

Περίληψη

Στο πλαίσιο της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής πραγματοποιήθηκε ανάπτυξη και μελέτη οργανικών και ανόργανων λεπτών υμενίων με τεχνολογίες εκτύπωσης και κενού που χρησιμοποιούνται ως ενεργητικά (active) ή παθητικά (passive) στρώματα σε εύκαμπτες Οργανικές Ηλεκτρονικές Διατάξεις (ΟΗ), όπως είναι τα εύκαμπτα Οργανικά Φωτοβολταϊκά (ΟΦ). Εν γένει, η παρούσα διατριβή κινείται σε τρεις άξονες:

Τον πρώτο άξονα αποτελεί η ανάπτυξη με τεχνολογίες εκτύπωσης και η μελέτη φωτοενεργών υλικών όπως είναι το μείγμα P3HT:PCBM. Τα συγκεκριμένα υλικά αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα των ΟΦ απορροφώντας την ηλιακή ακτινοβολία και αποδίδοντας τους φορείς φορτίου και κατ' επέκταση ηλεκτρικό ρεύμα. Πραγματοποιήθηκαν εκτυπώσεις με την τεχνική Roll-to-Roll (R2R) Gravure λεπτών υμενίων P3HT:PCBM και μελετήθηκε η επίδραση των παραμέτρων της διεργασίας (π.χ. ταχύτητα εκτύπωσης, συνθήκες R2R ξήρανσης) στη μορφολογία και τις οπτικές, δομικές κ.ά. ιδιότητές τους.

Ο δεύτερος άξονας αφορά τα αγώγιμα οργανικά και ανόργανα λεπτά υμένια τα οποία χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρόδια στις ΟΗ. Το υλικό που κυρίως χρησιμοποιείται ως ηλεκτρόδιο είναι το διάφανο αγώγιμο οξειδίο ινδίου-κασσιτέρου (ITO), το οποίο όμως εκτός των άλλων, είναι ιδιαίτερα ακριβό και εύθραυστο. Προχωρήσαμε λοιπόν στην ανάπτυξη και μελέτη εναλλακτικών αγώγιμων υλικών τόσο οργανικών όσο και ανόργανων με στόχο την αντικατάσταση του υμενίου ITO. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν εκτυπώσεις με την τεχνική R2R Gravure διαφόρων τύπων υδατικών διαλυμάτων PEDOT:PSS, μονοστρωματικών και πολυστρωματικών δομών, και μελετήθηκαν οι οπτικές, δομικές κ.ά. ιδιότητές τους σε σχέση με τις συνθήκες εκτύπωσης, με στόχο την ενίσχυση της αγωγιμότητας και την αύξηση της απόδοσης των ΟΦ. Όσον αφορά τα ανόργανα αγώγιμα λεπτά υμένια, εναποτέθηκαν με Magnetron Sputtering λεπτά υμένια ντοπαρισμένου με Al οξειδίου του ψευδαργύρου (Al-doped ZnO - AZO) πάνω σε εύκαμπτα υποστρώματα και μελετήθηκαν οι οπτικές, δομικές, ηλεκτρικές κ.ά. ιδιότητές τους καθώς και οι μηχανισμοί ανάπτυξής τους.

Ο τρίτος και σημαντικότερος άξονας της παρούσας Διατριβής περιλαμβάνει την ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων από τη μελέτη των λεπτών υμενίων για την παραγωγή λειτουργικών διατάξεων, δηλαδή την κατασκευή ολοκληρωμένων ΟΦ. Κατασκευάστηκαν με την τεχνική R2R Gravure λειτουργικά ΟΦ κελιά καθώς και μονάδες διασυνδεδεμένων κελιών σε σειρά (modules) και μελετήθηκαν οι ιδιότητές τους σε σχέση με τις διεργασίες ανάπτυξης. Απώτερος στόχος είναι η ανάπτυξη της τεχνολογίας παραγωγής ΟΦ που σε συνδυασμό με άλλα συστήματα, όπως είναι οι εύκαμπτες εκτυπωμένες μπαταρίες, θα αποτελούν αποδοτικές λύσεις αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας και ενεργειακής αυτονομίας. Επιπλέον, διερευνήθηκε η δυνατότητα εκτύπωσης ΟΦ με χρήση του PEDOT:PSS ως ηλεκτροδίου και κατασκευάστηκαν ημιδιάφανα ΟΦ αξιοποιώντας τις οπτικές και ηλεκτρικές ιδιότητες του συστήματος Ag/AZO.

Συμπερασματικά, με την παρούσα Διδακτορική Διατριβή πραγματοποιήθηκε μελέτη των υλικών και διεργασιών για την κατασκευή ολοκληρωμένων ΟΗ, όπως είναι τα ΟΦ, με στόχο την αύξηση της απόδοσης και τη μείωση του κόστους μέσω της υιοθέτησης διαδικασιών μαζικής παραγωγής, όπως είναι η R2R εκτύπωση, και της χρήσης εναλλακτικών του ITO υλικών. Παράλληλα κατασκευάστηκαν λειτουργικά εκτυπωμένα ΟΦ αποδεικνύοντας τις δυνατότητες που υπάρχουν για την κατασκευή χρήσιμων ΟΗ με πλήθος εφαρμογών όπως στην ενέργεια, στο φωτισμό, στην ηλεκτρονική κλπ.