

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 osnovne procesov za pripravo senzorjev tlaka, keramičnih mikroelektromehanskih sistemov (MEMS) in fleksibilne elektronike.

V okviru raziskav okolju prijaznih piezoelektrikov brez svinca smo posebno pozornost namenili alkalijskim niobatom. V sodelovanju z dr. A. Popovičem in dr. L. Benczejem (Univerza Eötvös Loránd, Madžarska) smo določili ravnotežni parni tlak natrija nad trdno raztopino $K_xNa_{1-x}NbO_3$ v celotnem koncentracijskem območju med 1 173 K in 1 303 K z masno spektrometrijo s Knudsenovo efuzijo. Ravnotežni parni tlak kalija nad $K_{0,5}Na_{0,5}NbO_3$ (KNN) pri 1 263 K je $8 \cdot 10^{-3}$ Pa, kar je nekajkrat več kot ravnotežni parni tlak natrija ($3 \cdot 10^{-3}$ Pa). Primerjava izmerjenih vrednosti s podatki za svinčeve piezoelektrike je pokazala, da je parni tlak alkalij nad KNN pri 1 200 K za približno tri rede velikosti nižji kot parni tlak svinčevega oksida nad $Pb(Zr,Ti)O_3$.

V sklopu raziskav piezoelektrične keramike, ki vsebuje svinec, smo v okviru projekta 7 OP EU CERAMPOL in v sodelovanju z raziskovalnim partnerjem HIPOT-RR modelirali in izdelali vibracijski sistem za čiščenje odpadnih vod velikosti 20 cm × 20 cm. Na porozno keramično podlago smo integrirali prevodnik in zaščitno plast z metodo sitotiska ter piezoelektrični aktuator na osnovi $Pb(Zr,Ti)O_3$. Projektni partnerji, ki so preizkusili vibracijski sistem v realnih razmerah obratovanja, so ugotovili, da je učinkovitost čiščenja voda z uporabo piezoelektrika večja kot pri klasičnem sistemu.

S sodelavci iz Avstrije, Francije in ZDA, v sodelovanju s Kemijskim inštitutom ter z Odsekom za fiziko trdne snovi IJS smo pokazali, da način priprave $Pb(Sc_{0,5}Nb_{0,5})O_3$, ki je med najbolj znanimi relaksorskimi materiali, močno vpliva na urejanje kationov na B-mestih v perovskitni osnovni celici ter posledično tudi na njegove funkcijske lastnosti. Do sedaj je namreč veljalo, da se temperatura prehoda med urejenim in neurejenim stanjem B-kationov v polikristaliničnem materialu nahaja pri 1 200 °C. V naši študiji smo dokazali, da $Pb(Sc_{0,5}Nb_{0,5})O_3$, pripravljen iz mehanokemijsko aktiviranega prahu, izkazuje neurejeno stanje B-kationov neodvisno od razmer pri termični obdelavi materiala (slika 1).

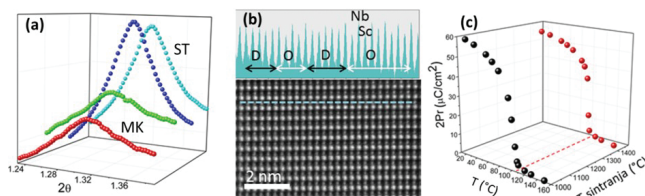
V okviru raziskav multiferoične keramike $BiFeO_3$ smo študirali vpliv lokalne električne prevodnosti na domenskih stenah in mejah med zrni na njen makroskopski elektromehanski odziv. S kombinacijo lokalnih in makroskopskih meritev električnih ter elektromehanskih lastnosti smo dokazali obstoj nelinearnega piezoelektričnega Maxwell-Wagnerjevega pojava kot novega mehanizma, ki razloži vpliv lokalne električne prevodnosti domenskih sten na makroskopski piezoelektrični odziv polikristaliničnega $BiFeO_3$ (slika 2). »In-situ«-analize z rentgensko difrakcijo so v polarizirani keramiki $BiFeO_3$ potrdile izrazito relaksacijo ne-180° domenskih sten, ki je najverjetneje povezana z njihovo električno prevodnostjo. Poročali smo tudi o učinkoviti mehanokemijski sintezi keramike $BiFeO_3$, modificirane z oksidi redkih zemelj (RE-BFO, RE = Sm, Gd, Dy), kjer smo razložili, zakaj se med sintezo BFO-RE pojavi bistveno manj sekundarnih faz, kot je to značilno za sintezo nemodificiranega $BiFeO_3$.

V sodelovanju z Odsekom za fiziko trdne snovi IJS smo nadaljevali raziskave elektrokaloričnega (EK) pojava, to je adiabatske in reverzibilne spremembe temperature v polarnem materialu pod vplivom zunanjega električnega polja, v relaksorskem feroelektriku $0,9Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-0,1PbTiO_3$. Da bi ugotovili, ali in kako mikrostruktura vpliva na EK-pojav, smo pripravili vzorce volumenske keramike z veliko relativno gostoto in različnimi velikostmi zrn od $\approx 2 \mu m$ do $\approx 10 \mu m$. Keramika z relativno gostoto $\approx 98 \%$ in povprečno velikostjo zrn $3,6 \mu m$ ima visoko prebojno trdnost (160 kV/cm) ter izkazuje največjo elektrokalorično spremembo temperature (3,45 °C), določeno z direktnimi EK-meritvami. Omenjena EK-sprememba temperature je največja do sedaj objavljena vrednost za svinčeve

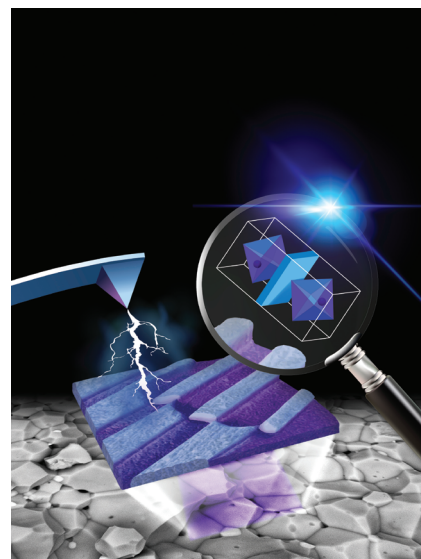


Vodja:

prof. dr. Barbara Malič



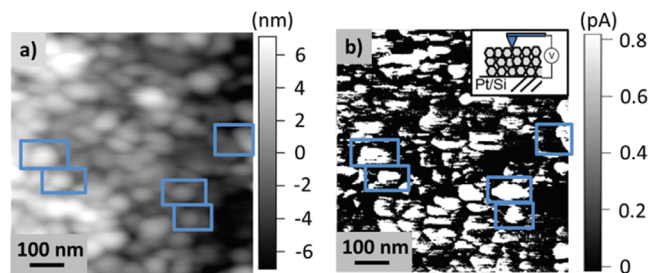
Slika 1: Keramika $Pb(Sc_{0,5}Nb_{0,5})O_3$ pripravljena iz mehanokemijsko (MK) aktiviranega prahu: (a) sinhotronski rentgenski difraktogram superstrukturnega uklona ($\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$). Za primerjavo je prikazan difraktogram keramike, pripravljene s sintezo v trdnem stanju (ST); (b) HAADF-STEM-slika s pripadajočim profilom intenzitet Batomov (O, D - ponavljajoč/ne-ponavljajoč; (c) temperaturna odvisnost remanentne polarizacije keramike, sintrane pri 1 000 °C in 1 420 °C.



Slika 2: Objavili smo članek z naslovom »Mobile domain walls as a bridge between nanoscale conductivity and macroscopic electromechanical response« v reviji *Advanced Functional Materials*.

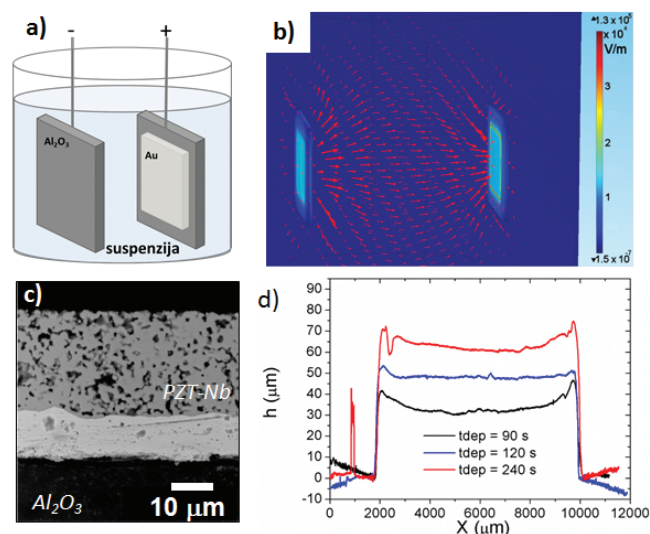
Sodelavci odseka smo v sodelovanju s Swiss Federal Institute of Technology v ugledni reviji *Advanced Functional Materials* objavili članek z naslovom »Mobile Domain Walls as a Bridge between Nanoscale Conductivity and Macroscopic Electromechanical Response«. Pri polikristaliničnem BiFeO_3 smo dokazali, da lokalna prevodnost domenskih sten v zrnih pomembno vpliva na povprečni, makroskopski, piezoelektrični odziv keramike in jo torej moramo upoštevati pri interpretaciji in kontroli elektromehanskih lastnosti piezoelektrične keramike.

V okviru raziskav **tankih plasti feroelektrikov brez svinca**, pripravljenih s sintezo iz raztopin, smo študirali povezavo med mikrostrukturo in prevodnimi lastnostmi tankih plasti $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$. Plasti, pripravljene iz molskih deležev raztopin 10 % in prebitkom kalijevega acetata 5 % po segrevanju pri 750 °C izkazujejo stebričasto ali fino zrnato mikrostrukturo. Pri električnem polju 50 kV/cm plasti s fino zrnato mikrostrukturo izkazujejo gostoto električnega toka $2,9 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$, medtem ko plasti s stebričasto mikrostrukturo izkazujejo tudi do dva reda višje vrednosti. Z



Slika 3: Povezava mikrostrukture in lokalne prevodnosti tanke plasti ($\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$): (a) slika površine plasti (mikroskop na atomsko silo, AFM), (b) slika lokalne prevodnosti v plasti (AFM s prevodnim modulom) pri električnem polju 190 kV/cm. Zaradi nazornejšje predstave so nekatera posamezna zrna označena s pravokotniki.

povečanjem debeline se je dielektričnost plasti nekoliko zmanjšala, kar smo razložili s prisotnostjo nano-razpok, ki nastanejo med sproščanjem nateznih napetosti v plasteh. Podobno odvisnost dielektričnosti od debeline in velikosti zrn smo opazili tudi v frekvenčnem območju GHz. Raziskali smo tudi vpliv sevanja z nevtroni in gama



Slika 4: (a) Shematski prikaz naprave za elektroforetski nanos, (b) električno polje in silnice med elektrodama, (c) sintrana debela plast PZT, dopiranega z niobijem, (d) profil debeline plasti po različnih časih nanosa.

perovskite. Nadalje smo s sodelavci s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani raziskali uporabnost keramičnih elementov $0,9\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-0,1\text{PbTiO}_3$ v EK-hladilnih napravah. Demonstratorska hladilna naprava je med preizkusom izkazovala učinkovito regeneracijo toplote. Vzpostavitev temperaturnega razpona med vročo in hladno stranjo regeneratorja je presegala večkratno EK-temperaturno spremembo v posameznem keramičnem elementu.

Raziskali smo EK-pojav relaksorskega feroelektrika brez svinca $0,85\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3-0,15\text{SrTiO}_3$ (KNN-STO). Izmerili smo velike EK-spremembe temperature: 1,2 K pri 300 K in 1,9 K pri 340 K, pri amplitudah električnega polja 159 kV/cm in v širokem temperaturnem območju 80 K. Tako velik EK-odziv v bližini sobne temperature je primerljiv z vrednostmi, ki jih dosegajo visokoučinkoviti svinčevi perovskiti, zaradi česar pomeni KNN-STO mogočo okolju prijazno alternativo svinčevi keramiki v prihodnjih EK-hladilnih napravah.

uporabo prevodnega modula mikroskopa na atomsko silo smo pokazali, da začne električni tok sprva teči po mejah med stebričastimi zrn, saj so takšne meje za električni tok direktna pot med elektrodama (slika 3).

V sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Odsekom za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev IJS in Centrom odličnosti Vesolje smo raziskovali feroelektrične **tanke plasti na osnovi $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$** , pripravljene s sintezo v raztopini z napetostno nastavljivo dielektričnostjo za uporabo v mikrovalovnem območju. Tanke plasti $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ z debelinami od 90 nm do 400 nm na polikristaliničnih korundnih podlagah smo pripravili s hitrim segrevanjem pri temperaturi 900 °C. Mikrostruktura plasti je bila enakomerna in gosta, sestavljena iz pretežno stebričastih zrn. Z naraščanjem debeline plasti od 90 nm do 240 nm se je dielektričnost plasti, izmerjena pri 100 kHz, povečala s 650 na 1 250, kar smo razložili kot posledico naraščajoče velikosti zrn. Z nadaljnjim povečanjem debeline se je dielektričnost plasti nekoliko zmanjšala, kar smo razložili s prisotnostjo nano-razpok, ki nastanejo med sproščanjem nateznih napetosti v plasteh. Podobno odvisnost dielektričnosti od debeline in velikosti zrn smo opazili tudi v frekvenčnem območju GHz. Raziskali smo tudi vpliv sevanja z nevtroni in gama žarki na dielektrične lastnosti plasti $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ različnih debelin, gostot in tipov mikrostruktur (enakoosna, stebričasta) v kHz- in GHz-območju. Ugotovili smo, da elementi mikrostrukture, kot so meje in oblika zrn, pore ali mikro- ali nanorazpoke ter strukturni defekti vplivajo na hitrost akumulacije sevalnih poškodb. Mikrostruktura plasti je torej ključnega pomena za odpornost tankih plasti proti sevanju, kar je pomembno za uporabo plastnih elementov v satelitih.

Z **elektroforetskim nanosom** smo pripravili debele plasti $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT) na keramični podlagi. Z numeričnim modeliranjem smo pokazali, da je električno polje na robovih podlage močnejše, zaradi česar je tam nanos debelejši. Eksperimentalno smo pokazali, da enakomernost debeline plasti lahko izboljšamo z uporabo suspenzije z nizko električno prevodnostjo in z daljšim časom nanosa. Homogene plasti z enakomerno debelino smo pripravili iz suspenzij s prevodnostjo $20 \mu\text{S/cm}$, kjer smo kot topilo uporabili mešanico etanola in butanola (slika 4).

V sodelovanju z raziskovalci z Univerze François-Rabelais iz Toursa, Francija, smo izmerili elektromehanske lastnosti plasti PZT z debelino okoli $20 \mu\text{m}$ in relativno gostoto 85 %. Plasti, ki so imele sklopitveni faktor 50 % in akustično impedanco $15 \times 10^6 \text{ kg/(s m}^2\text{)}$, so uporabne v visokofrekvenčnih ultrazvočnih pretvornikih za preiskave v medicini.

Pripravili smo debele plasti BiFeO_3 na različnih podlagah z metode sitotiska in študirali vpliv temperature na zgoščevanje ter na reakcije med plastmi. Ugotovili smo, da je ključnega pomena izbira primerne temperature ter podlage, ki ne vsebuje nečistoč. Z razumevanjem kemijskih interakcij med plastmi smo na kovinski Ag-podlagi pri 740 °C uspešno pripravili goste, debele plasti BFO z nizko koncentracijo sekundarnih faz. Tako pripravljene debele plasti BFO so bile prevodne, lokalni feroelektrični odziv pa smo potrdili z meritvami z mikroskopom na atomsko silo s piezoelektričnim modulom.

Nadaljevali smo preiskave materiala LTCC (keramika z nizko temperaturo žganja, ang. Low-Temperature Co-Fired Ceramics) in preučevanjem tehnoloških postopkov za izdelavo tridimenzionalnih struktur za mikroelektromehanske (MEMS) in kemijske mikrosisteme. Tradicionalno sodelovanje z raziskovalnima partnerjema HIPOT-RR in CO NAMASTE se je nadaljevalo pri vseh raziskovalnih nalogah, vezanih na uporabo debeloplastne in LTCC-tehnologije pri razvoju in izdelavi izdelkov. Izdelali in ovrednotili smo tridimenzionalne strukture iz LTCC-folije, ki so jo razvili v podjetju KEKO-OPREMA. V okviru projekta M-ERA.NET INT CERSEN smo študirali kompatibilnost različnih materialov za elektrode z LTCC-materialom in tehnologijo, ki je bila osnova za načrtovanje in izdelavo elektrokemičnega senzorja z integrirano mikrofluidno strukturo.

V sodelovanju s podjetjem DOMEL smo raziskovali toplotne lastnosti kompozitov na osnovi polimerov, ojačanih z različnimi masnimi deleži steklenih vlaken (od 0 % do 15 %) in z dodanim mineralnim polnilom CaCO_3 . Primerno razmerje steklenih vlaken in polnila omogoča doseganje dobrih mehanskih in istočasno tudi toplotnih lastnosti kompozitov, ki jih uporabljamo za proizvodnjo komponent v elektroindustriji.

V sodelovanju s podjetjem ETI Elektroelement, d. d., smo razvili nove postopke za izdelavo steatitne keramike, ki so kompleksen sistem sprememb na področju izbire surovin, postopkov priprave steatitnih suspenzij z mletjem, izdelave in predpriprave granulotov, ter suhega stiskanja in žganja izdelkov. Ti novo razviti steatitni materiali po svojih mehanskih in električnih lastnostih znatno presegajo zahteve sprejetih standardov. Za dosežek je projektna skupina dobila srebrno nacionalno priznanje Gospodarske zbornice Slovenije. V sodelovanju s podjetjem smo razvili neporozno kordieritno keramiko tipa C 410 s kontroliranimi toplotnimi in mehanskimi lastnostmi ter jo uspešno uvedli v proizvodnjo. Z uporabo glinice z definirano velikostjo delcev smo razvili kordieritni material z nizkim in ponovljivim raztežkom v zelo ozkem območju, obenem pa ohranili visoko mehansko trdnost materiala. Dosežek "Razvoj kordieritne keramike s stabilnim nizkim koeficientom linearnega termičnega raztežka" je bil nagrajen s Puhovim priznanjem.

Organizirali smo mednarodno konferenco PIEZO 2015: Electroceramics for end-users VIII (25.–28. 1. 2015, Mariborsko Pohorje). Konferenca s skoraj 100 udeleženci iz 19 držav, od katerih jih je bila tretjina iz industrije, je vključevala predstavitve raziskav elektroaktivnih, predvsem piezoelektričnih materialov in naprav.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

- Walker, Julian, Bryant, Peter, Kurusingal, Valsala, Sorrell, Charles C., Kuščer, Danjela, Dražić, Goran, Benčan, Andreja, Valanoor, Nagarajan, Rojac, Tadej. Synthesis-phase-composition relationship and high electric-field-induced electromechanical behavior of samarium-modified BiFeO_3 ceramics. Acta materialia, ISSN 1359-6454. [Print ed.], (2015), 149–159, doi: 10.1016/j.actamat.2014.09.058. [COBISS.SI-ID 28038439]
- Rojac, Tadej, Uršič, Hana, Benčan, Andreja, Malič, Barbara, Damjanović, Dragan. Mobile domain walls as a bridge between nanoscale conductivity and macroscopic electromechanical response. Advanced functional materials, ISSN 1616-301X, 25 (2015) 14, 2099–2108, doi: 10.1002/adfm.201402963. [COBISS.SI-ID 28359975]
- Uršič, Hana, Benčan, Andreja, Dražić, Goran, Esteves, Giovanni, Jones, Jacob L., Usher, Tedi-Marie, Rojac, Tadej, Drnovšek, Silvo, Deluca, Marco, Jouin, Jenny, Bobnar, Vid, Trefalt, Gregor, Holc, Janez, Malič, Barbara. Unusual structural-disorder stability of mechanochemically derived- $\text{Pb}(\text{Sc}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3$. Journal of materials chemistry. C, Materials for optical and electronic devices, ISSN 2050-7526. [Print ed.], 3 (2015) 39, 10309–10315, doi: 10.1039/C5TC02205C. [COBISS.SI-ID 28843815]
- Bernardo, Mara, Malič, Barbara, Kuščer, Danjela. PZT-based thick films prepared by electrophoretic deposition from suspensions with different alcohol-based solvents. Journal of the Electrochemical Society, 162 (2015) 11, D3040–D3048, doi: 10.1149/2.0151511jes. [COBISS.SI-ID 28787751]
- Popović, Arkadije, Bencze, László, Koruza, Jurij, Malič, Barbara. Vapour pressure and mixing thermodynamic properties of the KNbO_3 - NaNbO_3 system. RSC advances, ISSN 2046-2069, 5 (2015) 93, 76249–76256, doi: 10.1039/c5ra11874c. [COBISS.SI-ID 28837927]

Ameriški patent z naslovom »Amorphous multicomponent dielectric based on the mixture of high band gap and high K materials, respective devices and manufacture«, ki opisuje izum priprave večkomponentnih dielektrikov za prozorno elektroniko, je rezultat sodelovanja raziskovalcev z Univerze Nova, Lizbona, Portugalska, in Odseka za elektronsko keramiko.

Sodelavca odseka Danjela Kuščer in Silvo Drnovšek sta skupaj s kolegicama iz podjetja ETI Elektroelement, d. d., prejela Puhovo priznanje za delo pri razvoju kordieritne keramike s stabilnim nizkim koeficientom linearnega termičnega raztežka.

Patent

1. Rodrigo Ferrão De Paiva Martins, Elvira Maria Correia Fortunato, Pedro Miguel Candido Barquinha, Nunes Pereira, Gonçalo Gonçalves, Danjela Kuščer, Marija Kosec, Maria Silvina Vieira Pereira Ferreira,
2. Amorphous multicomponent dielectric based on the mixture of high band gap and high K materials, respective devices and manufacture, US8987097 (B2), US Patent Office, 24. 3. 2015

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. Piezo 2015: Electroceramics for End-Users VIII, Maribor, Slovenija 25.–28. 1. 2015
2. 3rd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis, and Calorimetry, Ljubljana, Slovenija 25.–28. 8. 2015
3. MIDEM 2015: 51st International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, Bled, Slovenija, 23.–25. 9. 2015

Nagrade in priznanja

1. Tanja Pečnik: Priznanje z nagrado za najboljši govorni prispevek na tekmovanju mladih raziskovalcev v okviru 23. Mednarodne konference o materialih in tehnologijah, Portorož: Dielectric properties of the solution-derived $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ thin films
2. Marko Vrabelj: 2. mesto na tekmovanju mladih raziskovalcev za najboljši govorni prispevek v okviru 23. Mednarodne konference o materialih in tehnologijah, Portorož: Electrocaloric Effect in $0.9\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-0.1\text{PbTiO}_3$ Bulk Ceramics with Grain Sizes in Micron Range
3. Gorazd Frontini, Janez Holc, Danjela Kuščer, Irena Ramšak, Marija Raspotnik, Helena Razpotnik: Zlato priznanje za inovacijo, Trbovlje, Gospodarska zbornica Slovenije, Območna zbornica Zasavje: Razvoj novih steatitnih materialov
4. Gorazd Frontini, Janez Holc, Danjela Kuščer, Irena Ramšak, Marija Raspotnik, Helena Razpotnik: Srebrno nacionalno priznanje za inovacijo, Brdo pri Kranju, Gospodarska zbornica Slovenije: Razvoj novih steatitnih materialov
5. Ines Bantan, Silvo Drnovšek, Danjela Kuščer, Helena Razpotnik: Puhovo priznanje, Portorož, Republika Slovenija, Vlada Republike Slovenije, Puhovo priznanje za izume, razvojne dosežke in uporabo znanstvenih izsledkov pri razvoju kordieritne keramike s stabilnim nizkim koeficientom linearnega termičnega raztezka

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Izdelava študije izvedljivosti in izdelava večplastnih LTCC PCB struktur
CTR Carinthian Tech Research Ag
prof. dr. Barbara Malič
2. 7. OP - CERAMPOL; Keramične in polimerne membrane za odstranjevanje težkih kovin in strupenih organskih spojin v vodi
Evropska komisija
doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin; doc. dr. Tadej Rojac
3. 7. OP - PI; Piezo Institut: Evropski ekspertni center za večfunkcionalne in integrirane piezoelektrične naprave
Evropska komisija
prof. dr. Barbara Malič
4. Povezava med procesiranjem in lastnostmi piezoelektričnega materiala brez svinca na osnovi $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Tadej Rojac
5. Študij procesov in mehanizmov v novi elektronski keramiki
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Barbara Malič
6. Razvoj multiferoičnih kompozitov za aplikacije nove generacije
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Andreja Benčan Golob
7. Heterogenost kompleksnih oksidov: kemijska homogenost, strukturne spremembe na atomskem nivoju ter obstoj polarnih nano-področij
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
dr. Hana Uršič Nemevšek
8. COST MP1308; Na poti k oksidni keramiki
Cost Office
dr. Katarina Vojšavljevič

PROGRAM

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

PROJEKTI

1. Nanostrukture za visokoučinkovite fotonapetostne generatorje
prof. dr. Barbara Malič
2. Napetostno nastavljeni feroelektrični plastni kondenzatorji za prilagodljive mikrovalovne antene
prof. dr. Barbara Malič
3. Učinkoviti piezoelektrini materiali za senzorje in aktuatorje v visokotemperaturnih aplikacijah
doc. dr. Tadej Rojac
4. Novi elektrokalični materiali za novo ekološko prijazno dielektrično tehnologijo hlajenja
prof. dr. Barbara Malič
5. Mikro-elektromehanski in elektrokalični plastni elementi
prof. dr. Barbara Malič
6. Priprava stabilnih vodnih suspenzij za izdelavo elektrotehniških elementov na osnovi steatitnih keramičnih materialov
dr. Katja Makovšek
7. INTENSEN: Integrirani elektrokemični senzorji s keramičnimi mikrofluidnimi strukturami
dr. Hana Uršič Nemevšek
8. PiezoMEMS: Piezoelektrični MEMS elementi za učinkovito zbiranje energije
prof. dr. Barbara Malič
9. Mednarodna konferenca PIEZO 2015, Maribor, Slovenija, 25.-28.01.2015
prof. dr. Barbara Malič
10. Program za študente in raziskovalce na začetku kariere za udeležbo na konferenci Piezo 2015
prof. dr. Barbara Malič

VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Razvoj LTCC materiala in prevodnih past, ki so kompatibilne z LTCC materialom, s poudarkom na primerni adheziji prevodnega materiala z LTCC ter usklajenim zgoščevanjem obeh materialov
Keko – Oprema, d. o. o., Žužemberk
prof. dr. Barbara Malič

2. Raziskave na področju materialov silikatne tehnične keramike
Razvojni center eNeM Novi Materiali, d. o. o.
prof. dr. Barbara Malič

OBISKI

1. Marco Deluca, Institut für Struktur-und Funktionskeramik, Montanuniversität Leoben, Leoben, Avstrija, 15.-16. 1. 2015
2. Dragan Damjanovic, Département des Matériaux, Laboratoire de Céramique, École Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL, Lausanne, Švica, 23.-26. 1. 2015
3. Jacob L. Jones, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, 25. 1.-1. 2. 2015
4. Arai Takashi, Shizuoka University, Shizuoka, Japonska, 24.-29. 3. 2015
5. Adis Dzunuzovic, Institute for Multidisciplinary Research, University of Belgrade, Beograd, Srbija, 23. 3.-3. 4. 2015
6. Hisao Suzuki, Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Shizuoka, Japonska, 21.-23. 4. 2015
7. Andrei Rotaru, National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Bukarešta, Romunija, 15. 5. 2015
8. Marko Budimir, Institute for Nuclear Technology-INETEC, Zagreb, Hrvaška, 4.-5. 6. 2015
9. Camilla Baratto, CNR National Institute of Optics, Brescia, Italija, 4.-5. 6. 2015
10. Isabella Concina, Department of Information Engineering, University of Brescia, Brescia, Italija, 4.-5. 6. 2015
11. Karim-Alexandros Kante, National Technical University of Athens, Atene, Grčija, 15. 8.-15. 11. 2015
12. K. T. Ramakrishna Reedy, Department of Physics, Sri Venkateswara University, Tirupati, Indija, 29. 9. 2015
13. Chae Il Cheon, Hoseo University, Dongnam-gu, Južna Koreja, 1. 10. 2015
14. Hugo Mercier, GREMAN UMR CNRS 7347-François Rabelais, University of Tours, Tours, Francija, 1. 10.-31. 12. 2015
15. Antonio Petošić, Department of Electroacoustics, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb, Hrvaška, 15. 10. 2015
16. Marko Hrovat, Department of Electroacoustics, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb, Hrvaška, 15. 10. 2015
17. Lisha Liu, School of Materials Science & Engineering, University of New South Wales, Sydney, Avstralija, 18. 10.-31. 12. 2015
18. Luca Gregoratti, Elettra-Sincrotrone Trieste SCpA, Trst, Italija, 22. 10. 2015
19. Matic Krivec, Carinthian Tech Research, Beljak, Avstrija, 4. 11. 2015
20. Jochen Bardong, Carinthian Tech Research, Beljak, Avstrija, 4. 11. 2015
21. Alfred Binder, Carinthian Tech Research, Beljak, Avstrija, 4. 11. 2015
22. Brienne Johnson, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, 8.-17. 11. 2015
23. Mateo Markov, Technical College Bjelovar, Bjelovar, Hrvaška, 9. 11.-31. 12. 2015
24. Nikola Ilić, Institute for Multidisciplinary Research, University of Belgrade, Beograd, Srbija, 21.-28. 11. 2015
25. Jelena Bobić, Institute for Multidisciplinary Research, University of Belgrade, Beograd, Srbija, 29. 11.-4. 12. 2015
26. Biljana Stojanović, Institute for Multidisciplinary Research, University of Belgrade, Beograd, Srbija, 29. 11.-3. 12. 2015
27. Jurij Koruza, Technical University Darmstadt, Darmstadt, Nemčija, 18. 12. 2015

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Lovro Fulanović, Marko Vrabelj: Osnove vakuumске tehnike, 24. 2. 2015
2. Hana Uršič: Characterization of materials by atomic force microscopy, 10. 3. 2015
3. Mara Bernardo Sacristan: PZT-based thick films prepared by electrophoretic deposition, 19. 3. 2015
4. Arai Takashi, Shizuoka University, Shizuoka, Japonska: Chemical Processing for relaxor type PMN-PT thin films on Si wafer, relation between crystal symmetry and electrical properties, 26. 3. 2015
5. Lovro Fulanović: Electrocaloric effect of relaxor ferroelectric ceramic materials, 24. 4. 2015
6. Maja Makarović: High temperature piezoelectrics, 5. 5. 2015
7. Julian B. Walker: Rare earth mification of BiFeO₃ ceramics and their composition-structure-property relationships, 7. 5. 2015
8. Tanja Pečnik: Thickness dependent biaxial stress in Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ thin films and Evolution of microstructure of Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ thin films prepared by chemical solution deposition, 16. 7. 2015

9. Aleksander Matavž: Inkjet printing of transparent metal oxide-based nano-capacitors, 18. 8. 2015
10. Andraž Bradeško: Development of a new type of electrocaloric refrigerator, 28. 8. 2015
11. Chae Il Cheon, Hoseo University, Dongnam-gu, Južna Koreja: Piezoelectric properties of BiFeO₃-BaTiO₃ ceramics, 1. 10. 2015
12. Antonio Petošić, Department of Electroacoustics, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb, Hrvaška: Electromechanical characterization of piezoceramic elements in different driving conditions, 15. 10. 2015
13. Luca Gregoratti, Elettra-Sincrotrone Trieste SCpA, Trst, Italija, 22. 10. 2015: Chemical characterization of surfaces with spatially resolved photoemission spectromicroscopy: fuel cells, nanosensors and novel materials, 22. 10. 2015
14. Katarina Vojisavljević: Copper aluminate delafossite: processing and applications in gas sensor technology, 5. 11. 2015
15. Jelena Bobić, Institute for Multidisciplinary Research, University of Belgrade, Beograd, Srbija: Synthesis and properties of bismuth-based layered relaxor ferroelectrics, 1. 12. 2015
16. Julian B. Walker: Rare earth modified bismuth ferrites and their morphotropic phase boundary, 18. 12. 2015
17. Jurij Koruza, Technical University Darmstadt, Darmstadt, Nemčija: Processing and electromechanical properties of paper-derived porous piezoceramics, 18. 12. 2015

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Tina Bakarič, Andreja Benčan Golob, Mara Bernardo Sacristan, Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Jitka Hreščak, Evgeniya Khomyakova, Kostja Makarović, Barbara Malič, Tanja Pečnik, Tadej Rojac, Hana Uršič, Marko Vrabelj, Piezo 2015: Electroceramics for End-Users VIII, Maribor, Slovenija 25.-28. 1. 2015 (13)
2. Darko Belavič, Danjela Kuščer, 5th Dissemination Workshop of the Nano4water Cluster, Barcelona, Španija, 20.-21. 1. 2015 (2)
3. Darko Belavič, 11th Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT 2015), Dresden, Nemčija, 20.-23. 4. 2015 (1)
4. Darko Belavič, Andreja Benčan Golob, Lovro Fulanović, Danjela Kuščer, Barbara Malič, Kostja Makarović, 51st International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, Bled, Slovenija, 23.-25. 9. 2015 (6)
5. Andreja Benčan Golob, Microscopy & Microanalysis (M&M2015), Portland, Oregon, ZDA, 2.-6. 8. 2015 (1)
6. Lovro Fulanović, Marko Vrabelj, Tečaj osnov vakuumске tehnike, Ljubljana, Slovenija, 12.-13. 1. 2015
7. Lovro Fulanović, Jitka Hreščak, Evgeniya Khomyakova, Tanja Pečnik, Marko Vrabelj, 9. Dan mladih raziskovalcev KMBO, Ljubljana, Slovenija, 7. 4. 2015 (4)
8. Lovro Fulanović, 11th Conference for Young Scientists in Ceramics (ESR COST IC1208 Workshop), Novi Sad, Srbija, 21.-10. 2015 (1)
9. Lovro Fulanović, Center for Dielectrics and Piezoelectrics Fall Meeting, Raleigh, ZDA, 26.-27. 10. 2015 (1)
10. Jitka Hreščak, Barbara Malič, Katarina Vojisavljević, 3rd Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis, and Calorimetry, Ljubljana, Slovenija 25.-28. 2015 (3)
11. Evgeniya Khomyakova, Tadej Rojac, 3rd Conference of the Serbian Ceramic Society, Beograd, Srbija, 15.-17. 6. 2015 (2)
12. Evgeniya Khomyakova, Modern Nanotechnology International Workshop, Ekaterinburg, Rusija, 27.-29. 8. 2015 (1)
13. Danjela Kuščer, Barbara Malič, Katarina Vojisavljević, 14th International Conference of the European Ceramic Society (ECERS), Toledo, Španija, 21.-25. 6. 2015 (3)
14. Barbara Malič, 2015 Joint IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectric (ISAF), International Symposium on Integrated Functionalities (ISIF), and Piezoresponse Force Microscopy Workshop (PFM) (ISAF-ISIF-PFM 2015), Singapur, Singapur, 24.-27. 5. 2015 (3)
15. Barbara Malič, 11th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies, Jeju, Južna Koreja, 30. 8.-4. 9. 2015 (1)
16. Barbara Malič, Workshop Nanocoatings of Nanomaterials, Gent, Belgija, 14. 9. 2015 (1)

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Andreja Benčan Golob
2. doc. dr. Goran Dražić*
3. doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
4. **prof. dr. Barbara Malič, vodja odseka**
5. doc. dr. Tadej Rojac
6. dr. Hana Uršič Nemevšek

Podoktorski sodelavci

7. *dr. Mara Bernardo Sacristan, odšla 1. 4. 2015*
8. dr. Raluca-Camelia Frunza
9. *dr. Alja Kupec, odšla 1. 4. 2015*
10. dr. Kostja Makarović*
11. *dr. Katja Makovšek, odšla 1. 7. 2015*
12. dr. Katarina Vojisavljević
13. dr. Julian Bradley Walker
- Mlajši raziskovalci**
14. *Tina Bakarič, univ. dipl. kem., odšla 1. 11. 2015*
15. Andraž Bradeško, mag. nan.
16. Lovro Fulanović, mag. ing. mech., R Hrvaška

17. Jitka Hreščak, inženyr, R Češka
18. Evgeniya Khomyakova, kemik, Ruska Federacija
19. *dr. Jernej Pavlič, odšel 1. 2. 2015*
20. Tanja Pečnik, univ. dipl. inž. kem. tehnol.
21. Marko Vrabelj, univ. dipl. inž. kem. tehnol.

Strokovni sodelavci

22. Darko Belavič, univ. dipl. inž. el.
23. Silvo Drnovšek, dipl. inž. kem. tehnol.
24. Brigita Kmet, dipl. inž. kem. tehnol.

Tehniški in administrativni sodelavci

25. Tina Ručigaj, univ. dipl. soc., strokovni sekretar odseka

Opomba

* delna zaposlitev na IJS

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Carinthian Tech Research (CTR AG), Beljak, Avstrija
2. Center odličnosti NAMASTE, Ljubljana, Slovenija
3. École Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL, Laboratoire de Céramique, Département des Matériaux, Lausanne, Švica
4. Shizuoka University, Department of Materials Science and Technology, Hamamatsu, Japonska
5. Domel, d. d., Železniki, Slovenija
6. École Centrale Paris, Pariz, Francija
7. Xi'an Jiatong University, Electronic Materials Research Laboratory, Key Lab of the Ministry of Education of China, Xi'an, Kitajska
8. ETI Elektroelement, d. d., Izlake, Slovenija
9. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, Slovenija
10. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, Slovenija
11. University of Lisbon, Faculty of Science of New Centre of Research of Materials, Lizbona, Portugalska
12. Warsaw University of Technology, Faculty of Mechatronics, Varšava, Poljska
13. University of Iasi, Faculty of Physics, „Al. I. Cuza” Iasi, Rumunija
14. G. I. P. Ultrasons, Blois, Francija, Ljubljana, Slovenija
15. Hidria AET, d. o. o., Tolmin, Slovenija
16. HIPOT-RR, d. o. o., Otočec, Slovenija
17. Romanian Academy, Institute of Physical Chemistry »Ilie Murgulescu«, Bukarešta, Rumunija
18. Inst. Energetics & Interphases, C. N. R., Genova, Italija
19. Polish Academy of Sciences, Institute of Molecular Physics, Poznanj, Poljska
20. Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Physics, Praga, Češka
21. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije - IMT, Ljubljana, Slovenija
22. Inštitut za tekstilstvo, Laboratorij za barvanje, barvno metriko in ekologijo plemenitenja, Maribor, Slovenija
23. Iskra Sistemi, PE Kondenzatorji, Semič, Slovenija
24. KEKO-Oprema, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
25. KEKON, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
26. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
27. Université François Rabelais - CNRS, Laboratoire d'Ultrasons, Signaux et Instrumentation (LUSSI), Tours, Francija
28. Materials Center Leoben Forschung, Leoben, Avstrija
29. Materials Science Institute of Madrid-CSIC, Madrid, Španija
30. Montanuniversität Leoben, Institut für Struktur- und Funktionskeramik, Leoben, Avstrija
31. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
32. National Institute for Materials Physics, Magurele, Romunija
33. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, ZDA
34. Inštitut za multidisciplinarno istraživanje Univerziteta u Beogradu, Odsek za nauku o materijalima (MSI UB), Beograd, Srbija
35. Obrtno podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
36. Brno University of Technology, Physics Department of Faculty of Electrical Engineering and Communication, Brno, Češka
37. Politehnica, University of Bucharest, Center for Electronics Technology & Interconnection Techniques-CETTI, Bukarešta, Rumunija
38. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
39. Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica, Slovenija
40. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenija
41. University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Srbija
42. Razvojni center RC eNeM Novi Materiali, d. o. o., Izlake, Slovenija
43. Research Center Jülich, Jülich, Nemčija
44. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen- RWTH, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik - IWE, Aachen, Nemčija
45. Université de Limoges, Sciences des Procédés Ceramiques et de Traitements de Surface, Limoges, Francija
46. Sincrotrone Trieste S. C. p. A., Bazovica, Italija
47. Technical University Darmstadt, Darmstadt, Nemčija
48. Univerza v Novem Sadu, Tehnološka fakulteta, Novi Sad, Srbija
49. Tele and Radio Research Institute, Varšava, Poljska
50. University of Barcelona, Electronic Materials and Engineering Department, Barcelona, Španija
51. University of New South Wales, Sydney, Avstralija
52. University of Oulu, Microelectronics and Materials Physics Laboratories, Oulu, Finska
53. Wrocław University of Technology, Wrocław, Poljska

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Andre-Pierre Abellard, Danjela Kuščer, Marc Lethiecq, Barbara Malič, Franck Levassort, "Processing and electromechanical properties of lead zirconate titanate thick films by electrophoretic deposition", *Advances in applied ceramics*, vol. 114, no. 4, str. 198-204, 2015. [COBISS.SI-ID 28547111]
2. D. O. Alikin, A. P. Turygin, Julian Walker, Tadej Rojac, Vladimir V. Shvartsman, V. Ya. Shur, Andrei L. Kholkin, "Quantitative phase separation in multiferroic Bi_{0.88}Sm_{0.12}FeO₃ ceramics via piezoresponse force microscopy", *J. appl. phys.*, vol. 118, no. 7, str. 072004-1-072004-5, 2015. [COBISS.SI-ID 28795943]
3. Robin Amisse, Moulay Tahar Sougrati, Lorenzo Stievano, C. Davoisne, Goran Dražić, Bojan Budič, Robert Dominko, Christian Masquelier, "Singular structural and electrochemical properties in highly defective LiFePO₄ powders", *Chem. mater.*, vol. 27, iss. 12, str. 4261-4273, Jun. 2015. [COBISS.SI-ID 5728026]
4. Tina Bakarič, Bojan Budič, Barbara Malič, Danjela Kuščer, "The influence of pH dependent ion leaching on the processing of lead-zirconate-titanate ceramics", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 35, no. 8, str. 2295-2302, 2015. [COBISS.SI-ID 28466471]
5. C. Baratto, Ramesh Kumar, G. Faglia, Katarina Vojisavljević, Barbara Malič, "p-Type copper aluminum oxide thin films for gas-sensing applications", *Sens. actuators, B, Chem.*, vol. 209, str. 287-296, 2015. [COBISS.SI-ID 28211751]
6. Darko Belavič, Andraž Bradeško, Marina Santo-Zarnik, Tadej Rojac, "Construction of a piezoelectric-based resonance ceramic pressure sensor designed for high-temperature applications", *Metrol. Syst. Pomiarowe*, vol. XXXII, no. 3, str. 331-340, 2015. [COBISS.SI-ID 28895783]
7. Darko Belavič, Marko Hrovat, Kostja Makarovič, Gregor Dolanc, Andrej Pohar, Stanko Hočevar, Barbara Malič, "3D LTCC structure for a large-volume cavity-type chemical microreactor", V: *Special issue IMAPS Poland 2014, 38th International IMAPS - CPMT Poland Conference & Exhibiton, September 21-24, 2014, Rzeszów-Czarna, Poland*, (Microelectronics international, Vol. 32, no. 2, 2015), Port Erin, Wela Publications, 2015, vol. 32, no. 3, str. 133-137, 2015. [COBISS.SI-ID 28781351]
8. Mara Bernardo, Barbara Malič, Danjela Kuščer, "PZT-based thick films prepared by electrophoretic deposition from suspensions with different alcohol-based solvents", *J. Electrochem. Soc.*, vol. 162, iss. 11, str. D3040-D3048, 2015. [COBISS.SI-ID 28787751]
9. Barbara Bertonecelj, Katarina Vojisavljević, Marko Vrabelj, Barbara Malič, "Thermal properties of polymer-matrix composites reinforced with E-glass fibers", *Inf. MIDEA*, vol. 45, no. 3, str. 216-221, 2015. [COBISS.SI-ID 29045799]
10. Goran Brovč, Goran Dražić, Blaž Karpe, Igor Đorđević, Gorazd Lojen, Borut Kosec, Milan Bizjak, "Synthesis and characterization of hardened Cu-Fe-Ni-P alloy", *Metalurgija (Sisak)*, vol. 54, no. 1, str. 51-54, 2015. [COBISS.SI-ID 1507167]
11. Elena Buixaderas, Ivan Gregora, Maxim Savinov, J. Hlinka, Li Jin, Dragan Damjanović, Barbara Malič, "Compositional behavior of Raman-active phonons in Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O₃ ceramics", *Phys. rev., B, Condens. matter phys.*, vol. 91, no. 1, str. 014104-1-014104-9, 2015. [COBISS.SI-ID 28300839]
12. Elena Buixaderas, Christelle Kadlec, Přemysl Vaněk, Silvo Drnovšek, Hana Uršič, Barbara Malič, "Far infrared and Raman response in tetragonal PZT ceramic films", *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, vol. 54, no. 6, str. 219-224, 2015. [COBISS.SI-ID 29093671]

13. Goran Casar, Xinyu Li, Barbara Malič, Qiming M. Zhang, Vid Bobnar, "Impact of structural changes on dielectric and thermal properties of vinylidene fluoride-trifluoroethylene-based terpolymer/copolymer blends", *Phys., B Condens. matter*, vol. 461, str. 5-9, 2015. [COBISS.SI-ID 28217127]
14. Jovana Čirković, Katarina Vojisavljević, Nenad Nikolić, Predrag J. Vulić, Zorica Branković, Tatjana Srećković, Goran Branković, "Dielectric and ferroelectric properties of BST ceramics obtained by a hydrothermally assisted complex polymerization method", *Ceram. int.*, vol. 41, no. 9, part A, str. 11306-11313, 2015. [COBISS.SI-ID 28688167]
15. Vladimir Furlan, Sebastjan Glinšek, Brigita Kmet, Tanja Pečnik, Barbara Malič, Matjaž Vidmar, "Influence of numerical method and geometry used by Maxwell's equation solvers on simulations of ferroelectric thin-film capacitors", *IEEE trans. microwave theor. tech.*, vol. 63, no. 3, str. 891-896, 2015. [COBISS.SI-ID 28402983]
16. Sebastjan Glinšek, Tanja Pečnik, Vladimir Cindro, Brigita Kmet, Brigita Rožič, Barbara Malič, "Role of the microstructure in the neutron and gamma-ray irradiation stability of solution-derived $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ thin films", *Acta mater.*, vol. 88, str. 34-40, 2015. [COBISS.SI-ID 28378407]
17. Dominik Jurków, Thomas Maeder, Arkadiusz Dąbrowski, Marina Santo-Zarnik, Darko Belavič, Heike Bartsch, Jens Müller, "Overview on low temperature Co-fired ceramic sensors", *Sens. actuators, A, Phys.*, vol. 233, str. 125-146, 2015. [COBISS.SI-ID 28631591]
18. Neamul H. Khansur, Tadej Rojac, Dragan Damjanović, Christina Reinhard, Kyle Webber, Justin A. Kimpton, John E. Daniels, "Electric-field-induced domain switching and domain texture relaxations in bulk bismuth ferrite", *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 98, iss. 12, str. 3884-3890, 2015. [COBISS.SI-ID 28830503]
19. Evgeniya Khomyakova, Jernej Pavlič, Maja Makarovič, Hana Uršič, Julian Walker, Tadej Rojac, Barbara Malič, Andreja Benčan, "Integration of BiFeO_3 thick films onto ceramic and metal substrates by screen printing", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 35, no. 15, str. 4163-4171, 2015. [COBISS.SI-ID 28779815]
20. Jurij Koruza, Brigita Rožič, George Cordoyannis, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, "Large electrocaloric effect in lead-free $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3 - \text{SrTiO}_3$ ceramics", *Appl. phys. lett.*, vol. 106, no. 20, str. 202905-1-202905-4, 2015. [COBISS.SI-ID 28581927]
21. Matic Krivec, Andrej Pohar, Blaž Likozar, Goran Dražić, "Hydrodynamics, mass transfer, and photocatalytic phenol selective oxidation reaction kinetics in a fixed TiO_2 microreactor", *AIChE j.*, vol. 61, iss. 2, str. 572-581, Feb. 2015. [COBISS.SI-ID 5567258]
22. Alja Kupec, Hana Uršič, Raluca-Camelia Frunză, Elena Tchernychova, Barbara Malič, "Microstructure-dependent leakage-current properties of solution-derived $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ thin films", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 35, no. 13, str. 3507-3511, 2015. [COBISS.SI-ID 28709927]
23. Mina M. Medić, Mikhail G. Brik, Goran Dražić, Željka M. Antić, Vesna M. Lojpur, Miroslav D. Dramićanin, "Deep-red emitting Mn^{4+} doped Mg_2TiO_4 nanoparticles", *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, vol. 119, iss. 1, str. 724-730, Jan. 2015. [COBISS.SI-ID 5626906]
24. Tanja Pečnik, Sebastjan Glinšek, Brigita Kmet, Barbara Malič, "Combined effects of thickness, grain size and residual stress on the dielectric properties of $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ thin films", *J. alloys compd.*, vol. 646, str. 766-772, 2015. [COBISS.SI-ID 28751655]
25. Davor Peruško, Janez Kovač, Suzana Petrović, Goran Dražić, Miodrag Mitrić, Momir Milosavljević, J. Ciganović, "Intermixing and phase transformations in Al/Ti multilayer system induced by picosecond laser beam", *Thin solid films*, vol. 591, part B, str. 357-362, 2015. [COBISS.SI-ID 28670247]
26. Suzana Petrović, D. Milovanović, Branislav Salatić, Davor Peruško, Janez Kovač, Goran Dražić, Miodrag Mitrić, Milan Trtica, Branislav Jelenković, "Composition and structure of NiAu nanoparticles formed by laser ablation of Ni target in Au colloidal solution", *Mater. chem. phys.*, vol. 166, 2015, str. 223-232. [COBISS.SI-ID 29031463]
27. Raša Pirc, Brigita Rožič, Jurij Koruza, George Cordoyannis, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, "Anomalous dielectric and thermal properties of Ba-doped PbZrO_3 ceramics", *J. phys., Condens. matter*, vol. 27, no. 45, str. 455902-1-455902-7, 2015. [COBISS.SI-ID 28983079]
28. Uroš Plaznik, Andrej Kitanovski, Brigita Rožič, Barbara Malič, Hana Uršič, Silvo Drnovšek, Jena Cilenšek, Marko Vrabelj, Alojz Poredoš, Zdravko Kutnjak, "Bulk relaxor ferroelectric ceramics as a working body for an electrocaloric cooling device", *Appl. phys. lett.*, vol. 106, nr. 4, str. 1-4, 2015. [COBISS.SI-ID 13878299]
29. Uroš Plaznik, Marko Vrabelj, Zdravko Kutnjak, Barbara Malič, Alojz Poredoš, Andrej Kitanovski, "Electrocaloric cooling: the importance of electric-energy recovery and heat regeneration", *Europhys. lett.*, vol. 111, nr. 5, str. 57009-1-57009-6, 2015. [COBISS.SI-ID 14221083]
30. Arkadije Popović, László Bencze, Jurij Koruza, Barbara Malič, "Vapour pressure and mixing thermodynamic properties of the $\text{KNbO}_3 - \text{NaNbO}_3$ system", *RSC advances*, vol. 5, no. 93, str. 76249-76256, 2015. [COBISS.SI-ID 28837927]
31. Tadej Rojac, Hana Uršič, Andreja Benčan, Barbara Malič, Dragan Damjanović, "Mobile domain walls as a bridge between nanoscale conductivity and macroscopic electromechanical response", *Adv. funct. mater.*, vol. 25, no. 14, str. 2099-2108, 2015. [COBISS.SI-ID 28359975]
32. Rok Rudež, Jernej Pavlič, Slavko Bernik, "Preparation and influence of highly concentrated screen-printing inks on the development and characteristics of thick-film varistors", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 35, no. 11, str. 3013-2023, 2015. [COBISS.SI-ID 28573991]
33. Marina Santo-Zarnik, Darko Belavič, Franc Novak, "The impact of housing on the characteristics of ceramic pressure sensors - an issue of design for manufacturability", *Sensors*, vol. 15, iss. 12, str. 31453-31463, 2015. [COBISS.SI-ID 29179175]
34. Ankica Šarić, Goran Štefanić, Goran Dražić, Marijan Gotić, "Solvothermal synthesis of zinc oxide microspheres", *J. alloys compd.*, vol. 652, str. 91-99, Dec. 2015. [COBISS.SI-ID 5762330]
35. Ana P. M. Tavares, Cláudia G. Silva, Goran Dražić, Adrián M. T. Silva, José M. Loureiro, Joaquim Luís Faria, "Laccase immobilization over multi-walled carbon nanotubes: kinetic, thermodynamic and stability studies", *J. colloid interface sci.*, vol. 454, str. 52-60, 2015. [COBISS.SI-ID 28593447]
36. Hana Uršič, Andreja Benčan, Goran Dražić, Giovanni Esteves, Jacob L. Jones, Tedi-Marie Usher, Tadej Rojac, Silvo Drnovšek, Marco Deluca, Jenny Jouin, Vid Bobnar, Gregor Trefalt, Janez Holc, Barbara Malič, "Unusual structural-disorder stability of mechanochemically derived- $\text{Pb}(\text{Sc}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3$ ", *J. mater. chem. C*, vol. 3, no. 39, str. 10309-10315, 2015. [COBISS.SI-ID 28843815]
37. Hana Uršič, Marko Vrabelj, Lovro Fulanović, Andraž Bradeško, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, "Specific heat capacity and thermal conductivity of the electrocaloric $(1-x)\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - x\text{PbTiO}_3$ ceramics between room temperature and 300°C ", *Inf. MIDE*, vol. 45, no. 4, str. 260-265, 2015. [COBISS.SI-ID 29253415]
38. Alen Vižintin, Matic Lozinšek, Rajesh Kumar Chellappan, Dominique Foix, Andraž Krajnc, Gregor Mali, Goran Dražić, Boštjan Genorio, Rémi Dedryvère, Robert Dominko, "Fluorinated reduced graphene oxide as an interlayer in Li-S batteries", *Chem. mater.*, vol. 27, no. 20, str. 7070-7081, Oct. 2015. [COBISS.SI-ID 29021479]
39. Julian Walker, Peter Bryant, Valsala Kurusingal, Charles C. Sorrell, Danjela Kuščer, Goran Dražić, Andreja Benčan, Nagarajan Valanoor, Tadej Rojac, "Synthesis-phase-composition relationship and high electric-field-induced electromechanical behavior of samarium-modified BiFeO_3 ceramic", *Acta mater.*, str. 149-159, 2015. [COBISS.SI-ID 28038439]
40. Julian Walker, Bojan Budič, Peter Bryant, Valsala Kurusingal, Charles C. Sorrell, Andreja Benčan, Tadej Rojac, Nagarajan Valanoor, "Robust polarization and strain behavior of Sm-modified BiFeO_3 piezoelectric ceramics", *IEEE trans. ultrason. ferroelectr. freq. control*, vol. 62, no. 1, str. 83-87, 2015. [COBISS.SI-ID 28289319]
41. Maxim Zabitsky, Petar Djinović, Boštjan Erjavec, Goran Dražić, Albin Pintar, "Small CuO clusters on CeO_2 nanospheres as active species for catalytic N_2O decomposition", *Appl. catal., B Environ.*, vol. 163, str. 113-122, Feb. 2015. [COBISS.SI-ID 5531930]

PREGLEDNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Barbara Malič, Jurij Koruza, Jitka Hreščak, Janez Bernard, Ke Wang, John Gerard Fisher, Andreja Benčan, "Sintering of lead-free piezoelectric sodium potassium niobate ceramics", *Materials (Basel)*, vol. 8, no. 2, str. 8117-8146, 2015. [COBISS.SI-ID 29068839]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Darko Belavič, "Keramični mikrosistemi za povezane sodelujoče sisteme pri nadzoru zdravega bivalnega in delovnega okolja", V: *Delavnica Pametna mesta in skupnosti kot razvojna priložnost Slovenije: zbornik 18. mednarodne multikonference Informacijska družba - IS 2015, 12. oktober 2015, [Ljubljana, Slovenija]: zvezek H: proceedings of the 18th International Multiconference Information Society - IS 2015, October 12th, 2015, Ljubljana, Slovenia: volume H, Mihael Mohorčič, ur., Ana Robnik, ur., Dalibor Baškovč, ur., Ljubljana, Institut Jožef Stefan, 2015, str. 20-23. [COBISS.SI-ID 28968487]*

2. Darko Belavič, Andraž Bradeško, Tadej Rojac, "Design of ceramic packaging for piezoelectric devices in high-temperature applications", V: *Conference proceedings 2015*, 51th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, September 23 - 25 2015, Bled, Slovenia, Janez Trontelj, ur., Marko Topič, ur., Aleksander Sešek, ur., Ljubljana, MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2015, str. 79-84. [COBISS.SI-ID 28888103]
3. Darko Belavič, Kostja Makarovič, Andraž Bradeško, Hana Uršič, "Microfluidic elements in LTCC-based ceramic microsystems", V: *Conference proceedings 2015*, 51th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, September 23 - 25 2015, Bled, Slovenia, Janez Trontelj, ur., Marko Topič, ur., Aleksander Sešek, ur., Ljubljana, MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2015, str. 68-73. [COBISS.SI-ID 28887591]
4. Marko Berginc, Andrej Čampa, Katarina Vojisavljevič, Barbara Malič, Peter Panjan, Marko Topič, "Relation between sputtering parameters and optical and electrical properties of Ga doped ITO transparent conductive oxide", V: *Proceedings of EMRS 2015 Spring Meeting - Symposium C on Advanced Inorganic Materials and Structures for Photovoltaics*, (Energy procedia, vol. 48), E-MRS, Lille, France, May 11-15, 2015, Ivan Gordon, ur., et al, Amsterdam, Elsevier, 2015, str. 183-189. [COBISS.SI-ID 29163815]
5. Mara Bernardo, Barbara Malič, Danjela Kuščer, "Piezoelectric elements for multi-element linear-array transducers prepared by electrophoretic deposition", V: *Selected, peer reviewed papers from the 5th International Conference on Electrophoretic Deposition "Fundamentals and Applications"*, October 5-10, 2014, Hernstein, Austria, (Key engineering materials, vol. 654), Aldo R. Boccacini, ur., Aedermansdorf, Trans Tech Publications, 2015, vol. 654, str. 42-46, 2015. [COBISS.SI-ID 28536359]
6. Barbara Bertonec, Katarina Vojisavljevič, Janez Rihtaršič, Gregor Jelenc, Barbara Malič, "Microstructure, mechanical and electrical properties of Glass Fiber Reinforced Composites (GFR)", V: *Zbornik: 2. del: part 2, 7. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana = 7th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference*, 20-22. 5. 2015, Ljubljana, Andraž Rešetič, ur., et al, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2015, zv. 1, str. 152-161. [COBISS.SI-ID 28608039]
7. Raluca-Camelia Frunză et al. (15 avtorjev), "Solution-derived Ta₂O₅ high-K thin films for gate dielectric applications", V: *Zbornik: 2. del: part 2, 7. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana = 7th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference*, 20-22. 5. 2015, Ljubljana, Andraž Rešetič, ur., et al, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2015, zv. 1, str. 188-197. [COBISS.SI-ID 28608807]
8. Lovro Fulanovič, Marko Vrabelj, Silvo Drnovšek, Hana Uršič, Danjela Kuščer, Kostja Makarovič, Zdravko Kutnjak, Vid Bobnar, Barbara Malič, "Characterization of 0.9Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃ - 0.1PbTiO₃ electrocaloric elements prepared by tape casting", V: *Conference proceedings 2015*, 51th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, September 23 - 25 2015, Bled, Slovenia, Janez Trontelj, ur., Marko Topič, ur., Aleksander Sešek, ur., Ljubljana, MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2015, str. 221-226. [COBISS.SI-ID 28888615]
9. Viviana Golja et al. (15 avtorjev), "Matrix degradation as a mechanism for nanoparticles release from food contact materials", V: *Zbornik: 2. del: part 2, 7. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana = 7th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference*, 20-22. 5. 2015, Ljubljana, Andraž Rešetič, ur., et al, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2015, zv. 1, str. 198-206. [COBISS.SI-ID 28609063]
10. Marko Hrovat, Kostja Makarovič, Darko Belavič, Jena Cilenšek, Barbara Malič, "Evaluation of thick film sensing resistors on novel LTCC", V: *Conference proceedings 2015*, 51th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, September 23 - 25 2015, Bled, Slovenia, Janez Trontelj, ur., Marko Topič, ur., Aleksander Sešek, ur., Ljubljana, MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2015, str. 74-78. [COBISS.SI-ID 28887847]
11. Marko Jošt, Marko Berginc, Andrej Čampa, Janez Krč, Peter Panjan, Barbara Malič, Marko Topič, "Nanoimprinted textures on glass as a substrate for GITO deposition", V: *Conference proceedings 2015*, 51th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, September 23 - 25 2015, Bled, Slovenia, Janez Trontelj, ur., Marko Topič, ur., Aleksander Sešek, ur., Ljubljana, MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2015, str. 23-28. [COBISS.SI-ID 11126868]
12. Katja Makovšek, Irena Ramšak, Barbara Malič, Vid Bobnar, Danjela Kuščer, "Processing of steatite ceramic with a low dielectric constant and low dielectric losses", V: *Conference proceedings 2015*, 51th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, September 23 - 25 2015, Bled, Slovenia, Janez Trontelj, ur., Marko Topič, ur., Aleksander Sešek, ur., Ljubljana, MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2015, str. 197-202. [COBISS.SI-ID 28887335]
13. Aleksander Matavž et al. (15 avtorjev), "Inkjet printing of alkoxide-based precursor solution for use in transparent electronics", V: *Zbornik: 2. del: part 2, 7. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana = 7th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference*, 20-22. 5. 2015, Ljubljana, Andraž Rešetič, ur., et al, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2015, zv. 1, str. 218-227. [COBISS.SI-ID 28611623]
14. Albin Pintar, Renata Kaplan, Boštjan Erjavec, Goran Dražić, Jože Grdadolnik, "Novel anatase/rutile/brookite TiO₂ nanocomposite with superior mineralization potential for photocatalytic degradation of water pollutants", V: *Book of proceedings*, Athens, [s. n.], 2015, str. 1-3. [COBISS.SI-ID 5809178]
15. Mojca Presečnik, Aleksander Rečnik, Goran Dražić, Slavko Bernik, "Preliminary study of the stability of thermoelectric Ca₃Co₄O₉-based ceramics", V: *Conference proceedings 2015*, 51th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, September 23 - 25 2015, Bled, Slovenia, Janez Trontelj, ur., Marko Topič, ur., Aleksander Sešek, ur., Ljubljana, MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2015, str. 215-220. [COBISS.SI-ID 28890407]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. S. A. C. Carabineiro, Adrián M. T. Silva, Cláudia G. Silva, Ricardo A. Segundo, Goran Dražić, José Luis Figueiredo, Joaquim Luís Faria, "Titanium dioxide nanoparticle based materials for photocatalytic conversion of water pollutants", V: *Nanocomposites in wastewater treatment*, Amit Kumar Mishra, ur., Boca Raton, FL, CRC Press, Pan Stanford Publishing, 2015, str. 247-269. [COBISS.SI-ID 28593959]
2. Jurij Koruza, Tadej Rojac, Barbara Malič, "Polar oxide nanopowders prepared by mechanical treatments", V: *Handbook of mechanical nanostructuring*, Mahmood Aliofkhaezrai, ur., Weinheim, Wiley-VCH, cop. 2015, zv. 2, str. 641-661. [COBISS.SI-ID 28538663]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Tadej Rojac, *Piezoelektrični in feroelektrični oksidni materiali: osnove, aplikacije in smernice raziskav*, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehničnakulteta, 2015. [COBISS.SI-ID 29171495]

PATENT

1. Rodrigo Ferrão De Paiva Martins, Elvira Maria Correia Fortunato, Pedro Miguel Candido Barquinha, Nunes Pereira, Gonçalo Gonçalves, Danjela Kuščer, Marija Kosec, Maria Silvina Vieira Pereira Ferreira, *Amorphous multicomponent dielectric based on the mixture of high band gap and high K materials, respective devices and manufacture*, US8987097 (B2), US Patent Office, 24. 03. 2015. [COBISS.SI-ID 24001319]

MENTORSTVO

1. Andraž Bradeško, *Koncept, modeliranje in karakterizacija elektrokaličnega hladilnega sistema sestavljenega iz konzolnih elementov*: magistrsko delo, Ljubljana, 2015 (mentor Tadej Rojac; somentor Zdravko Kutnjak). [COBISS.SI-ID 28875559]
2. Aleksander Matavž, *Brizgalno tiskanje transparentnih nanokondenzatorjev na osnovi kovinskih oksidov*: magistrsko delo, Ljubljana, 2015 (mentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 28874279]
3. Danijela Pucko, *Nove analizne metode za določanje fotoaktivnosti tankih filmov na osnovi TiO₂*: magistrsko delo, Ljubljana, 2015 (mentor Goran Dražić; somentor Irena Kralj Cigič). [COBISS.SI-ID 29166375]