

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1278

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0105
Naslov programa	Elektronska keramika, nano-, 2D in 3D strukture
Vodja programa	2627 Marija Kosec
Obseg raziskovalnih ur	54.400
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	106 Institut "Jožef Stefan"

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Raziskovalni program: Elektronska keramika, nano-, 2D in 3D strukture izvaja Odsek za elektronsko keramiko, Institut Jožef Stefan. Odsek se ukvarja z raziskavami ter sodeluje pri razvojnih projektih in izobraževanju na področju sinteze, lastnosti in uporabe materialov za elektroniko. V skladu s programom dela programske skupine je bil poudarek raziskav na kreiranju lastnosti s sintezo in strukturo na nano, mikro in makro nivoju. Med materiali, ki smo jih raziskovali, so bili pretežno feroelektrički, relaksorji in prevodni oksidi. Sistematično smo se ukvarjali s sintezo nano-delcev s kompleksno kemijsko sestavo, tankih plasti iz raztopin in 3-D struktur s tiskanjem. Raziskovali smo elemente in tehnologije za pripravo debeloplastnih senzorjev pritiska ter kompleksnih keramičnih elektromehanskih struktur (MEMS). Sestavni del raziskav je bil tudi študij faznih diagramov. Posebno pozornost smo posvečali ekološko sprejemljivim materialom in procesom. Raziskovalni program je predstavljal osnovo za realizacijo vrste nacionalnih in mednarodnih projektov, direktnih pogodb z industrijskimi partnerji, ter izobraževanje na različnih nivojih (dodiplomski in podiplomski študij, posveti in seminarji za industrijske partnerje).

Piezoelektrički, ki ne vsebujejo svinca na osnovi alkalijskih niobatov, prispevek k razumevanju sinteze in sinteza $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ (KNN) in KNN, modificiranega z $LiTaO_3$. Raziskave mehanizmov sinteze v modelnih sistemih: Na_2CO_3/Nb_2O_5 , K_2CO_3/Nb_2O_5 in $Na_2CO_3 + K_2CO_3/Nb_2O_5$ z difuzijskimi členi, identifikacija faz, ki pri tem nastanejo, določitev difuzijskih konstant in ugotovitev, da hitrost difuzije kontrolira počasnejši K^+ (B. Malič, J. Am. Ceram. Soc., 2008), natančna mikrostrukturna analiza KNN keramike (B. Jenko, Microsc. Microanal., 2005), mehanizem kontrole rasti zrn z dodatkom nano delcev ZrO_2 (B. Malič, J. Eur. Ceram. Soc., 2008), vpliv donorskih dopantov na sintranje, mikrostrukturo in izboljšane funkcijske lastnosti KNN (B. Malič, J. Eur. Ceram. Soc., 2005).

Nova skupina relaksorjev, ki ne vsebujejo svinca temelji na sestavi $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ -

SrTiO₃ (KNN-STO): načrtovanje- sinteza- lastnosti. Sistem kaže čiste relaksorske lastnosti.

(M.Kosec, J. Mater. Res., 2004, V. Bobnar, Appl. Phys. Lett., 2004, V. Bobnar, J. Appl. Phys., 2005). Eno od sestav smo pripravili v transparentni obliki. To je prvi in edini elektrooptični keramični material, ki ne vsebuje svinca, ostali namreč vsi vsebujejo svinec, kot (Pb,La)(Zr,Ti)O₃ (PLTZ) (J. Kroupa, J. Phys. D, Appl. Phys., 2005).

Priprava monokristalov KNN in KNN, modificiranega z LiTaO₃, z novo metodo priprave monokristalov, ki temelji na pretirani rasti zrn v keramičnih materialih (Solid State Crystal Growth - SSCG), maksimalne velikosti kocke z robom 4 mm, mehanizem rasti, vloga tekoče faze na osnovi K₄CuNb₈O₂₃. Prvi primer monokristalov piezoelektrikov kompleksne sestave brez svinca (J. G. Fisher, J. Cryst. Growth, 2007, J. G. Fisher, J. Eur. Ceram. Soc., 2007, J. G. Fisher, *ibid*, 2008).

Raziskave La-rutenatov

Lastnosti nove spojine v sistemu La₂O₃-RuO₂ (A. Benčan, J. Eur. Ceram. Soc., 2005), valenčno stanje rutenija (I. Arčon, X-ray Spectrom., 2007).

Raziskali smo povezavo med **hidrofilnostjo** (omakalnim kotom) in razmerjem Ti³⁺/Ti⁴⁺ na površini keramike **TiO₂**. (D. Kuščer, J. Eur. Ceram. Soc., 2008).

Raziskovali smo tudi **fizikalne lastnosti sistema (Pb,La)(Zr,Ti)O₃ (PLTZ)**, (E. Buixaredas, J. Appl. Phys., 2007, E. Buixaredas, Appl. Phys. Lett., 2007, D. Kuščer, J. Eur. Ceram. Soc., 2007).

Sinteza nano delcev iz raztopin, kontrola kemijske homogenosti in morfologije delcev s pogoji sinteze v PbTiO₃ in PbZrO₃ ter njune trdne raztopine v molskem razmerju 50/50, raziskave kemijske homogenosti v PbZrO₃ z EXAFS spektroskopijo v različnih fazah sinteze, identifikacija segregacije cirkonija (E.D. Ion, J. Eur. Ceram. Soc., 2007, E.D. Ion, J. Sol-gel Sci. & Tech., 2008). Sinteza ter mehanizem sinteze neaglomeriranih nano delcev La₂Zr₂O₇, kot primer sinteze, kjer v raztopini ne pride do reakcij med komponentami. Načrtovano spojino dobimo s sintezo v trdnem stanju. Dobra porazdelitev reaktantov na nanometriškem nivoju omogoča, da klasična sinteza v trdnem stanju poteka pri nižji temperaturi. K ugodni morfologiji delcev pripomore specifična reakcija oksidacije organskih skupin z nitrati, podobno kot pri sežigalni sintezi (E. D. Ion, J. Sol-gel Sci. & Tech., 2007).

Nov pristop k razumevanju **sinteze z visokoenergijskim mletjem**.

Prvi primer sinteze nano-delcev NaNbO₃ iz Na₂CO₃ in Nb₂O₅ (T. Rojac, Mater. Res. Bull., 2005), modeliranje procesa, energetska bilanca mletja, konstrukcija mlevnega diagrama, kot osnova načrtovanja eksperimentalnega dela (T. Rojac, J. Eur. Ceram. Soc., 2006), identifikacija vmesnega karbonatnega kompleksa (T. Rojac, Solid State Ion., 2006), dokaz za mehanizem nastajanja faze NaNbO₃ z nukleacijo in rastjo, indikacija kvazi faznega ravnotežja (T. Rojac, *sprejeto v J. Am. Ceram. Soc.*).

Raziskave kinetike mehanizma sinteze Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃ (PMN) in 0.65 Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃ - 0.35 PbTiO₃ (0.65PMN -0.35PT) z visokoenergijskim mletjem. Kvantitativna rentgenska analiza prahov po različnih časih mletja je pokazala, da perovskitna faza nastaja neposredno iz amorfnih (D. Kuščer, J. Am. Ceram. Soc., 2006, D. Kuščer, *ibid*, 2007).

Priprava keramike iz prahov, sintetiziranih z visokoenergijskim mletjem

Prahovi so kemijsko homogeni, sestavljeni iz kristalitov nanometriške velikosti in niso aglomerirani, kar se je najbolje potrdilo pri pripravi keramike in debelih plasti. S primerno izbranimi pogoji sintranja je možno pripraviti keramiko z različno velikim zrnji, tudi nanometriške velikosti, kar je omogočilo fundamentalni študij odvisnosti funkcijskih in strukturnih lastnosti od velikosti zrn keramike (size effect). (M. Alguero, J. Eur. Ceram. Soc., 2004, M. Alguero, Acta Mater., 2006, R. Jimenez, Phys. Rev., B Condens. Matter Mater. Phys., 2006, J. Carreaud, Appl. Phys. Lett., 2006, M. Alguero, *ibid* 2007).

Izkoriščajoč prednosti, kot so velika kemijska homogenost in nanometriška velikost delcev, ki so rezultat pravilno vodene mehanokemijske sinteze, smo sintetizirali prahove, nato pa pripravili magnetoelektrično keramiko PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O₃ (PFN) (R. Blinc, Ferroelectrics, 2007, R. Blinc, J. Appl. Phys., 2007) in 0.8 Pb(Fe_{1/2}Nb_{1/2})O₃-0.2 Pb(Mg_{1/2}W_{1/2})O₃ (PFN-PMW), ki je magnetoelektrični relaksor (A. Levstik, Appl. Phys. Lett., 2007).

Lastnosti prahov omogočajo integracijo materialov v debeloplastne strukture pri nizkih temperaturah, na primer pri 950°C, kar ima veliko uporabno vrednost za keramične MEMS strukture (M.Kosec, J. Eur. Ceram. Soc., 2007).

Prispevek k razumevanju sinteze tankih plasti iz raztopin. Zasledovanje kemijske (ne-) homogenosti v različnih stopnjah priprave Pb(Zr,Ti)O₃ (**PZT**), ki se pojavi že pri sintezi tekočega prekursorja, vpliv na lastnosti plasti in rešitev problema (B. Malič, J. Eur. Ceram. Soc., 2005, I. Arčon, Phys. Scr., 2005, B. Malič, J. Appl. Phys., 2007), kreiranje orientacije,

mikrostrukture in lastnosti plasti $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ (PZT 30/70) s kemijsko sestavo prekursorja in toplotno obdelavo, kar omogoča kristalizacijo plasti pri izjemno nizki temperaturi 400°C (B. Malič, Acta Chim. Slov., 2005, M. Mandeljc, Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 2006). Pripravili smo plasti PZT na oksidni elektrodi (A. Benčan, Scanning 2007).

Sinteza $\text{Ba}_{0.3}\text{Sr}_{0.7}\text{TiO}_3$ (BST) tankih plasti in priprava planarnih tankoplastnih

kondenzatorjev na podlagah keramike Al_2O_3 , ki se po lastnostih, predvsem po napetostni nastavljivosti (= napetostna odvisnost kapacitivnosti) kosajo s plastmi, pripravljenimi s fizikalnimi postopki, uspešna funkcionalna testiranja v faznih sukalnikih (B. Malič, J. Eur. Ceram. Soc., 2007, B. Malič, Integr. Ferroelectr., 2007).

Fundamentalni problemi pri integraciji in zmanjševanju dimenzij feroelektričnih debelih plasti

Primerjava in razlaga lastnosti PZT na inertnem modelnem nosilcu Al_2O_3 in reaktivni podlagi LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) (H. Uršič, J. Electroceramics, 2008, H. Uršič, J. Eur. Ceram. Soc., 2008), uspešna blokada reakcij PZT na LTCC z zaporno plastjo Al_2O_3 (M. Hrovat, J. Eur. Ceram. Soc., 2006), visoko učinkovit bimorfni aktuator PMN-PT (H. Uršič, Sens. Actuators, B, Chem., 2008).

Uporaba feroelektričnih debelih plasti pri visokofrekvenčnem integriranem ultrazvočnem pretvorniku za uporabo v medicinski diagnostiki. Feroelektrične debele plasti smo uspešno integrirali na porozne keramične nosilce, ki smo jih prav tako pripravili v našem laboratoriju, ter tako močno poenostavili njihovo izdelavo. Ti elementi so služili za izdelavo novih integriranih medicinskih UZ pretvornikov. Rezultati kompleksnih meritev so pokazali njihovo potencialno uporabnost (P. Marechal, IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, 2006, F. Levassort, Journal of Electroceramics, 2007).

Zasnova, numerično modeliranje in izdelava debeloplastnih senzorjev : Primerjava lastnosti debeloplastnih temperaturnih senzorjev na Al_2O_3 in LTCC (M. Hrovat, J. Eur. Ceram. Soc., 2005), debeloplastni PTC upori (M. Hrovat, Sens. Actuators, A Phys., 2005) NTC upori (M. Hrovat, J. Mat. Sci., 2006), numerično modeliranje piezouporovnih keramičnih senzorjev tlaka z metodo končnih elementov. Modeli so bili uspešno preverjeni. (M. Santo Zarnik, IEEE Trans. Compon. Packg. Technol., 2004, M. Santo Zarnik, Sens. Actuators, A Phys., 2004, M. Santo Zarnik, Sens. Mater., 2006, Microelectron. Reliab., 2007).

Zasnova, numerično modeliranje in izdelava piezo MEMS: debeloplastni PZT aktuatorji kot osnova za resonančne senzorje pritiska (D. Belavič, Int. J. Appl. Ceramics Tech., 2006). Posebno zahtevno je bilo določiti elastične, piezoelektrične in dielektrične konstante na realnih vzorcih - piezoelektričnih plasteh. Te smo potem uporabljali pri numeričnem modeliranju piezoelektričnih membran kot elementov piezoelektričnega resonančnega senzorja tlaka. (M. Santo Zarnik, Sens. Actuators, A Phys., 2007).

Raziskali smo tudi nekatere **fazne diagrame** materialov, ki so pomembni v debeloplastni tehnologiji: Al_2O_3 - CeO_2 - PbO , Al_2O_3 - CeO_2 - RuO_2 (M. Hrovat, Mater. Res. Bull., 2004), PbO - TiO_2 - SiO_2 (M. Hrovat, J. Mat. Res., 2006), RuO_2 - PbO - SiO_2 (M. Hrovat, Mater. Lett., 2006).

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Zastavljeni cilji so bili v celoti realizirani.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Program je bil realiziran v skladu s predlogom.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Razumevanje sinteze in sinteza piezokeramike na osnovi alkalijskih niobatov z izboljšanimi lastnostmi
		ANG	Understanding of synthesis and synthesis of piezoceramics based on alkaline niobates with improved functional properties
			Keramični materiali na osnovi alkalijskih niobatov predstavljajo trenutno najbolj obetavno okolju prijazno skupino piezoelektrikov, ki ne vsebujejo svinca. Mehanizem sinteze KNN je bil popolnoma neraziskan. Odločili smo se za

	Opis	SLO	študij modelnih sistemov Na ₂ CO ₃ /Nb ₂ O ₅ , K ₂ CO ₃ /Nb ₂ O ₅ in Na ₂ CO ₃ + K ₂ CO ₃ /Nb ₂ O ₅ z difuzijskimi členi. Identificirali smo faze, ki pri tem nastanejo, določili difuzijske konstante in ugotovili, da hitrost difuzije kontrolirajo počasnejši K ⁺ ioni (1). K razumevanju sinteze je bistveno pripomogla tudi natančna mikrostrukturalna analiza keramike KNN (2).
		ANG	Alkaline niobate-based ceramics are presently among the most promising environment firendly candidates to replace lead based one. The mechanism of solid state synthesis of KNN has not been studied previously. We performed a diffusion-couples study of the model systems: Na ₂ CO ₃ /Nb ₂ O ₅ , K ₂ CO ₃ /Nb ₂ O ₅ and (Na ₂ CO ₃ + K ₂ CO ₃)/Nb ₂ O ₅ . We identified the phases formed by interface reactions, determined diffusion coefficients and established that potassium ions were the rate limiting species. (1) A detailed microstructural analysis of KNN ceramics contributed to a better understanding of the synthesis. (2)
	Objavljeno v		(1) MALIČ, Barbara, JENKO, Darja, HOLC, Janez, HROVAT, Marko, KOSEC, Marija. Synthesis of sodium potassium niobate : a diffusion couples study. J. Am. Ceram. Soc., 2008, 7 str. [COBISS.SI-ID 21602343] JCR IF (2006): 1.396, SE (3/26), materials science, ceramics, x: 0.623 (2) JENKO, Darja, BENČAN, Andreja, MALIČ, Barbara, HOLC, Janez, KOSEC, Marija. Microsc. microanal. 2005, vol. 11, str. 572-580. [COBISS.SI-ID 19545895] JCR IF (2004): 2.389, SE (3/9), microscopy
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		21602343
2.	Naslov	SLO	Priprava monokristalov piezoelektikov na osnovi alkalijskih niobatov
		ANG	Piezoelectric alkaline niobate single crystals by solid state growth
	Opis	SLO	Z namenom doseči maksimalne karakteristike materialov so se tudi na področju piezoelektrikov intenzivirale raziskave priprave monokristalov. Z novo metodo rasti monokristalov, ki temelji na pretirani rasti zrn v keramičnih matricah (Solid State Crystal Growth - SSCG) smo edini do sedaj pripravili monokristale piezoelektikov, ki ne vsebujejo svinca (KNN in KNN, ki je dopiran z LiTaO ₃). Rezultati so zbrani v treh publikacijah, navajamo le zadnjo, kjer sta tudi preostali dve citirani.
		ANG	Research of methods of growth of piezoelectric single crystals has been stimulated by the their high functional properties. By exploiting a new method of single crystal growth, based on the exaggerated grain growth in ceramic matrices (Solid State Crystal Growth - SSCG) we were the first to prepare single crystals of lead-free piezoelectrics KNN and LiTaO ₃ -modified KNN. Results of the research have been presented in three papers. We cite only the last one, which also contains references of our earlier works.
	Objavljeno v		FISHER, John Gerard, BENČAN, Andreja, GODNJAVEC, Jerneja, KOSEC, Marija. Growth behaviour of potassium sodium niobate single crystals grown by solid-state crystal growth using K ₄ CuNb ₈ O ₂₃ as a sintering aid. J. Eur. Ceram. Soc.. [Print ed.], 2008, vol. 28, no. 8, str. 1657-1663. [COBISS.SI-ID 21571111] JCR IF (2006): 1.576, SE (2/26), materials science, ceramics, x: 0.623
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS.SI-ID		21571111
	Naslov	SLO	Odkritje nove skupine relaksorjev, ki ne vsebujejo svinca
		ANG	A new group of lead-free relaxors
	Opis	SLO	Na osnovi strukturnih razlogov za relaksorsko obnašanje keramičnih materialov smo predpostavili, da bi z dvojno zamenjavo kationov s kompenzirajočo valenco v feroelektriku K _{0.5} Na _{0.5} NbO ₃ (KNN) dosegli lokalno fluktuacijo naboja, kar bi privedlo do pojava relaksorskih lastnosti. Model deluje idealno. Zamenjava alkalij s stroncijem in niobija z ekvivalentno količina titana v koncentracijskem območju 10-33 at% privede do materialov s čistim relaksorskim obnašanjem, ki jih je z ustrezno sintezo mogoče pripraviti v transparentni obliki (prvi primer transparentne EO keramike brez svinca).
			Based on the structural conditions for relaxor behavior of ceramic materials we proposed that by exchange of both A- and B-site ions with cations with

		ANG	compensating oxidation states in perovskite ferroelectric $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$ (KNN) we could achieve local charge fluctuations and consequently relaxor behavior. The model worked. The exchange of alkali ions with strontium, and niobium with titanium ions, in the range between 10 and 33 at. % resulted in materials with pure relaxor behavior. The ceramics is prepared in transparent form. KNN-SrTiO ₃ ceramics are the first transparent lead-free relaxors.
	Objavljeno v		KOSEC, Marija, BOBNAR, Vid, HROVAT, Marko, BERNARD, Janez, MALIČ, Barbara, HOLC, Janez. New lead-free relaxors based on the $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3\text{-SrTiO}_3$ solid solution. J. mater. res., 2004, vol. 19, str. 1849-1854. [COBISS.SI-ID 18252071] JCR IF: 1.912, SE (32/177), materials science, multidisciplinary, x: 1.375
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		18252071
4.	Naslov	SLO	Kemijska homogenost tankih plasti $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT), pripravljenih iz raztopin
		ANG	Chemical homogeneity of $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT) thin films prepared by Chemical Solution Deposition
	Opis	SLO	Kot prvi smo pokazali, da je eden od ključnih faktorjev, ki vpliva na funkcijske lastnosti tankih plasti kemijska homogenost, izvirajoč iz različne kemijske reaktivnosti izhodnih spojin. Kemijsko homogenost, predvsem porazdelitev cirkonija, v različnih stopnjah priprave plasti smo zasledovali z rentgensko absorpcijsko spektroskopijo (EXAFS). S selektivno modifikacijo cirkonijevega alkoksida nam je uspelo zmanjšati njegovo reaktivnost, preprečiti kopičenje cirkonija v solu, povečati kemijsko homogenost in pripraviti plasti PZT z odličnimi lastnostmi pri nižji temperaturi kristalizacije.
		ANG	We were the first to show that chemical homogeneity, of PZT films stemming from different reactivities of individual reagents, influences the functional properties of the films. We traced chemical homogeneity, specifically the local environment of Zr-atoms in the sols and amorphous films by EXAFS spectroscopy. By selective chemical modification of Zr-alkoxide we decreased its reactivity, consequently we reduced its segregation in the PZT sol. We prepared PZT films with excellent ferroelectric properties at lower temperatures of crystallization in comparison to unmodified PZT films.
	Objavljeno v		MALIČ, Barbara, ARČON, Iztok, KODRE, Alojz, KOSEC, Marija. Homogeneity of $\text{Pb}(\text{Zr, Ti})\text{O}_3$ thin films by chemical solution deposition : extended x-ray absorption fine structure spectroscopy study of zirconium local environment. J. appl. physi., 2006, 100, str. 051612-051612-8. [COBISS.SI-ID 1946212] JCR IF (2005): 2.498, SE (12/83), physics, applied, x: 1.645
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		1946212
5.	Naslov	SLO	Mehanokemijska sinteza keramičnih materialov
		ANG	Mechanochemical synthesis of ceramic materials
	Opis	SLO	Visokoenergijsko mletje ali mehanokemijska sinteza predstavlja eno izmed obetavnih poti sinteze keramičnih prahov tudi nanometrskih velikosti. V literaturi obstaja izredno malo podatkov o mehanizmih teh reakcij. Za sintezo NaNbO_3 je potrebna kumulativna kinetična energija, ki je neodvisna od energije in frekvence trkov. Prvič smo pokazali, da je matematični model, in s tem mlevni diagrami, ki so jih prvotno razvili za kovinske sisteme, možno uporabiti pri mehanokemijski sintezi oksidov.
		ANG	High-energy milling or mechanochemical synthesis of ceramic powders is one of the promising synthetic routes of nanometre-sized ceramic powders. There is only a limited number of studies available on the mechanism of reactions, which are triggered by high-energy impacts in the mill. A cumulative kinetic energy, independent of the energy and frequency of impacts, is needed for the synthesis of NaNbO_3 . We were the first to show that the mathematical model and the milling maps, originally developed for metallic systems, could be applied to oxides.
	Objavljeno v		ROJAC, Tadej, KOSEC, Marija, MALIČ, Barbara, HOLC, Janez. The application of a milling map in the mechanochemical synthesis of ceramic oxides. J. Eur. Ceram. Soc.. [Print ed.], 2006, vol. 26, str. 3711-3716. [COBISS.SI-ID 20282919]

	JCR IF (2005): 1.567, SE (2/28), materials science, ceramics, x: 0.517
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	20282919

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Organizacija mednarodne konference, predsedovanje programskemu odboru, uredništvo zbornika mednarodne konference
		ANG	Organisation of an international conference, chairing the programme committee, editing proceedings of an international conference
	Opis	SLO	Četrty evropski simpozij o mikroelektroniki in montaži elektronskih vezij EMPS-2006 (22. 5 do 24. 5. 2006) in satelitska delavnica "Feroelektrične tanke in debele plasti, priprava in njihova uporaba v mikroelektromehanskih sistemih (MEMS)" (21. 5. 2006), Terme Čatež.
		ANG	Fourth European Microelectronics and Packaging Symposium EMPS-2006 (22. 5 - 24. 5. 2006) and satellite workshop Ferroelectric Thin and Thick Films and Their Applications in Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS) (21. 5. 2006), Terme Čatež.
	Šifra		B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v		BELAVIČ, Darko (ur.), KOSEC, Marija (ur.), ŠORLI, Iztok (ur.). EMPS 2006 - 4th European Microelectronics and Packaging Symposium with Table-Top Exhibition, May 21-24, 2006, Terme Čatež, Slovenia. Proceedings. Ljubljana: Midem, cop. 2006. XI, 410 str., ilustr. ISBN 961-91023-4-7.
	Tipologija		4.00 Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID		226550528
2.	Naslov	SLO	Gostujoča profesorica na Shizuoka University Hamamatsu
		ANG	Visiting professor at Shizuoka University Hamamatsu
	Opis	SLO	Prof. Marija Kosec je bila gostujoča profesorica na povabilo Prof. H. Suzuki-a od 22.09. -27.10.2005 na Shizuoka University, Hamamatsu, Japonska. Imela je dve vabljeni predavanji na konferencah ter 9 predavanj na najbolj znanih univerzah in raziskovalnih laboratorijih vodilnih podjetij v svetu na področju elektronskih komponent. To so Tokyo Inst. of Technology, Tokio, Shizuoka University, Hamamatsu, Panasonic Electronic Devices Co., Ltd., Osaka, TDK Corporation, Narita, Toshiba Corporation, Tokio, Honda Electronics Devices Co., Ltd., Toyohashi in Murata Manufacturing Co., Ltd., Yashu-Shi.
		ANG	Prof. Marija Kosec was, by invitation of Prof. H. Suzuki, visiting professor at Shizuoka University, Hamamatsu, Japan from 22.09. -27.10.2005. She had two invited lectures at scientific meetings and 9 lectures at the highly respected universities and research laboratories of the world-top companies of electronic components, including Tokyo Inst. of Technology, Tokio, Shizuoka University, Hamamatsu, Panasonic Electronic Devices Co., Ltd., Osaka, TDK Corporation, Narita, Toshiba Corporation, Tokio, Honda Electronics Devices Co., Ltd., Toyohashi in Murata Manufacturing Co., Ltd., Yashu-Shi.
	Šifra		B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi
	Objavljeno v		KOSEC, Marija. Lead free ferroelectric ceramics and low temperature processing of ferroelectric thin films : invited talk. Osaka, Japan: Panasonic Electronic Devices Co., Ltd., 17 Oct. 2005. [COBISS.SI-ID 19673895]
	Tipologija		3.14 Predavanje na tuji univerzi
	COBISS.SI-ID		19673895
3.	Naslov	SLO	Domače nagrade
		ANG	National awards
	Opis	SLO	Vodja programske skupine prof. dr. Marija Kosec je v letu 2006 prejela Zoisovo nagrado za vrhunske znanstvene in razvojne dosežke na področju keramičnih materialov (najvišja državna nagrada na področju znanosti).
			Head of programme group Prof. Dr. Marija Kosec received in 2006 the Zois

		ANG	award for the top scientific achievements in the field of ceramic materials. (Zois award is the highest national award for scientific achievements.)
	Šifra	E.01	Domače nagrade
	Objavljeno v	MVZT	
	Tipologija	3.11	Radijski ali TV dogodek
	COBISS.SI-ID	12213014	
4.	Naslov	SLO	Razvoj novega izdelka, Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
		ANG	Industrial development, development of a new product, development of a new technology, patent
	Opis	SLO	K rezultatom je bistveno pripomoglo delo programske skupine in slovenske industrije v EU projektih. Sodelavci programa so skupaj s sodelavci HIPOT-RR in HYB d.o.o. sodelovali v EU projektu 6.OP MINUET (NMP2-CT-2004-505657) Rezultat dela v okviru programske skupine in projekta MINUET je piezoelektrični resonančni senzor tlaka na podlagi LTCC.
		ANG	The work of the programme group and Slovenian industry in EU FP projects contributed to the results. The coworkers of the group together with the partners from HIPOT RR and HYB, d.o.o., participated in the EU 6 FP project MINUET (NMP2-CT-2004-505657). The result of the research in the frame of both programme group and MINUET is the piezoelectric resonance sensor on LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic) substrate.
	Šifra	F.04	Dvig tehnološke ravni
	Objavljeno v		HOLC, Janez, BELAVIČ, Darko, SANTO-ZARNIK, Marina, DRNOVŠEK, Silvo, HROVAT, Marko, KUŠČER, Danjela, JERLAH, Mitja, MAČEK, Srečo, MALIČ, Barbara, BERNARD, Janez, KOSEC, Marija, CILENŠEK, Jena, PAVLIN, Marko, VUKADINOVIČ, Mišo. Miniaturised ultrasonic, engineered-structure and LTCC-based devices for acoustics, fluidics, optics and robotics : periodic progress report, (MINUET). 2006. [COBISS.SI-ID 20441127] (IJS DP, confidential)
	Tipologija	2.13	Elaborat, predštudija, študija
	COBISS.SI-ID	20441127	
5.	Naslov	SLO	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom
		ANG	Transfer of new knowledge to direct users
	Opis	SLO	Člani programa veliko dela vlagajo v posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom in drugim, ki jih to zanima. Vodja programske skupine Marija Kosec je bila vodja Centra odličnosti »Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij«, ki je bil ustanovljen leta 2004 in v kateram sodeluje 10 podjetij. Sodelavci programske skupine so aktivni člani Tehnološkega centra SEMTO – »Sklopi, elementi, materiali, tehnologije, oprema«. Organizirali so več posvetov.
		ANG	Members of the programme group strongly contributed to the transfer of new knowledge to direct users and other interested persons or groups. Head of the programme group, Marija Kosec, is also head of Centre of excellence Materials for electronics of new generation and other emerging technologies, established in 2004 in which participate 10 industrial partners. Members of the programme group are active in Technology centre SEMTO - Technology centre for circuits, components, materials, technologies and equipment for electrotechnics. They organised several Workshops and conferences.
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v		(1) MALIČ, Barbara (ed.), BELAVIČ, Darko (ed.), ŠORLI, Iztok (ed.). 41th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Green electronics, September, 14. - September 16. 2005, Ribno, Slovenia. Proceedings. Ljubljana: MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2005. X, 372 pp., ISBN 961-91023-3-9. [COBISS.SI-ID 222011136]
	Tipologija	4.00	Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID	222011136	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

V program so vključene raziskave novih materialov ali materialov z izboljšanimi lastnostmi. Konkretno so to piezoelektriki in napetostno nastavljivi feroelektriki, posebej taki, ki ne vsebujejo svınca, ter prevodni oksidi.

Pomembni znanstveni rezultati se nanašajo na:

Razumevanje vpliva sestave in strukture na funkcijske lastnosti.

Razumevanje temeljnih problemov zmanjševanja dimenzij in integracije keramičnih materialov: primerjava lastnosti volumenske keramike, debelih in tankih plasti, razmejitev med intrinzičnimi in ekstrinzičnimi lastnostmi.

Prispevek k razumevanju mehanizmov nekaterih procesov, kot so mehanokemijska sinteza, priprava mono kristalov v trdnem stanju, delcev, sinteza plasti iz raztopin, možnosti sinteze pri izjemno nizki temperaturi.

Lastnosti struktur LTCC, integracija piezoelektrikov v MEMS, keramični senzorji pritiska, ultrazvočni pretvorniki

Konkretni rezultati, ki bodo bistveno vplivali na razvoj področja pa so:

Prispevek k razumevanju sinteze, mikrostrukture in lastnosti keramike na osnovi alkalijskih niobatov, odkritje nove skupine relaksorjev, ki ne vsebuje svınca, priprava prve transparentne elektrooptične keramike, ki ne vsebuje svınca, prvi primer sinteze mono kristalov piezoelektrikov, ki ne vsebujejo svınca z metodo SSCG, kvantitativni opis visoko energijskega mletja (mekanokemijska sinteza), razumevanje mehanizma sinteze ter uporaba le te pri sintezi piezoelektrikov, ki ne vsebujejo svınca in pri relaksorskih feroelektrikih.

Prispevek k razumevanju sinteze tankih plasti feroelektrikov, kar nam omogoča pripravo plasti na osnovi svinčevega titanata cirkonata pri 400oC, kar je najnižja do sedaj znana temperatura kristalizacije teh plasti, sinteza plasti na osnovi barijevega stroncijevega titanata z izjemno visoko napetostno nastavljivostjo in nizkimi dielektričnimi izgubami, priprava in demonstracija faznih sukalnikov na osnovi teh plasti.

Nove zasnove, modeliranje in izvedbe medicinskih ultrazvočnih pretvornikov in senzorjev pritiska v piezo MEMS.

ANG

The Program presents the results on research of new materials or materials with improved properties, mainly piezoelectrics and tunable ferroelectrics (i.e. with electric-field dependent permittivity) with focus on lead-free compositions and conducting oxides.

The main impact is on:

Understanding composition – structure – functional properties relationship.

Understanding of fundamental problems of decreasing the dimensions and integration of ceramic materials: comparison of properties of bulk ceramics, thick- and thin films, and composites, separation of intrinsic and extrinsic contributions.

Contribution to understanding of mechanisms of selected processes, including mechanochemical synthesis of particles, solid state single crystal growth, chemical solution deposition, synthesis at low temperature.

Better know-how of selected methods, such as electrophoretic deposition and ink-jet printing.

Properties of LTCC structures, ceramics MEMS, pressure sensors and ultrasound medical transducers.

Some specific important selected results include.

- Contribution to the synthesis, sintering and functional properties of lead free piezoelectrics based on alkaline niobates.
- Discovery of a new group of lead free relaksors
- Lead free transparent EO ceramics prepared for the first time
- First example of single crystal lead free piezoelectrics prepared by SSCG method
- modeling and quantification of high energy milling, understanding of the reaction taking place during milling and synthesis of high performing lead free piezoelectric ceramics using this methods
- Contribution to the understanding of thin film ferroelectric prepared by Chemical Solution Deposition (CSD)
- Synthesis of lead zirconate titanate (PZT) thin films by CSD at extremely low temperatures

namely 400oC

- CSD synthesis of barium strontium titanate (BST) thin films with very high tunability and low dielectric losses. Preparation of thin film BST capacitor and its integration in phase shifter.
- New design, modeling and preparation of medical ultrasound transducers and pressure sensors in piezo MEMS

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Sodimo, da je raziskovalni program pomemben za Slovenijo iz naslednjih razlogov. Skupina je nosilka raziskav in razvoja na področju specialnih keramičnih materialov, hibridne mikroelektronike in keramičnih mikro-elektro-mehanskih sistemov (C-MEMS). Rezultati raziskav so vir znanja za aplikativne in razvojne projekte. Koristili bodo proizvajalcem in uporabnikom. Skupina ima tradicionalno dobro sodelovanje z različnimi podjetji (HYB d.o.o., HIPOT-RR, d.o.o., ETI Izlake d.d., BSH Hišni aparati d.o.o., ISKRATEL, d.o.o., ISKRAEMECO, d.d.) S podjetjema HYB d.o.o. in HIPOT-RR, d.o.o., skupina sodeluje že 35 let z vsakoletnimi pogodbami na področjih debeloplastne tehnologije, hibridnih debeloplastnih vezij in senzorjev. Nekaj sodelavcev (v zadnjem obdobju trije) HIPOT-RR, d.o.o., že vseskozi dela v mešani razvojno raziskovalni skupini v okviru Odseka za elektronsko keramiko, Instituta »Jožef Stefan«. Prav sedaj teče uvajanje tehnologije LTCC za senzorje tlaka v proizvodnjo, kar je rezultat dolgoletnega razvojno - raziskovalnega dela sodelavcev HIPOT-RR, d.o.o. in sodelavcev Odseka za elektronsko keramiko, IJS. Poleg direktnih pogodb je vredno omeniti skupne nastope v projektih EU. Tako smo s podjetjem HYB d.o.o. sodelovali oz. sodelujemo v štirih projektih EU 6 OP. Eden od izdelkov, ki ga uvajajo v proizvodnjo, je resonančni senzor tlaka, katerega prototip je rezultat sodelovanja HIPOT-RR, d.o.o., HYB d.o.o., in IJS v projektu EU 6 OP MINUET.

Vodja programske skupine Marija Kosec je bila vodja Centra odličnosti »Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij«, ki je bil ustanovljen leta 2004 in v katerem je sodelovalo 10 podjetij.

Sodelavci programske skupine so aktivni člani Tehnološkega centra SEMTO – »Sklopi, elementi, materiali, tehnologije, oprema«, ki združuje podjetja iz elektroindustrije, ljubljansko in mariborsko Univerzo ter raziskovalno-razvojne skupine in obsega zlasti raziskovalno-razvojno, svetovalno, izobraževalno, informativno in promocijsko delo na področju panoge. V letu 2005 so člani programske skupine soorganizirali »Posvet o meritvah« (Ljubljana, 10.-11. 11. 2005), v letu 2006 (Ljubljana, 16-17 november) pa »Posvet o naprednih materialih« (program in abstrakti na <http://www.zavodtsemto.si/>), leta 2008 (4. - 5. junija) pa Konferenco SEMTO 2008 SENZORJI IN AKTUATORJI (predsednica Marija Kosec).

Sodelavci programske skupine so člani tehnoloških platform za področja materialov, gorivnih celic in kemije.

Sodelavci programske skupine so aktivni člani društva MIDEM in sodelujejo pri organizaciji konferenc.

Program je osnova za študij keramike na Naravoslovno-tehnični fakulteti Univerze v Ljubljani ter podiplomskega študija na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. Sodelavci so nosilci enega predmeta na dodiplomskem in šestih predmetov na podiplomskem študiju. V okviru mreže odličnosti MIND nastaja evropska asociacija PIEZOINSTITUTE. Programska skupina je ena od osmih ustanovnih članic, ki ima ključno vlogo tudi v promociji izobraževanja in pridobivanju evropskih znanstvenih nazivov. Računamo, da bomo tako pritegnili še več študentov.

Promocija države: vabljeni predavanja, organizacija Evropske konference.

ANG

We believe that our research programme is important for Slovenia for the following reasons. The research group is involved in research and development of special ceramic materials, hybrid microelectronics and ceramic micro-electro-mechanical systems (C-MEMS). The results of our research are an important source of knowledge for applied and development projects and they are useful for both producers and users. The group has traditionally good collaboration with small and medium-sized enterprises (HYB d.o.o., HIPOT-RR, d.o.o., ETI Izlake d.d., BSH Hišni aparati d.o.o., ISKRATEL, d.o.o., ISKRAEMECO, d.d.). The group has collaborated with the companies HYB d.o.o. and HIPOT-RR, d.o.o., for more than 35 years with annual contracts in the fields of thick-film technology, hybrid thick-film circuits and sensors. Some colleagues from HIPOT-RR, d.o.o. (recently three) permanently work in the mixed research and development group in the frame of Electronic ceramics department, Jožef Stefan Institute. Right now they are introducing LTCC technology for pressure sensors into production, as a result of a long-term research and development work of the two groups. Beside direct contracts it is worthwhile to mention joint participation in EU projects. Together with the company HYB we have collaborated in four 6FP projects. One of the products, which is now transferred to production, is the resonance pressure sensor. Its prototype has been developed jointly by HIPOT RR,

d.o.o., HYB, d.o.o., and JSI in the 6 FP project MINUET.
 It is important for us to initiate collaborations in new areas, such as textiles industry (Tekstina Ajdovščina) where electronics are gaining importance (smart textile).
 Head of the programme group Marija Kosec is also head of Centre of excellence Materials for electronics of next generations and other emerging technologies founded in 2004 with participation of ten companies.
 Coworkers of the group are active members of Technology centre SEMTO - centre for circuits, components, materials, technologies and equipment for electrotechnics, which includes companies from electronic industry, Universities of Ljubljana and Maribor and R&D groups and is mainly focused on research and development, advising, education, informational and promotional work in the field.
 In 2005 they co-organized Conference on measurements (»Posvet o meritvah«, Ljubljana, 10.-11. 11. 2005), and in 2006 Conference on advanced materials (»Posvet o naprednih materialih« Ljubljana, 16.-17. 11. 2006). The programmes and abstracts are available at <http://www.zavodtscemto.si/>.
 In 2008 SEMTO and Centre of excellence jointly organised Conference SEMTO 2008 Sensors and Actuators (Senzorji in aktuatorji, chair: Prof. Marija Kosec, 4.-5.-6. 2008). Members of the programme group are active in the MIDEM society and permanent members of organising and editorial committees of the international Conference on Microelectronics, Electronic Components and Materials.
 The programme is the background for study of ceramics at the Faculty for natural sciences and engineering University of Ljubljana and post-graduate study at Jožef Stefan International Postgraduate School. The coworkers are lecturers of one graduate and six post-graduate courses. European association PIEZOINSTITUTE is being established by the network of excellence MIND and the programme group is one of the eight founding members with key roles in promotion of education. We hope to attract even more students.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	1	1
- doktorati	6	4
- specializacije	4	
Skupaj:	11	5

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	3		1
- gospodarstvo	2		
- javna uprava			
- drugo	1	1	3
Skupaj:	6	1	4

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	Acta Chimica Slovenica (www.acta-chem-soc.si); Online ISSN: 1580-3155; doc. dr. Barbara Malič - članica uredniškega odbora	8/2
	Informacije MIDEM (http://www.midem-drustvo.si/); dr. Marko	112/2

2.	Hrovat, doc. dr. Barbara Malič - člana uredniškega odbora	
3.	Zbornik za 41. konferenco MIDEM (41th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Green electronics), 14. do 16. september 2005, Ribno, Slovenija	53/3
4.	Zbornik za konferenco EMPS (4th European Microelectronics and Packaging Symposium with Table-Top Exhibition), 21. do 24. maj 2006, Čatež, Slovenija	50/3
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	6
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	1
- podoktorandi iz tujine	5
- študenti, doktorandi iz tujine	12
Skupaj:	24

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

1. Projekt 5. OP EU: LEAF - Lead-free Piezoelectric Ceramics Based on Alkaline Niobates, št. pog. G5RT-CT-2001-00431
2. Projekt 5. OP EU: PIRAMID - High Sensitivity Novel Piezoceramics for Advanced Applications - Textured, Thick Films and Multilayer Structures, št. pog. G5RD-CT-2001-00456
3. Projekt 5. OP EU: POLECER- Polar Ceramics, št. pog. G5RT-CT-2001-05024
4. Projekt 5. OP EU: CERAMOS, Marie Curie Training Site - Innovative Ceramic Processing, št. pog. HPMT-CT-2001-0037
5. Projekt 5. OP EU: SICER - Center for Advanced Processing, Technologies and Materials for Ceramic Electro and Electromechanical Devices; št. pog. G1MA-CT-2002-04029
6. Projekt 6. OP EU: MINUET - Miniaturised Ultrasonic Engineered Structures and LTCC- Based Devices for Acoustics, Fluidics, Optics and Robotics, št. pog.: NMP2-CT-2004-505657
7. Projekt 6. OP EU: CELINA - Fuel Cell Application in a New Configured Aircraft; št. pog. AST4-CT-2005-516126
8. Projekt 6. OP EU: GREENROSE - Removal of Hazardous Substances in Electronics: Processes and Techniques for SMEs; št. pog. COLL-CT-2004-500225
9. Projekt 6. OP EU: RETINA - Reliable, Tunable and Inexpensive Antennas by collective fabrication processes; št. pog. AST4-CT-2005-516121
10. Projekt 6. OP EU: MIND - Multifunctional & Integrated Piezoelectric Devices; št. pog. NMP3-CT-2005-515757
11. Projekt 6. OP EU: IMMEDIATE - Inexpensive, High-Performance, Lead-Free Piezoelectric Crystals and Their Applications in Transducers for Ultrasonic Medical Diagnostic and Industrial Tools and Equipments; št. pog. COOP-CT-20005-017569
12. Projekt 6. OP EU: MULTICERAL - Multifunctional Ceramic Layers with high electromagnetoelastic coupling in complex geometries, št. pog. NMP3-CT-2006-032616
13. Projekt 6. OP EU: MULTIFLEXIOXIDES - Multicomponent Oxides for Flexible and Transport Electronics, št. pog. NMP3-CT-032231

14. Projekt 6. OP EU: CAMELIA - Monolithic above IC Ultra High Value Capacitors for Mobile and Wireless Communication Systems
15. Projekt 7. OP EU: MICROFLEX - Production Technologies and equipment for micro-manufacturing, št. pog. NMP2-LA-2008-211335
16. Projekt 7. OP EU: HIPERACT - Novel Technology for High-PERformance piezoelectric Actuators, projekt, št. pog. CP-IP-212394
17. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Poljsko: Raziskave materialov in konstrukcij za keramične mezo-elektromehanske sisteme, BI-PL/03-04-013
18. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Romunijo: Elektromagnetni, elektromehanski in termični vidiki pri konstrukciji hibridnih elektronskih podsistemov - EETAC, SLO-ROM/2/2003-2004-04
19. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Rusijo: Struktura in električne lastnosti PZT keramike in nanoskupkov na osnovi bizmuta, BI-RU/03-04-014
20. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Francijo: Sinteza in strukturna ter električna karakterizacija lantanovih rutenatov, SLO-FR/03-001
21. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Srbijo in Črno Goro: Novi postopki sinteze elektronske keramike, BI-SC/01-05-025
22. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Srbijo in Črno Goro: Reakcije in fazna ravnovesja v oksidnih in neoksidnih sistemih, BI-SC/04-02-022
23. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Kitajsko: Priprava in lastnosti elektronske keramike, BI-CN/06-07/01
24. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Kitajsko: Procesiranje, struktura in lastnosti elektronske keramike, BI-CN/07-09-005
25. Dvostranski znanstveno-raziskovalni projekt med Slovenijo in Poljsko: Nove možnosti oblikovanja 3D struktur s keramiko z nizko temperaturo žganja (LTCC), BI-PL/08-09-011
26. COST 528 - Priprava tankih plasti iz raztopin
27. COST 539 - Elektronska keramika iz nanoprahov sintetiziranih z inovativnimi metodami

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

1. Projekt RR Center odličnosti "Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij"
2. Projekt RR Center odličnosti "Nanoznanosti in nanotehnologije", sodelava pri projektu Nanostrukturirane površine in mejne plasti
3. Projekt EZPLATE - Switchable Surfaces for Use in Truly Processless (Wet) Offset Printing Plates; št. pog. CONF. 03265, naročnik: EZPLATE, AGFA-GEVAERT N. V., Belgija
4. Projekt TREIBACHER - Izdelava prahu cerjevega aluminata, naročnik: Treibacher Industrie AG, Avstrija
5. Projekt KeraPro - Keramični procesor za razklop goriva in čiščenje izhodnih plinov, naročnik: Ministrstvo za obrambo RS, št. pogodbe: 631-48/2007-78
6. Projekt CRP - Sistem gorivnih celic kot pomožni vir energije za zagotavljanje avtonomnosti vojaških vozil (podprojekt: Pomožni napajalni sistemi na podlagi gorivnih celic)
7. Projekt CRP - Raziskave in razvoj piezoelektričnih mikroelektromehanskih sistemov za detekcijo gibalnih veličin na osnovi tankih plasti Pb(Zr, Ti)O₃ na siliciju
8. Strokovno usposabljanje kadrov, naročnik: HYB d.o.o., Šentjernej, št. pog.: U1-BL-K5-177/03
9. Projekt KeraPro - Keramični procesor za razklop goriva in čiščenje izhodnih plinov, naročnik: Ministrstvo za obrambo RS, št. pogodbe: 631-48/2007-78
10. Hibridni mikro elektromehanski sistemi, naročnik: HYB d.o.o., Šentjernej, št. pog.: HM-HYB-IJS/ 2004
11. Hibridni mikro elektromehanski sistemi, naročnik: HIPOT-RR, d.o.o., Šentjernej, št. pog.: HM-HRR-K5/2004
12. Kapacitivni keramični senzor tlaka, naročnik: HYB d.o.o., Šentjernej, št. pogodbe: KST-HYB-IJS/2005
13. Kapacitivni keramični senzor tlaka, naročnik: HIPOT-RR, d.o.o., Šentjernej, št. pogodbe: KST-HRR-K5-2006
14. Miniaturni keramični senzorji nizkih tlakov, naročnik HYB d.o.o., Šentjernej, št. pogodbe: U1-BL-K5-84/07

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

1. Sodelovanje s slovenskimi gospodarskimi organizacijami: HYB d.o.o. (35-letno pogodbeno sodelovanje),

HIPOT-RR d.o.o. ,
ETI Izlake d.d. (doktorantka iz industrije),
BSH Hišni aparati d.o.o. (doktorand iz industrije)

2. Tehnološke platforme na področju

-gorivnih celic (<http://www.sihfc.si/prikazi.asp?vsebina=predstavitev%2Fpredstavitev.asp>),
-naprednih materialov in tehnologije - NaMat (<http://www.namat.si/>)
-kemije: Slovenska kemija - SI-Chem (<http://atom.uni-mb.si/si-kem/index.html>)

3. Sodelovanje z Zavodom TC SEMTO

Sodelavci programske skupine so aktivni člani Tehnološkega centra SEMTO - "Sklopi, elementi, materiali, tehnologije, oprema", ki združuje podjetja iz elektroindustrije, obe univerzi ter raziskovalno-razvojne skupine in obsega zlasti raziskovalno-razvojno, svetovalno, izobraževalno, informativno in promocijsko delo na področju panoge. V letu 2005 so člani programske skupine soorganizirali "Posvet o meritvah" (Ljubljana, 10.-11. 11. 2005) v letu 2006 (Ljubljana, 16.-17. november) pa "Posvet o naprednih materialih" (program in abstrakti na <http://www.zavodtcsemto.si/>), v letu 2007 pa so skupaj s CO odličnosti organizirali konferenco SEMTO 2008 SENZORJI IN AKTUATORJI, (predsednica Marija Kosec).

4. Obrtna zbornica (predavanja, obiski, Obrtni sejem)

ŠKRLEC, Janez, JEZERNIK, Karel, LENARČIČ, Jadran, ŽMITEK, Janko, KOSEC, Marija, REMŠKAR, Maja, KRAMBERGER, Iztok. Obrt in podjetništvo pred izzivi novih časov : znanost in razvoj v službi obrti in podjetništva. Obrtnik, jun. 2007, letn. 36, št. 6, str. 17. [COBISS.SI-ID 12039702]

KOSEC, Marija. Predstavitev novih tehnologij in materialov in uporaba v gospodarstvu : srečanje Gospodarstvo in znanost, Dnevi obrti in podjetništva, 1.6.2007, Portorož, Slovenija. 2007. [COBISS.SI-ID 21446183]

5. prof. dr. Marija Kosec je koordinatorka področja 2.09 pri ARRS (Elektronske komponente in tehnologije)

6. prof. dr. Marija Kosec je članica Sveta za znanost in tehnologijo (od 9.6.2005 je bila izvoljena za dobo 4 let)

7. prof. dr. Marija Kosec je vodja 3. razvojne skupine za materiale in tehnologije pri Svetu za konkurenčnost Vlade RS (imenovana april 2008)

8. prof. dr. Marija Kosec je članica Znanstvenoraziskovalnega Sveta za tehniko pri ARRS

9. Odsek za elektronsko keramiko je eden od ustanovnih članov evropskega Piezoinstituta, ki je nastal kot rezultat sodelovanja med partnerji pri mednarodnem projektu 6. OP MIND

10. doc. dr. Barbara Malič je predstavnik Slovenije v projektu COST 539

11. prof. dr. Marija Kosec je predstavnik Slovenije v COST DC MPNS (Physical and Nanosciences Domain Committee Members)

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	KOSEC, Marija. Keramični feroelektriki: od zasnove do izdelkov
Opis	Delo predstavlja nekatere značilnosti priprave keramičnih feroelektrikov v "bulk" obliki ter v obliki debelih in tankih plasti, ter primere njihove uporabnosti.
Objavljeno v	GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Jubilejni 10. Slovenski kemijski dnevi 2004, Maribor, 23. in 24. september 2004. Maribor: FKKT, 2004, 6 str.
COBISS.SI-ID	18813735

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	KOSEC, Marija. Center odličnosti : materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij
Opis	V članku je opisana vizija, člani centra in vsebina dela Centra odličnosti: Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij.
Objavljeno v	Finance. [Tiskana izd.], 8. julij 2005, št. 131, str. 21. http://www.com.eijs.si/ .
COBISS.SI-ID	19738663

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Keramika
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Narvoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
2.	Naslov predmeta	Elektronska keramika
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Narvoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
3.	Naslov predmeta	Sinteza nanomaterialov
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
4.	Naslov predmeta	Reakcijska kinetika
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
5.	Naslov predmeta	Izbrana poglavja iz sinteze nanomaterialov
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
6.	Naslov predmeta	Izbrana poglavja iz nanoznanosti in nanotehnologij 1
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

7.	Naslov predmeta	Ekološki problemi v elektroniki
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☒	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☒	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☒	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☒	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☒	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☒	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☒	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☒	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☒	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☒	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☒	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☒	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☒	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☒	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti					

		☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☐	☐	☐	☐	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐	☐	☐	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo: 	☐	☐	☐	☐	

Komentar¹⁵**Izobraževanje**

-Naravoslovno-tehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo, Univerza v Ljubljani, Keramika (M. Kosec), (dodiplomski)
 -Naravoslovno-tehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo, Univerza v Ljubljani, Elektronska keramika (M. Kosec), (podiplomski)
 -Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (MPŠ), Sinteza nanomaterialov (M. Kosec, B. Malič), Reakcijska kinetika (M. Kosec, B. Malič), Izbrana poglavja iz nanoznanosti in nanotehnologij 1 (M. Kosec), Ekološki problemi v elektroniki (M. Kosec, J. Holc, M. Hrovat, B. Malič)

Gospodarski razvoj in uvajanje novih tehnologij

Skupina je nosilec raziskav in razvoja na področju specialnih keramičnih materialov, hibridne mikroelektronike in keramičnih mikro-elektro-mehanskih sistemom (C-MEMS), kjer je v Sloveniji kar nekaj uspešnih podjetij, pa tudi potencial za nastanek novih. Skupino veže več kot tridesetletno nepretrgano sodelovanje s HYB d.o.o. Šentjernej. Skupina poskuša v čimveč projektov EU vključiti slovensko industrijo.

Družbeni razvoj, varovanje okolja in trajnostni razvoj, varovanje zdravja

Skupina dela na področju materialov za senzorje in senzorjev tlaka pretežno za medicino tako da posredno vpliva na dvig kvalitete življenja in varovanje zdravja, neposredno pa na varovanje okolja in trajnostni razvoj z raziskavami in razvojem okolju prijaznih novih materialov in tehnologij (piezoelektriki brez svineca, spajke brez svineca in tehnološki procesi, ki omogočajo njihovo uporabo).

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblašcene osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Marija Kosec	in/ali	Institut "Jožef Stefan"

Kraj in datum:

Ljubljana

20.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1278

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMŽL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006, 106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratek opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratek opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a