



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
2024-cü ildə elan edilərək keçirilmiş
13-cü "Mobillik qrantı" müsabiqəsinin
(AEF-Mob-13-2024-3(53)) qalibi olmuş layihənin

EZAMİYYƏ HESABATI

Qrantın nömrəsi: AEF-Mob-13-2024-4 (52)-06/01/1-M-01

Layihənin adı: Fotoçevirici cihazlarda tətbiq üçün Yb ilə aşqarlanmış GaS nazik təbəqələrin tədqiqi

Müqavilənin imzalanma tarixi: 28 oktyabr 2024

Ezamiyyətə gedən şəxsin soyadı, adı və atasının adı: Xalıqzadə Aydan Şahin qızı

Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin) yerinə yetirilmə müddəti: 30 gün

Layihənin başlama və bitmə tarixi: 03.11.2024-02.12.2024

1.	Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin) həyata keçirildiyi ölkə və şəhər	Türkiyə, Ankara
2.	Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin) həyata keçirildiyi təşkilatın və ya onun struktur bölməsinin tam rəsmi adı	Orta Doğu Teknik Universitetinin Fizika fakültəsi Günəş Enerjisi Tədqiqatları və Tətbiqləri Mərkəzi
3.	Layihənin (elmi tədbirin və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin) icra müddəti (gediş-gəliş vaxtı dəqiq göstərməli)	03.11.2024-02.12.2024
4.	Elmi tədbirdə edilmiş məruzənin adı və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmənin mövzusunun adı	Fotoçevirici cihazlarda tətbiq üçün Yb ilə aşqarlanmış GaS nazik təbəqələrin tədqiqi

5. **Ezamiyyət üzrə ətraflı hesabat**

Yb ilə aşqarlanmış GaS nazik təbəqələrinin fotoçevirici cihazlarda istifadə potensialı araşdırılmışdır. Təlim müddətində bu materialların struktural, optik və elektrik xassələri ətraflı şəkildə öyrənilmiş və fotoçevirici cihazlarda tətbiqi yolları araşdırılmışdır. Layihənin əsas məqsədi, aşqar maddəsinin və radiasiyanın materialların fiziki və elektrik xassələrinə təsirini təhlil etmək və bu dəyişikliklərin fotoçevirici cihazlarda necə üstünlüklər təmin edə biləcəyini müəyyənləşdirməkdir.

1-ci Həftə: Təcrübə Planlaşdırılması və Cihazların Tanışlıq

Edilən İşlər: Bu həftə ərzində təcrübə planı hazırlanmış və müxtəlif ölçmə cihazlarının xüsusiyyətləri ilə tanışlıq aparılmışdır. Layihə çərçivəsində istifadə ediləcək cihazlar arasında XRD (X-ray Diffraction), SEM (Scanning Electron Microscopy), Raman Spektroskopiyası, FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy), EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) və ToF-SIMS (Time of Flight Secondary Ion Mass Spectrometry) mövcud idi. Bu cihazlar vasitəsilə materialların kristal quruluşu, səth morfolojiyası, optik xüsusiyyətləri və elektrik xassələri öyrəniləcəkdir.

Təcrübə üçün nümunələr hazırlanmış və ölçmə üsulları və mərhələləri detallı şəkildə planlaşdırılmışdır.

2-ci Həftə: Kristal Quruluş və Səth Morfolojiyasının Araşdırılması

Edilən İşlər: XRD Ölçmələri: Yb ilə aşqarlanmanın və radiasiyanın GaS nazik təbəqələrinin kristal quruluşuna təsiri araşdırılmışdır. XRD ölçmələri, aşqar maddəsinin və radiasiyanın kristal quruluşunda hansı dəyişikliklərə səbəb olduğunu ortaya çıxarmağa kömək etmişdir. Məqsəd, materialın strukturunun stabil olub-olmaması və radiasiya təsiri ilə struktur dəyişikliklərinin olub-olmaması idi.

Nəticələr: XRD ölçmələri, Yb ilə aşqarlanmış GaS nazik təbəqələrinin kristal strukturu üzərindəki təsiri göstərmişdir. Yb aşqarı, GaS nazik təbəqələrinin kristal quruluşunu müəyyən dərəcədə dəyişdirir, lakin materialın əsas kristal strukturu qorunur. Yb aşqarlanması, GaS nazik təbəqələrindəki kristal sıxlığı və kristal ölçüsü ilə əlaqəli kiçik dəyişikliklərə səbəb olub. Bu dəyişikliklər fotoçevirici xüsusiyyətlərdə yaxşılaşmalara gətirib çıxara bilər, çünki kristal sıxlığının artması, elektrik keçiriciliyi və daşıyıcıların hərəkətliliyini optimallaşdırır.

SEM Ölçmələri: Səth morfolojiyasının təhlili aparılmış, materialın səthindəki çatlamlar və hissəciklərin ölçüsü incələnməmişdir. SEM analizləri, materialın səthinin elektri və optik xüsusiyyətlərinə təsir edəcək dəyişiklikləri göstərir.

Nəticələr: SEM ölçmələri nəticəsində GaS və Yb ilə aşqarlanmış GaS nazik təbəqələrinin səth morfolojiyası öyrənilmişdir. SEM analizləri, Yb aşqarı ilə materialın səthindəki çatlamların azaldığını, homogenləşdiyini və səthin daha bərabər şəkildə paylandığını göstərir. Bu, təbəqələrin mexaniki və elektrik xassələrinin yaxşılaşmasına gətirib çıxarır. Homojen morfolojiya, fotoçevirci cihazlarda daha yüksək performans və uzunömürlülük üçün vacib olan yaxşı elektrod və material interfeysi təmin edir.

3-cü Həftə: Raman, FTIR və XPS Ölçmələri

Edilən İşlər: Raman Spektroskopiyası: Raman cihazı ilə ölçmələr aparılaraq, Yb ilə aşqarlanmış GaS nazik təbəqələrinin kristal strukturu və optik xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Raman spektrində, materialın lazerlə işıq udma qabiliyyətinin yaxşılaşdığı müşahidə edilmişdir.

Nəticələr: Raman spektri, GaS(Yb) nazik təbəqələrinin optik xüsusiyyətlərini öyrənməyə imkan verib. Raman spektroskopiyası nəticəsində, GaS(Yb) nazik təbəqələrində lazerlə işıq udma qabiliyyətinin yaxşılaşdığı müşahidə olunub. Yb aşqarı, materialın qadağan olunmuş zonasında dəyişikliklərə səbəb olaraq, təbəqənin fotoçevirci cihazlarda işıq udma qabiliyyətini artırmışdır. Bu, Yb aşqarının GaS-nin elektron strukturu ilə necə qarşılıqlı əlaqəyə girməsini və bunun fotoçevirci cihazların səmərəliliyini artırdığını sübut edir.

FTIR Ölçmələri: FTIR ölçmələri vasitəsilə GaS və GaS(Yb) nazik təbəqələrinin infraqırmızı spektral xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. 100-400 cm^{-1} oblastında gözlənilən piklər müşahidə olundu. Bu nəticə, Yb aşqarlanmasının materialın infraqırmızı spektral xüsusiyyətlərində dəyişikliklərə səbəb olduğunu göstərdi və materialın fotoçevirci cihazlarda effektivliyini artırmağa kömək edə bilər.

Nəticələr: FTIR ölçmələri, GaS(Yb) nazik təbəqələrinin infraqırmızı spektral xüsusiyyətlərindəki dəyişiklikləri izləməyə imkan vermişdir və 100-400 cm^{-1} intervalında olan piklər müəyyən edilmişdir. Bu nəticə Yb aşqarının infraqırmızı spektral xüsusiyyətlərindəki dəyişiklikləri göstərmişdir. Bunların, Yb aşqarının optik xüsusiyyətlərə təsirini göstərir və fotoçevirci cihazlarda materialın effektivliyini artırma potensialını göstərir.

XPS Ölçmələri: XPS analizi vasitəsilə materialın səthindəki kimyəvi komponentlər və qatqıların təsiri təhlil edilmişdir. XPS ölçmələri Yb və digər elementlərin material səthindəki paylanmasını və kimyəvi vəziyyətlərini göstərdi, bu da fotoçevirici cihazların inkişafında vacibdir.

Nəticələr: XPS ölçmələri vasitəsilə materialın səthindəki kimyəvi komponentlər və aşqarların təsiri təhlil edilmişdir. GaS(Yb) naziklərinin səthindəki kimyəvi bağlanma vəziyyətlərinə təsir etdiyi müşahidə olunmuşdur. XPS spektrləri, Yb-nin GaS ilə əlaqələndirilmiş kimyəvi vəziyyətini göstərmişdir. XPS nəticələri, Yb-nin materialın səthində möhkəm şəkildə inteqrasiya olunduğunu və fotoçeviricilərin xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün vacib olduğunu göstərmişdir.

4-cü Həftə: Hall və EDX Ölçmələri və Nəticələrin Təhlili

Edilən İşlər: EDX Ölçmələri: EDX təcrübəsi ilə materialın elementar tərkibi və aşqarın paylanması incələnmişdir.

Nəticələr: EDX ölçmələri vasitəsilə, Yb aşqarının GaS nazik təbəqələrindəki paylanması və ümumi tərkibi öyrənilmişdir. EDX nəticələri, Yb-nin təbəqələr arasında homogen şəkildə paylandığını göstərmişdir. Bu, materialın yüksək keyfiyyətli və dayanıqlı xüsusiyyətlərə sahib olduğunu göstərir. EDX nəticələri aşqarın nümunənin optik və elektrik xassələrinə təsirinin daha dərindən başa düşülməsinə imkan vermişdir.

Hall ölçmələri vasitəsilə GaS(Yb) nazik təbəqələrinin elektrik xassələri, o cümlədən keçiricilik, yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və yürüklülük otaq temperaturunda analiz olunmuşdur. Bu parametrlər fotoçevirici cihazlarda materialların performansını öyrənmək üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Nəticələr: Hall ölçmələri, GaS(Yb) nazik təbəqələrinin elektrik xassələrini öyrənməyə imkan vermişdir. Nəticələr, Yb aşqarının elektrik keçiriciliyi artırdığını göstərmişdir. Yb aşqarlanması, nümunənin yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və yürüklülük artırmış, bununla da nümunənin fotoçevirici cihazlarda daha yaxşı işləyəcəyini göstərmişdir.

Ümumi Nəticə:

Bu tədqiqatda Yb aşqarının GaS nazik təbəqələrinə təsiri ətraflı şəkildə araşdırılmış və nümunənin struktur, səth, optik və elektrik xassələrində əhəmiyyətli dəyişikliklər müşahidə olunmuşdur. XRD analizi Yb-aşqarının kristal quruluşu stabil saxladığını, FTIR isə 100–400 cm^{-1} intervalında aşağı enerjili fonon modlarını aşkar edərək infraqırmızı diapazonda geniş işıq udma qabiliyyətinə işarə etmişdir. SEM

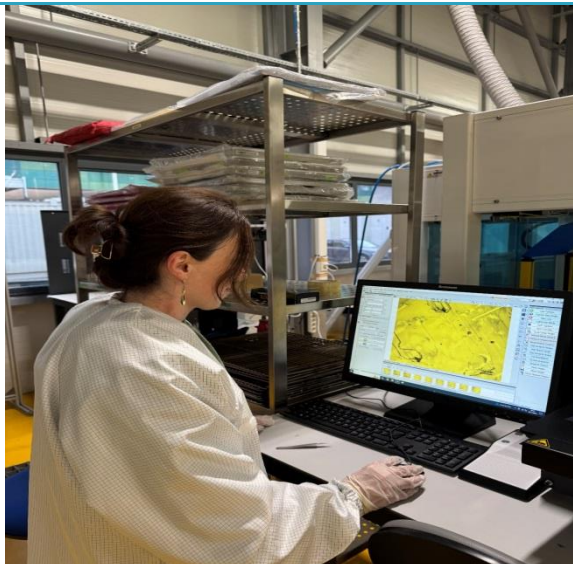
və EDX ölçmələri səthin homojenliyini və kimyəvi tərkibin uyğunluğunu təsdiqləmişdir. XPS isə Yb atomlarının GaS materialı ilə möhkəm kimyəvi bağlanmasını təsdiq etmişdir. Hall ölçmələri göstərmişdir ki, Yb-aşqarı yükdaşıyıcıların yürüklüyünü artıraraq keçiriciliyi əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır.

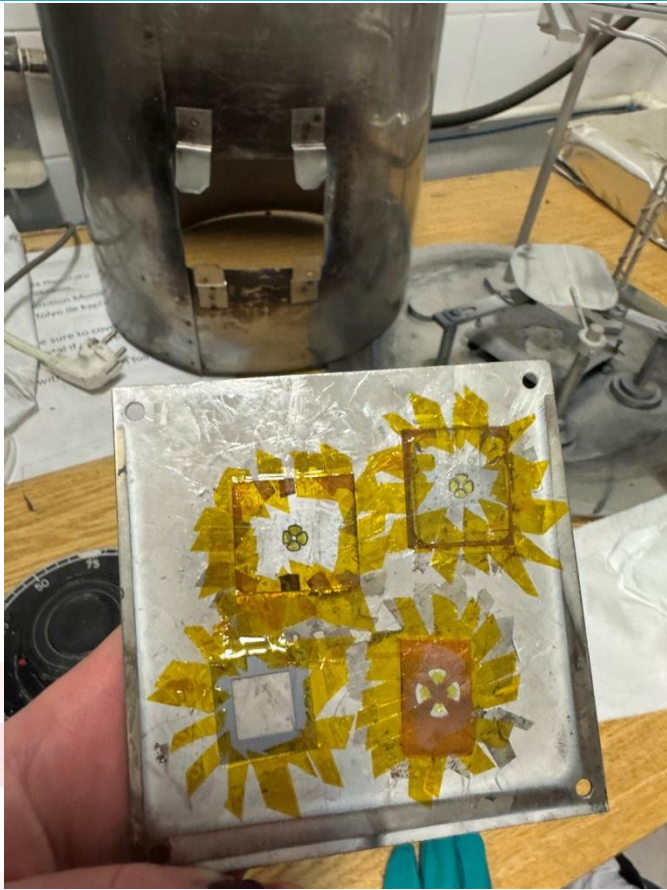
Bu nəticələr Yb aşqarının GaS materialının optik və elektrik xassələrini yaxşılaşdırdığını və fotoçevirici cihazlarda daha optimal tətbiqlər üçün potensiallığını sübut edir.

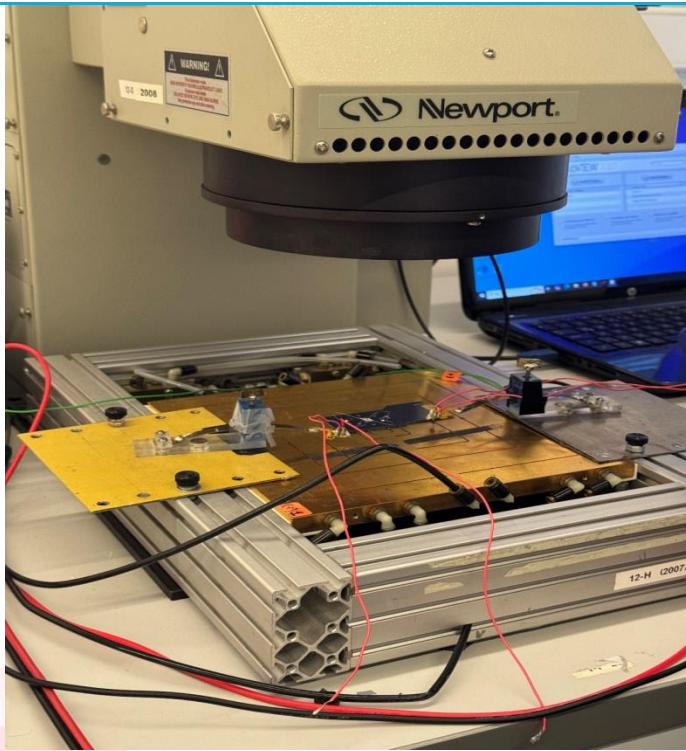
Bu tədqiqatın nəticələri, GaS(Yb) nazik təbəqələrinin fotoçevirici cihazlarda istifadə üçün uyğun xüsusiyyətlərə malik olduğunu sübut edir. GaS(Yb) materialının kristal, səth, optik və elektrik xassələrindəki yaxşılaşmalar, onun yüksək effektivlikli fotoçevirici cihazların inkişafı yarımkeçirici material kimi baxılmasına əsas verir. Materialın qadağan olunmuş zonasındakı dəyişikliklər və infraqırmızı diapazonda işıq udma qabiliyyətinin artması mövcud olan fotoçevirici materiallara nisbətən üstünlük təşkil edə bilər.

Bu nəticələr göstərir ki, GaS(Yb) materialları yeni nəsillə fotoçevirici cihazlar üçün potensiala malikdir. Tədqiqat həm də III-VI qrup birləşmələri üzrə gələcək araşdırmalara təkan verə bilər və yarımkeçirici materialların optimallaşdırılması sahəsində mühüm töhfələr təqdim edir.









6. **Layihənin yerinə yetirilməsindən (elmi tədbirdə və ya qısamüddətli elmi təcrübəkeçmədə iştirakdan) əldə edilən nəticələr, onların yenilik dərəcəsi, elmi və praktiki əhəmiyyəti**

Layihə çərçivəsində GaS(Yb) nazik təbəqələrinin xassələri müasir analitik və eksperimental üsullarla araşdırılmışdır. XRD, SEM, Raman, FTIR, XPS, EDX və Hall ölçmələri kimi metodlar vasitəsilə materialın kristal quruluşu, morfologiyası, optik və elektrik xüsusiyyətləri təhlil olunmuşdur.

Əldə edilən nəticələr:

- XRD və Raman ölçmələri Yb aşqarının GaS-nin kristal strukturunu qoruyaraq optik xüsusiyyətləri yaxşılaşdırdığını göstərmişdir.
- SEM analizləri filmlərin səth morfologiyasında Yb-nin homojen paylanmasını təsdiq etmişdir.
- FTIR spektrləri infraqırmızı regionda 100-400 cm^{-1} aralığında piklərin olduğunu göstərərək fotoçevirici cihazlar üçün uyğunluğu təsdiqləmişdir.
- XPS və EDX analizləri materialın kimyəvi tərkibində Yb-nin rolu və səthdəki təsirini ətraflı göstərmişdir.
- Hall ölçmələri Yb aşqarının elektrik keçiriciliyini artırdığını müəyyən etmişdir.

Yenilik Dərəcəsi

Yb aşqarının və radiasiyanın təsirinin araşdırılması: GaS(Yb) nazik təbəqələrinin optik və elektrik xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün üsullar təqdim edilmişdir. Materialın

		<p>spektral və termal xassələrində yeniliklər müəyyən edilmişdir. Yüksək səmərəliliyə malik cihazların inkişafı üçün yeni imkanlar təmin edilmişdir.</p> <p>Elmi əhəmiyyəti:</p> <p>Bu tədqiqat, GaS(Yb) nazik təbəqələrinin fotoçevirici və optoelektron cihazlarda istifadəsi üçün nəzəri və praktiki əsas yaratmışdır. Nəticələr, bu materialların enerji texnologiyalarında istifadəsinə dair yeni məlumatlar təqdim edir.</p> <p>Praktiki əhəmiyyəti:</p> <p>Yb qatqlandırılmış GaS filmləri, fotovoltaiq hüceyrələr və infraqırmızı detektorlar üçün perspektivli material kimi müəyyən edilmişdir. Bu tədqiqat, sənaye səviyyəsində tətbiq üçün material optimallaşdırılmasına və istehsal texnologiyalarının inkişafına yol açır.</p>
7.	<p>Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar</p>	<p>Layihədə GaS(Yb) nazik təbəqələrinin xassələrinin tədqiqi və fotoçevirici cihazlarda istifadənin müəyyənləşdirilməsi üçün müasir analitik üsul və yanaşmalar tətbiq edilmişdir. Əsas üsullar:</p> <p>XRD (Rentgen Difraksiyası): Kristal quruluş və fazaların təhlili.</p> <p>SEM (Elektron Mikroskopiyası): Səth morfolojiyası və struktur homojenliyinin araşdırılması.</p> <p>FTIR (Fourier Transform Infrared Spektroskopiyası): İnfraqırmızı spektrdə optik xüsusiyyətlərin analizi.</p> <p>Hall Ölçmələri: Elektrik keçiriciliyi, yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və yürüklüyünün öyrənilməsi.</p> <p>XPS (Rentgen Fotoelektron Spektroskopiyası): Kimyəvi tərkib və elementlərin bağlanma vəziyyətlərinin təhlili.</p> <p>EDX: Element tərkibinin və səthdəki molekulyar strukturların analizi.</p>
8.	<p>Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı əldə olunmuş nəticələrin gözlənilən tətbiq sahələri (konkret olaraq qeyd etməli)</p>	<p>Fotoçevirici cihazlar, Optoelektronika və Işıq Detektorları, LED və lazer cihazlarının istehsalı, Şəffaf günəş panelləri, Kosmik peyklər üçün infraqırmızı işıq detektorları və günəş enerjisi toplama cihazları</p>

Layihə rəhbərinin imzası _____

Tarix 06.12.2024