

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

Επαναληπτική Εξέταση του μαθήματος ‘Φυσική Ηλεκτρονικών Διατάξεων’

Αθήνα 31/10/2007

Διάρκεια 2,5 ώρες

**Θέμα 1<sup>ο</sup>**

(20%)

Θεωρείστε πυκνωτή MOS που αποτελείται από αλουμίνιο και θερμικό οξείδιο πυριτίου πάχους 30 nm το οποίο έχει αναπτυχθεί σε υπόστρωμα πυριτίου ομοιόμορφης συγκέντρωσης  $5.10^{15} \text{ cm}^{-3}$  φωσφόρου.

(Α) Υπολογίστε την τιμή της χωρητικότητας στην περιοχή συσσώρευσης και στην περιοχή αναστροφής όταν η συχνότητα μέτρησης είναι υψηλή (1 MHz).

(Β) Με βάση τα παραπάνω σχεδιάστε την χαρακτηριστική χωρητικότητας-τάσης για υψηλή (π.χ 1 MHz) και χαμηλή συχνότητα (π.χ 1 kHz) και εξηγείστε την διαφορά.

**Θέμα 2<sup>ο</sup>**

(30%)

Θεωρείστε τρανζίστορ MOSFET κατασκευασμένο σε υπόστρωμα πυριτίου τύπου-p ή σε υπόστρωμα τύπου-n. Το υπόστρωμα έχει συγκέντρωση  $N_d$  ή  $N_a$  αντίστοιχα και ίση με  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . Γνωρίζοντας ότι οι πύλες των τρανζίστορ είναι από αλουμίνιο, η πυκνότητα φορτίου στο οξείδιο είναι  $10^{11} \text{ cm}^{-2}$  και το πάχος του οξειδίου πύλης είναι 100 nm, υποδείξτε μετά από υπολογισμό το είδος του κάθε ενός από τα δύο τρανζίστορ (εμπλουτισμού ή κένωσης).

**Θέμα 3<sup>ο</sup>**

(30%)

Θεωρείστε μια ιδανική δίοδο πυριτίου απότομης επαφής με σταθερή συγκέντρωση προσμίξεων εκατέρωθεν της επαφής. Η δίοδος 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) Για την παραπάνω τιμή τάσης υπολογίστε το φορτίο λόγω διάχυσης οπών στην περιοχή p και το φορτίο λόγω διάχυσης ηλεκτρονίων στην περιοχή p.

**Θέμα 4<sup>ο</sup>**

(20%)

Μία απότομη δίοδος p-n GaAs με ομοιόμορφη κατανομή προσμίξεων σε κάθε πλευρά έχει 20% της όλης περιοχής απογύμνωσης μέσα στην περιοχή p. Το εσωτερικό δυναμικό στους 300K είναι  $V_{bi}=1.2 \text{ V}$ . Για μηδενική πόλωση υπολογίστε:

Α) τις συγκεντρώσεις προσμίξεων  $N_a$ ,  $N_d$ ,

Β) τα πλάτη περιοχών απογύμνωσης  $x_n$ ,  $x_p$  και

Γ) το μέγιστο ηλεκτρικό πεδίο  $E_{max}$

Διδούνται για όλα τα προβλήματα

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

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

$\chi_s = 4.05$  eV,  $\phi_{Al} = 4.1$  eV

Για GaAs  $\epsilon = 13.1$ ,  $n_i = 2.10^6$  cm $^{-3}$

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

