

Nombre: Ángela Barreda Gómez. **Director:** Fernando Moreno Gracia. **Co-director:** Francisco González Fernández.

Título del Trabajo: *Comportamiento electromagnético de dispositivos plasmónicos con nanoagujeros. Aplicaciones en biosensores.*

Palabras clave: *plasmónica, plasmones superficiales, Transmisión Óptica Extraordinaria, Anomalía de Rayleigh, Método de Elementos Finitos (FEM), COMSOL.*

Resumen

El desarrollo de la nanotecnología en las últimas décadas ha permitido el conocimiento y la exploración experimental de nuevos fenómenos físicos a escala nanométrica. Concretamente, en el campo de la nanofotónica, la interacción de la luz con la materia a tan pequeña escala, ha proporcionado interesantes aplicaciones en medicina, física, biología, materiales...

Prestando atención al desarrollo de los biosensores, se encuentra como su sensibilidad aumenta cuando se utilizan arrays de nanoagujeros perforados en finas películas metálicas. Este hecho está basado en la Transmisión Óptica Extraordinaria (EOT). Desde su descubrimiento por Ebbesen et al. en 1998 se ha realizado mucho esfuerzo con el fin de alcanzar altos valores de la sensibilidad.

Cuando los nanoagujeros, los cuales se encuentran distribuidos periódicamente, son iluminados por longitudes de onda mayores que la apertura del nanoagujero y la distancia entre ellos, en el espectro de transmisión se observan diferentes resonancias, para algunas longitudes de onda concretas. Éstas son debidas a la interacción entre los plasmones superficiales formados en ambas superficies dieléctrico-metal del array de nanoagujeros.

En este proyecto, utilizando como método numérico, Método de Elementos Finitos (FEM), implementado en el software comercial, COMSOL, hemos trabajado con diferentes geometrías en las que están presentes una lámina metálica con una distribución periódica de nanoagujeros colocada sobre un medio dieléctrico, con el fin de ser empleadas como biosensores. Se han buscado geometrías fáciles de fabricar y que presenten una elevada sensibilidad (alta variación del espectro de transmisión frente a las propiedades ópticas del medio colocado sobre la lámina con nanoagujeros). En todos los biosensores simulados, el array de nanoagujeros fue perforado en una fina película de oro, el diámetro de las nanoaperturas fue 180nm y el periodo (distancia entre dos nanoagujeros consecutivos) fue 500nm. El espesor de la fina lámina fue variado a lo largo del proyecto.

La sensibilidad para las diferentes nanoestructuras consideradas, fue obtenida a partir del corrimiento espectral de los picos observados en los espectros de transmisión/reflexión, en función del índice de refracción del buffer, $\Delta\lambda/\Delta n$.

Title: Electromagnetic behavior of plasmonic devices with nanoholes. Biosensing applications.

Key words: plasmonic, surface plasmons, Extraordinary Optical Transmission, Rayleigh anomaly, Finite Element Method (FEM), COMSOL.

Abstract

Development of nanotechnology in the last decades has allowed the knowledge and experimental exploration of new physical phenomena to nanometric scale. Concretely, in nanophotonics field, the interaction of light with matter to such small scale has provided interesting applications in medicine, physics, biology, materials...

Paying attention to the development of biosensors, it is found as their sensitivity can increase by using nanohole arrays perforated in metallic thin films. This fact is based on Extraordinary Optical Transmission (EOT). Since its discovery by Ebbesen et al. in 1998 much effort has been realized with the objective of reaching high values of the sensitivity.

When nanoholes, which are distributed periodically, are illuminated by wavelengths greater than the nanohole aperture and than the distance between them, in the transmission spectrum, different resonances are observed for some concrete wavelengths. These take place due to the interaction between surface plasmons at both dielectric-metal interfaces of the nanohole array.

In this project, using as numerical method: Finite Element Method (FEM) implemented in the commercial software COMSOL, we have simulated different geometries. All of them are constituted by a thin metallic film where nanoholes are perforated, located on a dielectric substrate, in order to design a biosensor easy to manufacture and with a high sensitivity (high variation of the peaks in the transmission spectrum due to changes in the buffer optics constants). In all the simulated biosensors, nanohole array was perforated in a gold thin film, the diameter of nanoapertures was 180nm and the period (distance between two consecutive nanoholes) was 500nm. The thickness of the thin film was changed along the project.

During the project we paid special attention to a concrete configuration, which consists of a Fabry-Perot nanocavity set under the nanohole array, due to the high sensitivity to changes in the buffer refractive index that this nanostructure presents, when buffer is introduced inside the nanocavity.

The sensitivity for the different nanostructures considered was obtained through the peaks spectral shift observed in the transmission/reflection spectra as a function of the changes in the buffer refractive index, $\Delta\lambda/\Delta n$.