

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Лабораторная работа
**«Исследование характеристик
полупроводниковых диодов»**

(Группы 04-219 и 04-220)

Москва, 2006 г.

Характеристики и модели плоскостных полупроводниковых диодов были изучены в предыдущей лабораторной работе. В плоскостных полупроводниковых диодах все носители зарядов движутся перпендикулярно плоскости р-п перехода, а вольтамперная характеристика (ВАХ) перехода описывается формулой $I=I_0[\exp(u/\varphi_T) - 1]$, где u – напряжение на р-п переходе.

Кроме плоскостных полупроводниковых диодов существуют точечные диоды, которые появились раньше плоскостных. Эффект выпрямления на границе между металлической иглой и пластинкой полупроводника имеет место даже при простом их соприкосновении, однако более надежный и стабильный точечный контакт получают методом формовки. При формовке с помощью мощных, но коротких импульсов тока происходит сплавление кончика иглы с полупроводником. Сплавление обеспечивает стабильность и механическую прочность контакта, но при этом происходит изменение типа проводимости в небольшой области полупроводника, прилегающей к игле. Обычно при анализе форму перехода в точечном диоде считают полусферической с диаметром около (10-20) мкм. Малая площадь перехода обуславливает малую емкость перехода, но и малую допустимую мощность рассеяния. Допустимая мощность рассеяния около - 10 мВт, а прямые токи - обычно не более (10-20) мА.

Для прямой ветви ВАХ точечного диода выражение $I=I_0[\exp(u/\varphi_T) - 1]$ недействительно, так как даже при очень небольших токах уровень инжекции оказывается очень высоким из-за малой площади перехода. Для начального участка ВАХ приемлемо выражение $I=I_0^1[\exp(u/m\varphi_T) - 1]$, в котором $m \sim 2$. При больших токах уровень инжекции получается настолько высоким, что ВАХ приближается к параболической $I=A \cdot U^2$, где A - некоторый коэффициент, определяемый экспериментально.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить у преподавателя полупроводниковые диоды типа:
-плоскостной германиевый диод (Д7; Д310; ДГ-Ц-24...27);
-точечный германиевый диод (ДГ-Ц10; Д2; Д8; Д18; Д20) или кремниевый (Д106);
-кремниевый стабилитрон (Д808-Д811; Д814; С133; 2С147; 2С168; 2М515; 2С218Ц).

2. Включить характериограф ручкой **"SCALE ILLUM"** и установить нужную интенсивность подсветки координатной сетки на экране. Переключатель **"OFF"** поставить в среднее положение. При этом гнезда, к которым должны присоединяться исследуемые приборы, отключены от внутренних цепей и напряжение на них не подается. После прогрева прибора и появления на экране горизонтальной линии отрегулировать (при необходимости) фокусировку и яркость луча ручками **"FOCUS"** и **"INTENSITY"**. С помощью ручек управления горизонтальным и вертикальным отклонением луча **"VERT. POS."** и **"HOR. POS."** установить нулевую (левую) яркостную точку в левый нижний угол координатной сетки экрана.

2. Через переходные колодки подсоединить первый исследуемый диод к гнездам характериографа. Диод подсоединяется анодом (красный контакт) к гнезду **С**, катодом - к гнезду **Е**. Установить нужную полярность напряжения, подаваемого на прибор. Одновременно может наблюдаться только прямая или обратная ветвь ВАХ. Для снятия прямой ветви ВАХ ручку **"COLLECTOR SUPPLY"** поставить в положение **"+AC"** (Alternate current), для снятия обратной ветви - в положение **"-AC"** (Alternate current). Установить нужные масштабы по осям. Масштаб напряжений (ось абсцисс) устанавливается с помощью ручки **"HOR. VOLTS/DIV"**, а масштаб токов (ось ординат) – с помощью ручки **"VERT. CURRENT/DIV"**. Для прямой ветви рекомендуются масштабы:

- для напряжений – 0,1 В/дел;

- для токов - 1 мА/дел;

а для обратной:

- для напряжений – 1 В/дел;

- для токов – 5 мкА/дел.

3. Подать на исследуемый прибор напряжение, поставив переключатель "OFF" в левое или правое положение, смотря по тому, к каким гнездам – левым или правым – подключен исследуемый прибор. На экране должна появиться ВАХ. Яркая точка, из которой она начинается, будет соответствовать нулевому напряжению на исследуемом приборе. Зарисуйте на одном графике прямую и обратную ветвь ВАХ.

4. Прodelать аналогичные операции и для других диодов и на том же графике нарисовать их ВАХ. При этом для стабилитрона снимается только прямая ветвь ВАХ.

5. Для прямых ветвей провести (самостоятельно) нагрузочную характеристику $I=(E-U)/R_{\text{нагр}}$, так, чтобы она пересекала все ВАХ на прямолинейных участках.

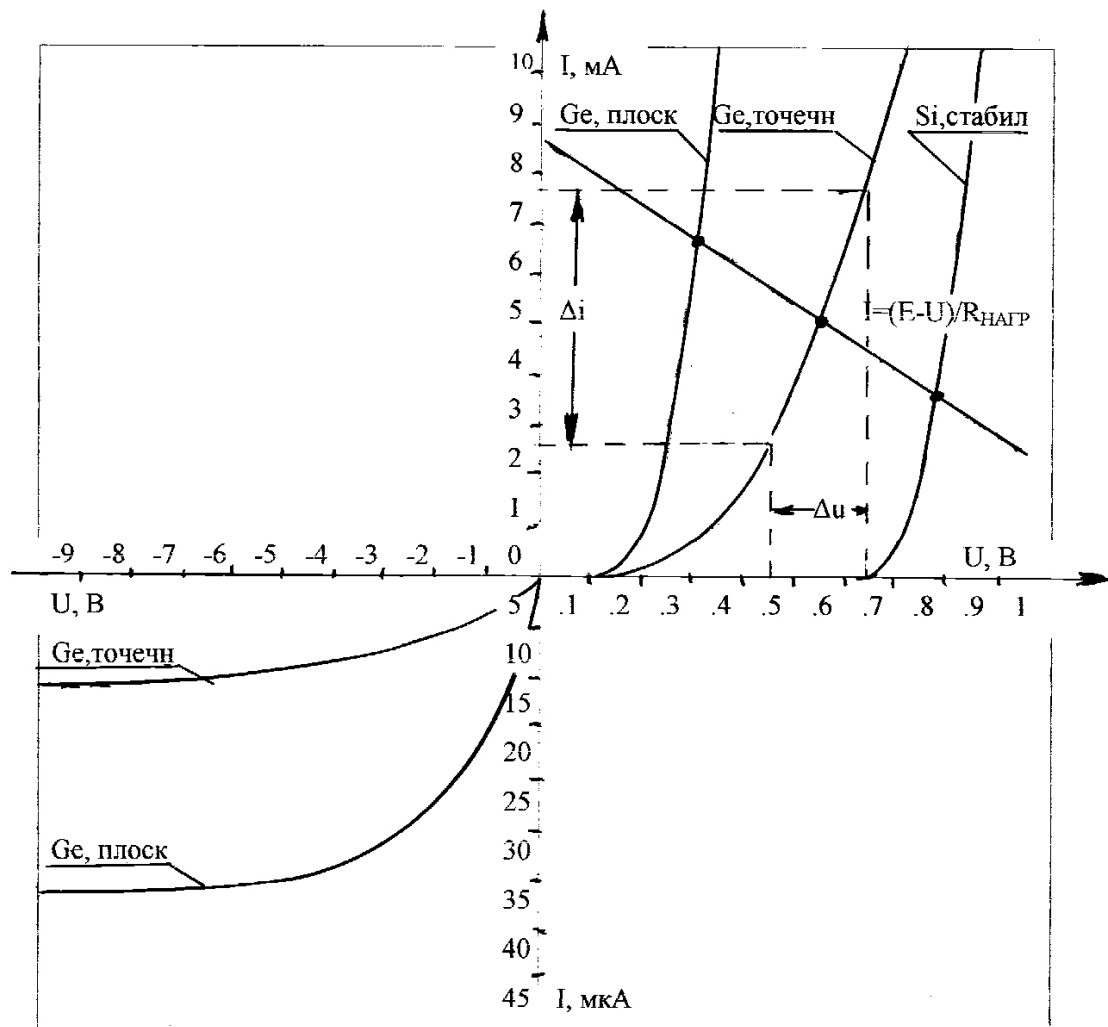
В точках пересечения нагрузочной характеристики с ВАХ вычислить:

- сопротивление постоянному току $R=U/I$ (Ом);

- дифференциальное сопротивление (сопротивление переменному току) $r=\Delta u/\Delta i$ (Ом);

- крутизну прямой ветви ВАХ $S=\Delta i/\Delta u$ (мА/В).

Для обратной ветви ВАХ определить обратное сопротивление диодов $R_{\text{обр}}=U_{\text{обр}}/I_{\text{обр}}$ при $U_{\text{обр}}=10$ В.



Заполнить сравнительную таблицу:

тип	параметр	R , Ом	r , Ом	S , мА/В	$R_{обр}$, кОм
Ge _{пл}					
Ge _{точ} (Si _{точ})					
Si (стабилитрон)					_____

6. При токе 5 мА, который является малым для плоскостного и большим для точечного диода, определите I_0 для плоскостного диода и A для точечного диода. Для прямых токов в диапазоне 0 – 10 мА рассчитать и построить на отдельных графика экспериментальные и рассчитанные ВАХ плоскостного и точечного диодов.

7. Определить напряжение стабилизации стабилитрона. Для этого на экране характериографа получить обратную ветвь ВАХ стабилитрона, установив масштабы:

- для напряжений – 2 В/дел;

- для токов – 1 мА/дел.

Зарисовать полученную ВАХ и определить напряжение стабилизации стабилитрона.

