

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

Εξέταση του μαθήματος ‘Φυσική Μικροηλεκτρονικών Διατάξεων’

Aθήνα 7/7/2011

Διάρκεια 2,5 ώρες

Θέμα 1^ο

20%

Σε διόδους που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για χρήση σε φωτοβολταϊκά στοιχεία ενδιαφερόμαστε να επιτύχουμε μέγιστο ρεύμα γένεσης στην περιοχή απογύμνωσης. Αν διαθέτουμε δύο διόδους οι οποίες έχουν συγκεντρώσεις δοτών-αποδεκτών N_D/N_A , $10^{18}/10^{18} \text{ cm}^{-3}$ και $10^{19}/10^{15} \text{ cm}^{-3}$ αντίστοιχα και έχουν κατασκευασθεί κάτω από παρόμοιες συνθήκες, ποιά θα επιλέγατε ως καταλληλότερη για την παραπάνω εφαρμογή και γιατί;

Θέμα 2^ο

30%

Μία απότομη δίοδος p-n πυριτίου που λειτουργεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έχει ουδέτερη p-περιοχή μήκους $W_p=200 \mu\text{m}$ με συγκέντρωση προσμίξεων $N_A=10^{16} \text{ cm}^{-3}$ και ουδέτερη n-περιοχή με μήκος $W_n=0.5\mu\text{m}$ και συγκέντρωση $N_D=10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Δίδονται επίσης $\tau_n = \tau_p = 10^{-6} \text{ sec}$ και ($D_n = 9 \text{ cm}^2/\text{sec}$, $D_p = 4 \text{ cm}^2/\text{sec}$ στην περιοχή n) και ($D_n = 25 \text{ cm}^2/\text{sec}$, $D_p = 9 \text{ cm}^2/\text{sec}$ στην περιοχή p). Η δίοδος είναι ορθά πολωμένη με τάση 0.4 V.

Αφού εξετάσετε την σχέση του μήκους ελεύθερης διαδρομής με το μήκος ουδέτερων περιοχών, υπολογίστε:

- A) Την πυκνότητα ρεύματος ηλεκτρονίων στο - x_p (όριο της περιοχής απογύμνωσης στην περιοχή p).
- B) Την πυκνότητα ρεύματος οπών στο σημείο x_n (όριο περιοχής απογύμνωσης στην περιοχή n) καθώς και στο σημείο επαφής του μετάλλου στην περιοχή n.
- C) Τον λόγο του αποθηκευμένου φορτίου μειονότητας στην περιοχή n σε σχέση με την περιοχή p.

Θέμα 3^ο

20%

Για ένα ιδανικό πυκνωτή MOS πυριτίου με συγκέντρωση αποδεκτών στο υπόστρωμα $N_A = 2E15 \text{ cm}^{-3}$ και πάχος οξειδίου 15 nm,

- A) Υπολογίστε την μέγιστη και ελάχιστη χωρητικότητα στην χαρακτηριστική χωρητικότητας-τάσης.
- B) Σχεδιάστε προσεγγιστικά την παραπάνω χαρακτηριστική για υψηλή συχνότητα μέτρησης, υποδεικνύοντας τις περιοχές συσσώρευσης-απογύμνωσης-αναστροφής καθώς και την τάση κατωφλίου (δεν απαιτούνται υπολογισμοί).

Θέμα 4^ο

(30%)

A) Τρανζίστορ P-MOSFET Si έχει πάχος οξειδίου $x_{ox}=30$ nm και επιφανειακή συγκέντρωση σταθερού θετικού φορτίου μέσα στο οξείδιο $Q_{ss}/q=5.10^{10} \text{ cm}^{-2}$. Το τρανζίστορ κατασκευάζεται σε υπόστρωμα με ειδική αντίσταση $1\Omega\cdot\text{cm}$ (βλ. σχήμα) και το υλικό της πύλης είναι πολυκρυσταλλικό πυρίτιο υψηλά νοθευμένο με πρόσμιξη τύπου-n. Υπολογίστε την τάση κατωφλίου V_T για μηδενική τάση πόλωσης του υποστρώματος

(20%)

B) Σε τρανζίστορ MOSFET οι μεταλλικές επαφές στις περιοχές πηγής και απαγωγού σχηματίζουν ωμικές επαφές. Εξηγείστε γιατί αυτό είναι επιθυμητό και αναφέρατε με ποιό φυσικό φαινόμενο ερμηνεύεται η ωμική συμπεριφορά των επαφών μετάλλου-ημιαγωγού στην περίπτωση αυτή.

(10%)

Διδονται

$(\epsilon_{ox}=3.9, \epsilon_s=11.7, \epsilon_0=8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}, kT/q=0.026 \text{ V}, n_i=10^{10} \text{ cm}^{-3}, E_g=1.1 \text{ eV}, |q|=1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$.

