



2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021
Odeillo

REVETEMENTS ABSORBEURS SELECTIFS NANOCOMPOSITES MULTICOUCHES W/SICH STABLES A L'AIR DÉPOSÉS PAR PLASMA POUR RÉCEPTEURS DE CENTRALES SOLAIRES À CONCENTRATION

Aissatou **DIOP**^a, Danielle **NGOUE**^{a,b}, Amine **MAHAMMOU**^{a,b}, Babacar **DIALLO**^c, Alex **CARLING PLAZA**^a, Hervé **GLENAT**^a, Sébastien **QUOIZOLA**^{a,b}, Angélique **BOUSQUET**^d, Antoine **GOULLET**^e, Thierry **SAUVAGE**^c, Audrey **SOM-GLAUDE**^a, Eric **TOMASELLA**^c, Laurent **THOMAS**^{a,b}

^a Laboratoire PROMES-CNRS, Perpignan/Odeillo, France, ^b Université Perpignan Via Domitia, France

^c CEMHTI CNRS, Orléans, France, ^d Université Clermont Auvergne, CNRS, ICCF, Clermont-Ferrand, France

^e Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN), Nantes, France

Contact e-mail :

Audrey.Soum-Glaude@promes.cnrs.fr

RÉSUMÉ

L'amélioration des performances des technologies solaires à concentration (CSP), nécessaires à leur déploiement, passe par le développement de composants optiquement sélectifs et innovants. Dans ce cadre, nous élaborons par technologies plasma sous vide des revêtements composites à sélectivité spectrale, c'est-à-dire très absorbants dans le domaine solaire (visible et proche infrarouge) et peu émissifs dans le domaine thermique infrarouge. Ces matériaux doivent présenter plusieurs caractéristiques en conditions d'applications solaires, notamment une résistance à haute température et à l'air et une forte tenue aux contraintes thermomécaniques engendrées par les cyclages thermiques rapides sous flux solaire concentré.

Différentes solutions performantes sont développées au laboratoire PROMES dans le cadre du projet ANR NANOPLAST (2019-2024, nanoplast-project.cnrs.fr) : d'une part, des multibicouches métal-céramique, savoir-faire du laboratoire, et d'autre part des composites métal-céramique. Par rapport aux multibicouches, les nanocomposites sont connus pour être plus résistants à l'oxydation et à la corrosion. Ils permettent en effet de limiter la diffusion de l'oxygène dans le revêtement. Ils présentent de plus, comme les systèmes multibicouches Métal/Céramique, des propriétés mécaniques adaptées à l'application visée (blocage des fissures, résistance à la déformation, etc.).

Les composites sont élaborés de deux manières différentes : (i) à partir de matériaux multicouches recuits. Il s'agit d'empilements associant un métal réfractaire (W) déposé par PVD et une céramique (SiC:H) déposée par PACVD permettant d'améliorer l'absorptance solaire dans le visible (~89%) et de limiter les pertes thermiques (faible émissivité) ; (ii) par élaboration directe d'une matrice de SiC:H avec des inclusions de W, par PVD réactive, avec assistance ou non de sources microondes ECR. Pour mettre en évidence la performance de ces matériaux, le diagnostic des procédés (SEO, diffusion laser), l'élaboration et la caractérisation (MEB, EDS, XPS, RBS, AFM, Ellipsométrie, Réflectométrie) des couches, et leur association dans des empilements performants conçus par simulation optique, sont les différentes étapes réalisées.

D'une part, pour les multicouches, le couplage de mesures SEM/EDS, RBS et réflectométrie sur des multicouches recuites (500°C sous air pendant 96 h) montre une diffusion de W aux interfaces W/SiC:H et une oxydation du silicium à la surface supérieure des empilements (O ~16 %at.) (Figure 1). La formation d'une couche supérieure d'oxyde auto-protectrice à base de silicium, avec un faible indice de réfraction, et la création d'intercouches SiC:H-W complexes, pourraient expliquer l'amélioration observée des performances solaires des multicouches après traitement thermique sous air (absorptance solaire ~92%). D'autre part, l'AFM multimode montre que la réalisation par voie directe de composites par pulvérisation magnétron réactive assistée avec une excitation ECR micro-ondes donne lieu à des matériaux dans lesquels les nanoparticules de métal W sont incorporées de manière homogène dans la matrice SiC:H (Figure 2).

Ces nanocomposites sont proposés pour être insérés dans des empilements en multicouches performants (simulations/mesures expérimentales). Ces deux solutions présentent des compatibilités thermomécaniques avec les applications CSP.

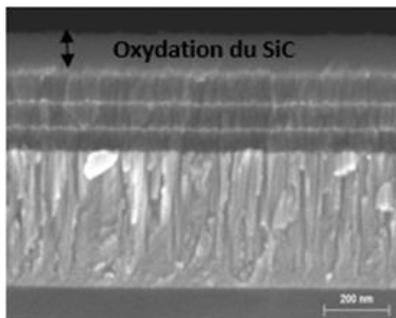


Figure 1. Image MEB en tranche de multicouches W/SiC:H

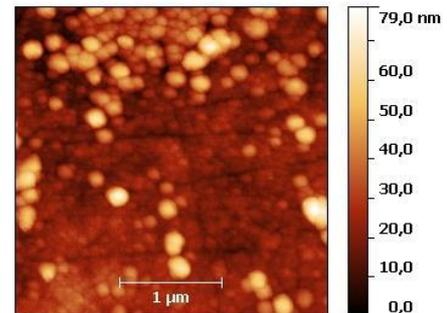


Figure 2. Image AFM en surface d'un nanocomposite W-SiC:H

Mots-Clés : CSP, Absorbeurs sélectifs, Nanocomposites, Multicouches

Thèmes : Optimisation de la Collecte et Stratégie de conversion, Concentration et Solaire thermodynamique

Statut (1^{ère} auteure): PhD