



## MIKRO- I NANO-SYSTEMY W CHEMII I DIAGNOSTYCE BIOMEDYCZNEJ MNS-DIAG



PROJEKT KLUCZOWY WSPÓLFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ Z EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO; UMOWA Nr. POIG.01.03.01-00-014/08-00

### RAPORT CZĄSTKOWY PROJEKTU MNS DIAG 5 E-LoC „Lab-on-a-chip” z detekcją elektrochemiczną

Raport 5 - 3. Eksploatacja i upowszechnianie  
wyników projektu, stan na koniec 2013 r.

**SUB-NANO „Matryce czujników mikromechanicznych do detekcji bakterii Gram-ujemnych i ich endotoksyn”**

**T.Gotszalk**

Zatwierdził:

Dr inż. Piotr Grabiec, prof. ITE  
Koordynator Projektu MNS DIAG

Data: ...17.02.2014....

## **1. Planowana eksploatacja wyników projektu.**

W ramach zadania opracowano metodę i technikę pomiarową obserwacji obecności endotoksyn bakterii gram ujemnych za pomocą matryc dźwigni mikromechanicznych. Obejmowało to opracowanie rodziny matryc czujników mikromechanicznych przeznaczonych do optycznej i piezorezystywnej detekcji ugięć, optycznych, optoelektronicznych i elektronicznych układów sterujących i pomiarowych wraz z oprogramowaniem do akwizycji i przetwarzania sygnałów i analizy uzyskanych wyników. W ramach zadania opracowano również metody funkcjonalizacji czujników mikromechanicznych przeznaczonych do badań i detekcji molekularnych związków modelowych, jak i endotoksyn bakterii Gram ujemnych. Opracowano metody testowania powierzchni prowadzone metodami spektroskopii w podczerwieni, mikroskopii sil atomowych, kolorymetrii, spektrometrii mas. Wykonano testy zachowań funkcjonalizowanych macierzy mikroźwigni mechanicznych w gazach i w cieczach modelowych oraz roztworach zawierających molekuly biologicznie aktywne. Dokonano pomiarów dźwigni mikromechanicznych w zastosowaniach elektrochemicznych, zademonstrowano detekcję endotoksyn bakterii Gram ujemnych za pomocą macierzy 8 dźwigni mikromechanicznych.

Przewiduję się oferowanie partnerom naukowym i przemysłowym współpracy w zakresie zastosowania matryc czujników mikromechanicznych do detekcji molekul biologicznie aktywnych. Opracowania technologia obejmuje nie tylko konstrukcje samych czujników, ale również układów pomiarowych i sposobów ich funkcjonalizacji. Oceniamy, że opracowane rozwiązanie mogą znaleźć zastosowanie nie tylko do diagnostyki biochemicznej, ale również analityki chemicznej.

## **2. Zrealizowane działania upowszechniające.**

W czasie realizacji projektu zespół realizujący zadania badawcze podprojektu „Matryce czujników mikroemchanicznych do detekcji bakterii gram ujemnych” opublikowano szereg publikacji, których lista jest przedstawiona poniżej. Prace te były przedstawiane przez zespół Politechniki Wrocławskiej, Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczelnej PAN we Wrocławiu i Wrocławskiego Uniwersytetu Medycznego na najważniejszych konferencjach naukowych związanych z techniką sensorową w Polsce i zagranicą (m. inn. konferencje Czujniki Optoelektroniczne i Elektroniczne, Eurosensors, Technologia Elektronowa i. inn.)

# RAPORT MNS-DIAG

Lp.	Autor, tytuł, tytuł czasopisma	Konferencja
1.	Andrzej Sierakowski, Krzysztof Domański, Paweł Janus, Piotr Grabiec, Teodor Gotszalk, Daniel Kopiec, Maskless laser lithography for fast Micro and Nano technology devices prototyping in ITE, ELEKTRONIKA - KONSTRUKCJE, TECHNOLOGIE, ZASTOSOWANIA	Konferencja ELTE 2010 + IMAPS-CPMT 2010, Wrocław 2010
2.	JAN M. SKWIERCZYŃSKI, GRZEGORZ MAŁOZIĘĆ, DANIEL KOPIEC, KONRAD NIERADKA, JACEK RADOJEWSKI, TEODOR P. GOTSZALK, Radio frequency modulation of semiconductor laser as an improvement method of noise performance of scanning probe microscopy position sensitive detectors, Optica Applicata, Vol. XLI, No. 2, 2011	Konferencja ELTE 2010 + IMAPS-CPMT 2010, Wrocław 2010
3.	Andrzej Sierakowski, Paweł Janus, Daniel Kopiec, Konrad Nieradka, Krzysztof Domanski, Piotr Grabiec, Teodor Gotszalk, Optimization method of photolithography process by means of Atomic Force Microscopy, Proc. of SPIE Vol. 8352 83520B-1	Konferencja ELTE 2010 + IMAPS-CPMT 2010, Wrocław 2010
4.	Grzegorz Józwiak, Paweł Zawierucha, Daniel Kopiec, Mirosław Woszczyzna, Michał Zielony, Teodor Gotszalk, Piotr Grabiec, Analiza szumów w mikro-mechanicznych czujnikach rezonansowych, Przegląd Elektrotechniczny, R. 86, nr 10, str. 36-39, 2010	Konferencja COE 2010, Nałęczów 2010
5.	Konrad Nieradka, Mikromechaniczne czujniki do detekcji oddziaływań biomolekularnych, Oficyna Wydawnicza PWr, praca zbiorowa online	Konferencja Interdyscyplinarność Badań Naukowych „Ko-oper Field” 2010., Szklarska Poręba 2010
6.	Konrad Nieradka, Mikrodźwignia sprężysta jako czujnik biochemiczny, Elektronika - Konstrukcje, Technologie, Zastosowania 2010-6	Konferencja Czujniki Optoelektroniczne i Elektroniczne 2010, Nałęczów
7.	Konrad Nieradka, A novel method for simultaneous readout of static bending and multimode resonance-frequency of microcantilever-based biochemical sensors, Procedia Engineering 5, 910-913 (2010)	Konferencja Eurosensors 2010, Linz, Austria
8.	Konrad Nieradka, Expanded beam deflection method for simultaneous measurement of displacement and vibrations of multiple microcantilevers, Review of Scientific Instruments 82, 105112 (2011)	samodzielna publikacja
9.	Konrad Nieradka, A method for linearization of split photodiode position detectors response, Procedia Engineering 25, 358–361 (2011)	Konferencja Eurosensors 2011, Ateny 2011
10.	Konrad Nieradka, Przenośny system do kalibracji i wielomodowego odczytu czujników mikrodźwigniowych wykorzystujący NI USB DAQ i LabVIEW, materiały konferencyjne online	Konferencja NI Days 2011, Katowice 2011
11.	Konrad Nieradka, A novel method for simultaneous readout of static bending and multimode resonance-frequency of microcantilever-based biochemical sensors, Sensors and Actuators B: Chemical, doi: 10.1016/j.snb.2011.05.032	Konferencja Eurosensors 2010, Linz 2010
12.	Daniel Kopiec, Konrad Nieradka, Grzegorz Małozieć, Teodor Gotszalk, Wysokorozdzielczy pomiar ugięcia mikro- i nanomechanicznych czujników sił dla zakresu piko newtonów, Przegląd Elektrotechniczny	Konferencja KKE XI, 2012, Darłówek
13.	Andrzej Sierakowski, Daniel Kopiec, Paweł Janus, Teodor Gotszalk, Piotr Grabiec, Mikromechaniczna dźwignia piezorezystywna do pomiaru geometrii mikro- i nano struktur	III Krajowa Konferencja Nano i Mikromechaniki IPPT PAN 2012

## RAPORT MNS-DIAG

14.	Grzegorz Małozieć, <i>Układ do pomiaru charakterystyk rezonansowych mikroprzetworników wysokoczęstotliwościowych</i> , Przegląd Elektrotechniczny	Konferencja COE 2012, Darłówek
15.	Konrad Nieradka, Fabrication and characterization of electromagnetically actuated microcantilevers for biochemical sensing, parallel AFM and nanomanipulation, <i>Microelectronic Engineering</i>	Micro and Nano Engineering 2011, Berlin
16.	Konrad Nieradka, Single-beam multi-cantilever optical measurement head for cantilever array-based biosensors, materiały konferencyjne, <i>Sensors and Actuators B: Chemical</i>	International Meeting on Chemical Sensors 2012
17.	Konrad Nieradka, Electrochemical cell with electrically addressable cantilever arrays, materiały konferencyjne, <i>Sensors and Actuators B: Chemical</i>	International Meeting on Chemical Sensors 2012
18.	Konrad Nieradka, Optyczna detekcja wychylenia w układzie rozszerzonej wiązki świetlnej dla macierzy bioczuJNIKÓW mikromechanicznych, materiały konferencyjne	Krajowa Konferencja Elektroniki 2012
19.	Konrad Nieradka, Origins and Implications of Cantilever Curvature in SPM and Cantilever Sensor Systems Based on Optical Beam Deflection Readout Technique, materiały konferencyjne, publikacja w przygotowaniu	International Conference on Nanoscience + Technology 2012, Paryż 2012
20.	Konrad Nieradka, Dual-mode stress and mass measurements with chemical and biochemical microcantilever sensor arrays, <i>Procedia Engineering, Sensors and Actuators B: Chemical</i>	EuroSensors 2012, Kraków 2012

### Prezentacje plakatowe-jako promocje wyników projektu MNS DIAG.

Lp.	Autor, tytuł, tytuł czasopisma	Jakie seminarium?
1.	Andrzej Sierakowski, Paweł Janus, Rafał Dobrowolski, Krzysztof Domański, Piotr Grabiec, Teodor Gotszalk, Konrad Nieradka, Daniel Kopiec, Design and technology of cantilevers for non-standard bio-medical diagnostic assay	Techniki Jonowe 2011
2.	Daniel Kopiec, Grzegorz Józwiak, Paweł Zawierucha, Mirosław Woszczyzna, Konrad Nieradka, Michał Zielony, I. W. Rangelow, Teodor Gotszalk, Analiza szumów mikromechanicznych matryc dźwigni piezorezystywnych	Seminarium STM-AFM2010, Zakopane 2010
3.	Maciej Rudek 2012, plakat pt: "High resolution data acquisition card for precision SPM systems"	Seminarium 7th Dachshund Workshop 15th-17th March 2012 in Samotnia
4.	Grzegorz Małozieć, <i>Nanomechanical Mass Sensors</i>	Seminarium 7th Dachshund Workshop 15th-17th March 2012 in Samotnia
5.	Grzegorz Józwiak, Artur Henrykowski, Grzegorz Wielgoszewski, Teodor Gotszalk, Tip nanometrology	Seminarium 7th Dachshund Workshop 15th-17th March 2012 in Samotnia
6.	K. Nieradka, M. Rudek, M. Moczala, G. Małozieć, New approach to cantilever array sensors	Seminarium 7th Dachshund Workshop 15th-17th March 2012 in Samotnia
7.	Grzegorz Małozieć, <i>Nanomechaniczne czujniki masy</i>	Poznań, listopad 2011
8.	Grzegorz Małozieć, <i>Modułowy układ do pomiaru</i>	Seminarium STM-AFM2010, Zakopane

## RAPORT MNS-DIAG

---

	<i>charakterystyk dźwigni w macierzy czujników mikromechanicznych</i>	2010
9.	Grzegorz Małozieć, <i>Multibeam set-up for observation of the cantilever deflection in the micromechanical sensors matrix</i>	Seminarium 6th Dachshund Workshop 15th-17th March in Frankfurt/Oder 2011
10.	Grzegorz Małozieć, <i>Wielowiązkowy układ do obserwacji ugięcia dźwigni macierzy czujników mikromechanicznych</i>	Techniki Jonowe 2011