

“Assorbimento Ottico in Sistemi Mesoscopici quasi Bidimensionali”

Candidato: Filippo Pratesi

Relatore: Prof. Massimo Inguscio

Correlatore: Prof. Diederik Wiersma

In questo lavoro abbiamo studiato, sia da un punto di vista numerico che sperimentale, il comportamento ottico di un sistema disordinato quasi bidimensionale nell'ambito di una sua applicazione alle tecnologie fotovoltaiche. I risultati ottenuti confermano che, nel caso si utilizzino scatteratori di forma cilindrica di altezza confrontabile con la struttura, si possono raggiungere aumenti di assorbimento considerevoli. In una prima fase di indagine ci siamo occupati sia di verificare la correttezza del metodo alle differenze finite nel dominio dei tempi (FDTD) utilizzando condizioni periodiche al contorno per lo studio di sistemi disordinati, che di implementare numericamente le dispersioni ottiche dei materiali utilizzati nelle strutture. I calcoli numerici effettuati al variare della dimensione e della geometria degli scatteratori mostrano una dipendenza dell'assorbimento rilevante da questi parametri, a causa della differente quantità di luce in grado di accoppiarsi con la struttura. Abbiamo verificato che l'effetto degli scatteratori risulta tanto più consistente al diminuire dello spessore del sistema. E' stato inoltre studiato il caso in cui la struttura è cresciuta su uno strato metallico riflettente e ricoperta da uno strato antiriflesso, elementi ottici utilizzati di frequente per aumentare l'efficienza delle celle fotovoltaiche. Grazie alla collaborazione con il TASC-INFN National Laboratory di Trieste sono state realizzate strutture in Silicio amorfo (spessore 240 – 900 nm) analoghe a quelle simulate su substrato di vetro e di Argento. E' stato da noi allestito un setup per misure di assorbimento assoluto con sfera integratrice nel range di lunghezze d'onda 500 – 1000 nm. Nel caso delle strutture con specchio sono stati osservati aumenti dell'assorbimento integrato su tutto il range spettrale tra il caso con e senza fori di oltre il 60%. Il sistema inoltre presenta un'accoppiamento che aumenta fino ad angoli di incidenza di circa 40 gradi, un'ulteriore proprietà desiderabile per sistemi fotovoltaici. Dallo studio delle perdite della struttura emerge che per grandi lunghezze d'onda gli effetti di scattering multiplo influiscono in maniera consistente sulla propagazione luminosa. L'idea di combinare le proprietà di scattering multiplo di un sistema disordinato al trasporto energetico in una guida d'onda planare, costituisce quindi un valido approccio nel tentativo di aumentare l'assorbimento ottico, con potenziali applicazioni in ambito fotovoltaico.