

Caratterizzazione di film sottili di $\text{SiO}_2:\text{GeO}_2$

Tesi di Laurea di Irene Scarpelli

Relatore: Prof. Giancarlo Righini (g.c.righini@ifac.cnr.it)

Negli anni recenti l'ottica integrata ha rivolto particolare attenzione allo studio e sviluppo di tecniche di scrittura laser dei circuiti. Due tecniche che si sono andate affermando sono quelle di scrittura diretta con laser ad impulsi ultracorti (decine di fs), con emissione generalmente nel vicino infrarosso, e quella di scrittura (con o senza maschera) con laser in continua o impulsati, con emissione nell'ultravioletto (generalmente laser ad eccimeri o anche laser a Nd:YAG triplicati o quadruplicati in frequenza). Questa seconda tecnica implica l'uso di materiali adatti, cioè materiali ottici trasparenti fotorifrattivi, nei quali l'esposizione a radiazione ultravioletta induce una variazione di indice di rifrazione, spesso collegata ad una variazione di densità del materiale.

Tra i materiali fotorifrattivi si annoverano sia materiali cristallini (il niobato di litio è forse l'esempio migliore, perché utilizzato anche per memorie ottiche) sia materiali amorfi. Di particolare interesse sono i vetri a base di silice (SiO_2 amorfa) la cui fotorifrattività può essere aumentata aggiungendo altri componenti quali l'ossido di stagno SnO_2 o l'ossido di germanio GeO_2 . Proprio il vetro a composizione binaria $\text{SiO}_2:\text{GeO}_2$ è stato il primo materiale vetroso in cui è stato rilevato l'effetto fotorifrattivo e costituisce tuttora il materiale amorfo più interessante per la scrittura diretta di circuiti ottici integrati.

L'obiettivo generale del presente lavoro di tesi è stato quello di studiare sperimentalmente il comportamento di film sottili di $\text{SiO}_2:\text{GeO}_2$, contenenti concentrazioni diverse di germanio e depositati su substrati di silice pura tramite polverizzazione catodica (*RFM-sputtering*). La caratterizzazione dei film ha riguardato la misura del coefficiente di assorbimento nella banda UV, la misura dei modi ottici guidati sostenuti dal film, la misura delle variazioni di indice di rifrazione fotoindotte. È stata inoltre verificata la fattibilità di fabbricazione di guide a canale fotoindotte e si è proceduto alla loro caratterizzazione.

Come obiettivo particolare si è poi cercata conferma dei risultati presentati da Hosono & al. (Opt. Lett. **24**, 1352 (1999)) secondo cui la risposta fotorifrattiva dei film di $\text{SiO}_2\text{-GeO}_2$ cambia segno a seconda che la concentrazione di GeO_2 superi o meno un valore critico che loro, sperimentalmente, hanno individuato attorno al 25%. D'accordo con il gruppo CSMFO della Sezione di Trento dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (IFN CNR), che ha strettamente collaborato al programma depositando i film, è stato quindi scelto di studiare film sottili aventi: (a) concentrazione di GeO_2 inferiore al 25%, anche per verificare i risultati già ottenuti nel laboratorio dell'Istituto di Fisica Applicata (IFAC CNR) presso il quale è stata svolta la tesi; (b) concentrazioni dell'ordine del 30%; (c) concentrazione superiore al 45%.

Dai principali risultati della tesi appare che:

- l'interesse per i film sottili di silice-germania per la realizzazione di guide ottiche integrate viene confermato grazie all'analisi di campioni la cui fotorifrattività porta a variazioni di indice di rifrazione $>10^{-3}$ mediante irraggiamenti UV (10 KJ/cm² a 248 nm);
- non risulta confermata l'indicazione di Hosono di variazione negativa dell'indice di rifrazione in film sottili per alte concentrazioni di GeO_2 poiché è stato misurato un salto di indice positivo per un film sottile col 47% di GeO_2 ;