

## Μελέτη της απόκρισης φωτοδιόδου οξειδίου του ψευδαργύρου σε μικροδομημένο και επίπεδο υπόστρωμα πυριτίου (ZnO/Si)

Γ. Χατζηγιαννάκης<sup>1</sup>, Σ. Γαρδέλης<sup>2</sup>, Β. Λυκοδήμος<sup>2</sup>, Μ. Κάνδυλα<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Ινστιτούτο Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας, Αθήνα, Ελλάδα

<sup>2</sup>Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής, Αθήνα, Ελλάδα

(\*[kandyla@eie.gr](mailto:kandyla@eie.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το οξείδιο του ψευδαργύρου (ZnO) είναι ένας ημιαγωγός εξαιρετικά χρήσιμος σε οπτοηλεκτρονικές εφαρμογές, ιδιαίτερα για την ανίχνευση υπεριώδους ακτινοβολίας, καθώς εμφανίζει σε θερμοκρασία δωματίου ένα άμεσο και μεγάλο ενεργειακό χάσμα (3.3 eV), μεγάλη ενέργεια εξιτονικού δεσμού (60 meV), καθώς και μεγάλη διαπερατότητα στο ορατό φως (>80%)<sup>[1]</sup>. Από την άλλη μεριά το πυρίτιο (Si) είναι ένας ημιαγωγός μικρού (έμμεσου) ενεργειακού χάσματος (1.07 eV) σε θερμοκρασία δωματίου, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως σε φωτοδιόδους ορατής ακτινοβολίας<sup>[2]</sup>. Εξαιτίας των παραπάνω η ετεροεπαφή n-ZnO/p-Si λειτουργεί αποτελεσματικά ως φωτοδιόδος τόσο για την ανίχνευση της υπεριώδους όσο και της ορατής ακτινοβολίας<sup>[1]</sup>. Η μικροδόμηση του υποστρώματος πυριτίου με τη χρήση παλμικού laser θεωρείται μια καλή λύση για την ενίσχυση της απόκρισης της φωτοδιόδου (ZnO/p-Si) λόγω αύξησης της ειδικής επιφάνειας της ετεροεπαφής, αλλά και χάρη στην ικανότητα του μικροδομημένου πυριτίου να απορροφά αποτελεσματικά και την υπέρυθη ακτινοβολία, σε αντίθεση με το ακατέργαστο Si<sup>[2]</sup>.

Στην παρούσα εργασία κατασκευάστηκαν δυο διατάξεις ετεροεπαφών από οξείδιο του ψευδαργύρου πάνω σε μικροδομημένο και επίπεδο υπόστρωμα πυριτίου. Ακολούθως μελετήθηκαν τα ηλεκτρικά και οπτικά τους χαρακτηριστικά. Αρχικά έγινε ακτινοβόληση ενός υποστρώματος p-Si με παλμούς laser διάρκειας nanosecond σε περιβάλλον εξαφθοριούχου θείου (SF<sub>6</sub>), με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός δικτύου κωνικών μικρο-ακίδων πάνω στην επιφάνεια του. Η επίστρωση του μικροδομημένου και επίπεδου πυριτίου με λεπτό υμένιο οξειδίου του ψευδαργύρου πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο εναπόθεσης ατομικού στρώματος (ALD). Εν συνεχεία κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο της θερμικής εξάχνωσης δύο μεταλλικές επαφές αλουμινίου (Al), μια στην κάτω επιφάνεια κάθε ετεροεπαφής (Si) και μια στην πάνω επιφάνεια (ZnO) προκειμένου να μελετηθούν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους. Για τον υπολογισμό της απόκρισης των δύο φωτοδίοδων στα διάφορα μήκη κύματος έγιναν μετρήσεις φωτοαγωγιμότητας με τη χρήση λάμπας ξένου και ενός μονοχρωμάτορα. Ακολούθως έγιναν οπτικές μετρήσεις για τον υπολογισμό της διάχυτης και της κατοπτρικής ανακλαστικότητας, ούτως ώστε να μελετηθεί η ικανότητα των δύο διατάξεων να απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία.

Η μορφολογία των διατάξεων και η χημική σύσταση της επιφάνειας τους μελετήθηκε με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) και με φασματοσκοπία εκπομπής ακτίνων-X (EDX), ενώ για τον εντοπισμό των διάφορων χημικών στοιχείων σε βάθος ως προς την επιφάνεια του δείγματος χρησιμοποιήθηκε η φασματοσκοπία μάζας δευτερευόντων ιόντων (SIMS).

Από τις παραπάνω ηλεκτρικές και οπτικές μετρήσεις προκύπτει διοδική συμπεριφορά και για τις δύο διατάξεις, με σαφώς υψηλότερη απόκριση για την μικροδομημένη φωτοδιόδο σε όλα τα μήκη κύματος, γεγονός που σχετίζεται με την αύξηση της ενεργού επιφάνειας αλλά και τη μειωμένη ανακλαστικότητα που εμφανίζει η συγκεκριμένη διάταξη.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] S. Mridha, D. Basak. (2007). *Journal of Applied Physics*: 101, 083102
- [2] Femtosecond-laser Microstructuring of Silicon for Novel Optoelectronic Devices, James Edward Carey III, Eric Mazur, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 2004