo che la soluzione si distribuisca in maniera omogenea su tutta la superficie del campione. Alla fine della deposizione il campione è posto in forno a 120°C per 30 minuti per il processo di densificazione.

IL CLADDING

Il *reticolo di diffrazione* è costituito da una sostanza foto polimerizzabile: Titanio/TMSPM, che quando viene illuminata con un'opportuna luce diventa solida localmente nella parte esposta alla luce.

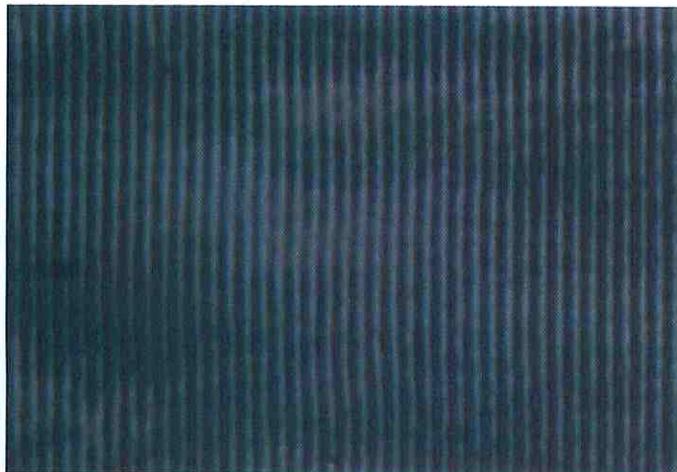
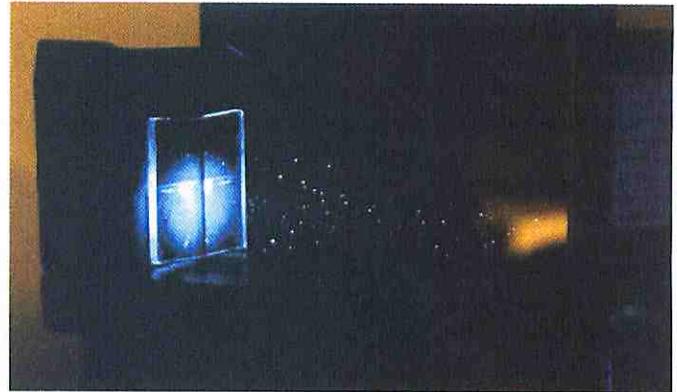
Il Ti/TMSPM viene applicata sul campione sempre con la tecnica dello *spinnig*.

Dopo di che con un fascio di luce, proveniente da un laser ad argon, viene illuminata



una metà del campione mentre l'altra viene nascosta da uno specchio, il quale viene anch'esso illuminato dallo stesso raggio, facendo riflettere la luce sulla parte di campione illuminata.

In questo modo si verifica un'interferenza, cioè la sovrapposizione in un punto di due o più onde; sulla parte di campione illuminata si formeranno delle frange di interferenza, costituite da massimi (ampiezza e intensità massime) e minimi (ampiezza e intensità minime), cioè punti di interferenza costruttiva e distruttiva. Il *cladding*, quindi, assume una forma sinusoidale, come mostrato in figura.



Reticolo di diffrazione al microscopio: le bande chiare sono i punti di massimo, quelle scure sono i punti di minimo.

L'obiettivo dell'esperienza era quello di "intrappolare" la luce nello strato guidante del campione, come mostra l'immagine.

