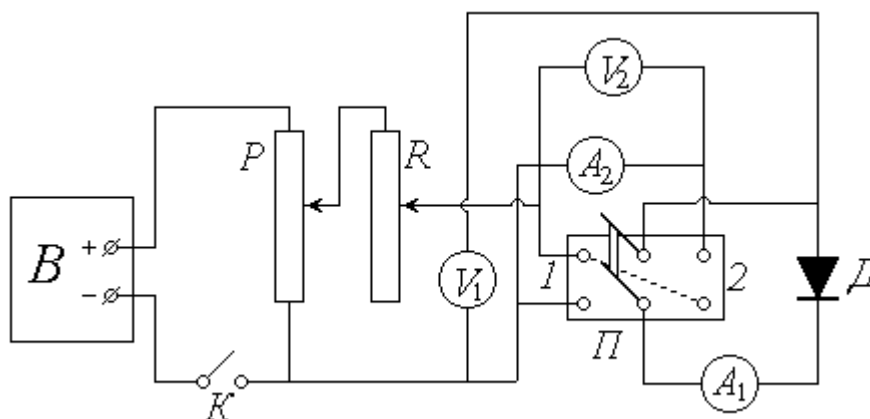


Работа 6.3

СНЯТИЕ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА

- Цель работы: 1) изучение контактных явлений в полупроводниках;
2) снятие вольт-амперной характеристики $p-n$ -перехода.

Схема экспериментальной установки



D – полупроводниковый диод; V_1 и V_2 – вольтметры;
 A_1 – миллиамперметр; A_2 – микроамперметр; Π – переключатель;
 P – потенциометр; R – реостат; B – выпрямитель; K – ключ

Описание установки и методики измерений

На полупроводниковый диод D через переключатель Π подается постоянное напряжение от выпрямителя B . Цепь питания замыкается ключом K ; потенциометр P и реостат R позволяют регулировать подаваемое на диод напряжение. При установке переключателя Π в положение 1 диод включен в *прямом* направлении; для измерения прямого напряжения служит вольтметр V_1 , а силы тока через диод – миллиамперметр A_1 . При *обратном* включении (положение 2 переключателя) соответствующие величины измеряются вольтметром V_2 и микроамперметром A_2 .

Полупроводниковый диод представляет собой спай двух полупроводников с различным типом проводимости. Поверхность контакта полупроводника p -типа (дырочная проводимость) с полупроводником n -типа (электронная проводимость) образует так называемый $p-n$ -переход, схематически изображенный на рис. 46. Рассмотрим подробнее явления, происходящие вблизи этой поверхности.

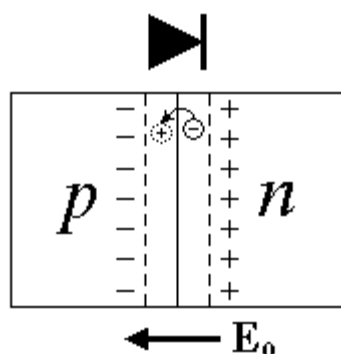


Рис. 46

Из n -области с высокой концентрацией свободных электронов происходит их диффузия в p -область, где эта концентрация очень мала. Имеющиеся там в избытке дырки легко «захватывают» пришедшие свободные электроны (т.е. эти электроны занимают вакантные места в ковалентных связях между

атомами кристалла и тем самым перестают быть свободными). Таким образом происходит *рекомбинация* – попарное исчезновение положительного (дырки) и отрицательного (свободного электрона) носителей заряда. Рекомбинация приводит к тому, что с обеих сторон поверхности раздела образуется тонкий слой, лишенный основных носителей заряда и поэтому близкий по свойствам к диэлектрику. Кроме того, уход электронов из *n*-области обуславливает возникновение там избыточного положительного заряда, а их появление в *p*-области – возникновение нескомпенсированного отрицательного заряда. Следовательно, *p–n*-переход можно уподобить микроскопическому заряженному конденсатору, который создает внутреннее электрическое поле напряженностью E_0 . Направленность этого поля препятствует дальнейшему перемещению основных носителей через *p–n*-переход.

Если к переходу приложить обратное напряжение, т.е. «+» к *n*-области, а «–» – к *p*-области, то внешнее поле будет сонаправлено с внутренним. И высота потенциального барьера для основных носителей увеличится. Через диод будет протекать очень малый по величине обратный ток, обусловленный движением малочисленных неосновных носителей. Обратный ток $I_{обр}$ слабо зависит от приложенного напряжения U' ; однако при некотором его значении U' наступает пробой, аналогичный пробое диэлектрика, и ток резко возрастает. На рис. 47 показан примерный вид *ВАХ* полупроводникового диода; ее ход при обратном включении изображен в левом нижнем квадранте.

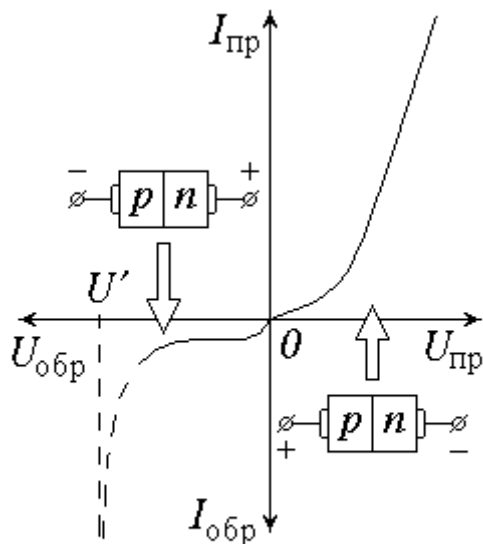


Рис. 47

Прямое включение диода («+» к *p*-области, «–» – к *n*-области) создает внешнее поле, направленное противоположно внутреннему. При этом высота потенциального барьера уменьшается, что благоприятствует движению основных носителей заряда через *p–n*-переход. С увеличением прямого напряжения $U_{пр}$ сопротивление перехода уменьшается, и прямой ток $I_{пр}$ быстро возрастает. «Прямая» ветвь *ВАХ* показана в правом верхнем квадранте (масштабы графиков для разных ветвей кривой по обеим осям различны между собой).

Свойство полупроводникового диода работать в «запорном» и «пропускном» режимах в зависимости от направления приложенного к нему внешнего напряжения позволяет использовать эти устройства для выпрямления переменного тока. При подаче синусоидального напряжения диод пропускает ток в течение одной половины периода и практически не

пропускает во второй половине. Такое выпрямление получило название *одно-полупериодного*.

Порядок измерений и обработки результатов

1. Ознакомьтесь с экспериментальной установкой. Определите цену деления измерительных приборов: вольтметров V_1 и V_2 , миллиамперметра A_1 и микроамперметра A_2 ; научитесь снимать их показания.

2. Установите потенциометр P на нуль снимаемого напряжения, реостат R введите полностью.

3. Установите переключатель Π в положение 1 (прямое включение диода). Замкните ключ K .

4. Руководствуясь рекомендациями, с помощью потенциометра и реостата постепенно повышайте подаваемое на диод и показываемое вольтметром V_1 напряжение U_{np} ; значение U_{np} и прямого тока I_{np} (показания миллиамперметра A_1) записывайте в левую часть таблицы.

Прямое включение			Обратное включение		
Номер опыта	$U_{np},$ B	$I_{np},$ mA	Номер опыта	$U_{обр},$ B	$I_{обр},$ μKA
1					
...

5. Повторите п. 2, после чего установите переключатель Π в положение 2 (обратное включение).

6. Действуя потенциометром и реостатом, постепенно повышайте (в соответствии с рекомендациями) обратное напряжение $U_{обр}$, фиксируя обратный ток $I_{обр}$. Значения этих величин (показания вольтметра V_2 и микроамперметра A_2) заносите в правую часть таблицы.

7. По окончании измерений повторите п. 2 и разомкните ключ K .

8. По результатам проведенных измерений постройте на одном графике, но в разных масштабах VAX для прямого и обратного включений диода (см. рис. 47). Сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. Примесная проводимость полупроводников. Полупроводники p - и n -типов.
2. Контактные явления в полупроводниках (p - n -переход). Прямое и обратное включение p - n -перехода.
3. Полупроводниковый диод и его практическое применение.