تمرین سری نهم - اصول ادوات - بهار ۹۸ - (*) اختیاری

۱. نمودارهای انرژی اتصال فلز-نیمه‌هادی

ساخت دیودهای شاتکی معمولاً به جای فلز از سیلیساید (Silicide) استفاده می‌شود.

الف) بررسی کنید سیلیساید چیست و چرا سیلیساید به جای فلز استفاده می‌شود.

ب) فرض کنید تابع کار NiSi (نوعی سیلیساید) برابر $\varphi_{NiSi}=4.65^{eV}$ باشد. در درس برای یک اتصال فلز-به نیمه‌هادی نوع n، دیاگرام انرژی با مقادیر مهم (سد شاتکی φ_B، ولتاژ ذاتی V_i و عرض ناحیه تخلیه W) رسم شده است. با توجه به اینکه در شاتکی دیود جریان محصول جابجایی حامل‌های اکثریت می‌باشد، در اتصال فلز به نیمه‌هادی نوع p مقادیر مهم بررسی نمودار انرژی چه خواهد بود؟ با توجه به جواب این سؤال نمودارهای انرژی را در وضعیت‌های زیر با نمایش مقادیر مهم رسم کنید.

i) اتصال NiSi به سیلیکان نوع n با $N_D = 10^{17}\ cm^{-3}$ و ولتاژ اعمالی $V_A = 0^V$

ii) 〃 〃 〃 〃 〃 $N_D = 10^{17}\ cm^{-3}$ 〃 〃 $V_A = -1^V$

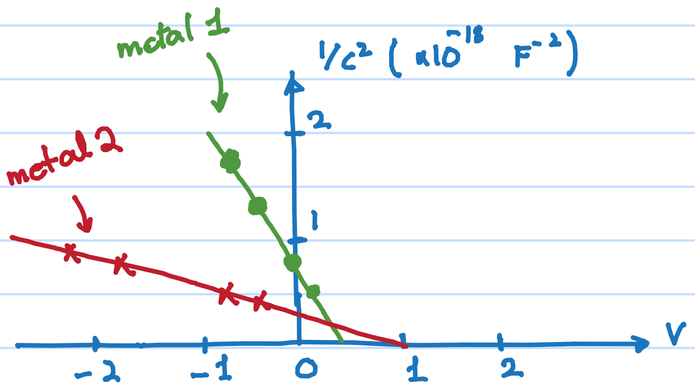
iii) 〃 〃 〃 〃 〃 $N_D = 10^{17}\ cm^{-3}$ 〃 〃 $V_A = -0.2^V$

iv) 〃 〃 〃 p با $N_A = 10^{17}\ cm^{-3}$ 〃 〃 $V_A = 0^V$

۲- خازن M-S

(*) الف) فرض کنید در یک اتصال M-S تابعیت چگالی ناخالصی‌ها برحسب مکان بصورت $N_D(x)$ است (که در آن x فاصله از اتصال است) نشان دهید اگر C خازن اتصال (با بایاس معکوس) و V ولتاژ دو سر اتصال، و W عرض ناحیه تخلیه باشد. داریم

$$N_D(W) = 2\left(q\,\epsilon_{si}\,\frac{d(1/C^2)}{dV}\right)^{-1}$$

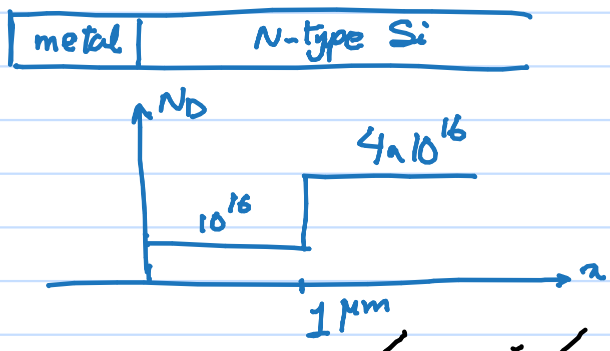


ب) نمودار روبرو محصول اندازه‌گیری خازن سیگنال کوچک در اتصال شاتکی با دوپینگ یکنواخت و سطح مقطع‌های مساوی است.

a) فلز در کدام اتصال تابع کار بزرگتری دارد؟

b) سیلیکان در کدام بیشتر دوپ شده؟ دلیل بیاورید.

۳- بازهم خازن M-S



یک دیود شاتکی با پروفایل دوپینگ مطابق شکل روبرو در نظر بگیرید. فرض کنید ولتاژ ذاتی $V_{bi} = 0.8^V$ است.

الف) نمودار $\frac{1}{C^2}$ برحسب V را (با بایاس منفی) به طور کیفی (بدون ذکر مقادیر) رسم کنید.

ب) نمودار میدان الکتریکی را برحسب مکان برای زمانی که عرض ناحیه تخلیه $W_{depl} = 2^{\mu m}$ است کیفی رسم کنید.

ج) افت ولتاژ دو سر اتصال در وضعیت ب) چقدر است.

د) رابطهٔ C برحسب V را برای $W_{depl} > 1^{\mu m}$ ها بدست آورید.