

Περίληψη

Η εμπορική επιβίωση των οργανικών φωτοβολταϊκών διατάξεων (OPVs) στην αγορά απαιτεί, μεταξύ άλλων, την οικονομικά εφικτή μαζικοποίηση της παραγωγής τους, αλλά και τη βελτιστοποίηση των υλικών και των τεχνικών παρασκευής που επιστρατεύονται. Μια συμβατική αρχιτεκτονική οργανικών φωτοβολταϊκών αντενδείκνυται για μαζική παραγωγή διατάξεων λόγω των ενεργοβόρων τεχνικών κενού που απαιτούνται, ειδικά για μεταλλικό ηλεκτρόδιο. Επίσης, η χρήση υλικών με μεγάλο έργο εξόδου ως μεταλλικά ηλεκτρόδια (πχ. Αργύρου) στα οργανικά φωτοβολταϊκά ανεστραμμένης αρχιτεκτονικής αυξάνει τη σταθερότητα των διατάξεων. Η παραγωγή τέτοιων OPVs απαιτεί την πρότερη βελτιστοποίηση ορισμένων παραμέτρων των επιμέρους στρώσεων της διάταξης, όπως της επιφανειακής μορφολογίας, του πάχους, της τραχύτητας, της ελεύθερης επιφανειακής ενέργειας και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κάθε αναπτυσσόμενου υμενίου ενός υλικού. Η παρούσα εργασία μελετά τη βελτιστοποίηση των παραμέτρων παρασκευής πλήρως εκτυπωμένων ανεστραμμένων OPVs με την τεχνική της βαθυτυπίας (gravure) σε εργαστηριακή κλίμακα. Πιο συγκεκριμένα, η μεθοδολογία της εργαστηριακής διερεύνησης περιλαμβάνει αρχικά την εκτύπωση διαλυμάτων νανοσωματιδίων οξειδίου του ψευδαργύρου (ZnO) διαφορετικών συγκεντρώσεων χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα τη διστρωματική δομή Πολυεστέρα (PET) και Οξειδίου Ινδίου-Κασσιτέρου (ITO). Το αρχικό διάλυμα νανοσωματιδίων ZnO επιλέχθηκε για μελέτη λόγω της εμπορικής διαθεσιμότητας και του πολύ χαμηλού κόστους κατανάλωσής του. Διαπιστώνεται πως η χρήση αυξημένης συγκέντρωσης νανοσωματιδίων ZnO επιφέρει μεγαλύτερο πάχος των αντιστοιχών υμενίων, μικρότερη τραχύτητα των αντιστοιχών επιφανειών, μεγαλύτερη αντίσταση και καλύτερη υδροφιλικότητα της επιφάνειας. Στη συνέχεια διερευνάται πώς η διαφοροποίηση της συγκέντρωσης των νανοσωματιδίων ZnO επηρεάζει την τελική απόδοση των φωτοβολταϊκών διατάξεων. Η συγκέντρωση αυτή είναι και η μοναδική παράμετρος που αλλάζει κατά τα στάδια παρασκευής των διατάξεων, ώστε να απλουστευθεί η μελέτη της επίδρασής της. Με βάση τις χαρακτηριστικές καμπύλες έντασης – τάσης (J-V) εξάγονται τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε φωτοβολταϊκής διατάξεως. Με βάση την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται πως τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά ακολουθώντας την συγκέντρωση νανοσωματιδίων, αρχικά βελτιώνονται μέχρι μια κρίσιμη τιμή συγκέντρωσης, πέραν της οποίας επιδεινώνονται πάλι. Γίνεται διερεύνηση του ρόλου του πάχους και της τραχύτητας στρώσεως ZnO στα τελικά χαρακτηριστικά της διάταξης, καθώς και σύγκριση του πάχους που αντιστοιχεί στη βέλτιστη απόδοση ως προς τη βιβλιογραφία. Ως συνέχεια, διερευνώνται τρόποι επίτευξης της βελτιστοποίησης των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών των διατάξεων με λεπτότερες στρώσεις ZnO. Δοκιμάζεται ως ιδέα η χρήση φίλτρου στο διάλυμα νανοσωματιδίων προτού αυτά εκτυπωθούν, με σκοπό την ελάττωση της τραχύτητας αλλά και του ίδιου του πάχους. Επαναλαμβάνονται αντίστοιχες εκτυπώσεις διατάξεων με φιλτραρισμένα διαλύματα ZnO μικρότερων συγκεντρώσεων με σκοπό την εύρεση της χαμηλότερης συγκέντρωσης διαλύματος που οδηγεί σε μια νέα βελτιστοποίηση των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών των διατάξεων. Από τις αντίστοιχες χαρακτηριστικές ελέγχεται η νέα βελτιστοποιημένη συγκέντρωση εάν αντιστοιχεί σε πάχος στρώσεως ZnO που να ικανοποιεί τη βιβλιογραφία. Τέλος, η μελέτη του πώς επηρεάζονται οι τελικές J-V χαρακτηριστικές με τη συγκέντρωση νανοσωματιδίων ZnO οδηγούν στην τελική επιλογή του βέλτιστου συνδυασμού ως προς τα κριτήρια του πάχους υμενίου ZnO, της απόδοσης και του κόστους παρασκευής της κάθε υμενίου ZnO με την εν λόγω τεχνική.