Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Факультет електроніки

Кафедра мікроелектроніки

ЗВІТ

про виконання практичного заняття №4

за темою: «ВАХ діода»

Варіант №6

Виконала: студентка гр. ДМ-81, ФЕЛ

Калюга Богдана

Київ – 2020

Завдання: Дано напівпровідниковий діод довжиною *LD* і з площею поперечного перерізу *SD* з плавним p-n переходом. Градієнт концентрації донорних домішок *ND*', акцепторних домішок - *NA*'. Виконати розрахунки для матеріалу Mat. При розрахунках вважати що температура навколишнього середовища рівна *T*=300 К. Глибина залягання домішок рівна *L*D/2, а дифузійна довжина для електронів і дірок відповідно рівні *L*n=50 мкм і *L*p=20 мкм. Значення *NA*', ND', Mat визначаються із таблиці за варіантом, вказаним викладачем (такі саме як у практичній роботі №2). Аналогічно за таблицею визначаються довжина та площа діода. Побудувати вольт-амперні харакетристики (ВАХ) ідеалізованого та реального діоду у відповідності до варіанту. Побудову реальної ВАХ виконувати з урахуванням всіх факторів (пробій, опір пасивних елементів, струми термогенерації та рекомбінації). Визначити тип пробою p-n переходу. На графіках показати порівняння реальної ВАХ та ідеальної. За необхідності виконати побудову у різних масштабах та діапазонах струму/напруги, для досягнення повної інформативності.

Дано: матеріал Si; ; ; ε=11,9; ε0=8,85·10-14 (Ф·см-1); *L*n=50 (мкм); *L*p=20 (мкм); *Т*=300 (К);; *S*D = 1,19 (мм2); *L*D = 0,405 (мм).

Розглянемо ідеальний діод. Запишемо рівняння (1) для теплового струму:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Знайдемо концентрацію неосновних носіїв та  за формулами (2):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Розрахуємо концентрацію неосновних носіїв, виходячи з формули (2):



Знайдемо вираз для товщини бази *W*Б та товщини емітера *W*Е за формулами (3):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Розрахуємо товщину бази та товщину емітера, виходячи з формули (3):



Відповідно до формули (1) знайдемо значення теплового струму:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Побудуємо ВАХ ідеального діода на рисунку 1 (рис.1) за рівнянням (4):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |



Рис.1 – ВАХ ідеального діода.

Розглянемо реальний діод. Для побудови ВАХ для реального діода будемо враховувати пробій, опір пасивних елементів, струми термогенерації та рекомбінації. Почнемо зі впливу струму рекомбінації за формулою (5):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Врахуємо вплив опору бази. у вигляді (6):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

Розрахуємо опір бази за формулою (7):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

Визначимо питомий опір бази та емітера за формулою (8):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Формулу питомої провідності для бази (9) візьмемо з практичної роботи №1:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9) |

де

Розрахуємо значення питомої провідності для бази:

 Для емітера значення питомої провідності знайдемо за формулою (10):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10) |

де

Значення питомої провідності для емітера рівне:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

Відповідно до формули (8) знайдемо питомий опір бази та емітера:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Повернемося до формули (7) та розрахуємо значення опору бази:

|  |
| --- |
|  |

Побудуємо пряму гілку ВАХ реального діода на рисунку 2 (рис. 2):



Для побудови зворотної гілки ВАХ реального діоду необхідно врахувати струм термогенерації та пробій. Почнемо зі струму термогенерації.

За формулою (11):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

Визначимо тип пробою в діоді. Для цього скористаємося напівемпіричними формулами для тунельного пробою та лавинного (12):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

Розрахуємо значення тунельного та лавинного пробою:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Значення тунельного пробою менше, отже він настане швидше, тому тип пробою, який буде враховуватися при побудові зворотної гілки ВАХ – тунельний пробій.