

**ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

Κανονική εξέταση του μαθήματος 'Τεχνολογία Μικροσυστημάτων' (9^{ου} εξαμήνου)

Αθήνα 11/2/05

Διάρκεια 2,5 ώρες

1^ο ΘΕΜΑ

(25%)

Εγχαράσσουμε κούλότητα σε δισκίδιο πυριτίου κρυσταλλογραφικής κατεύθυνσης <100> έτσι ώστε οι κάθετες πλευρές της κούλότητας να είναι κατά μήκος της κρυσταλλογραφικής κατεύθυνσης <110>. Είναι δυνατόν να νοθεύσουμε το πυρίτιο (μέσω εμφύτευσης υπό γωνία) με προσμίξεις ώστε να καταστεί N+ η μία πλευρά όπως φαίνεται στο σχήμα.

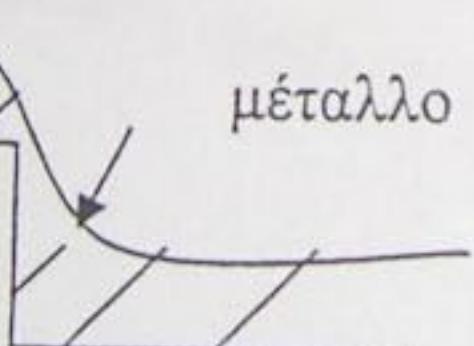
Η δομή οξειδώνεται στην συνέχεια στους 1100°C ώστε να γεμίσει με οξείδιο πυριτίου. Πόσος είναι ο χρόνος που απαιτείται?

Δίδεται ότι ο γραμμικός συντελεστής οξείδωσης της N+ περιοχής Si είναι 4πλάσιος σε σχέση με Si χαμηλής νόθευσης ενώ ο παραβολικός παραμένει ο ίδιος. Έπίσης οι συντελεστές οξείδωσης για τις κρυσταλλογραφικές κατευθύνσεις του πυριτίου είναι: <111>:<110>:<100> = 1.68:1.2:1.

Στο διάγραμμα της πίσω σελίδας δίδονται οι συντελεστές για το <111> πυρίτιο.

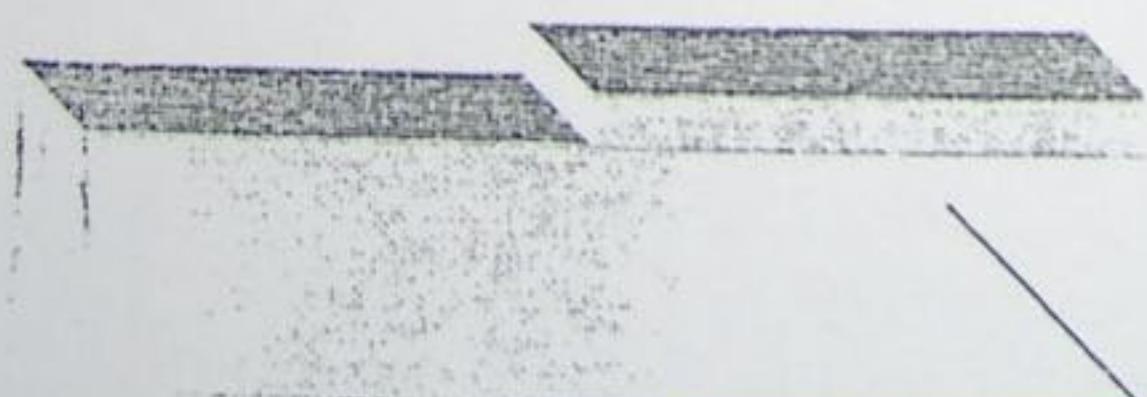
2^ο ΘΕΜΑ

(25%)

A) Η εγχάραξη του πυριτίου διακρίνεται σε ισοτροπική και ανισοτροπική. Περιγράψτε δύο ανισοτροπικές διεργασίες, εγχάραξης σχεδιάζοντας παράλληλα το αποτέλεσμα της διεργασίας. Ποιά από αυτές θα ήταν κατάλληλη για την κατασκευή του σχήματος του 1^{ου} θέματος? 

B) Να αναφέρετε τρείς τεχνικές εναπόθεσης λεπτών στρωμάτων μετάλλου υπό κενό δίνοντας συνοπτική ανάπτυξη της καθεμιάς.

Ποιά από τις μεθόδους θα ήταν η καταλληλότερη για την καλύτερη κάλυψη βήματος (βλ. σχήμα)?



3^ο ΘΕΜΑ

(25%)

A) Μικρομηχανικός πρόβολος που αποτελείται από ισχυρά νοθευμένο πυρίτιο είναι σταθερά τοποθετημένος παράλληλα σε αγώγιμη επιφάνεια. Ο πρόβολος είναι σχεδιασμένος έτσι

ώστε να μπορεί να λειτουργεί σαν επιταχυνσιόμετρο. Μια απλούστευμένη μορφή της διάταξης φαίνεται στο σχήμα. Να αναρέρετε τρόπους με τους οποίους θα μπορούσατε να μετρήσετε την επιτάχυνση με χρήση της παραπάνω διάταξης.

B) Το πυρίτιο είναι το υλικό που χρησιμοποιείται ευρύτατα στην ηλεκτρονική βιομηχανία.

- Γιατί τελικά επικράτησε η χρήση του έναντι άλλων ημιαγωγών?

- Να αναφέρετε τους σημαντικότερους λόγους για τους οποίους το πυρίτιο χρησιμοποιήθηκε ως το βασικό υλικό και στην μικρομηχανική τεχνολογία.

$$C(x, t) = \frac{Q}{\sqrt{\pi D t}} e^{-x^2/4Dt}$$

4^o ΘΕΜΑ $\nabla_{\text{Δ}t}$

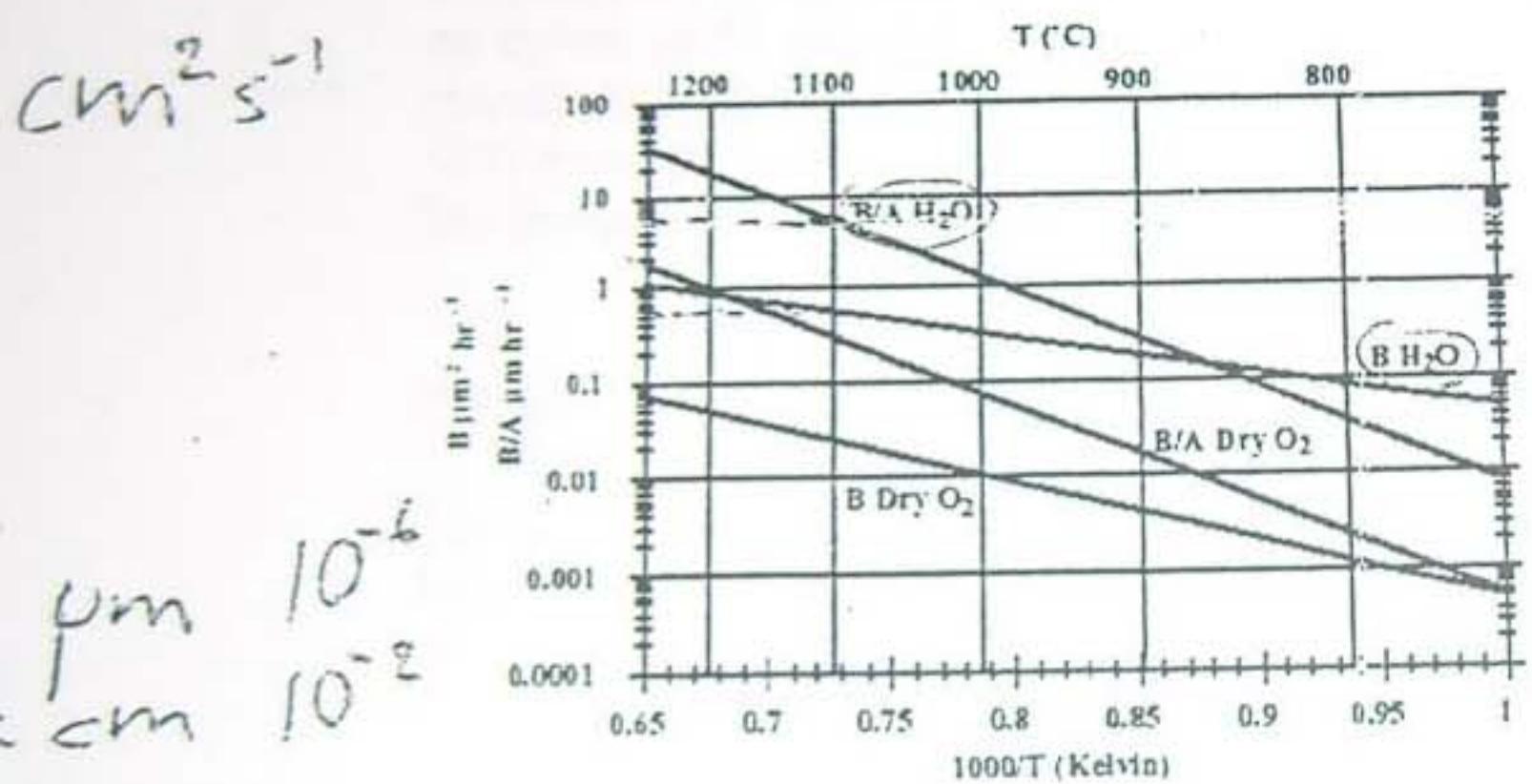
Εμφυτεύουμε δόση 10^{14} cm^{-2} φωσφόρου μέσω οξειδίου του πυριτίου πάχους 200 nm ($\approx 2 \mu\text{m}$) πηγές έτσι ώστε το μέγιστο της συγκέντρωσης μετά την εμφύτευση να πέσει πάνω στην $\lambda = 2\mu\text{m}$ διεπιφάνεια Si/SiO_2 . Στην συνέχεια θερμαίνουμε σε 1000°C για 30 min . Αν η συγκέντρωση του υποστρώματος είναι 10^{15} cm^{-3} υπολογίστε:

a) Το βάθος επαφής μετά την εμφύτευση και

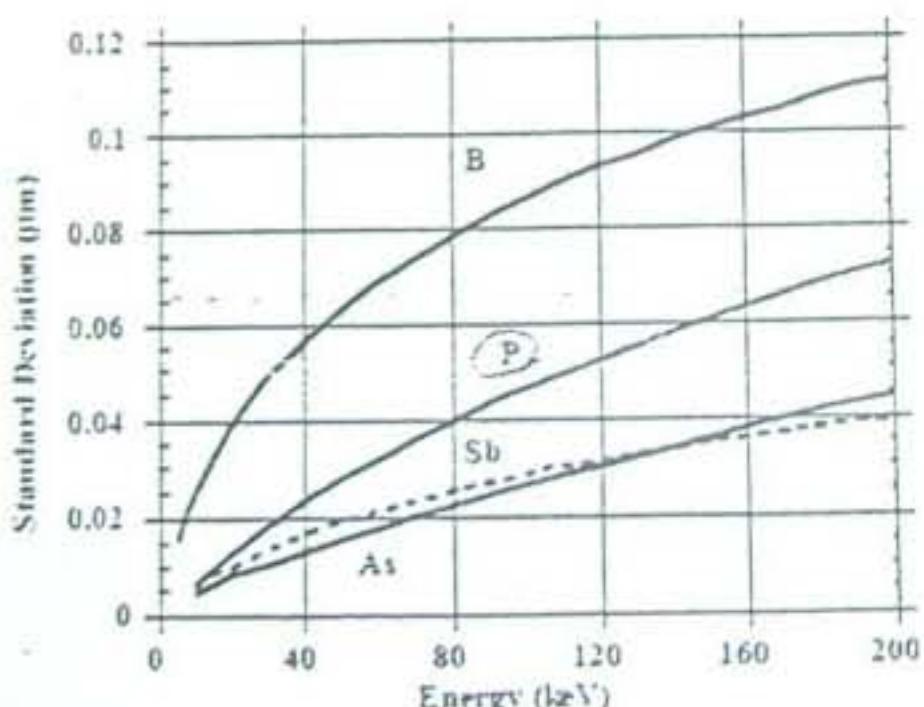
b) Το βάθος επαφής μετά την θέρμανση.

Θεωρείστε ότι δεν λαμβάνει χώρα διάχυση της πρόσμιξης στο οξείδιο και η στατιστική κατανομής προσμίξεων κατά την εμφύτευση στο οξείδιο και το πυρίτιο είναι ίδια. Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται οι σχετικοί παράμετροι στο Si. Δίδεται διαχυτότητα φωσφόρου $D = 4.7 \exp(-3.68/kT)$ και $kT=0.1 \text{ eV} @ 1000^\circ\text{C}$.

\rightarrow Αναζήτηση
 \rightarrow Επενδύσεις
 \rightarrow Σαρραγιώνης FEC
 \rightarrow Τεχνογνωσία (25%)



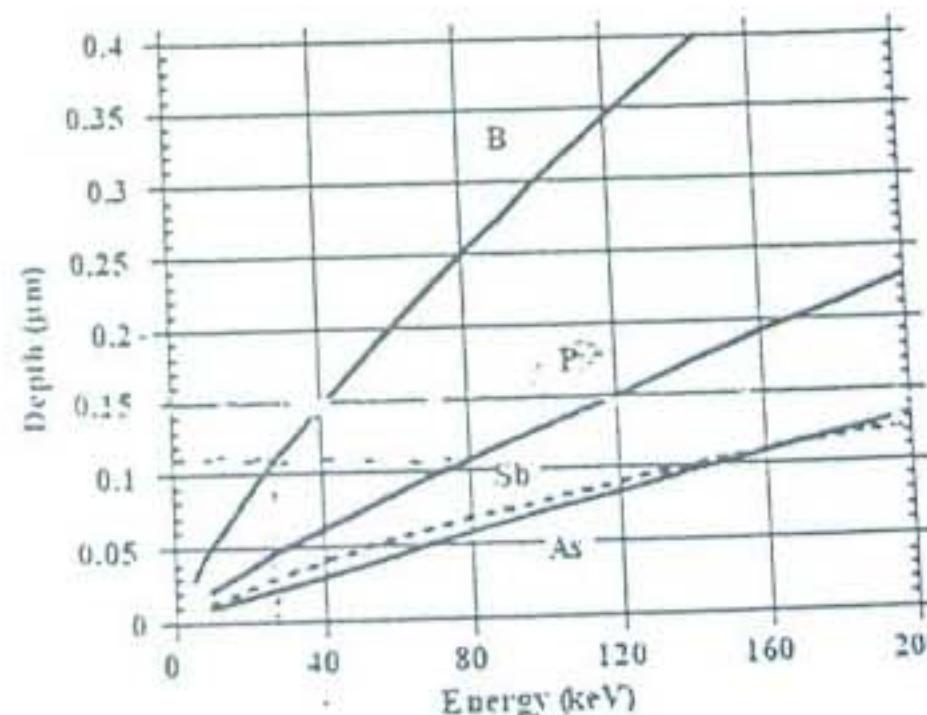
Συντελεστές οξείδωσης πυριτίου <111>



Τυπική απόκλιση

$$C(x_m) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \Delta R_p} \exp\left(-\frac{(x_m - R_p)^2}{2\Delta R_p^2}\right)$$

$$\int \exp(-u^2) du = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \operatorname{erf}(u)$$



Εμβέλεια

0,000!