

RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA

UOT 621.315.592

**NADİR TORPAQ ELEMENTİ İTTERBİUM (Yb) İLƏ AŞQARLANMIŞ
Ga₂Te₃<Yb> MONOKRİSTALINDA TERMOSTİMULLAŞMIŞ CƏRƏYANIN (TSC)
TƏDQIQI**

*dosent Cavadov Elçin Məhəmməd oğlu,
dosent Əliyev Sabir İsfəndiyar oğlu, Seyidova İradə Adil qızı
Gəncə Dövlət Universiteti
elcin.cavadov@gdu.edu.az*

Xülasə: Bu işdə aşqarlanmış nadir torpaq elementləri itterbium (Yb) ilə termal stimullaşdırılan cərəyanın (TSC) tədqiqi aparılır, tədqiq olunan nümunə aşağı temperatura qədər soyuduqda qeyri-tarazlıq vəziyyətinə keçirilir. Ga₂Te₃<Yb> kristalları üçün TSC əyrisində iki cərəyan maksimumu müşahidə olunur. Ga₂Te₃<Yb> kristalında riyazi cərəyan-gərginlik xarakteristikaları otaq temperaturunda tədqiq edilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, kiçik tələlər cərəyan-gərginlik xüsusiyyətlərinə güclü təsir göstərir və onların parametrləri müəyyən edilmişdir.

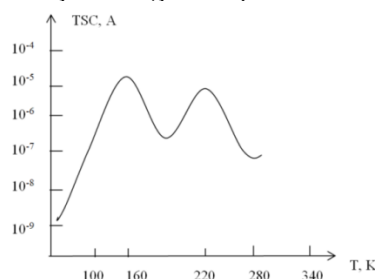
Açar sözlər: yarımkeçirici, aşqar, termostimullaşmış cərəyan (TSC), nadir torpaq elementi itterbium, qadağan zonası, tələ, yürlüklük, elektronun yükü, omik kontakt

Ключевое слово: полупроводник, ловушка, полупроводник, заряд электрона, добавка, термостимулированный ток (ТСТ), редкоземельный элемент иттербий, запрещенная зона, подвижность, омический контакт

Key words: semiconductor, additive, thermally stimulated current (TSC), rare earth element ytterbium, band gap, trap, mobility, electron charge, ohmic contact

Çoxsaylı tədqiqatlar göstərmişdir ki, geniş zonalı yarımkeçiricilərdə lokallaşmış yapışma səviyyələrinin tədqiqi üsullarından biri də termostimullaşmış cərəyan (TSC) üsuludur. Nadir torpaq elementi itterbium (Yb) ilə aşqarlanmış Ga₂Te₃ kristalında geniş zonalı yarımkeçiricilər sinfinə daxildir. Geniş zonalı yarımkeçiricilərin qadağan zonasında lokal, yapışma səviyyələrinin öyrənilməsi və həmin maddələrin texnikanın müxtəlif sahələrində tətbiq edilməsi çox əhəmiyyətlidir. Ona görə də Ga₂Te₃<Yb> monokristalının qadağan zonasındakı lokal səviyyələri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. TSC üsulu ilə yapışma səviyyələrinin öyrənilməsi bu səviyyələrin necə paylanması və onların xarakteristik parametrləri haqqında müəyyən məlumatlar verir. [1]

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, aşağı temperaturda yükdaşıyıcıların rekombinasiyası hadisəsi əsasən aparıcı rol oynayır. TSC-nin maksimumuna uyğun gələn temperaturda isə lokal səviyyələrin effektiv boşalması baş verir (şəkil 1) [1]



Şəkil 1. Nadir torpaq elementi itterbium ilə (Yb) aşqarlanmış Ga₂Te₃ kristalının U=110 V gərginlikdə termostimullaşmış cərəyanın (TSC) əyrisi

Zəif elektrik sahələrində boşalmış sahələrin yükdaşıyıcıları yenidən tutma ehtimalı böyük olduğundan onlar bir neşə dəfə keçiricilikdə iştirak edirlər. Elektrik sahəsinin intensivliyinin artması ilə TSC-nin maksimumunun qiyməti ensizləşir. Şəkil 1-dən aydın görünür ki, elektrik sahəsi intensivliyinin digər qiymətlərində isə bir neçə kiçik maksimuma parçalanır.

Bu hadisə yükdaşıyıcıların təkrar tutma ehtimalının sahənin intensivliyi ilə tərs mütənəşib olaraq azalması ilə izah olunur.

Beləliklə, güclü elektrik sahələrində aparılan ölçmələr lokal səviyyələrin əsas parametrlərini daha dəqiq hesablamağa imkan yaradır. İtterbium (Yb) aşqarları “dayaz” yapışma səviyyələrini kompensasiya edir, ona görə də TSC – ay əyrisində aşağı temperaturlarda kiçik maksimumlar çox olur və dərin səviyyələrin yükdaşıyıcıları tutma ehtimalı azalır.

Çox saylı tədqiqatlar göstərmişdir ki, geniş zonalı yarımkeçiricilərdə yapışma səviyyələrinin tədqiqi üsullarından biri də VAX-dır. [2]

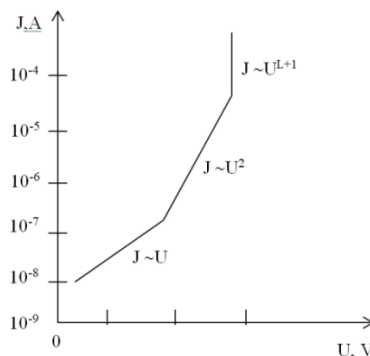
$\text{Ga}_2\text{Te}_3<\text{Yb}>$ kristalından hazırlanmış nümunələrdə otaq temperaturunda statistik volt-amper xarakteristikası (VAX) çıxarılmışdır:

Təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, $\text{Ga}_2\text{Te}_3<\text{Yb}>$ -də qadağan zonası müxtəlif parametrlilə lokal səviyyələrlə zəngindir. Bu səviyyələr qeyri-tarazlıq proseslərində mühüm rol oynayır.

VAX-nı öyrənmək üçün nümunələrə indium (In) elementindən Omik kontakt edilmişdir. Otaq temperaturunda çıxarılmış VAX-da üç oblast müşahidə olunur. Xətti asılılıq ($J \sim U$), kvadratik ($J \sim U^2$) və cərəyanın kəskin artdığı oblastlar ($J \sim U^{L+1}$)

Burada $L = \frac{T_1}{T}$ -dir. T_1 xarakteristik temperaturdur, temperatur artdıqca qiyməti 5-dən 2-yə qədər azalır.

Şəkil 2-də $\text{Ga}_2\text{Te}_3<\text{Yb}>$ kristalının otaq temperaturunda VAX-ı verilmişdir.



Şəkil 2. İtterbium (Yb) ilə aşqarlanmış $\text{Ga}_2\text{Te}_3<\text{Yb}>$ kristalının otaq temperaturunda Volt-amper xarakteristikası

Şəkil 2-dən görünür ki, otaq temperaturunda və müxtəlif gərginliklərdə injeksiya olan yükdaşıyıcıların konsentrasiyası tarazlıqda olan yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını üstələyir. VAX-da kvadratik asılılıq temperatur yüksəldikcə keçid gərginliyi də azalır. [4]

Kvadratik oblastdan sonra cərəyan kəskin artır, bu da $\text{Ga}_2\text{Te}_3<\text{Yb}>$ kristalında tələlərin üstünlük təşkil etdiyini göstərir. Tələlərin VAX-da rolu onunla izah olunur ki, yarımkeçiricilərdə tələ olmadıqda injeksiya edən yükdaşıyıcılar həcmi yüklər yaradır. [5]

Tədqiq olunan $\text{Ga}_2\text{Te}_3<\text{Yb}>$ kristalının VAX-dan istifadə edərək lokal səviyyələrinin əsas parametrləri aktivləşmə enerjisi, tələlərin konsentrasiyası, yürüklük və digər parametrləri təyin edilmişdir.

Kompleks tədqiqatlar göstərmişdir ki, TSC-in və VAX-ın fiziki xassələri kristal daxili qeyri-bircinslilik və onun yaratdığı potensial relyeflə bağlıdır.

Ədəbiyyat

1. В. Н. Вертопрахов, Е.Г. Сальман. Термостимулированные токи в неорганических веществах. Издательство «Наука». Новосибирск, 1979
2. Тагиев В.Г., Нифтиев Г.И., Алиев С.И. Эффект переключения с памятью в моно кристаллах Ga_2Te_3 . Физика и математика полупроводников Т.13 В.3. Ленинград 1979
3. Əliyev S.İ., Cavadov E.M. Nadir torpaq elementi itterbium (Yb) ilə aşqarlanmış $Ga_2Te_3<Yb>$ kristalında termostimullaşmış cərəyanın (TSC) tədqiqi. GDU-nin Elmi xəbərlər məcmuəsi, Gəncə, 2024
4. Abdinov Ə.S., Həsənov İ.S., Hüseynov T.X. Elektron cihazları və emissiya elektronikasının əsasları. Bakı, 2011
5. Ламперт М., Маркк П. Инжекционные токи в полупроводниках. Мир. Москва, 1973

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОГО ТОКА (ТСТ) С ЛЕГИРОВАННЫМИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ИТТЕРБИЙ (Yb) ДЛЯ КРИСТАЛЛОВ $Ga_2Te_3<Yb>$

*Джавадов Эльчин Магомед оглы,
Алиев Сабир Исфандияр оглы, Сеидова Ирада Адиль кызы
Резюме*

В данной работе исследования термостимулированного тока (ТСТ) с легированными редкоземельными элементами иттербий (Yb) исследуемый образец с помощью какого света возбуждения переводится в неравновесное состояния которое «замораживается» при охлаждении до низкой температура. Затем монотонном увеличении температуры образец переходит из возбужденного неравновесного состояния и потом регистрируется ток. Показано что для кристаллов $Ga_2Te_3<Yb>$ на кривой ТСТ наблюдается два максимума тока.

Исследованы при комнатной температуре с математические вольт-амперные характеристики (ВАХ) в кристалле $Ga_2Te_3<Yb>$. Проведенные исследование показали, что на ВАХ сильно действуют мелкие ловушки и определены их параметры.

Все полученные экспериментальные результаты хорошо объясняется с существующей теорией ВАХ и ТСТ.

STUDY OF THERMALLY STIMULATED CURRENT (TSC) IN $Ga_2Te_3<Yb>$ SINGLE CRYSTAL DOPED WITH THE RARE EARTH ELEMENT YTTERBIUM (YB)

*Javadov Elchin Mahammad oglu,
Aliyev Sabir Isfandiyar oglu, Seyidova Irada Adil gizi
Summary*

In this paper, the thermally stimulated current (TSC) with doped rare earth elements ytterbium (Yb) is studied. The sample is transferred to a nonequilibrium state by means of excitation light, which is "frozen" when cooled to a low temperature. Then, with a monotonous increase in temperature, the sample passes from the excited nonequilibrium state and then the current is recorded. It is shown that for $Ga_2Te_3<Yb>$. crystals, two current maxima are observed on the TSC curve. The mathematical current-voltage characteristics (CVC) in the $Ga_2Te_3<Yb>$. crystal were studied at room temperature. The conducted studies showed that small traps strongly affect the CVC and their parameters were determined. All the experimental results are well explained by the existing theory of CVC and TSC.

Rəyçi: dos. N.İ.Quliyev

ÜTF və texnologiya kafedrasının 07.04.2025-cü il tarixli iclası protokol 8

Daxil olma tarixi 10 aprel 2025-ci il