

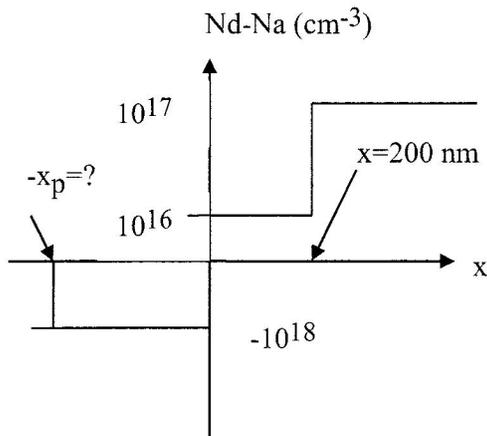
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ-
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Εξέταση του μαθήματος 'Φυσική Μικροηλεκτρονικών Διατάξεων'

Αθήνα 20/3/2014

Διάρκεια 2,5 ώρες

Θέμα 1°



Μία δίοδος p-n πυριτίου έχει κατανομή συγκέντρωσης προσμίξεων όπως φαίνεται στο σχήμα. Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα, όταν στην δίοδο εφαρμόζεται ορθή τάση V_F :

A) Υπολογίστε την τιμή του x_p (όριο περιοχής απογύμνωσης περιοχής p) και σχεδιάστε την κατανομή φορτίου υποθέτοντας ότι το όριο της περιοχής απογύμνωσης στην περιοχή n είναι $x_n = 250$ nm.

B) Σχεδιάστε το ηλεκτρικό πεδίο συναρτήσει του x και υπολογίστε την

τιμή του μέγιστου ηλεκτρικού πεδίου.

Γ) Υπολογίστε την τιμή του εσωτερικού δυναμικού καθώς και της εφαρμοζόμενης τάσης V_F .

Θέμα 2

25%

Θεωρείστε δίοδο p-n που λειτουργεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το μήκος της περιοχής p είναι $W_p = 0.1$ μm με νόθευση $N_a = 10^{18} \text{cm}^{-3}$ και η ουδέτερη περιοχή n έχει μήκος $W_n = 2$ μm και $N_d = 10^{16} \text{cm}^{-3}$. Είναι επίσης $\tau_p = \tau_n = 10^{-6}$ sec και $D_n = 9$ cm^2/sec , $D_p = 4$ cm^2/sec στην περιοχή p καθώς επίσης $D_n = 25$ cm^2/sec , $D_p = 9$ cm^2/sec στην περιοχή n. Η διατομή της διόδου είναι 10^{-6} cm^2 . Αν η πόλωση της διόδου είναι ορθή με $V_F = 0.4\text{V}$:

A) Σχεδιάστε προσεγγιστικά την κατανομή φορέων μειονότητας στις δύο περιοχές της διόδου

B) Δείξτε ότι η διόδος αυτή μπορεί να αποτελέσει τον εκπομπό και την βάση ενός p-n-τρανζίστορ και υπολογίστε το ρεύμα οπών εκπομπού του τρανζίστορ στην ενεργή περιοχή.

Θέμα 3

(25%)

Θεωρείστε μη ιδανικό πυκνωτή MOS που αποτελείται από αλουμίνιο, θερμικό οξειδίου πυριτίου πάχους 20 nm το οποίο έχει αναπτυχθεί σε υπόστρωμα πυριτίου ομοιόμορφη συγκέντρωσης βορίου 10^{16} cm^{-3} .

(A) Υπολογίστε την τάση κατωφλίου υποθέτοντας μηδενική συγκέντρωση φορτίου εντό του οξειδίου.

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

(Γ) Σχεδιάστε την χαρακτηριστική $C(V)$ υψηλής συχνότητας με βάση τις απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα (α και β).

Θέμα 4^ο

(25%)

Υποθέστε ότι η πύλη και ο απαγωγός ενός ιδανικού τρανζίστορ NMOS είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Δίδονται επίσης το πάχος του οξειδίου 50 nm, $N_A=10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $Z/L=10$, $\mu_n = 625 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Υπολογίστε το ρεύμα μεταξύ απαγωγού και πηγής για τα εξής περιπτώσεις:

A) $V_G = V_D = 1 \text{ V}$

B) $V_G = V_D = 3 \text{ V}$

Δίδονται για όπου απαιτείται:

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

$$kT/q = 0.026 \text{ V}, \mu_p = 100 \text{ cm}^2/\text{Vs}$$

$$\chi_s = 4.05 \text{ eV}, \phi_{\text{Al}} = 4.1 \text{ eV}, N_v = N_c = 2.5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}, T = 300 \text{ K}$$