Contrat post-doctoral

CAvité MultI-diéleCtrique Active à mode de Bloch pour capteur de gaZ optiquE

Le projet ANR CAMICAZE a l'ambition de développer un capteur de gaz innovant dans la gamme 10 ppb à 10 ppm, destiné à la détection en milieu confiné de formaldéhyde et d'acétaldéhyde, deux cibles majeures en prévention. Ce capteur unique est basé sur une nouvelle transduction optique qui fait appel à l'électroluminescence d'une couche active semi-conductrice épitaxiée, combinée à une microcavité multi-diélectrique spécialement conçue pour générer une exaltation et sensibilité géantes dans son spectre de réponse optique. La sélectivité du capteur est obtenue par la fonctionnalisation chimique au voisinage de la couche active. L'ensemble sera intégré dans un système micro-fluidique qui permet l'exposition optimale de la zone sensible au mélange gazeux à analyser, ainsi que les interconnexions électriques et optiques.

Ce contrat post-doctoral s'inscrit au cœur des activités de l'Institut Fresnel sur le projet CAMICAZE. Il portera sur 2 axes complémentaires, numériques et instrumentaux.

En premier lieu, un travail numérique et théorique sera réalisé pour adapter au cas des matériaux cristallins et actifs, les techniques de synthèse précédemment développées à l'Institut Fresnel pour obtenir une exaltation géante du champ électromagnétique évanescent dans le cas de structures planes multi-diélectriques [1-4]. Il faudra également tenir compte de l'impact des procédés de fonctionnalisation qui seront effectués à FEMTO-ST. Les composants ainsi conçus seront ensuite réalisés au CRHEA.

Dans un second temps, l'objectif est de concevoir et développer un système instrumental permettant la mesure des variations spectrales du diagramme d'émission de la microcavité, en fonction du niveau de contamination détectée. Ce système de détection sera ensuite implémenté sur un banc de caractérisation de capteurs à gaz développé au LAAS.

D'une façon plus générale, ce projet CAMICAZE est pluridisciplinaire et rassemble des expertises dans les domaines de la synthèse de microcavités (Fresnel), de la croissance épitaxiale (CRHEA), de la fonctionnalisation (FEMTO-ST) et des microsystèmes (LAAS). Des missions régulières chez les différents partenaires sont à prévoir.

Mots clés : capteurs, optique électromagnétique, couches minces optiques, nano-photonique, microcavité, exaltations géantes, champ évanescent, synthèse, instrumentation optique, métrologie

Consortium : CRHEA (Nice), LAAS (Toulouse), FEMTO ST(Besançon), Institut Fresnel (porteur, Marseille)

Laboratoire d'accueil : Institut Fresnel (porteur, Marseille)

Financement : ANR, Projet CAMICAZE

Supervision : Claude AMRA et Myriam ZERRAD (www.linkedin.com/in/myriam-zerrad)

Contact : myriam.zerrad@fresnel.fr

[1] Claude Amra, Michel Lequime, Myriam Zerrad, "Electromagnetic Optics of Thin-Film Coatings - Light Scattering, Giant Field Enhancement, and Planar Microcavities", Cambridge University Press, 2021

[2] Paul Rouquette, Claude Amra, Myriam Zerrad, and Michel Lequime, "Micro-cavity optimization for ultra-sensitive all-dielectric optical sensors," Opt. Express 30, 15344-15364 (2022)

[3] Dikai Niu, Myriam Zerrad, Aude Lereu, Antonin Moreau, Julien Lumeau, Juan Antonio Zapien, Ali Passian, Vincent Aubry, and Claude Amra, "Excitation of Bloch Surface Waves in Zero-Admittance Multilayers for High-Sensitivity Sensor Applications", Physical Review Applied, American Physical Society, 2020, 13 (5)

[4] Claude Amra, Myriam Zerrad, Fabien Lemarchand, Aude Lereu, Ali Passian, et al.. Energy density engineering via zero-admittance domains in all-dielectric stratified materials. Physical Review A, American Physical Society, 2018, 97 (2)