

**ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΜΠ**

Επαναληπτική Εξέταση του μαθήματος ‘Φυσική Ηλεκτρονικών Διατάξεων’

Αθήνα 28/9/2009

Διάρκεια 2,5 ώρες

Θέμα 1

(30%)

Θεωρείστε μια ιδανική δίοδο πυριτίου απότομης επαφής με σταθερή συγκέντρωση προσμίξεων εκατέρωθεν της επαφής. Η διόδος έχει κατασκευασθεί από $1\Omega\text{-cm}$ p-τύπου και $0.2 \Omega\text{-cm}$ n-τύπου πυρίτιο με χρόνους ζωής φορέων μειονότητας $\tau_n=10^{-6} \text{ s}$ και $\tau_p=10^{-8} \text{ s}$ αντίστοιχα.

- (α) Ποιά είναι η τιμή του εσωτερικού δυναμικού ?
(β) Υπολογίστε την πυκνότητα φορέων μειονότητας στην άκρη της περιοχής απογύμνωσης όταν η εφαρμοζόμενη τάση είναι 0.6 V .
(γ) Σχεδιάστε τα ρεύματα φορέων μειονότητας εκατέρωθεν της επαφής σε συνάρτηση με την απόσταση από τις άκρες της περιοχής απογύμνωσης (x_n και $-x_p$) και για εφαρμοζόμενη τάση 0.6 V .

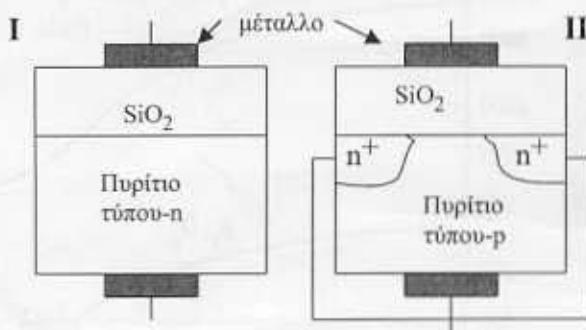
Χρησιμοποιήστε τα διαγράμματα της σελ. 2 όπου χρειάζονται.

Θέμα 2

(30%)

A) Συγκρίνατε την μέγιστη χωρητικότητα που μπορούμε να πάρουμε από μία περιοχή πυριτίου επιφάνειας $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ χρησιμοποιώντας είτε χωρητικότητα MOS είτε ανάστροφα πολωμένη δίοδο μονόπλευρης απότομης επαφής. Στην περίπτωση του MOS θεωρείστε τάση λειτουργίας τα 10V (διπλάσια της πραγματικής τάσης λειτουργίας της διάταξης για μεγαλύτερη ανοχή) και λάβετε επίσης υπόψη ότι το οξείδιο δεν αντέχει ηλεκτρικά πεδία μεγαλύτερα από $8 \cdot 10^{-6} \text{ V cm}^{-1}$. Η δίοδος θα δουλεύει στα 5V , έχει συγκέντρωση προσμίξεων 10^{19} cm^{-3} στην περιοχή p και έχει κατασκευασθεί σε υπόστρωμα τύπου-p συγκέντρωσης 10^{16} cm^{-3}

B) Να σχεδιασθεί και να σχολιασθεί η απόκριση υψηλής συχνότητας C-V για τους πυκνωτές MOS του σχήματος (περιπτώσεις I και II).



Θέμα 3

(20%)

Ενα τρανζίστορ MOS έχει τάση κατωφλίου $-0.4V$. Η πηγή και το υπόστρωμα είναι γειωμένα. Η πύλη έχει πολωθεί στα $-3V$ και ο απαγωγός στα $-2V$. Το πάχος του οξειδίου είναι 10 nm , η συγκέντρωση του τύπου- n υποστρώματος είναι $N_d = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ και $W/L = 3$ όπου W πλάτος και L μήκος του MOSFET.

A) Υπολογίστε την τάση επιπέδων ζωνών (V_{FB}).

B) Σε τι περιοχή λειτουργίας βρίσκεται το τρανζίστορ;

Γ) Υπολογίστε το ρεύμα θεωρώντας ότι η ευκινησία των οπών στο κανάλι είναι το 50% της τιμής που έχει στον όγκο του πυριτίου.

Θέμα 4

(20%)

Για ένα πυκνωτή MOS πυρίτιο με μηδενικό φορτίο στο οξείδιο, συγκέντρωση αποδεκτών στο υπόστρωμα $N_A = 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ και πάχος οξειδίου 10 nm :

A) Υπολογίστε την μέγιστη και ελάχιστη τιμή της χωρητικότητας στην χαρακτηριστική χωρητικότητας-τάσης.

B) Αν το υλικό πύλης είναι πολυκρυσταλλικό πυρίτιο $p+$ υπολογίστε την τάση επιπέδων ζωνών και την τάση κατωφλίου

Δίδονται

$$\epsilon_{ox} = 3.9, \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}, |q| = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, kT/q = 0.026 \text{ V},$$

$$\text{Για πυρίτιο } \epsilon_s = 11.7, E_g = 1.1 \text{ eV } n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3} \gamma_s = 4.05 \text{ eV}$$

