

MARGANEC KIRISPE ATOMLARININ KLASTERLERINE IYE KREMNIYDIN TIYKARGI PARAMETRLERINE BASIMNIN TASIRIN UYRENIW

S.A.Tursinbaev – *fizika-matematika ilimleri boyınsha filosofiya doktori*

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

Tayanch so'zlar: marganets, kremniy, legirlash, diffuziya, bosim, sezgirlik.

Ключевые слова: марганец, кремний, легирование, диффузия, давление, чувствительность.

Key words: manganese, silicon, doping, diffusion, pressure, sensitivity.

Kirisiw. Házirgi kúnde tenzodatchiklerge bolǵan qızıǵıwshılıq artp barmaqta. Tenzodatchikler hár túrli ólshew ásbaplarında, máselen, elektron tárezilerde hám de sırtqı basımdı ólsheytuǵın datchiklerde keń qollanıladı.

Dáslep tenzosezgirlik haqqında toqtayıq: tenzosezgirlik dep, qattı kristall denelerdiń belgili bir deformaciya túri boyınsha salıstırmalı qarsılıǵınıń ózgeriwın sanlıq jaqtan táriyipleytuǵın mánisine aytıladı. Sonlıqtan tenzosezgirlik formulasın tómendegishe jazıwımız múmkin.

$$\alpha = (\Delta\rho/\rho)/(\Delta l/l)$$

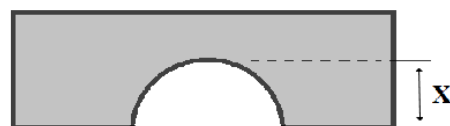
Qattı kristall denelerdiń elektr ótkizgishligi atomlar arasındǵı aralıqlardıń artıwına yamasa kemeyiwine alıp keletuǵın deformaciya sebepli ózgeredi. Zaryad tasıwshılardıń háreketshelighine kristall reshıyotka (pánjere) túyinleriniń bir birine jaqınlasıwı yamasa uzaqlasıwı tásir etiwı múmkin [1:71].

Yarımtótkizgishlerge basımınń tásirin úyreniwde tenzodatchiklerge qoyılatuǵın eń tiykarǵı talaplardıń biri bul onıń islew waqtı esaplanadı [2:51] avtorları tárepinen datchiklerdiń xızmet etiw waqtınıń turaqlılıǵı uzaq bolǵan joqarı temperaturalı yarımtótkizgishli basım datchikleri izertlengen. Basım datchikleriniń sezgir elementlerinde islew waqtı turaqsızlıǵınıń payda bolıw sebepleri kórsetilgen hám onı azaytıw usılları usınıs etilgen. Keminde 20 Om·sm salıstırmalı qarsılıqqa iye bolǵan monokristallıq kremniyden tayarlanǵan tenzometrlik basım datchiginiń variantları usınıs etilgen.

Biziń usı ilimiy jumısımızdaǵı izertlewler marganec penen legirlengen kremniydiń parametrlerine bir kósherli basımınń tásirin eksperimentallıq túrde úyreniwge arnaldı. Kirispe marganec atomların diffuziya qılıw ushın baslanǵısh material sıpatında p-tiptegi, salıstırmalı qarsılıǵı $\rho=3$ Om·sm, dislokaciyalıq tıǵızlıǵı $S\sim 10^2$ sm², koncentraciyası $N_B\sim 7\cdot 10^{19}$ sm⁻³ bolǵan bor akseptorlıq aralaspaları bar monokristall kremniy material tańlap alındı.

Tenzo effekti hám onıń payda bolıw mexanizmin izertlew maqsetinde dáslepki kremniy p-Si ($\rho=3$ Om·sm) kristallarına hám de joqarı temperaturalı diffuziya jolı menen <Mn> kirispe atomları kiritilip kompensaciyalanǵan (Si <Mn>) salıstırmalı qarsılıǵı $\rho=3.7\cdot 10^3$ Om·sm úlgerilerine bir kósherli radial basımınń táhiri úyrenildi. Sırtqı basımınń legirlengen kremniydiń elektrofizikalıq qásiyetlerine tásirin izertlew onı legirlewdiń texnologiyalıq procesinde kremniy kóleminde payda bolatuǵın klasterlerdiń bir tekli jaylaspaytuǵınlıǵı haqqında bahalı maǵlıwmatlar [3:7] alıwǵa, sonday-aq, legirlengen yarımtótkizgishli materiallar tiykarında joqarı sezgir tenzodatchiklerdi jaratıwdıń jańa jolların tabıwǵa múmkinshilik beredi [4:62].

Metodlar. Kremniy materialında marganec atomlarınıń klasterlerin payda etiw ushın diffuziya usılı qollanıldı. Onıń ushın dáslepki material retinde salıstırmalı qarsılıǵı $\rho=3$ Om·sm, p-tipli monokristallıq kremniy $T=1150\div 1170$ °C temperatura aralıǵında $t=5\div 20$ minut dawamında kvarc ampulalarda diffuziya qılındı [5:12, 6:18, 7:407, 8:30, 9:4]. Marganec aralaspa atomlarınıń kremniyge diffuziyası belgilengen temperaturanı $\pm 1^\circ\text{C}$ anıqlıqta uslap turıwshı pechte ámelge asırıldı. Diffuziya temperaturası kvarc ampulası janına jaylastırılǵan platina – platinorodiy termoparası járdeminde anıqlandı. Bunnan soń diffuziyalanǵan kremniy plastinkalar 200 °C tezlik penen keskin suwıtıldı. Úlginı diffuziyadan soń suwıtıw hám mexanikalıq kesiw proceslerinde júzege kelgen ózgerislerdi ximiyalıq usıllar menen saplastırıw maqsetinde 1HF:3HNO₃ quramlı ximiyalıq eritpe tayarlanıp áste jemiriw jolı menen tegislendi. Soń olar qarama-qarsı betlerdiń parallelligin saqlaǵan halda $\sim 2\div 3$ μm anıqlıqta M1 den M14 ke shekemgi markalı [10:19] karbid kremniy mikro untaqları járdeminde kremniy betine 1-súwrette kórsetilgenindey $x\sim 300$ mkm qalınlıqqa shekem mexanikalıq islew berildi. Onnan soń spirt hám tazalanǵan suw menen tazalandı. Kremniy reshıyotkasında marganec atomları klasterleri payda bolıwı elektron paramagnit rezonans (EPR) qubılısı usılında izertlendi. Úyrenilip atırǵan úlgeriler 1x4x8 mm [11:45] ólshemge keltirip kesip alındı.



1-súwret. Úyrenilip atırǵan úlgeri diń arnawlı formaǵa keltirip islep shıǵılǵan kórinisi.

Marganec atomların kremniyge diffuziya qılınǵannan keyin elektrofizikalıq hám fotoelektrik qásiyetleri kóplegen jumıslarda úyrenilgen [12:23, 13:97, 14:62]. Hár qıylı yarımtótkizgish materiallardıń tenzo qásiyetlerin izertlewdiń ámeldegi usıllarınan parqlı túrde, biziń usı ilimiy jumısımızda 1-súwrette kórsetilgende arnawlı formadaǵı úlgeriler islep shıǵıldı hám tayarlandı. Úlgerlerdi tayarlawdıń bunday forması tek ǵana deformaciyalanıw waqtındaǵı tenzo qásiyetlerin izertlewde ǵana emes, al marganec atomları klasterleriniń jaylasıwı hám tarqalıwına baylanışlı úlgeri diń tenzosezgirliǵin anıqlawǵa da múmkinshilik beredi.

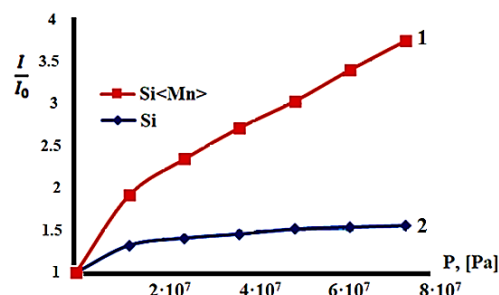
Nátiyjeler. 1-kesteden basımınń artıwı nátiyjesinde úlgeriden aǵıp ótip atırǵan tok kúshiniń ózgerisin kóriwimiz múmkin. Nátiyjeler tok kúshiniń basım artqan sayın artp barıwın kórsetti. Kestedeǵı nátiyjeler eki túrli sharayatta yaǵnıy qarańǵı jerde hám de qosımsha jaqtılıq bar jerde ólshenip tekserilip kóridi.

Кесте-1. Ўлгиден ағип отип атурган ток кúshиниñ сýртқи басим тásиринде óзгериси.

№	Басим P , [$\times 10^7 \cdot Pa$]	Қараңғи jerde ólshengende úlgiden ағип откен ток кúshиниñ шамасы I_q , [μA]	Ўлги jaqtılıq penen jaqtılandırılғanda ғи тоқ кúshиниñ шамасы $I_{jaqtı}$, [μA]
1	0.14	1.29	3.21
2	0.27	1.38	3.38
3	0.53	1.41	3.55
4	1.02	1.54	3.81
5	1.48	1.61	3.98
6	3.10	1.81	4.52
7	5.37	1.99	5.2
8	6.27	2.07	5.44
9	7.98	2.24	5.92

1- кестеде ўлгиге бир кósherли radial басимниñ тásиринде ток кúshиниñ шамасыниñ óзгерисин qosımsha jaqtılıq penen jaqtılandırılғan halda ólshegenimizde qaraңғи jerde ólshengendegige salıstırılғanda parq etetuғınlıғın kóriwge boladı. Bunnan marganec kirispe atomları kiritilip kompensaciyalanғan ($Si <Mn>$) kremniy materialınan kóp funcsiyalı datchik alıwımızǵa boladı dep ayta alamız.

Jáne de ótkirilgen bir neshe tájiriybelerden 2-súwrette kórsetilgen grafikalıq kórinis alındı. Súwrette baslanғısh úlgide hám de marganec atomları menen legirlengen úlgidegi ток кúshиниñ басим тásиринде óзgeriwi kórsetilgen. Nátiyjeler басим artqan sayın ток кúshиниñ de artıwın kórsetedi. Marganec kirispe atomlarınıñ klasterleri payda etilgen taza materialımızda ток кúshиниñ ózgerisi oǵada joqarı bolǵanın baqlawımız múmkin. Yaǵniy ápiwayı kremniyde bul kórsetkish 1.5 esege artqan bolsa, marganec klasterleri bar bolǵan kremniyde derlik 3.8 ese artqanlıǵın kóriwimiz múmkin.



2-súwret. Ўлгиден отип атурган ток кúshi mánisiniñ сýртқи басим тásиринде ózgeriwi (1-marganec klasterlerine iye kremniy, 2-baslanғısh material).

2-súwrette baslanғısh úlgide hám de marganec atomları menen legirlengen úlgidegi ток кúshиниñ басим тásиринде ózgeriwi kórsetilgen. Nátiyjeler басим artqan sayın ток кúshиниñ de artıwın kórsetedi.

Нátiyjelerdi talqılaw. Marganec atomlarınıñ klasterlerine iye bolǵan kremniydiñ ápiwayı yarım ótkizgish materiallardan parqı sýrtқи тásirlerge júdá joqarı dárejede tenzosezgirlikke iye ekenligi anıqlanǵan bolıp, onı ámelde bar teoriyalar menen túsindiriw júdá qıyın. Alınǵan nátiyjelerden, bunday materiallarǵa басим berilgen waqıtta júdá joqarı tenzosezgirliktiñ ózgerisi, marganec atomları klasterleriniñ bar bolıwı menen baylanıslı dep boljawǵa múmkinshilik beredi.

Juwmaq. Alınǵan maǵlıwmatlar marganec atomlarınıñ klasterlerine iye bolǵan kremniy tenzodatchiklerdiñ jańa klasın jaratıwda perspektivalı material bolıp xızmet etiwı múmkin ekenligin kórsetedi. Marganec atomları klasterleriniñ koncentraciyası hám zaryad jaǵdayın basqarıw arqalı bunday materiallardıñ tenzosezgirligin sezilerli dárejede arttırıw múmkin. Bul maqalada marganec penen legirlengen kremniy materiallarınıñ elektrofizikalıq qásiyetlerine sýrtқи басимniñ тásiri eksperimentallıq jaqtan izertlendi.

Ádebiyatlar

- Еремеев Ю.А., Воробьев М.Г., Гращенко А.С., Семенча А.В., Осипов А.В., С.А.Кукушкин. Изменение упругих деформаций в пленках SiC в процессе роста методом согласованного замещения атомов на подложках Si. // Физика твердого тела, 2023, том 65, вып. 1. -С. 71-75.
- Баринев И.Н., Волков В.С. Высокотемпературные полупроводниковые датчики давления с повышенной временной стабильностью. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2011, 8. -С. 51-55.
- Илиев Х.М., Камалов А.Б., Турсынбаев С.А. Кремний с нанокластерами атомов марганца – новый материал для тензодатчиков. // «Fan va jamiyat». № 4, -С.7–9. 2020.
- Турсынбаев С.А., Камалов А.Б., Илиев Х.М., Тачилин С.А., Кушиев Г.А. Тензосвойства кремния с нанокластерами. // Физика полупроводников и микроэлектроника. 2019, Т. 1, вып. 4, -С.62-67.
- Камалов А.Б., Турсынбаев С.А., Артыкова С.Т. Влияние освещения на тензочувствительность кремния, легированного марганцем. // Science and world. 2023, 3 (115), -С.12–14.
- Камалов А.Б., Жалелов М.А., Турсынбаев С.А. Тензоэлектрические свойства кремния с нанокластерами атомов марганца. // «Fan va jamiyat» № 1, - С.18–20. 2023.
- Tursinbaev S.A. Influence of Illumination and Temperature on Tensoproperties of Silicon with Nanoclusters of Manganese Atoms. // Semiconductors. 2022, Vol. 56, №. 6. -P. 407–410.
- Kamalov A.B., Khamdamov J.J., Saparov F.A., Tursinbaev S.A. Influence of pressure on the electrical characteristics of silicon and dielectric coating. // Физика полупроводников и микроэлектроника. 2022, Т. 4, вып. 1, -С. 30-36.
- Muratov A.S., Kamalov A.B., Tursinbaev S.A. Installations for studying the strain properties of silicon with nanoclusters of impurity atoms. // Science and Education in Karakalpakstan. 2021, 2 (17), -P. 4–7.
- Турсынбаев С.А., Камалов А.Б., Исамов С.Б., Тачилин С.А. Разработка установки для изучения влияния электрического поля, температуры и освещения на параметры полупроводникового материала в условиях локального давления. // Приборы. 2022, 1 (259). -С. 19–22.
- Kamalov A.B., Tursinbaev S.A., Iliyev Kh.M., Shoabdurakhimova M.M. Influence of lighting on tenso-sensitivity of silicon doped with manganese. // Scientific-technical journal (Fergana). 2020, Vol. 3, №. 5. -P. 45-47.
- Бахадырханов М.К., Илиев Х.М., Зикиллаев Х.Ф. Влияние одноосного сжатия на фотопроводимость сильнокомпенсированного Si<B, Mn>. // Письма в «Журнал технической физики», 1998, Т. 24, вып. 22, -С. 23-28.

13. Телегин А.М., Калаев М.П., Сёмкин Н.Д. Обзор исследований проводимости диэлектриков и полупроводников под высоким давлением. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2011, 7(31), -С. 97-106.

14. Турсынбаев С.А., Камалов А.Б., Илиев Х.М., Тачилин С.А., Кушиев Г.А. Тензосвойства кремния с нанокластерами. // Физика полупроводников и микроэлектроника. 2019, Т. 1, вып. 4, -С. 62-67.

REZYUME. Ushbu maqolada marganets bilan legirlangan kremniyga tashqi bosim ta'sirining elektrofizik xususiyatlari eksperimental jihatdan o'rganildi. p-tipdagi monokristall kremniy namunalarida marganets atomlarining diffuziyasi amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari marganets klasterlari mavjud kremniyning yuqori sezgirlik xususiyatlariga ega ekanligini ko'rsatdi. Ushbu materiallar yuqori sezgir tenzodatchiklarni yaratishda istiqbolli deb hisoblanadi.

РЕЗЮМЕ. В данной статье экспериментально исследовано влияние внешнего давления на электрофизические свойства кремния, легированного марганцем. Диффузия атомов марганца проводилась в образцах монокристаллического кремния р-типа. Полученные результаты показали, что наличие кластеров марганца способствует высокой тензочувствительности материала. Данный материал является перспективным для создания высокочувствительных тензодатчиков.

SUMMARY. This article experimentally investigates the effect of external pressure on the electrophysical properties of manganese-doped silicon. The diffusion of manganese atoms was carried out in p-type monocrystalline silicon samples. The results indicate that the presence of manganese clusters enhances the material's high strain sensitivity. This material is considered promising for the development of high-sensitivity strain sensors.

Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya

UDK 595.722 (575.123)

FARG'ONA VILOYATI SUVARAKLAR (BLATTOPTERA, INSECTA) TURKUMI FAUNASI

M.K.Begjanov – *biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent*

M.A.Jumanov – *biologiya fanlari doktori, professor*

Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti

Tayanch so'zlar: Farg'ona viloyati, Blattoptera, Insecta, fauna, suvarak, turkum, oila, tur, tabiat, o'rmon, termit, ekologiya, tropika, Sibir, adir, landschaft, imago.

Ключевые слова: Ферганская область, Blattoptera, Insecta, фауна, таракан, отряд, семейство, вид, природа, лес, термит, экология, тропики, Сибирь, предгорья, ландшафт, имаго.

Key words: Fergana region, Blattoptera, Insecta, fauna, cockroach, order, family, species, nature, forest, termite, ecology, tropics, Siberia, foothills, landscape, imago.

Kirish. Sayyoramizda suvaraklarning 4000 ga yaqin turi ma'lum, ammo ularning atigi o'nga yaqini haqiqiy sinantropalar hisoblanishadilar. Qolganlari tabiatni afzal ko'rishadi [7]. Ko'pchilik suvaraklar tropik o'rmonlarda yashaydi, u yerda axlatga, daraxtlarning qobig'i ostiga va hatto chumolilar va termitlarning inlarida joylashadi. Shunday qilib, suvaraklar asosan issiqlik va namlikni yaxshi ko'radilar. Biroq, ular orasida hatto cho'l turlari ham bor. Suvaraklar Sibir sovuqlariga bardosh bera olmaydi va ular bunday o'lkalarda yashamaydi [2, 7].

Tadqiqotlardan ma'lumki, birinchi suvaraklarning tashqi ko'rinishi va hayotiy shakli zamonaviylardan unchalik farq qilmagan. Suvaraklar guruhlarining aksariyati turli xil ovqatlarni iste'mol qiladi. Ular fermentlarning juda keng doirasi tufayli o'simlik va hayvon qoldiqlarini eyishga qodir [2, 7]. Suvaraklar oziqlanmasdan bir oy yashaydi, lekin ular suvga muhtoj va muntazam ravishda suv ishishi kerak. Bir qator suvaraklar sinantrop bo'lib, inson yashaydigan joylarda yashaydilar, masalan, qizil suvarak yoki qora suvarak. Suvaraklar oziq-ovqat, charm buyumlari, kitob, tepasi tyopiq va issiqxona o'simliklariga zarar yetkazishi mumkin. Turli xil axlat, shu jumladan najas bilan oziqlanadigan ba'zi turlari yuqumli kasalliklar (masalan, dizenteriya) va qurt tuxumlari tashuvchisi hisoblanadi.

Bugungi kunda hasharotlar populyatsiyasida epizootiya va ularning ommaviy o'limiga olib keladigan yangi avlod biologik dori vositalaridan foydalanish bilan bog'liq. Biroq, bir muncha vaqt o'tgach, migratsiya tufayli suvaraklar soni tiklanishi mumkin.

Farg'ona viloyati geografik joylashuvi jihatdan respublikamizning tog'li hududlaridan biri sanaladi va tabiati ham betakrordir [1]. Bu viloyatning atrofi tog'lar bilan o'ralgan. Viloyatga vodiyning tekislik qismi, Oloy va Turkiston tizmalarining tog'oldi hududlari kiradi.

Shu nuqtayi nazardan, to'g'riqanotsimon hasharotlarning tur tarkibini o'rganish faunamizni o'rganishda katta ahamiyatga ega.

Tadqiqot materiallari va usullari.

Hasharot namunalarini yig'ish ishlari 2022-2025-yillar davomida Farg'ona viloyatining turli biotoplarida olib borildi. Materiallarni yig'ishda umumentomologik va turkum uchun ishlab chiqilgan uslublardan foydalanildi. Yig'ilgan hasharot namunalari matratslarga joylanib, ularga ish olib borilgan joy nomi, muddati, landschaft to'g'risida qisqacha ma'lumotlar yozilgan yorliqlar (etiketi) yopishtirilib chiqildi. Suvaraklar taksonomik holati (Klyuge N.Yu. 2020.) sistematikasi asosida zamonaviy ro'yxati shakllantirildi [5, 6]. Aniqlangan turlar namunalaridan kolleksiya materiallari tayyorlandi [3, 4].

Hasharotlarni identifikatsiyalash mos keladigan identifikatsiya jadvallari yordamida lichinka va hayotiy rivojlanish bosqichlariga muvofiq amalga oshirildi.

Materiallarni yig'ishda standart entomologik usullar qo'llanildi [2, 3, 4, 5, 6]. Bunga ko'ra to'g'ri qanotli hasharotlarni tutish entomologik tutqich orqali 1m² yerdagi tur soni ro'yxatga olindi. Turlarni tarqalishi va ularning zichligi quyidagicha shartli belgilashlar, ya'ni entomologik tutqich bilan bir soat davomida 1-3 dona hasharot yig'ilgan