

MUHAMMAD AL-XORAZMIY
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI
FERGANA BRANCH OF TUIT
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

“AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



4-SON 1(4)
2023-YIL

TATU, FARG'ONA
O'ZBEKISTON



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI

Muassis: Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

Chop etish tili: O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

Учредитель: Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

Язык издания: узбекский, английский, русский. Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

Founder: Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

Language of publication: Uzbek, English, Russian. The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2023 yil, Tom 1, №4
Vol.1, Iss.4, 2023 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniylar avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Jurnal OAK Rayosatining 2023-yil 30 sentabrdagi 343-sonli qarori bilan Texnika fanlari yo'nalishida milliy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Tahririyat manzili:
151100, Farg'ona sh.,
Aeroport ko'chasi 17-uy,
202A-xona
Tel: (+99899) 998-01-42
e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2023 YIL

TAHRIR HAY'ATI

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Muxtarov Farrux Muhammadovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

Arjannikov Andrey Vasilevich,

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

Satibayev Abdugani Djunosovich,

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Rasulov Akbarali Maxamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

G'aniyev Abduxalil Abdjalilovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Abdullayev Abdujabbor,

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Qo'ldashev Abbosjon Hakimovich,

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

Ergashev Sirojiddin Fayazovich,

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

Qoraboyev Muhammadjon Qoraboevich,

Toshkent tibbiyot akademiyasi Farg'ona filiali fizika matematika fanlari doktori, professor, BMT ning maslahatchisi maqomidagi xalqaro axborotlashtirish akademiyasi akademigi

Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

Zulunov Ravshanbek Mamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Saliyev Nabijon,

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

Abdullaev Temurbek Marufovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Axborot texnologiyalari kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Muxtarov Farrux Muhammadovich, TARMOQ TRAFIGI ANOMALIYALARINI IDENTIFIKATSIYA QILISHNING STATIK USULI	4-7
Daliyev Baxtiyor Sirojiddinovich, Abelning umumlashgan integral tenglamasini yechish uchun Sobolev fazosida optimal kvadratur formulalar	8-14
Umarov Shuxratjon Azizjonovich, KRIPTOBARDOSHLI KRIPTOGRAFIK TIZIMLAR VA ULARNING KLASSIFIKATSIYASI	15-21
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, PYTHONDA NEYRON TARMOQNI QURISH VA BASHORAT QILISH	22-26
Djalilov Mamatisa Latibdjanovich, IKKI QATLAMLI NOELASTIK PLASTINKANING KO'NDALANG TEBRANISHI UMUMIY TENGLAMASINI TAHLIL QILISH	27-30
Erkin Uljaev, Azizjon Abdulkhamidov, Utkirjon Ubaydullayev, A Convolutional Neural Network For Classification Cotton Boll Opening Degree	31-36
Seytov Aybek Jumabayevich, Xusanov Azimjon Mamadaliyevich, Magistral kanallarda suv resurslarini boshqarish jarayonlarini modellashtirish algoritmini ishlab chiqish	37-43
Abdullayev Temurbek Marufjonovich, Algorithm of functioning of intellectual information-measuring system	44-49
Odinakhon Sadikovna Rayimjanova, Usmonali Umarovich Iskandarov, Reaserch of highly sensitive deformation semiconductor sensors based on AFV	50-53
S.S.Radjabov, G.R.Mirzayeva, A.O.Tillavoldiyev, J.A.Allayorov, BARG TASVIRI BO'YICHA MADANIY O'SIMLIK LARNING FITOSANITAR HOLATINI ANIQLASH ALGORITMLARI	54-59
Эргашев Отабек Мирзапулатович, Интеллектуальный оптоэлектронный прибор для учета и контроля расходом воды в открытых каналах	60-65
Xomidov Xushnudbek Rapiqjon o'g'li, Nurmatov Sardorbek Xasanboy o'g'li, Yo'ldashev Bilol Iqboljon o'g'li, O'lmasov Farrux Yorqinjon o'g'li, Konus setkali chang tozalovchi qurilma uchun chang namunalarning dispers tarkibi tahlili	66-69
Akhundjanov Umidjon Yunus ugli, VERIFICATION OF STATIC SIGNATURE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK	70-74
Лазарева Марина Викторовна, Горовик Александр Альфредович, Цифровизация и цифровой менеджмент в современном управлении	75-81
D.X.Tojimatov, KIBERTAHDIDLARNI OLDINI OLIHDA KIBERRAZVEDKA AMALIYOTI VA UNING USTUVOR VAZIFALARI	82-85
Muxtarov Farrux Muhammadovich, Rasulov Akbarali Maxamatovich, Ibroximov Nodirbek Ikromjonovich, Kompyuter eksperimenti orqali kam atomli mis klasterlarining geometrik tuzilishini o'rganish	86-89
Umurzakova Dilnoza Maxamadjanovna, BOSHQARISH QONUNLARINI ADAPTATSIYALASH ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQLASH	90-94
Muxamedieva Dildora Kabilovna, Muxtarov Farrux Muhammadovich, Sotvoldiev Dilshodbek Marifjonovich, JAMOAT TRANSPORTI MARSHRUTLARINI QURISH INTELLEKTUAL ALGORITMLARI	95-103
Нурдинова Разияхон Абдихаликовна, Перспективы применения элементов с аномальными фотовольтаическими напряжениями	104-108
Bozarov Baxromjon Pخomovich, UCH O'LCHOVLI FAZODAGI SFERADAANIQLANGAN FUNKSIYALARNI TAQRIBIY INTEGRALLASH UCHUN OPTIMAL KUBATUR FORMULALAR	109-113
Улжаев Эркин, Худойбердиев Элёр Фахриддин угли, Нарзуллаев Шохрух Нурали угли, РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПОЛУЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЁМКОСТНОГО ПОТОЧНОГО ВЛАГОМЕРА	114-122
Mamirov Uktam Farkhodovich, Buronov Bunyod Mamurjon ugli, ALGORITHMS FOR FORMATION OF CONTROL EFFECTS IN CONDITIONS OF UNOBSERVABLE DISTURBANCES	123-127
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Jabborov Anvar Mansurjonovich, YURAK-QON TOMIR KASALLIKLARI DIAGNOSTIKASI UCHUN TEXNOLOGIYALAR, ALGORITMLAR VA VOSITALAR	128-136
Marina Lazareva, Estimating development time and complexity of programs	137-141
Asrayev Muhammadmullo, ONLINE HANDWRITING RECOGNITION	142-146
Norinov Muhammadyunus Usibjonovich, SPEKTR ZONALI TASVIRLARGA INTELLEKTUAL ISHLOV BERISH USULLARI TAHLILI	147-152
Xudoynazarov Umidjon Umarjon o'g'li, PARAMETRLI ALGEBRAGA ASOSLANGAN EL-GAMAL SHIFRLASH ALGORITMLARINI GOMOMORFIK XUSUSIYATINI TADQIQ ETISH	153-157
D.M.Okhunov, M.Okhunov, THE ERA OF THE DIGITAL ECONOMY IS AN ERA OF NEW OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR BUSINESS DEVELOPMENT BASED ON CROWDSOURCING TECHNOLOGIES	158-165

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Солиев Бахромжон Набиджонович, Путеводитель по построению веб-API на Django - Шаг за шагом с Django REST framework — от моделей до проверки работоспособности	166-171
Sevinov Jasur Usmonovich, Boborayimov Okhunjon Khushmurod ogli, ALGORITHMS FOR SYNTHESIS OF ADAPTIVE CONTROL SYSTEMS WITH IMPLICIT REFERENCE MODELS BASED ON THE SPEED GRADIENT METHOD	172-176
Mamatov Narzullo Solidjonovich, Jalelova Malika Moyatdin qizi, Tojiboyeva Shaxzoda Xoldorjon qizi, Samijonov Boymirzo Narzullo o'g'li, SUN'IY YO'LDOSHDAN OLINGAN TASVIRDAGI DALA MAYDONI CHEGARALARINI ANIQLASH USULLARI	177-181
Обухов Вадим Анатольевич, Криптография на основе эллиптических кривых (ECC)	182-188
Turdimatov Mamirjon Mirzayevich, Sadirova Xursanoy Xusanboy qizi, AXBOROTNI HIMOYALASHDA CHETLAB O'TISHNING MUMKIN BO'LGAN EHTIMOLLIK XOLATINI BAHOLASH USULLARI	189-193
Musayev Xurshid Sharifjonovich, TRIKOTAJ MAHSULOTLARIDA NUQSONLI TO'QIMALARNING ANIQLASHNING MATEMATIK MODELI VA UNING ALGORITMLARI	194-196
Kodirov Ahkhmadkhon, Umarov Abdumukhtar, Rozaliyev Abdumalikjon, ANALYSIS OF FACIAL RECOGNITION ALGORITHMS IN THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE	197-205
Suyumov Jorabek Yunusalievich, METHODOLOGICAL PROBLEMS OF QUALIMETRY IN CONDUCT OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT-EXAMINATION	206-211
Хаджаев Саидакбар Исмоил угли, АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА ОТ КИБЕРАТАК	212-217
M.M.Khalilov, Effect of Heat Treatment on the Photosensitivity of Polycrystalline PbTe Films AND PbS	218-221
Тажибаев Илхом Бахтиёрвич, ПОЛНОСТЬЮ ВОЛОКОННЫЙ СЕНСОР, ОСНОВАННЫЙ НА КОНСТРУКЦИИ ИЗ МАЛОМОДОВОГО ВОЛОКОННОГО СМЕЩЕНИЯ С КАСКАДНЫМ СОЕДИНЕНИЕМ ВОЛОКОННОЙ РЕШЕТКИ С БОЛЬШИМ ИНТЕРВАЛОМ, ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСКРИВЛЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	222-225
Sharibaev Nosir Yusubjanovich, Djuraev Sherzod Sobirjanovich, To'xtasinov Davronbek Xoshimjon o'g'li, PRIORITIES IN DETERMINING ELECTRIC MOTOR VIBRATION WITH ADXL345 ACCELEROMETER SENSOR	226-230
Mukhammadjonov A.G., ANALYSIS OF AUTOMATION THROUGH SENSORS OF HEAT AND HUMIDITY OF DIFFERENT DIRECTIONS	231-236
Эрматова Зарина Кахрамоновна, АКТУАЛЬНОСТЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ	237-241
Saparbaev Rakhmon, ANALOG TO DIGITAL CONVERSION PROCESS BY MATLAB SIMULINK	242-245
Садикова М.А., Авазова Н.К., САМООБУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ПРОСТОМ ПРИМЕРЕ	246-250
Abduhafizov Tohirjon Ubaydullo o'g'li, Abdurasulova Dilnoza Botirali kizi, DEVELOPMENT OF ALGORITHMS IN THE ANALYSIS OF DEMAND AND SUPPLY PROCESSES IN ECONOMIC SYSTEMS	251-256
Kayumov Ahror Muminjonovich, CREATING MATHEMATICAL MODELS TO IDENTIFY DEFECTS IN TEXTILE MACHINERY FABRIC	257-261
Mirzakarimov Baxtiyor Abdusalomovich, Xayitov Azizjon Mo'minjon o'g'li, BIOMETRIC METHODS SECURE COMPUTER DATA FROM UNAUTHORIZED ACCESS	262-266
Soliyev B., Odilov A., Abdurasulova Sh., Leveraging Python for Enhanced Excel Functionality: A Practical Exploration	267-271
Жураев Нурмахамад Маматович, Системы Электроснабжения Оборудования Предприятий Связи: Надежность и Эффективность	272-276
Rasulova Feruzaxon Xoshimjon qizi, Isroilov Sharobiddin Mahammadyusufovich, OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA MUTAXASSISILIK FANLARINI O'QITISHDA MULTIMEDIALI MOBIL ILOVADANDAN FOYDALANISHNING STATISTIK TAHLILI	277-280
Muxtarov Farrux Muxammadovich, Toshpulatov Sherali Muxamadaliyevich, SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA IJTIMOYIY TARMOQ MONITORINGI TIZIMINI YARATISH, AFZALLIKLARI VA MUHIM JIXATLARI	281-285
Sadikova Munira Alisherovna, APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVICES IN MANUFACTURING	286-290
Mamatov Narzullo Solidjonovich, Ibroximov Sanjar Rustam o'g'li, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, Samijonov Abdurashid Narzullo o'g'li, SUN'IY INTELLEKT VOSITALARINI TA'LIMNI NAZORAT QILISH VA BAHOLASHDA QO'LLASH	291-297

Перспективы применения элементов с аномальными фотовольтаическими напряжениями

Нурдинова Разияхон Абдихаликовна,

доктор философии по техническим наукам, Ферганский
филиал Ташкентского университета информационных
технологий имени Мухаммада аль-Хорезми
e-mail: nurdinovar2016@mail.ru

Аннотация: В данной работе проведены результаты экспериментальных исследований АФН-эффекта. Сформулировано и определено природа микропроцессов, приводящих к возникновению аномально высоких фотоэлектрических напряжений (АФН-эффект). Проведены исследования энергетических параметров АФН-пленок.

Ключевые слова: аномальное фотонапряжение (АФН), вольт-амперные характеристики, люкс-вольтовые характеристики, спектры фотонапряжения.

Введение. Изучение фотоэлектрических эффектов и модификации технологии получения тонко-пленочных структур с эффектом аномального фотовольтаического напряжения (АФН) является актуальным вопросом науки и техники в области физики полупроводников. Для этого нужно проводить целенаправленное исследование в следующих направлениях:

1. Усовершенствования технологию получения элементов аномального фотонапряжения из полупроводниковых структур CuInSe_2 ;
2. Управление выходными параметрами и воспроизводимостью фоточувствительности образцов диселенида меди и индия;
3. Изучение влияния изовалентных примесей и внешних условий на эффект аномального фотонапряжения (АФН);
4. Влияние поляризованного света на проявление АФН –эффекта в магнитном поле;
5. Разработка устройства получения АФН пленок с дополнительными примесями методом вакуумного напыления.

В этом плане выполнены ряд научных исследований. Например, в работе японских ученых Takahashi M., Nakai J. приведена технология получения плёнки из полупроводникового материала Ge, в вакууме 10^{-5} мм. рт. ст. со скоростью испарения 100 мкм /с. В результате установили, что с увеличением угла напыления увеличивается фотонапряжение и приобретает максимальные значения при углах

60° , но увеличение толщины пленок в интервале от 0,02 до 0,2 мкм приводит к снижению фотонапряжения.

В нашей Республике в направление получения тонких пленок с аномальными фотонапряжениями нужно отметить работы ученых под руководством Э.И. Адировича. Они получили плёнки германия и изучали их свойства. Напыление пленок толщиной 0,1 мкм проводили под углом 45-60 градус при температуре подложки 200-400°C. При комнатной температуре значения АФН составляли 100 В. К настоящему времени в направлении изучения новых аспектов применения АФН пленок на основе сульфида кадмия проводятся профессором С.Отажоновым.[1]

Несмотря на широкое изучение АФН-элементов, остаются неизученными вопросы фотоэлектрических, фотомангнитных, магнито-оптических и других свойств пленок с эффектом аномального фотовольтаического напряжения.

Нами получены АФН-пленки из различных полупроводниковых материалов с шириной и узкой запрещенной зоной используя метод вакуумного испарения [2,4].

Технологический режим получения АФН-пленок зависит от большого числа параметров, таких как температура испарителя и подложки, угол напыления, толщина пленки, состав и давление остаточных газов в вакуумной камере, условия термической обработки пленок после напыления. При этом каждому полупроводниковому материалу соответствует свой оптимальный режим и часто небольшие отклонения от него даже по одному параметров



приводят к исчезновению АФН-эффекта в изготавливаемых пленках. Поэтому разработка технологии получения АФН-пленок из того или иного материала требует проведения большой экспериментальной работы, большого количества пробных напыления при последовательном варьировании нескольких технологических параметров, их сочетаний и нахождения параметров, специфичных для получения АФН-эффекта на пленках из данного полупроводникового материала.

Также исследован АФН-эффект в пленках и кристаллах полученных легированным с изовалентными примесями и обладающих с эффектом двойного лучепреломления.[]

С этой цели разработаны специальная методика и установка для получения АФН-пленок из различных полупроводниковых материалов, которая описана в [7]. Разработанная методика и соответствующая ему установка вполне обеспечивает в пленке неоднородность по структуре и по составу. При освещении неоднородного поликристаллического полупроводника может возникать вентиляция фото-ЭДС, на барьерах разного типа. Например, в пленках CdTe, CdSe, ZnS и др. наблюдается так называемый АФН-эффект, состоящий в возникновении аномально высоких фотонапряжений, превышающих ширину запрещенной зоны соответствующего полупроводника. Оказывается, что АФН-пленка представляет собой сложную супер многослойной (СМС) систему, состоящую из большого числа микрофотоэлементов ($\sim 10^5 \text{ см}^{-1}$ и более), каждый из которых связан с какой-либо структурной особенностью пленки-микронеровностями, наличием межкристаллических прослоек или зерен, границ блоков и т.д. Кроме вентиляционной фото-ЭДС, эффект может обуславливаться диффузионной (демберовской) фото-ЭДС, в объеме микрокристалла. В неоднородных СМС структурах фото-ЭДС преимущественно определяется межкристаллитным веществом. По величине фото-ЭДС и фотопроводимости можно определять подвижность носителей заряда. Поликристаллические и аморфные АФН-пленки (Sb_2S_3 и Sb_2Se_3) могут иметь весьма высокие эффективное объемное удельное сопротивление (например, $(\sim 10^{10} \div 10^{11} \text{ Ом} \cdot \text{см})$) и низкую подвижность носителей заряда. Это связано с

наличием кристаллических включений в аморфной фазе, где локализуются микрогетеропереходы [8]

В результате выполненных исследований АФН-эффект был нами впервые обнаружен в селенид меди и индия, теллурид кадмий с изовалентными примесями (Cu, Ag и Au), германий и кремний (Al, Ga и In), и в некоторых эквимолекулярных составов ($\text{PbSe Sb}_2\text{Se}_3$ или $\text{PbS Sb}_2\text{Se}_4$). В качестве подложки использованы полированные стеклянные, керамические и сегнетоэлектрические пластины. Установлено, что АФН-пленки получают только при косом напылении на подложку. Между испарителем и подложками в вакуумной камере была установлена шторка, перемещаемая с помощью электромагнитного привода параллельно поверхности источника. Изменяя скорость перемещения шторки и наклон подложки по отношению к оси молекулярного пучка, можно было независимо управлять угловой анизотропией напыления и градиентом толщины пленок, получая, в частности, пленки постоянной толщины при наклонном напылении и клинообразные пленки при напылении по нормали. Пленки обоих типов были нами получены на всех исследованных полупроводниковых материалах. Из экспериментальных результатов следует, что АФН-пленки образуются только в однородном и при анизотропном напылении независимо от наличия или отсутствия градиента толщины. Исследования кристаллической структуры показали, что один из факторов возникновения АФН-эффекта, является неоднородность по структуре и по составу. Кроме, того в АФН-пленках фотодиффузионном и так при фотовольтаическом механизме выполняется

$$V_{\text{АФН}} = f(V, R_0),$$

т.е. АФН-эффект может возникать только в высокоомных пленках, V -интенсивность падающего света; R_0 – темновое сопротивление пленки.

С целью определения области применения и технические возможности АФН-эффекта мы проводили исследования фотоэлектрических, магнитоэлектрических и фотоэлектретных свойств, вновь полученных нами АФН-пленках и АФН-элементах на основе сегнетоэлектриков [8]

В рамках фотоэлектрических исследований проведено экспериментальные и теоретические исследования вольтамперных (ВАХ), люкс-



вольтовых (ЛВХ) и спектральных (СХ) характеристик АФН-пленках. [7]

Вольт-амперные характеристики

Основываясь предложенной в работах [1-5] модели АФН-пленки теллурида кадмия, и учитывая сложность структуры, неоднородность по структуре и по составу других АФН-пленках, обобщая результатов в [6] получено ВАХ в общем виде [7]. Темновые ВАХ для рассмотренной модели представлены на рис.1.

С целью обнаружения на ВАХ участков предсказываемых теорией были проведены экспериментальные исследование ВАХ на различных АФН-пленках (Рис.2) Темновые ВАХ линейны до значений $E=5 \cdot 10^3 \text{ В/см}$, при более сильных полях вплоть до пробойных ($E=5 \cdot 10^5 \text{ В/см}$) – сверхлинейны. Линейный участок ВАХ в начале координат зависит от степени шунтирования микро-р-п-переходов. После линейного участка ВАХ имеет сверхлинейную область. Однако, согласно теории когда между переходами смещенных в прямом направлении и смещенным в обратном направлении происходит эффект переноса инжектированных носителей ($\alpha=1$), переходы взаимосвязанные на ВАХ после сверхлинейного участка должна наблюдаться снова линейный участок, который не удалось обнаружить в эксперименте (Рис.2).

Физический смысл суперлинейности ВАХ состоит в том, что пока рекомбинационные потери инжекционного тока в р-п-областях составляют малую долю тока насыщения единичного перехода.

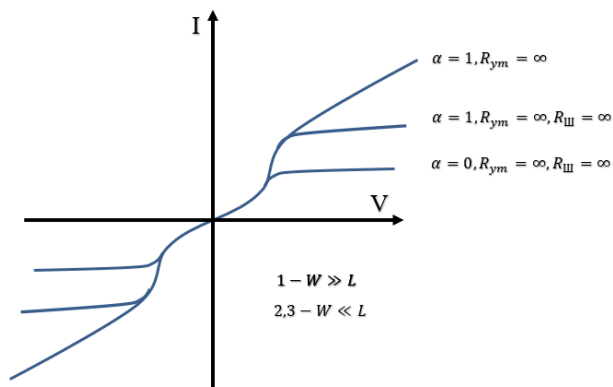


Рис.1 Вольт-амперная характеристики для взаимосвязанных ($\alpha=1$) невзаимосвязанных ($\alpha=0$) СМС с р-п-переходам. α – коэффициент переноса; w -толщина квазинейтральных областей

переходов; L -длина диффузии; R_{yt} – сопротивление утечек электронно-дырочных переходов; $R_{ш}$ -сопротивление фотошунта

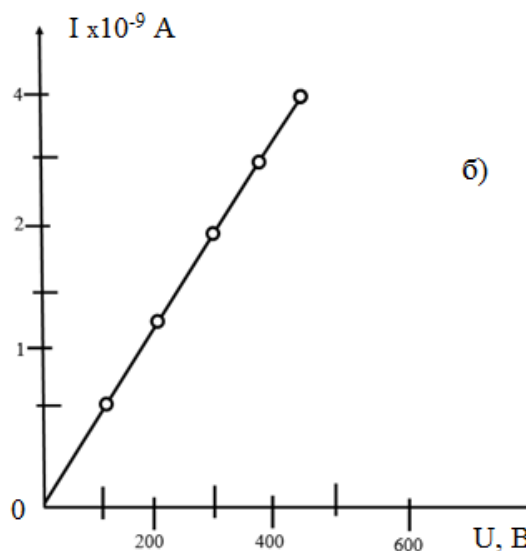
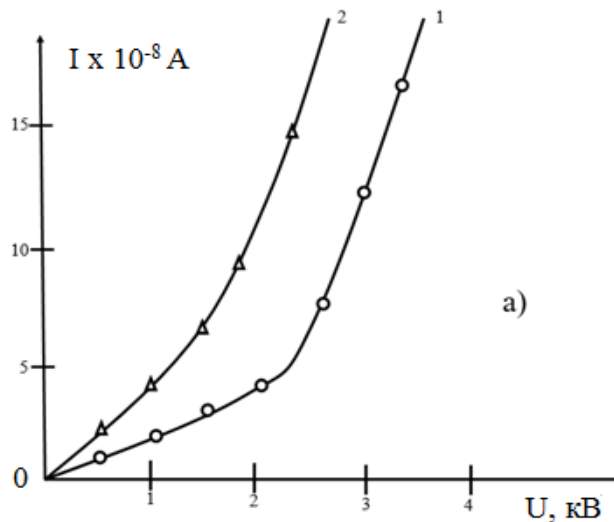


Рис.2 Типичные темновые экспериментальные вольт-амперные характеристики АФН-пленок тройных сплавов CuInSe_2 : а) ВАХ при больших электрических полях: 1- $J=0$; 2- $J=2 \cdot 10^4$ лк. б) ВАХ при слабых электрических полях $V=0$

Поэтому практически все прикладываемое к переходам напряжение падает на эмиттерах. При достаточно больших токах основную роль начинает играть обратно смещенные р-п-переходы. ВАХ становится сублинейной. На экспериментальной ВАХ переход от



сверхлинейного участка к сублинейному не обнаружена.

При освещении образцов ВАХ спрямляется и при высоких освещенностях интенсивности света, становится линейной.

Спрявление ВАХ при больших освещенностях света связано, по-видимому, с уменьшением дифференциального сопротивления обратно смещенных переходов и падения напряжения на последовательном сопротивлении.

Люкс-вольтовые характеристики

Важнейшей характеристикой АФН-эффекта является зависимость фотонапряжения от интенсивности света. Исследование ЛВХ производилось путем ослабления падающего светового потока нейтральными светофильтрами, фотонапряжения измерялось электростатическими вольтметрами С-50, С-96 и электрометром В2-5. Типичные ЛВХ АФН-пленок приведены на рис.3.

Люкс-вольтовые характеристики образцов АФН-пленок легированных изовалентными примесями не проходят через нуль системы координат, это означает, что в данных образцах имеется темновое электретоное напряжение. Это напряжение появляется в процессе наклонного напыления пленок, при отсутствии поляризующего электрического поля. Интересно, что полярность электретоное напряжение может совпадать с полярностью генерируемого этой пленкой anomalно-большого напряжения и может быть противоположной. У некоторых образцов фотонапряжения равно нулю, в то время, электретоное напряжения отлично от нуля. Опыты по нагреву пленок в вакууме до температуры 100°C также не привели к исчезновению электретоного напряжения.

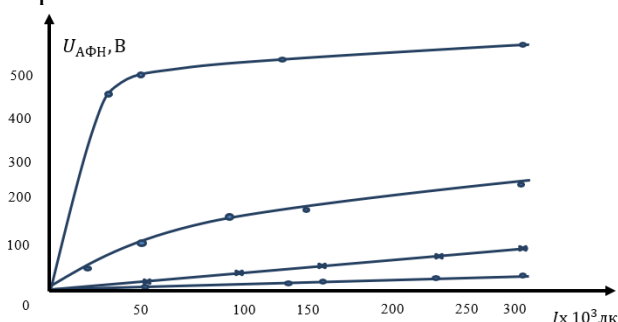


Рис.3 Люкс-вольтовые характеристики АФН-пленок: 1-германий; 2-кремний; 3-арсенид галлий; 4-теллурид кадмия

Люкс-вольтовые характеристики халькогенидов при комнатной температуре линейны вплоть до интенсивности света $V=0,35$

$\text{Вт}/\text{см}^2$. При температуре жидкого азота линейность ЛВХ сохраняется лишь до интенсивностей возбуждения $V < 2 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{см}^2$. Существенно, что при 77°K фотонапряжение резко возрастает в области малых интенсивностей света и уже при $V=10^{-6} \text{ Вт}/\text{см}^2$ достигает значений порядка 1В, а дальнейшее увеличение интенсивности возбуждения приводит к росту anomalного фотонапряжения вплоть до нескольких десятков тысяч вольт, причем насыщение не наблюдается до $V=0,35 \text{ Вт}/\text{см}^2$.

Спектры фотонапряжения

Результаты измерений спектров anomalного фотонапряжения CdTe, Si, Ge, GaAs, Se, GaP и халькогенидных сплавов показали, что АФН-эффект вызывается светом из области собственного поглощения. Типичные спектры АФН-пленок нормированные к единице падающей на пленку энергии света, приведены на рис.4. Наряду с приведенными ЛВХ в пленках различных веществ наблюдается спектральные зависимости с инверсией знака фотонапряжения (см. например рис.4).

В рамках спектральных исследований были сняты полярные диаграммы (зависимость фотонапряжения от угла освещения АФН-пленок монохроматическим светом), они дают возможность однозначно определить приходу возникновения АФН в микрофотоэлементах. Отсутствие инверсии знака на полярных диаграммах, позволяет сделать однозначный вывод о фотовольтаическом (p-n-переходом) механизме АФН-эффекта (рис.5), если полярных диаграммах наблюдается инверсия в области коротких монохроматических волн (вблизи угла напыления пленки), то говорим о диффузионном (Демберском) механизме эффекта.

Таким образом, комбинация полярных (угловых) и спектральных измерений дает однозначный ответ на вопрос о природе микрофотоэлементов в АФН-пленках.

Заключение

Разработан и исследован anomalно большой фотоэлектрический эффект в полупроводниковых пленках легированных изовалентными примесями.

Используя электрооптических и магнитооптических свойств АФН-элементов



разрабатываются оптоэлектронные измерительные трансформаторы напряжения (ОИТН) и тока (ОИТТ). Оптоэлектронные трансформаторы напряжения (ОТН) имеют коэффициент трансформации порядка 1000. АФН-элементы могут служить в качестве первичных преобразователей информации например, электрических, оптических, неэлектрических величин. Поэтому на основе АФН-элементов разрабатываются различные приборы и устройств для неразрушающего контроля и измерения.

По результатам исследований (ВАХ, ЛВХ, СХ и электромагнитными измерениями) можно определить все необходимые характеристические параметры и величин для разработки новых оптоэлектронных приборов на основе АФН-эффекта.

Список использованной литературы

1. Касимахунова А.М., Нурдинова Р.А. «АФН-элементы с двойным лучепреломлением» Uzbek Journal of Physics, 2017 Vol.19 (№5), PP 302-306.
2. Р.Найманбаев, С. Ирматов «Ярим утказгичли фотоприёмниклар, «Фаргона» нашриёти, 2011
3. Б.Х.Каримов, Известия Томского политехнического университета., 2009, Т.314, №2
4. Материалы II Международной конференции по «Оптическим явлениям в полупроводниковых микро- и наноструктурах», Фергана, 8-9 сентября 2011г., с.179
5. Эргашев Ж. ИЗВ. АН УзССР. Сер. Физ.-мат. наук, 1978, №2, С.60
6. Найманбаев Р. И др. Запоминающие устройства, Авт.Свид.СССР.1976 №546936.
7. Касимахунова А.М., Найманбаев Р., Мамадалиева Л.К., Нурдинова Р.А., Олимов Ш.А. «Исследования некоторых явлений в АФН-структурах с изовалентными примесями для разработки приборов и устройств неразрушающего контроля и измерения», г. Москва, Computational nanotechnology, № 2, 2018 г.с.72-76
8. Kasimakhunova A., Naymanbayev R., Mamadaliyeva L., Nurdinova R., Olimov Sh., «Research of ANV-effect in films and crystals with the effect of the double

luxurification», г. Москва, Computational nanotechnology, № 2, 2018 г.с.44-48

9. Фридкин В.М. Фотосегнетоэлектрики г. Москва, Наука, М.,1979

