

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И ЭФФЕКТА ХОЛЛА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

*Аннотация:* приводится методика исследования электропроводности и эффекта Холла полупроводников при температурах от комнатной до 1600 К. Рассматриваются методические аспекты измерения гальваномагнитных эффектов в высокоомном кремнии и методика обнаружения неоднородности кристаллов. Приведены характеристики исследуемых образцов, табл. 1, методика определения параметров дефектов и примесей, создающих в запрещенной зоне кремния глубокие уровни (DLTS). Концентрацию кислорода определяли методом.

**Ключевые слова:** кремний, метод DLTS, характеристики, гальваномагнитные эффекты.

*Sharibaev Nosir Yusupzhanovich, Associate Professor*

*Namangan Engineering Technological Institute*

## METHOD OF STUDYING THE ELECTRIC CONDUCTIVITY AND THE HALL EFFECT OF SEMICONDUCTORS

**Abstract:** A technique is presented for studying the electrical conductivity and the Hall effect of semiconductors at temperatures from room temperature to 1600 K. Methodological aspects of measuring galvanomagnetic effects in high-resistance silicon and a technique for detecting inhomogeneity of crystals are considered. The characteristics of the samples under study are given, table. 1, a technique for determining the parameters of defects and impurities that create deep levels in the silicon band gap (DLTS). The oxygen concentration was determined by the method.

**Key words:** silicon, DLTS method, characteristics, galvanomagnetic effects.

ИК — поглощения, для контроля оптических параметров применялся спектрометр типа SV-50 фирмы Hitachi, концентрация металлических

примесей оценивалась методом нейтронно-активационного анализа (НАА), состав фаз на поверхности кремневых пластин после термообработки определяли методом рентгенофазного анализа (РФА), элементный состав монокристаллического кремния был определен методом вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС).

### 3.1 Исследования параметров электронного переноса

В разделе 3.1 приведены результаты исследований эффекта Холла, физического поперечного магниторезистивного эффекта, электропроводности высокоомных образцов кремния  $n$  — типа проводимости, полученных методами БЗП и НТЛ, при нагреве от 120 до 540К. На рис. 1(а) приведены температурные зависимости электропроводности образцов (1-5), табл. 1, из которого следует, что при нагреве и охлаждении имеется характерный минимум вблизи комнатной температуры. Холловская концентрация электронов (рисунок (б)) в области температур ниже комнатной практически постоянная. Наиболее ярко отражает качество полупроводникового материала подвижность носителей заряда (рисунок (в)). Она является функцией не только разного рода рассеивателей, но и неоднородностей, связанных с флуктуацией потенциала. На рис. 2(в) показаны Холловская (цн) и магниторезистивная (ПК) подвижности. Значения несколько превышают предельные значения дрейфовой подвижности, а именно магниторезистивная подвижность в области температур  $T < 330\text{K}$  ниже значения холловской на  $20-3094$  это различие, в частности, можно объяснить вкладом Холл-фактора  $r_H$ .

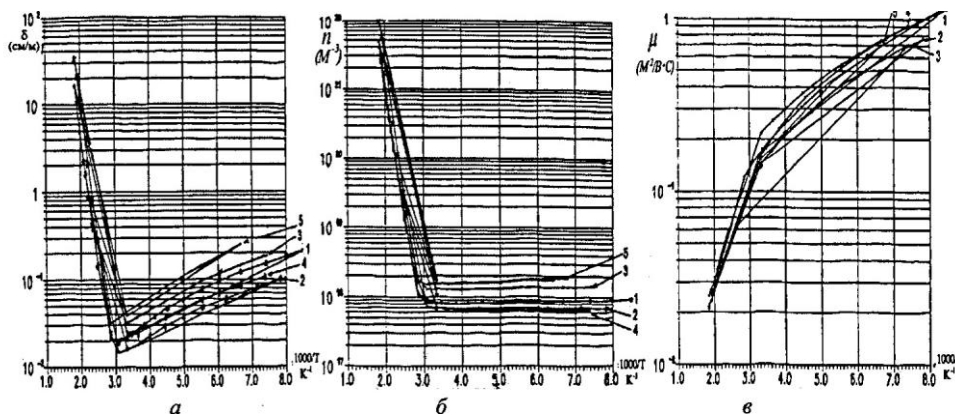


Рис.] Зависимости электрофизических параметров от обратной температуры: а— электропроводность, б — концентрация носителей заряда, в — подвижность.

В работе были определены напряжения асимметрии UAS и магнитоувствительность напряжения проводимости

$$\frac{U_{\sigma(B)} - U_{\sigma(0)}}{U_{\sigma(0)}} = f\left(\frac{1}{T}\right).$$

Исходная величина напряжения асимметрии в значительной степени определяется асимметрией расположения зондов Холла. Максимальное значение составляет порядка 0,1В, что при питании образца напряжением 10В соответствует сдвигу зондов друг против друга на мкм. Всем образцам характерны «горбообразные» (ретроградные) увеличения напряжений асимметрии при температурах больше комнатной, то есть в области температур, где начинается собственная проводимость. После прогрева образцов при повышенной температуре (400-540к) величина «горба», как правило, уменьшается, что свидетельствует о процессе отжига неоднородностей. В таблице 2 приведены значения UAS при температуре T = 300К для различных образцов.

Изменения магнитоувствительности напряжения проводимости показали, что во всех образцах присутствуют крупномасштабные неоднородности проводимости. Наблюдаемую температурную зависимость магнитоувствительности можно объяснить следующим образом. Неоднородности концентраций сопровождаются флуктуациями потенциала. При температурах выше комнатной появляющиеся электроны собственной проводимости «смывают» потенциальный рельеф. Величина магнитоувствительности напряжения проводимости ориентировочно пропорциональна величине неоднородности концентрации электронов. В табл. 3 приведены оцененные значения неоднородностей концентрации электронов в области температур от T = 220к до T = 300к.

Из приведенной таблицы следует, что неоднородность концентрации электронов в исследуемых образцах, оцененная из величины магниточувствительности напряжения, составляет от до 36<sup>0</sup>/0.

### Литература

1. Кожитов Л.В., Дегтярев В.Ф., Тимошина ГГ., Тимошина М.И. «Влияние неоднородностей на параметры электронного переноса в кремнии». Тезисы докладов. Международный семинар «Полупроводниковые материалы для термоэлектрических устройств и солнечной энергии» ИМЕТ РАН, Москва, 2002г., с.33
2. Кожитов Л.В., Дегтярев В.Ф., Тимошина М.И. «Влияние кремния на процесс радиационного дефектообразования твердых растворах германий кремний п-типа проводимости» ИМ., Известия ВУЗов, Материалы электронной техники № 3, 2003.
3. Н.Ю. Шарипбаев, М.Тургунов, Моделирование энергетического спектра плотности состояний в сильно легированных полупроводниках, Теория и практика современной науки №12(42), 2018 с.513-516
4. Н.Ю. Шарипбаев, Ж Мирзаев, ЭЮ Шарипбаев, Температурная зависимость энергетических щелей в ускозонных полупроводниках, Теория и практика современной науки, № 12(42), 2018 с. 509-513
5. М. Тулкинов, Э. Ю. Шарипбаев, Д. Ж. Холбаев. Использование солнечных и ветряных электростанций малой мощности. "Экономика и социум" №5(72) 2020.с.245-249.
6. Холбаев Д.Ж., Шарипбаев Э.Ю., Тулкинов М.Э. Анализ устойчивости энергетической системы в обучении предмета переходные процессы. "Экономика и социум" №5(72)2020. с.340-344.
7. Шарипбаев Э.Ю., Тулкинов М.Э. Влияние коэффициента мощности на потери в силовом трансформаторе. "Экономика и социум" №5(72) 2020. с. 446-450.
8. Askarov D. Gas piston mini cogeneration plants-a cheap and alternative way to generate electricity //Интернаука. – 2020. – №. 44-3. – С. 16-18.

9. Dadaboyev Q,Q. 2021 Zamonaviy issiqlik elektr stansiyalaridagi sovituvchi minorani rekonstruksiya qilish orqalitexnik suv isrofini kamaytirish “International Journal Of Philosophical Studies And Social Sciences” in vol 3 (2021) 96-101
10. B Kuchkarov, O Mamatkarimov, and A Abdulkhayev. «Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor». ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012027 Conference Series: