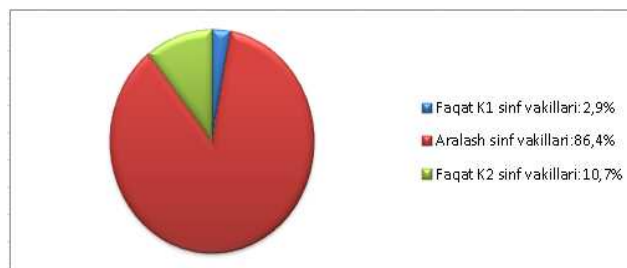


sonlar nazariyasi”, “Dasturlash asoslari”, “Matematik analiz” va “Analitik geometriya” fanlaridan olgan baholari qaralsin.

Bu masalani yechish uchun 103 ta satr va 5 ta ustunga ega (1 – ustunda sinflar, qolgan 4 ta ustunda esa nominal alomatlar) sonli ma’lumotlar joylashgan tanlanma fayli olinadi, hamda yuqoridagi masala uchun tuzilgan dasturiy vositaning 1 – algoritmi asosida ishlovchi qismidan foydalaniladi.

Dasturiy vositadan olingan natijani tahlil qiladigan bo’lsak, 86.4%  $K_1$  va  $K_2$  sinf vakillari umumiy faollikka ega ekanligi, ya’ni aniq fanlarni o’zlashtirishda o’g’il va qiz bola talabalar deyarli bir xil uyushqoqlikka ega ekanligi ko’rinadi. Atiga 13.6% talabalarning fanlarni o’zlashtirishda alohida xarakterga ega ekanligini kuzatish mumkin:



Bu kabi tadqiqotlarni OTM larning boshqa bir qator yo’nalishlari misolida ham o’tkazib ko’rish mumkin. Bunday tadqiqotlarni o’tkazish orqali, talabalarning umumiy faolligini aniqlash, hamda ta’lim tizimiga bog’liq bo’lgan bir qator qilinishi kerak bo’lgan o’zgartirishlarni bashorat qilishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

#### Adabiyotlar

1. Игнатьев Н.А. Обобщенные оценки и локальные метрики объектов в интеллектуальном анализе данных. Монография. –Ташкент: Издательство “Университет”, 2015, -С.72.
2. Ignatev N.A., Usmanov R.N., Madraximov Sh.F. Berilganlarning intellektual tahlili. – T.: “MUMTOZ SO’Z”. 2018, -С. 138.
3. Мадрахимов Ш., Хуррамов А. Умумлашган кўрсаткичлар ва улардан билимларни шакллантиришда фойдаланиш. Монография. - Қарши: Қарши ДУ, 2014. –С.103.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 2-издание. –Москва: 2017, -С. 1408.
5. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets>.

#### REZYUME

Ushbu maqolada katta hajmdagi berilganlar bazasi (tanlanma fayllari) ning tashkil etuvchilari bo’lgan alomatlarining o’lchovlari va ularga mos shkalalarning qo’llanilishi misollar yordamida yoritilgan. Misol sifatida miqdoriy va nominal alomatlar bilan berilgan  $100 \times 5$  va  $103 \times 5$  o’lchamli tanlanma fayllari tadqiq etilgan.

#### РЕЗЮМЕ

В данной статье при помощи примера соответствующих задач освещается вопрос измерения признаков, составляющих базы данных (файл выборка) большого объема и использования к ним подходящих шкал. В качестве примера исследованы файлы выборки, имеющие количественные и номинальные признаки:  $100 \times 5$  и  $103 \times 5$ .

#### SUMMARY

In the article, with the help of an example of the corresponding tasks, the question of measuring the features that make up the data-base (sample file) of a large volume and the use of suitable scales for them is studied. As an example, the sample files that have quantitative and nominal features are investigated:  $100 \times 5$  and  $103 \times 5$ .

### ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОСЛЕ СВЧ ОТЖИГА В ДИОДНЫХ СТРУКТУРАХ

#### С БАРЬЕРОМ ШОТТКИ $Au - TiB_x - SiC 6H$

**К.Исмаилов** – доктор физико-математических наук, профессор

**Е.Косбергенов** – старший преподаватель

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

**М.Жалелов** – кандидат физико-математических наук

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

**Таянч сўзлар:** диодли структура, деградация, микротўлкили нурланиш.

**Ключевые слова:** диодная структура, деградация, микроволновое излучение.

**Key words:** diode structure, degradation, microwave radiation.

В современной физике полупроводников существует два наиболее быстро развивающихся направления: 1) изменение свойств материала за счёт изменения геометрических размеров структур, т.е. физика наноструктур; 2) разработка и исследование новых полупроводниковых материалов. Значительное место в работах по второму направлению занимают исследования широкозонных полупроводников. В настоящее время проводятся целенаправленные работы по созданию приборов экстремальной электроники на основе карбида кремния. Полевые транзисторы, диоды и другие электронные приборы на основе карбид кремния обладают рядом преимуществ по сравнению с аналогичными кремниевыми приборами. Среди них – возможность работы при температурах до  $600^\circ C$ , высокое быстродействие и высокая радиационная стойкость. Электронные приборы на основе  $SiC$ , включая в перспективе и интегральные схемы, найдут самое широкое применение в научном и коммерческом применении на Земле и в космосе [1].

Основной проблемой при оксидировании  $SiC$  является присутствие углерода в окисле, входящем в состав структур металл-окисел-полупроводник. Это при-

водит к деградации диэлектрических свойств плёнки. По этой причине исследование механизма окисления и структуры выращенного окисла на поверхности карбида кремния играет важную роль для понимания и контроля электрических характеристик устройств, изготовленных на  $SiC$ .

В последние годы уделяется большое внимание влиянию микроволновых обработок на свойства полупроводниковых материалов, приборных структур и приборов на их основе. Это прежде всего связано как с поиском новых технологий, так и с необходимостью изучения механизмов деградации полупроводниковых приборов, подвергаемых различного рода внешним воздействиям (температура, сильные электрические и магнитные поля, радиация, СВЧ-излучение). Одной из причин изменения параметров полупроводниковых материалов и приборов является релаксация внутренних механических напряжений [2].

Контакты металл-полупроводник являются неотъемлемой частью большинства полупроводниковых электронных и оптоэлектронных приборов. При этом в зависимости от соотношения работ выхода металла и полупроводника реализуется либо омический, либо

барьерный контакт (барьер Шоттки). Барьер Шоттки широко применяется как самостоятельно, так и как составная часть многих радиоэлектронных приборов. Высота барьера Шоттки и коэффициент идеальности являются одними из важнейших параметров барьера Шоттки. Для идеального барьера Шоттки коэффициент идеальности  $n$  очень близок к единице [3].

Классическая диодная теория (теория термоэлектронной эмиссии) предсказывает для диодов Шоттки следующую зависимость тока  $I$  от напряжения  $U$ :

$$I = SA^*T^2 \exp\left(-\frac{\phi}{kT}\right) \left[ \exp\left(\frac{qU}{kT}\right) - 1 \right] \quad (1)$$

где  $A^*$  - элементарный заряд,  $A^*$  - постоянная Ричардсона,  $S$  - площадь барьера Шоттки,  $\phi$  - высота барьера (в классической теории она считается неизменной),  $U$  - приложенное напряжение (положительное для прямого направления и отрицательное для обратного),  $T$  - абсолютная температура,  $k$  - постоянная Больцмана. Вольтамперные характеристики (ВАХ) реальных диодов Шоттки обычно отличаются от идеализированных диодов. В прямом направлении эти отличия, как правило, не столь значительны, так что прямые ВАХ  $I_f(U_f)$  можно описать эмпирической формулой

$$I_f = I_0 \left[ \exp\left(\frac{qU_f}{n k T}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

которая отличается от выражения (1) тем, что в ней фигурируют эмпирические величины — ток „насыщения“  $I_0$  и коэффициент идеальности  $n$ . По величине коэффициента  $n$  принято судить о качестве диодов Шоттки. Считается, что для хороших диодов Шоттки коэффициент идеальности должен быть меньше 1,1. Классическая формула (1) предсказывает, что обратный ток в диодах Шоттки должен насыщаться при напряжениях, составляющих несколько единиц  $\frac{kT}{q}$ , на уровне

$$I_0 = SA^*T^2 \exp\left(-\frac{\phi}{kT}\right) \quad (3)$$

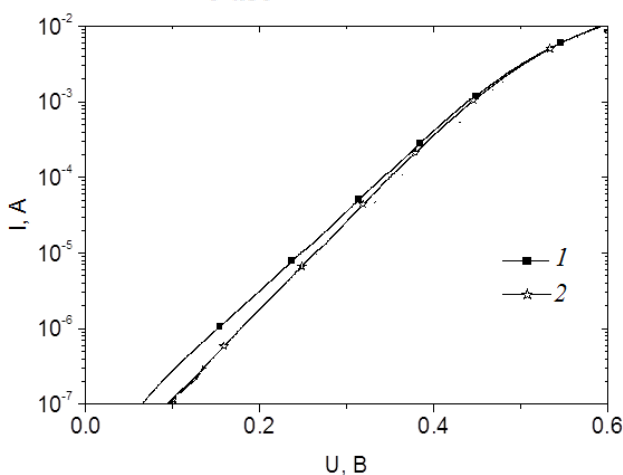


Рис. 1. Вольтамперные характеристики диодов с барьером Шоттки до и после СВЧ облучения: 1 - исходный образец; 2 - после СВЧ отжига в течение 10с

Однако на практике этого никогда не бывает, а всегда имеет место постепенное и довольно значительное увеличение тока с ростом обратного смещения.

Утечки могут быть вызваны дефектами в полупроводнике, неоднородностями распределения высоты барьера по площади контакта, конструктивными особенностями диодов, приводящими к преждевременному краевому пробое, и др. [4].

Влияние быстрых микроволновых обработок на карбидокремниевые диодные структуры исследовано в ряде работ [3]. Диодные структуры изготавливались на массивном монокристаллическом карбиде кремния  $n$ -типа (политип), выращенном методом Лели. Толщина слоя  $TiB_x$  была  $80 \text{ нм Au} - 100 \text{ нм}$ . Диаметр диодной структуры  $\sim 200 \text{ мкм}$ . Режим облучения осуществлялся в свободном пространстве при неизменном расстоянии от выхода волновода до облучаемого образца.

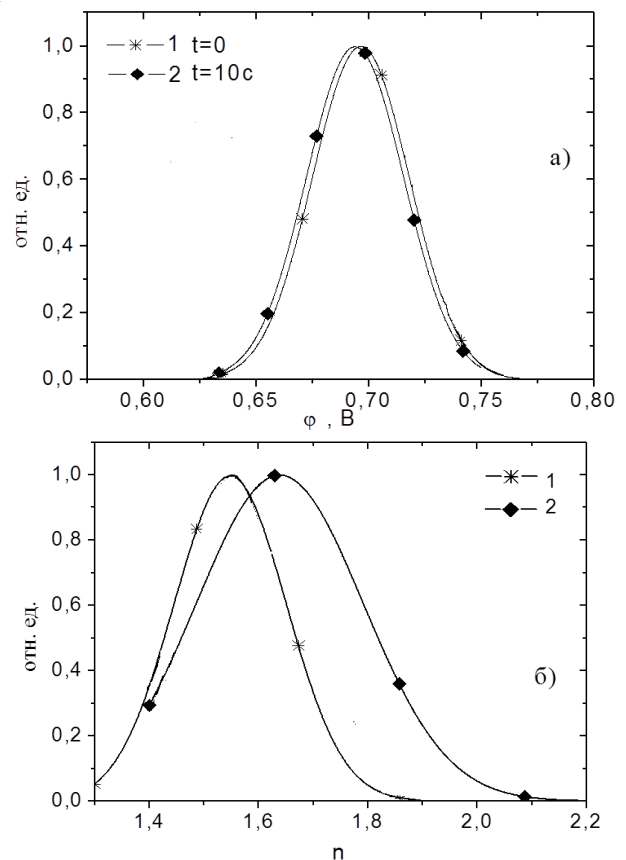


Рис. 2. Гистограммы распределения высоты барьера (а) фактора идеальности (б) диодных структур

$Au - TiB_x - SiC$  6H до и после СВЧ облучения

Частота облучения  $2,45 \text{ ГГц}$ , удельная мощность  $\sim 1,5 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}$ . До и после СВЧ облучения измерялись вольтамперные характеристики диодных структур (рис. 1), из которых рассчитывались высота барьера и коэффициент идеальности  $n$ . Рассчитанные  $\phi$  и  $n$  до и после микроволновой обработки представлены на рис. 2 а,б и в виде статистических распределений, представленных аппроксимацией гауссианом. Каждая выборка имела по микродиодов с рабочей площадью  $\sim 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$ . Как видно из рис. 2а, наиболее

вероятная величина при микроволновой обработке до 10 с сравнительно с контрольной величиной уменьшается. Судя по рис. 2.б, Увеличение времени обработки до 10с, приводит к тому, что величина коэффициента идеальности заметно возрастет.

Приведённые экспериментальные данные а также результаты обзорных статей [6,7] свидетельствуют о том, что можно выделить оптимальную дозу СВЧ облучений, в котором деградация параметров диодов

Шоттки не происходит. Дальнейшее облучение (свыше 10с) приводит к деградации прямой ветви ВАХ, уменьшается экспоненциальный участок, изменяется наклон ВАХ- $\alpha$  уменьшается,  $n$  растёт, что связано с генерацией структурных дефектов, образующихся в процессе релаксации внутренних механических напряжений стимулированными СВЧ обработкой в структуре  $n-SiC$ .

#### Литература

1. Агеев О.А., Беляев А.Е., Болтовец Н.С., Киселов В.С., Конакова В.С., Лебедев А.А., Миленин В.В., Охрименко О.Б., Поляков В.В., Светличный А.М., Чередниченко Д.И. Карбид кремния: технология, свойства, применение. - Харьков: «ИСМА». 2010. -С. 532.
2. Болтовец Н.С., Камалов А.Б., Колядина Е.Ю., Конакова Р.В., Литвин П.М., Литвин О.С., Матвеева Л.А., Миленин В.В., Ренгевич А.Е.. Релаксация внутренних механически напряжений в арсенид галлиевых приборных структурах, стимулированная микроволновой обработкой. Письма в ЖТФ, 2002, том 28, выпуск. 4. 26 февраля
3. Абдигалиев С.К., Кудрик Я.Я. Влияние микроволнового излучения на электрофизические свойства диодов с барьером Шоттки  $Au-TiB_x(ZrB_x)-n-SiC6H$ . // XIV Международное совещание «Радиационная физика твердого тела» (Севастополь, Украина, 2004). -С. 439- 444.
4. Абдигалиев С.К., Кудрик Я.Я. Электрофизические свойства диодов Шоттки под воздействием микроволнового излучения. //Петербургский журнал электроники. 2004, № 2, -С. 48-52.
5. Абдигалиев С.К., Исмаилов К.А. Влияние быстрых термических и микроволновых обработок на величину контактного сопротивления в структурах  $Ni-n-SiC$  // Материалы третьей международной конференции, посвященной 15-летию Независимости Узбекистана «Фундаментальные и прикладные вопросы физики» (Ташкент, Узбекистан, 2006 г.) -С.151-152.
6. Исмаилов К.А, Конакова, П.М, Абдигалиев С.К,Отениязов Е. Физико-технологические аспекты формирования приборных структур на карбиде кремния (Обзор). // «ВЕСТНИК» КГУ им. Бердаха. 2009. № А.Е.З. -С. 12-17.
7. Исмаилов К.А, Конакова, П.М, Абдигалиев С.К,Отениязов Е. Физико-технологические аспекты формирования приборных структур на карбиде кремния (Обзор). ВЕСТНИК КГУ им. Бердаха. 2009. № 4. -С. 3-5.
8. Исмаилов К.А., Абдреймова Г.Р., Сейтимбетова Г.А., Косбергенов Е.Ж. Влияние внешних воздействий на электрические характеристики карбидокремниевых диодных структур с барьером Шоттки  $TiB_x(ZrB_x) - n-SiC 6H$ . // «Вестник» 2016. № 4. -С. 3-6.
9. Абдигалиев С.К., Исмаилов К.А. Отениязов Е. Влияние микроволновой обработки на параметры диодов  $Au-TiB_x - n-SiC 6H$ . Материалы 2-международной конференции «Неравновесные процессы в полупроводниках и в полупроводниковых структурах», 12-14 ноября, 2009. Ташкент.

#### РЕЗЮМЕ

Мақолада микротўлқинли нурлантиришдан кейинги диодли структуралардаги дерадацион жараёнлар кўрсатилган.

#### РЕЗЮМЕ

В статье показаны деградационные процессы после микроволновой обработки в диодных структурах.

#### SUMMARY

The article shows the degradation processes after microwave annealing in diode structures.

### МЕТОДИКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНО МУЛЬТИЭЛЕМЕНТНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЯ

М.А.Жумамуратов - кандидат технических наук, доцент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажсинияза

**Таянч сўзлар:** Қорақалпоғистон, сув, нейтрон-фаоллашуви тахлили, кимёвий таркиб, зичлик, ер ости сувлари, ер ости сувлари, коэффициент, дарё сувлари, коллектор сувлари.

**Ключевые слова:** Каракалпакстан, вода, нейтронно-активационный анализ, химический состав, интенсивность, подпочвенные воды, коэффициент, речные воды, коллекторные воды.

**Key words:** Karakalpakstan, water, neutron-activation analysis, chemical composition, intensity, subsoil waters, coefficient, river waters, collector waters.

#### ВВЕДЕНИЕ

Аральская экологическая катастрофа, произошедшая за сравнительно короткий промежуток времени и выражающаяся в засолении почв, деградации растительного покрова, прогрессировании различных заболеваний среды населения и других негативных процессов, требует накопления информации о состоянии отдельных компонентов природной среды [1,2]. Наиболее опасным видом техногенного воздействия на природную среду является загрязнение среды химическими элементами, которые участвуют в биологических, биогеохимических, гидро-геохимических процессах. Актуальность и важность эколого-геохимических исследований Южного Приаралья определяется тем, что регион в этом плане не достаточно изучен.

До настоящего времени образовавшаяся катастрофическая экологическая ситуация в регионе приводит к сложным и глубоким негативным явлениям, которые

влияют на жизнедеятельность всех организмов. Не установлен элементный состав главных компонентов природной среды, влияющий на продуктивность почв, на здоровье людей. Поэтому, исследование элементного состава почв, природных вод, донных отложений, атмосферной пыли и осадков и выяснение их взаимосвязи между собой в условиях экологического кризиса зоны Приаралья с использованием мультиэлементного инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) является актуальной и важной задачей, поскольку позволяет проводить массовый анализ широкого спектра химических элементов в пробах в широком концентрационном диапазоне с удовлетворительными параметрами по пределу обнаружения и надежности для последующей разработки природно-охранных мероприятий.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Увеличение селективности разрабатываемых мето-