

## Лабораторна робота № 8.2

### Дослідження $p-n$ -переходу в напівпровідниковому діоді

**Мета роботи:** дослідження залежності опору  $p-n$ -переходу від величини та полярності напруги; дослідження  $p-n$ -переходу як випрямляча змінного струму.

#### Теоретичні відомості

$p-n$ -переходом називається контакт двох напівпровідників, один з яких має електронну, а інший – діркову провідність.

Після з'єднання двох напівпровідників виникає дифузія основних носіїв струму через границю  $p-n$ -переходу: електронів з  $n$ - до  $p$ -області, а дірок в зворотному напрямку. В  $n$ -напівпровіднику внаслідок уходу електронів поблизу границі утворюється некомпенсований позитивний заряд іонізованих донорних атомів. В  $p$ -напівпровіднику утворюється від'ємний заряд нерухомих іонізованих акцепторів. Ці об'ємні заряди утворюють поблизу границі подвійний електричний шар, електричне поле якого перешкоджає руху основних носіїв струму через границю  $p-n$ -переходу.

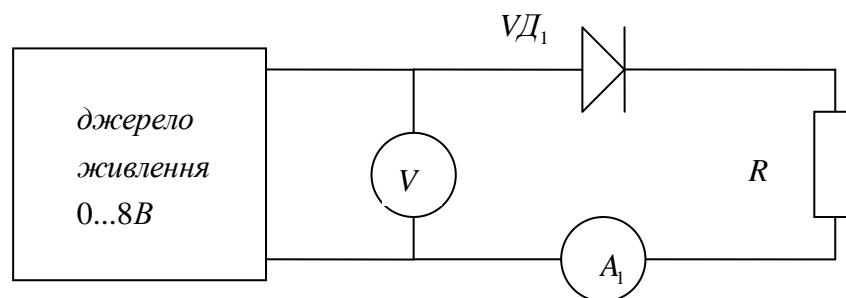
Товщина подвійного шару становить приблизно  $10^{-6} - 10^{-7}$  м, а контактна різниця потенціалів – десятки долі вольта. Носії струму при звичайних температурах не здатні здолати таку різницю потенціалів, тому рівноважний контактний шар є запираючим.

Якщо на  $n$ -напівпровідник подати додатний потенціал, а на  $p$ -напівпровідник – від'ємний потенціал, то запираючий шар розширюється та його опір збільшується. Через  $p-n$ -перехід тече малий струм, зумовлений неосновними носіями.

Якщо на  $n$ -напівпровідник подати від'ємний потенціал, а на  $p$ -напівпровідник – додатний, ширина запираючого шару зменшується, його опір падає, та основні носії рухаються через  $p-n$ -перехід, утворюючи великий струм основних носіїв. Основний струм набагато більше струму неосновних носіїв. Отже,  $p-n$ -перехід має вентильні властивості, тобто пропускає струм тільки в одному напрямку.

#### Опис лабораторної установки

Постійна напруга від регулюємого джерела може змінюватися від 0 до 8 В та вимірюється вольтметром з ціною поділки 1 В. Міліамперметр  $A_1$  ( $I_{ном} = 50\text{мА}$ ) використовується для вимірювання прямого струму  $p-n$ -переходу, а міліамперметр  $A_2$  ( $I_{ном} = 5\text{мА}$ ) - для вимірювання зворотного струму діода. Схема для вимірювання прямого струму діода зображена на малюнку 1. Для вимірювання зворотного струму слід натиснути кнопку в правій верхній частині панелі лабораторного макету. При цьому змінюється полярність живлення схеми та під'єднується інший прилад  $A_2$  для вимірювання струму.



В даній схемі використовується світлодіод, який під час проходження прямого струму випромінює світло. Для обмеження прямого струму діода послідовно з ним вмикається резистор  $R = 120\text{ Ом}$ .



Використовуючи отримані дані, знайти значення зворотного опору  $p-n$  - переходу для всіх значень вхідної напруги. Оскільки  $R_{зб} \gg R$ , то  $R_{pd} \approx \frac{U}{I_{pd}}$ .

Побудувати графіки залежностей  $I_{зб}(U)$  та  $R_{зб}(U)$

3. Дослідження  $p-n$  - переходу як випрямляча змінного струму.

Ввімкнути схему для спостереження змінного струму. Отримати на екрані осцилографа стійке зображення синусоїди та намалювати її. Потім ввімкнути діод та намалювати осцилограму.

### Контрольні запитання

1. Які речовини відносяться до напівпровідників?
2. Що називають валентною зоною, забороненою зоною, зоною провідності?
3. Пояснити відмінності між металами, напівпровідниками та діелектриками з позицій зонної теорії.
4. Описати власну провідність напівпровідників з позицій зонної теорії.
5. Яка домішка називається донорною? Яка домішка називається акцепторною?
6. Описати домішкову провідність напівпровідників з позицій зонної теорії.
7. Як утворюється  $p-n$  - перехід та які його властивості?
8. Чим відрізняється температурна залежність опору напівпровідників від температурної залежності опору металів?
9. Які напівпровідникові прилади вам відомі та де вони застосовуються?
10. Яким квантовими числами характеризується стан електрона в атомі? Сформулюйте принцип Паулі.

### Звіт про виконану роботу

1. Величини, що вимірюються:

$U$  - вхідна напруга;

$I_{np}$  - сила струму в колі при прямому вмиканні;

$I_{зб}$  - сила струму в колі при зворотному вмиканні.

Величини, що обчислюються:

а) напруга на резисторі  $U_R = I_{np}R$ ;

б) напруга на діоді  $U_d = U - U_R$ ;

в) опір  $p-n$  - переходу при прямому вмиканні  $R_{np} = \frac{U_d}{I_{np}}$ ;

г) опір  $p-n$  - переходу при зворотному вмиканні  $R_{зб} = \frac{U}{I_{зб}}$ .

2. Результати експерименту