

### 3.3.6. (4.12) ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

30 августа 2016г.

**В работе используются:** стабилизированный источник постоянного тока и напряжения, электромагнит, цифровой вольтметр, амперметр, миллиамперметр, реостат, измеритель магнитной индукции Ш1-10, образцы (InSb) – монокристаллического антимонида индия p-типа.

**Экспериментальная установка.** Схема установки для исследования магнетосопротивления полупроводников и геометрического резистивного эффекта представлена на рис. 1.

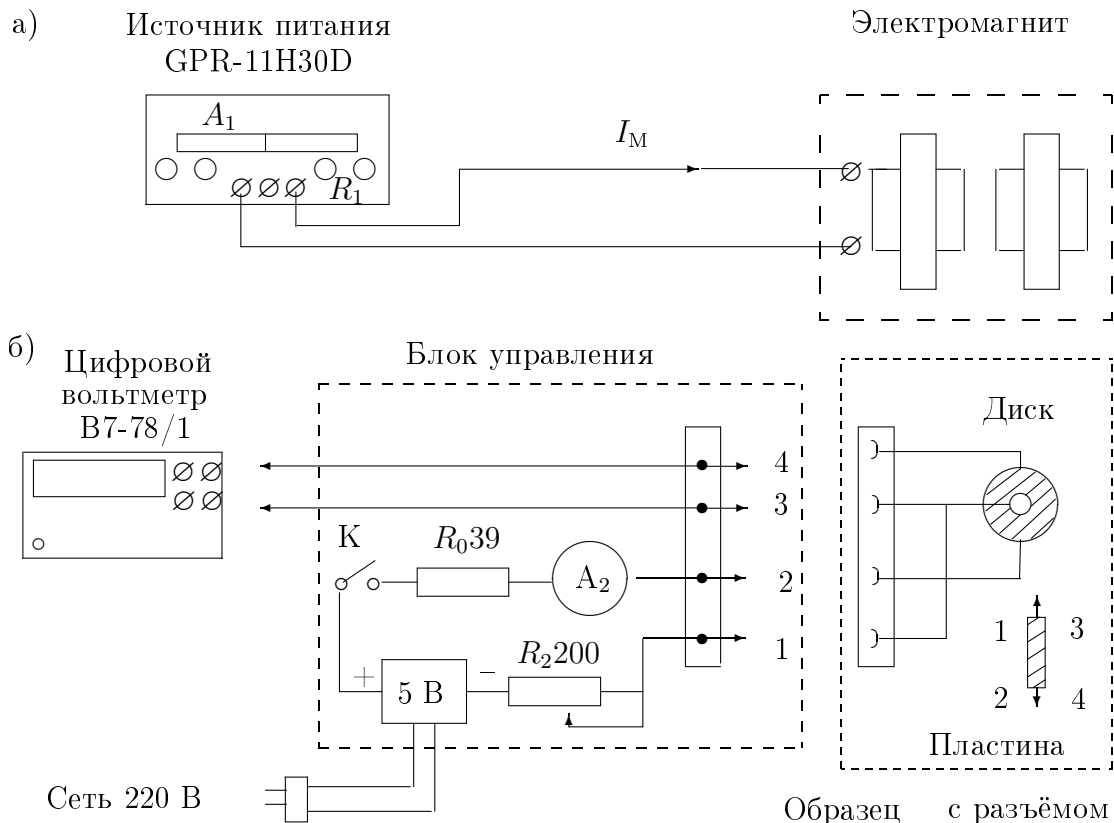


Рис. 1. Схема установки для исследования влияния магнитного поля на проводимость полупроводников

В зазоре электромагнита создается постоянное магнитное поле. Ток питания магнита подается от источника постоянного напряжения GPR-11H30D, регулируется ручками управления источника ( $R_1$ ) и измеряется амперметром источника  $A_1$ . Магнитная индукция в зазоре электромагнита определяется при помощи измерителя магнитной индукции Ш1-10 (описание прибора расположено на установке).

Образец в форме кольца (диск Корбино) или пластинки, смонтированный в специальном держателе, подключается к источнику постоянного напряжения 5 В. При замыкании ключа К сквозь образец течет ток, величина

которого измеряется миллиамперметром  $A_2$  и регулируется реостатом  $R_2$ . Балластное сопротивление  $R_0$  ограничивает ток через образец. Измеряемое напряжение подаётся на вход цифрового вольтметра В7-78/1.

## ЗАДАНИЕ

В работе предлагается при постоянном токе через образец исследовать зависимость напряжения на образце от величины магнитного поля и от ориентации образца в магнитном поле; по результатам измерений рассчитать подвижность электронов, удельное сопротивление материала образца и концентрацию электронов.

### I. Подготовка приборов к работе

1. Включите вольтметр кнопкой «Сеть» и подождите — вольтметр проходит АВТОТЕСТ;

если автотест не идёт — отключите вольтметр от сети и через 10–15 секунд включите снова;

пройдя автотест, вольтметр по умолчанию настроен на автоматический выбор чувствительности (1 мкВ) в режиме  $VDC$  — измерение напряжения ( $V$  — voltage) постоянного тока ( $DC$  — Direct Current). Рекомендуем работать в автоматическом режиме.

На экране высвечивается знак «-», если напряжение отрицательное (+ не высвечивается).

2. Присоедините диск Корбино через разъём к цепи питания. Убедившись, что реостат  $R_2$  выведен на минимум тока, включите в сеть блок управления и тумблером К подключите образец. Определите диапазон изменения силы тока через образец. Снова уберите ток до нуля и временно отключите образец от цепи.
3. Установите все ручки регулировки источника питания магнита (GPR-11H30D) на минимум сигнала и включите источник в сеть. Установите обе ручки регулировки тока на максимум.

Используя ручки регулировки напряжения  $R_1$  (сначала плавно, затем грубо), определите диапазон изменения силы тока через электромагнит, чтобы выбрать, каким шагом следует увеличивать ток при калибровке магнита. Уберите ток через магнит.

### II. Калибровка электромагнита

4. Ознакомьтесь с устройством и принципом работы измерителя магнитной индукции Ш1-10 (описание расположено на установке).
5. С помощью прибора Ш1-10 исследуйте зависимость индукции  $B$  магнитного поля в зазоре от тока  $I_M$  через обмотки магнита.

Проведите измерения магнитной индукции для 6–8 значений тока  $I_M$  через электромагнит. Убедитесь, что в отсутствие тока через магнит индукция  $B$  практически равна нулю.

Закончив градуировку, уберите ток  $I_M$  до минимума.

### III. Исследование магнетосопротивления образцов

6. Подключите диск Корбино к электрической цепи. При помощи реостата  $R_2$  установите ток через образец  $I_0 \simeq 25$  мА. Измерьте падение напряжения на образце в отсутствие магнитного поля.
7. Вставьте держатель с диском в зазор электромагнита. Снимите зависимость напряжения  $U$  на образце от тока  $I_M$  через обмотки магнита при фиксированном токе через образец ( $I_0 \simeq 25$  мА).
8. Перевернув образец, проверьте, что результат измерения не зависит от направления магнитного поля.
9. Вместо диска Корбино подключите к измерительной цепи образец, имеющий форму пластинки. Реостатом  $R_2$  установите в образце ток 10 мА. Измерьте падение напряжения на образце в отсутствие магнитного поля.
10. Снимите зависимость напряжения  $U$  на образце от тока через магнит при постоянном токе  $I = 10$  мА через образец. При измерениях длинная сторона образца должна быть направлена поперёк поля, а средняя (ширина) в одной серии опытов располагается вдоль, а в другой — поперёк поля.
11. Запишите размеры диска и характеристики приборов.

### IV. Обработка результатов

1. Постройте график зависимости  $B = f(I_M)$ .
2. На одном листе постройте графики для всех трёх серий, отложив по оси  $X$  величину  $B^2$ , а по оси  $Y$  — сопротивление  $R$ , рассчитанное по известным напряжению и току. Обратите внимание, что сопротивление пластинки зависит от её ориентации в магнитном поле.
3. По наклону прямолинейного участка графика для диска Корбино рассчитайте с помощью формул (3.33) и (3.34) введения подвижность носителей.
4. Зная сопротивление диска в отсутствие магнитного поля и геометрические размеры образца, рассчитайте удельное сопротивление материала образца  $\rho_0$  по формуле (3.35).

Рассчитайте концентрацию носителей тока с помощью формулы (3.20).

5. Оцените погрешности и сравните результаты со справочными.

30-VIII-2016