

## НЕЛІНІЙНІ ВОЛЬТ-АМПЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРИ МЕТАЛ-ВЛАСНИЙ НАПІВПРОВІДНИК-МЕТАЛ В УМОВАХ ОСВІТЛЕННЯ

Меріуц А.В., Шелест Т.М.

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
м. Харків*

Контакти метал – напівпровідник є складовою частиною електронних приладів, зокрема, сонячних елементів (СЕ). Однак в цих приладах вони зазвичай відіграють допоміжну роль, слугуючи для виведення струму і напруги у зовнішнє електричне коло. Можливість створення СЕ на основі контакту метал-напівпровідник раніше розглядалася тільки при наявності бар'єру на такому контакті. Ми розглянули структуру метал – власний напівпровідник – метал, яка не має бар'єрів на контактах в умовах освітлення, використавши підхід, заснований на дифузійно-дрейфовій теорії. Для проникнення світла в напівпровідник, в якості одного з контактів має бути використаний прозорий провідний окисел або сітчастий металевий контакт. В припущенні, що поглинання сильне, тобто все світло поглинається в тонкому шарі поблизу прозорого контакту, швидкість рекомбінації на освітленому контакті прямує до нуля, а на неосвітленому – до нескінченності, було отримано наступний вираз для ВАХ такої структури:

$$V = -jr_c + V_T \frac{2(j - J_{ph})}{j - (1 + u_n / u_p) J_{ph}} \ln \left[ 1 + \frac{(1 + u_n / u_p) J_{ph} - j}{2j_{ni}} \right].$$

Тут  $j_{ni} = qn_i u_n V_T / a$ ,  $V_T = k_B T / q$  – тепловий потенціал,  $J_{ph} = q\beta I_0$  – має сенс густини фотоструму,  $\beta$  – квантова ефективність,  $I_0$  – густина потоку фотонів,  $2a$  – товщина напівпровідника,  $k_B$  – константа Больцмана,  $T$  – температура,  $-q$  – заряд електрона,  $n_i$  – концентрація електронів у власному напівпровіднику,  $u_{n,p}$  – рухливість електронів та дірок,  $r_c$  – опір контактів.

Аналіз отриманого виразу для ВАХ показав, що для напівпровідникових матеріалів з власним типом провідності і співвідношенням рухливостей  $u_n > u_p$  генерована напруга є досить незначною а ВАХ, в області напруг де структура працює як генератор, має майже трикутну форму. Наприклад для власного Si ( $u_n / u_p \approx 2$ ), який освітлено монохроматичним світлом з густиною квантів  $I_0 = 10^{17} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ , напруга дорівнює 0.14 В з фактором заповнення ВАХ рівним  $FF = 0.29$ . В той же час для AlSb, у якого зворотнє співвідношення рухливостей  $u_p > u_n$  ( $u_p / u_n \approx 2$ ), напруга буде 0.56 В, а фактор заповнення  $FF = 0.38$ . Для СЕ з гіпотетичного матеріалу з  $u_p / u_n = 20$  і іншими параметрами подібними до кремнію, фактор заповнення буде дорівнювати  $FF = 0.56$  і форма ВАХ буде близькою до тої, яку мають ефективні СЕ. Таким чином, існує принципова можливість створення достатньо ефективного СЕ на основі структури метал-напівпровідник-метал без бар'єрів. Такі СЕ могли б бути однією зі складових тандемних структур в яких зазвичай буває складно узгоджувати СЕ з різним розташуванням шарів різного типу провідності.