

PACS: 621.315.592

QAMMA KVANTLARI İLƏ ŞÜALANDIRILMIŞ GaS<Yb> 0,1at% MONOKRİSTALININ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN ANİZOTROPIYASI

R.S. Mədətov¹, T.B. Tağıyev¹, A.M. Allahverdiyev², A.Ş. Xalıqzadə¹

¹AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

²AMEA Fizika institutu

aydanxaliqzade@gmail.com

Xülasə: İtterbi ilə aşqarlanmış və γ - kvantları ilə şüalandırılmış GaS laylı monokristalının elektrik keçiriciliyinin anizotropiyası geniş temperatur intervalında tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, $T < 200\text{K}$ temperaturundan kiçik temperatur intervalında elektrik keçiriciliyinin anizotropiyası temperaturdan zəif asılı olaraq dəyişir. Bu yükdaşıyıcıların potensial çəpərdən keçmə mexanizminin tunel xarakterli olması ilə əlaqədardır. Yuxarı temperaturalarda isə elektrik keçiriciliyinin aktivasiya mexanizminin tunel mexanizminə üstün gəlməsi ilə potensial çəpər zəifləyir və elektrik keçiriciliyinin anizotropiyası kəskin azalır.

Açar sözlər: aşqar, monokristal, elektrik keçiriciliyi, aktivasiya, tunel, anizotropiya, effektiv kütlə.

1. Giriş

Aparılmış eksperimental tədqiqatlardan məlumdur ki, $A^{III} B^{VI}$ tip laylı kristalların elektrik keçiriciliyi güclü anizotropiyaya malik olub, $(0,03 \div 0,130\text{eV})$ enerjili temperatur aktivasiya xarakterlidir [1-3]. Eksperimentdən alınmış nəticəsiləri laylı kristallar üçün elektron zona quruluşu çərçivəsində izah etmək olar, belə ki, bu kristallarda dəşiklərin effektiv kütləsinin nisbəti zəif anizotropiyaya malikdir [4].

İşdə enerjisi $E=1,33\text{ MeV}$ olan qamma kvantlarla $D\gamma=20, 50\text{ krad}$ doza ilə şüalandırılmış GaS<Yb> 0,1at % laylı monokristalının $T=120-300\text{K}$ temperatur intervalında elektrik keçiriciliyinin anizotropiyasının temperaturadan asılılığı tədqiq edilmişdir.

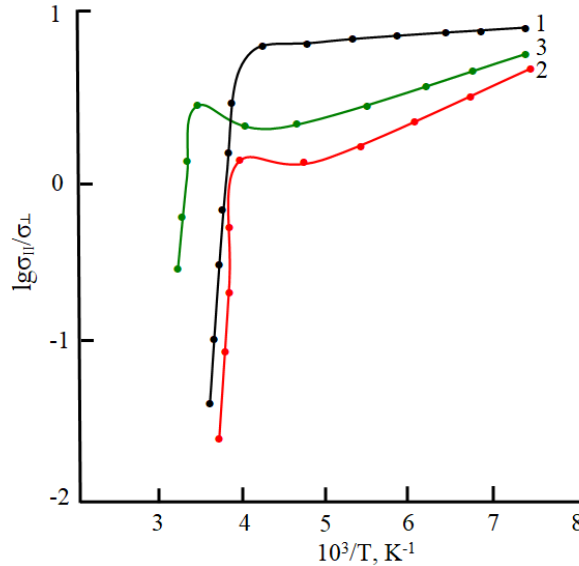
2. Nümunənin alınması və ölçmə metodikası

Tədqiq olunan GaSYb 0,1at % monokristalı Bridjmen metodu ilə alınmış, otaq temperaturunda müqaviməti $\sim 10^9\text{ Om}\cdot\text{sm}$ tərtibindədir və p-tip keçiriciliyə malikdir. Kristalda omik kontakt yaratmaq üçün indiumdan istifadə edilərək, kristalın hər iki səthinə 423K temperaturda əridilərək çəkilmişdir. Nümunənin şüalandırılması URİ qurğusunda Co^{60} izotop mənbəyi ilə aparılmışdır. Şüalanma zamanı nümunənin temperaturu $T=300\text{K}$ - dən yuxarı qalmaması üçün azot buxarı ilə soyudulur.

Tədqiq olunan GaS<Yb> 0,1at % nümunələrində cərəyanın dəyişməsi universal voltmetr-elektrometr B7-30, mikrovoltnanoampermetr Φ -136, monoxromator NS304i, cərəyan mənbəyi TEC-9 və voltmetr B7-27A cihazları əsasında yığılmış elektrik dairəsində aparılmışdır.

3. Nəticələr və onların müzakirəsi

Şəkil 1-də Yb ilə aşqarlanmış GaS monokristalının şüalanmadan əvvəl (əyri 1) və şüalanmadan sonra (əyri 2,3) elektrik keçiriciliyinin anizotropiyasının temperaturdan asılılığı verilmişdir.



Şək. 1. $GaS<Yb> 0,1at\%$ monokristalının elektrik keçiriciliyinin anizotropiyasının temperaturdan asılılığı

1. $D_\gamma=0$,
2. $D_\gamma=20\text{krad}$,
3. $D_\gamma=50\text{krad}$.

Qrafikdən görüldüyü kimi şüalandırılmamış $GaS<Yb> 0,1at\%$ monokristalında 130-220K temperatur intervalında elektrik keçiriciliyi temperaturadan asılı olaraq zəif dəyişir yuxarı temperaturlarda isə temperaturun artması ilə kəskin azalır.

$D_\gamma = 20\text{krad}$ doza ilə şüalandırılmış $GaS<Yb> 0,1at\%$ monokristalında 130÷200K temperatur intervalında temperaturun artması ilə azalır, 200-250K temperaturda isə artır. Temperaturun sonrakı artımında elektrik keçiriciliyinin kəskin azalması müşahidə olunur.

$GaS<Yb> 0,1at\%$ monokristalını $D_\gamma = 50\text{krad}$ doza ilə şüalandırıqda elektrik keçiriciliyinin anizotropiyası 130-dən 220K temperatúra qədər azalır, temperaturun sonrakı artımında $T=260\text{K}$ qədər artır, $T>260\text{K}$ temperaturundan sonra isə kəskin azalmağa başlayır. Yb ilə aşqarlanmış və qamma kvantları ilə şüalandırılmış $GaS<Yb> 0,1at\%$ monokristalının anizotropiyasının temperaturdan asılılığından alınmış məlumatları izah etmək üçün ikiölçülü defekt modeli tətbiq edilmişdir. Bu modelə görə laylara perpendikulyar istiqamətdə layların birləşdiyi yerdə yığılan defektlər potensial çəpər yaradırlar. Qallium kükürd üçün elastiklik əmsalı 10-dan böyükdür. Bu şərait imkan verir ki, laylı kristalların bazis səthində laylararası çoxlu sayda defektlərin yaranmasına imkan yaradır. Bu defektlər laylara perpendikulyar istiqamətdə yükdaşıyıcılar üçün potensial çəpər yaradırlar. Potensial çəpərin forması defektlərin yüklənmə dərəcəsi ilə müəyyən olunur. Zəif sahələrdə laylara perpendikulyar istiqamətdə elektrik keçiriciliyi üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur.

$$\sigma = \sigma_{||} \frac{U}{(kT)^2} \exp\left[-\frac{U}{kT} + A \frac{U^3}{(kT)^3}\right] \quad (1)$$

$A=h/24d^2um^*$, σ_{II} -potensial çəpərin olmadığı halda nümunənin elektrik keçiriciliyi, U-çəpərin hündürlüyü, k-Bolsman sabiti, d- çəpərin eni. GaS<Yb> 0,1at % monokristal üçün alınmış nəticələri (1) ilə müqayisə edək.

Aşağı temperatlarda ($T<200K$) yükdaşıyıcıların potensial çəpərdən keçməsi tunel xarakterlidir və ona görə də σ_{II}/σ_{\pm} temperaturdan zəif asılıdır. 220-300 K temperatur intervalında tunel və aktivasiya mexanizminin uyğun gəlməsi yükdaşıyıcılar üçün potensial çəpəri aradan qaldırır və A-nin qiymətindən asılı olaraq $\sigma_{II}/\sigma_{\pm} =f(T)$ əyrisində müxtəlif tip xüsusiyyətlər müşahidə olunur.

Beləliklə belə nəticəyə gəlmək olar ki, GaS<Yb> 0,1at % monokristalının elektrik keçiriciliyinin anizotropiyasının qiymətinin yüksək olması və onların temperatur aktivasiya asılılığı potensial çəpərlə bağlı olub, laylara arasında defektlərin yığılması ilə əlaqədardır.

Ədəbiyyat

1. Беленький Г.Л., Стопачинский В. Б., Электронный колебательные спектры слоистых полупроводников группы $A^{III}B^{VI}$, //Усп. физ. наук, 1983, т.140, №2, с.233-270.
2. Бранд Н.Б. Кульбачинский В.А., Ковальюк З.Д., Лашкарев Г.В. Двумерная проводимость InSe при низких температурах, //Физика и техника полупроводников, 1987 т.21 №6, с.1001-1004
3. Angell.I.V., Manfredotti.C., Murri R., Resistivity anizotropy in p-type GaSe, // Novo Cim B, 1978, V/47, №1, p-101-103.
4. Тагиев Б. Г., Гаджиев А. Р., Тагиев Т.Б, Мадатов Р.С., Об анизотропии слоистых полупроводников GaSe и GaTe, Физика АН. Азербайджана, 1997, т.3, №3, с.84-87.
5. Савитский.П.И., Ковалюк.З.Д. Анизотропия электропроводности в моноселениде индия, //Неогранические материалы, 1996, т.32, №4, с.105-109.

ОБ АНИЗОТРОПИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ GaS<Yb> 0,1at % ОБЛУЧЕННЫХ ГАММА-КВАНТАМИ.

Р.С. Мадатов, Т.Б. Тагиев, А.М. Аллахвердиев, А.Ш. Халыгзаде

Резюме: Приведены результаты исследований в широкой области температур легированных иттербием и влияние γ – излучения на анизотропии электропроводности образцах GaS. Установлено, что при $T<200K$ основным механизмом прохождения носителей заряда через потенциальный барьер является их туннелирование, а анизотропии слабо зависит от температуры. При высоких температурах происходит конкуренция между туннельным и активационным механизмами преодоления потенциальных барьеров носителями заряда.

Ключевые слова: анизотропия, потенциал, активация легирования, облучения

ANISOTROPY OF ELECTROCONDUCTIVITY OF GaS<Yb> 0,1at% MONOCRYSTAL IRRADIATED WITH GAMMA-QUANTA

R.S. Madatov, T.B. Taghiyev, A.M. Allahverdiyev, A.Sh. Khaligzadeh

Abstract: The anisotropy of the electric conductivity of GaS layered monocrystals doped with itterbium and irradiated γ -quanta has been investigated at a wide temperature range. It has been determined

that, the anisotropy of the electrical conductivity varies slightly depending on the temperature in the low temperature range from $T = 200\text{K}$. This is due to the fact that the carriers have a tunnel characteristic of the potential barrier crossing mechanism. At higher temperatures, potential barrier weakens due to activation mechanism of the electrical conductivity over the tunnel mechanism and the anisotropy of electrical conductivity decreases dramatically.

Key words: additive, monocrystal, electric conductivity, activation, tunnel, anisotropy, effective mass.