

Лабораторная работа 11.3

Измерение контактной разности потенциалов в полупроводниках

Нехаев Александр 654гр.

15 марта 2019 г.

Содержание

1. Введение	1
1.1. Теоретические основы	1
1.2. Экспериментальная установка	2
2. Ход работы	2
3. Вывод	3

1. Введение

Цель работы. Определяется контактная разность потенциалов $(p - m)$ -перехода в полупроводниковом диоде по результатам измерений температурной зависимости его сопротивления.

1.1. Теоретические основы

Полупроводником n -типа называется полупроводник, в который введены доноры – атомы элементов пятой группы, создающие дополнительные «локальные» уровни. Они располагаются в запрещенной зоне вблизи дна зоны проводимости.

В полупроводник можно вводить не только донорные, но и акцепторные примеси. Это делается путем внедрения атомов третьей группы. Атомы третьей группы создают в запрещенной зоне вблизи верхнего края валентной зоны локальные уровни, которые при низких температурах оказываются пустыми. При комнатных температурах эти уровни заполняются электронами, переходящими из валентной зоны. В валентной зоне при этом возникает дырочная проводимость. Такие полупроводники называются полупроводниками p -типа.

Разность потенциалов ΔV в области $(p - n)$ -перехода равна

$$e\Delta V = 2 \left(\mu - \frac{1}{2} E_c \right). \quad (1)$$

Плотность электронов в зоне проводимости при обычных температурах определяется только электронами, «поставляемыми» донорными уровнями, и равна

$$n_n = Q_n \exp \left(-\frac{E_c - \mu}{k_B T} \right). \quad (2)$$

Плотность свободных мест (дырок) в валентной зоне равна плотности электронов, перешедших под действием теплового возбуждения из валентной зоны в зону проводимости:

$$n_p = Q_p \exp \left(-\frac{\mu}{k_B T} \right). \quad (3)$$

Сопротивление $(p - n)$ -перехода:

$$R = \frac{V_{\text{ист}}}{I} = \frac{k_B T}{e} \frac{1}{A} \exp \left(\frac{e \Delta V}{k_B T} \right) \quad (4)$$

Высота потенциального барьера $(p - n)$ -перехода ΔV :

$$\Delta V = \frac{k_B}{e} \frac{\Delta(\ln R)}{\Delta(1/T)}. \quad (5)$$

1.2. Экспериментальная установка

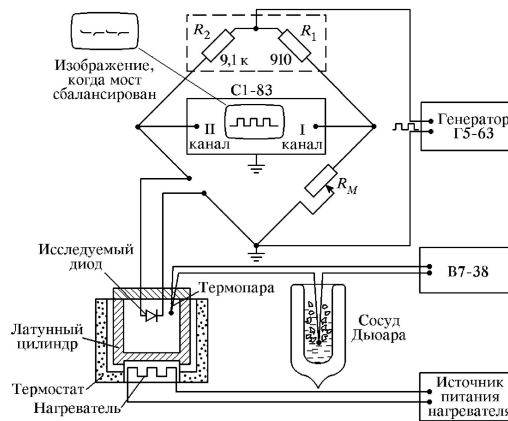


Рис. 1: Экспериментальная установка для определения контактной разности потенциалов $(p - n)$ -перехода

Схема установки, используемой для измерения температурной зависимости контактной разности потенциалов изображена на рис. 1.

2. Ход работы

- 1) Включим в сеть 220 В генератор Г5-63, осциллограф С1-83, цифровой вольтметр В7-38. Тумблер включения нагревателя "Печь" поставим в положение "Выкл регулятор мощности" "Ток печи" нагревателя – в крайнее левое положение.
- 2) Установим оптимальное значение амплитуды импульсов генератора Г5-63. Установите наиболее удобное для регистрации сигнала значение частоты и длительности импульсов на выходе генератора.
- 3) Установим на осциллографе одинаковую чувствительность 0.1 мВ/дел. для I и II каналов усиления.
- 4) Включив электронагреватель термостата, исследуем температурную зависимость сопротивления $(p - n)$ -перехода.
- 5) Построим зависимость $\ln(R_g)$ от $1/T$.

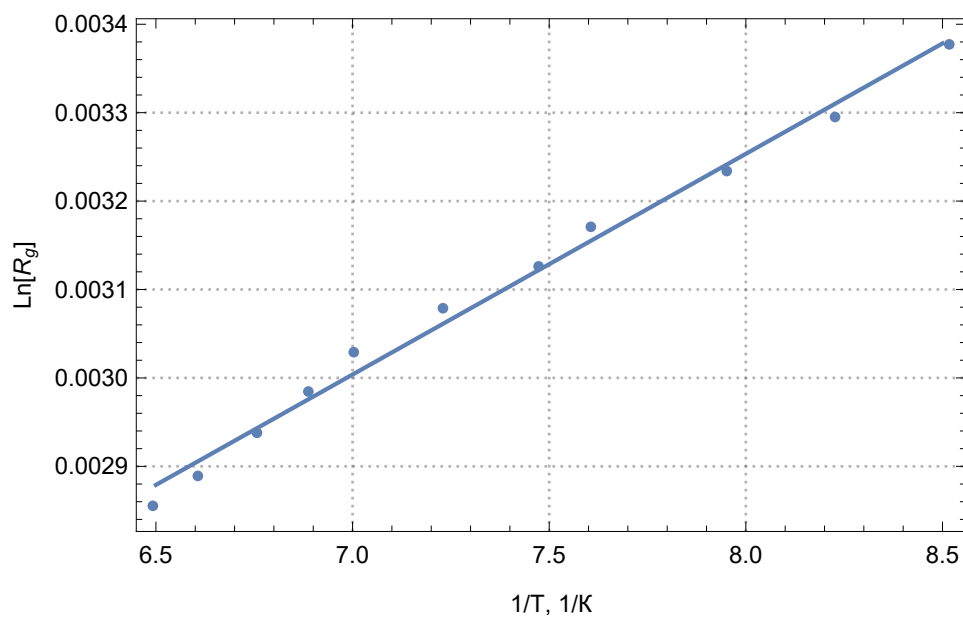


Рис. 2: Зависимость $\ln(R_g)$ от $1/T$

6) Используя формулу

$$\Delta V = \frac{k_B}{e} \frac{\Delta(\ln R)}{\Delta(1/T)},$$

по наклону полученной прямой $\frac{\Delta(\ln R)}{\Delta(1/T)} = 2.49 \cdot 10^{-4} \text{ K}$ найдем значение контактной разности потенциалов $(p - n)$ -перехода исследуемого диода: $\Delta V = 2.15 \cdot 10^{-8} \text{ eV/e}$.

3. Вывод

В ходе работы смогли получить значение контактной разности потенциалов $(p - n)$ -перехода исследуемого диода: $\Delta V = 2.15 \cdot 10^{-8} \text{ eV/e}$.