



ИНСТИТУТ ЗА МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНА ИСТРАЖИВАЊА

БЕОГРАД

ПРИМЉЕНО: 08.9.2011		
Страна	Број	Примљено
02	1170/1	

НАУЧНОМ ВЕЋУ

ИНСТИТУТА ЗА МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНА ИСТРАЖИВАЊА

УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На седници Научног већа Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду од 12.07.2011. године одређени смо за чланове Комисије за оцену испуњености услова кандидата **др Милана Жунића**, истраживача-сарадника Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду, за стицање научног звања **научни сарадник**. Након разматрања приложене документације подносимо Научном већу следећи:

ИЗВЕШТАЈ

I Биографски подаци

Др Милан Жунић рођен је 11.07.1975. год. у Ужицу, Република Србија, где је завршио основну школу и гимназију. Дипломирао је 2002. године на Физичком факултету Универзитета у Београду.

Постдипломске студије је уписао школске 2004/2005. на Универзитету у Београду. Магистарску тезу под називом „Електрична и микроструктурна својства метал-оксидних варистора у функцији структуре границе зрна“ одбранио је 2006. године, на основу чега је стекао звање магистра наука из области науке о материјалима.

Докторску дисертацију под насловом „Anode Supported IT-SOFCs Based on Proton Conducting Electrolyte Films Fabricated by Electrophoretic Deposition“ Милан Жунић је одбранио 2010. год. на Универзитету „Тор Вергата“ у Риму, Италија, чиме је стекао звање доктора наука из области науке о материјалима за енергију и животну средину. На основу одлуке Комисије Универзитета за признавање страних високошколских исправа бр. 06-613-5649/3-1 од 30.05.2011. диплома Универзитета „Тор Вергата“ у Риму, Италија, призната је као диплома докторских академских студија.

Од априла 2004. године Милан Жунић је запослен у Институту за мултидисциплинарна истраживања. Од 2007. године има звање истраживач-сарадник. Ангажован је на пројекту интегралних и интердисциплинарних истраживања ИИИ45007 које финансира Министарство просвете и науке Републике Србије и налази се у А2 категорији истраживача.

У јулу 2005. год. Милан Жунић је био на стручном усавршавању на Институту „Јожеф Штефан“, Љубљана, Словенија. На докторским студијама био је од октобра

2006. до јула 2009.год. на Универзитету „Тор Вергата“ у Риму, Италија. Тренутно се налази на постдокторским студијама на Институту „УНЕСП“, Аракваре, Бразил.

Говори енглески и италијански језик и члан је Друштва за керамичке материјале Србије и American nano society.

II Научно-истраживачки рад

Др Милан Жунић је радио на пројектима основних истраживања које је финансирао Министарство за науку Републике Србије:

- 1832 „Синтеза функционалних материјала сагласно тетради синтеза-структура-својства-примена“ у периоду 2004-2006.
- ОИ142040 „Савремена метал-оксидна електрокерамика и танки филмови“ у периоду 2007-2010.

Тренутно је ангажован на пројекту интегралних и интердисциплинарних истраживања „0-3D наноструктуре за примену у електроници и обновљивим изворима енергије: синтеза, карактеризација и процесирање“ ИИИ45007.

Досадашњи истраживачки рад др Милана Жунића био је у области науке о материјалима, пре свега у области керамичких материјала који имају примену у електроници и материјала који се користе за обновљиве изворе енергије.

Прва област његове истраживачке активности је синтеза и карактеризација варистора на бази калај-диоксида и на бази цинк-оксида. Главни циљ истраживања био је да се добију варистори унапређених микроструктурних и електричних карактеристика. За синтезу варистора на бази калај-диоксида коришћена је метода евапорације и декомпозиције раствора и суспензија (ЕДРС), док је за синтезу варистора на бази цинк-оксида коришћена метода дириговане синтезе конститутивних фаза (ДСКФ) у комбинацији са механичком активацијом и метода мешања оксида. Извршена је комплетна микроструктурна и електрична карактеризација ових варисторских материјала различитим методама. Методом скенирајуће електронске микроскопије (СЕМ) испитиван је развој микроструктуре са променом параметара синтезе: температуре и времена синтеровања, као и времена механичке активације за варисторе на бази цинк-оксида. Код цинк-оксидних варистора посебно је испитан утицај параметара механичке активације на формирање инверзних граница зрна. Такође, испитан је утицај структуре границе зрна метал-оксидних варистора на микроструктурне особине и извршена је корелација параметара процеса, структурних карактеристика и својстава добијеног материјала. Електрична карактеризација методом импедансне спектроскопије показала је утицај појединих допаната на отпорност границе зрна и на висину потенцијалне баријере граница зрна. Мерењем струјно-напонске карактеристике проучаван је утицај параметара синтезе и допаната на вредности коефицијената нелинеарности. Значајан допринос кандидата огледа се у томе што су добијени варистори унапређених микроструктурних и електричних карактеристика у односу на литературне податке. Такође, показано је да се допирањем границе зрна калај-диоксидних варистора може контролисати висина потенцијалне баријере на граници зрна, као и да се контролом механохемијских параметара може утицати на број инверзних граница зрна код цинк-оксидних варистора, чиме се директно утиче и на њихове електричне карактеристике.

Друга област истраживачке активности др Милана Жунића односи се на високо-температурни протонски проводник $\text{BaCe}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ (BCY10), који налази примену у средњетемпературним чврстим горивним ћелијама. Главни циљ овог истраживања био

је добијање функционалне анодно носиве средњетемпературне чврсте горивне ћелије методом електрофоретске депозиције. BCY10 је синтетисан методом цитратно-нитратног ауто-сагоревања и коришћен је као електролит у горивним ћелијама и као компонента керметне аноде NiO-BCY10. Оптимизовани су параметри синтезе електролитног праха и анодног супстрата, а комплетна микроструктурна и електрична карактеризација показале су да ови материјали могу бити примењени као компоненте чврстих горивних ћелија. Електрофоретском депозицијом на анодни супстрат нанесен је електролитни филм дебљине 9 μm , а тест је показао добре перформансе добијених горивних ћелија. Допринос кандидата огледа се у томе да је ово први пут да се ова врста материјала наноси методом електрофоретске депозиције и први пут да се на тај начин добија функционална горивна ћелија на бази високотемпературних протонских проводника.

Др Милан Жунић је до сада аутор или коаутор 11 научних радова који су публиковани у часописима међународног значаја, а поред тога има и 19 саопштења са међународних скупова, од којих су 3 штампана у целини.

Библиографски подаци

Радови објављени у врхунском међународном часопису (M21)

1. **M. Zunic**, L. Chevallier, E. Di Bartolomeo, A. D'Epifanio, S. Licoccia, E. Traversa, Anode Supported Protonic Solid Oxide Fuel Cells Fabricated Using Electrophoretic Deposition, *Fuel Cells* **11** (2011) 165-171. (IF = 3,32 за 2010. годину; 18/78; Energy&Fuels)
2. **M. Zunic**, L. Chevallier, A. Radojkovic, G. Brankovic, Z. Brankovic, E. Di Bartolomeo, Influence of the ratio between Ni and BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3- δ} on microstructural and electrical properties of proton conducting Ni-BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3- δ} anodes, *Journal of Alloys and Compounds* **509** (2011) 1157-1162. (IF = 2,134 за 2010. годину; 49/220; Materials Science, Multidisciplinary)
3. **M. Zunic**, L. Chevallier, F. Deganello, A. D'Epifanio, S. Licoccia, E. Di Bartolomeo, E. Traversa, Electrophoretic deposition of dense BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3- x} electrolyte thick-films on Ni-based anodes for intermediate temperature solid oxide fuel cells, *Journal of Power Sources* **190** (2009) 417-422. (IF = 3,792 за 2009. годину; 7/70; Energy&Fuels)
4. L. Chevallier, **M. Zunic**, V. Esposito, A. D'Epifanio, E. Di Bartolomeo, S. Licoccia, E. Traversa, A wet-chemical route for the preparation of Ni-BaCe(0.9)Y(0.1)O(3- δ) cermet anodes for IT-SOFCs, *Solid State Ionics* **180** (2009) 715-720. (IF = 2,425 за 2008. годину; 13/62; Physics, Condensed Matter)
5. V. Esposito, **M. Zunic**, E. Traversa, Improved total conductivity of nanometric samaria-doped ceria powders sintered with molten LiNO₃ additive, *Solid State Ionics* **180** (2009) 1069-1075. (IF = 2,425 за 2008. годину; 13/62; Physics, Condensed Matter)
6. S. Bernik, G. Branković, S. Rustja, **M. Žunić**, M. Podlogar and Z. Branković, Microstructural and compositional aspects of ZnO-based varistor ceramics prepared by direct mixing of the constituent phases and high-energy milling, *Ceramics International* **34** (2008) 1495-1502. (IF = 1,369 за 2008. годину; 6/24; Materials Science, Ceramics)

7. Z. Branković, G. Branković, S. Bernik, **M. Žunić**, ZnO varistors with reduced amount of additives prepared by direct mixing of constituent phases, *Journal of European Ceramic Society* **27** (2007) 1083-1086. (IF = 1,576 за 2006. годину; 2/26; Materials Science, Ceramics)
8. **M. Žunić**, Z. Branković, S. Bernik, M. S. Góes, G. Branković, ZnO varistors from intensively milled powders, *Journal of European Ceramic Society* **27** (2007) 13-15. (IF = 1,576 за 2006. годину; 2/26; Materials Science, Ceramics)

Укупно: 8 x 8 = 64

Радови објављени у међународном часопису (M23)

9. **M. Žunić**, Z. Branković, G. Branković, D. Poleti, Electrical characterization of the grain boundary region of SnO₂ varistors, *Materials Science Forum* **518** (2006) 241-246. (IF = 0,399 за 2005. годину; 137/178; Materials Science, Multidisciplinary)
10. **M. Žunić**, Z. Branković, G. Branković, Electrical properties of ZnO varistors prepared by direct mixing of constituent phases, *Science of Sintering* **38** (2006) 161-167. (IF = 0,225 за 2006. годину; 18/26; Materials Science, Ceramics)
11. K. Vojisavljević, **M. Žunić**, G. Branković, T. Srećković, Electrical properties of mechanically activated zinc oxide, *Science of Sintering* **38** (2006) 131-138. (IF = 0,225 за 2006. годину; 18/26; Materials Science, Ceramics)

Укупно: 3 x 3 = 9

Саопштења са скупа међународног значаја штампана у целини (M33)

12. V. Esposito, F. Coral, C. Fonseca, D. Z. De Florio, **M. Zunic**, R. Muccillo, E. Traversa, Fabrication of Ce_{1-x}Gd_xO_{2-0.5x} Electrolytes with Tunable Dense Microstructures for IT-SOFC Applications, *ECS Transactions* **7** (2007) 2093-2102.
13. Di Bartolomeo, E., **Zunic, M.**, Chevallier, L., D'Epifanio, A., Licocci, S., Traversa, E., Fabrication of proton conducting solid oxide fuel cell by using electrophoretic deposition, *ECS Transactions* **25** (2, part 1) (2009) 577-584.
14. E. Di Bartolomeo, Elisabetta Di Bartolomeo, A. D'Epifanio, C. Pugnallini, **M. Zunic**, C. D'Ottavi, S. Licoccia, Phase Stability and Electrochemical Analysis of Nb Doped BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-x} Electrolyte for IT-SOFCs, *ECS Transactions* **28** (11) (2010) 259-265.

Укупно: 3 x 1 = 3

Саопштења са скупа међународног значаја штампана у изводу (M34)

15. A. Radojković, M. Žunić, Chemical stability and electrical properties of Nb doped BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-δ} as a high temperature proton conductor for IT-SOFC application, March 2011, Belgrade, Serbia, The Book of Abstracts, p. 58.
16. M. Vuković, **M. Žunić**, G. Branković, Z. Branković, Varistors obtained from nanosized ZnO precursor for high frequency applications, 1st Conference of the Serbian Ceramic Society, March 2011, Belgrade, Serbia, The Book of Abstracts, p. 70.

17. **M. Žunić**, A. Radojković, Z. Branković, G. Branković, Synthesis and characterization of anodic substrates for IT-SOFCs based in proton conductors, 1st Conference of the Serbian Ceramic Society, March 2011, Belgrade, Serbia, The Book of Abstracts, p. 72.
18. **M. Zunic**, L. Chevallier, F. Deganello, E. Di Bartolomeo, E. Traversa, Electrophoretic deposition of $\text{BaCe}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-x}$ electrolyte thick film on Ni-based anodes for IT- SOFCs, Electroceramics XI, Septembre 2008, Manchester, U.K., The Book of Abstracts on CD, J-052-P.
19. L. Chevallier, **M. Zunic**, V. Esposito, A. D'Epifanio, E. Di Bartolomeo, S. Licoccia, E. Traversa, Microstructural and electrical characterization of a Ni-BCY anode prepared by a novel humid route, Electroceramics XI, Septembre 2008, Manchester, U.K., The Book of Abstracts on CD, J-021-O.
20. L. Chevallier, **M. Zunic**, E. Di Bartolomeo, E. Traversa, Synthesis and characterization of mixed protonic and electronic Ni-based anodes for Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells (IT-SOFCs), MRS International Material Research conferences, Jun 2008, Chongqing, Chine., The Book of Abstracts on CD, F27.2.
21. S. Sanna, V. Esposito, D. Pergolesi, **M. Zunic**, G. Balestrino, E. Traversa and S. Licoccia, Pulsed Laser Deposition of Dense and Nano-Porous $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-d}$ Cathodes for IT-SOFCs Applications, 212th ECS Meeting, October 2007, Washington DC, USA., The Book of Abstracts on CD, Abstract #805.
22. K. Vojislavljević, T. Srećković, **M. Žunić**, G. Branković, Microstructural and electrical properties of mechanically activated zinc oxide, Electroceramics X - 10th international conference on electronic materials and their applications, Toledo, Spain, 2006, The Book of Abstracts on CD, p. 324.
23. **M. Žunić**, Z. Branković, G. Branković, ZnO varistors from intensively milled powders, Electroceramics X - 10th international conference on electronic materials and their applications, Toledo, Spain, 2006, The Book of Abstracts on CD, p. 146.
24. G. Branković, Z. Branković, **M. Žunić**, Reliability of Mott-Shottky measurements in investigation of defect chemistry of varistor grain boundaries, Electroceramics X - 10th international conference on electronic materials and their applications, Toledo, Spain, 2006, The Book of Abstracts on CD, p. 146.
25. Z. Branković, G. Branković, S. Bernik and **M. Žunić**, ZnO varistors with reduced amount of additives prepared by direct mixing of constituent phases, IX Conference & Exhibition of the European Ceramic Society, 2005, Portorož, Slovenia, The Book of Abstracts, p. 157.
26. **M. Žunić**, Z. Branković, M. Počuča, G. Branković, D. Poleti, Electrical properties of ZnO varistors prepared by mixing of constituent phases, FITEM'05, 2005, Čačak, The Book of Abstracts, p. 14.
27. K. Vojislavljević, **M. Žunić**, G. Branković, T. Srećković, AC impedance spectroscopy analysis of zinc oxide ceramics, FITEM'05, 2005, Čačak, The Book of Abstracts, p. 10.
28. **M. Žunić**, Z. Branković, G. Branković, D. Poleti, Electrical characterization of the grain boundary region of SnO_2 varistors, YUCOMAT, 2005, Herceg Novi, The Book of Abstracts, p. 9.

29. **M. Žunić**, M. Rančić, D. Minić, M. Počuča, Z. Branković, G. Branković, Odredjivanje energije aktivacije provodjenja SnO₂ varistora dopiranih sa Co, Cr i Nb, Physics and technology of materials, Čačak, Serbia, 12-15. October 2004, The Book of Abstracts, p. 9.
30. M. Počuča, **M. Žunić**, Z. Marinković, Z. Branković, G. Branković, Obtaining of LaNiO₃ by sol-gel method, Physics and technology of materials, Čačak, Serbia, 12-15. October 2004, The Book of Abstracts, p. 39.

Укупно: 16 x 0.5 = 8

Одбрањена докторска дисертација (M71)

Милан Жунић, „Anode Supported IT-SOFCs Based on Proton Conducting Electrolyte Films Fabricated by Electrophoretic Deposition“, Универзитет „Тор Вергата“, 2010. година, Рим, Италија.

Одбрањена магистарска теза (M72)

Милан Жунић, „Електрична и микроструктурна својства метал-оксидних варстора у функцији структуре границе зрна“, Универзитет у Београду, 2006. година, Београд.

Кратка анализа објављених радова

У радовима 1, 3 и 13 извршена је оптимизација параметара електрофоретске депозиције ВСУ10 на анодни супстрат NiO-ВСУ10 и произведен је прототип чврсте средње-температурне горивне ћелије на бази високо-температурних протонских проводника. Електролит ВСУ10 добијен је методом цитратно-нитратног ауто-сагоревања, док је анодни супстрат добијен методом евапорације и декомпозиције раствора и суспензија. Испитан је утицај напона и времена депозиције на дебљину, микроструктуру и електричне карактеристике депонованог филма. Време депозиције је било у интервалу 1 до 5 минута, док је напон био у интервалу 30 – 60 V. Добијени су филмови дебљине од 5,2 до 13,4 μm. Оптимизацијом услова синтеровања, добијено је да идеални параметри за ко-синтеровање електролитног филма ВСУ10 депонованог на анодни супстрат NiO-ВСУ10 износе 1550°C током 2 h. Најбоље микроструктурне карактеристике показали су узорци депоновани на 50 и 60 V током 1 минута и једино на овим узорцима је било могуће извршити стабилна електрична мерења и тестирање горивних ћелија. Најбоље перформансе је показала горивна ћелија добијена депоновањем електролита на 60 V током 1 минута, при чему је добијен филм дебљине 9,5 μm. Измерена максимална снага била је 0,296 W/cm² на 700°C.

У радовима 2 и 4 акценат је био на оптимизацији параметара синтезе анодних супстрата NiO-ВСУ10 једноставном методом из водених раствора соли никл-нитрата и суспензије праха ВСУ10. Рендгенска структурна анализа добијених анодних прахова показала је одсуство нежељених секундарних фаза. Оптимизација синтеровања је показала да су идеални параметри синтеровања 1400°C током 5 h. Сви синтеровани узорци су показали хомогену расподелу конститутивних фаза, што је један од главних предуслова за примену овог материјала за израду горивних ћелија. Испитан је утицај односа количине никла и керамичке компоненте у анодном супстрату на електричне и микроструктурне карактеристике и показано је да анода са смањеном количином никла са 60 на 40 мас.% још увек задржава добре перформансе, које су у складу са

литературним подацима. Демонстрирано је да анода добијена на овај начин и од ових материјала може да буде замена скупим анодама од драгоцених метала, које имају добре каталитичке особине. У тесту горивних ћелија ове аноде су показале за нијансу боље перформансе од платинских анода. Аноде NiO-BCY10 су тестиране на влагу и на присуство угљен-диоксида током 3 дана на 700°C. Узорци изложени влажној атмосфери нису показали промене у микроструктури, док су узорци третирани у угљен-диоксиду показали попуно разарање микроструктуре, што ограничава њихову примену на водонична горива.

У **раду 5** је проучаван утицај соли LiNO_3 на процес синтеровања проводника јона кисеоника $(\text{CeO}_2)_{0.8}(\text{Sm}_2\text{O}_3)_{0.2}$ (SDC20). Температура синтеровања овог материјала при конвенционалним условима синтеровања је 1550°C и његова електрична својства веома зависе од односа између запремине балка и површине границе зрна. Додавањем соли литијума значајно се снижава температура синтеровања и најгушћи узорци су добијени када је молски удео соли у узорку био 10%, при чему температура синтеровања потребна да се добије узорак густине преко 95% износи 1100°C. Последица додавања соли литијума у узорак је фаза која се јавља на површини узорка након синтеровања и коју је потребно отклонити третирањем узорка у 65% раствору HNO_3 током 24 сата. Последица додавања соли литијума у узорак је добијање електролита са добрим електричним карактеристикама синтеровањем на 1100°C.

У **радовима 6, 7, 8, 10 и 11** проучаване су микроструктурне и електричне карактеристике цинк-оксидних варистора добијених интензивним млевењем конститутивних фаза. Својства ових варистора упоређивана су са карактеристикама варистора који нису подвргнути интензивном млевењу. Конститутивне фазе ових варистора су цинк-оксид, спинел и фаза $\gamma\text{-Bi}_2\text{O}_3$. Показано је да „млевени“ варистори имају значајно боље електричне и микроструктурне карактеристике у поређењу са „немлевеним“; мање струје цурења, мањи отпор границе зрна, веће коефицијенте нелинеарности и већа поља пробоја. Такође имају и ниже температуре синтеровања. Микроструктура „млевених“ варистора је хомогенија, са бољом расподелом конститутивних фаза, ужом расподелом величине зрна и већим бројем инверзних граница зрна. Утврђено је да је раст зрна директно повезан са количином инверзних граница зрна, тј. са количином антимон-оксида у микроструктури. Једна од последица комплексне микроструктуре овако добијених цинк-оксидних варистора је могућа појава пироклорне фазе $\text{Bi}_3\text{Zn}_2\text{Sb}_3\text{O}_{14}$, која утиче на погоршање електричних карактеристика. Појава ове фазе је директно повезана са гомилањем Cr_2O_3 у микроструктури. Интензивним млевењем се хром-оксид равномерно распоређује у микроструктури, чиме се смањује присуство секундарних фаза. Најбоље карактеристика показао је узорак са 85 мас.% цинк-оксида, 10 мас.% спинела и 5 мас.% бизмут-оксидне фазе: струја цурења је била 2,3 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$, коефицијент нелинеарности је био 60 и поље пробоја 8950 V/cm.

У **раду 9** проучаван је ефекат кобалта, хрома и ниобијума на електрична својства границе зрна варистора на бази калај-диоксида. Варистори су синтетисани методом ЕДРС, при чему су допантс додавани у различитим количинама. Након синтеровања на 1300°C, извршена је комплетна електрична карактеризација варистора; импедансном спектроскопијом су карактерисане границе зрна, при чему је одређен њихов отпор и капацитет, док су нелинеарни коефицијенти и поље пробоја израчунати из струјно-напонске карактеристике. Висина потенцијалне баријере на граници зрна је израчуната користећи Шоткијев модел. Након поређења карактеристичних параметара различитих варистора, закључено је да однос количина хрома и ниобијума има највећи утицај на својства границе зрна варистора на бази калај-диоксида.

У раду 12 нанометарски прахови церијума и церијума допираног гадолинијумом (GDC) синтетисани су користећи метод ко-преципитације у воденом раствору. Овај метод омогућава контролу величине честица у опсегу 5-10 nm. Добијени резултати говоре да блокирајући ефекат на граници зрна није стриктно повезан са величином зрна, већ више са микроструктурним и хемијским својствима границе зрна. Узорци су синтеровани тзв. „fast firing“ процесом који смањује сегрегацију допаната на једном месту. Узорци GDC синтеровани на овај начин показују већу проводљивост него узорци синтеровани на конвенционалан начин.

У раду 14 оксиди на бази баријум-церата допирани су различитим количинама Nb са циљем да се повећа хемијска стабилност ових оксида у редукујућој средини. На тај начин би се омогућила примена угљоводоничних горива у чврстим горивним ћелијама на бази баријум-церата. Синтетисани су прахови $\text{BaCe}_{0.9-x}\text{Nb}_x\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ (BCNY) са $x=0-0,20$ методом цитратно-нитратног ауто-сагоревања. Допирање ниобијумом је повећало хемијску стабилност узорака BCNY. Узорак са 20% ниобијума је показао највећу стабилност, а узорци са 5 и 10% Nb најбоље електричне карактеристике. Ипак, хемијска нестабилност узорака BCNY5 и BCNY10 онемогућавају њихову практичну примену у горивним ћелијама. Крајњи закључак је да узорак BCNY20 представља компромис између хемијске стабилности и проводљивости.

III Цитираност

Према бази Science Citation Index, 10 радова др Милана Жунића цитирано је до сада 40 пута у међународним часописима (не рачунајући аутоцитате). Списак цитираних радова и радова у којима су цитирани (извор ISI Web of Knowledge и Scopus):

Рад бр. 2: М. Zunic, L. Chevallier, A. Radojkovic, G. Brankovic, Z. Brankovic, E. Di Bartolomeo, Influence of the ratio between Ni and $\text{BaCe}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ on microstructural and electrical properties of proton conducting Ni- $\text{BaCe}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ anodes, *Journal of Alloys and Compounds* 509 (2011) 1157-1162.

Цитиран је у:

1. $\text{BaZr}_{0.8}\text{Y}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ -NiO Composite Anodic Powders for Proton-Conducting SOFCs Prepared by a Combustion Method, Bi L., Fabbri E., Sun Z. K., Traversa E., JOURNAL OF ELECTROCHEMICAL SOCIETY, Vol. 158, Issue 7, 2011. pages B797-B803.

Рад бр. 3: М. Zunic, L. Chevallier, F. Deganello, A. D'Epifanio, S. Licoccia, E. Di Bartolomeo, E. Traversa, Electrophoretic deposition of dense $\text{BaCe}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-x}$ electrolyte thick-films on Ni-based anodes for intermediate temperature solid oxide fuel cells. *Journal of Power Sources* 190 (2009) 417-422.

Цитиран је у:

2. Anode-supported solid oxide fuel cell with electrophoretic deposition-derived electrolyte operated under single-chamber conditions and a methane-air mixture, Cheng M. Y., Shiao C. Y., Lin P. H., et al. JOURNAL OF SOLID STATE ELECTROCHEMISTRY Vol. 15, Issue 4, 2011. pages 773-779.
3. Proton-conducting yttrium-doped barium cerate ceramics synthesized by a cost-effective solid-state reactive sintering method, Tong J. H., Clark D., Bernau L., et al., SOLID STATE IONICS Vol. 181, Issue 33-34, 2010. pages 1486-1498.

4. Materials challenges toward proton-conducting oxide fuel cells: a critical review, Fabbri E., Pergolesi D., Traversa E., CHEMICAL SOCIETY REVIEWS, Vol. 39, Issue 11, 2010. pages 4355-4369.
5. Electrode materials: a challenge for the exploitation of protonic solid oxide fuel cells, Fabbri E., Pergolesi D., Traversa E., SCIENCE AND TECHNOLOGY OF ADVANCED MATERIALS, Vol.11, Issue 4, 2010, Article Number 044301.
6. Evaluation of Ba-2(In_{0.8}Ti_{0.2})(2)O_{5.2-n}(OH)(2n) as a potential electrolyte material for proton-conducting solid oxide fuel cell, Quarez E., Noirault S., La Salle A. L., et al., JOURNAL OF POWER SOURCES, Vol. 195, Issue 15, 2010. pages 4923-4927.
7. An integral proton conducting SOFC for simultaneous production of ethylene and power from ethane, Fu X. Z., Luo J. L., Sanger A. R., et al., CHEMICAL COMMUNICATIONS, Vol 46, Issue 12, 2010. pages 2052-2054.
8. Ceria and copper/ceria functional coatings for electrochemical applications: Materials preparation and characterization, Melnik J., Fu X. Z., Luo J. L., et al., JOURNAL OF POWER SOURCES, Vol. 195, Issue 8, 2010. pages 2189-2195.
9. Toward the miniaturization of solid oxide fuel cells, Traversa E., ELECTROCHEMICAL SOCIETY INTERFACE, VOL. 18, Issue 3, 2009. pages 49-52.

Рад бр. 4: L. Chevallier, M. Zunic, V. Esposito, A. D'Epifanio, E. Di Bartolomeo, S. Licoccia, E. Traversa, A wet-chemical route for the preparation of Ni-BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-δ} cermet anodes for IT-SOFCs, *Solid State Ionics* 180 (2009) 715-720.

Цитиран је у:

10. Characterization of composite cermet with 68wt.% NiO and BaCe_{0.2}Zr_{0.6}Y_{0.2}O_{3-δ}, Coors W. G., Manerbino, A., JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, Vol. 376, Issue 1-2, 2011. pages 50-55.
11. BaZr_{0.8}Y_{0.2}O_{3-δ}-NiO Composite Anodic Powders for Proton-Conducting SOFCs Prepared by a Combustion Method, Bi L., Fabbri E., Sun Z. K., Traversa E., JOURNAL OF ELECTROCHEMICAL SOCIETY, Vol. 158, Issue 7, 2011. pages B797-B803.
12. Electrode materials and reaction mechanisms in solid oxide fuel cells: a brief review. III. Recent trends and selected methodological aspects, Tsipis E. V., Kharton V. V., JOURNAL OF SOLID STATE ELECTROCHEMISTRY, Vol. 15, Issue 5, 2011. pages 1007-1040.
13. Influence of fabrication process of Ni-BaCe_{0.7}Zr_{0.1}Y_{0.2}O_{3-δ} cermet on the hydrogen permeation performance, Yan L. T., Sun W. P., Bi L., et al., JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, Vol. 508, Issue 1, 2010, pages L5-L8.
14. Electrode materials: a challenge for the exploitation of protonic solid oxide fuel cells, Fabbri E., Pergolesi D., Traversa E., SCIENCE AND TECHNOLOGY OF ADVANCED MATERIALS, Vol.11, Issue 4, 2010, Article Number 044301.
15. Colloidal processing and sintering of porous percolative Ni-YSZ layers, Gonzalo-Juan I., Ferrari B., Colomer M. T., et al., JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, Vol. 352, Issue 1-2, 2010. pages: 55-62.

Рад бр. 5: V. Esposito, M. Zunic, E. Traversa, Improved total conductivity of nanometric samaria-doped ceria powders sintered with molten LiNO_3 additive, *Solid State Ionics* **180** (2009)1069-1075.

Цитиран је у:

16. Influence of Lithium Oxide Addition on the Sintering Behavior and Electrical Conductivity of Gadolinia Doped Ceria, Han M. F., Liu Z., Zhou S., et al., JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE & TECHNOLOGY, Vol. 27, Issue 5, 2011, pages 460-464.
17. Lowering grain boundary resistance of $\text{BaZr}_{0.8}\text{Y}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ with LiNO_3 sintering-aid improves proton conductivity for fuel cell operation, Sun Z. Q., Fabbri E., Bi L., et al., PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS, Vol. 13, Issue 17, 2011, pages: 7692-7700.
18. Doped Zirconia/Ceria Electrolyte Fabricated at Low Temperature, Liu Z., Lei Z., Song S. D., et al., PROGRESS IN CHEMISTRY, Vol. 23, Issue 2-3, 2011. pages 470-476.
19. Fast-Switching Electrochromic Li^+ -Doped NiO Films by Ultrasonic Spray Deposition, Tenent R. C., Gillaspie D. T., Miedaner A., et al., JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, Vol. 157, Issue 3, 2010. pages H318-H322.

Рад бр. 6: S. Bernik, G. Branković, S. Rustja, M. Žunić, M. Podlogar and Z. Branković, Microstructural and compositional aspects of ZnO-based varistor ceramics prepared by direct mixing of the constituent phases and high-energy milling, *Ceramics International* **34** (2008) 1495-1502.

Цитиран је у:

20. Peculiar effects of microwave sintering on ZnO based varistors properties, Savary E., Marinel S., Gascoin F., et al., JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, Vol. 509, Issue 21, 2011. pages 6163-6169.
21. Microstructure and electrical properties of Sc_2O_3 -doped ZnO- Bi_2O_3 -based varistor ceramics, Xu D., Cheng X. N., Zhao G. P., et al., CERAMICS INTERNATIONAL, Vol. 37, Issue 3, 2011. pages 701-706.
22. Sodium impurities in ZnO- Bi_2O_3 - Sb_2O_3 based varistors, Peiteado M., Iglesias Y., Caballero A. C., CERAMICS INTERNATIONAL, Vol. 37, Issue 3, 2011. pages 819-824.
23. Effects of annealing temperature and Al_2O_3 buffer layer on ZnO thin films grown by atomic layer deposition, Kim, C. R., Lee, J. Y., Heo, J. H., Shin, C. M., Lee, T. M., Park, J. H., Ryu, H., Chang J. H., Son, C. S., CURRENT APPLIED PHYSICS, Vol. 10, 2010. pages S298-S301.
24. Microstructure and electrical properties of Y_2O_3 -doped ZnO- Bi_2O_3 -based varistor ceramics, Xu, D., Shi, L. Y., Wu, X. X., Zhong, Q. D. GAODIANYA JISHU/HIGH VOLTAGE ENGINEERING, Vol. 35, Issue 10, 2009. pages 2366-2370.
25. Microstructure and electrical properties of La_2O_3 -doped ZnO- Bi_2O_3 based varistor ceramics, Xu, D., Cheng, X., Wang, M., Shi, L., ADVANCED MATERIALS RESEARCH, Vol 79-82, 2009. pages 2007-2010.
26. Influence of Fe_2O_3 doping on microstructural and electrical properties of ZnO- Pr_6O_{11} based varistor ceramic materials, Peng Z. J., Fu X. L., Zang Y. X., et al., JOURNAL

OF ALLOYS AND COMPOUNDS, Vol. 508, Issue 2, 2010. pages 494-499.

27. High voltage SnO_2 varistors prepared from nanocrystalline powders, Shahraiki M. M., Shojaei S. A., Nemati A., et al., JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE-MATERIALS IN ELECTRONICS, Vol. 21, Issue 2, 2010. pages 199-205.
28. Microstructure and electrical properties of $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3$ -based varistor ceramics by different sintering processes, Xu D., Shi L. Y., Wu Z. H., et al., JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY, Vol. 29, Issue 9, 2009. pages 1789-1794.

Рад бр. 7: Z. Branković, G. Branković, S. Bernik, M. Žunić, ZnO varistors with reduced amount of additives prepared by direct mixing of constituent phases, *Journal of European Ceramic Society* **27** (2007) 1083-1086.

Цитиран је у:

29. Sodium impurities in $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_3$ based varistors, Peiteado M., Iglesias Y., Caballero A. C., CERAMICS INTERNATIONAL, Vol. 37, Issue 3, 2011. pages 819-824.
30. Effect on the processing characteristics of ZnO varistors produced using vibratory milling, Kelleher, M. C., Hashmi, M. S. J., AIP CONFERENCE PROCEEDINGS, Vol. 1315, 2011. pages 253-258.
31. Microstructure and electrical properties of $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3$ -based varistor ceramics by different sintering processes, Xu D., Shi L. Y., Wu Z. H., et al., JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY, Vol. 29, Issue 9, 2009. pages 1789-1794.
32. The effect of vibratory milling on the powder properties of zinc oxide varistors, Kelleher M. C., Hashmi M. S. J. Source: JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY, Vol. 201, Issue 1-3, 2008. pages 645-650.

Рад бр. 8: M. Žunić, Z. Branković, S. Bernik, G. Branković, ZnO varistors from intensively milled powders, *Journal of European Ceramic Society* **27** (2007) 13-15.

Цитиран је у:

33. Influence of Drying on the Characteristics of Zinc Oxide Nanoparticles, Rezende C. P., da Silva J. B., Mohallem N. D. S., BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICS, Vol. 39, Issue 1A, 2009. pages 248-251.
34. Sintering behavior of ZnO: Mn ceramics fabricated from sol-gel derived nanocrystalline powders, Bahsi Z. B., Buyukaksoy A., Koseoglu N. C., et al., INTERNATIONAL JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH, Vol. 100, Issue 5, 2009. pages 708-712.
35. Mechanochemical synthesis of complex oxides, Zyryanov V. V., USPEKHI KHIMII, Vol. 77, Issue 2, 2008. pages 107-137.

Рад бр. 9: M. Žunić, Z. Branković, G. Branković, D. Poleti, Electrical characterization of the grain boundary region of SnO_2 varistors, *Materials Science Forum* **518** (2006) 241-246.

Цитиран је у:

36. Microstructure and electrical properties of Bi^{3+} modified ZnO ceramics, Guerra J. D. S., Leyet Y., Guerrero F., Romaguera Y., Pérez J., Aguilera L, KEY ENGINEERING MATERIALS, Vol. 434-435, 2010. pages 318-323.

Рад бр. 11: K. Vojisavljević, M. Žunić, G. Branković, T. Srećković, Electrical properties of mechanically activated zinc oxide, *Science of Sintering* **38** (2006)131-138.

Цитиран је у:

37. Structural characterization of mechanically milled ZnO: influence of zirconia milling media, Vojisavljevic K., Scepanovic M., Sreckovic T., et al., JOURNAL OF PHYSICS-CONDENSED MATTER, Vol. 20, Issue 47, 2008. article number: 475202.
38. Electron diffusion in ZnO nanomaterial: An Ac impedance investigation, Rusdi R., Kamarulzaman N., Mohamed N. S., Osman Z., Rahman A. A., DEFECT AND DIFFUSION FORUM Vol. 312-315, 2011. pages 393-398.

Рад бр. 12: V. Esposito, F. Coral, C. Fonseca, D. Z. De Florio, **M. Zunic**, R. Muccillo, E. Traversa, Fabrication of $Ce_{1-x}Gd_xO_{2-0.5x}$ Electrolytes with Tunable Dense Microstructures for IT-SOFC Applications, *ECS Transactions* **7** (2007) 2093-2102.

Цитиран је у:

39. Nanocrystalline gadolinium doped ceria: Combustion synthesis and electrical characterization, Dutta A., Patra S., Bedekar V., Tyagi A. K., Basu R. N., JOURNAL OF NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY, Vol.9, Issue 5, 2009. pages 3075-3083.
40. Enhanced electrical conductivity in $Ce_{0.79}Gd_{0.20}Co_{0.01}O_{2-\delta}$ for low temperature solid oxide fuel cell applications, Dutta A., Kumar A., Basu R. N., ELECTROCHEMISTRY COMMUNICATIONS, Vol.11, Issue 3, 2009. pages 699-701.

IV. Руковођење пројектима, подпројектима и задацима

У оквиру пројеката Министарства науке и заштите животне средине Републике Србије ОИ142040 „Савремена метал-оксидна електрокерамика и танки филмови” у периоду 2009-2010 и на текућем пројекту интегралних и интердисциплинарних истраживања „0-3D наноструктуре за примену у електроници и обновљивим изворима енергије: синтеза, карактеризација и процесирање” ИИИ45007, др Милан Жунић је руководио задацима везаним за синтезу и карактеризацију високо-температурних протонских проводника, као материјала за израду чврстих горивних ћелија.

V. Магистарске тезе и докторске дисертације одбрањене у оквирима под IV

—

VI. Учесће у међународној сарадњи

Током 2005. и 2006. године др Милан Жунић био је ангажован на програму билатералне сарадње са Словенијом, а у оквиру пројекта „Развој ZnO варистора са

редукованим бројем адитива и са унапређеним микроструктурним и електричним карактеристикама“. У оквиру те билатералне сарадње јула 2005. био је у радној посети Институту „Јожеф Стефан“.

VII. Мишљење и предлог комисије

Из детаљно изнетог прегледа рада др Милана Жунића јасно се види значајна мултидисциплинарна активност у његовом научно-истраживачком раду. Различитим методама анализе (SEM и рендгенска структурна анализа) извршио је комплетну анализу варисторског материјала на бази цинк-оксида и калај-диоксида. Потом су од тих материјала синтеровањем узорка добијени функционални варистори. Затим је варисторски материјал на бази цинк-оксида подвргнут механичкој активацији и уочен је значајан утицај који механичка активација има на микроструктуру и електрична својства овог материјала.

Др Милан Жунић се бавио синтезом и карактеризацијом материјала који имају примену у средњетемпературним чврстим горивним ћелијама, као што су $\text{BaCe}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$, $\text{Ce}_{1-x}\text{Sm}_x\text{O}_{2-0.5x}$ и $\text{Ce}_{1-x}\text{Gd}_x\text{O}_{2-0.5x}$. Ови материјали, који се користе као чврсти електролити и као компоненте анода, детаљно су испитани методама за микроструктурну и електричну карактеризацију, а за све материјале су нађени оптимални услови синтеровања. Према расположивим литературним подацима, $\text{BaCe}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ је први пут депонован методом електрофоретске депозиције на керметну аноду, чиме је добијена функционална горивна ћелија. Такође су размотрене даље могућности унапређења карактеристика овог материјала.

Значај научно-истраживачких активности кандидата потврђују и објављени научни радови, и то: у врхунским међународним часописима 8 радова, у међународним часописима 3 рада и 3 саопштења са међународних скупова штампана у целини. Већину радова кандидат је реализовао уз преузимање значајне одговорности и самосталности, о чему сведоче 6 научних радова (од укупно 11) у којима је др Милан Жунић први аутор.

Имајући у виду целокупне научне резултате др Милана Жунића, његову научну компетентност за избор у звање научни сарадник карактеришу поред **укупног импакт фактора радова од 19.466** и следеће вредности индикатора:

Ознака групе	Укупан бр. радова	Вредност индикатора	Укупна вредност
M₂₁	8	8	64
M₂₃	3	3	9
M₃₃	3	1	3
M₃₄	16	0,5	8
Укупно			84

КРИТЕРИЈУМИ ЗА ИЗБОР У НАУЧНО ЗВАЊЕ НАУЧНИ САРАДНИК

потребан услов	остварено
Укупно: 16	Укупно: 84
$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42} \geq 9$	$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42} = 76$
$M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23}+M_{24} \geq 5$	$M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23}+M_{24} = 73$

На основу свега изложеног може се донети следећи

ЗАКЉУЧАК

Резултати рада др Милана Жунића представљају оригинални научни допринос, с обзиром да до сада електрична и микроструктурна својства метал-оксидних варистора нису проучавани у функцији структуре границе зрна. Такође, $BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$ није до сада проучаван са овог аспекта, односно, од синтезе до примене за депоновање методом електрофоретске депозиције и за синтезу керметних анодних супстрата. Сем фундаменталног значаја у упознавању ових материјала и откривању његових микроструктурних и електричних својстава, резултати рада др Милана Жунића могу имати практичан значај, који се огледа у примени датих материјала као варистора, односно као функционалних средњетемпературних чврстих горивних ћелија.

Потребно је истаћи да се кроз своју научну активност др Милан Жунић показао као афирмисани истраживач, способан како за самостални тако и за тимски научно-истраживачки рад.

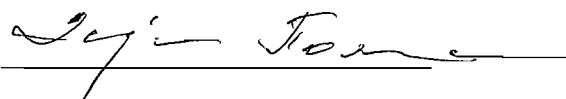
Научну релевантност резултата свог научно-истраживачког рада у области науке о материјалима, кандидат др Милан Жунић пре свега је доказао публикавањем 8 радова у врхунским и 3 рада у међународним часописима, а поред тога има и 19 саопштења на међународним научним скуповима, од којих су 3 штампана у целини. Др Милан Жунић је први аутор у 6 научних радова од укупно 11 публикованих научних радова и као један од показатеља квалитета часописа у којима су његови радови објављени јесте **укупан импакт фактор од 19.466**.

Целовита анализа научног доприноса др Милана Жунића, истраживача сарадника Института за мултидисциплинарна истраживања, по критеријумима који су прописани Законом о научно-истраживачкој делатности и Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете и науке Републике Србије, показује оправданост његовог избора у звање научни сарадник. Из тих разлога комисија са задовољством предлаже Научном већу Института за мултидисциплинарна истраживања да донесе предлог одлуке о стицању научног звања *научни сарадник за кандидата др Милана Жунића*, истраживача сарадника.

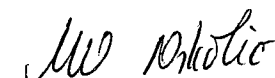
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



Др Зорица Маринковић Станојевић, виши научни сарадник, Институт за мултидисциплинарна истраживања



Др Дејан Полети, редовни професор,
Технолошко-металуршки факултет



Др Мариа Весна Николић, виши научни сарадник,
Институт за мултидисциплинарна истраживања