

Caractérisation des propriétés de luminescence du CdZnTe par différentes sources d'excitation pour les détecteurs infrarouge utilisés en astrophysique

Spécialité CHIMIE

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAP/LISIS](#)

Candidature avant le 21/05/2019

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [Mouzali Salima](#)
+33 1 69 08 63 55
salima.mouzali@cea.fr

Résumé

Sujet détaillé

Dans le domaine infrarouge (IR), les détecteurs de photons les plus utilisés en astrophysique sont les détecteurs matriciels composés d'un matériau absorbant de HgCdTe, sur un substrat de CdZnTe.

La fabrication de ce type de détecteurs est une compétence mondialement reconnue du CEA-Leti (Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information) à Grenoble. Le Département d'Astrophysique (DAP) du CEA/IRFU est lui-même une référence historique dans le domaine de l'instrumentation spatiale et la caractérisation de détecteurs. Depuis 2010, une collaboration s'est établie entre le Leti et le DAP pour développer et caractériser des détecteurs IR pour l'astrophysique et le spatial [1]. Cette collaboration s'inscrit dans le cadre plus général de la mise en place par l'Europe d'une filière industrielle pour l'approvisionnement de ce type de détecteurs, dans le but de remplacer les détecteurs américains actuellement utilisés pour les systèmes d'observation sol et spatial. En effet, l'Europe, à travers la commission européenne et l'Agence Spatiale Européenne (ESA), finance via deux projets (le projet Astronomy Format Array, ALFA [2] et le projet Astronomy European Infrared Detector, ASTEROID [3]) le développement et l'industrialisation de détecteurs IR HgCdTe pour l'astrophysique.

Lors de la phase de qualification spatiale de ces composants, il deviendra primordial d'évaluer l'impact de l'environnement spatial sur ces détecteurs. Une fois dans l'espace un détecteur est soumis à un flux de particules (principalement des protons) émis par le rayonnement cosmique et le vent solaire. En déposant leur énergie dans le substrat, ces particules génèrent notamment une luminescence qui est détectée par la couche de HgCdTe. Ainsi, les images sont polluées par ce signal parasite qui s'ajoute au signal photonique utile [4]-[6]. Le retrait complet du substrat de CdZnTe résout radicalement le problème mais dégrade les performances du détecteur. Une solution serait d'amincir partiellement le substrat de CdZnTe. Afin d'estimer par modélisation l'épaisseur résiduelle de CdZnTe acceptable, il est essentiel de bien connaître les propriétés de luminescence de ce matériau.

Le CdZnTe est un matériau semi-conducteur II-VI. Cet alliage est largement utilisé comme substrat dans la fabrication des détecteurs IR HgCdTe, assurant ainsi un bon accord de maille avec la couche détectrice. Malheureusement, le CdZnTe présente de nombreux défauts natifs (inclusion, lacunes, ...) auxquels s'ajoute la présence d'impuretés qui dépend fortement des conditions de croissance. De fait, pour modéliser la réponse des détecteurs sous flux de protons, il est essentiel de bien connaître le substrat utilisé par le LETI pour la croissance de la couche sensible de HgCdTe. A ce titre, des spectres de luminescence obtenue par excitation de photons X (à 300K) et par excitation laser (de 4K à 300K) ont été très récemment obtenus sur des échantillons de CdZnTe.

Travail durant le stage :

L'objectif est de traiter et d'analyser les données issues des mesures de luminescence. Il s'agira ensuite d'interpréter physiquement les différents spectres de luminescence afin d'identifier les types d'impuretés présents dans le matériau ainsi que leur comportement en fonction de la température. Cette interprétation s'appuiera sur une recherche bibliographique approfondie.

Le stagiaire participera également à une campagne de mesure de cathodoluminescence sur des échantillons de CdZnTe afin de compléter l'étude des propriétés de luminescence du CdZnTe. A terme, une comparaison des résultats issus des différentes méthodes d'excitation sera effectuée afin de pouvoir conclure sur le comportement du matériau CdZnTe en termes de luminescence.

Cette étude s'inscrit dans le cadre des projets européens ASTEROID et ALFA, pour lesquels la compréhension des données de luminescence est une étape clef en vue de la spatialisation des détecteurs IR HgCdTe.

[1] O. Boulade et al., "Development activities on NIR large format MCT detectors for astrophysics and space science at CEA and SOFRADIR," vol. 33, no. 0, p. 99150C, 2016.

[2] B. Fièque et al., "Development of astronomy large focal plane array 'ALFA' at Sofradir and CEA," High Energy, Opt. Infrared Detect. Astron. VIII, vol. 1070905, no. July, p. 5, 2018.

[3] "<https://asteroidh2020.eu>."

[4] A. Waczynski et al., "Radiation induced luminescence of the CdZnTe substrate in HgCdTe detectors for WFC3," vol. 5902, p. 59020P, 2005.

[5] R. Smith et al., "Noise and zero point drift in 1.7m cutoff detectors for SNAP," p. 62760R, 2006.

[6] M. L. Dorn et al., "Proton irradiation results for long-wave HgCdTe infrared detector arrays for Near-Earth Object Camera," J. Astron. Telesc. Instruments, Syst., vol. 2, no. 3, p. 036002, 2016.

Mots clés

physique, semi-conducteur, optoélectronique, traitement du signal

Compétences

Logiciels

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares