

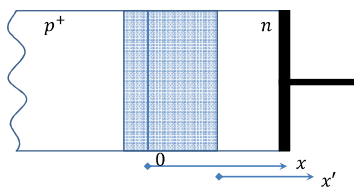
تمرین سری هفتم - اصول ادوات حالت جامد - موعد تحویل ۱۰ اردیبهشت - تحویل ستاره دارها (*) الزامی نیست

۱. الکترواستاتیک دیود

برای یک اتصال pn پله‌ای سیلیکانی در دمای اتاق و با $N_D = 10^{16} \text{cm}^{-3}$ و $N_A = 5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ محاسبه کنید:
 الف) ولتاژ ذاتی دیود V_{bi} . ب) عرض ناحیه تخلیه W در بایاس صفر و 5 ولت معکوس. ج) بیشینه میدان الکتریکی $\mathcal{E}_{max}$ در بایاس صفر و 5 ولت معکوس.
 د) نوارهای انرژی، چگالی بار، میدان الکتریکی و پتانسیل را بر حسب مکان در بایاس صفر و 5 ولت معکوس رسم کنید.
 ه) فرض کنید $N_D = 10^{16} \text{cm}^{-3}$ و $N_A = 5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$. مقادیر خواسته شده در الف تا ج را برای این دیود محاسبه و با مقادیر قبلی مقایسه کنید.

۲. الکترواستاتیک دیود خطی

برای یک اتصال pn غیر پله‌ای سیلیکانی با پروفایل ناخالصی خطی در سمت n مطابق $N_D = ax$ (که در آن $a = 10^{20} \text{cm}^{-4}$) و ناخالصی یکنواخت در سمت p مطابق $N_A = 10^{16} \text{cm}^{-3}$ می‌باشد. فرض کنید دیود تحت تاثیر ولتاژ V_A قرار گرفته.
 الف) اگر بدانیم $x_p = 0.5 \mu\text{m}$ است، x_n و عرض ناحیه تخلیه (W) چقدر است؟ ب) افت ولتاژ دو سر ناحیه تخلیه ($V_{bi} - V_A$) چقدر است؟ چه مقدار آن در ناحیه‌ی p (بین $-x_p$ و 0) و چه مقدار آن در ناحیه‌ی n (بین 0 و x_n) است؟ ج) بیشینه میدان الکتریکی $\mathcal{E}_{max}$ چقدر است؟ د) اگر سطح مقطع دیود $100 \mu\text{m}^2$ باشد، این اتصال در این بایاس چه خازنی دارد؟

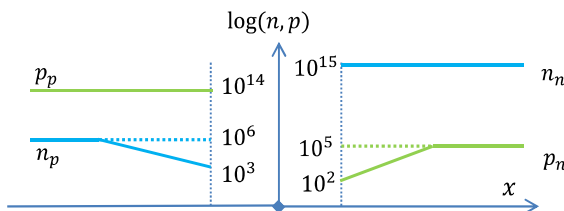


۳. دیود پایه کوتاه

در دیود ایده‌آل مطرح شده در کلاس فرض شد که عمق نواحی n و p به مراتب از L_p و L_n بزرگ‌تر است. حال دیود $p^+ - n$ ای را در نظر بگیرید که در آن عمق ناحیه‌ی n قابل مقایسه با (L_p یا کمتر از) می‌باشد. فرض کنید اتصال اهمی پایه‌ی n به نحوی است که همواره $\Delta p_n(x = x_b) = 0$.
 الف) با حل معادله پیوستگی Δp_n را درون ناحیه‌ی n بدست آورید و به کمک آن معادلات جریان-ولتاژ دیود پایه کوتاه را بدست آورید.
 ب) معادلات کنترل بار را مشابه آنچه در کلاس برای دیود پایه بلند نوشتیم، بنویسید و نشان دهید که جریان نفوذ حفره‌ها در لبه‌ی ناحیه تخلیه برابر $I_p = Q_p / \tau_t$ است، که در آن $\tau_t = x_b'^2 / 2D_p$.

۴(*) توزیع حامل‌های اقلیت

چگالی حامل‌ها در دیود سیلیکانی پله‌ای در دمای اتاق مطابق شکل روبرو است. اگر بدانیم طول عمر حامل‌های اقلیت $\tau_p = 10^{-7} \text{sec}$ و $\tau_n = 10^{-8} \text{sec}$ می‌باشد، معلوم کنید:



الف) دیود بایاس مستقیم است یا معکوس؟ ولتاژ اعمالی (V_A) چقدر است؟
 ب) آیا شرایط تزریق ضعیف برقرار است؟ چرا؟
 ج) چگالی ناخالصی در دو طرف چقدر است؟
 د) آیا طول نفوذ حامل‌های اقلیت (L_n و L_p) را می‌توانید بیابید؟

۵. توزیع حامل‌های اقلیت

چگالی حفره‌ها در سمت n یک اتصال $p^+ - n$ پله‌ای در دمای اتاق لحظه‌ای خاص مطابق شکل روبرو است:
 الف) آیا بایاس مستقیم است یا معکوس؟ چرا؟ ب) اگر $p_{n0} = 10^3 \text{cm}^{-3}$ ولتاژ اعمالی چقدر است؟
 ج) چه جریانی (مستقیم یا معکوس) از دیود می‌گذرد؟ اندازه جریان را با فرض $\tau_p = 10^{-7} \text{s}$ و $A = 10^{-4} \text{cm}^2$ بدست آورید.

