

Μελέτη με τεχνικές μικροσκοπίας της επαγόμενης από μέταλλο κρυστάλλωσης άμορφου Si, για φωτοβολταϊκές εφαρμογές.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη λεπτών υμενίων με την μέθοδο της Επαγόμενης από Μέταλλο Κρυστάλλωσης Άμορφου Si (metal induced crystallization) και στον χαρακτηρισμό της ποιότητας αυτών με μεθόδους Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Διερχόμενης Δέσμης (TEM). Τα δείγματα αυτά εξετάζονται ως προς τη μορφολογία και τη δομή με τη μέθοδο TEM και αναζητούνται τυχόν ατέλειες δομής οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση των φωτοβολταϊκών κυψελών.

Τα λεπτά υμένια που αναπτύχθηκαν αποτελούνται από ένα οξειδωμένο στρώμα Πυριτίου (Si) πάνω στο οποίο εναποτέθηκε ένα στρώμα Αλουμινίου (Al). Πάνω στο στρώμα Αλουμινίου (Al) εναποτέθηκε ένα στρώμα άμορφου Πυριτίου. Το στρώμα Αλουμινίου (Al) εναποτέθηκε με φυσική εναπόθεση ατμών (PVD) ενώ το στρώμα του άμορφου πυριτίου (a-Si) με τη μέθοδο βομβαρδισμού με ιόντα-sputtering. Μετά απο παρατεταμένη ανόπτηση στους 450°C για αρκετές ώρες επιτεύχθηκε η κρυστάλλωση του άμορφου Πυριτίου (a-Si) και η αναστροφή των στρωμάτων.

Μελετήθηκαν συνολικά δύο ομάδες δειγμάτων. Δύο διαφορετικά δείγματα D2001 και F2001 αναπτύχθηκαν και μελετήθηκαν στην πρώτη ομάδα. Και στα δύο δείγματα το ονομαστικό πάχος του στρώματος του άμορφου Πυριτίου (a-Si) είναι 100nm, ενώ αυτό του στρώματος Αλουμινίου (Al) είναι 200nm. Η ανόπτηση πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον αζώτου (N₂) στους 450°C για 7.5 ώρες στο δείγμα F2001 και για 10 ώρες στο δείγμα D2001. Και στα δύο δείγματα πραγματοποιήθηκε ολική αναστροφή των στρωμάτων έτσι ώστε το στρώμα του Αλουμινίου (Al) να τοποθετηθεί ολόκληρο πάνω στο στρώμα του κρυσταλλικού Πυριτίου (c-Si) το οποίο έχει πάχος 200-250 nm. Το κρυσταλλικό στρώμα που δημιουργήθηκε είναι υψηλής κρυσταλλικής ποιότητας και αποτελείται από κόκκους διαστάσεων α) 100nm-2.2μm στο δείγμα D2001 και β) 100nm-800nm στο δείγμα F2001.

Τρία διαφορετικά δείγματα MPV2, PVG1, και PVG2R αναπτύχθηκαν και μελετήθηκαν στην δεύτερη ομάδα. Αρχικά εναποτέθηκαν 20nm άμορφου Πυριτίου (a-Si) και 10nm Αλουμινίου (Al). Πραγματοποιήθηκε ανόπτηση σε περιβάλλον αζώτου (N₂) στους 500°C για 4 ώρες και στα τρία δείγματα. Στη συνέχεια αφαιρέθηκε το στρώμα του Αλουμινίου (Al) με χημική εγχάραξη. Στη συνέχεια εναποτέθηκε και σχηματοποιήθηκε ένα στρώμα Αλουμινίου 300 nm με χρήση μάσκας. Πραγματοποιήθηκε ανόπτηση στους 450°C για 1 ώρα σε αέριο σχηματισμού (μίγμα υδρογόνου - αζώτου - forming gas).

Με την χρήση του Αλουμινίου (Al) επιτεύχθηκε καλύτερη ποιότητα των κρυστάλλων του στρώματος του κρυσταλλικού Πυριτίου (c-Si). Αυτή η δομή είναι κατάλληλη για χρήση σε συσκευές υψηλής απόδοσης ηλιακών κυττάρων. Το διαφορετικό μέγεθος των κρυστάλλων αποδίδεται στη διαφορετική θερμοκρασία ανόπτησης. Διδυμίες και άλλα σφάλματα δομής παρατηρήθηκαν στους κόκκους Πυριτίου (Si) και αναλύθηκαν. Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα και στις αναλύσεις της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Διερχόμενης Δέσμης (TEM), αναλύεται αλλά και συζητείται ο μηχανισμός της Κρυστάλλωσης του άμορφου Πυριτίου.