المدرسة الوطنية للمهندسين بتونس
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis
LR20ES05
Photovoltaics & Semiconductor Materials Laboratory

Tunis le : 07/05/2021

A Project Proposal for Postdoctoral position within STI doctoral school at ENIT

Supervisor:

Dr. Mohamed BEN RABEH mohamed.benrabeh@enit.utm.tn
Prof Mounir KANZARI mounir.kanzari@ipeit.rnu.tn

Structure de recherche: Laboratoire de Photovoltaïque et Matériaux Semi-conducteurs - ENIT –Université Tunis El Manar, BP 37, Le belvédère 1002-Tunis.

Titre du projet:
Nouveaux matériaux semi-conducteurs pour la détection des gaz et la photo catalyse

Résumé du projet :

Les vapeurs de gaz émises par des liquides volatils inflammables et/ou toxiques sur les emplacements industriels ou autres présentent des risques spécifiques pour les personnes et les équipements, en cas de fuites accidentelles.
Cependant et a fin de prévenir ces risques, il est impératif de détecter ces fuites le plus rapidement possible en mesurant la concentration des gaz incriminés dans l'atmosphère. De plus le traitement des eaux usées ainsi que les déchets industriels qui contiennent des agents polluants exige une intervention afin de neutraliser ces déchets et éviter toute contamination en particulier de la nappe phréatique. La photo catalyse s présente comme une solution à cette problématique. Le projet se présente donc comme une contribution à la résolution de ces handicaps par l'utilisation de nouveaux matériaux semi-conducteurs (famille X_2YSnS_4 avec X= Cu,Ag, Na ; Y=Zn,Fe ,Ni,Co) pour la photo catalyse et les matériaux CuO, TaON et Ta_2N_3 pour la détection de gaz nocifs.

Présentation du projet :

Bien que les premiers détecteurs de gaz ont été utilisés pour la première fois dans les mines de charbon, afin de protéger les mineurs en milieux confinés du monoxyde de carbone (CO), et du méthane (CH4), cependant il ya eu avec l'évolution technologique

recours à des détecteurs sophistiqués capables de détecter des molécules néfastes à l'être humain et à l'environnement. Les pollutions industrielles nécessitent un traitement adéquat pour éviter tout problème de contaminations. On distingue deux voies pour le traitement des polluants industriels : la première voie consiste à détecter ces polluants et la deuxième voie consiste à leurs éliminations ou plutôt les neutraliser. Néanmoins plusieurs accidents mettant en cause le système de détection peuvent survenir liés au disfonctionnement des détecteurs lors d'une situation accidentelle peuvent être du genre : faiblesse du réseau de détection, défaillance, détecteurs mal positionnés, pas de déclenchement, aucune détection, détection tardive, concentrations insuffisantes pour déclencher les détecteurs, dysfonctionnement.Les gaz ou vapeurs à détecter lors de ces accidents sont divers.

Toutes ces problématiques ont suscité de l'intérêt pour mettre en œuvre des détecteurs plus fiables et plus sélectifs. Ce qui demande de nouvelles performances et des propriétés de la brique de base des détecteurs la partie active à savoir le semi-conducteur utilisé. D'où l'intérêt de ce projet pour tester de nouveaux matériaux semi-conducteurs capables de remédier à ces défaillances. Les matériaux CuO, TaON et Ta_2N_3 pour la détection de gaz nocifs. D'autre part la neutralisation de polluants industriels par photo catalyse et plus exactement les rejets des teintureries (industries textiles) plus particulièrement le bleu de méthylène qui est très nocif à l'environnement et peut affecter sévèrement la nappe phréatique nécessite la mise en ouvre de procédés plus efficaces dépassant l'usage de semi-conducteurs classiques au test de nouveaux matériaux capables de neutraliser au mieux ces polluants industriels. C'est dans ce contexte qu'on propose de tester une

nouvelle famille de matériaux semi-conducteurs (famille X_2YSnS_4 avec X= Cu,Ag, Na ; Y=Zn,Fe,Ni,Co) capables de jouer un rôle important dans la technique de la photo catalyse pour neutraliser ces polluants.

L'objectif général du projet est de fructifier l'interconnexion entre un laboratoire de recherche et l'industrie. Bénéficiant d'une expérience de plus de 30 ans dans le domaine des sciences des matériaux, on voudrait mettre en œuvre de composants fiables pour la détection de gaz nocifs et la neutralisation de polluants industriels.

Méthodologie et réalisation :

Profitant d'une grande expérience dans le domaine de la fabrication et la mise en œuvre de matériaux semi-conducteurs pour diverses applications (photovoltaïque, détecteurs, capteurs,....) et avec plus de 200 publications dans ce domaine et une équipe de chercheurs de plus de 20 chercheurs entre doctorants et post docs, la réalisation des actions du projet ne vont pas se confronter à des difficultés majeures. De ce fait on propose la méthodologie suivante :

- Dans une première phase une bonne bibliographie sue la détection des gaz et composés nocifs s'impose en mettant en relief l'état de l'art. De même une description détaillée du procédé de la photo catalyse dans ses détails est envisagée.
- Dans une seconde phase qui représente la partie centrale du projet consiste à l'élaboration et la mise en œuvre des matériaux semi-conducteurs CuO, TaON et Ta2N3

pour la détection des gaz nocifs acétone et propanal. Pour cela une évaporation thermique sous vide des métaux Cu et Ta est envisagée pour l'obtention de couches minces de ces matériaux. Par la suite une oxydation par recuit à l'air libre et sous flux d'oxygène pur pour l'obtention des couches minces CuO est envisageable. Une particularité technique pour le dépôt des
couches métalliques est envisageable à savoir l'utilisation de la technique GLAD (glancing angle deposition) qui consiste à croître des couches à colonnes inclinées permettant ainsi l'augmentation de l'efficacité des couches élaborées. La mise en œuvre des couches TaON et Ta2N3 se fait par recuit sous flux d'azote des couches métallique Ta élaborées. Dans les deux cas la variation des paramètres de fabrication (température du substrat, angle d'inclinaison des substrats, débit du flux du gaz, nature du substrat, ……) permet de sélectionner les matériaux fiables pour une bonne sensibilité et réversibilité des capteurs. La dernière partie de cette deuxième phase consiste à l'élaboration des matériaux semi-conducteurs de la
famille X_2YSnS_4 avec X= Cu,Ag, Na ; Y=Zn,Fe,Ni,Co. Ces matériaux semi-conducteurs se présentent sous deux formes : une forme massive par synthèse directe à partir des éléments et une forme en couches minces déposées sur un substrat et obtenues par évaporation thermique sous vide. L'optimisation des deux formes passe bien sûr par la maîtrise des paramètres de fabrication (profil thermique pour la synthèse, température de substrat, épaisseur,…)

- La troisième phase consiste en premier lieu aux caractérisations des matériaux mis en œuvre par plusieurs techniques (diffraction des rayons X, spectroscopie d'impédance, spectrophotométrie dans le domaine spectral 300-1800 nm,…….). Ces techniques permettent de mesurer l'efficacité des paramètres de fabrication en vue de leurs optimisations. En second lieu l'incorporation des matériaux élaborés dans des composants afin de tester leurs performances dans la détection des composés nocifs est envisagée.
- La dernière phase consiste à la récapitulation de tous les résultats obtenus et la proposition de solutions réelles pour la résolution des problèmes imposés par ces produits nocifs.

Professeur Mounir KANZARI
LPMS-IPEITunis

Dr.Mohamed BEN RABEH
LPMS-ENITUnis

Prof. Mounir Kanzari
IPEITUNIS - LPMS (ENIT)

Mohamed Ben Rabeh
Maître de Conférences
LPMS - ENIT
Gsm: 97 442 362

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis
Laboratoire de Photovoltaïque et Matériaux semi-conducteurs