



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Τμήμα Μηχανολόγων
Μηχανικών και Επιστήμης
και Μηχανικής Υλικών

Πτυχιακή εργασία

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΕ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΠΕΡΟΒΣΚΙΤΗ

Κατερίνα Λαμπρίδη

Ελένη Πιρική

Λεμεσός, Μάιος 2025

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΕ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΠΕΡΟΒΣΚΙΤΗ

των

Κατερίνα Λαμπρίδη

Ελένη Πιρικκή

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Στέλιος Χούλης

Λεμεσός, Μάϊος 2025

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ελένη Πιρική, 2025

Copyright © Κατερίνα Λαμπρίδη, 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να αποδώσουμε στον επιβλέπον καθηγητή μας , Δρ. Στέλιο Χούλη, ο οποίος με τις γνώσεις και την μεθοδική του καθοδήγηση, μας ώθησε να επιτεύξουμε το μέγιστο καλύτερο αποτέλεσμα. Θερμές ευχαριστίες στους Δρ. Φαιδρό Γαλατόπουλο και Δρ. Απόστολο Ιωακειμίδα, για την στήριξη και την συνεργασία μας καθ' όλη την διάρκεια. Η αξιοσήμαντη συμβολή τους όσο και οι γνώσεις τις οποίες μας μετέδωσαν με τόση αφοσίωση, απο την έναρξη μέχρι και την ολοκλήρωση της Διπλωματικής μας εργασίας, αποτέλεσε καθοριστικής σημασίας .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών κυψελών Περοβσκίτη με στόχο την κατανόηση και αξιολόγηση των μηχανισμών που επηρεάζουν την απόδοσή τους. Αναλυτικότερα, αναγράφεται η ιστορική εξέλιξη και χημική δομή των περοβσκίτικων υλικών, οι ιδιότητές τους όπως η υψηλή απορρόφηση και αγωγιμότητα, όπως επίσης πραγματοποιείται σύγκριση με τις παραδοσιακές τεχνολογίες πυριτίου ως προς την απόδοση, τη σταθερότητα, την τοξικότητα και την εμπορική προοπτική. Παράλληλα, εξετάζεται εκτενώς η αρχιτεκτονική δομή ITO/NiO_x/SAM/FaPbI₃/PCBM/BCP/Cu και ο ρόλος κάθε υλικού στην απόδοση της διάταξης. Κεντρικό μέρος της μελέτης αποτελεί η εφαρμογή της μεθοδολογίας "Additive engineering", μέσω της ενσωμάτωσης οργανικών και ανόργανων πρόσθετων ουσιών στον υμένιο της ενεργούς περιοχής FaPbI₃. Με τη χρήση οξέων και βάσεων κατά Lewis, επιδιώκεται η παθητικοποίηση ελαττωματικών σημείων (passivation of defective points), η βελτίωση της κρυσταλλικότητας και της μορφολογίας, καθώς και η ενίσχυση της σταθερότητας της φωτοενεργούς α-φάσης. Πραγματοποιήθηκε πειραματική ανάλυση υμενίων με και χωρίς πρόσθετες ουσίες, με χρήση τεχνικών όπως AFM και J-V χαρακτηριστικές καμπύλες. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν βελτιωμένα χαρακτηριστικά PCE, Voc, Jsc, FF για τις συσκευές με πρόσθετα, επιβεβαιώνοντας την αρχική υπόθεση. Η αυξημένη τραχύτητα, λόγω μεγαλύτερων κόκκων, οδήγησε σε καλύτερη μεταφορά φορέων, ενώ η παρουσία των πρόσθετων ουσιών απέτρεψε την υποβάθμιση της συσκευής. Εν κατακλείδι, η διπλωματική εργασία καταλήγει σε θετικά συμπεράσματα ως προς την αντιμετώπιση των προκλήσεων αλλά και την εφαρμοσιμότητα των υβριδικών περοβσκίτων, θέτοντας τις βάσεις για περαιτέρω έρευνα και εμπορική αξιοποίηση.

ABSTRACT

This thesis focuses on the technology of perovskite photovoltaic cells, aiming to understand and evaluate the mechanisms that influence their performance. More specifically, it presents the historical development and chemical structure of perovskite materials, their properties such as high light absorption and conductivity, and it compares them with conventional silicon-based technologies in terms of efficiency, stability, toxicity, and commercial potential. Additionally, the architectural structure ITO/NiO_x/SAM/FaPbI₃/PCBM/BCP/Cu is examined in detail, along with the role of each material in the overall device performance. A central part of the study is the implementation of additive engineering, through the incorporation of organic and inorganic additives into the active layer film FaPbI₃. By using Lewis acids and bases, the study aims at passivating defective points, enhancing crystallinity and morphology, and stabilizing the photoactive α -phase. Experimental analysis was conducted on films with and without additives, using techniques such as AFM and J–V characteristic curves. The results demonstrated improved photovoltaic parameters PCE, Voc, Jsc, FF for the devices containing additives, confirming the initial hypothesis. The increased surface roughness, due to the presence of larger grains, led to better charge transport, while the presence of additives effectively prevented device degradation.

In conclusion, the thesis reaches positive outcomes regarding the mitigation of challenges and the practical applicability of hybrid perovskites, laying a solid foundation for further research and commercial development.