



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
“Elm-Təhsil İnteqrasiyası” məqsədli qrant müsabiqəsinin
(EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 2-ci mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Laylı quruluşlu A3B6 və A13B35C69 tipli nanometr qalınlıqlı kristallar əsasında fotoelektrik çeviriciləri**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Rəhimov Sədiyar Soltan oğlu**

Qrantın məbləği: **95 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF/MQM/Elm-Təhsil-1-2016-1(26)-71/01/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **19 iyul 2018-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 sentyabr 2018-ci il – 01 sentyabr 2019-cu il**

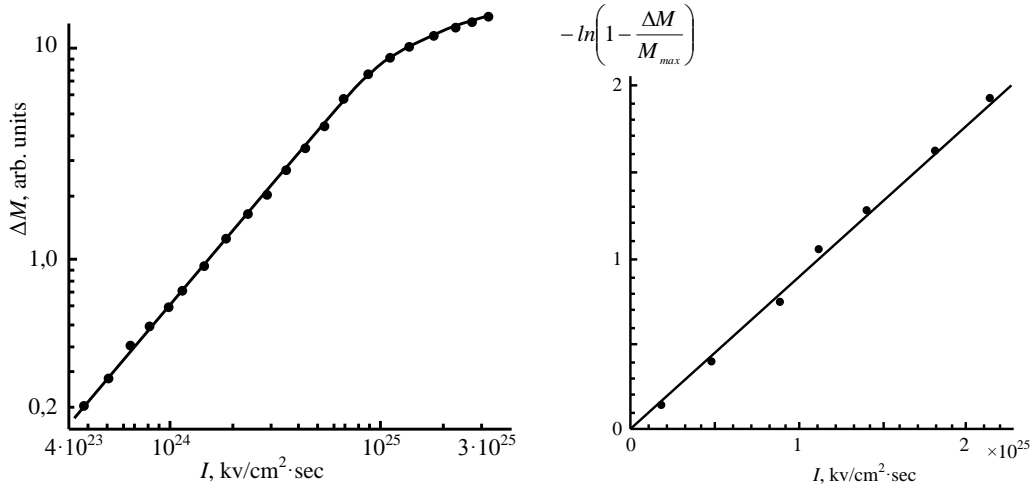
Layihənin I mərhələ üzrə (rüb) məbləği: **17062 manat**

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- 1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**
Lazer şüalanmasının təsiri ilə GaSe və İnSe nazik təbəqələrində udulma və lüminessensiya spektrləri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan nazik təbəqələrdə udma zolağının uzundalğalı kənarı düzünə optik keçidlər hesabına formalaşırlar. GaSe və İnSe nazik təbəqələrinin qadağan olunmuş zonasının eni üçün uyğun olaraq 2,03 eV və 1,32 eV qiymətləri müəyyən edilmişdir. Ne:YAG lazerinin ikinci harmonikasının kiçik intensivliklərində müşahidə olunan lüminessensiya spektri kristalların fundamental udma zolağının kənarını əhatə edən oblastda yerləşirlər. Lakin, yüksək optik həyəcanlanmada spektrin uzundalğalı oblastında yarımənə $\sim 10 \text{ \AA}$ olan ensiz lüminessensiya zolağı təsbit edilmişdir. Müşahidə olunan şüalanmanın yaranma mexanizmi lazer şüalanması hesabına zonaların effekti ilə izah olunmuşdur.
Məlumdur ki, yüksək intensivlikli lazer şüalanmasının təsiri ilə yarımkeçiricidə yüksək konsentrasiyalı yükdaşıyıcılar yaratmaq olur. Belə halda sərbəst yükdaşıyıcılarda işığın udulmasını asanlıqla müşahidə etmək və bununla yaranan effektləri öyrənmək olar.
Nazik təbəqədən keçən İQ-ışığın intensivliyinin dəyişməsinə $-\Delta M(t)$, aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$\Delta M(t) = M_{max} \cdot \left[1 - \exp\left(-\sigma_{n+p} \int_0^d \Delta n(x, t) dx\right) \right],$$

burada, σ_{n+p} - qeyri-tarazlıqlı electron və deşiklər tərəfindən işığın udulmasının enkəsiyinin cəmlənmiş kəmiyyətidir, M_{max} - yüksək optik həyəcanlanmada siqnalın modulyasiyasının kəmiyyətidir, $\Delta n(x, t)$ - nümunənin səthindən x dərinliyində qeyri-tarazlıqlı cütlərin konsentrasiyasıdır. Şəkil 1- də İnSe nazik təbəqəsində İQ- işığın modulyasiya siqnalının, lazer şüalanmasının intensivliyindən asılılığı təsvir olunmuşdur.



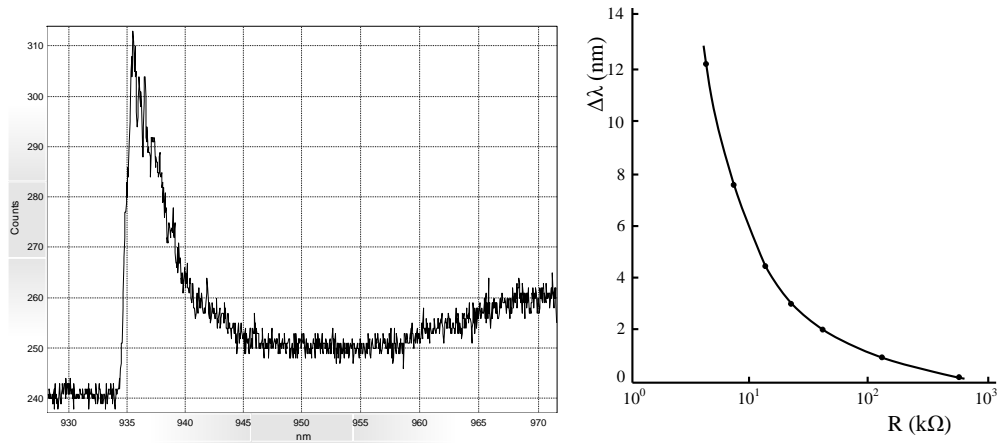
Şəkil 1. a) İnSe-də udulmanın modulyasiya siqnalının həyəcanlaşmasının intensivliyindən asılılığı, b) $\ln\left(1 - \frac{\Delta M}{M_{max}}\right)$ – kəmiyyətinin həyəcanlanmanın intensivliyindən asılılığı.

Modulyasiya kəmiyyətini aşağıdakı kimi də ifadə etmək olar:

$$\ln\left(1 - \frac{\Delta M}{M_{max}}\right) = -(1 - R)\sigma_{n+p}It_u,$$

burada, $\Delta n(x, t_n) = (1 - R)\alpha It_n e^{-\alpha x}$ - ifadəsi nəzərə alınmışdır. Şəkil 1 (b)- də təsvir olunmuş asılılığa görə $\sigma_{n+p} = 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ cm}^2$ qiyməti hesablanmışdır. İQ- işığın modulyasiya siqnalının relaksasiya əyrisindən kvadratik rekombinasiyanın əmsalı hesablanmışdır: $\gamma = 1,4 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^{-3} \cdot \text{cek}^{-1}$. Modulyasiya siqnalının relaksasiya müddətinin kiçik olması imkan verir ki, İnSe nazik təbəqəsi İQ- oblastda işləyən impuls lazerlərinin şüalanmasını qeyd edə bilən fotodetektorlar hazırlansın.

İnSe nazik təbəqəsində lazer şüalanmasının təsiri ilə lüminessensiya spektrinin uzundalğalı kənarının kristalın müqavimətindən asılılığı tədqiq edilmişdir. Şəkil 2- də təsvir olunan qrafikdə $\Delta\lambda(R)$ asılılığının müəkkəb xarakterli olduğu göstərilmişdir.



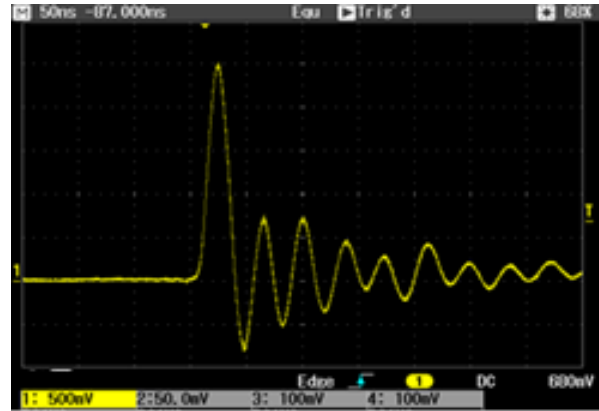
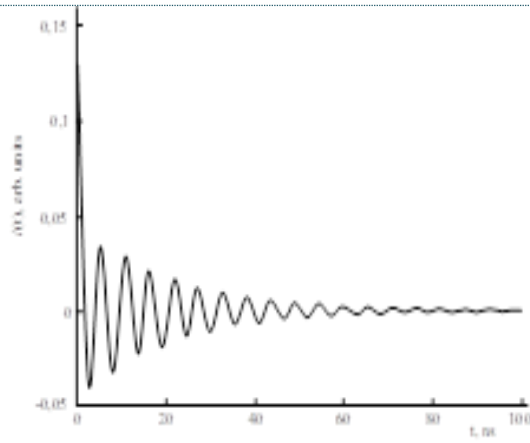
Şəkil 2. a) Nd:YAG($\lambda=532$ nm) lazerinin təsiri ilə InSe nazik təbəqəsində lüminessensiya spektri, b) uda zolağının kənarının sürüşməsinin- ($\Delta\lambda$), nümunənin müqavimətindən asılılığı.

İfrat nazik InSe təbəqəsinin VAX- da 400 V/sm sahədən yuxarıda cərəyan doymasının müşahidə olunması katoddan elektronların məhdud sayda injeksiya olunması ilə izah olunmuşdur. Yüksək intensivlikli işıq impulsu ilə nazik təbəqə işıqlandıqda qeyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcıların konsentrasiyası da doyma halına çatır. InSe nazik təbəqəsində elektronların yürlüklüyü dəşiklərinkindən çox olduğundan təbəqəyə təbəqəyə tətbiq olunmuş elektrik sahəsinin təsiri ilə elektronlar ekstraksiya olunurlar və nəticədə nazik təbəqədə dreyf tutumu yaranır. Işıq impulsu kəsildikdən sonra fotocərəyanın relaksasiyasına qeyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcılardan ibarət olan selin relaksasiyası kimi baxmaq olar. Belə relaksasiyanı dissipativ selin relaksasiyası kimi qəbul edib, Maksvell – Kattaneo tənliyini tətbiq etmək olar. Nəticədə relaksasiya qanunauyğunluğu aşağıdakı düsturla ifadə olunur:

$$i = A e^{-\frac{t}{\tau}} - A' e^{-\delta t} \cos \omega t,$$

Burada, $A = \frac{v q_0}{\ell}$, $A' = \frac{q'_0 \sigma S}{C \ell}$, v - elektronun dreyf yürlüklüyüdür, q_0 – lazerin təsiri ilə yaranmış qeyri-tarazlıqlı elektronların yükü, q'_0 - dreyf tutumundakı yüklər, τ - qeyri-tarazlıqlı elektronların yaşama müddəti, δ – sönmənin loqarifmik dekrementi, S - təbəqənin en kəsiyi, ℓ - kontaktlar arasındakı məsafədir.

Şəkil 3 (a)-da fotocərəyanın relaksasiyasının $A = 0,05$; $A' = 0,05$; $\tau = 0,5$ ns; $\delta = 0,05$ ns⁻¹ və $\omega = 20$ ns qiymətlərində nəzəri hesablanmış qrafik təsvir edilmişdir.



Şəkil 3. a) Maksvell – Kattaneo tənliyini tətbiq etməklə fotocərəyanın relaksasiya əyrisinin nəzəri hesablanmış qrafiki; b) ultranazik InSe təbəqəsinin fotocərəyanının ossilloqramı.

Şəkil 3 (b)-də Nd:YAG($\lambda=532$ nm) lazerinin 10 ns davamlı impulsunun təsiri ilə qalınlığı 130 nm olan InSe nazik təbəqəsində fotocərəyanın generasiya və relaksasiya əyrisi təsvir olunmuşdur. Fotocərəyanın relaksasiyası rekombinasiya və cərəyan rəqsi prosesləri ilə müşayiət olunur. Rekombinasiya prosesində əyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcıların yaşama müddəti 3 ns təşkil edir. Bununla belə nəticəyə gəlinir ki, ultranazik InSe təbəqəsi yüksək tezlikli fotoelektrik çeviricisi kimi istifadə oluna bilər.

2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)
	100%
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi
	<ol style="list-style-type: none"> 1. GaSe və InSe nazik təbəqələrində udulma və lüminessensiya spektrləri tədqiq edilmişdir. 2. Göstərilmişdir ki, modulyasiya signalının relaksasiya müddətinin kiçik olması hesabına InSe ultranazik təbəqəsi İQ- oblasda işləyən impuls lazerlərinin şüalanmasını qeyd edə bilən fotodetektorlar hazırlanması üçün istifadə edilə bilər.
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar
	(burada doldurmalı)
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (surətlərini əlavə etməli!)
	<p>2 məqalə çap olunmuşdur:</p> <p>Dərc olunmuş məqalələr:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. V.M. Salmanov , A.G. Guseinov ,R. M. Mamedov , A. Salmanova , N.D. Dashdamirova. Current passing mechanism and electrical parameters of InSe. Journal of Baku Engineering University – Physics. 2018. Volume 2, Number 2 Pages 106-110. 2. V.M. Salmanov , A.G. Guseinov ,R. M. Mamedov , A. Salmanova , N.D. Dashdamirova.

Влияние электрического поля и лазерного возбуждения на спектры поглощения и люминесценции тонких пленок GaSe и InSe. АМЕА ХƏВƏRLƏRİ, Fizika-texnika və riyaziyyat elmləri seriyası, fizika və astronomiyaç 2019 №2, s. 23-28.

Çapda olanlar:

1. А.Г. Кязым-заде, В.М. Салманов, А.Г. Гусейнов, Р.М. Мамедов, Р.М. Рзаев, А.А. Салманова, Н.Д. Дашдамирова. Поглощение ИК – света свободными носителями, созданными лазерным излучением в кристаллах InSe. Известия ВУЗов, Томск.
2. Кязым-заде А.Г., Салманов В.М., Гусейнов А.Г., Мамедов Р.М., Салманова А.А., Халилова А.Ф., Дашдамирова Н.Д. Изменение оптических свойств тонких пленок inse под действием лазерного излучения. Gəncə Dövlət Universiteti. Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri. Beynəlxalq elmi konfrans.
3. A.G. Kyazim-zade, V. M. Salmanova, A. G. Guseinova, M.A. Jafarov, R. M. Mamedov, R.M. Rzayev, A.A. Salmanova, N.D. Dashdamirova, F.Sh. Ahmadova. Bandfilling effect in GaSe and InSe at high optical exchange levels. Chalcogenide Letters. Academy of Romanian Scientists.
4. J A. G. Guseinov, V. M. Salmanov, R. M. Mamedov, A.A. Salmanova, F.Sh. Ahmadova, N.D. Dashdamirova. The emergence of drift capacity in 2d InSe crystals. Journal of Low Dimensional Systems.

6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər <i>yoxdur</i>
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər <i>yoxdur</i>
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak <i>yoxdur</i>
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak <i>yoxdur</i>
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) <i>yoxdur</i>
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar <i>yoxdur</i>
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr <i>yoxdur</i>

13	Xarici həmkarlarla əlaqələr <i>Türkiyə Cumhuriyyətinin ODTU professoru N.M.Həsənli ilə məsləhətləşmələr aparılmışdır</i>
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı <i>yoxdur</i>
15	Sərgilərdə iştirak <i>yoxdur</i>
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi <i>yoxdur</i>
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. <i>yoxdur</i>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Rəhimov Sədiyar Soltan oğlu

Həm-rəhbərin imzası _____ Kazımzadə Aydın Həsən oğlu

Tarix 06.03.2019

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.