



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Elmi-tədqiqat layihələri üzrə əsas grant müsabiqəsinin
(EİF-ETL-2020-2(36)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 1-ci mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Si-un səthinin nano-teksturasiyası ilə Si/Cd_{1-x}Zn_xS (Se)/ZnO nazik təbəqəli günəş elementlərinin effektivliyinin artırılması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Cəfərov Maarif Əli oğlu**

Qrantın məbləği: **50 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EİF-ETL-2020-2(36)-16/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **17 mart 2021 – ci il**

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

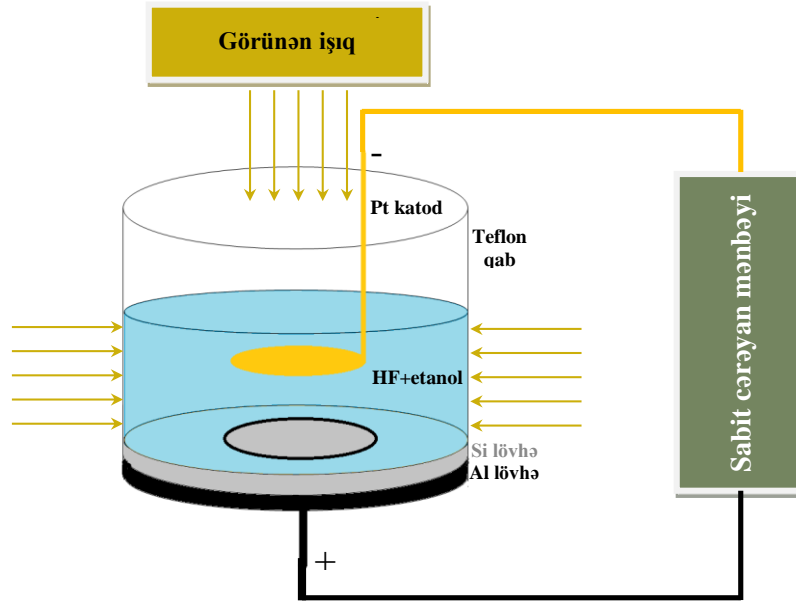
Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 aprel 2021-ci il– 01 aprel 2022-ci il**

Layihənin I mərhələ üzrə (rüb) məbləği: **12500**

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər</p> <p>Mərhələ № 1</p> <p>Si lövhələrinin səthində elektrokimyəvi aşılama ilə qara-Si-un hazırlanması və onun optik xassələrinin tədqiqi</p> <p>Elektrolitik aşılama zamanı altlıq olaraq (111) kristallaşma istiqamətinə malik ~0.2÷0.6 mm qalınlıqlı, 0.01-0.09 Om·sm xüsusi müqavimətə malik monokristallik p-Si müstəvi paralel lövhələri istifadə olunmuşdur. Elektrolitik aşılama qabına yerləşdirilməzdən əvvəl p-Si lövhələrinin səthi zəif turşu məhlullarında SiO₂ oksid təbəqəsindən, habelə, çirklənmələrdən təmizlənmişdir. Bu məqsədlə p-Si lövhələri otaq temperaturunda KOH+KNO₃ (1:4) məhlulunda 2 sutka ərzində saxlanılmış, sonra isə ardıcıl olaraq 10%-li HCl turşusunda 3-5 dəq ərzində, təmiz spirtə və bidistillə olunmuş suda yuyulmuşdur. Bəzi hallarda isə altlıqların yuyulması yüksək temperaturda (≥300⁰C-də) HCl məhlulunda</p>
----------	--

qısa müddət ərzində aparılmışdır. Bundan sonra lövhələr azot buxarı ilə qısa müddət ərzində qurudularaq HF:etil spirti (1:1) məhlulunun içərisinə salınmışdır. Aşılma zamanı aşağı hissəsində 1 sm² sahəli dairəvi və ya kvadrat şəkilli yarığa malik olan silindrik formalı Teflon qabdan istifadə edilmişdir (şəkil 1). P-Si altlıqları katod kimi istifadə edilmiş Al lövhələr üzərinə yerləşdirilmişdir. Aşağı yarıqdan mayenin kənara axmaması üçün Si lövhələr Teflon şaybalar vasitəsilə sıxıcıların köməyi ilə qaba kip bağlanmışdır. Anod materialı kimi platin məftildən istifadə olunmuşdur. P-Si-un səthində və məhlulda gərginliyin bircins paylanması üçün platin elektrodların mayeyə daxil olan hissəsi üfuci spiralvari formada hazırlanmışdır.



Şəkil 1. Elektrokimyəvi aşılamada istifadə edilmiş qurğunun sxematik təsviri.

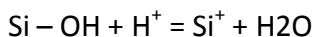
Aşılma adi laborator şəraitdə otaq temperaturunda və hallogen (100 Vt) lampasının birbaşa işıqlanmasında aparılmışdır. Katod-anod arasındakı məsafə 1-1.5 sm götürülmüşdür.

Qara-Si-un (QS) əsas çatışmazlıqlarından biri onun stabil parametrlər nümayiş etdirməməsidir. Belə ki, HF: etanol məhlulunda elektrokimyəvi aşılma zamanı əmələ gələn teksturaların (məsamələrin) çıxıntıları (divarları) nanokristallitlərdən və oyuqların dibi isə Si-O_x oksid qruplarından ibarətdir.

Əlbəttə ki, məsamələrdə hidrogenin konsentrasiyası böyükdür – bilavasitə aşılamadan sonra QS-in səthi Si-H_x qrupları ilə örtülmüşdür.

Məsamələrdəki elektrolit artıqlığı yuyulduqdan sonra məsaməli silisium havadakı oksigenlə passivləşir, yəni Si-H_x qrupları Si-O_x qrupları ilə əvəz olunur və nəticədə, silisium nanokristallitləri amorf təbəqə ilə əhatə olunur. QS əsasında cihazların bütün elektrik, fotoelektrik və fotoluminesent parametrlərinin qeyri-stabilliyinin və deqradasiyasının əsas səbəbi məhz nanokristallitlərin ətraf mühitə qarşı qeyri-stabilliyi ilə əlaqədardır. Mövcud elmi ədəbiyyatda MS-in səthinin passivləşdirilməsi üçün müxtəlif texnoloji üsullardan istifadə edilmişdir: bunun üçün bəzi işlərdə birbaşa olaraq texnoloji prosesin özünə nəzarət olunmuş, digərlərində isə sonradan müxtəlif cür termiki işlənmələr aparılmışdır. Bəzi işlərdə QS-in passivləşdirilməsi səyriyən boşalmalı hidrogen plazmasında həyata

keçirilmişdir. Passivləşdirilmə 10 Pa təzyiqdə 6 dəqiqə müddətində, boşalma gərginliyinin 600 V və cərəyan sıxlığının 1 mA/sm² qiymətində həyata keçirilmişdir. Hidrogen passivləşdirilməsi prosesinin



reaksiyası əsasında baş verməsi müəyyənləşdirilmişdir. Reaksiyadan görüldüyü kimi passivləşdirilmə zamanı Si-OH kompleksləri parçalanaraq təmiz Si nanokristallitləri və su alınır.

QS-un passivləşdirilməsi həmçinin müxtəlif elementlərin matrisə yeridilməsi ilə də həyata keçirilə bilər - QS matrisinə karbohidrat məhlullarını yeridib və daha sonra termik işləməklə matrisin karbidləşməsinə çalışırlar. Karbohidratlar 200⁰C temperaturda parçalanaq yalnız karbon və su buxarına çevrilir. Karbohidratlar uçucu olmadığından onlardakı karbonun demək olar ki, hamısı məsamələrdə qalır. Bu zaman seçilən karbohidratın molekularının ölçüsü məsamələrin ölçüsünə nisbətə kiçik olmalıdır – bu şərti ödəyən karbohidrat məhsulu kimi saxaroza seçilir. Suda yaxşı həll olan saxaroza sudan fərqli olaraq məsamələri yaxşı isladır və tamamilə məsamələrə daxil ola bilər. Saxaroza su+etanol sistemində həll edilir və QS nümunələri bu məhlulun içərisində bir sütkaya qədər müxtəlif müddətlər ərzində saxlanılır. Bundan sonra nümunələr suda yuyulduqdan sonra hidrogendə 1000⁰C temperaturda qurudulur.

Bəzi hallarda isə, QS-də hidrogenin və oksigenin passivləşdirilməsi prosesi birbaşa olaraq aşılama prosesi ilə bərabər aparılmışdır. Bunun üçün aşılama prosesində məhlula müxtəlif tərkibli duzlar (AuCl₃, FeCl₃ və s.) əlavə edilmişdir. Belə ki, QS-un göyərilməsi zamanı məhlula müxtəlif konsentrasiyalarda qızıl və dəmir xlorid duzları əlavə edilmişdir. Əsas məqsəd qeyri-stabil Si-H kompleks rabitələrinin Si-Au və ya Si-Fe stabil rabitələri ilə əvəz edilməsi olmuşdur. Fe³⁺ və Au³⁺ silisiyuma nisbətən daha güclü oksidləşdirici olduğundan onların məhlulda iştirakı aşılama sürətini artırır. Nəticədə, yaranan silisium nanokristallitlərinin ölçüsü daha kiçik olur və oksigen və hidrogen rabitələri silisium-metal kompleksləri ilə əvəz olunur.

QS-un parametrlərinin stabilləşdirilməsi və yaxşılaşdırılması üçün diffuziya metodu da geniş tətbiq olunur. Makroməsəmli QS bor və fosforla aşqarlanmışdır. Bunun üçün QS, H₃BO₃+1%-li və H₃PO₄+10%-li spirt məhlullarında 1240-1250⁰C temperaturlarda uyğun olaraq 3 və 5 saat saxlanılır. Nəticədə, həm QS passivləşdirilir, həm də QS daxilində aşqarlanma hesabına p-n keçid alınır. n- və p- tip Si lövhələri üzərində alınmış QS-u 700 və 1000⁰C temperaturu MgCl₃ və CrCl₃ duzlarının sulu məhlullarında 10 dəqiqə saxlanılır və daha sonra suda yuyulduqdan sonra havada qurudulur. QS-un erbiumla passivləşdirilməsi prosesini həm Er(NO₃)₃-un spirtli məhlulunda elektrokimyəvi çökdürülmə və Er(NO₃)₃-un sulu məhlulunda 1000⁰C temperaturda 10 dəqiqə saxlamaqla diffuziya prosesləri ilə həyata keçirilir.

Yuxarıda göstərilənlər nəzərə alınaraq layihədə aşılama prosesi zamanı HF+spirt məhluluna 10:1 nisbətində CdCl₂ sulu məhlulu əlavə edilmişdir. CdCl₂-nin məhlula əlavə edilməsi qeyri-stabil Si-H kompleks rabitələrinin Si-Cd stabil rabitələri ilə bərabər, QS əsasında yaradılacaq QS/Cd_{1-x}ZnxS strukturlarının bilavasitə həm məsamələrin içərisində, həm də səthində alınması ehtimalını artırır. Müqayisə məqsədilə, dissertasiya işində CdCl₂ qatqılı (QSCD) və qatqı olmadan alınmış QS əsəsindəki heterokeçidlər tədqiq edilmişdir. Müqayisə üçün hər iki məhlula eyni anod gərginlikləri- 20; 25 və 30 V tətbiq olunmuşdur. Çökdürülmə 40- 70 mA cərəyanda aparılmışdır. Aşılmanın davam etmə müddətindən (30-1800 saniyə) və məhluldakı anod gərginliyindən asılı olaraq monokristallik p-Si lövhələrinin səthində 7-80 nm ölçülü məsamələrə malik QS alınmışdır. Anod gərginliyinin artırılması ilə

məsamələrin ölçüsünü artırmaq mümkün olmuşdur.

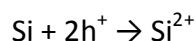
Qeyd edək ki, eyni bir gərginlikdə QSCD-də QS-ə nisbətən məsamələrin ölçüləri bərabər olmaqla yanaşı həm də nisbətən kiçik olmuşdur. Bu, Cd^{2+} -un silisiuma nisbətən daha güclü oksidləşdirici olması ilə əlaqədardır.

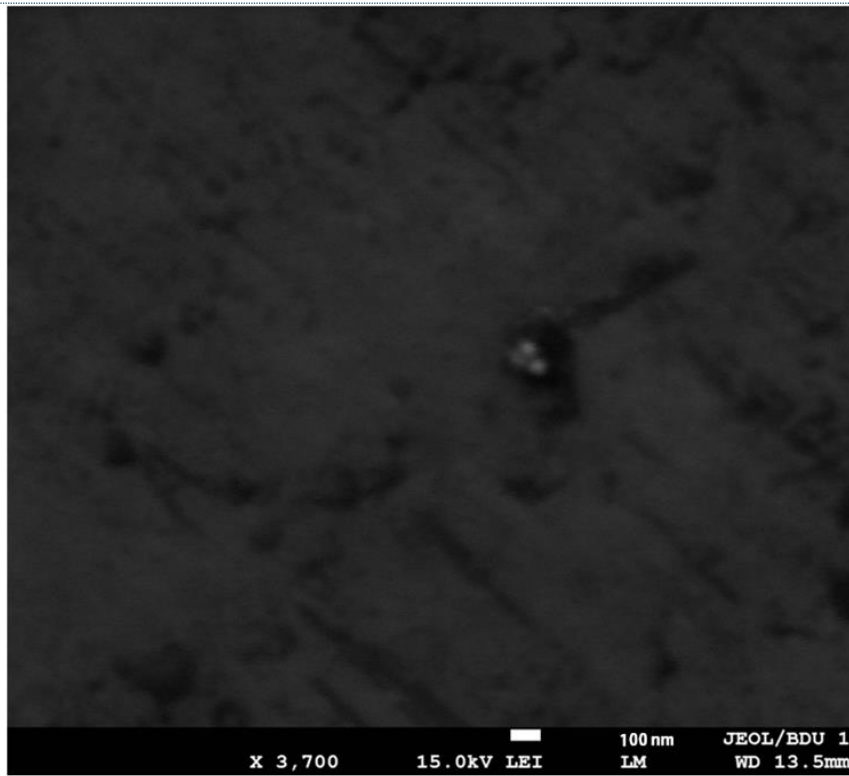
Şəkil 2a-da 20 V aşılama gərginliyində və $10-40 \text{ mA/sm}^2$ cərəyanda p-Si altlıqları üzərində alınmış QSCD və QS-in səthinin SEM fotosəkilləri təsvir edilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, $CdCl_2$ qatqısız mühitdə aşılama p-Si səthində yalnız qeyri-bircins (kortəbii) paylanmış oyular əmələ gəlir. Yalnız bəzi hissələrdə məsamələrin özəkləri hiss olunur. Anod gərginliyinin bu qiymətində alınmış təbəqələrin element analizi onların səthində çox cüzi miqdarda hidrogenin olduğunu göstərir (şəkil 2b). Bu fakt anod gərginliyinin kiçik qiymətlərində silisiumun səthinin $HF+H_2O$ +etanol mühitində yalnız elektrohamarlanmasını sübut edir. Belə ki, monokristallik silisiumun səthinin defekt quruluşa malik olması HF məhlulunda səthdəki Si-Si rabitələrinin qırılmasına və Si-H rabitələrinin yaranmasına səbəb olur, Yəni məhlulda Si-un səthi hidrogenlə bloklanır- səth hidrogenlə doyur ki, bu da silisiumun səthinin elektrolit məhlula qarşı kimyəvi cəhətdən inert olmasına gətirir. Məhlula katod və anod arasına gərginlik tətbiq etdikdə, monokristallik Si lövhəsindən (aşılama zamanı anod kimi qoşulduğundan) sərbəst yükdaşıyıcılar (verilən halda deşiklər) silisiumun səthinə- silisium-elektrolit sərhəddinə doğru miqrasiya edir. Nəticədə hidrogen atomları ilə bloklanmış Si atomları yük mübadiləsi nəticəsində sərbəstləşərək elektrolitin molekul və ionları ilə qarşılıqlı təsirdə olmaqla məhlula daxil olur. Əlbəttə ki, aşılama cərəyanının qiyməti artdıqca Si-anod elektrodunun səthində yaranan deşiklərin konsentrasiyası da kifayət qədər artır. Onlar bütün səth boyu Si-elektrolit sərhəddində praktik olaraq bütün Si atomlarının reaksiyaya girmək qabiliyyətini artırır. Məhz bu səbəbdən, dissertasiya işinin I fəslində verilən elmi ədəbiyyat şərhindən də görüldüyü kimi, Si-un səthində məsaməliliyin artırılması, habelə onun məqsədyönlü olaraq idarə edilməsi üçün ilkin materialda (Si lövhələrində) aşqarlanma dərəcəsini kifayət qədər artırmaq lazımdır.

Monokristallik Si-un səthindəki mikroçixıntıların səth sahəsi digər bərabər paylanmış hissələrə nisbətən böyük olduğundan onlar daha sürətlə həll olur- aşılır. Nəticədə, silisium anodunun səthi tədricən bərabərləşir. Məhz 20 V aşılama bu prosesə baş verir ki, bu da Si-un səthinin yalnız elektrokimyəvi hamarlanmasına səbəb olur.

Bundan fərqli olaraq 20 V aşılama gərginliyində və 40 mA/sm^2 cərəyanda $HF+CdCl_2+H_2O$ +etanol mühitində aparılmış aşılama zamanı alınmış təbəqələrin SEM fotosəkilləri onların səthində çox kiçik ölçülü məsamələrin alınmasını göstərir (Şəkil 3a). Element analizləri təbəqələrin səthində Cd-un və hidrogenin olduğunu təsdiqləyir. Nəticələri belə izah etmək olar ki, HF məhluluna daxil edilmiş $CdCl_2$ ionlara parçalanaraq məhlulda Cd^{2+} ionlarının yaranmasına və Si^{2+} ionları ilə bərabər yük mübadiləsində iştirak edir və silisiumun səthində başlanğıc göyermə adacıklarının əmələ gəlməsini sürətləndirir. Nəticədə Si-un səthində məsamələrin həm dibində, həm də daxili divarlarında Si-la bərabər Cd atomları da çökərək qeyri-stabil Si-H rabitələrinin azalmasına və onların Si-Cd ilə əvəz olunmasına səbəb olur.

Belə ki, Si-la paralel olaraq



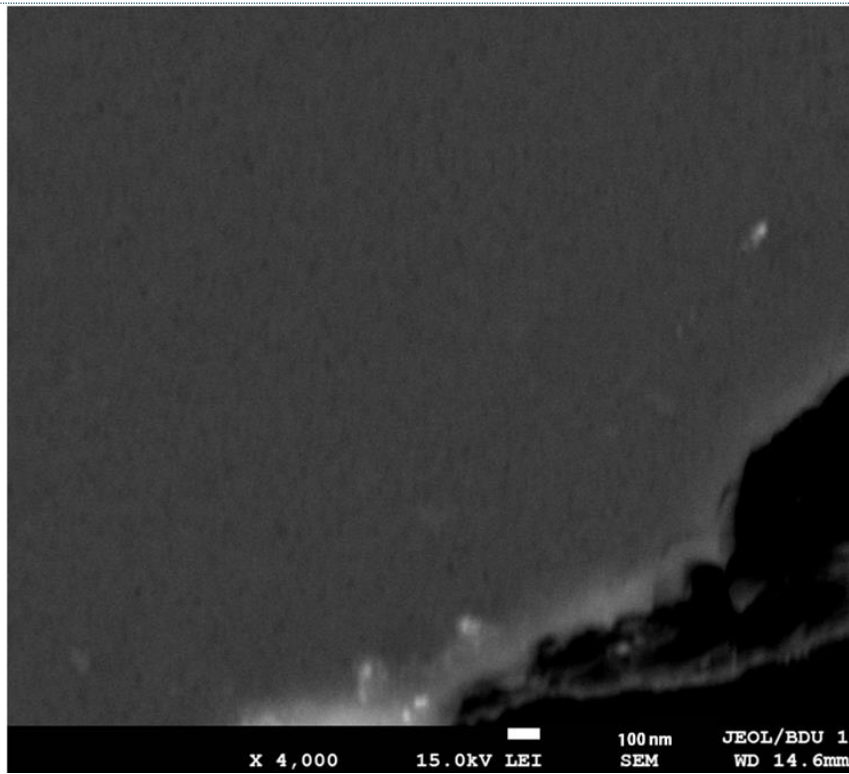


a)

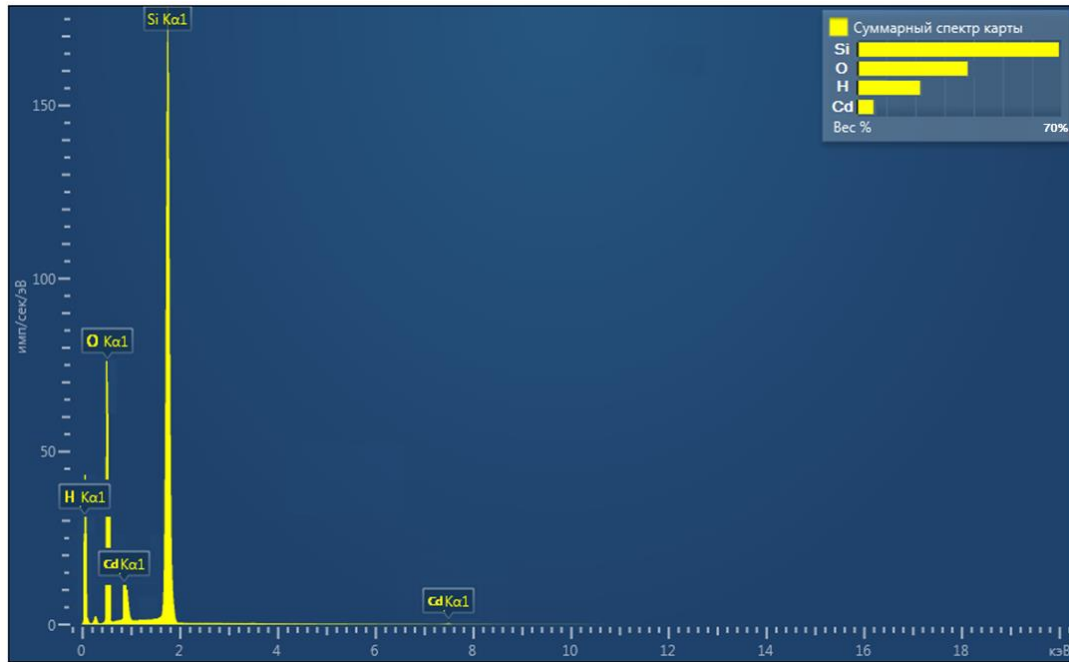


b)

Şəkil 2. 20 V aşılma gərginliyində və 40 mA/sm^2 cərəyanda p-Si altlıqları üzərində alınmış QS-in səthinin SEM fotosəkli (a) və EDS spektri (b).



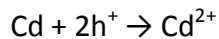
a)



b)

Şəkil 3. 20 V aşılma gərginliyində və 40 mA/sm² cərəyanda p-Si altlıqları üzərində alınmış QSCD-in səthinin SEM fotosəkli (a) və EDS spektri (b).

reaksiyasına analogi olaraq



reaksiyası ilə dayanıqsız Cd²⁺ ionları yaranır. Daha sonra yük mübadiləsi nəticəsində məsamələrdə neytrallaşan Cd atomları ya neytral halda ya ya Si-Cd dayanıqlı rabitələri kimi məsamələrin

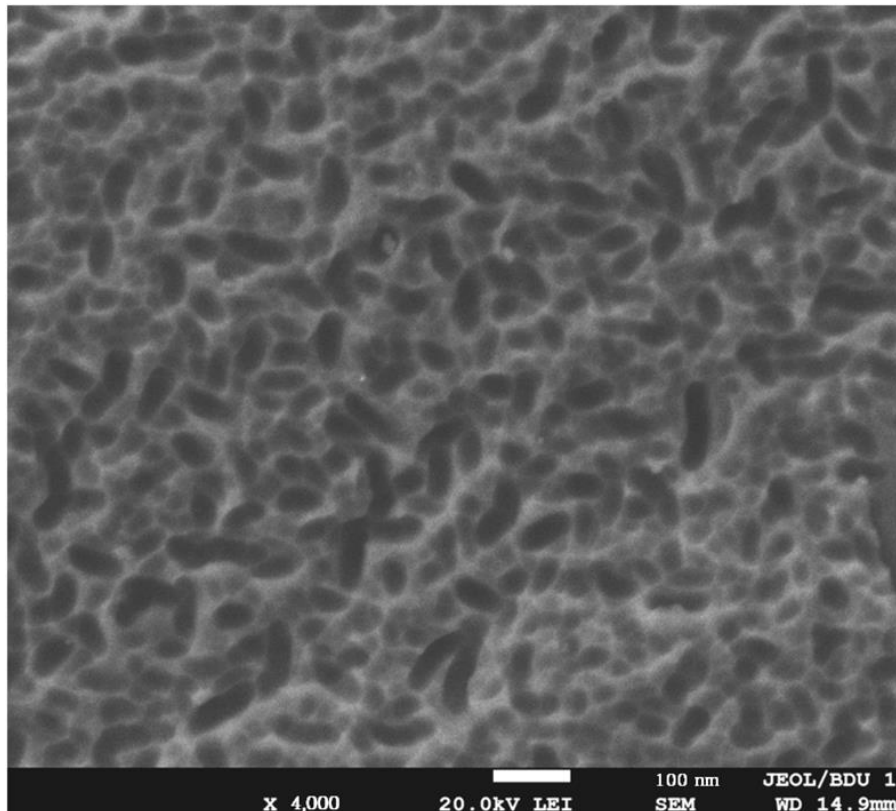
strukturunu müəyyən edir. Anod gərginliyinin bu qiymətində alınmış təbəqələrin element analizi onların səthində Cd-un olduğunu göstərir (Şəkil 3b). EDS spektrdən görüldüyü kimi, anod gərginliyinin bu qiymətində alınmış kiçik ölçülü QSCD-in açıq havaya çıxarılması zamanı Si-H rabitələrinin əksər hissəsinin Si-O rabitələri ilə əvəz olunması bir daha təsdiq olunur.

Lakin bu gərginlikdə az da olsa Cd atomlarının məsələrdə yerləşməsi də EDS spektrlərində aydın görünür.

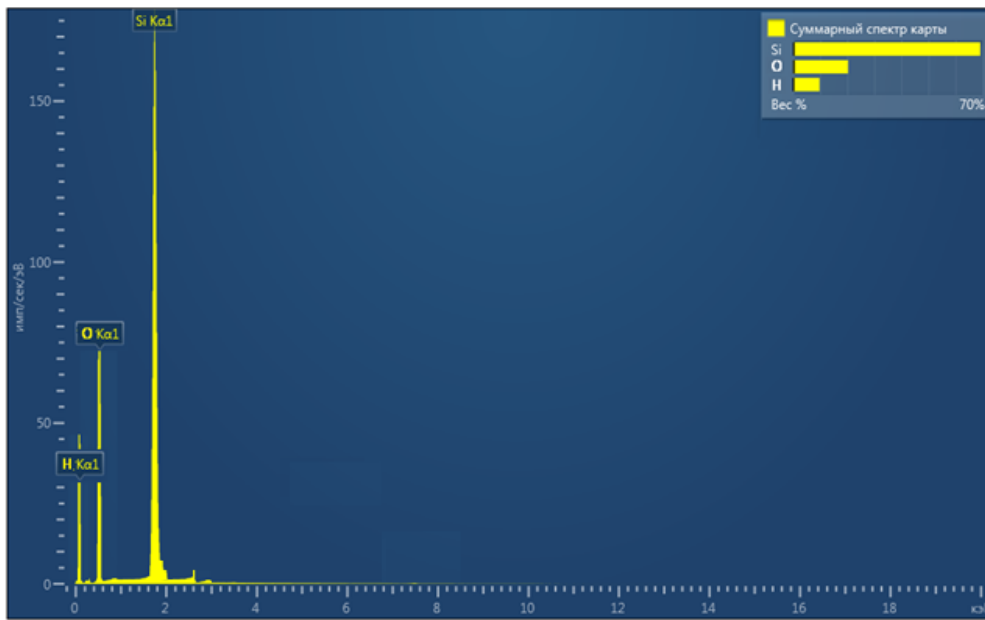
Anod cərəyanını sabit saxlamaqla ($10-40 \text{ mA/sm}^2$) anod gərginliyinin 25-30 V-a qədər artırılması aşılmanın xarakterini tamamilə dəyişir. Belə ki, metal ionsuz (Cd) və metal ionu olan mühitdə eyni şəraitdə və müddətdə (30 dəqiqə) 25-30 V gərginlikdə aşılma zamanı monokristallik p-Si-un səthində məsələlər əmələ gəlməsi prosesi sürətlənir. Metal ionsuz mühitdə alınan QS-da məsələlər oval və ya sferik formaya malik olub səthdə qeyri-bircis paylanır (şəkil 4 a).

Səthdəki sferik formalı oyuqların ölçüsü 7-30 nm, oval formalı oyuqların uzununa ölçüləri isə 10-110 nm intervalında dəyişir. MS-in səthində məsələlərin bu cür qeyri-bircis paylanması anod cərəyanının $50-55 \text{ mA/sm}^2$ qiymətində Si-elektrolit sərhəddində yükün qeyri-bərabər paylanması, daha dəqiq desək səthin müəyyən hissələrində "yük çatışmazlığı" ilə əlaqədar olaraq Si^{2+} ionlarının neytrallaşması prosesinin nisbətən zəif getməsi ilə əlaqədar olaraq izah edilə bilər. EDS spektral analizləri bu rejimdə alınmış QS-un açıq havaya çıxarılması ilə Si-O rabitələrinin yaranmasını göstərir. Düzdür bu rejimdə alınan QS-də Si-H rabitələri də qalır, amma bu rabitələrin qeyri-stabil olması onlar əsasındakı cihazların (qaz sensorlarının və günəş fotoelementlərinin) parametrlərinin qeyri-stabilliyinə gətirir ki, bu da onların tətbiq imkanlarını azaldır.

Həmçinin Si-O rabitələri QS-in xüsusi müqavimətinin artmasına səbəb olur.



a)



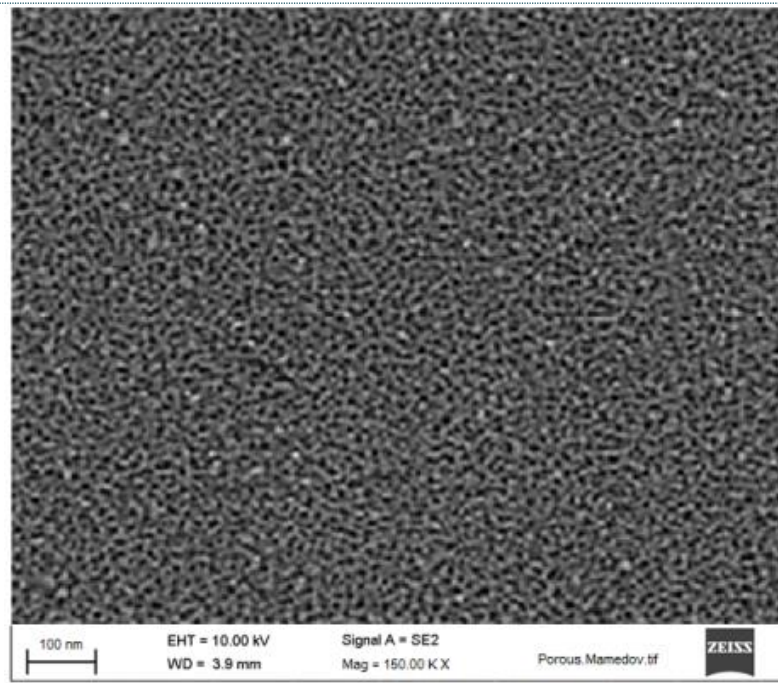
b)

Şəkil 4. 30 V aşılma gərginliyində və 40 mA/sm^2 cərəyanda p-Si altlıqları üzərində alınmış QS-in səthinin SEM fotosəkli (a) və EDS spektri (b).

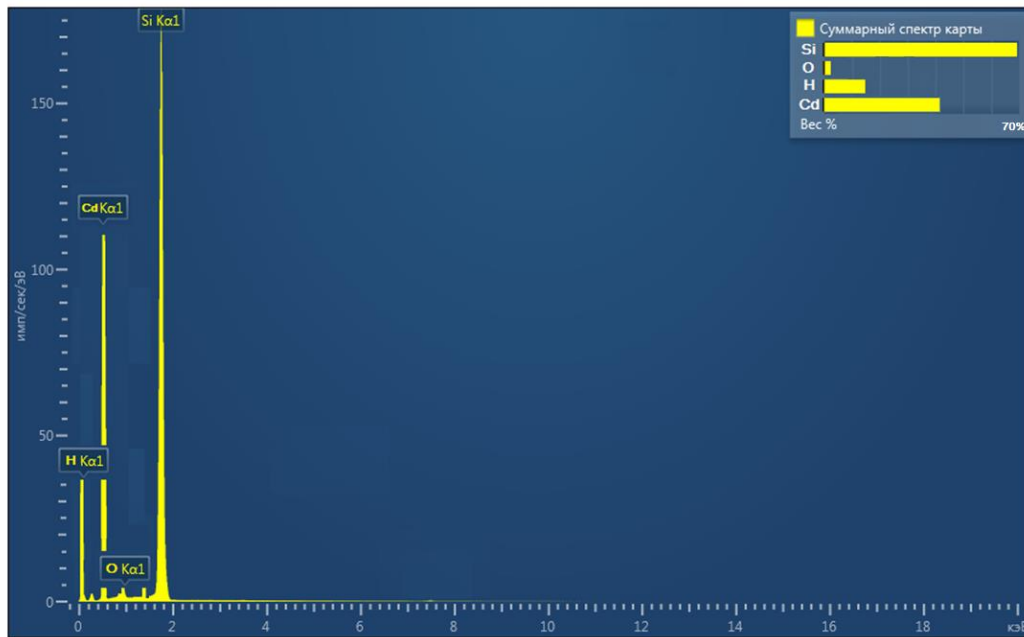
Düzdür bəzi hallarda bu effekt üstün xüsusiyyətlərə malik olsa da, məsaməli Si-da o qədər də yaxşı effekt vermir. Belə ki, aşılmadan sonra məsaməli Si-un səthində bilavasitə məsamələrin ucluqlarında və divarlarında oksidləşmiş (SiO və ya SiO_2) və təmiz Si klasterləri mövcud olur. Nəticədə QS əsasında hazırlanmış heteroqecidlərdə həm p-Si/QS/oksid/CdZnS/metal (YOM), həm də YM kontaktları əmələ gəlir. Yəni strukturun yekun parametrləri bu cür iki tip strukturun parametrlərinin cəmi ilə müəyyən olunur. Aydındır ki, bu hal yekunda əksər parametrlərin həm stabilliyinin azalmasına, həm də gözlənilməz effektlərin – “göydən düşmə” effektlərin yaranmasına səbəb olur.

QS təbəqələrindən fərqli olaraq 30 V anod gərginliyində metal mühitində alınan QSCD təbəqələrində məsamələr bircins paylanmaqla bərabər, demək olar ki, yalnız sferik formalı oyuc şəklində formalaşırlar. Anod gərginliyinin növbəti artımı (40 V-a qədər) məsamələrin ölçü və formasını demək olar ki, çox az dəyişir (cədvəl 1). Məsamələrin ölçüsünün demək olar ki, eyni olması Cd^{2+} ionlarının yükün və buna analogi olaraq anod gərginliyinin silisium-elektrolit sərhəddində bütün səth boyu bərabər paylanmasına stimuly verdiyini söyləməyə imkan verir. Məhz gərginliyin səth boyu bərabər paylanması məsamələrin sferik formada formalaşmasına səbəb olur. Məsamələrin ölçüsünü yalnız anod cərəyanının qiymətinin artırılması ilə idarə etmək mümkün olmuşdur (cədvəl 1).

Belə ki, anod cərəyanının 70 mA/sm^2 -a qədər artırılması ilə məsamələrin ölçüsünü 70 nm-ə qədər artırmaq mümkün olmuşdur (şəkil 5a və şəkil 6a və 6b). Onu da qeyd edək ki, anod cərəyanının artırılması ilə Cd atomlarının da məsamələrdə məskunlaşması dərəcəsi də dəyişir. Belə ki, EDS spektrləri göstərir ki, anod cərəyanının $55\text{-}60 \text{ mA/sm}^2$ -a qədər artması ilə Si-H rabitələrinin əksər hissəsi Si-Cd rabitələri ilə əvəz olunur. Məsamələrdə yalnız cüzi konsentrasiyada Si-O rabitələri əmələ gəlir (şəkil 5b).



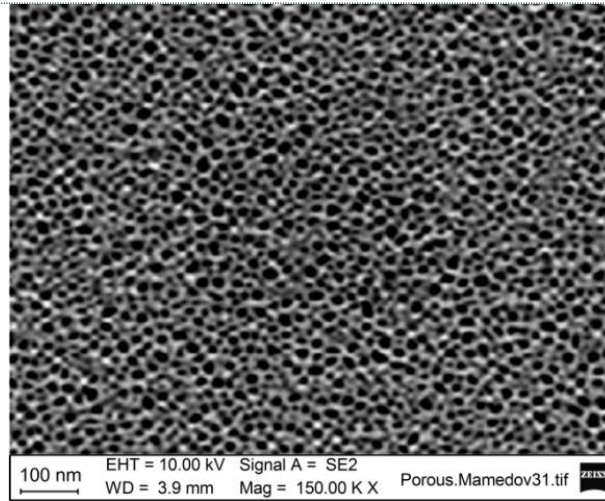
a)



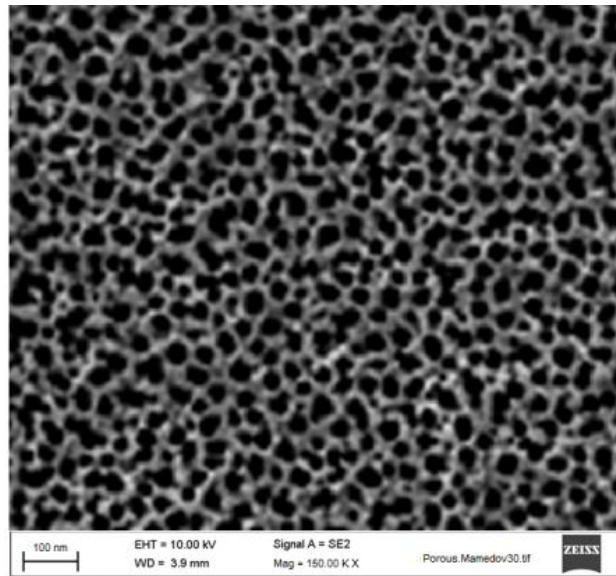
b)

Şəkil 5. 30 V aşılma gərginliyində və 40 mA/sm^2 cərəyanda p-Si altlıqları üzərində alınmış QSCD-in səthinin SEM fotosəkli (a) və EDS spektri (b).

a)



b)



Şəkil 6. 30 V aşılma gərginliyində 55 mA/sm^2 (a) və 70 mA/sm^2 cərəyanda p-Si altlıqları üzərində alınmış QSCD-in səthinin SEM fotoşəkilləri.

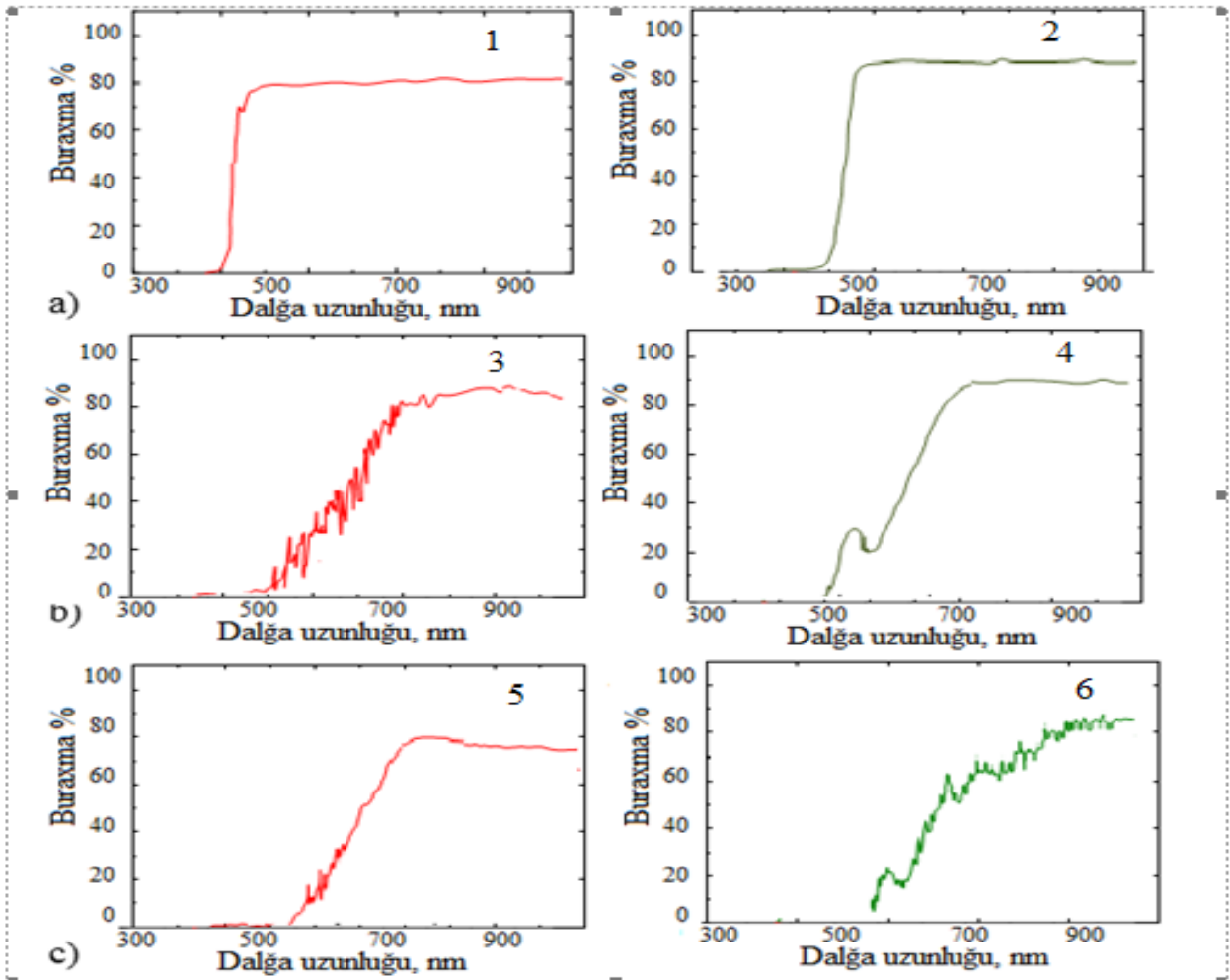
Qeyd edək ki, EDS spektrləri həm bilavasitə aşılmadan sonra və 1 ay saxlanılmış QSCD təbəqələri üçün çəkilmişdir. Hər iki halda demək olar ki, eyni nəticə əldə edilmişdir- oksigenin məsələrdəki konsentrasiyası dəyişməmişdir. Bu da metal ionlu mühitdə alınan QSCD təbəqələrinin stabil olmasına dəlalət edir. Anod cərəyanının 70 mA/sm^2 -a qədər artırılması ilə məsələlərin ölçüsünün böyüməsi ilə yanaşı, Cd atomlarının QS strukturunda konsentrasiyası da azalır və EDS tədqiqatlarının da təsdiqlədiyi kimi Si-O rabitələrinin konsentrasiyası artır. Lakin bu rabitələrin o qədər də qeyri-stabil olmaması və dəyişkən valentlilik nümayiş etdirməsi, onlardan müxtəlif tipli qazların sensoru kimi istifadə etmək imkanını yaradır.

P-Si monokristallik lövhələrinin səhində alınmış *qara*-Si əvvəlcə 1-4 dəqiqə ərzində asetonda, sonra bidistillə olunmuş suda yuyulmuş bundan sonra isə azotla qurudulduqdan sonra CdZnS nazik təbəqələrinin alınması üçün hazırlanmış məhlul olan qaba salınmışdır. Burada p-Si/*qara*-Si altlıqları katod kimi istifadə edilmişdir.

Cədvəl 1

Nümunələr	Anod gərginliyi (V)	Anod cərəyanı sıxlığı (mA/sm ²)	Aşılma müddəti (san)	Məsələrin ölçüsü (nm)
QSCD1	30	40	1800	8–11
QSCD2	30	55	1800	10–16
QSCD3	30	70	1800	30–70
QSCD2	34	55	1800	10–15
QSCD2	36	55	1800	11–17
QSCD2	40	55	1800	10–19
QSCD2	30	55	1200	9–16
MSCD2	30	55	400	10–17

Struktura hazırlamadan öncə, müxtəlif tərkibli $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}(\text{Se})$ təbəqələrinin ayrılıqda termik emaldan əvvəl (1,3,5) və sonra (2,4,6) buraxma spektrləri tədqiq olunmuşdur.



2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli) Plan üzrə nəzərdə tutulmuş işlər tam yerinə yetirilmişdir (100%)
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi Hesabat dövründə texnoloji metod üzərində aparılmış tədqiqatlar zamanı alınmış nəticələr yenidir
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar Elektrokimyəvi aşılama, metal mühitində aşılama, qara Si-un səthindəki məsələlərdə oksigen radikallarının aradan qaldırılması və teksturanın passivləşdirilməsi.
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmalar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) <i>(sürətlərini əlavə etməli!)</i> Alınmış nəticələr üzrə 1 məqalə çap üçün hazırlanır.
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər -
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər -
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak -
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak -
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) Sentyabr-oktyabr aylarında mövzu üzrə 1 elmi seminarın təşkil olunması və Modern Trends in Physics beynəlxalq elmi konfransda iştirak nəzərdə tutulur
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar -
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr -
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr Layihənin 2-ci rübündə bu sahə üzrə Macarstanın Szeqed Universitetindən olan həmkarlarla onlayn müzakirələr nəzərdə tutulur
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı -
15	Sərgilərdə iştirak -

16	Təcrübə artırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi
	-
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.
	Sentyabr-oktyabr aylarında mövzu üzrə təşkil olunacaq elmi seminar işıqlandırılacaq.

Layihə rəhbərinin imzası _____ Cəfərov Maarif Əli oğlu

Tarix _____



QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.

