לספרייה

21/04/2017

מבחן מועד ב' בקורס התקני מוליכים למחצה, שנת הלימודים תשע"ז

מרצה : פרופ' אוריאל לוי
מספר קורס : 83812
משך המבחן : שלוש שעות

הוראות כלליות:

1. במבחן ישנן שלוש שאלות. עליכם לפתור את שלושתן (אין בחירה).
2. מותרים עד 3 דפי נוסחאות. מעבר לדפים אלה אין להשתמש בחומר נוסף מלבד כלי כתיבה ומחשבון.
3. ההוראות במבחן ניתנות בלשון זכר – אך מכוונות לנשים ולגברים כאחת!

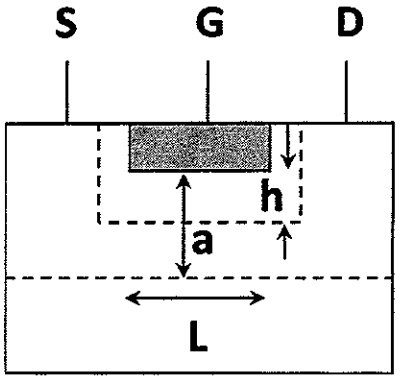
1. נתונה דיודת שוטקי המורכבת ממגע מתכת ומסיליקון n-type.

א) הדיודה מאופינת בגובה מחסום שוטקי של $\Phi_b = 0.7eV$. מודדים את היחס בין זרם הזליגה של דיודת השוטקי J_{ST} לבין זרם הזליגה של דיודת p^+n סטנדרטית J_S. מהמדידות עולה כי מתקיים הקשר $\frac{J_{ST}}{J_S} = A(T)exp\left[\frac{D}{K_bT}\right]$, כאשר D,A קבועים ו- T היא הטמפרטורה. מהו ערכו של D?

ב) מודדים את קיבול הדיודה C כתלות בממתח האחורי המופעל על הדיודה. מהמדידות עולה כי מתקיים הקשר $\left[\frac{1}{C(V)}\right]^2 = 4 * 10^{13} + KV\left[\frac{cm^2}{Farad}\right]^2$. כמו כן נתון כי $N_D = 10^{17}cm^{-3}$. שטח החתך של הדיודה הוא $A = 0.1cm^2$. חשב את המתח הבנוי V_{bi}, את גובה מחסום שוטקי Φ_b ואת הקבוע K.

ג) נתייחס כעת לאפקט של הנמכת שוטקי. מתוך הנתונים של סעיף ב' נסה להעריך את השדה באיזור הממשק מתכת-מל"מ והשתמש בו על מנת לקבוע את: 1 - שיעור הנמכת שוטקי. 2 - היכן ממוקם המקסימום של המחסום ביחס לממשק מתכת- מל"מ.

2. נתון טרנזיסטור JFET מסיליקון כמתואר בציור.



כמו כן נתונים הערכים הבאים:

$W = 0.5\mu m, a = 0.5\mu m, L = 3\mu m$.$N_d = 2 * 10^{16} cm^{-3}, N_a = 2 * 10^{18} cm^{-3}$

המקדם הדיאלקטרי של סיליקון הוא: $\varepsilon_s = 11.7$. המוביליות של אלקטרונים בסיליקון היא $\mu_n = \frac{1350cm^2}{volt*sec}$

א – מצא את המתח V_{GS} אשר יגרום ל pinch off, עבור מתח $V_{DS} \to 0$.

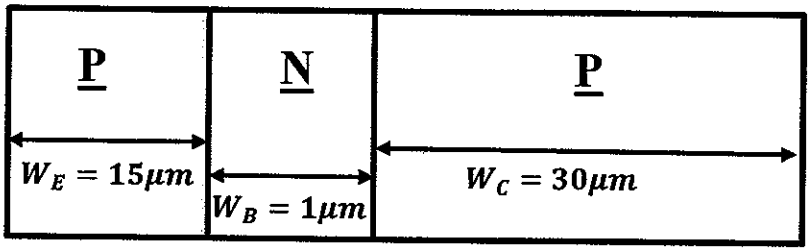
ב – מצא את המתח V_{GS} עבורו מוליכות התעלה תרד לחצי מערכה המקורי. מהו זרם הרוויה $I_{D1}(sat)$ במצב זה?

ג – חשב את ההתנגדות r_{ds} כאשר V_{DS} משתנה בין הערכים $V_{DS}(sat) + 0.5$ ו - $V_{DS}(sat) + 0.8$. הנח $V_T = 1.3V, V_{GS} = 2V$.

ד –חשב את תדר הקטעון של הטרנזיסטור. הזנח אפקטים של מהירות סטורציה.

3. נתון טרנזיסטור PNP מסיליקון בטמפרטורת החדר עם הפרמטרים הבאים:

$$N_E = 4 \cdot 10^{18}\ cm^{-3} \qquad D_e = 30\ cm^2/sec$$
$$N_B = 2 \cdot 10^{17}\ cm^{-3} \qquad D_h = 12 cm^2/sec$$
$$N_C = 2 \cdot 10^{16}\ cm^{-3} \qquad \tau_e = 10^{-7}\ sec$$
$$n_i^2 = 2 \cdot 10^{20}\ cm^{-6} \qquad \tau_h = 0.8 \cdot 10^{-7}\ sec$$
$$A_{BE} = 10^{-4}\ cm^2$$



א) שרטטו עבור כל אחד מארבעת המצבי פעולה של טרנזיסטור BJT אידיאלי (מצב פעיל קדמי, מצב קטעון, מצב פעיל אחורי, מצב רוויה) את צפיפות נושאי מטען במיעוט כפונקציה של המקום בטרנזיסטור.
הסבירו את עקרון הפעולה של הטרנזיסטור במצב פעיל קדמי: איך עובר הזרם מקצה אחד לקצה השני של הטרנזיסטור ואיך ניתן לשלוט על הזרם?

ב) חשבו את מקדמי הגבר הזרם α ו-β ואת הזרמים באמיטר, בבסיס ובקולקטור כאשר מופעל על הצומת BE ממתח קדמי של $0.7\ V$ ועל הצומת BC ממתח אחורי של $1V$.
(ניתן להזניח את חדירת שכבת המחסור בתוך הבסיס לצורך החישובים)

ג) כאשר משנים את המתח בצומת BC ל-$3V$ הזרם משתנה ב-3%. חשבו את התנגדות המוצא של הטרנזיסטור ותנו הערכה למתח Early ולמתח punch through.

ד) בטרנזיסטור אמיתי ריכוז הסיגים בבסיס משתנה מרחבית, כך שהוא גבוה יותר ליד האמיטר ונמוך יותר ליד הקולקטור. כיצד תשפיע עובדה זו על יעילות המעבר בבסיס – הסבר איכותית בלבד ללא צורך בחישובים, תוך שימוש במודל הפסים. כמו כן, תדר העבודה של הטרנזיסטור נקבע בעיקר לפי זמן המעבר של נ״מ בבסיס. אם נניח שריכוז הסיגים בבסיס יורד מ $N_B = 2 \cdot 10^{17}\exp(-bx)\ cm^{-3}$ כאשר $b = 10^4\ cm^{-1}$ ליד הקולקטור, תן אומדן לזמן זה. האם ההתקן יהיה מהיר יותר, איטי יותר או בעל מהירות דומה להתקן בעל מידות זהות וריכוז סיגים אחיד בבסיס? נמק!

בהצלחה!!!!!!