

DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI OTTIMI DI UNA STRUTTURA MULTISTRATO PER MIGLIORARE L'EFFICIENZA DEI POLARITONI PLASMONICI SUPERFICIALI NEI DISPOSITIVI FOTOVOLTAICI

F. Bonanno¹, G. Capizzi¹, G. Lo Sciuto²

¹Dipartimento di Ingegneria Elettrica Elettronica e Informatica, Università di Catania, Via A. Doria 6, Catania (CT)

²Dipartimento di Ingegneria, Università di Roma Tre

Parole chiave: Fotovoltaico, polaritoni plasmonici superficiali, dispositivi fotovoltaici

Nel presente studio si sono analizzate le nanoparticelle di molibdeno oltre che i metalli nobili Au (oro) e Ag (argento) che aumentano la quantità di luce solare riflessa in strutture multistrati. La scelta dei parametri è stata guidata principalmente dalle simulazioni, per la soluzione numerica delle equazioni di Maxwell per campi elettromagnetici usando il metodo degli elementi finiti nelle interfacce analizzate, per simulare il comportamento degli SPP nei dispositivi nanofotonici con differenti materiali multistrato e di dimensione varie, per poter risolvere il fenomeno ottico accuratamente e descrivere il fenomeno dell'interazione radiazione elettromagnetica- materiali. La struttura multilayer analizzata come schematizzato in Fig. 1 è costituita da uno strato di vetro, di AZO ovvero ossido di zinco drogato in alluminio conduttivo, di un metallo (argento o molibdeno) e di uno strato di dielettrico. Le dimensioni del dispositivo sono $5.28\mu\text{m} \times 5.28\mu\text{m}$. Lo spessore del dielettrico è fissato a $1.44\mu\text{m}$, dove lo spessore del layer di AZO e del metallo possano variare in uno specifico range (20-28, 20-36, 36-40, 120-40 nm).

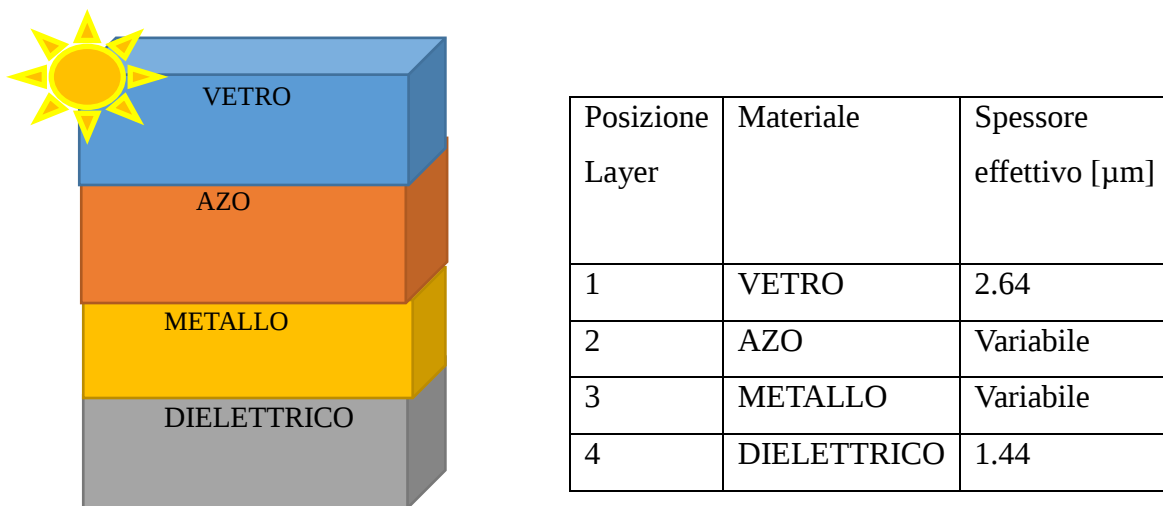


Fig. 1: Struttura cella thin film con tabella dati sul dimensionamento e la scelta dei parametri

I layer intermedi sono stati eccitati da una probe-antenna di lunghezza $d = 1320\text{nm}$ e larghezza $l = 6.6\text{ nm}$ inserita all'interno del film di vetro (come indice di rifrazione di $n=1.5$) per indurre il campo elettrico nell'interfaccia AZO e metallo come in Fig. 2. Si sono determinati gli spessori ottimali del layer del film metallo e AZO per migliorare l'efficienza degli SPP ed indurre un alto campo elettrico. Si è in particolare analizzato la lunghezza di propagazione e la lunghezza d'onda degli SPP per vari metalli alla lunghezza d'onda del visibile (620.25nm) per differenti spessori del film metallo e AZO.

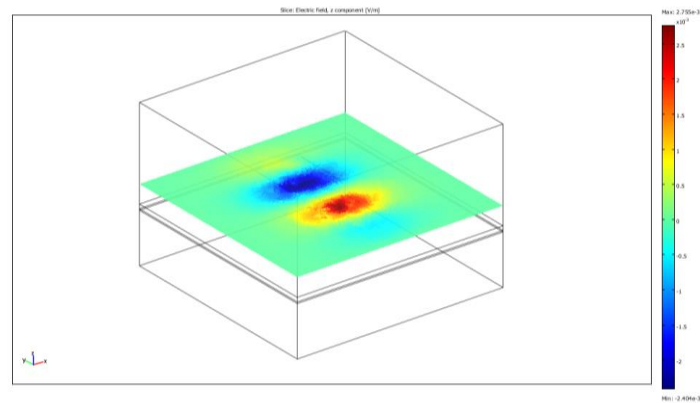


Fig. 2: Antenna-probe inserita all'interno del vetro nella struttura multilayer

L'energia dell'SPP è dipendente fortemente dallo spessore del metallo e dello AZO come mostrato dalla Fig. 3.

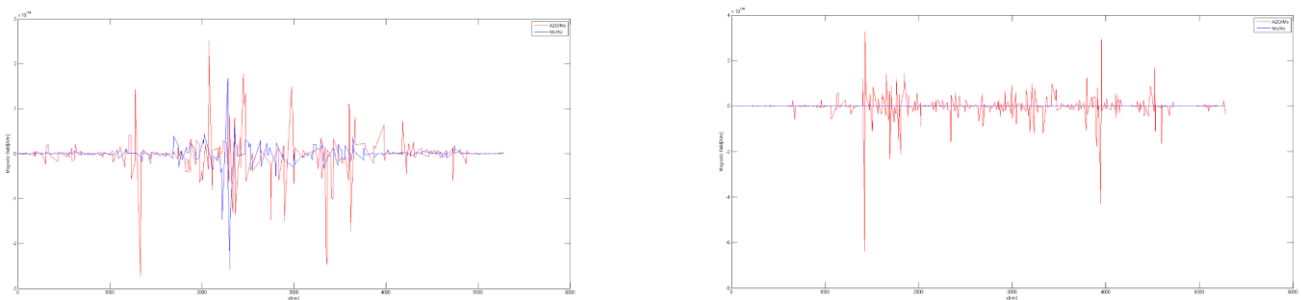


Fig. 3: Campo magnetico generato da SPP sul metallo molibdeno valutato nell'interfaccia AZO-METALLO e METALLO-ARIA per valori di spessore di AZO di 20nm e spessore metallo di 28 nm (a destra). Campo magnetico generato da SPP sul metallo molibdeno valutato nell'interfaccia AZO-METALLO e METALLO-ARIA per valori di spessore di AZO di 120nm e spessore del metallo molibdeno di 40nm (a sinistra)

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Bonanno, G. Capizzi, G. Lo Sciuto, C. Napoli, G. Pappalardo and E. Tramontana, "A Cascade Neural Network Architecture investigating Surface Plasmon Polaritons propagation for thin metals in OpenMP," in Artificial Intelligence and Soft Computing, LNAI (Book 8467) series. Springer, 2014, pp. 21–32.
- [2] F. Bonanno, G. Capizzi, S. Coco, A. Laudani, G. Lo Sciuto "Optimal Thicknesses Determination in a Multilayer Structure to Improve the SPP Efficiency for Photovoltaic Devices by an Hybrid FEM – Cascade Neural Network Based Approach" in SPEEDAM 2014, Ischia, June 18-20, 2014.
- [3] A. Shah, P. Torres, R. Tscharnner, N. Wyrsh, H. Keppner, "Photovoltaic technology: the case for thin-film solar cells." Science 285(5428), 692-698 (1999).
- [4] A. Polman, "A silicon- based electrical source of surface plasmon polaritons." Nature Materials, 9(3), 2125 (2010).
- [5] S. Lombardo, et al. "Plasmonic effects of ultra-thin Mo films on hydrogenated amorphous Si photovoltaic cells." Applied Physics Letters 101.12 (2012): 123902-123902.