



VMZP projekts Nr.2

“Perspektīvie neorganiskie materiāli optoelektronikai un mikro-elektronikai un modernās metodes struktūras pētījumos”

**ATSKAITE**

par 2007. gada rezultātiem

**•Projekta vadītājs :**

Dr. hab. fiz., vad. pētn. **M. Sprinģis**

**Galvenie izpildītāji :**

Dr. hab. fiz., vad. pētn. U. Rogulis

Dr. hab. fiz., vad. pētn. J. Kotomins

Dr. fiz., vad. pētn. Ē. Klotiņš

Dr. fiz., vad. pētn. I. Manika

Dr. fiz., vad. pētn. A. Lūsis

Dr. fiz., vad. pētn. V. Zauls

Dr. fiz., vad. pētn. A. Kuzmins

Dr. fiz., vad. pētn. D. Erts



*Izpildītāji: A. Kuzmina grupa*



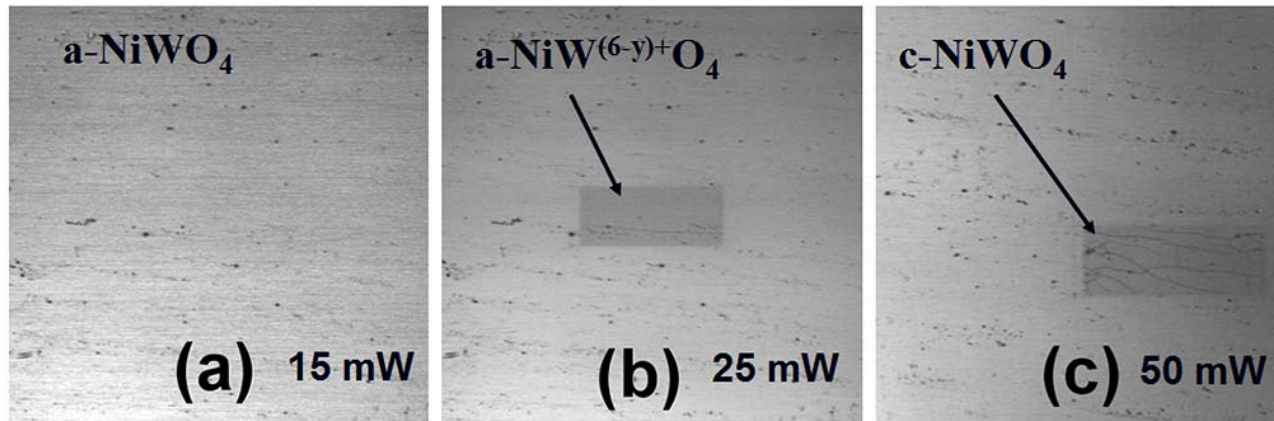
3D skenējošais konfokālais mikroskops ar spektrometru; optiskā izšķiršana 200 nm

**Iegūt dažādu volframātu plānās kārtiņas ar izputināšanas metodēm; veikt tajās lāzērierakstu un Ramanizklīdes pētījumus ar konfokālo spektromikroskopu.**

Iegūtas vienmērīgas amorfās un nanokristāliskās  $\text{ZnWO}_4$  un  $\text{NiWO}_4$  kārtiņas ar magnetronu izputināšanas metodi uz Si un stikla pamatnēm.

Izveidots  $\text{NiWO}_4$  optiskās atmiņas elements ar lāzērierakstu (liela jauda) un Ramanizklīdes efektu ieraksta nolasīšanai (maza jauda).

Izstrādāta tehnoloģija luminiscējošu  $\text{ZnWO}_4$  kārtiņu izgatavošanai optiskā tuvā lauka mikroskopu testēšanai.



1.att. Optiskā ierakstīšana NiWO<sub>4</sub> plānā kārtiņā atkarībā no lāzera jaudas. Attēlu izmērs 134×167 μm.

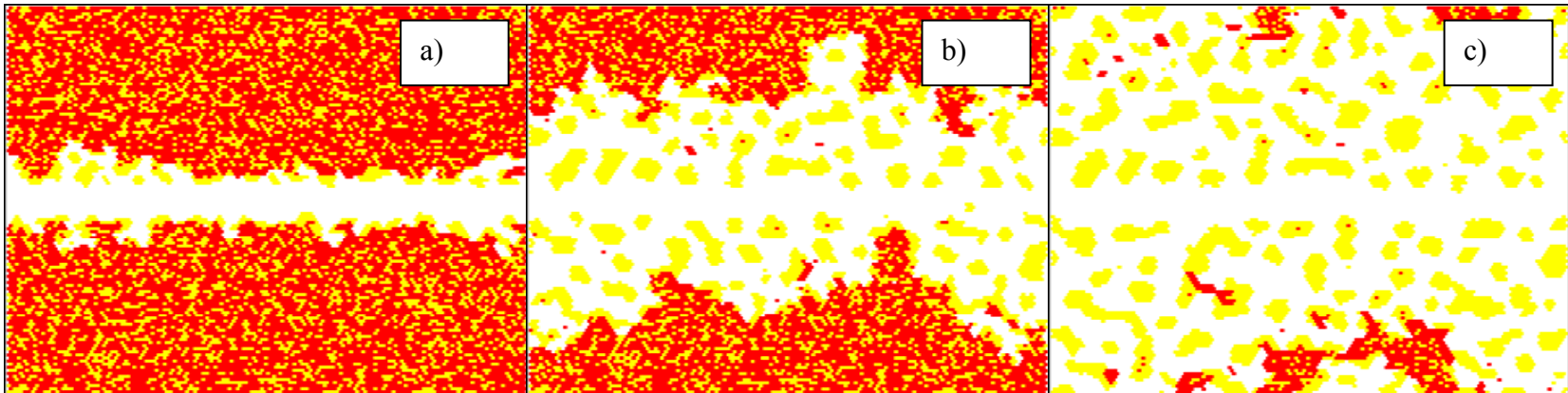


2.att. Luminiscējošs testa paraugs ZnWO<sub>4</sub> plānās kartiņas bāzē un tā AFM 18×18 μm attēls.

*Izpildītāji: J. Kotomina grupa*

**Modelēt atomāro un elektronisko struktūru ideālos un defektainos 1D un 2D nanomateriālos; modelēt oksīdu starpvirsmu īpašības.**

**Pielietojums** – teorētisko metožu pielietojamības pārbaude un virsmas procesu izpēte rūpniecisko katalizātoru efektivitātes palielināšanai.



Modelēšanas režģa momentuzņēmumi (Au-dzelteni, Ni-sarkani).

Laiks: a) 60, b) 280 un c) 500 s.

Ar kinētisko Monte Karlo metodi modelēta Au/Ni sakausējuma virsmas segregācija pie lieliem CO spiedieniem.  $\text{Au/Ni} + \text{CO} \Rightarrow \text{Ni}(\text{CO})_4 + \text{Au}$



*Izpildītāji: J. Kotomina grupa*

Defektēta (F-centrs)  $\text{PbZrO}_3$  kristāla (001) virsmas aprēķini ar kvantu ķīmijas metodes ietvaros bazētu blīvuma funkcionāla teoriju.

Atomu relaksācija ap F-centru.  $E_F(\text{SrTiO}_3) = 5E_F(\text{PbZrO}_3) = 5 \times 1.14 \text{ eV}$



Pb



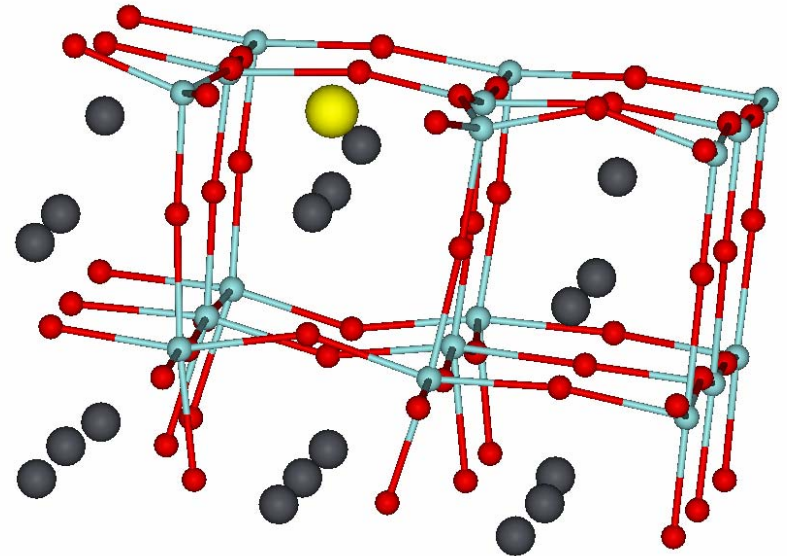
Zr



O



F centrs



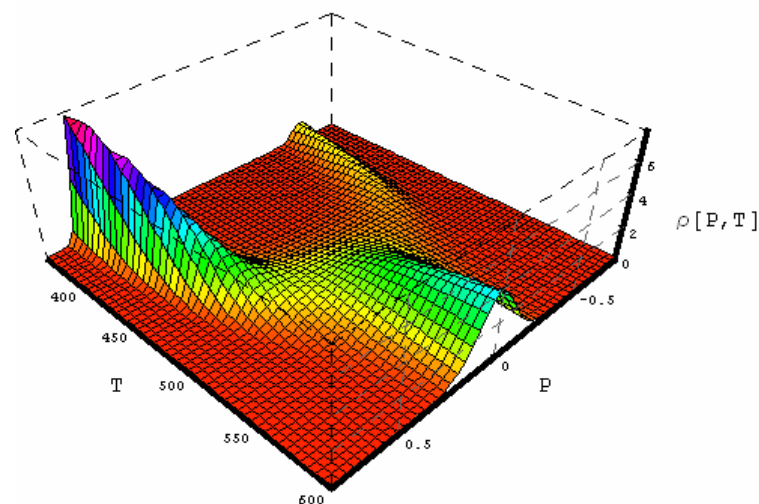
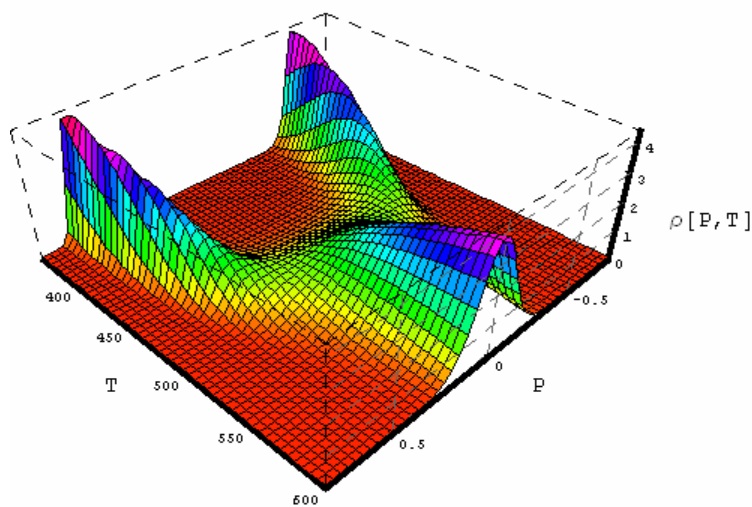


*Izpildītāji: Ē. Klotiņa grupa*

**Veikt segnetoelektriķu un to plāno kārtiņu elektriskās polarizācijas procesu datormodelēšanu.**

Pielietojums tehnikā - domēnu kinētiskās īpašības, tāpēc makroskopiskiem objektiem lietojamā teorija pārveidota un papildināta, lai modelētu nelīdzsvara procesus, piem., T un E lauka kontrolētu mezoskopisku objektu – domēnu - augšanu un pārslēgšanos un skaidrotu eksperimentāli novērotās domēnu kinētiskās īpatnības.

Polarizācijas varbūtības blīvuma atkarība no temperatūras ideālā homogēnā vidē (pa kreisi) un nehomogēnā vidē – struktūras defekti utt. – (pa labi).

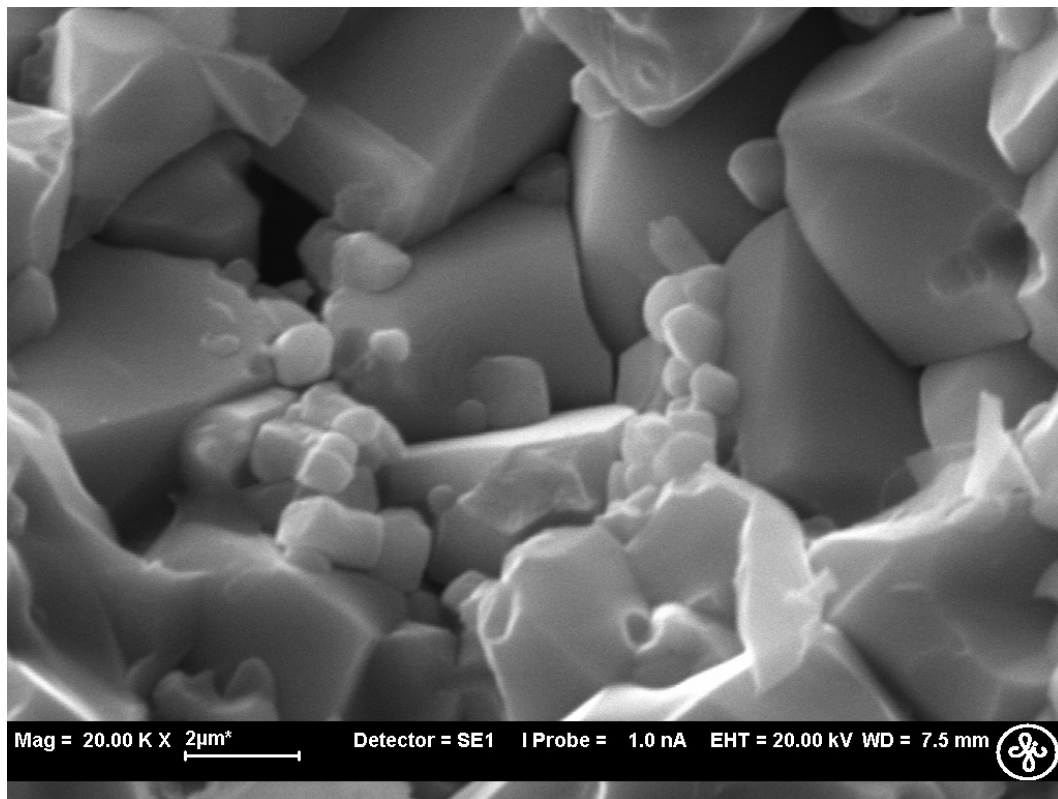






*Izpildītāji: V. Zaula grupa*

**Pētīt plānu pārklājumu optiskās īpašības, izmantojot SEM un AFM.**



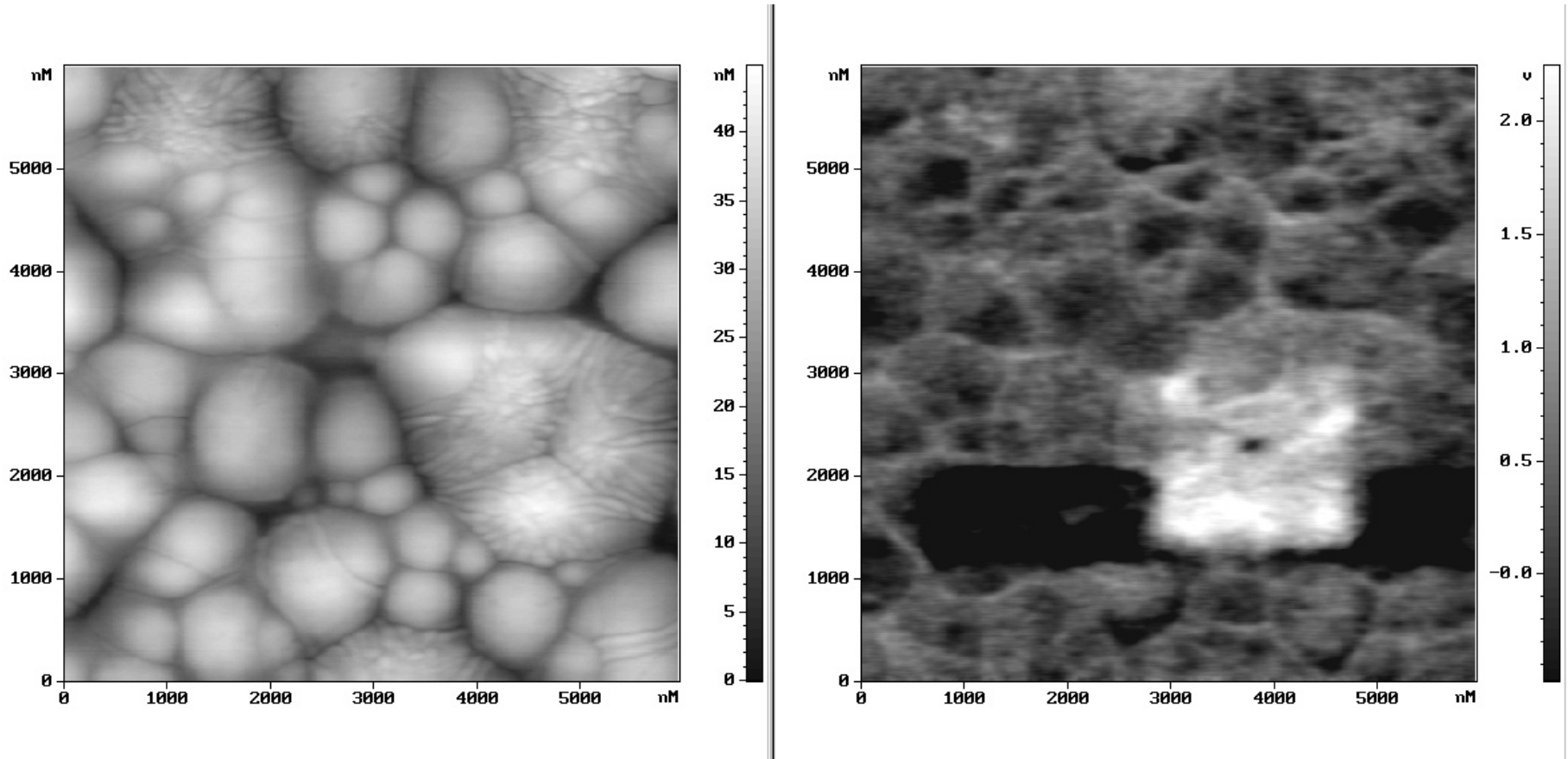
Poru un ieslēgumu analīze ar skanējošo elektronu mikroskopu augsta blīvuma segnetokeramikas izveidei.

Mērķis: daudzfunkcionālu (ultraskaņas un deformācijas sensori, utt.), lētu segnetomateriālu iegūšana ar bezsvina tehnoloģiju.

Elektronu mikroskopa (SEM) attēlā  $\text{LiNbO}_3$  0.9 -  $\text{NaNbO}_3$  0.1 keramika



*Izpildītāji: V. Zaula grupa*



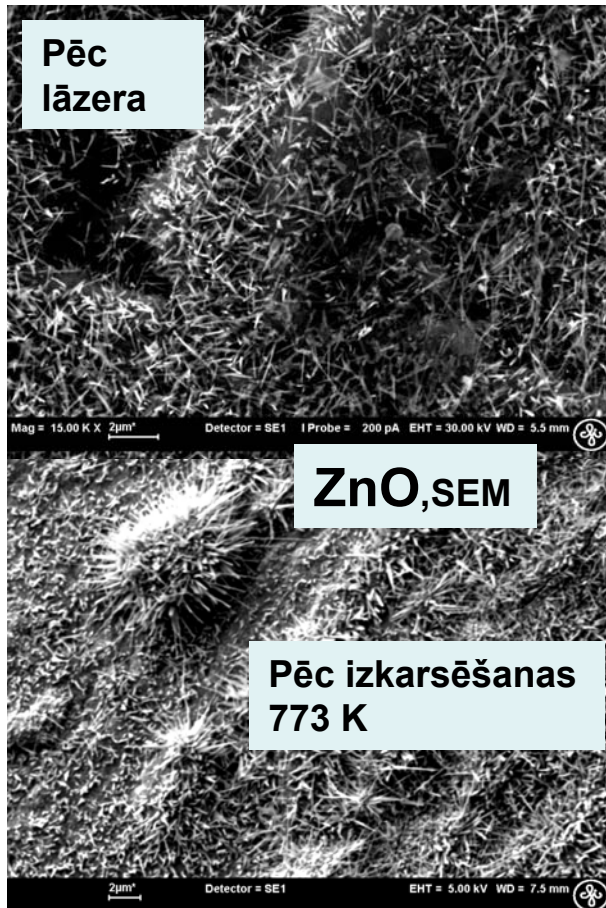
Kārtiņā (virsmas topogrāfija – pa kreisi) izveidoti/ierakstīti submikronu polarizēti apgabali un vizualizēti ar atomspēka mikroskopu izmērot graudu pjezosignālu (pa labi).



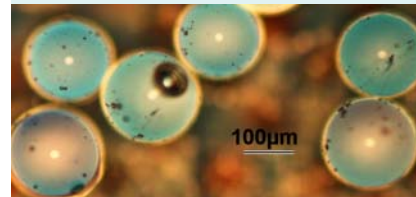


*Izpildītāji: I. Manikas grupa*

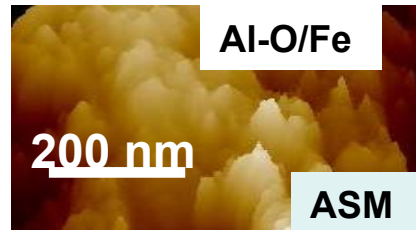
**Izpētīt nanostrukturētu funkcionālo pārklājumu ( $\text{Zn-O/stikls}$ ,  $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2\text{/stikls}$ ,  $\text{Al-O/tērauds}$ ) mikromehāniskas īpašības un virsmas morfoloģiju, izmantojot atomspēka mikroskopijas, elektronmikroskopijas, un mikroindentēšanas metodes**



**Ti-Si-O (Sidrabe)**



**Al-O/Fe**

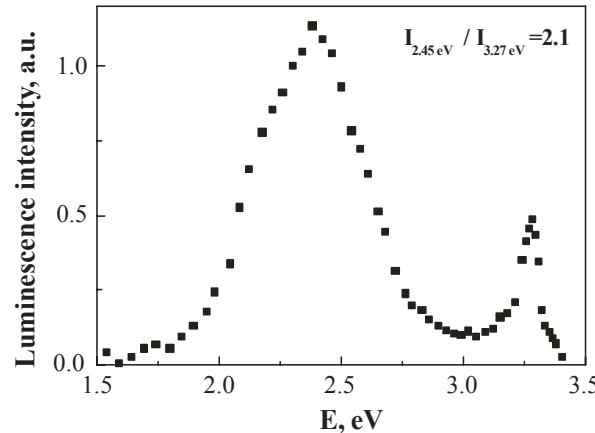
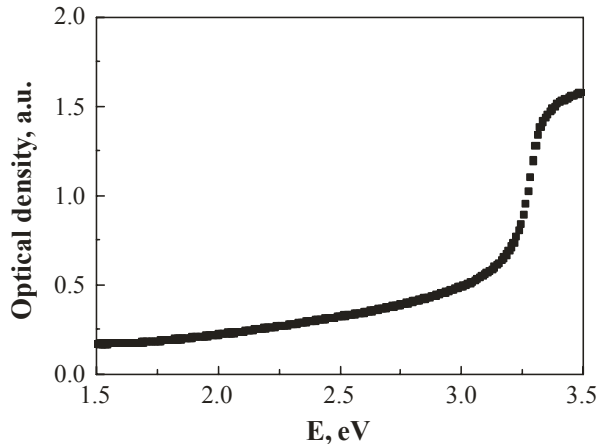


Ar izstrādāto efektīvo un ekonomisko mikrotriboloģisko metodi iegūti metāla/oksīda nanostrukturēti funkcionālie pārklājumi, kuriem ir liela mikrociētība, nodilumizturība un augsta adhēzija.

Parādīts, ka pēc lāzera apstarošanas vai pēc atkvēlināšanas var iegūt caurspīdīgu ZnO pārklājumu ar raksturīgo adatveida struktūru ( $l=2-10\mu\text{m}$ ,  $d=50-100\text{nm}$ ), kuram ir novērojama zilā un zaļā luminiscence. Oksidēšanās process ir mehanoaktivēts deformācijas defektu un nanostrukturās dēļ.

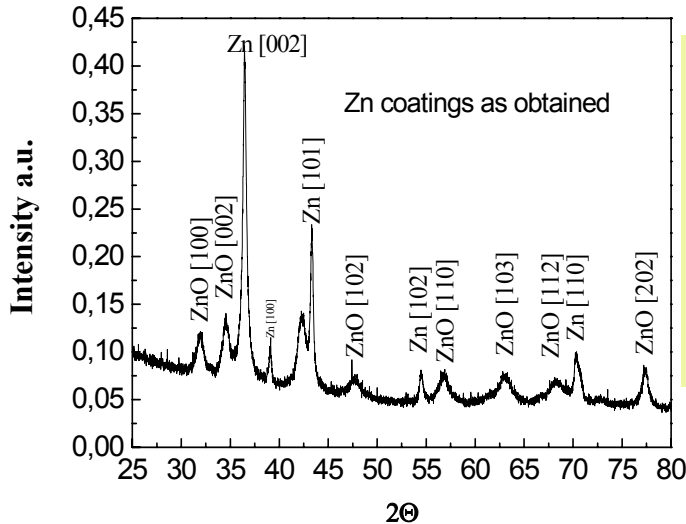


*Izpildītāji: I. Manikas grupa*



**ZnO pārklājums**  
**Optiskās īpašības**  
 un  
**mehāniskās īpašības**

**XRD bilde**

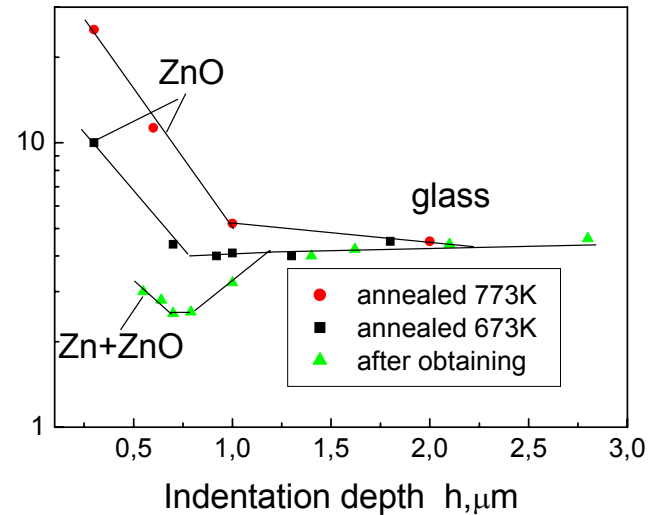


**Zn** HV = 0.3 GPa

**ZnO(mono)** HV = 3.0 GPa

**ZnO pārkl.** HV=12 GPa

Microhardness H, GPa

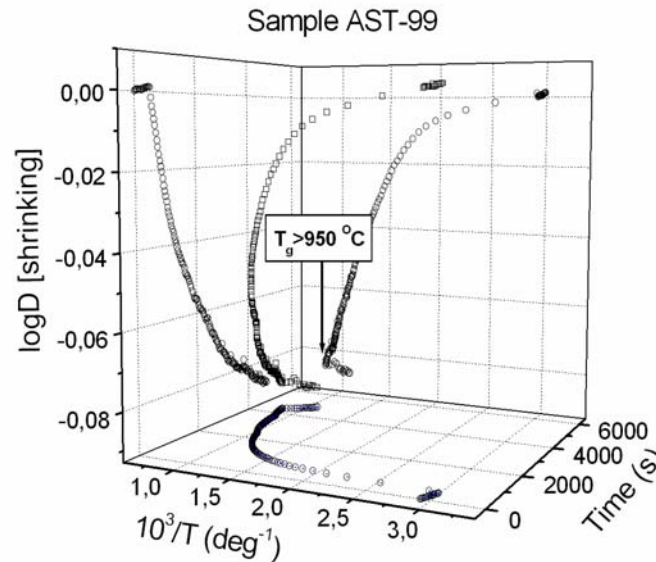
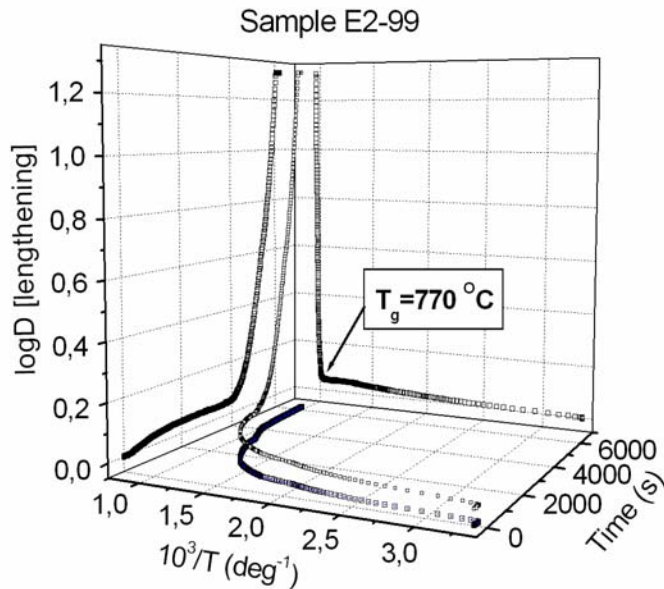


**Tuvāka perspektīvā : sadarbība ar A/S SIDRABE lai izmantotu ZnO pārklājumus kā vadošo starpslāni saules baterijas ierīcēs .**



*Izpildītāji: A. Lūša grupa*

**Optimizēt stikla virsmas nanostrukturēšanas procesa kritisko temperatūru, laiku un ultraskaņas enerģijas sliekšni un to saistību ar sorbcijas un desorbcijas īpašībām.**



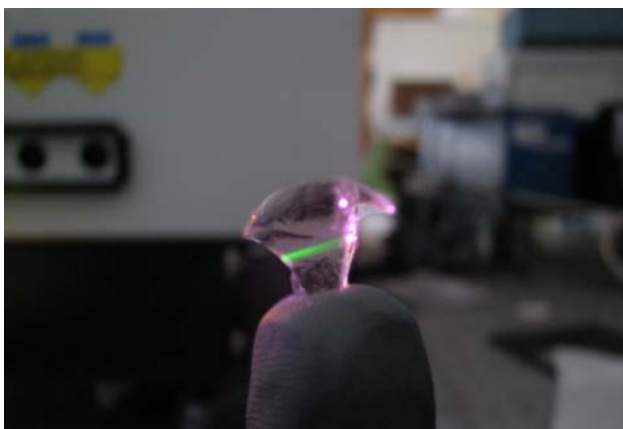
Atsārmošanas procesā iegūta stikla šķiedra ar poru izmēriem un specifisko virsmu  $2\div 10\text{ nm}$  un  $0,1\div 300\text{ m}^2/\text{g}$ . Atsārmotai stikla šķiedrai  $T$  (notrūkšanas) paaugstinājās par  $180\text{ °C}$ .  $\text{TiO}_2$  pārklājums atsārmotai stikla šķiedrai paaugstināja  $T_g$  par  $100\text{-}200\text{ °C}$ .

Diferenciālās termiskās analīzes un izotermiskās analīzes rezultāti rāda, ka sorbcijas un desorbcijas procesu saistība ar stikla poru struktūru ir komplicēta un tieši neatbilst ne *Langmuir'a*, ne BET izotermām.

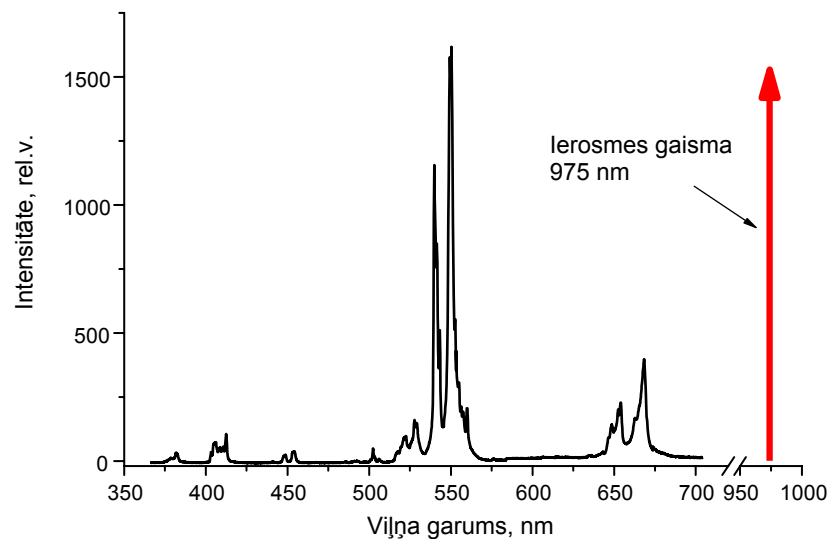
Atsārmotai stikla šķiedrai novērotā saraušanās temperatūrām virs  $100\text{ °C}$  ir saistīta ar OH grupu polikondensāciju un stiklveidotāju oksīdu tīkla strukturālu pārkārtošanos, ko jau atsārmošanas procesā sekmē ultraskaņa.

*Izpildītāji: U. Roguļa grupa*

**Iegūt un pētīt oksifluorīdu kompozītus ar SEM, rentgenizklīdes un optiskām metodēm.**



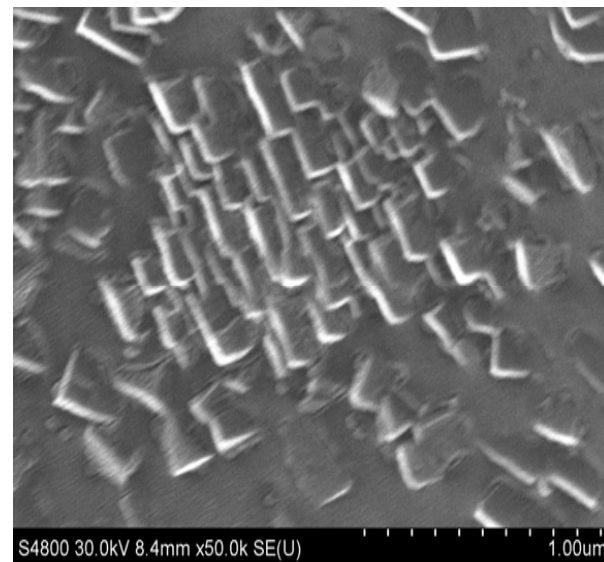
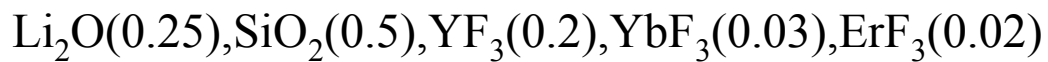
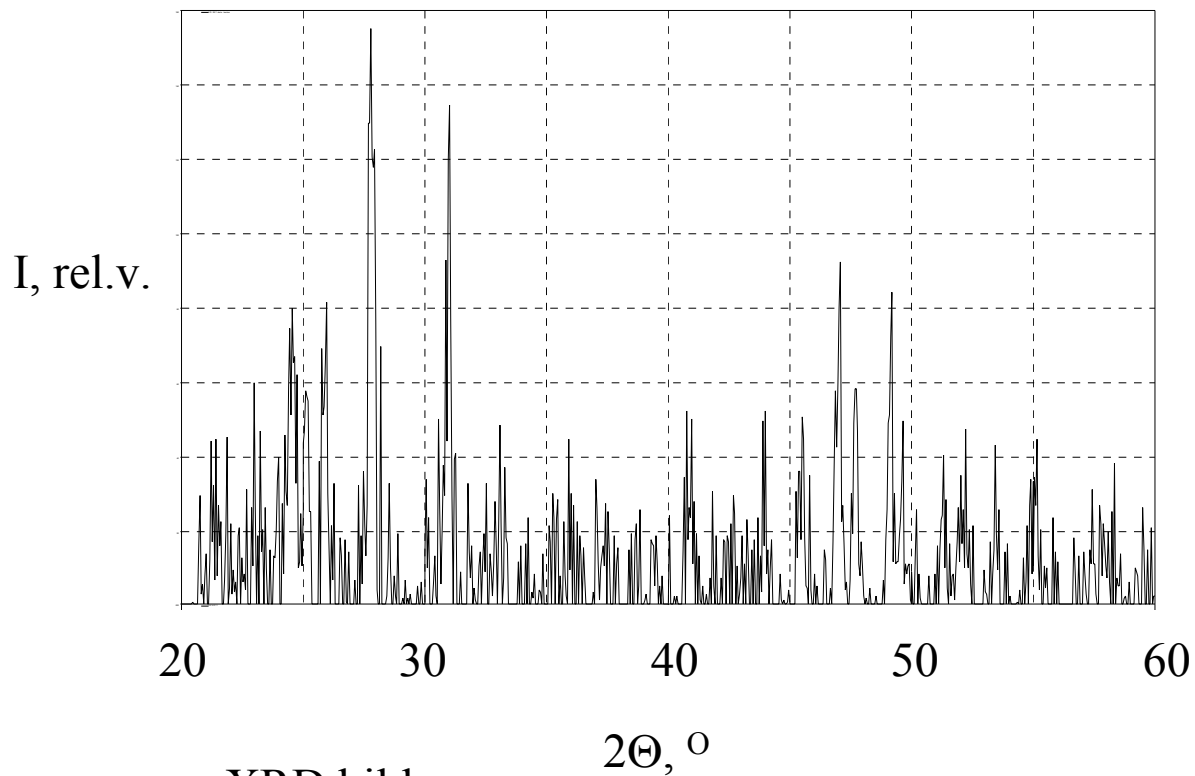
Ar Er aktivēto oksifluorīda stikla parauga zaļā „up-conversion” luminiscence, ierosināta ar 975 nm lāzera gaismu.



Ar infrasarkano starojumu ierosinātā luminiscence ar Er aktivētai oksifluorīdu keramikai



*Izpildītāji: U. Roguļa grupa*



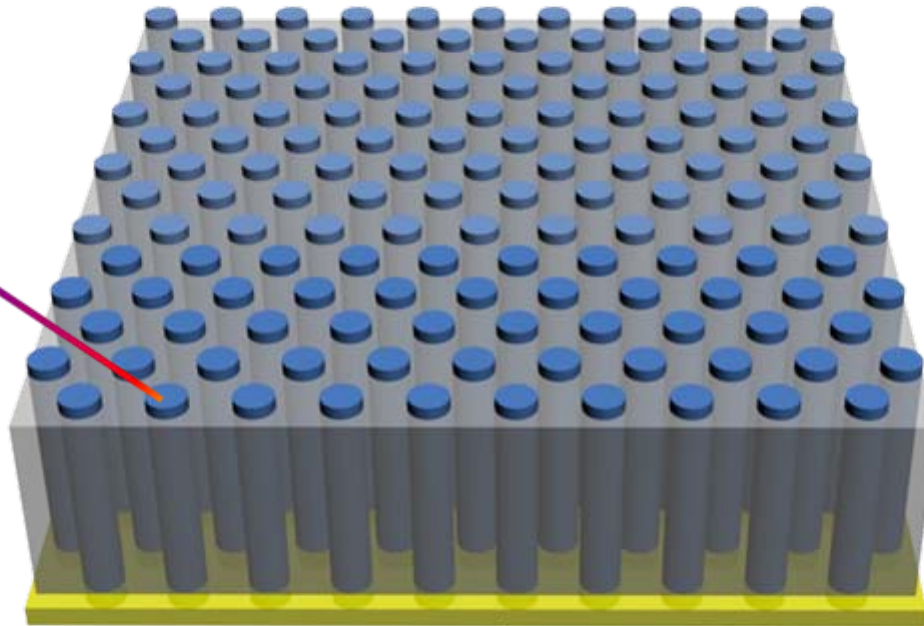
SEM bilde



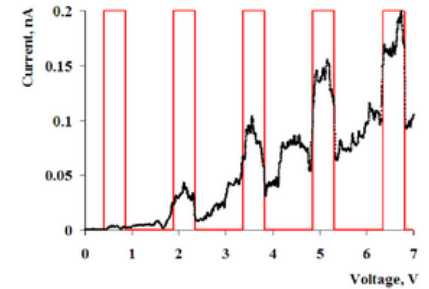
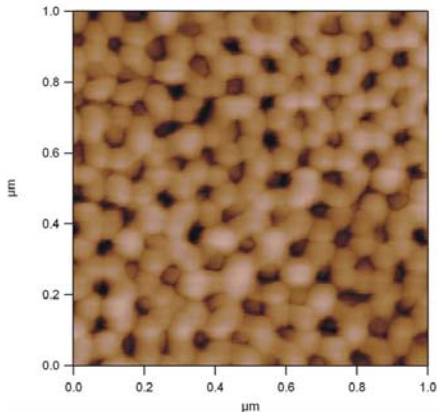


*Izpildītāji: D. Erta grupa*

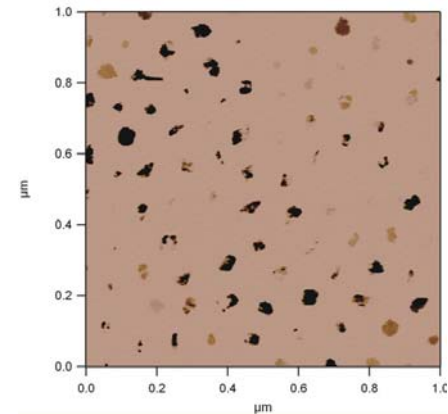
**Noteikt nanoarhitektūrās novietotu individuālu pusvadītāju nanovadu vadāmību un fotovadāmību.**



**Topogrāfija**



**Vadāmība**

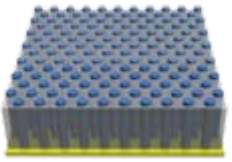




*Izpildītāji: D. Erta grupa*

## **Vadāmība**

1. Ge nanovadi anodizēti alumīnija oksīda matricās uz Au nanodaļiņām.
2. Vadāmība 100-1000 reizes labāka par agrāk iegūtajiem un tuva pamatvielas vadāmībai

	<i>Iepriekšējie rezultāti</i>	<i>Au nanodaļiņas, polikrist</i>	<i>Au nanodaļiņas, monokrist.</i>	<i>Pamatviela</i>
<i>Īp. pretest., <math>\Omega \cdot m</math></i>	<i>100-3000</i>	<i><math>0.3 \pm 0.2</math></i>	<i><math>48 \pm 6</math></i>	<i>0.5</i>

## **Fotovadāmība**

1. Detektēta fotostrāva no matricās sakārtotiem individuāliem  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  nanovadiem
2. Fotovadāmība mazāka par pamatvielas fotovadāmību
3. Iemesls – iespējama ķīmiskā sastāva izmaiņas uz kristālisko nanovadu virsmas mijiedarbības ar matricu rezultātā



2007.gada laikā projekta ietvaros iegūtie **rezultāti**  
apkopoti

**7 publikācijās** zinātnē citējamos žurnālos,  
**25 referātos**, kas aprobēti 17 konferencēs, tai skaitā  
**16 starptautiskās konferencēs**,  
**8 raksti iesniegti** publicēšanai, aizstāvēti  
**2 bakalaura darbi**,  
**1 disertācija fizikas doktora grāda iegūšanai.**

Projekta izpildē kopumā piedalījās **34 darbinieki**,  
to skaitā

**23 zinātņu doktori**,  
**5 doktoranti**,  
**4 studenti.**