

ОПОСРЕДОВАННАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С ПОМОЩЬЮ ЭФФЕКТА ХОЛЛА

А.А. Гладыщук, Т.Л. Кушнер

Брестский государственный технический университет, кафедра физики, г. Брест

В работе описана методика оценки некоторых физических величин в лабораторном практикуме из исследований эффекта Холла в полупроводниках.

Тройные соединения с упорядоченными вакансиями, образующиеся на разрезах $A_2CV-В^{III}_2CV_3$, в последнее время привлекают к себе пристальное внимание исследователей, что связано с перспективностью использования их в качестве материалов для создания высокоэффективных фотопреобразователей солнечной энергии. К таким материалам относится тройное полупроводниковое соединение $CuIn_3Se_5$. Монокристаллы $CuIn_3Se_5$ были выращены направленной кристаллизацией расплава в вертикальной односторонней печи. Поскольку данное соединение является мало изученным с точки зрения физических свойств, важно получить целый комплекс характеристик, описывающих новый материал. Одно из исследований любого полупроводника – измерения эффекта Холла по стандартной методике [1, 2]. Образцы для измерений готовили в виде параллелепипедов с размерами $10 \times 2 \times 1$ мм³. Измерения проводили, пропуская ток величиной 10–20 мА через образец, который помещали в постоянное магнитное поле. Для исключения «посторонних» эффектов, влияющих на измеряемую холловскую разность потенциалов, результаты получали при двух направлениях тока и двух направлениях магнитного поля. Полученные результаты усредняли. Расчет удельной электропроводности (σ), коэффициента Холла (R_H) производили по следующим формулам [1, с.17]:

$$\sigma = \frac{I \cdot \Delta l \cdot 10^4}{U_{\sigma} \cdot d \cdot h}, \quad (1)$$

где I – ток через образец в мА;

$\Delta l, d, h$ – геометрические размеры образца в мм;

U_{σ} – падение напряжения на токовых контактах в В;

$$R_H = \frac{U_H \cdot d \cdot 10^4}{I \cdot H}, \quad (2)$$

где I – ток через образец в мА;

U_H – падение напряжения на холловских контактах в В;

H – напряженность магнитного поля в Э.

Проведенные исследования показали, что монокристаллы соединения CuIn_3Se_5 в зависимости от избытка или недостатка селена в исходной шихте, могут обладать как n - так и p -типом проводимости. Концентрация электронов $n_e \approx 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Для образцов p -типа концентрация дырок составила $n_p \approx 10^{17} \text{ см}^{-3}$ при комнатной температуре [3].

Как видно из вышеприведенных формул, для измерений эффекта Холла необходимо знать значение напряженности или индукции магнитного поля, в которое помещается исследуемый образец. Это не является проблемой в научно-исследовательских лабораториях, оснащенных, как правило, необходимыми измерительными приборами. Совсем другая ситуация складывается в физическом лабораторном практикуме, который предназначен для выполнения лабораторных работ студентами. Не все учебные заведения могут позволить себе приобретение необходимых измерительных приборов. Даже при недостатке лабораторного оборудования есть возможность постановки новых лабораторных работ, где задания для студентов можно сформулировать как обратную задачу.

Лабораторная установка к работе «Эффект Холла в полупроводниках» была создана с использованием уже паспортизированного образца (преобразователя Холла), изготовленного из монокристалла CuIn_3Se_5 . Преобразователь Холла помещен между полюсами двух электромагнитов, соединенных последовательно. Специальный переключатель позволяет менять полярность на обмотках электромагнитов, а величина тока в них контролируется с помощью амперметра. Ток через преобразователь Холла также может протекать в двух противоположных направлениях и контролируется миллиамперметром. Падение напряжения на токовых контактах в образце (U_c) и холловская разность потенциалов (U_H) измеряются вольтметром. Однако произведенные измерения не позволяют получить основные характеристики исследуемого полупроводника (удельную электропроводность, подвижность и т.д.) из-за неизвестных значений индукции магнитного поля. Студентам предлагается решить обратную задачу: по известной концентрации носителей в образце оценить индукцию магнитного поля при каждом новом измерении и индуктивность катушек электромагнита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучис, Е.В. Гальваномагнитные эффекты и методы их исследования / Е.В. Кучис – М.: Радио и связь, 1990. – 263 с.
2. Рембеза, С.И. Контроль параметров материалов электронной техники: учебное пособие / С.И. Рембеза. – Воронеж, 1993. – 144 с.
3. Орлова, Н.С. Выращивание монокристаллов и исследование свойств соединений CuIn_3Se_5 и CuGa_3Se_5 / Н.С. Орлова, И.В. Боднар, Т.Л. Кушнер // тез. докл. 1-й Украинской научной конференции по физике полупроводников, Одесса, 26–29 сентября 2001 г. / Одесса: Одесский нац. ун-т. – Одесса, 2001. – Ч. 2. – С. 230–231.