

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
akademik H.M. ABDULLAYEV adına FİZİKA İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

GÜLNAR ABASƏT QIZI İSAYEVA

**TƏMİZ VƏ SAMARIUMLA LEGİRƏLƏNMİŞ AS - SE - S VƏ
AS - SE - TE ŞÜŞƏVARI YARIMKEÇİRİCİ SİSTEMLƏRİNİN
LOKAL QURULUŞU**

2220.01 – yarımkeçiricilər fizikası

Fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi
dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

Bakı - 2015

İş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik

H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor

S. İ. Mehdiyeva

Rəsmi oponentlər:

Azərbaycan MEA-nın həqiqi üzvü,
Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru
Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, prof.

C. Ş. Abdinov
R. M. Sərdarlı

Aparıcı təşkilat:

Azərbaycan Texniki Universiteti
(“ Elektronika” kafedrası)

Dissertasiyanın müdafiəsi “ 23 “ 09 2015-ci il, saat ___ -da
Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik H. M. Abdullayev
adına Fizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən D.01.011 Dissertasiya
Şurasında keçiriləcək.

Ünvan: Bakı şəh., H. Cavid pr. 131, AZ-1143

E-mail: director@physics.ab.az

Dissertasiya ilə Azərbaycan MEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika
İnstitutunun elmi kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “ ___ “ _____ 2015-ci ildə göndərilmişdir.

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

D. H. Arash

İŞİN ÜMUMİ XARAHTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Amorf və şüşəvari materialların fiziki xassələri onların kristallarından ciddi şəkildə fərqlənir. Bu ilk növbədə onların quruluşunun fərqli xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır. Amorf və şüşəvari materialların quruluşunun səciyyəvi xüsusiyyəti uzaq nizamın (long-range order - LRO), yəni atomların yerləşməsində kristallara xas olan transilyasiya simmetriyasının olmamasıdır. Onlarda yaxın nizam (short-range order - SRO) mövcuddur – yəni hər bir atom üçün radiusu kristallara məxsus olan atomlararası korrelyasiyanın saxlanıldığı maksimum məsafəyə bərabər birinci koordinasiya sferası mövcuddur. Son dövrün tədqiqatları sübut etmişdir ki, amorf və şüşəvari, o cümlədən xalkogenid şüşəvari yarımkeçirici (XŞY) materiallarda yaxın nizam oblastından kənarda, bir neçə koordinasiya sferasını əhatə edən oblastda da atomların yerləşməsində müəyyən qanunauyğunluq ödənilir. Həmin oblast ölçüsü nanometr miqyasında olan fəzayı əhatə edir və orta nizam oblastı (medium-range order - MRO) adlanır. Rentgen şüalarının difraksiyasında müşahidə olunan birinci kəskin maksimum (first sharp diffraction peak - FSDP), rentgen şüalarının kiçik bucaq altında səpilməsi, neytronların qeyri-elastici səpilməsi, işığın aşağı tezlikli raman səpilməsi və digər başqa eksperimentlər nanometr miqyaslı müəyyən nizamın - MRO oblastlarının varlığını sübut edir. MRO əsas struktur elementlərinin əlaqə növləri, bir-birinə nisbətən düzülüşü ilə təyin olunur, yəni materialın nanoquruluşu haqqında informasiya daşıyır.

XŞY materiallar müxtəlif təyinatlı elektron cihazlarında geniş tətbiq olunduğuna baxmayaraq, onların fiziki xassələrinin idarə olunması bu günə qədər aktual problem kimi həmin sahənin mütəxəssislərinin nəzər diqqətini cəlb edir. Bu fakt ilk öncə onunla əlaqədardır ki, kristal quruluşlu yarımkeçiricilərin xassələrini idarə etmək üçün istifadə olunan metodlar bu halda az effektivdir. XŞY təbəqələri üçün bu problem adətən müxtəlif üsullarla quruluş modifikasiyasına nail olmaqla həll edilir. Mövcud tədqiqatların təhlili göstərir ki, şüşəvari materialların alınması və nümunələrin hazırlanmasında istifadə olunan texnoloji prosesin rejimini, kimyəvi tərkibi dəyişməklə və legirəlmə ilə orta nizam tərtibində quruluşun modifikasiyasına və fiziki xassələrin idarə olunmasına nail olmaq mümkündür.

XŞY As-Se-S və As-Se-Te sistemləri ətraflı tədqiq olunmuş arsen və xalkogendən ibarət binar sistemlərdən daha geniş İQ (infraqırmızı)

oblastda şəffaflığı, kimyəvi stabilliyi və az enerjili fononlara malik olması ilə fərqlənir. Nadir torpaq elementi (NTE) atomları ilə legirələnmiş həmin tərkiblər lazerlər, optik gücləndiricilər və müxtəlif təyinatlı çeviricilər üçün perspektiv material kimi əhəmiyyət kəsb edir. NTE ilə legirələnmişin mühüm üstünlüyü həmin atomların kimyəvi aktiv element kimi amorf matrisaya daxil olan digər atomlarla rabitəyə girərək yeni struktur elementləri yaradıb, quruluş modifikasiyasına səbəb olması ilə yanaşı özlərini müsbət yüklü mərkəzlər kimi aparması hesabına mənfəi korrelyasiya enerjili defektlərin (D^+ və D^-) konsentrasiyasının dəyişdirilməsi və beləliklə də, elektron xassələrinə təsir etmək imkanının yaranmasıdır. NTE ilə legirələnmişin digər üstünlüyü onların atomlarının XŞY materialın qadağan zonasında 4f elektron hallarına uyğun lokal enerji səviyyələrini yaratmalarıdır. Bu isə XŞY-nin qadağan zonasının elektron keçidləri ilə zəngin olmasına və maddənin elektron xassələrinin geniş intervalda dəyişməsinə səbəb ola bilər. Qeyd olunan xüsusiyyətlər XŞY-lərin optoelektron qurğuları üçün perspektiv material kimi istifadə olunmasına zəmin yaradır və ona görə də, tədqiqatçıların diqqətini cəlb edir.

İşin məqsədi As-Se-S və As-Se-Te tipli xalkogenid şüşəvari yarımkeçiricilərdə yaxın və orta nizam quruluşunun nadir torpaq elementi atomları ilə legirələnmiş və kimyəvi tərkibdən asılılıq qanunauyğunluqlarını, raman səpilməsində lokal quruluşun rolunu müəyyənləşdirmək və onlar əsasında optoelektronika üçün perspektiv funksional materialların alınma imkanlarını araşdırmaqdır.

Bu məqsədlə aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- əmiz As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ və samariumla legirələnmiş $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ tərkibli XŞY materialları sintez olunmuş;
- Sintez olunmuş maddələrin vakuumda termik uçurma üsulu ilə $1 \div 10$ mkm qalınlıqlı təbəqələri alınmış;
- Rentgen şüalarının difraksiyası metodu ilə alınan maddələrin lokal quruluşuna kimyəvi tərkibin və samariumla legirələnmişin təsiri öyrənilmiş;

- Atom qüvvə mikroskopiyası metodu ilə təbəqələrin səthinin morfolojiyası və samariumla legirələnmənin morfolojiyaya təsiri araşdırılmış;
- İşığın raman səpilməsi metodu ilə təbəqələrin quruluşunu əmələ gətirən amorf matrisaya daxil olan kimyəvi rabitələrin, quruluş elementlərinin kimyəvi tərkibdən və legirələnmədən asılılığı müəyyənləşdirilmiş;
- Raman spektrinin aşağı tezlik oblastında müşahidə olunan bozon pikinin (BP) və işığın kvazielastiki səpilməsinin (İKES) kimyəvi tərkibdən və legirələnmədən asılılığı müəyyən edilmiş;
- Samariumla legirələnmənin $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ təbəqələrində baş verən quruluş relaksasiya proseslərinə təsiri öyrənilmişdir.

Elmi yenilik:

- $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ və As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ tərkibləri üçün kvaziperiodun (R), korrelyasiya məsafəsinin (L) və packing əmsalının (L/R) qiymətləri təyin olunmuş və göstərilmişdir ki, ilk iki tərkib maddələrin makromolekullarının kiçik ölçülü olması hesabına onlarda həmin parametrlərin qiymətləri son üç tərkibdəki qiymətlərindən $1,5 \div 2$ dəfə kiçikdir.
- Samariumla legirələnmə əsasən FSDP-nin amplituduna, L və L/R kəmiyyətlərinə, yəni orta nizam oblastı tərtibində nizamsızlıq dərəcəsinə təsir edir. Samarium atomları kimyəvi aktivliyi sayəsində kiçik konsentrasiyalarda müxtəlif quruluş elementləri arasında rabitə yaradaraq nizamsızlıq dərəcəsinə azaldır, böyük konsentrasiyalarda isə özlərini müsbət yüklü mərkəzlər kimi apararaq mənfi yüklü məxsusi defektlərin konsentrasiyasını və nizamsızlığı artırır .
- Raman spektrinə görə As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ XŞY materialların amorf matrisasını əmələ gətirən əsas quruluş elementləri təyin edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, stexiometrik tərkiblərin raman spektrində müşahidə olunan aydın ifadə olunmuş maksimumlar qeyri-stexiometrik tərkibli materiallarda nizamsızlıq dərəcəsinin yüksək olması hesabına xüsusi əlamətləri olmayan zolaqlarla əvəz olunur.

- Samariumla legirələnmənin $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ XŞY materialların struktur elementlərinə təsiri müəyyən edilmişdir. Alınan nəticələr samarium atomlarının amorf matrisada paylanma xüsusiyyətləri və kimyəvi aktivlikləri ilə izah edilmişdir.
- Tədqiq olunan bütün XŞY materiallarda $\omega < 100 \text{ sm}^{-1}$ tezlik oblastında intensivliyi, forması və vəziyyəti stexiometrik və qeyri-stexiometrik tərkiblər üçün bir-birindən kəskin fərqlənən geniş maksimum – BP müşahidə olunur. Spektrlərdə müşahidə olunan belə fərqlilik qeyri-stexiometrik tərkiblərdə nizamsızlıq dərəcəsinin yüksək olması ilə əlaqələndirilmişdir.
- Samariumla legirələnmə $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ -də BP-nin intensivliyini artırır, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ -də isə azaldır. Raman spektrlərində müşahidə olunan belə dəyişikliklər samarium ionlarının qeyd olunan amorf matrisalara müxtəlif cür təsir göstərmələri, paylanmasının fərqli xüsusiyyətləri ilə izah olunmuşdur.
- Samarium atomları ilə legirələnmə $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ -də quruluş relaksasiyası prosesini zəiflədir, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ -də isə gücləndirir. Bu fakt samarium atomlarının həmin tərkiblərdə özünü müxtəlif cür aparması ilə izah edilir. Birinci halda legirələnmə nəticəsində struktur elementlərinin ölçülərinin böyüməsi, boş yerlərin ümumi həcmnin kiçilməsi, ikinci halda isə makromolekulların ölçülərinin kiçilməsi və mütəhərrikiyinin artması baş verir.

İşin praktiki əhəmiyyəti: Tədqiq olunan XŞY materialların lokal strukturuna kimyəvi tərkibin, NTE ilə legirələnmənin təsirinin müəyyən olunan qanunauyğunluqları stabil quruluşlu şüşəvari material almağa və beləliklə də, həmin materialların tətbiq oblastının genişləndirilməsinə imkan yaradır. Samariumla legirələnmiş As-Se-S yarımkeçirici sistemi İQ oblastda işləyən aktiv dalğa ötürücülərinin hazırlanmasında stabil quruluşlu material kimi istifadə oluna bilər.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

- As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ tərkibli amorf təbəqələrin lokal quruluşunu xarakterizə edən parametrlərin - R - quruluş və ya atom sıxlığı fluktuasiyası “kvaziperiodu”nun, L - korrelyasiya məsafəsinin (MRO oblastın ölçüsünün), L/R - quruluş elementlərinin packing

əmsalının ədədi qiymətləri və onların kimyəvi tərkibdən və legirəlmədən asılılığı;

- $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ təbəqələrinin səth morfologiyasını xarakterizə edən kəmiyyətlərin (orta və maksimum nahamarlıq, piklərin səth və profil sıxlıqları) ədədi qiymətlərinin bir-birindən fərqlənməsi və onların makromolekulların ölçüləri ilə əlaqəsi;
- Samariumla legirəlmənin səth morfologiyasına təsirinin boşluq-klaster və yüklü defektlər modelləri çərçivəsində samarium atomlarının kimyəvi aktivliyi və amorf matrisada paylanma xüsusiyyətləri ilə izahı;
- Legirə olunmamış $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ -in raman spektrində dörd zolağın müşahidə olunması və onların amorf matrisaya daxil olan müxtəlif tip kimyəvi rabitələrin üstünlük təşkil etdiyi quruluş elementləri ilə əlaqələndirilməsi;
- As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ təbəqələrinin raman spektrində $\omega < 100 \text{ sm}^{-1}$ tezlik oblastında intensivliyi, forması, vəziyyəti ilə stexiometrik və qeyri-stexiometrik tərkiblər üçün bir-birindən kəskin fərqlənən BP-lərin müşahidə olunması və bu fərqi qeyd olunan tərkiblər üçün nizamsızlıq dərəcəsinin bir-birindən fərqlənməsi ilə izahı;
- $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ tərkibli materiallarda müşahidə olunan BP-yə samariumla legirəlmənin müxtəlif cür təsiri və bu fərqli təsirin boşluq-klaster modeli çərçivəsində materialların quruluş xüsusiyyətlərinə əsasən izahı;
- $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ təbəqələrinin raman spektrində $30-40 \text{ sm}^{-1}$ -dən kiçik tezliklərdə quruluşun relaksasiya prosesləri ilə əlaqədar olan İKES müşahidə olunması və həmin prosesə samariumla legirəlmənin müxtəlif xarakterli təsiri.

İşin aprobasiyası: Dissertasiya işinin əsas nəticələri "Böyük miqyaslı tədqiqat layihələri - 2012: yüksək texnologiyalar materialları elm və informatika" beynəlxalq konfransda (Bakı, 2012), "Bərk cisim fizikasının aktual problemləri" VI beynəlxalq konfransda (Minsk, 2013), "SPIE Optics + photonics" beynəlxalq konfranslarda (San Diego, California, United States, 2013, 2014), "Fizikanın aktual problemləri" akademik B.M. Əskərovun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfransda

(Bakı, 2013), “Fizikanın müasir problemləri” akademik Həsən Abdullayevin 90 illiyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfransda (Bakı, 2013), "Elektrik mühəndisliyi texniki və fiziki problemləri" mövzusunda 9-cu beynəlxalq konfransda (İstanbul, 2013), "Optika, nanoelektronika, nanotexnologiya və mikrosistemlər" XII beynəlxalq konfransda (Ulyanovsk, 2013), “Tətbiqi fizikada inkişaf” IV beynəlxalq konfrans (Türkiyə, Muğla, 2014), “ Kondensə olunmuş hal fizikası”na həsr olunmuş 7-ci beynəlxalq konfransda (Kişinyov, 2014), Amorf və mikrokristallik yarımkeçiricilərə dair 9-cu beynəlxalq konfransda (Sankt-Peterburq, 2014) məruzə və müzakirə edilmişdir.

Nəşrlər: Dissertasiyanın əsas nəticələri 19 elmi işdə (o cümlədən 5-i impakt faktorlu xarici, 7-si respublika jurnallarında nəşr olunan məqalə, 7-si isə beynəlxalq konfrans materialı) şərh olunmuşdur.

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi: Dissertasiya işi giriş, beş fəsil, nəticələr və 155 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İş 22 şəkil, bir səhifədə yerləşmiş 1 cədvəl və mətnə daxil olan bir neçə kiçik cədvəldən ibarət 138 kompüter çap səhifəsi təşkil edir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı, dissertasiyanın məqsədi, onun elmi və praktiki əhəmiyyəti, əldə olunan yeniliklər, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, işin aprobasiyası, quruluşu və qısa xülasəsi şərh olunmuşdur.

Birinci fəsildə müxtəlif növ qeyri-kristal yarımkeçiricilərin quruluşu haqqında mövcud olan təsəvvürlər, bu materialların alınma üsulları, amorf və şüşəvari maddələrin fərqli xüsusiyyətləri şərh olunmuşdur. Burada həmçinin şüşəvari materialların quruluşunda baş verən relaksasiya prosesləri, həmin proseslərə termik emalın təsiri və sərbəst enerjinin, xüsusi həcm minimum qiymət aldığı metastabil hal və onun maddənin kristal halından fərqli xüsusiyyətləri verilmişdir. Kovalent rabitələrin üstünlük təşkil etdiyi XŞY materiallara daxil olan atomların 4 p-elektronunun ikisi qonşu atomlarla kovalent rabitə əmələ gətirir, digər ikisi isə rabitədə iştirak etmir və tənha elektron cütü (LP - elektronlar) adlanır. Məhz belə elektron cütünün hesabına XŞY materiallar yüksək şüşələşmə qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur.

Bu fəsildə həmçinin mövcud tədqiqatlara əsaslanaraq aşağı tezlikli raman səpilməsinin xüsusiyyətlərinə aid tədqiqatların təhlili və spektrin

həmin oblastında müşahidə olunan BP-nin yaranma səbəbləri haqqında irəli sürülən müxtəlif ideyalar şərh olunmuşdur. Kristallardan fərqli olaraq qeyri-kristal materiallarda bütün rəqs modaları və həmçinin akustik rəqslər işığın səpilməsində iştirak etdiyi üçün aşağı tezlikli raman səpilməsinin tədqiqi akustik tezliklər oblastında mövcud olan rəqs hallarının sıxlığı haqqında məlumat almağa imkan verir. Amorf və şüşəvari maddələrdə 2-10 meV intervalında Debay hal sıxlığına nisbətən 2-6 dəfə çox sıxlıqlı rəqs halları neytronların qeyri-elastiki səpilmə spektrinin aşağı enerjili oblastında, raman səpilməsinin aşağı tezlikli spektrində, uzaq İQ udulmada və həmçinin aşağı temperaturalarda xüsusi istilik tutumunun və istilikkeçirmənin ölçülməsinə aid tədqiqatlarda özünü göstərir. Fəslin sonunda mövcud tədqiqatların təhlili nəticəsində dissertasiya işində qarşıya qoyulan və həll olunan məsələlərin həm elmi, həm də praktiki əhəmiyyəti şərh olunmuşdur.

İkinci fəsildə tədqiqat obyektini kimi seçilmiş təmiz As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ tərkibli və samariumla legirələnmiş $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ tərkibli materialların sintez texnologiyası, lokal quruluşun və səth morfologiyasının tədqiqində istifadə olunan metodlar şərh olunmuşdur. Qalınlığı 1-10 mkm olan təbəqələr vakuumda buxarlandırma üsulu ilə alınmışdır. Tədqiqatlar əsasən Almaniyanın Bruker firmasının istehsalı olan toz difraktometrində, AFM-də və üçölçülü konfokal lazer mikrospektroqrafında aparılmış və həmin metodlara uyğun proqram təminatı ilə nümunələrə xas olan parametrlər hesablanmışdır.

Üçüncü fəsildə XŞY materialların lokal quruluşuna və səth morfologiyasına kimyəvi tərkibin və samariumla legirələnmənin təsirinə həsr olunmuş tədqiqatların nəticələri şərh olunmuşdur.

Difraksiya mənzərəsinin geniş yayılmış maksimumlardan ibarət olması təbəqələrin amorfluğunu təsdiq edir və əksər şüşələrdə olduğu kimi birinci kəskin difraksiya maksimumu - FSDP-nin müşahidə olunması orta nizam oblastının mövcudluğu ilə əlaqələndirilir. As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$ tərkibləri üçün FSDP-nin amplitudu $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ tərkiblərinə nisbətən yüksəkdir. Bu fakt qeyri-stexiometrik tərkiblərdə əlavə xalkogen atomlarının mövcudluğu sayəsində müxtəlif növ molekulyar fraqmentlərin yaranması, tellur tərkibli materiallarda rabitələrin daha asan qırılması və ona görə də, mənfə

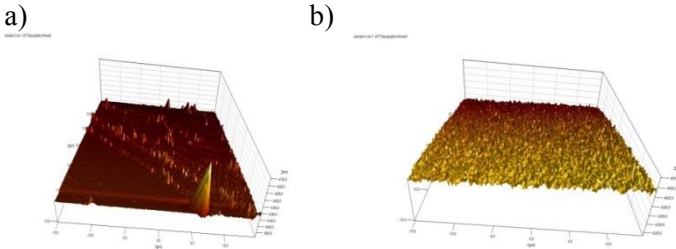
korrelyasiya enerjili defektlərin konsentrasiyasının artması nəticəsində nizamsızlıq dərəcəsinin yüksəlməsi ilə izah olunmuşdur.

Elliotun boşluq-klastər modelini və Debay-Şerer metodunu tətbiq etməklə rentgen şüalarının difraksiyasına həsr olunmuş eksperimentlərə əsasən amorf materialların lokal quruluş parametrləri – quruluşun “kvaziperiodu” (R), korrelyasiya məsafəsi (L), orta nizam oblastında quruluş elementlərinin packinq əmsalı (L/R) və nano-boşluqların diametri (D) və samariumla legirələnmənin $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ tərkiblərinin qeyd olunan parametrlərinə təsiri tədqiq edilmişdir.

As_2Se_3 təbəqəsi üçün R və L-in qiymətləri uyğun olaraq 5, 55 və 39,05 Å, quruluş elementlərinin packinq əmsalı isə $L/R = 7,04$ təşkil edir. $As_{40}Se_{30}S_{30}$ -də həmin kəmiyyətlərin qiymətinin azacıq böyük, digər tərkiblər üçün isə nəzərə çarpacaq dərəcədə kiçik olması yuxarıda qeyd olunan mülahizələri bir daha təsdiq edir.

Göstərilmişdir ki, samariumla legirələnmənin quruluş nizamlılığına təsiri əsasən orta nizam oblastı tərtibində baş verir (dəyişikliyə uğrayan əsasən L və L/R kəmiyyətləridir). Samarium atomlarının kiçik konsentrasiyaları nizamlılıq dərəcəsinə artırır, böyük konsentrasiyaları isə azaldır. Legirələnmənin qeyd olunan xüsusiyyəti nadir torpaq elementlərinin (Sm) kimyəvi aktivliyi, amorf matrisada paylanma xarakteri, müsbət Sm^{3+} ionları kimi özünü büruzə verməsi və məxsusi yüklü defektlərin konsentrasiyasının dəyişməsi ilə izah olunmuşdur.

Şəkildə $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ (a) və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ (b) təbəqələrinin səthlərinin 3D AFM təsvirləri göstərilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, həm kimyəvi tərkibin dəyişməsi, həm də legirələnmə AFM təsvirlərdə ciddi dəyişmələrin baş verməsinə səbəb olur. Səthin morfologiyasını xarakterizə edən parametrlərin qiyməti uyğun proqram təminatı ilə



Şək. $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ (a) və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ (b) təbəqələrinin səthlərinin 3D AFM təsvirləri

hesablanmış və göstərilmişdir ki, səth morfologiyasını xarakterizə edən kəmiyyətlər (orta arifmetik - R_a və orta kvadratik - R_q nahamarlıq, nahamarlığın maksimumu - R_t , piklərin maksimal hündürlüyü - R_p , minimumların maksimal dərinliyi - R_v , piklərin səth - R_{ds} və profil - R_{sk} üzrə sıxlıqları və s.) kimyəvi tərkibin dəyişməsi və legirələnmə nəticəsində ciddi dəyişikliyə uğrayırlar. $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ üçün nahamarlığın amplitud parametrləri (R_a , R_q , R_t , R_p , R_v) $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ -dən kiçikdir. Legirələnmə nəticəsində həmin parametrlərin qiyməti $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ üçün artır, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ üçün isə azalır. Piklərin sıxlığı isə hər iki halda artır. Alınan nəticələr boşluq-klastər və yüklü defektlər modellərini cəlb etməklə, tədqiq olunan XŞY materialların makromolekullarının ölçülərinin müxtəlifliyi, samarium atomlarının kimyəvi aktivliyi və amorf matrisada paylanma xüsusiyyətləri ilə izah edilmişdir. Qəbul olunur ki, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ tərkibli təbəqələrdə samarium atomları kiçik konsentrasiyalarda əsasən boş yerləri doldurur və öz aktivliyi hesabına zəncirvari molekulları və qırılmış rabitələri tikir. Beləliklə, nahamarlıq zəifləyir. Tellurun daxil edilməsi nəticəsində amorf selenin zəncirvari makromolekullarının parçalanması baş verir. Nəticədə qırılmış rabitələrin və yüklü defektlərin (D^+ və D^-) konsentrasiyası artır. Legirələnmə zamanı samariumun müsbət ionlarının mənfi yüklü D^- mərkəzləri ətrafında cəmləşməsi baş verir. Ona görə də, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ nümunələrinin qeyri-bircinsliliyi, səthin nahamarlığının amplitud xarakteristikaları (R_a , R_q , R_t , R_p , R_v) və piklərinin sıxlığı (R_{ds} , R_{sk}) artır.

Dördüncü fəsildə raman səpilmə spektrini tədqiq etməklə As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ amorf təbəqələrinin matrisasını əmələ gətirən quruluş elementləri, kimyəvi rabitələr, quruluş elementlərinin əlaqə növləri, kimyəvi tərkibin dəyişməsi nəticəsində baş verən quruluş modifikasiyalarına aid nəticələr şərh olunmuşdur.

Bütün nümunələrin spektrində $100-200\text{ sm}^{-1}$ intervalını əhatə edən zolaq müşahidə olunmuşdur. Bu zolaq $As_4S(Se)_4$ kimi molekulyar fraqmentlərin, As-As, Te-Te kimi homopolyar rabitələrin, $AsTe_3$ quruluş elementlərinin və Te atomlarının qismən Se atomları ilə əvəz olunduğu eyni elementlərin rəqslərinə uyğundur. Qeyri-stexiometrik tərkibli birləşmələrdə As-As tipli rabitəyə uyğun rəqslər (173 sm^{-1}) olmur ($As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$) və ya zəifləyir ($As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$), bu da həmin tərkiblərə daxil olan elementlərin kimyəvi aktivliyinin müxtəlifliyi ilə izah edilmişdir.

As_2Se_3 -ün spektrində $195\div 295\text{ sm}^{-1}$ intervalında müşahidə olunan zolaqdakı zəif ifadə olunmuş maksimumlar $AsSe_3$ quruluş elementlərinin, həmin elementlərlə As_4Se_4 (As_4Se_3) tipli molekulyar fraqmentlər arasında - Se - Se - körpü rabitəsinin rəqslərinə uyğundur.

$As_{40}Se_{30}S_{30}$ -in spektrində As_2Se_3 -də müşahidə olunan maksimumlar cüzi dəyişmə ilə müşahidə olunur və $280\div 400\text{ sm}^{-1}$ intervalını əhatə edən yeni zolaq yaranır. Həmin tezlik intervalında AsS_3 quruluş elementlərinin, S atomlarının qismən Se atomları ilə əvəz olunduğu eyni elementlərin və $AsS(Se)_{3/2}$, As_4S_4 molekulyar fraqmentlərin rəqs modaları yerləşir.

$As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ tərkibinin spektrində $As_{40}Se_{30}S_{30}$ -in spektrində mövcud olan zolaqlar müşahidə olunur və $420\div 507\text{ sm}^{-1}$ intervalını əhatə edən yeni zolaq yaranır. Həmin zolaq əsasən kükürd atomlarından ibarət zəncirvari və həlqəvi molekulların homopolyar rabitələrinin rəqs modalarına uyğundur. Beləliklə, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ quruluşu $As_{40}Se_{30}S_{30}$ -in quruluşundan onunla fərqlənir ki, birincidə selen və kükürdün həlqəvi və zəncirvari molekulları ilə yanaşı selen və kükürdün eyni zamanda daxil olduğu qarışıq molekullar da vardır. $As_{40}Se_{30}S_{30}$ -in spektrində müşahidə olunan maksimumlar $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ spektrində yox olur. Bu fakt qeyri-stexiometrik tərkibli materialın nizamsızlıq dərəcəsinin yüksək olması ilə izah olunur.

$As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ spektrlərinin təhlili göstərdi ki, onlarda $AsSe_3$, $AsTe_3$ və $AsSe_{3-x}Te_x$ piramida quruluş elementləri mövcuddur. Fərq yalnız ondan ibarətdir ki, qeyri-stexiometrik tərkibli XŞY materialda ($As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$) nizamsızlıq dərəcəsi yüksəkdir və ona görə də maksimumlar itir.

Həmin fəsilə eyni zamanda samariumla legirələnmənin $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ amorf təbəqələrin raman spektrinə təsiri və spektrdə baş verən dəyişikliklərin lokal quruluşun modifikasiyası ilə əlaqəsi tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, legirələnmənin təsiri ən çox $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ təbəqələrinin spektrində hiss olunur. Samariumla legirələnmə kiçik konsentrasiyalarda (1 at%-ə qədər) səpilmə intensivliyini azaldır, $100\div 200\text{ sm}^{-1}$ oblastındakı maksimumları aradan qaldırır, böyük konsentrasiyalarda intensivliyi artırır və tezliyin 250 sm^{-1} -dən kiçik qiymətlərində səpilmə intensivliyi legirə olunmamış nümunələrdən yüksək olur. Spektral paylanmada müşahidə olunan dəyişikliklər samarium

atomlarının kimyəvi aktivliyi və amorf matrisada paylanma xüsusiyyətləri ilə izah edilmişdir.

Beşinci fəsilə öyrənilən materiallarda işığın aşağı tezlikli raman səpilməsinin xüsusiyyətləri, İKES prosesi və onlara kimyəvi tərkibin, samariumla legirələnmənin təsiri haqqındakı tədqiqatlar verilmişdir. Tədqiq olunan XŞY materialların hamısında $\omega < 100 \text{ sm}^{-1}$ tezlik oblastında intensivliyi, forması və vəziyyəti müxtəlif tərkiblər üçün bir-birindən fərqlənən geniş maksimum – BP müşahidə olunur. Ən çox fərqlilik stexiometrik və qeyri-stexiometrik tərkiblərin spektrində görünür.

Ən zəif intensivlikli BP $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$ -də, ən yüksək intensivlikli BP isə $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{Te}_{33,4}$ -də müşahidə olunur. Bu fakt kükürd və tellur atomlarının kimyəvi aktivliyinin müxtəlifliyi, qeyri-stexiometrik tərkibdə xalkogen atomları hesabına yeni molekulyar fraqmentlərin, əlavə sərbəstlik dərəcələrinin yaranması, mövcud qeyri-bircins oblastların ölçülərinin kiçilməsi və yenilərinin meydana gəlməsi ilə izah edilmişdir. $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{Te}_{33,4}$ -ə aid olan BP-nin intensivliyi $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{S}_{33,4}$ -ə aid olandan yüksəkdir, lakin samariumla legirələnmə birincini azaldır, ikincini isə artırır. $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{S}_{33,4}$ tərkibli materiala əlavə edilən samarium atomları kimyəvi aktiv element kimi digər iştirakçı atomlarla rabitəyə girərək yeni quruluş elementləri əmələ gətirirlər. Həmin elementlər amorf matrisada mikroblastlar əmələ gətirirlər və xaotik yerləşərək orta nizam oblastı tərtibində nizamsızlığı artırır. $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{Te}_{33,4}$ tərkibinə əlavə edilən samarium atomlarının kiçik konsentrasiyaları BP-nin zəifləməsinə, böyük konsentrasiyaları isə yox olmasına səbəb olur. Raman spektrində müşahidə olunan belə dəyişiklik kiçik konsentrasiyalarda samarium ionlarının amorf matrisada paylanma xüsusiyyəti, böyük konsentrasiyalarda kristallaşma dərəcəsinin artması ilə əlaqələndirilmişdir.

Tədqiq olunan materialların raman spektrində $30 - 40 \text{ sm}^{-1}$ -dən kiçik tezliklərdə müşahidə olunan İKES relaksasiya prosesləri ilə əlaqələndirilmişdir. Göstərilmişdir ki, nadir torpaq elementi (Sm) atomları ilə legirələnmə $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{S}_{33,4}$ -də relaksasiya prosesini zəiflədir, $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{Te}_{33,4}$ -də isə gücləndirir. Bu fakt birinci halda legirələnmə nəticəsində struktur elementlərinin ölçülərinin böyüməsi, boş yerlərin ümumi həcmnin kiçilməsi, ikinci halda isə makromolekulların ölçülərinin kiçilməsi və kristal quruluşlu mikroblastların miqdarının artması ilə izah olunmuşdur.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Atom qüvvə mikroskopiya metodu ilə $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ təbəqələrinin səth morfolojiyası tədqiq olunaraq göstərilmişdir ki, səth nahamarlığının amplitud xarakteristikaları (orta arifmetik - R_a və orta kvadratik - R_q nahamarlıq, nahamarlığın maksimumu - R_t , piklərin maksimal hündürlüyü - R_p , minimumların maksimal dərinliyi - R_v) kükürd tərkibli, piklərin sıxlığı (piklərin səth - R_{ds} və profil - R_{sk} üzrə sıxlıqları) isə tellur tərkibli təbəqələr üçün yüksəkdir. Legirələnmə amplitud xarakteristikalarını kükürd tərkibli nümunələrdə azaldır, tellur tərkiblərində isə artırır, piklərin sıxlığını isə hər iki halda artırır. Buna səbəb qeyd olunan tərkiblərdə makromolekulların müxtəlif ölçülü olması və samarium atomlarının özünü müxtəlif cür aparmasıdır.

2. Rentgendifraktometriya metodu ilə As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ təbəqələrinin amorfluğu sübut olunmuş və difraksiya mənzərəsində müşahidə olunan FSDP maksimumuna əsasən yaxın və orta nizamın parametrləri olan kvaziperiod (R), korrelyasiya məsafəsi (L) və MRO oblastında packing əmsalı (L/R) təyin olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, müxtəlif tərkibli materialların parametrlərindəki fərqlilik onların quruluş elementlərinin ölçülərinin müxtəlifliyi ilə bağlıdır.

3. Göstərilmişdir ki, samariumla legirələnmənin quruluş nizamlılığına təsiri əsasən orta nizam oblastı tərtibində baş verir. Samarium atomlarının kiçik konsentrasiyaları nizamlılıq dərəcəsini artırır, böyük konsentrasiyaları isə azaldır ki, bu da Sm-un kimyəvi aktivliyi, amorf matrisada paylanma xarakteri, müsbət Sm^{3+} ionları kimi özünü bürüzə verməsi və məxsusi yüklü defektlərin konsentrasiyasını dəyişdirməsi ilə bağlıdır.

4. As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ təbəqələrinin raman spektrlərində müşahidə olunan zolaqlara uyğun rəqs modalarına səbəb olan kimyəvi rabitələr və quruluş elementlərinin növləri müəyyən olunmuşdur. Qeyri-stexiometrik tərkiblərdə artıq xalkogen atomlarının olması nəticəsində əlavə sərbəstlik dərəcəsinin yaranması və nizamsızlıq dərəcəsinin yüksəlməsi hesabına stexiometrik tərkibli materialların spektrlərində müşahidə olunan aydın ifadə

olunmuş maksimumlar qeyri-stexiometrik tərkiblərdə özəl xüsusiyyəti olmayan zolaqlara çevrilirlər.

5. Samariumla legirələnmənin raman spektrinə təsiri $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ təbəqələrində daha aydın müşahidə olunur. Mövcud quruluş elementlərinin qismən samariumun da daxil olduğu yeni elementlərlə əvəz olunması və samarium atomlarının amorf matrisada olan nanoboşluqları qismən doldurması nəticəsində samarium atomlarının kiçik konsentrasiyaları (1 at%-ə qədər) səpilmə intensivliyini azaldır, $100\div 200\text{ sm}^{-1}$ oblastındakı maksimumları aradan qaldırır, böyük konsentrasiyaları isə intensivliyi artırır və tezliyin 250 sm^{-1} -dən kiçik qiymətlərində səpilmənin intensivliyi legirə olunmamış nümunələrdən yüksək olur.

6. As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ materiallarının təbəqələrində $\omega < 100\text{ sm}^{-1}$ tezlik oblastında intensivliyi, forması və vəziyyəti müxtəlif tərkiblər üçün bir-birindən fərqlənən geniş maksimum – BP müşahidə olunur. BP-nin tezliyi stexiometrik tərkiblər (As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$) üçün $48,9\text{ sm}^{-1}$, qeyri-stexiometriklər ($As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$) üçün isə $63 - 67,8\text{ sm}^{-1}$ -dir və birinci halda BP zəif müşahidə olunur. Bu fakt birinci halda grid-zəncir quruluşunun daha təkmil olması hesabına MRO oblastının böyük ölçülü olduğunu göstərir.

7. Samariumla legirələnmə nəticəsində kükürd tərkibli təbəqələrdə quruluş elementlərinin ölçülərinin böyüməsi, boşluqların ümumi həcmnin kiçilməsi, tellur tərkibli nümunələrdə isə makromolekulların ölçülərinin kiçilməsi və mütəhərriqliyinin artması hesabına $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ təbəqələrinin raman spektrində, $30-40\text{ sm}^{-1}$ -dən kiçik tezliklərdə müşahidə olunan İKES-in intensivliyi azalır, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ -də isə artır.

8. Müəyyən olunmuşdur ki, kimyəvi tərkibi dəyişməklə və samarium atomları ilə legirələnmə vasitəsilə materialların lokal quruluşunun modifikasiyasına və stabilləşməsinə nail olmaq mümkündür. Bu fakt stabilliyi ilə fərqlənən və optoelektronika üçün perspektiv olan XŞY materialları almağa imkan verir.

DƏRC OLUNMUŞ ELMİ İŞLƏRİN SİYAHISI

1. Ələkbərov R.İ., İsayev A.İ., Mehdiyeva S.İ., İsayeva G.A., Samarium aşqarlı As-Se-S şüşəvari xalkogenid yarımkeçiricisində işığın kombinasiyalı səpilməsi // FİZİKA, 2013, c. XIX, № 2, s. 3-7.
2. İsayeva G.A., Ələkbərov R.İ., İsayev A.İ., Mehdiyeva S.İ., Samariumla aşqarlanmış şüşəvari xalkogenid yarımkeçirici As-Se-S, As-Se-Te sistemlərində aşağı tezlikli raman səpilmə spektrinin xüsusiyyətləri // Akademik B.M. Əskərovun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş “ FİZİKANIN AKTUAL PROBLEMLƏRİ” Beynəlxalq Elmi konfransın materialları, Bakı, 2013, s. 175-176.
3. Алекберов Р.И., Мехтиева С.И., Исаев А.И., Исаева Г.А., Роль атомов самария в формировании структуры халькогенидных стеклообразных полупроводников As-Se-S // ФТП, 2014, т. 48, № 6, с. 818 – 822.
4. Алекберов Р.И., Мехтиева С.И., Исаев А.И., Исаева Г.А., Комбинационное рассеяние света в халькогенидных стеклообразных полупроводниках As-Se-S и As-Se-Te // ФТП, 2014, т. 48, № 6, с. 823- 826.
5. Алекберов Р.И., Мехтиева С.И., Исаева Г.А., Исаев А.И., Структурные особенности аморфных полупроводников $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ и $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ с добавками самария // Физ. и Хим. Стекла, 2014, т. 40, №5, с. 725 -728.
6. Алекберов Р.И., Исаев А.И., Мехтиева С.И., Исаева Г.А., Акберов Г.К., Влияние легирования на структуры халькогенидных стеклообразных полупроводников As-Se-Te // АМЕА Хəбərləř, fiz. texn. və řiy. ser., 2013, с. XXXIII, № 5, s.79-86
7. Алекберов Р.И., Исаев А.И., Мехтиева С.И., Исаева Г.А., Эминова Н.Н., Роль атомов самария в формировании структуры халькогенидных стеклообразных полупроводников As-Se-S // АМЕА Хəбərləř, fiz. texn. və řiy. ser., 2013, с. XXXIII, № 5, s. 14-20.
8. Алекберов Р.И., Исаева Г.А., Мехтиева С.И., Исаев А.И. Морфология поверхности халькогенидных стеклообразных полупроводников $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ и влияние на них легирования самарием // АМЕА Хəбərləř, fiz. texn. və řiy. ser., 2015, с. XXXV, № 2. s. 35-42.

9. Исаев А.И., Мехтиева С.И., Алекберов Р.И., Исаева Г.А., Гусейнов З.З., Спектра комбинационного рассеяние света в халькогенидных стеклообразных полупроводниках As-Se-S, легированных самарием // матер. VI Международной научной конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА» , Минск, Беларусь, 2013, с. 252-253.
10. Исаева Г.А., Алекберов Р.И., Мехтиева С.И., Исаев А.И. ,Влияние химического состава на спектр комбинационного рассеяния света в халкогенидных стеклообразных полупроводниках // АМЕА Хəбərləг, fiz. texn. və riy. ser., 2015, XXXV, №2, s. 16-22
11. Исаева Г.А., Алекберов Р.И., Мехтиева С.И., Исаев А.И. Особенности спектра низкочастотное рассеяние света в халькогенидных стеклообразных полупрвоодниках As-Se-S и As-Se-Te легированные самарием // АМЕА Хəбərləг, fiz. texn. və riy. ser., 2014, с. XXXIV, №2, s. 21-32.
12. Мехтиева С.И., Исаев А.И., Алекберов Р.И., Исаева Г.А., Гусейнов Г.Г., Амиров А.С., Структура халькогенидных стеклообразных полупроводников As-Se-S и As-Se-Te легированных самарием // 2013, АМЕА Хəбərləг, fiz. texn. və riy. ser., 2013, с. XXXIII, №2, с. 44-56
13. Мехтиева С.И., Исаев А. И., Алекберов Р.И., Исаева Г.А., Алиева М.Х., Структура халькогенидных стеклообразных полупрловодников As-Se-S и As-Se-Te , легированных самарием // матер. VI Международной научной конференции «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА», Минск, Беларусь, 2013, с. 302-303.
14. Alekberov R.I., Mekhtiyeva S.I., Isayeva G.A., Isayev A.I., Raman scattering in As-Se-S and As-Se-Te chalcogenide glass-like semiconductors / Mater. of International conference “Large scale research projects-2012: Materials science and informatics for high technologies” Baku, 2012, p. 3.
15. Alekberov R.I., Isayev A.I., Mekhtiyeva S.I., Isayeva G.A., Hasanov N.T., Formation of structural units and structure of As-Se-S, As-Se-Te glasses / Mater. of 9th International Conference on “Technical and Physical Problems of Electrical Engineering” Istanbul, Turkey, 2013, p.200.

16. Alekberov R.I., Isayev A.I., Mekhtiyeva S.I., Isayeva G.A., Modification of amorphous film structure of chalcogenide glass-like semiconductors due to the change of their chemical composition // Chalcogenide Letters, 2013, v. 10, № 9, p. 335-339.
17. Alekberov R.I., Isayev A. I., Mekhtiyeva S.I., Isayeva G.A., Boson peak and nanostructure of chalcogenide glass-like semiconductors / Abstracts Of 7th international conference on MATERIALS SCIENCE AND CONDENCED MATTER PHYSIC, Chisinau, Moldova, 2014, p. 206.
18. Alekberov R.I, Isayeva G.A, Mekhtiyeva S.I, Isayev A.I., Boson peak and nanostructure of chalcogenide glass-like semiconductors // JOURNAL OF ADVANCES IN PHYSICS , 2014, v.. 6, No.3, p. 1259-1262.
19. Isayeva G.A., Alekberov R.I., Isayev A.I., Mekhtiyeva S.I., Isayeva G.A., Low – frequency Raman scattering and the nanostructure of As-Se-S and As-Se-Te chalcogenide semiconductors doped with samarium // Proc. SPIE 9205, Reflection, Scattering, and Diffraction from Surfaces IV, 92050C September 5, 2014; California, United States, doi:10.1117/12.2060358.

ГЮЛЬНАР АБАСАТ кызы ИСАЕВА

**ЛОКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ЧИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ
САМАРИЕМ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
СИСТЕМ As – Se - S и As – Se – Te**

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена установлению закономерностей изменения структуры ближнего и среднего порядков халькогенидных стеклообразных полупроводников типа As – Se - S и As – Se – Te в зависимости от химического состава и легирования самарием и роли локальной структуры в рамановском рассеянии света, а также выяснению возможностей получения перспективных материалов на их основе для оптоэлектроники. С этой целью были синтезированы As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ и $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$, а также $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ и $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$, легированные самарием и методами атомно-силовой микроскопии, рентгенодифрактометрии, рамановской спектроскопии исследованы особенности локальной структуры пленочных образцов полученных термическим напылением в вакууме.

Определены численные значения параметров локальной структуры, в частности «квазипериод», длина корреляции (геометрические размеры области MRO), коэффициент упаковки структурных элементов в MRO области, а также параметры морфологии поверхности, и установлены их зависимости от химического состава и легирования. По спектрам рамановского рассеяния определены виды структурных элементов и химических связей, образующих аморфную матрицу исследованных материалов. В указанном спектре при низких частотах (меньше 100 см^{-1}) наблюдается широкий максимум (так называемой бозонный пик - BP). Полученные результаты объяснены в рамках пустотно – кластерной модели и моделью заряженных дефектов.

GULNAR ABASAT gızı ISAYEVA

**THE LOCAL STRUCTURE OF PURE AND DOPED BY SAMARIUM
SEMICONDUCTOR GLASSY SYSTEMS**

As - Se - S and As - Se - Te

ABSTRACT

The dissertational work is devoted to establishing of laws dependence from doping by samarium and from the chemical composition structures short-range and medium-range order of chalcogenide semiconductors type As - Se - S and As - Se - Te and the role of the local structures in the raman scattering of light, as well as, clarify the opportunities obtaining materials on their basis perspectiv for optoelectronics. To this end, was been synthesized As_2Se_3 , $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ and $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$, as well as, $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$ and $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ doped with samarium and by application methods of atomic force microscopy, X-ray diffraction and raman spectroscopy were investigated especially the local structure of the film samples obtained by thermal spraying in a vacuum.

Determined the numerical values of the local structure, in particular, kvaziperiod, length correlation (geometrical dimensions of the MRO), coefficient packing of the structural elements in the field of the MRO, also was determined the surface morphology the parameters and was installed their depending from the chemical composition and doping. According to raman spectra identify the types of structural elements and chemical bonds forming amorphous matrix materials studied. In this spectrum at low frequencies (below 100 cm^{-1}) have a broad maximum (the so-called boson peak - BP), the intensity and the frequency of which depends strongly on the chemical composition. The results are explained within the voids - cluster model and the model of charged defects.

AMEA-nın mətbəəsində çap olunub.

Sayı: 100 nüsxə.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ имени академика Г. М. АБДУЛЛАЕВА**

На правах рукописи

ГЮЛЬНАР АБАСАТ кызы ИСАЕВА

**ЛОКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ЧИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ
САМАРИЕМ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
СИСТЕМ As – Se - S И
As – Se – Te**

2220. 01 – физика полупроводников

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание научной степени доктора
философии по физике

БАКУ –2015