|  |  |
| --- | --- |
| **Университет ИТМО**  **Физико-технический мегафакультет**  **Физический факультет** | **Изображение выглядит как Шрифт, логотип, Графика, текст  Автоматически созданное описание** |

|  |  |
| --- | --- |
| Группа З220 | К работе допущен |
| Студент Гафурова Ф. Ф. | Работа выполнена |
| Преподаватель \_Терещенко Г. В. | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе 3.08**

**Эффект Холла в примесных полупроводниках**

1. **Цель работы:**

Изучить эффект Холла в примесных полупроводниках. Ознакомиться с методом измерения концентрации и подвижности основных носителей тока в примесных полупроводниках с помощью эффекта Холла.

1. **Задачи, решаемые при выполнении работы:**
2. Изучение эффекта Холла в примесных полупроводниках.
3. Измерение продольного напряжения при различных температурах и вычисление электропроводности и ее логарифма.
4. Исследование зависимости ЭДС Холла от величины магнитного поля при постоянной силе тока и температуре.
5. Исследование зависимости ЭДС Холла от величины тока при постоянной величине магнитного поля и температуре.
6. Исследование зависимости ЭДС Холла от температуры при постоянных величинах магнитного поля и тока.
7. Оценка постоянной Холла, концентрации свободных электронов и подвижности носителей тока для различных температур.
8. Определение типа полупроводников по знаку ЭДС Холла.
9. **Объект исследования:**

Объектом исследования является примесный полупроводник, используемый в виде образца для демонстрации эффекта Холла, что позволяет определить концентрацию и подвижность основных носителей тока.

1. **Метод экспериментального исследования**

* Методика эксперимента основывается на последовательном проведении следующих этапов:
* Измерение продольного напряжения между точками 1 и 2 образца для определения его электропроводности по формуле
* Измерение ЭДС Холла , возникающей при приложении поперечного магнитного поля к образцу. Для исключения вклада дополнительной продольной разности потенциалов проводятся измерения при двух противоположных направлениях вектора индукции с последующим вычислением
* Проведение измерений в заданном температурном диапазоне с обеспечением температурного контроля.
* Использование неинвертирующего усилителя с коэффициентом усиления 100 для усиления слабого сигнала с датчика Холла.

1. **Измерительные приборы**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Кол-во |
| Блок амперметра-вольтметра АВ1 | 1 шт. |
| Блок генератора напряжений ГН3 | 1 шт. |
| Стенд с объектами исследования СЗ-ЭХ01 | 1 шт. |
| Соединительные провода с наконечниками | 6 шт. |

1. **Схема установки**
2. Собрать схему для измерения продольного напряжения между точками 1 и 2 образца (см. рис. 1). Подключить блок амперметра-вольтметра АВ1 и блок генератора напряжений ГН3 для создания необходимого тока.
3. Установить образец (СЗ-ЭХ01) в магнитном поле, обеспечив возможность изменения направления вектора магнитной индукции для измерения ЭДС Холла.
4. Подключить измерительные зонды для регистрации напряжения между точками 3 и 4, а также предусмотреть схему для устранения вклада продольной разности потенциалов (см. рис. 2).
5. Организовать температурный контроль образца для проведения измерений в диапазоне от комнатной температуры до 380 К.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Технический чертеж, План

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

Рисунок 1. Рабочая схема для исследования электропроводимости образца

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Шрифт, Технический чертеж

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

Рисунок 2. Рабочая схема для измерения ЭДС Холла

1. **Рабочие формулы и исходные данные:**

Электропроводность образца обратная его удельному сопротивления :

Удельное сопротивление входит в формулу для сопротивления образца между точками 1 и 2:

где – расстояние между точками 1 и 2 образца (10 мкм);

*–* площадь поперечного сечения образца (2 на 2 мм).

По закону Ома сопротивление, сила тока и продольное напряжение между точками 1 и 2 связаны между собой соотношением:

Формула для экспериментального определения электропроводности образца.

При изменении направления вектора магнитной индукции на противоположное, при сохранении направлении тока , знак ЭДС Холла изменяется, а знак продольной разности потенциалов не изменяется. Следовательно, при одном направлении напряжение между точками 3 и 4, будет составлять:

А при обратном направлении :

Вычтем из первого выражения второе и вырази

– ЭДС Холла, – продольная разность потенциалов

1. **Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов)**

*Таблица 1 – вычисление электропроводности*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Измерить |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| Вычислить | *1/Т, 1/К* |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

*,*

*Пример расчета:*

*Таблица 2 – зависимость ЭДС Холла от величины магнитного поля*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| Измерить |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Вычислить |  |  |  |  |

*Пример счета:*

*Таблица 3 – зависимость ЭДС Холла от величины тока*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| Измерить |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Вычислить |  |  |  |  |

*Пример счета:*

*Таблица 4 – зависимость ЭДС Холла от температуры*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| Измерить |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Вычислить |  |  |  |  |

1. **Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).**

Для

Для

Для

Для

Для

Для

Для

Для

Для

1. **Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).**

Изображение выглядит как диаграмма, График, линия

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

*1/Т, 1/К*

*Рисунок 3. График зависимости от 1/Т, 1/К*

Участок от до по 1/Т (соответствует Т от 303 до 330 К) соответствует примесной проводимости.

1. **Окончательные результаты**

Знак напряжения Холла помогает определить тип преобладающих носителей заряда в полупроводнике. Положительное напряжение Холла указывает на то, что основными носителями являются дырки, что соответствует полупроводника. Отрицательное напряжения Холла говорит о том, что основным носителями являются электроны, что соответствует полупроводника.

В нашем случае все значения имеют отрицательный знак, что указывает на то, что исследуемый образец является полупроводником в котором электроны являются основными носителями заряда.

1. **Выводы и анализ результатов работы**

В процессе выполнения лабораторной работы я исследовала эффект Холла в примесных полупроводниках и познакомилась с методом определения концентрации и подвижности основных носителей тока с использованием этого эффекта. Я рассчитала напряжение Холла, постоянную Холла, электропроводность, концентрацию свободных электронов в проводнике и подвижность носителей тока. Данный для экспериментов полупроводник оказался .