

25 janvier 2023

Offre de thèse pour un CDD doctorant

Étude des propriétés thermoélectriques de nouveaux semi-conducteurs chalcogénures à structure cristalline complexe

Informations générales

Lieu de travail : Institut Jean Lamour, Nancy, France

Type de contrat : Contrat doctoral

Durée du contrat : 36 mois

Date d'embauche prévue : Octobre 2023

Quotité de travail : Temps complet

Rémunération : 2044 € brut

Niveau d'études souhaité : Master 2 en physique ou chimie de la matière condensée, ou en science des matériaux

Expérience souhaitée : Indifférent

Missions / Activités

Problématique

Les matériaux thermoélectriques (TE) permettent de convertir une différence de température en courant et vice versa. Cette conversion d'énergie à l'état solide offre de nombreux avantages tels que l'absence de partie mobile, l'absence de vibration ou l'émission de gaz à effet de serre. Le principal obstacle à un plus large déploiement de cette technologie est le faible rendement de conversion des dispositifs TE qui restent inférieurs à ceux obtenus par d'autres technologies. Le rendement est directement lié aux propriétés de transport des matériaux TE qui composent la partie active de ces dispositifs. Un bon matériau TE doit posséder, à une température donnée T (K), un coefficient Seebeck S (ou pouvoir thermoélectrique, V/K) élevé, une faible conductivité thermique C (W/mK) de manière à maintenir le gradient de température et une faible résistivité électrique E ($\Omega.m$) pour minimiser l'effet Joule. Ces propriétés désirables sont exprimées au travers du facteur de mérite adimensionnel $ZT = (S^2T)/(C.E)$. Ce facteur est utilisé pour évaluer la qualité d'un matériau pour des applications TE. La fabrication de dispositifs TE performants passe par l'obtention de matériaux présentant des ZT supérieurs à 1.

Une première stratégie possible pour améliorer les performances thermoélectriques de nouveaux matériaux est d'optimiser le facteur de puissance S^2/E en modifiant de façon judicieuse les paramètres de la structure de bandes électroniques. Parmi les mécanismes connus, l'introduction d'impuretés spécifiques qualifiées de résonantes ou la convergence de plusieurs bandes sont des mécanismes particulièrement efficaces. Une seconde stratégie réside dans l'identification de nouveaux matériaux qui présentent de manière naturelle de très faibles valeurs de conductivité thermique ou dont les valeurs peuvent être modulées en jouant sur le désordre structural par exemple.

Objectifs et programme de la thèse

S'inscrivant principalement dans cette seconde stratégie, ce sujet de thèse a pour objectif d'étudier les propriétés de transport de nouveaux semi-conducteurs chalcogénures (c'est-à-dire à base de S, Se ou Te) à structure cristalline complexe qui combinent de bonnes propriétés électroniques et de très faibles valeurs de conductivité thermique. Les activités du (de la) candidat(e)

retenu(e) porteront sur la synthèse, la caractérisation physico-chimique (structure cristalline, microstructure, composition chimique), les mesures des propriétés de transport (thermiques, électriques, galvanomagnétiques, thermodynamiques et magnétiques à basse et à haute température ; 2 – 1000 K) de ces composés sous forme polycristalline mais également sous forme monocristalline. Les composés polycristallins seront synthétisés par métallurgie des poudres en ampoule de quartz scellées ou bien par broyage mécanique à haute énergie. Les monocristaux seront quant à eux synthétisés soit par une technique de croissance de type Bridgman, soit par une méthode de flux.

La structure cristalline, la composition et l'homogénéité chimique seront déterminées grâce aux instruments de dernière génération que possèdent les centres de compétences (CC) de l'institut (diffraction des rayons X sur poudre et sur monocristal, diffraction Laue du CC X γ , microscopie électronique à balayage et en transmission et microsonde de Castaing du CC 3M). Des études complémentaires de la structure cristalline sur les grands instruments (rayons X sur synchrotron et diffraction des neutrons, à l'ESRF et à l'ILL à Grenoble) seront également menées afin de préciser davantage les caractéristiques cristallographiques importantes (caractérisation du désordre ou position des dopants dans la structure par exemple).

Les propriétés de transport seront mesurées sur une large gamme de température (2 – 1000 K) à l'aide du parc instrumental conséquent que possède l'équipe d'accueil. Si les mesures à hautes températures permettront de déterminer les performances thermoélectriques des composés synthétisés, les mesures à basse température apporteront un éclairage important sur les mécanismes microscopiques qui gouvernent leur transport électrique et thermique. L'étude des très faibles conductivités thermiques de réseau pourra être approfondie par des mesures de diffusion inélastique des neutrons/rayons X sur poudre et sur monocristal (ILL et ESRF à Grenoble).

Contexte de travail

La thèse se déroulera principalement à l'Institut Jean Lamour à Nancy, sous la direction de Christophe Candolfi (directeur) et Soufiane El Oualid (co-directeur).

A l'issue de la thèse, l'étudiant ou l'étudiante aura appris à maîtriser les techniques de fabrication de matériaux thermoélectriques, à caractériser les propriétés structurales et chimiques à l'aide d'instruments de pointe et à mesurer leur performance en fonction de la température.

Compétences

- Titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou d'un Master 2 dans le domaine de la science des matériaux.
- Connaissances en physique ou chimie du solide et en caractérisation des matériaux.
- Anglais courant.

A propos de l'Institut Jean Lamour

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Lorraine. Il est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS.

Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

L'IJL compte 183 chercheurs et enseignants-chercheurs, 91 personnels ingénieurs, techniciens, administratifs, 150 doctorants et 25 post-doctorants.

Il collabore avec plus de 150 partenaires industriels et ses collaborations académiques se déploient dans une trentaine de pays.

Son parc instrumental exceptionnel est réparti sur 4 sites dont le principal est situé sur le campus Artem à Nancy.

Contraintes et risques

- Poste situé dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique et nécessitant, conformément à la réglementation, une autorisation par l'autorité compétente du MESR.
- Risques d'exposition à des rayonnements électromagnétiques et ionisants, risques associés aux hautes températures.

Modalités de candidature

Adresser un CV, une lettre de motivation accompagnée des noms de 2 références et relevés de notes (M1 et M2) à :

Dr. Christophe Candolfi, christophe.candolfi@univ-lorraine.fr

Dr. Soufiane El Oualid, soufiane.el-oualid@univ-lorraine.fr