

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Исследование параметров и характеристик полупроводниковых диодов

Цель работы: исследовать параметры и характеристики полупроводникового диода.

Программное обеспечение: Пакет "Electronics Workbench Multisim v14.0".

Приборы и принадлежности: полупроводниковые диоды, лабораторный макет.

1. Краткие теоретические сведения

Диод – полупроводниковый прибор, основу которого составляет выпрямляющий слой, образуемый на границе полупроводник.

Выпрямительный слой, возникающий на границе контакта металл-полупроводник, получил название барьера Шоттки. Выпрямительный слой, получаемый на границе контакта полупроводник-полупроводник, получил название *p-n-переход*.

p-n-переход – это металлургический контакт двух полупроводников разного типа проводимости с образованием объемного заряда разных знаков по обе стороны границы контакта.

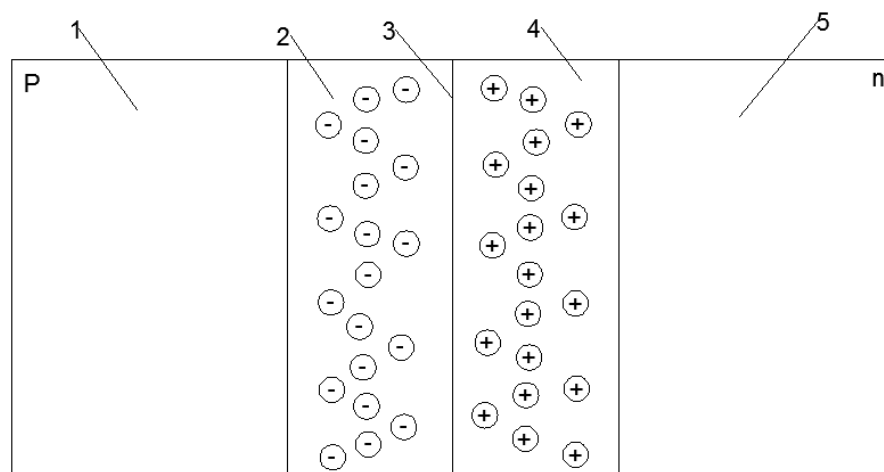


Рисунок 2.1 – Структура *p-n*-перехода

- 1 – полупроводник *p*-типа проводимости; 2 – объемный отрицательный заряд в *p*-полупроводник; 3 – граница контакта *p*- и *n*-полупроводника; 4 – положительный объемный заряд в полупроводнике *n*-типа проводимости; 5 – полупроводник *n*-типа проводимости.

p-n-переход характеризуется следующими параметрами:

- контактной разностью потенциалов;
- энергетической диаграммой;
- потенциальным барьером;
- напряженностью электрического поля;

- глубиной залегания объемного заряда;
- распределением концентрации основных и неосновных носителей заряда;
- плотностью объемного заряда;
- емкостью.

p-n-переход обладает следующими свойствами:

- односторонней проводимостью;
- обратимым пробоем;
- изменением величины потенциального барьера под действием падающего на него потока света или нагрева непосредственно;

Характеристики *p-n*-перехода:

- вольт-амперная (ВАХ);
- вольт-фарадная (ВФХ).

ВАХ – это график зависимости тока, протекающего через диод и от приложенного напряжения, рисунок 2.2.

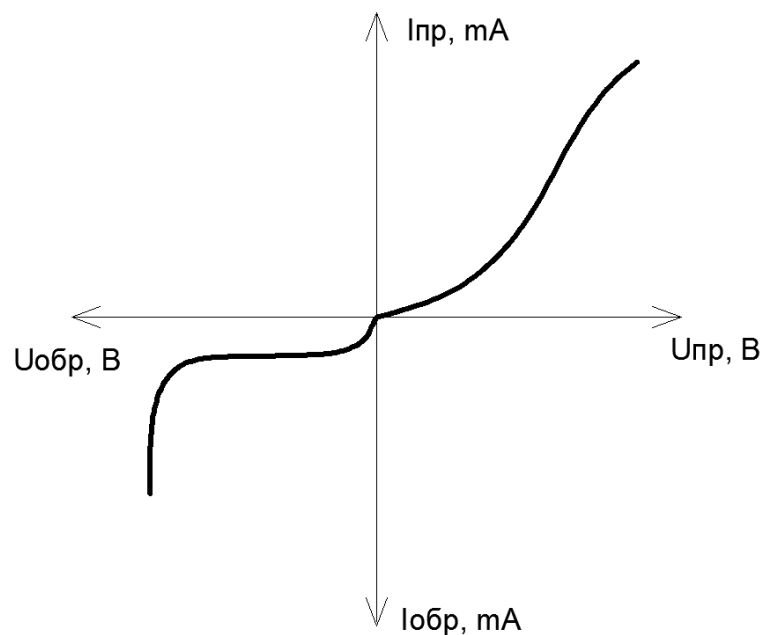


Рисунок 2.2 – ВАХ *p-n*- *p* перехода

ВФХ – это зависимость емкости *p-n*- *p* перехода от напряжения, рисунок 2.3.

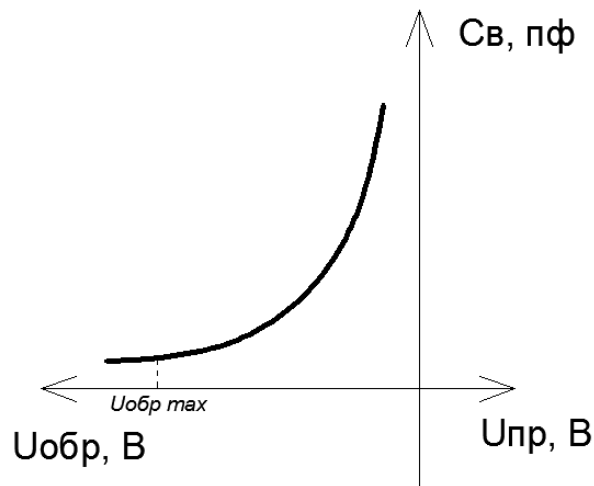



Рисунок 2.3 – Графическое изображение ВФХ *p-n-p* перехода

2. Порядок проведение работы

- 2.1. Из приложения Б выбрать вариант в соответствии с номером журнала.
- 2.2. Исследовать ВАХ идеального выпрямительного диода выполнив пункт 3.
- 2.3. Исследовать ВАХ реального выпрямительного диода выполнив пункт 4.
- 2.4. Оформить отчет.

3. Порядок проведения работы в программе "Multisim"

- 3.1. Откройте программу "Multisim".
- 3.2. Создайте новый файл "Файл – Создать схему" либо нажмите комбинацию клавиш "Ctrl+N". Сохраните файл под своей фамилией на рабочем столе, для написания отчета. Для этого нажмите на значок сохранения "", нажмите комбинацию клавиш "Ctrl+S".
- 3.3. Для снятия значений ВАХ выпрямительного диода необходим источник питания постоянного тока. Для этого откройте окно "Выбор компонента", во вкладке "Раздел" – "Sources", "Семейство" – "POWER_SOURCES", "Компонент" – "DC_POWER". Поставьте компонент на рабочее поле.
- 3.4. После, необходимы элементы индикации: вольтметр и амперметр. Для этого откройте окно "Выбор компонента" во вкладке "Раздел" – "Indicators", "Семейство" – "VOLTMETER" и "AMMETER", "Компонент" – "VOLTMETER_H" и "AMMETER_V" соответственно. Поставьте оба индикатора на рабочее поле.
- 3.5. Откройте окно "Выбор компонента", во вкладке "Раздел" – "Diodes", "Семейство" – "DIODE".
- 3.6. Соберите все элементы в электрическую схему, рисунок 2.4.

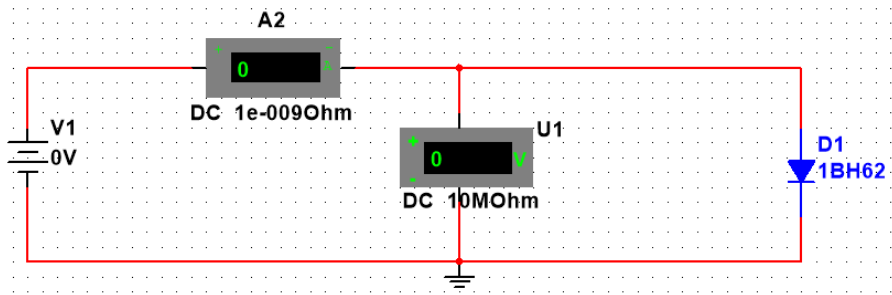


Рисунок 2.4 – Схема для исследования прямой ветви ВАХ выпрямительного диода

3.7. Для определения значений тока в прямой ветви ВАХ рекомендуется использовать значения напряжения не более 1,3 В. Для изменения напряжения будут использоваться параметры источника питания. Двойным щелчком левой клавиши мыши нажмите на V1. Измените напряжение во вкладке "Параметры" – "Напряжение(V)" на 1,3 (рисунок 2.5) и сохраните.

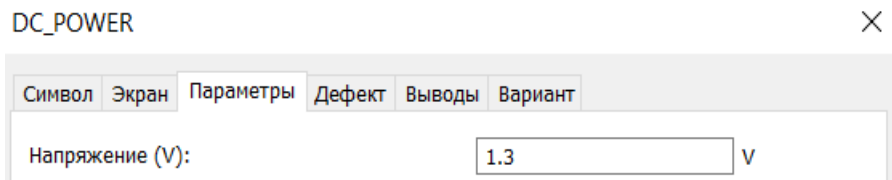



Рисунок 2.5 – Параметры источника питания

3.8. Запустите схему нажатием кнопки " " или клавишей "F5". На вольтметре будет показывать то напряжение, которое было выставлено в параметрах источника питания, так как сам источник питания выступает без внутреннего сопротивления, то есть идеальным. На амперметре будет показан то ток, который прошел через диод. Запишите значения тока при выставленном напряжении. Повторяем опыт не менее 10 раз, для более точного графика ВАХ. Пример на рисунке 2.2, правая часть.

3.9. После того, как провели измерения для построения прямой части ВАХ, необходимо в схеме поменять полярность диода. Нажмите на диод правой клавишей мыши. Найдите "90° по часовой" или "90° против часовой", или нажмите комбинацию клавиш "Ctrl+R" и "Ctrl+Shift+R", соответственно. Переверните диод 2 раза и подсоедините его к схеме, рисунок 2.6.

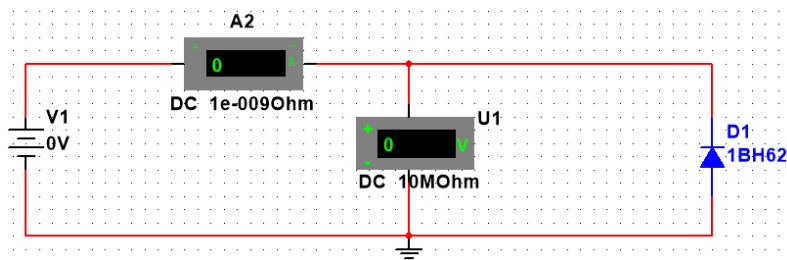


Рисунок 2.6 – Схема для исследования обратной ветви ВАХ выпрямительного диода

3.10. Практически определите напряжение пробоя ($U_{\text{проб}}$), изменяя напряжение источника питания. Для каждого диода напряжение пробоя разное. В примере $U_{\text{проб}} = 120 \dots 121$ В, именно при этом напряжении происходит резкий скачок тока. Это нужно для того, чтобы узнать границы измерений.

Примечание: при построение прямой ветви ВАХ, рекомендуется использовать не все полученные значения, а выбрать часть, при которой ВАХ будет читабельна, то есть примерно, как на правой части рисунка 2.2. При измерении обратной ветви ВАХ начинайте измерения отталкиваясь от напряжения пробоя, а именно около него, для построения резкого увеличения тока.

3.11. После того, как было определено $U_{\text{проб}}$, проведите измерения тока для построения обратной ветви ВАХ. Результаты измерений занесите в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты измерений в "Multisim"

Номер измерения	$U_{\text{пр}}, \text{В}$	$I_{\text{пр}}, \text{mA}$	$U_{\text{обр}}, \text{В}$	$I_{\text{обр}}, \text{mA}$
1				
...				
n-ое				

3.12. По полученным данным постройте ВАХ идеального выпрямляющего диода.

4. Порядок проведения работы на макете

4.1. Получить у преподавателя исследуемый элемент.

4.2. Собрать схему на макетной плате, рисунок 2.7.

4.3. Подключить вилку макета в сеть 220 В, 60 Гц. Дождаться пока загрузится макет.

4.4. С помощью переменных резисторов R1 и R2 (грубо и точно, соответственно) выставить напряжение и замерить величину тока. Выполнить измерения не менее 10 раз и записать в таблицу 2.2, для прямого включения.

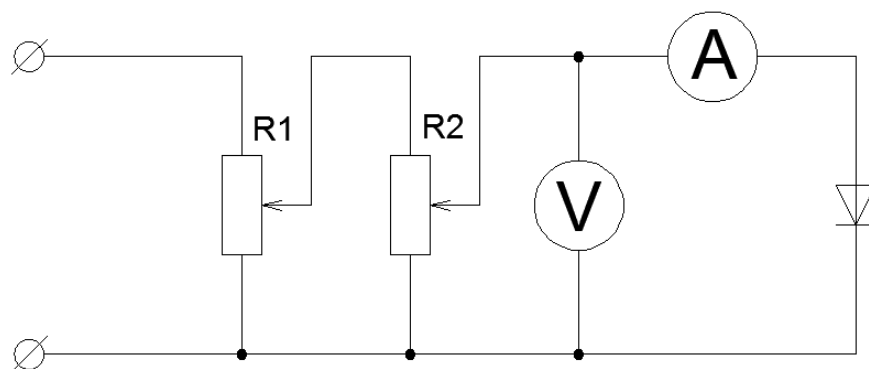


Рисунок 2.7 – Схема для исследования ВАХ выпрямительного диода

4.5. Изменить полярность выпрямительного диода. Выполнить измерения не менее 10 раз и записать в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты измерений на макете

Номер измерения	$U_{пр}, В$	$I_{пр}, мА$	$U_{обр}, В$	$I_{обр}, мА$
1				
...				
n-ое				

4.6. По полученным данным постройте ВАХ реального выпрямляющего диода и сравните его с ВАХ идеального компонента.

5. Содержание отчета

5.1. Цель работы.

5.2. Таблицы с результатами измерений из программы "Multisim" и построенным графиком ВАХ.

5.3. Таблицы с результатами измерений на макете и построенным графиком ВАХ.

5.4. Выводы по работе.

6. Контрольные вопросы

6.1. Что такое *p-n*-переход?

6.2. Какими параметрами характеризуется выпрямляющий *p-n-p* переход?

6.3. Перечислите основные электрические параметры и характеристики диода?