



ID de Contribution: 303

Type: Contribution orale

SWIFTS-MIR : un spectromètre miniature en optique intégrée dans le moyen infrarouge

jeudi 6 juillet 2023 09:30 (30 minutes)

Ce travail vise à présenter un spectromètre miniature en optique intégrée dans l'infrarouge moyen (bande L : $3,4 \mu\text{m}$ - $4,1 \mu\text{m}$). La bande L présente plusieurs caractéristiques clefs pour l'astrophysique, notamment pour l'imagerie et la caractérisation de systèmes exo-planétaires jeunes. Ainsi, de nouveaux instruments et projets se concentrent sur cette bande, comme METIS, NOTT (au sol) ou LIFE (dans l'espace). L'utilisation dans ces projets de techniques photoniques et la recombinaison de faisceaux sur puce permettra d'obtenir des instruments plus compacts, facilitant leur intégration dans des projets au sol ou dans l'espace.

La technologie SWIFTS (Stationary Wave Integrated Fourier Transform Spectrometer) est basée sur l'échantillonnage d'une onde stationnaire à l'aide de nanocentres de diffusion à la surface d'un guide d'onde. Une configuration Gabor est ici proposée : le faisceau entrant est divisé en amont de l'échantillon, puis injecté des deux côtés du guide. Il se retrouve au milieu, créant ainsi un interférogramme complet à large bande (alors que dans la configuration plus typique Lippman, où la lumière est injectée d'un seul côté et se reflète sur un miroir à l'extrémité du guide, seule la moitié de l'interférogramme est récupérée, masquant certaines informations de la source).

La résolution R du SWIFTS est directement liée à la longueur échantillonnée (L) du guide d'onde : $R = (2 * n_{eff} * L) / \lambda$. Pour $L = 1\text{cm}$ à $3,4 \mu\text{m}$, la résolution attendue est $>10\,000$ ($\Delta\lambda \sim 340 \text{ pm}$), ce qui permet d'obtenir un spectromètre compact, robuste et à haute résolution. La largeur de bande spectrale est définie comme $\Delta\lambda_{bandwidth} = \lambda^2 / (4 * n_{eff} * \Lambda)$ (Λ étant le pas entre deux centres d'échantillonnage consécutifs). Cette valeur ne pouvant être inférieure au pas de pixel du détecteur, la largeur de bande spectrale maximale que l'on peut espérer est assez contrainte : un pas de pixel de $30 \mu\text{m}$ donnera $\Delta\lambda_{bandwidth} = 44\text{nm}$. Afin d'augmenter la bande passante, le matériau choisi est le niobate de lithium (LiNbO_3), un cristal électro-optique. La modulation temporelle de l'indice de réfraction par l'application d'un champ électrique permettra de réduire le pas d'échantillonnage effectif.

De plus, la zone de détection des détecteurs IR étant enfouie, un seul nanotrait par centre de diffusion donne un signal diffracté angulairement trop large et provoque du crosstalk entre les pixels. Pour surmonter ce problème, plusieurs traits par centre de diffusion (antennes) sont implémentés afin d'agir comme des réseaux de diffraction miniatures, et ainsi de réduire la divergence angulaire et d'augmenter le rapport SNR.

Enfin, afin d'obtenir un spectromètre compact et monolithique, le détecteur IR sera collé directement sur les antennes, ce qui contribuera à faire du SWIFTS un outil polyvalent, utile pour des applications astronomiques telles que la spectro-interférométrie, mais aussi la caractérisation de sources IR, la détection de gaz...

Affiliation de l'auteur principal

Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IPAG, 38000 Grenoble, France

Auteur principal: BONDUELLE, Myriam (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IPAG, 38000 Grenoble, France)

Co-auteurs: MORAND, Alain (Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, Grenoble INP*, IMEP-LAHC, 38000, Grenoble, France, *Institute of Engineering Univ. Grenoble Alpes); ROMERO VÁZQUEZ,

Carolina (Grupo de Investigación en Aplicaciones del Láser y Fotónica (ALF-USAL), Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, E-37008 Salamanca, Spain); MARTIN, Guillermo (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IPAG, 38000 Grenoble, France); R. VAZQUEZ DE ALDANA, Javier (Grupo de Investigación en Aplicaciones del Láser y Fotónica (ALF-USAL), Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, E-37008 Salamanca, Spain); ROBERT, Laurent (FEMTO-ST, Univ. Franche-Comté, CNRS, 15B avenue des Montboucons, F-25030, Besançon, France); COURJAL, Nadège (FEMTO-ST, Univ. Franche-Comté, CNRS, 15B avenue des Montboucons, F-25030, Besançon, France); SALUT, Roland (FEMTO-ST, Univ. Franche-Comté, CNRS, 15B avenue des Montboucons, F-25030, Besançon, France); ARROYO HERAS, Víctor (Grupo de Investigación en Aplicaciones del Láser y Fotónica (ALF-USAL), Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, E-37008 Salamanca, Spain)

Orateur: BONDUELLE, Myriam (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IPAG, 38000 Grenoble, France)

Classification de Session: Mini-colloques: MC17 Astrophotonique: optique moderne pour l'instrumentation astronomique

Classification de thématique: MC17 Astrophotonique : optique moderne pour l'instrumentation astronomique