IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/LETS

Traitement d'image embarqué pour la qualité de l'air

Spécialité Rèseaux de neurones

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/LETS

Candidature avant le 02/06/2024

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact THEVENIN Mathieu
+33 1 69 08 58 87
mathieu.thevenin@cea.fr

Résumé

Pour détecter des polluants dans l'air, nous développons des dispositifs compacts qui sondent la réactivité chimique des polluants gazeux grâce à des microbilles colorées. Afin de détecter si ces microbilles sont entrée en contact avec un polluant, il est nécessaire d'analyser leur colorimétrie par microcosopie optique embarquée ou analyse spectrale. Nous souhaitons développer une version facilement déployable de cet équipement.

Sujet détaillé

Contexte :
Pour détecter des polluants dans l'air, nous développons des dispositifs compacts qui sondent la réactivité chimique des polluants gazeux grâce à des microbilles colorées [Mugherli et al., Lab-on-a-Chip 2020 ; Guittet et al., Journal of Sol-gel Science and Technology 2023].

Objectif principal :
Ce projet vise à améliorer des dispositifs de mesure et à les valider, en lien avec un chercheur post-doctorant. Nous avons mis au point une électronique embarquée associée à un logiciel firmware à base d'IA qui permet d'analyser en continu et en temps réel les microbilles colorées. Nous souhaitons améliorer la technique en explorant différentes approches de classification IA, ainsi qu'en ajoutant des fonctionnalités temps réel supplémentaires (flux vidéo en streaming, apprentissage non supervisé etc.).

Missions principales :
(i) Comparatif de différentes techniques d'apprentissage
(ii) Interface utilisateur en temps réel (vidéo et traitement d'image)
(iii) Optionnel, miniaturisation de la carte électronique
(iv) Test de nouvelles approches de capture des microbilles

Qualités recherchées & à développer :
Aptitudes R&D Python, C++, linux

Aptitudes Pro Autonomie, Efficacité, Créativité, Communication, Rédaction
Intérêts Systèmes embarqués, Environnement, Qualité de l’air

Mots clés

Informatique embarquée, réseau de neurones, traitement d'image en temps réel

Compétences

C/C++ ; Python ; Linux embarqué Raspberry pi STM32

Logiciels

C/C++ ; Python

Embedded Image processing for environmental analysis

Summary

To detect pollutants in the air, we are developing compact devices that probe the chemical reactivity of gaseous pollutants using coloured microbeads. In order to detect whether these microbeads have come into contact with a pollutant, their colorimetry needs to be analysed using on-board optical microcosopy or spectral analysis. We want to develop a version of this equipment that could be easily deployed.

Full description

Background:
To detect pollutants in the air, we are developing compact devices that probe the chemical reactivity of gaseous pollutants using colored microbeads [Mugherli et al., Lab-on-a-Chip 2020; Guittet et al., Journal of Sol-gel Science and Technology 2023].

Main objective:
This project aims to improve and validate measurement devices, in conjunction with a post-doctoral researcher. We have developed on-board electronics combined with AI-based firmware software for continuous, real-time analysis of colored microbeads. We aim to improve the technique by exploring different AI classification approaches, as well as adding additional real-time functionalities (streaming video, unsupervised learning, etc.).

Main tasks:
(i) Comparison of different learning techniques
(ii) Real-time user interface (video and image processing)
(iii) Optional miniaturization of the electronic board
(iv) Testing new approaches to microbead capture

Qualities sought & to be developed :
R&D skills Python, C++, linux
Professional skills Autonomy, Efficiency, Creativity, Communication, Writing
Interests Embedded systems, Environment, Air quality

Keywords

Embedded software, neural network, real-time image processing

Skills

C/C++ ; Python ; Linux; Raspberry pi; STM32

Softwares

C/C++ ; Python

IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/LNO

Films minces épitaxiés d'oxynitrures multiferroïques multifonctionnels

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/LNO

Candidature avant le 01/05/2024

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact BARBIER Antoine
+33 1 69 08 39 23
antoine.barbier@cea.fr

Résumé

L'objectif de ce stage est d'élaborer des couches minces epitaxiées multiferroïques d'oxynitrures ferrite/pérovskite (CoFe2(OxN1-x)4/N :BaTiO3 par épitaxie par jets moléculaires assistée de plasmas azote et oxygène atomiques : un nouveau matériau magnéto-électrique hybride. On procédera par dopage de films minces dont les conditions de croissance sont déjà maitrisées au laboratoire CEA/SPEC. On étudiera la structure cristalline ainsi que les propriétés ferroélectriques et magnétiques.

Sujet détaillé

La transition énergétique et les technologies de communication modernes requièrent le développement de nouveaux matériaux dédiés, en particulier, à la production d'énergie propre et/ou permettant des économies d'énergie et de matériaux dans les systèmes électroniques. Dans ce cadre, les oxynitrures constituent une classe de matériaux pertinents. Parmi ceux-ci, les composés hybrides ferroélectriques et ferromagnétiques sont particulièrement bien adaptés pour réaliser des capteurs multifonctionnels. On s'attend à de nouvelles propriétés de transport induites par le dopage par l'azote. La réalisation de films minces monocristallins hybrides d'oxynitrures est cependant délicate et a été peu étudiée à ce jour.
Nous allons explorer la possibilité de moduler les propriétés de couches minces magnétoélectriques laminaires de ferrites de cobalt dopés N (CoFe2(OxN1-x)4, ferrimagnétique) déposées sur du titanate de Baryum dopé azote (N :BaTiO3, ferroélectrique) dont nous maitrisons déjà la croissance par l'adjonction d'un plasma azote durant la croissance. On étudiera l'influence du dopage azote sur les propriétés électroniques, magnétiques et ferroélectriques en fonction de l'épaisseur des couches et des paramètres de croissance. Des données de dichroïsme magnétiques, pour certaines situations, existent déjà et seront exploitées en détail.

Autres chercheurs potentiellement impliqués : Jean-Baptiste Moussy, Pâmella Vasconcelos (DES/ISAS/DRMP/S2CM/LM2T) et Sylvia Matzen (C2N)

Mots clés

Oxynitrures, épitaxie par jets moléculaires, ferroélectricité, ferrimagnétisme, synchrotron, lithographie

Compétences

Le (la) candidat(e) abordera les techniques d'ultra-vide associées à la croissance par épitaxie par jets moléculaires assistée par plasma d'oxygène et azote. On utilisera la diffraction des électrons rapides (RHEED), la spectroscopie d'électrons Auger (AES), la photoémission des niveaux de coeur (XPS), la microscopie en champ proche (PFM), les mesures magnétiques (VSM), la lithographie et les mesures ferroélectriques et la diffraction des rayons X. La modélisation fine de la structure électronique sera abordée pour l'interprétation des données de spectroscopie.

Logiciels

Epitaxial multifunctionnal multiferroic oxynitride thin films

Summary

The objective of the internship is to grow epitaxial thin multiferroic ferrite/perovskite (CoFe2(OxN1-x)4/N:BaTiO3 oxynitride films by oxygen and nitrogen plasma assisted molecular beam epitaxy: a potentially new magnetoelectric material. We will proceed by nitrogen doping of oxide films for which the growth conditions are already mastered in the CEA/SPEC laboratory. The crystalline structure as well as the magnetic and ferroelectric properties will be studied.

Full description

Novel materials are required within the energy transition and modern communication technologies frameworks, in particular to produce clean energy and/or reduce electronic device consumption and overall materials usage. Within this context oxynitrides are a relevant class of materials. The magnetoelectric ones are very well suited to realize novel multifunctional sensors. Doping by charge carriers makes it possible to envisage new transport properties. The production of hybrid single crystalline thin oxynitride films is however challenging and has been little studied to date.
We will explore the possibility of modulating the properties of thin laminar oxide magnetoelectric films of N doped cobalt ferrite (CoFe2(OxN1-x)4, ferromagnetic) deposited on nitrogen doped barium titanate (N:BaTiO3, ferroelectric). Their growth conditions are already mastered and we will proceed by the addition of nitrogen plasma during growth. We will study the influence of the N doping on the electronic, magnetic and ferroelectric properties with respect to film thickness and growth conditions. Already existing magnetic dichroism data, for some situations, will be investigated in details.

Other researchers potentially involved : Jean-Baptiste Moussy et Pâmella Vasconcelos (DES/ISAS/DRMP/S2CM/LM2T), Sylvia Matzen (C2N)

Keywords

Oxinitrides, molecular beam epitaxy, ferroélectricité, ferrimagnétisme, synchrotron, lithography

Skills

The candidate will address the UHV techniques associated with the growth by molecular beam epitaxy. The techniques that will be used are Reflexion High Energy Electron Diffraction (RHEED), Auger Electron Spectroscopy (AES), Photoemission core level spectroscopy (XPS), Piezo Force Microscopy (PFM), magnetic measurements (VSM), lithography and ferroelectric measurements and X-ray diffraction. Electronic structure modeling will be used for the interpretation of spectroscopic data.

Softwares

IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/LNO

Microscopies de rayons X avancées appliquées à des photoanodes à base d'hématite

Spécialité Chimie-physique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/LNO

Candidature avant le 26/04/2024

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact STANESCU Dana
+33 1 69 08 75 48
dana.stanescu@cea.fr

Autre lien
https://iramis.cea.fr/spec/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast.php?t=projets&id_ast=3546

Résumé

Ce stage M2 est proposé dans le cadre d'un projet NanoSaclay visant à mesurer la quantité d'hydrogène produit par la photoélectrolyse de l'eau utilisant de photoanodes à base d'hématite et de vanadate de bismuth. La composition chimique et la structure électronique des photoanodes sera déterminées par STXM et XPEEM. Une nouvelle approche operando sera qualifiée pour des mesures STXM.

Sujet détaillé

L'hydrogène peut être produit par l'électrolyse de l'eau dans une cellule électrochimique, mais un apport d'énergie important est nécessaire pour franchir le couple redox de l'eau (1,23 V). Une nouvelle idée inspirée par la photosynthèse est la photoélectrolyse, où la lumière du soleil est utilisée pour réduire le potentiel nécessaire pour dissocier la molécule d'eau, en H2 et O2. La production d'hydrogène par photoélectrolyse est une idée très attractive car elle permet de stocker directement l'énergie solaire sous forme d'énergie chimique (liaison H-H) en utilisant une méthode propre.1,2 Dans la plupart des cas, la cellule électrochimique utilisée pour la photoélectrolyse emploie un électrolyte aqueux et contient trois électrodes : un semi-conducteur de type n comme photoanode, une cathode métallique conventionnelle et une électrode de référence.

Dans le cadre du projet « H2-re.SWSquant », financé par le LABEX NanoSaclay, nous recherchons un stagiaire M2 qui aura plusieurs missions. Tout d'abord, elle/il réalisera la croissance des photoanodes à base d'hématite (⍰-Fe2O3) et de vanadate de bismuth (BiVO4), en utilisant des méthodes chimiques en milieux aqueux3–5. Deuxièmement, l'étudiant caractérisera le photocourant produit par ces photoanodes et quantifiera la quantité d'hydrogène réellement produite lors de la réaction de photoélectrolyse. Celle-ci sera corrélée avec la composition chimique et la structure électronique des photoanodes déterminées par microscopie de rayons X : en transmission (STXM) et par microscopie de photoélectrons (XPEEM) sur la ligne de lumière HERMES du synchrotron SOLEIL. Un

nouveau dispositif permettant d'effectuer des mesures électrochimiques operando adapté au microscope STXM sera qualifié. Le stage se déroulera dans deux laboratoires : la croissance des photoanodes, les mesures de photocourant et d'hydrogène seront réalisées au CEA / IRAMIS / SPEC. Des expériences de microscopie (STXM, XPEEM, SEM) et de spectroscopie Raman seront réalisées au synchrotron SOLEIL. Le stage est financé par le LABEX NanoSaclay et le/la stagiaire sera rattaché administrativement au synchrotron SOLEIL. Le stage sera poursuivi par un travail de thèse dans le cadre du projet ANR OERKOP (https://iramis.cea.fr/spec/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast.php?t=projets&id_ast=3546).

Lien SOLEIL : https://www.synchrotron-soleil.fr/fr/emplois/stage-projet-nanosaclay

1. Walter, M. G., Warren, E. L., McKone, J. R., Boettcher, S. W., Mi, Q., Santori, E. A. & Lewis, N. S. Chem. Rev. 110, 6446–6473 (2010).
2. Fujishima, A. & Honda, K. Nature 238, 37–38 (1972).
3. Stanescu, D., Piriyev, M., Villard, V., Mocuta, C., Besson, A., Ihiawakrim, D., Ersen, O., Leroy, J., Chiuzbaian, S. G., Hitchcock, A. P. & Stanescu, S. J. Mater. Chem. A 8, 20513–20530 (2020).
4. Packiaraj, R., Devendran, P., Asath Bahadur, S. & Nallamuthu, N. J. Mater. Sci. Mater. Electron. 29, 13265–13276 (2018).
5. Diaz-Morales, O., Ferrus-Suspedra, D. & Koper, M. T. M. Chem. Sci. 7, 2639–2645 (2016).

Mots clés

Electrochimie; spectroscopie de rayons X; physique de la matière condensée; Cristallographie

Compétences

STXM, XPEEM, SEM, spectroscopie Raman; croissance des photoanodes par voie chimique, photo-voltampérométrie, chromatographie de l'H2

Logiciels

Python, Office

Advanced X-ray microscopies applied to hematite-based photoanodes

Summary

This internship is proposed in the framework of a NanoSaclay project aiming to measure the hydrogen produced by solar water splitting using hematite and bismuth vanadate based photoanodes. STXM and XPEEM are used to characterize the chemistry and chemical coordination of the photoanode materials. A new operando setup adapted to the STXM instrument will be qualified.

Full description

Hydrogen can be produced by water splitting in an electrolysis cell, but a significant energy input is necessary to overcome the water redox couple (1.23 V). A novel idea inspired by photosynthesis, is solar water splitting, where sunlight is used to reduce the voltage bias necessary to split H2O molecule in H2 and O2. Hydrogen production by solar water splitting is a very attractive idea because it allows to directly store solar energy in the H2 chemical bonds using a clean method.1,2 In most cases, the electrochemical cell used for solar water splitting is filled with an aqueous electrolyte and contains three electrodes: an n-type semiconductor as the photoanode, a conventional metallic cathode and a reference electrode.
In the framework of “H2-re.SWSquant” project, founded by LABEX NanoSaclay, we seek an M2 intern who will have several missions. First, she/he will grow hematite (?-Fe2O3) and bismuth vanadate (BiVO4) based photoanodes, using chemical aqueous methods (hydrothermal growth and electrodeposition)3–5. Second, the student will characterize the photocurrent produced by these photoanodes and quantify the hydrogen gas actually produced during the solar water splitting reaction. This will be further correlated with the chemical composition and electronic structure of photoanodes determined by ex situ Scanning Transmission X-ray Microscopy (STXM) and X-ray PhotoEmission Electron Microscopy (XPEEM) at the HERMES beamline from SOLEIL Synchrotron. A new operando electrochemical setup dedicated to the STXM instrument will be qualified. The internship will take place at two laboratories: the photoanodes growth, photocurrent and hydrogen measurements will be realized at CEA / IRAMIS / SPEC. Microscopy (STXM, XPEEM, SEM) and Raman spectroscopy experiments will be realized at SOLEIL synchrotron. The internship is funded by LABEX NanoSaclay and the intern will be administratively attached to SOLEIL synchrotron. The internship will be followed by a PhD work proposed in the framework of the OERKOP ANR project.

(https://iramis.cea.fr/spec/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast.php?t=projets&id_ast=3546).

Link SOLEIL: https://www.synchrotron-soleil.fr/fr/emplois/stage-projet-nanosaclay

1. Walter, M. G., Warren, E. L., McKone, J. R., Boettcher, S. W., Mi, Q., Santori, E. A. & Lewis, N. S. Chem. Rev. 110, 6446–6473 (2010).
2. Fujishima, A. & Honda, K. Nature 238, 37–38 (1972).
3. Stanescu, D., Piriyev, M., Villard, V., Mocuta, C., Besson, A., Ihiawakrim, D., Ersen, O., Leroy, J., Chiuzbaian, S. G., Hitchcock, A. P. & Stanescu, S. J. Mater. Chem. A 8, 20513–20530 (2020).
4. Packiaraj, R., Devendran, P., Asath Bahadur, S. & Nallamuthu, N. J. Mater. Sci. Mater. Electron. 29, 13265–13276 (2018).
5. Diaz-Morales, O., Ferrus-Suspedra, D. & Koper, M. T. M. Chem. Sci. 7, 2639–2645 (2016).

Keywords

Electrochemistry; X ray spectroscopy, condensed matter physics; crystallography

Skills

STXM, XPEEM, SEM, Raman spectroscopy, photoanodes elaboration by chemical growth, photo-voltammetry, H2 chromatography

Softwares

Python, Office

IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/SPHYNX

Conversion de l'énergie thermoélectrique en nanofluides pour un capteur de chaleur solaire hybride

Spécialité Physique des matériaux

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/SPHYNX

Candidature avant le 08/05/2024

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact NAKAMAE Sawako
+33 1 69 08 75 38/93 07
sawako.nakamae@cea.fr

Résumé

Dans le cadre du stage expérimental proposé, nous étudierons les lois fondamentales de la physique qui sous-tendent les propriétés optiques, thermiques et thermoélectriques des nanofluides. En parallèle, l'optimisation et la validation de dispositifs hybrides solaires-capteurs de démonstration seront menées afin de montrer la faisabilité de la cogénération de chaleur et d'électricité afin de montrer la faisabilité de la cogénération de chaleur et d'électricité.

Sujet détaillé

Les matériaux thermoélectriques (TE) capables de convertir la chaleur en électricité sont considérés comme une solution possible pour récupérer la chaleur fatale provenant du flux de déchets industriels, de moteurs, d'appareils électroniques ménagers ou de la chaleur corporelle. Depuis plusieurs années, au sein du laboratoire SPHYNX nous explorons les effets thermoélectriques dans les nanofluides ioniques, où des nanoparticules chargées électriquement servent à la fois de porteurs de chaleur et d'électricité. Contrairement aux matériaux solides, plusieurs effets TE interdépendants se produisent dans ces fluides, en donnant des valeurs du coefficient thermoélectrique généralement supérieures d'un ordre de grandeur à celles des semiconducteurs solides. De plus, les liquides thermoélectriques sont constitués de matières premières abondantes, et ils font l'objet d'une attention particulière en tant que futurs matériaux TE peu coûteux et écologiques. Alors que les origines précises des phénomènes thermoélectriques dans ces fluides sont encore débattues, nos résultats expérimentaux indiquent que les natures physico-chimiques d'interface particule-liquide y jouent un rôle décisif.

L'objectif du projet est double. Premièrement, nous étudierons les mécanismes thermodynamiques sous-jacents à la production du potentiel thermoélectrique dans les nanofluides par mesures systématiques du coefficient Seebeck et le courant électrique produit. Il s'agit de la production de l'entropie de transfert d'Eastman de nanoparticules sous les gradients de concentration, de température et de potentiel électrique. Les résultats seront comparés à leur propriétés thermo-diffusives et absorptions optiques étudiées par ailleurs dans le cadre d'actions de collaboration. Deuxièmement, le projet vise à utiliser les fluides plus prometteurs dans les capteurs hybrides solaires-thermoélectriques prototypes développés actuellement et de les optimiser pour démontrer leur capacité à cogénérer

de la chaleur et de l'électricité. Le projet de recherche proposé est principalement expérimental, impliquant des mesures thermoélectriques, thermiques et électrochimiques ; la mise en place d'un système d'acquisition de données automatisé et l'analyse des données obtenues. Des notions de thermodynamique, de physique des fluides et de physique de l'ingénierie (des dispositifs), ainsi que des connaissances pratiques sur la manipulation des dispositifs de laboratoire sont souhaitées. Des connaissances de base en optique et en électrochimie sont un plus mais pas obligatoires. Pour les étudiants motivés, des simulations numériques utilisant des logiciels CFD commerciaux aussi bien que les mesures d'absorption optique au laboratoire partenaire (INO/CNR, Florence, Italie) peuvent également être envisagées.

Mots clés

Thermodynamique, thermoélectricité

Compétences

Mesures de transport Caractérisation électrochimique Absorption/extinction optique (en option)

Logiciels

LabView MatLab Origin

Thermoelectric energy conversion in nanofluids for hybrid solar heat & power generator

Summary

In proposed experimental internship, we will investigate the fundamental laws of physics behind the optical, thermal and thermoelectric properties of nanofluids. In parallel, the optimization and validation of the proof-of-concept hybrid solar-collector devices
will be conducted in order to demonstrate the co-generation feasibility of heat and electricity.

Full description

Today, much of world's consumed energy is lost to waste heat through all levels of human activity. For example, thermal loss consists 20 to 50 % of total energy consumption across different industrial sectors and as high as 60-70% in current gasoline and/or diesel powered. In such context, if even a small fraction of 'waste-heat' could be converted into more useful forms of energy (e.g., electrical, mechanical, etc.), it would result in tremendous savings to global energy consumption. Thermoelectric (TE) materials that are capable of converting heat into electricity have been considered as one possible solution to recover the low-grade waste-heat (from industrial waste-stream, motor engines, household electronic appliances or body-heat). The thermoelectric effect (the Seebeck effect) describes a material's intrinsic property to directly convert temperature difference (dT) applied across its body into electric voltage (dV) and vice-versa; dV = -SedT, where Se is known as "the Seebeck coefficient." So far, solid semiconductor-based materials are known to possess the highest thermal-to-electrical energy conversion efficiency, which is often expressed as a function of a dimensionless parameter ZT, called "figure of merit": ZT = Se^2 T(s/k) where s and k are the electrical and thermal conductivities.

At SPHYNX, we explore thermoelectric effects in an entirely different class of materials, namely, complex fluids containing electrically charged nanoparticles that serve as both heat and electricity carriers. Unlike in solid materials, there are several inter-dependent TE effects taking place in liquids, resulting in Se values that are generally an order of magnitude larger than the semiconductor counterparts. While the precise origins of high Seebeck coefficients in these fluids are still debated, such liquids are already attracting attention as future TE-materials that are low-cost and environmentally friendly. One promising example of TE liquids is found in a hybrid solar collector capable for the co-generation of heat and electricity. The goal of this internship and the subsequent PhD project is two-fold. First, we will investigate the underlying laws of thermodynamic mechanisms behind the thermoelectric potential and power generation and other associated phenomena in nanofluids. More specifically, we are interested in how the particles' Eastman entropy of transfer is produced under the influence of thermal, electrical and concentration gradients. The results will be compared to their thermos-diffusive and optical abosrption properties to be obtained through research collaborations. Second, the project aims to test the promising nanofluids in the proof-of-concept hybrid solar-collector devices currently developed within the group to demonstrate the co-generation capability of heat and electricity. The hybrid device optimization is also within the project's scope. The proposed research project is primarily experimental, involving thermos-electrical, thermal and electrochemical measurements; implementation of automated data acquisition system and analysis of the resulting data obtained. The notions of thermodynamics, fluid physics and engineering (device) physics, as well as hands-on knowledge of experimental device manipulation are needed. Basic knowledge of optics and electrochemistry is a plus. For motivated students, numerical simulations using commercial CFD software, as well as the optical absorption measurements at the partner lab (LNO/CNR, Florence, Italy) can also be envisaged.

Keywords

Thermodynamics, thermoelectricity

Skills

Transport measurements Electrochemical characterization Optical absorption/extinction (optional)

Softwares

LabView MatLab Origin