



VMZP projekts Nr.2

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

ATSKAITE

par 2009. 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

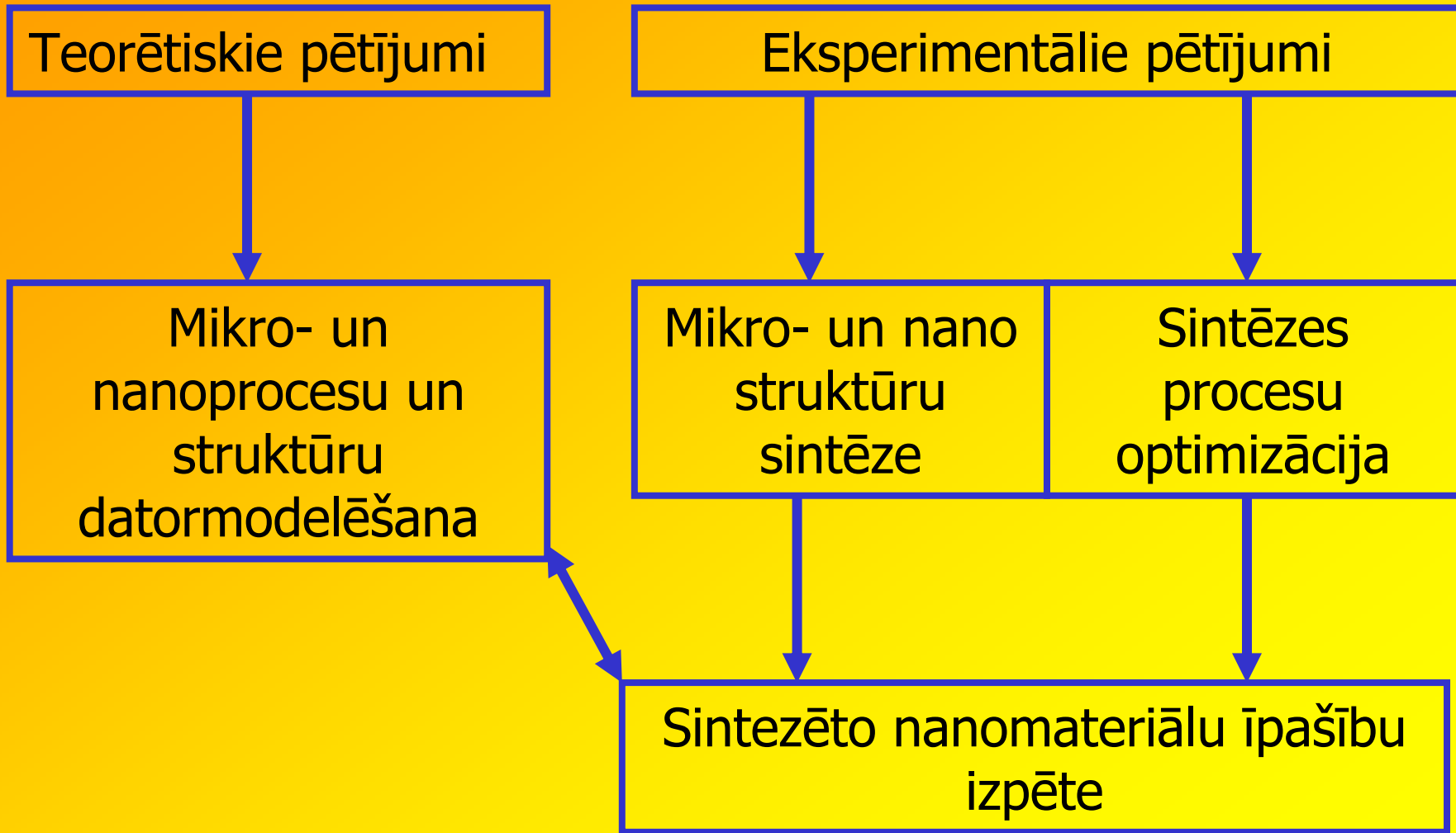
Dr. fiz., vad. pētn. I. Manika

Dr. fiz., vad. pētn. A. Lūsis

Dr. fiz., vad. pētn. V. Zauls

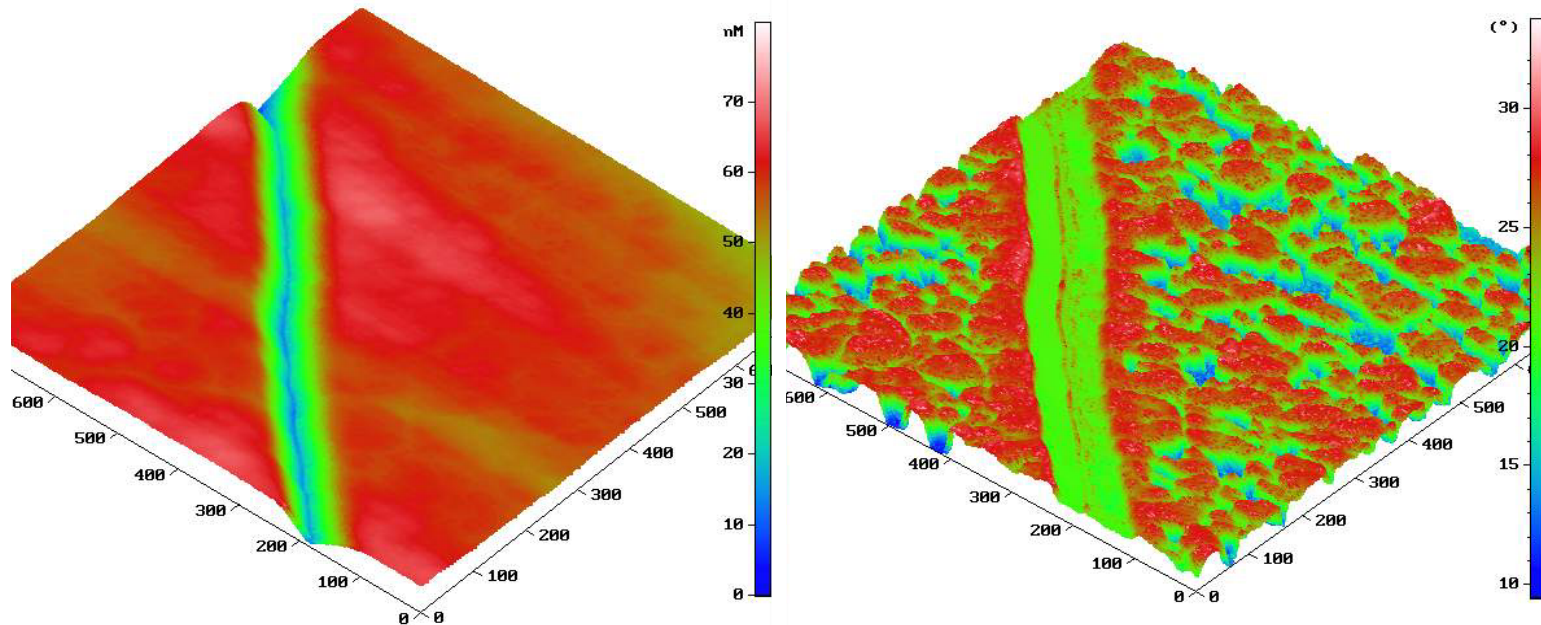
Dr. fiz., vad. pētn. A. Kuzmins

Dr. ķīm., vad. pētn. D. Erts





Nanostrukturētu kārtiņu morfoloģijas un struktūras pētījumi
ar AFM, SEM, XRD metodēm (Dr. V. Zauls)



Termiskas apstrādes izraisīta orientēta Si kārtiņas virsmas rekristalizācija gar mehāniska defekta līniju, kas novērota atomspēka mikroskopā (AFM). Pa kreisi - topogrāfiskais attēls parāda virsmas viendabīgumu un līdzenumu, pa labi - fāzu jutīgas detektēšanas metode atklāj fizikālo īpašību orientētu nevienādību pievirsmas slānī.

Paraugs - ar CVD metodi iegūta 150nm bieza Si kārtiņa uz safīra pamatnes.



ELEKTRISKĀS POLARIZĀCIJAS PROCESI SEGNETOELEKTRIĶOS UN TO PLĀNĀS KĀRTIŅĀS
ĀRĒJU FAKTORU (mainīga elektriskā lauka, temperatūras) IEDARBĪBĀ. (Dr.Ē. Klotiņš)

Materiāla atomārā un
elektroniskā struktūra



Efektīvie (fononu) hamiltoniāni



~~Klasiskā statistika~~



Izskaidro pielietojumos
svarīgas īpašības: domēnu
rašanos un pārslēgšanos T
un E lauka ietekmē,
apraksta polarizācijas
kvantu bedres.

Lokalizētu ierosinājumu
teorija



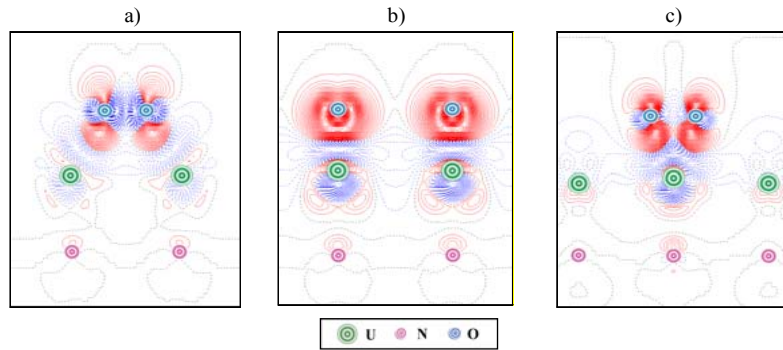
Neklasiskā statistika

**Pielietojums:
sonogrāfija,
okeāna akustika**

Klasiskās
statistikas
konceptuālā
bāze nav
adekvāta
modernajiem
elektroniskiem
materiāliem



Kvantu ķīmiskās metodes un nitrīdu un oksīdu virsmas procesu kinētiskie pētījumi (Dr.J.Kotomins)

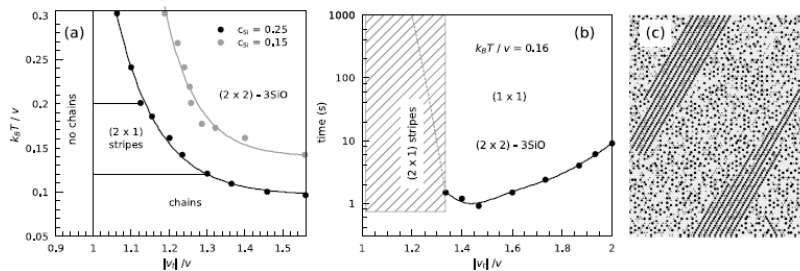


Modelētas adsorbāta struktūru nelīdzsvara fāžu pārejas uz metālisko katalizatoru virsmām. Izveidotās modeļu sistēmas ir svarīgas starpvirsmu īpašību un reakciju spēju izpratnei **Li baterijās, keramiskās membrānās, degvielu šūnās.**

Kodoldegviela: izskaidrota ātrā urāna mononitrīda oksidācija atmosfērā, parādot skābekļa molekulas disociāciju uz urāna mononitrīda virsmas.

Ar kinētisko Monte Karlo modelēšanu iegūta eksperimentāli paredzētā (2x1) SiO stripveida fāzes veidošanās silāna SiH₄ sadalīšanās reakcijā uz oksidētas Pd(111) virsmas.

Pielietojums: katalītiskās sensoru tehnoloģijas.



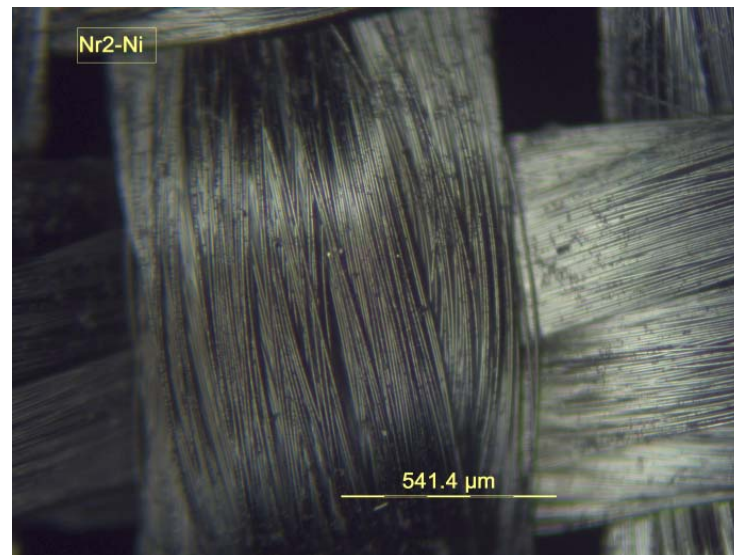
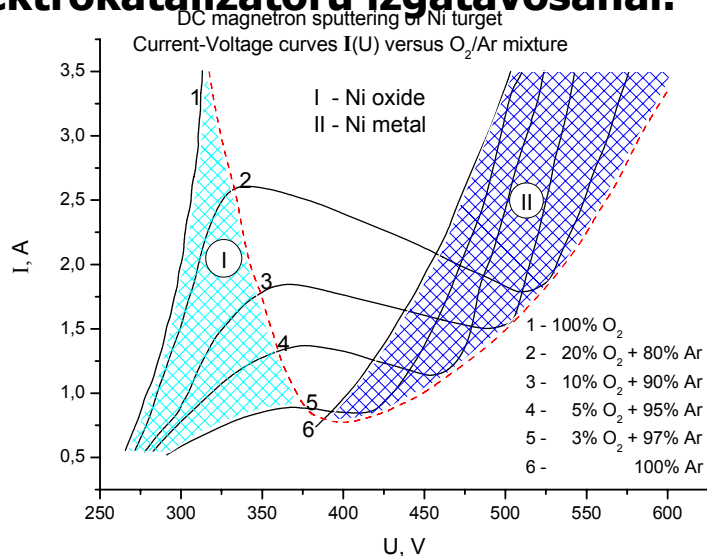


Stikla šķiedras virsmas fizikālķīmisko īpašību modificēšanas tehnoloģiju izstrāde
Nanostrukturēšana atsārmojot stikla virsmu (Dr.A.Lūsis)

Ultraskaņas ietekme: mainās radušos poru struktūra, palielinās svara zudumi, samazinās ūdens absorbcija. Uz poru virsmām veidojas silanola grupas, kas imobilizē skābes katalizatorus.

Elektriski vadoši pārklājumi uz nanostrukturētas šķiedras auduma nodrošina elektroda un elektrokatalizatora funkcijas.

Pielietojums: porainu stiklu izmantošana membrānās un katalizatoros. Izstrādāto Ni pārklājuma iegūšanas procesu uz atsārmota stikla šķiedras auduma ar līdzstrāvas magnetrona izputināšanas metodi Ar plazmā var izmantot industrijā elektrokatalizatoru izgatavošanai.

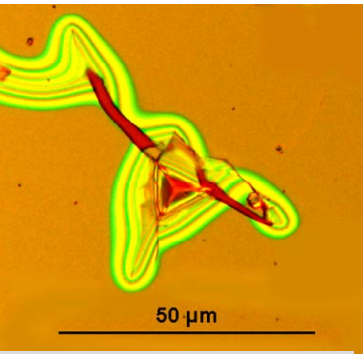


Ni pārklājuma uz atsārmotas stikla šķiedras voltampēru raksturlīkne

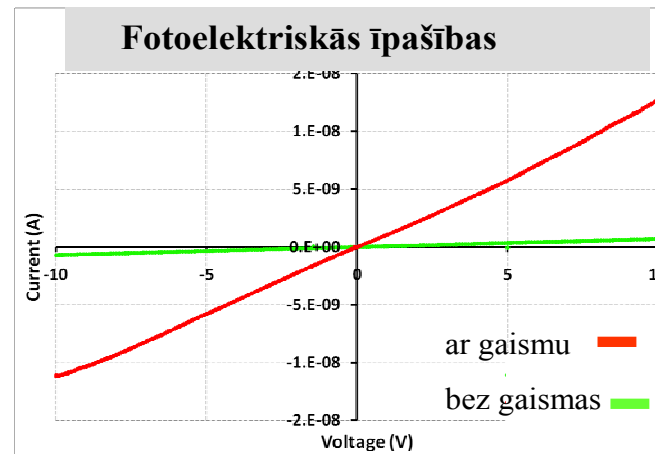
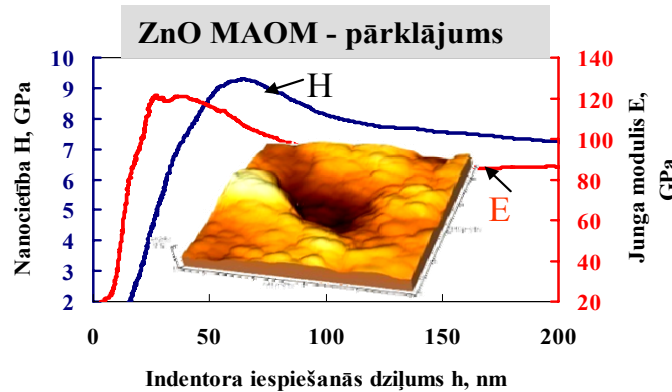
Ni pārklājums uz stikla

Ekonomiskas metodes nanostrukturēto funkcionālo ZnO pārklājumu iegūšanai un to mikromehānisko īpašību izpēti. (Dr. F. Muktepāvela)

Ar mehanoaktivētas oksidēšanas metodi (MAOM) iegūtu ZnO pārklājumu adhēzijas, Junga moduļa, trausluma un cietības izpēti, izmantojot nanoindentēšanas metodi.



ZnO RF- pārklājuma trauslums un atslāņošanās, $P=0.2N$



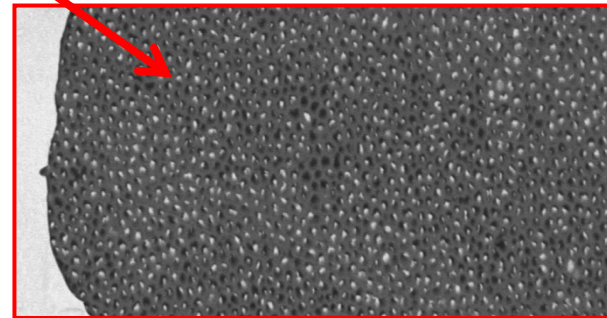
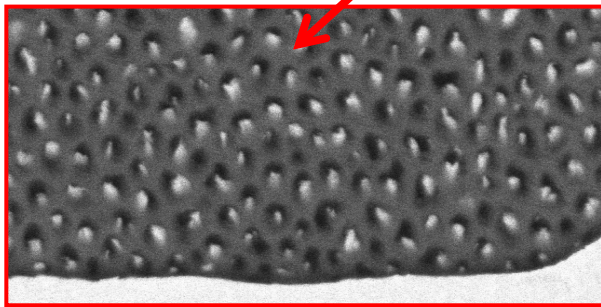
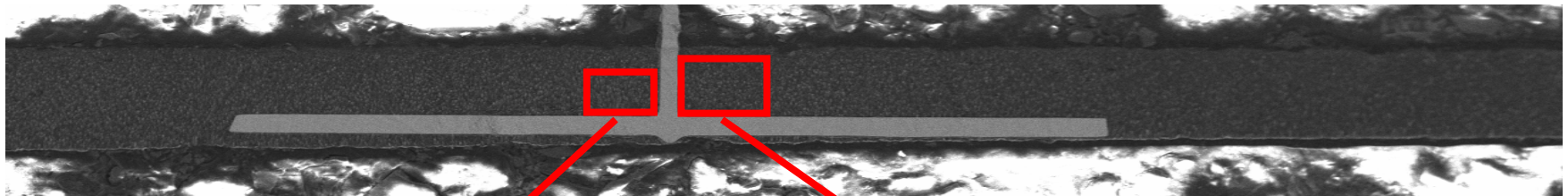
Rezultāti.

1. ZnO MAOM pārklājumiem noteikti cietība un Junga modulis: 9 un 125 GPa attiecīgi.
2. Atšķirībā no pārklājumiem, kas iegūti rūpnieciskas RF magnetrona uzpūtināšanas ceļā, MAOM pārklājumiem indentēšanas procesā nebija novērojami trauslums un atslāņošanās līdz pat $P=20N$.
3. Augstā adhēzija ZnO /stikls sistēmā izskaidrojama ar skābekļa un defektu lomu cietfāžu reakcijas zonas veidošanā uz kontakta robežas.
4. ZnO MAOM pārklājumiem ir labs mehānisko īpašību komplekss un to optiskās īpašības atbilst augstas kvalitātes caurspīdīgiem ZnO pārklājumiem.
5. Darbā parādīta iespēja izmantot iegūtos pārklājumus UV detektoros.

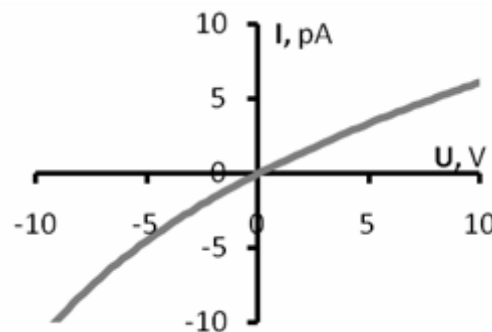


Tranzistoru veidošana nanovadu matricās (Dr. D. Erts)

Aizvara veidošana ar elektronu litogrāfiju



Aizvara noplūdes raksturojumi



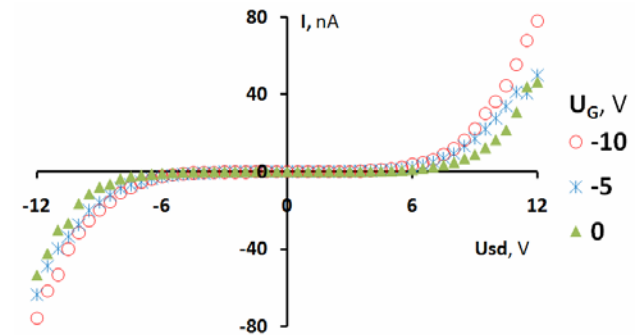
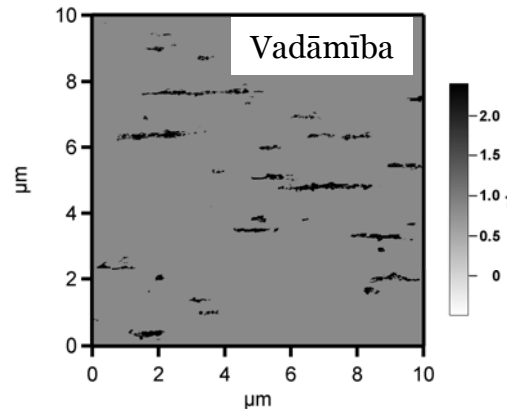
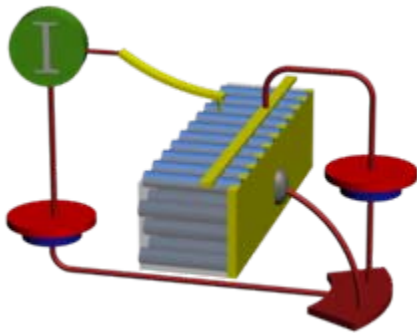
SiO₂ slānis

20 nm $R = 10^9 \div 10^{11} \Omega$
100 nm $R = 10^{10} \div 10^{12} \Omega$



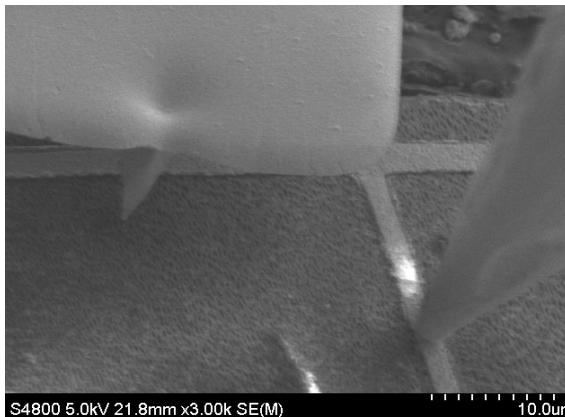
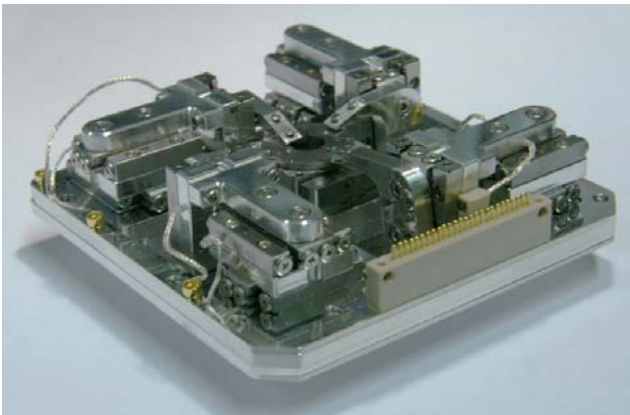
Tranzistoru veidošana nanovadu matricās (Dr. D. Erts)

Tranzistoru raksturošana ar vadošo ASM



Iekārta *in situ* mērījumiem SEM

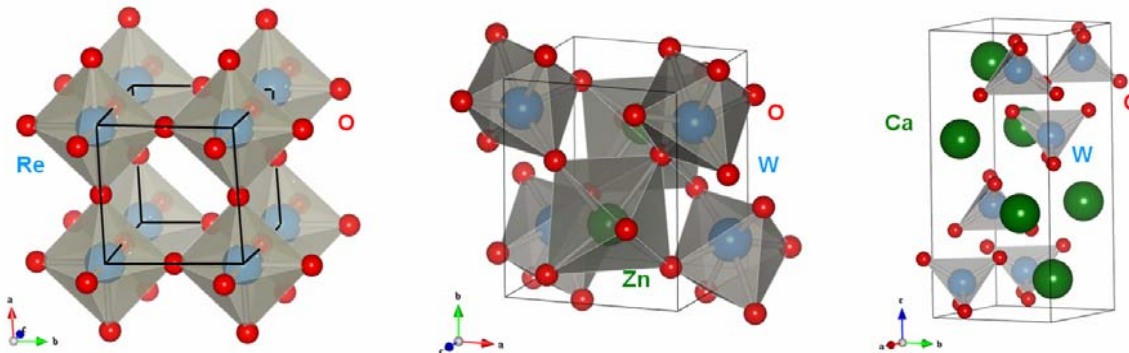
Tranzistoru raksturošana *in situ* ar nanomanipulatoru (notiek)



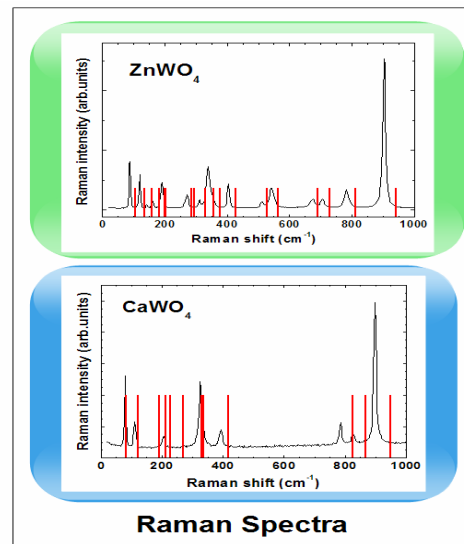
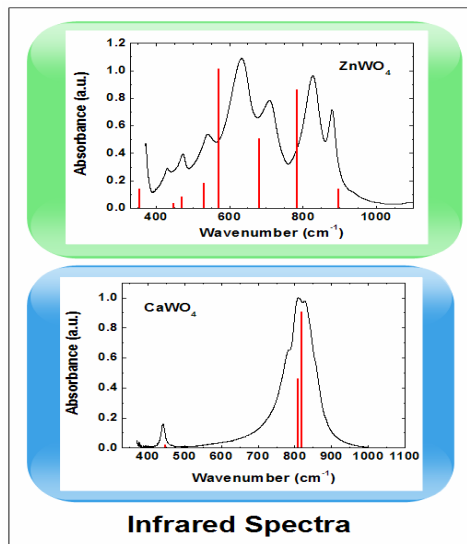
**Pielietojums:
nanoizmēru
elektroniskās
ierīces.**



Nanooksīdu Ramana spektroskopijas un rentgenabsorbcijas pētījumi (Dr. A.Kuzmins)



Volframātu $ZnWO_4$, $CaWO_4$ un ReO_3 atomārā struktūra

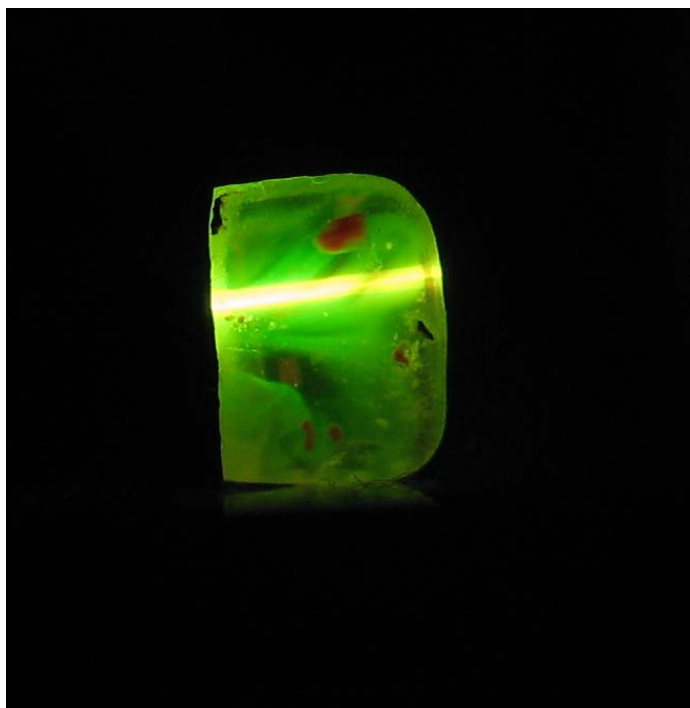


Ab initio kvantu ķīmijas un molekulāras dinamikas metodes tika izmantotas, lai interpretētu atomāro, elektronisko un svārstību struktūru un īpašības.

Pielietojums: scintilējošie ekrāni, elektrochromās ierīces, atmiņas elementi

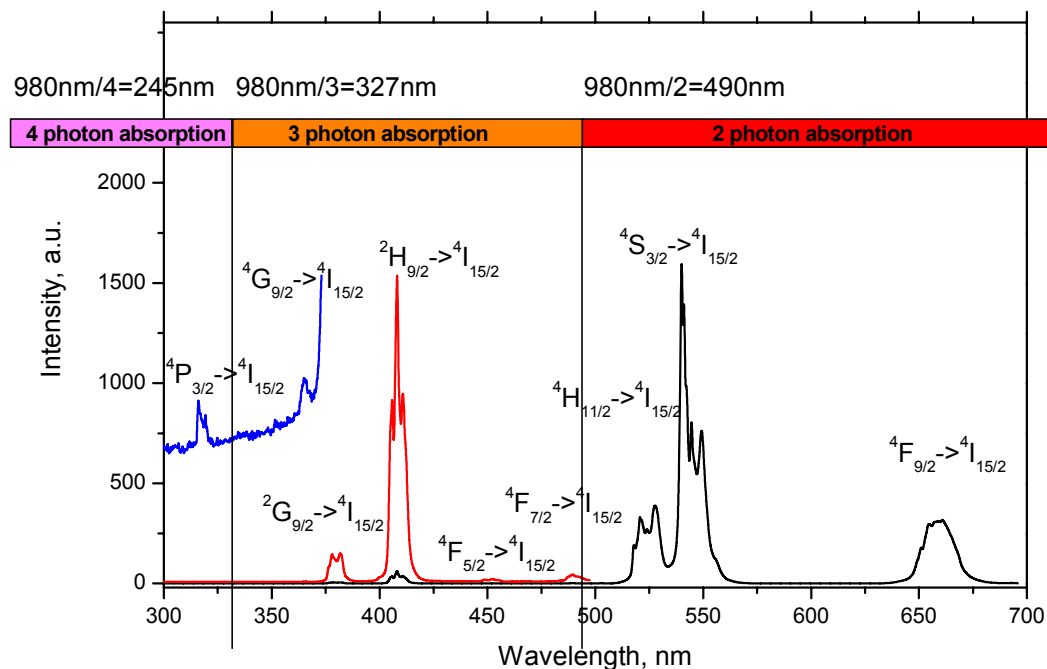


Nanostrukturētu fluorīdu sintēze un daufotonu ierosmes enerģijas relaksācijas mehānismi tajos (Dr. M.Spriņģis)



Ar Er aktivētā NaLaF_4 kristaliskā materiāla “up-conversion” luminescence, ierosināta ar 980 nm lāzera gaismu.

UC luminescence spectrum excited at 980 nm CW



Ar infrasarkanā starojuma ierosinātā luminescence ar Er aktivētā NaLaF_4 kristālītos.

Pielietojums: gaismas avoti un transformētāji, marķieri biomedicīnā.



2009. gada laikā projekta ietvaros iegūtie **rezultāti**
apkopoti

14 publikācijās zinātniskos žurnālos,
37 referātos, kas aprobēti 16 konferencēs, tai skaitā
14 starptautiskās konferencēs,
6 raksti pieņemti publicēšanai,
aizstāvēti: **1 bakalaura darbs**,
1 maģistra darbs

Projekta izpildē kopumā piedalījās **49 darbinieki**,
to skaitā

22 zinātņu doktori,
7 doktoranti,
11 studenti.