

TJ&
nanolP
2017

SZKLARSKA PORĘBA

XIV Ogólnopolskie Seminarium
Techniki Jonowe połączone z
IV Zimową Szkołą
Nanoinżynieria Powierzchni

SZKLARSKA PORĘBA
POLSKA
8-11 MARCA

2017

KSIĄŻKA ABSTRAKTÓW



Politechnika
Wroclawska



UMCS



**XIV Ogólnopolskie Seminarium Techniki Jonowe
połączone z IV Zimową Szkołą Nanoinżynieria
Powierzchni
TJ&NanoIP 2017**

8 - 11 marca 2017 r.

Przedmowa

Drogie Koleżanki, Drodzy Koledzy

Zapraszamy do wzięcia udziału w *XIV Ogólnopolskim Seminarium Techniki Jonowe połączonym z IV Zimową Szkołą Nanoinżynieria Powierzchni*. Celem konferencji jest wymiana informacji na temat najnowszych wyników badań naukowych, a także na temat zespołów naukowych realizujących w kraju prace badawcze w zakresie szeroko pojętych technik jonowych i nanoinżynierii powierzchni. Tradycyjnie przewiduje się wymianę doświadczeń i informacji o pracach prowadzonych w poszczególnych ośrodkach w ostatnich dwóch latach. W tym celu planuje się sesję plakatową, w czasie której, oprócz oryginalnych prac, prezentowane będą prace już opublikowane przez uczestników konferencji. W 2009 roku połączono *Seminarium Techniki Jonowe z Zimową Szkołą Nanoinżynieria Powierzchni*, której zajęcia są adresowane do młodych pracowników nauki i dyplomantów. Program przewiduje: (a) wystąpienia specjalistów zajmujących się mikroskopią bliskiego pola, spektroskopią impedancyjną oraz systemami FIB (Focused Ion Beam systems), a także (b) warsztaty kół naukowych studentów i doktorantów. Planowany jest także pokaz sprzętu badawczego i badanie wybranych próbek.

Do zobaczenia w Szklarskiej Porębie!

Szklarska Poręba, marzec 2017

Zbigniew W. Kowalski, Teodor Gotszalk

TJ & nanoIP 2017 PROGRAM Szklarska Poręba

Środa, 8.03.2017

- 16:00 Początek pracy Sekretariatu konferencji
- 17:00 Otwarcie TJ & nanoIP
Wspomnienie o śp. Pani Profesor Aleksandrze Sokołowskiej
- 17:10 FIB Workshop
- Introduction
 - mgr. inż. Piotr Kunicki, mgr inż. Wojciech Majstrzyk - FIB/SEM technology in MEMS/NEMS modification and characterization
- New products and technologies (FEI)
- 19:00 Kolacja

Czwartek, 9.03.2017

- 8:00 Śniadanie
- 8:30 *Zajęcia w plenerze*
- 14:30 Obiad
- 15:20 Referaty – Sesja 1
15:20 – 15:50 prof. Ivo W. Rangelow
15:50 – 16:15 dr inż. Anna Sobczyk-Gudzenda - Struktura chemiczna i właściwości fotokatalityczne powłok dwutlenku tytanu z dodatkiem żelaza i miedzi nanoszonych metodą RF PECVD
16:15 – 16:40 dr Markus Kaestner - Mix & Match Field Emission Scanning Probe Lithography (FE-SPL) for beyond CMOS Device Fabrication
- 16:40 Przerwa kawa, herbata
- 17:00 Referaty – Sesja 1 cd.
17:00 – 17:45 prof. dr hab. inż. Tadeusz Ossowski, Prof. dr hab. Bogdanowicz – Węglowe struktury sensoryczne – modyfikacja powierzchni materiałów węglowych dla potrzeb analityki i diagnostyki biochemicznej
17:45 – 18:10 prof. dr hab. Stanisław Mitura - Plazmowo modyfikowany nanodiament jako dodatek do elektroprowadzonych nanowłókien
18:10 – 18:35 dr inż. Michał Pośpiech – Istota przepływu jonów w biodegradacji kardio-implantów
18:35 – 19:00 mgr inż. Michał Marek Szczypiński – Wpływ defektów powierzchniowych drutu typu Kanthal na kształtowanie nanowarstwy Si osadzonej metodą PVD.
- 19:00 Uroczysta kolacja

Piątek, 10.03.2017

8:00 Śniadanie

9:00 Referaty – Sesja 2

9:00 – 9:30 prof. dr hab. Jerzy Żuk - Spektroskopia optyczna nanokrystalitów związków półprzewodnikowych A3-B5 utworzonych w SiO₂/Si przy użyciu implantacji jonowej

9:30 – 9:55 dr inż. Mariusz Sochacki - Charakteryzacja elektryczna izotypowej oraz anizotropowej fotodiody heterozłączonej ZnO/4H-SiC

9:55 – 10:20 dr inż. Piotr Firek - Wytwarzanie i trawienie cienkich warstw dielektrycznych w technologii struktur ISFET

10:20 – 10:45 dr hab. inż. Andrzej Sikora - Wykorzystanie technik precyzyjnego pozycjonowania próbek w badaniach AFM degradacji powierzchni polistyrenu poddanego działaniu UV

10:45 – 11:10 mgr inż. Wojciech Kijaszek - Zastosowanie indukcyjnie sprzężonej plazmy wielkiej częstotliwości w procesie chemicznego osadzania warstw diamentopodobnych z fazy gazowej celem modyfikacji ich właściwości

11:00 Przerwa kawa, herbata

11:30 Szkolenie w zakresie nanoIP / I: Szkoła spektroskopii impedancyjnej

11:30 – 12:00 dr inż. Tomasz Piasecki – Introduction to the impedance spectroscopy

12:00 – 12:30 mgr inż. Paulina Szymanowska – Investigation of biochemical and biological structures using impedance spectroscopy.

12:30 – 13:00 mgr inż. Krzysztof Kwoka – Application of the impedance spectroscopy in vibrating micro- and nanostructures diagnostics.

13:00 Obiad

14:00 Szkolenie w zakresie nanoIP / II Szkoła pomiarów powierzchni SPM

14:00 – 14:30 mgr inż. Krzysztof Gajewski, mgr inż. Michał Babij – Zastosowanie mikroskopii STM/AFM w badaniach nanostruktur mechanicznych

14:30 – 15:00 mgr inż. Maciej Rudek – Pomiary termiczne w nanoskali za pomocą skaningowej mikroskopii termicznej

15:00 – 15:30 mgr inż. Michał Świątkowski – Współczesne kierunki rozwoju mikroskopii sił atomowych

15:30 – 16:00 dr inż. Grzegorz Józwiak – Rola i znaczenie reprezentacji obrazu w mikroskopii bliskich oddziaływań

16:00 Przerwa kawa, herbata

16:30 Sesja plakatowa

18:00 Kolacja

19:00 Prezentacja sprzętu, badanie próbek kawa, herbata Zamknięcie TJ & nanoIP 2017

Sobota, 11.03.2017

9:00 Śniadanie

Spis treści

Struktura chemiczna i właściwości fotokatalityczne powłok dwutlenku z dodatkiem żelaza i miedzi nanoszonych metodą RF PECVD	3
A. Sobczyk-Guzenda, S. Owczarek, D. Batory, W. Jakubowski, H. Szymanowski	
Mix & Match Field Emission Scanning Probe Lithography (FE-SPL) for beyond CMOS Device Fabrication	4
M. Kaestner, I. W. Rangelow	
Węglowe struktury sensortyczne - modyfikacja powierzchni materiałów węglowych dla potrzeb analityki i diagnostyki biochemicznej	7
T. Ossowski, R. Bogdanowicz	
Plazmowo modyfikowany nanodiament jako dodatek do elektroprzędzonych nanowłókien	9
M. M. Szczypiński, P. Ceynowa, K. Mitura, T. Rydzkowski, M. Szczypiński, K. Reszka, S. Mitura	
Ions flux essence in cardiac implants biodegradation process	10
M. Pośpiech, M. Pisarska-Krawczyk, R. Pytliński, M. Szczypiński, T. Kiczkowiak, S. Mitura	
Wpływ defektów powierzchniowych drutu typu Kanthal na kształtowanie nanowarstwy Si osadzonej metodą PVD.	12
M. Szczypiński, K. Reszka, M. M. Szczypiński	
Spektroskopia optyczna nanokrystalitów związków półprzewodnikowych A3-B5 utworzonych w SiO₂/Si przy użyciu implantacji jonowej	14
P. Kopyciński, R. Pietruszka, S. Prucnal, K. Pyszniak, J. Żuk	

Charakteryzacja elektryczna izotypowej oraz anizotypowej fotodiody heterozłączonej ZnO/4H-SiC	15
A. Taube, M. Sochacki, N. Kwietniewski, A. Werbowy, J. Szmidt, S. Gierattowska, Ł. Wachnicki, M. Godlewski	
Wytwarzanie i trawienie cienkich warstw dielektrycznych w technologii struktur ISFET	17
P. Firek, M. Waśkiewicz, B. Stonio, A. Veklych, J. Szmidt	
Wykorzystanie technik precyzyjnego pozycjonowania próbek w badaniach AFM degradacji powierzchni polistyrenu poddanego działaniu UV	18
M. Moczala, B. Boharewicz, A. Sikora	
Zastosowanie indukcyjnie sprzężonej plazmy wielkiej częstotliwości w procesie chemicznego osadzania warstw diamentopodobnych z fazy gazowej celem modyfikacji ich właściwości	19
W. Kijaszek, W. Oleszkiewicz, Z. Znamirowski	
Wprowadzenie do spektroskopii impedancyjnej	22
T. Piasecki	
Pomiary termiczne w nanoskali za pomocą skaningowej mikroskopii termicznej	24
M. Rudek, W. Majstryk, P. Kunicki, A. Sierakowski, P. Janus, T. Gotszalk	
Sterownik temperatury dla układów typu MEMS	26
K. Gajewski, M. Babij	
The role and the meaning of image representation	27
G. Józwiak	
Diamond sensor for special applications in breath control	30
P. Ceynowa, A. Balcer, M. Sobaszek, R. Bogdanowicz, W. Zinka, S. Mitura	
Development of 3D scaffolds with carbon allotropes for tissue engineering	31
P. Ceynowa, T. Rydzkowski, K. Reszka, M. M. Szczypiński, M. Szczypiński, S. Mitura	
Układ służący do detekcji szumów niskoczęstotliwościowych dla dźwigni piezorezystywnych – Noise Detector	32
Ł. Czykiel, M. Gramala, M. Jakubiak, T. Gotszalk	
Fiber reinforced composites with concrete or geopolymer matrix	34
M. Ďurák, A. Piaskowska, T. Wijata, P. Louda	

Nanoscratching AFM w obserwacji procesu rekonstrukcji warstwy pasywacyjnej stali nierdzewnej	35
M. Błaszczyk, M. Durko, Z. Iwanicka, P. Lochyński, A. Sikora	
Pomiary szumów niskoczęstotliwościowych laserów półprzewodnikowych	36
M. Gramala, M. Babij, W. Majstrzyk, M. Rudek, K. Gajewski, P. Kunicki, T. Gotszalk	
Pomiary szumów niskoczęstotliwościowych laserów półprzewodnikowych	38
M. Jakubiak, K. Orłowska, K. Kwoka, T. Gotszalk	
Moduły liniowych i logarytmicznych przetworników I/U stosowanych w mikroskopii SPM	39
C. Wawrzyniak, P. Kula, M. Rudek, K. Orłowska, M. Babij, T. Piasecki, T. Gotszalk	
Sterownik temperatury dla układów typu MEMS	40
M. Lachawiec, T. Gotszalk	
Cementy kostne i ich modyfikacje (poprawiające właściwości biologiczne) wykorzystywane w alloplastyce i leczeniu złamań kręgosłupa	41
A. Laska, A. Sobczyk-Guzenda, H. Szymanowski, P. Niedzielski	
Differential High Resolution Voltage Source used for the scanning tunneling microscopy	43
S. Ngo-Quang, K. Gajewski, R. Kramek, T. Gotszalk	
Cienkie powłoki $\text{Si}_x\text{N}_y\text{:C}$ uzyskane z heksametylodisilazanu za pomocą metody RF PECVD do zastosowań optycznych	44
K. Oleśko, H. Szymanowski, W. Szymański, M. Gazicki-Lipman, A. Sobczyk-Guzenda	
Wpływ obróbki cieplno-chemicznej stopów tytanu Ti6Al4V i Ti6Al7Nb na strukturę i właściwości tribologiczne	45
B. Pązik, J. Grabarczyk, D. Batory, W. Kaczorowski, B. Januszewicz, M. Makówka, P. Niedzielski	
Wpływ parametrów procesu magnetronowego, impulsowego rozpylania na właściwości warstw niklu otrzymanych w atmosferze $\text{Ar}+\text{O}_2$	46
W. Posadowski, A. Wiatrowski, G. Kapka	
Modelowanie procesu jonizacji w źródle jonów z gorącą wnęką o kształcie stożka	47
M. Turek, K. Pyszniak, A. Drożdziel	

Antykorozyjne i antybakteryjne właściwości powłok nanoszonych metodą elektroforetyczną oraz powłok kompozytowych zawierających tlenek grafenu i zredukowany tlenek grafenu	49
A.Radoń, S. Łoński, T. Warski, S. Topolska, A. Małachowska-Jutcz, B. Ziębowicz, M. Staszuk	
Wykorzystanie plazmy argonowej w trawieniu kryształów węgla wapnia na potrzeby badań AFM	50
M. Moczala, M. Karpińska, M. Poznar, A. Sikora	
Trawienie warstw SiO₂ oraz Si przy wykorzystaniu techniki suchego trawienia wspomaganego plazmą BCl₃	51
B. Stonio, N. Kwietniewski, M. Sochacki, J. Szmidt	
Wytwarzanie pojedynczych warstw siarczku molibdenu MoS₂ metodą CVD	52
B. Stonio, A. Taube, A. Łapińska, M. Świniarski, J. Judek, P. Firek, J. Szmidt, M. Zdrojek	
Wytwarzanie powłok węglowych domieszkowanych krzemem i srebrem modyfikowaną metodą RF PACVD z wykorzystaniem układu dwóch niezależnych elektrod RF	53
L. Świątek, J. Grabarczyk, A. Olejnik	
High power impulse magnetron sputtering of Sn / In₂O₃ composite target	55
A. Wiatrowski, M. Winnicki	
Wytwarzanie, morfologia i własności optyczne cienkich warstw ZnO i ich zastosowanie w barwnikowych ogniwach słonecznych	56
T. Tański, W. Matysiak, M. Zaborowska	
Wytwarzanie powłok na włóknach tkaniny przy zastosowaniu magnetronu z uziemioną katodą	58
R. Chodun, B. Wicher, Ł. Skowroński, K. Nowakowska-Langier, S. Okrasa, K. Zdunek	
Mikroskopia sił atomowych jako narzędzie do oceny jakości warstw ZrO₂ nałożonych metodą ALD na powierzchnię tytanu wykorzystywanego w stomatologii	60
B. Ziębowicz, A. Ziębowicz, M. Makelson, A. Łanuszewska	
Badanie powłok na materiałach stomatologicznych przy użyciu mikroskopii sił atomowych	62
B. Ziębowicz, A. Ziębowicz, M. Pawełczyk, A. Łanuszewska	

Lista uczestników

Michał Babij Politechnika Wroclawska, Polska	Piotr Kunicki Politechnika Wroclawska, Polska
Robert Bogdanowicz Politechnika Gdańska, Polska	Krzysztof Kwoka Politechnika Wroclawska, Polska
Przemysław Ceynowa Politechnika Koszalińska, Poland Technical University of Liberec, Czech Republic	Michał Lachawiec Politechnika Wroclawska, Polska
Łukasz Czykiel Politechnika Wroclawska, Polska	Anna Laska Politechnika Łódzka, Polska
Marián Ďurák Technical University of Liberec, Czech Republic	Petr Louda Technical University of Liberec, Czech Republic
Martyna Durko Stowarzyszenie Aktywnych Studentów, Polska	Wojciech Majstrzyk Politechnika Wroclawska, Polska
Piotr Firek Politechnika Warszawska, Polska	Mateusz Makselon Politechnika Śląska, Polska
Krzysztof Gajewski Politechnika Wroclawska, Polska	Stanisław Mitura Politechnika Koszalińska, Polska
Jacek Grabarczyk Politechnika Łódzka, Polska	Piotr Niedzielski Politechnika Łódzka, Polska
Mateusz Gramala Politechnika Wroclawska, Polska	Waldemar Oleszkiewicz Politechnika Wroclawska, Polska
Grzegorz Józwiak Politechnika Wroclawska, Polska	Katarzyna Oleško Politechnika Łódzka, Polska
Markus Kaestner Ilmenau University of Technology, Germany	Karolina Orłowska Politechnika Wroclawska, Polska
Wojciech Kijaszek Politechnika Wroclawska, Polska	Tadeusz Ossowski Uniwersytet Gdański, Polska
Zbigniew W. Kowalski Politechnika Wroclawska, Polska	Martyna Pawełczyk Politechnika Śląska, Polska
Paweł Kula Politechnika Wroclawska, Polska	Bartosz Pązik Politechnika Łódzka, Polska
	Tomasz Piasecki Politechnika Wroclawska, Polska
	Witold Posadowski Politechnika Wroclawska, Polska

- Michał Pośpiech
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa
w Kaliszu, Polska
- Krzysztof Pysznik
Uniwersytet Marii-Curie Skłodowskiej,
Polska
- Jacek Radojewski
Politechnika Wrocławska, Polska
- Adrian Radoń
Politechnika Śląska, Polska
- Ivo W. Rangelow
Ilmenau University of Technology,
Germany
- Kazimierz Reszka
Politechnika Koszalińska, Polska
- Maciej Rudek
Politechnika Wrocławska, Polska
- Andrzej Sikora
Instytut Elektrotechniki Oddział we
Wrocławiu, Polska
- Anna Sobczyk-Guzenda
Politechnika Łódzka, Polska
- Mariusz Sochacki
Politechnika Warszawska, Polska
- Bartłomiej Stonio
Politechnika Warszawska, Polska
- Michał Marek Szczypiński
Przedsiębiorstwo Produkcyjno-
Badawcze "Technika" Mieczysław
Szczypiński, Polska
- Jan Szmidt
Politechnika Warszawska, Polska
- Paulina Szymanowska
Politechnika Wrocławska, Polska
- Hieronim Szymanowski
Politechnika Łódzka, Polska
- Lidia Świątek
Politechnika Łódzka, Polska
- Michał Świątkowski
Politechnika Wrocławska, Polska
- Cezary Wawrzyniak
Politechnika Wrocławska, Polska
- Artur Wiatrowski
Politechnika Wrocławska, Polska
- Marta Zaborowska
Politechnika Śląska, Polska
- Jerzy Zdanowski
Politechnika Wrocławska, Polska
- Krzysztof Zdunek
Politechnika Warszawska, Polska
- Bouśław Ziębowicz
Politechnika Śląska, Polska
- Jerzy Żuk
Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej
w Lublinie, Polska

FIB Workshop

środa, 8 marca 2017

- 17:10 – 19:00**
- Introduction
 - mgr. inż. Piotr Kunicki, mgr inż. Wojciech Majstrzyk - FIB/SEM technology in MEMS/NEMS modification and characterization
 - New products and technologies (FEI)

Sesja wykładowa I

czwartek, 9 marca 2017

- 15:20 – 15:50** prof. Ivo W. Rangelow
15:50 – 16:15 dr inż. Anna Sobczyk-Gudzenda *Struktura chemiczna i właściwości fotokatalityczne powłok dwutlenku tytanu z dodatkiem żelaza i miedzi nanoszonych metodą RF PECVD*
16:15 – 16:40 dr Markus Kaestner *Mix & Match Field Emission Scanning Probe Lithography (FE-SPL) for beyond CMOS Device Fabrication*

Struktura chemiczna i właściwości fotokatalityczne powłok dwutlenku z dodatkiem żelaza i miedzi nanoszonych metodą RF PECVD

A. Sobczyk-Guzenda¹, S. Owczarek¹, D. Batory¹, W. Jakubowski¹,

H. Szymanowski¹

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono badania składu oraz struktury chemicznej, a także właściwości fotokatalitycznych powłok TiO_2 domieszkowanych żelazem oraz miedzią. Powłoki nanoszono metodą RF PECVD (Radio Frequency Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition). Jako prekursor tytanu użyto chlorek tytanu (IV). Jako związek wyjściowy dla domieszki żelaza wykorzystano pentakarbonyl żelaza, a dla domieszki miedzi wykorzystano bis(6,6,7,7,8,8,8-heptafluoro-2,2-dimetylo-3,5-octadienon) miedzi (II). Czynnikiem utleniającym był tlen. Zawartość żelaza w powłokach wynosiła do 5% at, a miedzi do 3,8% at.. Analiza składu elementarnego została wykonana techniką spektroskopii fotoelektronów XPS (X-ray photoelectron spectroscopy). Wykazała ona w powłokach oprócz tlenu i tytanu także obecność chloru w ilości do ok. 2% at oraz węgla w ilości ok. 20% at.. Zawartość tych dwóch pierwiastków nie zmieniała się wraz z rosnącą zawartością domieszek w powłokach. Potwierdziła ona także, że wprowadzane metale są związane chemicznie z matrycą TiO_2 . Badania składu fazowego wykonane techniką niskokątowej dyfrakcji rentgenowskiej (XRD - X-Ray Diffraction) dowiodły, że powłoka TiO_2 bez dodatku dodatkowego metalu wykazuje przewagę fazy amorficznej. Badanie potwierdziło obecność mało intensywnych refleksów pochodzących od anatazu i rutyli. Przy czym niewielki nawet dodatek obcej domieszki powoduje już wyraźną krystalizację powłok. Strukturę chemiczną przebadano za pomocą spektroskopii podczerwieni. Analiza ta potwierdziła obecność wiązań typowych dla TiO_2 oraz dodatkowo w widmie widoczne były połączenia tlen – wprowadzony metal. Właściwości takie jak współczynnik załamania światła, współczynnik ekstynkcji oraz grubość powłok wyznaczono za pomocą spektroskopowej elipsometrii zmiennokątowej (VASE). Wartości współczynnika załamania światła dla powłok z domieszką żelaza wahały się w granicach 2,1-2,3, a dla powłok z wprowadzoną domieszką miedzi wynosiły 2,3-2,6. Zachowanie powłok pod wpływem wzbudzenia ich światłem z zakresu UV i VIS zostało przebadane pod kątem ich bakteriobójczości (bakterie E. Coli) jak i zmian w fotozwilżalności polegających na pomiarze kąta zwilżania w trakcie naświetlania. Zarówno w pierwszym jak i w drugim przypadku efekt ten silnie zależał od rodzaju i stężenia wprowadzanych domieszek.

Mix & Match Field Emission Scanning Probe Lithography (FE-SPL) for beyond CMOS Device Fabrication

M. Kaestner¹, I. W. Rangelow¹

¹ *Department of Micro- and Nanoelectronic Systems (MNES), Institute of Micro and Nanoelectronics, Ilmenau University of Technology, Gustav-Kirchhoff-Str. 1, 98693 Ilmenau, Germany*

Contacts - Speaker: marcus.kaestner@tu-ilmenau.de ; Department: ivo.rangelow@tu-ilmenau.de

Streszczenie The ability of rapid manufacturing of features in the sub-10-nm regime in a reproducible manner has been identified as one of the most important steps to enable future nanoelectronic, NEMS, photonic, and bio-nanotechnology-based devices. In order to address that problem we are working on low energy electron exposure emitted from a scanning proximal probe tip [1, 2, 3, 4]. Here, the electron energy is close to lithographic relevant excitation and the electrons penetration volume is minimized. In consequence a much more spatially confined lithographic interaction is enabled. Based on the thermally actuated, piezoresistive cantilever technology we have developed a scanning probe lithography (SPL) platform able to image, inspect, align and pattern features down to single digit nano regime. Herein, we have demonstrated: (a) Closed loop lithography for generation of lithographic features in positive and negative tone; (b) Single digit (sub-10 nm) resolution and alignment capability; (c) Step-and-repeat, multi-step and multi-layer lithography; (d) Mix & Match Lithography capability for throughput enhancement; (e) Pattern transfer capability by using cryogenic plasma etching. Within the talk the applied technology chain from basics towards application in terms of beyond CMOS device fabrication will be discussed.

Keywords: Scanning Probe Lithography (SPL), Molecular Resist, Nanofabrication, Beyond CMOS Device Manufacturing

Acknowledgement

The research leading to these results has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme FP7/2007-2013 under Grant Agreement No. 318804 (Single Nanometer Manufacturing for beyond CMOS devices – acronym: SNM).

Literatura

1. M. Kaestner, M. Hofer, I. W. Rangelow, J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS 12, 031111 (2013).
2. M. Kaestner et al., J. Vac. Sci. Technol. B 32, 06F101 (2014).

3. M. Kaestner et al., J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS 14, 031202 (2015).
4. I. W. Rangelow et al., J. Vac. Sci. Technol. B 34, 06K202 (2016).

Sesja wykładowa I cd.

czwartek, 9 marca 2017

- 17:00 - 17:45** prof. dr hab. inż. Tadeusz Ossowski, Prof. dr hab. Bogdanowicz
Węglowe struktury sensoryczne – modyfikacja powierzchni materiałów węglowych dla potrzeb analityki i diagnostyki biochemicznej
- 17:45 - 18:10** prof. dr hab. Stanisław Mitura *Plazmowo modyfikowany nanodiament jako dodatek do elektroprzędzonych nanowłókien*
- 18:10 – 18:35** dr inż. Michał Pośpiech *Istota przepływu jonów w biodegradacji kardio-implantów*
- 18:35 - 19:00** mgr inż. Michał Marek Szczypiński *Wpływ defektów powierzchniowych drutu typu Kanthal na kształtowanie nanowarstwy Si osadzonej metodą PVD*

Węglowe struktury sensoryczne - modyfikacja powierzchni materiałów węglowych dla potrzeb analityki i diagnostyki biochemicznej

T. Ossowski¹, R. Bogdanowicz²

¹ *Department of Analytical Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Gdansk, 63 Wita Stwosza St., 80-952 Gdansk, Poland*

² *Faculty of Electronics, Telecommunications and Informatics, Gdańsk University of Technology, 11/12 Narutowicza St., 80-233 Gdansk, Poland*

Streszczenie

Tematem wykładu będzie synteza PA CVD (ang. Plasma Assisted Chemical Vapor Deposition) i badania właściwości cienkowarstwowych, półprzewodnikowych struktur węglowych do zastosowań elektro-optosensorycznych. Domieszko- wany borem diament (BDD, ang. Boron-Doped Diamond) czy nanościany wę- glowe (B:CNW, ang. Boron-Doped Carbon Nanowalls) są obecnie jednymi z naj- wydajniejszych materiałów półprzewodnikowych do zastosowań elektrochemicz- nych. Materiały te charakteryzują się, m.in. szerokim oknem potencjałów elektro- chemicznych, stabilnością chemiczną, niskim prądem tła oraz wysoką biokompaty- bilnością. Właściwości cienkowarstwowych struktur węglowych powodują, że jest to efektywny materiał do budowy nowej klasy sensorów opto-elektrochemicznych, funkcjonujących nawet w trudnych warunkach środowiskowych (zastosowania w biologii, medycynie, chemii, utylizacji odpadów niebezpiecznych), realizowanych w wolnej przestrzeni lub w konstrukcji światłowodowej.

Obecność na powierzchni materiałów węglowych aktywnych grup daje możli- wość przyłączania organicznych i nieorganicznych struktur w wyniku reakcji che- micznych lub oddziaływań fizycznych. Utworzone w ten sposób powierzchnie mają zdolność do tworzenia oddziaływań supramolekularnych mających istotne znacze- nie z punktu widzenia chemii, biochemii i medycyny. W szczególności dotyczy to detekcji oraz degradacji trudnych zanieczyszczeń wód powierzchniowych i grun- towych przez środki ochrony roślin, ścieki z zakładów farmaceutycznych a także budowy tzw. „smart sensors” – selektywnych sensorów śladowych ilości substancji niewykrywalnych dotychczas elektrochemicznie np.: białek, antybiotyków, surfak- tantów oraz barwników z wykorzystaniem innych materiałów.

Autorzy dziękują za wsparcie finansowe ze strony Centrum Nauki Narodowego Polskiego (NCN) w ramach Grantu nr 2014/14/M/ST5/00715 i 2014/14/E/ST7/00104 oraz funduszy DS Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki na Politech- nice Gdańskiej.

Literatura

1. R. Bogdanowicz, A. Fabiańska, L. Golunski, M. Sobaszek, M. Gnyba, J. Ryl, K. Darowicki, T. Ossowski, S. Janssens, K. Haenen, and others, *Diam. Relat. Mater.* 39, 82 (2013).
2. R. Bogdanowicz, M. Śmietana, M. Gnyba, J. Ryl, M. Gardas, and others, *Appl. Phys. A* 116, 1927 (2014).
3. R. Bogdanowicz, M. Sobaszek, J. Ryl, M. Gnyba, M. Ficek, Łukasz Gołuński, W.J. Bock, M. Śmietana, and K. Darowicki, *Diam. Relat. Mater.* 55, 52 (2015).

Plazmowo modyfikowany nanodiament jako dodatek do elektroprzędzonych nanowłókien

M. M. Szczypiński¹, P. Ceynowa², K. Mitura², T. Rydzikowski², M. Szczypiński²,
K. Reszka², S. Mitura²

¹ *Technická univerzita v Liberci, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec, Czechy*

² *Politechnika Koszalińska, Śniadeckich 2, 75-001 Koszalin, Polska*

Streszczenie

Przedmiotem badań była inkorporacja nanoproszków diamentowych (DPP) modyfikowanych w rotacyjnej komorze reaktora plazmo-chemicznego (MW PACVD) do nanowłókien polimerowych otrzymanych w procesie *electrospinningu*.

Ze względu na wysoką szkodliwość stosowania radioterapii w leczeniu raka piersi i związanych z tym uszkodzeniem tkanek serca, w celu zapobieżenia dalszym negatywnym zmianom w organizmie wykorzystuje się tzw. *terapię tkankową*. Ma ona na celu odbudowę chorego mięśnia sercowego poprzez wprowadzenie do organu komórek macierzystych. Jedną z możliwości dostarczenia tego typu komórek jest zastosowanie „*rusztowań*” (*scaffolds*) skonstruowanych z nanowłókien polimerowych, które przędzie się z wykorzystaniem technologii *electrospinning*. Cechują się one odpowiednią biogodnością oraz spełniają wszelkie wymagane właściwości tj. optymalna porowatość, biodegradowalność czy zdolność do przepuszczania produktów metabolicznych. Wprowadzenie modyfikowanych cząstek diamentowych do materiału „*rusztowania*” mogłoby polepszyć jego właściwości. Cząstki nanodiamentowe wytwarzane metodą detonacji wykazują aktywność biologiczną, która zależy od funkcjonalizacji powierzchni. Metoda MW PACVD pozwala na kontrolę zmiany powierzchni w testach biologicznych.

Ions flux essence in cardiac implants biodegradation process

M. Pośpiech¹, M. Pisarska-Krawczyk¹, R. Pytliński¹, M. Szczypiński²,
T. Kiczowskiak^{1,3}, S. Mitura^{1,2,3}

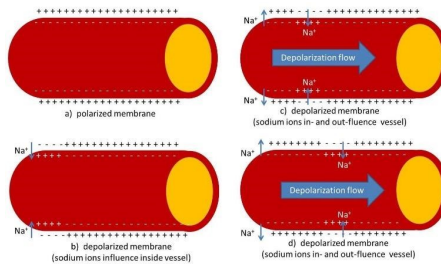
¹ The President Stanisław Wojciechowski State University of Applied Sciences in Kalisz Nowy Świat 4, 62-800 Kalisz, Poland

² Technická Univerzita v Liberci Studentska 2, 461 17 Liberec, Czech Republic

³ Koszalin University of Technology Śniadeckich 2, 75-453 Koszalin, Poland

Streszczenie

In the paper there is analyzed ions flux essence in cardio-implants biodegradation process which can be used in cardiac surgery technology. Human body vessels works like an electrical condenser. They have movable electro-magnetic potential



Rysunek 1 Vessel depolarization

(the same like with condenser).

There is a needed of translating biotic systems to mechanical models. Implants' bio-degradation in cardiovascular system is based on corrosion process.

The task of cardiovascular system is biotic processes supporting substances distribution and removing by-products of metabolic transformation, including polymers biodegradation residues from implemented cardiac implants. Therefore, blood should be described as a kind of biological ferromagnetic. The most numerous components of human blood are erythrocytes with hem molecule (with Fe²⁺). Lipid bilayer sheet is an erythrocyte membrane. As a result of water assimilation and lipid „rod” polarity in bilayer, erythrocytes have kind of susceptibility indicate by blood vessel movable potential.

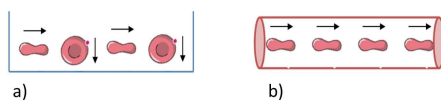
Erythrocyte orientation, the same like a deformation, have an effect on condition of blood electric conduction.

Comparing figure 3a) and 3b), we can conclude that erythrocytes are paramagnetic tissue.

Implants' bio-degradation in human cardiovascular system occurs in a pro-



Rysunek 2 Stent – visible polymer releasing antibiotic influenced by corrosion (source: http://www.elektro-oxigen.pl/nowa/stenty_zolciowe.php)



Rysunek 3 Erythrocyte magnetic moment place diagram: a) without external electro-magnetic field (outside of vessel) - paramagnetic; b) with external electro-magnetic field (inside vessel) – paramagnetic

cess, where erythrocytes having mass create electro-magnetic field. Implants' biodegradation products are absorbed by cardiovascular system. Therefore, there is the process of mass exchange between the subsystems: implant – cardiovascular system. In modeling this process the characteristics of electromagnetic field should be taken into account.

During the transport in blood vessels, which are kind of hydraulic cylinders (in terms of physics), erythrocytes take a position correct with direction of blood flow as a fluid (liquid). It is a result of para-magnetic property. Hydraulic line flow depends from blood vessels, it means: tunica mechanical property, vessels shape (without valve) and Reynolds number. As a result of mentioned factors, we can treat cardio vascular system as an electro-dynamic system. Blood vessels have mobile (bio)electric potential with value 50 mV, which transport blood cells with oriented spins.

All of aforesaid exist due to ions flux in cardiovascular system. It gives a way to prepare mathematical modeling of implants biodegradation processes using ions flux in human body.

Wpływ defektów powierzchniowych drutu typu Kanthal na kształtowanie nanowarstwy Si osadzonej metodą PVD.

M. Szczypiński¹, K. Reszka¹, M. M. Szczypiński²

¹ Politechnika Koszalińska, Śniadeckich 2, 75-001 Koszalin, Polska

² Technická univerzita v Liberci, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec, Czeska Republika

Streszczenie

Przedmiotem badania była struktura nanowarstwy Si osadzonej na powierzchni drutu ze stopu FeCrAl metodą rozpylania magnetronowego. Warstwę Si wybrano jako jedną z możliwości zastosowania ochrony powierzchni drutu przed nadmiernym zużyciem korozyjno-erozyjnym. W celu zwiększenia mocy dla podtrzymania wyładowania stałoprądowego magnetronu z katodą Si wykorzystano dodatkowo drugi magnetron, w którym katodą był krążek aluminiowy. Drut mocowano w uchwycie karuzelowym zapewniającym jego obrót względem magnetronu. Osadzone warstwy miały grubość ok. 150 nm. W wyniku badania powierzchni drutów, stwierdzono występowanie defektów w formie szczelin między ziarnowych i zagłębień oraz mocno zdeformowanych ziaren warstwy powierzchniowej. Badania wykonano na przekrojach próbek przygotowanych metodą trawienia zogniskowaną wiązką jonów galu (FIB). Do obserwacji wykorzystano technikę mikroskopii transmisyjnej umożliwiającą uzyskanie obrazów w polu jasnym (BF) i ciemnym (DF) oraz wysokiej rozdzielczości (HREM). Przeprowadzono również mikroanalizę składu wzdłuż linii w wybranych obszarach próbek, wykorzystując energetyczną spektroskopię dyspersyjną (EDS). Stwierdzono duży wpływ istniejących defektów powierzchniowych drutu na formowanie się warstwy Si oraz dużą jednorodność i stałą kierunkowość wzrostu w miejscach nieuszkodzonych. Badania przekrojów wykazały istnienie mechanizmu zasklepienia przez warstwę Si defektów, przy czym ukierunkowanie wzrostu ziaren w tych miejscach wykazuje tendencję wertykalnego ułożenia względem powierzchni defektów. Powstają w ten sposób zamknięte nanopory – przestrzenie nie wypełnione warstwą Si. Jest to charakterystyczne dla miejsc z defektami pokrytymi tlenkową warstwą nalotową utworzoną w sposób naturalny.

Sesja wykładowa II

piątek, 10 marca 2017

- 9:00 – 9:30** prof. dr hab. Jerzy Żuk *Spektroskopia optyczna nanokrystalitów związków półprzewodnikowych A3-B5 utworzonych w SiO₂/Si przy użyciu implantacji jonowej*
- 9:30 – 9:55** dr inż. Mariusz Sochacki *Charakteryzacja elektryczna izotypowej oraz anizotropowej fotodiody heterozłączowej ZnO/4H-SiC*
- 9:55 – 10:20** dr inż. Piotr Firek *Wytwarzanie i trawienie cienkich warstw dielektrycznych w technologii struktur ISFET*
- 10:20 – 10:45** dr hab. inż. Andrzej Sikora *Wykorzystanie technik precyzyjnego pozycjonowania próbek w badaniach AFM degradacji powierzchni polistyrenu poddanego działaniu UV*
- 10:45 – 11:10** mgr inż. Wojciech Kijaszek *Zastosowanie indukcyjnie sprzężonej plazmy wielkiej częstotliwości w procesie chemicznego osadzania warstw diamentopodobnych z fazy gazowej celem modyfikacji ich właściwości*

Spektroskopia optyczna nanokrystalitów związków półprzewodnikowych A₃-B₅ utworzonych w SiO₂/Si przy użyciu implantacji jonowej

P. Kopyciński¹, R. Pietruszka^{1,2}, S. Prucnal^{1,3},
K. Pyszniak¹, J. Żuk¹

¹ Instytut Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej,
pl. M. Curie Skłodowskiej 1, 20-031 Lublin

² Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa

³ Institute of Ion Beam Physics and Materials Research, Helmholtz-Zentrum
Dresden-Rossendorf, Germany

Streszczenie

Układy zawierające nanokrystality związków półprzewodnikowych A_{III}-B_V w matrycach na bazie krzemu mogą znaleźć zastosowanie w urządzeniach optoelektronicznych i elektronicznych, między innymi jako wydajne źródła światła, czy też pamięci nieulotne. Taka integracja półprzewodników A_{III} – B_V z wysoce rozwiniętą technologią krzemową jest bez wątpienia korzystna, gdyż Si jest podstawowym materiałem dla większości urządzeń mikroelektronicznych ogólnego zastosowania.

Tarcze SiO₂/Si zaimplantowano dużymi dawkami jonów: In⁺, Ga⁺, As⁺ a następnie naświetlono milisekundowym błyskiem lampy ksenonowej (technika FLA - Flash Lamp Annealing). W wyniku zastosowania powyższych procesów, w matrycach SiO₂/Si i Si uformowały się wytrącenia w postaci nanokrystalitów GaAs lub InAs.

Otrzymane próbki badano z użyciem metod optycznych. Spektroskopia mikro-Ramanowska wykorzystana została do potwierdzenia obecności w matrycy nanokrystalicznych związków GaAs i InAs, określenia ich jakości, orientacji oraz do oceny stopnia odbudowy uszkodzonej radiacyjnie struktury podłoża Si. W widmach Ramana, oprócz modów fononów optycznych podłużnych (LO) i poprzecznych (TO) zaobserwowano linie, które odpowiadają fononom powierzchniowym w sferycznych nanokrystalitach (mody Froelicha). Ich częstości obliczono dla obu zastosowanych matryc i porównano z wynikami eksperymentu. Temperaturowe pomiary widm fotoluminescencji (10-300 K) oraz przeprowadzone obliczenia na gruncie kwantowego efektu rozmiarowego pozwoliły na oszacowanie promieni nanokrystalitów.

Charakteryzacja elektryczna izotypowej oraz anizotypowej fotodiody heterozłączowej ZnO/4H-SiC

A. Taube¹, M. Sochacki¹, N. Kwietniewski¹, A. Werbowy¹, J. Szmidt¹,
S. Gierałowska², Ł. Wachnicki², M. Godlewski²

¹ Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska, Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

² Instytut Fizyki, Polska Akademia Nauk, Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Streszczenie

W pracy przeanalizowano i porównano parametry elektryczne izotypowych (n-ZnO/n-4HSiC) oraz anizotypowych (n-ZnO/p-4H-SiC) fotodiod heterozłączowych biorąc pod uwagę poziom domieszkowania półprzewodnikowych warstw tlenku cynku (ZnO). Heterozłącza ZnO/4H-SiC uzyskano w wyniku wytwarzania warstw ZnO metodą osadzania warstw atomowych ALD (*ang. Atomic Layer Deposition*) na monokrystalicznych podłożach węgla krzemu (4H-SiC). Porównanie uzyskanych parametrów elektrycznych zaprezentowano w tabeli. Odpowiedź fotoelektryczna wykonanych fotodiod została scharakteryzowana przy użyciu źródeł laserowych o długości fali $\lambda = 375$ nm oraz $\lambda = 488$ nm o gęstości mocy na poziomie 100 W/m^2 . Najwyższy stosunek wartości fotoprądu do wartości prądu ciemnego przekraczający 1×10^6 uzyskano w przypadku fotodiod izotypowych o domieszkowaniu $N_{\text{ZnO}} = 1019 \text{ cm}^{-3}$. Zastosowanie fotodiody izotypowej w wyraźny sposób ogranicza odpowiedź fotoelektryczną detektora w zakresie widzialnym dla promieniowania o długości fali $\lambda = 488$ nm. Analiza literaturowa potwierdza, że przyczyną podwyższonej czułości w pasmie widzialnym jest rekombinacja pary donor – akceptor (*ang. DAP – Donor – Acceptor Pair Recombination*) w podłożu 4H-SiC o domieszkowaniu typu p. Pomiar czasu odpowiedzi fotodetektora daje podobne wyniki w przypadku analizy fotodiody izotypowej oraz anizotypowej. Czasy narastania oraz opadania sygnału zmierzone przy modulacji promieniowania laserowego o długości fali $\lambda = 375$ nm z częstotliwością $f = 50$ Hz są w przybliżeniu równe i wynoszą $t_r \simeq t_f = 500 \text{ ns}$. Uzyskane w ten sposób wyniki potwierdzają, że zjawiska absorpcji promieniowania UV zachodzą przede wszystkim w warstwie ZnO, ponieważ zmiana typu przewodnictwa podłoża 4H-SiC nie ma praktycznie wpływu na szybkość odpowiedzi fotodiody. Dalsze prace będą kontynuowane w kierunku modyfikacji właściwości warstwy ZnO i w efekcie parametrów elektrycznych warstwy ZnO w celu kontroli krawędzi absorpcji promieniowania oraz zwiększenia dynamiki odpowiedzi fotodiody.

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu no. UMO-2012/06/A/ST7/00398 „Nanostruktury tlenkowe do zastosowań w elektronice, optoelektronice i fotowoltaice”.

Tablica 1 Średnie wartości parametrów elektrycznych diod heterozłączowych ZnO/4H-SiC

	Złącza izotypowe		Złącza anizotypowe	
	10^{19}	10^{20}	10^{19}	10^{20}
$N_{\text{ZnO}} (\text{cm}^{-3})$	10^{19}	10^{20}	10^{19}	10^{20}
<i>eta</i>	1,2	1,13	1,52	1,36
$I_S (\text{A})$	$2,15 \times 10^{-20}$	$2,26 \times 10^{-18}$	$2,8 \times 10^{-22}$	$6,4 \times 10^{-24}$
$R_S (\text{Omega})$	7,09	5,3	79,8	66
$\text{Phi}_{\text{bi}} (\text{V})$	1,42	1,13	1,87	1,78
$N_{\text{SiC}} (\text{cm}^{-3})$	2×10^{16}	9×10^{15}	$5,99 \times 10^{16}$	$5,55 \times 10^{16}$

Wytwarzanie i trawienie cienkich warstw dielektrycznych w technologii struktur ISFET

P. Firek^{1,*}, M. Waśkiewicz¹, B. Stonio¹, A. Veklych¹, J. Szmidt¹

¹ Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

* p.firek@elka.pw.edu.pl

Streszczenie

Aby wytworzyć strukturę tranzystora MIS (metal-izolator-półprzewodnik) konieczne jest opanowanie technologii związanych z obszarem bramkowym takiego przyrządu. W przypadku struktur jonoczułych typu ISFET (Ion Sensitive Field Effect Transistor) jest to temat jeszcze bardziej istotny ze względu na różne często niestandardowe materiały stosowane w obszarze czułym - bramkowym. Powoduje to, że w przypadku odejścia od klasycznego SiO₂ lub działań w oparciu o wielowarstwową konstrukcję dielektryka bramkowego, konieczne jest przygotowanie procesu osadzania warstwy o jak najbardziej korzystnych parametrach z punktu widzenia tego typu aplikacji. Co więcej, w dalszej kolejności należy przygotować proces selektywnego usuwania materiału, uzupełniając proces technologiczny przyrządu.

W pracy zaprezentowano technologię otrzymywania różnych dielektryków, sposoby ich selektywnego trawienia, technologię wytwarzania struktur jonoczułych ISFET wykorzystującą wcześniej opanowane procesy. Przedstawiono też przykładowe rezultaty ich zastosowań.

Wykorzystanie technik precyzyjnego pozycjonowania próbek w badaniach AFM degradacji powierzchni polistyrenu poddanego działaniu UV

M. Moczala¹, B. Boharewicz¹, A. Sikora¹

¹ Instytut Elektrotechniki Oddział Technologii i Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego we Wrocławiu, ul. M. Skłodowskiej-Curie 55/61, 50-369 Wrocław
* sikora@iel.wroc.pl

Streszczenie

Mikroskopia sił atomowych (AFM) jest narzędziem, którego przydatność w badaniach zmian morfologicznych powierzchni różnych materiałów pod wpływem czynników środowiskowych została wykazana w wielu pracach [1, 2, 3, 4, 5]. Jednak ze względu na często występującą w nanoskali niejednorodność badanych próbek, wyniki tych obserwacji wymagają uwzględnienia niepewności pomiarowej niekiedy znacznie większej niż obserwowane efekty degradacji. W niniejszej pracy zaprezentowane zostaną wyniki badań zmian morfologicznych serii próbek polistyrenu poddanego cyklicznemu narażeniu na działanie promieniowania UV, gdzie dzięki zastosowaniu precyzyjnego pozycjonowania obszaru skanowania, możliwe było znaczne zwiększenie czułości detekcji procesów degradacyjnych [6, 7]. Ponadto, wykonywanie cyklicznych pomiarów w poszczególnych obszarach próbki, pozwala na uzyskanie cennych informacji na temat jednorodności powierzchni badanego materiału w świetle dynamiki zmian wybranych parametrów chropowatości.

Literatura

1. Bussiere P.-O, Desnoux E, Collin S, Vial C, Therias S, Gardette J.-L, 2015, Is Carbonyl Index a quantitative probe to monitor polypropylene photodegradation?, Polym. Degrad. Stab., 128, 200–208
2. Wang H, Xie H, Hu Z, Wu D, Chen P, 2012, The influence of UV radiation and moisture on the mechanical properties and micro-structure of single Kevlar fibre using optical methods, Polym. Degrad. Stab. 97, 1755–1761
3. Sikora A, Grabarek A, Moroń L, Wałęcki M, Kryla P, 2016, The investigation of the light radiation caused polyethylene based materials deterioration by means of atomic force microscopy, IOP Conference Series, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 113, 012016
4. Sikora A, Bednarz L, Fałat T, Wałęcki M, Adamowska M, The investigation of the simulated solar radiation impact on the micro- and nanoscale morphology and mechanical properties of the sheet moulded composite surface, Materials Science Poland, 2083-134X
5. Lochyński P, Sikora A, Szczygieł B, 2016, Surface morphology and passive film composition after pickling and electropolishing, Surf. Eng. DOI: 10.1080/02670844.2016.1238189
6. Sikora A, 2013, Development and utilization of the nanomarkers for precise AFM tip positioning in the investigation of the surface morphology change, Optica Applicata, 43(1) 163-171
7. Sikora A, 2014, Improvement of the scanning area positioning repeatability using nanomarkers developed with a nanoscratching method, Measurement Science and Technology 25, 055401

Zastosowanie indukcyjnie sprzężonej plazmy wielkiej częstotliwości w procesie chemicznego osadzania warstw diamentopodobnych z fazy gazowej celem modyfikacji ich właściwości

W. Kijaszek¹, W. Oleszkiewicz¹, Z. Znamirowski¹

¹ Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11/17, 50-372 Wrocław, Polska

Streszczenie

Warstwy diamentopodobne (ang. *Diamond-like Carbon* – DLC) są amorficznymi warstwami węglowymi, które charakteryzują się zróżnicowanym stopniem udziału frakcji wiązań hybrydyzacji sp^3 w stosunku do frakcji wiązań hybrydyzacji sp^2 . W zależności od struktury wiązań oraz stopnia uwodornienia warstwy DLC charakteryzują się zróżnicowanymi właściwościami, porównywalnymi z właściwościami diamentu bądź grafitu.

Warstwy DLC, charakteryzując się unikatowymi właściwościami elektrycznymi, optycznymi, chemicznymi, trybologicznymi, biologicznymi oraz mechanicznymi, są interesującym materiałem, stosowanym m.in. w strukturach mikro- i nanoelektronicznych, przyrządach optycznych, narzędziach medycznych oraz systemach mikro-elektromechanicznych [1, 2, 3].

Podczas wystąpienia omówiona zostanie systematyka, właściwości oraz wybrane metody otrzymywania warstw DLC, zajmujących istotne miejsce w rodzinie materiałów węglowych. Przedstawione zostaną wybrane wyniki prac badawczych, związanych z charakteryzacją właściwości optycznych i emisyjnych warstw DLC, otrzymywanych metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej w obecności indukcyjnie sprzężonej plazmy wyładowania jarzeniowego wielkiej częstotliwości (ang. *Radio Frequency Inductively Coupled Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition* – RF ICP PECVD) w Wydziałowym Zakładzie Mikroelektroniki i Nanotechnologii Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej [4, 5].

Słowa kluczowe: warstwy diamentopodobne, RF ICP PECVD, spektroskopia rozpraszania Ramana, emisja polowa, elipsometria spektroskopowa

Pracę współfinansowano przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego grant nr POIG.01.01.02-00-008/08-05 oraz działalności statutowej Politechniki Wrocławskiej.

Literatura

1. J. Robertson, Diamond-like amorphous carbon, *Materials Science and Engineering* 37 (2002), pp. 129-281,
2. K. Bewilogua, D. Hofmann, History of diamond-like carbon films – From first experiments to worldwide applications, *Surface & Coatings Technology* 242 (2014), pp. 214-225,
3. P. O. Treutler, Industrial use of plasma-deposited coatings for components of automotive fuel injection systems, *Surface & Coatings Technology* 200 (2005), pp. 1969-1975,
4. W. Oleszkiewicz i inni, Influence of RF ICP PECVD process parameters of diamond-like carbon films on DC bias and optical emission spectra, *Optica Applicata*, vol. 43, nr 1 (2013), pp. 109-115,

5. W. Kijaszek, W. Oleszkiewicz, Optimization of radio frequency inductively coupled plasma enhanced chemical vapour deposition process of diamond-like carbon films, *Optica Applicata*, vol. 46, nr 2 (2016), pp. 167-172.

Szkolenie w zakresie nanoIP / I: Szkoła spektroskopii impedancyjnej

piątek, 10 marca 2017

- 11:30 – 12:00** dr inż. Tomasz Piasecki *Introduction to the impedance spectroscopy*
- 12:00 – 12:30** mgr inż. Paulina Szymanowska *Investigation of biochemical and biological structures using impedance spectroscopy.*
- 12:30 – 13:00** mgr inż. Krzysztof Kwoka *Application of the impedance spectroscopy in vibrating micro- and nanostructures diagnostics.*

Wprowadzenie do spektroskopii impedancyjnej

T. Piasecki¹

¹ Zakład Nanometrologii, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika
Wrocławska, ul. Janiszewskiego 11-17, 50-372 Wrocław

* tomasz.piasecki@pwr.edu.pl

Streszczenie Wystąpienie stanowi wprowadzenie do cyklu prezentacji odbywających się w ramach Szkoły Spektroskopii Impedancyjnej. Przedstawione są podstawy teoretyczne przeprowadzenia pomiaru i analizy wyników pomiarów w spektroskopii impedancyjnej. Zademonstrowane są przykłady urządzeń i osprzętu pomocniczego wykorzystywanego do wykonywania pomiarów w tej metodzie pomiarowej, zarówno komercyjne jak i konstruowane w Zakładzie Nanometrologii Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej.

Przedstawione są również przykłady zastosowania metody pomiarowej w:

- analizie właściwości elektrycznych materiałów i elementów elektronicznych,
- określaniu właściwości drgających elementów piezoelektrycznych,
- monitorowaniu stanu hodowli biofilmów bakteryjnego.

Szkolenie w zakresie nanoIP / II Szkoła pomiarów powierzchni SPM

piątek, 10 marca 2017

- 14:00 – 14:30** mgr inż. Krzysztof Gajewski, mgr inż. Michał Babij *Zastosowanie mikroskopii STM/AFM w badaniach nanostruktur mechanicznych*
- 14:30 – 15:00** mgr inż. Maciej Rudek *Pomiary termiczne w nanoskali za pomocą skaningowej mikroskopii termicznej*
- 15:00 – 15:30** mgr inż. Michał Świątkowski *Współczesne kierunki rozwoju mikroskopii sił atomowych*
- 15:30 - 16:00** dr inż. Grzegorz Józwiak *Rola i znaczenie reprezentacji obrazu w mikroskopii bliskich oddziaływań*

Pomiary termiczne w nanoskali za pomocą skaningowej mikroskopii termicznej

M. Rudek^{1,*}, W. Majstrzyk¹, P. Kunicki¹, A. Sierakowski², P. Janus², T. Gotszalk²

¹ Politechnika Wroclawska, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, ul. Janiszewskiego 11/17, 50-372 Wrocław, Polska

² Instytut Technologii Elektronowej, al. Lotników 32/46, 00-001 Warszawa, Polska

* maciej.rudek@pwr.wroc.pl

Streszczenie

W ostatniej dekadzie nowy trend w mikro- i nanoelektronice jest widocznie zauważalny. Wielkość planarna bramki tranzystora zmniejsza się dochodząc do limitów fizycznych ograniczonych przez materię samego krzemu [1]. Problemy te są zauważalne coraz częściej w popularnej technologii wytwarzania układów scalonych CMOS [2]. Są nimi w głównej mierze szybkość przełączania tranzystorów oraz ciepło generowane w nanoukładach. Warty zaznaczenia jest fakt iż wraz ze zmianą wymiarów danego układu następuje również zmiana właściwości materiału z którego jest wykonany. Najczęściej zwiększa się rezystancja elektryczna oraz termiczna. Z tego powodu należy wykorzystać szereg technik umożliwiających wyznaczenie właściwości mechanicznych, elektrycznych lub/i termicznych w tak małej skali. Z wielu technik umożliwiających charakteryzację danej struktury wydaje się, że tylko mikroskopia sił atomowych (AFM) daje zadowalającą rozdzielczość przestrzenną pomiaru oraz obserwację wielu zjawisk w fizycznych równocześnie.

W pracy chcemy zawrzeć wyniki badań przeprowadzonych z wykorzystaniem mikroskopów sił atomowych w trybie skaningowej mikroskopii termicznej (S_{Th}M). Dzięki wysokiej czułości termicznej i rozdzielczości przestrzennej w połączeniu z dokładnym odwzorowaniem topografii skanowanej powierzchni. Możliwe jest wykorzystanie jej w pomiarach układów aktywnych jak i pasywnych. W badaniach został wykorzystany niecodzienny układ mikrobekki krzemowej z piezorezystywnym detektorem ugięcia umiejscowionym u jej nasady oraz czteropunktowym pomiarem zmian rezystancji cienkowarstwowej warstwy platyny na ostrzu pomiarowym [3]. Samo ostrze może zostać zmodyfikowane z wykorzystaniem zogniskowanej wiązki jonów (FIB) umożliwiając dowolne formowanie końcówki ostrza pomiarowego, przez jej selektywne trawienie. Układ termorezystancyjnego czujnika pomaga w dokładnej kontroli zmian temperatury na ostrzu pomiarowym co jest niemożliwe lub utrudnione dla układów z termozłączem. Wykorzystanie piezorezystywnego detektora ugięcia wymagało zastosowanie całkowicie nowego podejścia do wykonywania pomiarów topografii. Dlatego zaproponowano ideę wykorzystania trybu modulowanej siły nacisku która jest niespotykaną dotąd metodą umożliwiającą wykonywanie pomiarów z siłami poniżej 10 nN jednostronnie zamocowanymi belkami krzemowymi o sztywności powyżej 70 N/m. Dzięki temu efekt modyfikowania skanowanej powierzchni podczas pomiaru nie jest obserwowany. Co w opinii autorów jest niespotykane i warte szerszego opisanie.

Słowa kluczowe: AFM, S_{Th}M, scanning thermal microscopy, pomiary termiczne,

Literatura

1. B. Y. M. M. Waldrop, O. F. M. S. Law, and M. Interesting, "More Than Will Soon Abandon Its Pursuit," *Nature*, vol. 530, p. 145, 2016.
2. R. C. Joy and E. S. Schlig, "Thermal properties of very fast transistors," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 17, no. 8, 1970.

3. G. Wielgoszewski, P. Sulecki, T. Gotszalk, P. Janus, D. Szmigiel, P. Grabiec, E. Zschech, Microfabricated resistive high-sensitivity nanoprobe for scanning thermal microscopy, *Journal of Vacuum Science and Technology B* 28 (2010) C6N7-C6N11.

Sterownik temperatury dla układów typu MEMS

K. Gajewski¹, M. Babij¹

¹ Zakład Nanometrologii, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11-17, 50-372 Wrocław

Streszczenie

Skaningowy mikroskop tunelowy (ang. *Scanning Tunneling Microscope*, STM) wynaleziony przez G. Binniga i in. w 1982 roku aż do dziś jest jednym z najważniejszych przyrządów służących do badania powierzchni. Pozwala on na poznanie struktury materiałów z atomową rozdzielczością. Wykorzystanie w swym działaniu zjawiska tunelowego, powoduje, że mikroskop STM jest urządzeniem bardzo czułym na niewielkie zmiany odległości ostrza pomiarowego od badanej powierzchni. Dzięki temu istnieje możliwość zastosowania mikroskopu STM jako "wibrometr" w nanoskali.

W poniższej pracy przedstawiono zasadę działania mikroskopu STM ze szczególnym uwzględnieniem trybów pokrewnych, takich jak skaningowa potencjometria tunelowa czy też pomiar pracy wyjścia. Pokazana również zostanie koncepcja zastosowania mikroskopu STM jako wibrometr służący do badania struktur nanoelektromechanicznych. Przedstawiony zostanie również szereg wyników badań własnych, jak i najnowszych doniesień literaturowych.

The role and the meaning of image representation

G. Józwiak¹

¹ *Nanometrology Group, Faculty of Microsystems Electronics and Photonics, Wrocław University of Science and Technology*

Streszczenie Signal representation is a very important factor for image processing and image analysis. It strongly affects accessibility of information the experimenter wants to reveal. In the presentation the definition of signal representation will be introduced. Different ways of signal representation will be discussed. The representations useful in image processing will be shown and the problem of locality in space and wave spectrum will be explained.

Next, the Fourier bases for 1D and 2D signals will be introduced and discussed. The relation between Bravais lattices and their Fourier spectra will be explained. The special case of graphene 2D crystal will be also discussed.

At the end, some successful applications of Fourier basis to analysis of atomic force microscopy images of surfaces of GaN substrates and A-SThM images of memory chips will be shown.

Sesja posterowa

piątek, 10 marca 2017

16:30

- P1 dr inż. Przemysław Ceynowa *Diamond sensor for special applications in breath control*
- P2 dr inż. Przemysław Ceynowa *Development of 3D scaffolds with carbon allotropes for tissue engineering*
- P3 Łukasz Czykiel *Układ służący do detekcji szumów niskoczęstotliwościowych dla dźwigni piezorezystywnych – Noise Detector*
- P4 Marián Ďurák *Fiber reinforced composites with concrete or geopolymer matrix*
- P5 inż. Martyna Durko *Nanoscratching AFM w obserwacji procesu rekonstrukcji warstwy pasywacyjnej stali nierdzewnej*
- P6 inż. Mateusz Gramala *Układ pomiarowy dla systemu dźwigni Lab4MEMS2*
- P7 inż. Maciej Jakubiak *Pomiary szumów niskoczęstotliwościowych laserów półprzewodnikowych*
- P8 inż. Piotr Kula, inż. Cezary Wawrzyniak *Moduły liniowych i logarytmicznych przetworników I/U stosowanych w mikroskopii SPM*
- P9 inż. Michał Lachawiec *Sterownik temperatury dla układów typu MEMS*
- P10 mgr inż. Anna Laska *Cementy kostne i ich modyfikacje (poprawiające właściwości biologiczne) wykorzystywane w alloplastyce i leczeniu złamań kręgosłupa*
- P11 Si Ngo-Quang *Differential High Resolution Voltage Source used for the scanning tunneling microscopy*
- P12 mgr inż. Katarzyna Oleško *Cienkie powłoki $Si_xN_y:C$ uzyskane z heksametylodisilazanu za pomocą metody RF PECVD do zastosowań optycznych*
- P13 mgr inż. Bartosz Pązik *Wpływ obróbki cieplno-chemicznej stopów tytanu Ti6Al4V i Ti6Al7Nb na strukturę i właściwości tribologiczne*
- P14 mgr inż. Karolina Orłowska *Metrologia oddziaływań optomechanicznych z układami mikroelektromechanicznymi MEMS*

- P15 prof. nzw. dr hab. inż. Witold Posadowski *Wpływ parametrów procesu magne-
tronowego, impulsowego rozpylania na właściwości warstw niklu otrzymany-
nych w atmosferze Ar+O₂*
- P16 dr Krzysztof Pysznik *Modelowanie procesu jonizacji w źródle jonów z gorącą
węglką o kształcie stożka*
- P17 inż. Adrian Radoń *Antykorozyjne i antybakteryjne właściwości powłok nano-
szonych metodą elektroforetyczną oraz powłok kompozytowych zawierających
tlenek grafenu i zredukowany tlenek grafenu*
- P18 dr inż. Andrzej Sikora *Wykorzystanie plazmy argonowej w trawieniu kryszta-
łów węglanu wapnia na potrzeby badań AFM*
- P19 mgr inż. Bartłomiej Stonio *Trawienie warstw SiO₂ oraz Si przy wykorzystaniu
techniki suchego trawienia wspomaganego plazmą BCl₃*
- P20 mgr inż. Bartłomiej Stonio *Wytwarzanie pojedynczych warstw siarczku molib-
denu MoS₂ metodą CVD*
- P21 mgr inż. Lidia Świątek *Wytwarzanie powłok węglowych domieszkowanych
krzemem i srebrem modyfikowaną metodą RF PACVD z wykorzystaniem układu
dwóch niezależnych elektrod RF.*
- P22 dr Artur Wiatrowski *High power impulse magnetron sputtering of Sn / In₂O₃
composite target*
- P23 Marta Zaborowska *Wytwarzanie, morfologia i własności optyczne cienkich
warstw ZnO i ich zastosowanie w barwnikowych ogniwach słonecznych*
- P24 prof. dr hab. inż. Krzysztof Zdunek *Wytwarzanie powłok na włóknach tkaniny
przy zastosowaniu magnetronu z uziemioną katodą*
- P25 dr inż. Bousław Ziębowicz *Mikroskopia sił atomowych jako narzędzie do oceny
jakości warstw ZrO₂ nałożonych metodą ALD na powierzchnię tytanu wykorzy-
stywanego w stomatologii*
- P26 dr inż. Bousław Ziębowicz *Badanie powłok na materiałach stomatologicznych
przy użyciu mikroskopii sił atomowych*

Diamond sensor for special applications in breath control

P. Ceynowa^{1,2}, A. Balcer¹, M. Sobaszek³, R. Bogdanowicz³, W. Zinka¹, S. Mitura¹

¹ Koszalin University of Technology, Sniadeckich 2, 75-453 Koszalin, Poland

² Technical University of Liberec, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1, Czech Republic

³ Gdansk University of Technology, Faculty of Electronics, Telecommunications and Informatics, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdansk Wrzeszcz, Poland

Streszczenie

In this study, diamond electrode was used for the electro-analytical determination of the detection simulated human breath samples. A sensor fabricated from the CVD deposition of diamond nanoparticles onto a monocrystalline silicon sample. Impedance analysis showed that exposure to gas could be measured, which changes in resistance dominate due to the deprotonation of the diamond film. Sensors required minimal calibration and demonstrated excellent intra-electrode. Gases typically present in breath did not interfere with the sensor. Temperature and humidity were shown to have characteristic impedimetric and temporal effects on the sensor that could be distinguished from the response. While impedance responses could be detected from a single simulated breath.

Literatura

1. Abdulkadir Levent*, Electrochemical determination of melatonin hormone using a boron-doped diamond electrode, *Diamond and Related Materials*, Volume 21, January 2012, Pages 114–119, doi:10.1016/j.diamond.2011.10.018
2. Russel J. Reiter, Dun-xian Tan, Lucien C. Manchester, Wenbo Qi, Biochemical reactivity of melatonin with reactive oxygen and nitrogen species, *Cell Biochemistry and Biophysics*, 1-Apr-2001, Volume 34, Issue 2, pp 237-256

Development of 3D scaffolds with carbon allotropes for tissue engineering

P. Ceynowa^{1,3}, T. Rydzkowski², K. Reszka², M. M. Szczypiński^{3,4}, M. Szczypiński³, S. Mitura^{1,3}

¹ *Department of Biomedical Engineering, Koszalin University of Technology, 75-435 Koszalin, Poland*

² *Koszalin University of Technology, 75-435 Koszalin, Poland*

³ *Technical University of Liberec, 461 17 Liberec 1, Czech Republic*

⁴ *Warsaw University of Technology, 00-661 Warsaw, Poland*

Streszczenie

Three-dimensional printing is a rapid prototyping technique that can create complex 3D structures by inkjet printing of a polymers with nanodiamonds onto biomaterials for tissue engineering scaffolds. Nanoparticles of carbon allotropes are finding much wider application in whole range of materials engineering, also in specific medical applications. The studies show that their impact on human body isn't inert. There are positive and negative aspects. A small addition of carbon nanoparticles (CNP) could design - create the appropriate properties and allows the wide types of material surface functionalization. Variety allotropic forms may be useful in chemistry and medicine as carriers for nano- and pico-scale compounds.

Układ służący do detekcji szumów niskoczęstotliwościowych dla dźwigni piezorezystywnych – Noise Detector

Ł. Czykiel¹, M. Gramala¹, M. Jakubiak¹, T. Gotszalk¹

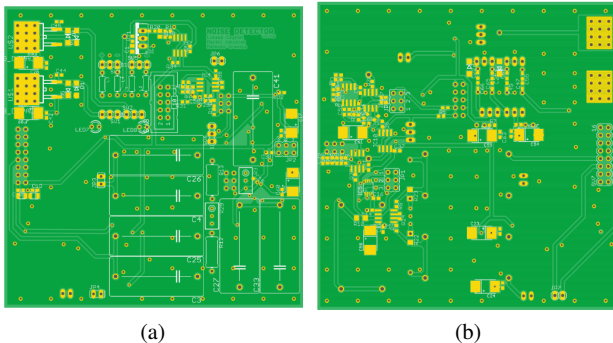
¹ Zakład Nanometrologii, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11-17, 50-372 Wrocław

Streszczenie

Zakłócenia są nieodłączną częścią wszelkich pomiarów. W przypadku mikrodźwigni z piezorezystywnym detektorem ugięcia, szумы generowane w strukturze mostka mają wpływ na rozdzielczość pomiaru ugięcia, czy siły dźwigni. Podczas pracy dźwigni w trybie statycznym, występują tak zwane szумы niskoczęstotliwościowe 1/f, które są trudne do wyeliminowania. Wiemy, że w każdym rezystorze, którego temperatura jest wyższa od zera bezwzględnego występuje nieuporządkowany ruch elektronów swobodnych, co powoduje, że pojawia się niezerowe napięcie skuteczne na zaciskach. Co więcej, wiemy, że wraz ze wzrostem temperatury, elektrony swobodne posiadają coraz większą energię, w wyniku czego napięcie skuteczne również rośnie. Poza szumem pochodzącym od mostka piezorezystywnego, szумы są również generowane przez sam układ elektroniczny przedwzmacniacza. Dlatego niezmiernie ważne jest projektowanie małoszumowych układów pomiarowych ze ścisłym uwzględnieniem parametrów elementów składowych takich jak: elementy bierne, wzmacniacze operacyjne, czy zasilacze. Kolejne źródła szumów niskoczęstotliwościowych nie są związane bezpośrednio z układem elektronicznym, a z jego otoczeniem. Przykładem źródła takich zakłóceń są drgania budynku, czy niestabilna temperatura w pomieszczeniu. Detekcja parametrów szumowych jest zatem niezmiernie ważna i pozwala na prawidłową interpretację pomiarów sygnałów.

Prezentowany układ pozwoli na detekcję szumów nisko częstotliwościowych oraz pomiarów temperatury wewnątrz obudowy. Da to możliwość na określanie wpływu temperatury na całkowity pomiar.

Układ ten jest konstrukcją dwumodułową. Pierwszym modułem jest zamknięty w obudowie



układ do detekcji szumów niskoczęstotliwościowych wraz z polimerową podporą, służącą podtrzy-

mywaniu mikroźwigni. Użyty układ do detekcji szumów niskoczęstotliwościowych dla mikroźwigni jest adaptacją układu Optical Noise Detection. Drugim modulem jest układ przedwzmacniacza wraz z badaną mikroźwignią. Moduły te są montowane względem siebie w sposób rozłączny. Oba układy zostały zaprojektowane w sposób minimalizujący wpływ szumów elementów.

Fiber reinforced composites with concrete or geopolymer matrix

M. Ďurák¹, A. Piaskowska¹, T. Wijata¹, P. Louda¹

¹ *Technical University of Liberec, Centre of Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovations, Department of the Preparation and Analysis of Nanostructures, Liberec, Czech Republic*

Streszczenie

The alkali activated aluminosilicate material with general formula $M_2O \cdot mAl_2O_3 \cdot SiO_2$ is known under term geopolymer. This material can in some ways compete with traditional Portland cement based concrete in the field of civil engineering. Main reason behind this competition is high thermal stability of the geopolymer in comparison with Portland based concrete. We can produce composite material with high-strength fibers to further enhance mechanical properties of both materials. Reasoning behind developing these composites is high chance of synergistic effect occurring in such systems.

This paper deals with the evaluation and the comparison of mechanical properties of geopolymer and Portland cement based material. Further possibilities of basalt or carbon based fillers were examined. Composites of both mentioned matrix materials and both examined types of fillers were evaluated with mechanical properties of composites seen as the main criteria.

Nanoscratching AFM w obserwacji procesu rekonstrukcji warstwy pasywacyjnej stali nierdzewnej

M. Błaszczyk¹, M. Durko¹, Z. Iwanicka¹, P. Lochyński², A. Sikora^{3,*}

¹ Stowarzyszenie Aktywnych Studentów, Koło SEP nr 1 we Wrocławiu, ul. M. Skłodowskiej-Curie 55/61, 50-369 Wrocław

² Wydział Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu ul. Grunwaldzka 55, 50-357 Wrocław

³ Instytut Elektrotechniki Oddział Technologii i Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego we Wrocławiu, ul. M. Skłodowskiej-Curie 55/61, 50-369 Wrocław

* sikora@iel.wroc.pl

Streszczenie

Ciągły rozwój technologii stali nierdzewnej wymuszony wzrostem wymagań co do parametrów eksploatacyjnych różnych jej stopów, jest motywacją do realizacji badań umożliwiających zrozumienie złożoności procesów elektrochemicznych na powierzchni materiału podczas poszczególnych procesów technologicznych oraz w trakcie eksploatacji gotowych elementów [1, 2].

W niniejszej pracy zaprezentowane zostanie wykorzystanie mikroskopii sił atomowych (AFM) jako narzędzia do obserwacji procesów rekonstrukcji warstw pasywacyjnych na powierzchni stali nierdzewnej, poddanej uprzednio elektropolerowaniu. W tym celu zastosowano technikę tzw. nanoscratchingu [3, 4], w której za pomocą diamentowego ostrza skanującego wykonuje się na powierzchni badanego materiału zarysowania naruszające ciągłość warstwy pasywacyjnej, a następnie wykorzystując ciągłe obrazowanie obszaru zarysowania w trybie dynamicznym AFM, dokonuje się oceny dynamiki procesu rekonstrukcji tejże warstwy. Badania tego typu mogą być wykorzystane w celu oceny wpływu poszczególnych czynników na samoistną odbudowę warstwy pasywacyjnej, jak również ewentualną podatność materiału na przebieg procesów korozyjnych inicjowanych wskutek uszkodzeń mechanicznych, jakie powstają podczas pracy danego materiału. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że badane zjawiska charakteryzują się specyficzną dynamiką, gdzie największe zmiany obserwuje się na początku badania.

Literatura

1. Lochyński P, Kowalski M, Szczygieł B, Kuczewski K, 2016, Improvement of the stainless steel electropolishing process by organic additives, Polish J. Chem. Technol. 18, 76–81
2. Lochyński P, Sikora A, Szczygieł B, 2016, Surface morphology and passive film composition after pickling and electropolishing, Surf. Eng. DOI: 10.1080/02670844.2016.1238189
3. Sikora A, 2013, Development and utilization of the nanomarkers for precise AFM tip positioning in the investigation of the surface morphology change, Optica Applicata, 43(1) 163-171
4. Sikora A, 2014, Improvement of the scanning area positioning repeatability using nanomarkers developed with a nanoscratching method, Measurement Science and Technology 25, 055401

Pomiary szumów niskoczęstotliwościowych laserów półprzewodnikowych

M. Gramala¹, M. Babij¹, W. Majstrzyk¹, M. Rudek¹, K. Gajewski¹, P. Kunicki¹, T. Gotszalk¹

¹ Zakład Nanometrologii, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11-17, 50-372 Wrocław

Streszczenie

Zasada działania mikrodźwigni Lab4MEMS2 opiera się o zjawisko piezorezystywne. Zaprojektowane układy dają możliwość pomiaru oraz przetwarzania zmierzzonego sygnału.

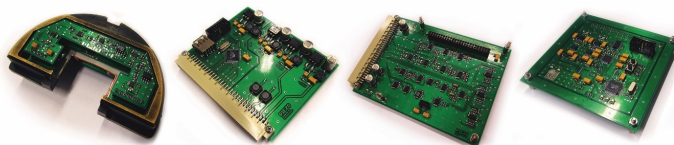
Opracowane konstrukcje pozwalają na akwizycję sygnału pojedynczej i poczwórnej dźwigni piezorezystywnej. Prezentowane układy mogą znaleźć zastosowanie w mikroskopii bliskich oddziaływań realizowanej z dźwigniami piezorezystywnymi, a także w diagnostyce biochemicznej

Wykonane obwody drukowane pozwalają na zastosowanie dźwigni na badaniach przewodzonych w trybie statycznym i zmiennoprądowym. W trybie statycznym możliwa jest kompensacja wstępnego napięcia niezrównoważenia mostka piezorezystywnego. Kompensacja ta prowadzona jest w układzie mikrokontrolera co zapewnia jej precyzję oraz elastyczność.

Zasilanie piezorezystorów może być swobodnie ustalane, co zapewnia uzyskanie odpowied-



Rysunek 1



Rysunek 2

nich czułości pomiarowych i zapewnienie odpowiednich warunków szumowych.

Wykonany system jest konstrukcją modułową. W jego skład wchodzi: układ zasilacza, magistrala, panel przedni, panel tylny, karty rozszerzeń oraz układ przedwzmacniacza. Pozwala to na powielanie zaprojektowanych obwodów drukowanych wraz ze zwiększaniem liczby dźwigni zastosowanych podczas pomiaru.

Pomiary szumów niskoczęstotliwościowych laserów półprzewodnikowych

M. Jakubiak¹, K. Orłowska¹, K. Kwoka¹, T. Gotszalk¹

¹ Zakład Nanometrologii, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11-17, 50-372 Wrocław

Streszczenie

Szumy są bardzo ważnym zagadnieniem w urządzeniach komunikacyjnych oraz pomiarowych. Determinują one minimalny poziom sygnału, który można zmierzyć, oraz zmniejszają rozdzielczość pomiarową. W komunikacji mogą ograniczyć odległość na jaką można przesłać sygnał. Przyczynami występowania szumów w układach mogą być zakłócenia wynikające z zewnętrznych pól elektromagnetycznych, niestabilnych warunków pracy lub wewnętrzne jak np. dyskretna struktura materii.

W poniższej pracy zostaną omówione podstawowe parametry związane z szumami optycznymi oraz przedstawiona konstrukcja wraz z przykładowymi wynikami pomiarów niskoczęstotliwościowych szumów laserów półprzewodnikowych.

Moduły liniowych i logarytmicznych przetworników I/U stosowanych w mikroskopii SPM

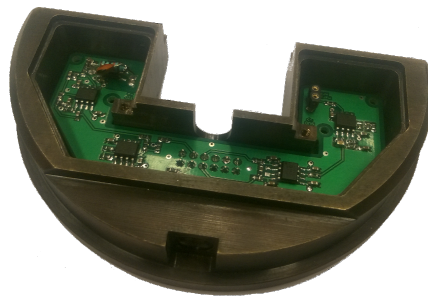
C. Wawrzyniak¹, P. Kula¹, M. Rudek¹, K. Orłowska¹, M. Babij¹, T. Piasecki¹, T. Gotszalk¹

¹ Zakład Nanometrologii, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11-17, 50-372 Wrocław

Streszczenie

Moduły przetworników prąd-napięcie wykorzystywane są w mikroskopii ze skanującą sondą (ang. Scanning Probe Microscopy). Są one jednymi z ważniejszych podzespołów mikroskopu wykorzystwanego do pomiaru właściwości elektrycznych badanych powierzchni. Przetworniki I/U w mikroskopach sił atomowych powinny charakteryzować się niskim poziomem szumów własnych (ze względu na niewielkie natężenia mierzonych prądów). Ze względu na charakterystykę przetwarzania możemy je podzielić na: przetworniki liniowe i logarytmiczne, ze względu na sposób polaryzacji: z polaryzacją podłoża lub polaryzacją ostrza.

Celem pracy była implementacja trybu pomiarowego mikroskopii sił z sondą przewodzącą (ang. *Conductive Atomic Force Microscopy, C-AFM*) w mikroskopie sił atomowych konstrukcji własnej - ARMScope. Przetworniki I/U zaimplementowano bezpośrednio w głowicy mikroskopu SPM eliminując występowanie długich połączeń między sondą, a układem przetwarzającym, co z kolei ogranicza negatywny wpływ rezystancji doprowadzeni i pojemności pasożytniczych. Wykonane przez autorów moduły znajdują zastosowanie w skaningowym mikroskopie tunelowym (ang. *Scanning Tunneling Microscope, STM*) i AFM:



Rysunek 1

- moduł liniowy zastosowano w pomiarach z użyciem trybu C-AFM do pomiaru wysokozorientowanego grafitu pyrolitycznego
- moduł logarytmiczny stabilizowany termicznie jest szczególnie przydatny w mikroskopii SSRM (ang. *Scanning Spreading Resistance Microscopy*). W trybie SSRM mierzony prąd może charakteryzować się dużą dynamiką zmian. Stabilizacja termiczna pozwala wyeliminować dryf prądu zwiększający błąd pomiaru.

Układy scharakteryzowano pod kątem wartości szumów własnych oraz stabilizacji termicznych.

Sterownik temperatury dla układów typu MEMS

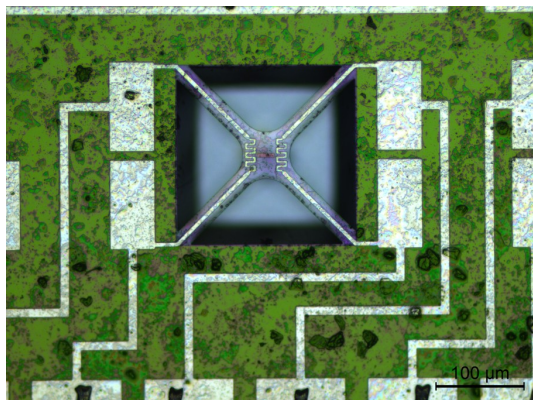
M. Lachawiec¹, T. Gotszalk¹

¹ Zakład Nanometrologii, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11-17, 50-372 Wrocław

Streszczenie

Celem pracy było opracowanie systemu sterownika temperatury dla układu typu MEMS. Głównym zadaniem sterownika miała być możliwość stabilizacji temperatury membrany MEMS na zadanym poziomie. W pracy tej zawarto opis zasady działania całego systemu. W jej ramach zapisano ogólną zasadę działania układu regulacji temperatury. Przedstawiono także samodzielnie wykonane zdjęcie membrany wraz z opisem jej budowy. Wykonaną na potrzeby tej pracy elektronikę omówiono, w krótkim podrozdziale. Część dotyczący badań zawiera najnowsze uzyskane wyniki wraz z ich omówieniem.

Praca nad omawianym sterownikiem prowadzona jest w Zakładzie Nanometrologii Politechniki



Rysunek 1 Zdjęcie wykorzystanej membrany MEMS

Wrocławskiej. Sterownik temperatury jest wciąż rozwijany o nowe funkcje. Aktualnym celem jest dostosowanie go do innego rodzaju membran, zwiększenie precyzji zadawania temperatury, a także poznanie rozkładu temperatury na całej strukturze MEMS. Nadrzędnym celem całości prac jest opracowanie systemu mikroskalowego stolika temperaturowego.

Cementy kostne i ich modyfikacje (poprawiające właściwości biologiczne) wykorzystywane w alloplastyce i leczeniu złamań kręgosłupa

A. Laska¹, A. Sobczyk-Guzenda¹, H. Szymanowski¹,
P. Niedzielski¹

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

Streszczenie

Cementy kostne są powszechnie stosowane do mocowania endoprotez stawów, szczególnie stawu biodrowego i kolanowego. Głównym celem ich użycia jest prawidłowe zespolenie sztucznego implantu z tkanką pacjenta (kością) i zapewnienie odpowiednich właściwości mechanicznych. Po raz pierwszy wykorzystano cementy kostny polimerowy (głównym składnikiem był poli(metakrylan metylu)) w 1962 roku podczas alloplastyki stawu biodrowego. Od tamtego czasu mocuje się trzpień i panewkę endoprotezy w wielu przypadkach klinicznych (tzw. proteza cementowa). Dodatkowo, cementy kostne pozwalają rekonstruować drobne fragmenty twarzy i szczęki, dokładnie wypełniając przestrzeń ubytku kostnego [1]. Od lat 90. XX wieku rozwijają się nowoczesne metody leczenia osteoporotycznych złamań kręgosłupa – werrebro- i kyfoplastyka, które bazują na wstrzykiwaniu cementu kostnego do uszkodzonego trzonu kręgu i przywracaniu mu pierwotnych wymiarów [2]. Specjalistyczne zastosowania medyczne ukierunkowane na zastępowanie uszkodzonych elementów lub wspieranie połączenia implant-kość wymuszają spełnianie szeregu wymogów przez ten materiał.

Cementy kostne można podzielić ze względu na materiały, z których zostały wytworzone na polimerowe, fosforanowo-wapniowe, hydrożelowe i kompozytowe. Najczęściej stosowanymi cementami są te na bazie poli(metakrylanu metylu), który wykazuje się wysoką biogodnością i odpowiednimi właściwościami mechanicznymi. Odnotowuje się znaczny rozwój kompozytów poprawiających połączenie pomiędzy wprowadzanym w organizm pacjenta cementem a jego tkanką [3, 4]. Szczególne znaczenie zyskują bioaktywne cementy kostne z dodatkiem hydroksyapatytu i bioaktywnego szkła [5, 6].

Praca zawiera przegląd stosowanych cementów kostnych i ich modyfikacji prowadzących do poprawy właściwości biologicznych, użytkowych (np. czas wiązania, lepkość) oraz wytrzymałościowych.

Podziękowania: Praca finansowana ze środków NCBR w ramach projektu o numerze PBS3/B9/45/2015.

Literatura

1. S. Błażewicz, L. Stoch, Biomateriały, EXIT, 179-206, 257-281 (2003).
2. S. Aghyarian, et al., Two novel high performing composite PMMA-CaP cements for vertebroplasty: An ex vivo animal study, J. of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials., 50, 209-298 (2015).
3. J. Łukaszczyk, Polimerowe i kompozytowe cement kostne oraz materiały pokrewne, cz. I, Polimery, 2, 79-88 (2004).
4. J. Łukaszczyk, M. Śmiga-Matuszowicz, Polimerowe i kompozytowe cement kostne oraz materiały pokrewne, cz.II, Polimery, 2, 83-92 (2010).

5. M.Puska, et al., Morphological and mechanical characterization of composite bone cement containing polymethylmethacrylate matrix functionalized with trimethoxysilyl and bioactive glass, *J. of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.*, 59, 11-20 (2016).
6. T.G. Tihan, et al., Effect of hydrophilic-hydrophobic balance on biocompatibility of poly(methyl methacrylate) (PMMA) – hydroxyapatite (HA) composites, *Mat. Chemistry and Physics*, 118, 265-269 (2009).

a)

Differential High Resolution Voltage Source used for the scanning tunneling microscopy

S. Ngo-Quang¹, K. Gajewski¹, R. Kramek¹, T. Gotszalk¹

¹ *Faculty of Microsystem Electronics and Photonics, Wrocław University of Technology,
Wrocław, 50-372, Poland*

Streszczenie

Electrical drift as well as mechanical drift occurring during sample scanning is one of factors which influences the scanning tunneling microscope (STM) during scanning. It makes that area of interest can move away from the scanned area, or the controller will be unable to maintain the tips-sample distance. In the case of scanning in the Z axis, the easiest way to minimize this effect is to use additional voltage source which can add an offset to the output of proportional-integral-differential controller. High Resolution Voltage Source (HRVS) was primitively created to realize this mission. The fact is that it can be used not only in the STM but also in another devices, where constant DC signal is needed, especially where differential signals may be obligatory.

In this work HRVS prepared for differentia signal biasing was presented. HRVS is ATmega32 based voltage source which has both uniplar and differential biasing capabilities. Here we show design and stability tests of the device.

Cienkie powłoki $\text{Si}_x\text{N}_y\text{:C}$ uzyskane z heksametylodysilazanu za pomocą metody RF PECVD do zastosowań optycznych

K. Oleśko¹, H. Szymanowski¹, W. Szymański¹, M. Gazicki-Lipman¹, A. Sobczyk-Guzenda¹

¹ Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

Streszczenie

Azotek krzemu jest materiałem o interesujących właściwościach optycznych. Wysoki współczynnik załamania światła (n) oraz niski współczynnik ekstynkcji (k) sprawia, że materiał ten w postaci cienkich powłok może posiadać zastosowania optyczne. W pracy przedstawiono badania związane z nakładaniem powłok $\text{Si}_x\text{N}_y\text{:C}$ z par heksametylodysiloksanu (HMDSN) oraz mieszaniny NH_3 i N_2 . Zbadano wpływ stosunku NH_3/N_2 na morfologię powłoki, skład i strukturę chemiczną, właściwości optyczne oraz adhezję do podłoża. W tym celu zastosowano takie techniki jak: skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), spektroskopia fotoelektronów (XPS), spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), spektroskopia UV-VIS, zmiennokątowa spektroskopia elipsometryczna oraz badania nanoindentacji. Otrzymane wyniki dowodzą, że powłoki $\text{Si}_x\text{N}_y\text{:C}$ posiadają najwyższy współczynnik załamania światła oraz najniższy współczynnik ekstynkcji, jeżeli otrzymywane są w gazowej atmosferze roboczej wytworzonej z 90% amoniaku i 10% azotu. Powłoki te odznaczają się najmniejszą zawartością węgla i najwyższą zawartością azotu. Wszystkie otrzymane powłoki cechowały się dobrą adhezją do podłoża krzemowego.

Praca przedstawia badania wstępne związane opracowanie technologii plazmochemicznego nakładania powłok z gradientem zmian wartości n . Stosując jako mieszaninę reakcyjną tlen, z HMDSN można nałożyć powłokę SiO_2 . Stosując mieszaninę azotu i amoniaku możliwe jest (jak wykazuje praca) uzyskanie Si_xN_y . Stosując natomiast mieszaninę azotu/amoniaku i tlenu możliwe będzie nałożenie powłok o współczynniku załamania światła z zakresu 1,9 (dla Si_xN_y) do 1,45 (dla SiO_2). Szybka zmiana stosunku gazów reakcyjnych pozwoli na nakładanie powłok z gradientem zmian n i tym samym uzyskania optycznych filtrów interferencyjnych.

Praca finansowana jest z grantu przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki, Nr 2014/13/B/ST8/04293

Wpływ obróbki cieplno-chemicznej stopów tytanu Ti6Al4V i Ti6Al7Nb na strukturę i właściwości tribologiczne

B. Pązik^{1,*}, J. Grabarczyk¹, D. Batory¹, W. Kaczorowski¹, B. Januszewicz¹, M. Makówka¹,
P. Niedzielski¹

¹ Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny, Instytut Inżynierii Materiałowej, Stefanowskiego
1/15, 90-924 Łódź

* bartoszpazik@gmail.com

Streszczenie

W pracy zaprezentowano wyniki badań modyfikowanych powierzchniowo stopów tytanu Ti6Al4V i Ti6Al7Nb. Każdy z badanych, medycznych stopów tytanu został poddany trzem rodzajom obróbki cieplno-chemicznej: azotowania, nawęglania oraz utleniania próżniowego. Proces azotowania próżniowego prowadzony był w atmosferze amoniaku (NH_3) o wysokiej czystości w temperaturach 560, 650 i 850°C w czasie 3h. Ciężnienie w komorze roboczej wynosiło 30 mbar, przy przepływie gazu 1l/min. Atmosferę w procesie nawęglania próżniowego stanowiła mieszanina acetyleny, etylenu i wodoru w stosunku 2:2:1 w temperaturach 850 i 950°C w czasie 2,5 h. Całkowity przepływ gazów podczas tego procesu wynosił 0,8 l/min. Proces utleniania prowadzony był w kwarcowym piecu rurowym. Próbkę nagrzewano w atmosferze gazu obojętnego do temperatury 900°C. Proces utleniania przebiegał w atmosferze tlenu, dodatkowo wzbudzany wyładowaniem jarzeniowym w obrębie wsadu. Próbkę po 6 godzinach procesu studzone były razem z piecem.

Każda z próbek po procesie obróbki cieplno-chemicznej została poddana badaniom mającym na celu określenie wpływu przeprowadzonych modyfikacji na właściwości powierzchniowe. W skład badań wchodziły: badania metalograficzne, badania strukturalne, określenie głębokości modyfikacji, profilu twardości na przekroju poprzecznym, właściwości tribologicznych powierzchni metodą kula-tarcza. W pracy zaprezentowano wyniki dla najbardziej optymalnych parametrów każdej z przeprowadzonych obróbek.

Dużą poprawę właściwości tribologicznych uzyskano dla próbek po procesie nawęglania w temperaturze 950°C, o czym świadczy niski współczynnik tarcia oraz bardzo niski wskaźnik zużycia trących powierzchni. Najgorsze efekty odnotowano dla próbek azotowanych, dla których nie uzyskano poprawy właściwości tribologicznych. Próbkę utlenianą uzyskały niższy wskaźnik zużycia w porównaniu do materiału niemodyfikowanego o rząd wielkości.

Podziękowanie

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu badawczego nr PBS/A5/44/2015 pt.: „Wysokoobciążone węzły tribologiczne do zastosowań biomedycznych” w Programie Badań Stosowanych PBS III

Słowa kluczowe: stopy tytanu, obróbka cieplno-chemiczna, tribologia

Wpływ parametrów procesu magnetronowego, impulsowego rozpylania na właściwości warstw niklu otrzymanywanych w atmosferze Ar+O₂

W. Posadowski¹, A. Wiatrowski¹, G. Kapka¹

¹ Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki, Politechnika Wroclawska, Janiszewskiego 11/17, 50-372 Wrocław, Polska

Streszczenie

Warstwy niklu i tlenku niklu są stosowane między innymi w cienkowarstwowym układach elektrochromowych, w rezystancyjnych czujnikach gazów, w absorberach kolektorów słonecznych i in. Powłoki niklowe, otrzymanywane między innymi technikami PVD, charakteryzują się dobrą odpornością na korozję i zużycie. Na szczególnie wyróżnienie zasługuje metoda magnetronowego rozpylania, która umożliwia osadzanie cienkich warstw na duże powierzchnie. Pewnym problemem przy tej metodzie jest otrzymanywanie warstw z targetów wykonanych z materiałów magnetycznych, ponieważ warunkiem koniecznym wydajnego procesu rozpylania jest obecność pola magnetycznego nad powierzchnią materiału rozpylanego. Spełnienie tego warunku wymaga między innymi stosowania układów magnetycznych wytwarzających pole o na tyle dużym natężeniu, by magnetyczny materiał targetu nasycił się i nie stanowił blokady dla linii pola magnetycznego nad materiałem rozpylanym.

Celem badań prezentowanych w artykule było określenie możliwości rozpylania targetów niklowych za pomocą magnetronu WMK-100, w szczególności z przeznaczeniem do zastosowania w systemach elektrochromowych.

Badano procesy osadzania cienkich warstw niklu oraz tlenku niklu otrzymanywanych metodą impulsowego rozpylania magnetronowego. Warstwy nanoszono przy różnych koncentracjach tlenu w mieszaninie Ar+O₂ za pomocą magnetronu WMK-100. Rozpylano targety Ni (99,9%) o średnicy 100 mm i grubościach $d_T = 3; 5; 6$ mm na podłoża szklane (Corning 7059) oddalone od targetu o $d_{S-T} = 120$ mm. Całkowite ciśnienie gazu roboczego podczas procesów rozpylania wynosiło 4×10^{-3} mbar. Warstwy nanoszono przy różnych gęstościach mocy wydzielanych w targecie za pomocą zasilacza impulsowego produkcji firmy DORA. Zasilacz ten oferuje oryginalny sposób „śledzenia” *in situ* procesu rozpylania na podstawie obserwacji tzw. mocy krążącej [1]. Mierzono szybkość sadzania na podstawie pomiarów grubości i czasów rozpylania. Efektywne procesy rozpylania były możliwe nawet przy grubościach targetu $d_T = 6$ mm, a szybkość osadzania warstw była proporcjonalna do mocy targetu.

Literatura

1. W.Posadowski, A.Wiatrowski, J.Dora, Z.Radzinski, Thin Solid Films, vol. 516, nr 14, (2008), s. 4478-4482.

Modelowanie procesu jonizacji w źródle jonów z gorącą wnąką o kształcie stożka

M. Turek¹, K. Pyszniak¹, A. Drożdziel¹

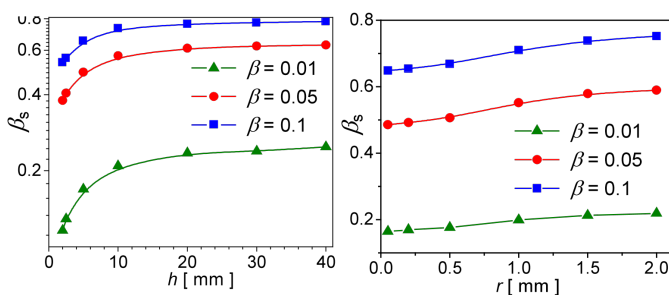
¹ Instytut Fizyki, Uniwersytet Marii-Curie Skłodowskiej w Lublinie Pl. M. Curie-Skłodowskiej 1, 20-031 Lublin

Streszczenie

Źródła jonów wykorzystujące zjawisko jonizacji powierzchniowej zachodzące w gorących wnąkach od ponad 40 lat przyciągają uwagę naukowców i inżynierów zaangażowanych w badania na polach spektroskopii jądrowej, elektromagnetycznej separacji izotopów czy astrofizyki doświadczalnej [1]. Jest to skutkiem ich licznych zalet, do których zaliczyć należy: wysoką wydajność jonizacji, czystość wiązki jonowej i jej niewielki rozrzut energetyczny, niezawodność oraz krótki czas pozostawiania cząsteczek w źródle, co ma niebagatelne znaczenie w badaniach nad izotopami o krótkim okresie połowicznego zaniku.

W poprzednich artykułach zaprezentowano numeryczny model procesu jonizacji w źródłach z gorącą wnąką, opierający się na założeniu, że na skutek wielokrotnych zderzeń atomów z gorącymi ściankami wnąki wydajność jonizacji w rozważanym źródle może osiągać wysokie wartości [2, 3]. W prezentowanej pracy proponowany jest nowy typ wnąki, a mianowicie wnąka o kształcie ściętego stożka. Kształt ten w pewnych konfiguracjach może być traktowany jako łatwiejsze do zrealizowania (ze względu na trudność obróbki materiałów takich jak W czy Ta) przybliżenie wnąki półsferycznej, rozważanej w pracy [4].

W pracy zaprezentowano zależności wydajności zjawiska jonizacji od parametrów opisujących kształt wnąki, takich jak jej wysokość oraz promień górnej podstawy (rys. 1). Wyznaczono charakterystyki prądowo-napięciowe dla różnych kształtów wnąki. Zbadano wpływ długości kanału ekstrakcyjnego na uzyskiwane wydajności jonizacji oraz zaprezentowano zależności wydajności jonizacji od promienia otworu ekstrakcyjnego, poszukując jego optymalnej wartości. Prześlędzono wpływ rozpadu promieniotwórczego jonizowanego nuklidu na uzyskiwane wydajności dla różnych konfiguracji wnąki.



Rysunek 1 Zależności wydajności jonizacji we wnące stożkowej od jej wysokości (h) i promienia górnej podstawy (r)

Literatura

1. V.N. Panteleev, Rev. Sci. Instrum 2004;74:1602
2. M. Turek, Vacuum 2014;104,1
3. M. Turek et al. Rev. Sci. Instrum. 2012;83:023303
4. M. Turek, Acta Phys. Pol. A 2015;128;935

Antykorozyjne i antybakteryjne właściwości powłok nanoszonych metodą elektroforetyczną oraz powłok kompozytowych zawierających tlenek grafenu i zredukowany tlenek grafenu

A. Radon¹, S. Łoński¹, T. Warski¹, S. Topolska², A. Małachowska-Jutz³, B. Ziębowicz²,
M. Staszuk²

¹ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Koło naukowe „AtForce”

² Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, ul. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice

³ Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Biotechnologii Środowiskowej, ul. M. Strzody 5, 44-100 Gliwice

Streszczenie

W wyniku prowadzenia procesu utleniania grafitu najczęściej otrzymywana jest struktura zbliżona budową do grafitu dekorowanego grupami funkcyjnymi. W wyniku eksfoliacji tlenku grafitu na przykład metodami sonikacyjnymi (np. ultradźwiękami) możliwe jest otrzymanie struktur kilkuwarstwowych nazywanych tlenkiem grafenu (GO). W związku z wprowadzaniem tlenu w strukturę następuje tworzenie grup funkcyjnych (np. epoksydowych, karboksylowych czy hydroksylowych) oraz formowanie się regionów hydrofobowych i hydrofilowych. Aktualnie przedstawiono kilka metod produkcji oraz redukcji tlenku grafenu. Do najpopularniejszych metod syntezy GO zalicza się metody chemiczne takie jak: Brodiesa, Hofmanna, Staudenmaiera, Hummersa. W przypadku redukcji stosowane są nie tylko silne reduktory chemiczne takie jak hydrazyna, ale również proces ten prowadzony może być poprzez wygrzewanie tlenku grafenu w atmosferze redukującej (np. wodoru) czy na drodze redukcji elektrochemicznej.

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu powłok wykonanych z tlenku grafenu oraz zredukowanego tlenku grafenu na odporność korozyjną oraz własności antybakteryjne stali węglowej. Tlenek grafenu otrzymano poprzez elektrochemiczną eksfoliację i utlenianie grafitu w roztworze kwasu siarkowego. Redukcję otrzymanej utlenionej struktury przeprowadzono przy użyciu wodoru in statu nascendi. Odporność korozyjną oraz właściwości bakteriobójcze powłok z GO i rGO przetestowano dla dwóch rodzajów powłok: powłoki wytworzonej w wyniku elektroforetycznego nanoszenia warstwy GO z wodnego roztworu oraz kompozytowej powłoki akryl/GO i akryl/rGO.

Strukturę zsyntezowanego tlenku grafenu oraz jego obecność na powierzchni stali potwierdzono przy użyciu spektroskopii Ramana. Dodatkowo poprzez analizę otrzymanych widm określono wpływ parametrów prądowych oraz czasu nanoszenia powłoki na jego strukturę. Odporność korozyjną próbek pokrytych tlenkiem grafenu określono z wykorzystaniem metody potencjodynamicznej wyznaczając krzywe polaryzacyjne w środowisku 3% NaCl. Wpływ GO oraz rGO na właściwości antykorozyjne powłoki akrylowej określono na podstawie analizy zdjęć mikroskopowych. Zauważono pozytywny wpływ nanomateriałów węglowych na propagację korozji w środowisku wodnym zawierającym jony chlorkowe. Zastosowanie GO oraz rGO pozwoliło zminimalizować proces rozprzestrzeniania się korozji poza zarysowany obszar.

Badanie własności antybakteryjnych powłok nanoszonych elektroforetycznie oraz powłok kompozytowych przeprowadzono na bakteriach gram-dodatnich *Bacillus subtilis* (gatunku modelowym dla tej grupy bakterii). Stwierdzono, że powłoki akryl/GO oraz akryl/rGO posiadają najlepsze właściwości bakteriobójcze (powłoka akrylowa oraz powłoki naniesione elektroforetycznie nie wykazały własności bakteriobójczych).

Wykorzystanie plazmy argonowej w trawieniu kryształów węgla wapnia na potrzeby badań AFM

M. Moczala¹, M. Karpińska², M. Poznar³, A. Sikora^{1,*}

¹ Instytut Elektrotechniki Oddział Technologii i Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego we Wrocławiu, ul. M. Skłodowskiej-Curie 55/61, 50-369 Wrocław

² Stowarzyszenie Aktywnych Studentów, Koło SEP nr 1 we Wrocławiu, ul. M. Skłodowskiej-Curie 55/61, 50-369 Wrocław

³ Zakład Biochemii, Wydział Chemii, Politechnika Wrocławska, ul. Gdańska 7/9, 50-344 Wrocław
* sikora@iel.wroc.pl

Streszczenie

Mikroskopia sił atomowych (AFM) w badaniach wpływu określonego medium na materiał, może być źródłem informacji na temat jego odporności, struktury czy też jednorodności [1, 2, 3]. Technika ta jest szczególnie przydatna w przypadku gdy próbki są mikrometrowych rozmiarów, co uniemożliwia wykorzystanie makroskopowych metod pomiarowych. Tego typu materiałem są np. kryształy węgla wapnia zawierające różnego rodzaju białka, którego mineralizację przeprowadza się *in vitro* [4] w celu m.in. weryfikacji mechanizmów wzrostu, budowy, właściwości mechanicznych oraz przebiegu degradacji.

W niniejszej pracy zostaną zaprezentowane wstępne wyniki wykorzystania tzw. płaszczyny plazmowej [5, 6] w badaniach AFM kryształów węgla wapnia. Kryształy poddawane działaniu plazmy ulegają stopniowemu strawieniu, co pozwala przeprowadzić pomiary właściwości morfologicznych i mechanicznych ich wnętrza, otwierających możliwości badania ich budowy i poznania wynikających z niej cech decydujących o ich funkcjonowaniu w ich naturalnym środowisku.

Literatura

1. Bussiere P.-O, Desnoux E, Collin S, Vial C, Therias S, Gardette J.-L, 2015, Is Carbonyl Index a quantitative probe to monitor polypropylene photodegradation?, Polym. Degrad. Stab., 128, 200–208
2. Lochyński P, Sikora A, Szczygieł B, 2016, Surface morphology and passive film composition after pickling and electropolishing, Surf. Eng. DOI: 10.1080/02670844.2016.1238189
3. Sikora A, 2017, The improvement of the roughness changes analysis of the non-uniform surfaces investigated by means of atomic force microscopy with precise repetitive scanning area positioning, Measurement Science and Technology, 28 034016
4. Wojtas M, Hołubowicz R, Poznar M, Maciejewska M, Ożyhar A, Dobryrzycki P, 2015, Calcium Ion Binding Properties and the Effect of Phosphorylation on the Intrinsically Disordered Starmaker Protein, Biochemistry, 54, 6525–6534
5. Jasiński M, Goch M, Mizeraczyk J, 2010, Urządzenie mikrofalowe do generacji płaszczyny plazmowej. Prz. Elektrotechniczny 86, 112–114
6. Jasiński M, Mizeraczyk J, 2011, Plasma sheet generated by microwave discharge at atmospheric pressure. IEEE Trans. Plasma Sci. 39, 2136–2137

Trawienie warstw SiO₂ oraz Si przy wykorzystaniu techniki suchego trawienia wspomaganego plazmą BCl₃

B. Stonio^{1,*}, N. Kwietniewski¹, M. Sochacki¹, J. Szmidt¹

¹ Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

* b.stonio@imio.pw.edu.pl

Streszczenie

Podstawowymi materiałami używanymi w technologii półprzewodnikowej są krzem (Si) oraz tlenek krzemu (SiO₂). Umiejętność precyzyjnego wykonywania podstawowych procesów technologicznych na tych materiałach jest niezbędna od wytworzenia poprawnie działających przyrządów półprzewodnikowych. Jednym z takich procesów jest trawienie. W zależności od przeznaczenia, wybierane są odpowiednie metody usuwania. Jedną z nich jest suche trawienie wspomaganie plazmą BCl₃. Proces ten charakteryzuje się dużą anizotropowością oraz szybkością trawienia.

Podczas procesów trawienia tlenku krzemu wykorzystano podłoża krzemowe (typ "p<<100> ρ = 1⁻¹⁰ Ωcm) z naniesioną warstwą SiO₂ metodą PECVD (Plasma-enhanced chemical vapor deposition). Warstwy tlenku krzemu miały grubość około 2 μm. W eksperymentach trawienia krzemu posłużono się podłożami po wykonanych wcześniej procesach czyszczenia. Na przygotowanych warstwach zrealizowano proces fotolitografii używając fotorezystu pozytywnego S1813. Następnie przeprowadzono trawienie warstw z wykorzystaniem urządzenia firmy Oxford PlasmaLab 80+. Jako gazy robocze użyto BCl₃ oraz argon. Po przeprowadzeniu procesów usuwania warstwy zmyto fotorezyst. Grubość strawionej warstwy została zmierzona przy użyciu profilometru firmy Veeco Dektak 150. Na podstawie wyników sporządzono wykresy wpływu poszczególnych parametrów wejściowych, procesu suchego trawienia warstw wspomaganego plazmą BCl₃, na szybkość ich usuwania. Wyniki powyższych prac posłużą do wykonania procesów trawienia węgla krzemu (4H-SiC) w plazmie chlorowej oraz analizy jego selektywności względem wybranych materiałów maskujących.

Wytwarzanie pojedynczych warstw siarczku molibdenu MoS₂ metodą CVD

B. Stonio^{1,*}, A. Taube^{1,2}, A. Łapińska², M. Świniarski², J. Judek², P. Firek¹, J. Szmidt¹, M. Zdrojek²

¹ Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa.

² Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662, Warszawa
* b.stonio@imio.pw.edu.pl

Streszczenie Ze względu na swoje unikatowe właściwości elektryczne, optyczne i mechaniczne chalcogenidki metali przejściowych są obok grafenu najintensywniej badanymi kryształami dwuwymiarowymi. Chalcogenidki to związki zbudowane z atomów metali oraz atomów siarki, selenu bądź telluru. Kryształy chalcogenidków zbudowane są z pojedynczych warstw związanych ze sobą słabymi wiązaniami van der Waalsa. Obecność słabych wiązań van der Waalsa powoduje, że można otrzymywać pojedyncze warstwy tych materiałów, których ilość wpływa na właściwości elektronowe i optyczne materiału. W przypadku chalcogenidków półprzewodnikowych determinuje to strukturę pasmową i właściwości elektronowe. Dla przykładu, kryształ objętościowy siarczku molibdenu ma skośną przerwę energetyczną o szerokości ok. 1.3eV, natomiast pojedyncza warstwa MoS₂ ma prostą przerwę energetyczną o szerokości ok. 1.8eV. Obecność prostej przerwy energetycznej warunkuje możliwość zastosowania materiału w optoelektronice np. jako obszar aktywny tranzystorów czy fotodetektorów. Pojedyncze warstwy siarczku molibdenu można otrzymać poprzez wzrost metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD, chemical vapour deposition). W przeciwieństwie do metody mechanicznej eksfoliacji, metodą CVD można wykonać warstwy o znacznie większej powierzchni o równie doskonałych parametrach optycznych i elektrycznych.

Warstwy siarczku molibdenu zostały wykonane metodą CVD na wysokodomieszkowanym podłożu krzemowym wraz z utlenioną warstwą tlenku krzemu o grubości 275 nm. Do wzrostu, jako prekursorów zastosowano tlenek molibdenu MoO₃ oraz siarkę. Nad łódką z tlenkiem molibdenu umieszczono podłoża. Podczas procesu, siarka umieszczona w strefie pieca o temperaturze ok. 200 °C sublimuje i jest transportowana przez gaz nośny (argon) do miejsca umieszczenia MoO₃ i podłoża. Temperatura w strefie wzrostu wynosiła 700 °C. W temperaturze tej MoO₃ sublimując reaguje z siarką tworząc warstwę MoS₂ na podłożu. Czas trwania procesu wyniósł 20 minut. Wykonane warstwy MoS₂ poddano charakteryzacji metodami mikroskopii optycznej oraz sił atomowych (AFM). W celu dodatkowej identyfikacji pojedynczych warstw MoS₂ wykonano pomiary metodą spektroskopii Ramana przy wzbudzeniu $\lambda = 514$ nm

W ramach pracy opanowano warunki wzrostu pojedynczych warstw MoS₂ metodą CVD. Potwierdzono otrzymanie pojedynczych warstw MoS₂ za pomocą pomiarów mikroskopem AFM i przy użyciu spektroskopii Ramana. Rozmiary otrzymanych płatków pozwalają na wykonanie przyrządów elektronicznych i optoelektronicznych na bazie pojedynczych warstw siarczku molibdenu. Prace nad tym zagadnieniem są w toku.

Podziękowania: Praca naukowa częściowo finansowana w ramach programu Diamentowy Grant Ministerstwa Nauki Szkolnictwa Wyższego (0025/DIA/2013/42).

Wytwarzanie powłok węglowych domieszkowanych krzemem i srebrem modyfikowaną metodą RF PACVD z wykorzystaniem układu dwóch niezależnych elektrod RF.

L. Świątek¹, A. Olejnik¹, J. Grabarczyk¹, D. Bociąga¹

¹ Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny, Instytut Inżynierii Materiałowej, Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

Streszczenie

Badania nad wykorzystaniem powłok węglowych w medycynie prowadzone są od kilkunastu lat, ciesząc się przy tym ogromnym zainteresowaniem i powodzeniem. Niezwykle ciekawym zastosowaniem diamentopodobnych powłok jest ich wykorzystanie na powierzchni implantów medycznych. Światowa literatura prezentuje wyniki badań, udowadniających zaskakująco pozytywne odpowiedzi tkanek, w wyniku kontaktu z implantem pokrytym warstwą węglową. Implanty posiadające na swojej powierzchni powłokę DLC cechują się znacznie lepszą biogodnością oraz hemokompatybilnością, zachowując przy tym pożądane właściwości mechaniczne [1, 2].

Wraz z rozwijającymi się technikami wytwarzania implantów medycznych oraz różnorodnością prowadzonych w tym kierunku badań, poszukiwane są pierwiastki, które wprowadzane w postaci domieszki do powłok węglowych zmieniają ich charakter. Liczne doniesienia literaturowe potwierdzają, iż powłoki węglowe domieszkowane krzemem cechują się niskim poziomem naprężeń wewnętrznych [3, 4], podwyższoną stabilnością termiczną [3], przy jednoczesnym zachowaniu bardzo dobrych właściwości mechanicznych [4, 5], trybologicznych [5] oraz dobrą odpornością korozyjną [5]. Wielu autorów prezentuje wyniki, które świadczą, iż dodatek krzemu, w stężeniu nie większym niż 5% powoduje wzrost twardości oraz modułu Young'a powłok węglowych, a także pozwala na obniżenie ich naprężeń [6]. Ponadto, wykazano, że powłoki DLC-Si charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami biologicznymi [6].

Kolejnym szeroko opisanym pierwiastkiem stosowanym jako domieszka powłok węglowych jest srebro. Powodem dużej popularności Ag jest fakt, iż wykazuje ono właściwości antybakteryjne [7, 8], które mogą pozwolić na zahamowanie tworzenia się biofilmu bakteryjnego na powierzchni implantu, a tym samym zmniejszyć ryzyko zapalenia po implantacji.

Autorzy pracy wykorzystali jako technikę bazową - metodę RF PACVD (Radio Frequency Plasma Activated Chemical Vapour Deposition) i stworzyli jej modyfikację, pozwalającą na wprowadzenie dwóch pierwiastków do powłoki węglowej podczas jednego procesu technologicznego. W celu wprowadzenia do powłok węglowych domieszki krzemu zastosowano ciekły prekursor - heksametyldisiloksan, wprowadzany do powłoki w postaci oparów. W celu wprowadzenia domieszki Ag komora reaktora plazmo-chemicznego została przebudowana i domontowano układ zawierający drugą elektrodę częstotliwości radiowej wraz z odrębnym układem dopasowania. Poprzez zastosowanie odpowiednich parametrów tj. ciśnienia, potencjału autopolaryzacji elektrody, czasu procesu oraz temperatury podłoża przeprowadzono szereg prób, które potwierdziły teoretyczne założenia metody i pozwoliły wytworzyć powłoki domieszkowane na próbkach metalicznych.

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwojów w ramach projektów: Lider "Modified Biomaterials - Medicine future" (Modyfikowane biomateriały przyszłością medycyny) - umowa Nr LIDER/040/707/L-4/12/NCBR oraz CarLa "Carbon coatings doped with Ag/Si for biomedical applications" (Powłoki węglowe domieszkowane Ag/Si do zastosowań biomedycznych) - umowa Nr M-ERA.NET/2012/02/2014

Literatura

1. R. Hauert, K. Thorwarth, G. Thorwarth, An overview on diamond-like carbon coatings in medical applications, *Surface & Coatings Technology* 233 (2013) 119-130
2. R. Hauert, A review of modified DLC coatings for biological applications, *Diamond & Related Materials*, 12 (2003) 583-589
3. S.S. Camargo, A.L.B. Neto, R.A. Santos, F.L. Freire, R. Carius, F. Finger, Improved high-temperature stability of Si incorporated a-C : H films, *Diamond and Related Materials* &(8) (1998) 1155-1162.
4. A. Soum-Glaude, G. Rambaud, S.E. Grillo, L. Thomas, Investigation of the tribological behavior and its relationship to the microstructure and mechanical properties of a-SiC:H films elaborated by low frequency plasma assisted chemical vapor deposition, *Thin Solid Films* 519 (2010) 1266-1271.
5. H.G. Kim, S.H. Ahn, J.G. Kim, S.J. Park, K.R Lee, Effect of Si-incorporation on wearcorrosion properties of diamond-like carbon films, *Thin Solid Films* 482 (2005) 299-304.
6. K.-R Lee, M.-G. Kim, S.-J. Cho, K.Y. Eun, T.-Y. Seong, Structural dependence of mechanical properties of Si incorporated diamond-like carbon films deposition by RF plasmaassisted chemical vapour deposition, *Thin Solid Films* 308-309 (1997) 263-267
7. D. Bociaga, D. Batory, W. Szymanski, A. Olejnik, K. Jastrzebski, W. Jakubowski, Silverdoped nanocomposite carbon coatings (Ag-DLC) for biomedical applications — physiochemical and biological evaluation, *Appl. Surf. Sci.* 355 (2015) 388–397.
8. S.S. Camargo, A.L.B. Neto, R.A. Santos, F.L. Freire, R. Carius, F. Finger, Improved high- temperature stability of Si incorporated a-C: H films, *Diam. Relat. Mater.* (8) (1998) 1155–1162.

High power impulse magnetron sputtering of Sn / In₂O₃ composite target

A. Wiatrowski¹, M. Winnicki²

¹ Faculty of Microsystem Electronics and Photonics, Wrocław University of Science and Technology, Janiszewskiego 11/17, 50-372 Wrocław, Poland

² Faculty of Mechanical Engineering, Wrocław University of Science and Technology, Łukasiewicza 5, 50-371 Wrocław, Poland

Streszczenie

A thick film (about 500 μm) of Sn / In₂O₃ (25%, 75% of volume) composite was sprayed onto a copper plate (5 mm thick) using Cold Spraying technique. In this way a hybrid-type target was prepared for a deposition of ITO thin films using High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS) technique.

During the experiments the WMK-50 planar magnetron source was used, equipped with above mentioned hybrid-type target with no earlier erosion zone. The magnetic field induction over the race-track region (component parallel to the target surface) was about 85 mT. With respect to the Gencoa Ltd classification of balanced/unbalanced magnetrons the magnetron source used during the experiments was the group VI device i.e. extremely unbalanced.

The sputtering processes were conducted in argon atmosphere at $6 - 9 \times 10^{-3}$ mbar (the base pressure of vacuum chamber was 1×10^{-5} mbar). The magnetron cathode was driven by the self-designed HiPIMS power supply. This power supply consisted of high voltage supply, tank capacitor and a set of high power switches. The tank capacitor was charged by the high voltage supply and then discharged by the magnetron cathode, with the repetition time of 3 s.

The tank capacitor and the inductances of wires connecting it with magnetron source formed a LC resonant circuit. Because of that, each sputtering pulse (duration of about 20 μs, peak current of about 1000 A) was followed by the inverse pulse (duration of about 25 μs, peak current of about 300 A), both having sinusoidal shape. A simple electrical equivalent circuit of HiPIMS power supply and magnetron discharge was simulated using PSpice based TINA software distributed by Texas Instruments. The model consisted of: tank capacitor, two connecting wires, contacts of high power switches, equivalent of current probe and equivalent of magnetron discharge. The satisfactory convergence of simulated and measured waveforms of the discharge current and voltage was obtained if the magnetron discharge was modelled as nonlinear. One should keep in mind that the drift current $E \times B$ of argon magnetron discharge can be as high as 4–9 times the cathode current, and the magnetic field generated by this current counteracts the magnetic field present above the target surface. In other words, the high value of the discharge peak current made the unbalanced magnetron source to be temporarily even more unbalanced, thus conditions of electrons avalanche were temporarily degraded.

Acknowledgements This work was supported by the State Committee for Scientific Research, Poland, under statutory grant 0401/0169/16 at Wrocław University of Science and Technology in 2016/2017.

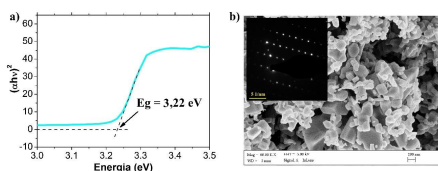
Wytwarzanie, morfologia i własności optyczne cienkich warstw ZnO i ich zastosowanie w barwnikowych ogniwach słonecznych

T. Tański^{1,2}, W. Matysiak¹, M. Zaborowska¹

¹ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Polska

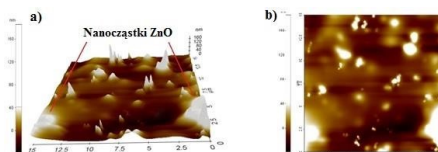
² Centrum Nanotechnologii, Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Polska

Streszczenie W ostatnim czasie można zaobserwować, że cienkie warstwy tlenku cynku zyskują coraz bardziej na popularności, w szczególności w takich aplikacjach jak sensory toksycznych związków gazowych, materiały fotokatalityczne oraz elementy do budowy objętościowych i barwnikowych ogniw fotowoltaicznych. Ze względu na dużo lepsze własności fizyczne tlenku cynku ZnO w porównaniu do własności fizycznych dwutlenku tytanu (TiO₂), przy użyciu którego obecnie wykonuje się ogniwa fotowoltaiczne, do których należą m.in. przerwa energetyczna rzędu 3,22 eV (Rys. 1a), energia wzbudzenia ekscytonów równa 60 meV czy ruchliwość elektronów 155 cm² V⁻¹ s⁻¹ w porównaniu do wartości 10⁻⁵ cm² V⁻¹ s⁻¹ charakteryzującej TiO₂, podejmowane są próby wytworzenia ogniw barwnikowych o elektrodach zbudowanych z cienkich warstw i/lub nanostruktur, takich jak nanodrutów, nanowłókien czy nanoprętów tlenku cynku [1, 2, 3, 4, 5]. Głównym parametrem określającym sprawność działania fotoogniwa jest wydajność przekształcania energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną, która jest ściśle związana z topografią powierzchni warstwy pełniącej rolę elektrody. Mnogość metod wytwarzania cienkich warstw pozwala na optymalizację procesów produkcji powłok półprzewodnikowych, charakteryzujących się określoną chropowatością, a także wystarczająco dużą powierzchnią właściwą pozwalającą na adsorpcję barwnika odpowiedzialnego za pochłanianie energii promieniowania świetlnego o określonej długości fali. W pracy wytworzono cienkie półprzewodnikowe warstwy tlenku cynku metodą



Rysunek 1 Zależności $(\alpha hv)^2$ w funkcji energii kwantu promieniowania wraz z dopasowanymi prostymi otrzymanymi dla analizy UV-Vis (absorbancja w funkcji długości fali), której miejsce zerowe odpowiada wartości szerokości przerwy energetycznych cienkiej warstwy ZnO bez fazy wzmacniającej; b) obraz SEM nanocząstek ZnO wraz z ich obrazem dyfrakcyjnym otrzymanym przy zastosowaniu mikroskopu TEM świadczącym o nanokrystalicznej strukturze zastosowanego proszku tlenku cynku.

zol-żel i spin coating, stosując roztwory dwuwodnego octanu cynku ($Zn(CH_3COO)_2 \times 2 H_2O$) na bazie etanolu i kwasu octowego zawierające monokrystaliczne nanocząstki ZnO (Rys. 1b) o stężeniu odpowiednio 0 i 10% (wg.) względem końcowego stężenia wytworzonych roztworów. W celu zbadania wpływu zmiennej temperatury procesu kalcynacji wynoszącej odpowiednio 500 i 600 °C wykonano badanie morfologii, struktury oraz własności optycznych otrzymanych cienkich



Rysunek 2 Obraz AFM topografii powierzchni półprzewodnikowych kompozytowych warstw ZnO zawierające fazę wzmacniającą w postaci nanocząstek ZnO.

warstw tlenku cynku. Analiza topografii powierzchni cienkich warstw ZnO, wykonana przy użyciu mikroskopu sił atomowych (AFM) (Rys. 2a, b), wykazała wzrost chropowatości powierzchni badanych powłok, spowodowany dodatkiem nanocząstek ZnO w otrzymanych warstwach półprzewodnika. Spektroskopia w podczerwieni (FTIR) została wykonana w celu określenia oddziaływań międzyatomowych w strukturze chemicznej cienkich warstw ZnO, a otrzymane piki w zakresie liczby falowej $400 - 500 \text{ cm}^{-1}$ potwierdziły obecność rozciągających wiązań Zn – O. Możliwe wykorzystanie wytworzonych cienkich warstw tlenku cynku, w zastosowaniach do budowy elektrod w barwnikowych ogniwach słonecznych, zbadano wykorzystując spektroskopię UV-Vis w oparciu o widma absorbancji w funkcji długości fali promieniowania elektromagnetycznego zarejestrowane dla wytworzonych powłok. Przeprowadzone analizy własności optycznych badanych warstw ZnO wykazały spadek zarówno stopnia absorpcji w zakresie długości fal bliskiego ultrafioletu, jak i wartości szerokości przerw energetycznych spowodowane zastosowaniem wyższej temperatury podczas procesu kalcynacji. Uzyskane wyniki świadczą o wzroście konduktywności półprzewodnikowej warstwy ZnO, co z powodzeniem może zostać wykorzystane do produkcji elektrod o bardziej efektywnym transporcie elektronowym w barwnikowych ogniwach fotowoltaicznych.

Literatura

1. Liu X, Fang J, Liu Y, Lin T, Progress in nanostructured photoanodes for dye-sensitized solar cells, *Front. Mater. Sci.* 2016;10(3);225–237, DOI: 10.1007/s11706-016-0341-0
2. Kim JH, Kim KP, Kim DH, Hwang DK, Electrospun ZnO Nanofibers as a Photoelectrode in Dye-Sensitized Solar Cells, *J Nanosci Nanotechnol.* 2015;15(3):2346-50, DOI: 10.1166/jnn.2015.10256
3. Zhang W, Zhu R, Liu X, Liu B, Ramakrishna S, Facile construction of nanofibrous ZnO photoelectrode for dye-sensitized solar cell applications, *Appl. Phys. Lett.* 2009;95, DOI: 10.1063/1.3193661
4. Kim I-D, Hong J-M, Lee BH, Kim DY, Jeon E-K, Choi D-K, Yang D-J, Dye-sensitized solar cells using network structure of electrospun ZnO nanofiber mats, *Appl. Phys. Lett.* 2007;91, DOI: 10.1063/1.2799581
5. Hongsith K, Hongsith N, Wongratanaphisan D, Gardchareon A, Surachet Phadungdhitidhada S, Choopun S, Efficiency Enhancement of ZnO Dye-sensitized Solar Cells by Modifying Photoelectrode and Counterelectrode, *Energy Procedia*, 2015;79:360-365, DOI: doi:10.1016/j.egypro.2015.11.503

Wytwarzanie powłok na włóknach tkaniny przy zastosowaniu magnetronu z uziemioną katodą

R. Chodun¹, B. Wicher¹, Ł. Skowroński², K. Nowakowska-Langier³, S. Okrasa¹, K. Zdunek¹

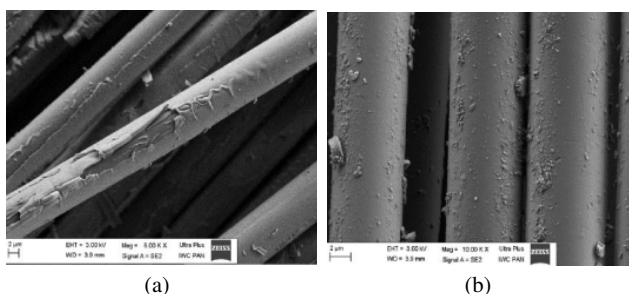
¹ Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska

² Instytut Matematyki i Fizyki, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

³ Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk

Streszczenie

Wytwarzanie powłok na włóknach tkanin umożliwia funkcjonalizację ich właściwości, np. poprzez zmianę reakcji na promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie podczerwieni. W badaniach zastosowano, jako źródło plazmy magnetron z uziemioną katodą oraz dodatnio spolaryzowaną anodą. Anoda umieszczona była w odległości ok. 8 cm od powierzchni targetu tytanowego. Na anodzie wykonanej w postaci pierścienia umieszczona była tkanina szklana. W rezultacie procesu rozpylania magnetronowego targetu tytanowego prowadzonego w argonie lub mieszaninie argonu i azotu wytwarzane były na tkaninie powłoki odpowiednio Ti lub TiN. Badania SEM wy-



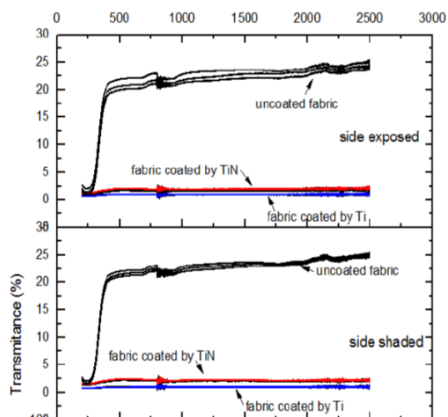
Rysunek 1

kazały, że na skutek zastosowania magnetronu pracującego w opisanym wyżej modzie na tkaninie uzyskana została powłoka pokrywająca dookoła jej włókna. Powłoka została wytworzona zarówno na stronie eksponowanej na plazmę wyładowania jarzeniowego (lewe, rys. 1(a)), jak na stronie zacienionej (prawe, rys. 1(b)). Badania optyczne w podczerwieni wykazały drastyczną zmianę transmitancji i refleksyjności tkaniny pokrytej powłoką i niepokrywanej (rys. 2).

Zastosowanie magnetronu pracującego w modzie standardowym (uziemiała anoda, katoda na potencjale ujemnym) umożliwiło jedynie jednostronne wytworzenie powłok.

Wydaje się, że dookólne pokrywanie tkaniny, zaobserwowane dla magnetronu z uziemioną katodą wiązań należy z dyfuzją ambipolarną w obszarze anodowego spadku potencjału, modyfikującą torę cząstek plazmy w tym obszarze.

Badania zostały wykonane w ramach projektu NCN 2013/09/B/ST8/02418



Rysunek 2

Mikroskopia sił atomowych jako narzędzie do oceny jakości warstw ZrO_2 nałożonych metodą ALD na powierzchnię tytanu wykorzystywanego w stomatologii

B. Ziębowicz¹, A. Ziębowicz², M. Makelson³, A. Łanuszewska³

¹ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, ul. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice

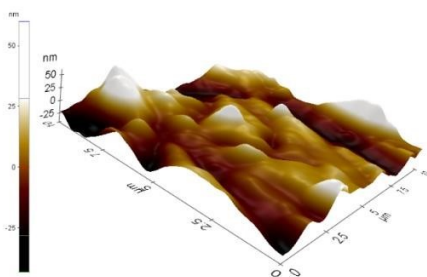
² Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Katedra Biomateriałów i Inżynierii Wytwarzania Medycznych, ul. Generała Charlesa de Gaulle'a 72, 41-800 Zabrze

³ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Koło naukowe Nanotechnologii i Materiałów Funkcjonalnych

Streszczenie

Wśród rozwiązań materiałowych i technologicznych używanych w protetyce stomatologicznej do nakładania powłok dużą rolę odgrywa metoda ALD (Atomic Layer Deposition), która to jest wariantem metod CVD i polega na naprzemiennym podawaniu gazowych reagentów (zwanych prekursorami) do komory reakcyjnej. ALD jest metodą nakładania powłok pozwalającą na bardzo dokładne odwzorowanie topografii podłoża oraz kontrolę grubości powłoki z dokładnością do pojedynczej warstwy atomowej. Ze względu na niemal idealną dokładność w odwzorowaniu powierzchni, metoda ALD nadaje się do pokrywania powierzchni o bardzo skomplikowanym kształcie.

Tlenek cyrkonu ZrO_2 należy do ceramiki białej – tlenkowej. Najczęściej wykorzystywany jest



Rysunek 1 Przykładowy obraz AFM próbki tytanowej z nałożoną warstwą ZrO_2 .

jako materiał biomedyczny, między innymi ze względu na jego znakomitą kombinację własności mechanicznych i odporności korozyjnej. Głównym zastosowaniem tlenku cyrkonu w stomatologii jest wytwarzanie koron i podbudów mostów, łączników oraz wkładów koronowo-korzeniowych. Tlenek cyrkonu wykorzystuje się także jako warstwa ochronna np. na tytanie i stopach tytanu również stosowanym w stomatologii.

Tytan z punktu widzenia stomatologii jest metalem o bardzo korzystnych właściwościach. Jest nie toksyczny i w niewielkim stopniu przenika do tkanek. Wykazuje dobrą biogodność i wysoką wytrzymałość przy stosunkowo niskiej gęstości. Nie ulega korozji, a w wyniku utleniania pokrywa się warstwą pasywną. Łatwo porasta kością na skutek osteogenezy kontaktowej. Warstwa ZrO_2 na elementach tytanowych zmienia charakter powierzchni materiału z hydrofilowej na hydrofobowa,

co ma duże znaczenie w ograniczeniu namnożenia się komórek.

Do prawidłowej oceny powłoki naniesionej metoda ALD zostały wykonane badania grubości powłoki, kąta zwilżania oraz badania jakości ich powierzchni przy użyciu mikroskopu AFM. Wyniki badań uzyskane na mikroskopie AFM stanowią ważne uzupełnienie prowadzonych do tej pory badań nad materiałami stomatologicznymi. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy obraz AFM badanych próbek.

Badanie powłok na materiałach stomatologicznych przy użyciu mikroskopii sił atomowych

B. Ziębowicz¹, A. Ziębowicz², M. Pawełczyk³, A. Łanuszewska³

¹ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, ul. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice

² Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Katedra Biomateriałów i Inżynierii Wytwarzania, ul. Generała Charlesa de Gaulle'a 72, 41-800 Zabrze

³ Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Koło naukowe Nanotechnologii i Materiałów Funkcjonalnych

Streszczenie

Wraz ze wzrostem wieku społeczeństwa rośnie zapotrzebowanie na usługi stomatologiczne. Jednocześnie ze wzrostem zamożności społeczeństwa wymagania stawiane materiałom stomatologicznym są coraz wyższe. Podstawowe własności, które są stawiane materiałom biomedycznym, w tym stomatologicznym to m.in. biogodność, zadawalające własności wytrzymałościowe oraz łatwość obróbki. Poza tym materiał stomatologiczny musi spełniać wymagania estetyki i wygody pacjenta. Materiały stomatologiczne pracują w środowisku jamy ustnej, które wpływa negatywnie na ich strukturę i własności, ulegają zużyciu mechanicznemu, jak i podlegają procesom korozyjnym. W celu polepszenia własności tych materiałów nakłada się na nie powłoki ochronne. Główne powłoki nakładane na materiały stomatologiczne to tlenek cyrkonu, azotek tytanu, tlenek tytanu, tlenek aluminium lub węgiel krzemowy. Charakteryzują się one wysoką odpornością na ścieranie, niską przewodnością cieplną, wysoką odpornością na pękanie oraz biokompatybilnością. Wśród materiałów wykorzystywanych na powłoki szczególną rolę odgrywa tlenek cyrkonu.

W niniejszej pracy, nałożono warstwę ZrO_2 metodą ALD w modzie termicznym, na tytanie 4 klasy jakości. Jego powierzchnia została przygotowana poprzez szlifowanie papierem ściernym o różnej ziarnistości (320-500), a następnie polerowanie na macie filcowej zwilżoną zawiesiną diamentową. Grubość nałożonej warstwy ZrO_2 wynosiła 108,38 nm. W celu analizy morfologii powstałych warstw oraz zmierzenia chropowatości użyto mikroskopu sił atomowych (AFM). Następnie został wykonany pomiar kąta zwilżania, który miał na celu określenie czy badana powłoka ma charakter hydrofilowy lub hydrofobowy. Wykonano także rentgenowską analizę fazową jakościową tytanu z nałożoną powłoką ZrO_2 .

Wyniki badań pokazują wiele możliwości zastosowania powłok tlenku cyrkonu w stomatologii oraz wskazują na konieczność dalszych badań, zarówno nad modyfikacją powierzchni implantu jak i nad dalszymi możliwościami projektowania powłok. Oprócz tlenku cyrkonu warto rozważyć także inne materiały ceramiczne, takie, jak tlenki aluminium i tytanu, oraz różne metody pokrywania implantów, na przykład niskotemperaturowe techniki PVD oraz pasywację powierzchni rodzimej. Dalszy rozwój technologii nakładania warstw jest jednym z przyszłościowych kierunków rozwoju inżynierii materiałowej.

Spis autorów

- Świątek L., 53
Świniarski M., 52
Żuk J., 14
Łanuszewska A., 60, 62
Łapińska A., 52
Łoński S., 49
Đurák M., 34
- Błaszczuk M., 35
Babij M., 26, 36, 39
Balcer A., 30
Batory D., 3, 45
Bociąga D., 53
Bogdanowicz R., 7, 30
Boharewicz B., 18
- Ceynowa P., 9, 30, 31
Chodun R., 58
Czykiel Ł., 32
- Drożdźiel A., 47
Durko M., 35
- Firek P., 17, 52
- Gajewski K., 26, 36, 43
Gazicki-Lipman M., 44
Gierałtowska S., 15
Godlewski M., 15
Gotszalk T., 24, 32, 36, 38–40, 43
Grabarczyk J., 45, 53
Gramala M., 32, 36
- Iwanicka Z., 35
- Jóźwiak G., 27
- Jakubiak M., 32, 38
Jakubowski W., 3
Janus P., 24
Januszewicz B., 45
Judek J., 52
- Kaczorowski W., 45
Kaestner M., 4
Kapka G., 46
Karpińska M., 50
Kiczkowiak T., 10
Kijaszek W., 19
Kopyciński P., 14
Kramek R., 43
Kula P., 39
Kunicki P., 24, 36
Kwietniewski N., 15, 51
Kwoka K., 38
- Lachawiec M., 40
Laska A., 41
Lochyński P., 35
Louda P., 34
- Małachowska-Jutcz A., 49
Majstrzyk W., 24, 36
Makówka M., 45
Makelson M., 60
Matysiak W., 56
Mitura K., 9
Mitura S., 9, 10, 30, 31
Moczała M., 18, 50
- Ngo-Quang S., 43
Niedzielski P., 41, 45
Nowakowska-Langier K., 58

- Okrasa S., 58
 Oleśko K., 44
 Olejnik A., 53
 Oleszkiewicz W., 19
 Orłowska K., 38, 39
 Ossowski T., 7
 Owczarek S., 3
- Pązik B., 45
 Pawełczyk M., 62
 Piasecki T., 22, 39
 Piaskowska A., 34
 Pietruszka R., 14
 Pisarska-Krawczyk M., 10
 Pośpiech M., 10
 Posadowski W., 46
 Poznar M., 50
 Prucnal S., 14
 Pysznik K., 14, 47
 Pytliński R., 10
- Radoń A., 49
 Rangelow I. W., 4
 Reszka K., 9, 12, 31
 Rudek M., 24, 36, 39
 Rydzkowski T., 31
 Rydzkowski T., 9
- Sierakowski A., 24
 Sikora A., 18, 35, 50
 Skowroński Ł., 58
 Sobaszek M., 30
 Sobczyk-Guzenda A., 3, 41, 44
- Sochacki M., 15, 51
 Staszuk M., 49
 Stonio B., 17, 51, 52
 Szczypiński M., 9, 10, 12, 31
 Szczypiński M. M., 9, 12, 31
 Szmidt J., 15, 17, 51, 52
 Szymański W., 44
 Szymanowski H., 3, 41, 44
- Tański T., 56
 Taube A., 15, 52
 Topolska S., 49
 Turek M., 47
- Veklych A., 17
- Waškiewicz M., 17
 Wachnicki Ł., 15
 Warski T., 49
 Wawrzyniak C., 39
 Werbowy A., 15
 Wiatrowski A., 46, 55
 Wicher B., 58
 Wijata T., 34
 Winnicki M., 55
- Zaborowska M., 56
 Zdrojek M., 52
 Zdunek K., 58
 Ziębowicz A., 60, 62
 Ziębowicz B., 49, 60, 62
 Zinka W., 30
 Znamirowski Z., 19