



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 6-cı mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Nano strukturlu ZrC, TiC və WC nazik təbəqələrin yüksək temperatur, radiasiya və koroziyaya dayanıqlı material kimi tətbiq imkanları**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Hüseynov Hüseyn Cəlil oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/03/1-M-03**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **31 mart 2023-cü il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2023-cü il - 01 may 2025-ci il**

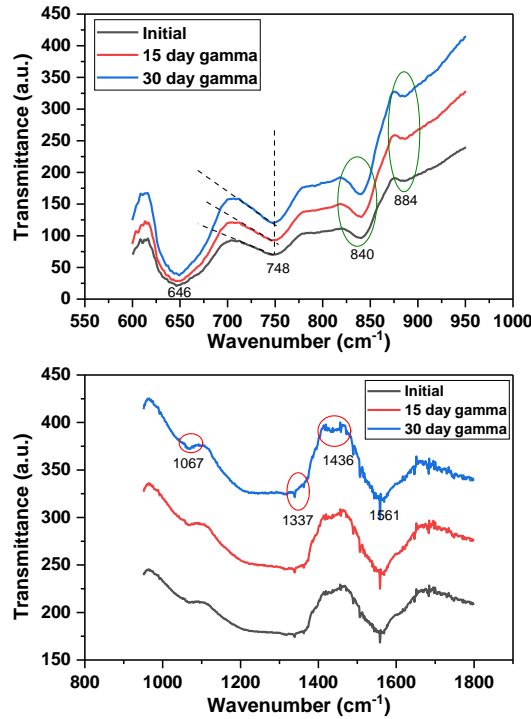
Layihənin VI mərhələ üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**

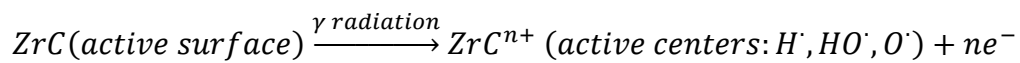
Tədqiqat layihəsinin rüblük iş planına əsasən qamma şüalarının 99.9% təmizlik dərəcəsinə, 0.08 g/cm³ toz alında sıxlığa, xüsusi səth sahəsi 70 m²/g heksaqonla fəza qurluşuna malik 40 nm ölçülü ZrC kristallarına 1.17 və 1.37 MeV enerjili qamma kvantların malik Co⁶⁰ qamma mənbəyində otaq temperaturunda şüalanmadan sonra kristallik strukturunda defektlərin formalaşma mexanizmi öyrənilmişdir. Şəkil 1-də şüalanmamış, 1500 və 3000 kQr udulma dozalarında qamma kvantları ilə şüalandırılmış nano kristallik zirconium carbide nümunələrinin FTIR spektrləri göstərilmişdir. Ftir spektrlərindən nümunələrin səthində qamma şüalanmanın təsiri altında formalaşan aktiv mərkəzlər tərəfindən tutulan və parçalalan funksional qruplar, oksid mərkəzlər və hidrogen qrupları haqqında geniş məlumat əldə etmək mümkündür. ZrC nano kristalının FTIR spektrində 646 sm⁻¹, 748 sm⁻¹, 840 sm⁻¹, 1561 sm⁻¹ və 3435 sm⁻¹ dalğa nömrələrində kimyəvi rabitələrin rəqsləri müşahidə olunur. 1500 kGy udulma dozasında 884 və 1067 sm⁻¹ dalğa nömrələrində və 3000 kGy udulma dozasında isə 1337 sm⁻¹ və 1436 sm⁻¹ dalğa nömrəsində yeni rəqslər formalaşır. Həmçinin 3000 kGy udulma dozasında

şüalanmış kristallarda 1436 cm^{-1} dalğa nömrəsindəki rəqslərin dubletləşməsi və 884 cm^{-1} və 1067 cm^{-1} dalğa nömrəsindəki rəqslərin intesivliyinin artması aşkar olunmuşdur.

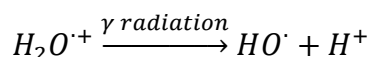
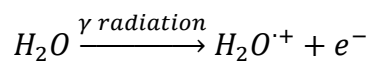


Şəkil 1. Müxtəlif qamma udulma dozalarında şüalandırılmış sirkonium karbid nano kristalının İQ spektrləri

Məlumdur ki, 500 kQr udulma dozasına qədər qamma kvantları ilə şüalanmış 20 nm ZrC kristallarında C-OH və C-O asymmetric stretching vibration, struktur deqradasiya və amorflaşma prosesinin baş verməsi göstərilmişdir. Şüalanmamış kristalın 646 cm^{-1} tezlikdəki rəqslər Zr-O-Zr kimyəvi rabitəsinin simmetrik və assimetrik dartılma rəqslərini xarakterizə edir və Zr (metal)-oxygen kimyəvi rabitələri yalnız $400\text{-}700 \text{ cm}^{-1}$ intervalında müşahidə olunur. Lakin $\nu(\text{Zr-O}) + \nu(\text{Zr-N})$ və $\pi(\text{C-CH}_3) + \nu(\text{Zr-O}) + \text{ring distortion}$ rəqslərinin modalarına eyni dalğa nömrəsində müşahidə etmək mümkündür. 748 cm^{-1} tezlikdəki rəqslər C-O, 840 cm^{-1} və 884 cm^{-1} rəqslər $\nu(\text{Zr-O-C})$ rabitələrinin simmetrik və assimetrik dartılma rəqslərinə uyğundur. Digər tərəfdən, 1067 cm^{-1} $\nu(\text{OOC})$, $1295 \delta(\text{C-H}) \text{ cm}^{-1}$, 1337 cm^{-1} Zr-C, 1435 cm^{-1} $\nu(\text{C=O}) + \delta(\text{CH})$, 1654 cm^{-1} $\nu(\text{C=O})$ tezliklərdəki rəqslərin təbitə müəyyən olunmuşdur. Aktiv səth sahəsinə malik nano kristalın ZrC nümunələri normal atmosfer mühitində şüalanması həyata keçirildiyi üçün kristalların səthində aşağıdakı mexanizmlərlə çevirmə reaksiyalarının baş verməsi mümkündür.



Nümunənin səthi tərəfindən absorbsiya olunmuş su molekullarının qamma şüalanmanın təsiri nəticəsində parçalanma mexanizmi aşağıdakı tənliklərdə verilmişdir.



2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)
	90 %
3	<p>Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr, onların yenilik dərəcəsi</p> <p>Cari rübdə aparılan tədqiqatımız müxtəlif qamma şüalanma udma dozalarında və termal tavlamağa məruz qalan nano ölçülü titan nitrid (TiN) keramika materialında qüsurların gəlməsi mexanizminin analizinə yönəlmişdir. Bunun üçün PALS və DBS tədqiqatları aparılıb. PALS tədqiqatlarında yaşama müddətində iki komponent müşahidə edilmişdir. s_1 yaşama müddəti komponenti radiasiya və temperatur təsirləri nəticəsində yaranan Ti mono-vakansiyaları ilə əlaqələndirilmişdir. s_2 komponenti $2V_{Ti}-1V_N$, $3V_{Ti}-1V_N$, $2V_{Ti}-2V_N$, $3V_{Ti}-2V_N$ fəza qruplarının mövcudluğu və onların daha yüksək dozalarda səthə doğru miqrasiyası göstərilmişdir. DBS tədqiqatlarında S valent elektronlarında pozitron annihilasiyası haqqında məlumat verilmişdir. İlk doza ilə müqayisədə udulmuş doza artdıqca, S parametri daha yüksək qiymətlər alır. Xüsusilə, 200 kGy dozada maksimum qiymətə malik olur. DBS nəticələri göstərir ki, pozitronlar əsasən titan boşluqlarında tutulur və azot atomlarının elektronları tərəfindən məhv edilir.</p>
4	<p>Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar</p> <p>Təcrübələr BaF₂ sintillyatorları ilə təchiz edilmiş yüksək sürətli pozitronun yaşama müddəti spektrometrindən istifadə etməklə həyata keçirilib. İstifadə olunan spektrometrlərin vaxt ayırma qabiliyyəti (yarım maksimumda tam genişlik - FWHM) 250 ps-dir. ²²Na izotopunu ehtiva edən titan folqadan ibarət qalınlığı 7 mkm olan mənbə iki titan folqa arasında yerləşdirildi. Mənbənin aktivliyi 10,5 mCi-dir. İki titan folqa arasında sendviç konfigurasiyasında yerləşdirilmiş mənbə daha sonra başlanğıc və dayanma siqnallarını qeyd edən sintillyasiya detektorlarının qarşısında yerləşdirildi. Pozitron Annihilation Lifetime Spectra (PALS) təxminən 24 saat ərzində ölçüldü və təxminən 3×10^6 hadisə toplandı. PALS spektrlərinin təhlili LT proqram kodundan istifadə etməklə aparılmışdır. Eyni zamanda, nümunələrin Doppler Genişləndirilməsi tədqiqatları otaq temperaturunda diametri 5 mm və intensivliyi 10^5 e⁺/s olan pozitronların implantasiyası yolu ilə aparılmışdır. Doppler Genişləndirici Spektroskopiya (DBS) yüksək ayırdetmə qabiliyyətinə malik yüksək təmizlikli germanium (HPGe) detektorundan istifadə etməklə həyata keçirilmişdir. Nüvə xətlərinin FWHM-ə xətti funksiyanın uyğunlaşdırılması bizə 511 keV enerjinin təxminən 1,2 keV olması üçün enerji həllini qiymətləndirməyə və ya interpolyasiya etməyə imkan verdi. Əldə edilmiş spektrlərdən çıxarılan məlumat S və W parametrlərini hesablamaq və təmsil etmək üçün istifadə edilmişdir. S parametri ilk</p>

	növbədə aşağı impulsu elektronların məhv edilməsi ilə əlaqələndirilir və xüsusilə əhəmiyyətli qüsurların olması halında daha yüksək dəyərlərə sahib olmağa meyllidir. Digər tərəfdən, W parametri S funksiyası kimi xidmət edir və nüvə elektronları ilə məhv hissəsini təmsil edir. Doppler Genişləndirici Spektroskopiyadan əldə edilən məlumatlar SP-SE proqram kodundan istifadə etməklə təhlil edilmişdir.
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərç olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) <i>(surətlərini əlavə etməli!)</i> A.S.Abiyev, E.M.Hüseynov, M.N.Mirzayev, B.Mauyey and S.F.Samadov. "Positron annihilation lifetime and doppler broadening spectroscopies studies of defects in nano TiN crystal under gamma irradiation and high temperature" Indian J Phys (2024). https://doi.org/10.1007/s12648-024-03229-w
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər Yoxdur
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər Nəzərdə tutulmayıb
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak Nəzərdə tutulmayıb
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak Nəzərdə tutulmayıb
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) Nəzərdə tutulmayıb
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar Nəzərdə tutulmayıb
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr Nəzərdə tutulmayıb
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr Nəzərdə tutulmayıb
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı Nəzərdə tutulmayıb
15	Sərgilərdə iştirak Nəzərdə tutulmayıb
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi Nəzərdə tutulmayıb
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. Nəzərdə tutulmayıb

Layihə rəhbərinin imzası _____ Hüseynov Hüseyn Cəlil oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.

