

Realizzazione di rivestimenti ottici per laser CO₂

Realization of optical coatings for CO₂ lasers

Candidato: Nicola Panaro

Relatore: Prof. Anna Vinattieri (anna.vinattieri@unifi.it)

L'interesse suscitato negli ultimi decenni dallo studio della fisica dei film sottili non trae esclusivamente origine dal rilevante contributo apportato alla ricerca di base nell'ambito della fisica dello stato solido, ma viene anche alimentato dalle sempre più numerose applicazioni tecnologiche a cui le pellicole si prestano. Infatti film sottili di materiali diversi possono venire impiegati per produrre rivestimenti protettivi contro l'abrasione, la scalfittura e la corrosione, per realizzare filtri interferenziali a trasmissione/riflessione a banda larga o stretta, depositi speculari per cavità laser, polarizzatori, schermi fluorescenti e a scintillazione, contatori di particelle, celle per lo sfruttamento dell'energia solare, microcircuiti, elementi logici e mnemonici ferromagnetici, lettori magneto-ottici e molto altro.

Questo lavoro di tesi, che ho svolto in ambito industriale, presso l'azienda Gestione SILO, che è riconosciuta in sede internazionale per la qualità nella progettazione/produzione di ottiche di precisione, ha riguardato la progettazione, la realizzazione e la caratterizzazione spettroscopica di un film sottile antiriflesso alla lunghezza d'onda di 10.6 μm dove opera il laser a CO₂. Per il lavoro di tesi è stato necessario acquisire conoscenze di base che riguardano differenti proprietà fisiche (ottiche e meccaniche in particolare) che caratterizzano le pellicole sottili, e sulle varie tecniche utilizzate per la loro realizzazione. In particolare mi sono occupato della redazione di un protocollo da seguire per la produzione di un rivestimento antiriflettente da depositare su una finestra ottica che dovrà essere installata in un sistema laser per applicazioni biomedicali. La finestra deve operare minimizzando le riflessioni nell'infrarosso alla lunghezza d'onda di un laser CO₂ (10.6 μm), e nel visibile alla lunghezza d'onda di una luce guida (laser He-Ne, 632.8 nm). I requisiti richiesti per quanto riguarda la risposta spettrale in trasmittanza $T(\lambda)$ sono: $T(10.6\mu\text{m}) > 99.0\%$, $T(632.8\text{ nm}) > 80\%$. La progettazione, la messa a punto e la produzione dei rivestimenti ottici sono state svolte presso Gestione SILO, mentre ho effettuato le misure della risposta spettrale dei rivestimenti presso il LENS. Dopo una fase iniziale in cui ho eseguito numerose simulazioni della risposta spettrale di diverse tipologie di film sottili, mi sono occupato della realizzazione della deposizione sottile con le specifiche nominali richieste, utilizzando un processo di evaporazione sotto vuoto tramite cannone elettronico ed ho poi proceduto alla determinazione degli spessori realizzati dal confronto fra gli spettri di trasmissione simulati e misurati con l'interferometro a trasformata di Fourier FT-IR Bruker- α -T del LENS. Questo ha consentito in primo luogo di effettuare una calibrazione del procedimento di evaporazione che tiene conto dei fattori geometrici, tempi effettivi di esposizione del substrato, etc. In questo modo ho potuto poi procedere alla deposizione del film richiesto, ottenendo una trasmissione $T_{Max} = 98.1 \pm 0.5 \%$ con una ampia banda centrata alla lunghezza d'onda $\lambda = 10.45 \pm 0.04 \mu\text{m}$. Soddisfatti sono i requisiti relativi alla risposta a 632.8 nm. Nonostante T_{Max} sia inferiore al valore richiesto di circa l'1%, il risultato ottenuto è estremamente incoraggiante per il raggiungimento in tempi brevi dell'obiettivo prefissato dall'azienda.