

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΗΜΙΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Εξέταση 21 Ιανουαρίου 2026, 9:15-11:30, Αμφ. Ξ/Π

Άτομα III: Ga, Al, In, B

Άτομα IV: Si, Ge, C Άτομα V: P, As, Sb

Φορτίο ηλ/νίου $q=1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $kT \approx 0.026$ eV για $T=300$ K, $\ln 10=2.3$, $\ln 5 \approx 1.6$, $\ln 2 \approx 0.7$ $e \approx 2.72$, $e^{-1} \approx 0.37$

Για GaAs σε 300K: $E_G=1.42$ eV, $n_i \approx 10^6$ cm⁻³, $\mu_n \approx 5000$ cm²/Vs, $\mu_p \approx 400$ cm²/Vs

ΘΕΜΑΤΑ

- (α) Σχεδιάστε **δισδιάστατη αναπαράσταση** ενός καθαρού **κρυστάλλου GaAs** με βάση τους **χημικούς δεσμούς**, εξηγώντας τη φύση των δεσμών και **τι απεικονίζει** κάθε στοιχείο του σχήματος.
(β) Επαναλάβετε το σχήμα για **GaAs με προσμίξεις Αποδεκτών C**, αιτιολογώντας **γιατί** οι προσμίξεις C θα είναι Αποδέκτης. (1,0)
- Σχεδιάστε σχήμα που αναπαριστά ένα θάλαμο **Επίταξης με Μοριακές Δέσμες (MBE)**, ο οποίος περιέχει μόνο τον απολύτως αναγκαίο εξοπλισμό για επιταξιακή ανάπτυξη **τύπου-p GaAs** με προσμίξεις C. (1,1)
- Εξηγείστε την φυσική και πρακτική σημασία του όρου «**μοριακές δέσμες**». (0,5)
- Πάνω στο δισκίδιο **μονωτικού GaAs** με πάχος **300 μm** θα αναπτύξετε **500 nm p-GaAs** με εμπλουτισμό **Αποδεκτών C** συγκέντρωσης $5 \cdot 10^{16}$ cm⁻³, με ρυθμό επίταξης **1.0 μm/h**. Εξηγείστε πως θα το κάνετε (ποιες δέσμες, πως θα ελεγχθεί πότε θα προσπίπτουν, πόσο χρόνο θα προσπίπτουν) χρησιμοποιώντας το θάλαμο MBE του 1^{ου} ερωτήματος. (1,0)
- Για **ισορροπία σε 300K**, υπολογίστε τις **συγκεντρώσεις ηλεκτρονίων και οπών**, στο στρώμα **500 nm p-GaAs** και σχεδιάστε το **διάγραμμα ενεργειακών ζωνών** με ποσοτικά στοιχεία για τις **διαφορές ενέργειας** των σταθμών E_C , E_V , E_i και E_F . (1,2)
- Υπολογίστε την **ειδική αντίσταση**, σε μονάδες **Ω·cm**, του επιταξιακού στρώματος **500 nm p-GaAs**. (1,0)
- Πόσο πρέπει να είναι το **μήκος L**, σε **μm**, ηλεκτρικά μονωμένων ράβδων, κατασκευασμένων από το στρώμα **500 nm p-GaAs** όπως στο σχήμα (χρησιμοποιώντας το υλικό του 4ου ερωτήματος), ώστε η **αντίσταση** μεταξύ των δύο άκρων της ράβδου (απόστασης L) να είναι **10 KΩ**? (1,0)
- Σχεδιάστε αιτιολογημένα την κατάλληλη **μάσκα φωτολιθογραφίας** για **θετικό ή αρνητικό ρεζίστ** και εξηγείστε ποια άλλη διεργασία θα χρησιμοποιηθεί για το σχηματισμό των ράβδων **p-GaAs** του σχήματος. Στο σχέδιο της μάσκας να φαίνονται **ακριβείς αποστάσεις** (σε μm) για κάθε πλευρά του, όπως χρειάζεται η ράβδος **10 KΩ**. (1,0)
- Σχεδιάστε **κύκλωμα** σύνδεσης (όπως επιθυμείτε) μιας σταθερής πηγής **τάσης 2V** στα άκρα της ράβδου μήκους **L**, ορίστε **άξονα-x** κατά μήκος της ράβδου, και σχεδιάστε το ενεργειακό διάγραμμα από $x=0$ έως $x=L$, όταν εφαρμόζετε η τάση **2V** (σύμφωνα με το κύκλωμά σας). (1,2)
- Για τρανζίστορ MOSFET με κανάλι τύπου N (**N-MOSFET**), να σχεδιάσετε ποιοτικά **ενδεικτικές χαρακτηριστικές I-V** για δύο διαφορετικές περιπτώσεις **τάσης κατωφλίου**: (α) **+2 V** και (β) **-5V**. Να φαίνονται καμπύλες μεταβολής του ρεύματος Απαγωγού-Πηγής συναρτήσει της τάσης Απαγωγού-Πηγής για **4-5 διαφορετικές τάσεις Πύλης-Πηγής**. (1,0)

