



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun elmi-tədqiqat proqramlarının, layihələrinin və digər elmi tədbirlərin maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə qrantların verilməsi üzrə 2010-cu ilin 1-ci müsabiqəsinin (EIF-2010-1(1)) qalibi olmuş və yerinə yetirilmiş layihə üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Yüksək Texnologiyalar üçün Materiallar və Cihaz Strukturları**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Qacar Çingiz Oveysoviç**

Qrantın məbləği: **3 000 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-2010-1(1)- 40/01-M-22**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **16 Mart 2011-ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 aprel 2011-ci il - 01 aprel 2012-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

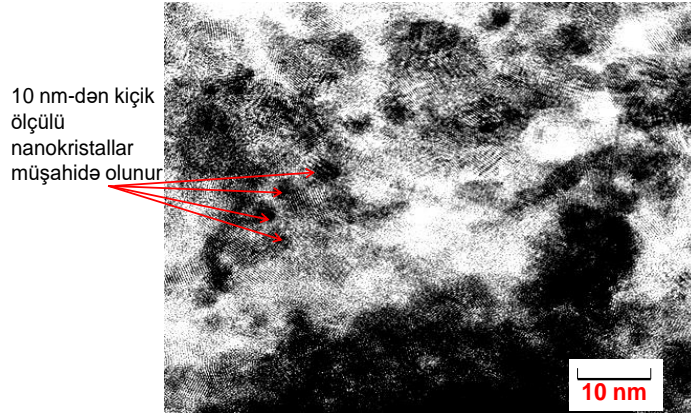
Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

(burada doldurmalı)

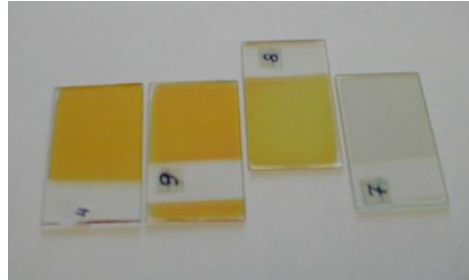
1. Günəş elementlərində tətbiq olunan nanosturkturlu CdS:O nazik təbəqələrinin alınma texnologiyası:

Günəş elementlərində tətbiq olunan nanostrukturulu CdS:O nazik təbəqələrinin maqnetron tozlandırması üsulu ilə alınma texnologiyası işlənmişdir. Təbəqələr müxtəlif texnoloji rejimlərdə (oksigen konsentrasiyası 0-7%, altlıq temperaturu 100-200°C) şüşə altlıq üzərinə çökdürülmüşdür. Bu təbəqələrin Rentgen difraktometriya, keçici elektron mikroskopiya, konfokal lazer mikroskopiya və spektroskopik ellipsometriya üsullarla ətraflı tədqiqatları aparılmışdır. Alınma texnologiyasının təkmilləşdirilməsi nəticəsində kvant ölçü effektinin aşkar əlamətləri müşahidə olunmuşdur (Şək.1). Bu da təbəqələrin buraxma oblastının yüksək enerjilərə doğru sürüşməsinə (şəffaflığının artmasına) gətirib çıxarır (Şək.2)



Şəkil 1 400°C tablanmış CdS:4%O təbəqələrin KEM təsviri

No	O ₂
4	0
9	2
8	3
7	5



Şəkil 2 Müxtəlif oksigen konsentrasiyalı CdS təbəqələri
Qalınlıq: 90 nm
Çökdürmə temperaturu: 100 C

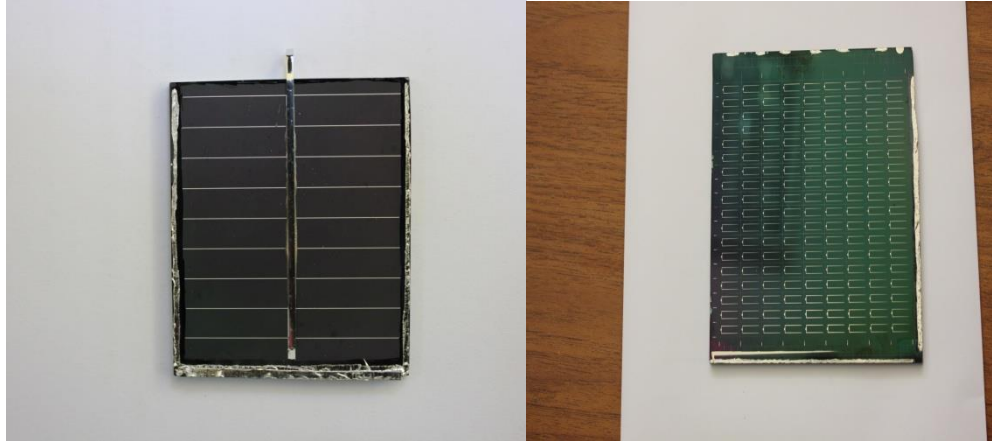
2. Nanosturukturlu CdS:O pəncərəli CdTe Günəş elementlərinin sənayedən öncəki prototipləri:

Alınmış nanostrukturlu CdS təbəqələri CdTe və CuInGaSe₂ əsaslı nazik təbəqəli günəş elementləri və mini-modullarında optik pəncərə kimi istifadə olunmuşdur (IRDEP-CNRS ilə birgə). Aşağıdakı şəkillərdə CdS:O-CdTe və CdS:O-CuInGaSe₂ nazik təbəqəli element, elastic və şüşə altlıqlı mini- modullarının sənaye qabağı prototiplərinin təsvirləri verilmişdir.



Şək.3 CdS:O-CdTe elementi

Şək.4 CdS:O-CdTe elastic mini-modul



Şək.5 CdS:O-CuInGaSe₂ mini-modulları

3. CIS və CIGS (burada: Cu (In, Ga, Al) (S, Se, Te) xalkopirit ailəsi) əsaslı Günəş elementlərinin yaradıcı laylarının dəqiq optik parametrləri:

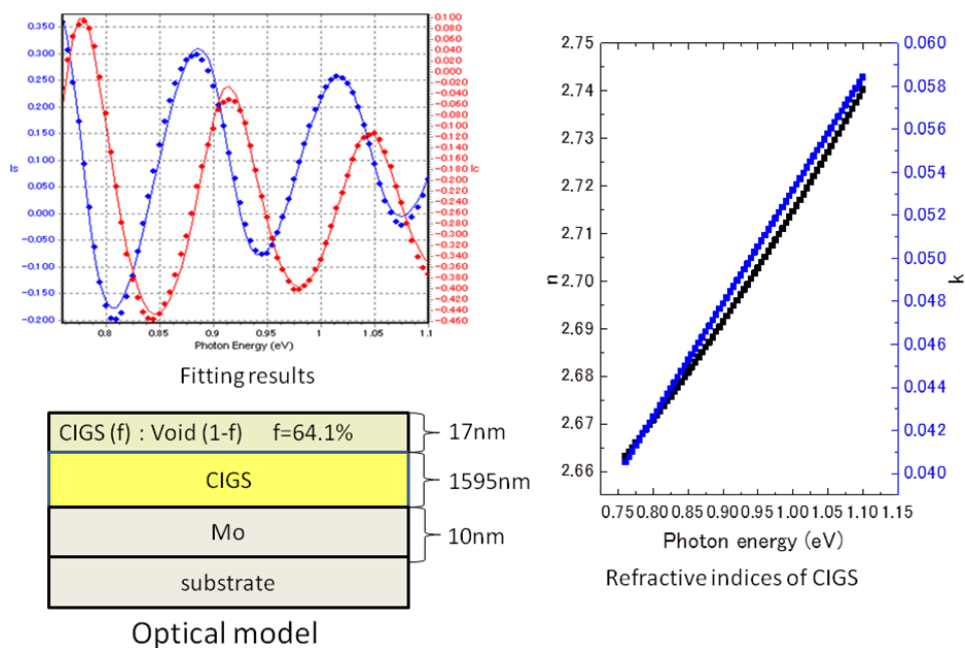
Tədqiq olunan üçüncü nəsli günəş elementləri üçün yararlı CIS və CIGS nazik təbəqələri Fransada (Institute for Research and Development of Photovoltaic Energy) xüsusi texnologiya ilə alınmışdır. Bu texnologiya hal-hazırda Azərbaycanda yoxdur, ancaq elementlərin 4 mənbədən eyni zamanda tozlandırma texnoloji avadanlığı olarsa bu birləşmələrin alınması təkrar oluna bilər. Bu avadanlıq artıq sifariş olunma mərhələsindədir.

Aparılan tədqiqatların bir nümunəsi kimi, aşağıda günəş elementinin şüşə/Mo/CIGS struktur elementinin ellipsometrik təhlilinin CIGS təbəqələrinin texnoloji parametrlərindən və kimyəvi emal vaxtından asılılığının nəticələri verilmişdir.

1,2,3 və 4-cü şəkillərdə K1-1, K1-2, K1-3, K1-4 nümunələri üçün nəticələr verilmişdir (kimyəvi emal vaxtları məlumatlarda verilmişdir). Şəkillərin hər biri işıq foton enerjisinin 0.76 – 1.45 eV oblastında 0.005 eV addım şəraitində alınmış I_s və I_c ellipsometrik signallarının uyğunlaşma (fitting) nəticələrini verir (şəkilin sol yuxarı küncü). Uyğunlaşdırma üçün Lorens ossilyatorunun

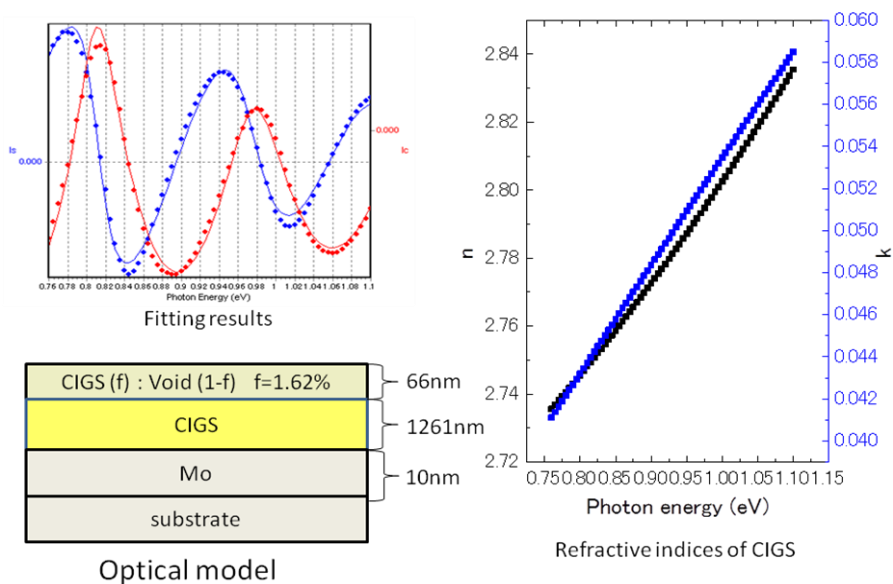
dispersiya modeli istifadə olunmuşdur. Optik model özündə, şüşə/Mo/CİGS üçlüyü elementindən əlavə, həmçinin CİGS təbəqələrinin səthinin geyri-hamar layını əks etdirir ki, bu da CİGS-in alınma və emal edilmə şəraitinin optimallaşdırılması istiqamətində tədqiqatların fokusunda durur. Optik konstantlar üzrə məlumatlar hər bir şəkil üçün sağ yuxarı kuncdə verilmişdir.

CIGS_K1-1



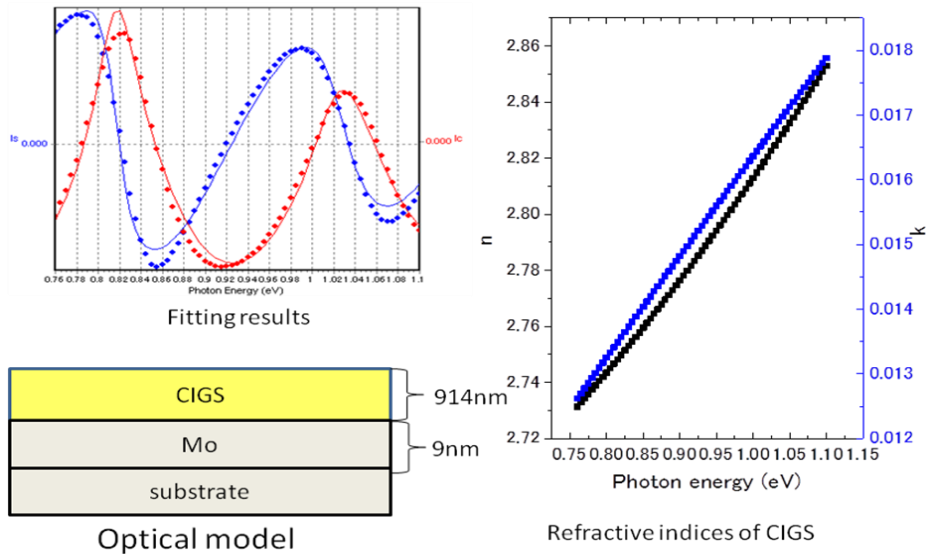
Şəkil 1

CIGS_K1-2



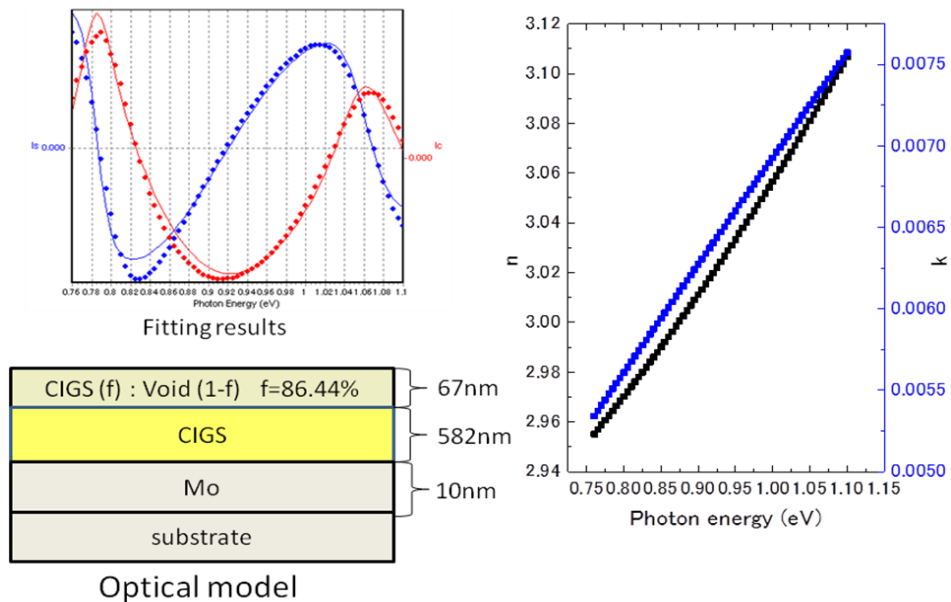
Şəkil 2

CIGS_K1-3



Şəkil 3

CIGS_K1-4



Şəkil 4

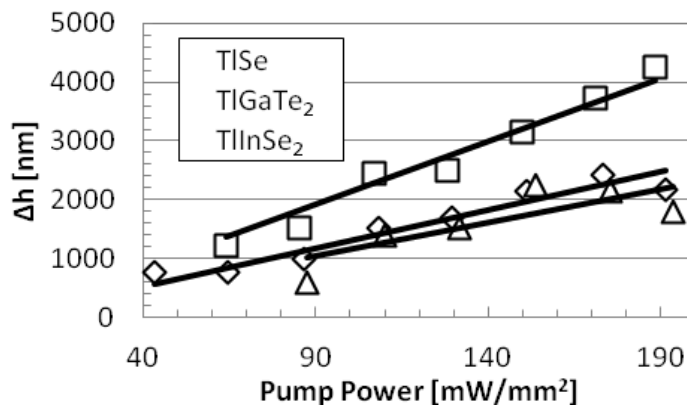
Qeyri-hamar layların qalınlığı üzrə məlumatlar Cədvəldə verilmişdir. Həmin cədvəldə, həmçinin CİGS təbəqələrinin qalınlığının mexaniki (kontakt üsulu ilə) ölçmələrinin və qeyri-hamar layda təbəgə materialının həcmi payı verilmişdir.

		sample No.			
		K1-1	K1-2	K1-3	K1-4
Mechanically measured thickness (nm)		1700	1300	900	500
Ellipsometric measurements	Thickness of CIGS (nm)	1595	1261	914	582
	Thickness of surface roughness (nm)	17	66	0	67
	Volume ratio of CIGS in the surface roughness (%)	64.1	1.6	0	86.4

Cədvəldən görünür ki, alınma və emal nöqtəyi-nəzərindən optimal K1-3 nümunəsidir.

4. Aşağı intensivli işıq impulsları ilə idarə olunan və nano-cihazların işləməsinə uyğun aktuatorlar (ötürücü başlıqlar):

Eksperimentdə cw vurma şüası (408nm:LD) nümunənin səthində [001] müstəvisinə paralel şəkildə yönəlir. Nümunənin səthinə normal istiqamətdə yayılma (Δh) Maykelson interferometri vasitəsi ilə ölçülmüşdür. Şəkil 1 vurma gücünün (Δh)-dan asılılığını göstərir. Hər bir nümunənin optik zədələnmə kəndarı Cədvəl 1-də göstərilmişdir. Bu nəticələrdən görünür ki, tədqiq olunan nümunələr vurma şüasının aşağı gücündə mikrometr tərtibli yayılma göstərir ki, bu da optik zədələnmə kəndarından bir və ya iki tərtib aşağıdır. TlSe üçün Δh bizim ölçmə oblastında vurma gücünün artması ilə xətti olaraq artır. Bu fakt göstərir ki, daha yüksək vurma gücündə ($>190\text{mW/mm}^2$) TlSe daha yüksək Δh qiymətlərinə nail olmaq potensialına malikdir.



Şəkil 1

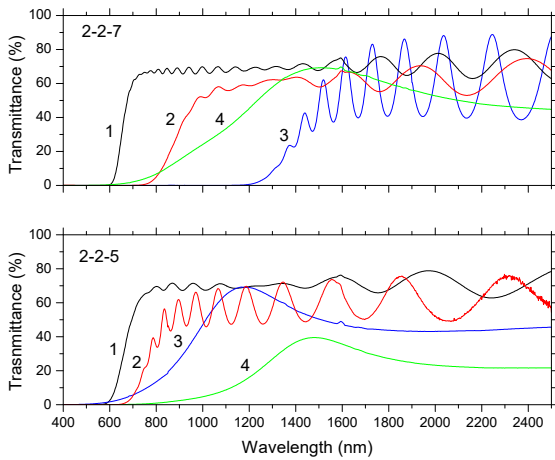
Cədvəl 1

Sample	Optical Damage Threshold [W/mm²]
TlSe	9.353
TlGaTe₂	3.756
TlInSe₂	2.250

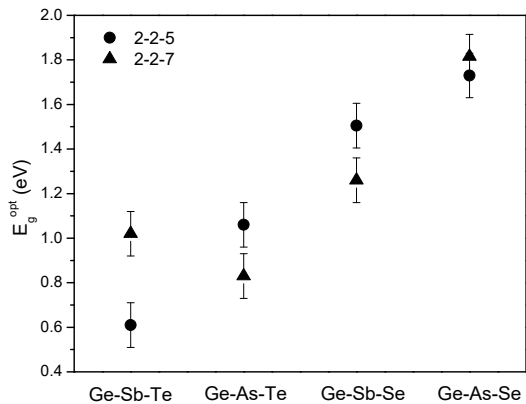
5. Üçqat və çoxqat xalkogenid şüşələr əsaslı yazılıb-pozula bilən yaddaş mühitləri:

Lazer ablyasiyası və termik uçurma yolu ilə alınmış $\text{Ge}_2\text{As}(\text{Sb})_2\text{Se}(\text{Te})_x$ ($x = 5; 7$) şüşəvari təbəqələrin optik parametrlərin müqaisəli tədqiqi aparılmışdır. Təbəqələrin alınmasında yüksək enerjili eksimer lazerdən və vakuum uçurma qurğusundan istifadə olunmuşdur. Alınan təbəqələrin struktur xüsusiyyətləri Rentgen diffraksiyası, Raman səpilməsi və SEM, kimyəvi tərkibi EPMA, optik xassələri isə buraxma/əksetdirmə və spektroskopik elipsometriya üsulları vasitəsilə öyrənilmişdir.

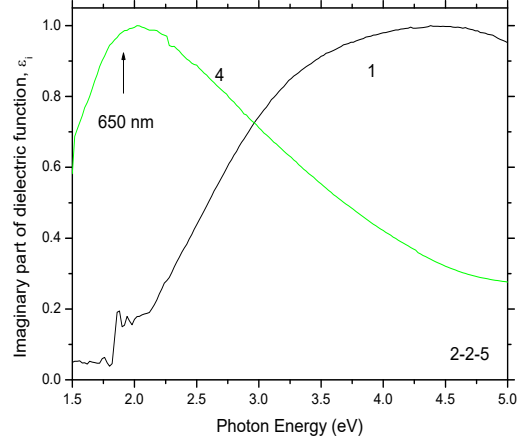
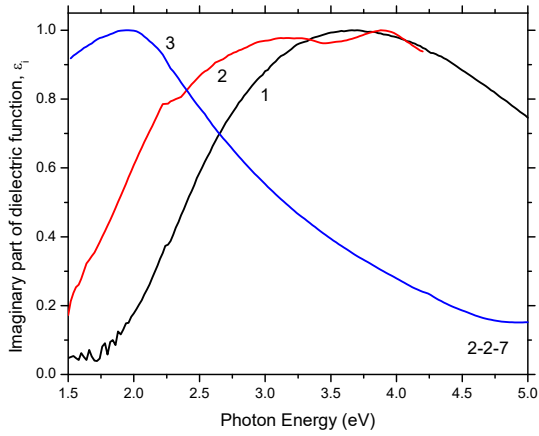
Müəyyən edilmişdir ki, optik yarıq $\text{Ge-As-Se} \rightarrow \text{Ge-Sb-Se} \rightarrow \text{Ge-As-Te} \rightarrow \text{Ge-Sb-Te}$ sırada, həcmli sistemlərin şüşəformalaşma qabiliyyətinin azalmasına bənzər azalır (Şəkil 1, 2). Spektroskopik elipsometriya ölçmələrindən, dielektrik funksiyanın xəyalı hissəsinin spektral asılılığının pik enerjisinin aşağı enerji istiqamətində eyni sırada sürüşməsi aşkar edilmişdir (Şəkil 3). Bu da, həmin üçqat sistemlərdə atomların struktur düzülüşü ilə elektron xassələri arasında olan sıx korrelyasiyanın olmasına istind edir. Müəyyən edilmişdir ki, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Se}_5$ -də termik emal nəticəsində əksetdirmənin artması ilə müşahidə olan kristallaşma baş verir (Səkil 4, 5). Bununla müqaisədə, $\text{Ge}_2\text{As}_2\text{Se}_5$ -də termik emal nəticəsində struktur dəyişiklik müşahidə olunmur. Alınan nəticələr göstərir ki, Se əsaslı üçqat və çoxqat materiallar daha qısa dalğa uzunluqlarında işləyən və yazılan informasiyanın həcmi və yazma/pozma sürəti kimi parametrlərin təkmilləşdirilmiş göstəricilərinə malik faza-dəyişən yaddaş cihazlarında istifadəsi üçün yararlı ola bilər.



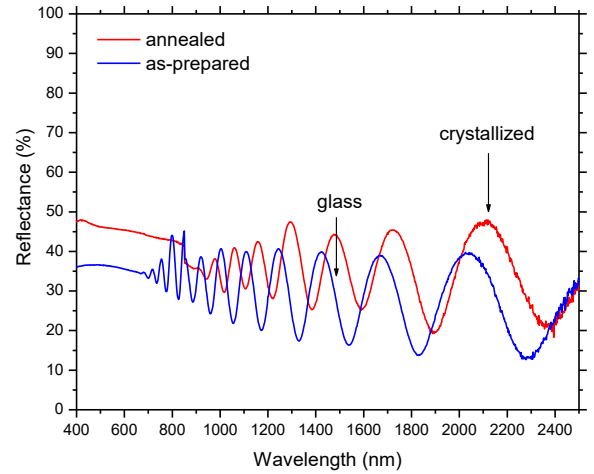
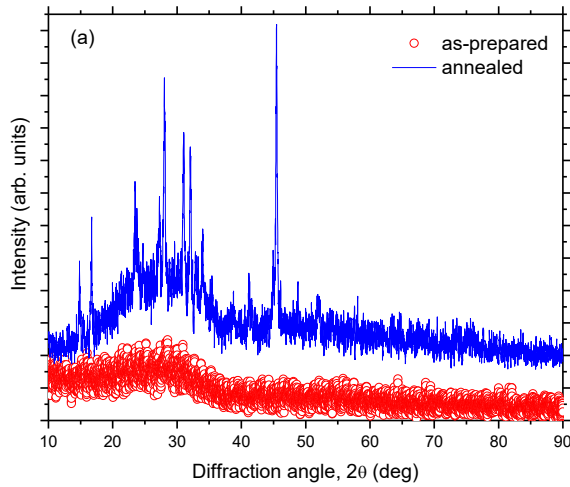
Şəkil 1. 1: Ge-As-Se, 2: Ge-Sb-Se, 3: Ge-As-Te, 4: Ge-Sb-Te şüşəvari təbəqələrin optik buraxma spektrləri.



Şəkil 2. Həcmli üçqat sistemlərin şüşəformalaşma qabiliyyətlərinə uyğun təbəqələrin optik enerji yarıqı qiymətlərinin düzülüşü.



Şəkil 3. Üçqat sistemlərdə 2-2-7 (sol) və 2-2-5 (sağ) kompozisiyaların dielektrik funksiyalarının xəyali hissələri. Əyriyənin sıralanması şəkil 1-dəki kimidir. Ox işarəsi adətən DVD-lərdə istifadə olunan dalğa uzunluğunun qiymətini göstərir.



Şəkil 4. Yeni alınmış və termik emal edilmiş $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Se}_5$ təbəqələrin Rentgen difraksiya əyriyələri.

Şəkil 5. Yeni alınmış və termik emal edilmiş $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Se}_5$ təbəqələrin optik əksətdirmə spektrləri.

6. Elektrod (Au, Ag, Cu) – tunnel dielektrik (MnO, vakuum) təbəqəli nanonaqıl (Fe, Ni) – elektrod (Au, Ag, Cu) nanosturukturlu açıq kvant sistemi üçün ballistik keçiriciliyin, buraxma əmsalının və kompleks zona quruluşunun təməl prinsiplərdən hesablanması:

Layihə çərçivəsində aşağıdakı işlər Quantum Espresso (<http://www.quantum-espresso.org>) və Atomistix ToolKit – Virtual NanoLab (<http://www.quantumwise.com>) proqramlar paketi vasitəsilə yerinə yetirilmişdir.

Au monoatom nanonaqil üçün

Au atomu ətrafında elektron buludunun paylanma sıxlığı

Elektron hal sıxlığı

Elektron zona quruluşu

Kompleks zona quruluşu.

Buraxma spektri (aşqarsız nanonaqil üçün (ballistik keçiricilik) -, tərkibinə Fe və Ni aşqarı vurulmuş nanonaqil üçün)

Ag monoatom nanonaqil üçün

Kompleks zona quruluşu

Buraxma spektri (aşqarsız və tərkibinə Fe, Ni aşqarları vurulmuş)

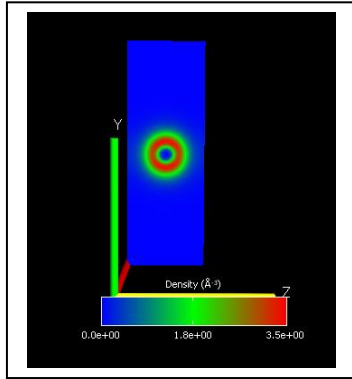
Cu monoatom nanonaqil üçün

Kompleks zona quruluşu

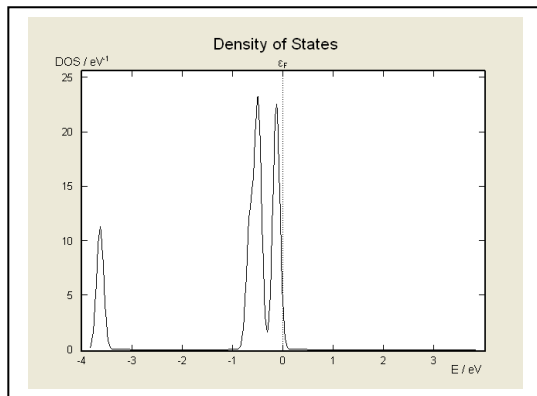
Buraxma spektri (aşqarsız və tərkibinə H, Fe, Ni aşqarları vurulmuş)

Fe monoatom nanonaqilin kompleks zona quruluşu

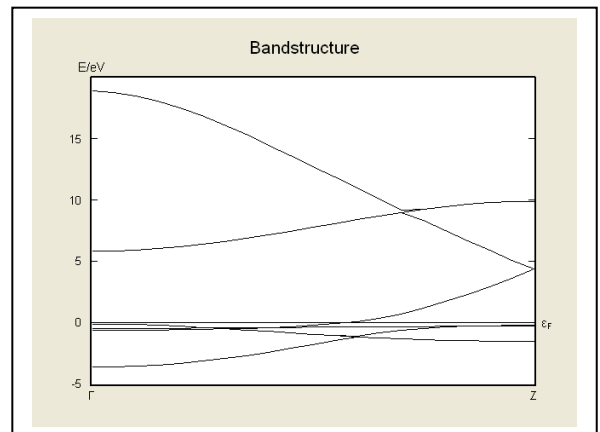
Təməl prinsiplərindən Fe/Mgo/Fe maqnit tunel keçidlərində paralel və anti-paralel spin konfigurasiyalarda (sol və sağ Fe hissələrdə elektronların spinləri paralel və antiparalel yönəldiyi hallarda) spin köçürmə hadisələri tədqiq olunmuşdur.



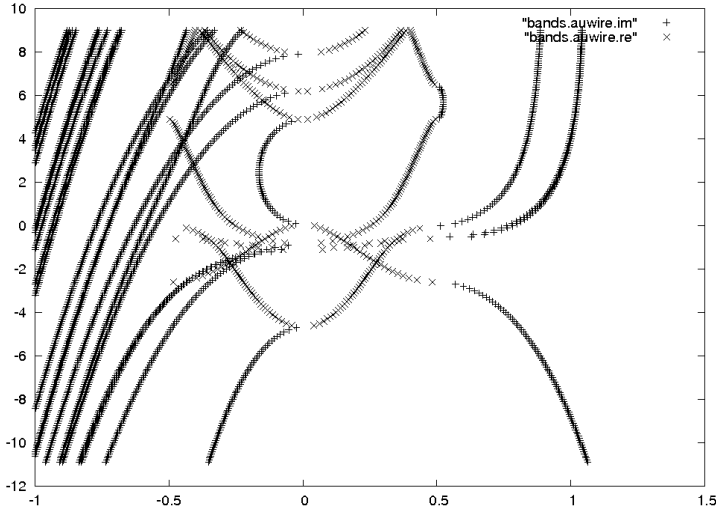
Şəkil 1. Au atomu ətrafında elektron buludunun paylanma sıxlığı



Şəkil 2. Au monoatom nanonaqildə elektron hal sıxlığı

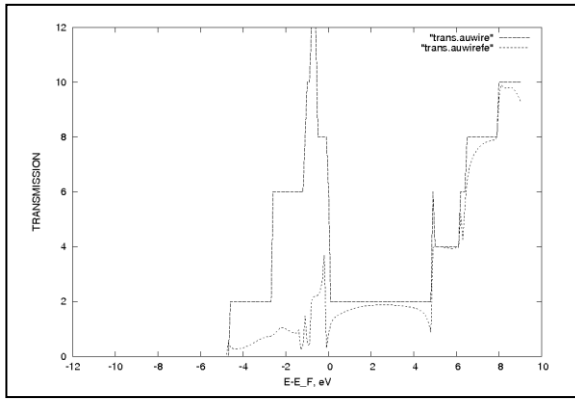


Şəkil 3. Au monoatom nanonaqilin elektron zona quruluşu



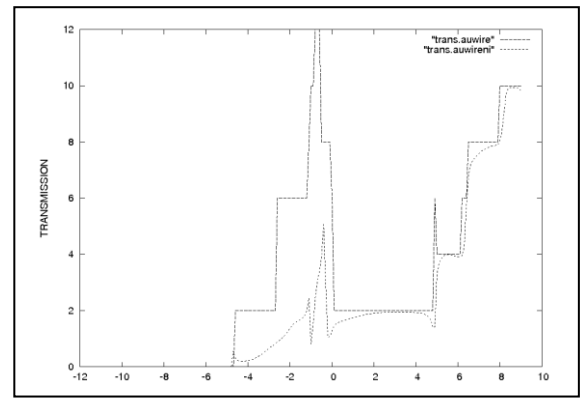
Şəkil 4. Au monoatom nanonaqilin kompleks zona quruluşu.

Ordinat oxunda elektron- voltlarla enerji, absis oxunda kompleks dalğa vektorunun həqiqi hissəsi "x"-, xəyali hissəsi "+" ilə işarə olunmuşdur



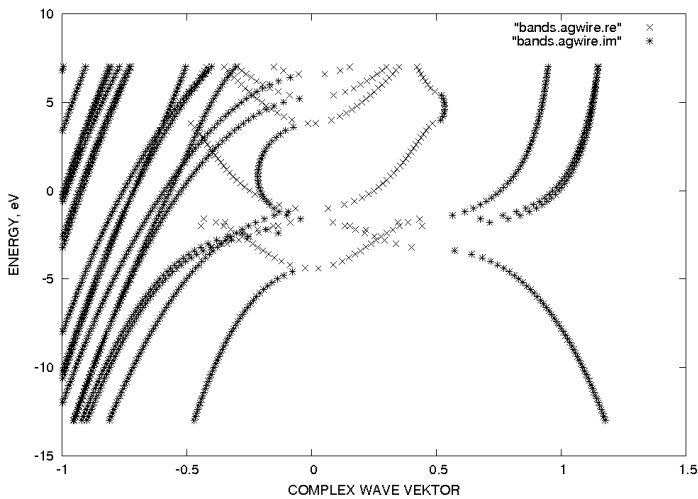
Şəkil 5. Au monoatom nanonaqilin buraxma spektri.

Ştrix xətt aşqarsız -, nöqtəvi xətt tərkibinə Fe aşqarı vurulmuş nanonaqilə aiddir.



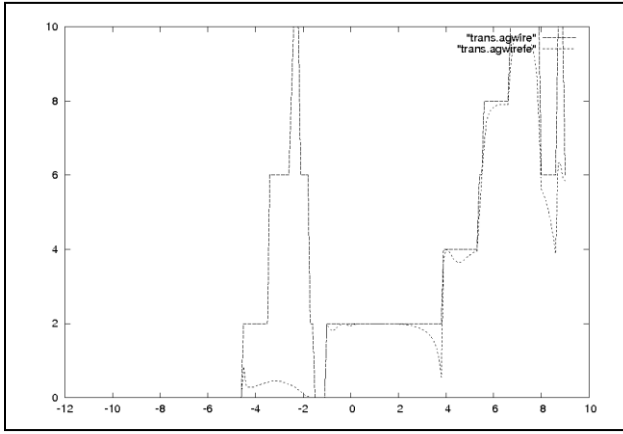
Şəkil 6. Au monoatom nanonaqilin buraxma spektri.

Ştrix xətt aşqarsız, nöqtəvi xətt tərkibinə Ni aşqarı vurulmuş nanonaqilə aiddir.

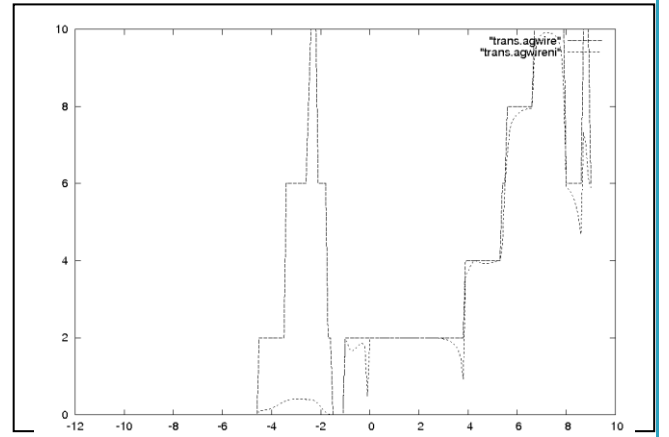


Şəkil 7. Ag monoatom nanonaqilin kompleks zona quruluşu.

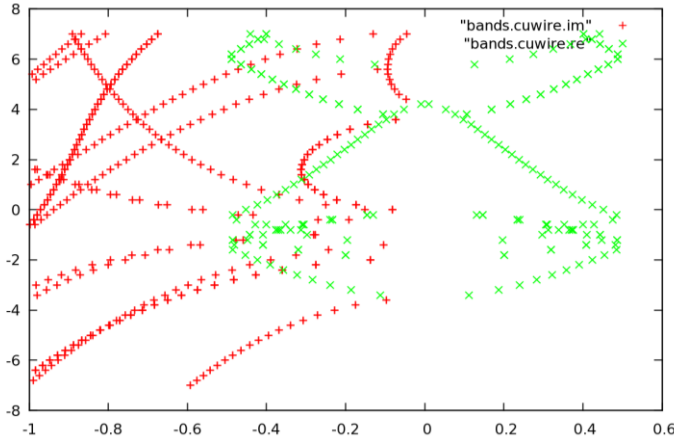
Ordinat oxunda elektron voltlarla enerji, absis oxunda kompleks dalğa vektorunun həqiqi hissəsi işarə "x"-, xəyali hissəsi işarə "+" ilə işarə olunmuşdur.



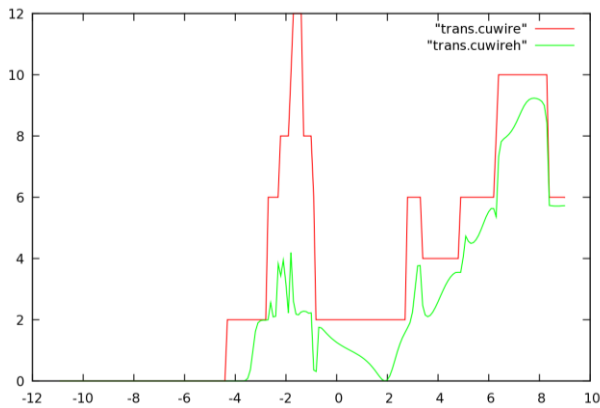
Şəkil 8. Ag monoatom nanonaqilin buraxma spektri.
Ştrix xətt aşqarsız, nöqtəvi xətt tərkibinə Fe aşqarı vurulmuş nanonaqilə aiddir.



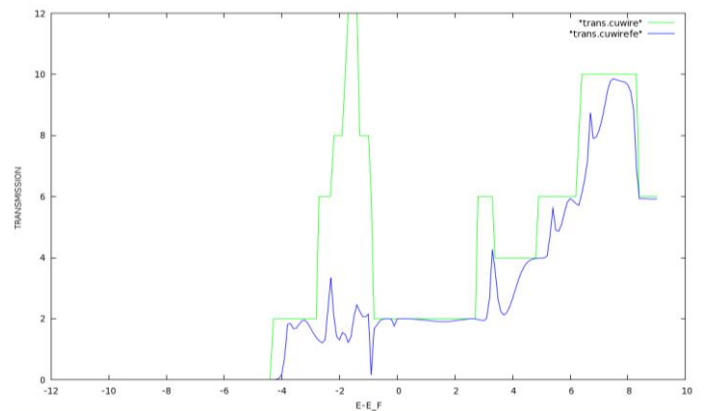
Şəkil 9. Ag monoatom nanonaqilin buraxma spektri.
Ştrix xətt aşqarsız, nöqtəvi xətt tərkibinə Ni aşqarı vurulmuş nanonaqilə aiddir.



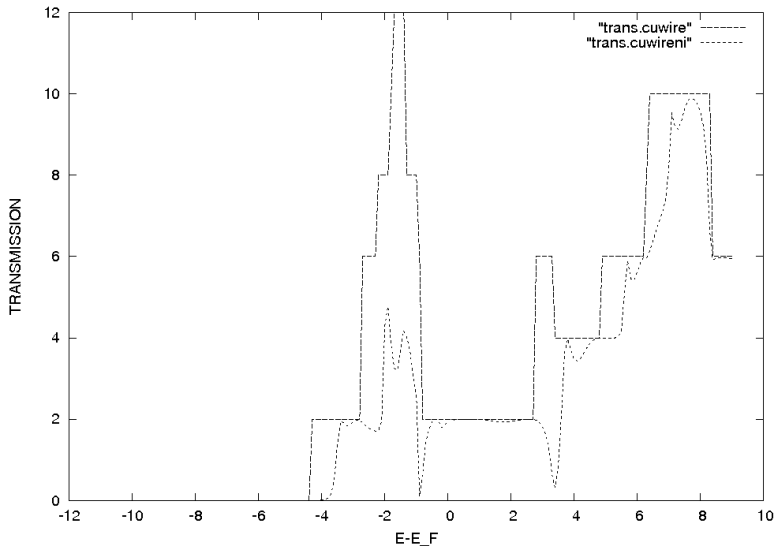
Şəkil 10. Cu monoatom nanonaqilin kompleks zona quruluşu.
Ordinat oxunda elektron voltlarla enerji, absis oxunda kompleks dalğa vektorunun həqiqi hissəsi yaşıl işarə "x", xəyali hissəsi qırmızı işarə "+" ilə işarə olunmuşdur.



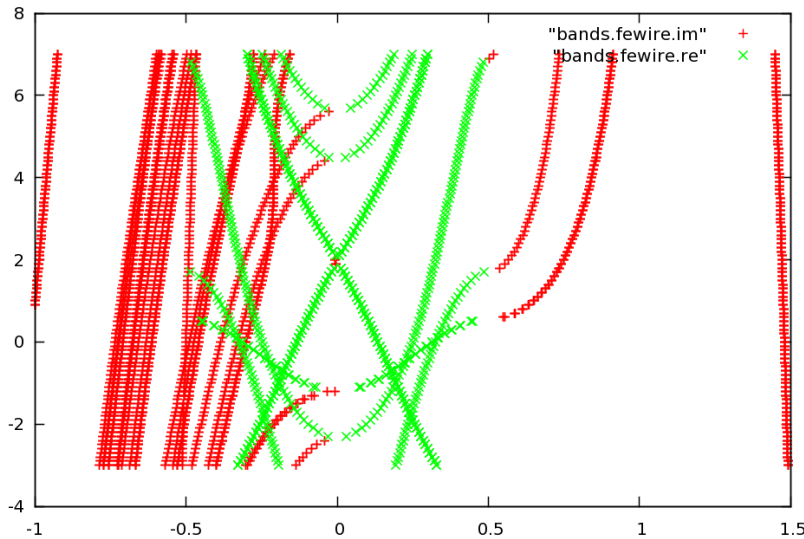
Şəkil 11. Cu monoatom nanonaqilin buraxma spektri.
Ştrix xətt aşqarsız, nöqtəvi xətt tərkibinə H aşqarı vurulmuş nanonaqilə aiddir.



Şəkil 12. Cu monoatom nanonaqilin buraxma spektri.
Ştrix xətt aşqarsız, nöqtəvi xətt tərkibinə Fe aşqarı vurulmuş nanonaqilə aiddir.



Şəkil 13. Cu monoatom nanonaqilin buraxma spektri. Ştrix xətt aşqarsız, nöqtəvi xətt tərkibinə Ni aşqarı vurulmuş nanonaqilə aiddir.

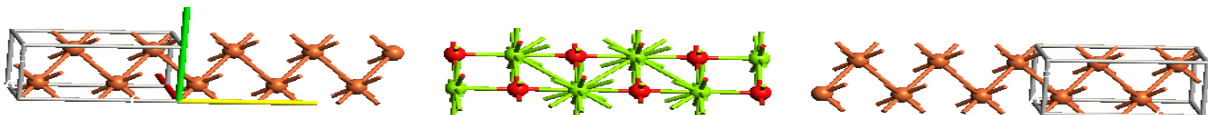


Şəkil 14. Fe monoatom nanonaqilin kompleks zona quruluşu. Ordinat oxunda elektron voltlarla enerji, absis oxunda kompleks dalğa vektorunun həqiqi hissəsi yaşıl işarə "x", xəyali hissəsi qırmızı işarə "+" ilə işarə olunmuşdur.

Təməl prinsiplərindən Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçidlərində spin köçürmə hadisələrinin tədqiqi

Maqnit tunel keçidləri (MTJ - Magnetic Tunnel Junction) spintronikanın ən fəal tədqiq olunan sahələrindən biridir. Müasir nəzəri tədqiqat üsulları maqnit tunel keçidlərində ballistik keçiriciliyi və müxtəlif spin köçürmə hadisələrini tədqiq etməyə imkan verir.

Tədqiq olunan kompleks spin sistemi Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçidləri 2 ədəd ferromaqnit Fe metal elektrod və onların arasına yerləşdirilmiş müəyyən qalınlıqda MgO dielektrik təbəqədən ibarətdir (aşağıdakı şəkil). Hesablamalar 2 halda MgO layların sayı 6 və 8 olan hallarda yerinə yetirilmişdir. Əvvəlcə hər iki halda Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçidlərinin strukturu müəyyən edilmişdir. 6 lay olan halda maqnit tunel keçidinin strukturu aşağıdakı şəkildə verilmişdir.



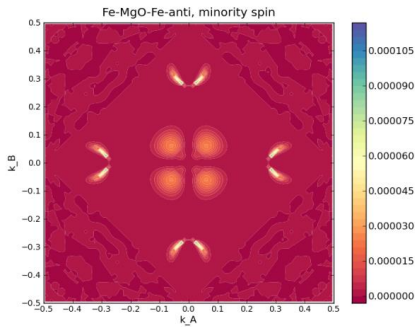
Şəkil 15. MgO layların sayı 6 olan halda Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçidinin strukturu

İşdə Fe/MgO/Fe maqnit tunnel keçidlərində paralel və anti-paralel spin konfigurasiyalarda (sol və sağ Fe hissələrdə elektronların spinləri paralel və antiparalel yönəldiyi hallarda) spin köçürmə hadisələrinin tədqiqi ATK (Atomistix ToolKit – Virtual NanoLab (<http://www.quantumwise.com>)) proqramlar paketi vasitəsilə yerinə yetirilmişdir. Sistem z-oxu istiqamətində düzənlənmişdir.

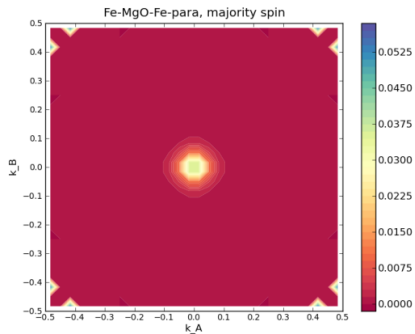
Maqnit tunel müqavimət (Tunnel Magnetoresistance) adlanan kəmiyyət $TMR = \frac{G_p - G_{ap}}{G_{ap}}$

düsturu ilə hesablanır. Haradakı G_p - paralel spin konfuqurasiyasında -, G_{ap} - isə anti-arael spin konfuqurasiyasında baxılan sistemin elektrik keçiriciliyidir. Keçiricilik buraxma spektrindən hesablanmışdır.

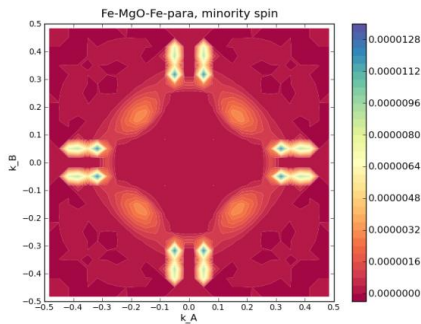
6 MgO lay götürəndə spin köçürmənin (spin transmission) ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılılığı aşağıdakı şəkillərdə təsvir edilmişdir. Yandakı şkalada rənglərin spin köçürmənin intensivliyi ilə uyğunluğu göstərilmişdir:



Şəkil 16. Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçiddə 6 MgO lay halında anti-paralel spin konfigurasiyada spin azlığı üçün ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılı spin köçürmə (spin transmission)



Şəkil 17. Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçiddə 6 MgO lay halında paralel spin konfigurasiyada spin çoxluğu üçün ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılı spin köçürmə (spin transmission)



Şəkil 18. Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçiddə 6 MgO lay halında paralel spin konfigurasiyada spin azlığı üçün ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılı spin köçürmə (spin transmission)

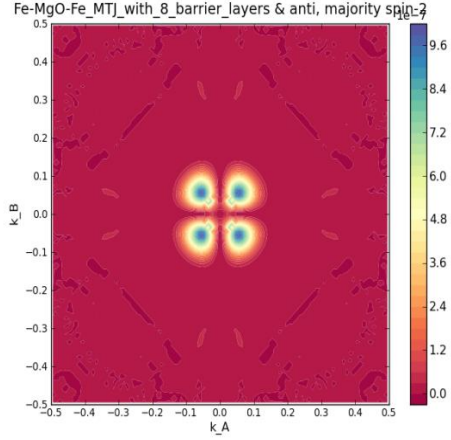
Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçidində 6 MgO lay halında Fe maqnetiklərin maqnitləşmə vektorları paralel yönəldə elektrik keçiriciliyi (Siemens)

Up=3.23e-08, Down=2.30e-11 Total = 3.23e-08

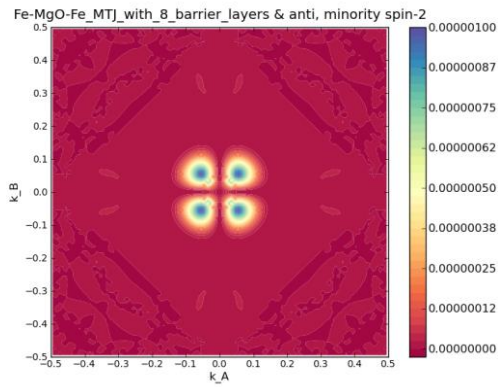
Spinlər anti-paralel yönəldə elektrik keçiriciliyi (Siemens)

Up=4.13e-11, Down=4.09e-11 Total = 8.22e-11; TMR (pessimistic) = 99.49 percent

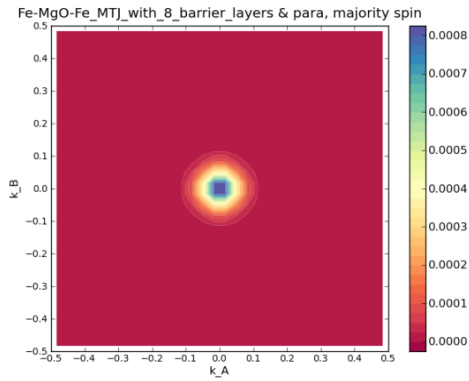
8 MgO lay götürəndə k-dan asılı spin köçürmə



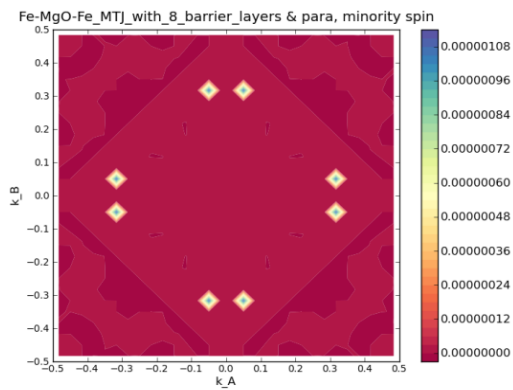
Şəkil 19. Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçiddə 8 MgO lay halında anti-paralel spin konfigurasiyada spin çoxluğu üçün ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılı spin köçürmə (spin transmission)



Şəkil 20. Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçiddə 8 MgO lay halında Anti-paralel spin konfigurasiyada spin azlığı üçün ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılı spin köçürmə (spin transmission)



Şəkil 21. Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçiddə 8 MgO lay halında paralel spin konfigurasiyada spin çoxluğu üçün ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılı spin köçürmə (spin transmission)



Şəkil 22. Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçiddə 8 MgO lay halında paralel spin konfigurasiyada spin azlığı üçün ikiölçülü dalğa vektoru $\vec{k} = (k_A, k_B)$ -dan asılı spin köçürmə (spin transmission)

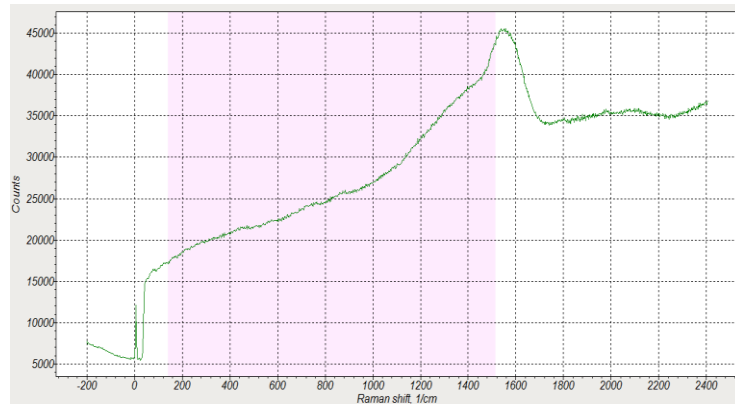
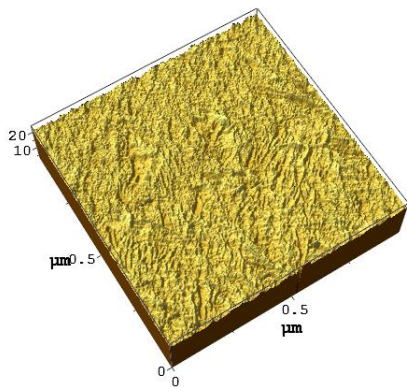
Tunel maqnit müqavimətin (TMR) hesablanması.

Fe/MgO/Fe maqnit tunel keçidində 8 MgO lay halında Fe maqnetiklərin maqnitləşmə vektorları paralel yönəldə elektrik keçiriciliyi (Siemens)
Up=3.53e-10, Down=4.21e-13 Total = 3.54e-10

Maqnitləşmə vektorları anti-paralel yönəldə (siemens)
Up=7.45e-13, Down=7.38e-13 Total = 1.48e-12, TMR (pessimistic) = 99.16 percent

7. Yüksək möhkəmlikli almazabənzər qoruyucu örtüklər:

Almazabənzər karbon təbəqələri orijinal elektron şüa-buxarlanması üsulu ilə çökdürülmüşdür. Bunun üçün karbon plazması generatoru işlənilib hazırlanmışdır və vakuum qurğusunda yerləşdirilmişdir. Qrafiti buxarlandıran elektron şüasının gücü yüksək dəqiqliklə idarə edilir, nəticədə katod ləkəsinin əmələ gəlməsinin qarşısı alınır. Əks halda katodun eroziyası baş verir və emissiya olunan mikrozərrəciklər təbəqənin keyfiyyətini pozur. Boşalmanın alovlanması qrafitin buxarında alınır və heç bir işçi qazdan istifadə edilmir. Buna görə də təbəqələrin daxilində xarici aşqar yoxdur. Aparılmış təcrübələrdə qrafitin buxarlanması, karbon ionlarının enerjisinin dəyişmə və oturacağı qızdırılma dərəcəsi rejimləri işlənmişdir. Şüşə üzərinə çökdürülmüş təbəqələrin xassələri aşağıdakı şərtlərdə keyfiyyətli olmuşdur: oturacağı temperaturu 100°C-yə qədər fokuslaşdırılmış elektron şüasının gücü-250-300 Vt, boşalma gərginliyi-400 V, karbon ionlarının enerjisi-60-80 eV. Təbəqələrin qalınlığı və optik xassələri institutun İnnovasiya Mərkəzində olan Ellipsometr, Raman Spektrometr və atom qüvvə mikroskopunun vasitəsilə təyin edilmişdir (şəkil 1). Göründüyü kimi təbəqə bütövdür, çatlar və dəliklər müşahidə

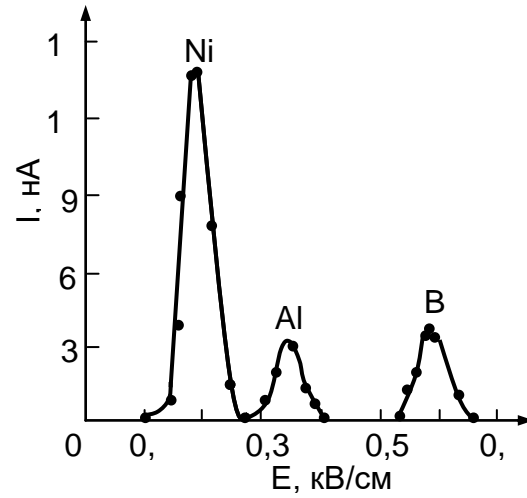
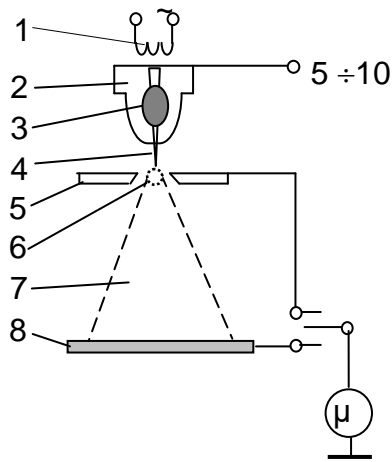


Şəkil 1. Almazabənzər karbon təbəqənin AQM təsviri və Raman spektri.

olunmuş, Raman spektrində xarakterik almaz (1340 cm^{-1}) və qrafit (1570 cm^{-1}) siqnalları vardır. Təbəqənin qalınlığı 86 nm təşkil edir və bu 30nm/saat çökdürülmə sürətinə uyğun gəlir. Gələcəkdə təcrübələri sp^3 almaz təbəqələrin faizinin artırılma istiqamətində aparılacaq. Möhkəm və şəffaf almazabənzər təbəqələr günəş elementlərində qoruyucu örtüklər kimi istifadə etmək üçün yaradılmışdır.

8. Maqnit yaddaşı elementləri üçün ərimə temperaturu 1000° C-dən aşağı olan ağır element materiallarının nazik təbəqələrin və nanozərrəciklərin, həmçinin maqnit və yarıma keçirici kvant nöqtələrinin alınmasının nöqtəvi ion mənbəyi texnologiyası

Maqnit nanozərrəciklərin alınması üçün maye metal ion mənbəyindən istifadə edilmişdir. Bu mənbə ion mənbələrin sırasında ən yüksək parlaqlığa malikdir çünki itiüclü emitterin ölçüsü çox kiçikdir, hesablamalara görə o təxminən 5 nm və başlanğıc ion cərəyanının sıxlığı 10^8 A/sm²-dir. Maqnit elementlərin ərimə temperaturu yüksəkdir, buna görə onlar mənbədə işçi maddə kimi birbaşa istifadə edilə bilməz. Adətən belə hallarda evtektik ərintilərdən istifadə edilir. Biz nikel ionları və nanozərrəciklərin alınması üçün ərimə temperaturu təxminən 1000°C olan NiAl evtektik ərintidən istifadə etmək qərarına gəlmişdik. İon mənbəyinin konstruksiyası (şək.2) işçi maddəni göstərilən temperatúra qədər qızdırmağa imkan verir. Konteyner qrafitdən, iynə volframdən, ekstraktor isə paslanmayan poladdan hazırlanıb. İynə ucunun radiusu bir neçə mkm, iynə və ekstraktor arasında məsafə 1mm-ə qədər təşkil edir. İon emissiyası gərginliyin 5-6kV qiymətində baş verir. İon dəstəsinin tərkibi Vine sürətlər süzgeci növlü analizatorun vasitəsilə təyin edilmişdir (şək.2). İşçi maddənin tərkibində olan elementlər kütlə spektrində aydın ayrılıb.



Şəkil 2. İtiüclü ion mənbəyinin quruluşu və B₁₀Ni₈₁Al₉ evtektik maddədən alınmış dəstənin kütlə spektri: 1-katod, 2-konteyner, 3-işçi maddə, 4-iynə, 5-ekstraktor, 6-işıqlanan sahə, 7-ion dəstəsi, 8-kollektor.

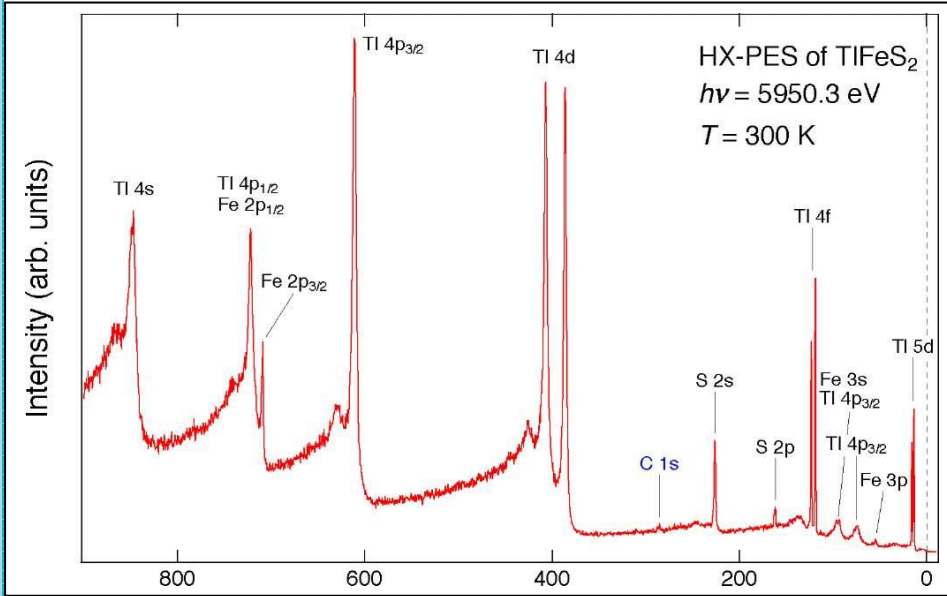
Yüklü nanozərrəciklərin emissiyası ion cərəyanının nisbətən böyük qiymətində (40 mka) baş verir. Onların ölçülərinin paylanması eksponensial azalan funksiyadır və 2-20nm arasındadır. Oturacağın tələb olan nöqtələrinə ionları və yaxud nanozərrəcikləri çökdürərək müxtəlif maqnit səth quruluşlarını yaratmaq mümkündür. Belə quruluşlar maqnit yaddaşı elementlər kimi müxtəlif spintronika cihazlarında istifadə edilir.

9. TImeX₂ kristallarının elektron zona quruluşlarının təməl prinsiplərinin istifadə edilməklə hesablanması:

Spintronikada informasiya spin orientasiyası vasitəsilə saxlanıldığından spin-əsaslı cihazlar daha sürətlidir, kiçik qabaritlidir, cihazın dissipativliyi kiçikdir və buna görə də az enerji sərfiyyatına malikdir. Sıxlıq funksionalı metodu ilk prinsiplərdən tam enerjinin, tam enerjinin təzyiqdən asılılığının, kristallik bərk maddələrdə ionlar və elektronlar sisteminin tarazlıq konfigurasiyasının müəyyən edilməsində, elektron və fonon spektrlərinin hesablamalarında və beləliklə xassələri əvvəlcədən verilmiş yeni maddələrin o cümlədən spintronikada tətbiq olunan maqnit materialların yaradılmasında geniş istifadə olunur. Bu baxımdan kvazi-biröclü antiferromaqnit TIFeSe₂ və TIFeS₂ maddələri aktual maddələrdir.

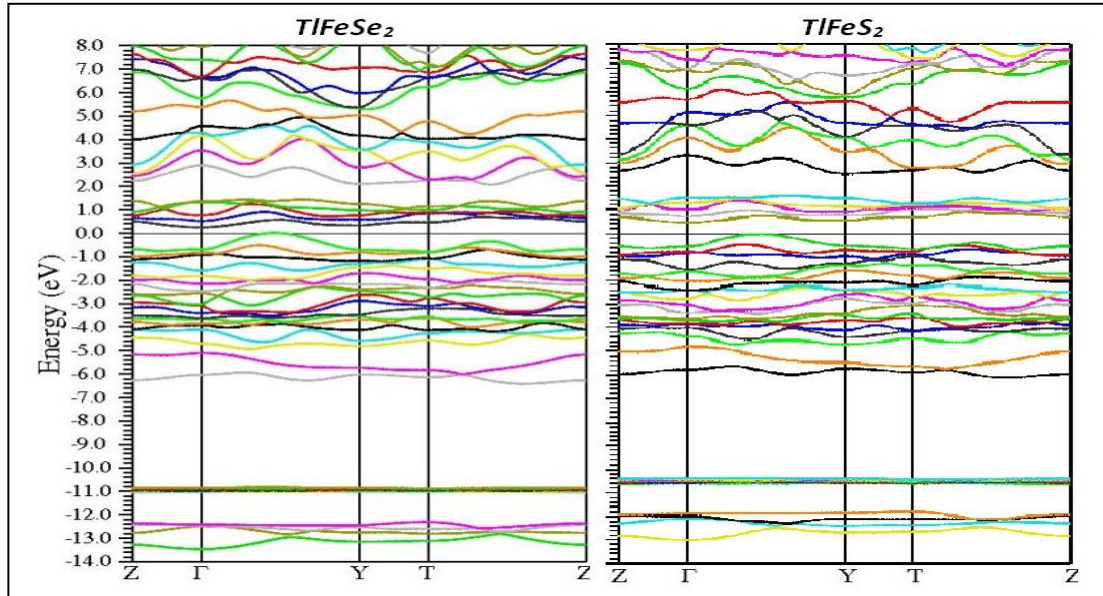
Bu birləşmələrin elektron strukturunu tədqiq edərkən relyativist effektləri, elektronların

korelyasiyasını və Fe atomunun dolmamış d- səviyyəsinin maqnit düzülüşünü (spin-polyarizasiyasını) nəzərə almaq lazımdır. Elektron strukturu *təməl prinsiplərdən* sıxlıq funksionalı metodu ilə öz-özünü tənzimləməklə WIEN2k paket-proqramı vasitəsilə hesablanmışdır. Maqnit halını öyrənmək üçün əvvəlcə FM və AFM fazada bu maddələrin elektron strukturu və tam enerjisi (TE) hesablanmışdır. Hansı fazanın stabil olduğunu təyin etmək üçün $\Delta E = TE(\text{FM}) - TE(\text{AFM})$ fərqi hesablanmışdır. TE (AFM) TE (FM)-dən az olduğu üçün AFM faza energetik daha stabildir. Bu eksperimentdən alınan nəticə ilə üst-üstə düşür (Phys.Rev B, 2001, v. 65, p. 014433-1-7). **TiFeSe₂ və TiFeS₂ kristallarının AFM fazada elektron strukturu** Fe atomunun əsas halına valent elektronlarının $3d^6 4s^2$ konfigurasiyası uyğun gəlir. Hesablanmış zona quruluşundan görünür ki, hər iki maddə yarımkeçiricidir. Enerji hal sıxlığının analizi göstərir ki, Fermi səviyyəsinin yaxınlığındakı səviyyələr dəmir atomunun 3d-orbitallarından təşkil olunmuşdur. Kimyəvi rabitə dəmir atomunda lokallaşmış, enerjisi Fermi səviyyəsi ətrafında olan 3d-elektronları ilə müəyyənləşir.



Perovskit quruluşundan fərqli zəncirvari TiFeX_2 kristallarında AFM faza FM fazaya nisbətən daha stabildir, amma qəfəsdə Fe atomlarının yerində 2 müxtəlif atom yerləşdirməklə energetik daha üstün FM fazasının alınması mümkündür. Belə multiferroik fazanın *təməl prinsiplərdən* öyrənilməsi sonrakı texnoloji araşdırmalar üçün vacib məsələlərdəndir.

Şəkil 1

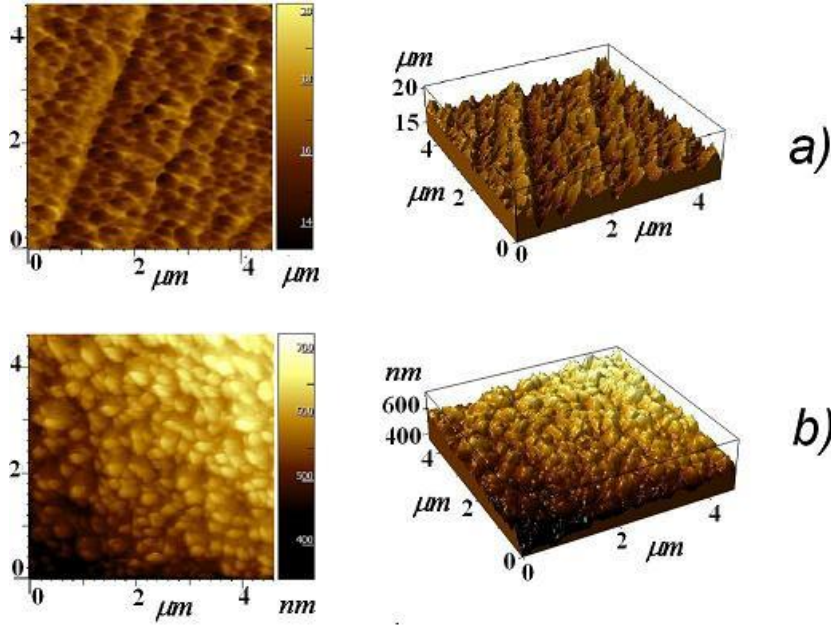


Şəkil 2

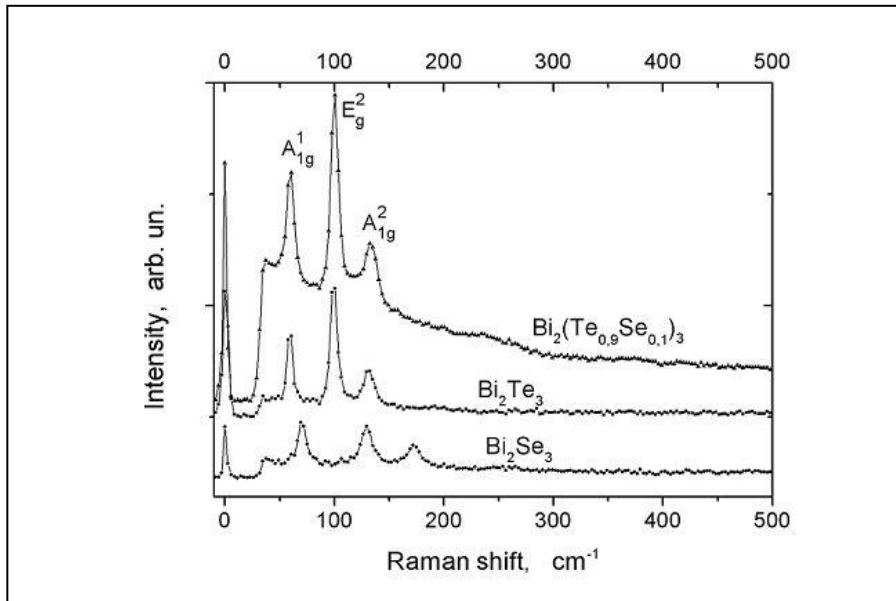
10. Spintronikada, kvant kompüterlərində tətbiq oluna bilən topoloji izolyatorların – Bi₂Se₃ tipli kristalların nazik təbəqələrin alınması və xarakterizə olunması:

Bi₂(Te_{0,9}Se_{0,1})₃ nazik təbəqələrində işığın Raman səpilməsi.

Verilmiş işdə Bi₂(Te_{0,9}Se_{0,1})₃ nazik təbəqələrində səthin relyefi tədqiq olunmuşdur. Bu tədqiqatlar **AIST-NT(Tokyo Instruments, Japan) markalı atom-qüvvə mikroskopunda** aparılmışdır. Tədqiqatlar nəticəsində aşkar olinmuşdur ki, Bi₂(Te_{0,9}Se_{0,1})₃ nazik təbəqələrində 200⁰C tablanma nəticəsində kristallaşma artır. Şək.1 (a,b) kristallit dənəciklərinin tablanma nəticəsində böyüməsini çox yaxşı göstərir.

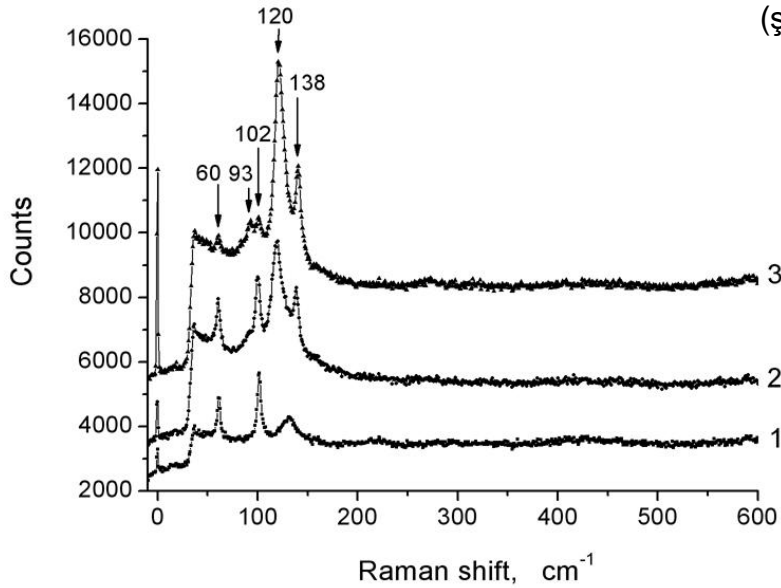


Şəkil 1



Şəkil 2

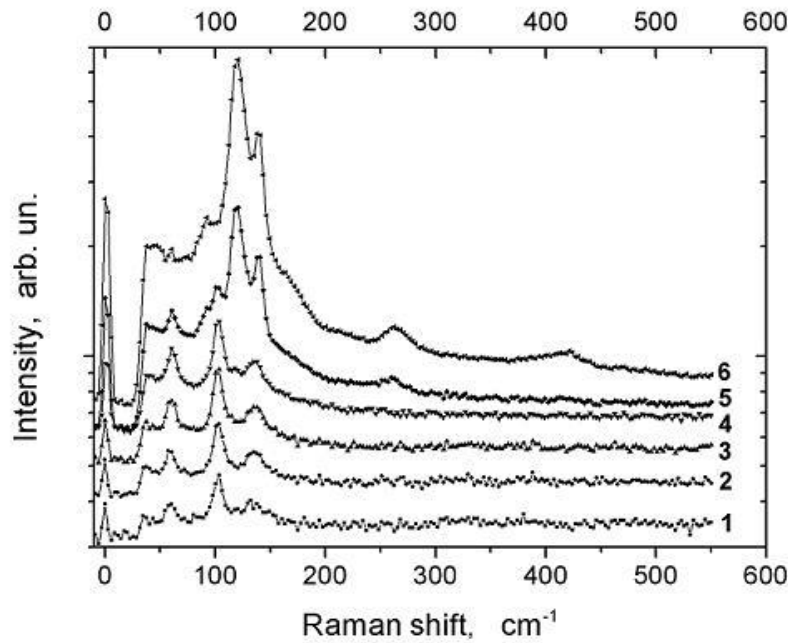
Bi₂Te₃, Bi₂Se₃ həcmli monokristallarda, Bi₂(Te_{0,9}Se_{0,1})₃ bərk məhlulunda, tablanmış və tablanmamış Bi₂(Te_{0,9}Se_{0,1})₃ nazik təbəqələrdə Raman səpilməsi tədqiq edilmişdir (şək.2). Aşkar olunmuşdur ki (şək.3), işığın Raman səpilmə spektrində 60 sm⁻¹ (A_{1g}¹), 102 sm⁻¹ (E_g²) və 138 sm⁻¹ (A_{1g}²) tezlikli Raman səpilmə-aktiv modaları ilə yanaşı 93 sm⁻¹ (A_{1u}¹) və 120 sm⁻¹ (A_{1u}²) iQ-



İQ-aktiv modaları da müşahidə olunur (şək.3).

Şəkil 3

Nd:YAG- lazerinin vasitəsilə müxtəlif güclü şüalanmalarda 200⁰C tablanılmış təbəqələrin raman səpilmə spektrləri alınmışdır. Texniki imkanlar düşən sualanmanın gücünü 0,01-10 mVt int ervalında dəyişməsinə yol verir (şək.4)



Şəkil 4

Tədqiqatlar Nanofinder 30 (Tokyo Instruments) markalı 3D konfokal Raman mikroskopunda aparılmışdır.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

(burada doldurmalı) 75%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin

istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

(burada doldurmalı)

Bütün alınmış nəticələr yenidirlər.

Nəticələrin elmi əhəmiyyəti.

1. Göstərilmişdir ki, 3-cü nəsəl günəş elementlərində optik pəncərə kimi istifadə olunan CdS:O nazik təbəqələrində ölçü kvantlanması yalnız müəyyən şəraitdə aparılan termik emal emaldan sonra meydana çıxır. Ədəbiyyatda formalaşmış fikrin əksinə olaraq emal olunmamış təbəqələrdə kvant ölçü effekti yoxdur.
2. Göstərilmişdir ki, 3-cü nəsəl günəş elementlərində aktiv lay kimi istifadə olunan CIGS təbəqələrinin optik konstantının dispersiyası Lorens ossilyatorları modeli ilə təsvir olunur.
3. Göstərilmişdir ki, özündə TI saxlayan TlMeX₂ tipli aşağıölçülü materiallar, onların elektron və fonon spektrlərinin xüsusiyyətlərindən çıxan unikal aktuator qabiliyyətinə malikdirlər və onların bərk cism analoqları yoxdur.
4. Göstərilmişdir ki, Dirak tipli xətti dispersiya topoloji izolyatorların unikal atributları deyildir və yalnız səthin topoloji xüsusiyyətləri ilə yox, həm də sadəcə olaraq onun mümkünüyü ilə əlaqədar ola bilər. Bu halda Dirak konusunun elektronların fotoemissiya spektrlərindəki vəziyyəti həyacanlanma enerjisindən asılı olur.
5. Göstərilmişdir ki, Bi₂Se₃ tipli topoloji izolyatorlarının nazik təbəqələrinin Raman spektrləri özündə Raman səpilməsində qadağan olunmuş İQ-aktiv modalar saxlayır ki, bu da həcmi materiala xas olan xarici simmetriyaya dəlalət edir.

Nəticələrin təcrübi əhəmiyyəti:

1. 3-cü nəsəl günəş elementlərinin hazırlanmasına uyğun olan kvant-ölçülü CdS:O nazik təbəqələrinin alınma texnologiyası işlənmişdir.
2. CIGS əsaslı 3-cü nəsəl günəş elementlərinin aktiv laylarının alınması və kimyəvi emalının optimal rejimləri müəyyən edilmişdir, bu elementlərin parametrlərinin optimallaşdırılması üçün zəruri olan optik konstantlar haqqında dəqiq məlumatlar alınmışdır.
3. Bərk cism analoqu olmayan, aşağı intensivlikli işıq impulsları ilə idarə olunan və nanocihazların işlənməsinə uyğunlaşan aktuatorların yaradılması üçün materiallar işlənilib hazırlanmışdır.
4. Almaz sp³ hibrid rabitələri ilə əlaqəli elektron və fonon halları sıxlığının bilavasitə ölçülməsi ilə almazabənzər karbon nazik təbəqələrinin möhkəmliyinin diaqnostikası işlənilib hazırlanmışdır.
5. Təməl prinsiplərdən hesablamalar və kompüter modelləşdirilməsi əsasında optimal tərkib və ballistik transport xassələrinə malik nanostruktur təklif edildi. Nəzəri olaraq hesablanmış nanostruktur artıq Azərbaycanda olan texnologiya səviyyəsinə uyğundur.
6. Bi₂Se₃ tipli topoloji izolyatorlarda və TlSe tipli kristallarda bucaq ayırdetməsilə fotoemission spektrlərində müşahidə olunan anomal dispersiyaların slab-metodu ilə sıxlıq funksional nəzəriyyəsi çərçivəsində, lokal sıxlıq yaxınlaşmasında kvanto-mexaniki tədqiq metodikası işlənilib hazırlanmışdır.

Tətbiqi mümkün olan sahələr

1. 3-nəsəl günəş energetikası
2. Spintronika
3. İfratbərk qoruyucu örtüklər

4 *Layihə üzrə elmi nəşrlər (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) (surətlərini kağız üzərində və*

CD şəklində əlavə etməli!

(burada doldurmalı)

Dərc olunmuş elmi nəşrlər:

1. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FH01-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Rashad Hajimammadov, Naser Fathi, Ayaz Bayramov, Genady Khrypunov, Nataliya Klochko, Tatyana Li, “Effect of CdCl₂ treatment of CdTe-based solar cells prepared by physical vapor deposition and close-spaced sublimation methods”
2. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FC12-3 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Eldar Mammadov, Yong-Gu Shim, Junichi Sakamoto, Kazuki Wakita, Nazim Mamedov, and Hisao Uchiki, “Comparison of Optical Parameters of Ge–As(Sb)–Se(Te) Glassy Films”
3. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FC14-3 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Yong-Gu Shim, Junichi Sakamoto, Akinori Suzuki, Khuraman Khalilova, Kazuki Wakita, Nazim Mamedov, Ayaz Bayramov, Emil Huseynov, Ilham Hasanov, “Spectroscopic ellipsometry studies of CdS:O layers for solar cells”
4. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FD04-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Nadir A. Abdullayev, Nadir M. Abdullayev, Xayala V. Aliguliyeva, Samir Sh. Gahramanov, Taira G. Kerimova, Konul M. Mustafayeva, Sergey A. Nemov, Vladimir N. Zverev, “ Metal-insulator transition induced by temperature in Bi₂Te_{3-x}Cl_x layered compound”
5. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FD05-4 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Oktay Alekperov, Nazim Mamedov, Nuru Safarov, Vagif Gasumov, Arzu Nadijafov, “ γ-Radiation stimulated structural phase transition of monoclinic TlInS₂ to hexagonal phase”
6. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FD06-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Tofiq G. Mammadov, Nadir A. Abdullayev, MirHasan Yu. Seyidov, Rauf A. Suleymanov, Emin Yakar, “The role of electronic subsystem in the negative thermal expansion of ferroelectric-semiconductor TlGaSe₂”
7. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FD07-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, MirHasan Yu. Seyidov, Rauf A. Suleymanov, Tofiq G. Mammadov, Aleksandr F. Fedotov, Sardar S. Babayev, “Charged defects as an origin of the memory effect in incommensurate phase of TlInS₂”
8. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FE03-4 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Enver Nakhmedov, Oktay Alekperov, Reinhold Oppermann, Spin-orbit interaction in a quasi-two-dimensional electron gas with finite thickness”
9. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FE04-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Dilara A. Huseinova, Firudin M. Hashimzade, Guseyn S. Orudzhev, Munira A. Nizametdinova, Kerim R. Allakverdiev, “ *Ab-initio* lattice dynamics and Gruneisen parameters of TlGaSe₂”
10. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FC04-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Umihito Myamoto, Akinori Suzuki, Kazuhiro Honjo, YongGu Shim Takahiro Tokuda, Kengi Yoshino, Nazim Mamedov, Kazuki Wakita, “Photoluminescence study of AgInS₂ by using confocal microscopy system”
11. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FC05-4 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Kojiro Mimura, Takahiko Ishizu, Satoru Motonami, Kazuki Wakita, Masashi Arita, Sadig Hamidov, Zakir

Chahangirli, Yukihiro Taguchi, Hirofumi Namatame, Masaki Taniguchi, Guseyn Orudzhev, Nazim Mamedov, “Peculiar linear dispersive bands observed in angle-resolved photoemission spectra of TI-based ternary chalcogenide $TIGaTe_2$ ”

12. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FC06-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Shinya Hosokawa, Naoya Hoppo, Koichi Hayashi, Kojiro Mimura, Kazuki Wakita, Wen Hu, Hirofumi Ishi, Masato Yoshimura, Jeyaraman Jeyakanthan, Nazim Mamedov, “ Three-dimensional atomic images of $TlInSe_2$ thermoelectric material obtained by X-ray fluorescence holography”

13. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FC07-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, Oktay Alekperov, Arzu Nadijafov, “Dielectric anomaly and conductivity at ferroelectric phase transition in $TlInS_2$ doped with different impurities”

14. Japanese Journal of Applied Physics, Number 5, Volume 5, 05FC08-2 pages, 2011, The Japan Society of Applied Physics (AP), ISSN 0021-422 , Impact Factor: 1.018, MirHasan Yu. Seyidov, Rauf A. Suleymanov, Andrey P. Ordinsky, Arzu I. Nadijafov, Tofiq G. Mammadov, Elnure G. Samadli, “ Photoinduced Current Transient Spectroscopy of $TlInS_2$ layered crystals doped with Er, B, and Tb impurities”

(Yuxarıda göstərilən məqalələrdəki işlər layihə proqramı çərçivəsində onun EIF-ə rəsmi təqdimatından (15 Sentyabr, 2010) sonra yerinə yetirilmişdir).

15. Review of Scientific Instruments, Number 2, Vol. 83, pp. 02B906- 3 pages, 2012, ISSN 0034-6748, Impact Factor: 1.598, I.S.Gasanov, I.I.Gurbanov, “Nanotechnology operations by means of liquid metal ion sources”

16. Proceedings, 21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC 21), 28 November – 2 December 2011, Pacifico Yokohama, Kanagaw, Japan, Ryo Asaba, Akinori Suzuki, Kazuki Wakita, Yong-Gu Shim, Nazim Mamedov, Ayaz Bayramov, Emil Huseynov, Ilham Hasanov, “Nanostructure and photoluminescence of $CdS:O$ thin films obtained by cathode sputtering”

17. Abstract book, 59th Spring Meeting, The Japan Society of Applied Physics, 15-18 March 2012, Tokyo, Japan, pp. 220, “ $TiMeX_2$ low dimensional compounds: possibility of a multiferroic phase”, Nazim T. Mamedov, Zakir Chahangirli, Oktay Z. Alekperov, Bakhshi Mekhtiev, Kazuki Wakita, Kojiro Mimura, Ramiz Veliev, Tofiq G. Mammadov, Faik Mikailzade, Asiye G. Shale, Sinan Kazan, Rustam Khabibulin, Nail Khalitov, “ $TiMeX_2$ low dimensional compounds: possibility of a multiferroic phase”

Çapa qəbul olunmuş elmi nəşrlər:

18. Физика и Техника Полупроводников, принято к печати , ИСЧН 0015-3222, Импакт Фактор: 0.603,, Н. А. Абдуллаев, Н.М. Абдуллаев, А.М. Керимова, С. Ш. Кахраманов, А.И. Байрамов, Х. Миямото, К. Вакита, Н.Т. Мамедов, С.А. Немов, “Комбинационное рассеяние света в пленках твердых растворов $Bi_2(Te_{0.9}Se_{0.1})_3$ ”

19. Industrial Physics Forum, 16-20 April, 2012, International Centre of Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy, “Nanostructured $CdS:O$ thin films for solar cell applications”, E. Mammadov, A. Bayramov, I. Hasanov, E. Huseynov, Y. Shim, K. Wakita, N. Mamedov

20. New Diamond and Nano Carbons Conference (NDNC-12) 20-24 May 2012, San Juan, Puerto Rico, “Spectroscopic ellipsometry of hydrogen-free carbon coatings obtained by electron-beam evaporation from graphite”, Kh. N. Khalilova, Y. Shim, E. Mammadov, I. S. Gasanov, V. A. Orudzhev, E. K. Huseynov, A. I. Bayramov, D. Lincot, J. Gullemoles, K. Wakita, N. T. Mamedov

21. Fifth International Conference on Optical, Optoelectronic, and Photonic Materials and Applications (ICOOPMA 12), 3-7 June, Nara, Japan, Mia Umesaki, Yong-Gu Shim, Kazuki

Wakita, Nazim Mamedov, "Photo-induced expansion of TlSe, TlGaTe₂ and TlInSe₂ single crystals"

22. Fifth International Conference on Optical, Optoelectronic, and Photonic Materials and Applications (ICOOPMA 12), 3-7 June, Nara, Japan, Yoshito Araki, Ryo Asaba, Kazuki Wakita, YongGu Shim, and Nazim Mamedov, "Absorption properties of TlInSe₂ in band-edge region"

23. Fifth International Conference on Optical, Optoelectronic, and Photonic Materials and Applications (ICOOPMA 12), 3-7 June, Nara, Japan, Atsushi Kitano, Yong-Gu Shim, Kazuki Wakita, Nazim Mamedov, Ayaz Bayramov, Emil Huseynov, Khuraman Khalilova, Ilham Hasanov, "Spectral dispersion of optical constants of CdS:O window layers for solar cells"

Çapa göndərilmiş elmi nəşrlər:

Müvafiq avadanlıq və materialların alınmasından sonra (Dekabr, 2011) 2012-ci il ərzində yerinə yetirilən tədqiqatların nəticəsinə görə yüksək impakt faktorlu (>1) beynəlxalq jurnallarda 10-a yaxın məqalənin hazırlanması və çapa göndərilməsi nəzərdə tutulur. Bundan əlavə 2012-ci ilin Oktyabr-Noyabr aylarında EIF-lə birgə Bakıda, layihənin nəticələrinin müzakirəsinə və tam qiymətləndirilməsinə həsr olunmuş, dünyanın aparıcı mütəxəssislərinin iştirakilə "Yüksək Texnologiyalar üçün Materialar və Cihaz Strukturları" mövzusunda beynəlxalq konfransın keçirilməsi nəzərdə tutulur.

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

(burada doldurulmalı)

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərməlidir)

(burada doldurulmalı)

1. Abdullayev Nadir Allahverdi oğlu, Chiba Texnologiya İnstitutu, Tokio, Yaponiya, 02.06.11-29.06.11, təlim
2. Məmmədov Eldar Arif oğlu, Woolam şirkəti, Linkoln, ABŞ, 09.07-18.07.11, təlim
3. Məmmədov Nazim Timur oğlu, Bruker şirkəti, Moskva, Rusiya, 20.07-23.07.11, cihaz almag üzrə danışıqlar
4. Abdullayev Nadir Allahverdi oğlu, Chiba Texnologiya İnstitutu, Tokio, Yaponiya, 01.09-27.09.11, təlim
5. Hacımməmmədov Rəşad Həmid oğlu, IRDEP-CNRS institutu, Paris, Fransa, 25.11-16.12.11, təlim
6. Xəlilova Xuraman Nüsrət qızı, Osaka Prefectura Universiteti, Osaka, Yaponiya, 11.12.2011-26.12.2011, təlim
7. Cahangirli Zakir Ağasoltan oğlu, Osaka Prefectura Universiteti, Osaka, Yaponiya, 11.01.2012-25.01.2012, təlim
8. Məmmədov Eldar Arif oğlu, LOT şirkəti, Frankfurt, Almaniya, 28.02.2012-10.03.2012, təlim

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)

(burada doldurulmalı)

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak

(burada doldurulmalı)

Layihənin bütün üzvlərinin iştirakı ilə onun vəzifələri və yerinə yetirilməsi üzrə AMEA Fizika institutunun innovasiya sektorunun həftəlik (Çərşənbə axşamı, 11.00) seminarı

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

(burada doldurmalı)

1. 59th Spring Meeting, The Japan Society of Applied Physics, 15-18 March 2012, Tokyo, Japan, "TiMeX₂ low dimensional compounds: possibility of a multiferroic phase", Nazim T. Mamedov, Zakir Chahangirli, Oktay Z. Alekperov, Bakhshi Mekhtiev, Kazuki Wakita, Kojiro Mimura, Ramiz Veliev, Tofiq G. Mammadov, Faik Mikailzade, Asiye G. Shale, Sinan Kazan, Rustam Khabibulin, Nail Khalitov, Invited talk 15p-E9-5 by N.T. Mamedov
2. European Congress on Advanced Materials and Processes (Euromat-2011), 12-15 September 2011, Montpellier, France, "TiGaTe₂ and TlInSe₂ materials with quasi-one-dimensional crystal structure: band structure, optical transitions, and thermoelectric properties", Nazim Mamedov, Kazuki Wakita, YongGu Shim, Kojiro Mimura, Khuraman Khalilova, Zakir Jahangirli, and Guseyn Orudzhev, Oral presentation E23-O -1-6 by N. Mamedov
3. European Congress on Advanced Materials and Processes (Euromat 2011), 12-15 September 2011, Montpellier, France, "Optical properties of CdS:O thin films with nanostructure", Kazuki Wakita, Akinori Suzuki, YongGu Shim, Nazim Mamedov, Ayaz Bayramov, Emil Huseynov, Ilham Hasanov, Poster presentation E21-P-1-26 by A. Bayramov
4. European Congress on Advanced Materials and Processes (Euromat 2011), 12-15 September 2011, Montpellier, France, "Optical parameters of CdS:O window layers for solar cells", YongGu Shim, Atsushi Kitano, Kazuki Wakita, Nazim Mamedov, Ayaz Bayramov, Emil Huseynov³, Khuraman Khalilova, Ilham Hasanov, Poster presentation E21-P-1-27 by N.T. Mamedov

1
0 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları

(burada doldurmalı)

Bruker ardıcıl rentgen fluorescent spektrometri, Tiger (Fevral, 2012)
Ultrabənövşəyi-Infraqırmızı Spektroskopik Ellipsometr Sistemi – M2000-FTIR VASE(Yanvar, 2012)
Konfokal Raman/PL/AFM/STM lazer sistemi, Nanofinder-30 (Dekabr, 2011)
Bruker rentgen difraktometri
Maqnetron tozlandırılma üsulu
Pfann üsulu
Spring 9 sürətləndiricisində bucaq ayırdetmə spektroskopiyası
Faza modulyasiyalı spektroskopik ellipsometriya,
Vien 2K, ABİNİT, Quantum–Espresso proqramlar paketi

1
1 Yerli həmkarlarla əlaqələr

(burada doldurmalı)

1
2 Xarici həmkarlarla əlaqələr

(burada doldurmalı)

Prof. Kazuki Wakita, Chiba Institute of Technology, Japan
Prof. Kojiro Mimura, Dr. YongGu Shim, Osaka Prefecture University, Japan
Prof. Jean Fransua Quilmole, Prof. Daniel Lincot, Istitute for Research and Development of Photovoltaic Energy, France

1
3 Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)

(burada doldurmalı)

Vüsələ Cəfərova (layihə iştirakçısı) layihə mövzusu ilə əlaqədar fəlsəfə doktoru alimlik dərəcəsi almaq üçün dissertasiya müdafiə etmişdir. Elmi rəhbəri Hüseyn Orucov (layihə iştirakçısı). Zakir Cahangirli (layihə iştirakçısı) layihə mövzusu ilə əlaqədar fizika üzrə elmlər doktoru alimlik

	dərəcəsi almaq üçün dissertasiya təqdim etmişdir. Elmi məsləhətçi Nazim Məmmədov (layihə iştirakçısı).
1 4	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa) <i>(burada doldurmalı)</i>
1 5	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) <i>(burada doldurmalı)</i> Çıba Texnoloji İnstitutunun (Yaponiya) tələbəsi Key Imai bu layihənin mövzusunə yaxın olan maqistr dərəcəsi almaq üçün apardığı işini qurtarmaq üçün yarımkeçiricilərin superxana rejimində zona spektrinin hesablanması üzrə Fizika institutunda 2-həftəlik təlim kursu keçmişdir. Təlimin gedişi və bu zaman alınmış nəticələr haqqında məlumat Fizika institutunun EIF-lə birgə seminarında verilmişdir.
1 6	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərilməlidir) <i>(burada doldurmalı)</i> AMEA fizika institutunda başqa institutların və EIF-in iştirakı ilə layihənin yarımillik hesabatı üzrə seminar–audit keçirilmişdir. Bu seminarın işi AZTV-də işıqlandırılmışdır. Layihənin yerinə yetirilməsinin gedişi haqqında məlumat daimi olaraq layihənin Internet Web-saytında yayılmışdır (www. physics.gov.az/pilot_project).

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Həsənova Günel Cahangir qızı

(imza)

“ _ ” _____ 201_ -ci il

Baş məsləhətçi

Babayeva Ədilə Əli qızı

(imza)

“ _ ” _____ 201_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Qacar Çingiz Oveysoviç

(imza)

“ _ ” _____ 201_ -ci il