



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Πτυχιακή εργασία

ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΥΨΗΛΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ

Ιωάννης Κουρέας

Λεμεσός, Μάιος 2017

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία
ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΥΨΗΛΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ
του
Ιωάννη Κουρέα

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Στέλιος Χούλης

Λεμεσός, Μάιος 2017

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ιωάννης Κουρέας, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Στέλιο Χούλη για την εμπιστοσύνη και υπομονή του κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, τη συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε για την ολοκλήρωση της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτωρ Ευθύμιο Γεωργίου για τις συμβουλές που μου πρόσφερε κατά τη διάρκεια της μελέτης μου αλλά και για τη βοήθεια που μου παρείχε κατά το πειραματικό μέρος της εργασίας και το χρόνο που αφιέρωσε για την εκπαίδευση μου στη σωστή και ασφαλή χρήση όλων των εργαστηριακών μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν μέχρι την αποπεράτωση της παρούσας πτυχιακής. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω των μεταδιδακτορικό συνεργάτη Δρ. Δημήτρη Τσικριτζή για τις συστάσεις και για την ανεκτίμητη βοήθεια του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι πλέον γεγονός ότι τα οργανικά φωτοβολταϊκά έχουν κερδίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας αυξάνοντας όλο και περισσότερο τις μελέτες που γίνονται για βελτίωση των επιδόσεων τους. Ο λόγος εναπόκειται κυρίως στην ικανότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλό κόστος φιλικά προς το περιβάλλον. Παράλληλα το μικρό βάρος, η εύκαμπτη μορφή, η δυνατότητα μαζικής παραγωγής σε μοντέρνους σχεδιασμούς και η ικανότητα τοποθέτησης τους σε επιφάνειες που μέχρι τώρα ήταν αδύνατο, έχουν αλλάξει την οπτική γωνία με την οποία προσεγγίζεται η παραγωγή ενέργειας. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν κυρίως μίγματα ημιαγωγικών πολυμερών και παράγωγα φουλερενίων ως το ενεργό υπόστρωμα της συσκευής. Η παρούσα διπλωματική εργασία χωρίζεται σε τρεις ενότητες. Στη πρώτη ενότητα γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των φωτοβολταϊκών με ιδιαίτερη έμφαση στα οργανικά φωτοβολταϊκά, στις δομές των οργανικών φωτοβολταϊκών και στις τεχνικές εναπόθεσης του ενεργού υποστρώματος. Στη δεύτερη ενότητα γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένα συστήματα πολυμερών-φουλερενίων διεσπαρμένης ετεροεπαφής. Ακολουθεί η επιλογή συγκεκριμένων συστημάτων από αυτά που προαναφέρθηκαν με περισσότερη ανάλυση και επιπλέον αναφορά σε μη φουλερενικά συστήματα. Η ενότητα αυτή ολοκληρώνεται με την επιλογή δύο συστημάτων τα οποία θα αναλυθούν στο πειραματικό κομμάτι. Η τρίτη ενότητα αποτελεί το πειραματικό κομμάτι και χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζεται η κατασκευή του ενός εκ των δύο επιλεχθέντων συσκευών, η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η σύγκριση της απόδοσης της συσκευής με θεωρητικά μοντέλα υπολογισμού της απόδοσης οργανικών φωτοβολταϊκών. Η συσκευή που δημιουργείται έχει ως ενεργό υπόστρωμα το συνδυασμό PCDTBT: PC₇₀BM. Στο δεύτερο μέρος πραγματοποιείται η δημιουργία τριαδικού συστήματος οργανικού φωτοβολταϊκού (PBDB-T: ITIC: PC₇₀BM), ο υπολογισμός της απόδοσης του και η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Τέλος, παρατίθενται τα τελικά συμπεράσματα με μια ευρύτερη γενική εικόνα και μελλοντικές προτάσεις για βελτίωση της επίδοσης και λειτουργίας των οργανικών φωτοβολταϊκών.

Λέξεις κλειδιά: οργανικά φωτοβολταϊκά, μη φουλερενικοί δέκτες, τριαδικό σύστημα, προσομοίωση.

ABSTRACT

It is widely recognized that organic photovoltaics have gained the attention of the scientific community, leading to an increase in the number of researches taking place to improve their efficiency. The main reason is their ability to generate low-cost environmental friendly electricity. Moreover, the light weight, flexibility and capability of mass production in modern design along with their ability to be placed on different kind of surfaces have changed the prospect in which energy production is approached. Organic photovoltaics mainly use blends of semiconducting polymers and fullerene derivatives both creating the active layer of the device. This dissertation is divided into three sections. The first section begins with a bibliographic review on photovoltaics in general emphasizing on organic photovoltaics, the different kind of structures they have and the deposition techniques of the active layer. The second section includes a broad reference in polymer-fullerene bulk heterojunction organic photovoltaics, as well as a more detailed analysis in specific ones, along with further reference to non-fullerene acceptors. The section is concluded with the selection of two active layer combinations which will be analyzed in the experimental part of this study. The third part, the experimental one, presents the construction of one of the two selected devices (with the PCDTBT: PC₇₀BM active layer) and analyzes the device's performance by comparing the results with the theoretical models specifically designed for bulk heterojunction organic photovoltaics. It also includes a presentation of the creation of a ternary system having as an active layer the combination PBDB-T: ITIC: PC₇₀BM. Then, the device's performance is recorded and analyzed. Finally, the conclusions are obtained with a broader overview of the study and future suggestions for improving the performance and operation of organic photovoltaics.

Keywords: organic photovoltaics, fullerene-free acceptors, ternary system, simulation.