

НЕЛІНІЙНІ ВОЛЬТ-АМПЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРИ МЕТАЛ-ВЛАСНИЙ НАПІВПРОВІДНИК-МЕТАЛ

ПРИ ВІДСУТНОСТІ БАР'ЄРІВ

Меріуц А.В., Шелест Т.М.

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

Контакти метал – напівпровідник є базовою або складовою частиною всіх напівпровідникових електронних приладів. Ці контакти мають низку переваг у порівнянні з напівпровідниковими $p-n$ переходами. З одного боку вони мають кращі електричні параметри [1, 2], з іншого – потребують меншу кількість високотемпературних технологічних операцій (таких як: дифузія, вирошування маскуючих окислів, відпал після іонної імплантації), які потрібні для виготовлення $p-n$ переходів [2]. Зазвичай в літературі вважається, що обов'язковою умовою наявності нелінійної ВАХ з ефектом випрямлення для контакту метал – напівпровідник, є наявність бар'єра і області об'ємного заряду, а також досліджуються ВАХ тільки одного контакту в припущенні, що другий контакт знаходиться далеко і його властивості не впливають на властивості всієї структури.

Використавши підхід, заснований на дифузійно-дрейфовій теорії, ми розглянули нелінійну модель переносу струму в структурі метал – власний напівпровідник – метал, яка не має бар'єрів на контактах. Було отримано вираз для ВАХ такої структури, яка, в припущенні, що рівні енергії рекомбінаційних центрів знаходяться в середині забороненої зони, має простий вигляд:

$$j = 2 \left[\frac{(1+b)j_r^r j_r^l}{j_r^r + j_r^l} + j_{ni} \right] \left[\coth \left(-\frac{V + j r_c}{4AV_T} \right) + \frac{j_r^r - j_r^l}{j_r^r + j_r^l} \right]^{-1}.$$

Тут $A = 1 + b j_r^r j_r^l / j_{ni} (j_r^r + j_r^l)$, $j_{ni} = q n_i D_n / a$, $V_T = k_B T / q$ – тепловий потенціал, $b = D_n / D_p$, $j_r^{l,r} = q n_i s^{l,r}$ – має сенс густини рекомбінаційного струму, $s^{l,r}$ – швидкість рекомбінації на контактах, $2a$ – товщина напівпровідника, k_B – константа Больцмана, T – температура, $-q$ – заряд електрона, n_i – концентрація електронів у власному напівпровіднику, $D_{n,p}$ – коефіцієнти дифузії електронів і дірок. Верхні індекси “ l ” і “ r ” вказують на лівий і правий контакти, відповідно.

Аналіз отриманого виразу для ВАХ показав, що в залежності від співвідношення швидкостей рекомбінації на контактах розглянута структура має не тільки лінійну вольт-амперну характеристику, яка відповідає закону Ома, але може мати і ВАХ, як у випрямляючого діода або симетричну ВАХ з насиченням при обох полярностях напруги. Для наявності нелінійної ВАХ достатньо, щоб хоча б на одному з контактів рекомбінація була слабкою.

Література:

1. Родерик Э.Х. Контакты металл-полупроводник. / Э.Х. Родерик. – М. : Радио и связь, 1982. – 208 с.
2. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. / С. Зи. – М. : Мир, 1984. – 456 с.