

SOLUTION PROCESSABLE PHOTOVOLTAIC DEVICES BASED ON ITO/ZnPc/Al FOR ENERGY HARVESTING

FURTUNĂ VADIM¹

¹*Département de physique et ingénierie, Université d'État de Moldavie,
rue A. Mateevici 60, MD-2009, Kishinev, Moldavie*

Abstract: Zinc phthalocyanine (ZnPc) is an organic p-type semiconductor, whose molecule is a conjugated multicontour system. In order to obtain photovoltaic devices, the costly method of vacuum deposition of ZnPc thin film semiconductors was replaced by the drop casting deposition from solutions. This method allowed the obtaining of Schottky diodes by solution processes with photovoltaic parameters of open circuit voltage and short circuit current density higher than in the case when obtained with thermal vacuum evaporation. In addition, this method is harmless to body and environment, much cheaper and exclude working with toxic substances.

Keywords: ZnPc, Schottky diode, solution, drop casting, photovoltaic parameters

1. INTRODUCTION

La phthalocyanine de zinc (ZnPc) est un semi-conducteur organique de type p, dont la molécule est un système multicontour conjugué. [1] (Fig.1).

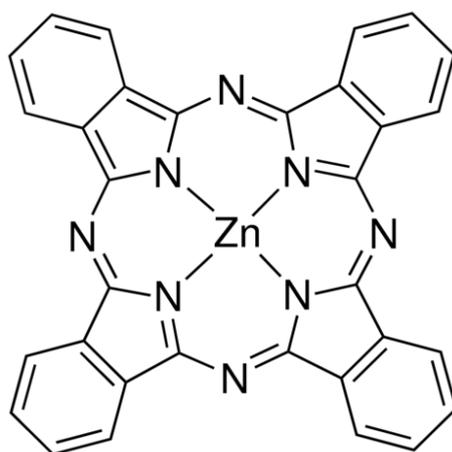


Fig.1. La structure de la molécule de zinc phthalocyanine (ZnPc)

Les longueurs des liaisons C-N dans les fragments isoindoliques du macrocycle varie de 1,73 à 1,38 Å et ils sont très proches de la longueur des maillons de la totalité des 24 liaisons dans les benzeniques fragments (1,38 à 1,43 Å). Les longueurs des liaisons C-N avec les pont-atomes d'azote sont dans les limites de 1,31 à 1,34 Å. Dans le même temps, les longueurs des toutes huit liaisons C-C entre le macrocycle et les cycles benzéniques sont essentiellement plus grandes et ont les valeurs de 1,46 à 1,49 Å, approchant celle de la longueur de la liaison

σ (1,54 Å). [2]. Cela témoigne que la conjugaison entre les systèmes π - macrocycle électronique et les quatre noyaux (cycles) benzéniques n'est pas très élevée, à savoir dans la molécule sont des systèmes aromatiques quasi-autonomes des quatre noyaux benzéniques et macrocycle interne (constitué de 16 atomes), le nombre propre des π électrons (dix-huit) correspondant également à la règle de Hückel. Grâce à cette structure du composé donné, il permet la transmission d'électricité et d'interagir avec la lumière; pour ces raisons, il est un matériau important dans les applications photovoltaïques

2. MONTAGE EXPÉRIMENTAL

On a acheté la poudre de phtalocyanine de zinc (ZnPc) disponible dans le commerce auprès de Sigma Aldrich et on l'a utilisée sans autre purification. L'acide formique (FA) ($C \geq 95\%$) a été sélectionné comme solvant pour ZnPc. Après avoir mélangé la poudre avec le solvant, le mélange a été sonifié pour assurer une meilleure dissolution du ZnPc dans le FA. Après cela, la solution obtenue a été dopée avec l'iode et de nouveau sonifié. La solution obtenue a ensuite été utilisée pour le dépôt des films minces de semi-conducteurs sur ITO, par la méthode de moulage de drop (Fig.2).

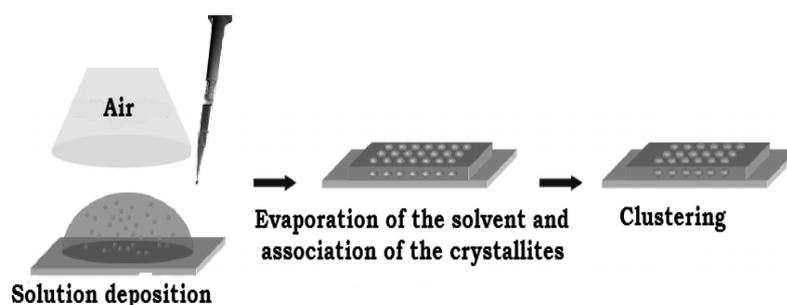


Fig.2. Simulation des phases dans les processus de nucléation

Les cellules solaires ont été préparés en utilisant des substrats de verre recouverts d'ITO (acheté à société de Swiss Solaronix d'épaisseur de $d = 150$ nm et une feuille résistance 8 W/sq. Avant d'appliquer l'actif de la couche, un poly (3, 4-éthylènedioxythiophène et poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS) couche a été déposé sur ITO par „spin-coating” procédé. Après clusterisation et obtention des films minces [3], sur le ZnPc couche a été déposé l'électrode d'aluminium par évaporation sous vide thermique.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. L'analyse de la morphologie de la surface

La morphologie de la surface et l'image coupe transversale de la couche ZnPc (fig. 3) ont été étudiés à l'aide d'un FEI Nova NanoSEM 650 microscope électronique à émission de champ (SEM). L'analyse de SEM a été porté sur des échantillons non-traités thermiquement.

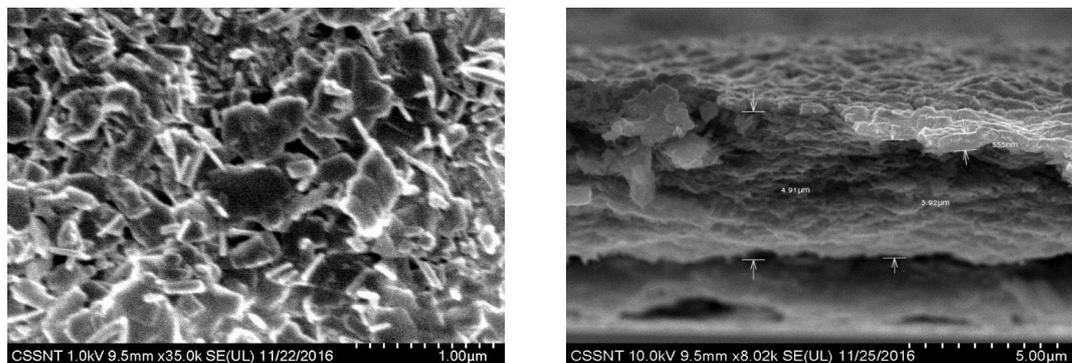


Fig.3. La morphologie de la surface (à gauche) et l'image coupe transversale (à droite) de la couche ZnPc

La micrographie montre de gros grains et couche libre sténopé ZnPc. L'image de SEM transversale de la couche ZnPc a montré un pas bien empilées planaires et peeling après chaque dropping de solution.

3.2. Le propriétés photovoltaïques

Ainsi, des dispositifs photovoltaïques des diodes Schottky ont été obtenus par des procédés de solution (fig.4) avec des paramètres du tension de circuit ouvert et court-circuit courant densité plus élevée que dans le cas où obtenus avec l'évaporation sous vide thermique [4] (Tableau 1).

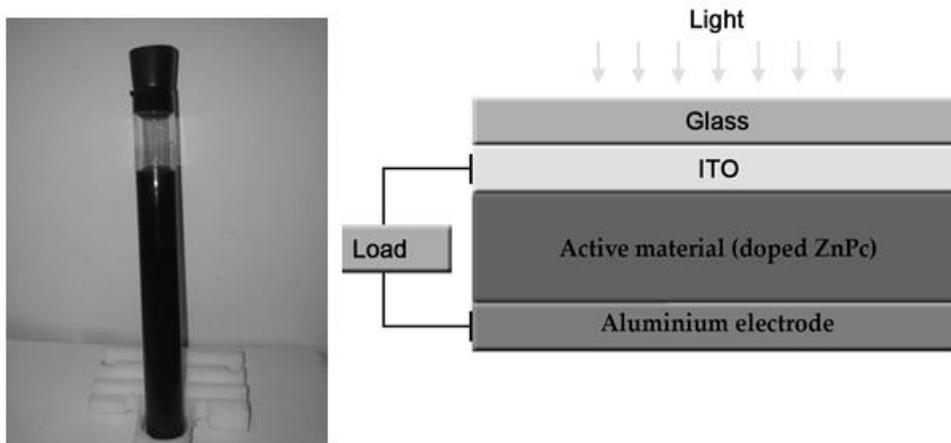


Fig.4. La schéma du dispositif photovoltaïque ITO/ZnPc/I

Fig.5 montre le J-V caractéristiques pour un dispositif Al / I₂ dopé ZnPc/ITO, sous un éclairage lumineux blanc, obtenu par évaporation sous vide thermique (a) obtenu par nouvelle méthode (b). De la comparaison des J-V caractéristiques nous pouvons voir que la chute de coulée méthode permettent à l'obtention des diodes Schottky de processus de solution avec paramètres photovoltaïques du tension de circuit ouvert et de la court-circuit courant densité plus élevée que dans le cas lorsque obtenu par évaporation sous vide thermique.

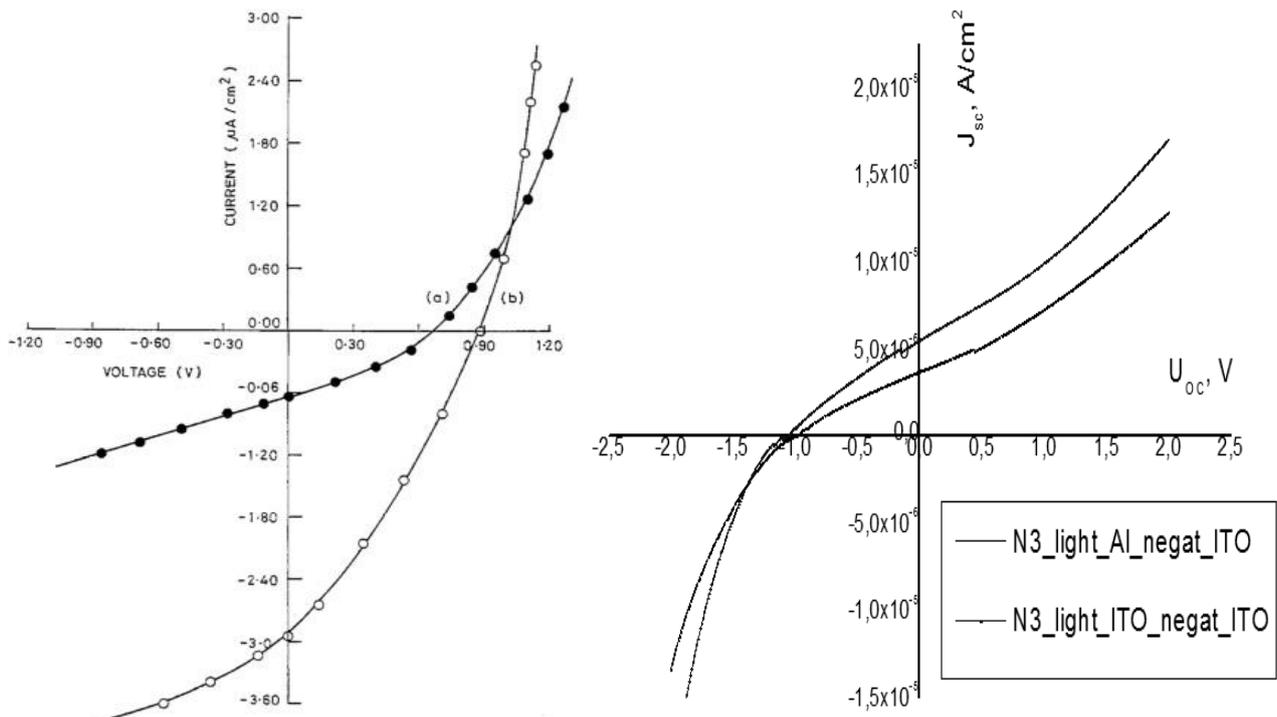


Fig.5. le J –V caractéristiques pour les dispositifs Al / I2 dopé ZnPc/ITO, obtenu par évaporation sous vide thermique (à gauche) et par nouvelle méthode (à droite)

Table 1. Comparaison des paramètres photovoltaïques des dispositifs obtenus par évaporation thermique et les méthodes de „drop casting”

Paramètre PV	Vacuum evaporation méthode [4]	Chimique drop casting méthode
$V_{oc}(V)$	0,89	1,05
$J_{sc}(\mu A \cdot cm^{-2})$	2,8	5,9

En comparant les cellules solaires organiques sur la base de phtalocyanine de zinc (ZnPc) obtenue par évaporation thermique avec ceux préparés par le procédé de coulage de chute, on a observé les avantages suivant :

1. La tension de circuit ouvert et la densité de courant de court circuit sont plus élevée que dans le cas où obtenus avec l'évaporation sous vide thermique.
2. La méthode exclut l'étape du dépôt de couches de semi-conducteurs dans le vide, ce qui diminue considérablement le coût du premier produit.
3. Le solvant (FA) est sans danger et peu coûteux. En même temps, travailler avec lui ne nécessite pas d'équipement spécial.
4. Les dispositifs qui sont fabriqués sur la base Al / I2 dopé ZnPc/ITO sont fiables.
5. Dans le cas de diminution des paramètres photovoltaïques, les substrats peuvent être utilisées à nouveau parce que les couches de ZnPc et Al peuvent être facilement retirés.
6. Dans les jours nuageux, les dispositifs gardent leurs paramètres photovoltaïques.

4. CONCLUSIONS

Une nouvelle méthode pour l'obtention des diodes Schottky sur la base des structures d'ITO / ZnPc dopé /Al par des processus de solution a été appliquée. La nouvelle méthode permet d'obtenir dispositifs avec des paramètres photovoltaïques supérieurs du tension de circuit ouvert et court-circuit courant densité plus élevée que dans le cas où obtenus par évaporation sous vide thermique. En outre, cette méthode est sans danger pour le corps et l'environnement, beaucoup moins cher et exclure travaillant avec des substances toxiques.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée par la subvention institutionnelle de l'Université d'État de Moldova du Ministère de l'Éducation de la République de Moldova 15.817.02.39A. L'auteur souligne le soutien du chef de laboratoire d'organique/inorganique matériaux pour optoélectronique dr.Tamara Potlog¹.

RÉFÉRENCES

- [1] C. E. Dent, Linstead R. P., Lowe A. R. // J. Chem. Soc. 1934. P. 1033-1039.
- [2] W. R. Scheidt, Dow. // J. Am. Chem. Soc. 1977. Vol. 99. № 4. P. 1101-1104.
- [3] V.G. Dubrovskii, Nucleation Theory and Growth of Nanostructures, ISBN: 978-3-642-39659-5, Springer, 2014.
- [4] G. D. Sharma; S. G. Sangodkar; M. S. Roy, Influence of iodine on the electrical and photoelectrical properties of zinc phtalocyanine thin film devices, Elsevier, 1996.