

M85-Novo tehničko rešenje u fazi realizacije, testirano u ovlašćenoj instituciji, pogonu, proizvodnoj liniji ili laboratoriji, ili je testirano na određenom objektu

Autori: Milče M. Smiljanić, Miloš Vorkapić, Katarina Cvetanović, Evgenija Milinković, Žarko Lazić, Marko V. Bošković, Jelena Svorcan*

Metoda za posmatranje i analizu protoka fluida u Si-Pyrex staklo opto-mikrofluidnim platformama

Ključne reči: silicijum, Pyrex staklo, vlažno hemijsko nagrizanje, TMAH, mikrofluidika, platforma

Naručilac: NU IHTM-Centar za mikroelektronske tehnologije

Realizator: NU IHTM-Centar za mikroelektronske tehnologije

Godina izrade: 2023.

Godina primene/primena od strane: 2023./ NU IHMT-Centar za mikroelektronske tehnologije

Finansiranje: Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija ugovor: 451-03-47/2023-01/200026

Naučna oblast: Tehničko-tehnološke nauke

Naučna disciplina: Elektronika, telekomunikacije i informacione tehnologije

Problem koji se rešava tehničkim rešenjem

Ovo tehničko rešenje predstavlja razvoj metode za posmatranje i analizu protoka fluida u silicijum-Pyrex staklo opto-mikrofluidnim platformama. Metoda se zasniva na snimanju video zapisa pomoću metalografskog mikroskopa sa digitalnom kamerom dok se špric pumpama (*syringe pump*) definisano zadaje protok fluida kroz izrađenu platformu. Platforma se sastoji od mikrokanala koji su izrađeni procesima mikromašinstva, odnosno vlažnog hemijskog nagrizanja, i anodnog bondovanja silicijuma i Pyrex stakla. Kroz staklo platforme se posmatraju i snimaju protoci različitih fluida sa ili bez čestica u mikrokanalima. Mikrokanali mogu biti različitog dizajna i definisani u silicijumu i/ili Pyrex staklu. Validacija funkcije izrađene platforme (mikromiksera ili separatora čestica) vrši se analizom fotografija ili frejmova video zapisa pomoću odgovarajućih softverskih paketa, na primer ImageJ.

Stanje rešenosti u svetu

Poslednjih godina se razvijaju opto-fluidne platforme za različite primene u personalnoj medicini, biologiji, hemiji, itd. U toku projektovanja kompleksnih platformi potrebno je pri izradi dokaza koncepta (*proof of concept*) proveriti dobijenu funkcionalnost, kako dostupnim komercijalnim metodama, tako i laboratorijskim metodama posebno konstruisanim za odgovarajuće primene.

Trenutno na tržištu postoji veći broj metoda za validaciju izrađenih mikrofluidnih naprava. U istraživanju i razvoju različitih mikrofluidnih naprava najviše se koriste komercijalni instrumenti kompanija Elveflow [1] i Flugient [2]. Pored njih postoje i uređaji kompanije Zaber [3] i Norlab [4] za specifične mikrofluidne naprave. Široko su u upotrebi i komercijalni sistemi za MicroPIV (*Micro*

*Autorka je zaposlena na Mašinskom fakultetu, Univerziteta u Beogradu

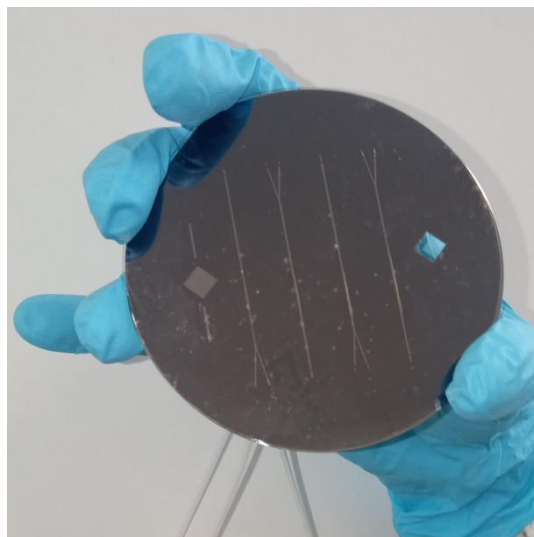
Particle Imaging Velocity) [5-9] koji služe za merenje raspodele brzina čestica u različito projektovanim mikrokanalima. Ispitivanje se vrši sa fluidima koji sadrže fluorescentne čestice mikronskih dimenzija čije se kretanje u mikrokanalima prati korišćenjem sistema visoke rezolucije.

Laboratorijske metode se posebno razvijaju prema nameni opto-fludine platforme [10-11]. Metode se sastoje od mikroskopa i uređaja kojim se zadaju pritisak ili protok fluida. U zavisnosti od materijala od koga su definisani mikrokanali i od vrste fluida (fluorescein u dejonizovanoj vodi, boja za hranu E133 [12-14]) koriste se različite vrste mikroskopa za utvrđivanje kvaliteta izrađene platforme. Najčešće se koriste fluorescentni ili optički mikroskopi sa odgovarajućim kamerama za dobijanje fotografija ili video zapisa koji se potom obrađuju i analiziraju pogodnim softverskim alatima.

Opis realizacije

1.Uvod

Metoda razvijena u ovom tehničkom rešenju se koristi za vizuelno praćenje protoka različitih fluida u projektovanim i izrađenim silicijumskim Y račvama. Y račve predstavljaju spoj dva ulazna mikrokanala pod određenim uglom koji se spajaju u glavni mikrokanal [15-16]. Mikrokanali se definišu anizotropnim vlažnim hemijskim nagrivanjem silicijuma u vodenom rastvoru TMAH koncentracije 25 tež. % na temperaturi od 80 °C [16]. Mikrokanali mogu biti definisani i izotropnim vlažnim hemijskim nagrivanjem Pyrex stakla u koncentrovanom HF [17-19]. Opto-mikrofluidne platforme predstavljene u ovom tehničkom rešenju su izrađene od neprocesiranih 3" pločica (*wafers*) Pyrex stakla i nagrivenih 3" silicijumskih pločica koje su spojene procesom anodnog bondovanja. Procesom anodnog bondovanja transparentnim Pyrex staklom se zatvaraju mikrokanali izrađeni u silicijumu. Silicijumska pločica je dvostrano nagrivena u vodenom rastvoru TMAH koncentracije 25 tež. % na temperaturi od 80 °C da bi se definisali ulazi u mikrokanale sa druge strane od spoja sa Pyrex pločicom. Transparentno Pyrex staklo omogućava posmatranje fluida sa ili bez čestica koji protiču mikrokanalima, Slika 1. Izrađene Y silicijumske račve imaju zapreminu oko 1 μ L.



Slika 1. Opto-mikrofluidna platforma izrađena anodnim bondovanjem silicijuma i Pyrex stakla (slikano sa strane transparentnog Pyrex stakla; sa druge strane silicijuma su prilazi mikrokanalima na koje su povezana FEP creva). Platforma sadrži četiri Y silicijumske račve.



Slika 2. Postavka metode za posmatranje i analizu protoka fluida u Si-Pyrex staklo opto-mikrofluidnim platformama: 1-špric pumpa. 2-medicinski špric za 10 ml sa montiranim iglama prečnika 0.8 mm. 3-ulazna FEP creva prečnika 800 μm . 4-izlazno FEP crevo prečnika 800 μm . 5-metalografski mikroskop. 6-kamera. 7-fotografija (uživo snimak, video zapis) silicijumske Y račve.

2. Metoda

Primenjena metoda koristi metalografski mikroskop Motic AE2000MET sa kamerom Moticam 5+ 5.0MP za fotografisanje i snimanje video zapisa i dve špric pumpe KDScientific Legato 100 kojim se zadaje protok fluida kroz mikrokanale izrađene platforme, Slika 2. Za mikroskop je specijalno izrađen nosač za 3" pločice na osnovu dimenzija originalnog nosača, Slika 3b). Nosač ima zarez za bezbedno odvajanje pločice posle merenja. Špric pumpama se zadaje protok fluida prema zapremini Y račve ili neke druge trodimenzionalne silicijumske strukture (npr. mreža mikrokanala). Na špric pumpe se montiraju medicinski špricevi sa iglama, a prema potrebama eksperimenta na špric se dodatno mogu postaviti i filteri za eliminisanje nečistoća prisutnih u fluidu. Nečistoće mogu dovesti do zapušavanja mikrokanala zbog čega mogu trajno izgubiti funkciju. Vreme protoka se definiše zadatom ukupnom zapreminom fluida u špricu ili vremenskim intervalom koji se zadaje špric pumpi.

Medicinske igle su postavljene u transparentna FEP (*Fluorinated ethylene propylene*) Rotilabo creva firme Roth. Napravljeni su specijalni prelazi od POM (*Polyoxymethylene*) plastike koji spajaju FEP creva i otvore u silicijumskoj pločici za ulazne i izlazne mikrokanale. POM prelazi se lepe izolatorskim lepkom 3M Scotch Weld 2214 Epoxy Adhesive koji se potom umrežava 1h na temperaturi od 120 °C. Na kraju izlaznog creva se nalazi staklena čaša u kojoj se skuplja mešavina primenjenih fluida.

U ovom eksperimentu primenjeni fluidi su destilovana voda (ili dejonizovana voda) i rastvor kalijum pemanganata (KMnO_4) u dejonizovanoj vodi, Slika 3a),c). Rastvoreno je 2g KMnO_4 u 4 mL dejonizovane vode. Posle eksperimenta platforma se dugo ispira dejonizovanom vodom i produvava azotom, kako bi se kanali očistili i pripremili za sledeći eksperiment. Opto-mikrofluidna platforma je projektovana za višekratnu upotrebu.

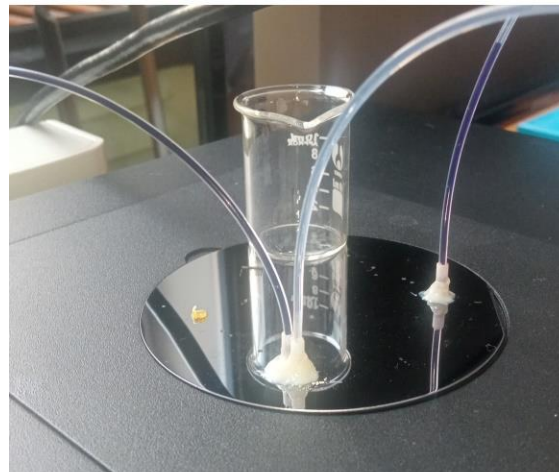
Kamera Moticam 5+ 5.0MP i njen prateći softver služe za posmatranje, fotografisanje i snimanje video zapisa protoka fluida. Dobijene fotografije ili frejmovi video zapisa se mogu obraditi odgovarajućim softverskim paketima tipa ImageJ.



(a)



(b)

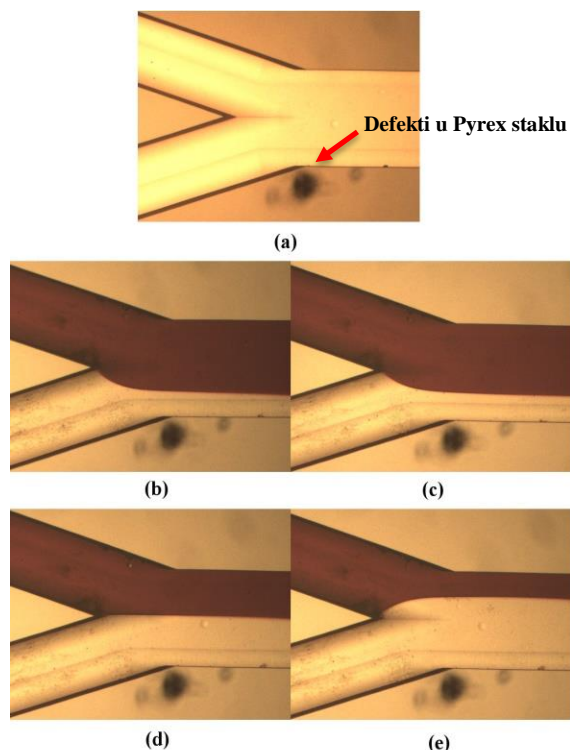


(c)

Slika 3. Postavka eksperimenta: a) Destilovana (ili dejonizovana voda) i rastvor $KMnO_4$ u dejonizovanoj vodi. b) Originalni nosač za uzorke za metalografski mikroskop (levo) i specijalno izrađeni nosač u IHTM-u za 3" pločicu (desno). c) Postavljena opto-mikrofluidna platforma sa dva ulazna creva kroz koje protiče destilovana voda i rastvor $KMnO_4$ i jednim izlaznim crevom iz koga izlazi mešani rastvor (prazna čaša za 10 ml je služila za obezbeđivanje platforme jer se koristila krajnja račva od četiri izrađene na silicijumskoj pločici). Silicijum se nalazi sa gornje strane, dok je sa donje strane transparentno Pyrex staklo okrenuto ka objektivima mikroskopa.

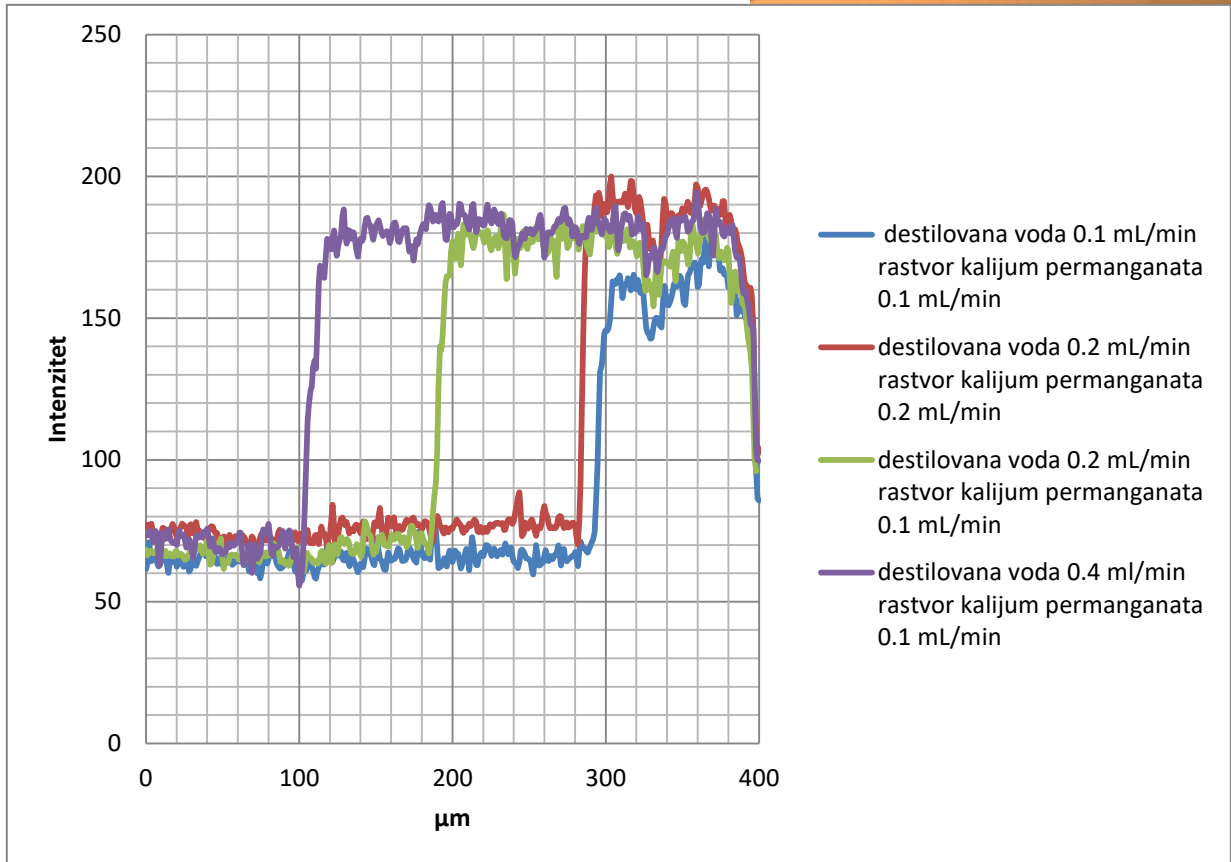
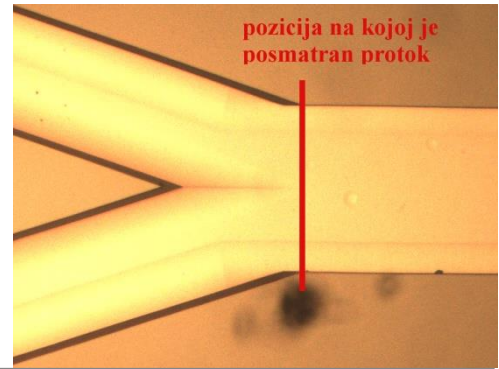
3. Testiranje izrađene opto-mikrofluidne platforme

Testiranje izrađene opto-mikrofluidne platforme je izvršeno u Centru za Mikroelektronske tehnologije - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju. Za uspešno testiranje funkcionisanja izrađene opto-mikrofluidne naprave potrebno je omogućiti ulaz i izlaz fluida. Primenjeni protoci fluida su 0.1, 0.2, 0.3 i 0.4 mL/min. Na Slici 4. uočava se različita raspodela strujanja za različite protoke, što se pripisuje različitim uglovima Y račve i različitim viskoznostima fluida.



Slika 4. Različiti protoci destilovane vode i rastvora $KMnO_4$ u dejonizovanoj vodi. a) Silicijumska Y račva bez fluida koja se sastoji od mikrokanala dubine $55 \mu m$ i širina 300, odnosno $400 \mu m$ (uočavaju se nefokusirani defekti na Pyrex staklu koji su nastali procesom anodnog bondovanja). b) Protok destilovane vode 0.1 mL/min , protok rastvora $KMnO_4$ 0.1 mL/min . c) Protok destilovane vode 0.2 mL/min , protok rastvora $KMnO_4$ 0.2 mL/min . d) Protok destilovane vode 0.2 mL/min , protok rastvora $KMnO_4$ 0.1 mL/min . e) Protok destilovane vode 0.4 mL/min , protok rastvora $KMnO_4$ 0.1 mL/min .

Dobijene fotografije su analizirane u softverskom paketu ImageJ, Slika 5. Posmatrana je i merena raspodela intenziteta piksela na poprečnom preseku gray-scale fotografije na ulazu glavnog (izlaznog) mikrokanala. Raspodela intenziteta piksela je u direktnoj vezi sa raspodelom strujanja kada su primenjeni različiti protoci dva različita fluida na ulaznim mikrokanalima, Slika 4, 5. Analizom fotografija određeno je rastojanje dodira dva fluida od ivica na ulazu glavnog kanala čija je širina $400 \mu m$. Ova veličina će se koristiti za verifikaciju simulacija protoka fluida u Y račvi jednostavnog dizajna [15]. Verifikovani modeli simulacije će biti osnova za simulaciju kompleksnih trodimenzionalnih silicijumskih struktura za mikromiksere i separatore čestica (mreže mikrokanala, mikrokanali sa preprekama,...).



Slika 5. Raspodela intenziteta u glavnom mikrokanalu za različite protoke destilovane vode i rastvora $KMnO_4$ u ulaznim mikrokanalima. Protok destilovane vode ima veće vrednosti intenziteta.

Reference

1. <https://www.elveflow.com/microfluidic-products/>
2. <https://www.fluigent.com/research/instruments/packages/application-packages/>
3. <https://www.zaber.com/articles/simplifying-imaging-for-microfluidics>
4. <https://www.norlab.com/library/brochure/12702>
5. <https://tsi.com/discontinued-products/micropiv/>
6. <https://www.smart-piv.com/en/products/flowmaster/micro-piv/>
7. https://www.dantecdynamics.com/wp-content/uploads/2020/02/SS-0550_v1-2D2C-%C2%B5PIV.pdf
8. <https://piv.com.sg/piv-products/micro-piv/>
9. <https://www.tesscorn-aerofluid.com/product/micro-piv/>
10. P. Zhou, H. He, H. Ma, S. Wang and S Hu, "A Review of Optical Imaging Technologies for Microfluidics", *Micromachines* 13, 274, 2022.
11. J. Wu, G. Zheng, L. M Lee, "Optical imaging techniques in microfluidics and their applications", *Lab on a chip*, Issue 12, 2012.
12. S. Sarkar, K.K. Singh, V. Shankar, K.T. Shenoy, "Numerical simulation of mixing at 1–1 and 1–2 microfluidic junctions", *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* 85, 227-240, 2014.
13. I. Bernacka-Wojcik, S. Ribeiro, P.J. Wojcik, P. Urbano Alves, T. Busani, E. Fortunato, P. Viana Baptista, J.A. Covas, H. Aguas, L. Hilliou, R. Martins , "Experimental optimization of a passive planar rhombic micromixer with obstacles for effective mixing in a short channel length", *RSC Advances* 4, 56013, 2014.
14. A.A.S. Bhagat, E.T.K. Peterson, I. Papautsky, "A passive planar micromixer with obstructions for mixing at low Reynolds numbers", *Journal of Micromechanics and Microengineering* 17, 1017-1024, 2007.
15. J. Svorcan, M.M. Smiljanić, M. Vorkapić, "Simulating flow in silicon Y-bifurcated microchannels", 1st t International Conference on Mathematical Modelling in Mechanics and Engineering, Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts Belgrade, 08.-10. September 2022.
16. M.M. Smiljanić, Ž. Lazić, M. Rašljčić Rafajilović, K. Cvetanović Zobenica, E. Milinković, A. Filipović, "Silicon Y-bifurcated microchannels etched in 25 wt % TMAH water solution", *Journal of Microengineering and Micromechanics*, 31, 2021.
17. Ž. Lazić, M. M. Smiljanić, M. Rašljčić, I. Mladenović, K. Radulović, M. Sarajlić, D. Vasiljević-Radović, "Wet isotropic chemical etching of Pyrex glass with masking layers Cr/Au", *Proc. 1st Conf. IcETRAN*, Vrnjačka Banja, June 2 – 5, 2014, pp. MOII.1.1-4, ISBN 978-86-80509-70-9
18. M. Rašljčić Rafajilović, K. Radulović, M.M. Smiljanić, Ž. Lazić, Z. Jakšić, D. Stanisavljev, D. Vasiljević Radović, "Monolithically Integrated Diffused Silicon Two-Zone Heaters for Silicon-Pyrex Glass Microreactors for Production of Nanoparticles: Heat Exchange Aspects ", *Micromachines*, 11, 818, Avg. 2020.
19. M. Rašljčić, M. M. Smiljanić, Ž. Lazić, K. Cvetanović-Zobenica, A. Filipović, M. Sarajlić, D. Vasiljević-Radović, "Dvostrano vlažno hemijsko nagrizanje Pyrex stakla", TR-32008 MPNTR, 2018.

Milče M. Smiljanić

M81

1. Z. Đurić, **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, M. Matić, J. Matović, „Visokotemperaturni SOI SP-9 piezootporni senzor pritiska“, novi proizvod ili tehnologija uvedeni u proizvodnju, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
2. Ž. Lazić, M. Popović, M. Matić, Z. Đurić, K. Radulović, M. Sarajlić, **M. M. Smiljanić**, D. Vasiljević-Radović, „Minijaturni Piezootporni Senzor Pritiska SP12“, novi proizvod, TR 32008, korisnici Elektroprivreda Srbije, Železnice Srbije, 2011
3. Ž. Lazić, **M. M. Smiljanić**, Z. Đinović, M. Rašljić, K. Radulović, K. Cvetanović-Zobenica, D. Vasiljević-Radović, „Aktuator na bazi promene zapremine parafina PCA-2 (Phase-Change Actuator)“, TR-32008 MPN, 2017
4. Ž. Lazić, **M. M. Smiljanić**, Z. Đinović, M. Rašljić, K. Cvetanović-Zobenica, D. Vasiljević-Radović, „Opto-fluidna platforma za praćenje ćelija raka“, TR-32008 MPNTR, 2018.
5. B. Radjenović, **M. M. Smiljanić**, M. Radmilović-Radjenović, „Softver za simulaciju nagrizanja silicijuma LSPRO“, MPNTR, 2020.

M83

1. Ž. Lazić, J. Matović, **M. M. Smiljanić**, M. Sarajlić, „Tehnološki postupak oslobađanja SiO₂ mikrogredica iz rastvora“, novi tehnološki postupak, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
2. **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, "Formiranje MEMS struktura sa više nivoa uz pomoć maskless nagrizanja", novi tehnološki postupak, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
3. V. Jović, J. Lamovec, D. Tanasković, **M. M. Smiljanić**, M. Vorkapić, B. Popović, M. Popović, Ž. Lazić, „Realizacija dubokih otvora u monokristalnom Si sa ciljem inkapsulacije mikroelektro-mehaničkih (MEM) komponenti“, novi tehnološki postupak, TR-11025 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2010
4. **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, V. Jović, K. Radulović, B. Vukelić, B. Popović, D. Vasiljević-Radović, „Primena tehnike maskless nagrizanja u vodenom rastvoru TMAH u realizaciji SOI SP-11 i usavršavanju SP-9 i SP-12 senzora pritiska“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2012
5. V. Jović, J. Lamovec, I. Mladenović, **M. M. Smiljanić**, D. Todorović, Ž. Lazić, B. Popović, B. Vukelić, „Realizacija silicijumskih mikrogredica za fotoakustična merenja“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2012
6. Ž. Lazić, **M. M. Smiljanić**, M. Rašljić, I. Mladenović, K. Radulović, M. Sarajlić, D. Vasiljević-Radović, „Vlažno hemijsko nagrizanje Pyrex stakla sa maskirajućim slojem Cr/Au“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2013
7. **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, V. Jović, M. Rašljić, K. Cvetanović, D. Vasiljević-Radović, „Kompenzacija konveksnog ugla u vodenom rastvoru TMAH koncentracije 25 tež. %“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2014
8. V. Jović, Z. Đinović, F. Radovanović, M. Starčević, J. Lamovec, **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, B. Popović, M. Vorkapić, „Realizacija PDMS (PoliDiMetilSiloksanskih) membrana nad definisanim otvorima u Si {100} orijentacije postupcima zapreminskog mikromašinstva“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2014

M84

1. **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, Z. Đurić, M. Matić, J. Matović, „Modifikovani SP-6 senzor niskog pritiska sa bosom koji je određen {311} ravnima“, bitno poboljšani postojeći proizvod , TR6151 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2007
2. Z. Đurić, V. Jović, M. Popović, Ž. Lazić, K. Radulović, **M. M. Smiljanić**, „Zaštita Si pločica u procesima vlažnog nagrizanja pri izradi mikroelektromehaničkih komponenata i sistema (MEMS)“, poboljšana postojeća tehnologija, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2009
3. Ž. Lazić, Z. Đurić, M. Popović, **M. M. Smiljanić**, „Postupak dvostrane fotolitografije za izradu MEMS-NEMS struktura“, bitno poboljšan tehnološki postupak, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2009
4. M. Matić, V. Jović, B. Popović, M. Vorkapić, **M. M. Smiljanić**, J. Lamovec, D. Tanasković, M. Popović, Ž. Lazić, „Montaža MEM piezorezistivnih senzora relativnog pritiska korišćenjem niskotopivog stakla (“glass frit”)“, bitno poboljšani tehnološki postupak, TR-11025 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2010
5. Ž. Lazić, **M. M. Smiljanić**, M. Popović, Z. Đurić, „Poboljšanje tehnološkog procesa fotolitografije uvođenjem hromnih fotolitografskih maski i pozitivnog fotorezista“, bitno poboljšana postojeća tehnologija, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2010

M85

1. Z. Đurić, Ž. Lazić, **M. M. Smiljanić**, I. Jokić, D. Vasiljević-Radović, D. Randelović, K. Radulović, „Zlatne AFM-gredice U- i V-oblika za merenje magnetske sile, magnetskog polja i intenziteta struje u provodnicima“, laboratorijski prototip, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
2. Z. Đurić, I. Jokić, D. Vasiljević-Radović, D. Randelović, **M. M. Smiljanić**, „Metoda karakterizacije konstante krutosti provodne mikrogredice merenjem ugiba gredice pod dejstvom magnetske sile u polju stalnog magneta“, nova metoda, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
3. Ž. Lazić, **M. M. Smiljanić**, M. Popović, „Piezootporna bimaterijalna mikrogredica na SOI“, laboratorijski prototip, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
4. Z. Đurić, I. Jokić, D. Vasiljević-Radović, D. Randelović, **M. M. Smiljanić**, M. Frantlović, „Metoda za merenje malih elektromagnetskih sila pomoću AFM-a u statičkom i dinamičkom režimu rada“, nova metoda, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
5. **M. M. Smiljanić**, Z. Đurić, Ž. Lazić, B. Popović, M. Popović, „Transdjuser pritiska gasova za visoke temperature“, laboratorijski prototip, TR-6101 MNTR, korisnik IHTM, 2007
6. Z. Đurić, I. Jokić, **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, D. Randelović, D. Vasiljević-Radović, K. Radulović, M. Frantlović, „Mikrogredice od zlata za detekciju i merenje malih koncentracija žive u gasovitoj sredini“, laboratorijski prototip, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2008
7. M. Rašljiić, I. Gadjanski, **M. M. Smiljanić**, N. Z. Janković, Ž. Lazić, K. Cvetanović-Zobenica, „Izrada mikrokanala uz pomoć 3D štampe i PDMS“, TR-32008 MPN, 2017
8. M. Rašljiić, **M. M. Smiljanić**, Ž. Lazić, K. Cvetanović-Zobenica, A. Filipović, M. Sarajlić, D. Vasiljević-Radović, „Dvostrano vlažno hemijsko nagrizanje Pyrex stakla“, TR-32008 MPNTR, 2018.
9. P. Poljak, M. Frantlović, **M.M. Smiljanić**, Ž. Lazić, I. Jokić, D. Randelović, O. Jakšić, D. Tanasković, D. Vasiljević-Radović, „Aparatura za automatsku karakterizaciju silicijumskih piezootpornih MEMS senzora pritiska“, TR-32008 MPNTR, 2018
10. M. Sarajlić, M. Frantlović, **M. M. Smiljanić**, M. Rašljiić, K. Cvetanović, Ž. Lazić, D. Vasiljević-Radović, „Senzor temperature za merenja u vazduhu zasnovan na razlici temperaturnih koeficijenata tankoslojnih otpornika“, MPNTR, 2021.

Miloš Vorkapić

M81

1. Matić, M., Đurić, Z., Lazić, Ž., Smiljanić, M., Popović, B., Frantlović, M., **Vorkapić, M.**, Gajić, V., Jovanov, V., Tanasković, D., Popović, M., Jović, V., Smiljanić, M. M., Sarajlić, M.: *Transmitter relativnog pritiska otporan na brza opterećenja* - Projekat TR-6101 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Smiljanić, 2004.
2. Matić, M., Popović, B., **Vorkapić, M.**, Jovanov, V.: *Transmitter za niske pritiske (relativne)* - Projekat TR-6101 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Smiljanić, 2006.
3. Frantlović, M., Popović, B., Miljković, B., **Vorkapić, M.**, Tanasković, D., Smiljanić, M.A., Đurić, Z.: *Inteligentni transmitter diferencije temperatura* - Projekat TR-11025 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Smiljanić, 2009.
4. Frantlović, M., **Vorkapić, M.**, Miljković, B., Popović, B., Tanasković, D., Matić, M., Smiljanić, M. A., Đurić, Z.: *Inteligentni transmitter nivoa sa dva apsolutna senzora* - Projekat TR-11025 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Smiljanić, 2009.

M82

1. Mladenović, I., Lamovec, J., **Vorkapić, M.**, Frantlović, M., Poljak, P., Obradov, M., Vencl, A.: *Laboratorijski prototip automatizovanog uređaja za ispitivanje adhezije testom na savijanje tankih metalnih filmova na fleksibilnim folijama* - TR 32008 MPN Beograd, korisnik: BOBEX d.o.o., Kraljice Natalije br.1, 11000 Beograd, rukovodilac: D. Vasiljević Radović, 2021.

M83

2. Lamovec, J., Jović, V., Mladenović, I., Radojević, V., Popović, B., **Vorkapić, M.**: *Poboljšana mehanička svojstva tankih laminatnih kompozitnih filmova Ni/Cu za primenu u mikroelektromehaničkim sistemima (MEMS)* - Projekat TR-32008 MPN Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: D. Vasiljević Radović, 2012.
3. Jović, V., Lamovec, J., Tanasković, D., Smiljanić, M. M., **Vorkapić, M.**, Popović, B., Popović, M., Lazić, Ž.: *Realizacija dubokih otvora u monokristalnom Si sa ciljem inkapsulacije mikroelektro-mehaničkih (MEM) komponenti* - Projekat TR-11025 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Smiljanić, 2010.
4. Jović, V., Đinović, Z., Radovanović, F., Starčević, M., Lamovec, J., Smiljanić, M., Lazić, Ž., Popović, B., **Vorkapić, M.**: *Realizacija PDMS (PoliDiMetilSiloksanskih) membrana nad definisanim otvorima u Si {100} orijentacije postupcima zapreminskog mikromašinstva* - Projekat TR-32008 MPNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: D. Vasiljević Radović, 2015.

M84

1. Matić, M., Đurić, Z., Lazić, Ž., Smiljanić, M. A., Popović, B., Frantlović, M., **Vorkapić, M.**, Gajić, V., Jovanov, V., Tanasković, D., Popović, M., Jović, V., Smiljanić, M. M., Sarajlić, M.: *Transmitter apsolutnog pritiska otporan na brza opterećenja*, - Projekat TR-6101 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, Elektroprivreda Srbije, rukovodilac: M. Smiljanić, 2004.
2. Matić, M., Jović, V., Popović, B., **Vorkapić, M.**, Smiljanić, M.M., Lamovec, J., Tanasković, D., Popović, M., Lazić, Ž.: *Montaža MEM piezorezistivnih senzora relativnog pritiska korišćenjem niskotopivog stakla ("glass frit")* - Projekat TR-11025, korisnik: IHTM, rukovodilac M. Smiljanić, 2010.
3. Jović, V., Sarajlić, M., Lamovec, J., Radulović, K., Jokić, I., Tanasković, D., **Vorkapić, M.**, Popović, B.: *Aparatura koja obezbeđuje kontrolisan parcijalni pritisak Hg u atmosferi nosećeg gasa pri ispitivanju senzora elementarne Hg* - Projekat TR-11027, korisnik: IHTM, rukovodilac: Z. Đurić, 2009.

4. Popović, B., **Vorkapić, M.**, Starčević, M., Lamovec, J., Đinović, Z.: *Direktno zavarivanje tankih folija (membrana) za telo transmitera pritiska za higijenske uslove primene* - Projekat TR-32008 MPN, korisnik: IHTM, rukovodilac: D. Vasiljević Radović, 2012.

M85

1. Smiljanić, M.A., Jovanov, V., Matić, M., Popović, B., Jović, V., Nešić, D., Tanasković, D., **Vorkapić, M.**: *Merenje frekventne karakteristike senzora/transmitera* - Projekat TR-6101 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Matić, 2004.
2. Tanasković, D., Smiljanić, M.A., Matić, M., Jovanov, V., **Vorkapić, M.**, Popović, B., Jović, V.: *Ubrzani test na radni vek* – Projekat TR-6101 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Matić, 2004.
3. Popović, B., Matović, J., Tanasković, D., Frantlović, M., Jovanov, V., Smiljanić, M., **Vorkapić, M.**: *Detektor mulja i zamućenosti tečnosti sa kontrolerom*” - Projekat IP 8139 Beograd, korisnik: INFORMATIKA a.d., Jevrejska 32, 11000 Beograd, rukovodilac: M. Smiljanić, 2006.
4. Matić, M., Popović, B., **Vorkapić, M.**: *Transdjuser diferencije pritiska sa merenjem statičkog pritiska*, Projekat TR-11025 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Smiljanić, 2010.
5. Randelović, D., Frantlović, M., Rosandić, B., Miljković, B., Obradov, M., Popović, B., **Vorkapić, M.**: *Transmitter vakuuma na bazi sopstvenog MEMS senzora sa termoparovima* - Projekat TR-32008 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: M. Smiljanić, 2011.
6. Poljak, P., **Vorkapić, M.**, Frantlović, M., Vukelić, B., Starčević, M., Popović, B., Vasiljević Radović, D.: *Akvizicija mernih podataka sa transmitera pritiska itermparova tipa K* - Projekat TR-32008 MNTR Beograd, korisnik: IHTM, rukovodilac: D. Vasiljević Radović, 2014.
7. Stajčić, A., Popović, B., **Vorkapić, M.**, Grujić, A., Stajić-Trošić, J.: *Difuzionna komora za ispitivanje separacionih svojstava membrane*, korisnik: IHTM, Centar za materijale i metalurgiju, Realizatori: IHTM TR-34011, III-45019, rukovodilac: D. Vasiljević Radović, 2019.

Katarina Cvetanović

M81

1. Ž. Lazić, M. M. Smiljanić, Z. Đinović, M. Rašljić, K. Radulović, **K. Cvetanović-Zobenica, D.** Vasiljević-Radović, “Aktuator na bazi promene zapremine parafina PCA-2 (Phase-Change Actuator)“, TR-32008 MPN, 2017
2. Ž. Lazić, M. M. Smiljanić, Z. Đinović, M. Rašljić, **K. Cvetanović-Zobenica, D.** VasiljevićRadović, “Opto-fluidna platforma za praćenje ćelija raka”, TR-32008 MPNTR, 2018.
3. V. Jovanov, **K. Cvetanović, P.** Krstajić, “Softversko rešenje za generisanje virtualnih supstrata korišćenih u optičkim simulacijama solarnih ćelija sa periodičnim strukturama”, MPNTR, 2021.

M83

1. M. M. Smiljanić, Ž. Lazić, V. Jović, M. Rašljić, **K. Cvetanović, D.** Vasiljević-Radović, „Kompenzacija konveksnog ugla u vodenom rastvoru TMAH koncentracije 25 tež. %“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2014.

M85

1. M. Rašljić, I. Gadjanski, M. M. Smiljanić, N. Z. Janković, Ž. Lazić, **K. Cvetanović-Zobenica,** “Izrada mikrokanala uz pomoć 3D štampe i PDMS“, TR-32008 MPN, 2017

2. M. Rašljčić, M. M. Smiljanić, Ž. Lazić, **K. Cvetanović-Zobenica**, A. Filipović, M. Sarajlić, D. Vasiljević-Radović, "Dvostrano vlažno hemijsko nagrizanje Pyrex stakla", TR-32008 MPNTR, 2018.
3. M. Sarajlić, M. Frantlović, M. M. Smiljanić, M. Rašljčić, **K. Cvetanović**, Ž. Lazić, D. Vasiljević-Radović, "Senzor temperature za merenja u vazduhu zasnovan na razlici temperaturnih koeficijenata tankoslojnih otpornika", MPNTR, 2021.
4. I. Mladenović, J. Lamovec, N. Nikolić, M. Obradov, M. Rašljčić, **K. Cvetanović-Zobenica**, V. Radojević, D. Vasiljević-Radović, "Postupak izrade uniformnih i kompaktnih prevlaka bakra na silicijumu režimom pulsirajuće struje", MPNTR, 2019.

Evgenija Milinković

Nema verifikovanih tehničkih rešenja.

Žarko Lazić

M81

1. Z. Đurić, M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, M. Matić, J. Matović, „Visokotemperaturni SOI SP-9 piezootporni senzor pritiska“, novi proizvod ili tehnologija uvedeni u proizvodnju, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
2. **Ž. Lazić**, M. Popović, M. Matić, Z. Đurić, K. Radulović, M. Sarajlić, M. M. Smiljanić, D. Vasiljević-Radović, „Minijaturni Piezootporni Senzor Pritisaka SP12“, novi proizvod, TR 32008, korisnici Elektroprivreda Srbije, Železnice Srbije, 2011
3. **Ž. Lazić**, M. M. Smiljanić, Z. Đinović, M. Rašljčić, K. Radulović, K. Cvetanović-Zobenica, D. Vasiljević-Radović, "Aktuator na bazi promene zapremine parafina PCA-2 (Phase-Change Actuator)", TR-32008 MPN, 2017
4. **Ž. Lazić**, M. M. Smiljanić, Z. Đinović, M. Rašljčić, K. Cvetanović-Zobenica, D. Vasiljević-Radović, "Opto-fluidna platforma za praćenje ćelija raka", TR-32008 MPNTR, 2018.

M83

1. **Ž. Lazić**, J. Matović, M. M. Smiljanić, M. Sarajlić, "Tehnološki postupak oslobadanja SiO₂ mikrogredica iz rastvora", novi tehnološki postupak, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
2. M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, "Formiranje MEMS struktura sa više nivoa uz pomoć maskless nagrizanja", novi tehnološki postupak, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
3. V. Jović, J. Lamovec, D. Tanasković, M. M. Smiljanić, M. Vorkapić, B. Popović, M. Popović, **Ž. Lazić**, „Realizacija dubokih otvora u monokristalnom Si sa ciljem inkapsulacije mikroelektro-mehaničkih (MEM) komponenti“, novi tehnološki postupak, TR-11025 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2010
4. M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, V. Jović, K. Radulović, B. Vukelić, B. Popović, D. Vasiljević-Radović, „Primena tehnike maskless nagrizanja u vodenom rastvoru TMAH u realizaciji SOI SP-11 i usavršavanju SP-9 i SP-12 senzora pritiska“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2012
5. V. Jović, J. Lamovec, I. Mladenović, M. M. Smiljanić, D. Todorović, **Ž. Lazić**, B. Popović, B. Vukelić, „Realizacija silicijumskih mikrogredica za fotoakustična merenja“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2012
6. **Ž. Lazić**, M. M. Smiljanić, M. Rašljčić, I. Mladenović, K. Radulović, M. Sarajlić, D. Vasiljević-Radović, „Vlažno hemijsko nagrizanje Pyrex stakla sa maskirajućim slojem Cr/Au“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2013

7. M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, V. Jović, M. Rašljić, K. Cvetanović, D. Vasiljević-Radović, „Kompenzacija konveksnog ugla u vodenom rastvoru TMAH koncentracije 25 tež. %“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2014
8. V. Jović, Z. Djinović, F. Radovanović, M. Starčević, J. Lamovec, M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, B. Popović, M. Vorkapić, „Realizacija PDMS (PoliDiMetilSiloksanskih) membrana nad definisanim otvorima u Si {100} orijentacije postupcima zapreminskog mikromašinstva“, novi tehnološki postupak, TR-32008 MPN, 2014

M84

1. M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, Z. Đurić, M. Matic, J. Matović, „Modifikovani SP-6 senzor niskog pritiska sa bosom koji je određen {311} ravnima“, bitno poboljšani postojeći proizvod, TR6151 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2007
2. Z. Đurić, V. Jović, M. Popović, **Ž. Lazić**, K. Radulović, M. M. Smiljanić, „Zaštita Si pločica u procesima vlažnog nagrizanja pri izradi mikroelektromehaničkih komponenata i sistema (MEMS)“, poboljšana postojeća tehnologija, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2009
3. **Ž. Lazić**, Z. Đurić, M. Popović, M. M. Smiljanić, „Postupak dvostrane fotolitografije za izradu MEMS-NEMS struktura“, bitno poboljšani tehnološki postupak, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2009
4. M. Matic, V. Jović, B. Popović, M. Vorkapić, M. M. Smiljanić, J. Lamovec, D. Tanasković, M. Popović, **Ž. Lazić**, „Montaža MEM piezorezistivnih senzora relativnog pritiska korišćenjem niskotopivog stakla (“glass frit”)“, bitno poboljšani tehnološki postupak, TR-11025 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2010
5. **Ž. Lazić**, M. M. Smiljanić, M. Popović, Z. Đurić, „Poboljšanje tehnološkog procesa fotolitografije uvođenjem hromnih fotolitografskih maski i pozitivnog fotorezista“, bitno poboljšana postojeća tehnologija, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2010

M85

1. Z. Đurić, **Ž. Lazić**, M. M. Smiljanić, I. Jokić, D. Vasiljević-Radović, D. Randelović, K. Radulović, „Zlatne AFM-gredice U- i V-oblika za merenje magnetske sile, magnetskog polja i intenziteta struje u provodnicima“, laboratorijski prototip, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
2. **Ž. Lazić**, M. M. Smiljanić, M. Popović, „Piezootporna bimaterijalna mikrogredica na SOI“, laboratorijski prototip, TR-6151 MNTR, korisnik IHTM, 2007
3. M. M. Smiljanić, Z. Đurić, **Ž. Lazić**, B. Popović, M. Popović, „Transdjuser pritiska gasova za visoke temperature“, laboratorijski prototip, TR-6101 MNTR, korisnik IHTM, 2007
4. Z. Đurić, I. Jokić, M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, D. Randelović, D. Vasiljević-Radović, K. Radulović, M. Frantlović, „Mikrogredice od zlata za detekciju i merenje malih koncentracija žive u gasovitoj sredini“, laboratorijski prototip, TR-11027 MNTR Beograd, korisnik IHTM, 2008
5. M. Rašljić, I. Gadjanski, M. M. Smiljanić, N. Z. Janković, **Ž. Lazić**, K. Cvetanović-Zobenica, "Izrada mikrokanala uz pomoć 3D štampe i PDMS", TR-32008 MPN, 2017
6. M. Rašljić, M. M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, K. Cvetanović-Zobenica, A. Filipović, M. Sarajlić, D. Vasiljević-Radović, “Dvostrano vlažno hemijsko nagrizanje Pyrex stakla”, TR-32008 MPNTR, 2018.
7. P. Poljak, M. Frantlović, M.M. Smiljanić, **Ž. Lazić**, I. Jokić, D. Randelović, O. Jakšić, D. Tanasković, D. Vasiljević-Radović, “Aparatura za automatsku karakterizaciju silicijumskih piezootpornih MEMS senzora pritiska“, TR-32008 MPNTR, 2018
8. M. Sarajlić, M. Frantlović, M. M. Smiljanić, M. Rašljić, K. Cvetanović, **Ž. Lazić**, D. Vasiljević-Radović, “Senzor temperature za merenja u vazduhu zasnovan na razlici temperaturnih koeficijenata tankoslojnih otpornika”, MPNTR, 2021.

Marko Bošković

Nema verifikovanih tehničkih rešenja.

Jelena Svorcan

M83

1. Petrašinović N., Stupar S., Petrašinović D., **Svorcan J.**, Posteljnik Z., Simonović A.: *Obrtni sto za prihvatanje proizvoda namenjenih ručnom pakovanju*, verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 1030/2, (2011.).
2. Petrašinović D., Petrašinović N., Stupar S., Grbović A., Simonović A., **Svorcan J.**: *Ispitna skela-instalacija za ispitivanje vazduhoplovnih konstrukcija na zamor*, verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 1995/3, (2012.).

M84

1. Stupar S., Simonović A., Komarov D., Peković O., Trivković S., **Svorcan J.**: *Klizno-spojni prsten industrijskih čeličnih dimnjaka*, (naručilac: JKP "Beogradske Elektrane", korisnik: JKP "Beogradske Elektrane"), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 514/2, (2010.).
2. Stupar S., Simonović A., Komarov D., Peković O., Zorić N., **Svorcan J.**: *Uvodnik dimnih gasova jednoplašnih industrijskih čeličnih dimnjaka*, (naručilac: JKP "Beogradske Elektrane", korisnik: JKP "Beogradske Elektrane"), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 515/2, (2010.).
3. Stupar S., Simonović A., Komarov D., Peković O., **Svorcan J.**, Zorić N.: *Unutrašnje ojačanje korenog dela vitkih čeličnih konstrukcija (industrijskih čeličnih dimnjaka)*, (naručilac: JKP "Beogradske Elektrane", korisnik: JKP "Beogradske Elektrane"), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 1997/3, (2012.).
4. Stupar S., Simonović A., Komarov D., Peković O., **Svorcan J.**, Zorić N.: *Kondenzacioni sud industrijskih čeličnih dimnjaka*, (naručilac: JKP "Beogradske Elektrane", korisnik: JKP "Beogradske Elektrane"), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 1999/3, (2012.).
5. Petrović Z., Stupar S., Simonović A., Peković O., Komarov D., **Svorcan J.**: *Glavni reduktor helikoptera klase vrlo laki*, verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 2001/3, (2012.).
6. Petrović Z., Stupar S., Simonović A., Trivković S., Komarov D., **Svorcan J.**: *Glava glavnog rotora helikoptera vrlo lake klase*, verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 2002/3, (2012.).
7. Stupar S., Simonović A., **Svorcan J.**, Petrašinović N., Peković O.: *Tehnologija izrade kalupa za proizvodnju modela kompozitne lopatice vetroturbine snage 10kW*, (naručilac: Wing d.o.o, korisnik: Wing d.o.o), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 2495/3, (2013.).
8. Stupar S., Simonović A., Trivković S., **Svorcan J.**, Baltić M.: *Tehnologija izrade modela kompozitne lopatice vetroturbine*, (naručilac: Wing d.o.o, korisnik: Wing d.o.o), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 2496/3, (2013.).

M85

1. Stupar S., Simonović A., Komarov D., Peković O., Trivković S., **Svorcan J.**: *Rekonstrukcija korenog dela strukture dvoplašnog čeličnog dimnjaka TENT „B“ dimenzija Ø3.3/Ø3x60m*, (naručilac: PD Termoelektrane Nikola Tesla d.o.o., korisnik: PD Termoelektrane Nikola Tesla

d.o.o.), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 1029/2, (2011.).

2. Stupar S., Simonović A., **Svorcan J.**, Komarov D., Peković O., Trivković S.: *Softver za generisanje modela vitkih konstrukcija - primena na industrijske jednoplašne dimnjake*, (naručilac: JKP "Beogradske Elektrane", korisnik: JKP "Beogradske Elektrane"), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 3165/2, (2011.).
3. Stupar S., Simonović A., **Svorcan J.**, Komarov D., Posteljnik Z., Trivković S.: *Softver za generisanje grafičke dokumentacije vitkih konstrukcija - primena na industrijske jednoplašne dimnjake*, (naručilac: JKP "Beogradske Elektrane", korisnik: JKP "Beogradske Elektrane"), verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu odlukom broj 1996/3, (2012.).
4. **Svorcan, J.**, Stupar, S., Simonović, A., Komarov, D., Ivanov, T.: *Softver za proračun performansi i optimizaciju vetroturbina sa vertikalnom osom obrtanja*, verifikovano od strane Mašinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu odlukom broj 3290/3, (2015.).

**МИНИСТАРСТВО НАУКЕ,
ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА И ИНОВАЦИЈА**
Матични научни одбор за електронику,
телекомуникације и информационе технологије
ТР 29/23

Београд, 30.06.2023. год.

На основу захтева за верификацију техничког решења под насловом „Метода за посматрање и анализу протока флуида у Су-Пуџ стакло оптомикрофлуидним платформама“ (Институт за хемију, технологију и металургију-НУ ИХТМ Београд), чији су аутори Милче М.Смиљанић, Милош Воркапић, Катарина Цветановић, Евгенија Милинковић, Жарко Лазић, Марко В.Бошковић, Јелена Сворцан, чланови Матичног научног одбора за електронику, телекомуникације и информационе технологије су на својој седници одржаној 30.06.2023. године, разматрали исти и донели одлуку да су у складу са условима које предвиђа *Правилник о стицању истраживачких и научних звања* („Службени гласник РС“, број 159 од 30. децембра 2020.):

ИСПУЊЕНИ СВИ ПРОПИСАНИ УСЛОВИ ЗА ДОДЕЛУ КАТЕГОРИЈЕ

M85 - Ново техничко решење у фази реализације

Матични научни одбор за електронику,
телекомуникације и информационе технологије
председник


проф. др Жељко Ђуровић