

Εναπόθεση και χαρακτηρισμός λεπτών υμενίων μικροκρυσταλλικού πυριτίου από εκκενώσεις ECWR σιλανίου - υδρογόνου .

Ε. Φαρσάρη, Α.Γ. Καλαμπούνιας, Ε. Αμανατίδης και Δ. Ματαράς
Τμήμα Χημικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Πατρών

Ο όρος μικροκρυσταλλικό πυρίτιο περιγράφει ένα μεγάλο εύρος μικτών υλικών στα οποία νανοκρύσταλλοι διαφορετικών διαστάσεων και προσανατολισμών αναπτύσσονται σε μια μήτρα ατόμων πυριτίου. Τα υλικά αυτά παρουσιάζουν ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον λόγω της ευρείας χρήσης τους σε οπτοηλεκτρονικές διατάξεις όπως τα φωτοβολταϊκά κελιά λεπτών υμενίων, τα τρανζίστορ λεπτών υμενίων (TFTs) και οι οπτικοί αισθητήρες.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται βιομηχανικά για την παραγωγή υμενίων μικροκρυσταλλικού πυριτίου είναι η χημική εναπόθεση ατμών ενισχυόμενη με πλάσμα (PECVD) μέσω χωρητικά συζευγμένων εκκενώσεων σιλανίου – υδρογόνου ($\text{SiH}_4 - \text{H}_2$). Ωστόσο οι ρυθμοί εναπόθεσης που επιτυγχάνονται βιομηχανικά δεν υπερβαίνουν τα $5\text{\AA}/\text{sec}$ γεγονός που καθιστά τη διεργασία ως την πλέον χρονοβόρα και κοστοβόρα στη διαδικασία παραγωγής. Προκειμένου να αυξηθεί ο ρυθμός εναπόθεσης του υλικού, έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές που περιλαμβάνουν είτε την τροποποίηση της διεργασίας στους ήδη υπάρχοντες χωρητικά συζευγμένους αντιδραστήρες, είτε τη χρήση πηγών πλάσματος υψηλής πυκνότητας ηλεκτρονίων όπως οι επαγωγικά συζευγμένες πηγές (ICP), οι πηγές καθοδικής κοιλότητας (hollow cathode) και οι ECR πηγές.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης μιας πηγής πλάσματος συντονισμού κύματος ηλεκτρονικού κυκλότρου (ECWR) για την ενίσχυση του ρυθμού εναπόθεσης νανοδομημένου πυριτίου κατάλληλου για την ενσωμάτωσή του σε φωτοβολταϊκά κελιά λεπτών υμενίων.

Οι ECWR πηγές, αν και είναι πηγές υψηλής πυκνότητας ηλεκτρονίων έχουν ελάχιστα μελετηθεί για τη συγκεκριμένη διεργασία. Έτσι, αρχικά διερευνάται η επίδραση των παραμέτρων της διεργασίας στο ρυθμό εναπόθεσης υδρογονωμένου πυριτίου και προσδιορίζονται οι συνθήκες οι οποίες οδηγούν σε ρυθμούς μεγαλύτερους του βιομηχανικού. Παράλληλα μελετάται η επίδραση των παραμέτρων της διεργασίας στις φυσικοχημικές ιδιότητες του υλικού. Συγκεκριμένα εξετάζεται η κρυσταλλικότητα του υλικού και γίνεται ο προσδιορισμός της ζώνης μετάβασής του από την άμορφη στην μικροκρυσταλλική του δομή. Τέλος διερευνάται η επίδραση των συνθηκών της διεργασίας στον τρόπο σύνδεσης του υδρογόνου στο υμένιο καθώς και στη μορφολογία και τις οπτικές ιδιότητες των υλικών.