

MATERIAŁY PL ISSN 0209-0058

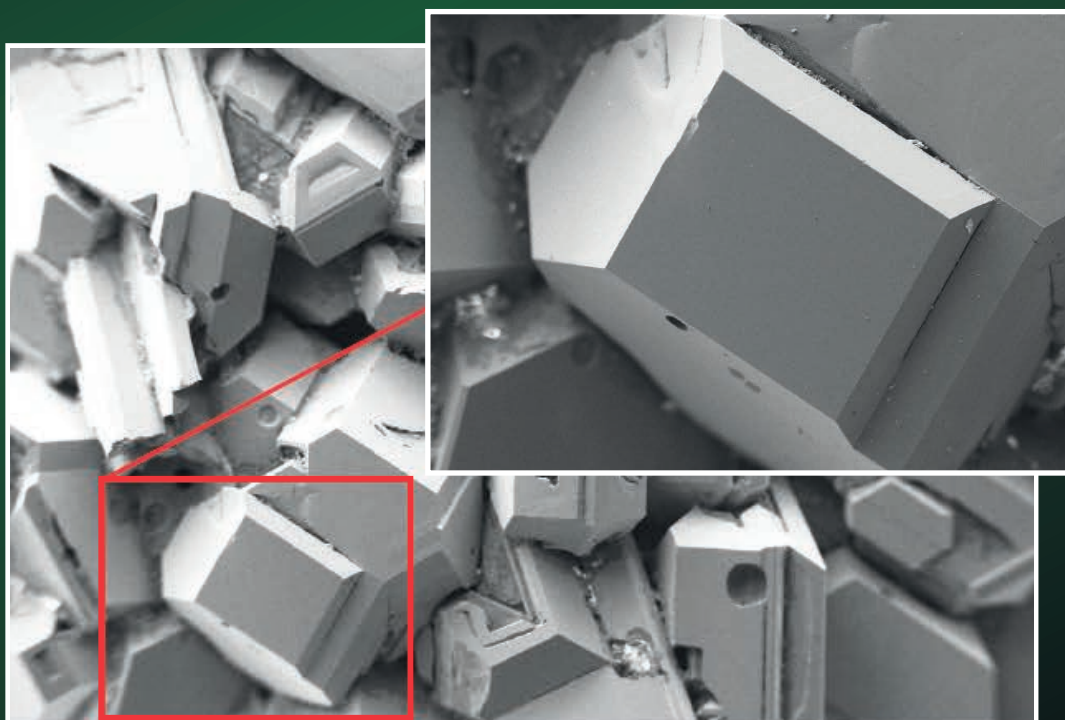
ELEKTRONICZNE

ELECTRONIC MATERIALS

2

Tom 43

Rok 2015



4 ..... Wzrost politypu 3C-SiC z roztworu metodą TSSG

M. Raczkiewicz, E. Tymicki,  
T. Łukasiewicz

12 ..... Dobór parametrów procesu termicznego  
rozkładu prekursora nanoproszku srebra w celu  
uzyskania optymalnej struktury krystalitów srebra

R. Pawłowski

18 ..... Analiza odkształceń sieci krystalicznej  
w sąsiedztwie dyslokacji

P. Jóźwik, A. Turos, J. Jagielski,  
S. Natarajan, L. Nowicki



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH  
INSTITUTE OF ELECTRONIC MATERIALS TECHNOLOGY

<http://rcin.org.pl>



**INSTYTUT TECHNOLOGII  
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH**  
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

**Z-ca Dyrektora ds. Naukowych**  
tel.: (48 22) 835 44 16  
fax: (48 22) 834 90 03  
e-mail: [Andrzej.Jelenski@itme.edu.pl](mailto:Andrzej.Jelenski@itme.edu.pl)

**Ośrodek Informacji Naukowej  
i Technicznej (OINTE)**  
tel.: (48 22) 835 30 41-9 w. 129, 498  
e-mail: [ointe@itme.edu.pl](mailto:ointe@itme.edu.pl)  
<http://www.itme.edu.pl/biblioteka>

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych wydaje dwa czasopisma naukowe, których tematyka dotyczy inżynierii materiałowej, elektroniki i fizyki ciała stałego, a w szczególności technologii otrzymywania nowoczesnych materiałów, ich obróbki, miernictwa oraz wykorzystania dla potrzeb elektroniki i innych dziedzin gospodarki:

- **Materiały Elektroniczne** – zawierające artykuły problemowe, teksty wystąpień pracowników ITME na konferencjach i Biuletyn PTWK,
  - **Prace ITME** – zawierające monografie, rozprawy doktorskie i habilitacyjne
- oraz
- stale aktualizowane katalogi i karty katalogowe technologii, materiałów, wyrobów i usług oferowanych przez Instytut i opartych o wyniki prowadzonych prac badawczych, opisy nowych wyrobów, metod i aparatury

Informacje można uzyskać:

tel.: (48 22) 835 30 41 w. 408; fax: (48 22) 834 90 03  
e-mail: [itme@itme.edu.pl](mailto:itme@itme.edu.pl)

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

**MATERIAŁY  
ELEKTRONICZNE  
ELECTRONIC MATERIALS  
KWARTALNIK**

**T. 43 - 2015 nr 2**

Wydanie publikacji dofinansowane jest przez  
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

WARSZAWA ITME 2015

<http://rcin.org.pl>

## KOLEGIUM REDAKCYJNE

### Redaktor Naczelny:

prof. dr hab. inż. Andrzej JELEŃSKI

### Redaktorzy Tematyczni:

prof. dr hab. inż. Zdzisław JANKIEWICZ

dr hab. inż. Paweł KAMIŃSKI

dr Zdzisław LIBRANT

dr Zygmunt ŁUCZYŃSKI

prof. dr hab. inż. Tadeusz ŁUKASIEWICZ

prof. dr hab. inż. Wiesław MARCINIAK

prof. dr hab. Anna PAJĄCZKOWSKA

prof. dr hab. inż. Władysław K. WŁOSIŃSKI

### Sekretarz Redakcji:

mgr Anna WAGA

### Redaktorzy Językowi:

mgr Anna KOSZEŁOWICZ - KRASKA

mgr Krystyna SOSNOWSKA

### Redaktor Techniczny:

mgr Szymon PLASOTA

## ADRES REDAKCJI

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych

ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa,

e-mail: ointe@itme.edu.pl;

www: matelektron.itme.edu.pl

## KONTAKT

### redaktor naczelny:

tel.: (22) 835 44 16 lub 835 30 41 w. 454

**z-ca redaktora naczelnego:** (22) 835 30 41 w. 426

**sekretarz redakcji:** (22) 835 30 41 w. 129

PL ISSN 0209 - 0058

Kwartalnik notowany na liście czasopism naukowych

Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

(3 pkt. - wg komunikatu MNiSW z 17 grudnia 2013 r.)

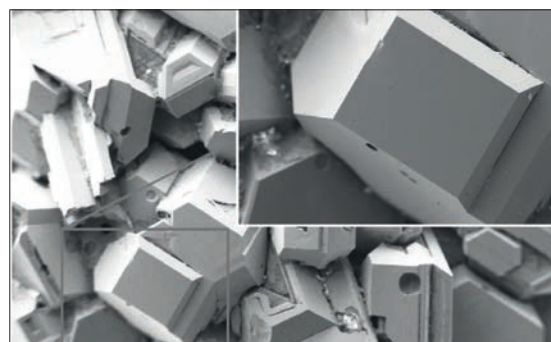
Ocena Index Copernicus - 4,80

Opublikowane artykuły są indeksowane także w bazach danych: BazTech, CAS - Chemical Abstracts

Publikowane artykuły mające charakter naukowy są recenzowane przez samodzielnych pracowników naukowych.

Wersja papierowa jest wersją pierwotną.

Nakład: 200 egz.



Na okładce: Obraz SEM struktury polikrystalicznej węgla krzemu politypu 3C-SiC otrzymanego metodą fizycznego transportu par.

## SPIS TREŚCI - CONTENTS

Wzrost politypu 3C-SiC z roztworu metodą TSSG	M. Raczkiwicz, E. Tymicki, T. Łukasiewicz	4
Solution growth of 3C-SiC by TSSG method		
Dobór parametrów procesu termicznego rozkładu prekursora nanoproszku srebra w celu uzyskania optymalnej struktury kryształitów srebra	R. Pawłowski	12
Selection of parameters used in thermal reduction process of nanosilver powder precursor aimed at obtaining optimal structure of silver crystallites		
Analiza odkształceń sieci krystalicznej w sąsiedztwie dyslokacji	P. Jóźwik, A. Turos, J. Jagielski, S. Natarajan, L. Nowicki	18
Analysis of crystal lattice deformations in the vicinity of dislocations		
Projekt: Wsparcie ochrony praw własności przemysłowej dla wynalazku w zakresie technologii monokrystalizacji długich kryształów węgla krzemu		27
Projekt: Repozytorium Cyfrowe Instytutów Naukowych		28
Streszczenia wybranych publikacji pracowników ITME		29

# STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW ME 43 - 2 - 2015

## Wzrost politypu 3C-SiC z roztworu metodą TSSG

ME 43, 2, 2015, s. 4

W tej pracy przedstawiono metodę wzrostu węgla krzemu politypu 3C. Jako zarodki posłużyły monokrystaliczne płytki węgla krzemu o politypach heksagonalnych 4H-SiC oraz 6H-SiC. Zbadano wzrost na płaszczyznach o orientacji (0001) oraz (000-1). Określony został zakres temperatur, pozwalający na otrzymanie struktur o wysokiej jednorodności politypowej, która została potwierdzona analizą fazową otrzymanego materiału oraz pomiarami widma Ramana.

## Dobór parametrów procesu termicznego rozkładu prekursora nanoproszku srebra w celu uzyskania optymalnej struktury krystalitów srebra

ME 43, 2, 2015, s. 12

W artykule skupiono uwagę na wyjaśnieniu zależności pomiędzy odpowiednim stosunkiem wagowym fazy organicznej, a pozyskaną ilością nanoproszku srebra podczas procesu termicznego rozkładu prekursora. Określono prawidłowy dla tej metody ubytek masy, optymalną temperaturę i czas wygrzewania prekursora. Przedstawiono rozkład uziarnienia badanych nanoproszków srebra względem procentowego ubytku ich masy podczas termicznego rozkładu prekursora.

## Analiza odkształceń sieci krystalicznej w sąsiedztwie dyslokacji

ME 43, 2, 2015, s. 18

W pracy opisano procedury symulacji Monte Carlo procesu rozpraszania wstecznego w kryształach zawierających dyslokacje. Sigmoidalny kształt ugiętych rzędów (płaszczyzn) atomowych można przybliżyć funkcją  $\arctan$ , co stanowi model dystorsji sieci krystalicznej w pobliżu półpłaszczyzny dyslokacji krawędziowej. Badania strukturalne kryształów AlGaN i SrTiO<sub>3</sub> za pomocą HRTEM pozwoliły wyznaczyć parametry geometryczne zaburzeń sieci krystalicznej w sąsiedztwie dyslokacji (kąta ugięcia w punkcie przegięcia funkcji  $\arctan$  oraz odległość między jej asymptotami). Zależność każdego z tych parametrów od odległości od krawędzi dyslokacji można przybliżyć funkcją eksponencjalnego zaniku i wyznaczyć współczynniki tej funkcji. Dane te zostały wykorzystane w symulacjach Monte Carlo widm rozpraszania wstecznego AlGaN oraz SrTiO<sub>3</sub> i pozwoliły na ilościową parametryzację rozkładu dyslokacji w defektowanych kryształach.

# THE ARTICLES ABSTRACTS ME 43 - 2 - 2015

## Solution growth of 3C-SiC by TSSG method

ME 43, 2, 2015, p. 4

In this paper, solution growth of 3C-SiC was demonstrated. Monocrystalline 4H-SiC and 6H-SiC wafers were used as seeds. Growth was observed on (0001) and (000-1) planes. The temperature range enabling the fabrication of 3C-SiC structures of high polytypic homogeneity was determined and 3C-SiC growth was confirmed by XRD and Raman spectroscopy.

## Selection of parameters used in thermal reduction process of nanosilver powder precursor aimed at obtaining optimal structure of silver crystallites

ME 43, 2, 2015, p. 12

The present article is concentrated on explaining the relationship between the appropriate mass ratio of the organic phase and the amount of nanosilver powder produced in a thermal precursor reduction process. Optimal weight loss, temperature range and duration of the process were determined. Finally, distribution of nanosilver particles in the examined silver nanopowders in relation to their proportional weight loss throughout the process was described.

## Analysis of crystal lattice deformations in the vicinity of dislocations

ME 43, 2, 2015, p. 18

A procedure of Monte Carlo simulation of a backscattering process in crystals containing dislocations was described in this publication. Sigmoidally bent atomic rows (planes) can be approximated by an arctan function being a model of the lattice distortion in the vicinity of a dislocation. HRTEM analysis of AlGaN and SrTiO<sub>3</sub> crystals allowed determination of the geometrical parameters of crystalline structure distortion in the vicinity of a dislocation (a bending angle at the inflexion point of the arctan function as well as the distance between its asymptotes). A dependence of each of these parameters on the distance from a dislocation edge can be approximated by an exponential decay function. The parameters of this function can be calculated from the experimental data. The parameters obtained were used in Monte Carlo simulation of the backscattering process in AlGaN and SrTiO<sub>3</sub> and enabled quantitative determination of the depth distribution of dislocations in defected crystals.



**INNOWACYJNA  
GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



## Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka

### DOTACJE NA INNOWACJE

Tytuł projektu:

#### **Wsparcie ochrony praw własności przemysłowej dla wynalazku w zakresie technologii monokryształacji długich kryształów węgliku krzemu**

Autorzy: **Emil Tymicki, Krzysztof Graszka, Katarzyna Racka-Szmidt**

Celem Projektu jest uzyskanie ochrony prawnej dla wynalazku w zakresie technologii monokryształacji kryształów SiC na terenie Rzeczypospolitej Polskiej i wybranych państw Unii Europejskiej. Projekt pokrył w 100% koszty związane z przygotowaniem i złożeniem zgłoszeń patentowych do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej (UPRP) oraz do Europejskiego Urzędu Patentowego (EPO).

Wynalazek dotyczy technologii otrzymywania monokryształów SiC z fazy gazowej. Opracowana metoda wzrostu długich kryształów zwiększa wydajność procesu i pozwala obniżyć ich jednostkowy koszt wytworzenia. Monokrystaliczny węgiel krzemu ze względu na swoje właściwości, takie jak: szeroka przerwa energetyczna, wysokie przewodnictwo cieplne, wysokie napięcie przebicia pola elektrycznego jest doskonałym materiałem do budowy urządzeń wysokich mocy, takich jak diody Schottky'ego i tranzystory. Zastosowanie w energetyce elementów wysokiej mocy wykonanych z SiC pozwoli obniżyć straty wynikające z przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej. Zastąpienie w światowej energetyce konwencjonalnej elektroniki opartej na krzemie elektroniką opartą na SiC pozwoliłoby zaoszczędzić 184 TWh energii, co stanowi równowartość około 50 reaktorów jądrowych. SiC jest również obiecującym materiałem do konstrukcji przyrządów wysokich częstotliwości, diod świecących oraz złożonych układów i systemów, mogących pracować w wysokich temperaturach i niekorzystnych warunkach środowiskowych. Przyrządy te mogą mieć zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym, optoelektronicznym, lotniczym i kosmicznym.

Zapewnienie ochrony prawnej dla tego wynalazku pozwoli na dalszy rozwój technologii wytwarzania jednych z najbardziej perspektywicznych kryształów stosowanych do produkcji elektronicznych przyrządów wysokiej mocy.



Nazwa beneficjenta: Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych

Wartość projektu: 156 000 PLN

Udział Unii Europejskiej: 132 600 0 PLN

Okres realizacji: 01.07.2013 r. - 30.09.2015 r.

Nr umowy: UDA-POIG.01.03.02-00-042/12-02

**PROJEKT WSPÓŁFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ  
Z EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO**



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



## Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka

Działanie 2.3. Inwestycje związane z rozwojem infrastruktury informatycznej nauki

### DOTACJE NA INNOWACJE

#### Tytuł Projektu: REPOZYTORIUM CYFROWE INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

Biblioteka Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych brała udział w budowie Repozytorium Cyfrowego Instytutów Naukowych. Projekt realizowany był w okresie od marca 2010 do września 2014 i finansowany ze środków Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Oś priorytetowa 2.º Inwestycje związane z rozwojem infrastruktury informatycznej nauki w ramach poddziałania 2.3.2 Projekty w zakresie rozwoju zasobów informacyjnych nauki w postaci cyfrowej.

Podstawowym celem Projektu było utworzenie ogólnodostępnego w sieci internetowej ponadregionalnego, multidyscyplinarnego, pełnotekstowego, przeszukiwalnego Repozytorium Cyfrowego złożonego ze zdigitalizowanych publikacji naukowych, materiałów archiwalnych, dokumentacji badań oraz piśmienniczego dziedzictwa kulturowego wyselekcjonowanych ze zbiorów 16 polskich instytutów naukowych oraz ich bibliotek tworzących Konsorcjum Repozytorium Cyfrowego Instytutów Naukowych, na którego czele stało Muzeum i Instytut Zoologii PAN.

#### Celami szczegółowymi Projektu były:

- modernizacja infrastruktury naukowo-badawczej i informatycznej szesnastu jednych z najlepszych polskich jednostek naukowych reprezentujących zarówno nauki ścisłe, przyrodnicze, medyczne, jak i humanistyczne;
- zwiększenie cyfrowych zasobów Internetu o wartościowe polskie treści publikacji naukowych wydawanych przez członków Konsorcjum (monografie naukowe, czasopisma, wydawnictwa seryjne, mapy i atlasów) i jednocześnie upowszechnianie wyników badań własnych Instytutów, co przełożyć się powinno na wzrost ich cytowalności;
- zabezpieczenie dla przyszłych pokoleń bieżącego dorobku naukowego Instytutów Konsorcjum poprzez zbudowanie archiwum cyfrowego Instytutów Konsorcjum (archiwizacja plików matek);
- umożliwienie ogółowi dostępu do pozycji udostępnianych obecnie tylko wyjątkowo nielicznej grupie badaczy (starodruki, książki i mapy, rękopisy,

czasopisma, zdjęcia, kartoteki i pozycje zachowane tylko w jednym egzemplarzu w Polsce, a nawet na świecie, itp.) i zabezpieczenie ich dla przyszłości, poprzez cyfrową archiwizację tych wyselekcjonowanych pozycji. Wiele z tych historycznych zbiorów aktualnie służy badaniom naukowym, np. mapy historyczne są pomocne w badaniach nad zmianami globalnymi;

- zwiększenie dostępności do pozostałych wyselekcjonowanych unikalnych materiałów współczesnych i historycznych, gromadzonych w Instytutach Konsorcjum m.in. w postaci rękopisów prac doktorskich, specjalistycznych kartotek czy dokumentacji badań;
- promocja polskiej nauki, historii, kultury i walorów środowiska przyrodniczego w świecie poprzez obecność zasobów Repozytorium Konsorcjum w bibliotece cyfrowej Unii Europejskiej Europeana oraz zwiększenie dostępności tych zasobów dzięki dodaniu bezpośrednich do nich linków w katalogach on-line Bibliotek Instytutów Konsorcjum oraz katalogach ogólnopolskich NUKAT i Karo, a pośrednio także w światowym katalogu WorldCat;
- wsparcie edukacji, w tym edukacji na odległość i wyrównywanie szans młodzieży pochodzącej spoza ośrodków wielkomiejskich poprzez wzbogacenie treści cyfrowych Internetu o zasoby cyfrowe dotychczas niedostępne chociażby z powodu praw autorskich, a służące m.in. dydaktyce na różnych poziomach nauczania;
- podnoszenie umiejętności użytkowników bibliotek naukowych Konsorcjum w zakresie wyszukiwania literatury naukowej w wartościowych zasobach Internetu w ramach spotkań informacyjnych promujących Projekt.

W ramach Projektu planowana była cyfryzacja ponad 25 tysięcy pozycji ze zbiorów Bibliotek i Instytutów Konsorcjum, a do końca września 2014 roku w Repozytorium zostało zamieszczone ponad 47,5 tysiąca pozycji. Pomimo, iż Projekt został zakończony to do Repozytorium nadal wprowadzane są kolejne publikacje. Do końca czerwca 2015 roku w RCIN-ie zamieszczone zostało ponad 54 tysiące pozycji.

Repozytorium Cyfrowe Instytutów Naukowych to ogólnodostępna platforma dostępu do cyfrowych zbiorów zarówno dla środowiska naukowców, pracowników gospodarki, pracowników informacji naukowej, ale też uczniów, studentów i całego społeczeństwa.

Zdigitalizowane zbiory są udostępnione w Internecie na platformie Repozytorium utworzonego za pomocą systemu dLibra, który jest standardem obecnie używanym w Polsce.

W ramach realizacji projektu, a także po jego zakończeniu Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych dokonał digitalizacji i udostępnił w internecie ponad 940 publikacji wydawanych przez Instytut, od lat 70., czasopism: „Materiały Elektroniczne” i „Prace ITME” oraz prac doktorskich pracowników.

DINT

### W projekcie RCIN uczestniczą:

- Instytut Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Badań Literackich Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Filozofii i Socjologii Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Historii im. Tadeusza Manteuffla Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Języka Polskiego Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej im. Mirosława Mossakowskiego Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Sławistyki Polskiej Akademii Nauk
- Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
- Muzeum i Instytut Zoologii Polskiej Akademii Nauk

## STRESZCZENIA WYBRANYCH ARTYKUŁÓW PRACOWNIKÓW ITME

### Numerical analysis of a highly birefringent microstructured optical fiber with an anisotropic core

Michał Swat<sup>1,2</sup>, Bartłomiej Salski<sup>1</sup>, Tomasz Karpisz<sup>1,2</sup>, Grzegorz Stepniowski<sup>2,3</sup>, Ireneusz Kujawa<sup>2</sup>, Mariusz Klimczak<sup>2</sup>, Ryszard Buczyński<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Radioelectronics, Warsaw University of Technology, Nowowiejska 15/19, 00-665 Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, 133 Wolczyńska Str., 01-919 Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Faculty of Physics, University of Warsaw, ul. Pasteura 7, 02-093 Warsaw, Poland

*Optical and Quantum Electronics*, 2015, 47, 1, 77 - 88

In this paper, modeling and optimization of a highly birefringent microstructured optical fiber with an anisotropic structure of a lamellar core is analyzed. The core consists of a linear stack of a high refractive index lead oxide glass F2 and a low refractive index borosilicate glass NC21A, which contributes to the anisotropy of two

orthogonal polarizations of the fundamental mode propagating in the fiber. It is shown, that an appropriate choice of thickness and width of the layers constituting the core structure, enables reducing the dispersion of birefringence of the considered modes, in a wide spectral range. It is further investigated how a sub-wavelength defect, in form of a low refractive index glass introduced in the middle of the core, influences fiber's birefringence. We show for the first time, that nanodefekt introduced into a lamellar core structure further reduces dispersion of birefringence in the fiber over one octave range. An average birefringence of  $1.95 \times 10^{-3}$  with variation below 5 % is achieved in 800–2,000 nm bandwidth.

### Numerical simulations of spectral broadening in all-normal dispersion photonic crystal fiber at various pump pulse conditions

Bartłomiej Siwicki<sup>1,2</sup>, Mariusz Klimczak<sup>1</sup>, Grzegorz Soboń<sup>3</sup>, Jarosław Sotor<sup>3</sup>, Dariusz Pysz<sup>1</sup>, Ryszard Stepień<sup>1</sup>, Krzysztof Abramski<sup>3</sup>, Ryszard Buczyński<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska



133, 01-919 Warsaw, Poland

<sup>2</sup> University of Warsaw, Faculty of Physics, Pasteura 7, 02-093 Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Wrocław University of Technology, Laser & Fiber Electronics Group, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Poland  
*Optical Engineering*, 2015, 54, 1, 016102

Supercontinuum (SC) generation contained in the normal dispersion range of an optical fiber has been shown to be limited primarily by the available peak power and length of the pump pulse. In this work, we numerically investigate the SC spectral width and flatness for various pump pulse conditions in a nonlinear, all-solid, soft-glass, photonic crystal fiber (PCF) with a flattened dispersion profile. We assume a range of pump pulse parameters with pulse lengths between 250 and 100 fs (60 to 150 kW of peak power), and input pulse energies between 10 and 30 nJ, numerically reaching a maximum SC width of 800 to 2600 nm. The presented theoretical study provides a guideline for the selection of a fiber laser pump source, or in other words, it enables one to expect the extent of spectral broadening in the developed, all-normal dispersion PCF, when presently available fiber laser pump pulse parameters are assumed.

### Scanning probe microscopy investigations of the electrical properties of chemical vapor deposited graphene grown on a 6H-SiC substrate

**Krzysztof Gajewski<sup>1</sup>, Daniel Kopiec<sup>1</sup>, Magdalena Moczala<sup>1</sup>, Adam Piotrowicz<sup>1</sup>, Michał Zielony<sup>1</sup>, Grzegorz Wielgoszewski<sup>1</sup>, Teodor Gotszalk<sup>1</sup>, Włodek Strupiński<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Wrocław University of Technology, Faculty of Microsystem Electronics and Photonics, ul. Z. Janiszewskiego 11/17, PL-50372 Wrocław, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wolczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

*Micron*, 2015, 68, 17 – 22

Sublimated graphene grown on SiC is an attractive material for scientific investigations. Nevertheless the self limiting process on the Si face and its sensitivity to the surface quality of the SiC substrates may be unfavourable for later microelectronic processes. On the other hand, chemical vapor deposited (CVD) graphene does not possess such disadvantages, so further experimental investigation is needed. In this paper CVD grown graphene on 6H-SiC (0 0 0 1) substrate was investigated using scanning probe microscopy (SPM). Electrical properties of graphene were characterized with the use of: scanning tunnelling microscopy, conductive atomic force microscopy (C-AFM) with locally performed C-AFM current–voltage measurements and Kelvin probe force microscopy (KPFM). Based on the contact potential difference data from the KPFM measurements, the work function of graphene was estimated. We

observed conductance variations not only on structural edges, existing surface corrugations or accidental bilayers, but also on a flat graphene surface.

### Graphene Platelets as Morphology Tailoring Additive in Carbon Nanotube Transparent and Flexible Electrodes for Heating Applications

**Grzegorz Wroblewski<sup>1</sup>, Konrad Kielbasinski<sup>2</sup>, Tomasz Stapinski<sup>3</sup>, Janusz Jaglarz<sup>4</sup>, Konstanty Marszalek<sup>3</sup>, Barbara Swatowska<sup>3</sup>, Lucja Dybowska-Sarapuk<sup>2</sup>, Małgorzata Jakubowska<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Metrology and Biomedical Engineering, Warsaw University of Technology, Andrzeja Boboli 8, 02-525 Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Wolczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

<sup>3</sup> AGH University of Science and Technology, Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland

<sup>4</sup> Institute of Physics, Cracow University of Technology, Podchorążych 1, 30-084 Krakow, Poland

*Journal of Nanomaterials*, 2015, 2015, Article ID 316315

Flexible and transparent electrodes were fabricated with spray coating technique from paints based on multiwalled carbon nanotubes with the addition of graphene platelets. The work presents the influence of graphene platelets on the paints rheology and layers morphology, which has a strong connection to the electrooptical parameters of the electrodes. The paints rheology affects the atomization during spray coating and later the leveling of the coating on the substrate. Both technological aspects shape the morphology of the electrode and the distribution of nanoparticles in the coating. All these factors influence the sheet resistance and roughness, which is linked to the optical transmission and absorbance. In our research the electrode was applied as a transparent and elastic heating element with 68% optical transmission at 550 nm wavelength and 8.4 kΩ/□ sheet resistance. The elastic heating element was tested with a thermal camera at the 3 diverse supply voltages –20, 30, and 60 VDC. The test successfully confirmed and supported our proposed uses of elaborated electrodes.

### Graphene electrodes for voltammetric measurements in biological fluids

**Andrzej Peplowski<sup>1</sup>, Daniel Janczak<sup>1</sup>, Grzegorz Wróblewski<sup>1</sup>, Marcin Słoma<sup>1,2</sup>, Łukasz Górski<sup>3</sup>, Elżbieta Malinowska<sup>3</sup>, Tadeusz Palko<sup>1</sup>, Małgorzata Jakubowska<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Metrology and Biomedical Engineering, Warsaw

University of Technology, Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Department of Microbioanalytics, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland

*Circuit World*, 2015, 41, 3, 112 - 115

#### **Purpose**

– The aim of this paper was to verify applicability of graphene-based sensors for voltammetric and amperometric measurements of low-concentration compounds in biological fluids.

#### **Design/methodology/approach**

– Using the screen printing method, electrochemical sensors were manufactured on polymethylmetacrylate foil using a paste consisting of organic solvents and graphene nanopetals. As the model of a biological fluid tear film was chosen, the compound chosen as the analyte was H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, which is produced in oxidation of biological compounds. Tear film analog was prepared, in which, the measurements were carried out in a wide range of concentrations to determine the oxidation potential of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> through square-wave voltammetry. The second series of amperometric measurements was carried out for concentrations between 0 and 30 μM/L, which is the lower range of physiological glucose concentration in tear films.

#### **Findings**

– The sensors presented linearity for concentrations from 0 to 3.5 per cent. Mean linear correlation coefficient between the peak current and the concentration for the examined sensors was 0.9764. Mean sensitivity was 434.4 mA·M<sup>-1</sup>·L<sup>-1</sup>.

#### **Research limitations/implications**

– Results indicate a need for optimization of the sensors' performance. Main parameters to be improved are surface area of electrodes and purity of the graphene layer, as well as uniformity of the manufacturing process to improve accuracy and repeatability of measurements.

#### **Practical implications**

– Technology and materials used present an opportunity for creating low-cost, miniaturized and biocompatible sensors to be used in medical monitoring.

#### **Originality/value**

– Printed electronics technology described was not investigated previously in the field of biological sensors and could contribute to the solving of vital medicine problems.

## **Electrical and mechanical properties of RFID chip joints assembled on flexible substrates**

**Janeczek Kamil<sup>1</sup>, Jakubowska Malgorzata<sup>2,3</sup>, Koziol Grazyna<sup>1</sup>, Mlozniak Anna<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tele & Radio Research Institute, Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Warsaw University of Technology, Institute of Metrology and Biomedical Engineering, Warsaw, Poland

*Soldering & Surface Mount Technology*, 2015, 27, 1, 13 - 21

#### **Purpose**

– The purpose of this paper is to examine electrical and mechanical properties of radio frequency identification (RFID) chip joints assembled on a flexible substrate and made from isotropic conductive adhesives (ICAs) reinforced with graphene nanoplatelets (GPNs) or graphite nanofibers (GFNs).

#### **Design/methodology/approach**

– The ICAs reinforced with GPNs or GFNs were prepared and screen printed on a test pattern to investigate resistance and thickness of these adhesive layers. Differential Scanning Calorimetry (DSC) was performed to assess a curing behaviour of the prepared ICAs. Then, RFID chips were mounted with the prepared ICAs to the pattern of silver tracks prepared on foil. Shear test was carried out to evaluate mechanical durability of the created chip joints, and resistance measurements were carried out to evaluate electrical properties of the tested ICAs.

#### **Findings**

– The 0.5 per cent (by weight) addition of GFNs or GPNs to the ICA improved shear force values of the assembled RFID chip joints, whereas resistance of these modified adhesives increased. The DSC analysis showed that a processing temperature of the tested adhesives may range from 80 to 170°C with different curing times. It revealed a crucial influence of curing time and temperature on electrical and mechanical properties of the tested chip joints. When the chip pads were cured for too long (i.e. 60 minutes), it resulted in a resistance increase and shear force decrease of the chip joints. In turn, the increase of curing temperature from 80 to 120°C entailed improvement of electrical and mechanical properties of the assembled chips. It was also found that a failure location changed from the chip – adhesive interface towards the adhesive – substrate one when the curing temperature and time were increased.

#### **Research limitations/implications**

– Further investigations are required to examine changes thoroughly in the adhesive reinforced with GFNs after a growth of curing time. It could also be worth studying electrical and mechanical properties of the conductive adhesive with a different amount of GFNs or GPNs.

#### **Practical implications**

– The tested conductive adhesive reinforced with GFNs or GPNs can be applied in the production of RFID tags because it may enhance the mechanical properties of tags fabricated on flexible substrates.

#### **Originality/value**

– Influence of GFNs and GPNs on the electrical and mechanical properties of commercial ICAs was investigated. These properties were also examined depending on a curing time and temperature. New conductive materials

were proposed and tested for a chip assembly process in fabrication of RFID tags on flexible substrates.

## Investigation of treated PEN foil surface properties for inkjet application

Arazna Aneta<sup>1</sup>, Futera Konrad<sup>1</sup>, Jakubowska Malgorzata<sup>2</sup>, Dybowska-Sarapuk Lucja<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tele and Radio Research Institute, Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Department of Mechatronics, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw, Poland

*Soldering & Surface Mount Technology*, 27, 3, Special Issue: SI, 108 - 111

### Purpose

– The purpose of this paper is to report surface properties of treated Teonex Du Pont polyethylene naphthalate (PEN) foil substrates.

### Design/methodology/approach

– There were three different cleaning treatments among other: argon glow discharge, dipping into alkaline solution at 60°C as well as washing in an ultrasonic bath of acetone and ethyl alcohol in room temperature. The relation between PEN foil morphology and surface properties has been studied by contact angle measurements as well as evaluation of surface roughness of PEN foil samples by atomic force microscopy (AFM).

### Findings

– It was found that argon glow discharge (T3) of PEN treatment caused the maximum reduction in both values of contact angles. In addition, the argon glow discharge yielded the highest PEN surface energy (51.9 mJ/m<sup>2</sup>) and polarity (0.89). On the other hand, the AFM micrographs showed that the samples T3 had the highest value of average and root mean square surface roughness. Based on the experiments results, the authors stated that the alkaline cleaning (T2 treatment) could be considered as an effective method of PEN substrate treatment.

### Originality/value

– The influence of different cleaning treatment on the surface properties of PEN foil to inkjet application was analyzed. In the literature, there are not a lot of papers describing examinations of surface properties of PEN foil to inkjet application by contact angle measurements and AFM analysis.

## Influence of electric field on separation and orientation of carbon nanotubes in spray coated layers

Wroblewski Grzegorz<sup>1</sup>, Słoma Marcin<sup>1,2</sup>, Janczak, Daniel<sup>1</sup>, Jakubowska Malgorzata<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Metrology and Biomedical Engineering, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw, Poland

*Circuit World*, 2015, 41, 3, Special Issue: SI, 107 - 111

### Purpose

– The aims of this paper are to investigate the influence of direct current (DC) electric field on separation and orientation of carbon nanotubes (CNTs) in spray-coated layers and apply this method to the fabrication of elastic and transparent electrodes. The orientation of CNTs in the form of paths in the direction of electrical conduction should increase the electrode conductivity without decreasing its optical transmission.

### Design/methodology/approach

– Materials are deposited using vacuum-free, ultra-fine nozzle spray coating technique, easily applicable for large-scale production. After the deposition of carbon nanomaterials, nanoparticles are oriented in the electric field and initially cured with infrared halogen lamp to evaporate solvents and preserve orientation of the nanoparticles in the deposited layer. Afterwards, layers are cured in a chamber dryer to obtain desired properties. Nanoparticles orientation and carbon nanomaterials separation via DC electric field are analysed, and the optical and electrical properties of prepared electrodes are measured.

### Findings

– Experiments described in this paper showed that DC electric field can be applied provide separation and orientation of CNTs and combined with spray coating technique, can be used as additional tool for tuning the conductivity of flexible and transparent electrodes by decreasing the sheet resistance about five times.

### Originality/value

– The results showed that spray coating combined with electric field orientation is a promising solution of obtaining elastic and transparent electrodes with oriented carbon particles. According to the authors' knowledge, none of the experiments was directed to obtain DC electric field-oriented transparent layers produced with the use of spray coating technique.

## Hyperfine coupling and spin polarization in the bulk of the topological insulator Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>

S. Mukhopadhyay<sup>1</sup>, S. Krämer<sup>1</sup>, H. Mayaffre<sup>1</sup>, H. F. Legg<sup>1</sup>, M. Orlita<sup>1</sup>, C. Berthier<sup>1</sup>, M. Horvatić<sup>1</sup>, G. Martínez<sup>1</sup>, M. Potemski<sup>1</sup>, B. A. Piot<sup>1</sup>, A. Materna<sup>2</sup>, G. Strzelecka<sup>2</sup>, A. Hruban<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, F-38042 Grenoble, France

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wolczyńska 133, Warsaw, Poland

*Phys. Rev. B*, 2015, 91, 8, 081105

Nuclear magnetic resonance (NMR) and transport measurements have been performed at high magnetic fields and low temperatures in a series of n-type Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> crystals. In low-density samples, a complete spin polarization of the electronic system is achieved, as observed from the saturation of the isotropic component of the Bi-209 NMR shift above a certain magnetic field. The corresponding spin splitting, defined in the phenomenological approach of a 3D electron gas with a large (spin-orbit-induced) effective g factor, scales as expected with the Fermi energy independently determined by simultaneous transport measurements. Both the effective electronic g factor and the "contact" hyperfine coupling constant are precisely determined. The magnitude of this latter reveals a non-negligible s character of the electronic wave function at the bottom of the conduction band. Our results show that the bulk electronic spin polarization can be directly probed via NMR and pave the way for future NMR investigations of the electronic states in Bi-based topological insulators.

### Broadband dispersion measurement of photonic crystal fibers with nanostructured core

Stepniewski Grzegorz<sup>1,2</sup>, Pniewski, Jacek<sup>1</sup>, Klimczak, Mariusz<sup>2</sup>, Martynkien Tadeusz<sup>3</sup>, Pysz Dariusz<sup>2</sup>, Stepień Ryszard<sup>2</sup>, Kujawa Ireneusz<sup>2</sup>, Borzycki Krzysztof<sup>4</sup>, Buczyński Ryszard<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Physics, University of Warsaw, Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Institute of Physics, Wrocław University of Technology, Wrocław, Poland

<sup>4</sup> National Institute of Telecommunications, Warsaw, Poland

*Optical and Quantum Electronics*, 2015, 47, 3, 807 - 814

Introduction of subwavelength inclusions in the core opens up an additional degree of freedom in shaping of dispersion characteristic in photonic crystal fibers (PCFs). We have developed a PCF with a nanostructured inclusion in the core to verify this concept. To suppress higher order modes, the photonic cladding structure of the developed fiber is composed of a first ring with linear filling factor of 0.95 and the remaining 5 rings with a lower linear filling factor of 0.4 with a lattice constant of 2.6 μm. Diameter of the nano-inclusion in the core is 410 nm. For the fiber development, we used a pair of thermally matched soft glasses: Schott SF6 lead glass and an in-house synthesized NC21 borosilicate glass. In this paper, we report on dispersion measurements using a spectral interferometric technique. A dispersion unbalanced Mach-Zehnder interferometer, combined with a supercontinuum source is used. Dispersion characteristics in wide range of wavelengths extending from 0.65 to 1.6 μm, are measured and verified against calculated results.

### When Eutectics Meet Plasmonics: Nanoplasmonic, Volumetric, Self-Organized, Silver-Based Eutectic

Sadecka Katarzyna<sup>1</sup>, Gajc Marcin<sup>1</sup>, Orlinski Krzysztof<sup>1</sup>, Surma Hancza B.<sup>1</sup>, Klos Andrzej<sup>1</sup>, Jozwik-Biala Iwona<sup>1</sup>, Sobczak Kamil<sup>3</sup>, Dluzewski Piotr<sup>3</sup>, Toudert Johann<sup>4</sup>, Pawlak, Dorota A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Centre of New Technologies, University of Warsaw, Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

<sup>4</sup> Laser Processing Group, Instituto de Óptica, CSIC, Madrid, Spain

*Advanced Optical Materials*, 2015, 3, 3, 381 – 389

Due to the development of novel manufacturing technologies and the increasing availability of nano-/micromaterials, plasmonics has become an emerging field in photonics research. Although the fabrication of metallic elements has already been widely demonstrated, the development of 3D plasmonic materials is progressing slowly. This paper reports the development of a self-organized, 3D nanoplasmonic eutectic composite that exhibits localized surface plasmon resonance at 595 nm. This eutectic composite is produced by directional solidification with the micro-pulling-down method and consists of a 3D, multiscale network of silver, nanometer-thick, micron-long sheets, and triangular cross-section microprecipitates embedded in a crystalline bismuth oxide matrix. Annealing at 600 degrees C further refined the structure and introduced metallic nanoparticles that exhibited plasmonic resonance in the optical region of the spectrum. This is the first demonstration of plasmonic behavior in a eutectic-based composite, which is engineered specifically for this purpose using a self-organization mechanism.

### Mechanical behavior of diamond matrix composites with ceramic Ti<sub>3</sub>(Si, Ge)C<sub>2</sub> bonding phase

M. Szutkowska<sup>1</sup>, L. Jaworska<sup>1</sup>, M. Boniecki<sup>2</sup>, L. Stobierski<sup>3</sup>, M. Rozmus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Advanced Manufacturing Technology, 37a Wroclawska St., 30-011 Krakow, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, 133 Wolczynska St., 01-919 Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Faculty of Materials Science and Ceramics, AGH University of Science and Technology, Krakow 30-059, Poland

*International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 2015, 49, 302 – 306

Polycrystalline diamond, PCD, compacts are usually produced by high pressure–high temperature (HP–HT) sintering. This technique always introduces strong internal stresses into the compacts, which may result in self-fragmentation or graphitization of diamond. This may be prevented by a bonding phase and  $\text{Ti}_3(\text{Si,Ge})\text{C}_2$  was so investigated. This layered ceramic was produced by Self Propagating High Temperature Synthesis and the product milled. The  $\text{Ti}_3(\text{Si,Ge})\text{C}_2$  milled powder was mechanically mixed, in the range 10 to 30 wt.%, with 3–6  $\mu\text{m}$  diamond powder (MDA, De Beers) and compacted into disks 15 mm in diameter and 5 mm high. These were sintered at a pressure of 8.0 GPa and temperature of 2235 K in a Bridgman-type high pressure apparatus. The amount of the bonding phase affected the mechanical properties: Vickers hardness from 20.0 to 60.0 GPa and Young's modulus from 200 to 500 GPa, with their highest values recorded for 10 wt.%  $\text{Ti}_3(\text{Si,Ge})\text{C}_2$ . For this composite fracture toughness was  $7.0 \text{ MPa m}^{1/2}$ , tensile strength 402 MPa and friction coefficient 0.08. Scanning and transmission electron microscopy, X-ray and electron diffraction phase analysis were used to examine the composites.

### New X-ray insight into oxygen intercalation in epitaxial graphene grown on 4H-SiC(0001)

G. Kowalski<sup>1</sup>, M. Tokarczyk<sup>1</sup>, P. Dąbrowski<sup>2</sup>, P. Ciepielewski<sup>2</sup>, M. Możdżonek<sup>2</sup>, W. Strupiński<sup>2</sup> and J. M. Baranowski<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Physics, University of Warsaw, Hoża 69, 00-681 Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

*J. Appl. Phys.*, 2015, 117, 105301

Efficient control of intercalation of epitaxial graphene by specific elements is a way to change properties of the graphene. Results of several experimental techniques, such as X-ray photoelectron spectroscopy, micro-Raman mapping, reflectivity, attenuated total reflection, X-ray diffraction, and X-ray reflectometry, gave a new insight into the intercalation of oxygen in the epitaxial graphene grown on 4H-SiC(0001). These results confirmed that oxygen intercalation decouples the graphene buffer layer from the 4H-SiC surface and converts it into the graphene layer. However, in contrast to the hydrogen intercalation, oxygen does not intercalate between carbon planes (in the case of few layer graphene) and the interlayer spacing

stays constant at the level of 3.35–3.32 Å. Moreover, X-ray reflectometry showed the presence of an oxide layer having the thickness of about 0.8 Å underneath the graphene layers. Apart from the formation of the nonuniform thin oxide layer, generation of defects in graphene caused by oxygen was also evidenced. Last but not least, water islands underneath defected graphene regions in both intercalated and non-intercalated samples were most probably revealed. These water islands are formed in the case of all the samples stored under ambient laboratory conditions. Water islands can be removed from underneath the few layer graphene stacks by relevant thermal treatment or by UV illumination.

### Simultaneous growth of GaN/AlGaIn quantum wells on c-, a-, m-, and (20.1)-plane GaN bulk substrates obtained by the ammonothermal method: Structural studies

M. Rudziński<sup>1</sup>, R. Kudrawiec<sup>2</sup>, G. Patriarche<sup>3</sup>, R. Kucharski<sup>4</sup>, P. Caban<sup>1</sup>, W. Strupiński<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Institute of Physics, Wrocław University of Technology, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Poland

<sup>3</sup> Laboratory for Photonics and Nanostructures, CNRS, route de Nozay, 91460 Marcoussis, France

<sup>4</sup> AMMONO S.A., Czerwonego Krzyża 2/31, 00-377 Warsaw, Poland

*Journal of Crystal Growth*, 2015, 414, 15, 87 – 93

GaN/AlGaIn quantum wells (QWs) were grown by metal–organic vapor phase epitaxy (MOVPE) on c-, a-, m-, and (20.1)-plane GaN substrates obtained by the ammonothermal method in the same MOVPE process, i.e. a process with growth parameters optimized for c-plane GaN templates. The structural properties of GaN/AlGaIn QWs were carefully investigated by high angle annular dark field scanning transmission electron microscopy. Sharp GaN/AlGaIn interfaces were seen for QWs grown on the c-, a-, and m-plane GaN substrates, but very rough interfaces with {1-100} and {1-101} facets were observed on the (20.1)-plane GaN substrate. In addition, the Al-rich region of AlGaIn and GaN transition was identified for each of the GaN/AlGaIn QW samples deposited in this process. The thickness and composition of this region varied with the crystallographic orientation of GaN substrates.

## Wskazówki dla autorów

Redakcja wydawnictwa **Materiały Elektroniczne** prosi autorów o nadsyłanie zamówionych artykułów pocztą elektroniczną, pod adres [ointe@itme.edu.pl](mailto:ointe@itme.edu.pl) lub na nośniku magnetycznym, według następujących specyfikacji:

### Tekst

- a) Treść artykułu powinna być dostarczona w plikach o rozszerzeniu obsługiwanym przez program Word (najlepiej DOC i DOCX). Tekst powinien być pisany w sposób ciągły, podzielony na kolejno ponumerowane, zawierające tytuły, rozdziały. Oznaczenia zmiennych należy pisać czcionką pochyłą (kursywą). W tekście powinny być zaznaczone miejsca, w których mają znajdować się materiały ilustracyjne, jednak same grafiki powinny być umieszczone poza nim w oddzielnych plikach (patrz punkt 4).
- b) Podpisy do rysunków w języku polskim i angielskim, również winny być zapisane w oddzielnym pliku.
- c) Na pierwszej stronie artykułu powinny znajdować się następujące elementy: imię i nazwisko autora, tytuł naukowy, nazwa miejsca pracy, adres pocztowy, e-mail, tytuł artykułu zarówno w języku polskim jak i angielskim.

### Streszczenie

- a) Do artykułu należy dołączyć streszczenie w języku polskim i angielskim. Każde z nich nie powinno przekraczać 200 słów.
- b) Należy także dodać słowa kluczowe zarówno w języku polskim jak i angielskim.

### Bibliografia

- a) Pozycje bibliograficzne należy podawać w nawiasach kwadratowych w kolejności ich występowania.
- b) Sposoby sporządzania opisów bibliograficznych:

- Opis bibliograficzny całej książki:

Autor: Tytuł. Numer wydania. Miejsce wydania: Nazwa wydawca, Rok wydania, ISBN.

- Opis bibliograficzny pracy zbiorowej pod redakcją:

Tytuł. Pod red. (nazwiska redaktorów): Numer wydania. Miejsce wydania: Nazwa wydawca, Rok wydania, ISBN.

- Opis bibliograficzny fragmentu (rozdziału) książki, (gdy cała książka jest tego samego autorstwa):

Autor: Tytuł książki. Numer wydania. Miejsce wydania: Nazwa wydawca, Rok wydania, ISBN. Tytuł fragmentu, Strony rozdziału.

- Opis bibliograficzny fragmentu (rozdziału) książki z pracy zbiorowej:

Autor: Tytuł fragmentu. W: Tytuł książki. Miejsce wydania: Nazwa wydawca, Rok wydania, ISBN.

- Opis bibliograficzny artykułu z czasopisma:

Autor: Tytuł artykułu . „Tytuł czasopisma” Rok, Wolumin, Numer, Strony.

- Opis artykułu w czasopiśmie internetowym:

Autor: Tytuł artykułu [on line], Rok, Wolumin, Numer [dostęp – data] Strony, Adres w Internecie. ISSN

- Strona WWW:

Autor: Tytuł [on line]. Miejsce wydania: Instytucja sprawcza [dostęp – data], Adres w internecie.

### Elementy graficzne

- a) Każdy materiał ilustracyjny powinien być zapisany w oddzielnym pliku (PCX, TIF, BMP, WFM, WPG, JPG) o rozdzielczości nie mniejszej niż 150 dpi.
- b) W przypadku materiałów ilustracyjnych niebędących oryginalnym dorobkiem autora/ów należy zacytować ich źródło, umieszczając je w bibliografii.

### Wzory

- a) Wzory należy numerować kolejno cyframi arabskimi
- b) Zmienne należy oznaczyć czcionką pochyłą.
- c) W przypadku wzorów niebędących oryginalnym dorobkiem autora/ów należy zacytować ich źródło, umieszczając je w bibliografii.

**Autora obowiązuje wykonanie korekty autorskiej.**



# INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

tel./fax-dyrektor: (48 22) 835 90 03

e-mail: [itme@itme.edu.pl](mailto:itme@itme.edu.pl)

tel.: (48 22) 835 30 41-9

[www.itme.edu.pl](http://www.itme.edu.pl)

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych jest wiodącym polskim ośrodkiem prowadzącym badania naukowe oraz prace badawczo-rozwojowe w zakresie fizyki ciała stałego, projektowania i technologii nowoczesnych materiałów, struktur i podzespołów dla mikro- i nanoelektroniki, fotoniki i inżynierii.

Badania te dotyczą następujących grup materiałów i ich zastosowań w postaci podzespołów:

- **materiały nowej generacji:** grafen, metamateriały, materiały samoorganizujące się i gradientowe, nanokryształy tlenkowe w różnych matrycach (szkło, tworzywa sztuczna);

- **materiały półprzewodnikowe i ich zastosowania:**

- **monokryształy** hodowane metodą Czochralskiego Si, GaAs, GaP, GaSb, InAs, InSb, InP i transportu z fazy gazowej SiC, o średnicach do 10 cm;

- **warstwy epitaksjalne** półprzewodnikowe uzyskiwane za pomocą metod CVO i MOCVO z Si, SiC, GaN, AlN, InN, GaAs, GaP, GaSb, InP, InSb oraz opartych o nie związków potrójnych i poczwórnych;

- **podzespoły** dla elektroniki i fotoniki: diody Schottky'ego, tranzystory FET i HEMT, lasery, fotodetektory, IR i UV;

- **materiały tlenkowe i ich zastosowania:**

- **monokryształy**, YAG domieszkowany: (Nd, Yb, Er, Pr, Ho, Tm, Cr), YVO: (Nd, Tm, Ho, Er, Pr) i podwójnie domieszkowany: (Ho + Yb, Er + Yb), GdVO4: (Er, Tm); LuVO4: (Er, Tm); GdCoB: (Nd, Yb) dla zastosowań laserowych; kwarc, LiNbO<sub>3</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, SeBa<sub>(1-x)</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> dla zastosowań elektrooptycznych i piezoelektrycznych; CaF<sub>2</sub>, BaF<sub>2</sub>, jako materiały przezroczyste; Ca<sub>4</sub>GdO(BO)<sub>3</sub> jako materiał nieliniowy oraz NdGaO<sub>3</sub>, SrLaGaO<sub>4</sub>, SrLaAlO<sub>4</sub>, jako materiały podłożowe dla osadzania warstw nadprzewodników wysokotemperaturowych;

- **szkła** o zadanych charakterystykach spektralnych i szkła aktywne;

- **ceramiki** (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>), ceramiki przezroczyste i aktywne;

- **Warstwy epitaksjalne** YAG: Nd, Cr dla zastosowań laserowych;

- **światłowodów** specjalne, foniczne, aktywne i obrazowody;

- **podzespoły dla elektroniki i fotoniki:** filtry i rezonatory z akustyczną falą powierzchniową; soczewki dyfrakcyjne, maski chromowe do fotolitografii;

- **inne materiały dla elektroniki:**

- **kompozyty** metalowo-ceramiczne, kompozyty metalowe;

- **złącza** zaawansowanych materiałów ceramicznych (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN), kompozytów ceramiczno-metalowych i ceramiek z metalami;

- **metale czyste** (Ga, In, Al, Cu, Zn, Ag, Sb);

- **pasty** do układów hybrydowych;

- **materiały** dla jonowych ogniw litowych, ogniw paliwowych i kondensatorów.

Instytut prowadzi również badania i wykonuje usługi w zakresie:

- **innych technologii HI-TECH:** fotolitografia, elektronolitografia, osadzanie cienkich warstw, trawienie, obróbka termiczna;

- **charakteryzacji materiałów:** spektrometria mas i Mössbauera, elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR), rozpraszanie wsteczne Rutheforda (RBS), absorpcja atomowa, wysokorozdzielcza dyfrakcja rentgenowska, spektroskopia optyczna i w podczerwieni (FTIR), pomiary widm promieniowania, fotoluminescencja, mikroskopia optyczna i skaningowa mikroskopia elektronowa i sił atomowych (AFM); spektroskopia głębokich poziomów: pojemnościowa (DLTS) i fotoprądowa (PITS), pomiary impedancyjne i szumów, temperaturowa analiza fazowa, pomiary dyfuzyjności ciepła.