

Odsek za elektronsko keramiko raziskuje sintezo, lastnosti in uporabo materialov za elektroniko in energetiko, pretežno kompleksnih materialov in struktur, ki lahko opravljajo več funkcij (multifunkcijski materiali). To so predvsem keramični piezoelektriki, feroelektriki, relaksorji, multiferoi in prevodni oksidi. Poudarek raziskav je na kreiranju lastnosti s sintezo in strukturo na nano-, mikro- in makronivoju. Raziskujemo tudi osnove procesov za pripravo senzorjev tlaka, keramičnih mikroelektromehanskih sistemov (MEMS) in fleksibilne elektronike.



Vodja:
prof. dr. Barbara Malič

Na področju okolju prijaznih piezoelektrikov brez svinca smo nadaljevali raziskave keramike na osnovi kalijevega natrijevega niobata ($K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$, KNN), ki bi lahko nadomestila učinkovite svinčeve perovskite. Da bi zmanjšali ali se izognili pojavu kemijskih heterogenosti, ki pogosto spremlja klasično sintezo v trdnem stanju kompleksnih perovskitnih materialov, smo keramiko na osnovi $(K,Na,Li)(Nb,Ta)O_3$ - $CaZrO_3$ pripravili s predhodno mehanokemijsko aktivacijo zmesi prašnih reagentov. Delna amorfizacija reagentov je prispevala k izrazito nižji temperaturi konca reakcije v trdnem stanju, keramika pa je izkazovala večjo stopnjo kemijske homogenosti in izboljšane fero- in piezoelektrične lastnosti kot klasično pripravljena keramika.

Preučevali smo povezavo med antiferomagnetnimi in feroelektričnimi/feroelastičnimi domenami v polikristaliničnem bizmutovem feritu ($BiFeO_3$). Z uporabo *in-situ* nevtronske difrakcijske analize smo neposredno dokazali preklap antiferomagnetnih domen, ki je bil induciran z ne-180° feroelektričnimi/feroelastičnimi domenami pod vplivom električnega polja. Študija je prvi korak k razumevanju in spreminjanju antiferomagnetnega reda z električnim poljem v polikristaliničnem $BiFeO_3$.

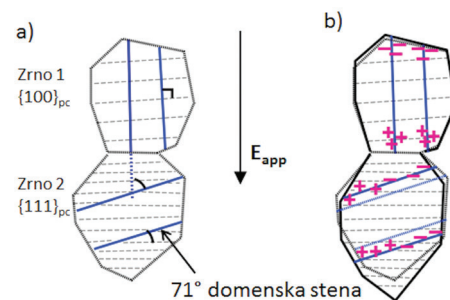
S raziskovalci iz School of Materials Science and Engineering, University of New South Wales, Sydney, Avstralija, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Švica in ESRF – The European Synchrotron, Grenoble, Francija smo odkrili neobičajno mehansko deformacijo nekaterih zrn v polikristalinični matrici bizmutovega ferita. Deformacija zrn, v katerih prevladuje t. i. intrinzični piezoelektrični odziv, se zmanjšuje s padajočo frekvenco polja, kar je nasprotno od deformacije zrn, v katerih prevladuje dinamika domenskih sten. Mehanizem smo razložili z analitičnim modelom in tako potrdili ključno vlogo anizotropije v električni prevodnosti, ki izhaja iz različno orientiranih prevodnih domenskih sten v posameznih zrnih v polikristalinični matrici (slika 1).

V keramiki $BiFeO_3$, dopirani s samarijem, smo z uporabo *in-situ* sinhrotronske XRD-analize, študirali mehanizme faznih transformacij, induciranih z električnim poljem, za katere domnevamo, da igrajo ključno vlogo pri elektromehanskem odzivu teh materialov. Rezultati so razkrili dve transformacijski poti, in sicer reverzibilno transformacijo iz antiferoelektrične v feroelektrično in ireverzibilno iz paraelektrične v feroelektrično fazo s počasno časovno dinamiko. Ugotovili smo, da je elektromehanski odziv večji v primeru, ko paraelektrične faze v materialu ni.

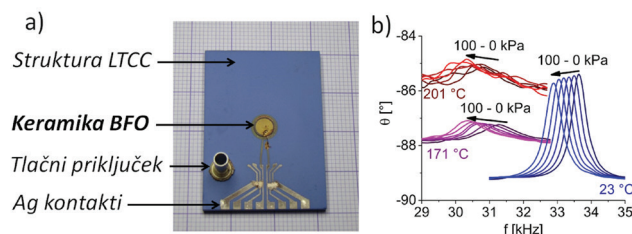
V modificiranem bizmutovem feritu ($Bi_{0.91}Dy_{0.09}FeO_3$) smo preučevali vpliv dopiranja s kobaltom na električno prevodnost in preklapljanje domen. Dopiranje je uspešno zmanjšalo velike tokovne izgube, značilne za nedopirane vzorce, pri poljih, ki presegajo koercitivno polje. Ta učinek smo pripisali vezavi dopanta v komplekse defektov, ki preprečijo prekomerno migracijo nabojev pod poljem. Rezultat je zmanjšan tok puščanja v primerjavi z nedopirano keramiko.

Nadalje smo izdelali keramični senzor tlaka iz keramike z nizko temperaturo žganja (LTCC) in integriranega piezoelektričnega aktuatorja iz volumenske keramike $BiFeO_3$, ki lahko deluje pri povišani temperaturi. Optimalne dimenzije senzorja z ustrezno tlačno občutljivostjo smo določili z numeričnim modeliranjem. Delovanje senzorja je bilo potrjeno do 171 °C (slika 2).

V sodelovanju z raziskovalci iz Odseka za raziskave sodobnih materialov smo z mikroskopom na atomsko silo s piezoelektričnim modulom (PFM) raziskali lastnosti mikrometrskih do nanometrskih ploščic $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$. Ugotovili smo, da ploščice s sestavo $0 \leq x \leq 0,175$ izkazujejo feroelektrične in piezoelektrične lastnosti, ploščice z večjo vsebnostjo stroncija pa niso

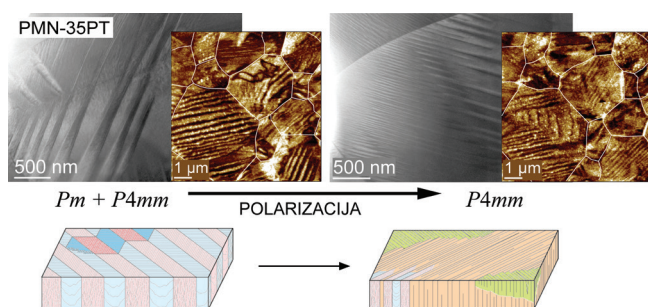


Slika 1: Shema dveh reprezentativnih zrn v polariziranem $BiFeO_3$. a) Ilustracija 71° domenskih sten v dveh različno orientiranih zrnih z različnimi koti glede na smer električnega polja E_{app} . b) Porazdelitev naboja v dveh zrnih po uporabi električnega polja E_{app} , ki nastane zaradi različne orientacije prevodnih domenskih sten glede na E_{app} . Nastala porazdelitev naboja in pripadajoča sprememba v notranjih poljih sta odgovorni za nenavadno frekvenčno odvisnost in mehanizem deformacij v $BiFeO_3$.



Slika 2: a) Fotografija senzorja tlaka z integriranim piezoelektričnim aktuatorjem iz volumenske keramike $BiFeO_3$ (BFO). b) Fazni kot θ kot funkcija frekvence, izmerjen pri treh različnih temperaturah. Pri vsaki temperaturi smo meritev izvedli s spreminjanjem tlaka (od 0 kPa do 100 kPa). Puščice označujejo smer naraščanja tlaka. Meritve so potrdile občutljivost na tlak, to je spremembo resonančne frekvence senzorja na enoto tlaka (8,7 Hz/kPa) do 171 °C.

Projekta INTcerSEN in PiezoMEMS sta pridobila naziv "Zgodba o uspehu M-ERA.NET". M-ERA.NET je mreža, financirana od Evropske skupnosti, katere namen je podpora in povečanje usklajevanja evropskih programov za raziskave in razvoj in s tem povezano financiranje na področju materialov in znanosti. V zadnjih treh letih je dvajset evropskih projektov M-ERA.NET prejelo naziv "Zgodba o uspehu M-ERA.NET". Na Odseku za elektronsko keramiko smo sodelovali pri kar dveh projektih, ki sta v letu 2018 prejela omenjeni naslov.



Slika 3: Razvoj domenske strukture v keramiki PMN-PT's sestavo na morfotropni fazni pod vplivom zunanjega električnega polja. Slike TEM in PFM ter pripadajoča shema kažejo preusmeritev in zgostitev lamelastih domenskih sten, ki je potekla sočasno s fazno spremembo iz soobstoja tetragonalne in monoklinske faze v pretežno tetragonalno.

da električno polje inducira rotacijo polarizacije v polikristaliničnem feroelektriku.

V sodelovanju s sodelavci iz Technical University Darmstadt, Nemčija, smo raziskovali možnosti optimizacijo elektrokaloričnega (EK) odziva z inženiringom defektov v keramiki $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$, dopirani z akceptorskimi in donorskimi dodatki. Največje EK-hlajenje je bilo izmerjeno v akceptorsko dopiranem $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$, ko je bila smer električnega polja vzporedna s kompleksi defektov. Izvir tega največjega odziva smo pripisali zmanjšanim histereznim izgubam in s tem povezanim samosegrevalnim učinkom, ki očitno igrajo ključno vlogo pri EK-odzivu $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$.

Nadaljevali smo raziskave **multikaloričnega pojava** v polikristaliničnem $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$. Keramiko smo pripravili z mehanokemijsko aktivacijo kovinskih oksidov, ki ji je sledila termična obdelava surovcev. Preučevali smo vpliv dopantov, kot so magnezij, litij in kobalt, na funkcijske lastnosti keramike $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$.

V sodelovanju z Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), Luksemburg, smo nadaljevali raziskave **tankih plasti** $(\text{Ba,Sr})\text{TiO}_3$, pripravljenih s sintezo iz raztopin. Dielektričnost, izgube in napetostna nastavljenost perovskitnih plasti s kolumnarno mikrostrukuro v mikrovalovnem območju (10 GHz) lahko učinkovito prilagajamo tako s spreminjanjem molskega razmerja Ba/Sr kot z dopiranjem z manganom za izbrano mikrovalovno

piezoelektrične. Ugotovitve odpirajo nove možnosti uporabe ploščic na področju miniaturnih piezoelektričnih senzorjev.

Aktivnosti na področju **feroičnih materialov na osnovi svinca** so se nadaljevale z raziskavami keramike $(1-x)\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$ (PMN-100xPT), pripravljene z mehanokemijsko sintezo in sintranjem. Z rentgensko difrakcijsko analizo (XRD) in presežno elektronsko mikroskopijo (TEM) smo raziskali vpliv dodatka kali svinčevega titanata (PT) na mehanokemijsko sintezo PMN-10PT. Izkazalo se je, da dodajanje kali PT-mešanici preostalih oksidov približno za polovico skrajša čas mehanokemijske aktivacije. S spremljanjem procesa kristalizacija perovskitne faze med procesom sintranja smo pokazali, da sočasno s perovskitno fazo kristalizira tudi metastabilna piroklorna faza. Keramika PMN-10PT izkazuje odlične elektrokalorične lastnosti.

Nadalje smo študirali širok spekter sestav PMN-100xPT od ergodičnega relaksorja do relaksorskih feroelektrikov ter preučevali njihovo strukturo in odziv na zunanja polja v različnih velikostnih področjih z uporabo *in-situ* XRD, *ex-situ* TEM in PFM. Iz opaženih sprememb v kristalni in domenski zgradbi smo, skupaj z makroskopskimi meritvami odzivov na zunanje električno polje, ugotovili glavne prispevke k elektromehanskim lastnostim. Odzivi se očitno razlikujejo v primeru monoklinskih sestav ($0,2 < x < 0,33$) z nanodomensko zgradbo od tistih v tetragonalnih sestavah ($x > 0,35$) z lamelno domensko zgradbo in bolj 'klasičnimi' feroelektričnimi odzivi. Rezultati študij opozarjajo na pomemben vpliv monoklinskih nanodomen na visoke elektromehanske odzive v relaksorskih feroelektričnih materialih (slika 3).

V sodelovanju z raziskovalci iz North Carolina State University, ZDA, smo z visoko-energijskimi XRD in PDF (pair-distribution function)-analizami raziskovali spremembe v sestavi PMN-30PT, inducirane z električnim poljem. Meritve odzivov na lokalni in širši ravni so dokazale,

Konferenca MIDEM – Med 3. in 5. oktobrom 2018 je na Institutu "Jožef Stefan" potekala 54. mednarodna konferenca o mikroelektroniki, elektronskih sestavnih delih in materialih z delavnico Senzorji in pretvorniki. Konferenco, kateri sta predsedovala sodelavca odseka dr. Tadej Rojac in dr. Hana Uršič, sta soorganizirala Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale (MIDEM) ter SRIP Tovarne prihodnosti. Konferenco so se udeležili znanstveniki iz sedmih Evropskih držav, Severne Amerike in Kitajske.

komponento. S kolegi iz LIST in Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani smo zasnovali in izdelali frekvenčno nastavljivo planarno anteno na podlagi tanke plasti $(\text{Ba,Sr})\text{TiO}_3$, primerne za uporabo v vesoljski tehniki.

V sodelovanju z raziskovalci iz Odseka za raziskave sodobnih materialov smo z mikroskopom na atomsko silo s piezoelektričnim modulom raziskali lokalne piezoelektrične in feroelektrične lastnosti **tankih plasti** $0,66\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-0,33\text{PbTiO}_3$, pripravljene s pulzno-laserskim napršenjem. Pokazali smo, da z električnim poljem lahko v plasteh uspešno obračamo feroelektrične domene ter da plasti lahko učinkovito polariziramo. Lokalni piezoelektrični odziv (d_{33}^{local}) omenjenih plasti je dosegel vrednosti do $140 \cdot 10^{-12}$ m/V, medtem ko je bila povprečna piezoelektrična vrednost enaka $28 \cdot 10^{-12}$ m/V. Rezultati te študije so odlična izhodiščna točka za pripravo funkcionalnih plasti na področju zbiranja energije.

V sodelovanju s kolegi z University François-Rabelais Tours, Francija, smo nadaljevali raziskave priprave **debelih plasti** okoli prijaznih piezoelektrikov na osnovi $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ na metaliziranih keramičnih podlagah z metodo **elektroforetskega nanosa**, za uporabo v napravah za zbiranje energije (ang. energy harvesting). Plasti debeline $\approx 20 \mu m$ z relativno gostoto 82 %, ki smo jih pripravili s sintranjem pri 1110 °C, so izkazovale piezoelektrični koeficient $d_{33} = 80 \text{ pC/N}$ ter povprečni sklopitveni faktor k_t 40 %.

Nadaljevali smo mikrostrukturne raziskave od nekaj mikrometrov do več deset mikrometrov **debelih plasti** $BiFeO_3$ na podlagi platiniziranega Al_2O_3 . Plasti smo pripravili z metodo **sitotiska**.

Z metodo sitotiska smo pripravili preizkusne strukture za enokomorne gorivne celice. Na monokristal ZrO_2 , stabiliziran z Y_2O_3 (YSZ), smo s sitotiskom natisnili katodo $(La,Sr)MnO_3$, anodo Ni in platino v obliki mreže. Raziskovalci s sinhrona Elettra, Trst, so spremljali kemijsko stanje materialov z rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo s submikrometrsko ločljivostjo pri tlaku $\approx 1 \text{ bar}$. Razumevanje kemijskega stanja elektrodnih materialov v delovnih razmerah je ključnega pomena za izboljšanje energijske učinkovitosti enokomornih gorivnih celic.

Začeli smo pripravo **debelih plasti z metodo nanašanja trdnih delcev v curku aerosola**. Omenjena tehnika je del **Laboratorija za ultrahladno pripravo kompleksnih oksidov**, kratko **ULTRACOOOL**, za katerega so bila sredstva pridobljena v okviru **direktorjevega sklada 2017**. Sedanje raziskave potekajo na področju optimizacije parametrov priprave **debelih plasti** $0.9Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-0.1PbTiO_3$ na kovinskih in keramičnih podlagah (slika 4).

Na feroelektrične tanke plasti $Pb(Zr,Ti)O_3$ na podlagah platiniziranega silicija smo s tehnologijo **brizgalnega tiskanja** (angl.: inkjet printing) nanesli prevodni oksid $LaNiO_3$ (LNO) kot zgornjo elektrodo. Z izborom kombinacije topil z različnimi viskoznostmi, površinskimi napetostmi in temperaturami vrelišč smo razvili tekoči prekursor, s katerim smo natisnili plastne strukture LNO z lateralnimi dimenzijami nekaj $100 \mu m$ in enakomerno debelino nekaj 10 nm . Kondenzatorji s tiskano oksidno elektrodo izkazujejo boljše funkcijske lastnosti kot kondenzatorji z npr. zlato zgornjo elektrodo ($\approx 40\%$ večja dielektričnost, manjše polarizacijsko utrujanje), kar med drugim povezujemo z učinkovito kompenzacijo kisikovih vrzeli ob oksidni elektrodi. Raziskave so potekale v sodelovanju z Odsekom za fiziko trdne snovi, Odsekom za tanke plasti in površine in Odsekom za tehnologijo površin in optoelektroniko (slika 5).

Preiskovali smo material **LTCC** (keramika z nizko temperaturo žganja, ang. Low-Temperature Co-Fired Ceramics) in preučevali tehnološke postopke za načrtovanje in izdelavo tridimenzionalnih keramičnih struktur za ohišanje mikroelektronskih komponent in sistemov. Prednost LTCC je heterogena integracija različnih elektronskih in drugih komponent ter hkrati kakovostna zaščita v zahtevnejših okoljih. Na tej osnovi in v sodelovanju s partnerji **CO NAMASTE**, **HIPOT-RR** in **KEKO Oprema** nam je uspelo izdelati keramično strukturo z integriranimi senzorji in mikrofluidnimi elementi za ohišanje mikroelektromehanskih sistemov (MEMS). Rezultati so uporabni pri načrtovanju in izdelavi pametnih ohišij.

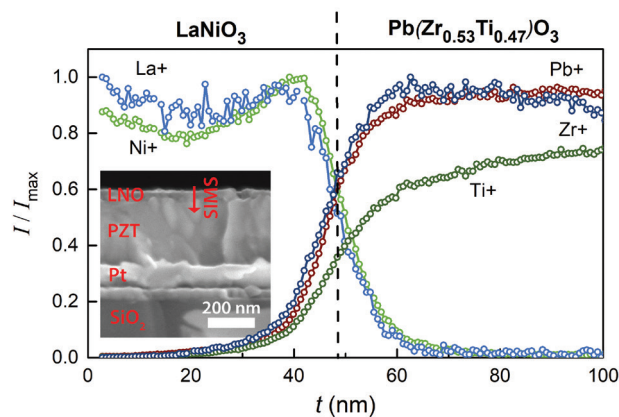
Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Liu, Lisha, Rojac, Tadej, Damjanović, Dragan, Di Michiel, Marco, Daniels, John E. Frequency-dependent decoupling of domain-wall motion and lattice strain in bismuth ferrite. Nature communications, ISSN 2041-1723, 9 (2018), 4928-1–4928-10, doi: 10.1038/s41467-018-07363-y. [COBISS.SI-ID 31884583]

Sodelavec Odseka za elektronsko keramiko dr. Tadej Rojac je v letošnjem letu prejel dve nagradi: i) Nagrado za mlade znanstvenike društva IEEE Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control Society za pionirski prispevek k raziskavam kemijsko kompleksne feroelektrične keramike in ii) Zoisovo priznanje za pomembne dosežke na področju raziskav sinteze in karakterizacije visokotemperaturne piezoelektrične keramike na osnovi bizmutovega ferita.



Slika 4: a) Fotografija laboratorija za ultrahladno pripravo kompleksnih oksidov ULTRACOOOL (direktorjev sklad 2017). Na sliki je vidna naprava za nanašanje trdnih delcev v curku aerosola. Pri tej tehniki izstreljeni delci prahu trčijo z veliko hitrostjo s podlago, kar povzroči nastanek goste plasti na podlagi že pri sobni temperaturi. b) Fotografija debele plasti, pripravljene pri sobni temperaturi v laboratoriju ULTRACOOOL.



Slika 5: Analiza ToF SIMS kemijske sestave prereza tankoplastnega kondenzatorja $LaNiO_3/Pb(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O_3$ (PZT)/Pt na podlagi SiO_2/Si v smeri, ki jo označuje puščica v vključenem posnetku prereza z vrstičnim elektronskim mikroskopom

- Otoničar, Mojca, Uršič, Hana, Dragomir, Mirela, Bradeško, Andraž, Esteves, Giovanni, Jones, Jacob L., Benčan, Andreja, Malič, Barbara, Rojac, Tadej. Multiscale field-induced structure of $(1-x)\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$ ceramics from combined techniques. *Acta materialia*, ISSN 1359-6454. [Print ed.], 154 (2018), 14–24, doi: 10.1016/j.actamat.2018.05.028. [COBISS.SI-ID 31410471]
- Matavž, Aleksander, Kovač, Janez, Čekada, Miha, Malič, Barbara, Bobnar, Vid. Enhanced electrical response in ferroelectric thin film capacitors with inkjet-printed LaNiO_3 electrodes. *Applied physics letters*, ISSN 0003-6951. [Print ed.], 113 (2018) 1, 012904-1–012904-4, doi: 10.1063/1.5037027. [COBISS.SI-ID 31521063]
- Walker, Julian, Bayer, Thorsten J. M., Makarovič, Maja, Kos, Tomaž, Trolier-McKinstry, Susan, Malič, Barbara, Rojac, Tadej. Cobalt doping to influence the electrical conductivity of $(\text{Bi}_{0.91}\text{Dy}_{0.09})\text{FeO}_3$ ceramics. *Materials letters*, ISSN 0167-577X. [Print ed.], 225 (2018), 126–129, doi: 10.1016/j.matlet.2018.04.125. [COBISS.SI-ID 31357479]

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

- MIDEM 2018: 54. mednarodna konferenca o mikroelektroniki, elektronskih sestavnih delih in materialih z delavnico "Workshop on Sensors and Transducers", Ljubljana, 3.–5. 10. 2018

Patent

- Irena Ramšak, Marija Razpotnik, Janez Holc, Danjela Kuščer, Method for producing non-alkaline steatite ceramics with improved electrical properties, EP3233755 (B1), European Patent Office, 10. 10. 2018
- Irena Ramšak, Marija Razpotnik, Katja Makovšek, Danjela Kuščer, Silvo Drnovšek, Janez Holc, Production method of steatite ceramics with improved electrical properties, EP3230232 (B1), European Patent Office, 15. 8. 2018
- Barbara Malič, Hana Uršič, Marija Kosec, Silvo Drnovšek, Jena Cilenšek, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Uroš Flisar, Andrej Kitanovski, Marko Ožbolt, Uroš Plaznik, Alojz Poredoš, Urban Tomc, Jaka Tušek, Method for electrocaloric energy conversion, US9915446 (B2), US Patent and Trademark Office, 13. 3. 2018

Nagrade in priznanja

- Tadej Rojac: Nagrada za mlade znanstvenike za pionirski prispevek k raziskavam procesiranja kemijsko kompleksne feroelektrične keramike, IEEE Ultrasonics Ferroelectrics and Frequency Control Society
- Tadej Rojac: Zoisovo priznanje za pomembne dosežke na področju raziskav sinteze in karakterizacije visokotemperaturne piezoelektrične keramike na osnovi bizmutovega ferita, Vlada Republike Slovenije

MEDNARODNI PROJEKTI

- Manjše storitve - tuji naročniki
prof. dr. Barbara Malič
- COST MP1308; Na poti k oksidni keramiki (TO-BE)
COST Office
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
- Sodobna elektronska keramika za trajnostno, učinkovito in varno uporabo energije
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Barbara Malič
- Domenska struktura kompleksnih oksidov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
- Lokalna struktura relaksorskih feroelektrikov - ključ za razumevanje funkcionalnih lastnosti
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Andreja Benčan Golob
- Okolju prijazni feroelektrični materiali v obliki tankih plasti in volumenske keramike ter njihova priprava pri nizkih temperaturah
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Barbara Malič
- Priprava piezoelektričnih debelih plasti z metodo nanašanja aerosola
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
- Novi mehanizmi utrjevanja piezoelektrične keramike brez svinca
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Tadej Rojac
- Hladno sintranje kompleksnih oksidnih materialov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Mojca Otoničar

PROGRAM

- Elektronska keramika, nano, 2D in 3D strukture
prof. dr. Barbara Malič

PROJEKTI

- Analiza nehomogenosti fotonapetostnih gradnikov in vpliv na zmogljivost sončnih elektrarn tekem življenjske dobe
prof. dr. Barbara Malič
- Multifunkcijski materiali za aktuatorske in hladilne naprave
prof. dr. Tadej Rojac
- Multikalorično hlajenje
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
- Napredna elektrokalična pretvorba energij
prof. dr. Barbara Malič
- Feroelektrični keramični plastni elementi z načrtovano domensko strukturo za učinkovito zbiranje in za pretvorbo energije
prof. dr. Barbara Malič
- SRIP ToP: Tovarne Prihodnosti
prof. dr. Barbara Malič
- Brizgalno tiskanje testnih PZT struktur in piezoelektrična karakterizacija tankih plasti; Meritev z dvožarkovnim laserskim interferometrom
prof. dr. Barbara Malič
- Študijski obisk Maje Makarovič v Trondheimu - Interactions between Charged Defects and Domain Walls in Lead-Free BiFeO_3
Maja Makarovič, mag. nan.

9. Študijski obisk Mojce Otoničar v Lausanni - Pursuing the Origin of the Large Irreversible Contribution to Piezoelectric Response in the Monoclinic Phases of $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-xPbTiO}_3$ Ceramics
dr. Mojca Otoničar

10. Laboratorijske meritve
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
11. Priprava vzorcev
prof. dr. Andreja Benčan Golob

OBISKI

1. Hugo Mercier, François Rabelais University of Tours, Tours, Francija, 22. 1.–17. 2. 2018
2. Marija Lovreković, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 19. 2.–20. 4. 2018
3. dr. Julian Walker, Pennsylvania State University, Pennsylvania, ZDA, 5. 3.–9. 3. 2018
4. Dumitru Rotari, University of Petrosani, Petrosani, Romunija, 5. 3.–25. 5. 2018
5. Mirela Goncear, University of Petrosani, Petrosani, Romunija, 5. 3.–25. 5. 2018
6. Alan Mutka, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 15. 3. 2018
7. Ivan Marušić, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 20.–23. 3. 2018
8. Ivan Sekovanić, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 20.–23. 3. 2018
9. Ivana Jurković, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 20.–23. 3. 2018
11. Paul Lechesne, Université François - Rabelais Tours, Tours, Francija, 3. 4.–22. 6. 2018
12. Grégoire Levassasseur, Université François - Rabelais Tours, Tours, Francija, 3. 4.–22. 6. 2018
13. Hanae Azeroual, University of Limoges, Limoges, Francija, 9. 4.–15. 7. 2018
14. prof. dr. Kenji Uchino, Pennsylvania State University, Pennsylvania, ZDA, 10.–17. 5. 2018
15. Rachel Sherbondy, Colorado School of Mines, Golden, Kolorado, ZDA, 21. 5.–27. 7. 2018
16. Toni Fak, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 2. 7.–10. 10. 2018
17. Antonio Lisićak, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 2. 7.–31. 12. 2018
18. Hicran Arslan, Yildiz Technical University Istanbul, Istanbul, Turčija, 16. 7.–14. 10. 2018
19. dr. Pedro Braga Groszewicz, Eduard-Zint Institut Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 6. 9. 2018
20. dr. Marko Vrabelj, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Nemčija, 11.–14. 9. 2018
21. Matija Buljan, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 24. 9.–23. 12. 2018
22. Antun Čordaš, Bjelovar University of Applied Sciences, Bjelovar, Hrvaška, 24. 9.–23. 12. 2018
23. prof. dr. Dragan Damjanovic, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Švica, 30. 9.–4. 10. 2018
24. prof. dr. Franck Levassort, Université François-Rabelais Tours, Tours, Francija, 3.–5. 10. 2018
25. dr. Alexander Martin, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Nuernberg, Nemčija, 7.–20. 10. 2018
26. prof. dr. Angus I. Kingon, Brown University, Providence, ZDA, 5. 10. 2018
27. Nicole Bartek, Universität Duisburg-Essen, Essen, Nemčija, 8. 10.–2. 11. 2018
28. Yuji Matshushita, Osaka Prefecture University, Osaka, Japonska, 10. 10.–31. 12. 2018
29. Kevin Riess, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Nuernberg, Nemčija, 5.–23. 11. 2018
30. dr. Neamul Hayet, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Nuernberg, Nemčija, 5.–23. 11. 2018
31. dr. Denis Orosel, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Nemčija, 6. 11. 2018
32. dr. Marko Vrabelj, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Nemčija, 12.–16. 11. 2018
33. dr. Jurij Koruza, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 19.–30. 11. 2018
34. Marion Höfling, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 19.–30. 11. 2018
35. Milan Baričević, University of Bjelovar, Bjelovar, Hrvaška, 17.–31. 12. 2018
36. prof. dr. Jürgen Rödel, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 17.–19. 12. 2018

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Marko Vrabelj: Aixacct TF 2000 Analyser: Presentation of the upgrated system, 16. 2. 2018
2. Julian Walker, Pennsylvania State University, Pennsylvania, ZDA: Stress in $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ piezoelectric microelectromechanical systems, 5. 3. 2018
3. Hana Uršič Nemevšek: Characterization of materials by atomic force microscopy II, 20. 4. 2018
4. prof. dr. Kenji Uchino, Pennsylvania State University, Pennsylvania, ZDA: Antiferroelectrics shape memory ceramics, 11. 5. 2018
5. Andreja Benčan Golob: Scanning transmission electron microscopy for studies of functional oxides at atomic scale, 14. 6. 2018
6. Matej Šadl: Bismuth ferrite in the form of thick films and its integration into a resonant pressure sensor, 4. 7. 2018
7. Uroš Prah: Multicaloric properties of $\text{Pb}(\text{Fe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3$ -based ceramics, 6. 9. 2018
8. dr. Pedro Braga Groszewicz, Eduard-Zint Institut Darmstadt, Darmstadt, Nemčija: The local structure of NaNbO_3 and $\text{NaBiTiO}_3\text{-BaTiO}_3$ electroceramics from the NMR point of view, 6. 9. 2018
9. Maja Makarovič: Tailoring defect chemistry of BiFeO_3 ceramics by doping and annealing atmosphere, 28. 9. 2018

10. prof. dr. Dragan Damjanovic, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Švica: Discrimination between dynamics of polar regions and ferroelectric domain walls, 1. 10. 2018
11. dr. Alexander Martin, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Nuernberg, Nemčija: Time-dependence of the stress-induced relaxor-ferroelectric transition in lead-free ferroelectrics, 11. 10. 2018
12. dr. Neamul Hayet, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Nuernberg, Nemčija: Internal stresses and adhesion mechanisms in aerosol deposited films, 8. 11. 2018
13. dr. Jurij Koruza, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija: New piezoceramics for high-power applications by microstructure engineering, 23. 11. 2018
14. Lovro Fulanović: Relaxor-ferroelectric-based ceramic multilayer elements for viable electrocaloric cooling, 29. 11. 2018
15. prof. dr. Jürgen Rödel, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija: Lead-free piezoceramics: From local structure to application, 19. 12. 2018

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Darko Belavič, Danjela Kuščer, Maja Makarovič, Barbara Malič, Mojca Otoničar, Uroš Prah, Tadej Rojac, Matej Šadl, Hana Uršič, Tanja Vrabelj, 54th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Sensors and Transducers, Ljubljana, Slovenija, 3.–5. 10. 2018 (6)
2. Andreja Benčan, Gordon Research Conference, Lewiston, ZDA, 5.–10. 2018 (1)
3. Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Uroš Prah, International Conference on Caloric Cooling (Thermag VIII), Darmstadt, Nemčija, 16.–20. 9. 2018 (3)
4. Andraž Bradeško, Barbara Malič, Hana Uršič, International Symposium on the Applications of Ferroelectrics (ISAF 2018), Hirošima, Japonska, 27. 5.–1. 6. 2018 (3)
5. Danjela Kuščer, 4th International Conference and Expo on Ceramics and Composite Materials, Rim, Italija, 13.–16. 5. 2018 (1)
6. Danjela Kuščer, 69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (ISE), Bologna, Italija, 4.–7. 2018 (1)
7. Danjela Kuščer, Kristian Radan, Slovenski kemijski dnevi, Portorož, Slovenija, 19.–21. 9. 2018 (2)
8. Mojca Otoničar, Maja Makarovič, Tadej Rojac, 14th International Ceramic Congress & 8th Forum on new Materials (CIMTEC 2018), Perugia, Italija, 10.–14. 6. 2018 (3)
9. Maja Makarovič, Barbara Malič, Kristian Radan, Tadej Rojac, Electroceramics XVI, Hasselt, Belgija, 9.–12. 7. 2018 (4)
10. Barbara Malič, 17th Japan PiezoMEMS Meeting, Kobe, Japonska, 23. 10. 2018 (1)
11. Tadej Rojac, Workshop Fundamental Physics of Ferroelectrics, Washington, ZDA, 28.–31. 1. 2018 (1)
12. Tadej Rojac, Conference on Electronic and Advanced Materials (EAM 2018), Orlando, ZDA, 17.–19. 1. 2018 (2)
13. Hana Uršič, Toward Oxide Based Electronics (TO-BE) COST Action MP1308-Spring Meeting 2018, Sant Feliu de Guixols, Španija, 12.–14. 3. 2018 (1)
14. Hana Uršič, Frontiers in Nanomaterials for Energy Harvesting and Storage, Tours, Francija, 27.–29. 8. 2018 (1)
15. Tanja Vrabelj, 16th European Inter-Regional Conference on Ceramics, Torino, Italija, 9.–11. 9. 2018 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Maja Makarovič: Department of Materials Science and Engineering, Norwegian University of Science and Tehnology, Trondheim, Norveška, 2. 11.–31. 12. 2018 (meritve Seebeckovega koeficienta)
2. Uroš Prah: Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznan, Poljska, 4.–17. 11. 2018 (meritve magnetnih lastnosti)
3. Matej Šadl: Department of Materials Science and Engineering, Friedrich-Alexander Universität, Erlangen, Nemčija, 19.–30. 11. 2018 (priprava piezoelektričnih debelih plasti z metodo nanašanja aerosola)
4. Hana Uršič: Department of Materials Science and Engineering, Friedrich-Alexander Universität, Erlangen, Nemčija, 25.–30. 3. 2018 (priprava piezoelektričnih debelih plasti z metodo nanašanja aerosola)
5. Andraž Bradeško: Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 15. 9.–13. 10. 2018 (izpopolnjevanje znanj s področja oksidnih funkcionalnih materialov in izvajanja elektromehanskih meritev na svinčevih keramikah)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. prof. dr. Andreja Benčan Golob
2. prof. dr. Goran Dražič*, znanstveni svetnik
3. doc. dr. Danijela Kuščer Hrovatin
4. **prof. dr. Barbara Malič, znanstveni svetnik - vodja odseka**
5. dr. Mojca Otoničar
6. prof. dr. Tadej Rojac
7. doc. dr. Hana Uršič Nemevšek

Podoktorski sodelavci

8. *dr. Mirela Dragomir, odšla 1. 5. 2018*
9. dr. Kostja Makarovič*
10. dr. Kristian Radan
11. dr. Tanja Vrabelj
12. *dr. Marko Vrabelj, odšel 14. 5. 2018*

Mlajši raziskovalci

13. Andraž Bradeško, mag. nan.
14. Oana Andreea Condurache, master fizica, Romunija
15. Lovro Fulanović, mag. ing. mech., R Hrvatska
16. Maja Makarovič, mag. nan.
17. Uroš Prah, mag. kem.
18. Matej Šadl, mag. nan.

Strokovni sodelavci

19. Darko Belavič, univ. dipl. inž. el.
20. Silvo Drnovšek, dipl. inž. kem. tehnol.
21. Brigita Kmet, dipl. inž. kem. tehnol.

Tehniški in administrativni sodelavci

22. *Tamara Matevc, univ. dipl. lit. komp. in fil., 6. 10. 2018 razporeditev v odsek E6*
23. Tina Ručigaj Korošec, univ. dipl. soc.

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Academia Română, Institutul de Chimie Fizică Ilie Murgulescu, Bukarešta, Romunija
2. Akademie věd České republiky, Fyzikální Ústav AV ČR, Praga, Češka
3. Center odličnosti NAMASTE, Ljubljana, Slovenija
4. Center odličnosti VESOLJE, Ljubljana, Slovenija
5. Consiglio Nazionale delle Ricerche - IENI Genova, Italija
6. CTR Carinthian Tech Research AG, Belfak, Avstrija
7. Danmarks Tekniske Universitet - DTU, Kongens Lyngby, Danska
8. Materials Center Leoben (MCL), Leoben, Avstrija
9. Department of Chemistry and Chemical Biology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Kanada
10. Kitami Institute of Technology, Department of Materials Science, Kitami, Japonska
11. Domel d.d., Železniki, Slovenija
12. École Centrale Paris, Pariz, Francija
13. École Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL, Département des Matériaux, Group for Ferroelectrics and Functional Oxides, Lausanne, Švica
14. EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Nemčija
15. ETI Elektroelement, d. d., Izlake, Slovenija
16. Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rusija
17. Forschungszentrum Jülich, Jülich, Nemčija
18. Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Nemčija

19. G. I. P. Ultrasons, Blois, Francija, Ljubljana, Slovenija
20. Georgia Tech, George W. Woodruff School of Mechanical Engineering, Atlanta, ZDA
21. Hidria AET, d. o. o., Tolmin, Slovenija
22. HIPOT-RR, d. o. o., Otočec, Slovenija
23. INSA Centre de Loire, Tours, Francija
24. Institut za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu, Odsek za nauku o materijalima (IMSI UB), Beograd, Srbija
25. Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid, Španija
26. Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk, Poznań, Poljska
27. Institut za kovinske materiale in tehnologije - IMT, Ljubljana, Slovenija
28. KEKON, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
29. KEKO-Oprema, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
30. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
31. LEITAT Technological Center, Barcelona, Španija
32. Meggitt Sensing Systems, Meggitt A/S, Kvistgaard, Danska
33. National Institute for Materials Physics, Magurele, Romunija
34. Norwegian University of Science and Technology, Department of Materials Science and Engineering, Trondheim, Norveška
35. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, ZDA
36. Obrtno podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
37. Oulun yliopisto, Mikroelektronikan ja materiaalifysiikan laboratoriot, Oulu, Finska
38. Pennsylvania State University, Materials Research Institute, ZDA
39. Politechnika Wroclawska, Wroclaw, Poljska
40. Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska
41. Razvojni center RC eNeM Novi Materiali, d. o. o., Izlake, Slovenija
42. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen - RWTH, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik - IWE II, Aachen, Nemčija
43. SENSOR Lab, CNR INO & University of Brescia, Dept. of Information Engineering, Brescia, Italija
44. Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Science (SICCAS), Šanghaj, Kitajska
45. Shizuoka University, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Shizuoka, Hamamatsu, Japonska
46. Sincrotrone Trieste S. C. p. A., Bazovica, Italija
47. TDK Electronics GmbH & Co OG, Deutschlandsberg, Avstrija
48. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija
49. Technische Universität Graz, Gradec, Avstrija
50. Tsinghua University, State Key Laboratory of New Ceramics and Fine Processing, School of Materials Science and Engineering, Peking, Kitajska
51. Universitatea "Alexandru Ioan Cuza", Iași, Romunija
52. Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, Iași, Romunija
53. Université de Limoges, Limoges, Francija
54. Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija
55. University of New South Wales, School of Materials Science and Engineering, Sydney, Avstralija
56. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, Slovenija
57. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
58. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
59. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Slovenija
60. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, Slovenija
61. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenija
62. Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica, Slovenija
63. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija
64. VERMON, Tours, Francija
65. Visoka Tehnička Škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska
66. Xi'an Jiaotong University, Electronic Materials Research Laboratory, Xi'an, Kitajska

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Primož Jovanovič, Marjan Bele, Martin Šala, Francisco Ruiz-Zepeda, Goran Dražič, Nataša Zabukovec Logar, Nejc Hodnik, Miran Gaberšček, "Corrosion protection of platinum-based electrocatalyst by ruthenium surface decoration", *ACS applied energy materials*, 2018, **1**, 7, 3190-3197. [COBISS.SI-ID 39550981]
2. Mario Špadina, Simon Gourdin-Bertin, Goran Dražič, Atida Selmani, Jean-François Dufrêche, Klemen Bohinc, "Charge properties of TiO₂ nanotubes in NaNO₃ aqueous solution", *ACS applied materials & interfaces*, 2018, **10**, 15, 13130-13142. [COBISS.SI-ID 5418859]

3. Mirela Dragomir, Matjaž Valant, "Room-temperature synthesis and optical properties of NdVO₄ nanoneedles", *Acta chimica slovenica*, 2018, **65**, 3, 679-686. [COBISS.SI-ID 5236987]
4. Mojca Otoničar, Hana Uršič, Mirela Dragomir, Andraž Bradeško, Giovanni Esteves, Jacob L. Jones, Andreja Benčan, Barbara Malič, Tadej Rojac, "Multiscale field-induced structure of (1-x)Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-xPbTiO₃ ceramics from combined techniques", *Acta materialia*, 2018, **154**, 14-24. [COBISS.SI-ID 31410471]
5. Nina Drašinc Pajič, Petar Djinović, Goran Dražič, Jože Grdadolnik, Primož Šket, Janez Cerkovnik, Albin Pintar, "Structural stabilization and characterization of active peroxo species on TiO₂ - nanotube based materials in mild catalytic wet peroxide oxidation process", *Applied catalysis. A, General*, 2018, **562**, 276-283. [COBISS.SI-ID 6412314]

6. Aleksander Matavž, Janez Kovač, Miha Čekada, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Enhanced electrical response in ferroelectric thin film capacitors with inkjet-printed LaNiO_3 electrodes", *Applied physics letters*, 2018, **113**, 1, 012904. [COBISS.SI-ID 31521063]
7. Raquel O. Rodrigues, Giovanni Baldi, Saer Doumet, Juan Gallo, Manuel Bañobre-López, Goran Dražić, Ricardo C. Calhelha, Isabel C. F. R. Ferreira, Rui Lima, Adrián M. T. Silva, Helder T. Gomes, "A tailor-made protocol to synthesize yolk-shell graphene-based magnetic nanoparticles for nanomedicine", *C*, 2018, **4**, 4, 55. [COBISS.SI-ID 6517786]
8. Darja Maučec, Andraž Šuligoj, Alenka Ristić, Goran Dražić, Albin Pintar, Nataša Novak Tušar, "Titania versus zinc oxide nanoparticles on mesoporous silica supports as photocatalysts for removal of dyes from wastewater at neutral pH", *Catalysis today*, 2018, **310**, 32-41. [COBISS.SI-ID 6195994]
9. Sara Tominc, Aleksander Rečnik, Zoran Samardžija, Goran Dražić, Matejka Podlogar, Slavko Bernik, Nina Daneu, "Twinning and charge compensation in Nb_2O_5 -doped SnO_2 -CoO ceramics exhibiting promising varistor characteristics", *Ceramics international*, 2018, **44**, 2, 1603-1613. [COBISS.SI-ID 30844711]
10. Marjeta Maček, Hana Uršič, Anton Meden, Romana Cerc Korošec, Danilo Suvorov, " $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ plates synthesis through topochemical conversion, piezoelectric and ferroelectric characteristics", *Ceramics international*, 2018, **44**, 17, 21406-21414. [COBISS.SI-ID 31620647]
11. Kristian Radan, Brigita Kmet, Silvo Drnovšek, Uroš Prah, Tadej Rojac, Barbara Malič, "Mechanochemically-assisted synthesis of lead-free piezoelectric CaZrO_3 -modified (K,Na,Li)(Nb,Ta) O_3 -solid solution", *Ceramics*, 2018, **1**, 1, 304-319. [COBISS.SI-ID 31839015]
12. Maria J. Lima, Luisa M. Pastrana-Martinez, Marija J. Sampaio, Goran Dražić, Adrián M. T. Silva, Joaquim Luís Faria, Cláudia G. Silva, "Selective production of benzaldehyde using metal-free reduced graphene oxide/carbon nitride hybrid photocatalysts", *ChemistrySelect*, 2018, **3**, 28, 8070-8081. [COBISS.SI-ID 6429978]
13. Eliana S. Da Silva, Nuno M. M. Moura, Ana Coutinho, Goran Dražić, Bruno M. S. Teixeira, Nikolai A. Sobolev, Cláudia G. Silva, M. Graça P. M. S. Neves, Manuel Prieto, Joaquim Luís Faria, " β cyclodextrin as a precursor to holey C-doped g - C_3N_4 nanosheets for photocatalytic hydrogen generation", *ChemSusChem*, 2018, **11**, 16, 2681-2694. [COBISS.SI-ID 6429722]
14. Erika Švara Fabjan, Zineb Saghi, Paul A. Midgley, Mojca Otoničar, Goran Dražić, Miran Gaberšček, Andrijana Sever Škapin, "Diketopyrrolopyrrole pigment core@multi-layer SiO_2 shell with improved photochemical stability", *Dyes and pigments*, 2018, **156**, 108-115. [COBISS.SI-ID 2357351]
15. Una Stamenović, Nemanja Gavrilov, Igor A. Pašti, Mojca Otoničar, Gordana Čirić-Marjanović, Srečo D. Škapin, Miodrag Mitrić, Vesna Vodnik, "One-pot synthesis of novel silver-polyaniline-polyvinylpyrrolidone electrocatalysts for efficient oxygen reduction reaction", *Electrochimica Acta*, 2018, **281**, 549-561. [COBISS.SI-ID 31456807]
16. Chang Hyuck Choi, Hyung-Kyu Lim, Min Wook Chung, Gajeon Chon, Nastaran Ranjbar Sahraie, Abdulrahman Altin, Moulay Tahar Sougrati, Lorenzo Stievano, Hyun Seok Oh, Eun Soo Park, Fang Luo, Peter Strasser, Goran Dražić, Karl Mayrhofer, Hyungjun Kim, Frédéric Jaouen, "The Achilles' heel of iron-based catalysts during oxygen reduction in an acidic medium", *Energy & environmental science*, 2018, **11**, 11, 3176-3182. [COBISS.SI-ID 6517530]
17. Florian Weyland, Andraž Bradeško, Yang-Bin Ma, Jurij Koruza, Bai-Xiang Xu, Karsten Albe, Tadej Rojac, Nikola Novak, "Impact of polarization dynamics and charged defects on the electrocaloric response of ferroelectric $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ ceramics", *Energy technology*, 2018, **6**, 8, 1519-1525. [COBISS.SI-ID 31696935]
18. L. V. Gimadeeva, V. A. Shikhova, Dmitriy Chezganov, A. S. Merzliakova, E. O. Vlasov, V. V. Fedorov, Andrei L. Kholkin, Barbara Malič, Vladimir Shur, "Domain structure evolution in relaxor PLZT 8/65/35 ceramics after chemical etching and electron beam irradiation", *Ferroelectrics*, 2018, **525**, 1, 83-92. [COBISS.SI-ID 31282471]
19. Margarita Popova, Petar Djinić, Alenka Ristić, Hristina Lazarova, Goran Dražić, Albin Pintar, Alina M. Balu, Nataša Novak Tušar, "Vapor-phase hydrogenation of levulinic acid to γ -valerolactone over bifunctional Ni/HZSM-5 catalyst", *Frontiers in chemistry*, 2018, **6**, 285. [COBISS.SI-ID 6428698]
20. Vladimir Furlan, Sebastjan Glinšek, Tanja Vrabelj, Matjaž Vidmar, Brigita Kmet, Barbara Malič, "Elliptically polarized frequency agile antenna on ferroelectric substrate", *Informacije MIDEM: časopis za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale*, 2018, **48**, 4, 229-233. [COBISS.SI-ID 32092199]
21. Tanja Vrabelj, Andreja Benčan, Sebastjan Glinšek, Barbara Malič, "Tailoring the microstructure and dielectric properties of $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ thin films by solution-based processing in the frame of the Microstructural Zone Model", *Journal of alloys and compounds*, 2018, **743**, 812-818. [COBISS.SI-ID 31183655]
22. Matija Gatalo, Primož Jovanovič, Francisco Ruiz-Zepeda, Andraž Pavlišić, Ana Robba, Marjan Bele, Goran Dražić, Miran Gaberšček, Nejc Hodnik, "Insights into electrochemical dealloying of Cu out of Au-doped Pt-alloy nanoparticles at the sub-nano-scale", *Journal of electrochemical science and engineering*, 2018, **8**, 1, 87-100. [COBISS.SI-ID 6327834]
23. Andraž Šuligoj, Iztok Arčon, Matjaž Mazaj, Goran Dražić, Denis Arčon, Pegie Cool, Urška Lavrenčič Štangar, Nataša Novak Tušar, "Surface modified titanium dioxide using transition metals: nickel as a winning transition metal for solar light photocatalysis", *Journal of materials chemistry. A, Materials for energy and sustainability*, 2018, **6**, 21, 9882-9892. [COBISS.SI-ID 6369818]
24. Jeppe Ormstrup, Maja Makarovič, Marta Majkut, Tadej Rojac, Julian Walker, Hugh Simons, "Dynamics and grain orientation dependence of the electric field induced phase transformation in Sm modified BiFeO_3 ceramics", *Journal of materials chemistry. C, Materials for optical and electronic devices*, 2018, **6**, 28, 7635-7641. [COBISS.SI-ID 31517223]
25. Zlatko Brkljača, Nikolina Lešić, Katarina Bertović, Goran Dražić, Klemen Bohinc, Davor Kovačević, "Polyelectrolyte-coated cerium oxide nanoparticles: insights into adsorption process", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2018, **122**, 48, 27323-27330. [COBISS.SI-ID 5550699]
26. Urška Gabor, Matjaž Spreitzer, Hana Uršič, Elena Tchernychova, Zoran Samardžija, Wen J. Wu, Danilo Suvorov, "Structural peculiarities of $0.67\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0.33\text{PbTiO}_3$ thin films grown directly on SrTiO_3 substrates", *Journal of the European ceramic society*, 2018, **38**, 13, 4453-4462. [COBISS.SI-ID 31498279]
27. Maja Lešnik, Dejan Verhovšek, Nika Veronovski, Mitja Gračner, Goran Dražić, Kristina Žagar, Mihael Drogenik, "Hydrothermal synthesis of Mn-doped TiO_2 with a strongly suppressed photocatalytic activity", *Materiali in tehnologije*, 2018, **52**, 4, 411-416. [COBISS.SI-ID 1418922]
28. Julian Walker, Thorsten J. M. Bayer, Maja Makarovič, Tomaž Kos, Susan Trolier-McKinstry, Barbara Malič, Tadej Rojac, "Cobalt doping to influence the electrical conductivity of ($\text{Bi}_{0.91}\text{Dy}_{0.09}$) FeO_3 ceramics", *Materials letters*, 2018, **225**, 126-129. [COBISS.SI-ID 31357479]
29. Nikolina Hanžić, Anđela Horvat, Juraj Bibić, Klaus Unfried, Tanja Jurkin, Goran Dražić, Inga Marijanović, Neda Slade, Marijan Gotić, "Syntheses of gold nanoparticles and their impact on the cell cycle in breast cancer cells subjected to megavoltage X-ray irradiation", *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 2018, **91**, 486-495. [COBISS.SI-ID 6404890]
30. Raquel O. Rodrigues, Giovanni Baldi, Saer Doumet, Lorena Garcia-Hervia, Juan Gallo, Manuel Bañobre-López, Goran Dražić, Ricardo C. Calhelha, Isabel C. F. R. Ferreira, Rui Lima, Helder T. Gomes, Adrián M. T. Silva, "Multifunctional graphene-based magnetic nanocarriers for combined hyperthermia and dual stimuli-responsive drug delivery", *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 2018, **93**, 206-217. [COBISS.SI-ID 6445082]
31. Darko Belavič, Andraž Bradeško, Hana Uršič, "The investigation of basic microfluidic elements in LTCC structures", *Microelectronics international*, 2018, **35**, 3, 133-138. [COBISS.SI-ID 31601959]
32. Manel Rodríguez Ripoll, Agnieszka Tomala, Christoph Gabler, Goran Dražić, Luka Pirker, Maja Remškar, "In-situ tribochemical sulfurization of molybdenum oxide nanotubes", *Nanoscale*, 2018, **10**, 7, 3281-3290. [COBISS.SI-ID 31070759]
33. Darko Makovec, Blaž Belec, Tanja Goršak, Darja Lisjak, Matej Komelj, Goran Dražić, Sašo Gyergyek, "Discrete evolution of the crystal structure during the growth of Ba-hexaferrite nanoplatelets", *Nanoscale*, 2018, **10**, 30, 14480-14491. [COBISS.SI-ID 31549735]
34. Lisha Liu, Tadej Rojac, Dragan Damjanović, Marco Di Michiel, John E. Daniels, "Frequency-dependent decoupling of domain-wall motion and lattice strain in bismuth ferrite", *Nature communications*, 2018, **9**, 4928. [COBISS.SI-ID 31884583]
35. Florian Alexander Strauss, Gwenaëlle Rousse, Dmitry Batuk, Mingxue Tang, Elodie Salager, Goran Dražić, Robert Dominko, Jean-Marie Tarascon, "Electrochemical behavior of $\text{Bi}_4\text{B}_2\text{O}_9$ towards lithium-reversible conversion reactions without nanosizing", *PCCP. Physical chemistry chemical physics: a journal of European chemical societies*, 2018, **20**, 4, 2330-2338. [COBISS.SI-ID 6332442]
36. Dong Hou, Tedi-Marie Usher, Lovro Fulanović, Marko Vrabelj, Mojca Otoničar, Hana Uršič, Barbara Malič, Igor Levin, Jacob L. Jones, "Field-induced polarization rotation and phase transitions in

- 0.70Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃ – 0.30PbTiO₃", *Physical review. B*, 2018, **97**, 21, 214102. [COBISS.SI-ID 31471911]
37. Tilen Koklič, Iztok Urbančič, Irena Zdovc, Majda Golob, Polona Umek, Zoran Arsov, Goran Dražić, Štefan Pintarič, Martin Dobeč, Janez Štrancar, "Surface deposited one-dimensional copper-doped TiO₂ nanomaterials for prevention of health care acquired infections", *PloS one*, 2018, **13**, 7, e0201490. [COBISS.SI-ID 4613498]
 38. Tanja Vrabelj, Sebastjan Glinšek, Brigita Kmet, Barbara Malič, "Influences of Ba/Sr ratio and Mn doping on microwave dielectric properties of Ba_xSr_{1-x}TiO₃ thin films", *Revue roumaine de chimie*, 2018, **63**, 5/6, 393-400. [COBISS.SI-ID 31660327]
 39. Luminita Predoana, Barbara Malič, Simona Petrescu, Silviu Preda, Maria Zaharescu, "Influence of the precursors on the La_{0.5}Sr_{0.5}Co₃ formation by water-based sol-gel method", *Revue roumaine de chimie*, 2018, **63**, 7/8, 716-718. [COBISS.SI-ID 31820583]
 40. Shruti B. Seshadri *et al.* (11 avtorjev), "Unexpectedly high piezoelectricity of Sm-doped lead zirconate titanate in the Curie point region", *Scientific reports*, 2018, **8**, 4120. [COBISS.SI-ID 31270439]
 41. Matej Šadl, Andraž Bradeško, Darko Belavič, Andreja Benčan, Barbara Malič, Tadej Rojac, "Construction and functionality of a ceramic resonant pressure sensor for operation at elevated temperatures", *Sensors*, 2018, **18**, 5, 1423. [COBISS.SI-ID 31357735]
 42. Ervin Šest, Goran Dražić, Boštjan Genorio, Ivan Jerman, "Graphene nanoplatelets as an anticorrosion additive for solar absorber coatings", *Solar energy materials and solar cells*, 2018, **176**, 19-29. [COBISS.SI-ID 6294810]
 43. Manuel Ojeda, Nika Osterman, Goran Dražić, Ljudmila Fele Žilnik, Anton Meden, Witold Kwapinski, Alina M. Balu, Blaž Likozar, Nataša Novak Tušar, "Conversion of palmitic acid over Bi-functional Ni/ZSM-5 catalyst: effect of stoichiometric Ni/Al molar ratio", *Topics in catalysis*, 2018, **61**, 15/17, 1757-1768. [COBISS.SI-ID 6466330]
 44. Benedetto Bozzini, Danjela Kuščer, Silvo Drnovšek, M. Al-Hada, Matteo Amati, Hikmet Sezen, Luca Gregoratti, "Spatially resolved photoemission and electrochemical characterization of a single-chamber solid oxide fuel cell", *Topics in catalysis*, 2018, **61**, 20, 2185-2194. [COBISS.SI-ID 31884071]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Aleksander Matavž, Barbara Malič, "Inkjet printing of functional oxide nanostructures from solution-based inks", *Journal of sol-gel science and technology*, 2018, **87**, 1, 1-21. [COBISS.SI-ID 31462183]
2. Ke Wang, Barbara Malič, Jiagang Wu, "Shifting the phase boundary: potassium sodium niobate derivatives", *MRS bulletin*, 2018, **43**, 8, 607-611. [COBISS.SI-ID 31601447]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Kristijan Brecl, Matevž Bokalič, Chiara Barretta, Gernot Oreski, Barbara Malič, Marko Topič, "The influence of the EVA film quality on the degradation of PV modules under harsh test conditions", V: P. Verlinden (ur.), R. Kenny (ur.), P. Helm (ur.), *35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition: proceedings of the international conference held in Brussels, Belgium, 24 September - 28 September 2018*, 2018, 1277-1279. [COBISS.SI-ID 12242772]
2. Franck Levassort, Julien Bustillo, Danjela Kuščer, Tina Bakarič, Marc Lethiecq, "Caractérisation acoustique à haute fréquence de céramiques poreuses pour les transducteurs ultrasonores", V: *CFA 18, 14ème 18 Congrès Français d'Acoustique, 23-27 avril 2018, Le Havre, France*, 2018. [COBISS.SI-ID 31521831]
3. Claire Bantignies, Thien Hoang, Hugo Mercier, Franck Levassort, Danjela Kuščer, Barbara Malič, "Lead-free sodium potassium niobate based piezoelectric thick film bimorph structure for energy harvesting", V: *IEEE International Ultrasonic Symposium, US 2018, October 22-25, 2018, Kobe, Japan*, 2018. [COBISS.SI-ID 32025895]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Barbara Malič, Alja Kupec, Katarina Vojisavljevič, Tanja Vrabelj, "Lead-free ferroelectric thin films", V: Lisa C. Klein (ur.), Mario Aparicio (ur.), Andrei Jitianu (ur.), *Handbook of sol-gel science and technology: processing, characterization and applications*, 2018, 667-694. [COBISS.SI-ID 31461927]
2. Jurij Koruza, Lalita Kodumudi Venkataraman, Barbara Malič, "Lead-free perovskite ferroelectrics", V: Biljana Stojanović (ur.), *Magnetic, ferroelectric, and multiferroic metal oxides*, (Metal oxides series) 2018, 51-69. [COBISS.SI-ID 31048231]
3. Barbara Malič, Danjela Kuščer, Marko Vrabelj, Jurij Koruza, "Review of methods for powder-based processing", V: Biljana Stojanović (ur.), *Magnetic, ferroelectric, and multiferroic metal oxides*, (Metal oxides series) 2018, 95-120. [COBISS.SI-ID 31048487]
4. Tadej Rojac, Evgeniya Khomyakova, Julian Walker, Hana Uršič, Andreja Benčan, "BiFeO₃ ceramics and thick films: eprocessing issues and electromechanical properties", V: Biljana Stojanović (ur.), *Magnetic, ferroelectric, and multiferroic metal oxides*, (Metal oxides series) 2018, 515-525. [COBISS.SI-ID 31047719]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Tadej Rojac, *Dielectric and piezoelectric nonlinearity and hysteresis: harmonic measurements and analysis*, Ljubljana: Electronic Ceramics Department, Jozef Stefan Institute Ljubljana, Slovenia, 2018. [COBISS.SI-ID 31879207]
2. Tadej Rojac, *Dielektrični, piezoelektrični, piroelektrični, feroelektrični in elektrokatalitični materiali: zimski semester*, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehnična fakulteta, 2018. [COBISS.SI-ID 31069223]
3. Tadej Rojac, *Harmonic analysis, nonlinearity and hysteresis in dielectric and piezoelectric response*, Ljubljana: Electronic Ceramics Department, Jozef Stefan Institute Ljubljana, Slovenia, 2018. [COBISS.SI-ID 31878951]

PATENT

1. Irena Ramšak, Marija Razpotnik, Janez Holc, Danjela Kuščer, *Method for producing non-alkaline steatite ceramics with improved electrical properties*, EP3233755 (B1), European Patent Office, 10. 10. 2018. [COBISS.SI-ID 28228391]
2. Irena Ramšak, Marija Razpotnik, Katja Makovšek, Danjela Kuščer, Silvo Drnovšek, Janez Holc, *Production method of steatite ceramics with improved electrical properties*, EP3230232 (B1), European Patent Office, 15. 08. 2018. [COBISS.SI-ID 31606311]
3. Barbara Malič, Hana Uršič, Marija Kosec, Silvo Drnovšek, Jena Cilenšek, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Uroš Flisar, Andrej Kitanovski, Marko Ožbolt, Uroš Plaznik, Alojz Poredoš, Urban Tomc, Jaka Tušek, *Method for electrocaloric energy conversion*, US9915446 (B2), US Patent and Trademark Office, 13. 03. 2018. [COBISS.SI-ID 29642791]

MENTORSTVO

1. Nina Drašinac Pajič, *Katalitska mokra peroksidna oksidacija v vodi topnih organskih onesnažil pri blagih pogojih*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2018 (mentor Goran Dražić; somentor Albin Pintar). [COBISS.SI-ID 298759936]
2. Lovro Fulanović, *Keramični večplastni elementi na osnovi relaksorskih feroelektrikov za izvedljivo elektrokalično hlajenje*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2018 (mentor Barbara Malič; somentor Vid Bobnar). [COBISS.SI-ID 298298112]