

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΝΑΝΟΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΓΡΑΦΕΝΙΟΥ ΜΕ Cu, Co ΚΑΙ Se ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΚΥΨΕΛΙΔΕΣ

Δ. Τσιχλής<sup>1</sup>, Λ. Γκίβαλου<sup>1,2,\*</sup>, Α. Ντζιούνη<sup>1</sup>, Μ. Τσαρπαλή<sup>1</sup>, Π. Φαλάρας<sup>2</sup>, Χ. Σ. Καραγιάννη<sup>1</sup>, Κ. Κορδάτος<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

<sup>2</sup>Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», Αθήνα, Ελλάδα

(\*[kordatos@central.ntua.gr](mailto:kordatos@central.ntua.gr), [l.givalou@inn.demokritos.gr](mailto:l.givalou@inn.demokritos.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται η σύνθεση και ο χαρακτηρισμός νανοϋβριδικών υλικών οξειδίου του γραφενίου (GO) με χαλκό (Cu) ή/και κοβάλτιο (Co) ή/και σελήνιο (Se), καθώς και η χρήση των υλικών αυτών ως ηλεκτρόδια καθόδου σε φωτοβολταϊκά κελιά ευαισθητοποιημένα με κβαντικές τελείες και κυψελίδες περοβσκιτών.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η σύνθεση του GO, με την τροποποιημένη μέθοδο Hummers, κάνοντας χρήση ισχυρών οξειδωτικών αντιδραστηρίων και, στη συνέχεια, το GO τροποποιήθηκε με τη χρήση των επιφανειοδραστικών CTAB και PSS. Τα προκύπτοντα υλικά διακοσμήθηκαν με Cu ή/και Co ή/και Se χρησιμοποιώντας τη διεργασία της ηλεκτροστατικής αυτοσυναρμολόγησης, μέσω διαλυτοθερμικής επεξεργασίας με τα αντίστοιχα χλωρίδια των μετάλλων Cu και Co, και το Se αυτοτελές, είτε σε αυτόκλειστο από ανοξείδωτο ατσάλι ή σε αντιδραστήρα μικροκυμάτων, με σκοπό την εξαγωγή συγκριτικών αποτελεσμάτων τόσο για τα τελικά προϊόντα όσο και για τις ίδιες τις μεθόδους. Στη συνέχεια, εξετάστηκε η επίδραση της συγκέντρωσης των πρόδρομων μεταλλικών αλάτων στα χαρακτηριστικά του τελικού υλικού χρησιμοποιώντας αναλογίες μαζών 1/4,5 και 1/9 για τα υλικά GO/Cu και GO/Co και 1/4,5, 1/9 και 1/18 για τα GO/(Cu-Co) και GO/(Cu-Se), αντίστοιχα<sup>[1-5]</sup>. Τα παραγόμενα νανοϋβριδικά υλικά (GO/Cu, GO/Co, GO/(Cu-Co) και GO/(Cu-Se)) χαρακτηρίστηκαν μορφολογικά, δομικά και ηλεκτροχημικά με διάφορες ενόργανες χημικές μεθόδους ανάλυσης, όπως Περίθλαση Ακτίνων-Χ (XRD), Φασματοσκοπία Υπερύθρου με μετασχηματισμό Fourier (FTIR), Φασματοσκοπία Raman, Θερμοβαρυμετρική Ανάλυση (TGA) Ηλεκτρονιακή Μικροσκοπία Σάρωσης – Εκπομπής Πεδίου (SEM-FESEM) καθώς και με ηλεκτροχημικές μεθόδους, όπως γραμμική βολταμετρία σάρωσης (LSV) και Φασματοσκοπία Ηλεκτροχημικής Εμπέδησης (EIS). Τέλος, τα υλικά αυτά ενσωματώθηκαν ως αντίθετα ηλεκτρόδια (CE) σε ηλιακές κυψελίδες ευαισθητοποιημένες με κβαντικές τελείες (CdS-ZnS/CdSe) σε περοβσκιτικές κυψελίδες με στόχο τη βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών τους. Τα ηλιακά κελιά λειτούργησαν αποτελεσματικά παρουσιάζοντας υψηλές τιμές πυκνότητας φωτορεύματος ( $J_{sc}$ ) και τάσης ανοικτού κυκλώματος ( $V_{oc}$ ) που οδηγούν σε αυξημένη απόδοση. Η βελτιστοποίηση της ηλεκτροκαταλυτικής δραστηριότητας ως συνάρτηση της αναλογίας μαζών GO/(Cu-Co) και GO/(Cu-Se) έχει ως αποτέλεσμα την παρασκευή φωτοβολταϊκών κελιών με μέγιστη απόδοση 8,73%.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Chakrapani V, Baker D, Kamat PV. (2011). *J. Am. Chem. Soc.*, 133 9607.
- [2] Mora-Seró I, Giménez S, Fabregat-Santiago F, Gómez R, Shen Q, Toyoda T, Bisquert J. (2009). *Acc.Chem.Res.* 421848.
- [3] Givalou L, Antoniadou M, Perganti D, Giannouri M, Karagianni CS, Kontos AG, Falaras P. (2016). *Electrochimica Acta*, 210: 630.
- [4] Ahn N, Son DY, Jang IH, Kang SM, Choi M, Park NG. (2015). *J.Am.Chem.Soc.* 27: 137.
- [5] Stylianakis MM, Spyropoulos GD, Stratakis E, Kymakis E. (2012). *Carbon.* 50: 5554-5561.