

etpeytuğın jiylı ushırasatuğın sózler (mısalı, "hám", "menen", "bıraq") alıp taslanadı. Onnan keyin, Stemming yamasa lemmatizaciya ámelge asırıladı. Onda sózlerdiń túbiri yamasa sózdiktegi tiykarǵı forması anıqlanadı. Keyingi basqısh sóz túrlerin anıqlaw bolıp tabıladı. Hár bir sózdiń grammatikalıq kategoriyası (atlıq, feyil, kelbetlik h.t.b.) belgilenedi. Al sintaksislik analizde gáptiń qurılısı analizlenedi, sózler arasındaǵı baylanıslar anıqlanadı. Semantikalıq analiz bolsa, tekstiń mánisi hám konteksti túsindiriledi.

Bul processlerdi ámelge asırıw ushin mashinalıq oqıtıw algoritmleri qollanıladı. Mısalı:

- Naıv Bayes klassifikatori: Tekstlerdi kategoriyalarǵa bóliw ushin qollanıladı.

- Qollap-quwatlawshı vektor mashinaları (SVM): Tekstlerdi klassifikaciyalaw hám regressiya máselelerin sheshiw ushin paydalanıladı.

- Rekurrent neyron tarmaqları (RNN): Til modellew hám mashina awdarması ushin qollanıladı.

- Transformerler (mısalı, BERT): Kontekstke baylanıslı sóz vektorların dúziw hám hár túrli til máselelerin sheshiw ushin paydalanıladı [3].

Qaraqalpaq tili ushin bul algoritmlerdi qollanıwda geypara qıynshılıqlar bolıwı múmkin: Birinshiden resurslardıń jetispewshiligi yaǵnıy, qaraqalpaq tilinde úlken kólemdegi annotaciyalanǵan korpuslardıń joqlıǵı. Ekinshiden morfologiyalıq quramalılıq. Bunda qaraqalpaq tiliniń agglutinativ tábiyatı mashinalıq oqıtıw modellerin úyretiwdi qıynlastıradı. Al, standartlastırılǵan resurslardıń jetispewshiligi bolsa, qaraqalpaq tili ushin

standartlastırılǵan sózlikler hám grammatikalıq qaǵıydalar bazasınıń tolıq emesligin kórsetedi. Bul qıynshılıqlardı jeńiw ushin tómendegi usınıslar beriledi:

1. Korpus dúziw: Qaraqalpaq tilinde úlken kólemdegi tekstlerdi jıynaw hám olardı annotaciyalaw. Bul process avtomatlastırılǵan hám qoldan islew usıllarınıń kombinaciyasın talap etedi;

2. Morfologiyalıq analizatorlar dúziw: Qaraqalpaq tiliniń morfologiyalıq ózgesheliklerin esapqa alatuǵın arnawlı algoritmler islep shıǵıw;

3. Til resursların standartlastırıw: Qaraqalpaq tili ushin birdey bolǵan sózlikler, grammatikalıq qaǵıydalar bazasın dúziw;

4. Kóp tilli modellerdi qollanıw: Tuwısqan túrkiy tiller ushin islengen modellerdi qaraqalpaq tiline beyimlestiriw;

5. Transfer oqıtıwdı qollanıw: Basqa tiller ushin úyretilgen modellerdi qaraqalpaq tiline kóshiriw hám jergilikli maǵlıwmatlar menen qayta úyretiw;

Juwmaqlap aytqanda, qaraqalpaq tilin avtomatik analizlewde mashinalıq oqıtıw algoritmlerin qollanıw úlken potencialǵa iye. Bul usıllar tildi izertlew, saqlaw hám rawajlandırıwda áhmiyetli orın tutadı. Bıraq, bul baǵdarda aldımızda ele kóp jumıslar bar. Qaraqalpaq tili ushin sapalı resurslar dúziw, algoritmlerdi beyimlestiriw hám jergilikli ózgesheliklerdi esapqa alıw zárúr.

Keleshekte, qaraqalpaq tilin avtomatik analizlew texnologiyaların rawajlandırıw arqalı biz tilimizdi saqlaw, onı úyreniw processin jeńillestiriw hám xalıqaralıq dárejede tanıtıw imkaniyatına iye bolamız. Bul tarawdaǵı izertlewler hám innovaciyaqlar qaraqalpaq tiliniń cıfrlı dáwirde de óz ornın saqlap qalıwına járdem beredi.

Ádebiyatlar

1. Jurafsky D., & Martin, J.H. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. Pearson. 2020.

2. Bird S., Klein E., & Loper, E. Natural Language Processing with Python. O'Reilly Media. 2009.

3. Goldberg Y. Neural Network Methods for Natural Language Processing. Morgan & Claypool Publishers. 2017.

РЕЗЮМЕ. Mazkur maqola Qaraqalpaq tilini avtomatik tahlil qilishda algoritmlarining qo'llanilishi masalasi o'rganildi. Unda morfologiya, sintaksis va semantika kabi til jihatlarini avtomatik tahlil qilish jarayonlari ko'rsatilib, algoritmlarning texnik imkoniyatlari tahlil qilingan. Python dasturlash tili va uning kutubxonalari asosida til korpuslarini yaratish hamda ularni tahlil qilish imkoniyatlari bayon etilgan.

РЕЗЮМЕ. В статье рассматривается использование алгоритмов машинного обучения для автоматического анализа каракалпакского языка. Описаны процессы автоматического анализа языка, включая морфологию, синтаксис и семантику, а также технические возможности алгоритмов. Рассматривается создание и анализ языковых корпусов с использованием программирования на Python и его библиотек.

SUMMARY. This article explores the application of machine learning algorithms for the automatic analysis of the Karakalpak language. It describes the processes of automated analysis, including morphology, syntax, and semantics, and examines the technical capabilities of the algorithms. The creation and analysis of language corpora using Python programming and its libraries are highlighted.

КАРБИДКРЕМНИЕВЫЙ ДЕТЕКТОРНЫЙ ДИОД Au-TiB_x(ZrB_x)-n-SiC 6H

С.К.Абдижалиев – старший преподаватель

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Таянч сўзлар: Шотки тўсиғи, қувват сенсори, кремний карбиди, детектор диодлари.

Ключевые слова: барьер Шоттки, датчик мощности, карбид кремния, детекторные диоды.

Key words: Schottky barrier, power sensor, silicon carbide, detector diodes.

Введение. Анализ результатов работ последних лет по SiC подтверждает его перспективность для создания электронных устройств, способных функционировать в экстремальных условиях. Представляется возможность определить более конкретные направления перспективных разработок. Наиболее полно его достоинства могут быть реализованы в микроволновых приборах с небольшой рабочей площадью

(эффективные диаметры рабочих областей до 100-300мкм), которые в процессе работы могут иметь выделение чрезвычайно высоких уровней удельной мощности. Этим определяется требование иметь по возможности более высокую рабочую температуру рабочей области чипа и минимальные тепловые сопротивления чипа, а также приемлемую стабильность параметров контактных систем при длительном

воздействии высоких температур (400-500°C). Такое сочетание параметров представляется интересным для генераторных, смесительных, детекторных, умножительных, переключательных диодов.

Большой практический интерес могут представлять такие диоды для создания фазированных антенных решеток и защитных устройств на средние и высокие уровни мощности, а также других устройств сверхскоростной коммутации СВЧ сигналов. Высокий уровень критического электрического поля лавинного пробоя SiC (на порядок выше чем в кремнии) определяет возможность создания на его основе микроволновых ограничительных и переключательных диодов в дециметровом, сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн с уникальным сочетанием быстродействия, коммутирующей СВЧ мощности и теплового сопротивления.

Принципиальный интерес представляет SiC для создания мощных высокоэффективных IMPATT диодов в коротковолновой части миллиметрового диапазона (100-300 ГГц). Однако, состояние материаловедения многослойных эпитаксиальных структур пока не позволили реализовать IMPATT диоды в данном диапазоне частот.

Комплексный подход к проблеме продвижения карбида кремния в высокие микроволновые технологии может иметь успех при участии специалистов по материаловедению и физике SiC, инженеров-технологов, разработчиков устройств и систем в целом типа РЛС, систем связи, систем навигации для самолётов, кораблей, научной аппаратуры со специальными требованиями. Первым этапом такой работы может быть разработка базовых технологий создания планарных структур в виде диодов Шоттки для детекторных, смесительных диодов и мезаструктур р⁺-n-n⁺ типа для переключательных, ограничительных и функциональных устройств на их основе. Исследования в таком направлении дают возможность сравнительно быстро определить совокупность параметров диодов и устройств, которая может быть реализована на настоящем уровне развития материаловедения и технологии карбида кремния. Существенным при этом является выбор материала для омических и барьерных контактов, который являлся бы не только термостойким, но и определял работоспособность элементной базы при значительных дозах радиации, в том числе микроволновой.

В этой работе мы изучали возможность использования диодов с барьером Шоттки TiB_x(ZrB_x)-n-SiC 6H в качестве датчиков мощности, предназначенных для применения в широком диапазоне мощностей, включая такие относительно высокие уровни мощности, как до 1 Вт. Учитывая сочетание таких параметров диода, как высокая термическая стабильность (до 1000°C) барьеров Шоттки на основе структур с TiB₂, высокой (4,9 Вт/см²) теплопроводностью карбида кремния [1-5] и низкой (0,65÷0,75 эВ) высотой барьера, и полученных в этой работе результатов, можно предполагать, что наши детекторные диоды могут представлять существенный интерес для промышленности [6].

Основная часть. Структуры с барьером Шоттки Au-TiB_x(ZrB_x)-n-SiC 6H были изготовлены с

использованием планарной технологии в окнах (эффективный диаметр 20 мкм), выполненных из пленки SiO₂ толщиной 0,4 мкм. Слои SiO₂ были сформированы с использованием окисления SiC в водяном паре при T=1100°C (см. рис.1а).

Омическим контактом служила металлизация никелем с последующим золочением. Слои никеля толщиной 200 нм были получены с помощью магнетронного распыления. Для получения омического контакта мы провели термический отжиг в вакууме (давление 10⁻⁴ Па) при t=1000°C в течение 90 с.

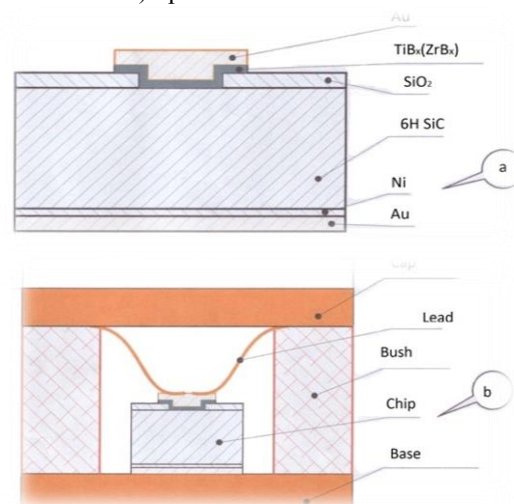


Рис. 1.а) Чип микроволнового SiC-диода

б) конструкция диода в металло-рубиновом корпусе

Золото было нанесено на никелевую металлизацию после быстрого термического отжига с использованием микроэлектронной технологий. Пластина была разрезана на чипы, которые были помещены в миниатюрные корпуса из металла и рубина (рис. 1). Для корпусированных диодных структур мы измерили I-V и C-V кривые.

Для измерения динамических характеристик преобразования мы подключили диоды к гибридной схеме. Измерительная схема была реализована с использованием несимметричных полосовых линий (характеристическое сопротивление 50 Ом). Измерения передаточных характеристик проводились при различных токах смещения (0÷13,8 мкА) на частоте 300 МГц. На вход детектора подавался амплитудно-модулированный сигнал. Выходное напряжение детектора измерялось вольтметром, входное сопротивление которого составляло 10 МОм. Измерения проводились при сопротивлении нагрузки диода 100 МОм.

Результаты измерений напряжения на диоде Au-TiB_x(ZrB_x)-n-SiC 6H в зависимости от входной мощности представлены на рисунке 2. До значения входной мощности 10 мВт передаточные характеристики детектора были близки к квадратичным. Переход от квадратичной характеристики к линейной наблюдался при значении входной мощности около 10 мкВт. Чувствительность детекторного диода в области квадратичной зависимости достигала максимума при постоянном токе смещения 0,5±310 мкА (рис. 3). Следует отметить, что токи смещения в исследованных диодах были на порядок ниже, чем в диодах с барьером Шоттки из GaAs [7].

Интересной особенностью SiC-диодов является то, что они могут работать при повышенной входной мощности. Измерения проводились при мощности до 1 Вт, подаваемой на вход детектора, динамический диапазон линейной области передаточной характеристики составляет 50 дБ. Чувствительность диода к напряжению в этой области слабо зависит от тока смещения и уменьшается с увеличением входной мощности (рис. 3). [8]

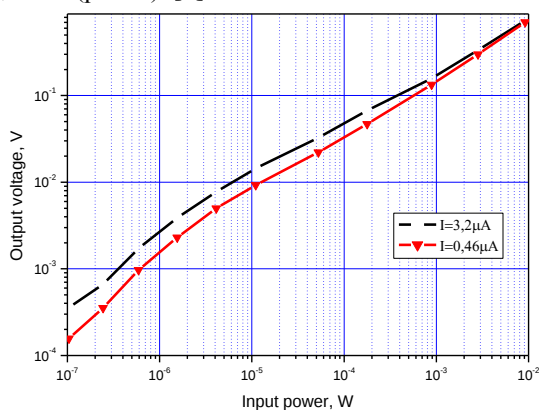


Рис. 2. Зависимость напряжения на диоде от входной мощности

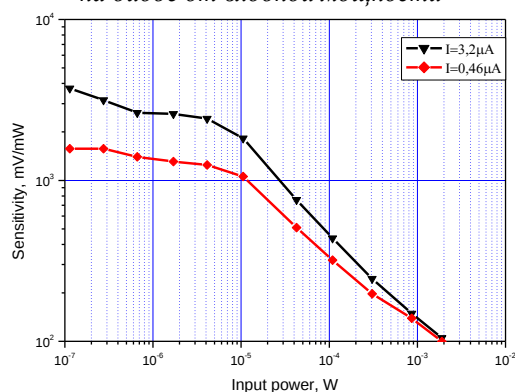


Рис. 3. Зависимость чувствительности к напряжению от входной мощности

Чувствительность диода к напряжению при входной мощности 10^{-7} Вт составляла $1800 \div 3500$ мВ/мВт, а при 10^{-5} Вт - 1000 мВ/мВт. Этих значений вполне достаточно для практического применения. Они свидетельствуют о хороших перспективах разработки таких диодов для использования в широком диапазоне частот. Аналогичные характеристики детектора были получены также для диодов с барьером Шоттки Au-ZrB_x-n-SiC 6H.

Нам удалось получить представленные характеристики детекторных диодов благодаря их высокой термостойкости и термической стабильности параметров барьеров Шоттки, сформированных из фаз

внедрения TiB_x или ZrB_x. Действительно, как показала Оже-электронная спектроскопия, быстрый термический отжиг при $T=1000^\circ\text{C}$ в течение 90 с практически не изменил химического взаимодействия между пленками TiB_x(ZrB_x) и SiC (рис.4а, б).

Кривые I-V и C-V также существенно не изменились. Напряжение отсечки (которое определяется по зависимости C^{-2} от V) составляло около $0,7 \pm 0,05$ эВ как до, так и после термического отжига. Это хорошо согласуется со значением высоты барьера Шоттки (около $0,69 \pm 0,05$ эВ), рассчитанным по прямой ветви кривой I-V после термического отжига.

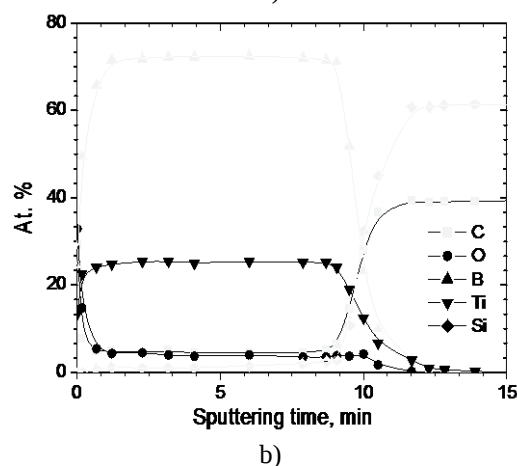
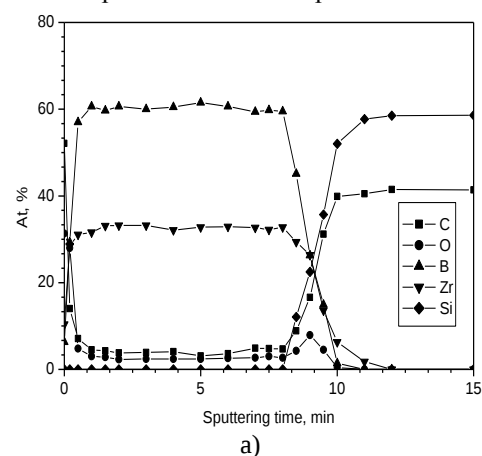


Рис. 4. Профили распределения контактов ZrB_x-n-SiC 6H (a) и TiB_x-n-SiC 6H (b) после БТО при $T=1000^\circ\text{C}$.

Заключение. Уникальное сочетание параметров диодных структур на основе SiC 6H позволяет разрабатывать высокочувствительные микроволновые детекторные диоды на основе термостойких барьеров Шоттки, сформированных из фаз внедрения TiB_x(ZrB_x). Эти диоды могут работать в широком диапазоне СВЧ мощности (до 1 Вт).

Литература

1. Ivanov P.A., Chelnokov V.E. Recent developments in SiC single-crystal electronics. // Semicond. Sci. Technol. 1995, 7, 863-880.
2. Porter L.M., Davis R.F. A critical review of ohmic and rectifying contacts for silicon carbide. // Mater.Sci. Engineer., 1995, B34, 83-105.
3. Hara S. The Schottky limit and a charge neutrality level found on metal. //6H-SiC interfaces. Surf. Sci. 2001, 494, L805-L810.
4. Strelchuk A.M., Savkina N.S., Kuznetsov A.N., Lebedev A.A., Tregubova A.S. // Characterization of p-n structures grown by sublimation heteroepitaxy of 3C-SiC on 6H-SiC. Mater. Sci. Engineer. 2002, B91, -P.321-324.
5. Neudeck P.G. Progress towards high temperature, high power SiC devices, Institute of Physics Conf. Ser. 141: Compound Semiconductors 1994. -P. 1-6.

6. Кудрик Я.Я., Абдизжалиев С.К. Особенности температурной зависимости тока насыщения прямосмещенных диодов Шоттки $\text{TiB}_x\text{-n-6H SiC}$. // Известия вузов радиоэлектроника.

7. Abdizhaliev S.K., Ismailov K.A., Kamalov A.B., Kudrik Ya.Ya. Effect of microwave treatment on the parameters of $\text{Au-TiB}_x\text{-GaAs (SiC 6H)}$ surface-barrier structures. // Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics. 2003. Т. 6, № 2. -Р. 202-204.

8. Boltovets N.S., Zorenko A., Ivanov V.N., Vlaskina S.I., Konakova R.V., Kudrik Ya.Ya., Litvin P. M., Litvin O. S., Milenin V.V., Abdizhaliev S.K. Peculiarities of the formation and thermal stability of barrier contacts in high-sensitivity silicon carbide detector diodes// Technical Physics Letters, Volume 29, -Р. 22–25, 2003.

РЕЗЮМЕ. Ушбу ишда $\text{Au-TiB}_x(\text{ZrB}_x)\text{-n-SiC 6H}$ юкори частотали детектор диодларининг электр параметрлари ва хусусиятлари кўрсатилган. Ушбу диодлардан кенг қувват диапазонида (шу жумладан 1 ваттгача қувват) фойдаланиш учун қувват сенсори сифатида фойдаланиш имконияти ўрганилди.

РЕЗЮМЕ. В этой работе представляется электрические параметры и характеристики микроволновых детекторных диодов $\text{Au-TiB}_x(\text{ZrB}_x)\text{-n-SiC 6H}$. Была изучена возможность использования этих диодов в качестве датчиков мощности для применения в широком диапазоне мощностей (включая мощность до 1 Вт).

SUMMARY. In this work, the electrical parameters and characteristics of the ultrahigh frequency detector diodes $\text{Au-TiB}_x(\text{ZrB}_x)\text{-n-SiC 6H}$ are presented. The possibility of using these diodes as power sensors for applications in a wide range of capacities (including power up to 1 W) has been studied.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЕ Δ^0 -ИЗОБАР В ЦЕНТРАЛЬНЫХ $p^{12}\text{C}$ - И $d^{12}\text{C}$ -СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 4.2 А ГэВ/с

Р.Бекмирзаев – доктор физико-математических наук, профессор
Джизакский государственный педагогический университет

К.Олимов – доктор физико-математических наук, профессор

Б.Юлдашев – доктор физико-математических наук, профессор, академик
Физика – технический институт, АН РУз

М.Султанов – кандидат физико-математических наук, доцент
Самаркандский архитектурно-строительный университет

С.Юлдашев – докторант
Самаркандский государственный университет

Таянч сўзлар: ядро, нуклон, Δ -изобар, эффективная масса, масса спектрининг кенглиги, зарядланган зарралар, марказий тўқнашув, тезлаткич, пропан камераси, углерод.

Ключевые слова: ядро, нуклон, Δ -изобара, эффективная масса, ширина массового спектра, заряженные частицы, центральное соударение, ускоритель, пропановая камера, углерод.

Key words: nucleus, nucleon, Δ -isobar, effective mass, mass spectrum width, charged particles, central collision, accelerator, propane chamber, carbon.

Введение. Как нам известно, до сегодняшнего дня не создана теории сильных взаимодействий. Здесь важный рол играет изучении множественные процессы, где рождаются множество вторичных заряженных и нейтральных частиц образованных в неупругих адрон – ядерных и ядро – ядерных взаимодействиях в широком энергетическом интервале. Для получение полезную информации необходимо анализировать процессы, где участвует много нуклонов при взаимодействии.

Одна из фундаментальных задач в современной ядерной физике является изучение нуклонной степени свободы. В начале была обнаружена протон – нейтронный состав ядра, затем квазинуклонов, пионов, барионных резонансов, партонов, кварков и глюонов. Работы посвященные этим событием было освещено в многочисленных научных и популярных работах и обзорах [1-11]. Что касается барионных резонансов, актуальности образование Δ резонанса на сегодняшний день продолжает оставаться важной темой для исследований, как экспериментаторов, так и теоретиков. Это связано с тем, что Δ резонансы может образоваться в различных сильных и электромагнитных взаимодействиях под действием различных частиц-пионов, барионов, ядер, γ -квантов и электронов. Кроме этого, не все существующие теоретические модели не позволяют однозначно описать всю суммарную экспериментальных данных по рождению Δ резонанса. Получен-

ные результаты в этих работах показали, что разные характеристики (ширина и масса) Δ резонанса, рожденного в столкновениях ядер отличаются от таковых для Δ резонанса, рожденного в столкновениях свободных нуклонов.

В настоящее время экспериментальных данных по образованию Δ -изобар в адрон- и ядро ядерных соударениях при высоких энергиях очень мало, имеются лишь несколько работ. Изучение образование барионных резонансов в центральных адрон- и ядро ядерных соударениях при промежуточных и высоких энергиях почти отсутствует. Из ранее полученных результатов по барионным резонансам показывают, что ширина массы Δ^0 -изобары на 20–25% меньше ($\Gamma = 85\text{--}95$ МэВ), (по нашим результатам, в центральных $p^{12}\text{C}$ - и $d^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 А ГэВ/с ($\Gamma = 85\text{--}95$ МэВ)) чем таковая ($\Gamma = 120$ МэВ) для изобар, рожденных в нуклон-нуклонных или пион-нуклонных соударениях. Впервые в работе [7] в $p^{12}\text{C}$ -соударениях при 4.2 ГэВ/с проводилось исследование образования Δ^0 -резонанса отдельно в области фрагментации мишени и области фрагментации снаряда. Ширина массы Δ^0 -изобары, образованной в области фрагментации мишени оказалась равной 47 ± 2 МэВ, что в 2.5 раза меньше ширины дельта резонанса, образованного в столкновениях свободных нуклонов. Для интерпретации этого результата была выдвинута гипотеза о том, что внутри