

ECOLE DOCTORALE EEATS

Electronique, Electrotechnique, Automatique, Traitement du Signal

Proposition de thèse, avec financement propre, à démarrer en 2022-2023

Titre de la thèse:

«Packaging and miniaturization technology implementation for integrated spectrometer realization: high spectral resolution in the SWIR for telecom and greenhouse gas monitoring»

Mise en œuvre de technologies miniaturisées de spectrométrie intégrée on-chip, pour les applications Haute Résolution Spectrale dans le SWIR : télécoms et monitoring de gaz à effet de serre »

Laboratoire d'accueil :

IPAG, équipe instrumentation « CHARM »

IMEP-LAHC, équipe photonique, « PHOTO »

Spécialité de la thèse :

Optique - radiofréquences (OR)

Nature du financement :

Financement Projet Région – Pack Ambition Recherche (obtenu)

Contact pour candidater :

Guillermo Martin

Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble,

Tél: 04 76 63 52 76

guillermo.martin@univ-grenoble-alpes.fr

Alain Morand

Institut de Microélectronique d'Electromagnétisme et de Photonique de Grenoble

Tél: 04 56 52 94

alain.morand@univ-grenoble-alpes.fr

Résumé

Ces dernières années, de nombreuses recherches se sont focalisées sur la miniaturisation de spectromètres optiques. En effet, ces systèmes sont très importants pour caractériser un signal lumineux d'une source optique. Le but de cette thèse est de développer et de réaliser un spectromètre à la fois compact et avec une haute résolution spectrale. Son principe repose sur l'utilisation d'une puce photonique en optique intégrée sur verre composée d'un guide droit terminé par un miroir. Des centres nano-diffusants considérés comme des antennes sont situés sur la surface du guide. Chaque antenne envoie un signal sur un pixel d'une caméra directement collée au-dessus de la puce en verre. Le miroir au bout du guide crée à l'intérieur du guide une onde stationnaire. Les antennes permettent de reproduire sur la caméra la représentation spatiale de cette onde stationnaire dans le guide. En appliquant ensuite

une transformée de Fourier Inverse, on obtient alors le spectre de la source optique. Ce concept a déjà été développé dans le domaine des longueurs d'ondes allant de 700nm à 1000nm. Nous essayons d'étendre les capacités de ce spectromètre aujourd'hui dans le domaine des longueurs d'ondes du SWIR allant de 1.1 μ m à 1.6 μ m. Une approche innovante sur le design des centres diffusants est proposée pour limiter la diaphonie sur chaque pixel de la caméra SWIR. Les objectifs de la thèse sont premièrement d'optimiser les méthodes de réalisation des antennes d'échantillonnage. Deuxièmement, il devra développer notre capacité à assembler composant et détecteur, afin d'assurer un prototype complet de spectromètre robuste et monobloc en vue d'applications aéroportées.

Résumé

In the recent years, a lot of researchs have been focused on the miniaturization of optical spectrometers. Indeed, these devices are important for optical signal characterization. The objective of this work is to develop and realize an optical spectrometer having both a compact size and high optical spectral resolution. It is based on the use of a glass integrated photonic chip composed of a straight waveguide finished by a mirror. Nano scattering centers considered as antennas are set on the waveguide surface. Each antenna transmits an optical signal on each camera pixel directly bonded at the surface wafer. The mirror at the end of the waveguide makes a stationary wave in the straight waveguide. The antennas allow to depict the optical intensity of the stationary wave. Then the optical spectrum of the signal can be obtained by applying a fast inverse fast Fourier transform. This approach has already been developed in the wavelength range from 700nm to 1000nm. Now, we are trying to extend this spectrometer skills in the SWIR (from 800nm to 1700nm). A novel approach of the antenna design is proposed to limit the crosstalk on each SWIR camera pixel. The objectives of this work are firstly to optimize the antenna realization used for the sampling. Secondly, the student will develop our ability to package the glass chip with the camera in order to have an airborne equipment

Profil et skills required

Student recently graduate from a master degree of Physics, Optical, Optoelectronic, Engineering school (Sup Opt, Phelma ...)

Experimental profil, optical characterization, optical set-up use with programming knoweledge (Python, Matlab, Mathcad...), simulation software and visual programming language to control instrument (Labview).

- Propagation waveguide characterization and nano antenna scattering analys. Data processing, spectrum reconstruction from inverse Fourier Transform, inversion method or least mean square method.

-Modelisation of the waveguide propagation and of the antenna scattering

Profil et compétences requises

Étudiant(e) sortant d'une formation type M2 de Physique Recherche & Innovation, Physique Générale, Optique, Optoélectronique, Ecole d'Ingénieur (Sup Optique, Phelma, ...)

Étudiant(e) à profil plutôt expérimental, caractérisation optique, montage de bancs optiques, avec des connaissances en programmation (Python, Matlab, Mathcad...), logiciels de simulation, pilotage (Labview).

-Caractérisation – de guides d'onde (propagation) sur lesquelles nous avons réalisé des nano-antennes (diffraction). Traitement des données, reconstruction du spectre par Transformée de Fourier inverse, méthodes d'inversion (Matrices Pseudo-Inverses), minimisation (moindres carrés).

-Modélisation des phénomènes de propagation et interférence du signal optique dans les guides d'onde et extrait de ceux-ci grâce aux plots diffusants.