



# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında  
Elmin İnkişafı Fondunun 2014-cü ilin əsas qrant müsabiqəsi  
çərçivəsində təqdim olunmuş kompleks elmi-tədqiqat  
proqramlarının (EIF-2014-9(24)-KETPL) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

## YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Yeni nəsil Günəş çevriciləri üçün yüksək fotoeffektivliyə malik CdS, CdTe nanotellərinin elektrokimyəvi yolla sintezi, optik-fiziki parametrlərinin təyini**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Əliyev Akif Şıxan oğlu**

Qrantın məbləği: **240 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-2014-9(24)-KETPL-14/04/4-M-13**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **03 avqust 2015-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 sentyabr 2015-ci il – 01 sentyabr 2017-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	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar</p> <p>Tərkibində S və Te olan yarımkəçirici nazik təbəqələr çoxsaylı optoelektron cihazlarda və Günəş batareyalarında geniş tətbiq olunmağa başlamışdır. Kimyəvi tərkibindən, stexiometriyadan və quruluşundan asılı olaraq, bu materiallar çox maraqlı optoelektron xassələr, o cümlədən ftohəssaslıq, n- və p- tip keçiricilik nümayiş etdirir. Bu cür nazik təbəqələrin həmçinin ftovoltaik və ftoelektrokimyəvi qurğuların yaradılmasında da istifadəsi perspektivli hesab edilir.</p> <p>Elmi ədəbiyyatda Cd-S və Cd-Te sistemlərinin müxtəlif üsullarla sintezinə və optoelektron xassələrinə tədqiqinə aid çoxsaylı məqalələr dərc olunmuşdur /1-50/. Bu üsullar içərisində kimyəvi çökdürmə, buxar fazasından çökdürmə, çiləmə, vakuumba termiki buxarlandırma, pirolitik parçalanma, elektrokimyəvi çökdürmə və s. göstərmək olar. Ədəbiyyat məlumatlarının hərtərəfli analizi elektrokimyəvi üsulun həm iqtisadi, həm də texniki baxımdan digər üsullardan üstün olduğunu göstərir. Belə ki, elektrokimyəvi üsulla yarımkəçirici nazik və nanotəbəqələrin tərkibini, qalınlığını elektrolitin tərkibini və elektroliz şəraitini dəyişməklə</p>
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

tənzimləmək mümkündür. Elektrokimyəvi üsulla kadmium xalkogenidlərini ion mayelərdən /1-3/, sulu məhlullardan /4-14/ və üzvi elektrolitlərdən /15-22/ almaq mümkündür. Digər elektrolitlərdən fərqli olaraq üzvi elektrolitlərdən istifadənin bir sıra üstünlükləri var. Bunlardan biri üzvi elektrolitlərin kimyəvi tərkibcə sulu elektrolitlərə nisbətən təmizlik dərəcəsinin yüksək olması, digəri isə sulu elektrolitlərə nisbətən üzvi elektrolitlərdə birgə çökmə prosesinin daha yüksək temperaturlarda aparılmasının mümkünlüyüdür. Bu zaman alınan nazik təbəqələr əsasən kristallik quruluşa malik olur.

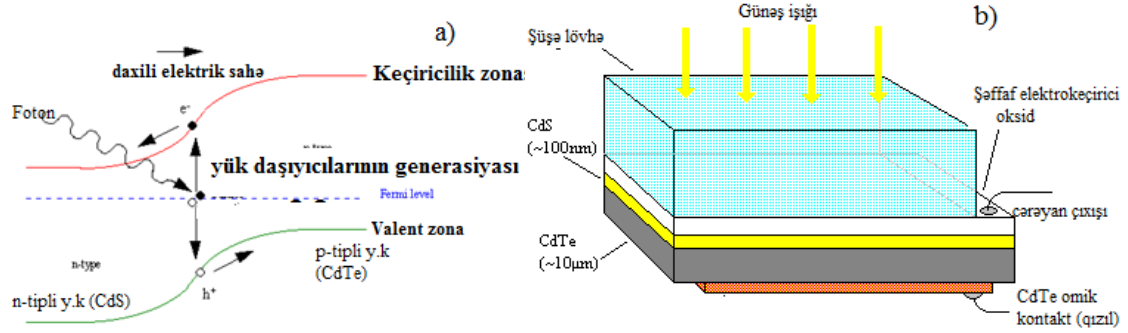
Elektrokimyəvi yolla CdS almaq üçün tərkibində kadmium duzları və elementar kükürd olan dimetilsulfooksid (DMSO), dimetilformamid (DMF) və etilenqlikol (EQ) elektrolitlərindən /15/ istifadə olunmuşdur. İsdə məqsəd Hg və Pt elektrodlarda bu elektrolitlərdən CdS –in alınmasının mümkünlüyünü göstərmək olmuşdur. /9/-cu işdə kükürd mənbəyi olaraq elementar kükürd və /17/-ci işdə isə trifenilstibin götürülmüş və proses 110-140<sup>0</sup>C-də aparılmışdır. Tərkibində CdCl<sub>2</sub>, elementar kükürd və CuCl<sub>2</sub> olan DMSO elektrolitindən /18/ qalvanostatik üsulla CdS-in alınması tədqiq edilmişdir.

Son zamanlar CdS-in nazik təbəqələrinin sintezi ilə yanaşı, onun nanostrukturalarının yaradılmasına maraq günü-gündən artır. Çünki, nazik təbəqələrdən fərqli olaraq, nanostrukturada “ölçü effekti” də müşahidə olunur. CdS nanostrukturalarının alınmasına aid bir sıra laboratoriyalarda elmi tədqiqat işləri /23-36/ aparılır. CdS-i müxtəlif şablonlardan və elektrolitlərdən istifadə etməklə nanoməfillər, nanokompozitlər və s. nanostrukturalar şəklində almaq mümkündür /23/. Bir çox hallarda şablon olaraq anodda oksidləşmiş alminium oksiddən istifadə olunur /23-26/. Nanoquruluşların ölçüləri istifadə olunan şablonların məsamələrinin ölçülərindən asılıdır.

Günəş elementlərində CdS-dən “pəncərə” kimi istifadə olunduğu halda, CdTe əsas element rolunda işlədilir. CdTe-un müxtəlif elektrolitlərdən nazik təbəqələr şəklində çökdürülməsinə, optoelektrik xassələrinin və quruluşunun tədqiqinə aid çoxsaylı məqalələr /37-42/ dərc olunmuşdur. Ədəbiyyat materiallarının analizindən bu qənaətə gəlmək olur ki, bu yarımkeçiricilər arasında Cd-Te Günəş enerjisini elektrik və ya kimyəvi enerjiyə çevirmək üçün daha perspektivli materialdır. Digər tərəfdən CdTe-un alınması üçün bu işlərdə əsasən sadə sulfat elektrolitlərdən /37, 41-43/ istifadə olunmuşdur ki, bu da öz növbəsində CdTe-un alınması üçün bəzi çətinliklər yaradır. Çünki, Cd-un standart potensialı (-0,402 V) Te-un standart potensialından (0,551 V) kəskin fərqlənir. Buna görə də CdTe-u kompleks elektrolitlərdən və tərkibində müxtəlif əlavələr olan elektrolitlərdən çökdürmək daha məqsədə uyğundur. Bütün bu tədqiqatların aparılmasında əsas məqsəd sonda yüksək effektivliyə malik yeni nəsillər Günəş elementlərinin yaradılmasıdır.

Ənənəvi enerji mənbələrindən (neft, qaz, kömür) istifadə ətraf mühit və insan həyatı üçün katastrofik nəticələrə (ətraf mühitin çirklənməsi, iqlimin isinməsi və s.) gətirib çıxara bilər. Avropa ölkələri və ABŞ, Yaponiya, Rusiya, Çin və s. ölkələrin bir çox elmi mərkəzlərində alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinin (günəş, külək, biokütlə, hidrogen və s.) istifadəsi sahəsində geniş araşdırmalar aparılır və onların nəticələri son illər tətbiq olunur. BMT-nin məlumatına görə 2011-ci ildə dünyada alternativ və bərpa olunan enerji mənbələri ilə əlaqədar layihələrə təxminən 240 milyard dollar sərmayə qoyulub. Bu marağın səbəbi, bir tərəfdən ənənəvi karbohidrogen mənbələrinin gələcəkdə tükənəcəyi, digər tərəfdən isə ekologiya problemləri ilə əlaqədardır. Alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinin sırasında fotovoltaiq prinsipi ilə işləyən və günəş enerjisini birbaşa elektrik enerjisinə çevirən cihazların -günəş elementlərinin və akkumulyator-batareyaların xüsusi yeri var. Ətraf mühiti çirkləndirməyən günəş elementləri və batareyalarından həm kosmosda (kosmik aparatlarda), həm də yerdə (evlərin və villaların müstəqil elektrik təmini, ucqar bölgələrdə yerləşən mobil rabitə retranslyatorlarının elektrik təminatı, yolların işıqlandırılması, səhra və çöl ərazilərində əsgər həyatının və texnikanın enerji ilə təminatında və böyük akkumulyatorların və mobil telefonların doldurulmasında və s.) geniş istifadə olunur.

Fotovoltaik günəş elementi (GE) günəş enerjisini p- və n- tipli elektrik keçiriciliyinə malik olan yarımkəçirici materialların, bir-birinə birləşdirilməklə alınan və elektron-deşik cütlərini biri birindən ayıra bilən elektrostatik qüvvəni təmin edən p-n və ya heteroqəçidlərdən istifadə etməklə birbaşa sabit elektrik gərginliyinə ("volta") və ya sabit cərəyanına çevirən elektrik cihazıdır. Şəkil 1 - də fotovoltaik GE-nin energetik diaqramı (a) və CdS-CdTe heteroqəçidi timsalında prinsiplial quruluş sxemi göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, GE də elektronlar günəş enerjisini daşıyan fotonları udaraq həyəcanlanır və valent zonadan keçirici zonaya keçirlər. Yaranan elektron- deşik cütləri, p-n qəçidi kimi potensial çəpərdə mövcud olan elektrik sahəsi tərəfindən ayrılır.

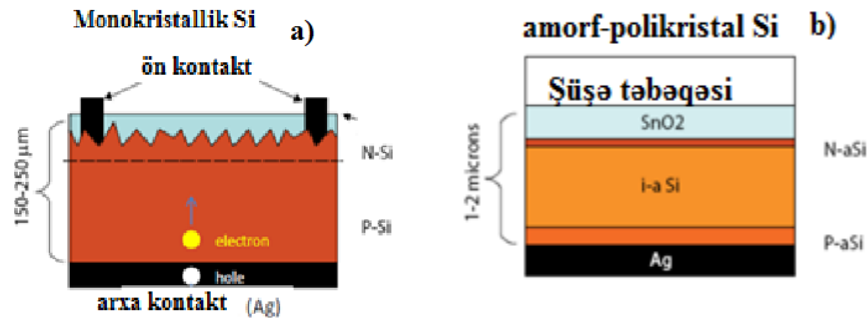


Şəkil 1. CdS-CdTe əsasında fotovoltaik GE-nin energetik diaqramı (a) və prinsiplial quruluş sxemi (b)

PV- Effekt 1954-cü ildə silisiumun günəş işığı ilə işıqlandırılması zamanı elektrik cərəyanı yarada bilməsini müşahidə edən Bell Telephone şirkətinin alimləri tərəfindən kəşf edilmişdir. Bundan qısa müddət sonra 1-ci nəsil günəş elementlərinə aid edilən Si əsaslı günəş elementlərindən kosmik peyklərin və kiçik elektron cihazlarının qidalanması üçün istifadə edilməsinə başlandı /44-46/. Müasir fotoenergetika sənayesində isə, istehsal edilən günəş elementlərinin təxminən 90%-i Si əsaslı elementlərdir. Günəş elementlərini ardıcıl və ya paralel birləşdirərək yüksək gücə malik fotoelektrik mənbələri (günəş batareyaları, günəş panelləri, günəş stansiyaları) hazırlamaq mümkündür. Proqnozlara görə, Si gələcəkdə də günəş elementlərinin əsas materialı olaraq qalacaqdır. Bunun səbəbləri, silisium günəş elementlərinin və batareyalarının uzun müddət (25-30 il) fasiləsiz və etibarlı işləməsi, ətraf mühiti çirkləndirməməsi və silisium texnologiyasında istifadə olunan xammalın (SiO<sub>2</sub> kvarts) bolluğudur (yerin tərkibində təxminən 25% kvarts mövcuddur). Hesablamalar göstərir ki, 1 kq silisiumdan hazırlanmış günəş batareyası 30 ildə təxminən 300 MW saat enerji istehsal edir, halbuki istilik elektrik stansiyası eyni miqdarda enerjinin istehsalı üçün 70 ton neft yanacağı istifadə edir.

Azərbaycanda bir ildə günəşli günlərin sayı təxminən 300-dür, buna görə günəş batareyalarının burada istifadə olunması çox aktualdır. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin "2012-2020-ci illər üçün Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadəyə dair Dövlət Strategiyasının hazırlanması haqqında" sərəncamına əsasən respublikamızda günəş batareyalarının istifadəsi gələcəkdə ölkənin enerji təhlükəsizliyinin prioritet istiqamətlərindən biri olmalıdır.

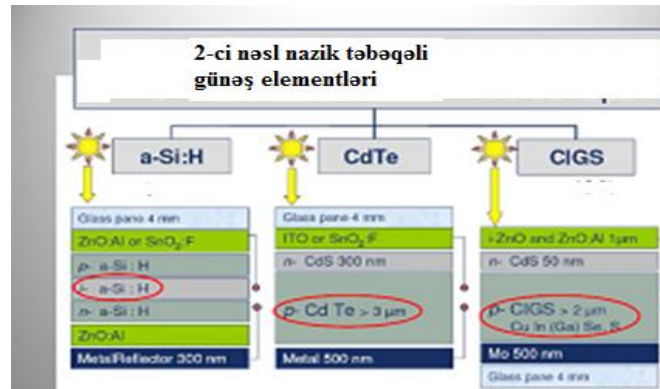
Silisium Günəş elementləri və batareyaları ilə istehsal olunan elektrik enerjisinin maya dəyəri ənənəvi karbonhidrogen yanacağı ilə əldə edilən elektrik enerjisinin dəyərindən təxminən 2-4 dəfə daha çoxdur. Batareyaların maya dəyərini aşağı salmaq yolları günəş elementinin effektivliyinin artırılması və texnologiyanın sadələşdirməsi ilə sıx əlaqədardır.



Şəkil 2. Monokristallik (a) və amorf-polikristallik (b) Si əsasında fotovoltaiq GE-nin quruluş sxemi

2-ci nəsil GE-lər müxtəlif yarımkəçiricilərin, o cümlədən amorf Si (H), n CdS –CdTe və CdS - CuInGaSe nazik təbəqələri əsasında hazırlanır. Bu tip GE-lər nisbətən yüksək çevirmə effektivliyinə ( $\eta$ ,%) və ucuz başa gəlməsinə görə cəlbedicidir.

Cədvəldə müxtəlif yarımkəçiricilər əsasında yaradılan nazik təbəqəli GE-nin 2004-2013- cü illər ərzində əldə olunan effektivlik rəqəmləri göstərilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, CdS –CdTe heteroqəçidi əsasında emal edilən GE-lərdə  $\eta$ ~19% səviyyəsinə, CdS - CuInGaSe –də isə  $\eta$ ~20% səviyyəsinə qədər artırılmışdır.



Şəkil 3. 2-ci nəsil nazik təbəqəli günəş elementlərinin təsnifatı  
Cədvəl1. Müxtəlif yarımkəçiricilər əsasında yaradılan nazik təbəqəli GE-lərin effektivliyi

Technology	2004	2009	2012	Record Cell
Super Monocrystalline Silicon	16.0%	19.3%	20.1%	25.0%
Monocrystalline Silicon	12.8%	15.0%	16.0%	25.0%
Multicrystalline Silicon	12.5%	14.0%	14.5%	20.4%
CdTe	7.6%	11.0%	12.6%	17.3% (19.6%)
CIGS	10.0%	12.0%	13.3%	20.3% (20.8%)
$\mu$ c-Si/a-Si	n/a	8.5%	10.2%	12.5%
a-Si (3-j)	6.7%	8.3%	9.7%	12.5%
a-Si (1-j)	6.5%	6.7%	7.5%	10.0%
Organic	n/a	3.5%	4.2%	10.1%

SOURCE: NREL, COMPANY DATA SHEETS, GTM RESEARCH

Value in 2013

Son onilliklərdə fiziklərin, kimyaçıların və texnoloqların diqqətini nanoölçülü (yarımkeçiricilər, metallar, dielektriklər) bərk materiallar cəlb edir. "Kvant-ölçü" effekti nəzəriyyəsinə görə, kristalın ölçüsü (eni, uzunluğu, hündürlüyü) hər hansı bir istiqamətdə 10-100 nanometrə qədər azaldıqda, onun səth sahəsində yerləşən atomların rolu güclü dərəcədə artır, maddənin kristallik quruluşunda və elektrik, optik, mexaniki, termiki, möhkəmliyi və s. xassələrində kəskin dəyişikliklər meydana gəlir (atomlararası məsafə azalır, qadağan olunmuş energetik zonanın eni artır, möhkəmlilik və elektrik müqaviməti artır və s.). Bunları nəzərə alaraq, nanoquruluşlu materialların sintezi günəş elementinin effektivliyinin artırılması cəhətdən çox perspektivlidir.

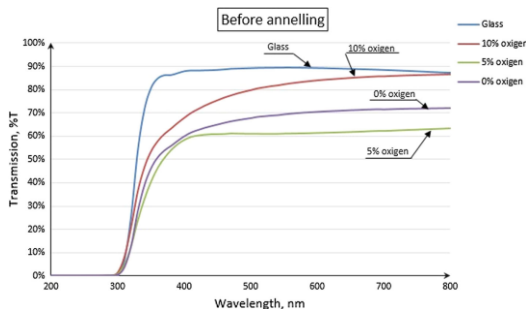
Şüşə -ITO-Ti-Al strukturlarının alınması "Leybold Hereaus Z550" markalı vakuum tozlandırılması qurğusunda magnetron radio-tezlikli tozlandırma üsulu ilə 2 mərhələdən ibarət proseslə həyata keçirilmişdir.

1-ci mərhələdə ölçüsü 1x2 cm olan 1 mm qalınlığındakı nazik şüşə lövhələrinin üzərində 150-200 nm qalınlığında In-Sn-O (İndium- Qalay Oksidi, İndium thin oksid, İTO) yüksək elektrik keçiriciləyə ( $\sigma$ ) malik olan və optiki cəhətdən yetərinə yüksək şəffaflığa malik təbəqələr alınmışdır.

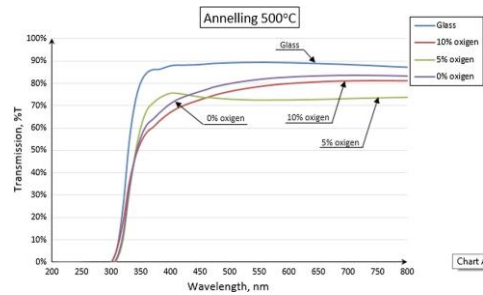
Alınan İTO təbəqələrinin qalınlığı Mİİ- 4 metalloqrafiya interferensya mikroskopu, Rotating Compensatory Ellipsometr M2000-Dİ, J.A.Woollam Co.Inc. USA markalı ellipsometriya qurğusunda ölçülmüşdür. Şüşə- ITO və şüşə- İTO- CdS quruluşlarının optik xassələri SPECORD-210 markalı spektrofotometr vasitəsilə 100- 800 nm dalğa uzunluqlarında buraxılma spektrləri çəkilmişdir. İTO təbəqələrinin səthi müqaviməti 4-zondlu standard qurğu vasitəsilə ölçülmüşdür.

İTO təbəqəsinin optik, elektrofiziki və quruluş xassələrinin materialın sintezi şəraitindən asılılığı tədqiq edilmişdir. GE-nin maksimum effektivliyinin təmin edilməsi üçün İTO təbəqəsində günəş enerjisinin udulması minimal həddə olmalı, yaranan fotocərəyanın itkilərini azaltmaq üçün isə GE-nin daxili müqaviməti minimal dərəcədə olmalıdır. Buna görə İTO həm yüksək optik şəffaflığa, həm də yüksək elektrik keçiriciliyə malik olmalıdır. Bu səbəbdən İTO təbəqələrinin vakuum kamerasında sintezi sırasında oksigenlə aşqarlanması zamanı elektrik keçiriciliyi ilə optik buraxılma arasındakı balansla riayət edilməsi vacibdir.

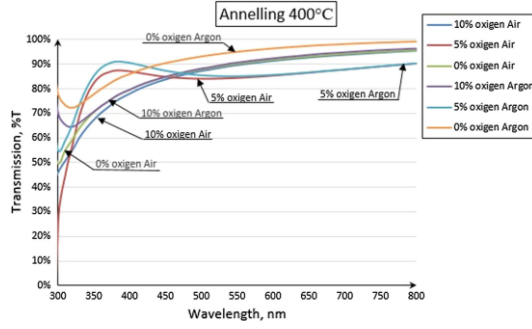
Bu məqsədlə İTO təbəqələrinin elektrik keçiriciliyinin ( $\sigma$ ), 200 nm - 800 nm optik diapazonunda optik buraxılma (T %) spektrlərinin və rentgen difraksiyasının spektrlərinin vakuum tozlanma kamerasındakı O<sub>2</sub> və Ar-nun parsial təzyiqlərindən, altlığın temperaturundan, tozlandırılmadan sonra aparılan termiki işlənmə şəraitindən (hava, argon, azot kimi müxtəlif qaz mühitlərində 200°C, 400°C və 500°C temperaturlarda termiki işlənmə) asılılığı tədqiq edilmiş,  $\sigma$ -nın və T-nin maksimum qiymətlərini (80%) təmin edə bilən optimal şərtlər təyin edilmişdir /47/.



**Şəkil 4.** İTO təbəqələrinin optik buraxılmasının (T %) oksigenin parsial təzyiqindən (termiki işlənmədən öncəki) asılılığı



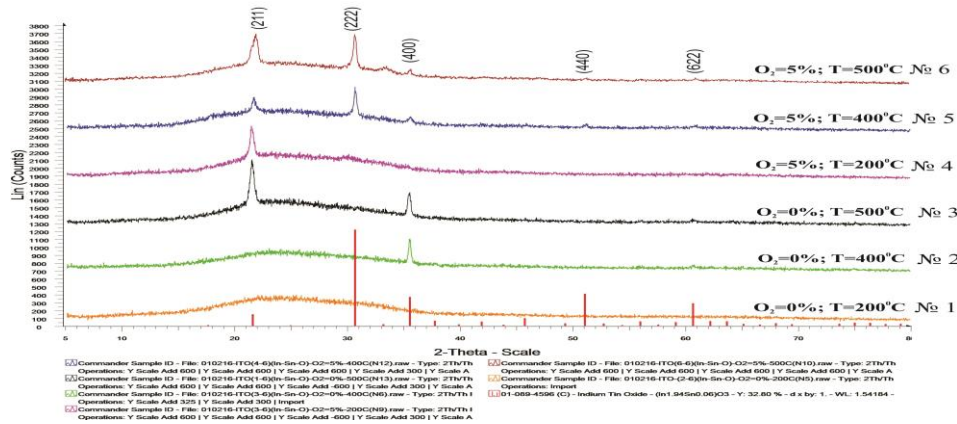
**Şəkil 5.** Optik buraxılmanın (T %) oksigenin parsial təzyiqindən (500° C- də termiki işlənmədən sonrakı ) asılılığı



Şəkil 6. 400°C-də aparılmış termiki işlənmədən sonra optik buraxılmanın (T%) oksigenin parsial təzyiqindən asılılığı

Cədvəl 2. İTO təbəqələrinin elektrofiziki xassələri

Nümunənin № s	Oksigenin tərkibi $q_{O_2}$ , %	Səthi müqavimət, $R_s$ $\Omega / \square$ termiki işlənmədən öncəki qiymətlər	Tablama temperaturu $T^\circ C$	Səthi müqavimət, $R_s$ $\Omega / \square$ termiki işlənmədən sonra
13	0%	136	500	640-680
6		95	400	360-390
5		120	200	310-320
10	5%	$4.5 \times 10^3$	500	900
11		$3.7 \times 10^3$	400	540-600
9		$4.8 \times 10^3$	200	$42 \times 10^3$
19	10 %	$28 \times 10^6$	500	$4,2 \times 10^3$
18		$10 \times 10^6$	400	$3,2 \times 10^3$
17		$12 \times 10^6$	200	$230 \times 10^3$



Şəkil 7 . Müxtəlif qaz mühitlərində (Ar+ O<sub>2</sub>) alınmış və müxtəlif temperaturlarda termiki işlənmis şüşə- İTO quruluşunun rentgenoqramması

Optik və elektrofiziki tədqiqatlar göstərdi ki, vakuum tozlandırmasından sonra 200°C-dən aşağı temperaturlarda aparılan termiki işlənmə nəticəsində amorf strukturlu yüksək səthi

müqavimətə malik olan, təbəqələr formalaşır. Termiki işlənmə temperaturunun 400°C- yə qədər artırılması kristallik quruluşun formalaşmasını və yük daşıyıcılarının konsentrasiyasının və elektrik keçiriciliyinin artmasını təmin edir. Bu effektin səbəbi isə, elektronları zəbt edən və Sn atomu ilə birləşərək neytral defektlərdən ibarət birgə komplekslər yarada bilən qovşaqlararası oksigen atomlarının təbəqəyə müxtəlif dərəcədə daxil olması ilə əlaqədar ola bilər.

Təbəqənin tozlandırılmasından bilavasitə sonra və 200°C-dən aşağı temperaturlarda termiki işlənməyə məruz qalan nümunələrin Rentgen difraksiyası spektrində  $2\theta=18-38^\circ$  bucaqlarında diffuziya qozbelliyi müşahidə olunur. Ədəbiyyatdan məlum olduğu kimi,  $2\theta=24^\circ$  bucağının yaxınlığındakı qozbellik şüşə altlığı ilə əlaqədardır,  $2\theta=31^\circ$  ətrafında isə İTO-nun amorf quruluşu ilə əlaqədardır. Bu isə onu göstərir ki, təbəqələr amorf quruluşa malikdirlər və 200°C-dən aşağı temperaturlarda aparılan termiki işlənmə kristallik quruluşun yaranması üçün yetərli deyil.

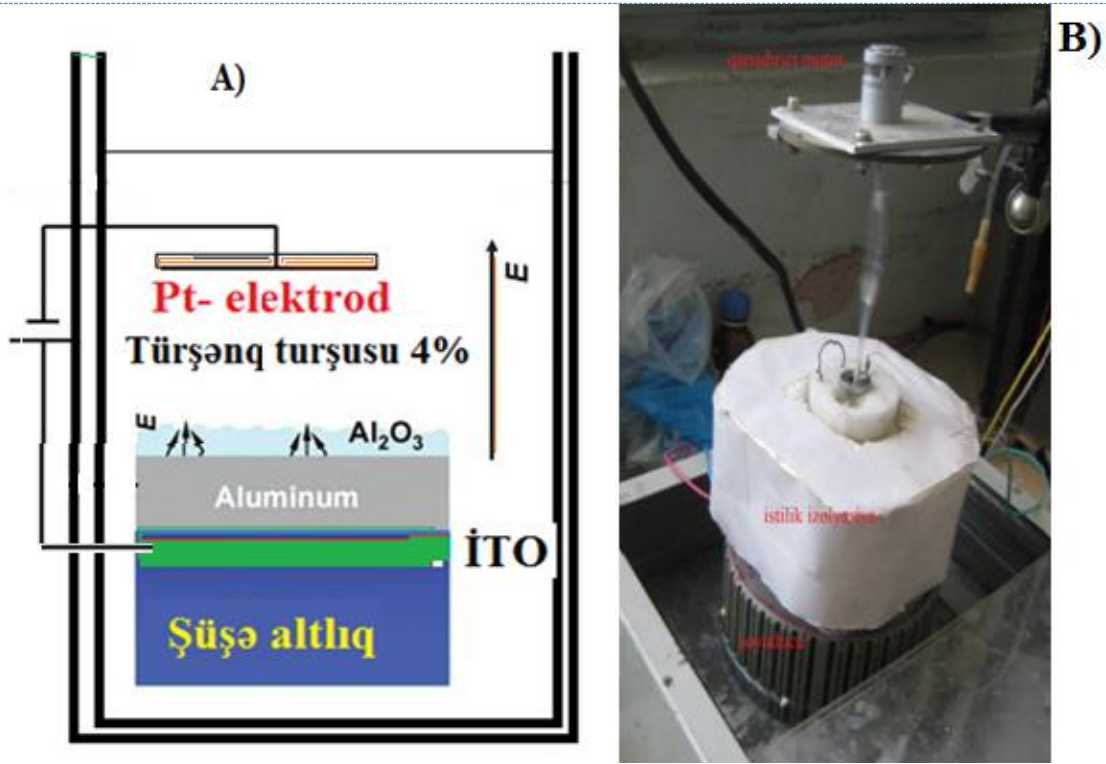
Termiki işlənmə temperaturunun 400-500°C-yə qədər artırılması ilə diffuziya qozbelliliyin eni bir qədər azalır ( $2\theta=22-33^\circ$ ), hündürlüyü isə artır. Bu isə, nazik təbəqələrin quruluşunda baş verən dəyişikliklərin nəticəsi ola bilər.  $2\theta=36^\circ$ -də müşahidə edilən (400)- difraksiya maksimumunun mövcudluğu mikrokristallik quruluşlu təbəqələrin formalaşmasının başlanmasına işarə edir. Beləliklə, temperaturun artırılması İTO-nun rentgen difraktoqrammalarına xas olan difraksiya piklərinin intensivliyinin artmasına və onların daralmasına gətirib çıxarır.

Amma, termiki işlənmə temperaturunun 200°C-dən 400°C-yə qədər artırılması nəticəsində spektrlərdə, təbəqələrin amorf quruluşunun kristallik quruluşla əvəz olunmasına işarət edən difraksiya piklərinin yaranması müşahidə olunur (şəkil 7). Rentgen difraksiya spektrlərindəki  $2\theta=31^\circ$  də müşahidə olunan (222) fazasına uyğun gələn ən intensiv difraksiya piki əsasında Debay-Şerer ( $d=k\lambda/\beta\cos\theta$ ,  $\theta$ - rentgen pikinin maksimumu müşahidə edilən difraksiya bucağı,  $\beta$ -pikin yarım hündürlüyündəki tam eni, radianla,  $k\approx 0.89$  -Şerer sabitidir) düsturu vasitəsilə kristalların ölçülərinin 13 nm olduğu dəyərləndirilmişdir.

2-ci mərhələdə şüşə- İTO quruluşu üzərinə 50 nm qalınlığında Ti təbəqəsinin və 200 nm- 1.5 mkm qalınlığında Al təbəqəsinin maqnetron tozlandırılması üsulu ilə alınması metodikası işlənmişdir. Aluminium təbəqəsinin İTO təbəqəsinə adgeziyasının, səthi defektlərinin və hamarlılığının vakuum tozlandırma kamerasındakı şəraitindən və daha sonrakı temperatur tablanma şəraitindən asılılığı tədqiq edilmişdir.

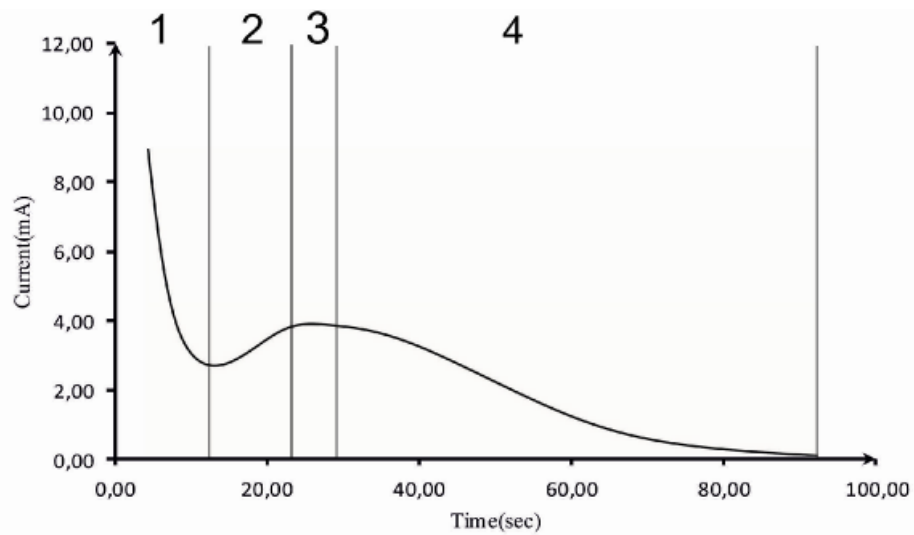
Al ilə İTO arasında adgeziyanın gücləndirilməsi məqsədi ilə İTO təbəqəsi üzərinə 30 - 50 nm qalınlığında Ti aralıq- bufer təbəqəsinin tozlandırılması üsulu işlənmişdir. Alınmış təbəqələrin səthi Atom qüvvə (AİST –NT SMART SPM) və Skaneredici Elektron Mikroskopları vasitəsilə, optiki xassələri SPECORD-250 -222P spektrofotometri , elektrik xassələri 4 zondlu səthi müqavimət ölçü qurğusu, qalınlığı isə Mİİ-4 optik interferensiyalı ölçü mikroskopu və ellipsometriya qurğusu vasitəsilə tədqiq edilmişdir.

Nanoməsaməli  $Al_2O_3$  (AAO) təbəqələrini alınmasının işlənməsi 2 müstəqil mərhələdə aparılmışdır. İlk mərhələdə 2 elektrodlu kimyəvi hücrə işlənmiş və hazırlanmışdır. Bu qurğuda yardımcı elektrod – katod qismində Pt telindən, anod qismində isə, bilavasitə Al lövhəsindən istifadə olunur. İşçi məhlulun 3-5°C temperatura qədər soyudulması üçün termoelektrik soyuducudan və ya buzdan istifadə olunur. Anodlaşma prosesi sırasında məhlulun qarışdırılması üçün yüksək sürətli elektrik mikro mühərrikdən istifadə olunmuşdur. Hücrədəki prosesin kompyüter ekranında müşahidəsi üçün kimyəvi hücrə üzərində veb-kamera quraşdırılmışdır .



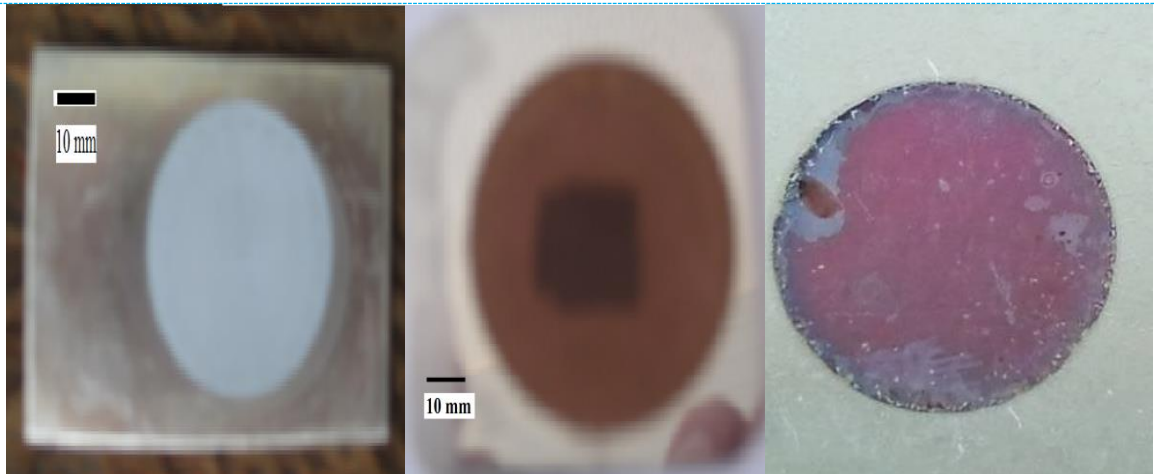
Şəkil 8. İkielektrodlu kimyəvi hücrənin quruluş sxemi (A) və yüksək sürətli elektrik mikro qarışdırıcı və soyuducu ilə təchiz edilmiş anodlaşdırma qurğusu (B)

1-mərhələdə AAO təbəqələri 500 mkm - 1mm qalınlığında Al lövhələri üzərində alınması işlənmişdir. Lövhələr, mexaniki çərginliyinin azaldılması və Al domenlərinin böyüdülməsi məqsədilə hava mühitində 500°C temperaturda 1-2 saat ərzində təbləndikdən sonra elektrokimyəvi və mexaniki- kimyəvi pərdəlandırılmış və onların səthi üzvi həlledici məhlullar vasitəsilə yağlardan təmizlənmişdir.

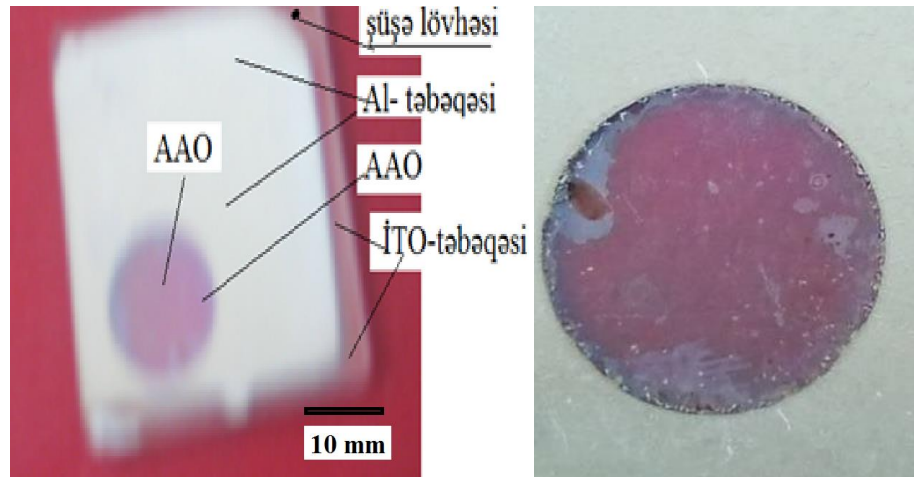


Şəkil 9. Anodlaşdırma prosesinin cərəyan - zaman qrafiki



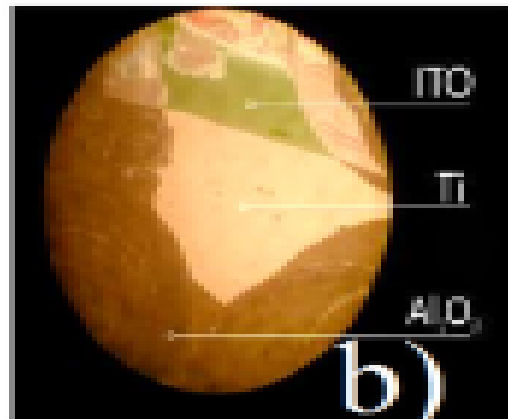
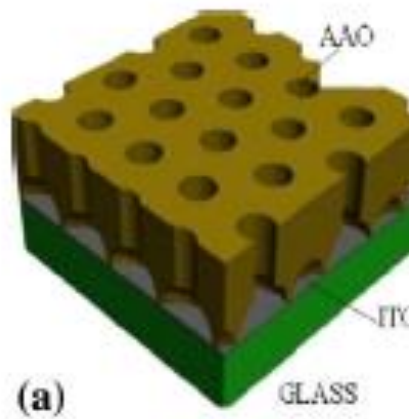


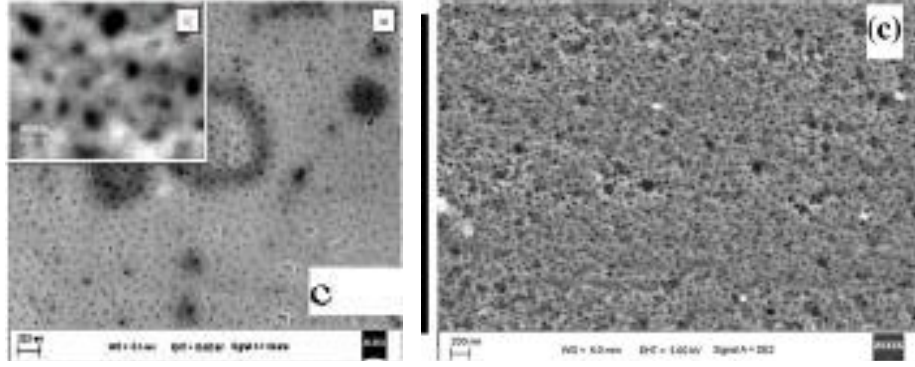
Şəkil 10. Al nazik (200 mkm) təbəqəsi üzərində alınmış müxtəlif qalınlıqdakı AAO təbəqələrinin görünüşü



Şəkil 11. Şüşə- İTO altlığı üzərində sintez edilmiş AAO (1 mkm) təbəqəsi

Anodda oksidləşdirmə prosesi tərkibində 0.5 M oksalat (türşəng) turşusu, 5% fosfat turşusu və 10% sulfat turşusu olan məhluldan aparılmışdır. 2-ci mərhələdə AAO təbəqələri şüşə -İTO-Ti-Al strukturları əsasında alınmışdır.





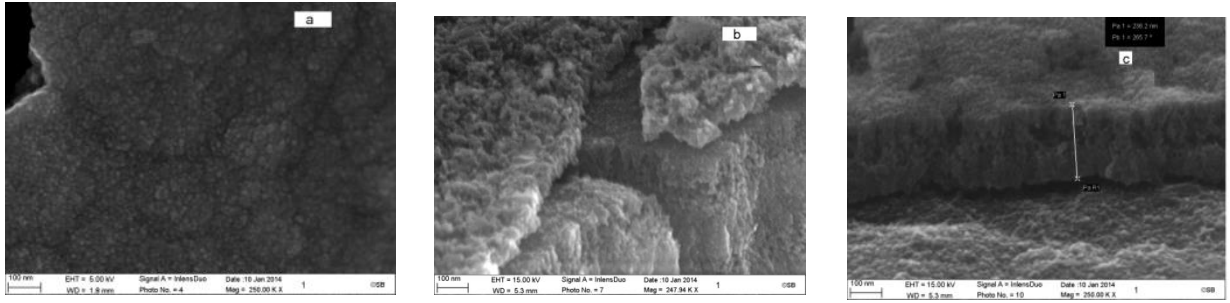
Şəkil 12. Şüşə-İTO-AAO strukturunun sxematik (a), mikrofotografik (b) və SEM (3) təsvirləri

1. CdS və CdTe nanostrukturuların alınması üçün seçilmiş elektrolitin tərkibinə daxil olan əsas komponentlərin ayrı-ayrılıqda elektrokimyəvi çökmə prosesinin kinetika və mexanizmi aydınlaşdırılmışdır /48-49/. CdS, CdTe-un elektrokimyəvi yolla çökdürülməsi üçün polyar üzvi və qeyri-üzvi elektrolitlərdən istifadə olunması nəzərdə tutulmuşdur. Bu baxımdan CdS-in çökdürülməsi üçün polyar üzvi elektrolit olaraq, tərkibində Cd ionları və kolloid kükürd hissəciklər şəklində həll olmuş kükürd molekulları olan etilen qlikol elektroliti götürülmüşdür. Qeyri-üzvi elektrolit olaraq tərkibində kadmium ionları olan sulfid elektrolitlərdən istifadə olunmuşdur. Kadmium sulfidin çökmə potensial sahəsini təyin etmək üçün müvafiq olaraq aşağıdakı elektrolitlərdən istifadə edilmişdir: a-  $\text{CdCl}_2 + \text{S} + \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  (etilenqlikol); b-  $\text{CdCl}_2 + \text{S} +$  (dimetilsulfooksid); c-  $\text{CdSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{TrilonB} + \text{H}_2\text{SO}_4$ .

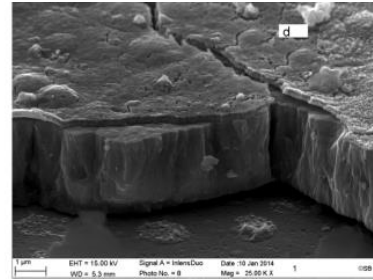
Etilen-qlikolda həll olunmuş 0.2 M  $\text{CdCl}_2$ , 0.02 M  $\text{S}_8$ , və 0.1 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  tərkibli susuz elektrolitdən  $T=90-100^\circ\text{C}$ -də ITO elektrik keçiricisinin, nazik təbəqə üzərində elektrokimyəvi çökdürülmə üsulu ilə alınmış CdS nazik təbəqələrinin element tərkibi, kristallik quruluşu və optik xassələri tədqiq edilmişdir. Alınmış təbəqələrin skanedici elektron mikroskopiyaya (SEM), rentgen enerji dispersiv analizi (EDS), rentgenquruluş analizi (XRD), kombinasiyon səpilmə (Raman spektri) və fotolümenessensiya spektrinin ölçülməsi üsulları vasitəsi ilə tədqiq edilmişdir /50/.



Şəkil13. CdS nazik təbəqələrinin səthinin ( $\times 10^5$ ) mikrofoto şəkli



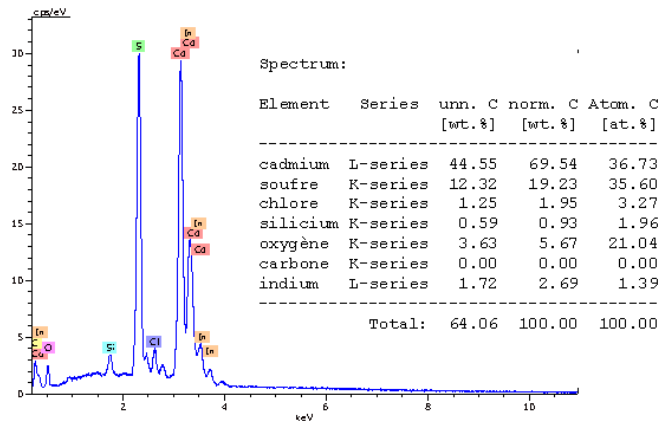
Element	wt% (at%)	
Cd	72.38	39.14
O	4.84	18.39
Si	0.14	0.30
S	19.63	37.22
Cl	2.83	4.86
In	0.17	0.09



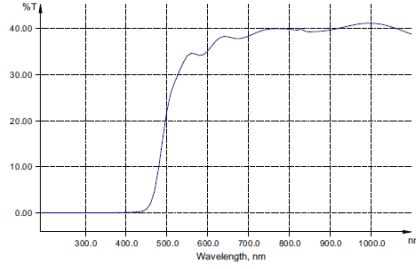
Şəkil14. CdS nazik təbəqələrinin səthinin ( $\times 10^5$ ) və en kəsiyinin ( $\times 10^4$ ) SEM təsvirləri

CdS nazik təbəqəsinin Rentgen enerji dispersiv analizator-spektrometr qurğusu (EDS) ilə təchiz olunmuş "Oxford Instruments" markalı skanə olunmuş elektron mikroskop (SEM) vasitəsilə alınan EDS spektri və kimyəvi element tərkibi şəkil 14-də göstərilmişdir.

Təbəqələrin SEM təsvirləri və mikrofototəşkilləri çökdürülmüş təbəqələrin altlıq boyunca eyni qalınlıqda (200-500 nm) bircinsli şəkildə çökdürüldüyünü nümayiş etdirir. Təbəqələr 400-800 nm dalğa diapazonunda yüksək optik buraxmaya ( $\sim 70\%$ ) malikdir.



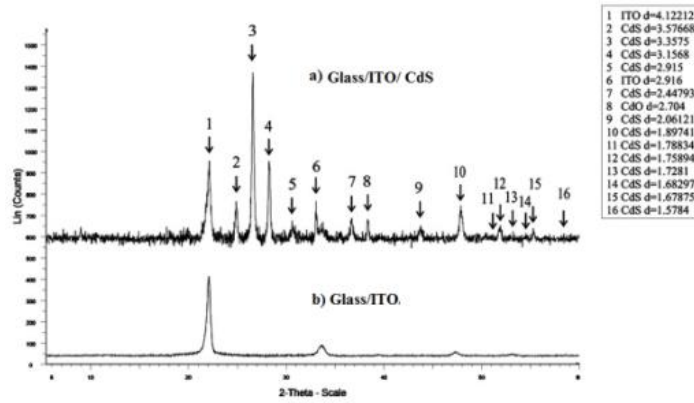
Şəkil 15. CdS təbəqəsinin element tərkibi (SEM)



Şəkil 16. CdS təbəqəsinin optik buraxma spektri

EDS spektrin və element tərkibinin təhlili CdS təbəqəsinin stexiometrik tərkibə malik olması haqda nəticəyə gəlməyə imkan verir.

Şəkil 17 (a)-də şüşə-ITO-CdS, şəkil 17(b)-də isə şüşə/ITO strukturunun  $\lambda=1,54\text{\AA}$  dalğa uzunluğunda rentgen şüalanmasının  $\text{CuK}_\alpha$  mənbəyi ilə təchiz olunmuş "Rigaku "Miniflex-500" markalı difraktometr vasitəsi ilə alınan difraktoqramma spektrləri ( $2\theta = 0 - 60^\circ$ ) göstərilmişdir.



Şəkil 17. CdS /İTO/Şüşə(a) və İTO/şüşə (b) təbəqələrinin difraktoqramması.

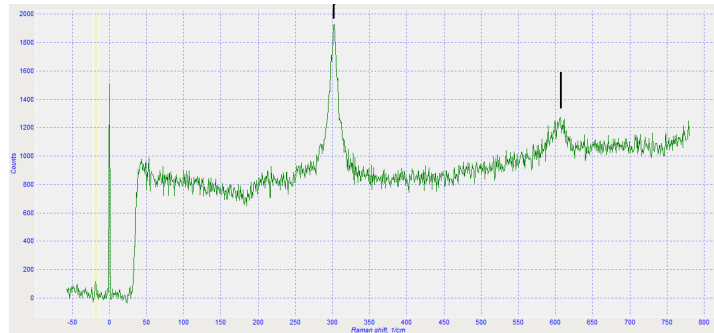
Difraktoqrammaların təhlili əsasında tərtib edilən CdS nazik təbəqəsinin kristallik fazalarının tərkibinin təsnifatı cədvəl 3-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 3. Kristallik fazalarının tərkibinin təsnifatı

Difraktoqramma pikinin s.s	$2\theta, ^\circ$	d (Å)	CdS, kristallik quruluş və Müllər ədədləri (hkl)	Aşqar fazalar
1	22.20	4.122	-	İTO
2	24,874	3,57668	100 (heks)	-
3	26,459	3,36594		CdS 111(kub)
4	26,527	3,3575	002(heks)	-
5	28,247	3,1568	101(heks)	-

6	30,645	2,915	-	CdS 200 (kub)
7	36,682	2,44793	102(heks)	-
8		2,704	-	CdO
9	43,805	2,06499	110(heks)	-
10	43,889	2,06121	-	220 (kub.)-
11	47,905	1,89741	103(heks)	-
12	51,028	1,78834	200(heks)	-
13	51,944	1,75894	112(heks)	-
14	51,98	1,75781	-	311(kub)
15	52,943	1,7281	201(heks)	-
16	54,478	1,68297	-	222 (kub)

Difraktoqrammadan və cədvəldən görüldüyü kimi, CdS nazik təbəqəsi əsasən heksagonal modifikasiyalı kristallik quruluşa malik olan CdS nanokristallarından və cüzi miqdarda CdO və kubik modifikasiyalı CdS fraksiyalarından ibarətdir. “Tokyo Instruments” markalı konfokal lazer spektroskopiya cihazı vasitəsilə alınan kombinasiyon səpilmə spektri şəkil 18-də təqdim olunub.



Şəkil 18. CdS təbəqəsinin kombinasiyon səpilmə (Raman) spektri

Spektrdə Raman sürüşməsinin (Raman shift)  $\sim 300 \text{ cm}^{-1}$  qiymətində heksagonal modifikasiyalı CdS-ə xas olan birinci tərtib optik uzununa fonon (1LO) modasına cavab verən,  $\sim 605 \text{ cm}^{-1}$  qiymətində isə, kubik (sfalerit) modifikasiyalı CdS-ə xas olan ikinci tərtib optik uzununa fonon (2LO) modasına cavab verən piklər müşahidə olunur. Bu spektr, bir tərəfdən, rentgen difraktoqramların təhlili əsasında CdS-in kristallik quruluşu barəsində alınan nəticələri bir daha təsdiq edir, digər tərəfdən isə, heksagonal və kubik fazaların miqdar nisbəti haqda (piklərin intensivliklərinin müqayisəsi əsasında) məlumat verir.

Hesabat dövründə alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, elektroçökdürmə üçün seçilmiş məhlulun tərkibi və çökdürmə rejimi, günəş çeviricilərinin pəncərə elementi üçün kifayət qədər yararlı, stexiometrik tərkibli, əsasən heksagonal modifikasiyalı kristallik quruluşa malik CdS nanokristallarının yetişdirilməsinə imkan verir.

Şəkil 19. AAO məsamələrində yetişdirilmiş CdS nanotellərinin fotolumenissensiya spektri (300K)

CdTe nanostrukturlarını elektrokimyəvi yolla çökdürmək üçün sulfat-tartarat elektroliti seçilmişdir. Bu elektrolitlərdə ayrı-ayrılıqda Cd, S və Te –un elektrolitik çökmə potensial sahəsi təyin edilmişdir. Elektroçökmə prosesinin kinetikasi və mexanizmi aydınlaşdırılmışdır. Alınmış nəticələr əsasında kadmiumun kükürd və tellurla birgə çökməsi üçün elektrolitin tərkibi müəyyənəndirilmişdir.

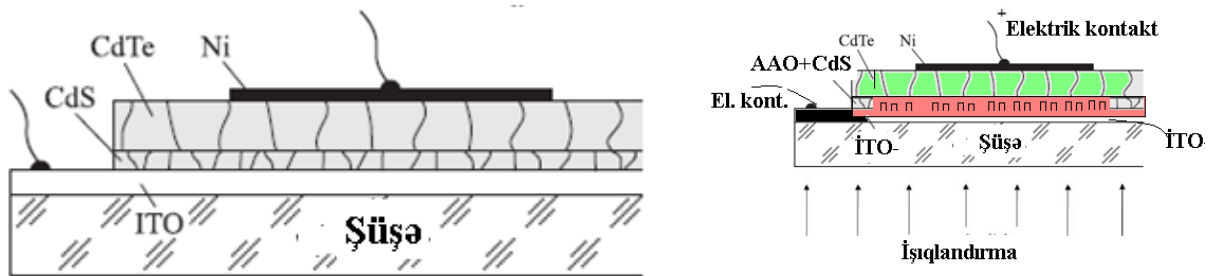
Məhlulun əsas komponentlərinin müxtəlif qatılıqlarında və nisbətlərində CdS -in əmələgəlmə potensial sahəsi  $-0.5 - (-0.7)$  V intervalında, CdTe əmələgəlmə potensial sahəsi isə  $0.0 - 0.15$  V potensialına (gümüş xlorid elektroduna nəzərən) uyğun gəlir.

2-ci mərhələdə isə, alınan şüşə/İTO/ (AAO) /CdS sistemi üzərinə 3-5 mkm qalınlığında CdTe nazik təbəqəsi çökdürülmüşdür. Çökdürmə prosesindən dərhal sonra təbəqələrin CdCl<sub>2</sub>-un metanoldakı mühitində 400°C temperaturda termiki işlənilməsi aparılmışdır.

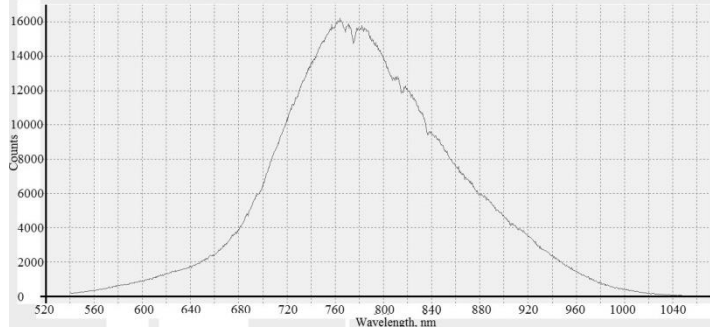
CdTe təbəqəsinin elektrik keçiriciliyi p- tipdə, CdS- nanotellərinin isə n- tipdə olduğu təyin edilmişdir.

CdTe təbəqəsinə Ni omik kontaktları Ar ion mənbəyinə malik olan Z-550 Leybold-Heraeus markalı vakuumda maqnetron çökdürmə qurğusunda CdTe təbəqəsinin səthinin 500 meV enerjili argon ionlarının bombardman işlənilməsindən sonra nazik Ni təbəqəsinin vakuumda tozlandırması yolu ilə hazırlanmışdır.

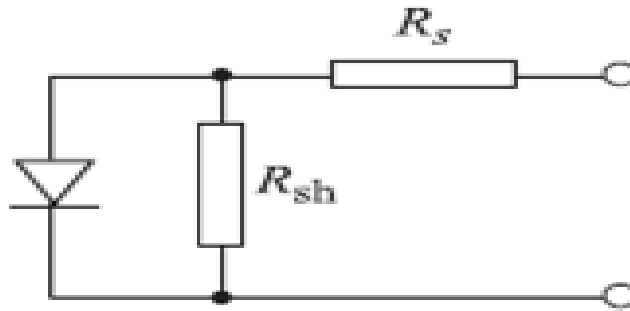
Alınan strukturların konstruksiyası şəkil 20-də və 21-də göstərilmişdir.



Şəkil 20. Şüşə/ İTO/ CdS/ CdTe/ - quruluşu



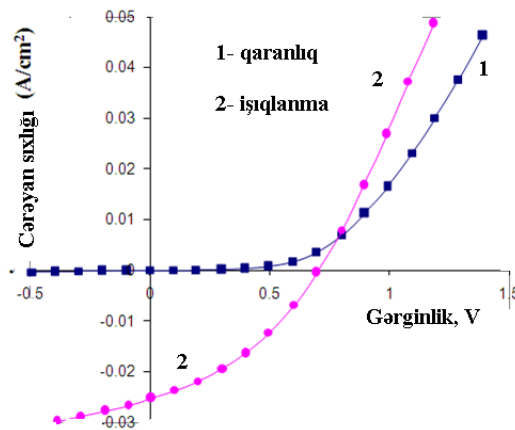
Şəkil 21 . Nikel (+) və İTO (-) elektrodlarına malik Şüşə/ İTO/ AAO/ + nano CdS/ CdTe - quruluşunun konstruksiyası;



Şəkil 22. Şüşə/ İTO/ AAO/ + nano CdS/ CdTe quruluşunun ekvivalent sxemi

Şüşə- İTO – AAO-CdS –CdTe quruluşunun fotovoltaiq xassələri, 750 Vt gücündəki qızdırılma lampalı AM-1.5 ( air mass 1.5) ( $\sim 150 \text{ mW/cm}^2$ ) işıqlandırma şəraitini təmin edən C-1 (SSSR, LOMO) markalı günəş imitatoru vasitəsilə öyrənilmişdir.

Quruluşların qaranlıqda və 1.5 AM işıqlandırma şəraitində Volt- amper xarakteristikaları ( $J_{sc}$  qısa qapanma cərəyanının açıq dövrə gərginliyindən  $V_{oc}$  asılılığı) şəkil 23 –də verilmişdir.



Şəkil 23. Şüşə/ İTO/ CdS/ CdTe quruluşunun 1.5 AM işıqlandırma şəraitində Volt- amper xarakteristikası ( $J_{sc}$  qısa qapanma cərəyanının açıq dövrə gərginliyindən  $V_{oc}$  asılılığı)

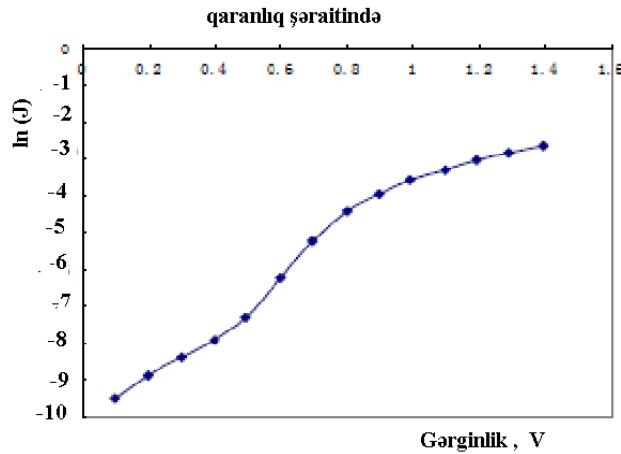
Günəş elementinin Volt-ampere xarakteristikası  $J = J_0(e^{qV/AkT} - 1) - J_L$  düsturu ilə ifadə olunur. Burada  $J$ - cərəyannın sıxlığı,  $J_0$ - doymuş cərəyan sıxlığı,  $q$ - elektronun yükü,  $V$ - açıq dövrə gərginliyi,  $A$ - ideallıq faktoru,  $k$ - Bolsman sabiti,  $T$ - temperatur,  $J_L$  – işıqlanma hesabına artan cərəyan sıxlığı.

Tənliyin sağ və sol tərəflərinin loqarifmalanması nəticəsində qaranlıqdakı cərəyan üçün

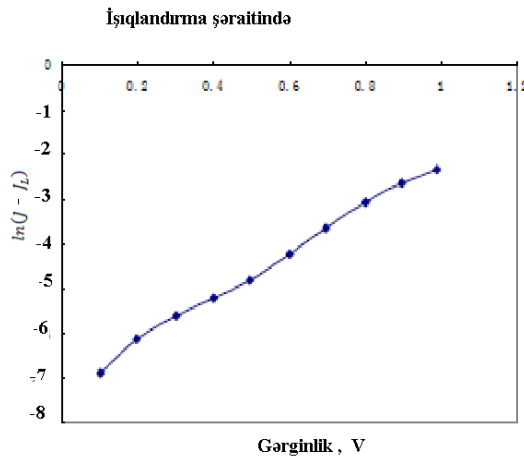
$$\ln(J) = \frac{q}{AKT} V + \ln(J_0)$$

İşıqlandırma şəraiti üçün isə,  $\ln(J + J_L) = \frac{q}{AKT} V + \ln(J_0)$  düsturunu almaq mümkündür.

Bu ifadələr əsasında tərtib edilən elementin parametrlərinin təyin edilməsi üçün bu xarakteristikalar əsasında quruluşların qaranlıqda və işıqlandırma şəraitində yarım loqarifmik miqyasda volt-ampere xarakteristikaları ( $\ln(I)$ ) şəkil 24 və 25- də göstərilmişdir.



Şəkil 24. Şüşə-İTO-CdS-CdTe quruluşunun qaranlıqda yarım loqarifmik miqyasda volt-ampere xarakteristikası ( $\ln(I)$ )



Şəkil 25. Şüşə-İTO-CdS-CdTe quruluşunun işıqlanma şəraitində (yarım loqarifmik miqyasda volt-ampere xarakteristikası ( $\ln(I - I_L)$  (V)))

Quruluşunun qaranlıqda və işıqlandırma şəraitində ölçülən parametrləri cədvəl 4 və 5-də göstərilmişdir.

Cədvəl 4. Şüşə- İTO- CdS- CdTe quruluşunun qaranlıqda və işıqda ölçülən parametrləri



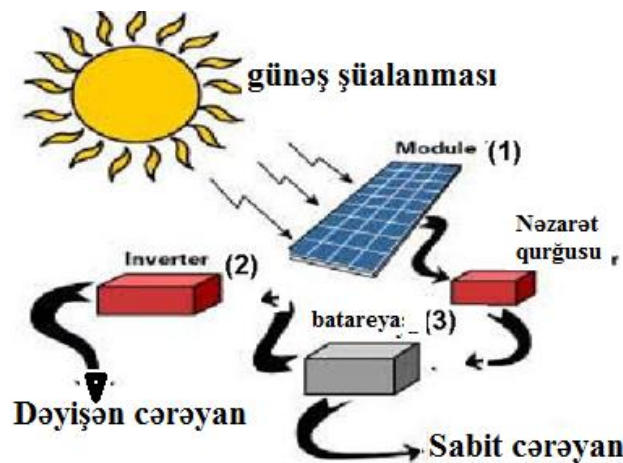
İşıqlandırma şəraiti	$\alpha$	A ideallıq faktoru	$J_0$ , doyma cərəyanı
Qaranlıq	10.3	3.75	$5 \times 10^{-6}$ A/cm <sup>2</sup>
İşıqlandırma	5.83	6.62	$4 \times 10^{-4}$ A/cm <sup>2</sup>

Bunların əsasında Günəş elementinin 1.5 AM işıqlandırma şəraitində parametrləri hesablanmışdır.

Cədvəl 5. Şüşə/ İTO/ CdS/ CdTe 1.5 AM işıqlandırma şəraitində parametrləri

Günəş elementinin Parametrləri	Təcrübi qiymətlər
açıq dövrə gərginliyi $V_{oc}$	630 mV
qısa qapanma cərəyanı sıxlığı, $J_{sc}$ mA cm <sup>-2</sup>	38 .0
Doyma cərəyanının sıxlığı A cm <sup>-2</sup>	$8 \times 10^{-8}$ - $1.0 \times 10^{-7}$
VAX-ın doldurulma Feel - factor FF	0.33
Enerjinin çevrilmə Effektivliyi	8 %

Məlumdur ki , yer səthinə düşən Günəş enerjisinin intensivliyi gün ərzində dəyişir ( gecə vaxtı isə tamamilə kəsilir). Günəş enerjisindən çevrilmiş elektrik enerjisinin bir qismini akkumulyasiya edərək, enerjiden gecə saatlarında istifadəni təmin etmək zəruri şərtlərdən biridir. Bu baxımdan effektiv enerji akkumulyasiya sistemlərinin yaradılması çox əhəmiyyətlidir . Buna görə günəş enerjisinin istifadəsi üçün PV- çeviriciləri ilə yanaşı akkumulyator batareyalarını da təkmilləşdirilməsi vacib elementlərdən biridir. Şəkildə görüldüyü kimi, günəş enerjisinin tədarükü sisteminin tərkibinə vahid modul (1) şəklində cəmləşdirilmiş çox sayda sabit cərəyan (SC) mənbəyi olan PV- çeviriciləri, sabit cərəyanı dəyişən cərəyana çevirən inverter qurğusu (2) və enerji elektroakkumulyator batareyaları (3) daxildir.



Bu səbəbdən layihənin icrası sırasında tərəfimizdən günəş enerjisinin nanoquruluşlu PV- günəş çeviricisini və elektrik enerjisini akkumulyasiya edən nanokondensatoru özündə cəmləşdirən hibrid cihazın konstruksiyası və hazırlanma metodikası işlənmişdir /51/.

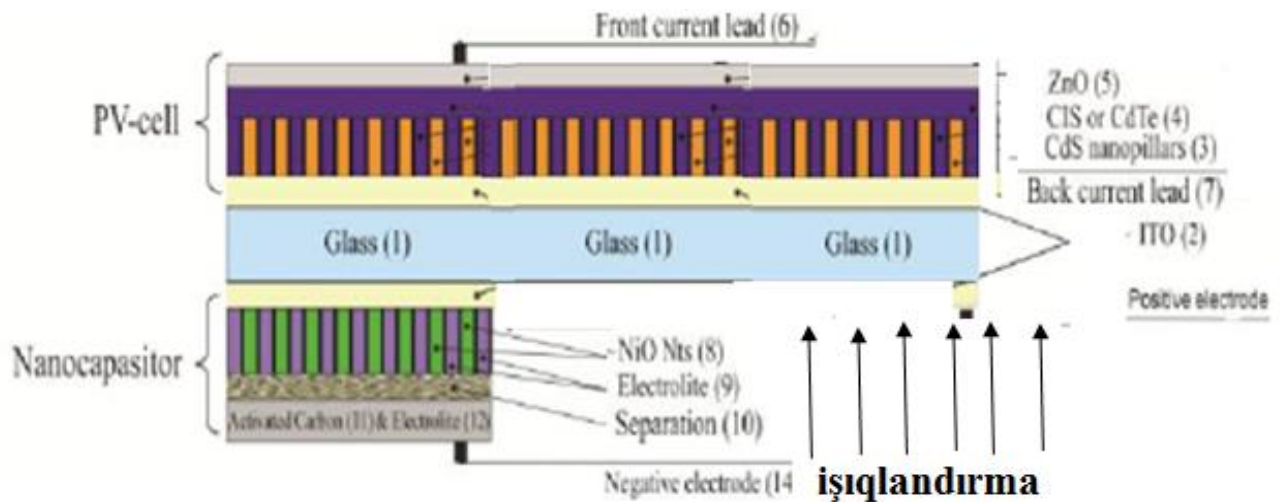
Tədqiqatlar əsnasında gəldiyimiz nəticəyə görə nanoquruluşlu PV-elementinin və nanokondensatorların hazırlanma proseslərinin əsas mərhələləri eynidir və hətta oxşar

texnoloji şəraitlərdə həyata keçirilir.

Yeni hibrid cihaz, hər iki üzünün İTO təbəqəsi ilə örtülmüş vahid şəffaf şüşə lövhəsinin (1) ön və arxa səthləri üzərində qurulmuş nanoquruluşlu PV- günəş çeviricisindən (2) və nanokondensatordan (3) ibarətdir. Cihazın PV –çevirici tərəfi, CdTe nazik layının (4) əhatəsində olan şaquli istiqamətləndirilmiş CdS nanosütunlarından (3), şəffaf ZnO layından (5) və ön (6) və arxa (7) cərəyan naqillərindən ibarətdir. Nano kondensator tərəfi elektrolit (9) mühitində yerləşən NiO nanosütunlarından (kondensatorun müsbət elektrodu) (8), elektrik naqildən (9), aktivləşdirilmiş karbondan (mənfi elektrod) (11), elektrolitdən (12), müsbət və mənfi elektrodlar arasındakı məsaməli separatorundan (13) və mənfi elektroda yönəlmiş cərəyan naqilindən (14) ibarətdir.

Cihazın hazırlanması aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

- 1-ci mərhələ şüşə lövhənin hər iki üzünə İTO və Al təbəqələrinin maqnetron tozlandırılması;
- 2-ci mərhələ şüşə lövhənin hər iki üzünə Al təbəqələrinin anodda oksidləşdirilməsi (AAO);
- 3-cü mərhələ şüşə lövhənin ön tərəfindəki (PV- çeviricisi tərəf) AAO məsamələrinin daxilinə CdS çökdürülməsi, arxa tərəfdəki (kondensator tərəfi) AAO məsamələrinə isə nikel çökdürülməsi;
- 4-cü mərhələ - lövhənin PV- tərəfinə daha əvvəl çökdürülən CdS üzərinə 2-5 mkm qalınlığında CdTe təbəqəsinin çökdürülməsi;
- 5-ci mərhələ quruluşun oksigen və ya hava mühitində 450°C –də termik işlənilməsi, PV tərəfdə CdS və CdTe təbəqələrinin hər birində kristallik quruluşun formalaşması;
- CdS-CdTe- heteroqeydidinin formalaşması, kondensator tərəfdə Ni oksidləşərək NiO oksidinin yaranması (müsbət elektrod);
- 6-cı mərhələ lövhənin kondensator tərəfinə NiO nanosütunlarının elektrolitlə doldurulması, məsaməli separator təbəqənin yaradılması, karbon elektrodun (mənfi elektrod) yerləşdirilməsi və qapanması;
- 7-ci mərhələ PV tərəfə ZnO təbəqəsinin tozlandırılması və cərəyan elektrodlarının yerləşdirilməsi.

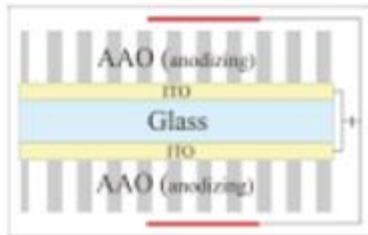




### 1-ci mərhələ

Aluminum tozlandırılması

Aluminum tozlandırılması

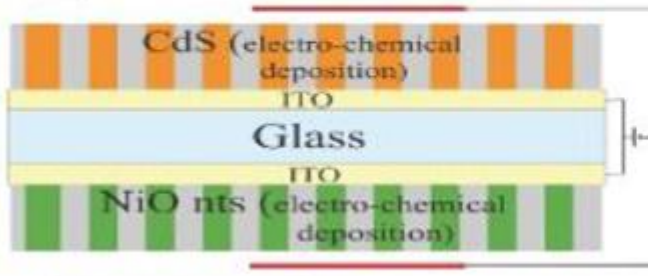


### 2ci mərhələ

Anodda oksidləşmə

Anodda oksidləşmə

### 3cu mərhələ



AAO məsamələrinə CdS çökdürülməsi

AAO məsamələrinə Ni çökdürülməsi

## ƏDƏBİYYAT SIYAHISI

1. Abbott A.P., Capper G., Davies D.L. et. al. Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures. // Chem. Commun. 2003. vol. 1. pp. 70-71.
2. Phillip J.D., Anura P.S., Dilip D.Sh., Laurence M.P. Synthesis of cadmium and zinc semiconductor compounds from an ionic liquid containing choline chloride and urea. // Thin Solid Films. 2007. vol. 515. pp. 5751-5754.
3. Izgorodin A., Orawan W., Bjom W., Douglas R.M. CdS thin-film electrodeposition from a phosphonium ionic liquid. // Phys. Chem. Chem. Phys. 2009. vol. 11. pp. 8532-8537. 19.
4. Morris G.C., Vanderveen R. Cadmium Sulphide Films Prepared by Pulsed Electrodeposition. // Solar Energy Mat. 1992. Vol. 27. pp. 305.
5. Dennison S. Studies of the Cathodic Electrodeposition of CdS from Aqueous Solution. // Electrochim. Acta. 1993.vol. 38. pp. 2395.
6. Sasikala G., Dhanasekaran R., Subramanian C. Electrodeposition and Optical Characterisation of CdS Thin Films on ITO-coated Glass. // Thin Solid Films. 1997. vol. 302. pp. 71.
7. Karami H., Kaboli A. Pulsed Current Electrochemical Synthesis of Cadmium Sulfide Nanofibers. // Int. J. Electrochem. Sci. 2010. vol. 5. pp. 706-719.
8. Kassim A., Zainal Z., Nagalingam S. et. al. Effects of Electrodeposition Periods and Solution Temperatures Towards the Properties of CdS Thin Films Prepared in the Presence of Sodium Tartrate. //Mater. Sci. 2005. Vol. 11. No. 2. pp. 101-104.
9. Алиев А.Ш. Электроосаждение тонких слоев CdS из сернокислового электролита.

- //Азерб. хим. журнал. 2005. №3. С. 156-160.
10. Алиев А.Ш., Мамедов М.Н., Гюль-ахмедова З.Ф., Абдуллаева М.Н. Получение тонких электролитических слоев CdS из серноокислого электролита. //Ученые записки АзТУ. 2006. XV. №1. С.122-124.
  11. Panicker M.P.R., Kanster M., Kroger F.A. Cathodic deposition of CdTe from aqueous electrolytes // J. Electrochem. Soc. 1978, v.125, No 4, p. 566–572.
  12. Kroger F.A., Cathodic deposition and characterization of metallic or semiconducting binary compounds // J.Electrochem.Soc. 1978, v.125, p.2028-2034.
  13. William J.Danaher and Lawrence Lyons. Galvanostatic deposition of thin films of Cd and Te // Aust. J. Chem. 1983, v. 36, p. 1011–1016.
  14. Libres J. In situ electrochemical deposition CdTe p-type conductivity // Electrochem. Soc.1984, v.131, No 2, p. 464–465.
  15. Da Silva Pereira M., Peter L.M. Studies of two-dimensional electrocrystallization: The CdS/Cd(Hg) system. // J. Electroanal. Chem. 1982. vol. 140. pp. 103-120.
  16. Baranski A.S., Fawcett W.R. The Electrodeposition of Metal Chalcogenides. // J. Electrochem. Soc. 1980. vol. 127. pp. 766.
  17. Baranski A.S., Fawcett W.R., MC Donald A.C., De Nobriga R.M. The Structural Characterization of Cadmium Sulfide Films Grown by Cathodic Electrodeposition. // J. Electrochem. Soc. 1981. Vol.128, pp. 963.
  18. Edamura T., Muto. Preparation and Properties of Electrodeposited Ternary CdS<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub> and ZnxCd<sub>1-x</sub>S Films. //Thin Solid Films. 1993. Vol. 226. pp. 135.
  19. Goto F., Shirai K., Ichimura M. Defect Reduction in Electrochemically Deposited CdS Thin Films by Annealing in O<sub>2</sub>. // Solar Energy Mat. Solar Cells. 1998. Vol. 50. Pp. 147.
  20. Murali K.R., Kala S., Elango P. CdS Films Pulse Plated From Nonaqueous Bath. // Chalcogenide Letters. 2008. Vol. 5. No. 12. p.p 333 - 337.
  21. Behar D., Rubinstein I., Hodes G. Electrodeposition of CdS quantum dots and their optoelectronic characterization by photoelectrochemical and scanning probe spectroscopies. // Super lattices and Microstructures. 1999. Vol. 25. No. 4. pp. 601-613.
  22. Darkowski A., Cocivera M. Electrodeposition of cadmium telluride using phosphine telluride // J. Electrochem. Soc. 1985. v. 132. No 11. p. 2768–2771.
  23. Mondal S.P., Dhar A., Ray S.K. Optical properties of CdS nanowires prepared by dc electrochemical deposition in porous alumina template.// Mater. Sci. Semicond. Process. 2007. vol.10, pp.185-193.
  24. Sankir N.D., Dogan B. Growth of CdS thin films and nanowires for flexible photoelectrochemical cells. //J. Mater. Process. Technol. 2011. vol.21. pp.382-387.
  25. Ghenescu M., Ion L., Enculescu I. et al. Electrical properties of electrodeposited CdS nanowires. // Physica E. 2008. vol.40, pp. 2485-2488.
  26. Jhang J., Hung W. Hollow CdS nanoparticles formed through electrodeposition of Cd(OH)<sub>2</sub> on graphite and treatment with H<sub>2</sub>S.// Mater. Chem. Phys. 2011. vol. 129. pp.512- 516.
  27. Mo D., Liu J., Yao H.J. et al. Preparation and characterization of CdS nanotubes and nanowires by electrochemical synthesis in ion-track templates. // J. Cryst. Growth. 2008. vol.310, pp. 612-616.
  28. Chen F., Qiu W., Chen X. Large-scale fabrication of CdS nanorod arrays on transparent conductive substrates from aqueous solutions. // Solar Energy. 2011. Vol.85. pp. 2122-2129.
  29. Kang Y, Kim D. Enhanced optical sensing by carbon nanotube functionalized with CdS particles.// Sens. Actuators. A.2006. vol.125. pp. 114-117.
  30. Aguilera A., Jayaraman V., sanagapalli S. et al. Porous alumina templates and nanostructured CdS for thin film solar cell applications.// Sol.Energy Mater. Sol. Cells.

2006. vol.90. pp.713-726.
31. Lu C., Wang X., Xu J., Chen H. Electrochemical modulation of electrogenerated chemiluminescence of CdS nano-composite.// *Electrochem. Commun.* 2008. vol.10, pp. 1530-1532.
  32. Jhang J., Hung W. Hollow CdS nanoparticles formed through electrodeposition of Cd(OH)<sub>2</sub> on graphite and treatment with H<sub>2</sub>S.// *Mater. Chem. Phys.* 2011. vol. 129. pp.512- 516.
  33. Higashimoto S., Kawamoto K., Hirai H. et al. Fabrication of CdS nanotubes assisted by the template-free electrochemical synthesis method and their photo-electrochemical application.// *Electrochem. Commun.* 2012. vol. 20. pp. 36-39.
  34. Jindal Z, Verna N.K. Electrochemical- template assisted fabrication of CdS micro/nanostructures. // *Physica E.* vol.41.pp.1752-1756.
  35. Chen S., Paulose M., Ruan Ch. et al. Electrochemically synthesized CdS nanoparticle modified TiO<sub>2</sub> nanotube-array photoelectrodes: Preparation, characterization, and application to photoelectrochemical cells. // *J. Photochem. Photobiol.* 2006. Vol. 177. PP. 177-184.
  36. Routkevitch D., Bigioni T., Moskovits M. et al. Electrochemical fabrication of CdS nanowire arrays in porous anodic aluminum oxide templates.// *J. Phys. Chem.* 1996. Vol. 100. pp. 14037-14047.
  37. Пат. Великобритании 8621356. 1987.
  38. Bonilla S., Dalciniele E.A. Electrodeposition of CdTe thin films: Effect of chloride anion on film composition // *Int. Soc. Electrochem. (ISE).* 1992. p. 288–289.
  39. Lincot D., Kampmann A., Mokili B. Epitaxial electrodeposition of CdTe films on InP from aqueous solutions: role of a chemically deposited CdS intermediate layer // *Appl. Phys. Lett.* 1995, v. 67, No 16, p. 2355–2357.
  40. Natiaye L., Cowashe P., Cadene M. Effect of a surfactant on cadmium telluride films prepared by electrodeposition on transparent conducting oxides // *Thin Solid Film.* 1993, v. 224, No 2, p. 227–231.
  41. Peter L.M., Wang R.L. Channel flow cell electrodeposition of CdTe for solar cells // *Electrochem. Commun.* 1999, v. 1, No 11, p. 554-558.
  42. Windheim J.A., Cocivera M. Resistivity and activation energy of CdTe electrodeposited at various Cd(II) concentrations // *J. Electrochem. Soc.* 1991, v. 138, No 1, p. 250–254.
  43. Дикусар А.М., Молик А.Н., Харупа Е. // *Гальванотехника и обработка поверхности.* 1992. v. 1. № 1–2, с.43.
  44. Volker Quaschnig. «Understanding Renewable Energy Systems» Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, 2005
  45. Piao Liu Heterojunctions and Schottky Diodes on Semiconductor Nanowires for Solar Cell Applications, PhD.Thesyses, *University of Kentucky*, 2010
  46. Basic Photovoltaic Principles and Methods// SERI/SP-290-1448 Solar Information Module 6213 Published February 1982
  47. Sh.O. Eminov, A.Sh. Aliyev, Kh.D. Jalilova, I. S. Hasanov, A.A. Rajabli, N.J., Ismayilov, G.Kh. Mamedova, J.A. Guliyev, I.I. Gurbanov; Nanostructured hybrid of photovoltaic solar cell with supercapacitor and its realization- // *Azerbaijan Journal of Physics*//,2015 vol. XXI №3, p.p 43-47
  48. A.Sh.Aliyev, V.A.Majidzade, Sh.O.Eminov\*, J.A.Guliyev\*, D.M.Babanly, Mahmoud El-Ruby, Electrochemical deposition of thin films of cadmium chalcogenides, // *Azərbaycan Kimya jurnalı* № 3, 2016, pp. 140-153
  49. A.Ş.Əliyev, Ş.O.Eminov, N.Ş.Soltanova, V.A.Məcidzadə, C.A.Quliyev, X.D.Cəlilova, D.B.Tağıyev, Nikel elektrodalarda CdS nazik təbəqələrinin elektrokimyəvi yolla alınması və morfolojiyasının tədqiqi. // *Kimya problemləri* //. 2016 (14)2, s. 139-144

	<p>50. Sh. O. Eminov, D. B. Tagiyev, A. Sh. Aliyev, N. Sh. Soltanova, J. A. Guliyev, Kh. D. Jalilova, N. J. Ismayilov, I. S. Hasanov, et al. Photo and electrical peculiarities of the nanostructured glass/ITO/AAO and glass/ITO/CdS systems// Journal of Materials Science:Materials in Electronics// DOI 10.1007/s10854-016-5053-9, v.27, №9, 2016, pp 9853-9860, Springer, impakt <b>factor-2.019</b></p> <p>51. Sh. O. Eminov, D. B. Tagiyev, A. Sh. Aliyev, N. Kh. D. Jalilova, I. S. Hasanov, N. J. Ismayilov et al. Nanostructured hybrid of photovoltaic solar cell and supercapacitor. //31<sup>st</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition// 2015, 1235-1237</p>
2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)
	100%
3	<p>Hesabat dövründə alınmış <b>elmi nəticələr</b> (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Şüşə-İTO-Ti-Al strukturları "Leybold Hereaus Z550" markalı vakuum tozlandırılması qurğusunda magnetron radio-tezlikli tozlandırma üsulu ilə 2 mərhələdən ibarət proseslə emal edilməsi işlənmişdir</li> <li>2. İTO təbəqəsinin optik və elektrik xassələrinin xarakteristikalarının alınma şəraitindən asılılığı tədqiq edilmişdir.</li> <li>3. Nanoməsəmali Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (AAO) təbəqələrinin alınmasının işlənilməsi 2 müstəqil mərhələ ilə aparılmışdır və müxtəlif üsullarla xarakterizə edilmişdir.</li> <li>4. Seçilmiş elektrolit məhlullarında kadmium ionlarının çökmə potensial sahəsi müəyyənləşdirilmişdir. Kukurd və tellurun çökmə potensial sahəsi ilə yanaşı, onların sulfid və tellurid ionlarına qədər dərin reduksiya potensial sahəsi də təyin edilmişdir.</li> <li>5. CdS və CdTe-un elektrokimyəvi yolla alınması üçün lazım olan elektrolitin tərkibi və elektrolizin şəraiti müəyyən olunmuşdur və birgə çökmə potensial sahəsi təyin edilmişdir.</li> <li>6. Müxtəlif müasir fiziki cihaz və qurğulardan istifadə etməklə elektrokimyəvi yolla şüşə-İTO – AAO üzərində alınmış CdS-in mikrokristallaşmasına təsir edən faktorlar araşdırılmış və bəzi optiko-fiziki parametrləri ölçülmüşdür. Aparılan tədqiqatların nəticəsi olaraq, şüşə-İTO-AOO üzərində CdS-in nanotellərinin alındığı və yüksək fotoaktivliyə malik olduğu müəyyən edilmişdir.</li> <li>7. Şüşə-İTO-CdS-CdTe quruluşlu Günəş elementi hazırlanmış, bu elementlərin rentgen quruluş analizi, raman kombinasiya səpilmə, fotolumenissensiya və fotovoltaiq xassələri tədqiq edilmişdir. Tədqiqatlar nəticəsində Günəş elementlərinə sərf olunan maddələrin miqdarı bir neçə tərtib azaldılmış və parametrləri analoq sistemlərə uyğun olmuşdur.</li> <li>8. Aparılmış elmi tədqiqatların nəticəsi olaraq Günəş elementlərinin və akkumulyatorların bir modulda birləşdirilməsi və hibrid Günəş çeviricilərin yaradılması texnologiyası işlənib hazırlanmışdır.</li> </ol>
4	<p>Layihə üzrə <b>elmi nəşrlər</b> (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərəcə olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeks, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir)</p> <p><i>(surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!)</i></p> <p>1. Sh.O. Eminov, A.Sh. Aliyev, Kh.D. Jalilova, I. S. Hasanov, A.A. Rajabli, N.J., Ismayilov,</p>

G.Kh. Mamedova, J.A. Guliyev, I.I. Gurbanov; Nanostructured hybrid of photovoltaic solar cell with supercapacitor and its realization- //Azerbaijan Journal of Physics//,2015 vol. XXI №3, p.p 43-47

2. Sh. O. Eminov, D. B. Tagiyev, A. Sh. Aliyev, N. Sh. Soltanova, J. A. Guliyev, Kh. D. Jalilova, N. J. Ismayilov, I. S. Hasanov, et al. Photo and electrical peculiarities of the nanostructured glass/ITO/AAO and glass/ITO/CdS systems // Journal of Materials Science:Materials in Electronics//, DOI 10.1007/s10854-016-5053-9, v.27, №9, 2016, pp 9853-9860, Springer, **impakt factor-2.019**

3. A.Ş.Əliyev, Ş.O.Eminov, N.Ş.Soltanova, V.A.Məcidzadə, C.A.Quliyev, X.D.Cəlilova, D.B.Tağıyev, Nikel elektrodalarda CdS nazik təbəqələrinin elektrokimyəvi yolla alınması və morfolojiyasının tədqiqi. // Kimya problemləri //. 2016 (14)2, s. 139-144, PИHЦ-ə daxil edilmiş.

4. A.Sh.Aliyev, V.A.Majidzade, Sh.O.Eminov, J.A.Guliyev, D.M.Babanly, Mahmoud El-Ruby, Electrochemical deposition of thin films of cadmium chalcogenides, // Azərbaycan Kimya jurnalı № 3, 2016, pp. 140-153

5. Ш.О.Эминов, Х.Д.Джалилова, А.Ш.Алиев, Д.Б.Тагиев, Н.Ш.Солтанов\*,И.С.Гасанов, Н.Д.Исмайлов, Д.А.Гулиев, Ш.С.Асланов, А.А.Раджабли,Г.Х.Мамедова, И.И.Гурбанов, Структурные, электрические и оптические свойства тонких пленок ITO, полученных магнетронным напылением//Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri Fizika-texnika və riyaziyyat elmləri seriyası, fizika və astronomiya// 2016 №5, s.36-41

6. A.Sh.Aliyev, V.A.Majidzade, N.Sh.Soltanova D.B. Tagiyev, V.N.Fateev . Some features of electrochemically deposited CdS nanowires. Chemical Problems 2018(16) #2,p.178-186. **Web of Science daxil edilmişdir. chemprob.org**

7. A.Sh. Aliyev, D.B.Tagiyev, N. Sh. Soltanova, Sh. O.Eminov, J .A. Guliyev, Kh.D. Jalilova, N.J. Ismayilov, A. A Rajabli, I. I.Gurbanov, Properties of electrodeposited cadmium sulfide films and Glass /ITO/ AAO/CdS system for photovoltaic applications, International Conference on Chemical Sciences & Applications, 6-9 Aug 2016, Alex. Egypt ICCSA 2016, pp164

8.A.Sh. Aliyev, D.B.Tagiyev, Sh. O.Eminov Kh. D. Jalilova ,N.J. Ismayilov , A. A Rajabli, J .A. Guliyev, N. Sh. Soltanova, Structural, electrical and optical properties of Indium Tin Oxide (ITO) and CdS thin films within Glass /ITO/ AAO/CdS system, //International Scientific Conference "Modern researches and prospects of their use in chemistry, chemical engineering and related fields"- September 21-23, 2016, Ureki, Georgia, pp. 34

9. А.Ш. Алиев, Ш.О.Эминов, Д.Б.Тагиев, Х.Д. Джалилова, Д.А.Гулиев, Н.Д.Исмайлов, Н.Ш.Солтанова, В.А.Меджид-заде, И.С. Гасанов, А.А. Раджабли ,Структурные и оптические свойства пленок cds, полученных электрохимическим осаждением из безводного раствора на основе этиленгликоля, VI международной научно-технической конференции «АИСТ-2017» с. 49.

5 İxtira və patentlər, səmərləşdirici 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 göstərilməlidir)

1. L.Y.Karpov adına Elmi-tədqiqat Fiziki-Kimya İnstitutu, Moskva şəhəri, Rusiya Federasiyası- 11-18 may 2016-cı il.

Rusiya Federasiyasının Moskva şəhərinə ezamiyyətin əsas məqsədi Yeni nəsillə Günəş çevrəcilərinin hazırlanması sahəsində aparılan elmi işlərlə tanış olmaq, bizim aldığımız elmi nəticələrin Moskva alimləri ilə birgə müzakirə etmək, fırlanan disk elektrodunun işləmə prinsipi və bu cihazda alınmış nəticələrin təhlili yollarını araşdırmaq olmuşdur. Bu məqsədlə Atom

enerjisi üzrə Dövlət Şirkətinin “Rosatom” Elmi-tədqiqat Fiziki kimya institutunun elmi işlər üzrə direktor müavini Bedanokov Azamat Yurieviçlə görüşüb, ezamiyyətdə qarşıya qoyulan məsələlər barədə geniş müzakirələr apardıq. Müzakirələrin nəticəsi olaraq, Azamat Yurieviçin məsləhəti və tapşırığı ilə İnstitutun elektrokimya laboratoriyasının müdiri Potapova Qalina Filippovna ilə görüşüb, laboratoriyanın imkanları ilə tanış olub, problem barəsində ətraflı müzakirələr apardıq. Müzakirələrin nəticəsi olaraq gələcəkdə günəş enerjisinin çevrilməsi problemi üzrə əldə olunmuş nəticələrin birgə müzakirə olunması və Günəş çevriciləri üçün alınmış yarımkeçirici materialların bəzi fiziki-kimyəvi parametrlərinin ölçülməsi sahəsində əməkdaşlıq edilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Bununla yanaşı, laboratoriyada fırlanan disk elektrodunun iş prinsipi və onda alınmış nəticələrin hərtərəfli təhlili ilə bağlı diskussiyalar apardıq (onu da qeyd etmək istəyirəm ki, fırlanan disk elektrodunun alınması grant layihəsində nəzərdə tutulmuşdur. Bütün bunlarla yanaşı, alternativ enerji mənbələri (o cümlədən Günəş enerjisindən istifadə) və onlardan səmərəli istifadə olunması yolları barəsində Rusiya Elm Mərkəzi “Kurçatov İnstitutu” nun direktor müavini Vladimir Nikolaeviç Fateevlə görüşüb ətraflı müzakirələr apardıq. Müzakirələrin nəticəsi olaraq gələcəkdə lazım gələrsə, Azərbaycanda aparılması mümkün olmayan ion-implantasiya metodundan istifadə etməklə nümunələrin aşqarlanması prosesinin onların laboratoriyasında aparılmasına razılıq əldə olunmuşdur. Ezamiyyət zamanı əldə olunmuş razılığa əsasən birgə araşdırmaların aparılması nəzərdə tutulur.

2. Donostiya Beynəlxalq Fizika Mərkəzi, Sen-Sebastian şəhəri, İspaniya – 15-24 may 2016-cı il.

Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Elmin İnkişaf Fondunun EİF-2014-9(24)-KETPL-14/04/4-M-13 nömrəli (“Yeni nəsil Günəş çevriciləri üçün yüksək fotoeffektivliyə malik CdS, CdTe nanotellərinin elektrokimyəvi yolla sintezi, optiki - fiziki parametrlərinin təyini”) çərçivəsində İspaniyanın San-Sebastian şəhərində yerləşən Donostiya Beynəlxalq Fizika Mərkəzinə 15-24 may 2016-cı il tarixində ezamiyyətin əsas məqsədi Günəş enerjisinin çevrilməsində perspektivli olan nanomaterialların nəzəri və eksperimental tədqiqi sahəsində olan yeni tədqiqatlarla tanış olmaq, nanotellər və fotonəssas materialların öyrənilməsi sahəsində qarşılıqlı maraq doğuran məsələlər haqqında fikir mübadiləsi aparmaq olmuşdur. Donostia Beynəlxalq Fizika Mərkəzinin prezidenti professor Pedro Miquel Echenique ilə görüşdə AMEA-nın Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu və həmin mərkəz arasında beynəlxalq əməkdaşlıq perspektivləri ilə əlaqədar söhbət aparılmışdır.

Beynəlxalq Mərkəzinin aparıcı alimlərindən biri olan professor Yevgeni Çulkov aparılan tədqiqatlar, mərkəzin elmi fəaliyyətinin əsas istiqamətləri və əldə edilən bəzi mühüm nəticələr haqqında məlumat vermişdir. Maraqlıdır ki, son 15 ildə Beynəlxalq Mərkəzdə aparılan tədqiqatların nəticələri “Web of Science”-ə daxil olan jurnallarda 2500-dən çox məqalə şəklində çap olunmuş, bu işlərə 59000-ə yaxın istinadlar edilmişdir. Hər il yüzlərlə tədqiqatçılar və doktorantlar Beynəlxalq Mərkəzdə qısa və uzunmüddətli ezamiyyətlərdə olurlar.

Professor Y.Çulkovun qrupu əsasən nəzəri hesablamalarla məşğul olsalar da, onların yeni obyektlərə marağı da böyükdür. Belə obyektlərin xassələrini öyrənmək üçün Bilbao Universitetində və digər tədqiqat mərkəzlərində olan cihaz və avadanlıqlardan istifadə edilir. Belə tədqiqat obyektlərinə olan əsas tələbat isə onların yüksək təmizliyə və keyfiyyətə malik olmalarıdır. Bilbao Universitetinin Kimya fakültəsində professor Anjel Rubionun (o, həm də DİPC-in tədqiqatçısıdır) rəhbərlik etdiyi Nano -Bio-spektroskopiyaya qrupunda Almaniyanın, İtaliyanın və Fransanın müxtəlif elmi mərkəzləri ilə birgə üzvi fotonəssas maddələr Günəş enerjisinin perspektiv çeviriciləri kimi tədqiq edilir və müvafiq kvant-kimyəvi hesablamalar aparılır.

Ümumiyyətlə, Avropanın nüfuzlu elm-tədqiqat mərkəzlərindən biri olan Donostia Beynəlxalq Fizika Mərkəzində onun bilavasitə yaxınlığında yerləşən Universitetin kimya fakültəsində



Günəş enerjisinin çeviriciləri üçün nanomaterialların tədqiqi sahəsində yüksək səviyyəli nəzəri tədqiqatlar aparılır və bu mərkəzlərlə əməkdaşlıq perspektivli ola bilər.

3. Vestel Savunma Sanayi A.Ş., Monokristal A.Ş. və Anadolu Plazma A.Ş., Ankara, Türkiyə Cümhuriyyəti, 5-11 avqust 2016-cı il.

Türkiyə Cümhuriyyətinin Ankara şəhərinə ezamiyyətin əsas məqsədi alternativ enerji mənbələrindən istifadə olunması sahəsində aparılan elmi işlərlə və müasir tədqiqat üsulları ilə tanış olmaq, bizim aldığımız elmi nəticələrin Türk alimləri və mütəxəssisləri ilə birgə müzakirə etməkdən ibarətdir. Bu məqsədlə ilk olaraq, Orta Doğu Texniki Universitetinin Texnoparkında yerləşən Vestel Savunma Sanayi A.Ş.- də İbrahim Pamuk, pr.dr. Sadiq Guliyev və İş Geliştirme Yöneticisi Betül Kalayla müzakirələr apardıq, təşkilatlarımızın imkanları ilə tərəfləri məlumatlandırdıq. Biz tərəfləri birgə maraqlandıran məsələlər barəsində ətraflı müzakirələr aparıb, sonradan şirkətə məxsus elmi tədqiqat laboratoriyasında aparılan elmi tədqiqat işləri ilə tanış olduq. Müzakirələr və elmi-tədqiqat laboratoriyaları ilə tanışlıqdan sonra birgə əməkdaşlıq barədə müqavilənin hazırlanması barədə razılığa gəldik və yaxın zamanda Bakıda çoxtərəfli – müxtəlif sahə mütəxəssisləri ilə birgə toplantı keçirilməsini planlaşdırdıq.

Bundan sonra Qazi Universitəndə yerləşən Anadolu Plazma texnoloji mərkəzində pr.dr. Beycan İbrahimoglu ilə görüşüb, alternativ enerji mənbələri və onlardan səmərəli istifadə üsulları barədə fikir mübadiləsi apardıq. Mərkəzdə aparılan elmi – tədqiqat işləri və istifadə olunan cihazlarla tanış olmaqla yanaşı, mərkəzin imkanları barədə geniş məlumat əldə etdik. Ankara sənaye bölgəsində yerləşən Monokristal A.Ş. nin müdiri pr.dr. Tofiq Memmedli ilə görüşüb, şirkətdə aparılan elmi-texnoloji işlərlə tanış olduq. Bu şirkət əsasən müxtəlif yarımkeçirici birləşmələrin yetişdirilməsi və bu proseslərin aparılması üçün lazım olan müxtəlif funksiyalı sobaların istehsal texnologiyasının işlənilməsi və hazırlanması ilə məşğuldur. Ezamiyyət zamanı əldə olunmuş razılığa əsasən birgə araşdırmaların aparılması üçün Türkiyə Müdafiə sənayesinə aid şirkətlərin mütəxəssislərinin iştirakı ilə 2016-cı ilin sentyabr ayının 29 -da Bakıda bir toplantı keçirilmişdir.

4. Rusiya Elmlər Akademiyasının N.N.Semyonov adına Kimyəvi Fizika İnstitutu, Moskva şəhəri, Rusiya Federasiyası, 12-16 iyun 2017-ci il.

Rusiya Federasiyasının Moskva şəhərinə ezamiyyətin əsas məqsədi Yeni nəsil Günəş çeviricilərinin hazırlanması sahəsində aparılan elmi işlərlə tanış olmaq, bizim aldığımız elmi nəticələrin Moskva alimləri ilə birgə müzakirə etməkdir. Bu məqsədlə N.N.Semyonov adına Kimyəvi Fizika institutunun elmi katibi Lyudmila Nikolayevna Strekova ilə görüşüb, ezamiyyətdə qarşıya qoyulan məsələlər barədə ətraflı müzakirələr apardıq. Müzakirələrin nəticəsi olaraq Lyudmila Nikolayevnanın məsləhəti və tapşırığı ilə İnstitutun "Kimyəvi nanofizikanın nəzəri problemləri" laboratoriyasının müdiri kimya elmləri doktoru, professor Fyodor İvanoviç Dalidçik və "Funksional nanokompozitlər" laboratoriyasının müdiri fizika riyaziyyat elmləri doktoru, professor Leonid İzrayeleviç Traxtenberqlə ilə görüşüb, laboratoriyaların imkanları ilə tanış olub, problem barəsində ətraflı müzakirələr apardıq. Professor Fyodor İvanoviç Dalidçikv mənə polioksimetalların alınmasından və onların sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq olunmasından danışdı. Qeyd etdi ki, polioksimetallar tibb sahəsində də tətbiq edilməsi üçün tədqiqat işləri aparılır. Elə polioksimetallar var ki, onlar insan bədənində olan aktiv hüceyrələrə təsir etmir. Bu sahədə də birgə elmi iş aparmağımızı məsləhət gördü. Bundan başqa onlar mənə 15 iyun 2017-ci il tarixdə akademik Vladislav Vladislavoviç Voyevodskinin 100 illiyinə həsr olunmuş elmi şuraya dəvət etdilər (dəvətnamə əlavə olunur). Mən onlara bizim apardığımız (qrant işinə dair) elmi işlərlə bağlı məruzə ilə çıxış etdim. Müzakirələrin nəticəsi olaraq gələcəkdə günəş enerjisinin çevrilməsi problemi üzrə əldə olunmuş nəticələrin birgə müzakirə olunması və Günəş çeviriciləri üçün alınmış yarımkeçirici materialların bəzi fiziki parametrlərinin ölçülməsi sahəsində əməkdaşlıq edilməsi məqsəduyğun hesab olunmuşdur. Bununla yanaşı, laboratoriyada Elektron tunel

	mikroskopunun iş prinsipi və onda alınmış nəticələrin hərtərəfli təhlili ilə bağlı müzakirələr apardıq. Müzakirələr zamanı daha da geniş əlaqələr qurmaq və yeni yeni nəticələr almaq nəzərdə tutulmuşdur. Gələcəkdə birgə qrant layihələrinin yazılması məqsədəuyğun hesab edilmişdir.
7	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa) (burada doldurmalı)
8	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurmalı)
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq) (burada doldurmalı)
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları İviumstat XRe Electrochemical Interface
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr Şixəmir Eminov- AMEA-nın Fizika İnstitutu
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr 1. Bedankov Azamat Yurieviç-“Rosatom” ETKİ –nin elmi işlər üzrə direktor müavini 2. Potapova Qalina Filippovna- ETKİ-nin elektrokimya laboratoriyasının müdiri 3. Fateev Vladimir Nikolaeviç- REM “Kurçatov İnstitutu” elm və təşkilat məsələləri üzrə direktor müavini 4. Pedro Miquel Echenique - Donostia Beynəlxalq Fizika Mərkəzinin direktoru 5. Yevqeni Çulkov - DBFM-in professoru 6. İbrahim Pamuk – dr.prof., Vestel Savunma Sanayi A.S. 7. Sadiq Guliyev - dr.prof., Vestel Savunma Sanayi A.Ş. 8. Betül Kaya -İş Gelişirmə Yöneticisi 9. Tofiq Məmmədli – prof.dr., Monokristal A.Ş.-nin müdiri 10. Beycan İbrahimoğlu –Anadolu Plazma Texnoloji mərkəzinin müdiri 11. Lyudmila Nikolaevna Strekova- N.N.Semyonov adına Kimyəvi Fizika İnstitutunun elmi katibi 12. Dalidçik Fyodor İvanoviç- KFI-nin “Kimyəvi nanofizikanın nəzəri problemləri” lab-nın müdiri 13. Mahmoud El-robu – Sohaq Universiteti, Misir Ərəb Respublikası 14. Mohammed <i>Es-Souni</i> - Institute for Materials & Surface Technology. 149 Kiel, Almaniya 15. Daniel Linkot - IRDEP, Paris, Fransa 16. Tatyana Andreevna Xarlamova- Rusiya EA-nın Fiziki kimya və elektrokimya İnstitutu
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)

	<i>(burada doldurmalı)</i>
<b>14</b>	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa) <i>(burada doldurmalı)</i>
<b>15</b>	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) <i>(burada doldurmalı)</i>
<b>16</b>	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir) <i>(burada doldurmalı)</i>

**SİFARIŞÇI:**

**Elmin İnkişafı Fondu**

**Baş məsləhətçi**

Daşdəmirova Xanım Faiq qızı

\_\_\_\_\_  
*(imza)*

“ 05 ” sentyabr 2017-ci il

**İCRAÇI:**

**Layihə rəhbəri**

Əliyev Akif Şıxan oğlu

\_\_\_\_\_  
*(imza)*

“ 05 ” sentyabr 2017-ci il