

FİZİKA

UOT 621.315.592

AŞQARLANMIŞ n -InSe KRİSTALLARI ƏSASINDA
İNFRAQIRMIZI FOTOQƏBULEDİCİLƏRƏ.Ş.ABDİNOV, R.F.BABAYEVA*,
S.İ.ƏMİROVA, N.Ə.RƏHİMOVA, E.A.RƏSULOĞ*Bakı Dövlət Universiteti,***Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC)**abdinov-axmed@yandex.ru, babaeva-rena@yandex.ru*

Təmiz (aşqar daxil edilməmiş) və $N \approx 10^{-5} - 10^{-1}$ at.% miqdarında lantanidlə (holmium və erbiumla) aşqarlanmış n -InSe kristallarında məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsi, mənfi fotokeçiricilik və induksiyanmış aşqar fotokeçiricilik hadisələri tədqiq olunub. Aşqar edilib ki, bu kristallarda həmin hadisələr temperaturun $T \leq 150$ K qiymətlərində müşahidə olunur. Birinci iki hadisənin spektri $1.20 \leq \lambda \leq 1.90$ mkm, üçüncü hadisənin spektri isə $1.90 \leq \lambda \leq 3.60$ mkm diapazonunu əhatə edir. Temperaturun 77 K-dən başlayaraq yüksəlməsi ilə hər üç hadisə zəifləyir. Lantanidlərlə aşqarlanma bu fotoelektrik hadisələrinin xarakteristikalarına təsir göstərmir, yalnız daxil edilən aşqarın miqdarından asılı olaraq həmin xarakteristikaların stabilliyi və təkrarlanma dərəcəsi dəyişir. Bu asılılıq n -InSe kristallarının fəzaca qeyri-bircins olması və həmin qeyri-bircinsliyin daxil edilən aşqarın miqdarından asılı olaraq dəyişməsi ilə bağlıdır. Hər iki qrup (təmiz və aşqarlanmış) n -InSe monokristallarında mənfi fotokeçiricilik və məxsusi fotokeçiriciliyin optik sönməsi hadisələri bu yarımkeçiricinin qadağan olunmuş zonasında iki qrup rekombinasiya mərkəzlərinin, induksiyanmış aşqar fotokeçiricilik hadisəsi isə - dayaz tutma mərkəzlərinin olması ilə bağlıdır. Lantanidlərlə aşqarlanmış n -InSe monokristalları əsasında optik spektrin yaxın və orta infraqırmızı oblastları üçün işləmə mexanizmi yeni prinsiplərə əsaslanan yüksək həssaslığa, stabil və təkrarlanan xarakteristikalara malik işıq qeydediciləri düzəltmək mümkündür.

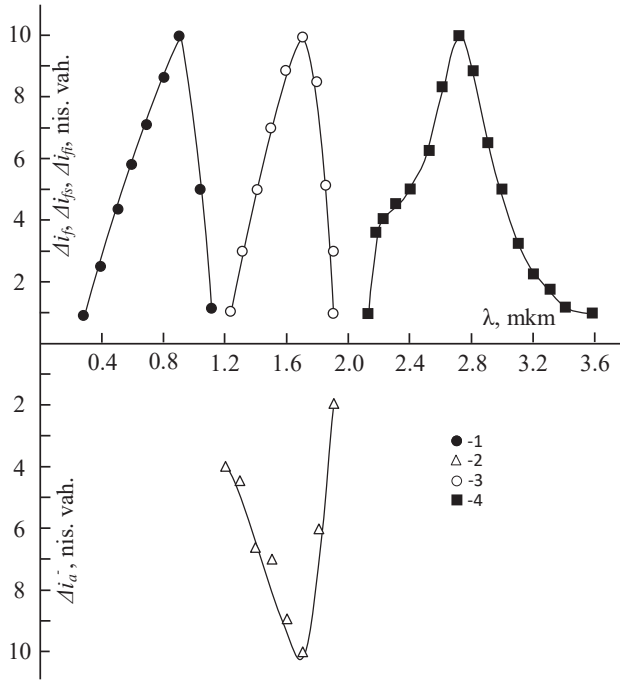
Açar sözlər: optoelektronika, monokristal, fotoqəbuledici, mənfi fotokeçiricilik, makroskopik defekt, rekombinasiya mərkəzləri, tutma mərkəzləri.

Müasir optoelektron cihaz, qurğu və sistemlərinin elmin, texnikanın, istehsalatın və məişətin müxtəlif sahələrində tətbiqi insanların optik spektrin yalnız $0.38 \div 0.78$ mkm dalğa uzunluğu diapazonunda məhdudlaşan görmə və onların ətraf ələmi vizual qavramaq imkanlarının sərhədlərini xeyli, daha doğrusu $0.10 \div 10.00$ mkm diapazonuna qədər genişləndirmişdir [1].

Həmin cihaz, qurğu və sistemlərin ən başlıca elementlərindən biri yarımkeçirici materiallarda baş verən fotoelektrik hadisələri - fotokeçiricilik,

fotovoltaik effektlər, məxsusi fotokeçiriciliyin sönməsi və s. [2] əsasında işləyən müxtəlif tip fotoqəbuledicilərdir. Bu səbəbdən də optik spektrin müxtəlif diapazonlarında ftohəssaslığa malik olan yeni yarımkeçirici materialların alınması, aşkar edilməsi, onların fotoelektrik xassələrinin ətraflı tədqiq olunması daima müxtəlif ixtisaslı tədqiqatçıların - fiziklərin, kimyaçıların, texnoloqların, konstruktorların və cihaz qayıranların diqqət mərkəzindədir. Çoxdan mövcud olan yarımkeçiricilərin də fotoelektrik xassələrinin tədqiqinə maraq gündən-günə artır. Qeyd olunan aspektdə diqqəti cəlb edən və artıq bir neçə illərdən bəri tədqiq olunan məlum yarımkeçirici materiallardan biri də laylı kristal quruluşlu $A^{III}B^{VI}$ yarımkeçirici birləşmələr sinfinə mənsub olan indium monoseleniddir (n-InSe) [3]. Kimyəvi təsirlərə qarşı yüksək dərəcədə davamlı olan, iriölçülü külçələrdən asanlıqla bir neçə laydan ibarət nazik və atomar səviyyədə hamar səthə malik təbəqələri qoparıla bilən bu yarımkeçiricinin monokristallarında indiyədək bir sıra maraqlı fotokeçiricilik hadisələri müşahidə olunmuş, onların əsasında müxtəlif kontakt strukturlarının [4], ifratnazik və elastiki optoelektron cihazlarının [5], daha geniş zolaqlı ftohəssaslığa və böyük ayırdetmə qabiliyyətinə malik olan fototranzistorların [6], yüksək effektivlikli günəş enerjisi çeviricilərinin [7] yaradılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir. İfratnazik n-InSe kristalı laylarını yüksək elektrik və mexaniki xassələrinə görə qrafenlə, yarımkeçirici xassələrinə görə isə müasir elektronikada geniş tətbiq tapmış silisiumla müqayisə etmək olar. Otaq temperaturu ətrafındakı temperaturalarda da çox yüksək ftohəssaslığa malik olması, qadağan olunmuş zonasının eninin optimal qiyməti (1.25÷1.35 eV) n-InSe monokristallarını optoelektronika üçün müxtəlif funksional elementlər və günəş enerjisi çeviriciləri düzəltmək baxımından çox perspektivli edir.

Bununla belə, indium monoselenidi monokristallarının fotoelektrik xassələrinin optik spektrin infraqırmızı (İQ) diapazonunda müşahidə olunan və optoelektronika üçün əhəmiyyət kəsb edən xüsusiyyətləri, eləcə də həmin xüsusiyyətlər hesabına bu yarımkeçiricinin malik olduğu praktiki tətbiq imkanları heç də lazımınca öyrənilməmişdir. Təqdim olunan iş n-tip keçiriciliyə malik, aşqarlanmamış və bəzi lantanidlərlə, daha doğrusu $N \approx 10^{-5} \div 10^{-1}$ at.% miqdarında holmium (Ho) və erbiumla (Er) aşqarlanmış indium monoselenidi monokristallarının fotokeçiriciliyinin yaxın və orta infraqırmızı (İQ) diapazonundakı ($1.00 \leq \lambda \leq 3.00$ mkm diapazonunda) xüsusiyyətlərinin və həmin xüsusiyyətlərə malik olması hesabına bu yarımkeçirici əsasında İQ fotoqəbuledicilərin düzəldilməsi imkanlarının aşkar edilməsinə həsr olunub.

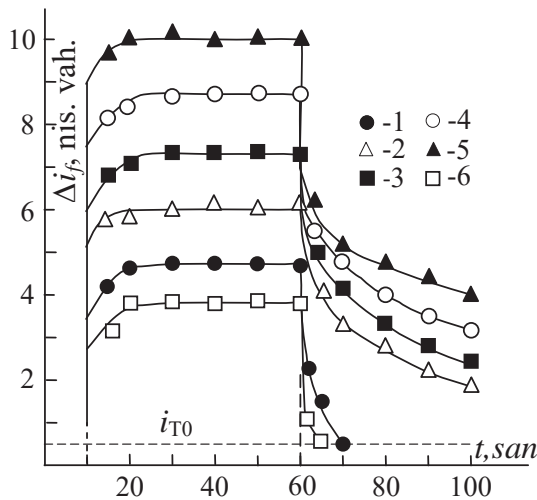


Şək. 1. n-InSe kristallarında məxsusi fotokeçiriciliyin (1-əyrisi), mənfəi fotokeçiriciliyin (2-əyrisi), məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsinin (3-əyrisi), induksiyanmış aşqar fotokeçiriciliyin (4-əyrisi) spektrləri.
 $T=77$ K; $\Phi_m=0.1 \Phi_m^{max}$; $\Phi_a=0.1 \Phi_a^{max}$; $\lambda_m=0.95$ mkm; $\Phi_m^{max} \approx 5 \cdot 10^2$ Lk;

Aparılan təcrübi tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, n-InSe monokristallarının fotokeçiriciliyinin spektri nisbətən aşağı temperaturlarda ($T \leq 150$ K olduqda) dalğa uzunluğunun $0.35 \leq \lambda \leq 1.15$ mkm oblastındakı müsbət məxsusi (i_f) və $1.20 \leq \lambda \leq 1.90$ mkm oblastındakı mənfəi aşqar (i_a^-) fotokeçiricilik komponentlərindən ibarət olmaqla, optik spektrin kifayət qədər geniş diapazonunu əhatə edir. Həmin kristalları eyni zamanda həm məxsusi udma oblastından (məxsusi), həm də onlarda mənfəi fotokeçiriciliyin (MFK) müşahidə edildiyi oblastdan olan fon aşqar işıqla işıqlandırdıqda məxsusu fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsi (3-əyrisi) hadisəsi, daha uzun dalğalı aşqar udma oblastında ($1.90 \leq \lambda \leq 3.60$ mkm) isə induksiyanmış aşqar fotokeçiricilik (4-əyrisi) hadisəsi müşahidə olunur (şəkil 1). Beləliklə də bu yarımkeçiricinin fotokeçiriciliyi optik spektrin bütün görünən ($0.38 \leq \lambda \leq 0.78$ mkm) diapazonu ilə yanaşı, həm də yaxın və orta infraqırmızı diapazonlarını ($0.78 \leq \lambda \leq 3.00$ mkm) da tamamilə əhatə edir.

Ən başlıcası isə bu halda n-InSe monokristalları yüksək intensivliyə malik (parlaq) görünən işıqla işıqlandırılma fonunda yaxın və orta infraqırmızı diapazonlarından olan zəif şüalanmalara da qeyd oluna biləcək səviyyədə reaksiya verir. Məhz belə bir imkanın müasir optoelektronika üçün böyük əhəmiyyət kəsb etməsi ilə bağlı olaraq, biz təcrübədə n-InSe monokristalla-

rında mənfi fotokeçiriciliyin, məxsusi fotokeçiriciliyin optik sönməsinin, induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin əsas parametrlərinin və xarakteristikalarının temperaturdan, daxil edilən aşqarın miqdarından və kimyəvi təbiətindən, öyrənilən nümunələrin texnoloji mənşəyindən asılılığını tədqiq etmişik. Apardığımız eksperimental tədqiqatlar nəticəsində müəyyənləşdirilib ki, həmin monokristallarda məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsinin və mənfi fotokeçiriciliyin spektral paylanma xarakteristikaları (spektrləri), demək olar ki, üst-üstə düşür, induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin spektri isə daha uzun dalğalar oblastına təsadüf edir. Temperaturun 77 K-dən başlayaraq yüksəlməsi ilə hər üç hadisə zəifləyir, daha doğrusu məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönmə dərinliyinin, mənfi fotokeçiriciliyin və induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin mütləq qiymətləri kiçilir. Nəhayət, temperatur $T > 150$ K olduqda bu hadisələr müşahidə olunmur. Həm də müəyyənləşdirilmişdir ki, lantanidlərlə aşqarlama yalnız məxsusi fotokeçiriciliyin kinetikasına güclü təsir göstərir (şəkil 2). Aşqarlanma məxsusi fotokeçiriciliyin digər xarakteristikalarına da nəzərəcarpacaq təsir göstərsə də, məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsinin, mənfi fotokeçiriciliyin və induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin xarakteristikalarının gedişinə isə təsir göstərmir. Daxil edilən aşqarın miqdarından asılı olaraq, yalnız bu fotokeçiricilik hadisələrinin xarakteristikalarının stabillik və təkrarlanma dərəcəsi əhəmiyyətli dərəcədə, həm də qeyri-monoton qaydada dəyişir. Bu halda ən dayanıqlı və yüksək dərəcədə təkrar olunan xarakteristikalar daxil edilən aşqarın $N \approx 5 \cdot 10^{-3}$ at.% miqdarında müşahidə olunur.



Şək. 2. Təmiz (1-3 əyriyələri) və aşqarlanmış (4-6 əyriyələri) n-InSe kristallarında məxsusi aşqar fotokeçiriciliyin kinetikasi

$$T=77 \text{ K}; \Phi_m=0.1 \Phi_m^{max}; \lambda_m=0.950 \text{ mkm}$$

$$\rho_{77}, \text{Om}\cdot\text{sm}: 1 - 2 \cdot 10^3; 2 - 5 \cdot 10^5; 3 - 3 \cdot 10^6$$

$$N, \text{at.}\%: 1, 2, 3 - 0; 4 - 10^{-4}; 5 - 10^{-3}; 6 - 10^{-1}$$

Tədqiq edilən nümunələrdə məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsinin və induksiyanmış aşqar fotokeçiriciliyin həm aşqar (Φ_a), həm də məxsusi işığın (Φ_m) intensivliyindən asılılığı - işıq xarakteristikaları, eləcə də mənfi fotokeçiriciliyin aşqar işığın intensivliyindən asılılığı da ölçülüb və həmin xarakteristikaların bircins kristal yarımkeçiricilər üçün xarakterik olan üstlü qanuna [2] tabe olduğu aşqar edilib.

Məxsusi fotokeçiriciliyi yaradan işığın tədqiq olunan nümunəyə təsirinin başlandığı və dayandırıldığı anlarda nümunənin elektrik keçiriciliyinin məxsusi fotokeçiriciliyin stasionar qiymətinə (i_{fs}) və ya ilkin qaranlıq hala (i_{T0}) relaksasiyası asta xarakterə malikdir [8]. İşığın təsiri kəsildikdən sonra fotoelektrik yaddaş hadisəsi müşahidə olunur (şəkil 2). Bu proseslərin relaksasiya müddəti isə həm Φ_m -in, həm də N və T -nin qiymətlərindən asılıdır. Müşahidə olunan fotoelektrik yaddaşın ədədi qiyməti ($i_{qf}=i_{kq}-i_{T0}$, burada i_{kq} - işığın təsiri kəsildikdən sonra, ölçmənin aparıldığı anda nümunədən axan kvaziqaranlıq cərəyanın qiymətidir) və davam etmə müddəti (τ_{fq}) daxil edilən lantanid aşqarının miqdarından asılıdır. N -nin qiymətinin artması ilə hər iki parametrin qiyməti $N=5 \cdot 10^{-3}$ at. %-da maksimumdan keçməklə qeyri-monoton dəyişirlər.

n-InSe kristallarının fotoelektrik xassələrinin tədqiqi zamanı [9, 10] göstərilib ki, həmin kristallar bütövlükdə kiçik xüsusi müqavimətli (KXM) əsas matrisadan və bu matrisadakı təsadüfi xarakterli böyük xüsusi müqavimətli (BXM) irimiqyaslı defektlərdən ibarət sistem [11] kimi təsvir edilə bilər. Onların qadağan olunmuş zonasında isə başlıca olaraq KXM matrisada lokallaşmış s -sürətli rekombinasiya və α -dayaz tutma mərkəzləri, eləcə də BXM defektlərdə lokallaşmış r -asta rekombinasiya və β -dərin tutma mərkəzləri [2] mövcuddur. Az miqdarda daxil edilmiş lantanid aşqarları mövcud olan ilkin BXM defektlərin üzərində toplanaraq, onların həcmi yüklər oblastının ölçüsünü daha da böyüdür. Bunun nəticəsində həmin monokristalların qismən nizamsızlıq dərəcəsi daha da yüksəlir və uyğun olaraq onlarda bu tip nizamsızlıqla bağlı olan proseslərin təzahürü güclənir. N -in qiymətinin sonrakı artmasında isə BXM defektlərin həcmi yüklər oblastının ölçülərinin daha da böyüməsi nəticəsində qonşu irimiqyaslı defektlər arasındakı məsafə çox kiçilir, daha doğrusu tarazlıqda olmayan sərbəst yükdaşıyıcıların tədqiq edilən nümunədəki diffuziya məsafəsindən böyük olmur. Nəticədə lantanidlə $N \geq 5 \cdot 10^{-2}$ at. % n-InSe monokristallarının nümunələri özlərini fəzaca bircins kristal yarımkeçirici kimi aparır. Nizamsızlıq dərəcəsinin N -in qiymətindən asılı olaraq belə qeyri-monoton dəyişməsi lantanidlərlə aşqarlanmış n-InSe monokristallarında asta relaksasiya edən fotoelektrik effektlərinin xarakterik parametrlərinin də N -dən asılı olaraq qeyri-monoton dəyişməsinə səbəb olur [12].

Təsvir olunan enerji modelinə görə məxsusi udma oblastından olan işıqla işıqlandırılan nümunələrdə yaranmış əsas yükdaşıyıcıların bir qismi fotokeçiricilik yaradır, digər qismi (uyğun olaraq qeyri-əsas yükdaşıyıcılar) isə r -rekombinasiya və α -tutma mərkəzləri tərəfindən tutulur. Nümunəni eyni

zamanda həm məxsusi ($h\nu \geq \varepsilon_g$ enerjili), həm də aşqar ($\varepsilon_r \leq h\nu_a \leq \varepsilon_g$ enerjili) udma oblastlarından olan işıq dəstələri ilə işıqlandırdıqda r -mərkəzləri tərəfindən tutulmuş qeyri-əsas yükdaşıyıcılar sərbəstləşir və həmin sərbəstləşmiş yükdaşıyıcılar sürətli s -rekombinasiya mərkəzləri vasitəsi ilə əsas yükdaşıyıcıların müəyyən bir hissəsini rekombinasiya edir. Nəticədə tədqiq olunan nümunədə məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsi hadisəsi baş verir. Bu halda r -asta rekombinasiya mərkəzlərinin ε_r -enerji dərinliyinin qiyməti məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsinin maksimumunun və ya qırmızı sərhədinin vəziyyətini təyin edir. Temperatur yüksəldikdə r -mərkəzlərin termik boşalması nəticəsində məxsusi fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsi tədricən zəifləyir və $T \geq 180$ K olduqda enerji dərinliyi və sıxlığı uyğun olaraq $\varepsilon_\beta > \varepsilon_r$ və $N_\beta < N_r$ olan dərin β -tutma mərkəzlərinin boşalması hesabına yaranan məxsusi işıqla induksiyanmış aşqar fotokeçiricilik üstünlük təşkil etməyə başlayır.

Beləliklə, demək olar ki:

- n -InSe kristallarında məxsusi fotokeçiricilikdən fərqli olaraq, aşqar udma oblastında baş verən fotokeçiricilik hadisələri asta relaksasiya xarakterinə malik deyil.
- Lantanid aşqarlarının miqdarından asılı olaraq n -InSe kristallarında aşqar udma oblasındakı fotoelektrik hadisələrinin xassə və parametrlərinin sabillik, eləcə də təkrar olunma dərəcəsinin dəyişməsi, daxil edilən aşqarın miqdarından asılı olaraq həmin kristalların fəzaca nizamsızlıq dərəcəsinin uyğun şəkildə dəyişməsi ilə bağlıdır.
- Aşqarlanmamış və lantanidlərlə aşqarlanmış n -InSe monokristallarında mənfəi fotokeçiricilik və məxsusi fotokeçiriciliyin optik sönməsi hadisələri bu yarımkeçiricinin qadağan olunmuş zonasında iki qrup (r -asta və s -sürətli) rekombinasiya mərkəzlərinin, induksiyanmış aşqar fotokeçiricilik hadisəsi isə α -dayaz tutma mərkəzlərinin olması ilə bağlıdır.
- Lantanidlərlə aşqarlanmış n -InSe monokristalları optik spektrin yaxın və orta infraqırmızı oblastları üçün işləmə mexanizmi yeni prinsiplərə əsaslanan yüksək həssaslığa, stabil və təkrarlanan parametrlərə, işıq qeydediciləri düzəltmək üçün perspektivlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004, 23с.
2. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М.: Наука, 1963, 429 с.
3. Медведева З.С. Халькогениды элементов III Б подгруппы периодической системы. М.: Наука, 1968, 214 с.
4. Luo W.G., Cao Y.F., Hu P.G., Cai K.M., Feng Q., Yan F.G., Yan T.F., Zhang X.H., Wang K.Y. Gate tuning of high performance InSe based photodetectors using graphene electrodes // Advanced optical material. 2015, v. 3. Issue 10, p.1418-1423.
5. Li W.B., Li J. Piezoelectricity in two-dimensional group-III monochalcogenides. // Nanoresearch, 2015, v. 8, Issue 12, p. 3796-3802.

6. Tamalampudi S.R., Lu Y.Y., Kumar U.R., Sankar R., Liao C.D., Moorthy B.K., Cheng C.H., Chou F., Chen Y.T. High performance and bendable few-layered InSe photodetectors with broad spectral response // Nano letters. 2014, v. 14. Issue 5, p. 2800-2806.
7. Milutinovic A., Lazarevic Z.Z., Jakovljevic M., Hadzic B., Petrovic M., Gilic M., Dobrowolski W.D., Romcevic N.Z. Optical properties of layered III–VI semiconductor γ -InSe:*M* (*M*=Mn, Fe, Co, Ni). // Journal of Physics and Chemistry of Solids. 2016, v. 89, p.120-127.
8. Шейнкман М.К., Шик А.Я. Долговременные релаксации и остаточная проводимость в полупроводниках. // Физ. и техн. полупроводников, 1976, т.10, №2, с. 209-232.
9. Абдинов А.Ш., Бабаева Р.Ф. Долговременная изотермическая релаксация темнового электросопротивления монокристаллов селенида индия, легированного диспрозием. // Неорганические материалы, 1995, т. 31, № 8, с. 1020-1022.
10. Абдинов А.Ш., Бабаева Р.Ф., Амирова С.И., Рзаев Р.М. Влияние температуры и легирования редкоземельными элементами на подвижность носителей тока в кристаллах моноселенида индия. // Физ. и техн. полупроводников. 2013, т. 47, №8, с. 1009-1013.
11. Шик А.Я. Фотопроводимость случайно-неоднородных полупроводников // ЖЭТФ, 1972, Т. 15, с. 408-410.
12. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников. М.: Наука, 1979, 416 с.

ИНФРАКРАСНЫЕ ФОТОПРИЕМНИКИ НА ОСНОВЕ ЛЕГИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛОВ n-InSe

**А.Ш.АБДИНОВ, Р.Ф.БАБАЕВА,
С.И.АМИРОВА, Н.А.РАГИМОВА, Э.А.РАСУЛОВ**

РЕЗЮМЕ

Исследованы инфракрасное гашение собственной фотопроводимости, отрицательная фотопроводимость, индуцированная примесная фотопроводимость в не легированных и легированных лантанидами (гольмием и эрбием) в количестве $N \approx 10^{-5} \div 10^{-1}$ at.% кристаллах n-InSe. Выявлено, что в этих кристаллах указанные явления наблюдаются при температуре $T \leq 150$ К. Спектр первых двух явлений охватывает диапазон длин волн $1.20 \leq \lambda \leq 1.90$ мкм, третьего – $1.90 \leq \lambda \leq 3.60$ мкм. С повышением температуры, начиная от 77 К все три явления ослабевают. Легирование лантанидами не оказывает влияние на характеристики этих фотоэлектрических явлений, но в зависимости от количества вводимой примеси меняется стабильность и степень повторяемости этих характеристик. Показано, что эта зависимость связана с изменением пространственной неоднородности исследуемых образцов в зависимости от количества вводимой примеси. В обеих группах (чистых и легированных) монокристаллов n-InSe явления отрицательной фотопроводимости и оптического гашения собственной фотопроводимости связаны с наличием двух групп центров рекомбинации, а индуцированной примесной фотопроводимости – мелких центров захвата в запрещенной зоне кристаллов n-InSe. На основе легированных лантанидами монокристаллов n-InSe можно изготовить высокочувствительные принципиально новые приемники ИК излучения со стабильными, повторяемыми характеристиками.

Ключевые слова: оптоэлектроника, монокристалл, фотоприемник, отрицательная фотопроводимость, макроскопический дефект, центры рекомбинации, центры захвата.

INFRARED RECEIVERS BASED ON DOPED n-InSe CRYSTALS

A.Sh.ABDINOV, R.F.BABAEVA, S.I.AMIROVA,
N.A.RAHIMOVA, E.A.RASULOV

SUMMARY

Infrared quenching of intrinsic photoconductivity, negative photoconductivity, and induced impurity photoconductivity in pure and doped lanthanides (holmium and erbium) in the amount of $N \approx 10^{-5} \div 10^{-1}$ at.% n-InSe crystals have been investigated. It is revealed that in these crystals the indicated phenomena are observed at a temperature $T \leq 150$ K. The spectrum of the first two phenomena covers the wavelength range of $1.20 \leq \lambda \leq 1.90$ μm , the third - $1.90 \leq \lambda \leq 3.60$ μm . With increasing temperature, starting from 77 K, all three phenomena weaken. Doping with lanthanides does not affect the characteristics of these photoelectric phenomena, but depending on the amount of the introduced impurity, the stability and the degree of repeatability of these characteristics change. It is shown that this dependence is associated with a change in the spatial inhomogeneity of the samples under study, depending on the amount of introduced impurity. In both groups (pure and doped) n-InSe single crystals, the phenomena of negative photoconductivity and optical quenching of intrinsic photoconductivity are associated with the presence of two groups of recombination centers, while induced impurity photoconductivity is associated with shallow trapping centers in the band gap of n-InSe crystals. On the basis of n-InSe single crystals doped with lanthanides, it is possible to fabricate highly sensitive, fundamentally new IR detectors with stable, repeatable characteristics.

Key words: optoelectronics, single crystal, photodetector, negative photoconductivity, macroscopic defect, recombination centers, trapping centers.