

ХАЛЬКОГЕНИД ЮПҚА ПАРДАЛАРИДА АФК-ЭФФЕКТ**Юлдашев Шохжахон Аброрович**

докторант, Фарғона давлат университети

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7191045>

Аннотация. Мақолада халькогенид юпқа пардаларида олиб борилган вольт-ампер характеристикалар ва температуравий боғланишларнинг экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган. Улар асосида халькогенид юпқа пардаларида даврий такрорланувчи р-п-ўтишлардан иборат кетма-кет занжирларнинг бир жинсли бўлмаган соҳалари мавжудлиги аниқланган. Бу соҳалардаги қўшни р-п-ўтишлар орасида ўзаро таъсир, зарядлар алмашинуви ва “транзистор эффекти” кузатилмайди. Халькогенид юпқа пардаларининг ўта юқори ($R \geq 10^8$ Ом) қаришликка эга бўлган намуналарида АФК-эффект ҳодисаси содир бўлади.

Калит сўзлар: Халькогенид, АФК-эффект, анизатрон буглатиш, гетерофотоэлемент

ЭФФЕКТ АФН В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ ХАЛЬКОГЕНИДОВ

Аннотация. В статье представлены результаты вольт-амперных и температурных экспериментов, проведенных на тонких пленках халькогенидов. На их основе было установлено, что в тонких пленках халькогенидов присутствуют неоднородные участки ряда цепочек, состоящих из периодических повторяющихся р-п-переходов. Никакого взаимодействия, перезарядки или «транзисторного эффекта» между соседними р-п-переходами в этих полях не наблюдается. АФН-эффект возникает в образцах тонких пленок халькогенидов, с очень высоким сопротивлением ($R \geq 10^8$ Ом).

Ключевые слова: халькогенид, эффект АФН, анизотропное испарение, гетерофотоэлемент.

APV – EFFECT ON HALCOGENIDE THIN CURTAINS

Abstract. The article presents the results of volt – ampere and temperature experiments conducted on chalcogenide thin films. Based on them, it was found that in the chalcogenide thin films there are non-homogeneous areas of a series of chains consisting of periodic repeating р-п-junctions. No interaction, charge exchange, or “transistor effect” is observed between adjacent р-п-junctions in these fields. AFN-effect occurs in specimens of chalcogenide thin films with very high resistance ($R \geq 10^8$ Ohm).

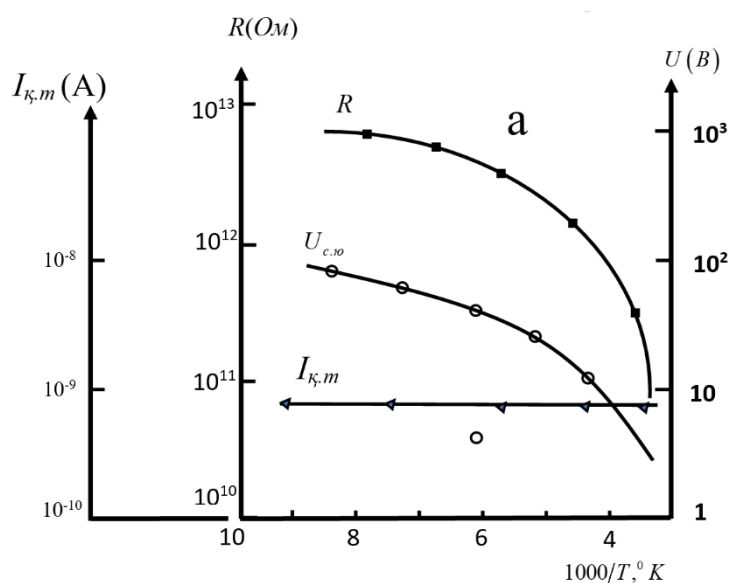
Keywords: Halcogenide, AFN effect, anisotropic evaporation, heterofotoelement

КИРИШ

Ҳозирги шароитда қуёш энергиясидан комплекс фойдаланиб, ҳар хил турдаги ахборот-ўлчов ва назорат бошқарув тизими учун микроэлектрон, оптоэлектрон қурилмалар яратишга илмий жамоатчиликнинг турли соҳаларидаги мутахассислар катта қизиқиш билдирмокда [1-4]. Айниқса яримўтказгичли гелиотехника соҳасида етарли натижаларга эришилди. Ярим ўтказгичли юпқа пардалар олишнинг техник, технологик ва назарий-илмий асослари шакллантирилди [5]. Бундай қурилмаларни яратишда асосан халькогенид яримўтказгич бирикмаларининг ўта юпқа пардаларидан ясалган гетерофотоэлемент ва АФК-элементлардан фойдаланилади. Маълумки, халькогенид яримўтказгич бирикмаларнинг спектрал фотосезгирлиги, ёт элементлар атомлари киритилгандаги хусусиятларининг кескин ўзгарувчанлигидан ҳосил бўладиган бир жинсли эмасликлар

(оптик анизатропия, кластер ҳолатларда кузатиладиган политропик полиморфизмларнинг сегрегацияси) сабабли халькогенидлар махсус фотоэлементлар яшаш учун қулай материал ҳисобланади [6,7]. Оптоэлектрон гелиотехник қурилмалар яшаш учун танланган халькогенид яримўтказгич материалларнинг юпқа пардаларида температуравий деградация спектраль адсорбция, юпқа пардаларда ишлатиладиган таглик билан боғлиқ адгезион ҳолатлар ва сегнетоэлектрик яримўтказгич моддаларда кузатиладиган аномал фотоиндукцион кутбланиш каби жараёнларнинг физикаси чуқур экспериментал текшириш натижалари асосида таҳлил қилинди.

Температуравий ўлчашларни амалга ошириш учун АФК-элемент юпқа пардаси криостатга жойлаштирилиб, 10^{-2} торр босимгача ҳавоси сийраклантирилади. Ҳар бир танланган ҳарорат учун вольт-ампер характеристика олинади ва салт кучланиш, қисқа туташув токи ва қаршилиқ аниқланади. Танланган материалларга хос типик температуравий экспериментал боғланишлар кўрсатадики, АФК-элементлардаги ишлатилган юпқа пардаларнинг аномал фотокучланиши ва парда қаршилиги температура ортиши билан дастлаб секин ($\sim 50^{\circ}\text{C}$ дан бошлаб), температуранинг кейинги ўсишларида кескин камаяди. Температуравий боғланиш натижалари кўрсатишича АФК-элементларда ўта юқори диэлектриксимон қаршилиқнинг кузатилиши уларга хос типик хусусият ҳисобланиб, АФК-эффект шу сабабли фақат ўта юқори қаршиликли ($R > 10^{10}$ Ом) намуналардагина кузатилади экан. Температурара ортиши билан қаршилиқнинг камайиш қонуниятига мос равишда аномал фотокучланишнинг ҳам камайиши кузатилади. Қисқа туташув токи эса бу намуналарда температурага боғлиқ эмас. Демак, аномал фотокучланишнинг шаклланишида ҳарорат ҳал қилувчи роль ўйнамайди, яъни АФК-эффект температуравий жараён эмас.

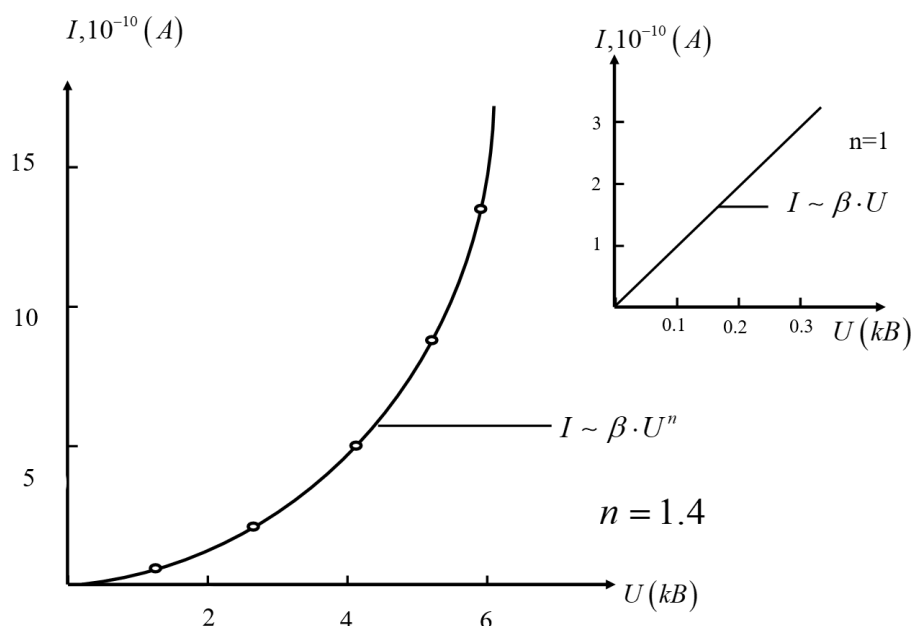


1-расм. Қисқа туташув токи, қаршилиқ ва салт кучланишнинг температуравий боғланиши.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ

Халькогенид юпқа пардаларнинг қарийиб кўпчилигида бир жинсли эмасликлар кузатилади. Махсус технологик режимда анизотропик бўғлатиш йўли билан вакуум шароитида олинган бундай бир жинсли эмас халькогенид юпқа пардаларда АФК-эффект кузатилади [6]. Бундай бир жинсли бўлмаган юпқа пардалардаги вольт-ампер боғланиш

(ВАХ)ларни ташқи махсус манба ёрдамида текшириш натижасида бир жинсли эмасликларнинг тузилиши ва табиатини аниқлаш мумкин [7]. Шу мақсадда халькогенид БЖЭ юпқа пардаларнинг ВАХ сини катта электр майдони воситасида ўрганилди. ВАХ да иккита участка кузатилди. Дастлаб координата бошидаги чизиқли соҳа; бу соҳа майдоннинг 500 В/см қийматларигача сақланиб, текширилган халькогенид моддалар юпқа пардаларида кузатилди. Чизиқли Ом қонуни ҳолатдан четга чиқиш майдоннинг 500 В/смдан катта қийматларида бошланиб, $5 \cdot 10^4$ В/см гача сақланди. ВАХда чизиқли эмас соҳада ток ва кучланиш орасидаги боғланиш асосан $I \sim \beta U^n$ ($n \approx 1,4$) қонуниятга мос келди. Бунда намунага ёруғлик тушиши билан ВАХ тўғрилана бошлайди ва ёруғлик интенсивлигининг етарли катта қийматларида тўғри чизиққа айланади. Лекин, экспериментал ВАХнинг бирортасида ҳам токнинг чизиқли ҳолатдан тезроқ ўсиши ёки камайиб тўйиниш соҳасига ўтиши кузатилмади. Тажрибада топилган ВАХ 2-расмда кўрсатилган.



2-расм. Намуна ёритилмаган ҳол ($B=0$) учун тажрибада кузатилган ВАХ

Ток ва кучланиш орасидаги бундай боғланиш $I \sim \beta U^n$ халькогенид моддаларнинг юпқа пардаларида кенг тарқалган ўта кўп қатламли (СМС-структура) тузилмалари асос бўлиб, асосан яримўтказгич юпқа пардаларида кузатиладиган бир жинсли бўлмаган p-n-ўтишлар (ёки гетеро ўтишлар) кетма-кет занжирларида кузатилади. Шу билан бирга экспериментда кузатилган ВАХ боғланиш p-n-ўтишларидаги рекомбинацион-генерацион тоқлар, силқиш тоқларидан устунлик қиладиган p-n-ўтишли тизимлар учун характерлидир. Электрон-тешиқ ўтишларининг бундай ўта кўп кетма-кетликдан иборат занжирли тизимларининг назариясига мувофиқ ВАХдаги дастлабки чизиқлиликдан сўнг токнинг чизиқлиликдан тезроқ ўсувчи ($I = \beta U^n$) қисми кузатилади. Бироқ назарияга асосан ВАХдаги $I = \beta U^n$ қонуниятли иккинчи қисмдан сўнг яна чизиқли қисм бошланиши керак. Тажрибада (2-расм), бу иккинчи чизиқли ВАХ боғланиши кузатилмайди. Бундан шундай хулоса қилиш мумкинки, назарий ВАХдаги иккинчи чизиқлилик p-n ўтишлар қаторидаги кўшни p-n-

ўтишларнинг ўзаро таъсири яъни ток ташувчилар (заряд) алмашинуви мавжудлигини билдиради [8].

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАСИ

Демак, реал p-n-ўтишли АФК-структураларда p-n-ўтишлар қаторидаги қўшни p-n-соҳалар орасида ток ташувчилар (заряд) алмашуви йўқ, яъни p-n-ўтишлар орасида ўзаро таъсир мавжуд эмас. Тажрибадан олинган бу хулосаларни фотомагнит ўлчашлар, электрон-микроскопик кузатишлар тўла тасдиқлайди, яъни, диффузия узунлиги (L), битта ўтиш узунлигидан (w) кенглиги кичик $w > L$. Яримўтказгич юпка пардаларида ютилиш спектрини ўрганиш, моддаларнинг сиртидаги ютилиш характери очиқ беради. Хусусий ютилиш соҳаси ва фундаментал ютилишнинг кам энергияли томонидан олинган чеккаларини текшириш юпка қатламларда валент ва ўтказувчанлик зоналари орасидаги минимал ораликни аниқлаш билан бир қаторда спектр, фотон ва зоналар билан боғлиқ энергия йўқотишларини билиш ва назорат қилиш имкониятини беради [9]. Шу сабабли фундаментал ютилиш соҳасининг чекка қисмлари мураккаб нозик тузилишга эга бўлиб уни батафсил ўрганиш қалинлиги 0,1-1 мкм бўлган юпка пардаларда текширилганда яхши натижа бериши аниқланди [10]. Бунинг натижасида халькогенид юпка пардаларидан тайёрланадиган ГФЭ ва АФК-элементларнинг сифати ва самарадорлиги ортиб, улар асосида тайёрланадиган гелиооптоэлектрон қурилмаларнинг сифатига сезиларли таъсир кўрсатади.

МУҲОКАМА

Фотоэлементларнинг юпка халькогенид пардаларини тайёрлаш учун уларга физик параметр ва хусусиятлари мос келадиган тагликлар танлаш керак. Физикавий текширишларга асосланиб, оптронлар учун тайёрланадиган ГФЭ ва АФК-элементларда асосан шиша, слюда, керамика ва диэлектрик йўқотишлари кичик бўлган бошқа диэлектрик материаллар қўлланилади. Кадмий, рух халькогенидлари учун энг қулай таглик сифатида телевизион (махсус) слюда, шиша кристалл материал типидagi “пирокерам”лар энг қулай материал ҳисобланади. Тадқиқотлар кўрсатишича бу материалларга ишлов бериш, керакли формага киритиш, температуравий турғунлиги, чидамлилиги талабга жавоб беради. Улар ёрдамида сифатли ГФЭ ва АФК-элементлар яратиш мумкин, чунки бу материаллардан тайёрланган тагликларнинг сирт юзаси билан парданинг сиртини боғловчи юзасининг катталаштиришга эришиш мумкин. Таглик ва парда юзасини боғловчи қисмдаги физик жараёнлар халькогенид ($A^{IV}B^{III}$ гуруҳ) юпка пардаларининг сифатини белгилайди. Чунки термик буғлатиб олиш жараёнида катта энергияли оғир атомлар таглик сиртига чуқурроқ кириб таглик ва пардани боғловчи юзанинг катталашшига сабаб бўлади. Бунга таглик ҳароратини ва молекуляр оқимнинг учиш тезлигини оптималлаштириш орқали эришиш мумкинлигини тажрибада исботланди. Сифатли, мустаҳкам парда олиш учун таглик сиртини тозалаш ҳам муҳим. Фотоэлементларда ишлатиладиган пардалар қалинлиги $10^{-10}A^0$ тартибида бўлиб, ҳар қандай ёш атомнинг сиртда жойлашиши, таглик ва парда боғланишига (адгезиясига) салбий таъсир қилиши тажрибада аниқланган. Таглик сиртини тозалашнинг эффектив усуллари мавжуд. Шиша, слюда ва керамика дастлабки тозалаш учун химиявий тозалаш, қулай, юқорироқ сифатли тозалаш учун вакуумда қиздириш, электрон оқими ва ультратовуш усулларида фойдаланиш юқори самара беради.

Юпка пардага контакт танлашга ҳам талаб юқори кадмий, рух халькогенларининг юпка пардалари учун вақтинчалик фойдаланишларда индийдан фойдаланилади. Доимий ишлатишда кумуш контактдан фойдаланилади. Индий ва кумуш контактлари махсус маска орқали термик усул билан вакуумда керакли жойига, танланган формада ўтказилиб, уларга ташки элементлар занжирларига боғловчи ўтказгичларни пайвандлаш қулай ва мустақамлиги етарли бўлади. Контактларни ўтказиш ва схемага улашнинг физикаси ва техникаси адабиётларда кенг ёритилган.

Юпка парда олиш, техника ва технологияси учун керак ҳамма нарса тайёрлангандан сўнг вакуум камерага буғлатиш учун танланган модда, буғлатгич манба (тигель) таглик ва бошқа керакли ускуналар тозаланиб камера қалпоғи ёпилади. Вакуум насос ишлатилиб, колпак остидаги ҳавони сўриш бошланади. Ҳавонинг сийракланиш даражаси 10^{-3} мм.сим.уст. етганда буғлатгич манба ва таглик иситгичи қиздирилиб, дастлабки термик тозалаш бажарилади. Ундан сўнг қалпоқ остидаги вакуумни 10^{-5} мм.симоб.уст.га етказиб, буғлатиш бошланади. Буғлатиш жараёни тугагандан сўнг, олинган намуна вакуумда совитилади. Ҳар хил моддаларни вакуумда термик буғлатиш техникаси ва технологиясига оид жараёнлар адабиётларда хулосалар етарлича ёритилган.

ХУЛОСА

АФК-эффekt ходисаси кузатилган халькогенид юпка пардаларида олиб борилган вольт-ампер ўлчашлар, температуравий текширишлар ва фундаментал ютилиш соҳасида ўтказилган тажрибалар асосида халькогенид юпка пардаларида р-п-ўтишлар кетма-кет занжиридан ташкил топган бир жинсли эмас (БЖЭ) соҳалар мавжудлиги аниқланди. Ўзаро қўшни р-п-ўтишлар орасида ўзаро таъсир мавжуд эмас, уларда заряд алмашинуви содир бўлмайди. БЖЭ соҳаларда р-п-ўтишлар сони 1см да 10^5 дан ортади. АФК-эффekt халькогенид юпка пардаларнинг фақат ўта катта ($\sim 10^{10}$ Ом) қаршиликли намуналарида кузатилади. Ҳарорат ортишига боғлиқ қаршилиқнинг кескин камайиши аномал кучланиш камайишига монанд содир бўлади. Юпка парда сиртига яқин 0,1мкм чуқурликда дастлабки р-п-ўтишлар қатори жойлашса, тахминан сиртдан 0,3мкм чуқурликда кейинги р-п-ўтишлар қатори жойлашади. Спектрдаги, инверсия буни тасдиқлайди.

REFERENCES

1. Касимахунова А.М., Найманбаев Р., Ахунов Қ.Х., Хомидов А.Қ., Мухторов Д.Н., //Оптоэлектронный гелио трансформатор энергии// международный сертификат на авторское производство №ЕС–01–002992, INTEROCO, EUROPEAN DEPOSITORI Germany, Berlin, The Berne Convention for the protection of Literary and Artistic Works, от 19.10.2020г.
2. Найманбаев Р., Онаркулов К.Э., Юлдашев А.А., Юлдашева Ш.А. Опотрансформатор // Международный сертификат на авторское производство № ЕС-01-003369 INTEROCO, EUROPEAN DEPOSITORI Germany, Berlin, The Berne Convention for the protection of Literary and Artistic Works, от 24.09.2021г.
3. Онаркулов, К. Э., Юлдашев, Ш. А., & Юлдашев, А. А. (2022). ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЙ. *Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS)*, 2(3), 427-434.

4. Onarkulov K.E., Naymanboyev R., Yuldashev A.A., Yuldashev Sh.A. Photomagnetic converter. // International Journal OF Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET). 2021. May. ISSN (Online): 2350 – 0328.
5. Onarkulov K.E., Naymanboyev R., Yuldashev A.A., Yuldashev Sh.A. Халкогенид бирикмалари устида тадқиқотлар. //Eurasian journal of academic research. 2021. Vol. 1. issue 6. November. ISSN 2181-2020. 3 p.
6. Онаркулов К. Э. и др. Висмут-сурма теллурид юпка пардаларнинг электрофизик хоссаларига технологик жараённинг таъсири //ФарДУ илмий хабарлар.
7. Naymanboyev R., Onarkulov K.E., Yuldashev A.A., Yuldashev Sh.A., Yuldasheva Sh.A. Preparation of photoelements from chalcogenide thin curtains // Electronic journal of actual problems of modern science. Education and training. July. 2021-7/2. P. 101-107.
8. Raxmonali, N., Abduvositovich, Y. A., & Abrorovich, Y. S. (2021). Chalcogenideth in Films with Micro Transitions. *International Journal of Human Computing Studies*, 3(2), 226-228.
9. Онаркулов К.Э., Юлдашев А.А., Ёўлдош Қори Ш.А. Влияние структуры тензорезистивных пленок на физические механизмы переноса носителей заряда // ФарПИ Илмий-техника журнали. 2019. Т.23.№3.124-127 б.
10. Egamberdievich, O. K., Abrorovich, Y. S., Abduvositovich, Y. A., & Qizi, Y. S. A. (2022). Determination of Microparameters of Halcogenide Thin Movies. *Journal of Optoelectronics Laser*, 41(5), 523-530.
11. Egamberdievich, O. K., Abrovich, Y. S., & Abduvositovich, Y. A. (2022). PHOTOMAGNETIC CONVERTER. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(4), 434-438.
12. Egamberdievich, O. K., Abrorovich, Y. S., Abduvositovich, Y. A., & Qizi, Y. S. A. (2022). Determination of Microparameters of Halcogenide Thin Movies. *Journal of Optoelectronics Laser*, 41(5), 523-530.
13. Egamberdievich, O. K., Abrovich, Y. S., & Abduvositovich, Y. A. (2022). PHOTOMAGNETIC CONVERTER. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(4), 434-438.
14. Onarkulov, M., Nasriddinov, S., Yuldashev, S., & Yunusaliev, L. (2020). TECHNOLOGICAL FEATURES OF OBTAINING STRENGTH SENSITIVE POLYCRYSTALLINE FILMS Bi₂-XSbXTe₃. *Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering*, 2(3), 27.
15. Кадыров, К. С., Онаркулов, К. Э., Онаркулов, М. К., & Юлдашев, Ш. А. (2020). ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ BI-SB-TE. In *Экономическое развитие России: тенденции, перспективы* (pp. 72-76).
16. Шамирзаев, С. Х., Онаркулов, К. Э., Юсупова, Д. А., & Мухамедиев, Э. Д. (2006). Простые модели усталостной повреждаемости гетерогенных материалов с очень сложной динамикой. *Фізична інженерія поверхні*, (4,№ 1-2), 91-96.
17. Онаркулов, К. Э. (1998). Исследование влияния внешних воздействий на кинетические процессы в активных элементах пленочных ИК-детекторов на основе солей свинца.
18. Игамбердиев Х. Т. и др. Предлагается новая конструкция полупроводникового датчика давления на основе тензочувствительных пленок теллурида висмута-сурьмы, позволяющая обеспечить термокомпенсацию всей приборной структуры.