

p-GaSe/n-InSe ANİZOTİP HETEROKEÇİDLƏRİNİN PARAMETR VƏ XARAKTERİSTİKALARININ YAXŞILAŞDIRILMASININ MÜMKÜNLÜYÜ HAQQINDA

Ə.Ş. ABDİNOV¹, R.F. BABAYEVA², S.İ. ƏMİROVA¹, N.Ə. RƏHİMOVA¹,
E.A. RƏSULOĞ¹

¹Bakı Dövlət Universiteti,

Azərbaycan Respublikası, AZ 1145, Bakı ş., Z. Xəlilov k., 23

²Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC),

Azərbaycan Respublikası, AZ 1001, Bakı ş., İstiqlaliyyət küç., 6

abdinov-axmed@yandex.ru, babaeva-rena@yandex.ru

$0 \leq N \leq 10^{-1}$ ar.% miqdarında nadir torpaq elementləri (Eu, Dy, Er-la) aşqarlanmış p-GaSe və n-InSe monokristallarının nazik təbəqələrini optik kontakta gətirməklə yaradılmış anizotip heteroqəçidlərin müxtəlif şəraitlərdə əsas parametr və xarakteristikaları tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, aşqar daxil edilməmiş kristallarda təsadüfi xarakterli makroskopik defektlərin olması nəticəsində onların əsasında yaradılmış heteroqəçidlərin parametr və xarakteristikaları qeyri-stabil və pis təkrarlanandır. NTE aşqarının miqdarını dəyişdikdə p-GaSe<NTE>/n-InSe<NTE> heteroqəçidlərinin həmin keyfiyyətləri dəyişir. $N \approx 10^{-1}$ at.% olduqda ən optimal parametr və xarakteristikalar təmin olunur. Əldə olunmuş təcrübə nəticələrin keyfiyyətə izahı verilmiş və $N \approx 10^{-1}$ at.% olan p-GaSe<Er>/n-InSe<Er> heteroqəçidlərinin bərk cisim elektronika üçün stabil və təkrarlanan parametr və xarakteristikalara malik funksional elementlər düzəltmək üçün perspektivli olması göstərilmişdir.

Açar sözlər: bərk cisim elektronika, aşqar, nadir torpaq elementi, makroskopik defekt, funksional element, fotogərginlik.

PACS: 71.20.Nr, 72.20.-i

1. GİRİŞ

Müasir bərk cisim elektronika üçün müxtəlif təyinatlı funksional elementlərin hazırlanmasında massiv amorf və kristal yarımkeçiricilərdən, onların nazik təbəqələrindən, kompozit və nanomateriallarından geniş istifadə olunsada, əksər hallarda əsas funksional element olaraq müxtəlif tip kontakt elementlərindən (metal-yarımkeçirici, homo p-n, p⁺-p, n⁺-n, metal-dielektrik-yarımkeçirici, heteroqəçidlərdən) istifadə olunur. Digər kontaktlarla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malik olmaları ilə əlaqədar olaraq, heteroqəçidlərə [1, 2] marağ daha sürətlə və müntəzəm şəkildə artır. Heteroqəçidlər indi elektronikanın müxtəlif sahələrində-lazerlərin yaradılmasında, optoelektronikada, fotovoltai-kada və s. geniş istifadə olunur [3-5]. Bu zaman bir çox hallarda heç də böyük işçi səthə və enerji effektivliyinə yox, daha başqa imkan və parametrlərə tələblər qoyulur. Optoelektronika və günəş fotoelementləri üçün ilk növbədə geniş qadağan olunmuş zonalı pəncərə və qadağan olunmuş zonasının eni silisium, yaxud qallium arsen yarımkeçiricilərinin qadağan olunmuş zonasının eninə yaxın olan yarımkeçiricilər əsasında heteroqəçidlərə üstünlük verilir, çünki belə heteroqəçidlərin uducu komponentinin fəthəssaslıq spektri optoelektronika üçün daha böyük marağ kəsb edən dalğa uzunluğu oblastına, həm də yer səthində günəş spektrinin daha çox enerji daşıyan oblastına uyğun gəlir. Bu baxımdan heteroqəçidlərin yaradılması üçün müxtəlif yarımkeçirici materiallardan istifadə olunur. Seçilmiş yarımkeçirici materiallar əsasında heteroqəçidlərin yaradılması üçün tətbiq edilən üsullar da müxtəlifdir. Temperaturun geniş diapazonunda ($77 \leq T \leq 300$ K) optik spektrin bütün görünən və yaxın infraqırmızı oblastında kifayət qədər yüksək fəthəssaslığa malik və qadağan

olunmuş zonalarının eni uyğun olaraq ~ 2.02 eV və ~ 1.25 eV olan laylı quruluşlu qallium və indium monoselenidi (p-GaSe və n-InSe) monokristalları [6] da bu məqsəd üçün perspektivli yarımkeçirici materiallardır. Laylı quruluşlu $A^{III}B^{VI}$ birləşmələr sinfinə mənsub olan həmin yarımkeçiricilərin pəncərə və uducu altlıq üçün əlverişli material olması ilə yanaşı, bir sıra başqa keyfiyyətləri də onları bu məqsəd üçün çox perspektivli edir. Bu sıraya ilk növbədə hər iki yarımkeçiricinin monokristallarının böyük ölçülü külçələrindən sadə mexaniki qoparma yolu ilə bir neçə təbii laydan ibarət nazik təbəqələrin alınması, alınmış təbəqələrin Van-der-Vaals səthlərinin atomar səviyyədə hamar güzgü xarakterinə malik olması, onların hər ikisinin ətraf mühitin təsirlərinə, o cümlədən kimyəvi təsirlərə qarşı yüksək səviyyədə dayanıqlı olması, nazik təbəqələrin qalınlığının azalması ilə elastikliyin artması və s. daxildir. Sadalanan keyfiyyətlər həmin yarımkeçiricilərin nazik monokristal təbəqələrini optik kontakta gətirməklə [7-9] onların əsasında ənənəvi texnoloji üsullardan [10, 11] fərqli olan daha sadə üsulla heteroqəçidlər və uyğun olaraq elektronika üçün heteroqəçidli müxtəlif funksional elementlər yaratmağa imkan verir. Bununla belə, həmin yarımkeçiricilərin monokristallarında təbii laylar arasındakı rabitənin zəif olması onların kontakta gətirilən nazik təbəqələrinin həcmində təsadüfi xarakterli makroskopik defektlərin (TMD) [12] yaranmasına səbəb olur ki, bu da öz növbəsində yaradılmış eyni təyinatlı ayrı-ayrı funksional elementlərin, eləcə də eyni bir funksional elementin müxtəlif məqamlardakı parametr və xarakteristikalarının stabilliyinə, təkrarlanmasına güclü şəkildə mənfi təsir göstərə bilər. Elektronika üçün funksional elementlərin istismarı prosesində bir sıra hallarda həmin elementlərin parametr və xarakteristikalarının stabilliyinin, təkrarlanma key-

fiyyətini ön mövqedə dayanmasını nəzərə alaraq, p-GaSe və n-InSe yarımkeçiricilərində TMD yaranmasının qarşısını almaq üçün ilk növbədə həmin kristallarda təbii laylar arasındakı əlaqəni gücləndirmək, başqa sözlə həmin kristalların bərkliyini artırmaq, yaxud da TMD-in elektron proseslərinə təsirini azaltmaq lazımdır. Bir sıra işlərdə [13-15] göstərilib ki, bu məqsədə həmin kristalları aşqarlarla da nail olmaq mümkündür.

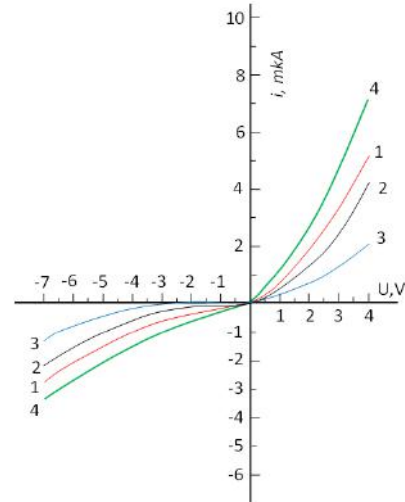
2. NÜMUNƏLƏR VƏ EKSPERİMENTAL ŞƏRAİT

Təqdim olunan işdə bizim tərəfimizdən bu məqsədlə nadir torpaq elementləri (NTE) olan Eu, Dy və Er-la müxtəlif miqdarda ($N \approx 0; 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3}; 10^{-2}$ və 10^{-1} at.%) aşqarlanmış p-GaSe və n-InSe monokristalları əsasında yaradılmış p-GaSe<NTE>/n-InSe<NTE> anizotip heteroqəçidlərin elektrik və fotoelektrik xassələri müxtəlif şəraitlərdə tədqiq edilmişdir. Tədqiq olunan heteroqəçidlərin yaradılmasında istifadə olunan monokristallar şəkli dəyişdirilmiş Bricmen üsulu ilə göyərdilmiş, onların aşqarlanması isə stexiometrik nisbətdə götürülmüş Ga+Se və In+Se qarışıqlarına sintez prosesindən öncə lazım olan miqdarda toz halına salınmış NTE daxil etməklə həyata keçirilmişdir. Heterostrukturlar nazik p-GaSe<NTE> və n-InSe<NTE> təbəqələrini həmin kristalların (001) müstəviləri üzrə bir-birinə sıxmaqla və onların hər birinin əks üzdəki sərbəst səthində açıq havada lehilməklə metal indium omik kontaktı yaratmaqla hazırlanmışdır. Bu məqsədlə şəffaf materialdan hazırlanmış hamar müstəvi "pəncəli" xüsusi mexaniki sıxacdan istifadə edilmişdir. Kontakta gətirilmiş p-GaSe<NTE> və n-InSe<NTE> nazik təbəqələrinin təbii laylara perpendikulyar istiqamətdə qalınlığı $\sim 50 \div 200$ nm, (001) müstəvisi üzərində eninə ölçüləri isə $\sim (5 \div 6) \times (5 \div 6)$ mm olmuşdur. Bu təbəqələrin səthlərinin atomar səviyyədə hamar olması, heteroqəçidin kontaktında səth səviyyələrinin sıxlığının çox kiçik olmasını təmin edir, heteroqəçidin optik kontakta gətirilməklə yaradılması isə cütlük materiallarının istidən genişlənmə əmsallarınının fərqlənməsi ilə bağlı olaraq mexaniki gərginliyin yaranmasını aradan qaldırır. Ölçmələr [16]-da təsvir olunan eksperimental qurğuda temperaturun $77 \div 300$ K, işığın intensivliyinin $5 \cdot 10^1 \leq I \leq 5 \cdot 10^2$ Lk, işığın dalğa uzunluğunun $0.20 \leq \lambda \leq 2.00$ mkm diapazonunda həyata keçirilmiş, məlum sınaılmış üsullarla tədqiq olunan heterostrukturların qaranlıqdakı sabit cərəyan rejimində volt-ampere xarakteristikası, impuls işıqlandırılma rejimində fotogərginliyin spektri işıq xarakteristikası ölçülmüşdür. Aparılan ölçmələr zamanı nümunənin üzərinə düşən işıq dəstəsi və nümunədən axan cərəyan kontakta gətirilmiş yarımkeçirici təbəqələrin təbii laylarına və heteroqəçidin müstəvisinə perpendikulyar istiqamətdə yönəlmişdir.

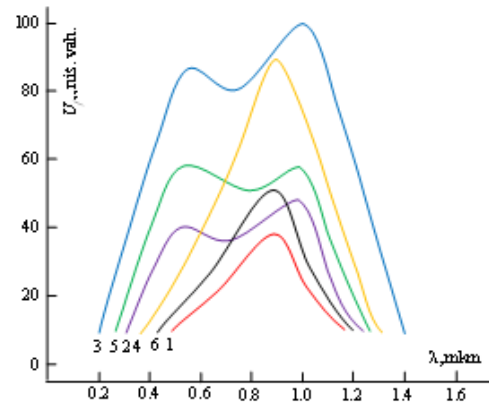
3. TƏCRÜBİ NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Aparılan təcrübə ölçmələrlə müəyyənləşdirilmişdir ki, baxılan şəraitlərdə, tədqiq olunan heterostrukturların hamısı diod xarakterinə malikdir və həmin diod-

larda düzünə istiqamət p-GaSe təbəqəsinin gərginlik mənbəyinin müsbət qütübünə qoşulduğu hala uyğun gəlir. Tədqiq olunan heterostrukturlarda gərginlik düşgüsünün $U_{HS} \approx 2 \div 3$ V qiymətlərində düzləndirmə əmsalı (κ) temperaturdan, kontakta gətirilmiş nazik təbəqələrin qaranlıq xüsusi müqavimətinin 77 K-dəki qiymətindən (başlangıç qaranlıq xüsusi müqavimətdən), həmin kristallara daxil edilən NTE aşqarının miqdarından (N-in qiymətindən) asılı olaraq, $\kappa \approx 6 \div 30$ aralığında dəyişir. $U_{HS} \geq (0.80 \div 1.20)$ V olduqda temperaturun qiymətindən asılı olaraq, tədqiq edilən heterostrukturun volt-ampere xarakteristikasının düzünə istiqamətdəki qolunun asta gedişi, daha sürətli gedişlə əvəz olunur (şəkil 1). Temperatur yüksəldikcə U_{HS} -nin qiyməti kiçilir. Heteroqəçidin təşkil olunduğu p-GaSe və n-InSe kristallarına daxil edilmiş NTE aşqarının miqdarı artdıqca, onun parametrlərinin qiymətləri, eləcə də parametr və xarakteristikaların stabilliyi, təkrarlanma dərəcəsi ən kiçik ilkin qaranlıq xüsusi müqavimətə malik olan təmiz kristallar əsasında yaradılmış heteroqəçidlərdəkinə nəzərən dəyişir. Bu dəyişmə qeyri-monoton xarakterlidir və $N \approx 10^{-3}$ at.% olduqda maksimum həddini alır.



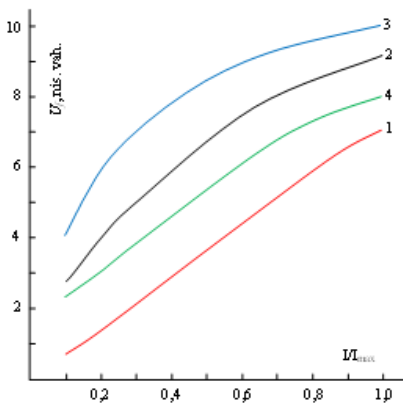
Şəkil 1. p-GaSe<Er>/n-InSe<Er> heterostrukturlarının qaranlıq volt-ampere xarakteristikaları. N_{Er} , at. %: 1 - 0; 2 - 10^{-4} ; 3 - 10^{-3} ; 4 - 10^{-1} ; $T=150$ K



Şəkil 2. p-GaSe<Er>/n-InSe<Er> heterostrukturlarında fotogərginliyin spektral paylanma ayrılırları. $T=150$ K; N_{Er} , at. %: 1, 2 - 0; 3, 4 - 10^{-3} ; 5, 6 - 10^{-1} ; işıqlandırma: 2, 3, 5 - p-GaSe<Er>; 1, 4, 6 - InSe<Er> tərəfdən

Tədqiq olunan heteroqəçidlərdə yaranan fotogərginliyin qiymət və spektral paylanması xarakteri işıqlandırılmanın hansı tərəfdən həyata keçirilməsindən asılıdır (şəkil 2). Heteroqəçid p-GaSe komponenti tərəfdən işıqlandırıldıqda yaranan fotogərginliyin həm ədədi qiyməti böyükdür, həm də spektri iki maksimumlu və geniş enə malik olub, optik spektrin $\sim 0.25 \div 1.45$ mkm diapazonunu əhatə edir. Fotogərginliyin bu haldakı spektrin qısa dalğalar tərəfdə olan birinci maksimumu geniş qadağan olunmuş zonaya malik p-GaSe, daha uzun dalğalar tərəfdə yerləşən ikinci maksimumu isə qadağan olunmuş zonasının eni kiçik olan n-InSe altlığında işığın udulması ilə bağlıdır. Optimal şəraitdə tədqiq edilən heteroqəçidlərdə boşuna işləmə gərginliyinin [1, 2] qiyməti $\sim 0.35 \div 0.40$ V, qısa qapanma cərəyanının qiyməti isə $\sim 32 \div 35$ mA/sm² olur.

Temperaturun $T < 200$ K oblastında tədqiq olunan heteroqəçidlərdə fotogərginliyin qiyməti və spektrin eni N-in qiymətindən asılı olaraq əvvəlcə ($N \approx 10^{-3}$ at.% qiymətinə qədər) ən kiçik ilkin qaranlıq xüsusi müqavimətli təmiz kristallar əsasında heteroqəçidlərdəkinə (ilkin haldakına) nəzərən böyüyür, sonra isə kiçilərək, $N \approx 10^{-1}$ at.% olduqda, ilkin qiymətə yaxınlaşır. Lakin $N \approx 10^{-1}$ at.% olan kristallar əsasında hazırlanmış heteroqəçidlərin parametr və xarakteristikaları daha stabil və daha yaxşı təkrarlanan olur. Ən optimal hal isə $N \approx 10^{-1}$ at.% miqdarda Er-la aşqarlanmış kristallar əsasında yaradılmış heteroqəçidlərdə müşahidə olunur. Tədqiq olunan heteroqəçidlərin demək olar ki, hamısında fotogərginliyin işıq xarakteristikası əksər hallarda əvvəlcə xətti qanuna tabedir, sonra (daha güclü işıqlanmalarda) isə tədricən doyma halına çıxır (şəkil 3-də 1-4 əyriləri). Bununla belə, N-in $N \approx 10^{-3}$ at.% -ə çox yaxın qiymətlərində fotogərginliyin işıq xarakteristikasının başlanğıcında xəttidən daha kəskin olan üstlü asılılıq müşahidə olunur (şəkil 3-də 3 və 2 əyriləri).



Şəkil 3. p-GaSe<Er>/n-InSe<Er> heterostrukturlarında fotogərginliyin işıq xarakteristikaları. $T=150$ K; N_{Er} , at. %: 1 - 0; 2 - 10^{-4} ; 3 - 10^{-3} ; 4 - 10^{-1} ; işıqlanma: p-GaSe<Er> tərəfdən

Kontaktla gətirilmiş p-GaSe və n-InSe monokristalları lövhələrinin qalınlığı kiçildikcə onların əsasın-

dakı heterostrukturların elektrik və fotoelektrik parametr və xarakteristikaları ilə yanaşı, mexaniki xassələri də yaxşılaşır. Belə ki, onların qalınlığı azaldıqca elastikliyi artır və bu da onların əsasında yaradılmış heteroqəçidlərə bərk cisim elektronikasısı üçün müxtəlif təyinatlı funksional elementlərin hazırlanmasında fəvqəladə imkanlar verir.

Alınmış nəticələrin statistik təhlili imkan verir deyək ki, tədqiq edilən heteroqəçidlərdə gərginlik düşgüsünün $U_{HS} > 1.20$ V qiymətlərində cərəyanın keçiddən tunnel, $3kT/e < U_{HS} < 1.20$ V qiymətlərində isə tunnel-rekombinasiya mexanizmləri üstünlük təşkil edir. Həmin strukturları p-GaSe komponenti tərəfdən işıqlandırıldıqda fotogərginliyin spektrin genişlənməsi "pəncərə effekti" ilə bağlıdır [1,2]. Bu heteroqəçidlərin parametr və xarakteristikalarının qeyri-stabilliyi və pis təkrarlanması, onların təşkil olunduğu p-GaSe və n-InSe monokristallarında təsadüfi xarakterli iri miqyaslı defektlərin [12] mövcud olmasından irəli gəlir. NTE ilə aşqarlanmış kristallarda İföxil edilmiş aşqar ionları həmin TMD-in üzərinə oturaraq, onların ölçülərini böyüdür və əvvəlcə (N-in kiçik qiymətlərində) kristalda baş verən elektron proseslərinə TMD-in təsirini artırır. Sonradan, yəni daxil edilən NTE aşqarının daha da böyük miqdarında isə bu böyümə hesabına qonşu TMD-in həcmi yüklər oblastının arasındakı məsafə sərbəst yükdaşıyıcıların diffuziya məsafəsindən kiçik olduğundan TMD-in elektron proseslərinə təsiri tədricən aradan qalxır [17]. Er-un atom və ion radiusları aşqar kimi istifadə erdiyimiz digər NTE-lərindən kiçik olduğundan onlar p-GaSe və n-InSe kristallarına daha asan daxil olur və ionlaşır. Bu səbəbdən də, Er-la aşqarlama həmin kristallarda elektron proseslərinə daha güclü təsir göstərir.

4. NƏTİCƏ

Əldə olunmuş təcrübi nəticələr göstərir ki:

- NTE (Eu, Dy və Er-la) ilə aşqarlamaqla p-GaSe və n-InSe kristallarının nazik təbəqələri əsasında optik kontakt üsulu ilə yaradılmış heterostrukturların parametr və xarakteristikalarını məqsədyönlü şəkildə idarə etmək mümkündür;

- $N \approx 10^{-1}$ at.% miqdarında NTE (Eu, Dy və Er-la) ilə aşqarlanmış p-GaSe və n-InSe kristalları əsasında yaradılmış heterostrukturların parametr və xarakteristikaları qənaətbəxş səviyyədə stabil və təkrarlanandır;

- $N \approx 10^{-1}$ at.% miqdarında aşqarlanmış p-GaSe və n-InSe kristalları əsasında yaradılmış p-GaSe<Er>/n-InSe<Er> anizotip heteroqəçidləri əsasında bərk cisim elektronikasısının müxtəlif sahələri üçün daha stabil və təkrarlanan parametrlərə və xarakteristikalara malik olan müxtəlif təyinatlı funksional elementlər yaratmaq olar.

[1] Б.Л. Шарма и Р.К. Пурохит. 1979 Полупроводниковые гетеропереходы. М.: Сов. Радио, 228 с.

[2] А. Милнис и Д. Фойхт. 1975 Гетеропереходы и переходы металл-полупроводник. М.: Мир, 432 с.

- [3] *И.Д. Анисимова, И.М. Викулин, Ф. Заитов и Ш.Д. Курмашев.* 1984 Полупроводниковые фотопроемники: Ультрафиолетовый, видимый и ближний инфракрасный диапазоны спектра. М.: Радио и связь, 216с.
- [4] *Ф.М. Филачев, И.И. Таубкин и М.А. Тришеников.* 2011 Твердотельная фотоэлектроника. Фотодиоды, М.: Физматкнига, 448 с.
- [5] *Ж.И. Алферов.* 1998, ФТП 32 605-611.
- [6] *З.С. Медведева.* 1968 Халькогениды элементов III Б подгруппы периодической системы. М.: Наука, 216 с.
- [7] *В.Л. Бакуменко и В.Ф. Чишко.* ФТП, 1977, 11, 2010-2012.
- [8] *В.Л. Бакуменко, З.Д. Ковалюк, Л.Н. Курбатов, В.Г. Тагаев и В.Ф. Чишко.* ФТП, 1980, 14, 1115-1118.
- [9] *А.Ш. Абдинов, А.Г. Кязым-заде, В.К. Мамедов и В.И. Тагиров.* ФТП, 1981, 15 605-607.
- [10] *А.И. Мостовой, В.В. Брус, П.Д. Марьянчук и К.С. Ульяницкий.* Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2013, 1, 45-48.
- [11] *А. Ференбрух и Р. Бьюб.* Солнечные элементы. Теория и эксперимент, 1987, М.: Энергоатомиздат, 280 с.
- [12] *А.Я. Шик.* ЖЭТФ, 1972, 15, 408-410.
- [13] *А.Ш. Абдинов и Р.Ф. Бабаева.* Изв. ВУЗов. 2019, Физика, 9, 132-138.
- [14] *Ф.Ш. Абдинов и Р.Ф. Бабаева.* ФТП, 2018, 52, 1563-1569.
- [15] *D.F.Gordon, A.Ting, I.Alexeev, R. Fischer, Ph. Sprangle, Ch A. Kapetanakis and A. Zigler.* Optics Express, 2006, 14, 6813-6822.
- [16] *А.Ш. Абдинов и Р.Ф. Бабаева.* Неорганические материалы, 2019, 55, 806-812.
- [17] *Б.И. Шкловский и А.Л. Эфрос.* Электронные свойства легированных полупроводников, 1979, М.: Наука, 416 с.

A.Sh. Abdinov, R.F. Babayeva, S.I. Amirova, N.A. Ragimova, E.A. Rasulov

ON THE POSSIBILITY OF IMPROVING THE PARAMETERS AND CHARACTERISTICS OF ANISOTYPE HETEROJUNCTIONS p-GaSe/n-InSe

Under various conditions, the main parameters and characteristics of anisotype heterojunctions created by the method of optical contact based on p-GaSe and n-InSe crystals doped with rare-earth elements (REE) Eu, Dy and Er with an introduced impurity content of $0 \leq N \leq 10^{-1}$ at.%. It was found that due to the presence of random macroscopic defects in undoped crystals, the parameters and characteristics of heterostructures created on their basis are unstable and poorly reproduced. When the amount of introduced REE impurity changes, these qualities of the p-GaSe<REE>/n-InSe<REE> heterostructures change and the most optimal parameters and characteristics are provided at $N \approx 10^{-1}$ at.%. A qualitative explanation of the obtained experimental results is given and the prospects of p-GaSe<Er>/n-InSe<Er> heterostructures doped with $N \approx 10^{-1}$ at.% are shown for creating various functional elements of solid-state electronics with highly stable and reproducible parameters and characteristics.

А.Ш. Абдинов, Р.Ф. Бабаева, С.И. Амирова, Н.А. Рагимова, Э.А. Расулов

О ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК АНИЗОТИПНЫХ ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ p-GaSe/n-InSe

При различных условиях исследованы основные параметры и характеристики анизотипных гетеропереходов, созданных методом оптического контакта на основе кристаллов p-GaSe и n-InSe, легированных редкоземельными элементами (РЗЭ) Eu, Dy и Er с содержанием введенной примеси $0 \leq N \leq 10^{-1}$ ат.%. Выявлено, что из-за присутствия в нелегированных кристаллах случайных макроскопических дефектов параметры и характеристики гетероструктур, созданных на их основе, нестабильны и плохо воспроизводятся. При изменении количества введенной примеси РЗЭ эти качества гетероструктур p-GaSe<РЗЭ>/n-InSe<РЗЭ> меняются и самые оптимальные параметры и характеристики обеспечиваются при $N \approx 10^{-1}$ ат.%. Дано качественное объяснение полученных экспериментальных результатов и показана перспективность гетероструктур p-GaSe<Er>/n-InSe<Er>, легированных с $N \approx 10^{-1}$ ат.%, для создания различных функциональных элементов твердотельной электроники с высокостабильными и воспроизводимыми параметрами и характеристиками.