

Группа P3112

К работе допущен

Студент Сенина Мария Михайловна

Работа выполнена

Преподаватель Сорокина Е.К.

Отчёт принят

Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе № 3-05

Температурная зависимость электрического сопротивления металла и полупроводника

1. Цель работы

Изучение температурной зависимости электрического сопротивления металла и полупроводника.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Получить зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до 75°C.

2. По результатам п.1 вычислить температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.

3. Объект исследования.

Металл и полупроводник.

4. Метод экспериментального исследования.

Соберём схему (см. рисунок 1), где сопротивление $R_{\text{орг}} = 680 \text{ Ом}$, и нужно для чтобы, сопротивление в схеме не стало слишком малым по сравнению с внутренним сопротивлением вольтметра. С помощью вольтметра и амперметра мы можем узнать напряжение на исследуемом объекте и ток через него. А по закону Ома мы можем вычислить и значение его сопротивления, как $R = \frac{U}{I}$. Значит постепенно нагревая образец мы можем узнать зависимость его сопротивления от температуры.

А зная эту зависимость в нескольких точках по формулам $\alpha = \frac{1}{R_0} \frac{\Delta R}{\Delta t}$ и

$E_g = \frac{2k\Delta \ln(R_n)}{\Delta(\frac{1}{T})}$ можно вычислить температурный коэффициент металла α и ширину запрещённой зоны проводника E_g .

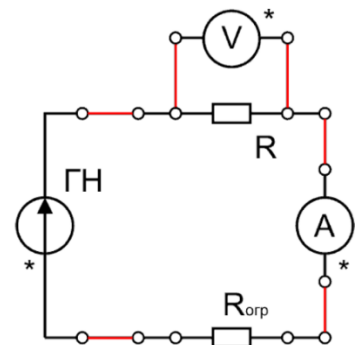
5. Рабочие формулы и исходные данные.

Используемые формулы:

1. Температурный коэффициент металла $\alpha = \frac{1}{R_0} \frac{\Delta R}{\Delta t}$

2. Температурный коэффициент металла для двух точек зависимости $R(T)$ -

$$\alpha = \frac{R_i - R_j}{R_j t_i - R_i t_j}$$



3. Ширина запрещённой зоны проводника $E_g = \frac{2k\Delta \ln(R_n)}{\Delta(\frac{1}{T})}$, где k – постоянная

Больцмана равная $k = 1,380649 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ и $8,61733 \cdot 10^{-5} \frac{\text{эВ}}{\text{К}}$

4. Ширина запрещённой зоны проводника для двух точек зависимости $R(T)$ -

$$E_g = 2k \frac{T_i T_j}{T_j - T_i} \ln \left(\frac{R_i}{R_j} \right)$$

5. Среднее арифметическое всех результатов измерений: $\langle x \rangle_N = \frac{1}{N} (x_1 + x_2 + \dots + x_N)$
 $x_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$

6.

7. Среднеквадратичное отклонение от среднего значения: $\sigma_{\langle x \rangle} =$

$$\sqrt{\frac{1}{(N-1)N} \sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle_N)^2}$$

8. Абсолютная погрешность через коэффициент Стьюдента, где N – число измерений, α – доверительная вероятность: $\Delta x = x_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle x \rangle}$

6. Схема установки

Принципиальная электрическая схема установки представлена на рисунке 1.

В качестве вольтметра и амперметра мы используем – АВИ

Генератора постоянного тока – ГН1

Установка с нагревающим элементом, проводником и металлом - стенд «СЗ-ТТ01»

А резистор $R_{\text{огр}}$ имеет сопротивление 680 Ом.

7. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1.	Вольтметр	0,879 – 0,092 В	0,001 В
2.	Амперметр	627 – 1638 мкА	1 мкА
3.	Термометр	298 – 350 К	1 К

8. Результаты прямых измерений и их обработки.

Результаты измерений см в приложении.

9. Расчёт результатов косвенных измерений.

Посчитаем значения температурного коэффициента для измерений T_i, R_i и T_j, R_j ,

отличающихся на одинаковую температуру – т.е. объединим в пары значения 1 и 8, 2 и 9 и

т.д. В таком случае температурный коэффициент будет считаться по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{R_i - R_j}{R_j T_i - R_i T_j}$$

Конечное значение температурного коэффициента вычислим, как среднее получившихся

значений по формуле (5) $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \alpha_i$

Погрешность измерения α вычислим через коэффициент Стьюдента по формуле

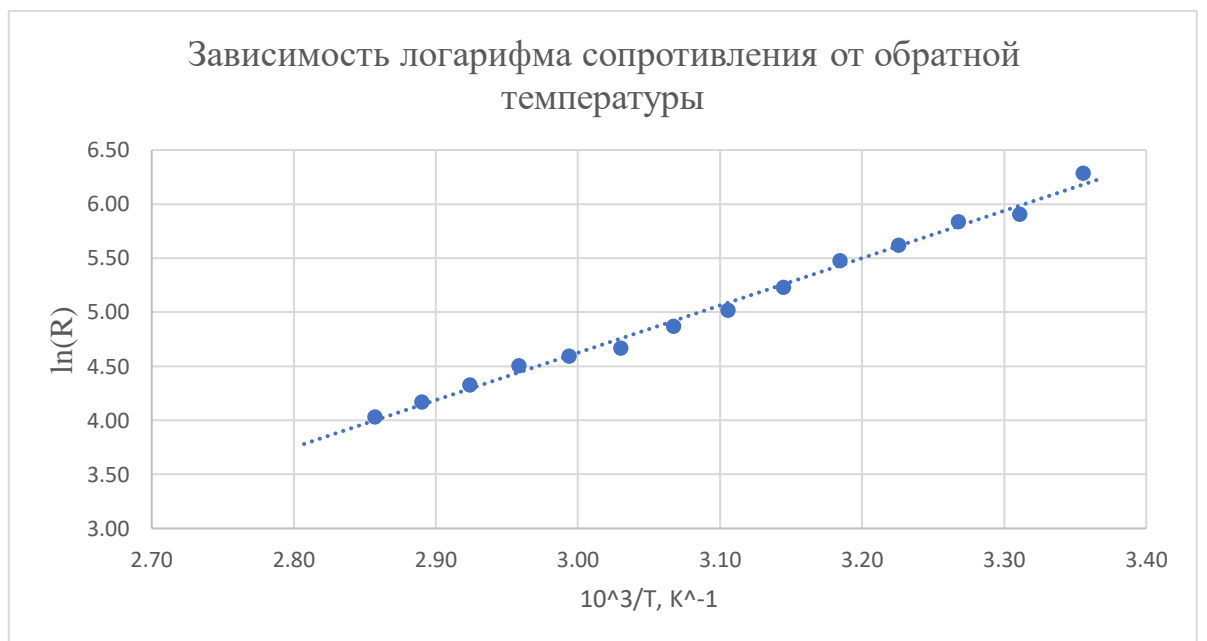
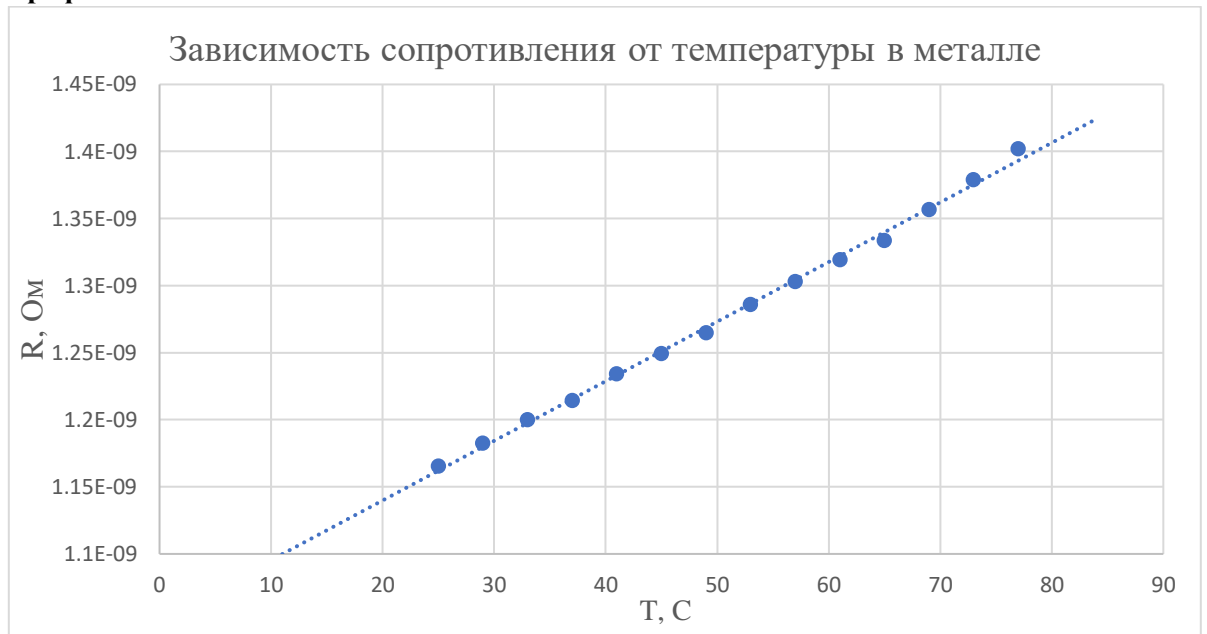
$$\Delta x = x_{\alpha, N} \cdot \sigma_{\langle x \rangle}, \text{ где } \sigma_{\langle x \rangle} = \sqrt{\frac{1}{(N-1)N} \sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle_N)^2}$$

Аналогично разбивая значения на пары по формуле $E_g = 2k \frac{T_i T_j}{T_j - T_i} \ln \left(\frac{R_i}{R_j} \right)$.

И аналогично посчитаем погрешность.

Результаты промежуточных расчётов представлены в таблицах 1 и 2.

10. Графики



11. Окончательные результаты.

Температурный коэффициент металла $\alpha = (42 \pm 2)10^{-3}K^{-1}$ тогда, относительная погрешность: $\delta\alpha = 6\%$

Из полученного значения можно сделать предположение, что этим металлом являлась медь.

Ширина запрещенной зоны полупроводника $E_g = (120 \pm 7)10^{-17}$ Дж или $E_g = (75 \pm 4)10^{-2}$ эВ тогда, относительная погрешность будет $\delta E_g = 6\%$

Из полученного значения можно сделать предположение, что этим полупроводником являлся германий.

12. Выводы и анализ результатов работы.

В данной лабораторной работе я исследовала зависимость сопротивления полупроводника и металла от их температуры. Теоретические предположения подтвердились – сопротивление металла при нагревании увеличивается. А у полупроводника наоборот – уменьшается.