



Лабораторная работа №23
Изучение основных электрофизических характеристик
полупроводника

Студент:
Исламов Сардор – бригада 5
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау
Московский Физико-Технический Институт

21 ноября 2023 г.

Аннотация. В данной работе с помощью автоматизированной установки для гальваномагнитных измерений в области температур 80-300 К определены основные электрофизические характеристики (тип проводимости, концентрация и подвижность носителей заряда) полупроводника. Изучен механизм протекания тока в полупроводниковых кристаллах в зависимости от легирования и температуры.

Экспериментальная установка

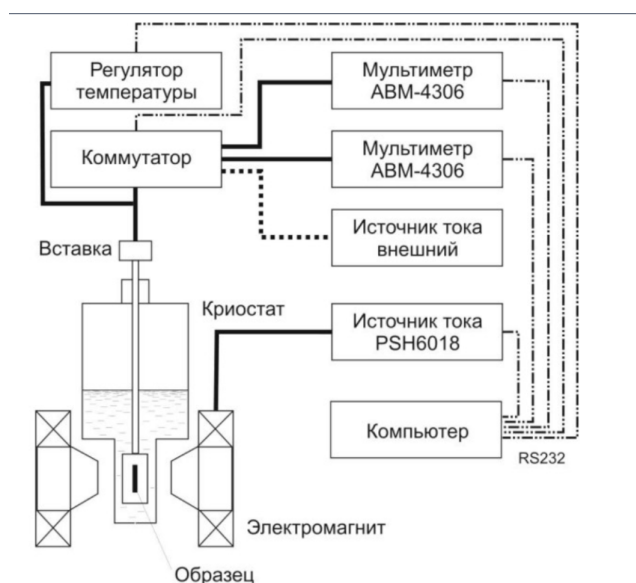


Рис. 1: Блок-схема автоматизированной установки для холловских измерений

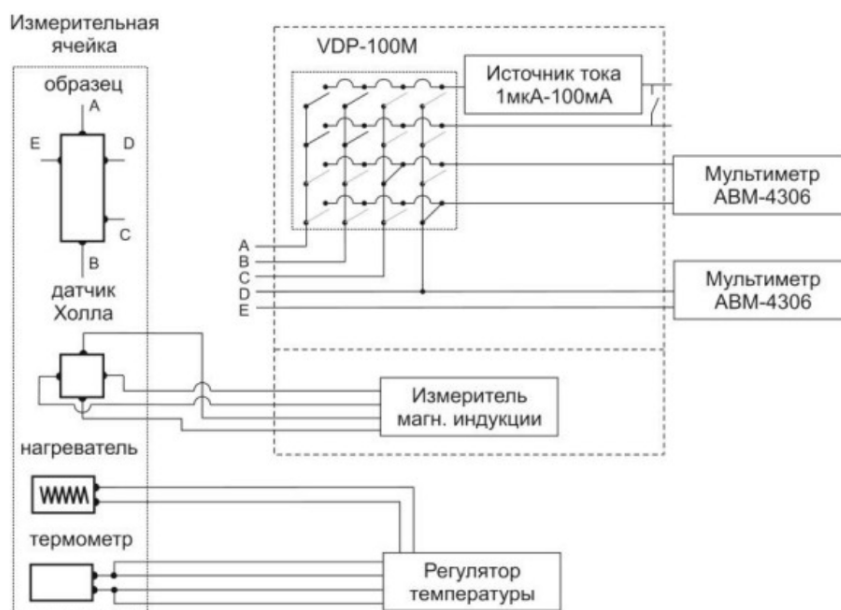


Рис. 2: Схема построения измерительной ячейки в установке

Результаты измерений и обработка данных

Оригинальные измерения проводились с температуры 79.9 К до комнатной температуры. В данной работе заимствованы данные более ранних результатов студентов курса "Стекло".

По полученным в ходе эксперимента данным построим графики зависимости концентрации и подвижности носителей заряда от температуры (рис. 3) и установим тип проводимости. Теоретическая оценка концентрации носителей заряда при $T = 300$ К:

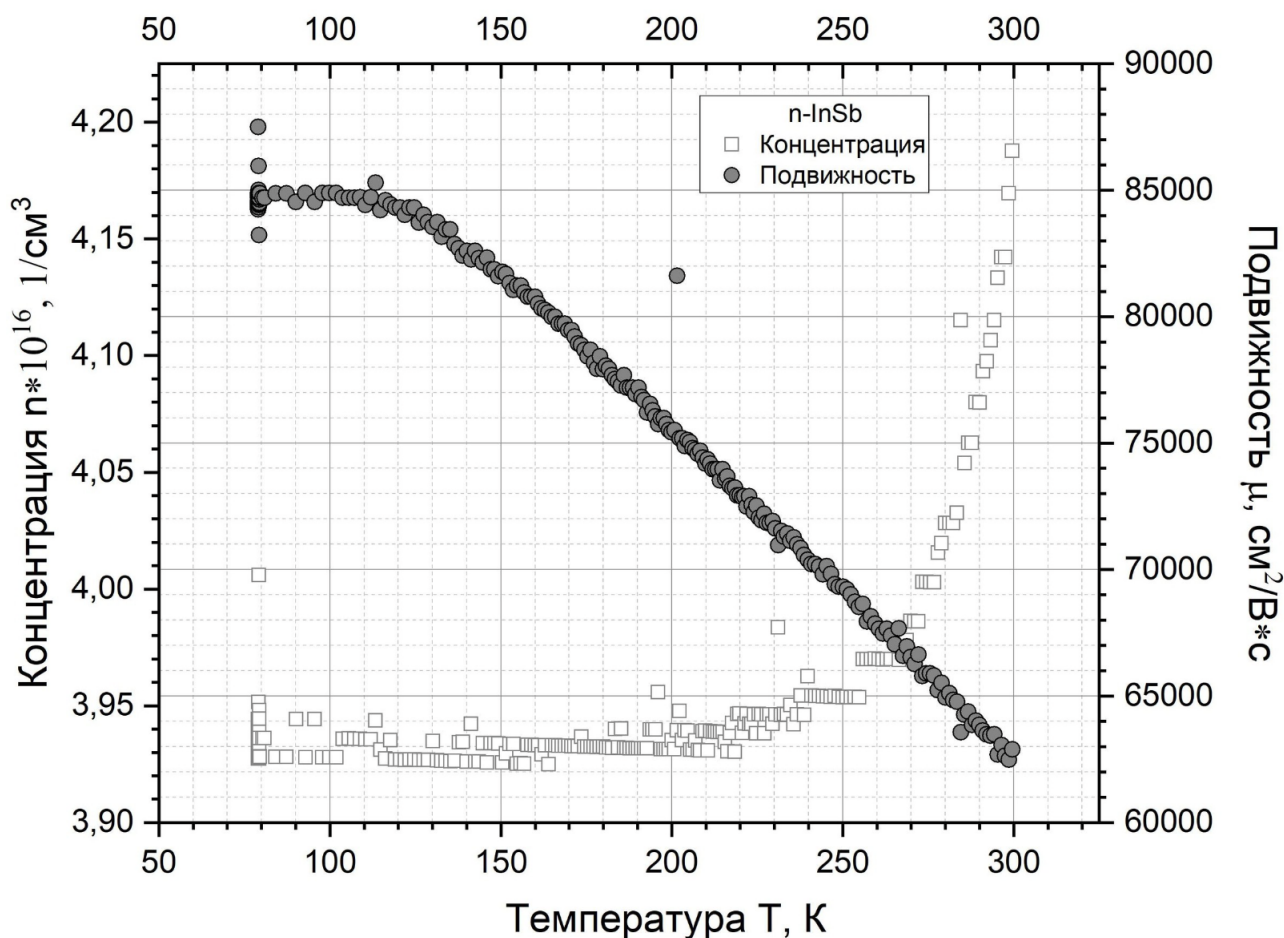


Рис. 3: Зависимость концентрации и подвижности носителей заряда от температуры

На компьютере наблюдалась зависимость концентрации и подвижности от температуры, по знаку параметров (отрицательный) можно определить тип проводимости – n тип.

Оценим концентрацию носителей заряда:

$$n_i = n = p = \sqrt{N_c N_v} \exp\left(\frac{-E_g}{2k_0 T}\right), \text{ где } N_c = 2 \left(\frac{2\pi m_n k_0 T}{h^2}\right)^{3/2} \text{ и } N_v = 2 \left(\frac{2\pi m_p k_0 T}{h^2}\right)^{3/2},$$

где E_g - ширина запрещенной зоны, m_n и m_p — эффективная масса электронов и дырок, k_0 - постоянная Больцмана, h - постоянная Планка. Коэффициенты N_c и N_v отражают эффективную плотность энергетических состояний соответственно в зоне проводимости и в валентной зоне.

Отсюда можем получить значение при температуре $T = 300$ К: $n = 5.17 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, что отличается от экспериментальных данных примерно на 25%. По порядку величины оценка подтверждается.

Подведение итогов

При помощи автоматизированной установки для гальваномагнитных измерений были определены основные электрофизические характеристики InSb в области температур $80 \div 300$ К. Установлено, что тип проводимости — электронный (n), концентрация носителей заряда $n = (3.92 \div 4.19) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, подвижность $= (6.2 \div 8.6) \cdot 10^4 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$.