

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Εξέταση του μαθήματος 'Τεχνολογία Μικροσυστημάτων'
9^ο εξάμηνο ΣΕΜΦΕ

Αθήνα 4/2/2010

Διάρκεια 2,5 ώρες

ΘΕΜΑ 1^ο

(30 μον)

Θεωρείστε ότι εμφυτεύουμε δόση 10^{13} cm^{-2} βορίου σε ενέργεια 50 keV εντός επιταξιακού στρώματος κρυσταλλικού πυριτίου το οποίο είναι υψηλά νοθευμένο με αρσενικό με ομοιόμορφη συγκέντρωση 10^{20} cm^{-3} .

(Α) Δείξτε ότι ισχύει γενικά:
$$\frac{p}{n_i} = \frac{N_A - N_D}{2n_i} + \sqrt{\left(\frac{N_A - N_D}{2n_i}\right)^2 + 1}$$

όπου N_A και N_D η συγκέντρωση προσμίξεων αποδεκτών και δοτών και n_i η ενδογενής συγκέντρωση φορέων στο πυρίτιο.

(Β) Από την θεωρία είναι γνωστό ότι ο συντελεστής διάχυσης του βορίου εξαρτάται από τον λόγο p/n_i .

Θεωρώντας ως συγκέντρωση βορίου την μέγιστη συγκέντρωση της κατανομής βορίου μετά την εμφύτευση, υπολογίστε τον συντελεστή διάχυσης στους 900 °C για την παραπάνω περίπτωση χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα του ερωτήματος (Α).

(Γ) Αν το επιταξιακό στρώμα ήταν νοθευμένο με As σε συγκέντρωση 10^{16} cm^{-3} δώστε προσεγγιστικά τον λόγο των μηκών διάχυσης του βορίου στις δύο περιπτώσεις (υψηλής και χαμηλής νόθευσης As).

Δίδεται ότι ο συντελεστής διάχυσης του βορίου που οφείλεται σε ουδέτερες σημειακές ατέλειες είναι $D^0 = 0.05 \exp(-3.5/kT) \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$,

και ο αντίστοιχος συντελεστής που οφείλεται σε θετικά φορτισμένες ατέλειες είναι

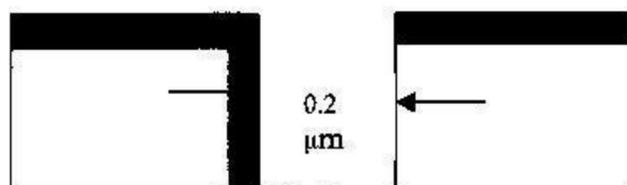
$$D^+ = 0.95 \exp(-3.5/kT) \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$$

καθώς και ότι $n_i = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ (900 °C) και $kT \approx 0.1 \text{ eV}$ (900 °C).

ΘΕΜΑ 2^ο

(30 μον)

Πυρίτιο εγχαράσσεται σε βάθος αρκετών δεκάδων μικρομέτρων και πλάτος $0.2 \mu\text{m}$ όπως στο σχήμα.



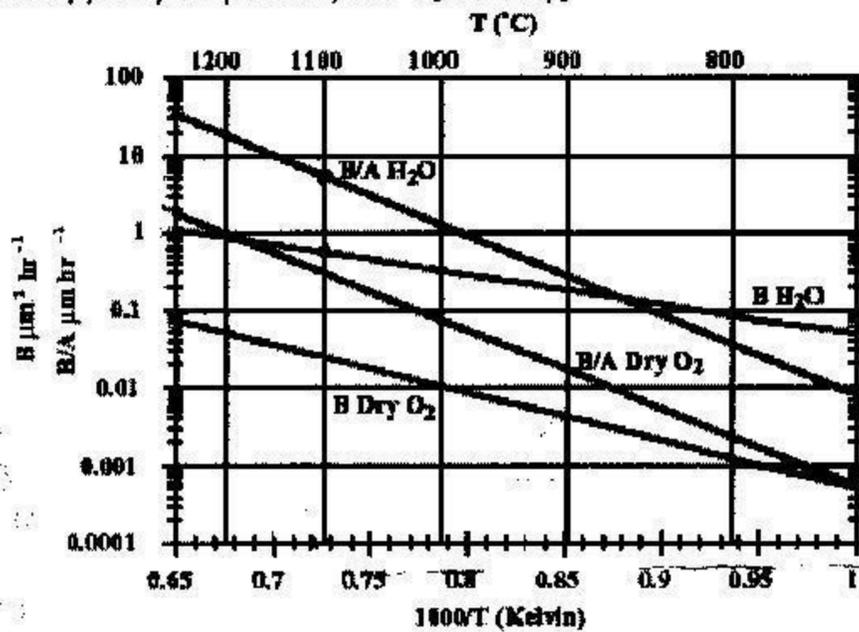
Υπολογίστε τον ελάχιστο χρόνο που απαιτείται ώστε να κλείσει το κενό των $0.2 \mu\text{m}$ οξειδώνοντας στους $1100 \text{ }^\circ\text{C}$. Το στρώμα του νιτριδίου (με σκούρο χρώμα) προστατεύει το πυρίτιο από οξείδωση

ΘΕΜΑ 3^ο

(40 μον)

- Α) Ποια αναγκαιότητα οδήγησε στην ανάπτυξη της τεχνολογίας πλάσματος για εγχάραξη των υλικών μικροηλεκτρονικής?
- Β) Εξηγήστε την λειτουργία ενός αισθητήρα πίεσης τύπου χωρητικότητας ο οποίος στηρίζεται στην κάμψη λεπτής μεμβράνης που σφραγίζει κοιλότητα αναφοράς. Είναι η συμπεριφορά αυτού του αισθητήρα γραμμική?
- Γ) Αν διαθέτετε δύο δισκία πυριτίου περιγράψτε τις βασικές τεχνολογίες που απαιτούνται για να κατασκευάσετε μια κοιλότητα όπως στο παραπάνω ερώτημα.
- Δ) Πως μπορεί να κατασκευαστεί μία ολοκληρωμένη αντίσταση στην τεχνολογία πυριτίου?

Θερμοκρασιακή μεταβολή σταθερών οξείδωσης



Πίνακας παραμέτρων εμφύτευσης (Θέμα 1)

