**Лабораторна робота №2.**

Дослідження характеристик напівпровідникових діодів.

**Мета роботи** - вивчити принцип дії і характеристики напівпровідникових діодів.

**Короткі теоретичні відомості**

**1. Принцип дії напівпровідникового діода**

Напівпровідникових діодом називають напівпровідниковий прилад з одним електричним переходом, що має два введення. У діодах p-n-перехід утворюється двома напівпровідниками з різними типами провідності.

На межі двох напівпровідників (рис. 1) за рахунок явища дифузії електрони з n-області переміщаються в p-область. У напівпровіднику в граничному шарі залишаються позитивно заряджені іони. Виникає просторовий заряд з напруженістю поля ЕЗШ.

Електричне поле направлено від n-області до р-області. Це електричне поле перешкоджає подальшому руху електронів в область р через перехід. Крізь замикаючий шар можуть рухатися тільки неосновні носії.



Малюнок 1. – Виникнення запірного шару в p-n-переході.

Зовнішнє напруга U, прикладена до переходу, в залежності від полярності буде посилювати чи послаблювати дію поля запірного шару ЕЗШ. Якщо «+» прикладений до n-області, а «-» до р-області (тобто підключено зворотна напруга), то електричне поле, створюване зовнішнім джерелом живлення – Езов. буде додаватися до поля ЕЗШ запірного шару шару. При цьому величина запірного шару зросте, і ще менше кількість основних носіїв може подолати дію цього поля і перейти в сусідню область (рис. 2).



Малюнок 2 – p-n-перехід включений в зворотному напрямку

Через перехід проходить невеликий зворотний струм Iзв, обумовлений рухом неосновних носіїв.

Якщо зовнішня напруга прикладена в прямому напрямку, то зовнішнє електричне поле буде направлено назустріч полю запірного шару (рис. 3.)



Рисунок 3.– p-n-перехід включений в прямому напрямку.

У цьому випадку ширина запірного шару почне зменшуватися і при напрузі зовнішнього джерела, рівного 0,3..0,5 В, запірний шар повністю зникає. Опір переходу знижується і через нього проходить значний струм.

Вольтамперная характеристика діода показана на рис. 4. Для наочності пряма і зворотна гілки вольтамперної характеристики показані в різних масштабах.

При подальшому збільшенні зворотної напруги, зовнішнє електричне поле в запірному шарі стає настільки сильним, що здатне вирвати електрони з валентної зони в зону провідності (Ефект Зенера). Зворотний струм різко зростає за рахунок з'явилися носіїв і, якщо його не обмежувати, виникає тепловий пробій p-nперехода.



Малюнок 4 – Вольтамперная характеристика випрямного діода

Існують кремнієві діоди - стабілітрони, у яких електричний пробій може наступити і при малих напругах (0,7..14В). Ці діоди можуть нормально працювати на ділянці електричного пробою р-n переходe. Як видно з рис. 5, напруга Uст мало змінюється при значних змінах струму через стабілітрон Iст. Це явище широко використовується в пристроях, що носять назву стабілізаторів напруги.



Малюнок 5 – Вольамперная характеристика стабілітрона

На мал. 6 приведена принципова схема найпростішого стабілізатора напруги з використанням стабілітрона.



Малюнок 6 – Схема параметричного стабілізатора напруги

Припустимо, що вхідна напруга Uвх, відповідає струму 12мА (див. рис. 6), збільшилася. При цьому зростає струм Iвх і струм Iст. Але на навантаженні Rн напруга Uн і струм Iн практично не змінюються. При цьому збільшення напруги ΔUвх падає на баластному опорі Rб:



Величина баластного резистора визначається з рівняння стану електричного кола:



Для більшості стабілітронів струми стабілізації лежать в межах від 3 до 30 мА. Тому зазвичай середній струм через стабілітрон з урахуванням можливої ​​зміни напруги на вході вибирається близько 12 .. 15 мА.

**2. Порядок виконання роботи**

**2.1. Побудова вольтамперної характеристики діода в прямому включенні.**

Перелік приладів

а) Джерело постійної напруги 3,5 В;

б) Потенціометр на 100 Ом;

в) Випрямляючий діод 1N4001;

г) Амперметр;

д) Вольтметр

Зібрати схему, показану на Рис. 7. Змінюючи опір потенціометра від 0 до 95%, фіксувати показання амперметра і вольтметра. Отримані результати занести в таблицю «Результати вимірювань прямої гілки вольтамперної характеристики діода »



Малюнок 7 – Схема для отримання вольтамперної характеристики діода при прямому включенні

Таблиця 1

 Результати вимірювань прямої гілки вольтамперної характеристики діода



За отриманими результатами намалювати пряму гілку ВАХ випрямного діода

**2.2. Автоматизація процесу отримання прямої гілки ВАХ випрямного діода - дослідження ВАХ за допомогою схеми характериограф.**

Перелік приладів:

а) Осцилограф;

б) Функціональний генератор;

в) Випрямляючий діод 1N4001;

г) Опір навантаження 100 Ом

Зібрати схему Рис. 8. Налаштувати генератор і осцилограф, як показано на Рис. 8. Зверніть увагу, що формування ВАХ здійснюється в режимі розгортки В / А осцилографа, при цьому використовуються сигнали генератора і з навантаження діода.





Малюнок 8 – Схема характериограф для отримання ВАХ діода при прямому включенні.

**2.3. Побудова вольтамперної характеристики діода в зворотному включенні.**

Перелік приладів

а) Джерело постійної напруги;

б) Випрямляючий діод 1N4001;

г) Амперметр;

д) Вольтметр.

Зібрати схему, показану на Рис. 9. Задавати напруга джерела напруги від 0 В до 50 В відповідно до таблиці 2. Дані, отримані в результаті експерименту, внести в таблицю 2 «Результати вимірювання зворотної гілки вольтамперної характеристики діода».



Малюнок 9 – Схема для отримання вольтамперної характеристики діода при зворотному включенні

Таблиця 2

Результати вимірювання зворотної гілки вольтамперної характеристики діода



За отриманими результатами побудувати ВАХ зворотної гілки випрямного діода.

Самостійно отримаєте зворотню гілку ВАХ за допомогою схеми характериограф.

**2.4. Побудова вольтамперної характеристики стабілітрона.**

Перелік приладів:

а) Джерело постійної напруги;

б) Стабілітрона 1N4733;

г) Амперметр;

д) Вольтметр.

Зібрати схему, показану на малюнку 10. Змінюючи вхідний напруга, фіксувати показання амперметра і другого вольтметра.

Результати вимірювань занести в таблицю 3 «Результати вимірювання вольтамперної характеристики стабілітрона ».



Малюнок 10 – Схема для отримання вольтамперної характеристики стабілітрона.

Таблиця 3

Результати вимірювання вольтамперної характеристики стабілітрона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Uвх | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Uвих |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Івих |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

За результатами Таблиці 3 побудувати зворотню гілку ВАХ стабілітрона.

**2.5. Завдання до лабораторної роботи:**

1. Написати конспект коротких теоретичних відомостей про напівпровідникові діоді і стабілітрони.

2. Під час виконання лабораторної роботи замалювати всі досліджувані схеми, таблиці вимірювань і вольтамперні характеристики.

3. Письмово відповісти на контрольні питання.

4. Надати звіт викладачеві.

5. Захистити лабораторну роботу.

**Контрольні питання.**

1. Поясніть процес утворення запірного шару в p-n-переході.

2. Поясніть виникнення струму через p-n-перехід при підключенні діода в прямому напрямку.

3. Поясніть виникнення струму через p-n-перехід при підключенні діода у зворотньому напрямку.

4. Яким чином виникає лавинний і тепловий пробій p-n-переходу?

5. З якою метою в стабілізаторі напруги встановлюється баластний резистор?