

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Кисельов Є.Д.

ЗВІТ

Напівпровідникові діоди

Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021

УДК 001.002 (008.21)

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: Кисельов Є.Д.

I-72 Звіт. Дослідження ВАХ діодів./ укл. Є. Д. Кисельов – К. :
КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 8 с. (Укр. мов.)

Наведено загальний звіт виконання роботи з моделювання електронних
схем у програмі NI Multisim™14.

УДК 001.008 (002.21)

ББК 73Ц

© Київський Національний
Університет імені Тараса Шевченка,
2021

Звіт

Об'єкт дослідження: напівпровідникові діоди.

Мета роботи: навчитися одержувати зображення ВАХ діодів на екрані двоканального осцилографа, дослідити властивості р-n-переходів напівпровідникових діодів різних типів.

Метод вимірювання: 1) одержання зображення ВАХ діодів на екрані двоканального осцилографа, який працює в режимі характериографа; 2) побудова ВАХ діодів шляхом вимірювання певної кількості значень сили струму I_D , що відповідають певним значенням та полярності напруги U_D , і подання результатів вимірів у вигляді графіка.

Зміст

Теоретичні відомості.....	5-6
Практична частина.....	7
Висновок.....	8

Теоретичні відомості

Ця лабораторна робота присвячена вивченню властивостей напівпровідникових діодів – найпростіших нелінійних елементів електронних схем та вимірюванню їх вольт-амперних характеристик.

Напівпровідниковий діод (англ. semiconductor diode) – це напівпровідниковий прилад з одним р-n-переходом і двома выводами.

р-n-перехід (англ. p-n junction) – перехідний шар, що утворюється на межі двох областей напівпровідника, одна з яких має провідність n-типу, а інша – провідність р-типу.

Вольт-амперна характеристика (ВАХ) діода (англ. current-voltage characteristic) – це залежність сили струму I_d через р-n-перехід діода від величини і полярності прикладеної до діода напруги U_d .

Характериограф – електронно-променевий прилад, на екрані якого можна спостерігати графіки функцій будь-яких фізичних величин, що можуть бути перетворені у пропорційні їм напруги, наприклад, графіки залежності сили струму I_d від напруги U_d .

Процеси, які відбуваються в області р-n-переходу, є досить складними, проте основні його властивості можна зрозуміти, розглянувши наступну спрощену модель. Розглянемо роботу р-n-переходу, утвореного на межі поділу двох середовищ, які являють собою один і той же напівпровідник, в одну з частин якого введені донорні домішки і яка відповідно має провідність n-типу (тобто перше середовище – це матеріал n-типу), а в іншу введені акцепторні домішки і яка має провідність р-типу (друге середовище – матеріал р-типу). Концентрація вільних електронів в матеріалі n-типу набагато більша, ніж концентрація вільних дірок. Тому електрони в матеріалі n-типу називають основними носіями заряду, а дірки – неосновними носіями заряду. В матеріалі р-типу – навпаки: дірки є основними носіями заряду, а електрони – неосновними. Якщо матеріал n-типу привести в контакт з матеріалом р-типу, то почнеться процес дифузії електронів з матеріалу n-типу (де їх концентрація велика) в матеріал р-типу (де їх концентрація мала). Аналогічно, дірки будуть дифундувати з матеріалу р-типу (де їх концентрація велика) в матеріал n-типу (де їх концентрація мала). Зрозуміло, що при двох вищезгаданих процесах матеріал n-типу буде втрачати негативний заряд і набувати позитивного заряду, а матеріал р-типу, навпаки, буде втрачати позитивний заряд і набувати негативного заряду. В результаті в області контакту буде виникати електричне поле, яке буде протидіяти подальшому переходу електронів в р-область та дірок в n-область, і між матеріалом n-типу і матеріалом р-типу виникатиме різниця потенціалів. Ця

різниця потенціалів називається контактною різницею потенціалів φ_k , а вищезгадане електричне поле – полем р–n-переходу E_{p-n} . На Рис. 1

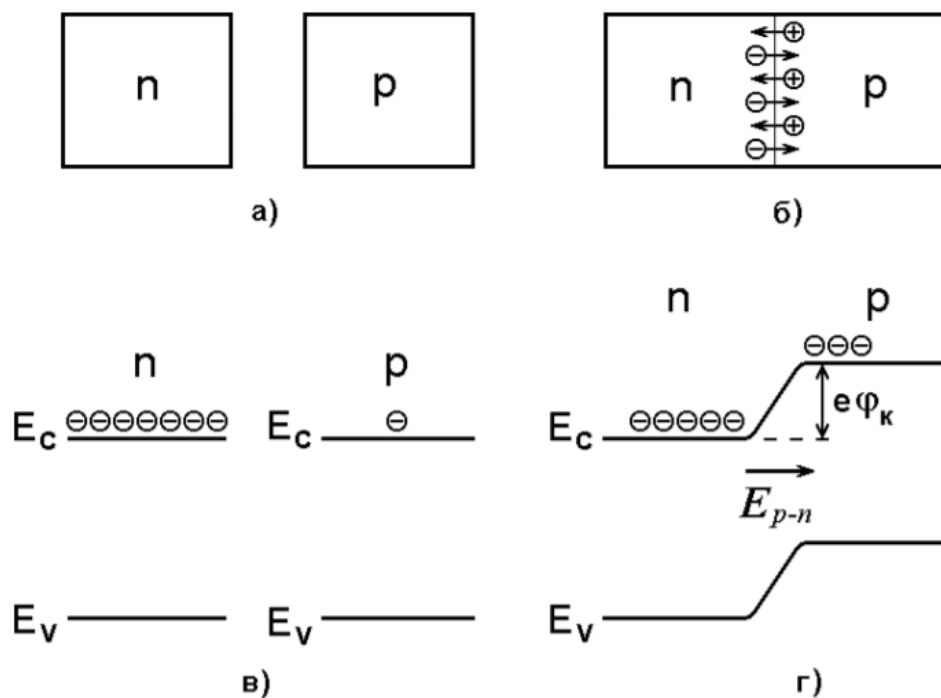


Рис. 1. Утворення контактної різниці потенціалів φ_k на межі поділу

утворення контактної різниці потенціалів ілюструється енергетичною діаграмою для електронів. Розглянемо поведінку носіїв заряду після виникнення контактної різниці потенціалів в області р–n-переходу. Для того щоб основні носії заряду (наприклад, електрони з n-області) могли пройти через область контакту, вони повинні подолати потенціальний поріг, зумовлений цією контактною різницею потенціалів. Зрозуміло, що зробити це буде тим важче, чим більшою буде висота порогу. В той же час, неосновні носії (наприклад, дірки з р-області), які опиняються поблизу р–n-переходу, "звалюються" з потенціального порогу в область з іншим типом провідності незалежно від висоти цього порогу! Таким чином, струм, зумовлений переходом через р–n-перехід неосновних носіїв (так званий струм неосновних носіїв I_0), не залежить від висоти потенціального порогу. Процес зростання висоти порогу під час дифузії носіїв через р–n-перехід припиниться, коли буде досягнута динамічна рівновага між кількістю переходів через р–n-перехід основних і неосновних носіїв заряду одного й того ж самого знаку (наприклад, електронів), тобто коли струм основних носіїв заряду $I_{осн}$ через р–n-перехід зрівняється зі струмом неосновних носіїв I_0 , який протікає у протилежному напрямку.

Практична частина

Усе моделювання виконано в програмі Multisim14. Була отримана ВАХ світлодіода LED-1, діода 1N3595, стабілітрона 1N5345B. (Дивіться файл “ВАХ диодов.ms14”). А також фотодіода S1227-33BR (Дивіться файл “ВАХ фотодиода.ms14”).

Висновок

Отже, виконавши роботу, я навчився отримувати зображення ВАХ діодів на осцилографі, покращив навички моделювання та дослідів властивості р-п переходів. Отримані результат цілком збігаються до теоретичних.