

Zbornik 1. Študentske konference Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana
Proceedings of 1st Jožef Stefan International Postgraduate School Students Conference

ZBORNIK
Proceedings of the
IPSSC

19. - 20. maj 2009
19th - 20th May

Zbornik 1. Študentske konference Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana
(Proceedings of the 1st Jožef Stefan International Postgraduate School Student's Conference)

Uredniki:

Barbara Šetina Batič
Ita Junkar
Boštjan Kaluža
Kristina Eleršič

Priprava zbornika:

Boštjan Kaluža, Kristina Eleršič

Oblikanje naslovnice:

Erc Vider

Založnik:

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana

Tisk:

Infokart, Ljubljana

Naklada:

200 izvodov

Ljubljana, maj 2009

IPSSC organizira Mednarodna podiplomska šola Jožefa Štefana - študentski svet MPŠ
(IPSSC is organized by Jožef Stefan International Postgraduate School - IPS student concil)

ISBN 978-961-269-063-2

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

5/6(082)
378.046-021.68:001.891(497.4)(082)

MEDNARODNA podiplomska šola Jožefa Stefana (Ljubljana). Študentska konferenca

Zbornik 1. Študentske konference Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana = Proceedings of the 1st Jožef Stefan International Postgraduate School Student's Conference / [uredniki Barbara Šetina Batič ... et al.]. - Ljubljana : Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2009

ISBN 978-961-269-063-2
1. Šetina, Barbara

245634304

**1. ŠTUDENTSKA KONFERENCA
MEDNARODNE PODIPLOMSKE ŠOLE
JOŽEFA STEFANA**

**1ST JOŽEF STEFAN INTERNATIONAL POSTGRADUATE SCHOOL
STUDENT'S CONFERENCE**

Zbornik prispevkov

Proceedings

Uredili / Edited by

Barbara Šetina Batič, Ita Junkar, Boštjan Kaluža, Kristina Eleršič

19. - 20. maj 2009, Ljubljana, Slovenija

19th - 20th May 2009, Ljubljana, Slovenia

Organizacijski odbor / Organising Committee

Barbara Šetina Batič

Ita Junkar

Kristina Eleršič

Boštjan Kaluža

Aleksander Drenik

Erik Zupanič



Izziv mladih raziskovalcev

Znanost je bila od nekdaj opisovana kot zakladnica znanja, ki jo dosežki novih raziskav nenehno prenavljajo, širijo in večajo njeno dognanost. Bolj suha definicija tradicionalne znanosti vključuje objektivno opazovanje, učinkovite metode in tehnike ter sposobnost predikcije. Večina univerz in raziskovalnih institutov je izbrala kot svoje poslanstvo: "Ustvarjanje znanja".

Od konca 20. stoletja pa se vse bolj kaže nezadostnost tradicionalnega opredeljevanja znanosti. Znanje je še vedno samo po sebi najvišja civilizacijska in kulturna dobrina in obenem največja razvojna možnost. Vendar je to možnost treba uresničevati. Delitev na temeljne, uporabne in razvojne raziskave je postala ovira. Izredno hiter napredok znanosti na številnih področjih terja mnogo hitrejši prenos dosežkov v proizvodnjo, storitve in odločanje – in to je moč doseči samo v navezavi temeljnega raziskovanja neposredno na razvoj.

Z znanstvenega vidika to ponuja možnosti za doseganje višje kakovosti zaradi širšega preverjanja znanstvenih spoznanj. S stališča celotne družbe pa ta navezava podpira napore za dvig učinkovitosti odločanja, še posebej za višanje dodane vrednosti v proizvodnji in storitvah – vse v naporih za višjo kakovost življenja. V sedanji svetovni gospodarski in ekološki ter s tem socialni krizi je postalo zelo jasno, da je pot iz nje predvsem uporaba vrhunskih znanstvenih dosežkov. In tako tudi raziskovalci vse bolj izražajo svoje osnovno poslanstvo kot: "Ustvarjanje znanja in dobrin" (materialnih in duhovnih).

Premik iz miselnosti, da je za raziskovalca dovolj objaviti kakovostne članke, k novemu cilju, v katerem si raziskovalec tudi neposredno prizadeva za prenos dosežkov v prakso, je zahteven. Zato je toliko bolj obetavno, da so tako pobudo dali mladi raziskovalci – podiplomci MPŠ, ko so se z veseljem lotili svoje prve akcije na tem področju: študentske konference s ciljanimi predstavitvami svojih magistrskih in zlasti doktorskih del.

Kljub zelo omejenemu obsegu povzetkov in posterjev so pripravili dokaj jasne, širšemu krogu razumljive prikaze znanstvenih temeljev svojega dela ter ob njih nanizali obetavne možnosti uporabe dosežkov.

Doseganje cilja mladih raziskovalcev – predstaviti svoje delo potencialnim zaposlovalcem, jih pritegniti in morda celo pridobiti njihovo sodelovanje – bo odvisno od tega ali so (bodo) tudi potencialni uporabniki razmišljali o tem, da je prav znanost tisto seme, ki lahko vodi do obetavnih proizvodov in storitev – in to krznim pogojem navkljub. Odprtost duha je torej tista, h kateri stremimo – odprtost za nova spoznanja, nove zamisli, nove izzive.

Mladim raziskovalcem, ki predstavljajo svoja dela, čestitamo – in to ne le za raziskovalne dosežke, morda še bolj za zamisel take študentske konference, prve te vrste, ki naj bi na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana postala žlahtna tradicija.

Prof. dr. Aleksandra Kornhauser Frazer
Prodekan MPŠ za sodelovanje z industrijo



Beseda dekana in predsednika

Poslanstvo MPŠ je ustvarjanje in prenos vrhunskega znanja z uveljavljanjem znanja v procesih dela in odločanja. To je pogoj za večanje konkurenčnosti Slovenije in njen skladen socialni razvoj. MPŠ si prizadeva, pod okriljem največjega slovenskega naravoslovnega in tehnološko raziskovalnega instituta, ponuditi gospodarstvu, storitvenim dejavnostim in javnim službam projektno usmerjeno mednarodno izobraževanje podiplomskih kadrov na tistih področjih, kjer pričakujemo najhitrejši prodor novih tehnologij.

Ta področja so zlasti: nanotehnologija in bioznanosti, informacijska in komunikacijska tehnologija, ekotehnologija ter menedžment tehnologij. Na teh in kasneje še na drugih področjih si MPŠ prizadeva dosegati večjo vpetost podiplomskega študija v industrijske razvojno-raziskovalne projekte ter pripravo podiplomskih strokovnjakov za skupinsko delo in multidisciplinarno sintezo z razvijanjem sposobnosti medsebojnega ustvarjalnega komuniciranja. V tem duhu MPŠ razvija projektno zasnovan študij.

MPŠ pozdravlja pobudo študentov za organizacijo študentske konference, ki predstavlja odlično priložnost za povezovanje med akademsko in industrijsko sfero.

Prof. dr. Robert Blinc

Dekan Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana

Prof. dr. Vito Turk

Predsednik Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana

»Naša« konferenca



V Študentskem svetu Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana je dolgo časa tlela želja po študentski konferenci.

Podiplomski študentje na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana smo precej pisan svet. Na naši šoli imamo tri različne študijske smeri (Nanoznanosti in nanotehnologije, Novi mediji in e-znanost, Ekotehnologija), kar vidimo kot veliko prednost, saj nam to omogoča interdisciplinarno delo in ustvarjanje novega znanja. Velik nabor predmetov ter individualno usmerjeno raziskovalno delo pa nam omogočata, da se lahko poglobimo v področje svojega raziskovanja. Z objavo člankov v revijah s faktorjem vpliva pridobljene rezultate s ponosom pokažemo v mednarodnih znanstvenih krogih. Pa vendar – svoje delo bi žeeli predstaviti tudi drug drugemu in predvsem tistim, ki so jim naša raziskovanja namenjena - predstavnikom iz industrije in gospodarstva.

Morda se nam, zatopljenim v znanstveno delo, ne zdi vedno, da je predmet naše raziskave tudi »uporaben«. Morda se s tem niti ne obremenjujejo, saj nas, bolj kot možnost aplikacije našega dela, vodita veselje do raziskovanja in naravna radovednost. Morda pa niti ne vemo, da v resničnem svetu obstajajo potrebe po določenem izdelku ali po izboljšavah, h katerim lahko pripomoremo z rezultati svojega dela... Le v sodelovanju s partnerji iz industrije in gospodarstva, ki vidijo potenciale našega dela, lahko ustvarimo nove izdelke, storitve, izboljšave z visoko dodano vrednostjo.

Prav zato smo se v Študentskem svetu Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana odločili, da organiziramo študentsko konferenco, ki je prvorstna priložnost za srečanje med nami, raziskovalci, in predstavniki iz gospodarstva. Na razumljiv način smo žeeli predstaviti področja, s katerimi se ukvarjamo, in predlagati nekaj možnosti uporabe naših znanj in spoznanj. Rezultat tega dela je pričujoči zbornik.

Organizacija tako raznolike in aktivne prireditve ni lahka stvar. Toda vsestranska podpora in odobravanje, ki jo je čutiti od vodstva šole, predstavlja dodatno spodbudo, da se bomo v Študentskem svetu Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana te prireditve še kdaj lotili. Brez pomoči in spodbude dr. Aleksandre Kornhauser Frazer ter dr. Emila Rojca nam to v takem obsegu ne bi uspelo izvesti.

Želimo si, da bi to naše srečanje med podiplomski študenti – raziskovalci in industrijskimi partnerji prineslo obilne sadove v obliki nadaljnjega sodelovanja.

Uredniški odbor

Kazalo (Table of Contents)

Nanos spektralno selektivnih premazov za fasadne solarne sisteme Aleš Bizjak	2
Vpliv kakovosti govora v telefoniji na samodejno razpoznavanje govorca Robert Blatnik	4
The formation of nanostructured $CaTiO_3$ by the hydrothermal treatment of Na – Ti-based one-dimensionally nanostructured precursor Ines Bračko	6
Predstavitev maldih raziskovalcev Odseka za raziskave sodobnih materialov Ines Bračko, Asja Veber, Mojca Žnidarsič, Tina Šetinc, Urban Došler, Voja Žunič	8
Selen in njegove spojine v hrani Petra Cuderman, Vekoslava Stibilj	10
Adaptivno krmiljenje procesa rezanja z abrazivnim vodnim curkom Mladen Cvjetičanin	12
Sinteza in dielektrične lastnosti steklo-keramike na osnovi $MgO - B_2O_3 - SiO_2$ sistema Urban Došler	14
Optimizacija prevoza tovora Erik Dovgan	16
Bioaktivne prevleke na kostnih vsadkih Nataša Drnovšek	18
Ločevanje in koncentriranje vzorcev z uporabo magnetnih nanodelcev Kristina Eleršič	20
Rast fraktalov z DLA in fotokataliza TiO_2 Barbara Horvat, Goran Dražić	22
Use and Application of Ion Beam Analysis Methods David Jezeršek	24
Plazemska obdelava polimerov Ita Junkar	26
Priprava sodobnih keramičnih materialov z elektroforetsko depozicijo Katja König	28
Inovativni električno prevodni keramični kompoziti na osnovi silicijevega nitrida Aljoša Maglica, Kristoffer Krnel, Tomaž Kosmač	30
Towards Intelligent Home Caregiver Violeta Mirčevska, Boštjan Kaluža	32
Aluminij – določanje visokomolekularnih kemijskih zvrsti v človeškem serumu Simona Murko, Radmila Milačič, Janez Ščančar	34

Barium Hexaferrite Thick Films Prepared by Electrophoretic Deposition	36
<i>Simona Ovtar, Darja Lisjak</i>	
Elektrofilno jodiranje organskih spojin pod pogoji reakcije brez uporabe topila	38
<i>Jasminka Pavlinac, Marko Zupan, Stojan Stavber</i>	
Hydrothermal synthesis of photocatalytic anatase nanoparticles	40
<i>Darinka Primc</i>	
Mikromehansko modeliranje zlitin z oblikovnim spominom	42
<i>Andrej Pukšič, Franc Kosel</i>	
Kritična točka v tekočekristalnih elastomerih	44
<i>Brigita Rožič</i>	
Cenovno ugodna izdelovalna veriga mikrofluidnih kanalov	46
<i>Izidor Sabotin</i>	
Metoda EBSD (Electron Backscattered Diffraction – uklon odbitih elektronov) v pre- iskavah materialov	48
<i>Barbara Šetina Batič</i>	
Kompoziti iz mešanic cementa in filtrskega prahu iz elektroobločne peči: študij vplivov na okolje	50
<i>Tina Šturm, Radmila Milačič, Ana Mladenovič, Janez Ščančar</i>	
Entangled nematic colloidal dimers and wires	52
<i>Uroš Tkalec</i>	
Growth of Thin Films of Charge Densitiy Wave System $K_{0.3}MoO_3$	54
<i>Andrej Tomeljak, G. Socol, C. Ristoscu, Ion N. Mihailescu, D. Dominko, D. Starešinić, K. Biljaković, J. Marcus, J. Demšar</i>	
Tiskanje funkcionalnih materialov z brizgalnim (INK-JET) tiskalnikom	56
<i>Gregor Trefalt</i>	
Pizoelektrični debeloplastni aktuator z velikim odmikom	58
<i>Hana Uršič</i>	
Separacija organokositrovih spojin z GC-ICP-MS v okoljskih vzorcih	60
<i>Mitja Vahčič</i>	
Strukturne in električne lastnosti trdne raztopine na osnovi $Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3 - K_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$	62
<i>M. Žnidaršič, S. D. Škapin, M. Spreitzer, D. Suvorov</i>	

Prispevki

Contributions

Nanos spektralno selektivnih premazov za fasadne solarne sisteme

Aleš Bizjak¹

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Ekotehnologija, II. letnik)

alesbizjak@hotmail.com

Fasadni solarni sistemi služijo kot obloga stavbam. Uporabljamo jih lahko za stene in streho. Fasadni solarni sprejemnik neprestano daje toploto (voda/zrak) in spada k pasivnemu načinu ogrevanja ter ima pomembno vlogo pri ogrevanju in hlajenju stavb. V Evropi danes porabimo za ogrevanje stavb največ fosilnih goriv (49 %), nekaj manj za proizvodnjo električne energije (32 %), najmanj pa za transport. Prednost fasadnih solarnih sistemov je v tem, da lahko zmanjšajo porabo energije iz fosilnih goriv na račun pridobljene toplice iz sončnega sevanja, so trajni in poceni in se lahko implementirajo tudi na področje arhitekture oziroma gradbeništva.

Bistveni del solarnega sprejemnika je toplotni izmenjevalec ali absorber, ki s plastjo (prevleka, tanek film, premaz) na površini zbira (absorbira) in pretvarja sončno svetlobo v toploto. Dragi baker kot absorber nadomeščata aluminij in plastične mase. Na absorber je nanešen spektralno selektivni premaz. Na Kemijskem Inštitutu (KI), Laboratoriju za spektroskopijo materialov, razvijajo TSSS (*Thickness Sensitive Spectrally Selective*) in TISS (*Thickness Insensitive Spectrally Selective*) premaze. Prvi imajo tanjši film do 1qm in so črne barve, niso vremensko obstojni, se drgnejo. Selektivnost je odvisna od debeline filma, absorptivnost $a=0,91$, emisivnost $e=0,06-0,30$, nanašajo se lahko le na kovine. Problematični so tudi za serijski nanos na absorber, saj je oprema za vlečenje iz svitka (coil-coating) draga. TISS premazi odpravljajo pomankljivosti TSSS premazov. Imajo večjo mehansko odpornost, nanašajo se lahko na kovine in nekovine. TISS premazi dosežejo selektivnost z dodajanjem aluminijevih in bakrenih lusk (tudi polimernih kroglic) in so debelejši od 20qm. Možno jih je barvati po želji naročnika, so vremensko obstojni, oprema za nanos ni draga. Kot vezivo se uporablja silikon ali poliuretan, absorptivnost $a=0,8-0,9$, emisivnost $e=0,3-0,4$, odvisno od barve premaza. TISS premazi so zaščiteni s patentom SI 21510 (Spektralno selektivni premazi za absorberje v sončnih zbiralnikih, Orel et al., 2003), proizvaja jih Color d.d., ki jih trži pod imenom *Suncolor*.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



NANOS SPEKTRALNO SELEKTIVNIH PREMAZOV ZA FASADNE SOLARNE SISTEME

ALEŠ BIZJAK, dipl. inž. les.

Študijski program: Ekotehnologija

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: prof. dr. Boris Orel, KI

SOMENTOR: doc. dr. Anton Biasizzo, IJS

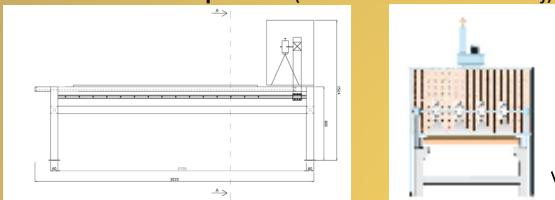
Sodelujoči: Color d.d., STS d.d., Mateli d.o.o.

Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



Za uporabo **TISS** premazov pri *fasadnih solarnih sistemih* je potrebno zagotoviti:

-enakomeren nanos premaza (avtomatski nanašalni stroj)



-pripravo površine absorberja,

temperaturna ali kemijska obdelava
aluminij, bakren ali polimerni absorber

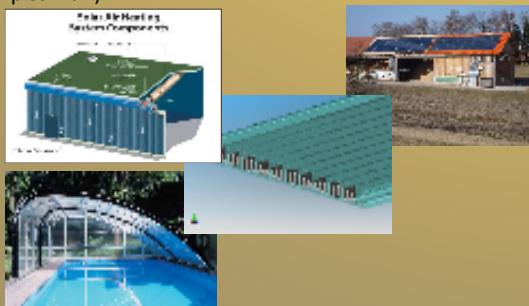
Fasadni solarni sistemi spadajo v nizkotemperaturno območje do **80°C**, namenjeni so za segrevanje zraka in vode, za gretje sanitarne vode je potrebna temperatura tudi **100°C** in več.

Uporaba *fasadnih solarnih sistemov*:

- **gretje vode** (bazeni, sanitarna voda, hoteli, počitniške enote)

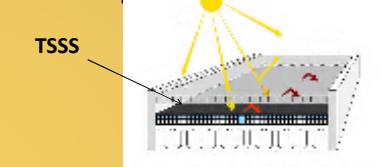


- **gretje zraka** (sušenje biomase, sadja (kave), ogrevanje zraka v večstanovanjskih stavbah, proizvodnih halah, pisarnah)

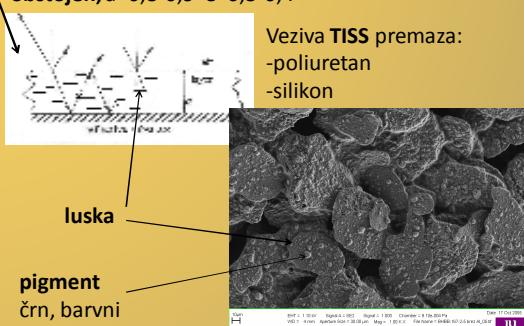


Da je **premaz** pri pretvorbi sončne v toplotno energijo učinkovit, mora biti **spektralno selektiven**, to pa dosežemo:

- z nizko debelino filma <3qm, **TSSS** (*Thickness Sensitive Spectrally Selective*), premaz **črne barve, neobstojen** na vremenske periodi, $\alpha=0.20$, $e=0.30$

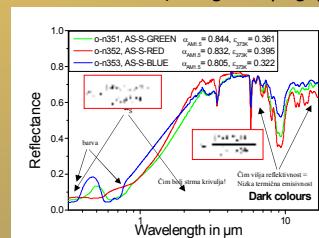


- z dodajanjem kovinskih lusk (Al, Cu) in večjo debelino filma >20qm , **TISS** (*Thickness Insensitive Spectrally Selective*) premaz je lahko **črn ali barven, vremensko obstojen**, $\alpha=0.8-0.9$ $e=0.3-0.4$



S **TISS** premazi dosežemo:

-**spektralno selektivnost (energetski pogoj)**



-**všečen izgled (estetski kriterij)**
barve po želji naročnika

-**zadostno trajnost (stabilnostni kriterij)**

Vpliv kakovosti govora v telefoniji na samodejno razpoznavanje govorca

Robert Blatnik^{1,2}

¹ Odsek za inteligentne sisteme, Institut Jožef Stefan, Ljubljana

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Novi mediji in e-znanost, 2. letnik)

robert.blatnik@ijs.si

Samodejno razpoznavanje govorcev je uporaba stroja za identifikacijo ali verifikacijo identitete oseb na osnovi njihovega glasu [1], [2], [3]. Samodejno razpoznavanje govorcev spada med dosežke znanosti, ki v splošnem porastu varnostnih biometričnih metod postajajo vedno bolj aktualni v industriji in storitvah. Tehnologije za samodejno razpoznavanje govorcev se uporablajo v telefonskem bančništvu, biometričnih sistemih vstopne kontrole, forenzičnih preiskavah kriminalnih dejanj in drugih aplikacijah, kjer obstaja potreba po razpoznavanju identitete osebe na osnovi zajetega govornega signala.

Kakovost govornega signala je ključna za uspešno razpoznavanje govorca. To je še posebej kritično v aplikacijah, kjer se govor zajema v spremenljivih pogojih, ki vplivajo na govorca ali na tehnologijo prenosa, npr. telefonska povezava. Kakovost prenosa govora, kot osnovna lastnost tradicionalne telefonske storitve, je s paketnim načinom prenosa v fiksni in mobilni telefoniji postavljena pred nove izzive, kot so potreba po hkratnih prenosih velikih količin podatkov in govora v omrežju, razvoj novih kodirnih mehanizmov, razvoj metod obnavljanja izgubljenih paketov in drugih.

Pri razvoju sistemov za razpoznavanje govorcev je potrebno analizirati vse zunanje vplive na kakovost prenosa govornega signala. V ta namen izvajamo objektivne meritve kakovosti prenosa govora in preiskujemo v kolikšni meri vpliva kakovosti prenesenega govornega signala na uspešnost razpoznavanja govorca. Zgradili smo okolje za izvedbo objektivnih meritev kakovosti prenosa govora v fiksni, mobilni in IP telefoniji ter brezžičnih lokalnih omrežjih (WLAN) pri različnih pogojih delovanja, npr. različnih obremenitvah omrežja, različnih nivojih RF signala v WLAN, itd. [4]. Meritve izvajamo po standardizirani metodi za objektivno ocenjevanje kakovosti govora (ang.: Perceptual Evaluation of Speech Quality, PESQ) [5]. Algoritem metode PESQ vsebuje računalniški psikoakustični model poslušalca, s katerim na osnovi računske primerjave referenčnega (vhodnega) in testiranega (izhodnega) govornega signala objektivno izračuna oceno kakovosti. Govorni signali, ki so uporabljeni v meritvah PESQ, hkrati služijo kot osnova za izvajanje razpoznavanja govorcev in preučevanje vpliva kakovosti prenosa govora na uspešnost sistemov za razpoznavanja govorcev. Pri tem uporabljamo lastne govorne posnetke v slovenskem jeziku in posnetke iz tujih javno dostopnih govornih korpusov.

Nove metode za razpoznavanje govorcev je nujno potrebno prilagajati različnim pogojem, ki vplivajo na kakovost prenosa govora v telekomunikacijah. Preučevanje vplivov kakovosti prenosa govora na sisteme za razpoznavanje govorca je pomembno za razvoj učinkovitih in zanesljivih sistemov za biometrično razpoznavanje govorcev.

Literatura:

- [1] P. Rose. *Forensic Speaker Identification*. London in New York: Taylor & Francis. 2005.
- [2] J. Benesty, M. M. Sondhi, Y. Huang (Eds.). *Springer Handbook of Speech Processing*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008.
- [3] T. Šef. Razpoznavanje (identifikacija/ verifikacija) govorcev v forenzične namene. *Zbornik 10. mednarodne multikonference Informacijska družba IS 2007*. Institut "Jožef Stefan". Ljubljana. 2007.
- [4] R. Blatnik, G. Kandus, T. Javornik. VoIP/VoWLAN system performance evaluation with low cost experimental test-bed. *WSEAS trans. commun.* 2007.
- [5] A. W. Rix, J. G. Beerends, M. P. Hollier, A. P. Hekstra. Perceptual evaluation of speech quality (PESQ) - a new method for speech quality assessment of telephone networks and codecs. IEEE ICASSP 2001. Salt Lake City, UT, USA. 2001.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



“Vpliv kakovosti govora v telefoniji na samodejno razpoznavanje govorca”

Robert Blatnik, dipl. org. manag.

Študijski program: Novi mediji in e-Znanost,
Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: prof. dr. GORAZD KANDUS
SOMENTOR: dr. TOMAŽ ŠEF

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

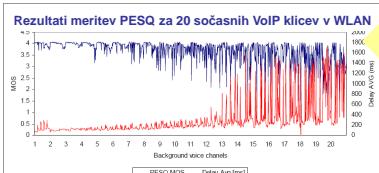
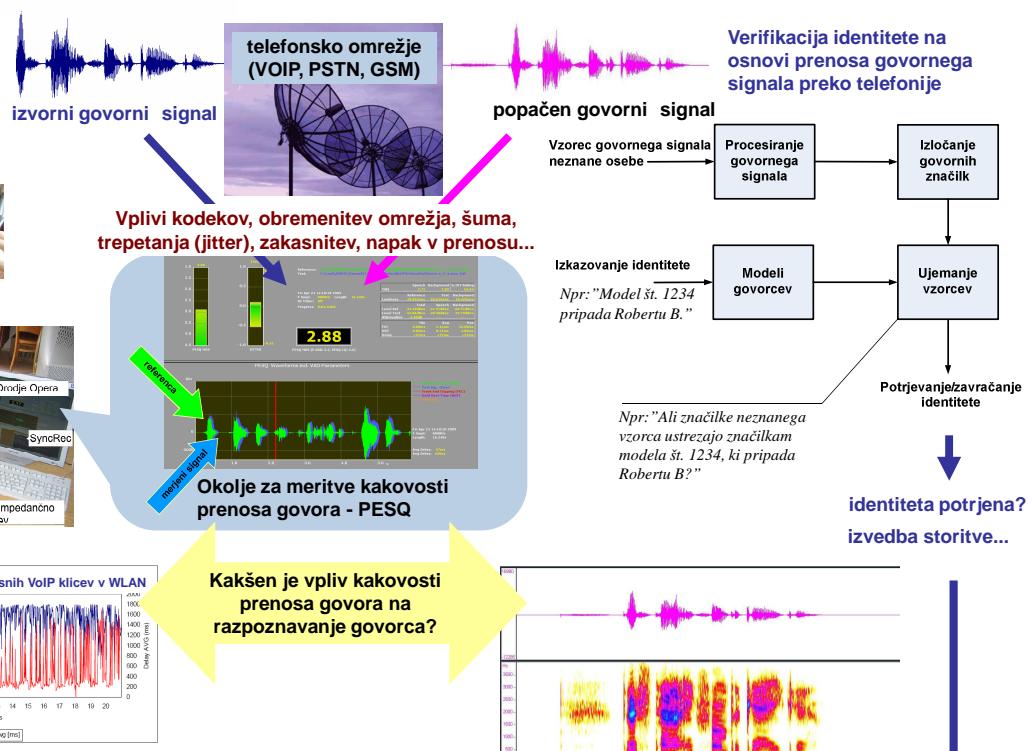


KAKOVOST PRENOŠA GOVORA V TELEFONIJI ZA SAMODEJNO RAZPOZNAVANJE GOVORCA

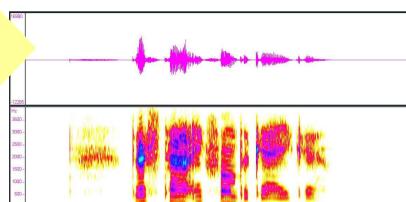
je ključna za uspešno razpoznavanje govorca.

je uporaba stroja za identifikacijo ali verifikacijo identitete osebe
na osnovi njenega glasu.

ZNANSTVENI TEMELJI



Kakšen je vpliv kakovosti
prenosa govora na
razpoznavanje govorca?



UPORABA V PRAKSI → GOVORNA BIOMETRIJA

biometrični sistemi
vstopne kontrole

varnostni sistemi

domofoni, ki
potrjujejo identiteto
obiskovalca

forenzične preiskave kriminalnih dejanj (policija, sodišča)

mobilni telefoni, inteligentni dom za
ugotavljanje identitete uporabnika naprave,
zaščita avtomobilov...

dodatačna zaščita bankomatov
(banke, zavarovalnice)

telefonsko
bančništvo

klicni
centri



The formation of nanostructured CaTiO_3 by the hydrothermal treatment of Na – Ti-based one-dimensionally nanostructured precursor

Ines Bračko^{1,2}

¹ Advanced Materials Department, "Jozef Stefan" Institut, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School (Nanosciences and nanotechnologies, 3. year)

ines.bracko@ijs.si

Ferroelectric perovskite materials are noteworthy for their advantageous dielectric, piezoelectric, electro-optic and pyroelectric properties, which have made them interesting for applications in different electronic devices. In the bulk form they have been applied as high-permittivity capacitor materials, piezoelectric sensors and actuators, dielectric resonators, etc. Lately, these properties have made them attractive for the rapidly expanding field of nanotechnology. Specially, interesting are one dimensional single crystalline perovskite nanostructures, such as nanotubes, nanowires and nanobelts.

In order to synthesize nanostructured CaTiO_3 we applied a hydrothermal synthesis. The idea behind our study was the application of an anisotropically shaped precursor, such as nanostructured alkali metal titanate with tubular morphology, which enables the cation exchange of an alkali metal cation with calcium. In the formation reaction of CaTiO_3 the chemical composition of the template precursor changes, but the anisotropic shape is preserved.

The structure, the morphology and the composition were determined using high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM), energy-dispersive x-ray spectroscopy (EDS) and selected area electron diffraction (SAED).

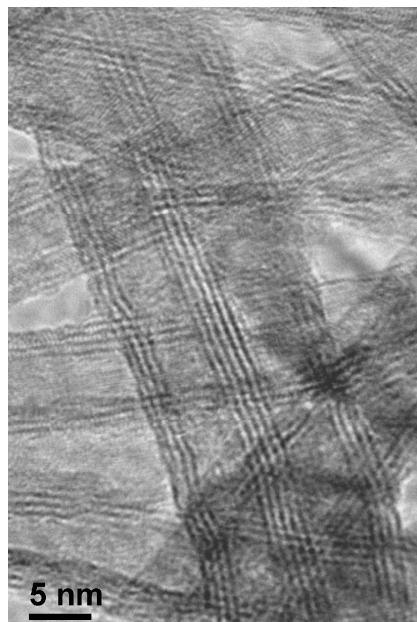


Fig.1: 1D nanostructured Na – Ti-based precursor



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL

The formation of nanostructured CaTiO_3 by the hydrothermal treatment of a Na–Ti-based one-dimensionally nanostructured precursor



Ines Bráčko,
univ. dipl. ing. kem. ing.
Jožef Stefan International Postgraduated School
Programme: Nanosciences and nanotechnologies,
Mentor: prof. dr. Danilo Suvorov
Co-mentor: dr. Boštjan Jančar

Aim

The hydrothermal synthesis of one-dimensionally nanostructured CaTiO_3 .

Experimental

- Hydrothermal synthesis of 1D Na–Ti-based precursor:

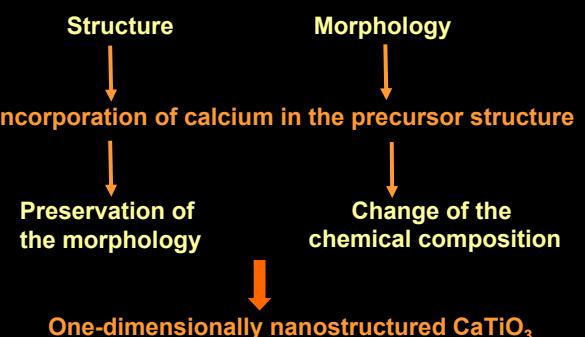
TiO_2 (Anatase) and 10M NaOH
 $165^\circ\text{C}/72\text{h}$

- Hydrothermal intercalation of Ca^{2+}

Na–Ti-based precursor and excess of Ca(OH)_2
 $100^\circ\text{C}/12\text{h}, 200^\circ\text{C}/24\text{h}$

Idea

One-dimensional nanostructured precursor

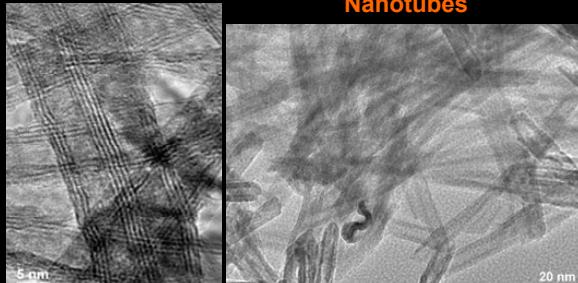


Results

The hydrothermally synthesized Na–Ti-based precursor
 $165^\circ\text{C}/72\text{h}$

EDS analysis of the precursor

Na (at%)	5.0
Ti (at%)	30.8
O (at%)	64.2

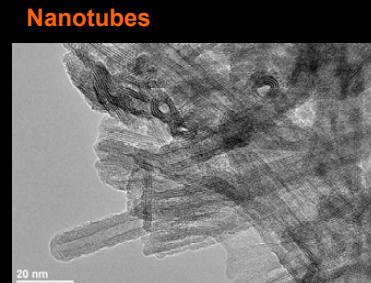


Nanotubes

The hydrothermal incorporation of Ca^{2+} in the structure of Na–Ti-based precursor
 $100^\circ\text{C}/12\text{h}$

EDS analysis of nanotubes

Na (at%)	1.4
Ca (at%)	10.5
Ti (at%)	25.6
O (at%)	62.5

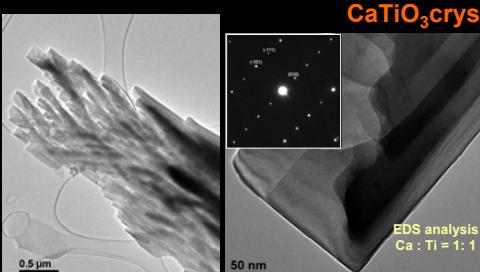


Nanotubes

The hydrothermal incorporation of Ca^{2+} in the structure of Na–Ti-based precursor

$200^\circ\text{C}/24\text{h}$

Single crystalline CaTiO_3 crystals



Summary

- the hydrothermal treatment of Na–Ti-based nanotube precursor at 100°C is suitable for the preparation of Ca–Ti-based nanotubes and
- leads to the formation of CaTiO_3 single crystalline, well crystallized nanocrystals at 200°C
- Na – Ti-based 1D nanostructures exhibit photocatalytic activity in UV spectra

Potential Applications

- Na–Ti-based nanotubes: ion-exchange processes, photocatalytic reactions in UV and visible spectrum, fuel-cell electrolytes, gas sensors, ...
- use of platelike CaTiO_3 particles as a template in the templated grain growth method

Predstavitev mladih raziskovalcev Odseka za raziskave sodobnih materialov

Ines Bračko^{1,2}, Asja Veber^{1,2}, Mojca Žnidaršič^{1,3}, Tina Šetinc^{1,4}, Urban Došler^{1,5}, Vojka Žunič¹

¹ Odsek za raziskave sodobnih materialov, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

² MPŠ Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije, 3. letnik)

³ MPŠ Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije, 2. letnik)

⁴ MPŠ Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije, 1. letnik)

⁵ MPŠ Jožefa Stefana (Ekotehnologija, 4. letnik)

ines.bracko@ijs.si, asja.veber@ijs.si, mojca.znidarsic@ijs.si, tina.setinc@ijs.si, urban.dosler@ijs.si, vojka.zunic@ijs.si

V proizvodnji bele tehnike se danes za antibakterijsko zaščito uporabljo različni premazi pretežno na osnovi srebrovih ionov. Ker je le ta človeku in okolju neprijazen bi ga bilo smiselno nadomestiti z antibakterijskimi zaščitami, ki bodo s tega vidika sprejemljivejše. Eden najbolj učinkovitih in ekološko sprejemljivih fotokatalitskih materialov, ki bi se lahko uporabljaj za antibakterijsko zaščito hladilnikov in pralnih strojev je TiO₂ anataz. Ker TiO₂ izkazuje fotokatalitsko aktivnost pod vplivom ultravijolične svetlobe so raziskave usmerjene v razširitev njegove fotokatalitske aktivnosti v vidni del sončnega spektra in sicer z vključitvijo majhne količine elementov N, S, C, F ali P.

Natrij bizmut titanat Na_{0,5}Bi_{0,5}TiO₃ (NBT) spada med kompleksne perovskite, ki izkazujejo lastnosti relaksorskih feroelektrikov. Glede na njegove električne lastnosti, je material potencialno uporaben v številnih elektronskih komponentah kot napetostno prilagodljiv kondenzator ali kot piezoelektrik. V zadnjem obdobju prednosti v sintezi različnih nanodimensijskih perovskitnih materialov kaže hidrotermalna sinteza, ki omogoča kontrolirano pridobivanje visoko kristaliničnih delcev.

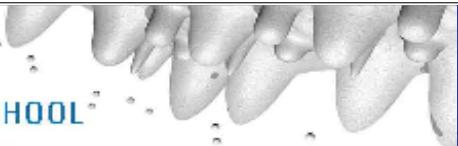
Piezoelektrični materiali, ki se uporablajo v številnih elektronskih napravah, so dandanes večinoma zasnovani na spojinah s svincem. Le-ta je človeku in okolju neprijazen, zato so raziskave novih piezomaterialov usmerjene v razvoj keramik brez vsebnosti svinca. Možno alternativo za aplikacijo predstavlja trdna raztopina natrij kalij bizmut titanata [(Na_{1-x}K_x)_{0,5}Bi_{0,5}TiO₃], katere značilnost je soobstoj dveh različnih struktur, romboedrične in tetragonalne, ki se pojavita v določenem razmerju alkalijskih kationov. Materiali s takšno morfotropno fazno mejo pri sobni temperaturi izkazujejo izboljšane feroelektrične lastnosti in večje odzive elektromehanske sklopitve.

Nanostrukture na osnovi plastovitih titanatov je moč sintetizirati pod hidrotermalnimi pogoji, pri čemer nastajajo različne nanostrukture: nanocevke, nanopasovi in nanopalčke. Podobno kot TiO₂ tudi plastoviti alkalijski titanati izkazujejo fotokatalitske lastnosti, zato je v zadnjem času veliko raziskav posvečenih funkcionalizaciji titanatnih nanostruktur. Pričakuje se, da je z vgrajevanjem različnih specij (kationi alkalijskih in zemljo alkalijskih kovin, kationi prehodnih kovin, polprevodniški nanodelci, ...) v titanatne nanostrukture možno razširiti njihovo uporabnost v vidni del svetlobnega spektra ter jih uporabiti v aplikacijah kot so katalitski procesi, fotosenzorji, čiščenje onesnaženih vod, ...



MEDNARODNA PODIPLOMSKA ŠOLA JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN INTERNATIONAL POSTGRADUATE SCHOOL



Asja Veber
univ. dipl. inž. kem. inž.
MPŠ Jožefa Stefana
Študijski program: Nanozanosti in nanotehnologije,
Mentor: prof. dr. Danilo Suvorov



Urban Došler,
univ. dipl. inž. kem. inž.
MPŠ Jožefa Stefana
Študijski program: Ekotehnologija,
Mentor: prof. dr. Danilo Suvorov
Somentor: dr. Marjeta Maček-Kržmanc



Ines Bračko,
univ. dipl. inž. kem. inž.
MPŠ Jožefa Stefana
Študijski program: Nanozanosti in nanotehnologije,
Mentor: prof. dr. Danilo Suvorov
Somentor: doc. dr. Boštjan Jančar



Vojka Žunič,
univ. dipl. inž. geol.
Mentor: prof. dr. Danilo Suvorov
Somentor: dr. Marjeta Maček-Kržmanc



Moča Žnidaršič,
univ. dipl. inž. geol.
MPŠ Jožefa Stefana
Študijski program: Nanozanosti in nanotehnologije
Mentor: doc. dr. Srečo D. Škapin



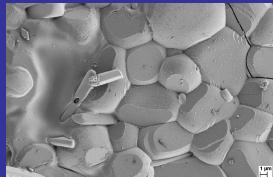
Tina Šetinc,
univ. dipl. inž. kem. inž.
MPŠ Jožefa Stefana
Študijski program: Nanozanosti in nanotehnologije,
Mentor: prof. dr. Danilo Suvorov
Somentor: doc. dr. Boštjan Jančar

Mladi raziskovalci na Odseku za raziskave sodobnih materialov se izobražujemo v okviru osnovnih raziskav in smo hkrati vključeni tudi v aplikativne raziskave

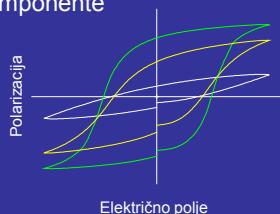
Osnovne raziskave

Materiali s posebnimi električnimi lastnostmi

- ❖ steklo-keramični materiali pripravljeni s tehnologijo nizkotemperaturne sočasno sintrane keramike (LTCC)

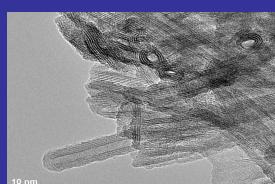
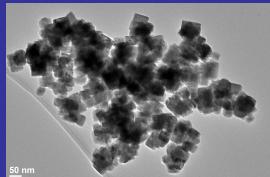


- ❖ piezoelektrični materiali za elektronske komponente

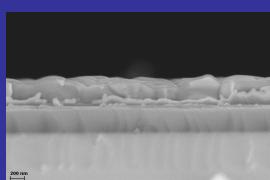


Nanostruktturni materiali

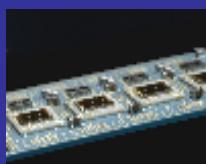
- ❖ nanodelci relaksorskega feroelektrika



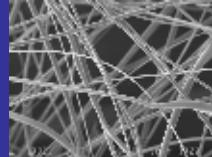
- ❖ tanke plasti mikrovalovnih dielektrikov



- ❖ podlage v 3D elektronskih modulih



- ❖ mineralna vlakna za zvočne in toplotne izolacije



Aplikativne raziskave

- ❖ nizkodimenzionalni nanomateriali s fotokatalitskim delovanjem v vidnem območju za samočistilne premaze in antibakterijske prevleke



- ❖ prilagodljivi materiali na osnovi relaksorjev



- ❖ nizkotemperaturno sočasno sintrana keramika za visokofrekvenčne aplikacije



Analizne tehnike

- ❖ Optična mikroskopija
- ❖ Vrstična elektronska mikroskopija (SEM)
- ❖ Presevna elektronska mikroskopija (TEM)
- ❖ Določanje krivulje zgoščevanja (Segrevalni mikroskop)
- ❖ Mikroskop na atomsko silo (AFM)

- ❖ Rentgenska praškovna difrakcija (XRD)
- ❖ Merjenje gostote
- ❖ Merjenje električnih lastnosti
- ❖ Termogravimetrična analiza (TGA/DTA)
- ❖ IR spektroskopija

Selen in njegove spojine v hrani

Petra Cuderman^{1,2}, Vekoslava Stibilj¹

¹ Odsek za znanosti o okolju, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Ekotehnologija, 4. letnik)

petra.cuderman@ijs.si, vekoslava.stibilj@ijs.si

Selen (Se) je esencialen in hkrati toksičen element za ljudi in živali. Uvrščamo ga v skupino elementov, ki so potrebni v zelo majhnih količinah, saj priporočljivi dnevni vnos znaša 55 µg na dan, medtem ko se znaki toksičnosti pojavijo že pri dnevnem vnosu nad 400 µg.

Za rastline njegova esencialnost še ni dokazana, vendar pa so sposobne privzeti večje količine Se. Njihov privzem je v večini predelov sveta nizek, čemur je vzrok nizka vsebnost Se v tleh. Zato bi lahko s Se obogatene rastline uporabili za izboljšanje prehranskega statusa selena pri ljudeh. Poleg privzema in vsebnosti Se v rastlinah je potrebno pozorno spremljati tudi prisotnost Se spojin, saj kemikska oblika, v kateri je Se prisoten, pogojuje njegovo biorazpoložljivost. Speciacija selena v bioloških vzorcih predstavlja številne probleme, saj mora priprava vzorca ohraniti kemikske oblike selena, poleg tega pa običajno zelo nizke vsebnosti selena v vzorcih še dodatno otežujejo njihovo identifikacijo in kvantifikacijo.

Namen našega dela je bil optimizirati metodo za določitev zvrsti Se v rastlinah ter nato ugotoviti sposobnost privzema selena v obliki Na₂SeO₄ pri različnih solatnicah (radič, rukola, regrat) in krompirju, ter v obliki Na₂SeO₄, Na₂SeO₃ in SeMet pri ajdi. Porazdelitev zvrsti Se (Se^{IV}, Se^{VI}, SeMet, SeMetSeCys, SeCys₂) v gojenih rastlinah smo določili z metodami HPLC-ICP-MS, HPLC-UV-HG-AFS in SPME-GC-MS. Vse rastline so bile sposobne privzeti večje količine Se in ga pretvoriti v organsko obliko (SeMet) in bi tako kot funkcionalna hrana lahko predstavljale alternativo prehranskim dopolnilom. Prav tako so razviti analizni postopki uporabni za preverjanje kakovosti prehranskih dopolnil, zdravil in hrane, kar je izrednega pomena za zdravje posameznika.

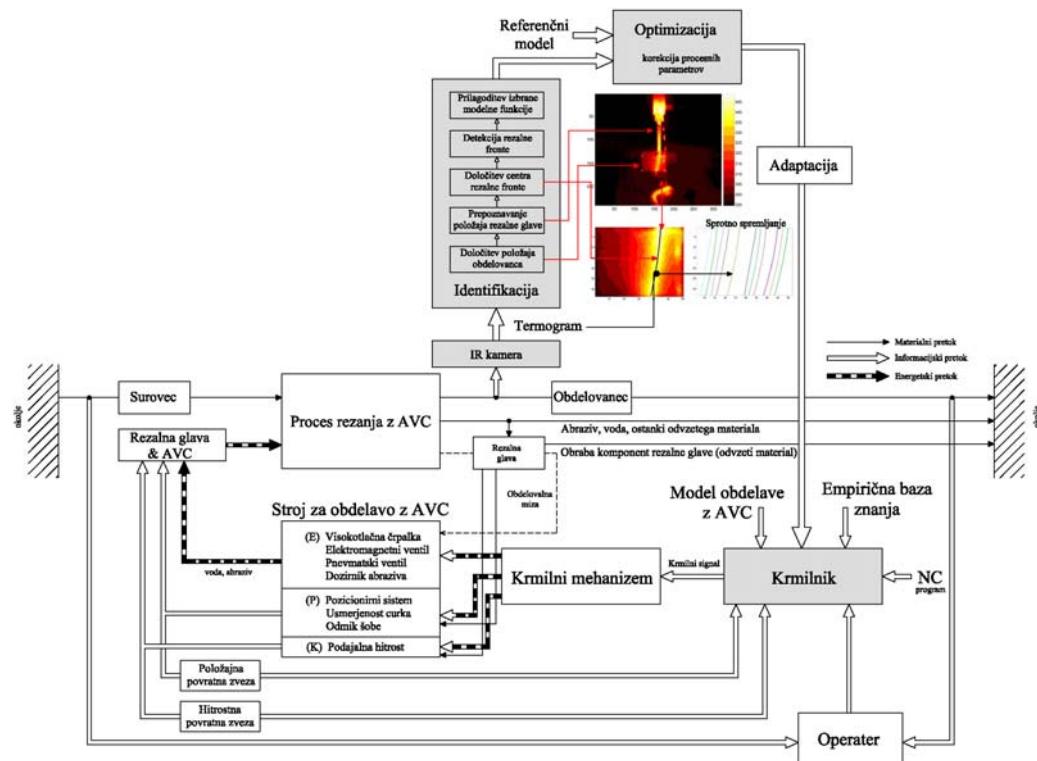
Adaptivno krmiljenje procesa rezanja z abrazivnim vodnim curkom

Mladen Cvjetičanin¹

¹ Laboratorij za alternativne tehnologije, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani
Ljubljana, Slovenija

mladen.cvjeticanin@fs.uni-lj.si

Rezanje z abrazivnim vodnim curkom (AVC) deluje na načelu mehanskega odnašanja materiala z abrazivnimi delci v mediju vode in zraka. Z AVC lahko obdelujemo širok spekter materialov, tako kovinskih kot nekovinskih. Kvaliteta obdelave je odvisna od podanih procesnih parametrov in je določena s hravostjo površine obdelovanca ter koničnostjo sten reza. Z uvedbo nove metode spremeljanja procesa, s tem mislimo na uporabo termografije ter namensko izdelanega programa, lahko spremljamo rezalno fronto curka med samim procesom rezanja. Razviti programa za identifikacijo rezalne fronte nam omogoča sprotno vrednotenje naklona rezalne fronte ter v povezavi s topografijo površine lahko določamo kvaliteto rezanja med samim izvajanjem procesa. Kot prikazuje kibernetska struktura sistemov za obdelavo z AVC (slika 1), se preko krmilnega mehanizma krmili komponente pozicioniranja (pozicionirni sistem, usmerjenost curka, odmik šobe), kinematike (podajalna hitrost) ter energije (krmiljenje visokotlačne črpalke, pnevmatskega in elektromagnetskoga ventila in dozirnika abraziva). Sama realizacija krmiljenja, pa poteka s pomočjo že vgrajenega NC krmilnika in omogoča programiranje v standardnem numeričnem krmilnem jeziku. Z dobrim nadzorom procesnih parametrov pri obdelavi z AVC se lahko bistveno poveča učinkovitost postopka in kvaliteta izdelkov. Z uvedbo novo razvitega modula ki je prikazan na sliki 1, se lahko izvaja nadaljnja optimizacija in končna adaptacija kontrole samega procesa.

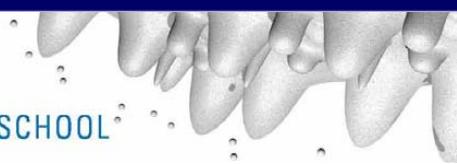


Slika 1: Kibernetica struktura sistema za obdelavo z AVC, z integriranim modulom za identifikacijo rezalne fronte ter kontrola procesa.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



ADAPTIVNO KRMILJENJE PROCESA REZANJA Z ABRAZIVnim VODnim CURKOM

Mladen Cvjetičanin, spec. proc. stroj

Študijski program: Avtomatizacija, proizvodnja kibernetika in mehatronika

Fakulteta za strojništvo

MENTOR: prof. dr. ALOJZ POREDOŠ

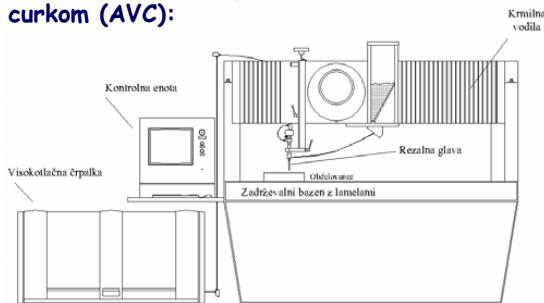
SOMENTORJA: prof. dr. MIHAEL JUNKAR

izr. prof. dr. PETER BUTALA

Univerza v Ljubljani, Kongresni trg 12, 1000 Ljubljana



Naprava za rezanje z abrazivnim vodnim curkom (AVC):



Področja uporabe:

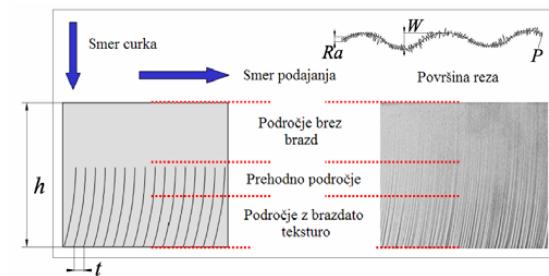
- Uporaba v strojni, gradbeni, lesarski, prehrambeni, ... industriji.
- Rezanje komplikiranih 2D oblik majhnih serij. V zadnjih letih se uveljavlja tudi rezanje 3D oblik.
- Mogoče je obdelovati skoraj vse vrste materialov (kovine, umetne mase, les, kamen, keramika, steklo, beton, ...)



- Glavne prednosti: rezanje velikih debelin, ni toplotno prizadetega področja, ekološka prijaznost

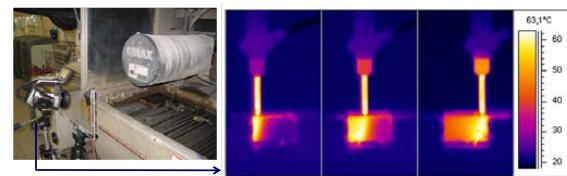
Geometrijske karakteristike površin:

Tipična oblika reza se izraža v obliku kvalitete reza, ki je definirana s profilom površine (hrapavostjo površine (R_a), brazdavostjo površine (W), zaostajanje brazd (γ) in koničnostjo reza (ϕ)

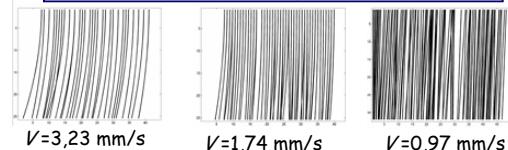


Spremljanje rezalne fronte s pomočjo IR-kamere

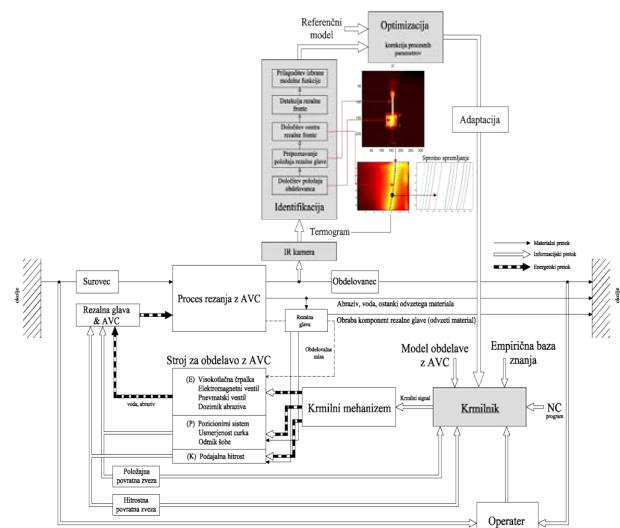
Tako kot pri vsakem obdelovalnem procesu je tudi pri rezanju z AVC nadzor rezalnih parametrov pomemben pri zagotavljanju ekonomičnosti in kvalitete samega procesa. Na splošno je med procesom rezanja abrazivni vodni curk skrit v obdelovancu, z uporabo IR-kamere in namenskim programom pa je mogoče sprotno spremeljati rezalo fronto ter izvajati adaptivno krmiljenje sistema in posledično korigirati rezalne parametre med procesom obdelave.



Rezultati identifikacije rezalne fronte



Modul za identifikacijo rezalne fronte:



Sinteza in dielektrične lastnosti steklo-keramike na osnovi MgO-B₂O₃-SiO₂ sistema

Urban Došler^{1,2}

¹ Odsek za raziskave sodobnih materialov , Inštitut Jozef Stefan, Ljubljana, Slovenia

² Mednarodna podiplomska šola (Ekotehnologija, 4. letnik)

urban.dosler@ijs.si

V zadnjem času je bilo zaradi povečanja potreb po novih materialih v mikroelektroniki s specifičnimi električnimi lastnostmi opravljenih veliko raziskav. Trenuten razvoj v tehnologiji nizko-sinterabilne sočasno sintrane keramike (LTCC) je usmerjen v miniaturizacijo in integracijo pasivnih elektronskih komponent in nosilne podlage v večplastno strukturo, ki predstavlja sestavni del sodobnih naprav za brezžično telekomunikacijo. LTCC materiali, ki se uporabljajo kot podlaga, morajo zadostiti določenim zahtevam, kot so nizka dielektričnost (<10), nizke dielektrične izgube (visok faktor kvalitete (Qxf)), temperaturno stabilna resonančna frekvenca, sintranje pod temperaturo tališča elektrode in kompatibilnost z materialom elektrode. Rekrystalizirano steklo na osnovi MgO-B₂O₃-SiO₂ ima glede na nizko temperaturo sintranja, nizko dielektrično konstanto in visoke Qxf faktorje izreden potencial za izdelavo podlag v LTCC tehnologiji. Znotraj MgO-B₂O₃-SiO₂ sistema smo proučevali, kako sestava in različni sintezni pogoji vplivajo na kristalizacijo posameznih faz. Po zgoščevanju stekla, ki se začne pri 600°C, se začnejo pojavljati tri kristalinične faze: MgSiO₃, MgB₂O₅ ter kordierit (Mg₂Al₄Si₅O₁₈). Ugotovili smo, da se s podaljšanjem časa mletja steklastega prahu pred sintranjem in z višanjem temperature sintranja dielektrična konstanta znižuje, Qxf vrednost pa narašča. Spremembe teh dielektričnih lastnosti so tesno povezane s povečanjem količine kristaliničnih faz. Keramika na osnovi MgO-B₂O₃-SiO₂ ima dielektrično konstanto $\epsilon_r = 5,6$, Qxf faktor 9400 GHz ter temperaturni koeficient resonančne frekvence $\tau_f = -31\text{ppm/K}$.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL

THE SYNTHESIS AND DIELECTRIC PROPERTIES OF THE GLASS-CERAMIC COMPOSITE $\text{MgO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

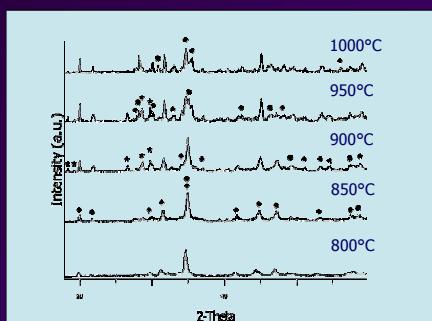
Urban Došler, Marjeta Maček Kržmanc, Danilo Suvorov

Advanced Materials Department, Jozef Stefan Institute, Jamova 39, Slovenia

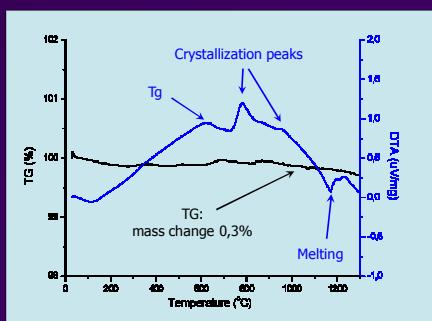
e-mail: urban.dosler@ijs.si

AIM OF WORK

- ★ Preparation of glass and glass-ceramic in the 43wt.% MgO -35wt.% B_2O_3 -22wt.% SiO_2 system
- ★ Study of the influence of crystallization and sintering conditions on the dielectric properties
- ★ Determination of the dielectric properties of glass-ceramics

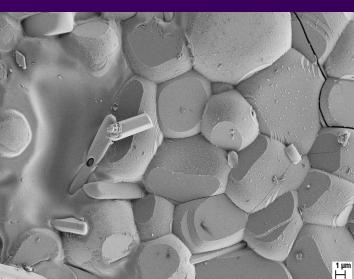
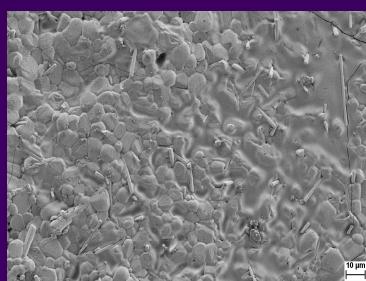


X-ray powder diffraction of the 43% MgO -35% B_2O_3 -22% SiO_2 composition. Denotation of the crystalline phases are: ◆ $\Rightarrow \text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$, • $\Rightarrow \text{MgSiO}_3$, ★ $\Rightarrow \text{Mg}_2\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{18}$



TG and DTA curves of 43% MgO -35% B_2O_3 -22% SiO_2 glass

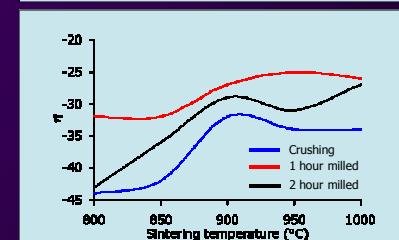
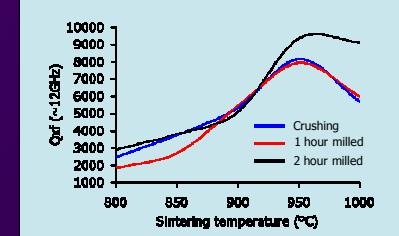
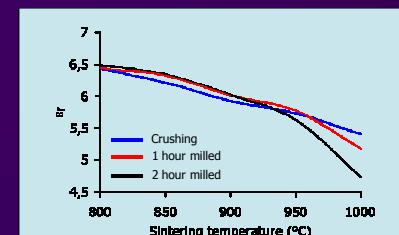
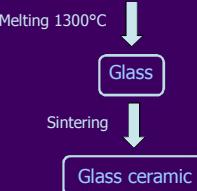
RESULTS



FE-scanning electron micrographs of the 43% MgO -35% B_2O_3 -22% SiO_2 glass-ceramic

EXPERIMENTAL WORK

Homogenate of oxides:
43wt.% MgO - 35wt.% B_2O_3 - 22wt.% SiO_2



Sintering was performed at various temperatures between 800 and 1000°C. The permittivity decreased with an increase in sintering temperature and prolongation of the milling time. Higher sintering temperatures also result in a lower amount of glassy phase, which could be observed in higher Qxf values. The temperature coefficient of resonant frequency (rf) was in the range of -45 – -25 ppm/°C.

CONCLUSIONS

- ★ Amorphous glass with the 43% MgO -35% B_2O_3 -22% SiO_2 composition was prepared by melting for 1 hour at 1300°C. After cooling to room temperature and subsequent heating to 1000°C the result was crystallized glass-ceramics.
- ★ The amount of crystalline phase increased with the firing temperature and significantly influenced the permittivity and the Qxf values of the investigated glass-ceramics.
- ★ The glass-ceramic with the composition 43% MgO -35% B_2O_3 -22% SiO_2 exhibited $\epsilon = 5.6$ and $\text{Qxf} = 9,350 \text{ Ghz}$.
- ★ Such a result qualifies glass-ceramics with the composition 43% MgO -35% B_2O_3 -22% SiO_2 for future applications in next-generation technologies.

Optimizacija prevoza tovora

Erik Dovgan^{1,2}

¹ Odsek za inteligentne sisteme, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Novi mediji in e-znanost, 1. letnik)

erik.dovgan@ijs.si

Med dvema lokacijama je potrebno s skupino vozil v čim krajšem času prepeljati tovor različnih vrst. Dana je količina vsake vrste tovora, nosilnost vozil, število in zmogljivost nakladalnih mest na izhodiščni lokaciji, število in zmogljivost razkladalnih mest na ciljni lokaciji, hitrostne omejitve na cestnih odsekih med lokacijama ter hitrosti polnih in praznih vozil. Skupinski prevoz vključuje natovarjanje vozil, prevoz tovora v koloni, raztovarjanje vozil in njihovo vračanje v koloni. Za prevoz vsega tovora je potrebnih več takšnih voženj. Rešitev prevoza tovora je razpored različnih vrst tovora na vozila ter razpored vozil na nakladalna in razkladalna mesta za vse vožnje. Optimalna rešitev je rešitev z najkrajšim časom prevoza vsega tovora. Pri iskanju rešitev je treba upoštevati množico omejitev. Vozila lahko vozijo samo določene vrste tovora. Nakladalna in razkladalna mesta lahko nakladajo oziroma razkladajo samo določene vrste tovora, pri čem je hitrost nakladanja oziroma razkladanja podana. Določena vozila so lahko opremljena s samonakladalnimi oz. samorazkladalnimi napravami. Pri tem ni nujno, da se vedno samonakladajo oziroma samorazkladajo.

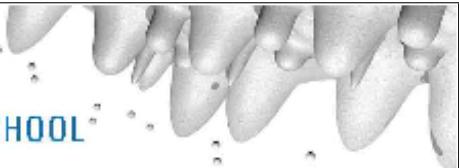
Reševanje problema je računsko zelo zahtevno, zato je izbor primernega algoritma za reševanje ključnega pomena. Evolucijski algoritmi [1] so algoritmi, ki rešujejo zahtevne probleme v sprejemljivem času, zato smo za problem razvili posebno vrsto evolucijskega algoritma – genetski algoritem [2]. Genetski algoritmom poišče rešitve za vsako vožnjo, te pa na koncu združene dajo rešitev celotnega problema. Na začetku tvori množico naključnih dopustnih rešitev (primer: vozila vozijo samo dovoljene tovore, ne vozijo prepovedanih tovorov) in jih oceni. Nato v več korakih izboljšuje rešitve na dva načina: izbere dve rešitvi in ju kombinira med seboj (primer: v prvi rešitvi je prvo vozilo prevažalo prvi tovor, v drugi rešitvi pa je prvo vozilo prevažalo drugi tovor; sedaj se tovora na tem vozilu med rešitvama zamenjata); izbere eno rešitev in jo naključno spremeni (primer: prvemu vozilu zamenja vrsto tovora). Če algoritem tako dobi boljše rešitve, jih shrani, sicer jih zavrže. Tako se kakovost rešitev postopoma izboljšuje. Pri tem je število korakov omejeno.

Rezultat razvojnega dela je algoritem za optimizacijo prevoza tovora, ki je opremljen z uporabniku prijaznim vmesnikom. Algoritem rešuje probleme v sprejemljivem času in je zato uporaben za interaktivno načrtovanje prevoza tovora [3]. Poleg tega najde boljše rešitve od drugih algoritmov (požrešna metoda, naključno preiskovanje itd.).

Z evolucijskimi algoritmi lahko poleg predstavljenega problema rešujemo veliko množico preiskovalnih in optimizacijskih problemov. Najbolj so uporabni za probleme, ki jih klasični algoritmi ne znajo rešiti ali pa jih zaradi prevelikega števila rešitev ne morejo rešiti v sprejemljivem času. Primeri problemov, kjer lahko uporabimo evolucijske algoritme, so: optimizacija proizvodnje, iskanje optimalnih vrednosti parametrov (proizvodnih procesov, računalniških programov ipd.), optimizacija porabe električne energije, sestavljanje urnikov, voznih redov itn.

Literatura:

- [1] A. E. Eiben in J. E. Smith. *Introduction to Evolutionary Computing*. Springer, 2003.
- [2] K. A. De Jong. *Evolutionary Computation: A Unified Approach*. MIT Press, 2006.
- [3] E. Dovgan in B. Filipič. Evolucijsko optimiranje prevoza raznovrstnega tovora s skupino vozil. *Zbornik sedemnajste mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2008*, zv. B, str. 119-122, Portorož, Slovenija sekcija IEEE, 2008.



OPTIMIZACIJA PREVOZA TOVORA



ERIK DOVGAN, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Študijski program: Novi mediji in e-znanost

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: prof. dr. Matjaž Gams

SOMENTOR: doc. dr. Bogdan Filipič

Odsek za inteligentne sisteme

Institut "Jožef Stefan", Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

erik.dovgan@ijs.si

Opis problema

- Prevoz več vrst tovora iz kraja A v kraj B
- Različna vozila glede zmožnosti prevoza vrst in količin tovorov
- Različna nakladalna mesta v kraju A
- Različna razkladalna mesta v kraju B
- Dodatne omejitve: vožnja vozil v koloni, prevoz v ciklih itd.

Cilj

- Najti optimalni razpored prevoza
- Ocena razporeda: minimalni čas prevoza, minimalna porabljeni sredstva

Iskane rešitve

- Rešitve so razporedi, ki za vsako vozilo v vsakem ciklu določajo:
 - kateri tovor se vozi na vozilu
 - mesto, kjer se vozilo naklada
 - mesto, kjer se vozilo razklada
 - količino tovora na vozilu

Način reševanja

- Reševanje z genetskim algoritmom kot posebno vrsto evolucijskega algoritma (EA)
- Reševanje po ciklih
- Rešitve za vse cikle tvorijo rešitev celotnega problema

Optimiranje razporeda za posamezen cikel

- Generiranje množice naključnih dopustnih rešitev
- Izboljševanje rešitev v več korakih:
 - kombiniranje dveh rešitev
 - naključna sprememba posamezne rešitve
 - dodajanje boljših rešitev v množico rešitev
- Algoritem vrne najboljšo rešitev za cikel

Problemi, ki jih lahko rešujemo z EA

- Zahtevni preiskovalni in optimizacijski problemi
- Za klasične algoritme prezahtevni problemi: preveč možnih rešitev, neobstoj analitičnih rešitev itd.
- Primeri takih problemov:
 - optimizacija proizvodnje
 - iskanje optimalnih vrednosti parametrov
 - optimizacija porabe električne energije
 - sestavljanje urnikov, voznih redov itd.

Kraj A: Nakladanje



Vožnja polnih vozil



Kraj B: Razkladjanje



Vožnja praznih vozil



Bioaktivne prevleke na kostnih vsadkih

Nataša Drnovšek^{1,2}

¹ Oddelek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

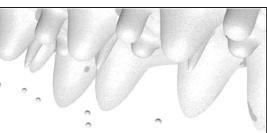
² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije, 3. leto)

Natasa.dnovsek@ijs.si

Izboljšana kakovost življenja in zdravstva podaljšujeta povprečno življenjsko dobo ljudi. Ta pa s seboj prinese tudi starostne bolezni, lahko bi rekli, da preživimo normalno življenjsko dobo naših organov in s tem tudi naših kosti. Manjše kostne poškodbe, vsaj pri mlajši populaciji, lahko telo zaceli samo, pri večjih pa so potrebne operacije, kjer lahko kost nadomesti kostni vsadek. Če želimo, da bi vsadek trajno ostal v telesu, se mora ta dobro vrasti v okoliško tkivo.

Boljše vraščanje vsadkov je mogoče doseči z nanosom in uporabo bioaktivnih materialov. Eden izmed njih je bioaktivno steklo (BS). BS je amorfen material sestavljen predvsem iz SiO₂ in CaO, po navadi vsebuje še P₂O₅, lahko pa mu dodamo razne druge okside kot so Na₂O, ZnO, SrO, odvisno od želenih končnih lastnosti bioaktivnega stekla. Po vsaditvi v telo pride BS v stik z okoliškimi telesnimi tekočinami, začne se raztopljeti in raztopljeni ioni se izmenjujejo z ioni iz telesnih tekočin. Takšna izmenjava vodi do nastanka hidroksiapatita na površini biostekla, ki je sestavni del anorganskega dela kosti. Poleg tega raztopljeni ioni, predvsem pravo razmerje ionov Ca²⁺ in Si⁴⁺, spodbujajo rast in razmnoževanje kostnih celic. S pravo sestavo lahko dosežemo tudi antibakterijske lastnosti bioaktivnega stekla, s čimer preprečimo nastanek bakterijskega biofilma, ki lahko vodi do razmajanja in ponovne operacije. Bioaktivno steklo lahko pripravimo po običajnem postopku s taljenjem ali pa po sol-gel postopku. Sol-gel je nizkotemperaturni postopek s katerim lahko pripravimo delce nanometrske velikosti, s čimer se izognemo mletju in s tem kontaminaciji materiala. Postopek omogoča tudi pripravo poljubnih sestav, dodajanje raznih dodatkov in enostavno nanašanje prevlek. Nanašanje je možno s pomakanjem ali pa z elektroforetsko depozicijo, kjer se na kovinski vsadek, ki služi kot katoda, iz suspenzije nanašajo delci bioaktivnega stekla. Poleg bioaktivnih prevlek se lahko bioaktivno steklo uporablja tudi za zapolnitev kostnih vrzeli, kjer ni obremenitev, ali pa kot prenašalec zdravil.

Za trajne in kakovostne kostne vsadke ni pomembna samo bioaktivnost prevleke, ampak tudi lastnosti površine vsadka, ki je običajno Ti zlitina. Bioaktivno steklo namreč sčasoma zamenja kostno tkivo in tako pride do stika med okoliškim tkivom in vsadkom. Neposreden stik s kovino lahko preprečimo z oksidno plastjo. Plast TiO₂ na površini vsadka izboljšuje biokompatibilnost, kemijo inertnost in korozionsko odpornost zlitine ter hkrati varuje okoliško tkivo pred toksičnimi kovinskimi atomi, kot sta Al in V. Oksidno plast lahko pripravimo s hidrotermalno sintezo. To je enostaven postopek, kjer zlitino obdelamo v TiO₂ suspenziji pri določeni temperaturi in času. Na površini nastane gosta prevleka iz anataznih delcev.

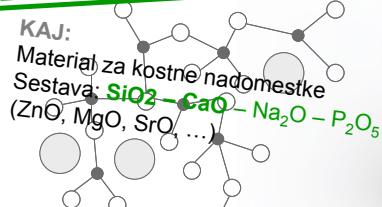


BIOAKTIVNE PREVLEKE NA KOSTNIH VSADKIH

Nataša Drnovšek, univ. dipl. ing. kem. inž
Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije,
Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
Mentorica: doc.dr.Saša Novak
Institut "Jožef Stefan", Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



BIOAKTIVNO STEKLO (BS)



- ZAKAJ:**
- omogoča hitro in bolje vraščanje vsadka
 - preprečuje razmajanje vsadka
 - ima lahko antibakterijske lastnosti



KAKO:

- ob stiku s telesnimi tekočinami se bioaktivno steklo začne raztopljaliti
- pride do izmenjave ionov z okolico
- na površini nastane hidroksiapatit (HAp je sestavni del anorganskega dela kosti)
- raztopljeni ioni biostekla stimulirajo razmnoževanje in razvoj kostnih celic



PRIPRAVA:

- sol-gel;
-nizkotemperaturni postopek
-delci so nano velikosti
-ni kontaminacije zaradi mletja kot pri običajnem postopku priprave stekla
-lahko spremnjamo sestavo in dodajamo razne dodatke
-enostavno nanašanje prevlek

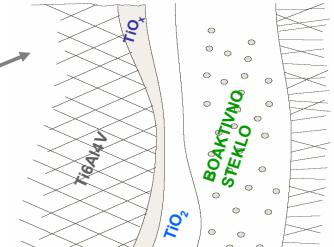
z elektroforetsko depozicijo
ali pomakanjem

DRUGE MOŽNOSTI UPORABE BS:

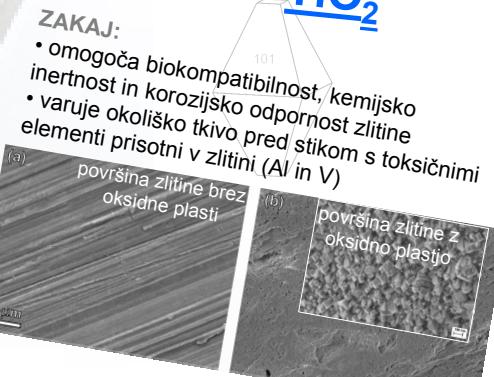
- prenos zdravil
- zapolnitev kostnih vrzeli, kjer ni obremenitev preobčutljivosti zob, ...



POROZNA Ti PREVLEKA:
za boljše vraščanje celic

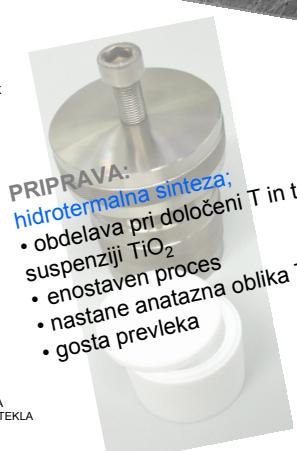
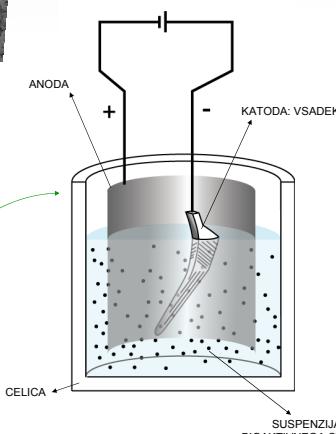


TiO₂



ZAKAJ:

- omogoča biokompatibilnost, kemisko inertnost in korozjsko odpornost zlitine
- varuje okoliško tkivo pred stikom s toksičnimi elementi prisotni v zlitini (Al in V)



PRIPRAVA:

- hidrotermalna sinteza;
• obdelava pri določeni T in t v
suspenziji TiO_2
• enostaven proces
• nastane anatazna oblika TiO_2
• gosta prevleka

LOČEVANJE in KONCENTRIRANJE vzorcev z uporabo MAGNETNIH NANONODELCEV

Kristina Eleršič^{1,2}

¹ Odsek za analizo površin in optoelektroniko, Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (smer: Nanoznanosti in nanotehnologije, 2. letnik)

Kristina.elersic@ijs.si

Z razvojem nanoznanosti in nanotehnologij, so bili odkriti tudi superparamagnetni nanodelci. Ti delci so pogosto iz železovih oksidov in imajo posebne lastnosti. Ob izpostavitvi zunanjemu magnetnemu polju, kažejo magnetne lastnosti, ko pa magnetno polje umaknemo, se delci ponovno porazdelijo po tekočini. Torej so njihove magnetne lastnosti izražene le ob prisotnosti magnetnega polja. Z vezavo protiteles na takšne delce lahko ločimo proteine iz komplikiranih suspenzij, kot je na primer krvna plazma. Uporaba nanodelcev v biomedicini je naredila velik korak k lažji separaciji in detekciji bioloških materialov. Poleg tega je znižala mejo koncentracije, ki je potrebna za detekcijo določenega proteina, saj ga magnetni nanodelci lahko poberejo po večjem volumnu in koncentrirajo na manjši volumen.

Superparamagnetne nanodelce lahko oplaščimo s polimerno, fosfolipidno ali silikonsko prevleko. Glede na hidrofilnost oziroma hidrofobnost, naboj in površinsko napetost pa lahko nanje adsorbiramo tudi določene molekule. S tem ne izgubijo magnetnih lastnosti, na njihovo površino pa nato lahko vežemo željene molekule. Te pa nato specifično vežemo na tiste snovi, ki jih želimo izolirati.

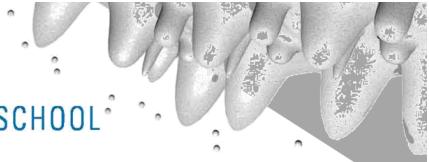
Reference:

- [1] *What is nanomedicine?* **Jr, Robert A. Freitas.** 2-9, California : Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 2005, Zv. 1.
- [2] *Synthesis and surface engineering of iron oxide nanoparticles for biomedical applications.* **Ajay Kumar Gupta, Mona Gupta.** Scotland : Biomaterials, 2005, Izv. 26, 3995-4021.
- [3] *Medical application of functionalized magnetic nanoparticles.* **Akira Ito, Masashige Shinkai, Hiroyuka Honda, and Takeshi Kobayashi.** Nagoya : Journal of Bioscience and Bioengineering, 2005, Izv. 100, 1-11.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



KONCENTRIRANJE VZORCEV z uporabo MAGNETNIH NANODELCEV

TEORETIČNE OSNOVE

Fe_2O_3 nanodelci so majhni delci, katere lahko usmerjamo z magnetnim poljem. Narejemo lahko različne komponente (ih funkcionaliziramo).

- ▶ vezava streptavidina na površine magnetnih nanodelcev
- ▶ vezava protitelesa za detekcijo priona

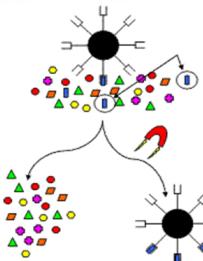
Funkcionalizirane magnetne nanodelce pripravljamo za detekcijo prionov v ELISA testih. Funkcionalizacija poteka preko vezave streptavidina na površino nanodelca, ki nato omogoča pripenjanje biotiniziranega protitelesa.



APLIKATIVNOST

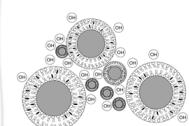
KONCENTRIRANJE VZORCA

Izolacija določene komponente
(npr. zdravilnih učinkovin v farmaciji)



uporabno, ko želimo na površino kemijsko vezati nanose

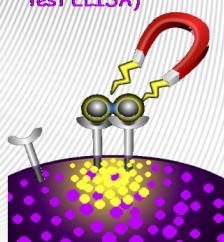
(npr. vezava PDMS polimera na steklo)



Iz raztopin z magnetom izvlečemo strupene snovi

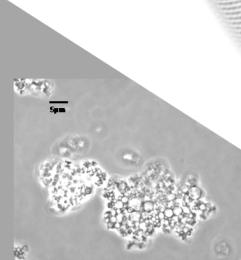
Vezava bioaktivnih učinkovin na magnetni nanodelec

(npr. vezava protiteles za test ELISA)



ČIŠČENJE TEKOČIN

MEDICINSKE APLIKACIJE



KRISTINA ELERŠIČ, UNIV. DIPLO. KEM.
ŠTUDIJSKI PROGRAM: NANOZNANOSTI IN NANOTEHNOLOGIJE
MEDNARODNA PODIPLOMSKA ŠOLA JOŽEFA STEFANA
MENTOR: DOC. DR. MIRAN MOZETIČ
SOMENTOR: DOC. DR. UROŠ CVELBAR
INSTITUT JOŽEF STEFAN,
JAMOVA CESTA 39,
1000 LJUBLJANA



Rast fraktalov z DLA in fotokataliza TiO₂

Barbara Horvat^{1,2}, Goran Dražić¹

¹ Oddelek za nanostrukturne materiale, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanofizika, 1. leto)

barbara.horvat@ijs.si

Nanokristaliničen TiO₂ je eden izmed najbolj raziskovanih oksidov. Uporablajo ga za fotokatalizo, pretvorbo sončne energije v električno, v senzorjih, katalizatorjih, fotonskih kristalih, samočistilnih premazih, barvah, kremah za sončenje, mačjem pesku... Njegove lastnosti lahko kontroliramo z velikostjo delcev, obliko delcev ter kristalno strukturo.

Končni cilj raziskave je zgraditi kompleksne strukture iz začetnih sferičnih kristalnih delcev TiO₂ v anatazni modifikaciji s pomočjo samoorganizacije delcev ter agregacije z omejeno difuzijo (DLA) pri hidrotermalni sintezi.

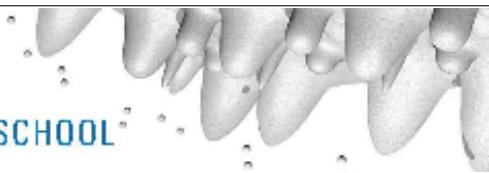
S pomočjo DLA rastejo samourejene strukture v obliki fraktalov, katerih glavna lastnost je veliko razmerje med površino in volumnom oz. velika aktivna površina. Potrebna je dovolj majhna koncentracija začetnih delcev, da raste fraktal delec po delec, saj je zahteva, da je rast omejena z difuzijo, ki je edina gonilna sila v primeru nenabitih delcev. Za agregacijo oz. lepljenje delcev pa je odgovorna Van der Waalsova sila.

S hidrotermalno sintezo, tj. pri povišanem tlaku in temperaturi, iz titanovega (IV) izopropoksida pridobivamo nano-TiO₂ v anatazni modifikaciji. Spreminjam različne parametre: temperaturo, čas segrevanja, hitrost ohlajanja, pH, dodatke kot so NaOH, KOH, TMAH, NH₃, AgNO₃, EtOH, H₂O₂, NaCl, HCl, HNO₃, Fe in Al ioni itd.

TEM, FEG-SEM in XRD uporabljamo za določevanje strukture, kemične sestave ter morfologije delcev. Testiramo različne površinske lastnosti produktov kot so: fotokatalitična aktivnost, bioaktivnost ter zeta potencial.

Trenutno je za nas najbolj pomembna fotokatalitska sposobnost anataznega TiO₂. Prepovedan pas meri 3.2 eV oz. anatazni TiO₂ postane fotokatalitičen v UV spektru. Če je TiO₂ dopiran, je fotokataliza prisotna tudi v vidnem spektru svetlobe.

Po obsevanju vzorca s svetlobo ustrezne valovne dolžine preide elektron v prevodni pas, v valenčnem pasu pa za sabo pusti vrzel. Slednja tvori z molekulo vode hidroksilen radikal, elektron s kisikom superoksidni radikal, ki s pomočjo produktov pri dekompoziciji vode s pomočjo vrzeli preide v vodikov peroksid, ki se na površini polprevodnika pretvori v hidroksilen radikal. Slednji je zelo reaktiv, zato lahko oksidira na površini polprevodnika adsorbirane organske nečistoče.



RAST FRAKTALOV z DLA in FOTOKATALIZA TiO₂

BARBARA HORVAT, univ. dipl. fiz.

Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije, nanofizika

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: doc. dr. GORAN DRAŽIĆ

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



RAST FRAKTALOV z DLA

Fraktali so liki/telesa nepravilnih oblik, ki jih ni moč predstaviti s klasično geometrijo. Njihova glavna lastnost je samopodobnost.



Prednost fraktalov pred drugimi oblikami materialov je večje razmerje med površino in volumnom - fraktali imajo večjo aktivno površino.

Rast fraktalov je pravzaprav agregacija z omejeno difuzijo oz. "Diffusion Limited Aggregation" (DLA).

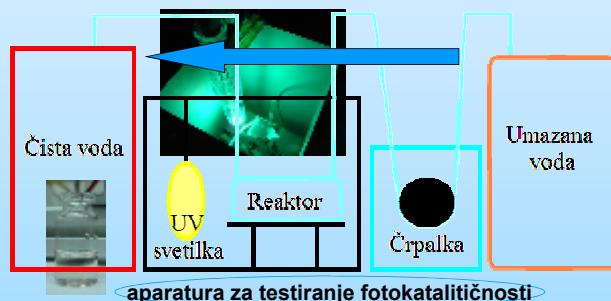
Gonilna sila nenabitih delcev preden se prilepijo na nastajajoč fraktal (aggregirajo) je Brownovo gibanje oz. makroskopsko gledano, difuzija. Koncentracija delcev v suspenziji pa je tako nizka, da fraktal lahko raste le delec po delec - skratka difuzija je omejena.

FOTOKATALIZA

Anataz TiO₂ je n-tip polprevodnika s 3.2 eV veliko energijsko vrzeljo, ki se uporablja kot fotokatalizator v UV spektru.



Fotokataliza na anatazni modifikaciji TiO₂ poteče po vzbuditvi elektronov iz valenčnega v prevodni pas s fotoni valovne dolžine 387,5 nm, ko postane TiO₂ katalizator, s pomočjo katerega se razgradijo nečistoči iz zraka (na oknih, strehah...), v onesnaženih vodah...



UPORABA

Nano-TiO₂ se uporablja kot premaz za samočistilne površine (zunanji materiali v gradbeništvu). Pri čiščenju vode nano-TiO₂ lahko uporablajo kot prah, vendar je problem kako ga odstraniti po končnem čiščenju. Zato se namesto prahu uporablja premaze na ploščicah, ki se jih obseva. Vendar je aktivnost v primeru premaza manjša (aktivna površina je manjša).



KAKO DO FRAKTALOV TiO₂

S pomočjo hidrotermalne sinteze, skratka povišane temperature in povišanega tlaka, iz Ti(IV)izopropoksida se pripravi nano-sferične delce.



Odlično rešitev predstavlja nano-TiO₂ v obliki fraktala, saj je aktivnost še vedno velika, prav tako pa so fraktali toliko večji od nano-delcev, da se jih lahko odfiltrira.

V prvi fazi narejene delce se nato "oblikuje" v mediju NaOH v cevaste, dodatek nečistoč pa pomaga pri oblikovanju dvajčkov, iz katerih rastejo cevke dalje.

Use and Application of Ion Beam Analysis Methods

David Jezeršek^{1,2}

¹Department for Low and Medium Energy Physics, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

²Jožef Stefan International Postgraduate School (Nanoscience and nanotechnology, 3rd year)

david.jezersek@ijs.si

An advantage of an ion beam over the electron beam in analysis of materials is its high penetration in the material (up to 100 µm) and low beam broadening. The measurements can be performed in the air with detection limits in the 10 ppm range. Typical depth of analyzed material is from few 100 nm up to 100 µm, depending on the geometry of the experimental setup, energy of the beam particles and density of a sample. Apart from analysis, modification of materials with an ion beam is also possible. Ion beam lithography is used to produce microstructures for specific applications in biology and medicine.

The IBA methods described are exercised at Microanalytical Center (MIC¹) at Jožef Stefan Institute where the 2 MV tandem particle accelerator enables us to perform precise and accurate elemental analysis on various targets. The MIC accelerator was recently accepted in the SPIRIT consortium² of 11 leading ion beam facilities in EU, which provide transnational access to industry and R&D personnel in need of the ion beams for the modification and analysis of solid surfaces, interfaces, thin films and nanostructured systems.

In the past few years successful cooperation with leading research groups in the field of IBA was established and recently the interest from the high-tech industry was observed. Few examples of successful applications of IBA methods are presented further on:

- archaeology and art (glass³, metals, ceramics, paint pigments),
- biological samples⁴ (elemental distribution on micrometer scale, ion beam lithography),
- hydrogen/deuterium distribution in materials (fusion relevant materials⁵, diamond-like coatings),
- aerosol samples measuring⁶.

[1] MIC: Microanalytical Center at Jožef Stefan Institute. <http://www.rcp.ijs.si/mic>, 2009.

[2] SPIRIT: support of public and industrial research using ion beam technology. <http://www.spirit-ion.eu>, 2009.

[3] Ž. Šmit, D. Jezeršek, T. Knific, J. Istenič, PIXE-PIGE analysis of Carolingian period glass from Slovenia, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 267 (1), pp. 121-124, 2009.

[4] K. Vogel-Mikuš, M. Regvar, J. Mesjasz-Przybyłowicz, W. J. Przybyłowicz, J. Simčič, P. Pelicon, M. Budnar, Spatial distribution of cadmium in leaves of metal hyperaccumulating *Thlaspi praecox* using micro-PIXE, *New Phytologist*, 179 (3), pp. 712-721, 2008.

[5] S. Markelj, P. Pelicon, J. Simčič, Z. Rupnik, I. Čadež, Studying permeation of hydrogen (H and D) through Palladium membrane dynamically with ERDA method, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 261, pp. 498–503, 2007.

[6] M. Žitnik, M. Budnar, K. Ravnikar, M. Uršič, N. Grilj, M. Jakomin, Z. Rupnik, P. Pelicon, Estimation of possible airborne elemental inputs to the Slovenian marine environment, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 275 (1), 2008.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL

DAVID JEZERŠEK, univ. dipl. met. in mat.

Study programme: Nanosciences and Nanotechnologies,

Jožef Stefan International Postgraduate School

Mentor: prof. dr. Žiga Šmit

Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

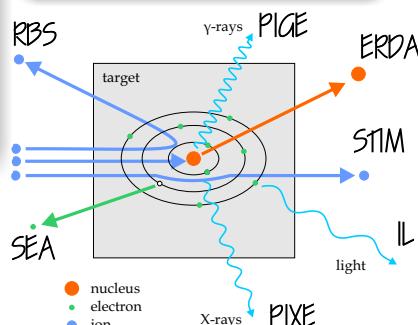
Ion Beam Analysis Methods

Rutherford Backscattering

Some ions are elastically recoiled back in the backward direction. By measuring them we can deconvolute depth elemental profiles of the target which they hit.

Elements detected: from He up analyzed depth: up to 10 µm

PIGE - Particle Induced Gamma-rays Emission
When incoming high-energy ion hits the core of an atom it scatters inelastically. This event results in emission of characteristic high-energy photon in the gamma-ray region.



The Periodic Table of the Elements



NRA - Nuclear Reaction Analysis
If the incoming ions have enough energy, they can induce the nuclear reaction which results in gamma ray (PIGE) or/and a released particle which we can measure.

This technique excels with high sensitivity for light elements and features isotope resolution.

Elastic Recoil Detection Analysis

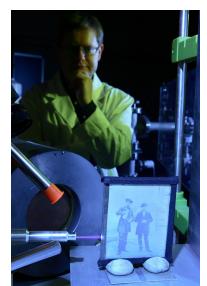
The incoming ion with a higher mass knocks out the lighter ion in the target. By a selective filter before the particle detector we measure just the light knocked-out ions.
Measuring concentrations of hydrogen and deuterium is possible.

Scanning Transmission Ion Microscopy
We measure depths of a sample by the loss of energy of incoming ions.

Luminoluminescence
The color and intensity of visible light is measured. The light is induced by incoming ion beam.



Microanalytical Center,
<http://www.rcp.jls.si/mic>
Department for Low and Medium Energy Physics,
Jožef Stefan Institute.



analysis of a photograph on glass made by Janez Puhar

Use

archaeology and art



measuring of a secession glass vase



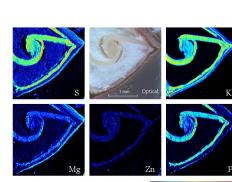
measuring of a bronze situla

and

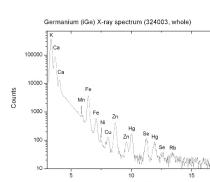
biology and medicine



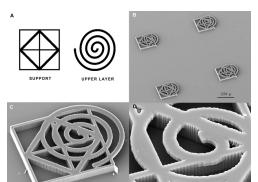
a microbeam experimental station



a buckwheat seed's elemental maps



PIXE spectrum of a hypophysis tissue of the Hg-exposed person



micro structures made with an ion beam lithography (Proton Beam Writing, PBW)

Applications

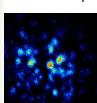
environment: aerosols sampling and measuring



Gent sampler in action



a sampling head

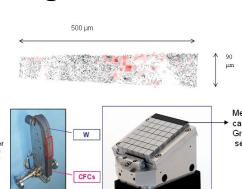


LUKA KOPER

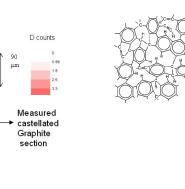
measurements were done for Luka Koper d.d.

an elemental map of aerosol particles

hydrogen/deuterium distribution in materials



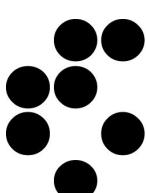
distribution of deuterium penetrating the material of a divertor - critical part of a tokamak



Measured castellated Graphite section



Diamond-like carbon (DLC) coatings can be analyzed for hydrogen content



Plazemska obdelava polimerov

Ita Junkar^{1,2}

¹ Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

² Podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije, 4. letnik)

ita.junkar@ijs.si

Polimerni materiali imajo široko področje uporabe in se zaradi primernih mehanskih in kemijskih lastnosti pogosto uporabljajo v prehrambeni, avtomobilski in tekstilni industriji, kakor tudi v drugih zahtevnejših aplikacijah z visoko dodano vrednostjo. Mednje sodijo predvsem biomedicinske aplikacije, kjer se polimeri uporabljajo za umetne žile, zobne zalivke, kontaktne leče ipd.

Kljud primernim mehanskim lastnostim pa imajo polimeri nizko površinsko energijo, kar omejuje njihovo uporabo. Za povečanje njihove površinske energije in s tem izboljšanje adhezivnih in biokompatibilnih lastnosti polimerov je mogoče uporabiti različne tehnike. Ena izmed najbolj obetavnih je plazemska obdelava, ker omogoča spremembo površinskih lastnosti materiala, kot so omočljivost, kemijska sestava, površinski naboj in hrapavost. Spremembe, ki jih dosežemo s plazemsko obdelavo, so omejene zgolj na površino (nekaj nanometrov v globino) in nimajo nikakršnega vpliva na mehanske lastnosti materiala. Poleg tega plazemska obdelava omogoča homogeno obdelavo površin, tudi tistih z bolj zapletenimi geometrijami, kot so notranje površine dolgih in ozkih cevk (npr. umetne žile).

Naše raziskave so pokazale, da lahko s spremenjanjem razelektritvenih parametrov za generiranje plazme (tlak, vrsta plina za plazmo, moč itd.) dosežemo različne spremembe na površini. Z uporabo kisikove plazme za modifikacijo PET folije na njeni površini tvorimo kisikove funkcionalne skupine, s spremenjanjem časa obdelave pa dosežemo različno hrapavost površine ter različno omočljivost.

Pomemben vpliv plazemske obdelave je tudi staranje površine, ki je največje v prvih nekaj urah po obdelavi. Zato je za optimalne rezultate potrebno nadaljnjo obdelavo polimerov (npr. adhezijo nanosov) opraviti nemudoma po plazemski obdelavi.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



PLAZEMSKA OBDELAVA POLIMEROV

ITA JUNKAR, univ. dipl. inž. kem.

Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije,

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: doc. dr. MIRAN MOZETIČ

SOMENTOR: doc. dr. UROŠ CVELBAR

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

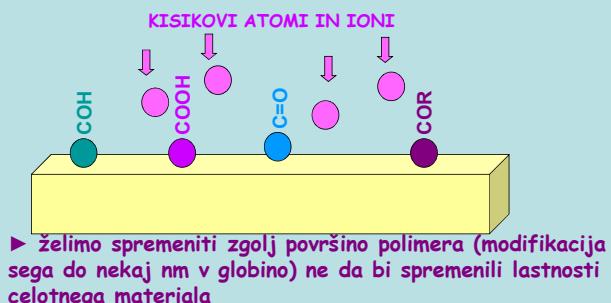


PLAZEMSKA OBDELAVA POLIMEROV JE UČINKOVIT POSTOPEK, kadar:

- ▶ želimo spremeniti morfološke lastnosti površine in povečati hrapavost površine
- ▶ želimo povečati hidrofilnost površine (kisikova, dušikova, argonova plazma...)
- ▶ želimo povečati hidrofobnost površine (CF_4 plazma)



- ▶ želimo tvoriti nove kemijske vezi na površini - z okolju prijazno tehnologijo (izognemo se uporabi mokrih kemijskih postopkov, ki so okolju škodljivi)

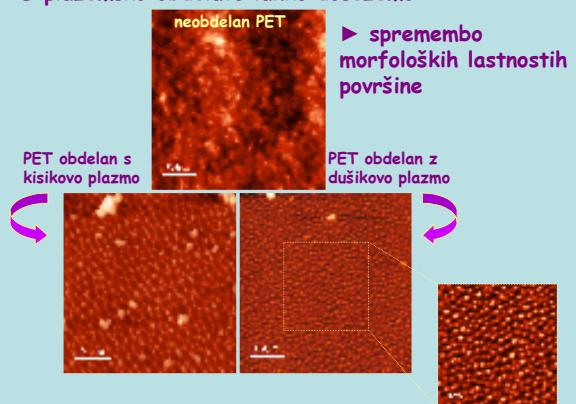


- ▶ želimo spremeniti zgolj površino polmera (modifikacija sega do nekaj nm v globino) ne da bi spremenili lastnosti celotnega materiala

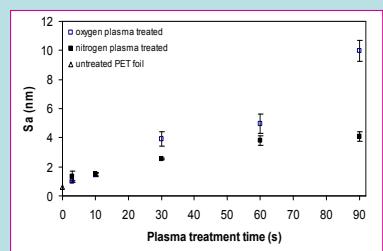
ZNANSTVENI TEMELJI

PLAZMA je ioniziran plin (četrto agregatno stanje snovi) in predstavlja vir kemijsko aktivnih skupin (ionov, elektronov, atomov, radikalov in fotonov)

S plazemsko obdelavo lahko dosežemo:



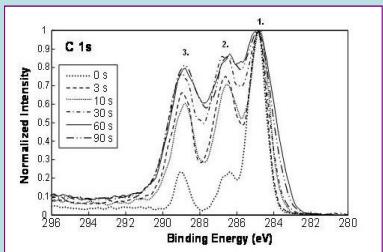
- ▶ spremembu hrapavosti površine



- ▶ spremembu omočljivosti površine



- ▶ spremembu kemijske sestave površine



Priprava sodobnih keramičnih materialov z elektroforetsko depozicijo

Katja König^{1,2}

¹Odsek za nanostrukturne materiale, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovno tehniška fakulteta (Študijski program: Materiali, 4. let)

katja.konig@ijs.si

Elektroforetska depozicija (EPD) oz. nanašanje v električnem polju je zelo uporabna koloidna tehnika za oblikovanje keramičnih, polimernih in kovinskih materialov, ki so v obliki finega prahu. Omogoča pripravo masivnih izdelkov, prevlek in infiltriranih tkanin. Do zgodnjih devetdesetih let prejšnjega stoletja se je EPD uporabljala predvsem za izdelovanje tradicionalne keramike, v zadnjih 15-ih letih pa se je zaradi hitrega razvoja sodobnih materialov in posledično potrebe po ustreznem prilagajanju tehnik oblikovanja pokazala kot izredno obetavna metoda za izdelavo vrste novih komponent s prilagojeno strukturo, kot npr. plastovitih in funkcionalno gradientnih materialov, vlaknatih keramičnih kompozitov, biomaterialov, kompozitnih prevlek itd.

EPD je dvostopenjski proces. V tekočini dispergirani električno nabiti delci se pod vplivom električnega polja 1) gibljejo proti nasprotno nabiti elektrodi in 2) se naložijo na elektrodo. Na elektrodi nastaja relativno gost in homogen depozit, ki ga je praviloma treba še ustrezeno termično obdelati. Pri izdelovanju masivnih izdelkov se kot elektroda lahko uporabi bodisi kovinski ali drug prevoden nosilec, depozit pa se lahko tvori tudi na membrani postavljeni pred eno izmed elektrod. Pri infiltriranju 2D ali 3D tkanin lahko le-te služijo kot elektrode ali pa tkanino postavimo pred eno izmed elektrod. Pri pripravi tankih in debelih prevlek se kot elektrode uporablajo funkcionalne podlage.

Na potek EPD vplivajo različni dejavniki: dejavniki povezani s procesom (napajalna napetost, narava elektrod, čas depozicije, razdalja med elektrodama) in dejavniki povezani s suspenzijo (zeta potencial in velikost delcev, dielektrična konstanta tekočine, prevodnost, viskoznost, dodatki).

Klub vedno večjemu zanimanju za oblikovanje sodobnih materialov z EPD ta tehnika zaradi omejenega poznavanja zvez med dejavniki EPD in lastnostmi izdelkov še ni v široki industrijski uporabi. Zato je eden izmed pomembnih ciljev raziskav na področju EPD boljše poznavanje zvez med dejavniki EPD in lastnostmi depozitov.

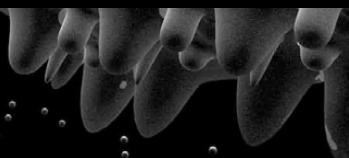
V raziskovalnem delu sem se osredotočila predvsem na preučevanje vpliva dejavnikov povezanih s suspenzijo (zeta potencial in velikost delcev, prevodnost, vpliv dodatkov), raziskala pa sem tudi vpliv dejavnikov povezanih s procesom. Velik del raziskav sem posvetila študiju površinskih lastnosti delcev v suspenzijah ter možnosti ustreznega povečanja naboja na delcih z različnimi dodatki. Zeta potencial delcev, ki je zelo pomemben dejavnik EPD, sem merila z elektroakustično metodo. Merila sem tudi prevodnost suspenzij, ki ravno tako bistveno vpliva na tvorbo depozitov. Mikrostrukturo tvorjenih depozitov sem preučevala z optično in vrstično elektronsko mikroskopijo.

Z EPD sem pripravila masivne izdelke iz submikronskega in nanometrskega prahu Al_2O_3 . Nanometrske delce, ki naj bi omogočali pripravo goste keramike pri relativno nizkih temperaturah sintranja, je v primerjavi z mikrometrskimi zelo težko deaglomerirati, kar se odraža na precej porozni mikrostrukturi sintrane keramike. EPD sem uporabila tudi kot metodo za zlaganje submikronskih monodisperznih kroglic SiO_2 . Raziskala sem vpliv zeta potenciala, prevodnosti suspenzij in napajalne napetosti na zlaganje. Ukvajala sem se tudi s pripravo vlaknatih keramičnih kompozitov, ki jih je relativno težko pripraviti s kakšno drugo metodo. V okviru tega dela sem z EPD prevlekla SiC vlakna z ogljikovimi nanocevkami, nato pa medprostoro med vlakni elektroforetsko infiltrirala s suspenzijo submikronskih delcev SiC . Prav tako se je EPD izkazala za zelo ustrezeno metodo za pripravo prevlek iz nanodelcev (Ti, Al)-Beta ter za infiltracijo molekularnih sit na osnovi SiO_2 z nanometrskimi delci (Ti, Al)-Beta.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



Priprava sodobnih keramičnih materialov z elektroforetsko depozicijo

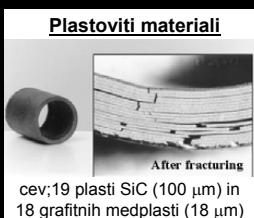
Katja König^{1,2}, univ. dipl. ing. kem.inž.



Mentorka: prof. dr. Spomenka Kobe¹
Somentorka: doc. dr. Saša Novak¹
Somentor: dr. Aldo R. Boccaccini³



Masivni izdelki



Plastoviti materiali

cev; 19 plasti SiC (100 µm) in
18 grafitnih medplasti (18 µm)

Elektroforetska depozicija (EPD) je zelo uporabna koloidna tehnika za oblikovanje keramičnih, polimernih in kovinskih materialov, ki so v obliki finega prahu. Omogoča pripravo **masivnih izdelkov, prevlek in infiltriranih tkanin**.

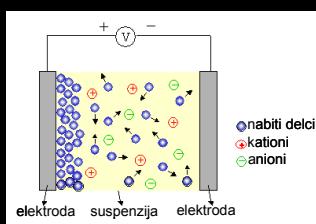


Funkcionalno
gradientni materiali



Tanki filmi in prevleke
keramične prevleke
na kovinski podlagi

EPD je dvostopenjski proces. V tekočini dispergirani električno nabit delci se pod vplivom električnega polja **1) gibljejo proti nasprotno nabit elektrodi** in **2) se naložijo na elektrodo**. Na elektrodi nastaja relativno gost in homogen depozit, ki ga je praviloma treba še ustrezno termično obdelati.

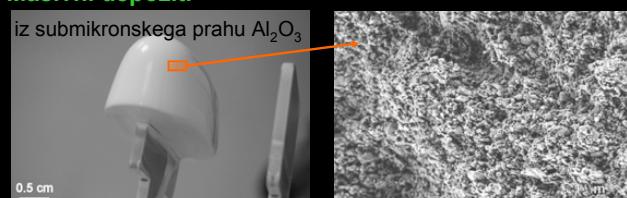


Na potek EPD vplivajo naslednji dejavniki: **zeta potencial** in velikost delcev, **dielektrična konstanta** in **prevodnost tekočine**, napajalna napetost, razdalja med elektrodama, narava elektrod in čas depozicije.

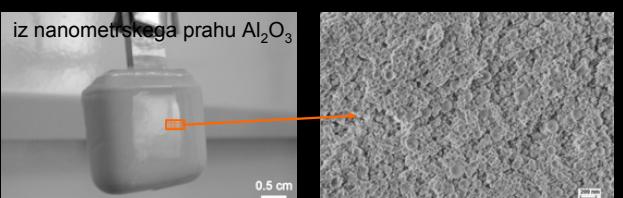
CILJ → bolj poznati zveze med dejavniki EPD in lastnostmi depozitov

Za kaj vse lahko uporabimo EPD?

Masivni depoziti



Depoziti iz nanometrskega prahu imajo mnogo nižjo gostoto pakiranja kot depoziti iz submikronskega prahu.

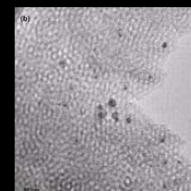
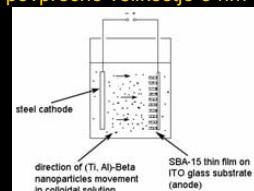


Elektroforetsko infiltrirani porozni predoblikovanci

Vlaknata tkanina SiC, infiltrirana s submikronskimi delci SiC



Molekularno sito na osnovi SiO_2 , infiltrirano z delci (Ti, Al)-Beta s povprečno velikostjo 5 nm



na posnetku
transmisijskega
mikroskopa je
molekularno sito
zapolnjeno z
delci (Ti, Al)-
Beta

Prevleke na različnih podlagah



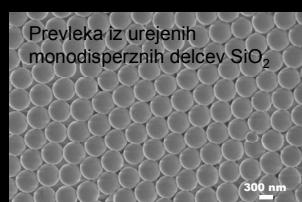
Prevleka iz ogljikovih
nanocevk na vlaknih SiC



Prevleka iz nanometrskih
delcev SiC na vlaknih SiC



Prevleka iz nanometrskih delcev
(Ti, Al)-Beta na jekleni podlagi



Prevleka iz urejenih
monodisperznih delcev SiO_2

Zahvala: Raziskovalno delo je finančirala ARRS. Monodisperzne kroglice SiO_2 je sintetizirala Milena Žorko pod vodstvom mentorja dr. Marjana Beleta (KI). Nanometrske delce (Ti, Al)-Beta je sintetiziral Dr. Matjaž Mazaj (KI).

Inovativni električno prevodni keramični kompoziti na osnovi silicijevega nitrida

Aljoša Maglica^{1,2}, Kristoffer Krnel¹, Tomaž Kosmač¹

¹ Odsek za inženirsko keramiko, Inštitut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanoznanost in Nanotehnologija,
3. letnik)

aljosa.maglica@ijs.si

Električno prevodni in korozionsko obstojni kompozitni materiali so potencialno zanimivi za izdelavo različnih keramičnih grelnih teles kot na primer keramična čepna žarilna svečka za dizelske motorje, keramični grelci ali prižigalci peči.[1] Ti materiali morajo imeti ustrezne lastnosti, kot so dobra toplotna prevodnost, obstojnost na termični šok, dobra korozionska in oksidacijska odpornost, visoka trdnost in žilavost ter primerna električna prevodnost.[2] Do sedaj znani kompozitni materiali za keramične grelce so sestavljeni iz matrične faze, ki je navadno silicijev nitrid, SiAlON ali pa trdna raztopina aluminijevega nitrida in silicijevega karbida, ter v matrični fazi dispergiranih delcev električno prevodne faze. Najpogosteje uporabljeni prevodni delci so MoSi₂ in WC, uporabljeni pa so tudi TiN, TiC, ZrN ali TaN.[3], [4]

V delu poročamo o pripravi Si₃N₄/ZrN kompozitov s sintranjem prahu Si₃N₄, prevlečenega z nanodelci ZrO₂. Prevleko smo pripravili z gel-precipitacijsko metodo zobarjanjem ZrO₂ iz raztopine cirkonijevega (IV) acetata, v kateri je bil dispergiran prah Si₃N₄, s plinastim amoniakom. Tako pripravljen prah Si₃N₄ smo toplotno obdelali in z rentgensko praškovno difracijo dokazali prisotnost ZrO₂. Uspešnost prekrivanja prahu Si₃N₄ smo potrdili s TEM in HRTEM preiskavami, z elektronsko difracijo in EDS analizo.

Pri izdelavi električno prevodnega Si₃N₄/ZrN kompozita smo z ZrO₂ prevlečenemu prahu Si₃N₄ dodali ustrezno količino oksidnih dodatkov za sintranje (Y₂O₃ in Al₂O₃) ter tako pripravljeno mešanico prahu izostatsko stisnili v preizkusni kvader in sintrali pri 1850 °C, 2 h v N₂. V sistemu Si₃N₄ in ZrO₂ pride do reakcije med njima pri temperaturah nad 1600 °C v atmosferi dušika, pri čemer nastajajo ZrN in plinasti SiO in N₂. Po sintranju smo tako dobili Si₃N₄/ZrN kompozit z visoko gostoto in upogibno trdnostjo. Rezultati meritev električne prevodnosti so pokazali, da so kompoziti z 10 in 20 vol. % ZrO₂ v začetni mešanici prahu električno prevodni in, da material z 20 vol. % ZrO₂ doseže primerno električno prevodnost za izdelavo grelnih teles.

Literatura:

- [1] B. Bitterlich, S. Bitsch and K. Friederich, SiAlON based ceramic cutting tools, J. Eu. Ceram. Soc., 28, 989-994, 2008.
- [2] M. Bracisiewicz, V. Medri and A. Bellosi, Factors inducing degradation of properties after long term oxidation of Si₃N₄-TiN electroconductive composites, Applied Surface Science, 202, 139-149, 2002.
- [3] A. Bellosi, S. Guicciardi and A. Tampieri, Development and characterization of electroconductive Si₃N₄-TiN composite, J. Am. Ceram. Soc., 9, 83-93, 1992.
- [4] M. Ade, J. Haußelt, Electroconductive ceramic composites with low-to-zero shrinkage during sintering, J. Eu. Ceram. Soc., 23, 1979-1986, 2003.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



INOVATIVNI ELEKTRIČNO PREVODNI KERAMIČNI KOMPOZITI NA OSNOVI SILICIJEVEGA NITRIDA

ALJOŠA MAGLICA, univ. dipl. inž. kem. inž.
Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije,
Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
MENTOR: dr. KRISTOFFER KRNEL
Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



Uvod

Električno prevodni in korozionsko obstojni delčni kompoziti z dobro topotno prevodnostjo so potencialno zanimivi za izdelavo različnih grelnih teles, kot so keramična čepna žarilna svečka za dizelske motorje, prižigalci peči ipd. Primerni materiali morajo imeti dobro topotno prevodnost, obstojnost na termični šok, dobro korozionsko in oksidacijsko odpornost, visoko trdnost in žilavost ter primerno električno prevodnost. Do sedaj znani kompozitni materiali za keramične grelce so sestavljeni iz električno neprevodne matrične faze, ki vsebuje predvsem silicijev nitrid ali trdno raztopino aluminijevega nitrida in silicijevega karbida ter dispergiranih delcev prevodne faze. Kot električno prevodno fazo najpogosteje predstavljata MoSi₂ in WC.

Namen dela

Sintetizirati nanodelce ZrN na površini Si₃N₄ z gel-precipitacijo ZrO₂ iz raztopine Zr(OAc)₄ v kateri so dispergirani delci Si₃N₄ in naknadno reakcijo s Si₃N₄ pri povišani temperaturi.

Kemijska reakcija, ki poteče nad 1600 °C v N₂ atmosferi:
$$6\text{ZrO}_2 + 4\text{Si}_3\text{N}_4 \rightarrow 6\text{ZrN} + 12\text{SiO} \uparrow + 5\text{N}_2 \uparrow$$

Eksperimentalni del

Materiali

- Si₃N₄, SN-E10, UBE Industries, Japonska
- Zr(OAc)₄, MEL, Velika Britanija
- NH₃ (g), Messer, Slovenija
- Destilirana voda

Sestava

- Si₃N₄-ZrO₂ (10 vol. %)
- Si₃N₄-ZrO₂ (20 vol. %)

Končna točka obarjanja pH 10.0

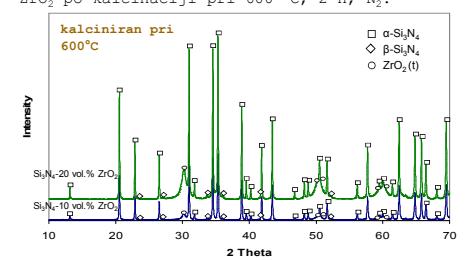
Analizne metode

- TEM
- SEM
- XRD
- upogibna trdnost
- HRTEM
- električna prevodnost

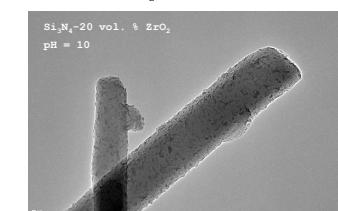
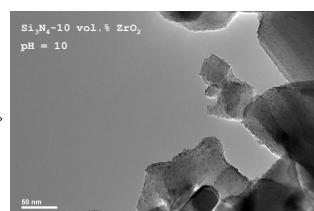
Rezultati

PRIPRAVA PREVLEKE

Rentgenska analiza Si₃N₄ prahu obeženega z nanodelci ZrO₂ po kalcinaciji pri 600 °C, 2 h, N₂.

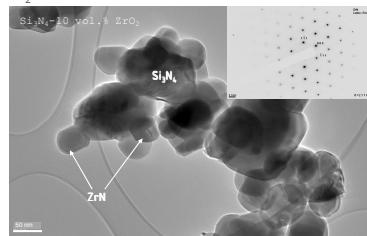
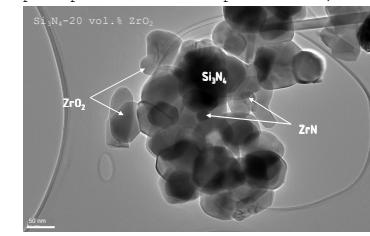


TEM slika Si₃N₄ prahu obeženega z nanodelci ZrO₂ (10 in 20 vol. % v začetni mešanici) po kalcinaciji pri 600 °C, 2 h, N₂.



Površina Si₃N₄ prahu je enakomerno prekrta z nanometerskimi delci ZrO₂. Njihova povprečna velikost je okrog 10 nm.

TEM analiza Si₃N₄ prahu obeženega z nanodelci ZrO₂ (10 in 20 vol. %) po topotni obdelavi pri 1600 °C, 2 h, N₂.



Na površini Si₃N₄ smo potrdili prisotnost ZrN delcev s povp. velikostjo 40 nm.

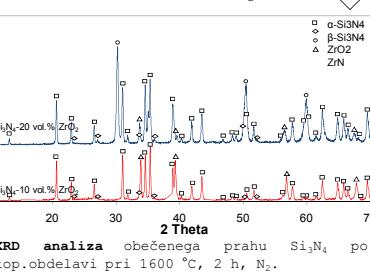
Pri večjem deležu ZrO₂ v začetni mešanici transformacija iz ZrO₂ v ZrN ni popolna.

Na površini Si₃N₄ smo potrdili prisotnost ZrN delcev s povp. velikostjo 40 nm.

TEM preiskava

TEM preiskava

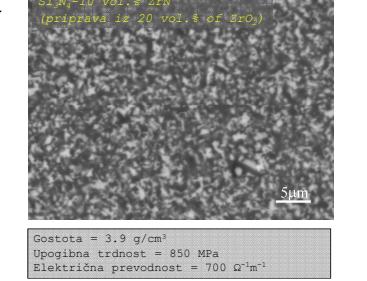
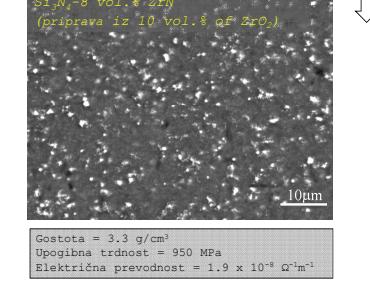
Topotna obdelava obleženega Si₃N₄ prahu pri 1600 °C, 2 h v N₂.



XRD analiza obeženega prahu Si₃N₄ po top. obdelavi pri 1600 °C, 2 h, N₂.

Priprava kompozita

Priprava kompozita



Gostota = 3.3 g/cm³
Upogibna trdnost = 950 MPa
Električna prevodnost = $1.9 \times 10^{-8} \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$

Gostota = 3.9 g/cm³
Upogibna trdnost = 850 MPa
Električna prevodnost = $700 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$

Zaključki

- Površino prahu Si₃N₄ smo prekrili z nanodelci ZrO₂ in ZrN z gel-precipitacijo z naknadno reakcijo s Si₃N₄ pri povišanih temperaturah.
- Reakcija med ZrO₂ in Si₃N₄ je odvisna od temperature sintranja in od količine ZrO₂ v začetni mešanici.
- Pri vzorcih z 10 vol. % ZrO₂ je transformacija iz ZrO₂ v ZrN popolna, in sicer po topotni obdelavi pri 1600 °C in po sintranju pri 1850 °C N₂.
- Si₃N₄/ZrN kompoziti dosežejo visoko gostoto (> 97 % TG) in upogibno trdnost (500-950 MPa).
- Rezultati meritve električne prevodnosti so pokazali, da so kompoziti s 10 in 20 vol. % ZrO₂ v začetni mešanici prahu električno prevodni in, da material z 20 vol. % ZrO₂ doseže primerno električno prevodnost za izdelavo grelnih teles.

Towards Intelligent Home Caregiver

Violeta Mirčevska^{1,2}, Boštjan Kaluža^{1,2}

¹ Department of Intelligent Systems, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School (New Media and E-science, 1. year)

{violeta.mircevska, bostjan.kaluza}@ijs.si

The Statistical Office of the European Communities (Eurostat) predicts that the number of persons aged 65 and over expressed as a percentage of the projected number of persons aged between 15 and 64 in EU27 will rise from 17.9% in 2008 to 53.5% in 2060[1]. As health problems are often encountered with the elderly, the aging of population will overwhelm the society's capacity for taking care for its elderly members.

Research in the field of ambient intelligence [2] is gaining in popularity. Supported by a large spectrum of technological breakthroughs, the vision of systems that embed electronics in every-day objects and environments with the purpose of improving productivity, creativity and pleasure of people through advanced user-system interaction is becoming reality. This vision encompasses two aspects of intelligence – system and social. System intelligence refers to ability to determine the context in which the user performs activities, automatic adjustment of the environment to the user's personal settings, ability to learn from recurring situations and changing needs, as well as to pro-activeness of the environment. Social intelligence encompasses user-system interaction that is compliant with societal conventions, interaction concepts that exhibit awareness of inner state of emotions, as well as consistent and transparent behavior in the interaction with people which is recognized by the user as conscious.

Encouraged by recent advances in the field of ambient intelligence, the European FP7 project CONFIDENCE – Ubiquitous Care System to Support Independent Living [3] is developing a system that will monitor the health conditions of the elderly in real-time based on radio tags placed on the human body. In case of health problems, the system will issue a warning to the user and an alarm to the caregiver if necessary. This way the elderly should gain the needed confidence and security to continue their independent participation in society, thus reducing costs for medical services and burden to the working age population.

The Department of Intelligent Systems of the Jožef Stefan Institute is responsible for the design and development of two subsystems which form the core of the reasoning in CONFIDENCE. The first subsystem will reconstruct the user and his/her environment based on measured locations of the radio tags. The second will detect health problems and early symptoms of illness. This subsystem will have “intelligence” to learn from the habits of the user and adapt to changes in his/her behavior. State-of-the-art techniques (presented on the poster) are being examined and applied for developing the above mentioned subsystems. Study of fall detection and activity recognition with the use of machine learning is presented in [4].

References:

- [1] Eurostat. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, 2009.
- [2] E. Aarts and B. de Ruyter. New research perspectives on Ambient Intelligence. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 1(1):5-14, 2009.
- [3] CONFIDENCE. <http://www.confidence-eu.org/>, 2009.
- [4] M. Luštrek and B. Kaluža. Fall detection and activity recognition with machine learning. *Informatica*, 33(2), 2009. Accepted for publication.



TOWARDS INTELLIGENT HOME CAREGIVER

VIOLETA MIRČEVSKA and BOŠTJAN KALUŽA

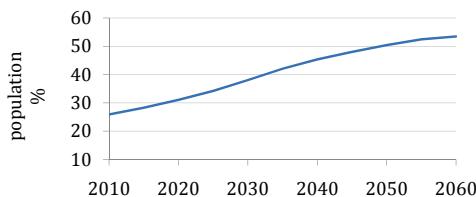


Study program: New Media and E-Science,
Jožef Stefan International Postgraduate School
Mentor: prof. dr. Matjaž Gams
Department of Intelligent Systems,
Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana
{violeta.mircevska, bostjan.kaluza}@ijs.si



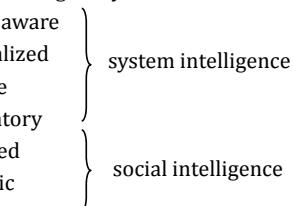
Problem: Aging population

- The population of the developed countries is aging at an alarming rate
- The population over 65 is anticipated to rise from 17.9 % in 2007 to 53.5 % in 2060

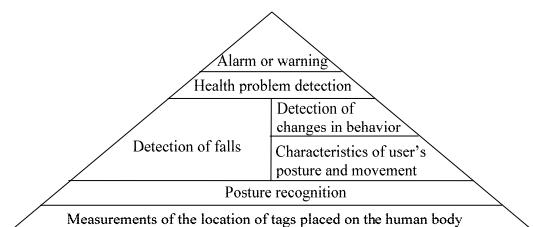


Solution: Ambient intelligence (AmI)

- AmI refers to electronic systems that are sensitive and responsive to presence of people
- AmI is a vision of intelligent systems that are:
 - context aware
 - personalized
 - adaptive
 - anticipatory
 - socialized
 - emphatic
 - conscious

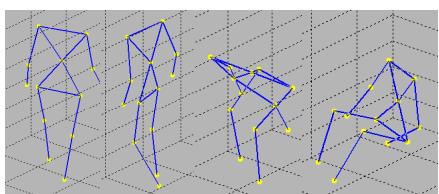


CONFIDENCE: Ubiquitous Care System to Support Independent Living



- Aims at prolonging the period of independent living of elderly people, thus reducing costs and burden on the working age population
- Detects health problems:
 - immediate, e.g. falls, dizziness
 - short-term, e.g. limping due to injury
 - long-term, e.g. Parkinson's disease
- Warns a user and alarms caregiver (medical service) if needed

Posture reconstruction



Human posture is reconstructed from 3D positions of tags attached to human body.

Rules for posture recognition

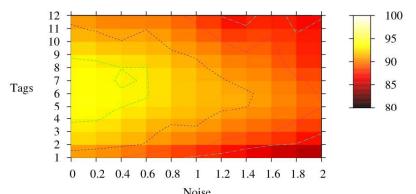
```

IF DistZ(ankle, chest) < 0.3 AND DistXY(ankle, chest) > 1.2
AND ABS(Vz(chest)) < 0.02
THEN LYING
IF DistZ(ankle, chest) < 0.2 AND ABS(Vz(chest)) < 0.02
THEN LYING
IF DistZ(ankle, chest) > 1.2 AND DistXY(ankle, chest) < 0.35
AND Vz(chest) > -0.07
THEN STANDING
IF Vz(chest) < -0.15
THEN FALLING
...

```

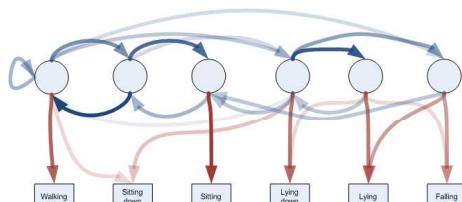
Rules are extracted from decision trees and modified by common-sense. This overcomes the problem of over-fitting which arises from the difficulty of obtaining a training set that represents all variations of the postures and movements.

Activity recognition



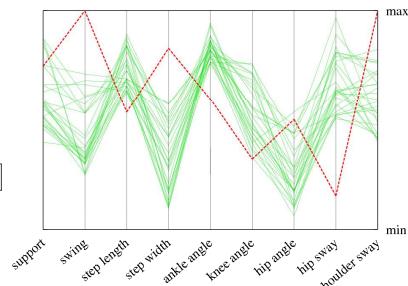
Activity recognition with over 90 % accuracy is achieved with machine learning algorithm SVM.

Smoothing spurious behavior



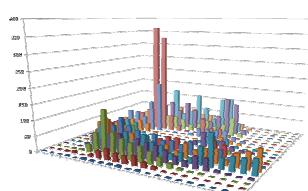
Activity recognition produces some wrong classifications which cause spurious state transitions. HMM classifier eliminates spurious behavior and increases accuracy.

Measuring deviation of the walking characteristics



How often does a person do activities on a particular macro timing? E.g., each Monday a person wakes up between 7 and 8 a.m. and goes to the toilet within 10 minutes.

Behavioral changes



Aluminij – določanje visokomolekularnih kemijskih zvrsti v človeškem serumu

Simona Murko, Radmila Milačič, Janez Ščančar

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Ekotehnologija, 4. letnik)

simona.murko@ijs.si

Aluminij (Al) se v človeško telo vnaša na različne načine, najpogosteje s hrano, vodo in zdravili. Znano je, da je Al nevrotoksičen. [1] Pri povečanem vnosu v telo se Al akumulira v kosteh, možganih in drugih tkivih, kar lahko povzroči različna obolenja, npr. nevrodegenerativne bolezni (Alzheimerjeva in Parkisonova bolezen), Crohnova bolezen, dializno encelopatijo, osteomalacijo in v skrajnjem primeru tudi smrt.. Človeško telo količino Al uravnava iz izločanjem preko ledvic. Bolniki s kronično okvaro tega organa so izpostavljeni večjemu tveganju glede vnosa Al v telo. [2] Kvaliteta vode, ki se uporablja pri pripravi dializnih raztopin, se je precej izboljšala, zato je eden izmed načinov vnosa Al pri ledvičnih bolnikih uporaba zdravil z Al osnovo. Da bi lahko razumeli toksičnost Al in njegov transport po telesu, je pomembno, da Al zvrsti identificiramo in kvantificiramo. Krvni serum je sestavljen iz visoko molekularnih (VM) in nizko molekularnih (NM) zvrsti ter visoke koncentracije soli. Za določanje deleža NM-Al in VM-Al zvrsti so raziskovalci uporabljali različne analizne tehnike. [3] Rezultati so pokazali, da je okoli 90 % Al vezanega na VM zvrsti. Analiza VM-Al zvrsti je pokazala, da je transferin edini protein v serumu, ki veže Al. Glavne NM-Al zvrsti prisotne v serumu so Al-citrat, Al fosfat in ternarni kompleks Al-citrat-fosfat. [4] Velik problem pri speciaciji Al je zunanjaja kontaminacija, ki izvira iz kromatografskega sistema in eluentov. V zadnjem desetletju so razvili anionsko-izmenjalne nosilce CIM (convective-interaction media), ki imajo na polimetakrilatni nosilec vezane močne ali šibke kationske oz. anionske izmenjalce. V primerjavi z ostalimi kromatografskimi nosilci imajo CIM monolitni nosilci številne prednosti. Glavne prednosti so: velika poroznost, cenejša in enostavnejša priprava nosilcev, velika kapaciteta in hitre separacije biomolekul in organskih kislin. Možna je tudi njihova uporaba pri speciaciji drugih elementov (npr. Zn in Cr) v vzorcih iz okolja. [3] Kombinacija CIM monolitne kromatografije z občutljivimi in selektivnimi masno spektrometričnimi tehnikami, ICP-MS (masna spektrometrija z induktivno sklopljeno plazmo) in ESI-MS-MS (tandemska masna spektrometrija z ionizacijo z razprševanjem v električnem polju) omogoča speciacijo Al v človeškem serumu na normalnih koncentracijskih nivojih ($0.5\text{--}8 \text{ ng mL}^{-1}$ Al). [3] Predstavljena študija je prva, ki poroča o zanesljivem določanju VM-Al v človeškem serumu na tako nizkih koncentracijskih nivojih.

Literatura:

- [1] R.A. Yokel. The Toxicology of Aluminium in the Brain: Review. *Neurotoxicology*, 21(5): 813-828, 2000
- [2] A.H. Jeffery, K. Abreo, E. Burgess, J. Cannata, J.L. Greger. Systemic aluminium toxicity: effects on bone, hematopoietic tissue and kidney. *J. Toxicol. Environ. Health*, 48: 649-665, 1996
- [3] R. Milačič, *Handbook of Elemental Speciation II: Species in the Environment, Food, Medicine & Occupational Health*, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, England, pp. 27-39, 2005
- [4] T. Bantan, R. Milačič, B. Mitrović and B. Pihlar. Investigation of low molecular weight Al complexes in human serum by fast protein liquid chromatography (FPLC)-ETAAS and electrospray (ES)-MS-MS techniques. *J. Anal. At. Spectrom.*, 14: 1743-1748, 1999



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



ALUMINIJ-DOLOČANJE VISOKOMOLEKULARNIH KEMIJSKIH ZVRSTI V ČLOVEŠKEM SERUMU

SIMONA MURKO, univ. dipl. kem.

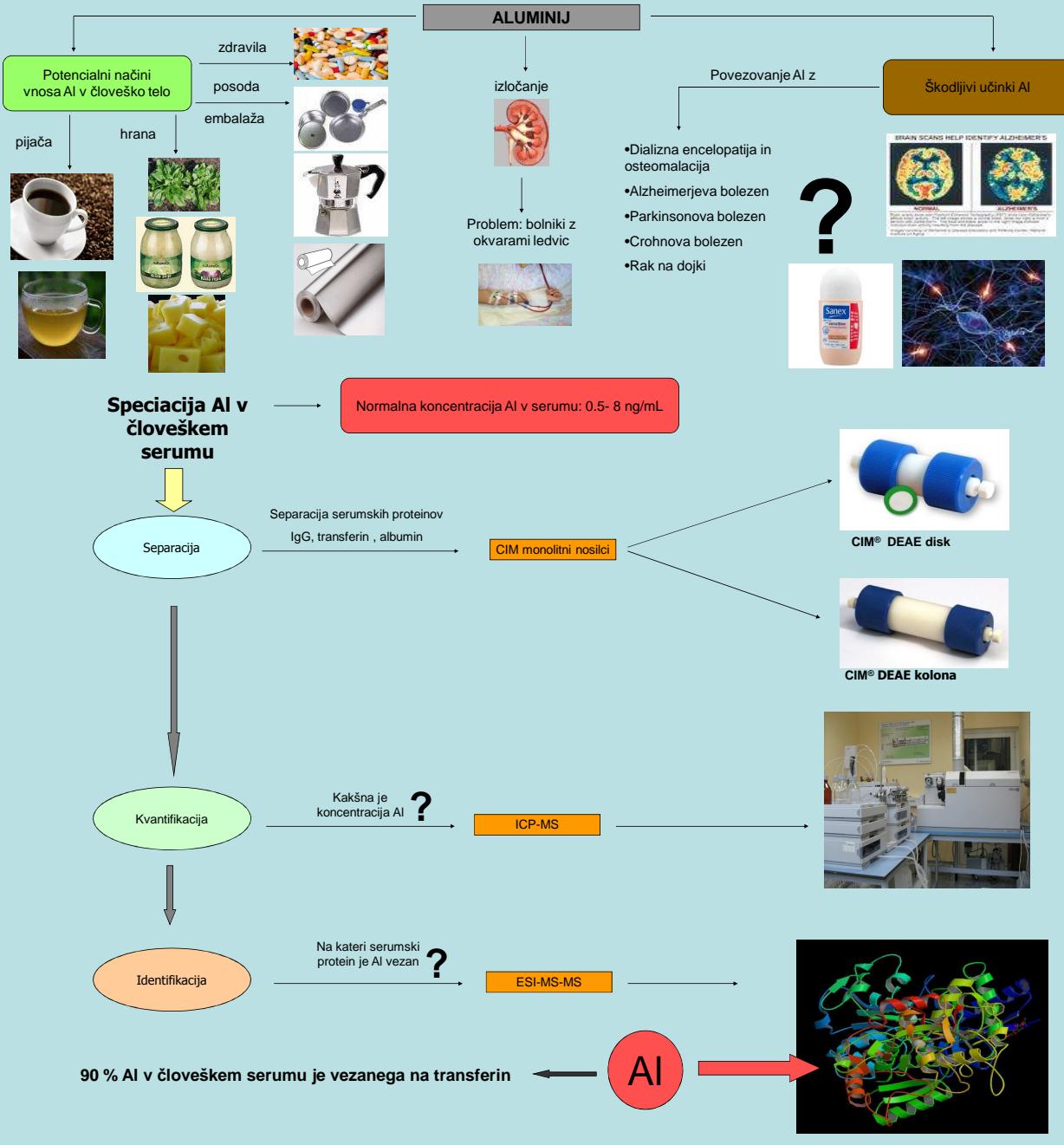
Študijski program: Ekotehnologija

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: doc. dr. JANEZ ŠČANČAR

SOMENTORICA: doc. dr. RADMILA MILAČIČ

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



Barium Hexaferrite Thick Films Prepared by Electrophoretic Deposition

Simona Ovtar^{1,2}, Darja Lisjak¹

¹ Department of Synthesis of Materials, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School (Nanosciences and Nanotechnologies,
2nd year)

simona.ovtar@ijs.si

Barium hexaferrite (BaHF) with a chemical formula $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ is a hard magnetic material and has high magnetic anisotropy field, 17 kOe. The easy direction of magnetization corresponds to the crystallographic c-axis and BaHF particles orient in this direction when an external magnetic field is present. Because of the high magnetic anisotropy field a ferromagnetic resonant frequency appears from 45 to 50 GHz. For these reasons BaHF can be used for permanent magnets, electromagnetic absorbers (above 40 GHz) or for millimetre-wave non-reciprocal devices (i.e., circulators, isolators, or gyrators). Today, most of hexaferrites for microwave and millimetre-wave electronic components are prepared using ceramic technologies. Because of the technology trend to minimize the electronic component new techniques for thin and thick films were developed. One of the simplest and cheapest techniques is electrophoretic deposition (EPD). In EPD process the individually dispersed particles are transported to the electrode of opposite charge. At the electrode particles agglomerate and the deposit is formed. In case where the external magnetic field is applied during EPD the particles with magnetic anisotropy orient and magnetically oriented deposits are produced.

The individually dispersed particles are one of the most important conditions for the preparation of homogeneous and dense deposits. The stable magnetic suspension of BaHF with particles size from 5 to 20 nm was prepared with surfactant dodecylbenzensuphonic acid in 1-butanol. The suspension was deposited on the cathode (Al_2O_3 coated with gold) by EPD with and without external magnetic field. The electric and the magnetic fields were parallel to each other and perpendicular to the cathode. The EPD was made at different electric fields with the magnetic field fixed to 0.6 T. After that, deposits were dried and sintered at 1000 °C for 10 hours. The magnetic measurements were obtained with the vibration-sample magnetometer (VSM) and the orientation was calculated from the XRD pattern.

Significant differences in magnetic properties were obtained for randomly oriented and magnetically oriented films. In case of magnetically oriented films the magnetic properties were different, when the magnetic field was applied parallel or perpendicular to the film plane. The remanent magnetization was higher when magnetic field was applied perpendicular to the film plane, because most of the particles had their magnetic moments already oriented in the field direction and, at the same time, a higher magnetic field was needed to reverse the magnetic moments in the opposite direction than in the case of parallel applied magnetic field. The orientation of particles in deposit was also observed from the XRD pattern. The intensities of (00l) peaks were enlarged in the oriented film, because the easy direction of magnetization coincides with the crystallographic c-axis.

We can conclude that, the oriented deposits of hard magnetic BaHF can be formed with the application of magnetic field applied during the EPD.



Barium hexaferrite thick films prepared by electrophoretic deposition

Simona Ovtar, BSc.(Chem.)

Study programme: Nanosciences and Nanotechnologies

Jožef Stefan International Postgraduate school

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Darja Lisjak

Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

Introduction

1. Barium hexaferrite (BaHF) is a hard magnetic material with chemical formula $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$.
2. BaHF has high magnetic anisotropy field (17 kOe) and an easy direction of magnetization along (00l) crystallographic axis.
3. Individually dispersed BaHF hard magnetic particles in suspension can be oriented with an external magnetic field.
4. Electrophoretic deposition (EPD) is a process where charged particles from suspension are transported to the conductive substrate, where they agglomerate.

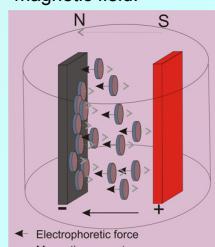
Application

1. BaHF has high magneto anisotropy field and can be used as a **permanent magnet**.
2. Thick films of BaHF can be used for **absorbers at high-frequency** (above 40 GHz).
3. Oriented films of BaHF can be used for **millimetre-wave non-reciprocal device**, i.e. circulators, isolators or gyrators.

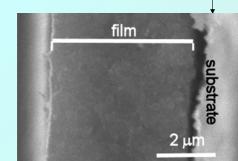
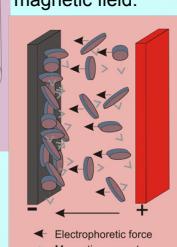
Experimental

1. Stable magnetic suspension from 5–20 nm BaHF was prepared with dodecylbenzenesulphonic acid in 1-butanol.
2. Stable magnetic suspension was deposited by EPD with and without external magnetic field.
3. For the cathode (substrate) Al_2O_3 coated with Au was used and for the anode an Al plate was used.
4. The electric and the magnetic fields were parallel to each other and perpendicular to the substrate. The thickness of deposits was few micrometers.
5. The films were prepared by sintering at 1000 °C for 10 h.
6. The orientation of films was obtained from XRD pattern and magnetic measurements.

EPD with external magnetic field:



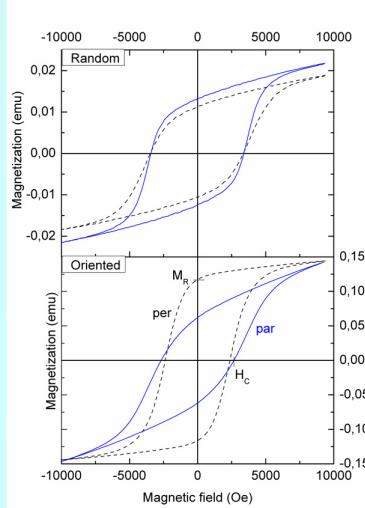
EPD without external magnetic field:



Magnetic moment of particles are along easy direction of magnetization.
Electrophoretic force > Magnetic moment

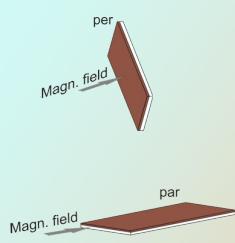
Results

Magnetic measurements:

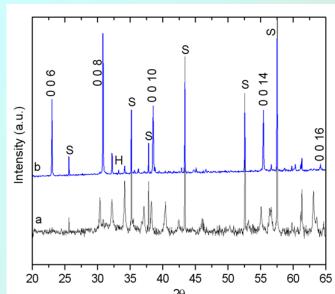


Magnetic hysteresis loop of randomly oriented and oriented BaHF film.

Position of magnetic field and film plane during measurements:



XRD pattern:



a) Randomly oriented

b) Magnetically oriented BaHF film

S – substrate (Al_2O_3)

H – hematite (present also in raw powder)

$$\text{Magnetic orientation of deposits} = \frac{\sum I_{00l}}{\sum I_{hkl}} - \frac{\sum I_{00l}^o}{\sum I_{hkl}^o},$$

where I_{00l} and I_{hkl} are peaks intensities of sample and I_{00l}^o and I_{hkl}^o are peaks intensities of raw powder.

Orientation calculated from above XRD pattern is 82 %.

Conclusion

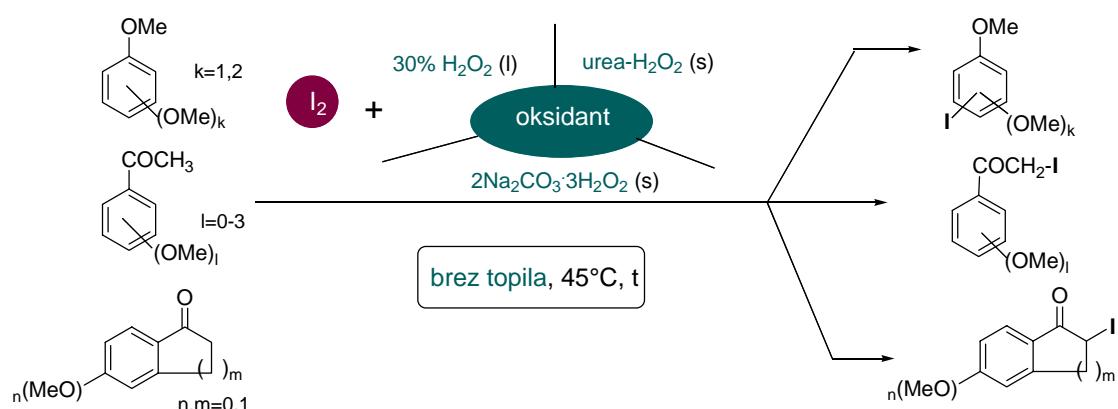
1. During EPD in external magnetic field the magnetically oriented deposits were produced.
2. Magnetic properties were different with measuring magnetic properties parallel than perpendicular to the film plane for oriented film.
3. The intensities of (00l) peaks in oriented film were enlarged.

Elektrofilno jodiranje organskih spojin pod pogoji reakcije brez uporabe topila

Jasminka Pavlinac¹, Marko Zupan^{P1,2}, Stojan Stavber^{P1}

¹ Odsek za fizikalno in organsko kemijo, Inštitut "Jožef Stefan" Jamova 39, Ljubljana

² Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 5, Ljubljana, Slovenija



Tradicionalno prepričanje je, da organske reakcije potekajo v organskih topilih. Večina le teh je močno hlapnih in toksičnih ter s tem škodljiva tako za zdravje kot okolje. S stališča 'zelene' kemije velja kot najboljši medij neuporaba topila nasploh, t.i. 'solvent-free' pogoji oz. pogoji reakcije brez uporabe topila.¹

Raziskovali smo jodiranje organskih spojin pod pogoji reakcije brez uporabe topila.² Elementarni jod je pre malo elektrofilen za uspešno jodofunkcionalizacijo, a mu prisotnost ustreznega oksidanta poveča reaktivnost ter s tem učinkovitost in selektivnost jodotransformacije. V vlogi oksidanta in mediatorja jodiranja smo raziskali 3 oblike vodikovega peroksida: 30% raztopino H_2O_2 ter trdni obliku urea- H_2O_2 adukt in natrijev perkarbonat ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$).

Uvedba joda pod pogoji reakcije brez uporabe topila je potekla pri dimetoksi- in trimetoksi substituiranih benzenih razen pri 1,4-dimetoksi benzenu. Na seriji alkilaril ketonov je jodofunkcionalizacija potekla selektivno na alkilno mesto ob karbonilni skupini. Pri tem sta se 30% H_2O_2 in trdni urea- H_2O_2 izkazala kot učinkovita mediatorja jodiranja, medtem ko je bil $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ bistveno manj učinkovit. Glede na količino porabljenega reagenta za učinkovito jodofunkcionalizacijo smo predlagali 2 reakcijski poti. Poleg bistevno manjše porabe organskega topila v okviru te raziskave so ostali aspekti 'zelene' kemije še uporaba varnejših in okolju prijaznejših reagentov, poenostavljen postopek sinteze, atomska ekonomičnost nekaterih reakcij in nenevarni stranski produkt oksidacije.

[1] K. Tanaka, F. Toda, *Chem. Rev.* **2000**, *100*, 1025-1074..

[2] J. Pavlinac, M. Zupan, S. Stavber, *Org. Biomol. Chem.* **2007**, *5*, 699-707.



Elektrofilno jodiranje organskih spojin pod pogoji reakcije brez uporabe topila

Jasminka Pavlinac^a, Marko Zupan^{a,b}, Stojan Stavber^a

^a Odsek za fizikalno in organsko kemijo, Institut 'Jožef Stefan', Jamova 39, 1000 Ljubljana
^b Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 5, 1000 Ljubljana

UVOD

- Tradicionalno prepričanje: 'Organske reakcije potekajo v organskih topilih.'
- S stališča 'zelen'e' kemije velja kot najboljši medij neuporaba topila nasprotno, t.i. 'solvent-free' pogoj oz. **reakcije pod pogoji brez uporabe topila**.
- V primeru uspešne reakcije pod pogoji brez uporabe topila tovrstni postopki prispevajo k manjši obremenitvi okolja in nižjem stroškom sinteze. **Prednosti** v primerjavi s konvencionalnimi metodami so se v večini primerov izkazale še v povečani učinkovitosti in selektivnosti, čistejših produktih, miljejših rakačijskih pogojih, krajsih reakačijskih časih in poenostavljenih postopkih.^[1]

Elementarni jod je premalo reaktiv in zato neuporaben za uspešno uvedbo v organske spojine. Prisotnost ustreznega oksidanta jodu poveča reaktivnost ter s tem učinkovitost in selektivnost jodotransformacije.^[2]



Jod v primerjavi z ostalimi halogeni

Halogen	F	Cl	Br	I
največji → I_2 (A)	1.47	1.75	1.85	1.98
najmanj elektronegativni → X ₂	3.98	3.16	2.96	2.66
najbolj polarizabilen → α_s (A ²)	0.557	2.18	3.05	4.7
najšibkejša vez C-X → Energija vez C-X (kcal/mol)	115.7	77.2	64.3	50.7
ionizacijski potencial → IP (kcal/mol)	401.8	299.0	272.4	241.2
elektronska affinitetna → EA (kcal/mol)	79.5	83.3	72.6	70.6

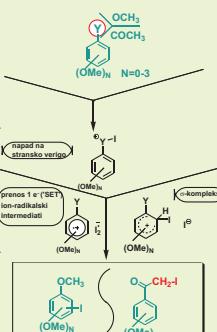
Uporaba jodosubstituiranih spojin

- * pomembni prekursorji v organski sintezi (tvorba C-C in C-N vezi)
- * v medicinski diagnostiki kot radioaktivno označeni markerji (¹²³I : $t_{1/2} = 13.2\text{ h}$)
- * bioaktivne spojine

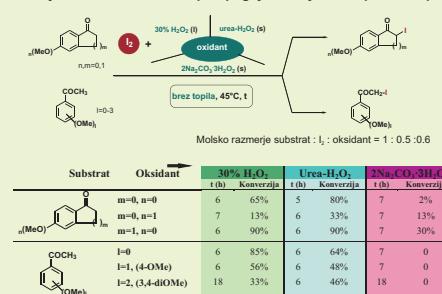


EKSPERIMENTALNI DEL

Potencialno reaktivna mesta z možnimi intermediati jodofunkcionalizacije izbranih substratov



Jodiranje aromatskih ketonov pod pogoji reakcije brez uporabe topila



Različne oblike vodikovega peroksidu smo proučili v vlogi mediatorja jodiranja arilskih ketonov pod pogoji reakcije brez uporabe topila. 30% H₂O₂ (tekoč) in urea-H₂O₂ (trden) sta bila precej bolj učinkovita kot natriven perkarbonat (trden).

Regioselektivnost transformacije: uvedba joda je pri arilskih ketonih regioselektivno poteka na alkino mestu ob karbonilni skupini.

Dosežena je bila tudi atomska ekonomičnost reakcije glede na jod, saj je bil potreben le 0.5 molski ekvivalent molekula joda.

Jodiranje dimetoksi- in trimetoksi substituiranih benzenov

Substrat	Produkt	Oksidant	S-I [O] ⁻	Reakcijski pogoj	Konverzija
		30% H ₂ O ₂	1:1:1	7	82%
		urea-H ₂ O ₂	1:1:1	7	91%
		2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	1:1:1	7	0
		30% H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	5	92%
		urea-H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	7	78%
		2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	2	39%
		30% H ₂ O ₂	1:1:1	23	0
		urea-H ₂ O ₂	1:1:1	23	0
		2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	1:1:1	23	0
		30% H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	5	87%
		urea-H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	18	90%
		2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	1:1:1	6	0
		30% H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	5	92%
		urea-H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	17	81%
		2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	6	41%
		30% H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	5	100%
		urea-H ₂ O ₂	1:0.5:0.6	5	71%

[O] je oksidant

30% H₂O₂ in trdn urea-H₂O₂ sta se izkazala kot učinkovita oksidanta in mediatorja jodiranja dimetoksi- in trimetoksi benzenov, razen za 1,4-dimetoksi benzen.

Glede na uporabljeno količino reagenta za učinkovito jodofunkcionalizacijo smo predlagali 2 reakcijski poti:

- ionski mehanizem za primere, kjer je potreben polovinčni molski ekvivalent reagenta in je dosežena atomska ekonomičnost glede na jod.
- tvorba ion-radikaliskih intermediatov v primerih, kjer je potreben cel molski ekvivalent reagenta.

ZAKLJUČEK

Uvedba joda v organske spojine pod pogoji reakcije brez uporabe topila je bila uspešno izvedena na seriji metoksi substituiranih benzenovih derivatov.^[5] Za povečanje elektrofilnosti elementarnega joda smo raziskali 3 oblike vodikovega peroksidu v vlogi oksidanta in/ali mediatorja jodiranja. Slednji zaradi tvorbe vode kot stranskega produkta oksidacije velja za 'zelen' oksidant. 30% vodikov peroksid in trdn urea-H₂O₂ adukt sta se izkazala kot učinkovita mediatorja jodiranja, medtem ko je bil natriven perkarbonat precej manj učinkovit. Pri reakcijah, kjer je bil za učinkovito jodofunkcionalizacijo potreben polovinčni molski ekvivalent reagenta je bila dosežena visoka atomska ekonomičnost glede na jod, saj sta se porabila oba atoma molekule joda. Rezultati so vidiha 'zelen' kemije obetačjo, saj smo se izognili uporabi toksičnih organskih topil. Ostali aspekti 'zelen'e' kemije te raziskave so še uporaba varnejših in okolju prijaznejših reagentov, poenostavljen postopek sinteze, atomska ekonomičnost večine reakcij in nenevarni stranski produkt oksidacije.

Kontakt:
jasminka.pavlinac@ijs.si

REFERENCE

- [1] (a) K. Tanaka, F. Toda; *Chem. Rev.* **2000**, *100*, 1025-1074. (b) J. O. Metzger; *Angew. Chem. Int. Ed.* **1988**, *37*, 2975-2978.
- [2] (a) E. B. Merkushev; *Synthesis* **1988**, 923-937. (b) Y. Sasson; In *The Chemistry of Functional Groups: The Chemistry of Halides, Pseudo Halides and Azides*, Supplement D2, Part 2; S. Patai, Z. Rapoport, Eds.; Wiley: Chichester, **1995**, 535-620.
- [3] (a) R. Noyori, M. Aoki, K. Sato; *Chem. Commun.* **2003**, 1977. (b) C. W. Jones; *Applications of Hydrogen Peroxide and Derivatives*; RSC: Cambridge, **1999**.
- [4] P. T. Anastas, J.C. Warner; *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press: New York **1998**.
- [5] J. Pavlinac, M. Zupan, S. Stavber; *Org. Biomol. Chem.* **2007**, *5*, 699-707.

Hydrothermal synthesis of photocatalytic anatase nanoparticles

Darinka Primc^{1,2}

¹ Material Synthesis Department, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School (Nanoscience and Nanotechnologies, 1st year)

darinka.primc@ijs.si

An attractive solution of the problem related to the purification of organic pollutants in wastewaters or gases involves their photocatalytic decomposition using titanium dioxide (TiO_2) as a photocatalyst. Anatase modification of titanium dioxide is very important among photocatalysts due to its chemical stability, relatively low production cost and non-toxicity. Under UV light illumination, anatase nanoparticles became strong oxidizing agent with ability to totally decompose and mineralize the organic compounds and even microorganisms.

Photocatalytic activity of titanium dioxide strongly relies on its crystallinity and specific surface area. According to literature, the nanoparticles of anatase in the size range between 20 and 40 nm exhibit the highest photocatalytic activity. If particles are smaller, their photocatalytic activity is reduced due to poor crystallinity, and when their size is above approximately 40 nm, their surface area is reduced.

Among different reaction processes, hydrothermal process has shown great promise producing highly active anatase compound, at relatively low temperature, without any high temperature annealing. The synthesis is performed in a sealed reactor at an elevated temperature and pressure. The method is simple, inexpensive and can be used on an industrial scale. The nanoparticles can be obtained in form of colloidal suspensions, which is especially beneficial for their further treatment, for example, for the functionalization of their surfaces.

In our work, we synthesized anatase nanoparticles using hydrothermal synthesis. The synthesized anatase nanoparticles have narrow size distribution. By systematically changing the different reaction parameters (temperature, reaction time, pH, concentration) we synthesized nanoparticles in the size range between 15 and 40 nm.

The major characteristics, which define the photocatalytic activity of synthesized nanoparticles, are crystal modification, their size and size distribution, morphology and surface charge, which enables the preparation of their stable suspensions. The phase composition and average diameter of the synthesized particles were determined using X-ray diffractometry, and the morphology and size of the particles were determined using transmission electron microscopy.



MEDNARODNA PODIPLOMSKA ŠOLA JOŽEFA STEFANA

HYDROTHERMAL SYNTHESIS OF PHOTOCATALYTIC ANATASE NANOPARTICLES

DARINKA PRIMC, univ. dipl. inž. kem.

Study programme: Nanoscience and nanotechnologies,

Jožefa Stefana International postgraduate school

MENTOR: doc. dr. Darja Lisjak

Jožef Stefan Institute, Jamova 39, 1000 Ljubljana

Introduction

- Photocatalytic activity of titanium dioxide strongly relies on its crystallinity and specific surface area. According to literature the nanoparticles of anatase in the size range between 20 and 40 nm exhibit the highest photocatalytic activity.

- The anatase nanoparticles in the size range between 20 and 40 nm can be synthesized with hydrothermal synthesis which is simple, inexpensive and appropriate for a large scale production

Applications

- Photocatalytic decomposition of organic pollutants in wastewaters

- In medicine TiO_2 nanoparticles allow osseointegration between an artificial medical implant and bone; before implanting photocatalytic effect can be used to annihilate the bacteria on the surface

Experiment

1. Precursors for hydrothermal synthesis were prepared with hydrolysis of aqueous suspension of titanium oxisulphate $TiOSO_4$, followed by neutralization with NaOH

2. Hydrothermal synthesis:

- Diluted aqueous suspensions of precursors were sealed in the autoclave vessel and heated to various temperatures from 250-300 °C

CODE ^c	REACTION CONDITIONS			SIZE OF THE PARTICLES ^d	
	T (°C)	t (h)	pH ^e	Anatas (nm)	Rutile (nm)
Precursors ^e	/	/	3	4	11
HT-250-I	250	1	3	11,4	22,1
HT-250-I	250	1	7	14,9	32,5
HT-250-I	250	1	9	14,9	29,9
HT-250-I	250	1	10	16,8	32,4
HT-260-I	260	1	9	17,6	24,6
HT-270-I	270	1	9	18,5	26,9
HT-280-I	280	1	9	19,2	31,5
HT-300-I	300	1	9	23,3	32,4
HT-300-10	300	10	9	33,5	39,4
TiO_2 250-I-10x	250	1	9	15,1	27,1
TiO_2 250-I-10x	300	1	9	26,4	39

^apH of reaction precursor suspension before hydrothermal synthesis

^bIn the synthesized samples the small amount of rutile particles were present

^cThe samples denoted with 10x were synthesized in higher concentration of precursors

^dThe size of the particles were determined using XRD-diffractometry

^eprecursors suspension of TiO_2 nanoparticles

Results and discussions

1.TEM micrographs of synthesized anatase nanoparticles

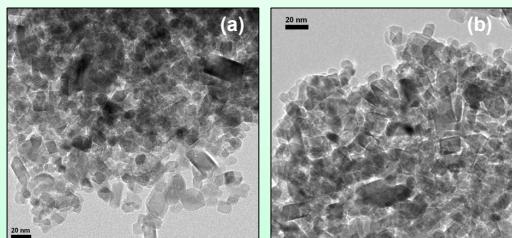
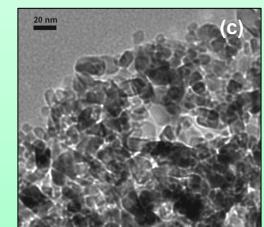


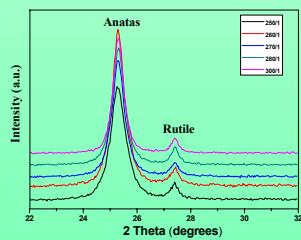
Figure 1: TEM micrograph of synthesized particles at temperature 260 °C (a), 280 °C (b) and 300 °C (c)

-The synthesized particles are agglomerated and have a narrow size distribution

-The size of the particles increases with increasing reaction temperature



2. XRD-pattern of samples synthesized at different temperatures



-With increasing reaction temperature the XRD peaks became narrower and sharper due to increase in particle size and crystallinity improvement

-The synthesized samples contain a small amount of rutile nanoparticles, with larger average diameters

Conclusion

-Using hydrothermal synthesis we synthesized anatase nanoparticles with narrow size distribution

-The particles synthesized at temperatures between 250 and 300 °C have an average diameter between 15 and 40 nm.

-The synthesized samples contain a small amount of rutile nanoparticles

Mikromehansko modeliranje zlitin z oblikovnim spominom

Andrej Puksic^{1,2}, Franc Kosek¹

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Slovenija

² Podiplomski študij na Fakulteti za strojništvo (Konstruiranje in mehanika, 4. letnik)

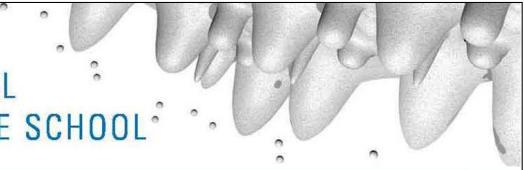
andrej.puksic@fs.uni-lj.si

Zlitine z oblikovnim spominom zaradi njihove sposobnosti, da se povrnejo v svojo prvotno obliko po določenem termomehanskem obremenjevanju, prištevamo med t.i. inteligentne materiale. Poleg lastnosti oblikovnega spomina izkazujejo te zlitine tudi lastnost superelastičnosti [1]. Oblikovni spomin je lastnost, da se material, ki je navidezno trajno deformiran pri nizki temperaturi, povrne v nedeformirano obliko po segrevanju nad neko kritično temperaturo. Če pa je material pod obremenitvijo deformiran že nad to kritično temperaturo, se bo že po razbremenitvi pri nespremenjeni temperaturi vrnil v prvotno obliko, tudi če je bila deformacija relativno velika (reda nekaj %). V tem primeru govorimo o superelastičnosti. Material lahko pri vračanju v prvotno obliko premaguje tudi neko silo, ki ga ovira pri vračanju, torej opravlja neko delo. Sile, ki jih lahko zlitine z oblikovnim spominom premagujejo, so relativno visoke [2], kar lahko izkoristimo pri izdelavi aktuatorjev. Danes najpogosteje uporabljane zlitine z oblikovnim spominom so zlitine NiTi (nitinol) s približno enakim atomskim deležem obeh elementov. Poleg dobre stabilnosti oblikovnega spomina in doseganja velikih povračljivih deformacij so NiTi zlitine tudi biokompatibilne in tako primerne za uporabo v medicinske namene [2]. Prvotno se je nitinol rabil v ortodontskih aparatih, danes pa se uporablja tudi v kirurških instrumentih in v delih za vgradnjo v človeško telo (žilni vstavki, rekonstrukcija kosti po zlomih ipd.).

Kljub danes že precej razširjeni uporabi v inženirski praksi pa pri obnašanju zlitin z oblikovnim spominom obstaja še več neraziskanih področij, kar onemogoča bolj učinkovito rabo teh zlitin. Ena od težav je tudi, da ne obstaja nek splošno uporaben in učinkovit konstitutivni model. Dandanes je namreč težnja v načrtovanju novih izdelkov, da se že pred izdelavo prototipov lastnosti le-teh vsaj okvirno določijo z modeli v virtualnem okolju. Za uspešno modeliranje je potrebno znati določiti obnašanje uporabljenih materialov, za kar pa moramo poznati njihove konstitutivne modele. Zaradi kompleksnosti mehanizmov, ki potekajo na nivoju mikrostrukture, je zgolj z opazovanjem na makroskopskem nivoju možno določiti obnašanje zlitin z oblikovnim spominom le v omejenem obsegu. Zato so se raziskovalci v zadnjem času usmerili predvsem na določanje konstitutivnega modela na nivoju mikrostrukture v kristalnem zrnu [3]. V inženirski praksi se običajno srečujemo s konstrukcijskimi elementi, ki so za nekaj velikostnih redov večji od kristalnega zrna, torej direktna aplikacija mikro-modelov ni mogoča. To neskladje lahko premostimo z metodami modeliranja na več skalah. V našem primeru smo se modeliranja makroskopskih struktur lotili z metodo končnih elementov, pri čemer nam je en končni element predstavljal eno kristalno zrno. Prednost takega pristopa je, da lahko želeno makrostrukturo natančno modeliramo brez dodatnih poenostavitev, glavna slabost pa je izjemna računska zahtevnost, ki se nelinearno povečuje z velikostjo strukture. Uporaba takega pristopa za realne makroskopske strukture je torej ob obstoječi mikroprocesorski moči omejena. V luči nadaljnje razvoja miniaturizacije je pričakovati, da se bo pojavljala potreba po vedno manjših konstrukcijskih elementih (predvsem aktuatorjih) iz zlitin z oblikovnim spominom, za analizo katerih pa je prikazan postopek smiseln.

Reference:

- [1] K. Bhattacharya. *Microstructure of martensite*, Oxford University Press, 2003.
- [2] K. Otsuka, C.M. Wayman. *Shape memory materials*, Cambridge University Press, 1998.
- [3] E. Patoor, D.C. Lagoudas, P.B. Entchev, L.C. Brinson, X. Gao. Shape memory alloys, Part I: General properties and modeling of single crystals. *Mechanics of materials*, 38(5-6):391-429, 2006



Mikromehansko modeliranje zlitin z oblikovnim spominom

Andrej Pukšič, univ. dipl. inž. stroj.

Študijski program: Konstruiranje in mehanika

Podiplomski študij na Fakulteti za strojništvo, Univerza v Ljubljani

Mentor: prof. dr. Franc Kosel

Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za nelinearno mehaniko, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana



Lastnosti zlitin z oblikovnim spominom

- oblikovni spomin (povrnitev oblike po segrevanju)



- superelastičnost (povrnitev v prvotno obliko po veliki deformaciji pri konstantni temperaturi)



- nekaj najbolj znanih zlitin: NiTi (nitinol), CuZnAl, CuAlNi, AuCd, FePd

Uporaba zlitin z oblikovnim spominom

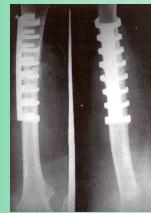
Prednosti uporabe zlitin z oblikovnim spominom:

- visoko razmerje moč-velikost
- manjše število delov
- enostavnejša izvedba
- biokompatibilnost



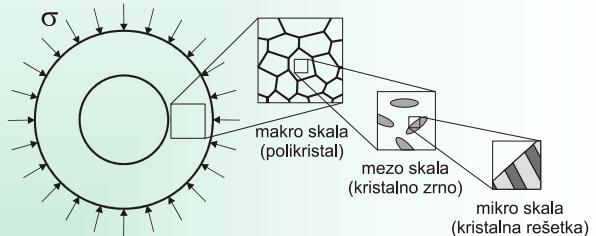
Področja uporabe:

- medicina (ortopedija, ortodontika, kirurgija)
- (mikro)aktuuatorji
- robotika
- vesoljska tehnika
- podvodna tehnika
- ...



Mikromehansko modeliranje

- napoved makroskopskih lastnosti na osnovi poznavanja mikroskopskih (mikrostrukturna)

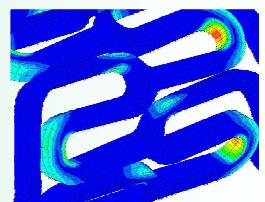


- s poznavanjem dogajanja v mikrostrukturi lažje napovedemo nekatere pojave kot so plastičnost, fazne transformacije, lom ipd.

Metoda končnih elementov

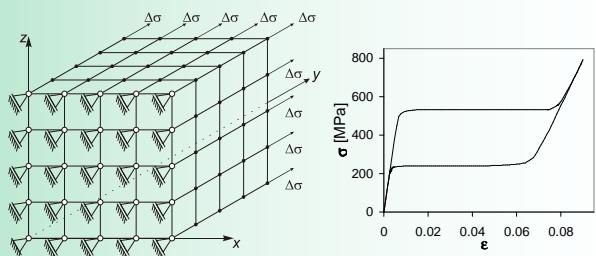
MKE lahko uporabimo za premostitev med mikro in makro skalo:

- uporabimo princip "en element – eno kristalno zrno"
- mikromehanske konstitutivne enačbe rešujemo v vsaki Gaussovi točki vsakega elementa
- prednosti: MKE je razširjena v praksi – dostopnost numeričnih kod, obravnavamo lahko strukture poljubnih oblik
- slabosti: velika računska zahtevnost



Primer izračuna

- simulacija enoosnega nateznega preskusa kocke (polikristala) v superelastičnem področju



Kritična točka v tekočekristalnih elastomerih

Brigita Rožič^{1,2}

¹ Odsek za fiziko trdne snovi, Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije,
2. letnik)

Brigita.Rozic@ijs.si

Tekočekristalni elastomeri (TKE) so ena izmed vrst "pametnih" materialov, ki so zelo perspektivni za številne aplikacije kot so npr. umetne mišice. Kot že samo ime pove, so to snovi, ki združujejo lastnosti tekočih kristalov in elastomerov. Tekoči kristali so snovi, ki imajo pri prehodu iz izotropne kapljevine v trdno stanje dva ali več faznih prehodov. Elastomeri pa so materiali, ki se po prenehanju delovanja zunanje sile hitro vrnejo v približno začetno stanje in velikost. Gre za mreže prepletenih verig, ki so med sabo povezane z različnimi povezovalnimi elementi. Najzanimivejša in za uporabo potencialno najprivlačnejša lastnost tekočekristalnih elastomerov je termomehanski odziv, kar pomeni, da se s spremenjanjem temperature spontano raztezajo ali krčijo. Predvsem obetaven se kaže fazni prehod iz nematske v izotropno fazo. Nas so zanimale lastnosti tega prehoda, ki smo ga preučevali s kalorimetrijo visoke ločljivosti na primeru »side-chain« ali stranskoverižnih in »main-chain« ali glavnoverižnih tekočekristalnih elastomerov. Znano je, da lahko omenjen fazni prehod nadzorujemo preko gostote zamreževalcev in hkrati s tem spremojamo njegovo naravo, od superkriticnega do prehoda 1. reda, preko kritične točke, za katero so ugotovili, da obstaja [1,2]. Izkaže se, da lahko naravo faznega prehoda iz nematske v izotropno fazo nadzorujemo tudi preko zunanjega polja in temperature zamreževanja [3].

Literatura:

- [1] A. Lebar, Z. Kutnjak, S. Žumer, H. Finkelmann, A. Sanchez-Ferrer, B. Zalar. Evidence of Supercritical Behavior in Liquid Crystal Elastomers. *Phys. Rev. Lett.* 94, 2005.
- [2] G. Cordoyiannis, A. Lebar, B. Zalar, S. Žumer, H. Finkelmann, Z. Kutnjak. Criticality controlled by cross-linking density in Liquid single-crystal Elastomers. *Phys. Rev. Lett.* 99, 2007.
- [3] G. Cordoyiannis, A. Lebar, B. Rožič, B. Zalar, Z. Kutnjak , S. Žumer, F. Brömmel, S. Krause, H. Finkelmann. Controlling the Critical Behavior of Paranematic to Nematic transition in Main-Chain Liquid Single-crystal Elastomers. *Macromolecules* 42, 2009.



KRITIČNA TOČKA V TEKOČEKRISTALNIH ELASTOMERIH

Brigita Rožič, prof. mat.

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Nanoznanosti in nanotehnologije

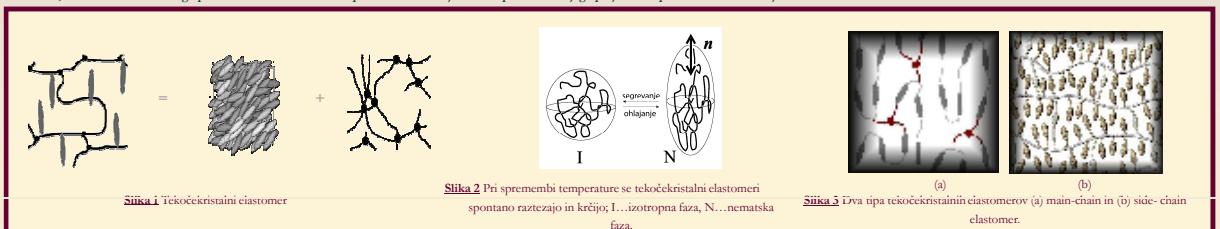
MENTOR: prof. dr. Zdravko Kutnjak

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



POVZETEK

Tekočekrystalni elastomeri (slika 1) so ena izmed vrst "pametnih" materialov, ki so zelo perspektivni za številne aplikacije kot so npr. umetne mišice. Kot že samo ime pove to snovi, ki združuje lastnosti tekočih kristalov in elastomerov. Tekoči kristali so snovi, ki imajo pri prehodu iz izotropne kapljivine v trdno stanje, dva ali več faznih prehodov. Elastomeri pa so materiali, ki se po prenehajaju delovanja zunanjega sile hitro vrnejo v približno začetno obliko in velikost. Gre za mreže prepleteneh polimernih verig, ki so med sabo povezane z različnimi povezovalnimi elementi. Najzanimivejša je v uporabi potencialno najprijeljnejša lastnost tekočekrystalnih elastomerov je termomehaniški odziv, kar pomeni, da se s spremembo temperature spontano raztežajo ali krčijo (slika 2). Predvsem obetavajo se kaže fazni prehod iz nematske v izotropno fazo. Nas so zanimajo lastnosti tega prehoda, ki smo ga preučevali s pomočjo kalorimetrije visoke ločljivosti na primeru "side-chain" ali stranskoviržnih in "main-chain" ali glavnoveržnih tekočekrystalnih elastomerov (slika 3). Znan je, da lahko omenjeni fazni prehodi nadzorujemo preko gostote zamreževalcev in hkrati s tem spremijamo njegovo naravo, od superkritičnega do prehoda 1. reda, preko kritične točke, za katero so ugotovili, da obstaja. Izkaže se, da lahko naravo faznega prehoda iz nematske v izotropno fazo nadzorujemo tudi preko zunanjega polja in temperature zamreževanja.



Prenčevali smo

FAZNI PREHOD V TEKOČEKRISTALNIH ELASTOMERIH
NEMATSKA FAZA \longleftrightarrow IZOTROPNA FAZA

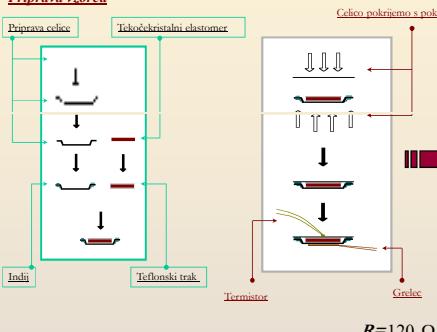
UMETNE MIŠICE



IZVEDBA EKSPERIMENTA

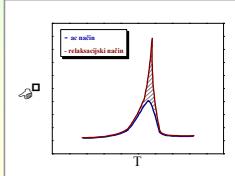


Priprava vzorca



Kalorimeter na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani.

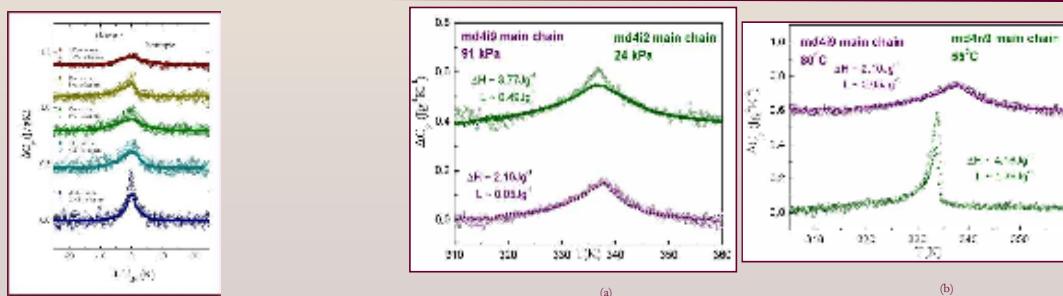
MERIMO Toplotna kapaciteta $C_p(T)$



$L = 0 \rightarrow$ fazni prehod 2. reda ali zvezen fazni prehod

$L \neq 0 \rightarrow$ fazni prehod 1. reda ali nezvezen fazni prehod

REZULTATI MERITEV



Z zmanjševanjem gostote zamreževalcev preidemo preko kritične točke k nezveznemu faznemu prehodu ali prehodu 1. reda.

Cenovno ugodna izdelovalna veriga mikrofluidnih kanalov

Izidor Sabotin

Laboratorij za alternativne tehnologije, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani,
Ljubljana, Slovenija

izidor.sabotin@fs.uni-lj.si

Mikro-proizvodnja je ena od najhitreje rastočih vej industrije z vedno večjim trgom novih izdelkov [1]. Ključni faktor v mikro-proizvodnji je izdelava mikro orodij. V tem prispevku je predstavljena alternativa zgoraj navedenim tehnologijam, ki sicer ne more konkurirati z natančnostjo izdelave, vendar je časovno učinkovitejša ter stroškovno ugodnejša. Predstavljena strategija izdelovalne verige je sestavljena iz izdelave elektrode za potopno mikro-erozijsko obdelavo (MEDM) z vodnim curkom (VC) in izdelave končnega orodja za vroče vtiskovanje, brizganje.

V drugi polovici dvajsetega stoletja je na področju mikro tehnologije prevladovala izdelava mikro elektronskih izdelkov iz silicija, v zadnjih letih pa se je pojavilo veliko povpraševanje po mikro in nano izdelkih iz različnih materialov [2]. Očitno je, da je potrebno adaptirati obstoječe izdelovalne procese ter razvijati nove, da bi ustregli zahtevam po izdelavi mikro izdelkov iz različnih vrst materialov. V predlagani strategiji za izdelavo mikrokomponev sta uporabljeni stroji, ki sta namenjena makro obdelavi, zato je optimizacija procesnih parametrov obdelave ključnega pomena.

Obdelava z vodnim curkom (VC) je relativno nov postopek razvit v zadnjih treh desetletjih. Pri tem postopku prihaja do odnašanja materiala obdelovanca zaradi erozivnega delovanja VC. Da bi zagotovili ustrezne obdelovalne parametre, je bil izveden preliminarni eksperiment, s katerim so bili določeni optimalni parametri [3]. Kriterija optimizacije sta bila natančnost izdelave geometrij elektrode in čas obdelave. Pri premeru vodnega curka $100 \mu\text{m}$ smo optimizirali tlak vode p in podajalno hitrost rezalne glave v . Glavni zaključki optimizacije parametrov rezanja z VC so, da z višanjem tlaka vode in podajalne hitrosti zmanjšujemo koničnost sten elektrode, vendar povečujemo širino odrezanega kanala in da je potrebno začetek in konec rezanja postaviti v širše predele ronede materiala, saj se s tem izognemo lokalnemu povečanju kanalov. Čas izdelave bakrene elektrode z VC je bil 5 minut.

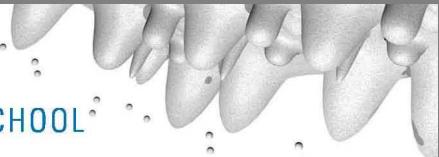
V drugem koraku smo izdelali končno orodje za vtiskovanje s postopkom mikro-elektroerozije. Elektroerozija je postopek obdelave, kjer je odvzem materiala na obdelovancu posledica elektro-termičnega raztopljanja/uparevanja materiala. Zaradi fine nastavitev obdelovalnih parametrov, ki so nujni za izdelavo mikrostruktur, je čas trajanja izdelave orodja trajal 3 ure. Posebna pozornost je bila posvečena sistemu za izpiranje elektrode, ki je eden ključnih parametrov pri uporabi stroja za makro-obdelavo v mikro-svetu.

Z uporabo opisane izdelovalne verige smo izdelali orodje za vtiskovanje s širino kanalov $90 \mu\text{m}$, globino $500 \mu\text{m}$, koničnostjo zidov kanala 1° in zaokrožitvijo roba kanala z radijem $110 \mu\text{m}$. Trajanje izdelave orodja je bilo približno 3 ure, kar je ugodno za hitro prototipiranje različnih geometrij mikrokanalov.

Predstavljena strategija izdelave mikro-orodja je hitra in cenovno ugodna. Njena največja slabost je natančnost, kar onemogoča njeno širšo uporabo v mikrofluidnih aplikacijah. Vendar je mogoče z nadaljnimi raziskavami izboljšati tako natančnost rezanja z VC kot tudi proces erodiranja s kontrolo obrabe elektrod.

Reference:

- [1] NEXUS, *Market Analysis for MEMS and Microsystems III*, 2005-2009, NEXUS.
- [2] Dimov, S.S., Matthews, C.W., Glanfield, A., Dorrington, P., *A roadmapping study in Multi-Material Micro Manufacture*, 2nd Int. Conf. on Multi-Material Micro Manufacture - 4M 2006, Grenoble, 20-22 September 2006.
- [3] Junkar, M., Jurisevic, B., *An alternative micro-tooling strategy for replication processes*, 39th Int. Seminar on Manufacturing Systems - CIRP ISMS, Ljubljana, 7-9 June: 153-156.



CENOVNO UGODNA IZDELOVALNA VERIGA MIKROFLUIDNIH KANALOV

IZIDOR SABOTIN, univ. dipl. inž. el.

Študijski program: Avtomatizacija, proizvodna kibernetika in mehatronika,

MENTOR: prof. dr. MIHAEL JUNKAR

SOMENTOR: doc. dr. JOŠKO VALENTINČIČ

Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana



Definicija mikrotehnologij:

- Mikrotehnologije omogočajo izdelavo/montažo/pakiranje izdelka oziroma komponente, ki ima dve dimenzijski pod 1 milimeter (4M mreža odličnosti).
- Mikrotehnologije se nanašajo na izdelavo izdelkov, ki imajo vsaj eno od dimenzijski v mikrometrski skali (Madou – Fundamentals of microfabrication, Wikipedia).

Zakaj mikrotehnologije:

- Miniaturizacija izdelkov in posledično lažja integracija,
- učinkovitejša izraba procesnih elementov (povečan prenos toplote, lažji nadzor nad procesnimi parametri, visoka občutljivost, selektivnost, majhni operativni volumni, ...),
- možnost manipulacije posameznih sub-mikronskih struktur (celica, organeli, molekularni nivo),
- svetovni trg ocenjujejo na 40 mrd € z 20% letno rastjo,
- razvoj mikrotehnologij je ključen za inovacije in predstavlja platformo za razvoj produktov naslednje generacije z visoko dodano vrednostjo.

Uporaba mikrotehnologij:

- Mikrofluidika (medicina, farmacija, kemijski inženiring...),
- mikrooptika (telekomunikacije, biotehnologija,...),
- mikrosenzorji in mikroaktuatorji (biomedicina, kontrola procesov, okoljske znanosti, varnost,...).

Prednosti mikrofluidnih sistemov:

- Visoko razmerje površina : volumen → povečan prenos toplote,
- boljša prostorska in časovna kontrola pretoka reagentov in produktov,
- majhni volumeni fluida → varnost procesa,
- večji izkoristek procesa,
- enostavno povečanje zmogljivosti proizvodnje (večje število minireaktorjev namesto povečevanje enega).
- ...

Zahteve:

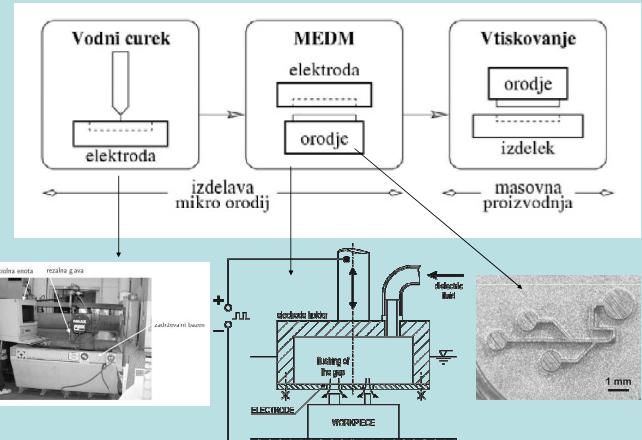
- Za hitro prototipiranje mikroreaktorja je ugoden cenjen in hiter obdelovalni postopek.

Izdelovalna veriga:

Parametre postopkov je potrebno optimirati.

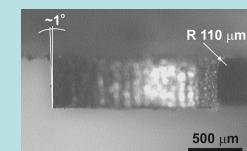
Izbrani postopki:

- Izdelava elektrode → obdelava z vodnim curkom: voda pod visokim tlakom izstopa iz šobe in zaradi velike kinetične energije odnaša površino materiala,
- izdelava orodja za vbrizganje: obdelava z elektroerozijo (med elektrodo in prevodnim obdelovancem prihaja do prebojev, ki razapljujejo/uparjajo material).



Kvaliteta izdelave:

- Dimenzijski kanalov, hrapavost površin, koničnost zidov kanalov, ostrina koničastih struktur



Primer :

- Bakrena elektroda – vodni curek,
- orodje za vbrizgavanje iz jekla – μEDM,
- končni izdelek – brizganje plastike.



Metoda EBSD (Electron Backscatter Diffraction – uklon odbitih elektronov) v preiskavah materialov

Barbara Šetina Batič

¹ Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Lepi pot 11, 1000 Ljubljana

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, program Nanoznanosti in nanotehnologije

barbara.setina@imt.si

Uklon povratno sipanih elektronov (Electron Backscatter Diffraction – EBSD) je metoda, s katero lahko pridobimo kristalografske informacije vzorcev v vrstičnem elektronskem mikroskopu. Elektronski snop vpada na nagnjen (ponavadi za 70°) vzorec in se uklanja na kristalnih ravninah. Te elektrone nato zberemo na fosfornem zaslonu, kjer tvorijo uklonsko sliko – Kikuchijev vzorec. Uklonska slika je karakteristična za kristalno strukturo in orientacijo področja vzorca, kjer je bila generirana. S primerjavo generiranega vzorca in računalniško simulacijo uklona na posameznih kristalnih ravninah lahko določimo kristalno orientacijo, izmerimo misorientacije ter med seboj ločimo različne faze in materiale. Elektronski snop lahko tudi skeniramo po površini vzorca in v vsaki točki izmerimo kristalno orientacijo. S tem pridobimo informacije o morfologiji kristalnih zrn, orientaciji in mejah med zrni. To lahko uporabimo za prikaz preferenčne orientacije (teksture), ki je prisotna v materialu. Z metodo EBSD lahko dobimo celotno sliko o mikrostrukturi vzorca.

V industriji se metoda EBSD uporablja predvsem za:

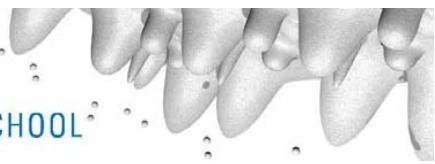
- meritve tekture jeklenih in aluminijevih plošč za kontrolo kvalitete,
- študij tekture v povezavi z magnetnimi in električnimi lastnostmi,
- določanje vsebnosti ferita in zaostalega avstenita v jeklih za izboljšanje lastnosti jekel,
- kot komplementarna tehnika optični mikroskopiji in rentgenski difrakciji.

Namen prispevka je predstaviti metodo EBSD in pokazati nekaj možnosti njene uporabe.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



Metoda EBSD (Electron Backscatter Diffraction – uklon odbitih elektronov) v preiskavah materialov

Barbara Šetina Batič, uni. dipl. fiz.

študijski program Nanoznanosti in nanotehnologije
Mednarodna podiplomska šola "Jožef Stefan"

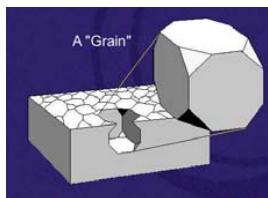
Mentorica: prof. dr. Monika Jenko

Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Lepi pot 11, 1000 Ljubljana

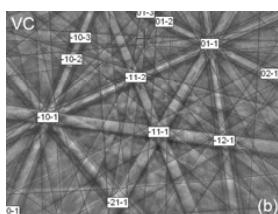


KAJ JE EBSD?

EBSD – (electron backscatter diffraction – uklon povratno sipanih elektronov) je metoda, s katero lahko določimo fazno sestavo in orientacijo posameznih kristalnih zrn v materialu.



Pospešeni elektri iz elektronskega snopa v vrstičnem elektronskem mikroskopu vpadajo na nagnjen vzorec in se uklanjajo na kristalnih ravninah. Na fosfornem zaslonu tako dobimo *uklonsko sliko* (imenovano tudi Kikuchi-jev vzorec). Digitalizacija in primerjava slike s simuliranimi vzorci nam omogočata določitev fazne sestave in orientacije.



Slika: Kikuchi-jev vzorec VC z označenimi konskimi osmi

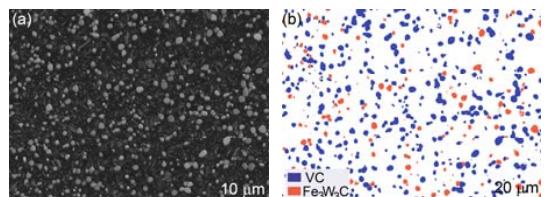
MATERIALI, PRIMERNI ZA EBSD ANALIZO, so

- prevodni
- kristalinični
- potrebno jih je primerno pripraviti

ZA KAJ JE METODA UPORABNA?

1. FAZNA ANALIZA

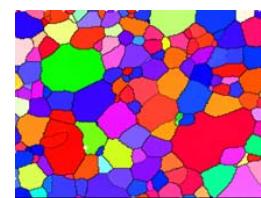
Primer: v materialu opažamo dve vrsti karbidov, ki so v mikroskopski sliki podobni. Radi bi določili delež posameznih karbidov.



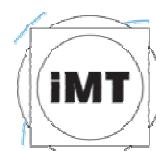
Slika: Dve vrsti karbidov (VC in Fe_3W_3C), ki ju ločimo z EBSD metodo. (a) SEM slika, (b) EBSD "mapping"

2. DOLOČANJE TEKSTURE IN ORIENTACIJE

Kristalinični materiali imajo lahko določeno teksturo. To je npr. predvsem pomembno pri elektropločevinah, kjer tekstura vpliva na njihove magnetne lastnosti.



Slika: Elektropločevina. Zrna so obarvana skladno z njihovo orientacijo.



barbara.setina@imt.si

Kompoziti iz mešanic cementa in filtrskega prahu iz elektroobločne peči: študij vplivov na okolje

Tina Šturm¹, Radmila Milačič¹, Ana Mladenović², Janez Ščančar¹

¹ Odsek za znanosti o okolju, Institut »Jožef Stefan«, Jamova 39, 1000 Ljubljana

² Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

Tina.sturm@ijs.si

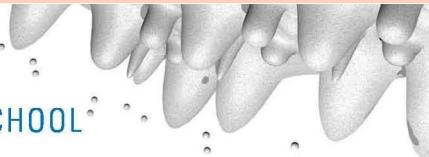
V jeklarski industriji poleg ostalih odpadkov nastaja v proizvodnem procesu tudi filtrski prah iz elektroobločne peči, ki zaradi prašnate narave in velike količine močno obremenjuje odlagališča in okolje. Razvite države v zadnjih desetletjih intenzivno uporabljajo nekatere industrijske odpadne materiale kot kvalitetne alternativne materiale, ki uspešno nadomeščajo naravne surovine [1,2]. Na ta način se ohranjajo naravne surovine in se bistveno zmanjša obremenjenost odlagališč in okolja [3]. Pred vsako uporabo industrijskih odpadnih materialov je potrebno podrobno preučiti parametre, ki zagotavljajo kakovost končnih izdelkov [2,4] ter preučiti njihove morebitne škodljive vplive na okolje. Pri oceni dolgoročnih vplivov novih materialov na okolje moramo upoštevati tudi, da sta biološka dostopnost in toksičnost posameznega elementa odvisni od kemijske oblike, v kateri se ta element nahaja (npr. trivalentni krom je esencialen element, medtem ko je šestivalentni krom toksičen).

V okviru raziskav projekta L2-7521-0106 „Uporaba novih materialov iz recikliranih industrijskih odpadnih surovin in gradbenih odpadkov v gradbeništvu“ je bila ena izmed nalog oceniti možnost uporabe filtrskega prahu za pripravo cementnih kompozitov za uporabo v gradbeništvu in kot uteži v pralnih strojih ter preučiti njihove vplive na okolje. V ta namen smo pripravili kompaktne in zdrobljene cementne kompozite in cementne kompozite z dodatkom 1,5 % filtrskega prahu. Z izlužitvenimi testi z difuzijo v vodi in v slani vodi smo časovno (175 dni) sledili izluževanju celotnega in šestivalentnega kroma. Na koncu poskusa smo v izlužkih določili tudi koncentracije nekaterih ostalih kovin.

Rezultati so pokazali, da je delež izluženega šestivalentnega kroma predstavljal približno 90 % koncentracije celotnega prisotnega kroma v izlužkih. Izkazalo se je, da je le v slani vodi prišlo do izluževanja iz zdrobljenih cementnih kompozitov z dodatkom 1,5 % filtrskega prahu, vendar koncentracija šestivalentnega kroma po 175 dneh ni presegla vrednosti $100 \mu\text{g L}^{-1}$. Iz rezultatov je tudi razvidno, da izluženi krom izhaja pretežno iz cementa in le v majhnem deležu iz filtrskega prahu. Zato lahko zaključimo, da glede na koncentracije šestivalentnega kroma, cementni kompoziti z dodatkom 1,5 % filtrskega prahu ne predstavljajo nevarnosti za okolje. To velja tudi v primeru najslabših možnih pogojev, ko cementni kompoziti v morskem okolju razpadajo ali razpadajo na odlagališču odpadkov. Izluževanje nekaterih ostalih kovin je bilo zanemarljivo. Na osnovi naše raziskave lahko zaključimo, da cementi z dodatkom filtrskega prahu ne predstavljajo nevarnosti za okolje in jih lahko uporabimo za različne namene v gradbeništvu in tudi kot uteži v pralnih strojih.

Literatura:

- [1] J. Geiseler. Use of steelworks slag in Europe. *Waste Management*, 16: 59-63, 1996
- [2] Y-H. Lin, Y-Y. Tyan, T-P. Chang, C-Y. Chang. An assessment of optimal mixture for concrete made with recycled concrete aggregates. *Cement and Concrete Res*, 34: 1373-1380, 2004
- [3] A.J. Morrissey, J. Browne. Waste management models and their application to sustainable waste management. *Waste Management*, 24: 297-308, 2004
- [4] K.K. Sagoe-Crentsil, T. Brown, A. H. Taylor. Performance of concrete made with commercially produced coarse recycled concrete aggregate. *Cement and Concrete Res*, 31: 707-712, 2001



KOMPOZITI IZ MEŠANIC CEMENTA IN FILTRSKEGA PRAHU IZ ELEKTROOBLOČNE PEČI: ŠTUDIJ VPLIVOV NA OKOLJE

Tina Šturm, univ. dipl. kem.

Študijski program: Ekotehnologija,

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: doc. dr. JANEZ ŠČANČAR

SOMENTOR: doc. dr. RADMILA MILAČIČ

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



UVOD

V jeklarski industriji, poleg ostalih odpadkov, nastaja v proizvodnem procesu tudi filtrski prah iz elektroobločne peči, ki zaradi prašnate narave in velike količine močno obremenjuje odlagališča in okolje.

V okviru raziskav projekta L2-7521-0106 „Uporaba novih materialov iz recikliranih industrijskih odpadnih surovin in gradbenih odpadkov v gradbeništvu“ je bila ena izmed nalog oceniti možnost uporabe filtrskega prahu za pripravo cementnih kompozitov za uporabo v gradbeništvu in kot uteži v pralnih strojih ter preučiti njihove vplive na okolje.

EKSPERIMENTALNI DEL

■ Pripravili smo:

- Cementne kompozite (kvader 16 cm × 4 cm × 4 cm)
- Cementne kompozite z dodatkom 1,5 % filtrskega prahu
- Zdrobljene cementne kompozite (delci < 0,5 cm)
- Zdrobljene cementne kompozite z dodatkom 1,5 % filtrskega prahu

■ Preučevanje vpliva cementnih kompozitov in cementnih kompozitov z dodatkom filtrskega prahu na okolje:

Izlužitveni test z difuzijo (v vodi in slani vodi)

- V izlužkih smo določili pH, koncentracije celotnega Cr in Cr(VI), ter na koncu poskusa koncentracije še nekaterih izbranih elementov.

IZLUŽITVENI TEST Z DIFUZIJO V VODI IN SLANI VODI



REZULTATI IN DISKUSIJA

pH izlužkov zdrobljenih kompozitov je med 12 in 13, pH izlužkov kompaktnih kompozitov je med 11 in 12.

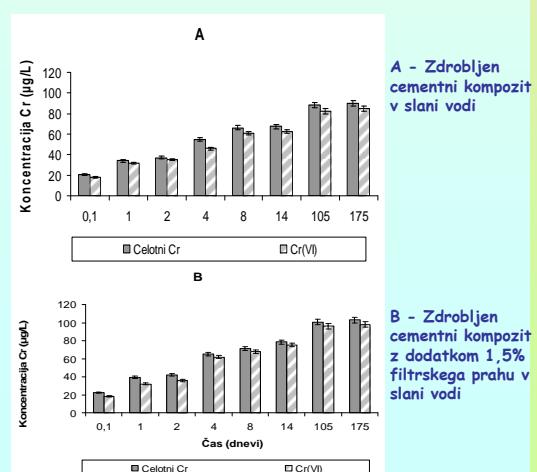
Izluževanje nekaterih ostalih kovin je bilo zanemarljivo.

ZAKLJUČEK



Na osnovi naše raziskave lahko zaključimo, da cementi z dodatkom filtrskega prahu ne predstavljajo nevarnosti za okolje in jih lahko uporabimo za različne namene v gradbeništvu in tudi kot uteži v pralnih strojih.

Uporaba filtrskega prahu kot dodatek cementom omogoča razbremenitev odlagališč odpadkov in vodi posledično do varovanja okolja.



Entangled nematic colloidal dimers and wires

Uroš Tkalec^{1,2}

¹ Condensed Matter Physics Department (F-5), Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School (Nanoscience and Nanotechnologies, 4. year)

uros.tkalec@ijs.si

The capacity to generate predetermined spatial arrangements of particles on different length scales is one of the central issues of nanotechnology. Current concepts rely on single atom and molecule manipulation by the sharp tip of the STM, particle manipulation by the laser or optoelectronic tweezers, microfluidics, and micromanipulation in combination with lithography. Of particular importance is 3D self-assembly, where the spatial arrangements of particles, such as photonic crystals, could be realized spontaneously.

Dispersions of colloidal particles in the nematic liquid crystal show an amazing diversity of patterns, such as chains [1] and 2D colloidal crystals [2], which are assembled by topological defects [3], which mediate the elastic distortion forces between the colloidal inclusions [4,5]. Recently, it has been predicted, that colloidal particles in the nematic liquid crystal could be assembled by delocalized defects or entangled topological defects in a form of single closed defect loops, extending over several colloidal particles [6]. In this case, one or several defect lines entangle two or many colloidal particles, which give rise to binding forces between the particles. Although primarily elastic in origin, these binding forces are a direct consequence of the nontrivial topology of the entangled director field, and can thus be considered as topological in nature.

Here we show experimentally and theoretically, that colloidal dimers and wires can be assembled by entangled topological loops of the nematic orientational field [7]. We have found that the colloidal entanglement proceeds exclusively via locally thermally quenching a thin layer of the nematic liquid crystal around selected colloidal particles, which explains why the entanglement has not been observed before. Three linear entangled defect structures have been found experimentally, which are topologically equivalent, but differ in the way of binding and in the particle separation. In all cases, the entanglement provides ten thousand times stronger binding compared to water-based colloids. This unique binding mechanism could be used to assemble optical resonator wave-guides, chiral colloidal wires and even more complex structures of topologically entangled colloids.

References:

- [1] P. Poulin, H. Stark, T. C. Lubensky, and D. A. Weitz. Novel colloidal interactions in anisotropic fluids. *Science* **275**, 1770-1773, 1997.
- [2] I. Muševič, M. Škarabot, U. Tkalec, M. Ravnik, and S. Žumer. Two-dimensional nematic colloidal crystals self-assembled by topological defects. *Science* **313**, 954-958, 2006.
- [3] Topological defects in a nematic liquid crystal are areas where the order parameter fields describing the molecular ordering are singular. A defect cannot be eliminated by a local continuous deformation of the nematic around the singularity. The formation of defects is a characteristic of symmetry breaking transitions.
- [4] H. Stark. Physics of colloidal dispersions in nematic liquid crystals. *Physics Reports* **351**, 6, 387-474, 2001.
- [5] T. C. Lubensky, D. Pettey, N. Currier, and H. Stark. Topological defects and interactions in nematic emulsions. *Physical Review E* **57**, 610-625, 1998.
- [6] T. Araki and H. Tanaka. Colloidal aggregation in a nematic liquid crystal: Topological arrest of particles by a single-stroke disclination line. *Physical Review Letters* **97**, 127801, 2006.
- [7] M. Ravnik, M. Škarabot, S. Žumer, U. Tkalec, I. Poheraj, D. Babič, N. Osterman, and I. Muševič. Entangled nematic colloidal dimers and wires. *Physical Review Letters* **99**, 247801, 2007.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



ENTANGLED NEMATIC COLLOIDAL DIMERS AND WIRES



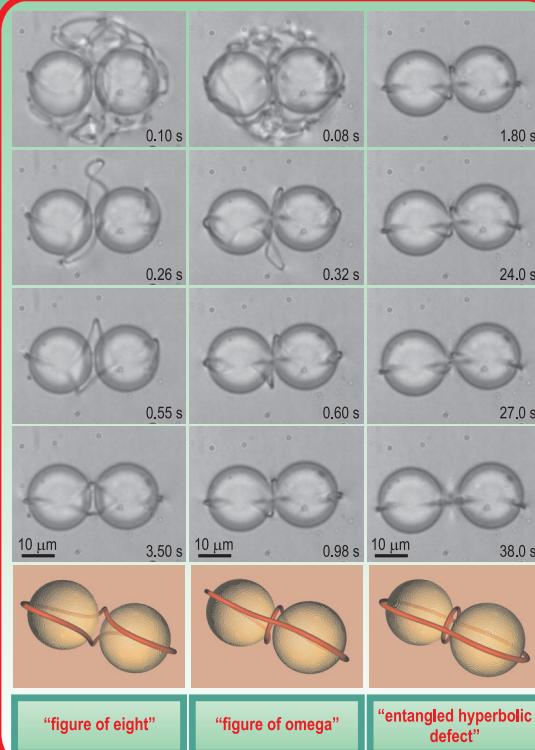
Uroš Tkalec*, Miha Škarabot**, Igor Poberaj*, Dušan Babič*, Natan Osterman*, Igor Muševič**

* Jožef Stefan Institute, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenia

** Faculty of Mathematics and Physics, University of Ljubljana, Jadranska 19, 1000 Ljubljana, Slovenia

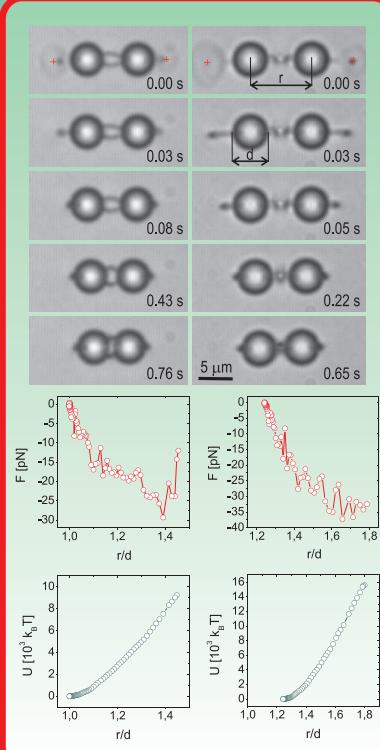
Assembling entangled colloidal pairs by light

Using focused light of the laser tweezers, the nematic liquid crystal around two colloidal particles was heated into the isotropic phase and then quenched into the nematic phase. The disclination loops are visible under non-polarizing optical microscope due to the scattering of light. Three linear entangled defect structures have been found experimentally, which are topologically equivalent but differ in the way of binding and particle separation.



Stretching and releasing topologically bound colloidal pairs by light

The strength of entanglement was measured by switching on two separated light traps. The entangled pair was stretched by moving both traps in the opposite direction and then the light was switched off. The time sequences show that the entangled defect loop acts as a string, pulling both particles together. The effective force and the binding potential are determined from video frames as a function of particle separation r , normalized to the particle diameter d . The measurements were done for the "figure of eight" and the "entangled hyperbolic defect" structure.



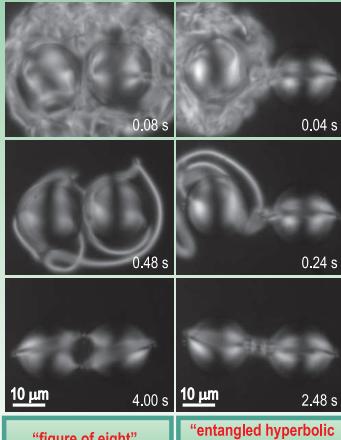
Experimental details

- thin planar cells of thickness from 5 μm to 22 μm were used,
- nematic liquid crystal 5CB was filled inside,
- 4.7 μm and 19 μm diameter glass colloids with homeotropic anchoring at the surface were homogeneously dispersed,
- ITO coating on cell plates enabled quick thermal heating of liquid crystal by high intensity laser beam,
- type of entanglement is unpredictable but procedure is variable and easily repeatable,
- "figure of omega" is unstable configuration and transforms slowly into "entangled hyperbolic defect".

Statistics of the occurrence of entangled colloidal states

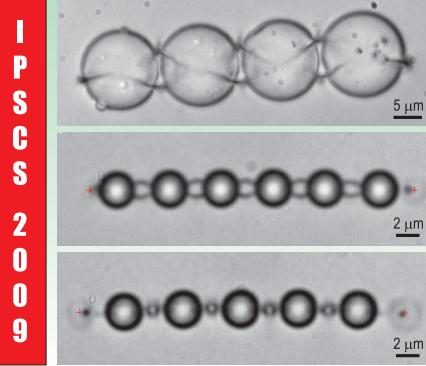
124 separate laser tweezers experiments performed on 19 μm microspheres	
48 %	isolated Saturn ring
36 %	"figure of eight"
13 %	"figure of omega"
3 %	"entangled hyperbolic defect"

Under crossed polarizers



Colloidal wires assembled by entanglement

Colloidal wire resembles a simple nematic braid, where defect lines are winding along colloidal particles. "Figure of eight" colloidal wire is a chiral object, as the twist could be left- or right-handed. The "entangled hyperbolic defect" structure is non-chiral, as it is formed by two orthogonal, disconnected -1/2 defect loops. Both types are very stable and robust to low intensity laser light perturbations.



Conclusion

There are three important aspects of our work:

- we report a novel and unique mechanism of colloidal binding. The formation of entangled defect loops is ultimately connected to the symmetry breaking of the nematic orientational field across the isotropic-nematic phase transition.
- we can study the entanglement in topologically non-trivial systems in real time and at micrometer scale.
- the observed strong binding of colloidal particles opens exciting routes to possible applications. One could construct colloidal wires for electric charge transport, optical wave-guide resonator and even chiral topological defect lines that could be filled up with electro- and opto-responsive nanoparticles.

References

- P. Poulin, H. Stark, T. C. Lubensky, D. A. Weitz, *Science* **275**, 1770 (1997).
- O. Guzman, E. B. Kim, S. Grollau, N. L. Abbott, J. J. de Pablo, *Phys. Rev. Lett.* **91**, 235507 (2003).
- M. Yada, J. Yamamoto, H. Yokoyama, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 185501 (2004).
- T. Araki, H. Tanaka, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 127801 (2006).
- F. R. Hung, O. Guzman, B. T. Gitterlfinger, N. L. Abbott, J. J. de Pablo, *Phys. Rev. E* **74**, 011711 (2006).
- M. Ravnik, M. Škarabot, S. Žumer, U. Tkalec, I. Poberaj, D. Babič, N. Osterman, I. Muševič, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 247801 (2007).

Growth of Thin Films of Charge Density Wave System $K_{0.3}MoO_3$

Andrej Tomeljak^{1,2}, G. Socol³, C. Ristoscu³, Ion N. Mihailescu³, D. Dominko⁴, D. Starešinić⁴, K. Biljaković⁴, J. Marcus⁵, J. Demšar^{1,2,6}

¹ Department of Complex Matter, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School

³ Laser-Surface-Plasma Interactions Laboratory, Lasers Department, National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics, PO Box MG-54, Bucharest-Magurele, Romania

⁴ Institute of Physics, HR-10001, Zagreb, P.O. Box 304, Croatia

⁵ Institut Neel, CNRS, BP 166, F-38042, Grenoble, Cedex 9, France

⁶ Department of Physics and Center for Applied Optics, University of Konstanz, D-78457 Konstanz, Germany

andrej.tomeljak@ijs.si

Following early work by van der Zant et al. [1], we prepared high-quality epitaxial thin films of charge density wave (CDW) system $K_{0.3}MoO_3$ on different substrates. CDW is a spatially modulated superstructure of conducting electrons, which can form in quasi one dimensional systems. $K_{0.3}MoO_3$ undergoes a phase transition to a 3D CDW ordered state at 183 K. In continuation to the femtosecond spectroscopy performed in [2-4], new studies of femtosecond time-resolved Terahertz conductivity dynamics, necessary to directly probe the relaxation processes of photo-excited carriers, need high-quality thin films.

The films were grown by pulsed laser deposition with an excimer laser system COMPExPro 205 (Lambda Physik). The morphology and composition of the films was tuned by changing the deposition parameters: the substrate temperature, the partial oxygen pressure and the number of laser pulses. The optical properties of the films were characterized using FTIR and UV-Vis spectrometers. By systematically changing the deposition parameters, we were able to find a narrow window of parameters that yielded films with optical properties that matched those calculated for $K_{0.3}MoO_3$ films.

The best films were further characterized. Their electrical properties were determined by temperature dependent DC resistivity measurements. The film resistivity showed similar activated behavior as large crystals, however the transition was not as sharp. The final proof of film composition and of the CDW transition was obtained by means of femtosecond spectroscopy. The films were photoexcited by a femtosecond optical pulse and the resulting relaxation dynamics was measured by following the dynamics of changes in the dielectric function as a function of the time delay after perturbation. By comparing the signal with the corresponding signal measured in a $K_{0.3}MoO_3$ crystal [3,4], we were able to prove not only the $K_{0.3}MoO_3$ composition but also the CDW formation.

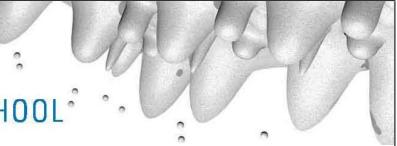
References:

- [1] H.S.J. van der Zant et al. Thin-film growth of the charge-density-wave oxide $Rb_{0.30}MoO_3$. *Appl. Phys. Lett.*, 68(24):3823-3825, 1996
- [2] J. Demšar et al. Single Particle and Collective Excitations in the One-Dimensional Charge Density Wave Solid $K_{0.3}MoO_3$ Probed in Real Time by Femtosecond Spectroscopy. *Physical Review Letters*, 83(4):800-803, 1999
- [3] A. Tomeljak et al. Femtosecond nonequilibrium dynamics in quasi-1D CDW systems $K_{0.3}MoO_3$ and $Rb_{0.3}MoO_3$. *Physica B, Condensed Matter*, 404(3/4):548-551, 2009
- [4] A. Tomeljak et al. Dynamics of photoinduced charge-density-wave to metal phase transition in $K_{0.3}MoO_3$. *Physical Review Letters*, 102(6): 066404-1-066404-4, 2009



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



Growth of Thin Films of Charge Density Wave System $K_{0.3}MoO_3$

Andrej Tomeljak^{1,2}, G. Socol³, C. Ristoscu³, Ion N. Mihailescu³, D. Dominko⁴, D. Starešinić⁴, K. Biljaković⁴, J. Marcus⁵, J. Demšar^{1,2,6}

¹ Department of Complex Matter, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School

³ Laser-Surface-Plasma Interactions Laboratory, Lasers Department, National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics, PO Box MG-54, Bucharest-Magurele, ROMANIA

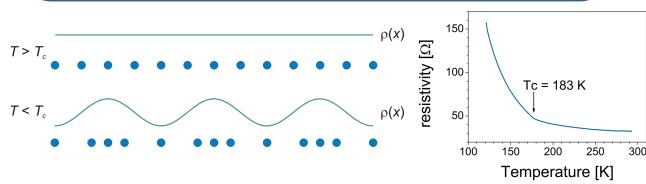
⁴ Institute of Physics, HR-10001, Zagreb, P.O. Box 304, Croatia

⁵ Institut Néel, CNRS, BP 166, F-38042, Grenoble, Cedex 9, France

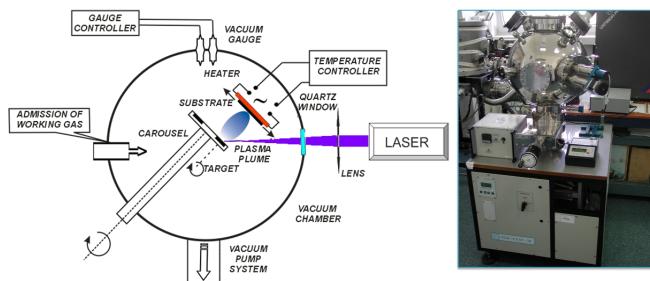
⁶ Department of Physics and Center for Applied Optics, University of Konstanz, D-78457 Konstanz, Germany

andrej.tomeljak@ijs.si

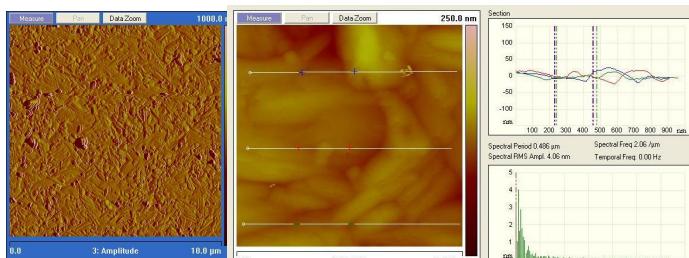
Charge density wave is a spatially modulated superstructure of conducting electrons accompanied by a 1D metal to semiconductor transition which can form in quasi one dimensional systems below the transition temperature T_c .



Films were grown by *Pulsed laser deposition*



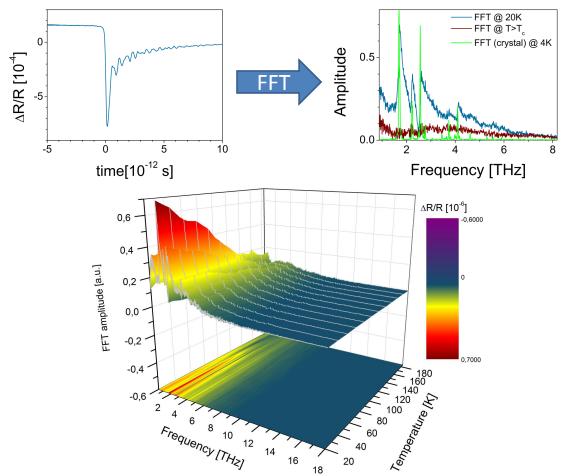
AFM measurement shows ordering and low roughness of the film surface.



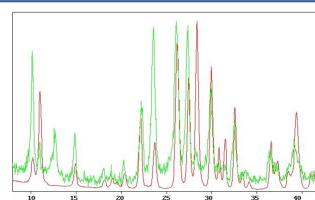
References:

- [1] J. Demšar et al. Single Particle and Collective Excitations in the One-Dimensional Charge Density Wave Solid $K_{0.3}MoO_3$ Probed in Real Time by Femtosecond Spectroscopy. *Physical Review Letters*, 83(4):800-803, 1999
- [2] A. Tomeljak et al. Femtosecond nonequilibrium dynamics in quasi-1D CDW systems $K_{0.3}MoO_3$ and $K_{0.3}Mo_3O_3$. *Physica B, Condensed Matter*, 404(3/4):548-551, 2009
- [3] A. Tomeljak et al. Dynamics of photoinduced charge-density-wave to metal phase transition in $K_{0.3}MoO_3$. *Physical Review Letters*, 102(6): 066404-1-066404-4, 2009

The final proof of film composition and of the CDW transition was obtained by means of *femtosecond spectroscopy* [1-3]. The films were photoexcited by a femtosecond optical pulse and the resulting relaxation dynamics was measured by following the dynamics of changes in the dielectric function as a function of the time delay after perturbation.



X-ray diffraction measurements lent further proof of similar film (green line) and bulk (red line) crystal structure.



Conclusions:

- In collaboration with our foreign partners, we were able to grow several high quality films of a CDW material $K_{0.3}MoO_3$ on different substrates.
- By probing the films using very different characterization techniques, we were able to fine tune the parameters that yielded the best quality films and we determined their composition and quality.

TISKANJE FUNKCIONALNIH MATERIALOV Z BRIZGALNIM (INK-JET) TISKALNIKOM

Gregor Trefalt^{1,2}

¹ Odsek za elektronsko keramiko, Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefan (Nanoznanosti in nanotehnologije,

2. letnik)

gregor.trefalt@ijs.si

Brizgalno (ink-jet) tiskanje je metoda za nanašanje debelih plasti na različne podlage (keramiko, polimere, tekstil ...). Uporabna je tudi za izdelovanje 3D struktur z želeno obliko, pripravimo jih z nanašanjem materiala plast na plast [1]. Osnovni princip nanašanja je podoben tiskanju s klasičnim (pisarniškim) brizgalnim tiskalnikom, ki ga uporabljam za tiskanje na papir. Material (navadno je to suspenzija) s piezoelektričnim elementom potisnemo skozi šobo definirane oblike, pri tem nastane kapljica. Z računalniškim krmiljenjem tiskalnikove glave v vseh treh dimenzijah nadzorujemo, na katero mesto material nanašamo. To nam omogoča hitro oblikovanje in izdelovanje debelih plasti ali 3D struktur.

Nanašamo lahko širok izbor materialov z različnimi funkcionalnimi lastnostmi, npr. prevodne materiale (srebrovi nanodelci), dielektrike ($BaTiO_3$, $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$), piezoelektrike ($Pb(Zr,Ti)O_3$, $(K,Na)NbO_3$), upornike (RuO_2), kvantne pike ($CdSe$, $ZnTe$). V večini primerov trdne delce suspendiramo v mediju, tiskamo pa lahko tudi sole ali raztopine. Pri tem je pomembna predvsem velikost delcev, ki ne sme presegati 1/50 premera šobe. To v večini primerov pomeni, da delci večji od 1 μm ali celo 500 nm niso primerni za tiskanje, ker mašijo šobo. Za kvalitetne nanose je potrebno kontrolirati tudi viskoznost, površinsko napetost, kontaktni kot (med podlago in suspenzijo) in koncentracijo suspenzij. Tako je potrebno za vsak material razviti specifične suspenzije in optimizirati njihove lastnosti.

Lastnosti suspenzij so močno odvisne od interakcij med delci in njihove razporeditve v mediju. Dogajanje na nivoju delcev med posameznimi stopnjami tiskanja (tok delcev skozi šobo, tvorba in sušenje kapljice) je težko zasledovati eksperimentalno. Tem procesom se tako poskušamo približati z računalniškim modeliranjem. Uporabni sta predvsem metodi Brownova dinamika in metoda Monte Carlo.

Primeri uporabe brizgalnega tiskanja:

Senzoriji in aktuatorji na togih in fleksibilnih podlagah, tiskanje prevodnih prosojnih oksidov na fleksibilne podlage (fleksibilna elektronika), izdelovanje 3D piezoelektričnih struktur za ultrazvočne pretvornike [2], 3D strukture za fotokatalitično uporabo [2], izdelovanje keramičnih mikroelementov [1].

Literatura:

[1] J. A. Lewis, J. E. Smay., J. Stuecker, J. Cesarano, J. Am. Ceram. Soc. vol. 89, str. 3599, 2006.

[2] M. Lejeune, T. Chartier, C. Dossou-Yovo, R. Noguera, J. Eur. Ceram. Soc. vol. 29, str. 905, 2009.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL

TISKANJE FUNKCIONALNIH MATERIALOV Z BRIZGALNIM (INK-JET) TISKALNIKOM

GREGOR TREFALT, univ. dipl. kem.

Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije,
Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
Študijski mentor: prof. dr. Marija Kosec
Raziskovalni mentor: dr. Janez Holc

Inštitut Jožef Stefan, Jamova 39, 1000 Ljubljana

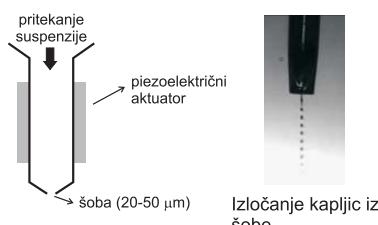


TEHNOLOGIJA BIRZGALNEGA (INK-JET) TISKANJA

- osnovni princip podoben kot pri brizgalnem tiskanju barve na papir
- material (suspenzija, raztopina, sol)
potiskamo skozi šobo definirane geometrije
- premikanje glave tiskalnika v vseh treh dimenzijah omogoča tiskanje 3D struktur



Ink-jet tiskalnik Dimatix (www.dimatix.com)



Izločanje kapljic iz šobe.

PRIPRAVA SUSPENZIJ

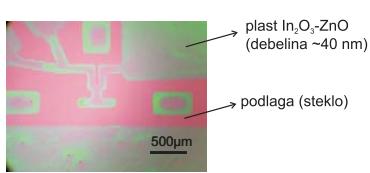
- lastnosti suspenzij so ključne za pripravo kvalitetnih nanosov
- stabilnost suspenzije (kontrola interakcij med delci)
- parametri, ki jih je potrebno optimizirati:
 - viskoznost
 - površinska napetost
 - koncentracija suspenzije
 - kontaktni kot (med suspenzijo in podlogo)



Meritev kontaktnega kota.

UPORABNOST

- senzorji in aktuatorji na togih in fleksibilnih podlagah
- tiskanje prevodnih prosojnih oksidov na fleksibilne podlage (fleksibilna elektronika)
- izdelovanje 3D piezoelektričnih struktur za ultrazvočne pretvornike
- izdelovanje keramičnih mikroelementov



Natisnjen vzorec prevodenega prosojnega oksida ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$).



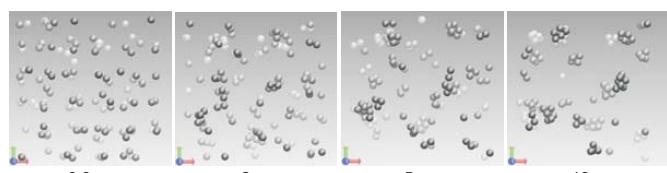
Natisnjeni piezoelektrični mikrostolpcji (Lejeune et al., J. Eur. Ceram. Soc., 2009).

PRIPRAVA FUNKCIONALNIH MATERIALOV

- nanašamo lahko širok izbor materialov z različnimi funkcionalnimi lastnostmi:
 - prevodne materiale (Ag , Au , Pt)
 - dielektrike (BaTiO_3 , $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$)
 - piezoelektrike ($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$, $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$)
 - upornike (RuO_2)
 - kvantne pike (CdSe , ZnTe)
- velikost delcev mora biti ~ 50 -krat manjša od premera šobe (večina delcev mora biti manjša od $1 \mu\text{m}$)
- ponavadi moramo uporabiti posebne sintezne metode, npr. mehanokemijsko sintezo

UPORABA MODELIRANJA

- ker je dogajanje na nivoju delcev med posameznimi stopnjami tiskanja težko zasledovati eksperimentalno, so nam tu v pomoč metode računalniškega modeliranja



Simulacija hitrosti koagulacije Al_2O_3 delcev v suspenziji s koncentracijo 1 vol. %. Uporabili smo metodo Brownova dinamika.

PREDNOSTI

- + možnost tiskanja na ukrivljene površine
- + visoka ločljivost (širina $\sim 20 \mu\text{m}$, debelina $\sim 1 \mu\text{m}$)
- + tvorba 2D in 3D struktur z zeleno kompleksno obliko
- + hitro oblikovanje struktur z računalnikom (protipi)
- + raznovrstni izbor materialov z različnimi lastnostmi
- + raznovrstni izbor podlag (od fleksibilnih polimerov do keramičnih podlag)

SLABOSTI

- za vsak material je potreben razvoj suspenzij z natančno določenimi lastnostmi za tiskanje

PIEZOELEKTRIČNI DEBELOPLASTNI AKTUATOR Z VELIKIM ODMIKOM

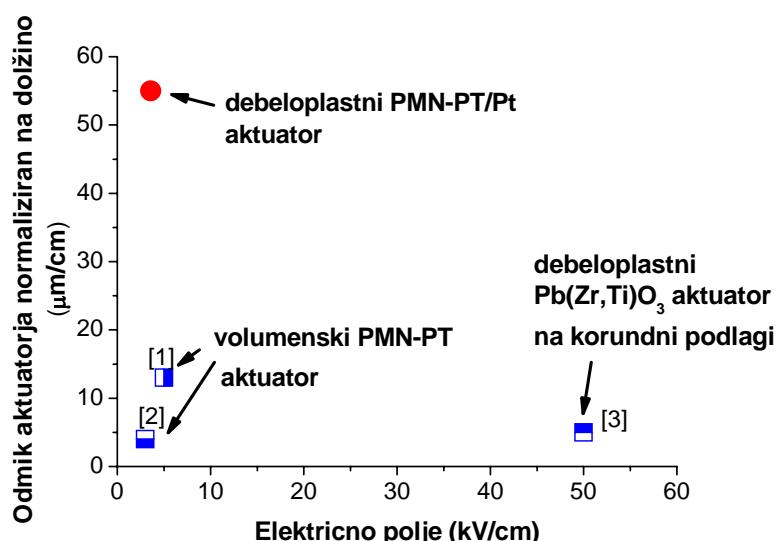
Hana Uršič^{1,2}

¹ Odsek za elektronsko keramiko, Institut Jožef Stefan

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije, 4. letnik)

hana.ursic@ijs.si

Aktuator je naprava, ki pretvori električno energijo v mehansko energijo. Debeloplastne aktuatorje pripravimo z metodo sitotiska. Spodnjo elektrodo ter aktuator natiskamo na podlago (npr. korund). Ker je aktuator pritren na podlago, se ne more prosto upogniti. Razvili smo nov postopek, kako odstraniti aktuator in elektrodo od podlage. Z njim smo pripravili debeloplastne $0.65\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0.35\text{PbTiO}_3/\text{Pt}$ (PMN-PT/Pt) aktuatorje z $55 \mu\text{m}/\text{cm}$ odmikom normiranim na dolžino aktuatorja, kar je za 4-5 krat več, kot so vrednosti normiranih odmikov za PMN-PT volumenske aktuatorje [1], [2] ali debeloplastne $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ aktuatorje na korundni podlagi [3].



Slika 1: Primerjava normiranega odmika PMN-PT/Pt aktuatorja ter normiranih odmikov aktuatorjev iz literature.

Debeloplastni PMN-PT/Pt aktuator se lahko uporablja v sistemih, kjer je potrebna nizka napetost ter visok odziv aktuatorja. V tem primeru visoko-napetostni pretvornik ni potreben, kar zniža ceno izdelave sistema. Debeloplastni PMN-PT/Pt aktuator se lahko uporablja tudi v avtomobilski industriji za dovajanje energije senzorjem, t.i. zbiranje energije (ang. energy harvesting). S tresljaji avtomobila vzbujamo premike aktuatorja, kar piezoelektrični element v aktuatorju pretvori v električni signal. V primeru, da na PMN-PT plast natiskamo dodatno aktivno plast, lahko PMN-PT/Pt uporabimo kot senzor vlage ali senzor, ki temelji na principu spremembe resonančne frekvence.

Literatura:

- [1] A. Hall, E.K. Akdogan, A. Safari, *J. Appl. Phys.*, 100, str. 094105, 2006.
- [2] A. Hall, M. Allahverdi, E. K. Akdogan, A. Safari, *J. Eur. Ceram. Soc.*, 25, str. 2991-2997, 2005.
- [3] M. S. Zarnik, D. Belavič, S. Maček, *Sensors and Actuators A*, 136 (2), str. 618, 2007.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



PIEZOELEKTRIČNI DEBELOPLASTNI AKTUATOR Z VELIKIM ODMIKOM

HANA URŠIČ, univ. dipl. fiz.

Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije,

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: Prof. dr. MARIJA KOSEC

SOMENTOR: Prof. dr. MARKO HROVAT

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



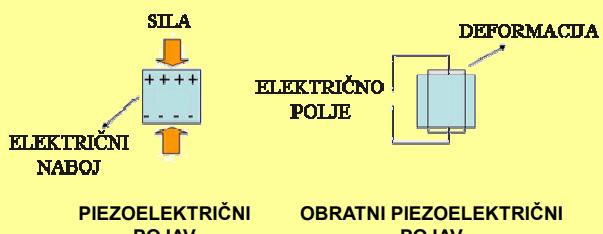
AKTUATOR

AKTUATOR JE NAPRAVA, KI PRETVORI ELEKTRIČNO ENERGIJO V MEHANSKO ENERGIJO.

DEBELOPLASTNI AKTUATOR

Debeloplastne aktuatorje pripravimo z metodo sitotiska. Aktuator ter spodnjo elektrodo natiskamo na podlago (npr. korund). Ker je aktuator pritrjen na podlago, se ne more prosti upogniti. Razvili smo nov postopek, kako odstraniti aktuator in elektrodo od podlage.

PIEZOELEKTRIČNI POJAV

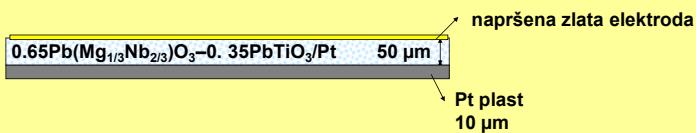


Slika 1: Skica piezoelektričnega in obratnega piezoelektričnega pojava.

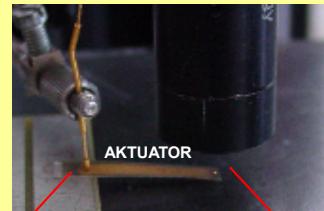
PIEZOELEKTRIČNI DEBELOPLASTNI AKTUATOR Z VELIKIM ODMIKOM

MATERIAL:

1. 0. 65Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃–0. 35PbTiO₃ (PMN-PT) plast
2. Spodnja Pt elektroda, zgornja zlata elektroda



Slika 2: Skica preseka piezoelektričnega aktuatorja



ELEKTRIČNO POLJE
MERJENJE ODMIKA
AKTUATORJA S SVETLOBNIM SENZORJEM

Slika 3: Fotografija aktuatorja med merjenjem odmika.



Slika 4: Primerjava normiranega odmika PMN-PT/Pt aktuatorja ter normiranih odmikov aktuatorjev iz literatur:

[1] A. Hall et.al., J. Appl. Phys., 2006.

[2] A. Hall, et.al., J. Eur. Ceram. Soc., 2005.

[3] M. S. Zarnik, et.al., Sensors and Actuators A, 2007.

DEBELE PMN-PT PLASTI SO POTENCIALNO UPORABNE ZA

PODROČJE SENZORJEV

Dodatek občutljive ali aktivne plasti na površino PMN-PT plasti:

- Senzorji vlage
- Senzorji na principu spremembe resonančne frekvence (npr. umetni nos)

Piezoelektrična tipala (npr. AFM mikroskop, IBM gošenica)

Senzorji toka v ceveh (npr. hladilni sistemi)

PODROČJE AKTUATORJEV

Uporaba aktuatorjev v mikroelektroniki

Visoki odmik aktuatorja pri nizkih napetostih. Aktuator ni pritrjen na togo podlago. Uporabno pri vezjih z nizkimi napetostmi (npr. umetna krila, mikroskopi). Visoko-napetostni pretvornik ni potreben.

ZBIRANJE ENERGIJE

Uporaba v avtomobilski industriji za dovajanje energije senzorjem (s tresljaji vzbujamo premike aktuatorja).

Speciacija organokositrovih spojin okoljskih vzorcih z GC-ICP-MS v okoljskih vzorcih

Mitja Vahčič^{1,2}

¹ Department of Environmental Sciences, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

² Jožef Stefan International Postgraduate School (Ecotechnology, 3rd year)

mitja.vahcic@ijs.si

Kositer človeštvo uporablja že od bronaste dobe dalje. Kositer in njegove zlitine so sprva služile za izdelavo raznih uporabnih izdelkov (posoda, orožje,...). Danes pa se večina kositra uporabi za sintezo organokositrovih spojin.

Prve organokositrove spojine (OKS) je sintetiziral sir Edward Frankland leta 1849, vendar so bile celos stotečje laboratorijska posebnost. OKS vsebujejo centralni kositrov (Sn) atom, na katerega so vezane do štiri organske skupine (alkilne ali arilne), splošna formula je $R_{4-n}SnX_n$. Prve praktične aplikacije OKS so se pojavile leta 1940, ko so v industriji plastike ugotovili, da OKS stabilizirajo plastiko (PVC-polivinilklorid). Pod vplivom svetlobe in toplotne PVC razpada (postane krhek in izgubi barvo). V petdesetih letih so odkrili, da imajo OKS spojine tudi biocidne lastnosti, tako jih danes uporabljamo kot preservative za les ter za fungicide, miticide, strupe za glodalce in insekte [1], [2].

OKS spojine so zelo toksične že pri nizkih koncentracijah(ng/L). Povzročajo spremembo spola pri nekaterih vrstah morskih polžev in okvare pri tvorbi lupin školjk, pri sesalcih pa okvare imunskega sistema, encimatske aktivnosti in so nevrotoksične. Zaradi široke uporabe so OKS danes prisotne v različnih ekosistemih [2], [3].

Po toksičnosti si OKS sledijo spojine v naslednjem zaporedju: trisubstituirane OKS > disubstituirane OKS > monosubstituirane OKS > tetrasubstituirane OKS > Sn [3].

Speciacija OKS spojin je pomembna prav zaradi njihove toksičnosti. Za določanje posameznih zvrsti OKS uporabljamo kromatografijo v kombinaciji z različnimi selektivnimi detektorji (ICP-MS, MS, PFPD,...).

Cilj našega dela je bil razviti analizno metodo z uporabo 15m GC kolone za simultano speciacijo OKS v različnih okoljskih vzorcih. Pri razvoju metode smo preiskusili različne ekstrakcijske reagente in pogoje. OKS spojine smo derivatizirali z NaBEt₄ in esktrahirali v izooktan in heksan. Uspešno smo ločili in kvantitativno določili metil-, butil-, fenil- in oktil- kositrove spojine. Razvita analizna metoda je občutno skrajšala analizni čas in omogočila simultano določitev 12 OKS spojin v okoljskih vzorcih.

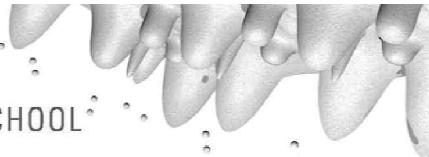
Reference:

- [1] M. Hoch, Organotin Compounds in the Environment – an overview, Applied Geochemistry, 16 (2001), 719-743.
- [2] J.M. Batt, The world of organotin chemicals: Applications, substitutes and the environment, www.ortepa.org/WorldofOrganotinChemicals.pdf
- [3] K. Fent, Ecotoxicology of organotin compounds, Crit. Rev. Toxicol. 26 (1996), 1.



MEDNARODNA
PODIPLOMSKA ŠOLA
JOŽEFA STEFANA

JOŽEF STEFAN
INTERNATIONAL
POSTGRADUATE SCHOOL



SPECIACIJA ORGANOKOSITROVIH SPOJIN Z V OKOLJSKIH VZORCIH GC-ICP-MS

MITJA VAHČIČ, univ. dipl. kem.

Študijski program: Ekotehnologija,

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

MENTOR: prof. dr. Milena Horvat

SOMENTOR: doc. dr. Janez Ščančar

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana



Uvod:

Organokositrove spojine (OKS), vsebujejo centralni kositrov (Sn) atom, na katerega so vezane do štiri organske skupine (alkilne ali arilne), splošna formula je $R_{4-n}SnX_n$. OKS imajo številne industrijske in kmetijske aplikacije (zaščitne barve za ladje, pesticidi, stabilizatorji plastičnih mas, zaščitna sredstva za les,...), zaradi česar so danes zelo razširjene v okolju.

OKS so problematične predvsem zaradi velike toksičnosti, ki zavisi od števila in tipa organskih skupin, vezanih na centralni Sn atom. OKS pri sesalcih povzročajo okvare imunskega in centralno živčnega sistema, v vodnem okolju pa povzročajo spremembe spola pri nekaterih organizmih in deformacije pri tvorbi lupin školjk.

Zaradi velike toksičnosti in razširjenosti v okolju je speciacija OKS zelo pomembna tako s stališča varovanja okolja kot zdravja ljudi. Cilj dela v laboratoriju O-2 je bil razviti hitrejšo in učinkovitejšo metodo za simultano speciacijo 12 OKS (metil-, butil-, fenil- in oktikositrov) spojin v različnih okoljskih vzorcih z uporabo 15 m GC kolone in testiranjem različnih ekstrakcijskih pogojev in pufrov.

Metodo smo potrdili z analizo realnih vzorcev morske vode iz Jadranskega morja.

Speciacija OKS

- Ekstrakcija OKS iz vzorca
- Derivatizacija
- Prenos v organsko fazo (v heksan ali izooktan)
- Ločba in analiza organske faze z GC-ICP-MS ali katero drugo tehniko (GC-MS, GC-PFPD)

Razvoj analiznega postopka

pH ekstrakcijskih pufrov:

- Fosfatni puffer 4.4 – 9.0
- Karbonatni puffer 4.0 – 10.0
- TRIS/citratni puffer 3.0 – 10.0

Analizna metoda :

- GC-ICP-MS

Preizkušene GC kolone

- DB-5 MS 30 m
- DB-5 MS 15 m

Testirane vode:

- Spike-ana Mill-Q
- Spike-ana slana voda(3.8% NaCl)
- Morska voda (Jadransko morje)

Ekstrakcijski reagenti:

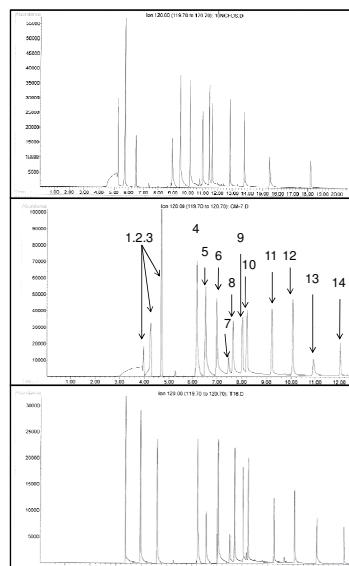
- Izooktan
- Heksan

Prednosti uporabe GC-ICP-MS

- Izognitev interferencam, ki se pojavljajo pri GC-MS ali GC-PFPD tehnikah (organski del molekule zgori v plazmi)
- Nizka mejja detekcije
- Veliko linearno območje

Slabosti tehnike

- Dražja
- Zahtevnejša za uporabo



Legenda:

- | |
|------------------------------------|
| 1, 2, 3 – TMeT. DMeT. MMeT |
| 4, 6, 8, 10 – MBT. DBT. TBT. TeBuT |
| 5 – TPrT |
| 7, 11, 13 – MPhT. DPhT. TPhT |
| 9, 12, 14 – MOcT. DOcT. TOcT |

Spike: 30 ng Sn/L posamezne OKS

TRIS/citratni puffer : pH 6.0

A – ločba 14 OKS v spikani slani vodi. 30 m GC kolona. Ekstrahirano v izooktan.

B – ločba 14 OKS v spikani slani vodi. 15 m GC kolona. Ekstrahirano v izooktan.

C - ločba 14 OKS v spikani slani vodi. 15 m GC kolona. Ekstrahirano v heksan.

Zaključki in ugotovitve

- Razvita metoda je občutno skrajšala čas analize z GC-ICP-MS
- Posledica je prihranek energije, časa in možnost analize večje količine vzorcev v istem času
- Metoda omogoča simultano določanje 12 OKS v okoljskih vzorcih.
- Fosfatni in karbonatni puffer nista uporabna za ekstrakcijo OKS v morskih vzorcih zaradi izobarjanja soli.
- TRIS/citratni puffer pri pH 6.0 je optimalni puffer za analizo OKS v okoljskih vodnih vzorcih.
- Ekstracija s heksanom je reproducibilna in da je stabilen signal preiskovanih OKS.

Meje detekcije in kvantifikacije za posamezne vrstni OKS

ng/L Sn	TMeT	DMeT	MMeT	MBT	DBT	TBT	MPhT	DPhT	TPhT	MOcT	DOcT	TOcT
LOD	0.34	1.43	0.16	0.05	0.29	0.15	0.73	0.53	0.07	0.03	0.05	0.01
LOQ	0.48	3.56	0.96	2.78	0.52	0.45	3.24	0.81	3.90	0.26	0.34	0.90

Strukturne in električne lastnosti trdne raztopine na osnovi $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ - $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$

Mojca Žnidaršič^{1,2}, Srečo D. Škapin¹, Matjaž Spreitzer¹, Danilo Suvorov¹

¹Odsek za raziskave sodobnih materialov, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

²Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije)

mojca.znidarsic@ijs.si

Piezoelektrični materiali, ki se uporabljajo v številnih elektronskih napravah v elektronski industriji, so dandanes večinoma zasnovani na spojinah s svincem. Le-ta je človeku in okolju neprijazen, zato so raziskave novih piezo-materialov usmerjene v razvoj keramik brez vsebnosti svinca. Iz literaturnih podatkov je razvidno, da nekatere trdne raztopine s kompleksno perovskitno strukturo v določenem razmerju različnih kationov na A mestih dosežejo morfotropno fazno mejo. Takšni materiali, pri katerih imamo pri sobni temperaturi soobstoj dveh različnih struktur, izkazujejo višjo remanentno polarizacijo in večje odzive elektromehanske sklopitve.

Naše raziskave so usmerjene v sintezo piezo-materialov na osnovi trdne raztopine natrij-kalij bizmutovega titanata $(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ (NBT-KBT), ki predstavljajo možno alternativo za uporabo v elektroniki. Robni spojini imata pri sobni temperaturi različno strukturo, in sicer ima NBT romboedrično strukturo, medtem ko ima KBT tetragonalno strukturo. Predhodne študije poročajo o prisotnosti obeh kristalnih struktur v trdni raztopini pri določenem razmerju alkalijskih kationov, vendar so si podatki o sestavi in strukturi tega območja nasprotujejo. Zato smo se v naši raziskavi osredotočili na določitev optimalnih sinteznih pogojev, na natančno analizo sestave in strukture vzorcev, ter na nadaljnjo določitev električnih lastnosti materialov.

Keramične vzorce $(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ z vrednostmi x od 0 do 1 smo sintetizirali z reakcijskim sintranjem v trdnem pri temperaturah od 1070°C do 1120°C. Vzorce pripravljenih sestav smo karakterizirali z rentgensko praškovno difracijo, vrstično elektronsko mikroskopijo in termično analizo. Na podlagi rentgenske analize smo ugotovili, da se morfotropna faza pojavi pri vzorcih z vsebnostjo x med 17 in 25 molskimi odstotki. Izmerjene vrednosti remanentne polarizacije, dielektrične konstante in piezoelektričnega koeficiente naraščajo z naraščajočo vsebnostjo NBT v trdni raztopini NBT-KBT in dosežejo najvišje vrednosti v območju morfotropne sestave, nakar pri nadalnjem višanju vsebnosti NBT padajo. Temperatura faznega prehoda kaže nasprotno, in sicer pada proti morfotropni fazi in narašča proti obema robnima komponentama, NBT in KBT.



STRUKTURNE IN ELEKTRIČNE LASTNOSTI TRDNE RAZTOPINE NA OSNOVI $(Na_{1-x}K_x)_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$

Mojca Žnidaršič, univ. dipl. inž. geol.

Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije
Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
Mentorji: doc. dr. Srečo D. Škapin
prof. dr. Danilo Suvorov



CILJ RAZISKAV

Sinteza in karakterizacija piezoelektričnega materiala v obliki trdne raztopine s kompleksno perovskitno strukturo v območju morfotropne faze



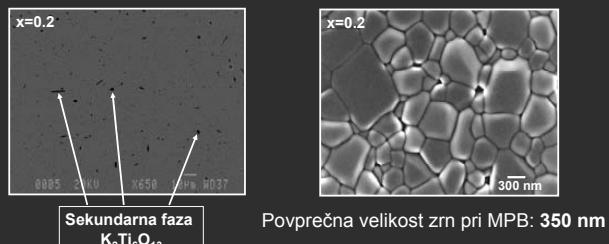
EKSPERIMENTALNI DEL

Izhodne surovine – prahovi – $(Na_2CO_3, K_2CO_3, Bi_2O_3, TiO_2)$ → KERAMIKA (NBT-KBT)

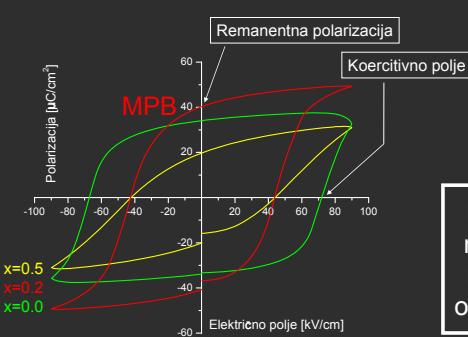
reakcija v trdnem

REZULTATI

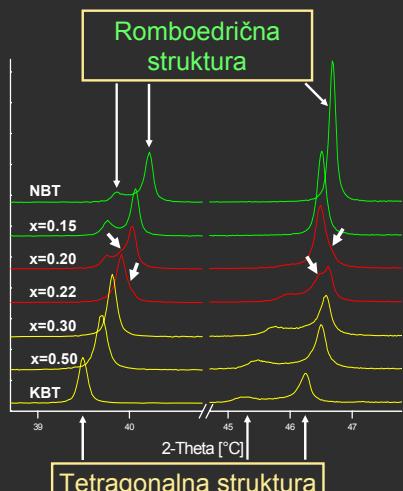
1. MIKROSTRUKTURA



3. POLARIZACIJA

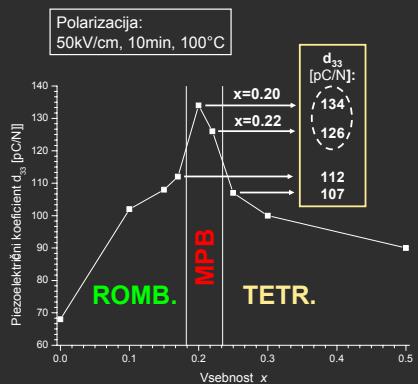


2. RENTGENSKA PRAŠKOVNA ANALIZA



Rezultati dokazujejo, da vzorci z morfotropno fazo izkazujejo višjo remanentno polarizacijo in večje odzive elektromehanske sklopitve.

4. PIEZOELEKTRIČNOST



➤ Morfotropna fazna meja pri vrednostih $x = 0.17 - 0.25$

➤ V območju MPB v primerjavi z NBT in KBT:

- najvišje vrednosti **remanentne polarizacije**
- najvišje vrednosti **piezoelektričnega koeficiente**

➤ Potencialne aplikacije piezoelektrikov: **senzorji, aktuatorji, elektromehanski pretvorniki**

Organizator

**MEDNARODNA PODIPLOMSKA ŠOLA JOŽEFA STEFANA
JOŽEF STEFAN INTERNATIONAL POSTGRADUATE SCHOOL**



Sponzor



