

Ασκήσεις που διδάχθηκαν στις παραδόσεις του μαθήματος «ΗΜΙΑΓΩΓΙΜΕΣ ΜΙΚΡΟΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ» στο κομμάτι των Ημιαγωγών

ΑΣΚΗΣΗ

Να υπολογίσετε την ενέργεια Fermi και την συγκέντρωση των θερμικά διεγερμένων ηλεκτρονίων αγωγιμότητας ενδογενούς InSb σε θερμοκρασία $T = 300 \text{ K}$ από τους παρακάτω μαθηματικούς τύπους

$$E_F = \frac{E_g}{2} + \frac{3}{4} k_B T \ln\left(\frac{m_h^*}{m_e^*}\right) \quad n = 2 \left(\frac{2\pi m_e^* k_B T}{h^2} \right)^{3/2} \exp\left(\frac{E_F - E_g}{k_B T}\right)$$

Δίδονται : α) οι παράμετροι του InSb $E_g = 0,18 \text{ eV}$, $m_e^* = 0,014m_0$, $m_h^* = 0,42m_0$ και β) οι σταθερές $k_B = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$, $m_0 = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kgr}$, $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J sec}$ και $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.

ΑΣΚΗΣΗ

Μία δίοδος p-n πυριτίου έχει συγκέντρωση δοτών $N_d = 1 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$ και συγκέντρωση δεκτών $N_a = 2 \times 10^{21} \text{ m}^{-3}$. Αν η ενδογενής συγκέντρωση των φορέων αγωγιμότητας είναι $n_i = 1 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$, να υπολογίσετε :

α) το εσωτερικό δυναμικό της διόδου

$$V_0 = \frac{k_B T}{e} \ln\left(\frac{N_a N_d}{n_i^2}\right)$$

β) τα πλάτη W_n και W_p των περιοχών απογύμνωσης φορτίου της διόδου

$$W_n = \left(\frac{2\varepsilon_r \varepsilon_0 V_0}{e N_d} \frac{N_a}{N_a + N_d} \right)^{1/2}$$

και

$$W_p = \left(\frac{2\varepsilon_r \varepsilon_0 V_0}{e N_a} \frac{N_d}{N_a + N_d} \right)^{1/2}$$

γ) το εσωτερικό δυναμικό V_0 της διόδου από τον παρακάτω τύπο για $T=300 \text{ K}$ χρησιμοποιώντας τις αριθμητικές τιμές των πλατών W_n και W_p των περιοχών απογύμνωσης φορτίου της διόδου όπως τις υπολογίσατε στην ερώτηση που προηγήθηκε

$$V_0 = \frac{e}{2\varepsilon_0\varepsilon_r} (N_d W_n^2 + N_a W_p^2)$$

Δίδονται το φορτίο του ηλεκτρονίου $e=1,602 \times 10^{-19}$ Cb , η σταθερά του Boltzmann $k_B = 1,381 \times 10^{-23}$ J/K, η ηλεκτρική διαπερατότητα του κενού $\varepsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12}$ F/m και η διηλεκτρική σταθερά του πυριτίου $\varepsilon_r = 11,7$.

ΑΣΚΗΣΗ

Να υπολογίσετε την χωρητικότητα της περιοχής απογύμνωσης φορτίου μίας επαφής pn.

ΑΣΚΗΣΗ

A) Να δείξετε ότι η μεταβολή του μήκους κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μίας διόδου εκπομπής φωτός με τη θερμοκρασία δίνεται από τον τύπο

$$\frac{d\lambda}{dT} = -\frac{hc}{E_g^2} \left(\frac{dE_g}{dT} \right)$$

όπου E_g είναι το ενεργειακό χάσμα του ημιαγωγίμου υλικού της διόδου.

B) Το ενεργειακό χάσμα μιας διόδου εκπομπής φωτός αρσενικούχου γαλλίου (GaAs) στους 300 K είναι $E_g=1,42$ eV. Η μεταβολή του ενεργειακού χάσματος του αρσενικούχου γαλλίου με την θερμοκρασία περιγράφεται από την σχέση

$$\frac{dE_g}{dT} = -4,5 \times 10^{-4} \text{ eV} / \text{K}$$

Να υπολογίσετε την μεταβολή του εκπεμπόμενου μήκους κύματος της διόδου εάν η θερμοκρασία μεταβληθεί κατά 10°C ;

ΑΣΚΗΣΗ (ημιαγώγιμα υλικά για ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας)

Το αρσενικούχο γάλλιο GaAs έχει ενεργειακό χάσμα $E_g = 1,43$ eV. Εάν όλα τα άτομα γαλλίου αντικατασταθούν από άτομα ινδίου ο κρύσταλλος του ημιαγωγίμου υλικού που θα προκύψει θα έχει ενεργειακό χάσμα 0,36 eV. Εάν υποθέσετε ότι το ενεργειακό χάσμα μεταβάλλεται γραμμικά μεταξύ των δύο αυτών άκρων (δηλαδή του αρσενικούχου γαλλίου GaAs και του αρσενικούχου ινδίου InAs) να υπολογίσετε το ποσοστό των ατόμων In που πρέπει να περιέχει η ένωση $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ ώστε να εκπέμπει υπέρυθρη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκος κύματος 1 μm . Δίδονται η σταθερά του Planck $h=6,626 \times 10^{-34}$ Jsec, $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19}$ J και η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c=3 \times 10^8$ m/sec.