

ΗΛΙΑΚΕΣ ΚΥΨΕΛΙΔΕΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΚΒΑΝΤΙΚΕΣ ΤΕΛΕΙΕΣ ΧΑΛΚΟΓΕΝΙΔΙΩΝ

Λήδα Γκίβαλου^{1,2}, Μαρία Αντωνιάδου¹, Αθανάσιος Γ. Κόντος¹, Χάιδω-Στεφανία Καραγιάννη², Κωνσταντίνος Κορδάτος² και Πολύκαρπος Φαλάρας^{1*}

¹Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, Αγία Παρασκευή Αττικής, 153 10

²Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου 157 80, Αθήνα

*e-mail:p.falaras@inn.demokritos.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αντικατάσταση των οργανικών χρωστικών και των συμπλόκων φωτοευαισθητοποιητών στις ηλιακές κυψελίδες, με υλικά χαμηλότερου κόστους και εύκολα παρασκευάσιμα είναι ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει αρκετά την επιστημονική κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες. Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση των κβαντικών τελειών (Quantum Dots) σε ρόλο ευαισθητοποιητή συμβάλλει στην παρασκευή αποδοτικών ηλιακών κυψελίδων, οι οποίες είναι γνωστές σαν Quantum Dot Sensitized Solar Cells (QDSSCs) ^[1].

Οι ημιαγώγιμες κβαντικές τελείες, με μεγέθη σωματιδίων λίγων νανομέτρων παρουσιάζουν μεγάλες αλλαγές στις ιδιότητές τους εξαιτίας του φαινομένου της “κβάντωση μεγέθους” (quantum size effect). Η ιδιαίτερη αυτή συμπεριφορά οφείλεται στο μικρό μέγεθος των σωματιδίων τους το οποίο μπορεί να συγκριθεί με το μήκος κύματος De Broglie των ηλεκτρονίων του νανοκρυσταλλικού ημιαγωγού. Το αποτέλεσμα είναι ο περιορισμός της δυνατότητας απεντοπισμού του ηλεκτρονιακού νέφους και η απόκτηση διακριτών τιμών ενεργειας των ζωνών αγωγιμότητας και σθένους, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται το ενεργειακό τους χάσμα. Εξαιτίας του φαινομένου του κβαντικού περιορισμού οι οπτικές ιδιότητες και το ενεργειακό χάσμα των νανοκρυστάλλων μπορεί να μεταβάλλονται ανάλογα με το μέγεθός τους ^[2].

Οι πειραματικές μας μελέτες αφορούν κβαντικές τελείες θείουχου καδμίου (CdS) και σεληνιούχου καδμίου (CdSe) οι οποίες αποτέθηκαν σε υμένα νανοδομημένης τιτανίας (TiO₂) για την παρασκευή ευαισθητοποιημένων φωτοηλεκτροδίων CdS/CdSe τύπου πυρήνα-φλοιού. Η παρασκευή των δομών αυτών πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της διαδοχικής προσρόφησης και αντίδρασης ιοντικών στρωμάτων (successive ionic layer adsorption and reaction-SILAR) και την μέθοδο της εναπόθεσης με χημικό λουτρό (Chemical Bath Deposition – CBD) ^[3].

Οι πειραματικές συνθήκες και τα βήματα που ακολουθήθηκαν στις παραπάνω μεθόδους επιλέχθηκαν με τρόπο ώστε το μέγεθος των κβαντικών τελειών να διατηρείται σε κλίμακα nm, όπου παρατηρούνται κβαντικά φαινόμενα. Τα νέα υλικά ενσωματώθηκαν σε ηλιακά κελιά. Για την κατασκευή ηλιακών κελιών κβαντικών τελειών, ως ηλεκτρολύτης χρησιμοποιήθηκε υδατικό διάλυμα με βάση το οξειδοαναγωγικό ζεύγος Na₂S/S (με στόχο την αναγέννηση των οξειδωμένων κβαντικών τελειών), ενώ ως αντίθετα ηλεκτρόδια χρησιμοποιήθηκαν θείουχο

κοβάλτιο-CoS, θειούχος χαλκός-CuS και υποθειούχος χαλκός-Cu₂S, η παρασκευή των οποίων πραγματοποιήθηκε με χημική και ηλεκτροχημική εναπόθεση. Οι κυψελίδες αυτές έδωσαν τιμές απόδοσης μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική της τάξης του 4.7%, που θεωρούνται από τις υψηλότερες τιμές στη σχετική βιβλιογραφία. Αυτό αποδίδεται κυρίως στον επιτυχή συνδυασμό ισχυρής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από τις κβαντικές τελείες και βέλτιστης μεταφοράς της οξειδωμένης οπής στο αντίστοιχο ηλεκτρόδιο της καθόδου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Prashant V. Kamat, *J. Phys. Chem. C*, 112 (2008) 18737.
2. Smith A.M. and Nie S., *Acc. Chem. Res.* 43 (2010) 190-200.
3. Sfaelou S., Kontos A.G., Givalou L., Falaras P., Lianos P., *Catal. Today*, 230 (2014) 221.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο – ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: ΑΡΙΣΤΕΙΑ-AdMatDSC/1847 και το έργο ΘΑΛΗΣ (NANOSOLCEL/377756)

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

- Ενέργεια
- Υλικά - Νανοτεχνολογία