

*Əlyazması hüququnda*

**RAHİLƏ AYDIN QIZI HƏSƏNOVA**

**GÜMÜŞ VƏ TELLURLA AŞQARLANMIŞ  $Ag_2Te$   
BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ VƏ ONLARA  
RADİASİYANIN TƏSİRİ**

2220.01-Yarımqeçiricilər fizikası

Fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

**Bakı – 2014**

Dissertasiya işi Azərbaycan MEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbər:** Fizika-riyaziyyat elmləri namizədi  
dos. **E.R.Həsənov**

**Rəsmi opponentlər:** Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,  
professor **B.Ş. Barxalov**

Fizika üzrə elmlər doktoru  
**A.P.Abdullayev**

**Aparıcı təşkilat:** **Azərbaycan Texniki Universiteti**  
**“Ümumi fizika kafedrası”.**

Dissertasiyanın müdafiəsi “\_24\_” \_\_\_09\_\_\_\_\_2014-cü il saat  
“\_\_\_” da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik  
H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən  
D01.011 Dissertasiya Şurasının iclasında olacaq.

Ünvan: Az-1143, Bakı ş., H.Cavid pr., 131.

E-mail: [director@physics.ab.az](mailto:director@physics.ab.az)

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

Avtoreferat “\_\_\_” \_\_\_\_\_2014-cü ildə göndərilmişdir.

**Elmi katib**  
**Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,**  
**professor**

**D.H. Arash**

## İşin ümumi xarakteristikası

**Mövzunun aktuallığı.**  $\beta$ - $\text{Ag}_2\text{Te}$  birləşməsi dar zolaqlı qeyri maqnit yarımkeçirici olub,  $10\text{-}10^5$  ersted maqnit sahəsi və  $5\text{-}300\text{K}$  temperatur intervalında kvazixətti maqnit müqavimətinə malikdir. Zona quruluşunun təyin olunması nəticəsində müəyyən olunub ki,  $\beta$ - $\text{Ag}_2\text{Te}$  topoloji izolyatorudur və zolaqsız Dirak səth hallarına malikdir. Topoloji binar izolyatorun xarakterik cəhəti, güclü Dirak konusunun olmasıdır.  $\beta$ - $\text{Ag}_2\text{Te}$  birləşməsində topoloji səth halları güclü anizotropdur. Topoloji izolyatorun güclü anizotrop Dirak fermionları yeni elektron hallarına səbəb olur və böyük spin relaksasiya müddətinə malikdir, böyük relaksasiya müddətinin olması, topoloji izolyatorların tətbiqinə imkan yaradır. Bu məsələlər bu günə kimi tam öyrənilməmişdir.

$\beta$ - $\text{Ag}_2\text{Te}$  birləşməsində gümüş ionları keçiriciliyinin termo-elektrik xassəsinə təsiri birləşməsi  $420\text{K}$  temperaturda  $\beta$ - $\text{Ag}_2\text{Te}$  (monoklin quruluş)  $\alpha$ - $\text{Ag}_2\text{Te}$  faza keçidinə malikdir. Bu halda ion keçiriciliyi təxminən 102 dəfə artır.  $\text{Ag}_2\text{Te}$  birləşməsinin kiçik sıxlıqda (85% nəzəri sıxlıqdan fərqli) termoelektrik xassəsi tədqiq olunub. Effektin dəqiq qiymətləndirilməsi üçün Ag ion keçiriciliyinin xassəsi öyrənilməlidir.

Müasir enerji çeviricilərinin əsas funksiyalarından biri onların ətraf mühitin ekoloji cəhətdən qorunması məqsədilə istifadə olunmasıdır. Ona görə həmin çeviricilərin işçi materiallarının zəhərli tullantılar və radioaktiv çirklilik yaratmaması tələb olunur. Belə materiallardan biri də binar gümüş tellur birləşməsidir. Gümüş tellur birləşməsi kiçik istilikkeçirmə əmsalına və elektronların böyük yürüklüyünə malik olmaqla, darzolaqlı yarımkeçiricilər ailəsinə daxildir. Bu birləşmələrin mühim xüsusiyyətlərindən biri onların stexiometriyadan kənara çıxması nəticəsində defektli olmasıdır. Onlarda yaranan bu defektlər elektrofiziki xassələrə ciddi təsir göstərir. Defektlərin əmələ gəlməsinin əsas səbəbi odur ki, böyük yürüklüyə malik olan gümüş atomları tetraedrik və oktaedrik qəfəslərdə (iç qəfəslərdə) künc nöqtələrdən çıxaraq (vakansiya yaradaraq), küncələrə məsafəyə (kristalın müstəvi səthinə) keçir və qəfəsdən-qəfəsə miqrasiya edə bilirlər. Bunun nəticəsində ion keçiriciliyi əmələ gəlir. İç qəfəsdə yaranan  $\text{Ag}^+$  ionları (vakansiyalar) bu kristalın istilik-elektrik xassələrinin mexanizmində mühim rol oynayırlar. Daha doğrusu, onlar (defektlər) bu kristalda elektron və fononların enerji spektrinə ciddi təsir edirlər. Temperatur artdıqca, bu cür defektlərin sayı artır və  $\sim 410\text{K}$  temperaturunda struktur faza keçidi baş verir. Bu zaman

aşağı temperaturlu monoklin quruluş, yuxarı temperaturda səthə mərkəzləşmiş kubik quruluşa keçir. Bu keçid zamanı elektrikkeçirmə əmsalı ( $\sigma$ ) sıçrayışla azalır, Holl ( $R$ ) və termoelektrik ( $\alpha_0$ ) əmsalları isə sıçrayışla artır.

Bu kristalda  $Te$  atomlarının əlavəsi  $p$ -tip,  $Ag$  atomlarının əlavəsi isə  $n$ -tip keçiriciliklə müşahidə olunur. Hər iki komponentin  $\sim 0,75\%$ -li əlavəsinə qədər keçiricilikdəki, bu proses davam edir.

Ədəbiyyat xülasəsindən məlum olduğu kimi  $Ag_2Te$  kristalının qadağan olunmuş zolağı ( $\varepsilon_g$ ) üçün 12 müxtəlif qiymət mövcuddur. Müəyyən olunmuşdur ki, bu kristallarda ( $Ag_{2-x}X$ ;  $X-S$ ,  $Se$ ,  $Te$ ) qadağan olunmuş zolağın qiyməti, burada yaranan defektlərin konsentrasiyasından asılıdır. Bu nəticə özünü daha çox  $Ag_2Te$  kristalında göstərir ( $\varepsilon_g$ -nin kiçik olduğu üçün).  $Te$  və  $Ag$  atomlarının köməkliyi ilə defektlərin qiymətini tənzimləmək olur ki, bu da yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının istənilən qiymətində enerji spektrinin müəyyən-ləşməsinə imkan verir. Gümüş tellur birləşməsinin digər gümüş hallogenlərindən ( $Ag_2S$  və  $Ag_2Se$ ) fərqi ondadır ki, o,  $n$  və  $p$ -tip keçiriciliyə malik olur. Buna səbəb isə  $Ag$  və  $Te$  atomlarının dayaz aşqar səviyyələrini yaratmasıdır.  $Ag_2Te$  kristalının digər gümüş hallogenlər ilə eynilik təşkil etməsi isə ondan ibarətdir ki, hər üç kristalda  $n$ -tip keçiricilik  $T \neq 0$  temperaturundan başlayır. Bu məsələni müasir ion-elektron modelləri izah edə bilmir; onun izahı  $Ag_2Te$  kristalında gümüş atomlarının çox dayaz səviyyələr yaratması ilə əlaqələndirilir.

Bu birləşmənin başqa xüsusiyyətlərindən biri də yükdaşıyıcılarının energetik səthlərinin mürəkkəb quruluşa malik olmasıdır ki, bu da, yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının məxsusi keçiricilik oblastının yuxarı temperatura sürüşməsinə səbəb olur. Eyni zamanda  $Ag_2Te$  kristalı kiçik qadağan olunmuş zonaya malik olduğu üçün o, xarici təsirlərə (temperatur, elektrik və maqnit sahəsi, təzyiq və s.) daha çox məruz qalır. Bu isə öz növəbəsində həmin maddələrdən optimal şəraitdə (otaq temperaturunda) müəyyən cihazlarda işçi materiallar kimi istifadə etməyə imkan verir. Digər tərəfdən isə, bu kristalda defektlərin konsentrasiyasının yüksək olması onun radio-izotopik mühitlərdə işlədilməsinə də şərait yaradır.

Gümüş tellur birləşməsinin qadağan zolağının kiçik olması, xarici təsirlərə daha çox məruz qalmasına gətirib çıxarır. Bu isə cihazqayırmada mühim amil kimi götürülür. Bu cür cihazlarda maddənin

spesifik xassələrinin mövcud olduğu intervalın genişlənməsi praktiki tətbiq cəhətdən maraqlıdır. Onların stabil iş həddi, birinci növbədə xarici təsirlərə necə məruz qalmasıdır ki, bu da öz növbəsində həmin cihazların iş keyfiyyətinə çox az təsir etməsi ilə müəyyənləşir.

Yuxarıda sadalanan məsələlərin həlli yalnız homogenlik intervalı daxilində gümüş və tellur atomlarının geniş intervalda əlavəsi ilə izah oluna bilər ki, bu da, dissertasiya işinin məqsədinə çevrilmişdir.

**Dissertasiya işinin məqsədi** -  $Ag_2Te$  birləşməsinə  $Ag$  və  $Te$  aşqarları əlavə etməklə, termoelektrik və elektrik xassələri mexanizmlərinin və həmin xassələrin materialda yaranan defektlərin miqdarından asılılıq qanunauyğunluqlarının müəyyənləşdirilməsindən ibarətdir.

### **Məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll olunmuşdur:**

-Gümüş tellur kristalı öz komponentləri ilə aşqarlanmışdır;

- $80^0K-450^0K$  temperatur intervalında yükdaşıyıcıların konsentrasiyanın  $1 \cdot 10^{16} \div 1 \cdot 10^{19}$  intervalında kinetik əmsallar tədqiq edilmişdir. Onlar əsasında yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmləri, zona parametrləri, defektlərin təbiəti və qadağan olunmuş zonanın qiymətlərindəki müxtəlifliklərin səbəbi müəyyən edilmişdir;

- $Ag_2Te$  kristalında geniş temperatur intervalında ( $80 \div 450K$ ) elektrikkeçirmə, Holl və termoelektrik əmsalları nəzəri olaraq hesablanmışdır;

-Aşağı ( $T \ll E_d/K$ -harada  $k_1 E_a$  aşqarların aktivləşmə enerjisidir) temperaturlarda  $n$  və  $p$ -tip  $Ag_2Te$  kristallarında səpilmə mexanizmləri müəyyən edilmişdir;

-Qadağan olunmuş zolağın qiymətinin  $Ag_2Te$  kristalında yaranan defektlərin sayından asılılığı müəyyənləşdirilmişdir;

- Gümüş və tellurla aşqarlanmış  $Ag_2Te$  birləşməsinin elektrofiziki xassələri və onlara radiasiyanın təsiri təcrübi olaraq müəyyənləşdirilmişdir.

### **Tədqiqat nəticəsində alınmış elmi yeniliklər:**

1.  $p-Ag_2Te$  kristalında akseptor konsentrasiyasından asılı olaraq, elektronların akseptor mərkəzlərindən səpilmə mexanizmi müəyyən olunmuşdur;
2.  $n$  və  $p-Ag_2Te$  kristallarında yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmləri müəyyənləşdirilmişdir: yükdaşıyıcılar aşağı temperaturlarda aşqar mərkəzlərindən, temperatur artdıqca (haradakı  $T \gg 10K$ ) isə qəfəsin istilik rəqslərindən səpilir;

3.  $Ag_2Te$  kristalında  $n < 1 \cdot 10^{18} \text{sm}^{-3}$  konsentrasiyadakı elektronların gümüş elektronlarının yaratdığı neytral və elektroaktiv defektlərdən səpilməsi üstünlük təşkil edir;
4.  $Ag_2Te$  kristalında defektlərin konsentrasiyasının dəyişməsi ilə kinetik xassələrin dəyişməsi arasında korrelyasiya müəyyənləşdirilmişdir; belə ki, bu kristal ayrı-ayrı komponentlərlə ( $Ag$  və  $Te$ ) aşqarlanma nəticəsində elektrofiziki xassələrin tənzimlənməsi mümkündür;
5.  $Ag_2Te$  kristalında yükdaşıyıcılar üçün qadağan olunmuş zolağın eninin bu kristalda yaranan defektlərin sayından asılı olduğu müəyyənləşdirilmişdir ;
6.  $n$  və  $p$ - $Ag_2Te$  kristalı qalvanomaqnit, termomaqnit çeviricilərində və zəif elektrik siqnallarının gücləndirilməsində işçi material kimi istifadə olunmaq üçün təklif edilmişdir.
7. Müəyyən olunmuşdur ki,  $p=100 \text{rad/s}$  tərtibdə  $\gamma$  şüalanması  $n$ -tip  $Ag_2Te$  kristalının elektrik xassələrinə praktiki olaraq təsir etmir, lakin  $p=0,76 \text{rad/s}$  dozada şüalanma  $p$ -tip  $Ag_2Te$  kristalının elektik xassələrinə nazərə çarpacaq dərəcədə təsir edir.

### **İşin praktiki əhəmiyyəti .**

Dissertasiya işində darzolaqlı  $Ag_2Te$  kristalı üçün həll olunmuş elmi məsələlərin izahı üçün təklif olunan təsəvvürlərdən, digər darzolaqlı yarımkeçiricilərin elektrofiziki xassələrinin izahında istifadə oluna bilər.  $Ag_2Te$  birləşməsini gümüş və tellur atomları ilə aşqarlamaqla elektrofiziki xassələri tənzimləmək olur ki, bunun da əsasında elektron texnikası üçün ekoloji cəhətdən təmiz olan cihazlar təklif etmək mümkündür.

### **Müdafiyəyə çıxarılan elmi müddəalar:**

- $n$  və  $p$ - $Ag_2Te$  kristalında yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmləri;
- $Ag_2Te$  kristalında yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmində defektlərin rolu;
- $Ag_2Te$  kristalında gümüş atomlarının iç qəfəsdə miqrasiyası nəticəsində neytral və elektroaktiv nöqtəvi defektlərin yaranması və onun nəticəsində elektrofiziki xassələrin dəyişməsi;

- Gümüş tellur birləşməsində yükdaşıyıcıların qadağan olunmuş zonasının qiymətinin defektlərin sayından asılılığı.

**Nəşrlər:** Dissertasiya işi (11) sayda çap olunmuş məqalələrdə öz əksini tapmışdır.

**İşin aprotasiyası:** Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıda qeyd olunan beynəlxalq və Respublika konfranslarında müzakirə olunmuşdur. B.P. Konstantinov adına Peterburq Atom fizikası İnstitutu (Sankt-Peterburq-2012) və AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutunun (Bakı-2013) elmi seminarında məruzə edilmişdir.

### **Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.**

Dissertasiya işi girişdən, beş fəsildən, elmi nəticələrdən təşkil olunmaqla 138 səhifə olmuşdur, o cümlədən 52 şəkil, 5 cədvəl və 182 sayda istinad olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

### **İşin qısa məzmunu**

**Girişdə** mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi ifadə edilmiş, elmi yeniliklər, müdafiəyə çıxarılan əsas müddələrin, praktiki əhəmiyyəti verilmişdir.

**Dissertasiyanın birinci fəsl**i elmi işlərin xülasəsinə həsr olunmuşdur. Ona tədqiq olunan obyektin kristallıq quruluşu, elektrik, termoelektrik və istilik hadisələri daxildir. Göstərilmişdir ki, əsas işlər 80-450K temperatur intervalına həsr olunmuşlar.  $Ag_2Te$  birləşməsinin yükdaşıyıcıları üçün enerji spektri ətraflı öyrənilmişdir. Bu kristal defektli olduğu halda, onun daxilində defektlərin yaranma dinamikası verilməmişdir. Ədəbiyyatda bu kristalda qadağan olunmuş zonasının eni üçün çoxlu sayda qiymətlər verilməsinə baxmayaraq, bunun səbəbi öyrənilməmişdir .

Gümüş xalkogenid birləşmələrinin hamısı müəyyən temperaturda faza keçidinə məruz qalırlar. Kristalda quruluş dəyişməsi baş verir və aşağı temperaturlu  $\alpha$  - fazasından yuxarı temperaturlu  $\beta$  fazaya keçid baş verir. Qeyd etmək lazımdır ki, ədəbiyyatlarda sinqoniya və elementar qəfəslər haqqında aşağı temperaturlu fazanın məlumatları ziddiyyətlidir.  $Ag_2S$  birləşməsi üç stabil modifikasiyada mövcuddur. Faza keçidinin temperaturu tərkibdən asılıdır və 376-453K intervalında  $\alpha \rightarrow \beta$  keçidi və 844-895K intervalında isə  $\beta \rightarrow \gamma$  keçidləri baş verir. Temperatur artdıqca, keçid temperaturu xalkogenin miqdarından asılı olaraq güclənir və keçid geniş temperatur intervalında baş verir.

$Ag_2S$  birləşməsinin elementar qəfəsinin quruluş parametrləri:  
 $a = 9,49 \overset{0}{A}$ ,  $b = 6,98 \overset{0}{A}$ ,  $c = 8,30 \overset{0}{A}$ ,  $\beta = 124^\circ$  və rombik quruluş parametrləri isə belə  $a = 4,75 \overset{0}{A}$ ,  $b = 8,12 \overset{0}{A}$ ,  $c = 6,88 \overset{0}{A}$  olur. Monoklin və rombik qəfəsdə 8 molekul var.  $\beta$ - $Ag_2S$  kubik modifikasiyalı birləşmə 453-873 K temperatur intervalında stabildir.

$Ag_2Se$  kristalının  $\alpha$  -dan  $\beta$ -ya keçidi metastabil rombik və tetraqonal fazalarda olur. Qəfəs dövrləri  $a_{tet} = \sqrt{2}a$ ;  $c_{tet} = a_{kub}$ ;  $a_{rom} = a_{tet}$  kimidir. Beləliklə,  $\alpha \rightarrow \beta$  keçidində gümüş atomları elə sürüşürlər ki, qəfəsin simmetriyası və atomların koordinasiyası artır. Kubik və monoklin faza həcmlərinin nisbəti  $V_{kub} = 116 \overset{0}{A^3}$ ;  $V_{mon} = 116 \overset{0}{A^3}$  kimidir. Gümüş selen birləşməsinə atmosfer təzyiqində iki polimorf formada rast gəlinir.

Yüksək temperaturlu modifikasiya olan  $\gamma$ - $Ag_2Te$   $960 \pm 1075K$  temperatur intervalında mövcuddur, ərimə temperaturuna qədər ( $a = 6,572 \overset{0}{A}$ )  $Ag$  atomları aralıq vəziyyətdə yerləşiblər. Fəza qrupu  $P_{h3} - T_h^2$ .  $\beta$ -  $Ag_2Te$  fazası  $376 \div 468K$  intervalından  $960 \div 1075K$  intervalına qədər dayanıqlıdır. Qəfəs sabiti  $6,572 \overset{0}{A}$ . Fəza qrupu  $F_{23} - T^2$  kimidir. Quruluşun əsasında səthəmərkəzləşmiş kubik  $Te$  atomları durur,  $Ag$  atomları nizamsız olaraq bir neçə halda (tetraedrik və oktaedrik) yerləşirlər.  $\beta$ -  $Ag_2X$  fazasının rentgenoqrafik tətqiqi göstərir ki, baxılan birləşmələrin hamısı ümumi modellə birləşə bilir, yəni  $S$ ,  $Se$ ,  $Te$  uclarda HMK (həcmə mərkəzləşmiş kubik) və SMK (səthə mərkəzləşmiş) yerləşir və qəfəsdə 6  $Ag$  atomları ilə əhatə olunur. Deyilənlərdən aşağıdakı çatışmamazlıq alınır:

Birləşmələdə geniş temperatur intervalında rentgen quruluş tətqiqatları aparılmayıb. Rentgenquruluş analizi vasitəsi ilə faza keçidinin yayılması öyrənilməyib.

**Dissertasiyanın ikinci fəslə,** kinetik effektlərin ölçü üsulunun təsvirinə həsr olunmuşdur. Burada ölçü qurğusunun quruluşu ilə yanaşı, ölçü xətalının hesablanması da verilmişdir. Bu qurğu maddənin elektrik və istilik xassələrindən asılı olaraq qadağan zolağının on iki qiymətini müşahidə etməyə imkan verir.

Gümüş xalkogenid birləşmələrinin alınmasının müxtəlif üsulları mövcuddur. Bu birləşmələrin sintez çətinliyi ondan ibarətdir ki,



hallogen-gümüş sistemlərində, tərkibcə yaxın olan bir neçə modifikasiyalı fazalar var. Bundan başqa xolkogen birləşməsinin komponentlərindən biri uçucudur (məsələn S), bu da onların alınmasını çətinləşdirir. Ən sadə və yayılmış üsul, təsirsiz qazla doldurulmuş kvars ampulalarda əvvəlcədən ilkin maddələrin əridilməsi üsuludur. Gümüş xolkogenid reaksiyası ekzotermik olduğuna görə, ampulanın qızması tədricən aparılır və kimyəvi reaksiya başlanan temperaturda, ampula bir qədər saxlanılır. Sonra qızdırıcının temperaturu birləşmənin ərimə temperaturuna qədər artırılır.  $Ag_2X$  birləşməsinin ərimə üsulu ilə alınma texnologiyası ədəbiyyatlarda verilmişdir. Ədəbiyyatda  $Ag_2Te$  birləşməsinin yarımkrstallik ərintiləri, elementlərin maye halındakı reaksiyalarından alınmışdır. Gümüş və tellur elementlərinin lazımı miqdarları kvars ampulaya yerləşdirilir, sonra ampula  $10^{-5}$  mm.c. s.-na qədər seyrəkləşdirilir və ərinti ərimə temperaturundan bərkimə temperaturuna qədər tədricən soyudulur. Ərinti bərkliyindən sonra yavaş-yavaş otaq temperaturuna qədər soyudulur. Nümunələr həmçinin Bridjmen üsulu ilə də alınıb (ikifazlı qızdırıcı soba). Ampulanın irəliləmə sürəti  $0,25 \pm 0,5$  mm/saat olmuşdur. Bütün bu hallarda ampulaları sobadan çıxaranda çatlamış olublar. Ampulaların çatları  $140^{\circ}C$  temperaturu ətrafında baş verib. Ərintilərin səthləri  $NH_3-H_2O_2$  məhlulunda təmizlənmişdir. Ədəbiyyatlarda  $Ag_2Te$  birləşməsinə mono və polikristal kimyəvi transport reaksiyası üsulu ilə alınıb. Transport vasitəsi kimi yod və bromdan istifadə olunmuşdur, mənbə hissəsində temperatur  $T_1=900 \div 950^{\circ}C$ , kristallaşma  $T_2=450 \div 650^{\circ}C$  saxlanmışdır.  $T_1, T_2$  qiymətlərindən, ampulanın diametrindən və transportir agentlərin konsentrasiyasından asılı olaraq kristalın göyermə müddəti 1 sutkadan 3 sutkaya qədər olmuşdur. Rentgenoqrafik və kimyəvi analizlər göstərmişdir ki, alınan kristallar  $Ag_2X$  birləşməsinin yuxarı temperaturlu kubik sinqoniyalı monokristallarıdır. Kristallar silindirik şəkildə alınmışdır. Kristalların ölçüləri  $4,5 \times 1 \times 1$  mm<sup>3</sup> olmuşdur.

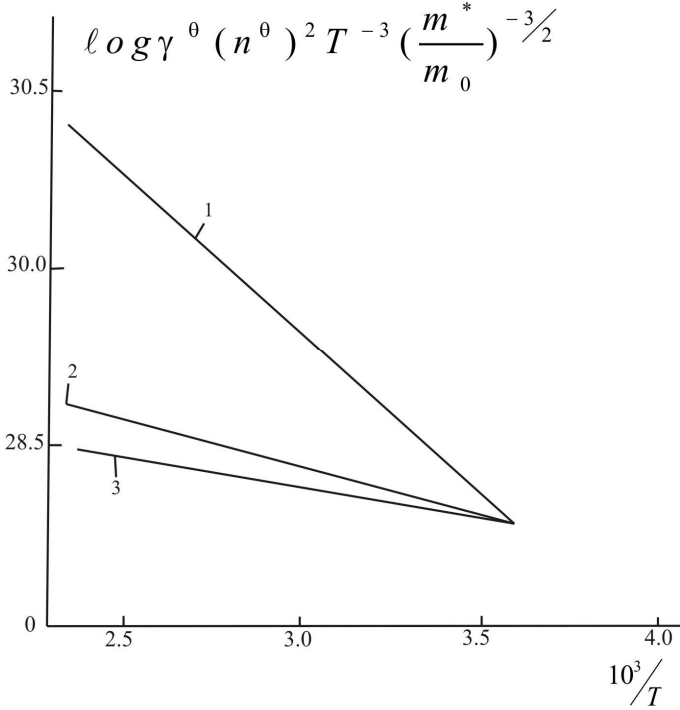
**Dissertasiyanın üçüncü fəslində** p-  $Ag_2Te$  kristalının aşağı temperaturlarda elektrik və termoelektrik xassələri tədqiq olunmuşdur. Elektrikkeçirmənin temperatur asılılığında  $T \approx 65K$  qiymətində minimum müşahidə olunmuşdur. Bu minimumun əmələ gəlməsinə səbəb elektron və deşiklərin qəfəs rəqslərindən səpilməsi və hətta elektronların akseptor mərkəzlərdən rezonans səpilməsi və elektronların zona-zona, səviyyədən zonaya generasiyası hesabına olduğu göstərilmişdir. İlk dəfə

olaraq  $Ag_2Te$  kristalında yükdaşıyıcıların defektlərdən səpilmə mexanizmi öyrənilmişdir.

$Ag_2Te$  birləşməsinin elektrik və istilik xassələrini öyrənməyə çoxlu sayda iş həsr olunub. Ədəbiyyatda  $Ag_2Te$  birləşməsinin elektrik və istilik xassələrinin bəzi xarakterik xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Müəlliflər göstərmişlər ki,  $Ag_2Te$  birləşməsində elektronların dispersiya qanunu Keyn modelinə tabedir və  $T > 80K$  temperaturda səpilmə mexanizmi ion aşqarlarından və qəfəs rəqslərindən səpilmədən ibarətdir.  $80 \div 250K$  temperatur intervalında elektron və fonon istilikkeçirməsi öyrənilərək isbat olunub ki,  $Ag_2Te$  birləşməsində Lorens ədədi ( $L$ ) Zommerfeld ədədindən ( $L_0$ ) xeyli kiçikdir, yəni elektron-elektron qarşılıqlı təsiri qeyri- $\text{elastik}$ dir.  $Ag_2Te$  birləşməsinin başqa xüsusiyyəti, onun defektli olmasıdır ki, bu da kinetik hadisələrə ciddi təsir edir. Ancaq ədəbiyyatlarda konsentrasiya  $n < 1 \cdot 10^{18} \text{sm}^{-3}$  olduqda, bu haqda məlumat yoxdur. Bu cür kristalların elektrofiziki xassələrinin tədqiqi termoelektrik cihazlarında, xüsusən izotop mühitlərdə işləyən cihazlarda tətbiq baxımından çox əhəmiyyətlidir.  $Ag_2Te$  birləşməsində defektlərin elektrik xassələrinə təsiri çox böyük elmi maraq kəsb edir.

Bu məsələni dərk etmək üçün yükdaşıyıcıların yüüklüklərini, mümkün səpilmə mexanizmini nəzərə almaqla, hesablamaq lazımdır. Yükdaşıyıcıların yüüklükləri ixtiyari cırılma halında və Keyn dispersiya qanunu əsasında, akustik fononlardan və ion aşqarlarından səpilməsinə dair işlərdə hesablanıb. Hesablamalardan görünür ki, temperatur artdıqca  $U_n(T)$  azalır, ancaq elektronların yüüklüklərinin hesablanmış qiymətləri həm keyfiyyətə, həm də ədədi qiymətə təcrübə ilə uyğun deyil. Nəzəri hesablama və təcrübi qiymətlərin uyğunlaşmaması səbəbini ayırd etmək üçün yeni səpilmə mərkəzlərinin nəzərə alınması vacibdir.

**İşin dördüncü fəslində** qadağan olunmuş zolağın eninin ( $E_g$ ) defektlərin konsentrasiyadan asılılığı tədqiq olunmuşdur.  $E_g$ -nin qiymətləri nəzərə alınmaqla kinetik əmsalların temperatur asılılıqları araşdırılmışdır. İsbat olunmuşdur ki, qadağan olunmuş zolağın n- $Ag_2Te$  ( $E_g=0,054\text{eV}$ ), p- $Ag_2Te$  ( $E_g=0,035\text{eV}$ ) təcrübi və hesablama ayrılıqları uyğun gəlir.  $Ag_2Te$  kristalının iç qəfəsində gümüş atomlarının hesabına qadağan olunmuş zolağın eni  $E_g$  və defektlərin konsentrasiyası arasında korrelyasiya tapılmışdır ( $10^{21-22}$  defektlərin konsentrasiyası üçün).



**Şəkil 1.**  $\text{Ag}_2\text{Te}$  birləşməsində  $\log \gamma^\theta (n^\theta)^2 T^{-3} \left(\frac{m^*}{m_0}\right)^{-3/2}$  funksiyasının  $1/T$ -dən asılılığı.

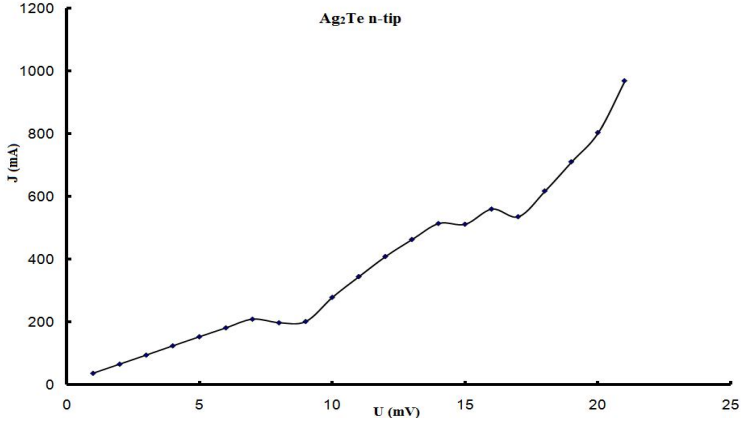
1- dən ( $E_g = 0.113 \text{ eV}$ ), 1-əlavə 0.02at.% olanda ( $E_g=0.054 \text{ eV}$ ), 2-əlavə 0.02at.% olanda ( $E_g=0.054 \text{ eV}$ ), 3-əlavə 0.75at.% ( $E_g=0.035 \text{ eV}$ ).

Bu fəsilə, müəyyən yaxınlaşmalarla  $\text{Ag}_2\text{Te}$  birləşməsində quruluş defektlərinin konsentrasiyası hesablanmışdır. Əsas nəticə kimi müəyyənlanmışdır ki, yükdaşıyıcıların enerji spektri həm də defektlərlə tənzim olunur. Bu defektlərin yaranmasına əsas səbəb isə, iç qəfəsdə yerləşən gümüş atomlarının miqrasiyasıdır. Bu atomların künclərdəki vakansiyaları p-tip, onların küncələr arasına keçməsi isə n-tip keçiriciliyə səbəb olur. Elektro-müsbət təbiətli defektlərin artması yükdaşıyıcıların qadağan zolağının ( $\varepsilon_g$ ) azalmasına, elektro-mənfi təbiətli defektlərin artması isə qadağan zonanın  $\varepsilon_g$  artmasına gətirib çıxarır.

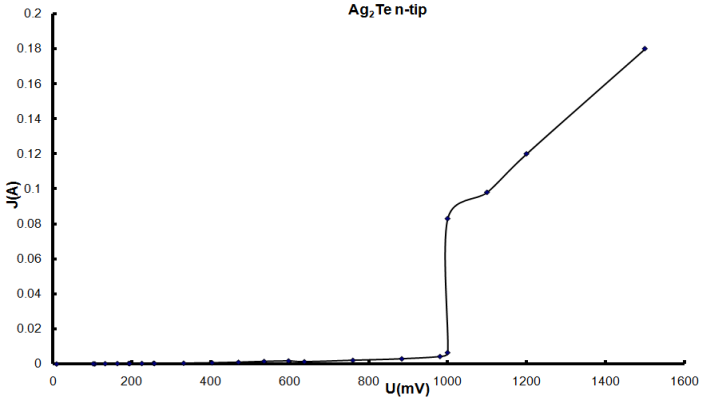
**Dissertasiyanın beşinci fəsl**i gümüş tellur kristalının qalvonomaqnit, termoelektrik, termomaqnit və zəif elektrik siqnallarının güclənməsində işçi material kimi istifadə olunmasına həsr olunmuşdur.  $Ag_2Te$  kristalı çox miqdarda defektlərdən təşkil olunduğundan, o radiasiyaya məruz qalmır. Ona görə onun əsasında yaradılan Nernst-Ettinqshauzen soyuducuları, infraqırmızı oblastda işləyən termomaqnit və termoelektrik çevriciləri məişətdə və elektron texnikasında istifadə oluna bilər. Digər tərəfdən,  $Ag_2Te$  kristalının faza keçidində termoelektrik hərəkət qüvvəsi ( $\alpha_0$ ) sıçrayışla dəyişdiyindən, onun bu xassəsindən istifadə etməklə zəif elektrik siqnallarını bir neçə tərtib artırmaq olar. Məlum olmuşdur ki, *n-Ag<sub>2</sub>Te* kristalı bu şüalanmaya məruz qalmır. *p-Ag<sub>2</sub>Te* kristalında isə şüalanmadan əvvəl S-şəkilli VAX, sonra düzlənmə müşahidə olunmuşdur. Bu zaman astana gərginliyi şüalanma nəticəsində azalmışdır ki, bu da radiasiya defektlərinin yaranması və elektron-elektron qarşılıqlı təsirin qeyri-elastiki xarakteri ilə izah olunur.

Gümüş tellur kristalı anomal yüksək unipolyar ion keçiriciliyinə (superion keçiriciliyi)  $10\text{m}^{-1}\text{sm}^{-1}$  malikdir ki, bu da onun iç qəfəsdə gümüş atomlarının yüksək yürüklüklə miqrasiyası nəticəsində yaranır. Aydın məsələdir ki, bu cür superion keçiriciliyi olan kristallar xarici elektrik sahəsindəki istiqamətdən asılı olaraq, keçiriciliyini artırıb azalda bilər. Bu isə o deməkdir ki, xarici elektrik sahəsi bu kristallarda yaranan defektlərin əmələ gəlmə enerjisini artırır-azalda bilər. Radiasiyanın təsiri ilə bu cür defektlərin əmələ gəlmə ehtimalı olduğundan,  $Ag_2Te$  kristalında həmin defektlərin konsentrasiyasında artma müşahidə olunmalı idi. Bunun üçün biz bu kristalın bəzi xassələrini radiasiyanın təsirinə qədər və ondan sonra tədqiq etmək məcburiyyətində olduq. Təcrübələr şüalanma mərkəzi  $C_0^{60}$  olan  $\gamma$  şüalanması (dozası  $150\text{ Mrad}$  olan) təsirinə 10 sutka ərzində aparılmışdır.

Şəkil 2-3-də *n-Ag<sub>2</sub>Te* kristalının radiasiyaya qədər və sonrakı volt amper xarakteristikaları (VAX) verilmişdir. Şəkil 4-5-də isə həmin asılılıqlar *p-Ag<sub>2</sub>Te* kristalı üçün verilmişdir.



**Şəkil 2.** Ag<sub>2</sub>Te n-tip kristalının Volt-ampere xarakteristikası  
( $\gamma$  -şüalanmadan əvvəl)



**Şəkil 3.** n-Ag<sub>2</sub>Te křistalının Volt-ampere xarakteristikası  
( $\gamma$  -şüalanmadan sonra)

Şəkil 2-3-dən görünür ki, *n-Ag<sub>2</sub>Te* kristalına radiasiyanın təsiri çox zəifdir, şəkil 4-5 -dən isə görünür ki, *p-Ag<sub>2</sub>Te*-ə radiasiyanın təsiri əhəmiyyətli dərəcədədir. Digər tərəfdən isə *p-Ag<sub>2</sub>Te* kristalında VAX *S* -şəkillidir. Əgər *J(V)* asılılığının şüalanmaya qədər dəyişməsi  $\sim 30mA$  və

0,85-dən başlaydırsa, şüalanmadan sonra bu dəyişmə  $\sim 0,25mA$ -dən və  $\sim 0,2V$ -da müşahidə olunur.

Şəkil 3-dən görünür ki,  $n-Ag_2Te$  kristalında radiasiya şüalanmasının təsiri çox az hiss olunur. Bu məsələni belə izah etmək olar: kristalın (burada  $n-Ag_2Te$  nəzərdə tutulur) həcmi müxtəlif işarəli yüklərdən ( $Ag^+$  və  $T^{-2}$ ) əmələ gəlmiş domenlərə parçalanmışdır. Burada domenin  $Ag^+$  kationu müəyyən pozisiyaları tutmur və bir domendə yüklərin paylanması üçün yaxın nizamlılıq reallaşır. Bu zaman bir  $Ag^+$  kationa uyğun domenin enerjisi böyük olduğuna görə digər şüalanmanın enerjisi onun miqراسiya etməsinə bəs etmir və nəticədə yeni defektlərin əmələ gəlmə ehtimalı az olur. Digər tərəfdən isə təsəvvür etsək ki, domenin əsas enerjisi elə  $Ag^+$  kationunun payına düşür, eləcə də, nizamsızlıq onun hesabına çox az dəyişir, onda demək olar ki, hazırda təsir edən şüa enerjisi  $Ag^+$  kationunun yürüklüyünün artmasına kifayət etməyibdir. Bu isə onunla izah oluna bilər ki,  $Ag_2Te$  superion kristalında şüalanmadan əvvəl  $Ag^+$  kationun miqراسiyası hesabına yaranan defekt konsentrasiyası o qədər böyük olur ki, (təxminən  $\sim 10^{20-22}sm^{-3}$ ) şüalanma hesabına yaranan defektlər ümumi mənzərədə özünü göstərə bilmir.

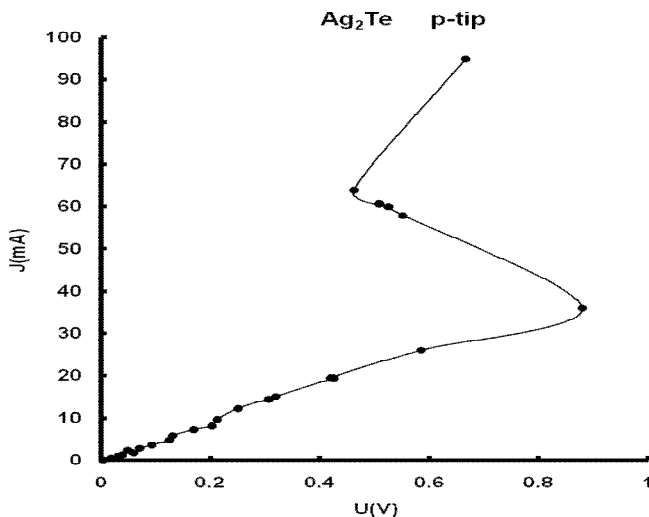
Şəkil 4-dən görünür ki,  $p-Ag_2Te$  VAX şüalanmadan əvvəl S-şəkillidir, lakin şüalanmadan sonra bu mənzərə nisbətən dəyişir (düzlənir).

Bunun səbəbini belə izah etmək olar: şəkil 5-dən görüldüyü kimi  $\sim 0,85V$  astana gərginlikdə müqavimət nisbətən aşağı qiymətdən yuxarı qiymətə dəyişir. Adətən bu mənzərə cərəyanların şunurlanması (elektrik izolə ilə ayrılmış mikro məftillər) hesabına baş verir ki, burada, şunurlarda bir-biri ilə cərəyanın sıxlığı ümumi nümunənin qalınlığına düşən cərəyan sıxlığından böyükdür. Gərginliyin  $\sim 0,85 V$  qədər artması ilə aşağı müqavimət intervalında rəqsi proses müşahidə olunur ki, bu da şunurlarda cərəyanın qeyri-stabil olması ilə əlaqəli ola bilər. Burada gərginliyin azalması ilə VAX-da “ histerezis” müşahidə olunur ki, o bir daha yuxarı müqavimət halına qayıda bilmir. Bu o deməkdir ki, nümunədə tərsinə müsbət effekt müşahidə olunur, yəni nümunə gərginliyin: I- halda  $\sim 0,5V$ , II-halda isə  $\sim 0,3V$  qiymətində əvvəlki halına (yüksək müqavimət halına) qayıtmaq əvəzinə, aşağı müqavimət halına qayıdır. Bu halda müqavimət: I-halda  $\sim 1,8$  dəfə, II-halda isə  $\sim 20$  dəfə azalır. (I-şüalanmaya qədər, II-halı isə şüalanmadan sonra). Bu isə o deməkdir ki, yaddaş effekti hər iki halda müxtəlif olur. Şüalanmadan sonra astana gərginliyinin dəyişməsi, onu göstərir ki, II

halda kifayət qədər defektlər əmələ gəlmişdir və onlar təbiətə elektroaktivdirlər (elektromüsbətdirlər). Cərəyan sıxlığı isə hər iki halda dayanıqsızdır.

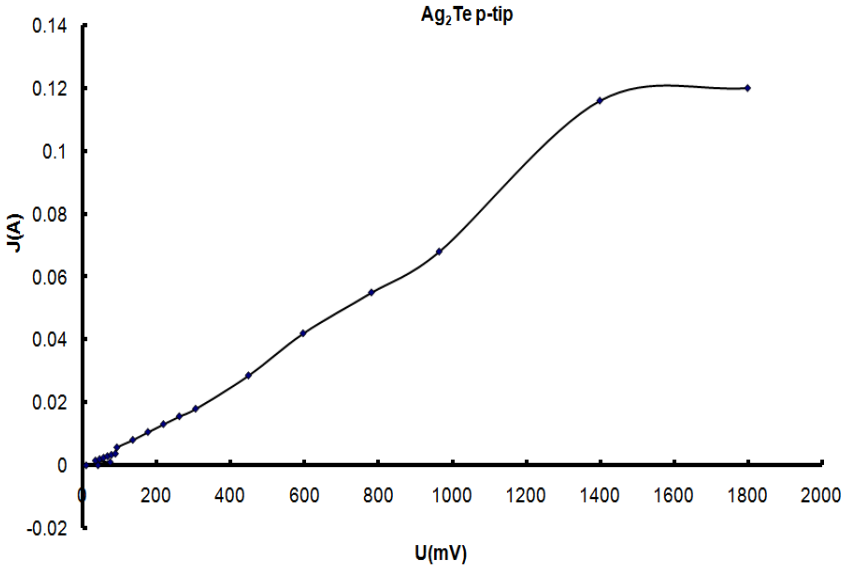
n-Ag<sub>2</sub>Te kristalı kifayət qədər defekt konsentrasiyasına malik olduğu üçün Ag<sub>2</sub>Te birləşməsinin elektro-fiziki xassələrinə ciddi təsir etməmişdir.

Defekt konsentrasiyası nisbətən az olduğu üçün elektron şüalanması p-Ag<sub>2</sub>Te kristallarına ciddi təsir etmişdir. n və p tip Ag<sub>2</sub>Te kristalına P=0,76rad/san elektron şüalanmasının təsiri öyrənilmişdir. Məlum olmuşdur ki, n- Ag<sub>2</sub>Te kristalı bu şüalanmaya məruz qalmır. p-Ag<sub>2</sub>Te kristalında isə şüalanmadan əvvəl S-şəkilli VAX müşahidə olunmuşdur. Bu zaman astana gərginliyi şüalanma nəticəsində azalmışdır ki, bu da radiasiya defektlərinin yaranması və elektron-elektron qarşılıqlı təsirin qeyri-elastiki xarakteri ilə izah olunmuşdur.



**Şəkil 4.** p-Ag<sub>2</sub>Te kristalının Volt-ampere xarakteristikası

( $\gamma$  -şüalanmadan əvvəl)



**Şəkil 5.** p- $\text{Ag}_2\text{Te}$  kristalının Volt-ampere xarakteristikası  $P=0,76\text{rad/san}$  ( $\gamma$  -şüalanmadan sonra)

n və p- $\text{Ag}_2\text{Te}$  kristallarının tədqiqi göstərmişdir ki, n- $\text{Ag}_2\text{Te}$  sintez zamanı yüksək defekt konsentrasiyasına malik olduğu üçün elektron şüalanmasına məruz qalmır. p- $\text{Ag}_2\text{Te}$  kristalı isə bu şüalanmaya məruz qalır. Eyni zamanda p- $\text{Ag}_2\text{Te}$  kristalında S-şəkilli VAX müşahidə olunur ki, ondan yaddaş elementi kimi istifadə etmək olar. Bu maddənin elektrik yüklüyü böyük olduğu üçün onlarda Nernst-Ettingshauzen qalvomaqnit effektləri və həmin addakı termomaqnit effektlərinin əmsallarının mövcud materiallardan böyük olduğu üçün bu materiallar əsasında soyuducular və İK (infra qırmızı) şüalanma intervalında işləyən qəbuledicilər kimi istifadə etmək olar. İşdə bu haqda daha ətraflı məlumat verilmişdir.



## ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Elektrikkeçiriciliyin, temperatur  $T \sim 65\text{K}$ -də asılılığında minimum müşahidə olunmuş və minimumun elektronların akustik fononlardan, akseptor səviyyələrdə rezonans səpilmə və elektronların zona-zona generasiyası hesabına yaranması göstərilmişdir.
2. İsbat olunmuşdur ki,  $\text{Ag}_2\text{Te}$  birləşməsində  $40\text{K}$  temperaturuna qədər yükdaşıyıcılar ionlaşmış aşqarlardan,  $T > 40\text{K}$  qiymətində qəfəsin istilik rəqslərindən səpilirlər.
3. Elektron-ion qarşılıqlı təsiri nəzərə alınmaqla aparılan hesablamalar göstərmişdir ki, mənfi elektrik yüklü defektlər üçün (ionlaşmış gümüş atomları)  $\mathcal{E}_g$  -nin qiyməti, müsbət elektrik yükünə malik (gümüş boşluqları) defektlər halındakından çoxdur.
4.  $\text{Ag}_2\text{Te}$  kristalının enerji spektrinin parçalanmasında deformasiya potensialının (defektlərin rolu hesabına) rolunun mühüm olduğu müəyyənənmişdir.
5.  $n$ - tip  $\text{Ag}_2\text{Te}$  kristalı sintez zamanı yüksək defekt konsentrasiyasına malik olduğu üçün,  $\gamma$  şüalanması az defekt yaradır və  $n\text{-Ag}_2\text{Te}$  kristalı şüalanmaya məruz qalmır.  $p\text{-Ag}_2\text{Te}$  kristalında şüalanmadan əvvəl S-şəkilli VAX müşahidə olunur ki, bu da həmin materialdan yaddaş elementi kimi istifadə etməyə imkan yaradır.
6. Göstərilmişdir ki, konsentrasiyası  $3,0 \cdot 10^{18} \text{ sm}^{-3}$  olan  $\text{Ag}_2\text{Te}$  kristalından nüvə reaktorlarında optimal temperaturlarda ( $\sim 100$  və  $300\text{K}$ ) Ettiinqshauzen soyuducuları üçün işçi material kimi istifadə etmək olar.
7. “S” şəkilli VAX-nın xəttliliyə keçməsi göstərir ki,  $\gamma$  -şüalanması nəticəsində tətqiq olunan nümunələrdə mənfi elektroaktiv defektlər yaranır.

## Dissertasiyanın mövzusu üzrə çap olunmuş elmi işlərin siyahısı:

1. Ф.Ф.Алиев, Р.А.Гасанова, Е.Р.Гасанов, Г.П.Пашаев. «Рассеяние носителей заряда на дефектах в  $Ag_2Te$ ». //AMEA Xəbərlər, №5, 2011, стр.154-157.
2. F.F.Əliyev, R.A.Həsənova, E.R.Həsənov, T.F.Yusifova. « $Ag_2Te$  birləşməsinin qadanzolağının qiymətləri». //AMEA Fizika, Cild XVII №4, 2011, Səh16-19.
3. F.F.Aliyev, M.B.Jafarov, V.I.Eminova, G.Z.Asgerova, R.A.Hasanova. «Resonance Scattering of Electrons in  $Ag_2Te$ ». //Acta Physica polonika. Vol.120. №6, p.1061-1064.
4. Ф.Ф.Алиев, Р.А.Гасанова, Э.Р.Гасанов, Т.Ф.Юсифова. «Роль атомов серебра при изменении ширины запрещенной зоны в теллуриде серебра». // BDU Xəbərlər, №2, 2012, Səh.130-139.
5. F.F.Aliyev, A.A.Saddinova, R.A.Gasanova, N.A.Verdiyeva. “The role of eigen componenta at energy spectrum in  $Ag_2Te$ ». //AMEA Fizika, XVII, №3, 2011, p-37-39.
6. М.Б.Джафаров, Ф.Ф. Алиев, Р.А.Гасанова, А.А.Саддинова. «Роль собственных дефектов при расщеплении энергетических спектров носителей заряда в  $Ag_2Te$ ».// ФТП, том 46, вып.7, 2012, стр-884-889.
7. R.A.Həsənova, F.F.Əliyev, E.R.Həsənov. “n və p tipli  $Ag_2Te$  kristalının  $T=300^0K$  temperaturda elektrik xassələri və onlara radiasiya şüalanmasının təsiri”. // AMEA Energetikanın problemləri, №2, 2013, səh.32-36.
8. F.F.Əliyev, R.A.Həsənova, E.R.Həsənov, C.İ.Hüseynov. “Gümüş tellur kristalının ekoloji cəhətdən alternativ enerji mənbələrində işçi material kimi istifadə olunması”. // AMEA Energetikanın problemləri, 2013, №1, səh. 80-87.
9. Е.Р.Гасанов, Р.А.Гасанов, Е.В.Сохбатов. «Роль атомов серебра при изменении ширины запрещенной зоны в теллуриде серебра». /ПИЯФ, 2012, стр149.
10. F.F.Aliyev, R.A.Hasanova, E.R.Hasanov. «Resonance Scattering of electrons in  $Ag_2Te$  At low temperature». // IJTPЕ Journal, Vol 3. №2, 2011, p.26-29.
11. R.A.Həsənova, F.F.Əliyev. “n və p tipli  $Ag_2Te$  kristalının  $T=300^0K$  temperaturda elektrik xassələri və onlara radiasiya şüalanmasının təsiri”. /AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu, Radiasiya tədqiqatları və onların praktiki aspektləri, VIII konfrans. 2013, s.89-90.

## РАХИЛА АЙДЫН ГЫЗЫ ГАСАНОВА

### ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ $\text{Ag}_2\text{Te}$ С ПРИМЕСЯМИ СЕРЕБРА И ТЕЛЛУРА И ВЛИЯНИЕ НА НИХ РАДИАЦИИ.

#### РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена исследованию электрофизических свойств соединения  $\text{Ag}_2\text{Te}$  с примесями Ag или Te. Экспериментально показано, что разные значения ширины запрещённой зоны  $E_g$  возникают из-за примесей атомов Ag или Te. Теоретическими расчетами показано, что примесь Ag в соединении  $\text{Ag}_2\text{Te}$  увеличивает ширину  $E_g$ , а примесь Te уменьшает. Установлено, что рассеяние носителей заряда в области температур 80-450К, в основном, происходит на акустических фононах.

При 65К наблюдается минимум энергетического спектра и это указывает на роль дефектов в рассеянии.

Проведены измерения электропроводности соединения  $\text{Ag}_2\text{Te}$ , легированного примесями Ag или Te, до и после излучения  $\gamma$  лучами. Показано, что примесь Ag создаёт n-тип проводимости, а примесь Te - p-тип проводимости.  $\text{Ag}_2\text{Te}$  p-типа проводимости имеет S-образную ВАХ, а n-типа - почти линейную. Соединение p-типа  $\text{Ag}_2\text{Te}$  может быть использовано как элемент памяти. При облучении  $\gamma$ -квантами легированного Ag и Te соединения  $\text{Ag}_2\text{Te}$  (150Мрад) S-образная ВАХ в p-  $\text{Ag}_2\text{Te}$  исчезает и становится почти линейной, а ВАХ n-  $\text{Ag}_2\text{Te}$  почти не меняется.

Полученные результаты позволяют предположить, что p-тип  $\text{Ag}_2\text{Te}$  может быть использован как термоэлемент в охлаждающих приборах Нернста-Эттинсгаузена.

**RAHILA AYDIN QIZI HASANOVA**

**ELECTROPHYSICAL PROPERTIES AND EFFECTS OF RADIATION ON  $\text{Ag}_2\text{Te}$  COMPOUNDS DOPED WITH SILVER AND TELLURIUM.**

**ABSTRACT**

The thesis is devoted to investigation of electrical properties of  $\text{Ag}_2\text{Te}$  compounds doped with Ag or Te. Experimentally shown that different values of band gap  $E_g$  arises due to impurities of Te or Ag atoms. Theoretical calculations show that Ag impurity in  $\text{Ag}_2\text{Te}$  compound increases the  $E_g$  width, and Te impurity reduces the width of  $E_g$ . It is shown that the scattering of charge carriers in the temperature range 80-450K mainly occurs on acoustic phonons. At 65K was observed minimum of energy spectrum and this proves the role of defects in the scattering.

The measurements of conductivity before and after radiation of  $\text{Ag}_2\text{Te}$  compounds doped with Ag or Te are carried out. It is shown that Ag impurities create n-type (electron) conductivity and Te impurities create p-type (hole) conductivity. p-type  $\text{Ag}_2\text{Te}$  has S-shaped CVC, and n-type  $\text{Ag}_2\text{Te}$  almost linear current-voltage characteristic. p-type  $\text{Ag}_2\text{Te}$  can be used as a memory element.  $\text{Ag}_2\text{Te}$  doped compounds are subjected to radiation by  $\gamma$ -rays.

The experiment shows that the S-shaped CVC in p- $\text{Ag}_2\text{Te}$  disappears and becomes almost linear. However, the CVC in n- $\text{Ag}_2\text{Te}$  almost unchanged. It is suggested that p-type  $\text{Ag}_2\text{Te}$  can be used as thermocouple in cooling Nechnsta-Ettinnsgauzena devices.

AMEA-nın mətbəəsində çap olunub  
Tiraj-100



**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА**  
**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ имени академик Г.М. Абдуллаева**

---

*На правах рукописи*

**РАХИЛА АЙДЫН ГЫЗЫ ГАСАНОВА**

**ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ  $Ag_2Te$   
С ПРИМЕСЯМИ СЕРЕБРА И ТЕЛЛУРА И ВЛИЯНИЕ  
НА НИХ РАДИАЦИИ.**

**2220.01- Физика полупроводников**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

Диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по физике

**БАКУ – 2014**