

Глава 1 Исследование полупроводниковых диодов и стабилитронов

Цель проведения работ

Знание устройств, изучение характеристик и параметров электронных полупроводниковых приборов. Диодов - выпрямительных, Шоттки, туннельных, а также стабилитронов.

Описание лабораторной установки

Все лабораторные работы, описанные в данной главе, выполняются с использованием следующих модулей лабораторного стенда: "Диоды", "Мультиметры" и "Миллиамперметры".

Лицевая панель модуля "Диоды" представлена на рис. 1. На ней приведена мнемосхема и установлены коммутирующие и регулирующие элементы. На мнемосхеме изображены:

- 1) группа электронных приборов VD1-VD7, помещенных в камеру термостата;
- 2) группа электронных приборов VD8 и VD9;
- 3) блок настройки контроллера термостата с дисплеем;
- 4) резисторы R1 и RS1;
- 5) переменный многооборотный резистор RP1 номиналом 1 кОм;
- 6) регулируемый источник постоянного напряжения 0...15 В.

Питание модуля осуществляется от источников сетевого переменного напряжения 220 В лабораторного стенда.

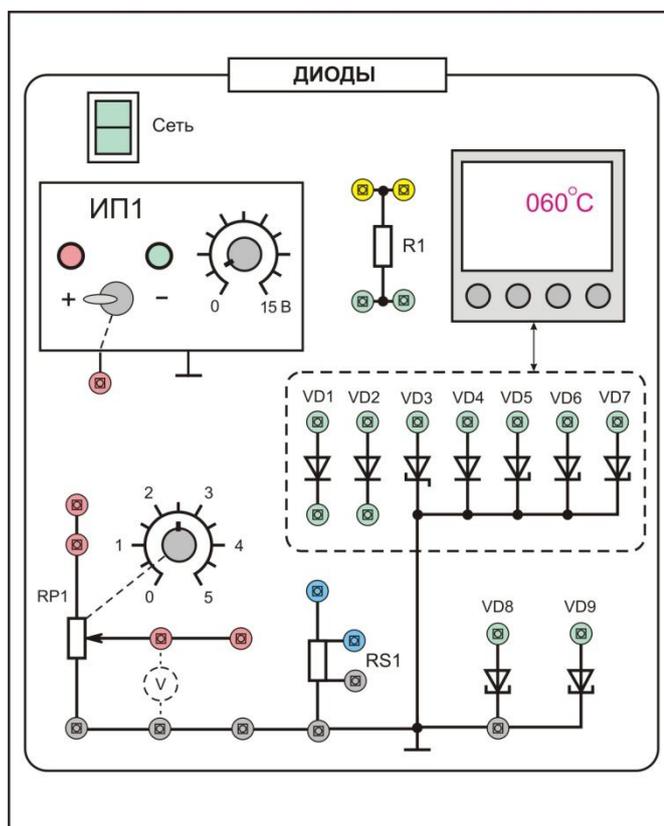


Рис. 1 Модуль "Диоды"

РАБОТА 1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

Термины и обозначения

Постоянное прямое напряжение диода.....	$U_{ПР}$
Постоянное обратное напряжение диод.....	$U_{ОБР}$
Постоянный прямой ток диода.....	$I_{ПР}$
Постоянный обратный ток диода.....	$I_{ОБР}$
Дифференциальное сопротивление диода.....	$r_{ДИФ}$
Максимально допустимое постоянное обратное напряжение диода	$U_{ОБР.МАКС}$
Максимально допустимый постоянный прямой ток диода.....	$I_{ПР.МАКС}$

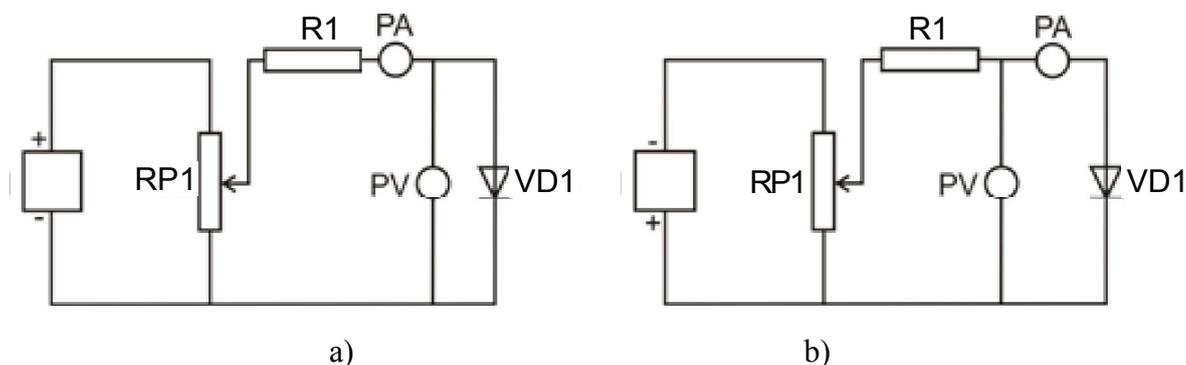
ПРОГРАММА измерений предусматривает снятие вольт-амперных характеристик (ВАХ) трех диодов: германиевого, кремниевого и диода Шоттки при комнатной и повышенной (примерно 50 °С) температурах окружающей среды.

Вопросы и упражнения для подготовки к работе

1. Каким способом получают примесные полупроводники *p*- и *n*-типа?
2. Опишите простейшую модель электронной и дырочной проводимости полупроводников.
3. Начертите зонные схемы собственного, электронного и дырочного полупроводников. В каком месте запрещенной зоны расположены уровни доноров и акцепторов? По какой причине?
4. Постройте энергетические диаграммы электронно-дырочного перехода в отсутствие внешнего напряжения, а также при прямом и обратном напряжениях.
5. Как выглядит идеализированная ВАХ полупроводникового диода и чем отличается от реальной?
6. Как изменится ВАХ диода, если он изготовлен из полупроводника с большей шириной запрещенной зоны?

Методика измерений

Схемы измерительных цепей для снятия прямой и обратной ветвей ВАХ приведены на рисунке.



PA – миллиамперметр модуля "Миллиамперметры".

PV - цифровой вольтметр модуля "Мультиметры",

VD1 - исследуемый диод,

RP1- потенциометр 0-1000 Ом,

R1 - резистор, ограничивающий ток в цепи.

Диоды находятся на плате, которая помещена в камеру термостата, и имеют следующие обозначения: VD1 - Д7Ж, VD4 - Д210, VD3 – 1N5822 (диод Шоттки).

Порядок выполнения работы

Ознакомьтесь с мнемосхемой модуля "Диоды".

Проверьте (соберите) схему для исследования диода. После этого, переведите переключатель модуля "Питание стенда" во включенное состояние и убедитесь, что контрольная лампа "~ 220 В" этого модуля зажглась. Проверьте, что ручки потенциометров "ИП1" и RP1 модуля "Диоды" находятся в крайнем левом положении, тумблер контроллера нагрева в нейтральном. Включите тумблер "Сеть" модуля, убедитесь в световой индикации тумблера, а также в том, что на дисплее термоконтроллера высвечиваются красным цветом значение комнатной температуры и зеленым значение температуры нагрева камеры термостата.

Определите по справочным таблицам номинальный режим работ и максимально допустимые параметры диодов и выберите пределы изменения измеряемых величин. Выберите рабочие диапазоны измерительных приборов модулей "Миллиамперметры" и "Мультиметры". На миллиметровую бумагу нанесите границы допустимых значений с учетом зависимости максимально допустимых параметров от температуры.

Выполните следующие измерения:

- переведя тумблер источника питания (ИП1) в положение "+", снимите ВАХ диодов в прямом направлении при комнатной температуре;
- перестройте схему измерений согласно рис.б) и предъявите ее преподавателю;

- переведя тумблер источника питания (ИП1) в положение "-", снимите обратные ветви ВАХ диодов при комнатной температуре;

- снимите прямые и обратные ветви ВАХ диодов при температуре 50°C, для этого переведите тумблер включения нагрева камеры в положение "Нагрев". По достижению рабочего значения температуры в камере проводите измерения.

Предъявите преподавателю все полученные ВАХ диодов. После проведения всех измерений, переведите тумблер нагрева камеры в положение "Охлаждение". Убедитесь, что температура в камере достигла комнатного значения, после чего, поставьте тумблер в нейтральное положение. Выключите модуль "Диоды" и "Мультиметры", а затем и модуль "Питание стенда".

Оформление отчета

Начертите схемы цепей, использованных для измерений.

Запишите параметры исследованных диодов.

Приложите графики ВАХ, полученные в лаборатории.

По снятым ВАХ для германиевого диода постройте графики зависимости $r_{диф}$ от напряжения при обеих температурах.

Для германиевого диода и диода Шоттки проверьте графическим путем справедливость отношения $I_{np} = I_0 \exp(aU_{np})$, перестроив прямую ветвь ВАХ в координатах:

$$\ln I_{np} = f(U_{np}).$$

Проанализируйте результаты: объясните причину различия ВАХ исследованных диодов, влияние температуры на диоды; поясните принцип выпрямления переменного тока, преимущества и недостатки всех трех диодов.

Литература

1. Гнучев Н.М. Электроника и схемотехника. Электронные приборы. Физические основы электроники. Издательство СПбПУ, 2013., с. 6-15; 21-24; 39-42; 46-60.
2. Гнучев Н.М. Электронные приборы. Физические основы электроники. Издательство СПбПУ, 2013., с. 11-15; 17-23; 33-36; 75-79; 84-96.
3. Электронные приборы. Ред. Г.Г.Шишкин. - М Энергоатомиздат, 1989, с 12-13; 15-16; 18-27; 52-71; 102-107.
4. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. - М.: Высшая школа, 1987, с. 7-9; 11-17; 20-23; 41-45; 76-80.