

ODSEK ZA ELEKTRONSKO KERAMIKO

K-5

Odsek za elektronsko keramiko raziskuje sintezo, lastnosti in uporabo materialov za elektroniko in energetiko, pretežno kompleksnih materialov in struktur, ki lahko opravlja več funkcij (multifunkcijski materiali). To so predvsem keramični piezoelektrični, ferroelektrični, relaksorji, multiferotiki 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.

V okviru raziskav okolju prijaznih piezoelektrikov brez svinca smo posebno pozornost namenili alkalijskim niobatom. V sodelovanju s Kemijskim inštitutom v Ljubljani, Univerzo v Ljubljani, Univerzo v Novi Gorici, Univerzo za montanistiko v Leobnu, Avstrija, in Univerzo v Milanu, Italija, smo na primeru s stroncjem dopirane keramike $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ (KNN) razložili mehanizem zaviranja rasti zrn v perovskitni keramiki zaradi dodatka alioivalentnega dopanta. Dokazali smo, da se v visoko dopirani keramiki tvori sekundarna faza, v kateri se segregirajo kationske vrzeli, ki nastanejo kot posledica dopiranja s stroncjem. Hkrati narašča delež nizkokotnih mej med zrni, slednje pa povzroča izrazito zmanjšanje zrn v alkalijskem niobatu. Prav tako smo z metodo termične analize in *in-situ* visokotemperaturne rentgenske analize študirali vpliv stroncija na potek sinteze KNN in dokazali, da Sr na potek sinteze KNN v trdnem stanju nima pomembnejšega vpliva. Ključen parameter, ki vpliva na temperaturni režim sinteze KNN, je porazdelitev velikosti delcev reagenta Nb_2O_5 .

V sklopu raziskav piezoelektrične keramike, ki vsebuje svinec, smo z mikroskopom na atomsko silo s piezoelektričnim modulom raziskali ferroelektrično domensko strukturo keramike $Pb(Sc_{0.5}Nb_{0.5})O_3$, pripravljene iz mehanokemijsko aktiviranega prahu. Pri sobni temperaturi smo v keramiki opazili kompleksno strukturo mikrometrskih domen, pri povišani temperaturi ($90^\circ C$) pa so poleg omenjenih domen opazne tudi nanometrske domene, kar ustreza prehodu materiala iz ferroelektrične v relaksorsko fazo pri $\approx 98^\circ C$.

Nadalje smo študirali vpliv kristalne strukture na makroskopski ferroelektrični odziv romboedrične keramike $Pb(Zr,Ti)O_3$ (PZT). Dokazali smo, da so značilne dvojne histerezne zanke posledica defektov, ki vključujejo vrzeli na kisikovih mestih v kristalni rešetki in ne nagibanje kisikovih oktaedrov, kot je bilo predlagano v literaturi.

V okviru projekta 7 OP EU CERAMPOL smo v sodelovanju z raziskovalnim partnerjem HIPOT-RR izdelali inovativen sistem za čiščenje odpadnih vod, ki temelji na vibriranju porozne keramične membrane pod vplivom piezoelektrika $Pb(Zr,Ti)O_3$, integriranega na membrano. Razmere delovanja sistema smo optimizirali s kombinacijo računalniškega modeliranja in meritev vibracij sistema v širokem frekvenčnem območju, s preizkusi v realnih razmerah obratovanja pa smo potrdili, da je čiščenje vod z vibracijskim sistemom učinkovito. S partnerji projekta LEITAT iz Španije smo vložili PCT patentno prijavo.

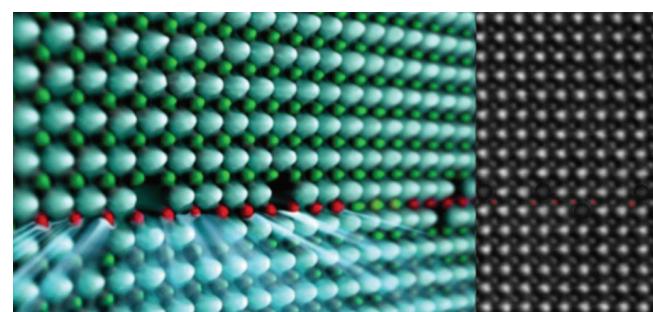
V okviru raziskav multiferoične keramike $BiFeO_3$, smo v sodelovanju s kolegi iz Odseka za raziskave sodobnih materialov, Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo, Kemijskega inštituta v Ljubljani, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Švica, in Univerze Shizuoka, Japonska, študirali mehanizem prevodnosti domen v ferroelektričnem $BiFeO_3$. Z raziskavo smo dokazali prisotnost točkastih defektov na domenskih stenah in razložili mehanizem p-tipa električne prevodnosti domenskih sten v $BiFeO_3$. Raziskava je bila objavljena v Nature Materials, najuglednejši reviji na področju materialov s faktorjem vpliva 38,89 za leto 2015, kar jo uvršča med najplivnejše znanstvene revije (slika 1).

Ena glavnih ovir za uporabo piezoelektričnih trdnih raztopin na osnovi $BiFeO_3$ pri visokih temperaturah je njihova visoka električna prevodnost. Na primeru $BiFeO_3-SrTiO_3$ smo poročali, da lahko z žganjem v različnih atmosferah vplivamo na prevodnost keramike. Kot alternativni način za



Vodja:

prof. dr. Barbara Malič



Slika 1: Umetniška predstavitev točkovnih defektov na domenski steni (akademski slikar Mito Grgić) ter slika bizmutovih (večjih) in železovih (manjših) atomskih kolon, posneta z vrstičnim presevnim elektronskim mikroskopom

Raziskovalke in raziskovalci Instituta "Jožef Stefan" in Kemijskega inštituta smo v sodelovanju s kolegom iz Japonske in Švice prvi nedvoumno dokazali prisotnost točkastih defektov na domenskih stenah v ferroelektričnem bizmutovem feritu $BiFeO_3$. Razložili smo mehanizem električne prevodnosti domenskih sten v $BiFeO_3$ in tako prispevali manjkajoči člen pri razlagi prevodnosti domenskih sten v ferroelektričnih. Pomembnost raziskave se izraža z objavo v prestižni reviji Nature Materials.

Sodelavci Instituta "Jožef Stefan" smo sodelavcema iz Poljske in Koreje pripravili multikalorični material $0,8\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3 - 0,2\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$. Delo je prva eksperimentalna potrditev soobstoja električnega in magnetnega vzbujanja kaloričnega odziva v relaksorskem feroelektriku in odpira nove možnosti na področju kaloričnega hlajenja. Članek je bil objavljen v reviji *Scientific Reports*.

odpravo prvotno visoke prevodnosti keramike ter tudi za stabilizacijo zmanjšane prevodnosti pri kasnejših žganjih keramike v zraku in uporabi pod visokimi električnimi polji smo predlagali dopiranje keramike z mangonom.

Elektrokalorični (EK) pojav je pretvorba električne energije v toplovo in je v literaturi navadno definiran kot adiabatna in reverzibilna sprememb temperature v polarnem materialu pod vplivom zunanjega električnega polja. V sodelovanju z Odsekom za fiziko trdne snovi in Laboratorijem za hlajenje in daljinsko energetiko, Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, smo analizirali energijsko učinkovitost EK hladilnega sistema, pri čemer smo se osredinili na vpliv regeneracije električne energije obravnavani EK-materiali. Energijska učinkovitost materiala z velikimi histereznsimi izgubami, na našem primeru trdne raztopine $100(1-x)\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 100x\text{PbTiO}_3$ (PMN - $100x$ PT) s sestavami v bližini morfotropne fazne meje, kot PMN-35PT, je izrazito manjša od relaksorskih sestav, bogatih s PMN. Na osnovi analiz smo pokazali, da EK-materiali z nizkimi histereznsimi izgubami, na primer PMN - $100x$ PT z $x \leq 0,1$, in z visoko stopnjo regeneracije električne energije so osnova za učinkovit EK hladilni sistem.

Amplitude električnega polja, ki so primerne za doseganje EK temperaturnih sprememb (ΔT), primernih za uporabo v hladilni tehniki, to je okrog 2 K, so blizu dielektrične trdnosti EK volumenske keramike, značilne vrednosti pa so okrog 100 kV/cm. Da bi znižali napetost, s katere dosežemo izbrano EK ΔT , smo s tehnologijo nalivanja in laminacije v sodelovanju s podjetjem KEKO-Oprema, Žužemberk, pripravili večplastne elemente relaksorskega feroelektrika $0,9\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0,1\text{PbTiO}_3$ (PMN-10PT) z notranjimi platiniskimi elektrodami, pri čemer je bila debelina posamezne keramične plasti okrog 60 μm . EK-pojav smo izmerili z direktno metodo v visokoločljivostnem kalorimetru. Temperaturne spremembe (ΔT) večplastnih vzorcev smo ugotovili pri električnih poljih do 100 kV/cm v temperaturnem območju 55–105 °C. Največja pomerjena vrednost ΔT je bila 2,26 K pri 100 kV/cm in pri temperaturi 105 °C. Rezultat se dobro ujema z vrednostmi, izmerjenimi na volumenski keramiki primerljive mase in dimenzij, vendar smo ga dosegli pri nekajkrat nižji delovni napetosti, s čimer smo napravili korak več do možnosti uporabe EK-keramike v hladilni tehniki.

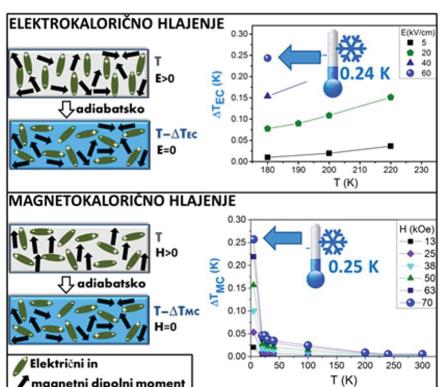
Z metodo končnih elementov smo modelirali delovanje EK-hladilnika za morebitno uporabo v mikroelektroniki. Bistveni deli hladilnika so ročice na osnovi PMN-10PT, ki se pod vplivom električnega polja istočasno upogibajo in izkazujejo EK-spremembo temperature. Rezultati modeliranja so potrdili, da s toplotnimi stiki med ročicami ustvarimo temperaturni gradient, kar je obetaven rezultat hladilne zmogljivosti predlagane strukture.

Pripravili smo multikalorični keramični material $0,8\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3 - 0,2\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$, ki izkazuje tako elektrokalorično kot tudi magnetokalorično temperaturno spremembo. Delo je prva eksperimentalna potrditev soobstoja električnega in magnetnega vzbujanja kaloričnega odziva v relaksorskem feroelektriku in odpira nove možnosti na področju kaloričnega hlajenja (slika 2).

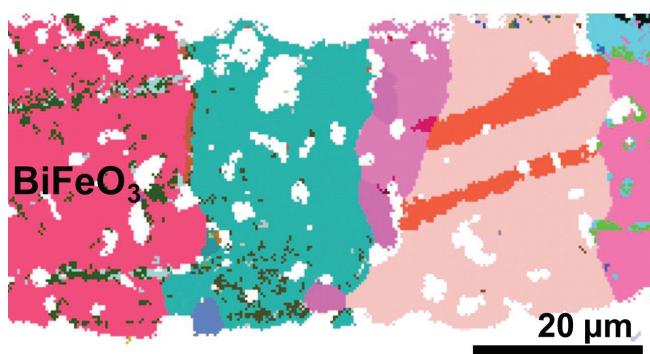
V okviru projekta M-ERA.NET PiezoMEMS smo s projektnimi partnerji iz Romunije in Poljske nadaljevali raziskave feroelektričnih tankih plasti na osnovi okolju prijaznih perovskitov za uporabo v piezoelektričnem zbiranju energije. Raziskovali smo vpliv donorskega dopiranja plasti $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$ na mikrostrukturo ter fero in piezoelektrični odziv tankih plasti.

V sodelovanju z raziskovalci iz LETI, Grenoble, Francija, Fakultete za fiziko, Univerze v Vilni, Litva, in Xi'an Jiaotong Univerze, Xi'an, Kitajska, ter Odsekom za fiziko trdne snovi IJS smo preučevali dielektrične lastnosti tankih plasti $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BST) z debelinami od 90 nm do 600 nm s pretežno stebričasto mikrostrukturo. Dielektričnost, izmerjena pri sobni temperaturi, izkazuje nemonotonu odvisnost od debeline plasti, kar je posledica prispevkov mikrostrukture in napetosti, ki so v plasteh zaradi neujemanja termičnih raztezkov plasti in podlage. Dielektričnost plasti z debelino 170 nm in velikostjo zrn 75 nm je 1 180 pri 5 kHz, kar je med najvišjimi objavljenimi vrednostmi za plasti BST s podobno mikrostrukturo.

Z razumevanjem in obvladovanjem kemijskih interakcij med debelo plastjo in podlogo ter poznanjem termičnih razteznostnih koeficientov smo z metodo sitotiska uspešno pripravili več 10 μm debele plasti bizmutovega ferita BiFeO_3 , s primerno fazno sestavo in mikrostrukturo. Bizmutov ferit je težko polarizirati, saj zahteva uporabo visokega zunanjega električnega polja. Kot alternativni način polarizacije debelih plasti bizmutovega ferita



Slika 2: Multikalorične lastnosti materiala $0,8\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3 - 0,2\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{W}_{1/2})\text{O}_3$



Slika 3: Porazdelitev kristalografskih orientacij v stebričastih zrnih z izraženo domensko strukturo v debeli plasti BiFeO_3

smo predlagali sintranje plasti nad feroelektričnim-paraelektričnim faznim prehodom. Dokazali smo namreč, da se v plasteh pri ohlajanju preko faznega prehoda pojavi gradient tlačnih napetosti, ki vodi do samopolariziranja debelih plasti. Slednje izkazujejo značilno mikrostrukturo s stebričastimi zrnji (slika 3).

Raziskujemo pripravo debelih plasti okolju prijaznih piezoelektrikov na osnovi $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ na kovinskih podlagah z metodo elektroforetskega nanosa.

Z metodo **brizgalnega tiskanja** smo pripravili debeloplastne strukture na osnovi $Pb(Zr,Ti)O_3$. Keramični prah smo dispergirali v vodi, suspenziji pa prilagodili viskoznost in površinsko napetost tako, da je bila primerna za tiskanje. Pripravili smo niz struktur s linijami širine $\approx 80 \mu\text{m}$ in enakomernim, nekaj mikrometrskim razmikom med linijami. Po žganju pri 850°C so $20 \mu\text{m}$ debele strukture izkazovale dielektričnost 1 100 in dielektrične izgube 0,057, kar je primerljivo z lastnostmi plasti, pripravljenimi s sitotiskom.

Z brizgalnim tiskanjem smo oblikovali **nanostrukture dielektrika** z veliko dielektričnostjo (ϵ) na osnovi tantal-aluminij-silicijevega oksida na podlagah stekla s prevodno plastjo indij-kositrovega oksida kot komponente za **prozorno elektroniko**. Viskoznost in površinsko napetost organskih tekočin za tiskanje (črnila) na osnovi topila eter-alkohola smo prilagodili z dodatkom močno viskoznih topil, kot sta glicerol in 1,3-propandiol. S primerno kombinacijo vseh treh topil v črnilu smo se izognili pojavu odebelenega roba tiskanih nanostruktur, to je, pojavu kavnega madeža. Pripravili smo kondenzatorje z enakomerno debelino 45 nm z dobrimi funkcionalnimi lastnostmi ($\epsilon \approx 15$, tan $\delta \approx 0,034$ pri 100 kHz). Raziskave so potekale v sodelovanju z Odsekom za tanke plasti in površine in Odsekom za fiziko trdne snovi (slika 4).

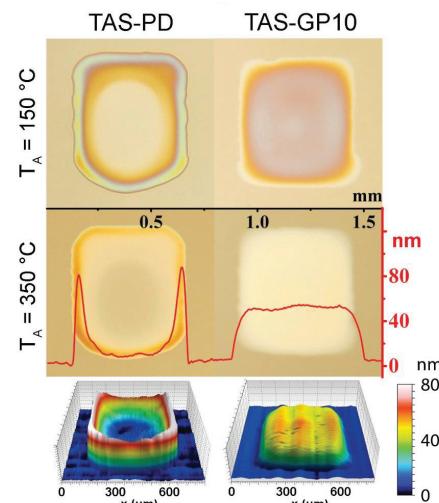
V okviru raziskav **polprevodnih materialov p-tipa** smo raziskali mehanizem nastanka nanokristaliničnega prahu Co_3O_4 z metodo sežigalne sinteze iz raztopin kobaltovega nitrata in glicina. Z uravnavanjem reakcijskih razmer in s substehiometričnim deležem glicina smo pripravili enofazni Co_3O_4 . Prah vsebuje agglomerate v obliki cvetače iz mehko vezanih nanokristalitov in ima veliko specifično površino ($64,4 \text{ m}^2/\text{g}$). V sodelovanju z raziskovalci iz Univerze Eberhard Karls v Tübingenu, Nemčija, smo iz prahu s postopkom kapljičnega nanašanja pripravili debeloplastne senzorje. Senzor, ki je bil žgan pri temperaturi 600°C , je odlično zaznaval aceton pri nizki delovni temperaturi 150°C v vlažnem okolju. Senzor bi bil primeren za ugotavljanje sladkorne bolezni v izdihanem zraku (slika 5).

Nadaljevali smo preiskave materiala LTCC (keramika z nizko temperaturo žganja, ang. Low-Temperature Co-Fired Ceramics) in preučevanjem teholoških postopkov za izdelavo keramičnih 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 LTCC in debeloplastne tehnologije pri razvoju in izdelavi izdelkov. Primer so mikrofluidni elementi za elektrokemične senzorje in keramična ohišja za piezoelektrične elemente, ki smo jih preučevali za projekta INTcerSEN in PiezoMEMS, oba iz programa M-ERA.NET, in senzorji tlaka, izdelani kot demonstracijski izdelki iz LTCC-folij, ki jih razvijajo v podjetju KEKO Oprema.

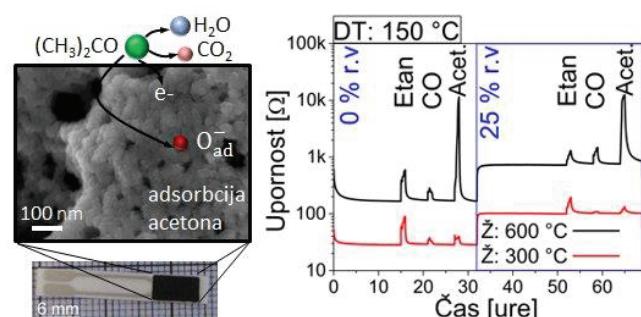
V sodelovanju s podjetjem ETI Elektroelement, d. d., smo preučevali postopke za izdelavo neporoznega kordieritnega materiala, ki ga uporabljajo za izdelke, izpostavljene velikim temperturnim spremembam v kratkih časovnih intervalih. Material je primeren za velikoserijsko proizvodnjo na avtomatiziranih linijah.

Najpomembnejše objave v preteklem letu

- Rojac, Tadej, Benčan, Andreja, Dražić, Goran, Sakamoto, Naonori, Uršič, Hana, Jančar, Boštjan, Tavčar, Gašper, Makarovič, Maja, Walker, Julian, Malič, Barbara, Damjanovič, Dragan. Domain-wall conduction in ferroelectric $BiFeO_3$ controlled by accumulation of charged defects. *Nature materials*, ISSN 1476-1122, [in press] 2016, 7 str., doi: 10.1038/nmat4799. [COBISS.SI-ID 29936679]



Slika 4: Posnetki z optičnim mikroskopom in profili sušenih (150°C) in topotno obdelanih (350°C) tankoplastnih kondenzatorjev na osnovi tantal-aluminij-silicijevega oksida (TAS), oblikovanih z brizgalnim tiskanjem. Strukture, natisnjene s črnilom na osnovi topila 1,3-propandiola (PD), so izkazovale izraziti višji rob, čemur smo se izognili z novo sestavo črnila na osnovi mešanice topil PD in glicerola (GP10). Natisnili smo strukture z enakomerno debelino okrog 40 nm.



Slika 5: Slika površine senzorsko aktivnega nanosa Co_3O_4 s shematskim prikazom adsorpcije acetona, posneta z vrstičnim elektronskim mikroskopom (levo). Enosmerni tokovni odziv upornosti senzorjev, žganih pri 300°C in 600°C med izpostavljanjem etanolu (Etan), ogljikovem monoksidu (CO) in acetonu (Acet) pri delovni temperaturi 150°C v suhem in vlažnem okolju (desno). Sodelovanje z Univerzo v Tübingenu.

Sodelavca Odseka Danjela Kuščer in Janez Holc sta skupaj s kolegicami iz podjetja ETI, d. d., prejemnika srebrnega priznanja za inovacijo »Neporozni kordieritni material C410 za elektrotehniko«, ki ga je junija 2016 podelila Gospodarska zbornica Slovenije, Območna zbornica Zasavje.

2. Khomyakova, Evgeniya, Šadl, Matej, Uršič, Hana, Daniels, John, Malič, Barbara, Benčan, Andreja, Damjanović, Dragan, Rojac, Tadej. Self-poling of BiFeO₃ thick films. *ACS applied materials & interfaces*, ISSN 1944-8244. [Print ed.], 8 (2016,) 30, 19626–19634, doi: 10.1021/acsami.6b05885. [COBISS.SI-ID 29643559]
3. Uršič, Hana, Bobnar, Vid, Malič, Barbara, Filipič, Cene, Vrabelj, Marko, Drnovšek, Silvo, Younghun, Jo., Wencka, Magdalena, Kutnjak, Zdravko. A multicaloric material as a link between electrocaloric and magnetocaloric refrigeration. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, 6 (2016), 26629-1-26629-5, doi: 10.1038/srep26629. [COBISS.SI-ID 29513767]
4. Matavž, Aleksander, Frunză, Raluca-Camelia, Drnovšek, Aljaž, Bobnar, Vid, Malič, Barbara. Inkjet printing of uniform dielectric oxide structures from sol-gel inks by adjusting the solvent composition. *Journal of materials chemistry. C, Materials for optical and electronic devices*, ISSN 2050-7526. [Print ed.], 4 (2016) 24, 5634–5641, doi: 10.1039/C6TC01090C. [COBISS.SI-ID 29491239]
5. Kuščer, Danjela, Bernardo, Mara, Santo-Zarnik, Marina, Malič, Barbara. Patterning of lead-zirconate-titanate thick-film structures by electrophoretic deposition from ethanol-based dispersions. *Journal of the European ceramic society*, ISSN 0955-2219. [Print ed.], 36 (2016) 2, 291–297, doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2015.08.033. [COBISS.SI-ID 28830759]

Organizacija konferenc, kongresov in srečanj

1. MIDEM 2016: 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Terahertz and Microwave Systems, Ankaran Slovenija, 28.–30. 9. 2016
2. COST TO-BE Fall Meeting 2016, Ljubljana, 28.–30. 9. 2016

Nagrade in priznanja

1. Darko Belavič: Zaslužni član Elektrotehniške zveze Slovenije, Ljubljana, 5. 2016. Predlagatelj: Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale MIDEM
2. Ines Bantan, Joži Prašnikar, Helena Razpotnik iz ETI, d. d., Danjela Kuščer, Janez Holc, iz IJS K-5: Srebrno priznanje za inovacijo »Neporozni korditeritni material C410 za elektrotehniko«, Gospodarska zbornica Slovenije, Območna zbornica Zasavje, 8. 6. 2016
3. Lovro Fulanovič: SHAPING VI, Student poster award winner (nagrada za najboljši poster), Montpellier, Francija, 20. 7. 2016
4. Andraž Bradeško: Best poster award (nagrada za najboljši poster), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), ISAF/ECAPD/PFM Conference 2016 – IEEE, Darmstadt, Nemčija, 21.–25. 8. 2016
5. Tomaž Kos, Tadej Rojac (somentor): Prešernova nagrada Fakultete za elektrotehniko, Ljubljana, 6. 12. 2016

MEDNARODNI PROJEKTI

1. Izdelava študije izvedljivosti in izdelavo večplastnih LTCC PCB struktur
Ctr Carinthian Tech Research Ag
prof. dr. Barbara Malič
2. Izdelava ohišja za LTCC SAW komponento in plošče
Ctr Carinthian Tech Research Ag
prof. dr. Barbara Malič
3. 7. OP - CERAMPOL: Keramčne in polimerne membrane za odstranjevanje težkih kovin in strupenih organskih spojin v vodi
Evropska komisija
doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
4. COST MP1308; Na poti k oksidni keramiki (TO-BE)
Cost Office
dr. Katarina Vojislavljevič
5. Heterogenost kompleksnih oksidov: kemijska homogenost, strukturne spremembe na atomskem nivoju ter obstoj polarnih nano-področij
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Hana Uršič Nemvešek
6. Izdelava in modeliranje integriranih piezoelektričnih struktur za visokfrekvenčne ultrazvočne pretvornike
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
7. Piezoelektrične plasti za mikroelektromehanske sisteme na osnovi okolju prijaznih perovskitnih materialov
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Barbara Malič

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. Novi elektrokalorični materiali za novo ekološko prijazno dielektrično tehnologijo hlajenja
prof. dr. Barbara Malič
3. Multifunkcijski materiali za aktuatorje in hladilne naprave
doc. dr. Tadej Rojac
4. Analiza nehomogenosti fotonapetostnih gradnikov in vpliv na zmogljivost sončnih elektrarn tekom življenske dobe
prof. dr. Barbara Malič
5. Napetostno nastavljeni feroelektrični plastni kondenzatorji za prilagodljive mikrovalovne antene
prof. dr. Barbara Malič
6. Učinkoviti piezoelektrični materiali za senzorje in aktuatorje v visokotemperaturnih aplikacijah
doc. dr. Tadej Rojac
7. Mikro-elektromehanski in elektrokalorični plastni elementi
prof. dr. Barbara Malič
8. Napredna elektrokalorična pretvorba energij
prof. dr. Barbara Malič

9. INTCERSEN: Integrirani elektrokemični senzorji s keramičnimi mikrofluidnimi strukturami
doc. dr. Hana Uršič Nemevšek
10. PiezoMEMS: Piezoelektrični MEMS elementi za učinkovito zbiranje energije
prof. dr. Barbara Malič

OBISKI

1. Hugo Mercier, Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija, 1. 1.-8. 10. 2016
2. mag. Stjepan Golubić, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska, 18. 1. 2016
3. Alen Brtić, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska, 18. 1.-18. 4. 2016
4. dr. Carmen Galassi, Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramicci (ISTEC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR); Faenza, Italija, 16.-18. 3. 2016
5. prof. Franck Levassort, Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija, 16.-18. 3. 2016
6. Alexandre-Benoit Bourgoin, Université de Limoges, Limoges, Francija, 2. 4.-31. 7. 2016
7. Dragana Vasiljević, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, 3.-23. 4. 2016
8. Jelena Vukmirović, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, 3.-23. 4. 2016
9. prof. Hisao Suzuki, Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Hamamatsu, Japonska, 16.-18. 4. 2016
10. prof. Jacob L. Jones, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, 19.-22. 6. 2016
11. dr. Vincenzo Buscaglia, Consiglio Nazionale delle Ricerche - IENI, Genova, Italija, 20.-22. 6. 2016
12. prof. Tomoya Ohno, Department of Materials Science, Kitami Institute of Technology; Kitami, Japonska, 30. 6.-1. 7. 2016
13. prof. Naonori Sakamoto, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Shizuoka, Japonska, 30. 6.-8. 7. 2016
14. Mateusz Firynowicz, Politechnika Poznańska, Poznań, Polska, 4. 7.-10. 10. 2016
15. Anna Włodarczakiewicz, Politechnika Poznańska, Poznań, Polska, 13. 7.-22. 9. 2016
16. prof. Klaus Reichmann, Technische Universität Graz, Gradec, Avstrija, 20. 7. 2016
17. Dong Hou, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, 29. 8.-3. 9. 2016
18. Reyhan Eşiyok, Yıldız Teknik Üniversitesi - İstanbul, İstanbul, Turčija, 1. 9.-26. 11. 2016
19. dr. Theodor Schneller, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, IWE II, RWTH Aachen, Aachen, Nemčija, 18.-20. 9. 2016
20. Mihail Štefić, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska, 26. 9.-23. 12. 2016
21. prof. Anatoliy Panich, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Rusija, 24. 10. 2016
22. dr. Julian Walker, Pennsylvania State University, ZDA, 27.-28. 10. 2016
23. Agnieszka Monika Paszkowska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, Polska, 24. 10.-31. 12. 2016
24. Karolina Szymanek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, Polska, 24. 10.-31. 12. 2016
25. dr. Denis Alikin, Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rusija, 5.-18. 11. 2016
26. prof. Sverre Magnus Selbach, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, Norveška, 23.-25. 11. 2016
27. Krinoslav Kušec, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska, 19.-31. 12. 2016

SEMINARIJ IN PREDAVANJA NA IJS

1. prof. Barbara Malič, Problems associated with the mechanochemical synthesis of (1-x) $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3\cdot xPbTiO_3$ (PMN-100xPT), 4. 3. 2016
2. Tina Bakarić, Processing of porous $Pb(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O_3$ ceramics with a designed microstructure and patterning of thick films by inkjet printing, 10. 3. 2016
3. dr. Carmen Galassi, Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramicci (ISTEC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR); Faenza, Italija, Recent achievements on ferroelectric, antiferroelectric and multiferroic materials at CNR-ISTEC Faenza, 18. 3. 2016
4. prof. Franck Levassort, Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija, From KN single crystal functional characterization to in vivo skin imaging, 18. 3. 2016
5. dr. Hana Uršič Nemevšek, Domain structure and local electrical conduction of ferroelectric ceramics and films, 30. 3. 2016
6. dr. Kostja Makarović, From Institute to industry after PhD - Tape casting from the perspective of the industry, 1. 4. 2016
7. prof. Hisao Suzuki, Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Hamamatsu, Japonska, Nanostructure Control of Porous Silicon by Chemical Processing, 18. 4. 2016
8. doc. Danjela Kuščer, Theoretical and practical aspects of colloidal processing, 22. 4. 2016
9. Andraž Bradeško, Origin and properties of the electrocaloric effect in ceramic materials, 20. 5. 2016
10. dr. Mojca Otoničar, Structural characterisation of tunable perovskite materials by electron diffraction analyses, 2. 6. 2016
11. doc. Tadej Rojac, Measurements of dielectric and piezoelectric properties of ferroelectrics using charge amplifier and fiber-optic sensor, 9. 6. 2016
12. Jitka Hreščák, Synthesis and characterization of undoped and strontium-doped potassium sodium niobate ceramics, 15. 6. 2016

VEČJE NOVO POGODBENO DELO

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
13. dr. Vincenzo Buscaglia, Consiglio Nazionale delle Ricerche - IENI, Genova, Italija, Phase transitions and crystal structure in the $BaCe_xTi_{(1-x)}O_3$ system, 20. 6. 2016
14. prof. Jacob L. Jones, North Carolina State University, Raleigh, ZDA, Seeing the unseen: Local atomic disorder of ferroelectric oxides from pair distribution functions and local structure response to electric fields, 22. 6. 2016
15. prof. Tomoya Ohno, Department of Materials Science, Kitami Institute of Technology; Kitami, Japonska, Preparation of Strain-free piezoelectric thin film on a Si wafer, 1. 7. 2016
16. prof. Naonori Sakamoto, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Shizuoka, Japonska, Ionic polishing for nano structure observation of $Pb(Zr,Ti)O_3$ thin film by cross sectional atomic force microscopy, 6. 7. 2016
17. Lovro Fulanović, Multilayer 0.9Pb($Mg_{1/3}Nb_{2/3}$) $O_3\cdot 0.1PbTiO_3$ Elements for Future Electocaloric Cooling, 15. 7. 2016
18. Marko Vrabelj, Investigations of the Electocaloric Effect in the Polycrystalline 0.9Pb($Mg_{1/3}Nb_{2/3}$) $O_3\cdot 0.1PbTiO_3$ Relaxor Ferroelectric, 21. 9. 2016
19. Tanja Pečnik, Microstructure and dielectric properties of solution-derived (Ba,Sr) TiO_3 thin films, 13. 9. 2016
20. dr. Theodor Schneller, RWTH Aachen, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik II, Aachen, Nemčija, Compositional and nanostructure engineered thin film materials for energy devices prepared by chemical solution deposition, 19. 9. 2016
21. Hugo Mercier, Processing of ceramic thick films by electrophoretic deposition, 21. 9. 2016
22. Tomaž Kos, Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektičnih materialov, 6. 10. 2016
23. Maja Makarović, Synthesis, structural and functional characterization of ferroelectric solid solutions based on bismuth ferrite, 21. 10. 2016
24. dr. Mirela Dragomir, A new synthetic approach to SiC-based nanomaterials, 25. 10. 2016
25. dr. Julian Walker, Pennsylvania State University, Reliability of PiezoMEMS, 28. 10. 2016
26. dr. Denis Alikin, Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rusija, Strain-based scanning probe microscopy in ferroelectric and ionic conductors materials, 10. 11. 2016
27. Evgeniya Khomyakova, Integration of screen-printed bismuth ferrite thick films onto ceramic and metal substrates, 17. 11. 2016
28. prof. Sverre Magnus Selbach, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norveška, Local structure of ferroelectrics by X-ray and neutron total scattering, 23. 11. 2016

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Barbara Malič, Tadej Rojac, The American Ceramic Society, Electronic Materials and Applications 2016 (EMA 2016), Orlando, Florida ZDA, 20.-22. 1. 2016 (3)
2. Hana Uršič Nemevšek, EMN Ceramics Meeting 2016, Hong Kong, Kitajska, 25.-28. 1. 2016 (1)
3. Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Maja Makarović, 10. Dan mladih raziskovalcev KMBO, Ljubljana, Slovenija, 31. 3. 2016 (3)
4. Hana Uršič Nemevšek, The American Ceramic Society, Materials Challenges in Alternative & Renewable Energy 2016 (MCARE 2016), Clearwater, Florida, ZDA, 17.-21. 4. 2016 (1)
5. Tadej Rojac, EMN Croatia Meeting 2016, Dubrovnik, Hrvatska, 4.-7. 5. 2016 (1)
6. Katarina Vojasavljević, Electroceramics XV, Limoges, Francija, 27.-29. 6. 2016 (1)
7. Lovro Fulanović, Danjela Kuščer Hrovatin, Shaping VI: 6th International Conference on Shaping of Advanced Ceramics, Montpellier, Francija, 18.-20. 7. 2016, (3)
8. Andreja Benčan Golob, Microscopy Society of America, Microscopy & Microanalysis 2016 Meeting, Columbus, Ohio, ZDA, 24.-28. 7. 2016 (1)
9. Barbara Malič, Solid State Studies in Ceramics, Gordon Research Conference, South Hadley, ZDA, 31. 7.-5. 8. 2016 (1)
10. Andreja Benčan Golob, Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, Evgeniya Khomyakova, Barbara Malič, Tadej Rojac, Hana Uršič, Marko Vrabelj, Technische Universität Darmstadt IEEE, 2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Applications of Polar Dielectrics & Workshop on Piezoresponse Force Microscopy (ISAF/ECAPD/PFM), Darmstadt, Nemčija, 21.-25. 8. 2016 (11)
11. Barbara Malič, International Conference of Physical Chemistry - ROMPHYSCHM 16, Galati, Romunija, 21.-23. 9. 2016 (1)
12. Mirela Dragomir, 24th Croatian-Slovenian Crystallographic Meeting (CSCM24), Bol, Hrvatska, 21.-25. 9. 2016
13. Darko Belavić, 40th International Microelectronics and Packaging IMAPS Poland Conference, Walbrzych, Poljska, 25.-28. 9. 2016 (2)

14. Andreja Benčan Golob, Danjela Kuščer, Maja Makarovič, Barbara Malič, Hugo Mercier, Mojca Otoničar, MDEM 2016, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials with the Workshop on Biosensors and Microfluidics, Ankaran, 28.-30. 9. 2016 (5)
15. Mirela Dragomir, Evgeniya Khomyakova, Barbara Malič, Tanja Pečnik, Katarina Vojisavljević, COST TO-BE Fall Meeting 2016, Ljubljana, 28.-30. 9. 2016 (3)
16. Andraž Bradeško, Lovro Fulanović, 24. Mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah (24. ICM&T), Portorož, 28.-30. 9. 2016 (2)
17. Hana Uršič, EPE 2016, International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, Iasi, Romunija, 20.-22. 10. 2016 (2)
18. Andreja Benčan Golob, 2016 EMN Meeting on Perovskites, Solar Cells and Hydrogen Energy. The conference, Xiamen, Kitajska, 1.-5. 12. 2016

SODELAVCI

Raziskovalci

1. doc. dr. Andreja Benčan Golob
2. doc. dr. Goran Dražić*
3. doc. dr. Danjela Kuščer Hrovatin
4. **prof. dr. Barbara Malič, znanstveni svetnik - vodja odseka**
5. doc. dr. Tadej Rojac
6. doc. dr. Hana Uršič Nemevsek
7. dr. Katarina Vojisavljević

Podoktorski sodelavci

8. dr. Mirela Dragomir
9. dr. Kostja Makarovič*
10. dr. Mojca Otoničar
11. dr. Tanja Pečnik
12. dr. Marko Vrabelj

Mlajši raziskovalci

13. Andraž Bradeško, mag. nan.
14. Lovro Fulanović, mag. ing. mech., R Hrvaška
15. dr. Jitka Hreščák, 1. 10. 2016 razporeditev v odsek CEMM
16. dr. Evgeniya Khomyakova
17. Uroš Prah, mag. kem.

Strokovni sodelavci

18. Darko Belavič, univ. dipl. inž. el.
19. Silvo Drnovšek, dipl. inž. kem. tehnol.
20. Brigita Kmet, dipl. inž. kem. tehnol.
21. Maja Makarovič, mag. nanotehnologij
- Tehniški in administrativni sodelavci**
22. Tina Ručigaj Korošec, univ. dipl. soc.
23. Matejka Šmit, dipl. soc. del.

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, Praha, Česka
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, Beljak, Avstrija
7. Das Materials Center Leoben (MCL), Leoben, Avstrija
8. Department of Materials Science, Kitami Institute of Technology; Department of Materials Science, Kitami, Japonska
9. Domel, d. d., Železniki, Slovenija
10. École Centrale Paris, Pariz, Francija
11. École Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL, Laboratoire de Céramique, Département des Matériaux, Lausanne, Švica
12. ETÍ Elektroelement, d. d., Izlake, Slovenija
13. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav fyziky [UFYZ], Brno, Česka
14. Ferroelectric Laboratory, Institute of Natural Sciences, Ural Federal University, Rusija
15. Forschungszentrum Jülich, Jülich, Nemčija
16. G. I. P. Ultrasound, Blois, Francija, Ljubljana, Slovenija
17. Hidria AET, d. o. o., Tolmin, Slovenija
18. HIPOT-RR, d. o. o., Otočec, Slovenija
19. Institut za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu, Odsek za nauku o materijalima (IMSI UB), Beograd, Srbija
20. Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Madrid, Španija
21. Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk, Poznań, Poljska
22. Instytut Tele- i Radiotechniczny, Varšava, Poljska
23. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije – IMT, Ljubljana, Slovenija
24. Inštitut za tekstilstvo, Laboratorij za barvanje, barvno metriko in ekologijo plemenitenja, Maribor, Slovenija
25. Iskra Sistemi, PE Kondenzatorji, Semič, Slovenija
26. Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici (ISTEC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Faenza, Italija
27. KEKON, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
28. KEKO-Oprema, d. o. o., Žužemberk, Slovenija
29. Kemijski inštitut, Ljubljana, Slovenija
30. Montanuniversität Leoben, Institut für Struktur- und Funktionskeramik, Leoben, Avstrija
31. National Institute for Materials Physics, Magurele, Romunija
32. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norveška
33. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, ZDA
34. Obrtno podjetniška zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija
35. Ouluun yliopisto, Mikroelektronikan ja materiaalifysikaan laboratoriott, Oulu, Finska
36. Pennsylvania State University, ZDA
37. Politechnika Poznańska, Poznań, Poljska
38. Politechnika Wrocławska, Wrocław, Poljska
39. Polska Akademia Nauk, Politechnika Warszawska, Varšava, Poljska
40. Razvojni center RC eNeM Novi Materiali, d. o. o., Izlake, Slovenija
41. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen- RWTH, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik – IWE II, Aachen, Nemčija
42. Shizuoka University, Research Institute of Electronics, Department of Engineering, Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Shizuoka, Hamamatsu, Japonska
43. Sincrotrone Trieste S. C. p. A , Bazovica, Italija
44. Southern Federal University, Rostov-on-Don, Rusija
45. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Nemčija
46. Technische Universität Graz, Gradec, Avstrija
47. Universitat de Barcelona, Departament d'Enginyeria Electrònica, Barcelona, Španija
48. Universitatea „Alexandru Ioan Cuza“, Iasi, Romunija
49. Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti, Centrul de Electronica Tehnologica si Tehnici de Interconectare -CETTI, Bukarešta, Romunija
50. Université de Limoges, Sciences des Procédés Ceramiques et de Traitements de Surface, Limoges, Francija
51. Université François-Rabelais de Tours, Tours, Francija
52. University of New South Wales, Sydney, Avstralija
53. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, Slovenija
54. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
55. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
56. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, Slovenija
57. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenija
58. Univerza v Novi Gorici, Nova Gorica, Slovenija
59. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija
60. Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, Poljska
61. Visoka Tehnička Škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvaška
62. Xi'an Jiaotong University, Electronic Materials Research Laboratory, Key Lab of the Ministry of Education of China, Xi'an, Kitajska
63. Yıldız Teknik Üniversitesi – İstanbul, İstanbul, Turčija

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Anže Abram, Andreja Eršte, Goran Dražić, Vid Bobnar, "Structural and dielectric properties of hydrothermally prepared boehmite coatings on an aluminium foil", *J. mater. sci., Mater. electron.*, vol. 27, no. 10, str. 10221-10225, 2016. [COBISS.SI-ID 29566759]
2. Moom Sinn Aw, Goran Dražić, Petar Djinović, Albin Pintar, "Transition metal pairs on ceria-promoted, ordered mesoporous alumina as catalysts for the CO₂ reforming reaction of methane", *Catalysis science & technology*, vol. 6, iss. 11, str. 3797-3805, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 5837594]
3. Tina Bakarič, Barbara Malič, Danjela Kuščer, "Lead-zirconate-titanate-based thick-film structures prepared by piezoelectric inkjet printing of aqueous suspensions", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 16, str. 4031-4037, 2016. [COBISS.SI-ID 29643815]
4. Tina Bakarič, Tadej Rojac, Andre-Pierre Abellard, Barbara Malič, Franck Levassort, Danjela Kuščer, "Effect of pore size and porosity on piezoelectric and acoustic properties of Pb(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O₃ ceramics", *Advances in applied ceramics*, vol. 115, no. 2, str. 66-71, 2016. [COBISS.SI-ID 28833063]
5. Barbara Bertoncelj, Katarina Vojisavljević, Janez Rihteršič, Gregor Trefalt, Miroslav Huskić, Ema Žagar, Barbara Malič, "A Voronoi-diagram analysis of the microstructures in bulk-molding compounds and its correlation with the mechanical properties", *Express polym. lett.*, vol. 10, no. 6, str. 493-505, 2016. [COBISS.SI-ID 29399847]
6. Klemen Bohinc, Goran Dražić, Anže Abram, Mojca Jevšnik, Barbara Jeršek, Damijan Nipič, Marija Kurinčič, Peter Raspor, "Metal surface characteristics dictate bacterial adhesion capacity", *Int. j. adhes. adhes.*, vol. 68, str. 39-46, July 2016. [COBISS.SI-ID 4983403]
7. Sabina Božičič Abram, Jana Aupič, Goran Dražić, Helena Gradišar, Roman Jerala, "Coiled-coil forming peptides for the induction of silver nanoparticles", *Biochem. biophys. res. commun.*, vol. 472, iss. 3, str. 566-571, 8. Apr. 2016. [COBISS.SI-ID 5888026]
8. Andraž Bradeško, Đani Juričić, Marina Santo-Zarnik, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, Tadej Rojac, "Coupling of the electrocaloric and electromechanical effects for solid-state refrigeration", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 14, str. 143508-1-143508-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29824039]
9. Elena Buixaderas, Viktor Bovtun, Martin Kempa, Dmitri Nuzhnyj, Maxim Savinov, Přemysl Vaněk, Ivan Gregora, Barbara Malič, "Lattice dynamics and domain wall oscillations of morphotropic Pb(Zr, Ti)O₃ ceramics", *Phys. rev. B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 94, no. 5, str. 054315-1-054315-10, 2016. [COBISS.SI-ID 29704487]
10. Tihomir Car, Nikolina Nekić, Marko Jerčinović, Krešimir Salamon, Iva Bogdanović-Radović, Ida Delač Marion, Jasna Dasović, Goran Dražić, Mile Ivanda, Sigrid Bernstorff, Branko Pivac, Marko Kralj, Nikola Radić, Maja Buljan, "Closely packed Ge quantum dots in ITO matrix: influence of Ge crystallization on optical and electrical properties", *Materials research express*, vol. 3, no. 6, 065003-1-065003-10, Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 5920794]
11. Mirela Dragomir, Matjaž Valant, Mattia Fanetti, Jurij Mozharivskyj, "A facile chemical method for the synthesis of 3C-SiC nanoflakes", *RSC advances*, iss. 26, str. 21795-21801, 2016. [COBISS.SI-ID 4157179]
12. Andreja Eršte, Lovro Fulanović, Lucija Čoga, M. Lin, Y. Thakur, Qiming M. Zhang, Vid Bobnar, "Stable dielectric response of low-loss aromatic polythiourea thin films on Pt/SiO₂ substrate", *Journal of advanced dielectrics*, vol. 6, no. 1, str. 1650003-1-1650003-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29391911]
13. Tanja Jurkin, Martina Guliš, Goran Dražić, Marijan Gotić, "Synthesis of gold nanoparticles under highly oxidizing conditions", *Gold bull. (Internet)*, vol. 49, iss. 1, str. 21-33, Sep. 2016. [COBISS.SI-ID 5885978]
14. Tanja Jurkin, Goran Štefanić, Goran Dražić, Marijan Gotić, "Synthesis route to δ - FeOOH nanodisks", *Mater. lett.*, vol. 173, str. 55-59, 15. Jun. 2016. [COBISS.SI-ID 5885722]
15. Stanislav Kamba, E. Simon, Volodymyr Skoromets, Viktor Bovtun, Martin Kempa, J. Pokorný, Maxim Savinov, Jurij Koruza, Barbara Malič, "Broad-band dielectric response of 0.5Ba(Ti_{0.8}Zr_{0.2}O₃-0.5(Ba_{0.7}Ca_{0.3})TiO₃ piezoceramics: soft and central mode behaviour", *Phase transit.*, vol. 89, iss. 7-8, pp. 785-793, 2016. [COBISS.SI-ID 29608743]
16. Renata Kaplan, Boštjan Erjavec, Goran Dražić, Jože Grdadolnik, Albin Pintar, "Simple synthesis of anatase/rutile/brookite TiO₂ nanocomposite with superior mineralization potential for photocatalytic degradation of water pollutant", *Appl. catal., B Environ.*, vol. 181, str. 465-474, Feb. 2016. [COBISS.SI-ID 5753626]
17. Evgeniya Khomyakova, Jernej Pavlič, Maja Makarovič, Hana Uršič, Julian Walker, Vladimir Shur, Tadej Rojac, Barbara Malič, Andreja Benčan, "Screen-printed BiFeO₃ thick films on noble metal foils", *Ferroelectrics*, vol. 496, no. 1, str. 196-203, 2016. [COBISS.SI-ID 29437735]
18. Evgeniya Khomyakova, Matej Šadl, Hana Uršič, John Daniels, Barbara Malič, Andreja Benčan, Dragan Damjanović, Tadej Rojac, "Self-poling of BiFeO₃ thick films", *ACS appl. mater. interfaces*, vol. 8, no. 30, str. 19626-19634, 2016. [COBISS.SI-ID 29643559]
19. Jurij Koruza, Pedro Groszewicz, Hergen Breitzke, Gerd Buntkowsky, Tadej Rojac, Barbara Malič, "Grain-size-induced ferroelectricity in NaNbO₃", *Acta mater.*, vol. 126, str. 77-85, 2016. [COBISS.SI-ID 30099495]
20. Davor Kovačević, Rok Pratnekar, Karmen Godič Torkar, Jasmina Salopek, Goran Dražić, Anže Abram, Klemen Bohinc, "Influence of polyelectrolyte multilayer properties on bacterial adhesion capacity", *Polymers (Basel)*, vol. 8, no. 10, str. 345-1-345-12, 2016. [COBISS.SI-ID 29783591]
21. Marija Kurinčič, Barbara Jeršek, Anja Klančnik, Sonja Smole Možina, Rok Fink, Goran Dražić, Peter Raspor, Klemen Bohinc, "Effects of natural antimicrobials on bacterial cell hydrophobicity, adhesion, and zeta potential", *Arh. hig. rada toksikol.*, vol. 67, str. 39-45, 2016. [COBISS.SI-ID 4640632]
22. Danjela Kuščer, Mara Bernardo, Marina Santo-Zarnik, Barbara Malič, "Patterning of lead-zirconate-titanate thick-film structures by electrophoretic deposition from ethanol-based dispersions", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, no. 2, str. 291-297, 2016. [COBISS.SI-ID 28830759]
23. Maja Makarovič, Julian Walker, Evgeniya Khomyakova, Andreja Benčan, Barbara Malič, Tadej Rojac, "Control of electrical conductivity in 0.7BiFeO₃ – 0.3SrTiO₃ ferroelectric ceramics via thermal treatment in nitrogen atmosphere and Mn doping", *Inf. MIDEM*, vol. 46, no. 3, str. 154-159, 2106. [COBISS.SI-ID 29810471]
24. Katja Makovšek, Irena Ramšak, Barbara Malič, Vid Bobnar, Danjela Kuščer, "Processing of steatite ceramic with a low dielectric constant and low dielectric losses", *Inf. MIDEM*, vol. 46, no. 2, str. 100-105, 2016. [COBISS.SI-ID 29682215]
25. Alekander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Vid Bobnar, Barbara Malič, "Inkjet printing of uniform dielectric oxide structures from sol-gel inks by adjusting the solvent composition", *J. mater. chem. C*, vol. 4, no. 24, str. 5634-5641, 2016. [COBISS.SI-ID 29491239]
26. Mina M. Medić, Marija Vasić, Aleksandra R. Zarubica, Lidija V. Trandafilović, Goran Dražić, Miroslav D. Dramićanin, Jovan Nedeljković, "Enhanced photoredox chemistry in surface-modified Mg₂TiO₄ nanopowders with bidentate benzene derivatives", *RSC advances*, vol. 6, iss. 97, str. 94780-94786, 2016. [COBISS.SI-ID 6015514]
27. Mojca Otoničar, Angelika Reichmann, Klaus Reichmann, "Electric field-induced changes of domain structure and properties in La-doped PZT-from ferroelectrics towards relaxors", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, iss. 10, str. 2495-2504, 2016. [COBISS.SI-ID 29398823]
28. Andraž Pavličič, Primož Jovanović, Vid Šimon Šelih, Martin Šala, Marjan Bele, Goran Dražić, Iztok Arčon, Samo B. Hočevar, Anton Kokalj, Nejc Hodnik, Miran Gaberšček, "Atomically resolved dealloying of structurally ordered Pt nanoalloy as an oxygen reduction reaction electrocatalyst", *ACS catal.*, vol. 6, iss. 8, str. 5530-5534, Aug. 2016. [COBISS.SI-ID 5951258]
29. Tanja Pečnik, Andreja Eršte, Aleksander Matavž, Vid Bobnar, Maksim Ivanov, Juras Banys, Feng Xiang, Hong Wang, Barbara Malič, Sebastjan Glinšek, "Dielectric dynamics of the polycrystalline Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ thin films", *Europhys. lett.*, vol. 114, no. 4, str. 47009-1-47009-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29596199]
30. Tanja Pečnik, Sebastjan Glinšek, Brigit Kmet, Barbara Malič, "Solution-derived Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ thin-film capacitors in metal-insulator-metal configuration", *Inf. MIDEM*, vol. 46, no. 3, str. 136-141, 2016. [COBISS.SI-ID 29942311]
31. Peter Rodič, Alenka Mertelj, Miloš Borovšak, Andreja Benčan, Dragan Mihailović, Barbara Malič, Ingrid Milošev, "Composition, structure and

- morphology of hybrid acrylate-based sol-gel coatings containing Si and Zr composed for protective applications", *Surf. coat. technol.*, vol. 286, str. 388-396, 2016. [COBISS.SI-ID 29132839]
32. Tadej Rojac, Silvo Drnovšek, Andreja Benčan, Barbara Malič, Dragan Damjanovič, "Role of charged defects on the electrical and electromechanical properties of rhombohedral $Pb(Zr,Ti)O_3$ with oxygen octahedra tilts", *Phys. rev. B, Condens. matter mater. phys.*, vol. 93, no. 1, str. 014102-1-014102-11, 2016. [COBISS.SI-ID 29234983]
 33. Tadej Rojac, Maja Makarovič, Julian Walker, Hana Uršič, Dragan Damjanovič, Tomaž Kos, "Piezoelectric response of $BiFeO_3$ [sub]3 ceramics at elevated temperatures", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 4, str. 042904-1-042904-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29646119]
 34. Blanca del Rosal, Alberto Pérez-Delgado, Elisa Carrasco, Dragana J. Jovanović, Miroslav D. Dramićanin, Goran Dražić, Ángeles Juarranz de la Fuente, Francisco Sanz-Rodriguez, Daniel Jaque, "Neodymium-based stoichiometric ultrasmall nanoparticles for multifunctional deep-tissue photothermal therapy", *Adv. opt. mater.*, vol. 4, iss. 5, str. 782-789, May 2016. [COBISS.SI-ID 5886234]
 35. Slavica M. Savić, Gordana Stojanović, D. Vasiljević, Katarina Vojisavljević, Aleksandra Dapčević, A. Radojković, Sanja Pršić, Goran Branković, "Nanoindentation study of nickel manganite ceramics obtained by a complex polymerization method", *Ceram. int.*, vol. 42, no. 10, str. 12276-12282, 2106. [COBISS.SI-ID 30119975]
 36. Erika Švara Fabjan, Mojca Otoničar, Miran Gaberšček, Andrijana Sever Škapin, "Surface protection of an organic pigment based on a modification using a mixed-micelle system", *Dyes pigm.*, vol. 127, str. 100-109, Apr. 2016. [COBISS.SI-ID 2163559]
 37. Hana Uršič, Vid Bobnar, Barbara Malič, Cene Filipič, Marko Vrabelj, Silvo Drnovšek, Jo. Younghun, Magdalena Wencka, Zdravko Kutnjak, "A multicaloric material as a link between electrocaloric and magnetocaloric refrigeration", *Scientific reports*, vol. 6, str. 26629-1-26629-5, 2016. [COBISS.SI-ID 29513767]
 38. Hana Uršič, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, "Complex domain structure in polycrystalline $Pb(Sc_{0.5}Nb_{0.5})O_3$ ", *J. phys. D, Appl. phys.*, vol. 49, str. 115304-1-115304-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29301543]
 39. Hana Uršič, Lovro Fulanović, Marko Vrabelj, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, "Electrocaloric properties of $0.7Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - 0.3PbTiO_3$ ceramics with different grain sizes", *Advances in applied ceramics*, vol. 115, no. 2, str. 77-80, 2016. [COBISS.SI-ID 29193767]
 40. Marko Vrabelj, Hana Uršič, Zdravko Kutnjak, Brigita Rožič, Silvo Drnovšek, Andreja Benčan, Vid Bobnar, Lovro Fulanović, Barbara Malič, "Large electrocaloric effect in grain-size-engineered $0.9Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - 0.1PbTiO_3$ ", *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 36, iss. 1, str. 75-80, 2016. [COBISS.SI-ID 28945447]
 41. Julian Walker, Hana Uršič, Andreja Benčan, Barbara Malič, Hugh Simons, Ian Reaney, Giuseppe Viola, Nagarajan Valanoor, Tadej Rojac, "Temperature dependent piezoelectric response and strain-electric-field hysteresis of rare-earth modified bismuth ferrite ceramics", *J. mater. chem. C*, vol. 4, iss. 33, pp. 7859-7868, 2016. [COBISS.SI-ID 29663783]
 42. Julian Walker et al. (11 avtorjev), "Dual strain mechanisms in a lead-free morphotropic phase boundary ferroelectric", *Scientific reports*, vol. 6, str. 19630-1-19630-8, 2016. [COBISS.SI-ID 29234727]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Hana Uršič, Evgeniya Khomyakova, Silvo Drnovšek, Barbara Malič, Andreja Benčan, Kostja Makarovič, Darko Belavič, Ionel-Florinel Mercioni, Cristina Schreiner, Romeo Ciobanu, P. Fanjul Bolado, "Screen-printed $Pb(Mg,Nb)O_3 - PbTiO_3$ thick films on ceramic substrates for sensor application", V: *Proceedings of the of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, EPE 2016, October 20-22, 2016, Iasi, Romania*, 4 str. [COBISS.SI-ID 29902887]

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Darko Belavič, Marjan Hodnik, Marina Santo-Zarnik, Hana Uršič, Andraž Bradeško, Barbara Malič, Andreja Benčan, Kostja Makarovič, P. Fanjul Bolado, Ionel-Florinel Mercioni, Romeo Ciobanu, Cristina Schreiner, "LTCC-based ceramic microsystems with integrated fluidic elements and sensors", V: *Proceedings of the of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, EPE 2016, October 20-22, 2016, Iasi, Romania*, 5 str. [COBISS.SI-ID 29902631]

2. Andreja Benčan, Hana Uršič, Evgeniya Khomyakova, Silvo Drnovšek, Ionel-Florinel Mercioni, Kostja Makarovič, Darko Belavič, Christian Schreiner, Ramona Ciobanu, P. Fanjul Bolado, Barbara Malič, "Screen-printed $Pb(Mg,Nb)O_3 - PbTiO_3$ thick films on LTCC substrates", V: *Conference proceedings 2016*, 52nd International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Biosensors and Microfluidics, September 28 - 30 2016, Ankaran, Slovenia, str. 47-51. [COBISS.SI-ID 29810727]
3. Barbara Bertoncelj, Katarina Vojisavljević, Janez Rihtaršič, Gregor Trefalt, Barbara Malič, "Microstructural analysis of Bulk Molding Compounds and correlation with the flexural strength", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana*, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 3-12. [COBISS.SI-ID 29531943]
4. Klemen Bohinc, Ágota Deák, Karmen Godič Torkar, Goran Dražić, Anže Abram, László Janovák, Imre Dékány, "Bacterial adhesion to material surfaces covered by thin films", V: *EURADH 2016 [and] Adhesion '16*, 11th European Adhesion Conference and 13th International Triennial Conference on the Science and Technology of Adhesion and Adhesives, 21 - 23 September 2016, Glasgow, UK, str. 54-57. [COBISS.SI-ID 5107819]
5. Alja Kupec, Klemen Breskvar, Mitjan Kalin, "Changes in dimensional stability and mass of polymer gears due to water absorption", V: *Zbornik predavanj posvetovanja o tribologiji, mazivih in tehnični diagnostiki*, SLOTRIB 2016, Ljubljana, Slovenija, 17. november 2016, f. 137-144. [COBISS.SI-ID 15106843]
6. Stefan-Cristian Macovei, Ilas Tudor Alexandru, Drobotă Mihai, Darko Belavič, "Electrochemical techniques used to characterize electrochemical cells", V: *Proceedings of the of the 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering, EPE 2016, October 20-22, 2016, Iasi, Romania*, 6 str. [COBISS.SI-ID 29938727]
7. Aleksander Matavž, Raluca-Camelia Frunză, Aljaž Drnovšek, Barbara Malič, Vid Bobnar, "Inkjet printing of thin metal-oxide structures from sol-gel-precursor inks", V: *2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Application of Polar Dielectrics, (ISAF/ECAPD/PFM), 21-25 August 2016 Darmstadt, Germany*. [COBISS.SI-ID 29820967]
8. Antonio Petošić, Marko Horvat, Marko Budimir, Nikola Pavlović, Tadej Rojac, Barbara Malič, Silvo Drnovšek, "Electromechanical characterization of piezoceramic elements around resonance frequencies at high excitation levels and different thermodynamic conditions", V: *2016 Joint IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics, European Conference on Application of Polar Dielectrics, (ISAF/ECAPD/PFM), 21-25 August 2016 Darmstadt, Germany*, 4 str. [COBISS.SI-ID 29700903]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Klemen Bohinc, Mojca Jevšnik, Rok Fink, Goran Dražić, Peter Raspot, "Surface characteristics dictate microbial adhesion ability", V: *Biological and pharmaceutical applications of nanomaterials*, Polina Prokopovich, ur., Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis, 2016, str. 193-213. [COBISS.SI-ID 4880235]
2. Angelja Kjara Surca, Boris Orel, Goran Dražić, Philippe Colombar, "Vibrational spectroscopy and analytical electron microscopy studies of Fe-V-O and In-V-O thin films", V: *Nanostructured materials*, Heinrich Hofmann, ur., Wien, New York, Springer, cop. 2002, str. 153-172. [COBISS.SI-ID 6047514]
3. Gregor Trefalt, Bosiljka Tadić, Barbara Malič, "Modeling of colloidal suspensions for the synthesis of the ferroelectric oxides with complex chemical composition", V: *Nanoscale ferroelectrics and multiferroics: key processing and characterization issues, and nanoscale effects. Vol. I and II*, Miguel Algueró, J. Martí Gregg, ur., Liliana Mitoseriu, ur., New York, Wiley, 2016, str. 100-117. [COBISS.SI-ID 29453351]

DRUGO UČNO GRADIVO

1. Tadej Rojac, *Mechanochemistry: history, definitions and applications*, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šole Jožefa Stefana, apr. 2016. [COBISS.SI-ID 29416743]
2. Tadej Rojac, *Piezoelectric materials: principles and applications*, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola, 2016. [COBISS.SI-ID 30092583]

PATENTNA PRIJAVA

1. Irena Ramšak, Marija Razpotnik, Katja Makovšek, Danjela Kuščer, Silvo Drnovšek, Janez Holc, *Stearite ceramics with improved electrocal properties and a method for the production thereof*, WO2016093771 (A1), European Patent Office, 16. 06. 2016. [COBISS.SI-ID 28229159]
2. Barbara Malič, Hana Uršič, Marija Kosec, Silvo Drnovšek, Jena Cilenšek, Zdravko Kutnjak, Brigit Rožič, Uroš Flisar, Andrej Kitancski, Marko Ožbolt, Uroš Plaznik, Alojz Poredaš, Urban Tomc, Jaka Tušek, *Method for electrocaloric energy conversion*, US2016187034 (A1), US Patent Office, 30. 06. 2016. [COBISS.SI-ID 29642791]
3. Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič, *Photocatalytic reactor*, WO2016034253 (A1), WIPO International Bureau, 10. 03. 2016. [COBISS.SI-ID 28389159]

PATENT

1. Luka Suhadolnik, Matic Krivec, Miran Čeh, Kristina Žagar, Goran Dražič, *REAKTOR*, SI24802 (A), Urad RS za intelektualno lastnino, 31. 03. 2016. [COBISS.SI-ID 28389159]

MENTORSTVO

1. Tina Bakarič, *Príprava porozne keramike $Pb(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O_3$ z načrtovanou mikrostruktúrou in oblikovanie debelih plasti z brizgalnim tiskanjem*: doktorska disertácia, Ljubljana, 2016 (mentor Danjela Kuščer Hrovatin; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 284326400]

2. Jovana M. Ćirković, *Strukturna i dielektrična karakterizacija barijum-stroncijum-titanata sintetisanog hidrotermalno potpomognutim modifikovanim Pećinjevim postupkom*: doktorska disertacija, Beograd, 2016 (mentor Katarina Vojisavljević; somentor Nikola Cvjetićanin). [COBISS.SI-ID 29387303]
3. Jitka Hreščák, *Sinteza in karakterizacija nedopirane in s stroncijem dopirane keramike na osnovi kalijevega natrijevega niobata*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Andreja Benčan Golob; somentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 29949991]
4. Evgenija Khomyakova, *Integracija debelih plasti bizmutovega ferita na keramične in kovinske podlage z metodo sitotiska*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Andreja Benčan Golob; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 287708160]
5. Tanja Pečnik, *Mikrostruktura in dielektrične lastnosti tankih plasti ($Ba,Sr)TiO_3$, pripravljenih s sintezo v raztopini*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 30138663]
6. Marko Vrabelj, *Raziskave elektrokaloričnega pojava v polikristaliničnem relaksorskem feroelektriku $0.9Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - 0.1PbTiO_3$* : doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Barbara Malič). [COBISS.SI-ID 30138919]
7. Maja Makarovič, *Sinteza, strukturna ter funkcionalna karakterizacija feroelektričnih trdnih raztopin na osnovi bizmutovega ferita*: magistrsko delo, Ljubljana, 2016 (mentor Tadej Rojac; somentor Andreja Benčan Golob). [COBISS.SI-ID 29933863]
8. Tomaz Kos, *Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Gregor Klančar; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 11627860]