Изображение выглядит как Шрифт, логотип, Графика, белый

Автоматически созданное описание**Университет ИТМО**

**Физико-технический мегафакультет Физический факультет**

|  |  |
| --- | --- |
| Группа M3201 | К работе допущен |
| Студенты Ткачук С.A. и Чуб Д.О. | Работа выполнена |
| Преподаватель Шоев В.И. | Отчет принят |

****

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.05

Температурная зависимость электрического сопротивления металла и полупроводника

1. **Цель 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.

1. **Задачи, решаемые при выполнении работы**
2. Проведение измерений сопротивления при различных температурах
3. Построение графиков зависимостей сопротивления от температуры
4. Определение температурного коэффициента сопротивления металла и ширины запрещенной зоны полупроводника
5. **Объект исследования**

Изменение сопротивления материалов при изменении температуры

1. **Метод экспериментального исследования**

Лабораторный

1. **Рабочие формулы и исходные данные**

Формулы:

Температурный коэффициент сопротивления для пары значений сопротивления, зависящего от температуры ( – сопротивление -го измерения, – температура -го измерения)

(1)

Среднее значение температурного коэффициента сопротивления ( - -е значение , – количество значений):

(2)

Погрешность среднего значения ( – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности и количества проведенных измерений , - -е значение, – среднее значение ):

(3)

Ширина запрещенной зоны полупроводника для пары значений сопротивления, зависящего от температуры ( – сопротивление -го измерения, – температура -го измерения, – постоянная Больцмана)

(4)

Среднее значение ширины запрещенной зоны полупроводника ( - -е значение , – количество значений):

(5)

Погрешность среднего значения ( – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности и количества проведенных измерений , - -е значение, – среднее значение ):

(6)

Закон Ома ( сопротивление, – напряжение, – сила тока):

(7)

Исходные данные:

Постоянная Больцмана:

1. **Измерительные приборы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Амперметр-вольтметр | Электронный | 0-2000 мкА  0-2 В | 0.5% |
| *2* |  |  |  |  |
| *3* |  |  |  |  |

1. **Схема установки**

**Изображение выглядит как диаграмма, круг, Технический чертеж, линия

Автоматически созданное описание**

**Рис. 1**: электрическая схема установки

1. **Результаты прямых измерений и их обработки**

**Таблица 1:** Полупроводниковый образец

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 286 | 1127 | 0,285 | 253 | 5,53 | 3,50 |
| 2 | 293 | 1182 | 0,210 | 178 | 5,18 | 3,41 |
| 3 | 298 | 1227 | 0,179 | 146 | 4,98 | 3,36 |
| 4 | 303 | 1260 | 0,158 | 125 | 4,83 | 3,30 |
| 5 | 308 | 1297 | 0,131 | 101 | 4,62 | 3,25 |
| 6 | 313 | 1330 | 0,110 | 83 | 4,42 | 3,19 |
| 7 | 318 | 1356 | 0,094 | 69 | 4,24 | 3,14 |
| 8 | 323 | 1379 | 0,078 | 57 | 4,04 | 3,10 |
| 9 | 328 | 1394 | 0,066 | 47 | 3,86 | 3,05 |
| 10 | 333 | 1409 | 0,057 | 40 | 3,70 | 3,00 |
| 11 | 338 | 1423 | 0,047 | 33 | 3,50 | 2,96 |
| 12 | 343 | 1430 | 0,041 | 29 | 3,36 | 2,92 |

**Таблица 2:** Металлический образец

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |  |
| 1 | 343 | 1051 | 1,571 | 1,49 | 70 |
| 2 | 338 | 1063 | 1,554 | 1,46 | 65 |
| 3 | 333 | 1074 | 1,538 | 1,43 | 60 |
| 4 | 328 | 1088 | 1,526 | 1,40 | 55 |
| 5 | 323 | 1099 | 1,516 | 1,38 | 50 |
| 6 | 318 | 1110 | 1,505 | 1,36 | 45 |
| 7 | 313 | 1121 | 1,495 | 1,33 | 40 |
| 8 | 308 | 1134 | 1,485 | 1,31 | 35 |
| 9 | 303 | 1145 | 1,472 | 1,29 | 30 |
| 10 | 298 | 1158 | 1,462 | 1,26 | 25 |

1. **Расчет результатов косвенных измерений**

Рассчитаем по формуле (7) и запишем в 5 столбец **Таблицы 1** и **Таблицы 2** значения сопротивления объектов исследования при всех температурах.

По данным **Таблицы 1** рассчитаем значения натурального логарифма сопротивления полупроводника и величину обратной абсолютной температуры , занесем в 6 и 7 столбец **Таблицы 1** соответственно. По результатам расчетов построим график соответствующей зависимости (**Рис. 2**). График близок к линейному.

**Рис. 2.** График зависимости

По данным **Таблицы 2** построим график зависимости сопротивления металла от температуры в шкале Цельсия (**Рис. 3**). График близок к линейному.

**Рис. 3.** График зависимости

Для определения величины температурного коэффициента сопротивления металла разделим все точки в **Таблице 2** на пары, в которых значения отстоят друг от друга на примерно одинаковое максимальное расстояние (1 и 6, 2 и 7 и т.д., т.к. у нас 10 измерений).

По формуле (1) посчитаем значение для всех пар:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 6 | 1,49 | 1,36 | 70 | 45 | 0,0050 |
| 2 | 7 | 1,46 | 1,33 | 65 | 40 | 0,0045 |
| 3 | 8 | 1,43 | 1,31 | 60 | 35 | 0,0043 |
| 4 | 9 | 1,40 | 1,29 | 55 | 30 | 0,0041 |
| 5 | 10 | 1,38 | 1,26 | 50 | 25 | 0,0041 |

По формуле (2) посчитаем среднее значение :

Аналогичные действия проведем при вычислении ширины запрещенной зоны полупроводника.

Разделим все точки в **Таблице 1** на пары, в которых значения отстоят друг от друга на примерно одинаковое максимальное расстояние (1 и 7, 2 и 8 и т.д., т.к. у нас 12 измерений)

По формуле (4) посчитаем значение для всех пар:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 7 | 253 | 69 | 286 | 318 |  | 0,64 |
| 2 | 8 | 178 | 57 | 293 | 323 |  | 0,62 |
| 3 | 9 | 146 | 47 | 298 | 328 |  | 0,64 |
| 4 | 10 | 125 | 40 | 303 | 333 |  | 0,66 |
| 5 | 11 | 101 | 33 | 308 | 338 |  | 0,67 |
| 6 | 12 | 83 | 29 | 313 | 343 |  | 0,65 |

По формуле (5) посчитаем среднее значение :

По значению температурного коэффициента сопротивления металла и ширине запрещенной зоны полупроводника с помощью литературных данных идентифицируем их:

– Константан

- Германий

1. **Расчет погрешностей измерений**

Рассчитаем погрешность по формуле (3):

Рассчитаем погрешность по формуле (6):

1. **Окончательные результаты**

1. **Вывод и анализ результатов работы**

Была доказана зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов от температуры и посчитаны температурный коэффициент сопротивления металла и ширина запрещенной зоны полупроводника. С помощью литературных материалов были установлены элементы, из которых состоит металл и полупроводник