



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondu ilə
Belarus Respublika Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
birgə elmi-tədqiqat layihələrinin və proqramlarının
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
1-ci Azərbaycan-Belarus beynəlxalq müsabiqəsinin
(EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013) qalibi olmuş layihənin
yerinə yetirilməsi üzrə**

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: Optoelektronika sistemləri üçün A3B6 laylı yarımkəçiricilərində və SiO₂/Si strukturlarında radiasiya texnologiya üsulu ilə kvant çuxurlarının yaradılma proseslərinin işlənməsi və tədqiqi

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Mədətov Rəhim Səlim oğlu

Qrantın məbləği: 90 000 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013-07/06/1-M-01

Müqavilənin imzalanma tarixi: 14.08.2013

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 24 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01.09.2013 - 01.09.2015

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- | | |
|---|--|
| 1 | Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar
<i>(burada doldurulmalı) Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı müasir qurğu və cihazlara aid aşağıda qeyd olunan metodikalardan istifadə olunmuşdur:
Hesabatın yerinə yetirilməsi zamanı plana uyğun aşağıda qeyd edilən işlər həyata keçirilmişdir:
Sublimasiya üsulu ilə birgins xüsusi müqaviməti 10^7- 10^9 om·sm olan p- GaS və p-GaSe laylı monokristalları yetişdirilmişdir. Alınmış kristalların kristallik parametrləri rentgenoqrafiya üsulu ilə təyin</i> |
|---|--|

edilmiş və hesablanmış parametrlər kristal qəfəsin parametrlərinə tam uyğun gəlir. A^3B^6 kristallarda amorflaşma prosesini tədqiq üçün ağır metalların ionlarından Ga, In və təsirsiz qaz ionlarından isə H, He və N istifadə edilmişdir. Laylı kristalların fiziki parametrlərini nəzərə almaqla SIMNRA 6.05 modelindən istifadə etməklə model hazırlanmışdır. İlk növbədə bu ionların GaS və GaSe kristalında müxtəlif enerji intervalında (100-300 keV) qaçış yolları SRIM proqramı ilə hesablanmışdır. Hesablamalar göstərmişdir ki, təsirsiz qazlarda N ionunun qaçış yolu 100 keV enerjisində $\approx 2120 \text{ \AA}$ -ə və 300 keV enerjiddə isə $\approx 5649 \text{ \AA}$ -ə uyğun gəlir. Ağır ionlardan isə Sb(Sn) ionlarının qaçış yolu 100 keV enerjiddə $\approx 400 \text{ \AA}$ və 300 keV enerjiddə isə $\approx 1000 \text{ \AA}$ -ə bərabər olmuşdur. GaS kristalında qeyd edilən enerjilərdə amorflaşmanın 30-100nm dərinlikdə baş verməsi üçün Sb, Sn, Xe ionları, 100-150nm dərinlikdə baş verməsi üçün As, Ga, Kr ionları və 150-560nm dərinlikdə baş verməsi üçün isə Ne və N ionlarından istifadə etmək daha əlverişlidir. Ağır ionların GaS kristalında maksimum qaçış yolu $\sim 1000 \text{ \AA}$ olmuşdur. Yüngül ionların isə maksimum qaçış yolları $\sim 5649 \text{ \AA}$ tərtibində olduğu tapılmışdır. Hidrogen ionunun implantasiyası Van-de-Qraaf (ESU-2) sürətləndiricisində aparılmış, ionun enerjisi 70-500 keV, ion cərəyanının sıxlığı $0,15 \text{ \mu A/cm}^2$ və şüalanma dozası isə 1×10^{15} u $5 \times 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ olmuşdur.

Enerjisi 70 və 500 keV olan hidrojen ionları implantasiya yolu ilə laylı kristallara yeridilmiş və onların fotoelektrik və optik, o cümlədən fotolüminisensiyası termik dəmləmədən əvvəl və sonra tədqiq edilmişdir. Tədqiqat zamanı müasir cihaz və qurğulardan istifadə edilmişdir. Tədqiqat işlərinin bir qismi Belartus Dövlət Universitetində həyata keçirilmişdir. Aparılan tədqiqat işlərində əsas məqsəd radiasiya texnologiya üsulunun köməyi ilə laylı kristallarda amorf oblastların yaradılmasının elmi əsasının hazırlanmasıdır. Layihənin ilkin hesabatlarında qeyd edilmişdir ki, tədqiqat obyektini kimi seçilən laylı kristallar quruluşuna görə həcmi kristallardan (Si, Ge, GaAs) fərqlənir və bu səbəbdən cihazqayırma sənayesində geniş istifadə edilən termik diffuziya üsulunu laylı kristallara tətbiqi bir sıra çətinliklər yaradır. Məs. diffuziya olunan atom həm layda, həm də laylar arası oblasda yerləşə bilər. Bu isə hazırlanacaq strukturun xarakteristikalarının pisləşməsinə səbəb ola bilər. Qeyd olunan çatışmazlığı aradan qaldırmaq məqsədilə seçilmiş radiasiya texnologiyası bir sıra üstünlüklərə malikdir. Digər tərəfdən müxtəlif atom ionlarının implantasiyası zamanı ionun növünün, enerjisinin, temperaturun və dəmləmə temperaturunun seçilməsindən asılı olaraq materialların fiziki xassələrinin məqsədyönlü idarə etməyin optimal variantının seçilməsi vacib texnoloji məsələlərdən biri idi. Bu ideyanı həyata keçirmək məqsədi ilə GaS və GaSe laylı kristalları üçün seçilmiş hidrogen ionunun enerjisindən, ionların sayından və dəmləmə temperaturundan asılılığı olduğunu təcrübi yolla sübut etdik. Müəyyən edilmişdir ki, kristalların səth yaxınlığında, $\sim 2-5 \text{ mkm}$ dərinliyində ilkin matrisada struktur dəyişikliyi aparmaq mümkündür. Alınmış struktur dəyişikliyi özünü amorf oblast kimi aparır və onun ölçüləri şüalanma dozasından və termik dəmləmə temperaturundan asılıdır. Alınan nəticəni KPS və Raman spektrləri, o cümlədən fotoelektrik və

fotolüminisensiya xassələri təsdiq etdi. Ancaq qeyd olunan xassələrin dayanaqlı olmaması implantasiya zamanı yaranan defektlərin yürekli olmasını göstərirdi. Termik dəmləmə üsulunun tətbiq edilməsi və optimal dəmləmə temperaturunun seçilməsi xassələrin stabilliyini göstərdi. Tədqiqat nəticəsində alınan məlumatlar göstərir ki, müxtəlif enerjili ionların (H_2 , He, C) radiasiya üsulu ilə laylı kristallara yeridilməsi kristalların fotoelektrik və optik xassələrini məqsədəuyğun idarə etməyə imkan verir. Həmin ionların laylı kristal daxilinə yeridilməsi zamanı yaranan defektlər müəhərrik olduğundan onaları dayanaqlı hala gətirmək məqsədi ilə implantasiya olunmuş kristallar 100 və 1500 C temperaturunda müxtəlif zaman müddətində dəmləndirilmişdir. Dəmləmə müddəti kristalların xarakteristikalarının stabil hala gəlməsinə uyğun seçilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 1000 C temperaturunda və 60 dəqiqə müddətində dəmlənmiş kristalların fotoelektrik və optik xassələri satabildir. Eyni zamanda implantasiya olunmuş kristalların termik dəmləmədən əvvəl və sonra defektlərin həcmə görə paylanması AGM JSM-T20 (JEOL) skaneedici mikroskopunun köməyi ilə tədqiq edilmiş və defektlərin daxilolma dərinliyi və səth morfolojiyası öyrənilmişdir. Eyni zamanda implantasiya olunmuş ionların yaratdığı defektlərin energetik parametrləri fotoelektrik və optik xassələrinin tədqiqi zamanı da müəyyən edilmiş və alınmış nəticələr birbirinə uyğundur. Alınmış nəticələr əsasında demək olar ki, protonlarla şüalandırma zamanı əsas matrisada, dərinliyi 2-3 mkm olan oblasda amorf oblast yaranır və həmin oblastın ölçüləri şüalanma enerjisindən və dəmləmə temperaturundan asılıdır. Müəyyən edilmişdir ki, implantasiya olunmuş GaS (GaSe) laylı kristallarının fətohəssaslığı ilkin defektlərin kompensasiya dərəcəsiindən asılıdır və aşağı dozalarla şüalandırma zamanı fətohəssaslığın kəskin artması, yüksək dozalarda isə azalması müşahidə olunur. Həmin proseslərin optimal rejimini seçməklə kristalın xassələrini məqsədyönlü idarə etmək mümkündür.

Yuxarıda qeyd olunan nəticələri almaq üçün müasir metodlarından istifadə edilmişdir:

1. Kristohəcmi daxilində komponentlərin dərinliyə görə paylanma qanunauyğunluğunu müəyyən etmək üçün Rezerfort Səpilmə Üsulundan istifadə edilmişdir. Bu metodun köməyi ilə şüalanmadan əvvəl və sonra komponentlərin paylanması və konsentrasiyası təyin edilmişdir;
2. Kombinasion səpilmə metodu (DFS-24) ilə kristalların ilkin və şüalanmadan sonra kristall quruluşu haqqında məlumatlar alınmışdır;
3. AGM skaneedici elektron mikroskopu ilə defektlərin paylanması və səth morfolojiyası öyrənilmişdir;
4. Fotoelektrik və fotolüminisensiya üsulu ilə defektlərin energetik vəziyyəti və onların həssaslığı müəyyən edilmişdir.
5. Alınmış nəticələr SIMNRA-6.05 programı ilə təhlil edilmişdir.

2

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

Layihə üzrə üzrə nəzərdə tutulmuş rübdə qarşıya qoyulmuş işlər tam yerinə yetirilmiş və 100% təşkil edir.

3

Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

1. Rezerford Əks Səpilmə və Kombinasion Səpilmə üsullarının köməyi ilə enerjisi 140 keV olan H_2^+ ionları ilə şüalandırılmış laylı GaS kristallarında baş verən struktur-nizamsızlıq dərəcəsi tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, GaS kristallarında komponentlərin səthdə və həcmdə stexiometrik paylanması şüalanma dozasının $5 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ qiymətinə qədər saxlanılır, yüksək dozalarda isə komponentlərin paylanma qanunauyğunluğu dəyişir və protonların qaçış yolu əhatəsində amorflaşma müşahidə olunur. Amorflaşma dozasının təcrübədən müəyyən edilmiş astana qiyməti model əsasında hesablanmış qiymətə uyğun gəlir.
2. KRS-spektrlərinin təhlili göstərir ki, proton şüalanmasının $5 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ dozasına qədər spektrdə müşahidə olunan maksimumların intensivliyi sabit qalması stexiometrik quruluğun saxlanıldığını göstərir. Yüksək şüalanma dozalarında isə kristallarda struktur faza dəyişikliyi müşahidə olunur ki, bu da amorflaşma prosesinin başlanmasına dəlalət edir.
3. Müəyyən edilmişdir ki, He (H) ionlarının implantasiyasından sonra komponentlərin lay daxilində paylanma qanunauyğu şüalanma dozasının $3 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ qiymətinə qədər qəyışmir, yüksək dozalarda isə matrisa daxilində amorf oblast yaranır.
4. Müəyyən edilmişdir ki, amorf təbəqənin ölçüləri şüalanma dozasından, ionun təbiətindən və dəmlənmə temperaturundan asılıdır.
5. Müəyyən edilmişdir ki, laylı kristalların optik və fotoelektrik xassələri şüalanma dozasından və dəmləmə temperaturundan asılıdır. 200-300 ° C temperaturunda dəmləmə zamanı stabil defektlərin yaranması nəticəsində kristalların fotohəssaslığı dəfələrlə yüjsəlir, yüksək temperaturlarda dəmləmə zamanı isə azalma müşahidə olunur.

4

1. Гарибов А.А., Мадатов Р.С., Комаров Ф.Ф., Мустафаев Ю.М., Ахмедов Ф.И., Сагангиров М.М. Спектрометрия ионного рассеяния и комбинационное рассеяние света в монокристаллах GaS (GaSe), подвергнутых облучению водородом с энергией 140 кэВ. Физика и техника полупроводников, 2015, т.49, в.5 (РФ);
2. A. A. Garibov, R. S. Madatov, F. F. Komarov, V. V. Pilko, Yu. M. Mustafayev, F. I. Akhmedov, and M. M. Jakhangirov. Investigation on structural and optical properties of GaS single Cristal exposed to irradiation by hydrogen with 70 keV energy. Journal of Electronic Materials, ISSN -5235, Received January 23, 2015.
3. M. M. Cahangirov, F. İ. Əhmədov, Qəribli A.A. Protonlarla şüalandırılmış GaS kristalında struktur çerilmələri. ISSN 2304-7453, АМЕА-ның xəbərləri, 2015, N2, s.30-35.
4. Мадатов Р.С., Наджафов А.И., Мустафаев Ю.М., Газанфаров М.Р., Мовсумова И.М. Особенности электропроводности кристаллов при фото-рентгеновском возбуждениях. Физика и техника полупроводников, 2015, т.49, в.9 (РФ);
5. M. M. Cahangirov, F. İ. Əhmədov "GaS KRİSTALINDA İnAs KVANT NÖQTƏLƏRİN YARADILMASININ NƏZƏRİ ÖYRƏNİLMƏSİ". ISSN 2304-7453. АМЕА-ның xəbərləri, 2014, N5, s.20-25.

6. R. S. Madatova,, A. I. Najafova, Yu. M. Mustafayeva, M. R. Gazanfarova, and I. M. Movsumova. Features of the Electrical Conductivity of TlInSe₂ under Photoexcitation and X-Ray Excitation. ELECTRONIC PROPERTIES OF SEMICONDUCTORS. ISSN 1063-7826, Semiconductors, 2015, Vol. 49, No. 9, pp. 1202–1205.

7. A. A. Garibov, R. S. Madatov, F. F. Komarov, Yu. M. Mustafayev, F. I. Akhmedov, and M. M. Jakhangirov Spectrometry of the Rutherford Backscattering of Ions and the Raman Scattering of Light in GaS Single Crystals Irradiated with 140 keV Ions .ISSN 1063-7826, Semiconductors, 2015, Vol. 49, No. 5, pp. 586–589.

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər
Alınmış nəticələr

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)
Layihənin yerinə yetirilməsi müddətində icraçı Əhmədov Fərid İbrahim oğlu Belarus Respublikasının Dövlət Universitetində (Minsk şəhəri, 21- 29 may 2014 –cü il) elmi ezamiyyətdə olmuş, nümunələrin implantasiya edilməsində, o cümlədən alınmış nəticələrin “nanotexnologiyalar” laboratoriyasında müzakirəsini aparmışdır. Eyni zamanda layihə üzrə alınan nəticələr AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunun illik yekun seminarında geniş müzakirə edilmiş və alınan nəticələrin praktiki elmi cəhətdən maraqlı olduğu qəbul edilmiş və AMEA-nın mühüm elmi nətcəsi kimi qəbul edilmişdir.

Layihənin işlənməsi zamanı alınan nəticələr 21-21 sentyabr 2014 –cü ildə Bakıda keçirilən 1-Azərbaycan-Belarus birgə konfransında məruzə edilmişdir.

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)
Layihə üzrə elmi ekspedisiya işləri nəzərdə tutulmamışdır.

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak
Yoxdur

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

Layihə üzrə alınan nəticələr aşağıda qeyd olunan konfranslarda müzakirə edilmişdir:

1. Y.M. Мустафаев, Ф.П. Абасов, М.М. Джахангиров, А.И. Нəжəфов. Rezerfort səpilmə və işığın səpilmə üsullarından istifadə etməklə GaS və GaSe kristallarında komponentlərin paylanma qanunu. “Nuve Elmi və Onun Tətbiqi” mövzusunda 7-ci Avrasiya beynəlxalq konfransı. Bakı, 21-24 october, 2014.

2. R.S. Madatov, M.M. Jahangiev, F.İ. Ahmadov, Necessary conditions for creation of nanocrystals GaS compound. “Nuve Elmi və Onun Tətbiqi” mövzusunda 7-ci Avrasiya beynəlxalq konfransı. Bakı, 21-24 october, 2014.

3. M.M. Jahangiev, F.İ. Ahmadov, H⁻ ionu ilə çüalandırılmış GaS kristallarında RSM- ilə amorflaşma prosesi. “Nuve Elmi və Onun Tətbiqi” mövzusunda 7-ci Avrasiya beynəlxalq konfransı. Bakı, 21-24 october, 2014.

4. Мадатов Р.С., Комаров Ф.Ф., Мустафаев Ю.М., Моховиков М.А. Ахмедов Ф.И., Джахангиров М.М.,

Гарибли А.А. СТРУКТУРНЫЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ GaS ИМПЛАНТИРОВАННЫХ ИОНАМИ ВОДОРОДА. 10-th International Conference NUCLEAR AND RADIATION PHYSICS, 8 - 11 September, 2015, Kurchatov, Republic of Kazakhstan.

10 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları

Layihə üzrə nəzərdə tutulan aşağıda qeyd olunan cihaz və materiallar alınmışdır:

1. Monoxramator- DM-160 1- əd;
2. Qəbuledici PTA-928 1-ə;
3. Optik kabel 1-ə;
4. Yarımkeçirici material (Ga- 0,5 4 İn-0,5; Se-0,5; Tl-0,250 kg)

11 Yerli həmkarlarla əlaqələr

AMEA-nın Fizika institutunun "Yarımkeçiricilərin texnologiyası" laboratoriyasının əməkdaşları ilə birgə müzakirələr aparılmış və nəticələr təkmilləşdirilmişdir.

12 Xarici həmkarlarla əlaqələr

Belarus Respublikasından olan xarici həmkarlarla alınmış nəticələr birgə müzakirə olunmuş və alınmış nəticələr birgə məqalə və tezis formasında dərc edilmişdir.

13 Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)

Layihə mövzusu üzrə üç gənc mütəxəssis hazırlanmışdır. Onlardan Əhmədov F.İ.- fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsinə, Qəribli A.A.- magistr dərəcəsinə layiq görülmüş, Cahangirov M.M. isə dissertasiya işini yekunlaşdırmış və müzakirəyə hazırlaşır.

14 Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)

İştirak nəzərdə tutulmamışdır.

15 Təcrübə artırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)

İcraçı (Əhmədov F.İ.) Minsk Dövlət Universitetində implantasiya prosesinin aparılma metodikası ilə, digər icraçılar (Qəribli A.A., Cahangirov M.M.) modelləşmə proqramı ilə tanış olmuş və mənimsəmişlər.

16 Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)

Nəzərdə tutulmayıb.

SİFARİŞÇİ:

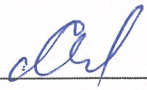
Elmin İnkişafı Fondu

Müşavir

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

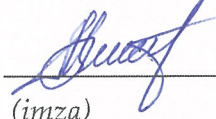
Babayeva Ədilə Əli qızı



(imza)

"02" 09 2015-cü il

Mədətov Rəhim Səlim oğlu

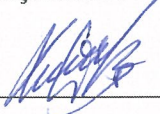


(imza)

"08" sentyabr 2015_-cü il

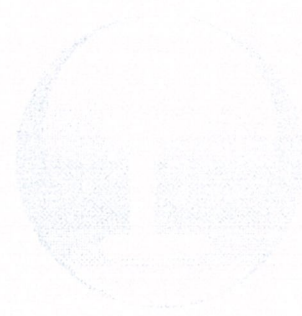
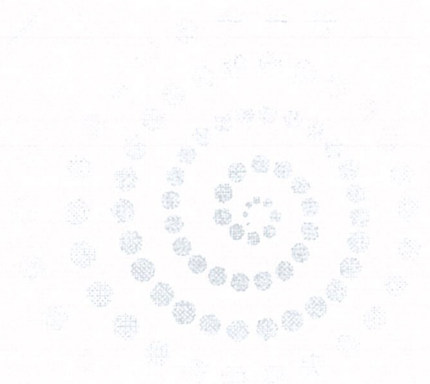
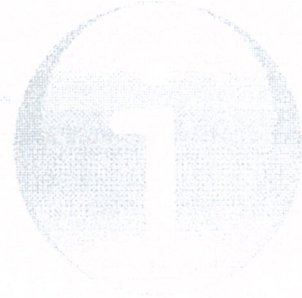
Baş məsləhətçi

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı



(imza)

"08" 09 2015-cü il





AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondu ilə
Belarus Respublika Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
birgə elmi-tədqiqat layihələrinin və proqramlarının
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
1-ci Azərbaycan-Belarus beynəlxalq müsabiqəsinin
(EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013) qalibi olmuş layihənin
yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ
VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA
İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA
MƏLUMAT VƏRƏQİ
(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: Optoelektronika sistemləri üçün A3B6 laylı yarımkəçiricilərində və SiO₂/Si strukturlarında radiasiya texnologiya üsulu ilə kvant çuxurlarının yaradılma proseslərinin işlənməsi və tədqiqi

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Mədətov Rəhim Səlim oğlu

Qrantın məbləği: 90 000 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013-07/06/1-M-01

Müqavilənin imzalanma tarixi: 14.08.2013

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 24 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01.09.2013 - 01.09.2015

1. Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1	Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası
	Yarımkəçirici materiallar əsasında müxtəlif tipli cihazların hazırlanmasında müxtəlif metodlardan (termik diffuziya, epitaksiya, metal-yarımkəçirici kontakt) istifadə olunur. Qeyd olunan metodların tətbiqi yarımkəçirici materialın xüsusiyyətlərindən asılı olaraq seçilir. Layihədə tədqiqat obyektini kimi seçilən A3B6 laylı monokristalları Si, GaAs, CdTe və s. kristallardan fərqli olaraq laylı quruluşa malik

olduğundan onlar əsasında strukturların yaradılması qeyd olunan texnoloji üsullardan istifadə etməyə imkan vermir. Bu məqsədlə layla yarımkeçirici materiallar əsasında yeni xüsusiyyətli cihazların hazırlanması məqsədi ilə radiasiya texnologiya metodundan istifadə etməyi əsas məqsəd kimi qarşıya qoyduq. Radiasiya texnologiya üsulu yarımkeçirici matrisasında lokal nano oblastların yaradılmasına imkan verir və bu məqsədlə son zamanlar optoelektronika sistemləri üçün fotoqəbuledicilərin, o cümlədən işıqsaçan diodların hazırlanmasında istifadə olunur. A3B6 laylı monokristalların analoqlarından fərqli olaraq geniş qadağan zolağa ($\text{GaS} - 2,4 \text{ eV}$; $\text{GaSe} - 2 \text{ eV}$) malik olması onlar əsasında spektrin qısalmağa oblastında işləyə bilən fotoqəbuledicilərin və fotolüminisent cihazların hazırlanmasına imkan verir (Комаров Ф.Ф., Минск, Уч. зап. БГУ, 1998, с. 207). Laylı yarımkeçirici materiallar əsasında "optik kontakt" üsulu ilə hazırlanan strukturlar haqqında müəyyən məlumatlar mövcuddur (ФТП, 2007, 41, 5, с. 507; ЖТФ, 2007, 77, 12, с. 80). Lakin onların struktur parametrlərinin qeyri stabil və texnoloji rejimin qeyri-standart olması cihazların xarakteristikalarının kəskin fərqlənməsinə səbəb olur. Bu çatışmamazlığı aradan qaldırmaq məqsədi ilə yeni texnoloji metodun tətbiq edilməsi və onun elmi əsasının hazırlanması vacib idi. Ədəbiyyat faktlarını nəzərə almaqla, qeyd olunan çatışmamazlığı aradan qaldırmaq məqsədi ilə məqsədəuyğun atom ionlarının (He, H) implantasiya metodu ilə laylı yarımkeçiricilərə daxil edilmə texnologiyasının elmi əsasını hazırladıq. Nəzəri və təcrübi üsullardan istifadə etməklə "proqram təminatı" yaradılmışdır. Proqram hazırlanarkən laylı materialın fiziki və kimyəvi parametrləri, həmçinin seçilmiş ionun enerjisi və elektron quruluşu nəzərə alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, ionun kristal daxilində hərəkət trayektoriyası, daxilolma dərinliyi və yaradılan defektlərin sayı ionun enerjisindən, o cümlədən ion selinin dozasından asılıdır (Мадатов Р.С., тезис Аз-Бел. Баку). Alınmış nəzəri hesablamalar analoqlar üçün elmi ədəbiyyatda alınan nəticələrə uyğundur. Proqram təminatına uyğun olaraq ilk dəfə "sublimasiya" üsulu ilə birgins GaS və GaSe laylı monokristalları yetişdirilmişdir. Alınmış kristalların quruluşu pentgenoqrafiya üsulu öyrənilmiş və kristallik parametrləri hesablanmışdır. İlk dəfə komponentlərin kristalın dərinliyinə görə paylanması "Rezerford əks səpilmə" üsulu ilə öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, komponentlərin lay üzrə paylanması S-Ga-Ga-S (və ya Se-Ga-Ga-Se) qanuna tabe olur. He (H) ionlarının implantasiyasından sonra komponentlərin lay daxilində paylanma qanunauyğu şüalanma dozasının $3 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ qiymətinə qədər qəyışmir, yüksək dozalarda isə matrisa daxilində amorf oblast yaranır (məqalə). Struktur dəyişmənin fiziki əsasını aydınlaşdırmaq məqsədi ilə KRS- kombinasiyon səpilmə spektrləri şüalanmadan əvvəl və sonra tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, yüksək şüalanma dozalarında matrisada struktur dəyişməsi baş verir və bu isə komponentlərin dərinliyə görə paylanması zamanı nisbi miqdarının dəyişməsi nəticəsində baş verir [Мадатов Р.С. 1-2]. Beləliklə alınmış təcrübi nəticələrə görə demək olar ki, ilk dəfə laylı kristallar üçün KRS və Rezerford əks səpilmə üsulları ilə enerjisi 140 keV H (He) ionlarla şüalanma zamanı struktur dəyişmə dərəcəsi amorf oblastın dərinliyi, o cümlədən təbiəti və ölçüləri müəyyən edilmişdir. Bu isə bizə laylı yarımkeçiricilər əsasında müxtəlif funksiyalı cihazların hazırlanması zamanı seçilmiş ionun enerjisindən asılı olaraq yaradılacaq nanooblastın dərinliyini və

konsentrasiyasını idarə etməyə imkan verəkdir. Yaradılan nanooblastın stabilliyini müəyyən etmək məqsədi ilə şüalandırılmış laylı kristallar müxtəlif temperaturalarda və müəyyən zaman müddətində termik dəmlənməmişdir. Termik dəmləmə $100-200^{\circ}\text{C}$ temperaturalarda və 30-60 dəqiqə müddətində aparılmışdır. Termik dəmləmə prosesi zamanı kristal daxilində və səthyanı oblasda şüalanma zamanı yaranan defektlərin miqراسiya sürətini artırır və nəticədə qeyri-stabil defektlər anniqilyasiyaya məruz qalaraq stabil elektroaktiv defektlər yaranır. Belə stabil defektlər kristalın radiasiya şüalarına və temperatura qarşı davamlığını artırır. Bu məqsədlə aparılan dəmləmə prosesi müxtəlif dozalarda implantasiya edilmiş ionların yaratdığı struktur defektlərin stabilliyinin şüalanma dozəsindən və ionun təbiətindən asılı olmasını təcrübi yolla təsdiq etməkdir. Aldığımız nəticələr göstərir ki, $1 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ dozada şüalandırılmış nümunələr 100°C –də 30 dəqiqə müddətində dəmləmə zamanı struktur dəyişmələrinə məruz qalmır və bu isə, radiasiyaya davamlığını göstərir. Nəzəri hesablamalara və təcrübi nəticələrə görə demək olar ki, yüksək şüalanma dozalarında isə nanoamorf oblastlar yaranır və seçilmiş ionun enerjisindən asılı olaraq amorf oblastın dərinliyini, o cümlədən konsentrasiyasını idarə etmək olur. Müşahidə olunan faktlar KRS metodu ilə alınmış nəticələrlə təsdiq edilir və implantasiya metodu ilə laylı kristallar (GaS, GaSe, InSe, GaTe) əsasında yüksək fotohəssaslığa malik strukturların hazırlanmasına imkan verir.

1. Rezerford Əks Səpilmə və Kombinasion Səpilmə üsullarının köməyi ilə enerjisi 140 keV olan H_2^+ ionları ilə şüalandırılmış laylı GaS kristallarında baş verən struktur-nizamsızlıq dərəcəsi tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, GaS kristallarında komponentlərin səthdə və həcmdə stexiometrik paylanması şüalanma dozasının $5 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ qiymətinə qədər saxlanılır, yüksək dozalarda isə komponentlərin paylanma qanunauyğunluğu dəyişir və protonların qaçış yolu əhatəsində amorflaşma müşahidə olunur. Amorflaşma dozasının təcrübədən müəyyən edilmiş astana qiyməti model əsasında hesablanmış qiymətə uyğun gəlir.
2. KRS-spektrlərinin təhlili göstərir ki, proton şüalanmasının $5 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ dozasına qədər spektrdə müşahidə olunan maksimumların intensivliyi sabit qalması stexiometrik quruluğun saxlanıldığını göstərir. Yüksək şüalanma dozalarında isə kristallarda struktur faza dəyişikliyi müşahidə olunur ki, bu da amorflaşma prosesinin başlanmasına dəlalət edir.
3. Müəyyən edilmişdir ki, He (H) ionlarının implantasiyasından sonra komponentlərin lay daxilində paylanma qanunauyğu şüalanma dozasının $3 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-2}$ qiymətinə qədər qəyışmir, yüksək dozalarda isə matrisa daxilində amorf oblast yaranır.
4. Müəyyən edilmişdir ki, amorf təbəqənin ölçüləri şüalanma dozəsindən, ionun təbiətindən və dəmləmə temperaturundan asılıdır.
5. Müəyyən edilmişdir ki, laylı kristalların optik və fotoelektrik xassələri şüalanma dozəsindən və dəmləmə temperaturundan asılıdır. $200-300^{\circ}\text{C}$ temperaturunda dəmləmə zamanı stabil defektlərin yaranması nəticəsində kristalların fotohəssaslığı dəfələrlə yüksəlir, yüksək temperaturalarda dəmləmə zamanı isə azalma müşahidə olunur.

2 Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sisteminə tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

Alınan təcrübi nəticələr həm praktiki, həm də elmi cəhətdən xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Laylı kristallarda defektlərin konsentrasiyasının sadə yarımkeçiricilərə (Si, Se, Ge) yükək olması onların praktikada tətbiq olunma imkanını məhdudlaşdırır. Bizim tərəfimizdən tətbiq olunan metodika həm kristalların birginsliyinin artırılmasına, həmçinin radiasiya texnologiya metodu ilə defektlərin konsentrasiyasını məqsədyönlü idarə etməyə imkan verir. Radiasiya texnologiya metodunun tətbiqi isə radiasiya materialşünaslığının inkişafına və elmi əsasının genişlənməsinə şərait yaradır. Aldığımız nəticələr laylı kristallardan praktiki məqsədlər üçün istifadə olunmasına imkan yaradır.

Artıq Azərbaycan Nüvə Tədqiqatları Mərkəzi ilə müzakirələr aparılır və yaxın gələcəkdə müxtəlif tipli yarımkeçirici strukturların alınması üzrə işlərin aparılması nəzərdə tutulur.

Laylı yarımkeçiricilərdə yeni tipli strukturların alınma üsulunun işlənilməsi davam etdirilir və yaxın gələcəkdə ixtira üçün sənədlərin hazırlanması nəzərdə tutulur.

2. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1 Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönlü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Layihənin işlənilməsi axtarış-innovasiya xarakterlidir. Qeyd olunan laylı yarımkeçiricilər tədqiqat obyektini kimi geniş istifadə olunmasına baxmayaraq, praktiki istifadə olunma dərəcəsi demək olar ki, yoxdur. Səbəbi isə, yuxarıda qeyd etdiyim kimi, onların alınma texnologiyasının tam işlənilməməsidir. Biz tərəfimizdən işlənən metodika həm birgins laylı kristalların alınmasına, həm də onların xassələrinin məqsədyönlü idarə edilməsinə imkan verir və qeyd olunan metodika praktikada tətbiq edilməsinə tam yaralıdır.

SİFARIŞÇI:
Elmin İnkişafı Fondu

İCRAÇI:

Müşavir

Layihə rəhbəri

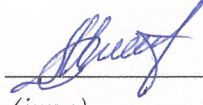
Babayeva Ədilə Əli qızı

Mədətov Rəhim Səlim oğlu



(imza)

"08" 05 2015-cü il



(imza)

"08" sentyabr 2015-cü il

Baş məsləhətçi

Daşmirova Xanım Faiq qızı



(imza)

"08" 08 2015-cü il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondu ilə
Belarus Respublika Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
birgə elmi-tədqiqat layihələrinin və proqramlarının
maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə
1-ci Azərbaycan-Belarus beynəlxalq müsabiqəsinin
(EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013) qalibi olmuş layihənin
yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)

Layihənin adı: Optoelektronika sistemləri üçün A3B6 laylı yarımkeçiricilərində və SiO₂/Si strukturlarında radiasiya texnologiya üsulu ilə kvant çuxurlarının yaradılma proseslərinin işlənməsi və tədqiqi

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Mədətov Rəhim Səlim oğlu

Qrantın məbləği: 90 000 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-BGM-2-BRFTF-1-2013-07/06/1-M-01

Müqavilənin imzalanma tarixi: 14.08.2013

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 24 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01.09.2013 - 01.09.2015

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

No	Tamliq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
1.	Elmi məhsulun növü			
	Monoqrafiyalar	-		
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş	-		

2.	Məqalələr	7		
	həmçinin xarici nəşrlərdə	3		
3.	Konfrans materiallarında məqalələr	2		
	O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	1		
4.	Məruzələrin tezisləri	4		
	həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda	1		
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

2. İxtira və patentlər (sayı)

Nö	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə	-		
2.	İxtira	-		
3.	Səmərləşdirici təklif	-		

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

Nö	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plənar, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.	AMEA-nın elmi şurası (seminar)	Ölkədaxili	Sifariş	1
2.	EİF-nun 1-ci Az.-Belarus konfran	regional	Dəvətli	1
3.				

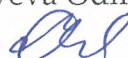
SİFARIŞÇI:
Elmin İnkişafı Fondu

İCRAÇI:



Müşavir
Babayeva Ədilə Əli qızı

Layihə rəhbəri
Mədətov Rəhim Səlim oğlu


08.05.2015

08. sentyabr 2015