

MATERIAŁY

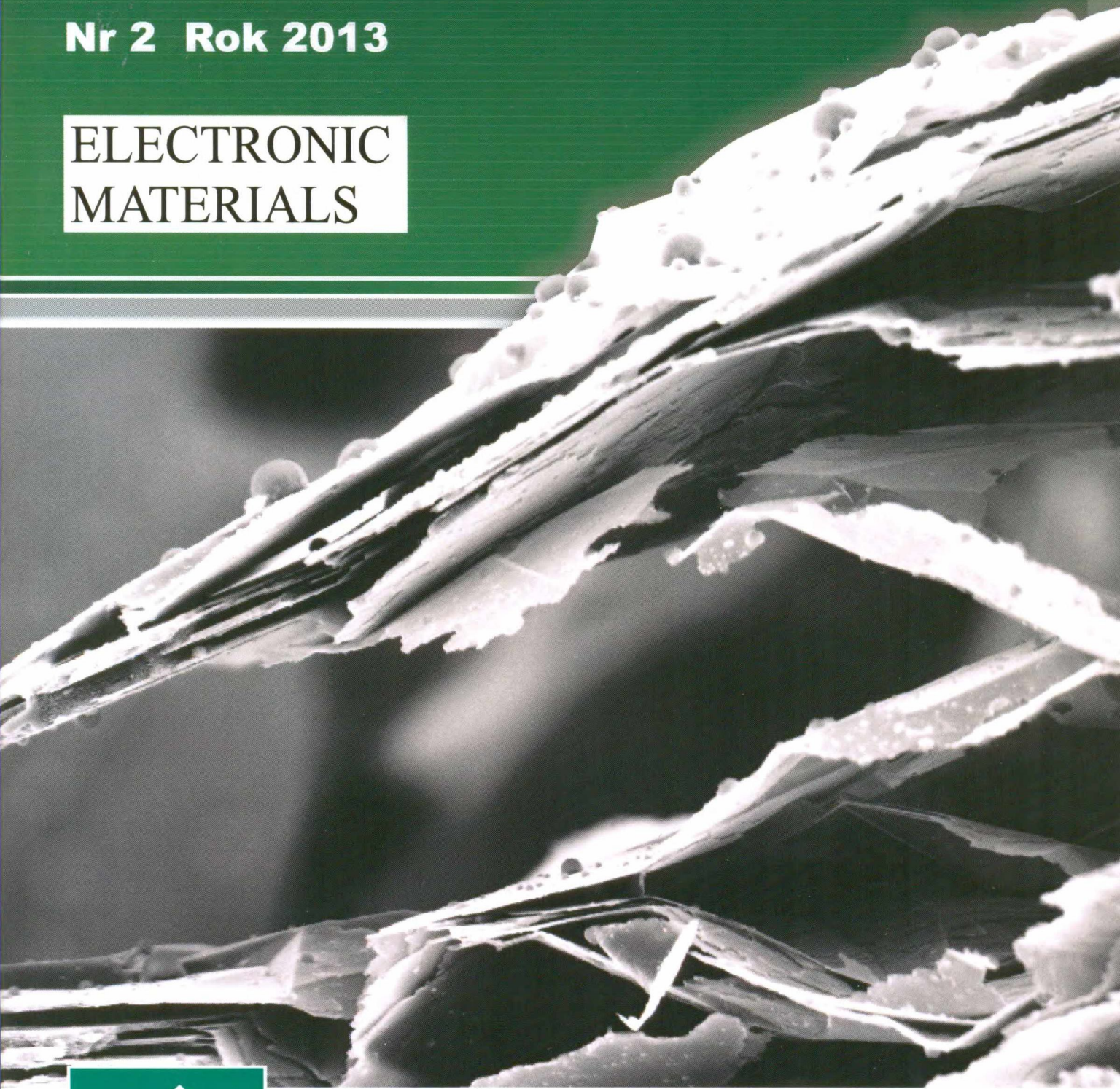
PL ISSN 0209-0058

ELEKTRONICZNE

TOM 41

Nr 2 Rok 2013

ELECTRONIC
MATERIALS



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
INSTITUTE OF ELECTRONIC MATERIALS TECHNOLOGY



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

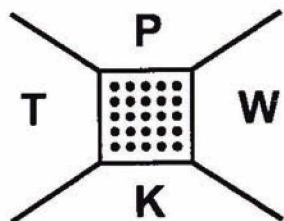
sekretarz naukowy
tel. (48 22) 835 44 16
fax: (48 22) 834 90 03
e-mail: andrzej.jelenski@itme.edu.pl

Ośrodek Informacji Naukowej
i Technicznej (OINTE)
tel.: (48 22) 835 30 41-9 w. 129, 498
e-mail: ointe@itme.edu.pl
<http://itme.edu.pl/external-lib/index.html>

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) 834 97 30; fax: (48 22) 834 90 03
e-mail: itme@itme.edu.pl



BIULETYN
POLSKIEGO TOWARZYSTWA WZROSTU
KRYSTAŁÓW (PTWK)
POLISH SOCIETY FOR CRYSTAL GROWTH
2013

Zarząd Główny PTWK
 Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
 ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa
 Tel: +48 22 8349949; Fax: +48 22 8645496
 NIP: 1181485963
 REGON: 350023547
 Internet: www.ptwk.org.pl

Prezes: prof. dr hab. Ewa Talik
 Uniwersytet Śląski
 e-mail: Ewa.Talik@us.edu.pl

Sekretarz: dr Katarzyna Racka
 Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
 e-mail: Katarzyna.Racka@itme.edu.pl

Konto PTWK: Bank Millennium S.A.
 23 11602202 0000 0000 1235 1497

Uroczystości w 60. rocznicę śmierci prof. Jana Czochralskiego w Kcyni

W dniu 22 kwietnia 2013 r., w rodzimym mieście prof. Jana Czochralskiego – Kcyni, odbyły się uroczystości upamiętniające osobę profesora oraz 60. rocznicę jego śmierci które wpisują się w kalendarz obchodów Roku Jana Czochralskiego. Wśród gości przybyłych na uroczystości była także delegacja z Warszawy, której uczestnicy reprezentowali: Politechnikę Warszawską (PW), Polskie Towarzystwo Wzrostu Kryształów (PTWK) oraz Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME). W składzie delegacji z PW byli: obecny Rektor PW – prof. dr hab. inż. Jan Szmidt, były Rektor PW – prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik, oraz prof. Jacek Przygodzki. W kcynskich uroczystościach wzięli także udział dr Katarzyna Racka reprezentująca PTWK (Sekretarz Naukowy) i ITME, oraz dr Emil Tymicki reprezentujący ITME.

Uroczystości poświęcone prof. Czochralskiemu rozpoczęła o godz. 10:30 msza święta w kościele pw. Wniebowzięcia Najświętszej Maryi Panny. Mszy przewodził Jego Ekscelencja Biskup ks. Jan Tyrawa. Po mszy świętej, z inicjatywy Zarządu Sekcji Historii Farmacji Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego, pod przewodnictwem dr n. farm. Jana Majewskiego nastąpiło odsłonięcie i poświęcenie tablicy pamiątkowej na budynku apteki „Pod Orłem”. Wykonawcą tablicy jest prof. Józef Petruk, a jej fundatorami są: Marszałek Województwa Kujawsko - Pomorskiego, Starosta Nakielski, Burmistrz Kcyni, Rada Miejska w Kcyni, Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Naczelna Izba Aptekarska w Warszawie, Okręgowa Izba Aptekarska w Bydgoszczy, Szkoła Podstawowa im. Jana Czochralskiego w Kcyni oraz Apteka „Pod Orłem”





w Kcyni. Następnie, zebrani udali się na cmentarz, gdzie na grobie rodzinnym prof. Czochralskiego dokonano uroczystego odsłonięcia i poświęcenia tablicy ufundowanej przez Politechnikę Warszawską. Tablicę odsłanili: Rektorzy PW – prof. dr hab. inż. Jan Szmidt i prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik oraz prof. Jacek Przygodzki (na górnym zdjęciu, po prawej stronie, stoją kolejno od prawej). Na grobie Profesora złożono także kwiaty i zapalono znicze.

Dalsze uroczystości odbyły się w Szkole Podstawowej im. Jana Czochralskiego. Ich gospodarzami byli: Przewodnicząca Rady Miejskiej – Gabriela Repczyńska, Burmistrz Kcyni – Piotr Hemmerling oraz Dyrektor Szkoły Podstawowej im. Jana Czochralskiego – Michał



Poczobutt. Po wprowadzeniu sztandaru Szkoły, Gabriela Repczyńska powitała gości. Wśród przybyłych, oprócz wymienionych wcześniej uczestników delegacji z Warszawy, obecni byli m.in.: poseł Anna Bańkowska, Wiceprezes Polskiej Akademii Nauk – prof. Marek Chmielewski, Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy – prof. dr hab. Janusz Ostoja - Zagórski, członek korespondent PAN – prof. dr hab. Józef Szudy, wiceprezes Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników

Polskich – Ryszard Wycichowski, radni Rady Miejskiej w Kcyni, przedstawiciele Sejmiku Województwa Kujawsko-Pomorskiego, Rady Powiatu Nakielskiego oraz członkowie rodziny prof. Czochralskiego, w tym wnuczki – Anna Zielińska i Ewa Falender.

Przewodnicząca Rady Miejskiej – Gabriela Repczyńska odczytała dwa listy, od Marszałek Sejmu RP – Ewy Kopacz oraz Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego – prof. dr hab. Barbary Kudryckiej z podziękowaniami za przywrócenie prof. Czochralskiemu dobrego imienia. Następnie głos zabrał Burmistrz – Piotr Hemmerling, który przedstawił krótką historię działań mających na celu popularyzację osoby i osiągnięć prof. Czochralskiego. Burmistrz podziękował wszystkim tym, którzy przyczynili



się do tego, że dziś możemy czcić imię Profesora, m.in.: posłankom – Iwoni Śledzińskiej-Katarasińskiej i Annie Bańkowskiej, Krajowemu Koordynatorowi Obchodów Roku Czochralskiego – prof. Mirosławowi Naderowi, autorowi biografii prof. Czochralskiego – dr. Pawłowi Tomaszewskiemu oraz nauczycielowi z Kcyni – mgr. Janowi Kurantowi.

Z przykrością należy stwierdzić, że 20-letnia działalność PTWK w sprawie rehabilitacji prof. Czochralskiego nie została zauważona przez organizatorów.

W trakcie uroczystości wręczono także nagrody dwóm uczennicom, laureatkom Regionalnego Konkursu Wiedzy o Samorządzie Terytorialnym, oraz ich opiekunom.

W dalszej części spotkania miały miejsce przemowy gości. Jako pierwszy głos zabrał J. M. Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy – prof. dr hab. Janusz Ostoja-Zagórski, który na koniec swego wystąpienia wręczył wnuczce prof. Czochralskiego – Annie Zielińskiej, medal okolicznościowy, przyznany przez Uniwersytet. Następnie, Anna Zielińska podziękowała naukowcom PW i wszystkim, którzy przyczynili się do rozślawienia prof. Czochralskiego. Przemawiał także J. M. Rektor PW – prof. dr hab. inż. Jan Szmidt, który powiedział m.in. o tablicy pamiątkowej upamiętniającej Profesora, wbudo-

wanej przy ul. Nabelaka w Warszawie oraz o planowanym uroczystym odsłonięciu popiersia prof. Czochrańskiego w Gmachu Głównym Politechniki podczas obchodów święta Politechniki w listopadzie br. W dalszej kolejności głos zabrał były Rektor PW – prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik, który opowiedział o procesie rehabilitacji prof. Czochrańskiego, dokonany przez PW oraz podziękował wszystkim ludziom dobrej woli, którzy przyczynili się do tego, by pamięć o Profesorze nie poszła w zapomnienie. Jako ostatni głos zabrał prof. Jacek Przygodzki z PW,

który przybliżył postać i życiorys prof. Czochrańskiego. W programie uroczystości keyńskich, poświęconych pamięci prof. Czochrańskiego był także okolicznościowy referat dr Pawła Tomaszewskiego. Jednakże, z powodu absencji prelegenta, w efekcie jego problemów zdrowotnych, wykład nie odbył się. Uroczystości zakończył pokaz filmu pt.: „Wielki powrót” w reżyserii Dariusza Grzeszczyka (produkcji Infinity Dreams).

Katarzyna Racka
Sekretarz Naukowy PTWK

STRESZCZENIA WYBRANYCH ARTYKUŁÓW PRACOWNIKÓW ITME

Ion implanted inconel alloy – SIMS and GDMS depth profile analysis

P. Konarski¹, K. Kaczorek¹, D. Kaliński², M. Chmielewski², K. Pietrzak² and M. Barlak³.

¹ Tele and Radio Research Institute, Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa, Poland

² Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Poland

³ National Centre for Nuclear Research, 05-400 Otwock Świerk, Poland

Surf. Interface Anal., 2013, 45, 494 – 49

Two analytical techniques – secondary ion mass spectrometry (SIMS) and glow discharge mass spectrometry (GDMS) – were applied for depth profile analysis of ion-implanted nickel alloy inconel 600. Ion implantation with nitrogen, titanium, chromium and yttrium was performed in order to modify surface, mechanical and chemical properties. Implantation parameters were as follows: acceleration voltage 65 kV, ion fluence 1–2 mA/cm². Series of ion implanted foils were then depth profiled using the two techniques applying ion sputtering. SIMS analysis was performed using 16 mm rods QMA-410 Balzers quadrupole mass spectrometer and Physical Electronics ion gun (3 keV Ar⁺ ion beam directed at 45 deg to the surface). GDMS analysis was done with 6 mm rods SRS-300 quadrupole spectrometer. Ion sputtering was performed due to glow discharge in ~0.1 Torr Ar with 1.5 kV DC voltage supplied to cathode (analysed sample). SIMS and GDMS data are quantified using internal standard method (main component elements) as well as ion implantation parameters. The two methods show similar distributions of ion-implanted species: N, Ti and Y. Also the depletion-enrichment of alloy components like Cr, Mn, Fe and Ni is observed in the 0 – 300 nm sputtering range using both methods. Nickel depletions, as well as chromium and manganese enrichments, are registered by both GDMS and

SIMS. However, quantitation of these effects is difficult due to the strong mass interference of the polyatomic ions. Copyright © 2012 John Wiley & Sons, Ltd.

Properties of acoustic plate modes in YZ LiNbO₃

W. Soluch¹, M. Lysakowska¹

¹ Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Poland

IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, 2013, 60, 1, 204-207

Properties of acoustic plate modes (APMs) in YZ LiNbO₃ were calculated and measured. It was found that these modes have a dominant longitudinal component of mechanical motion concentrated near both surfaces of a plate. A delay line with double-electrode interdigital transducers (IDTs) was used for the measurements. Because of good matching to the load, strong triple-transit signals (TTS) were generated and insertion loss of about 7 dB was achieved at a frequency of about 131.4 MHz. Using water and glycerin solutions, insertion loss changes against viscosity were measured for this mode. In a viscosity range from about 1 mPa·s to 1000 mPa·s, an insertion loss change of about 16 dB was obtained. High sensitivity of viscosity measurement over a wide range makes the APMs in YZ LiNbO₃ attractive for application in viscosity sensors.

Spectral Switching Control of Ultrafast Pulses in Dual Core Photonic Crystal Fibre

M. Koys¹, I. Bugar^{1, 2}, I. Hrebikova^{2, 3}, V. Mesáros², R. Buczyński⁴, F. Uherek¹

¹ International Laser Centre, Ilkovicova 3, 841 04 Bratislava, Slovakia

² Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Mlynska Dolina, 842 48, Bratislava, Slovakia

³ Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague, Technicka 2, 166 27 Prague, Czech Republic

⁴ Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Poland

Journal of the European Optical Society-Rapid Publications, 8, 13041-1-10

The work presented in this paper is a study of an all-optical narrow-band switch in extended spectral area by dual core photonic crystal fibre expressing nonlinear coupler performance. The investigation is focused on the nonlinear propagation of femtosecond pulses in the near infrared spectral region at up to 50 kW peak power which induces spectral broadening through almost two octaves. The mutual effect of nonlinear spectral transformation and field redistribution between the two fibre cores is analyzed by both theoretical and experimental approaches. The simulation of the nonlinear propagation is based on coupled generalized nonlinear Schrödinger equations. A modified numerical model utilizing split-step Fourier method was adapted for dual core fibres. The complex experimental study was accomplished for various input settings such as polarization, intensity and selective coupling into each core and the selective detection of spectra from each core. The presented work encompasses promising results obtained regarding a spectral intensity switch between the two output channels by input intensity or polarization change in the S-band of optical communication systems.

Assessment of electromechanical properties of screen printed polymer nanopastes

K. Janeczek¹, G. Koziol¹, M. Jakubowska^{2,3}, A. Arażna¹, A. Młodziak², K. Futera¹

¹ Tele & Radio Research Institute, 11 Ratuszowa Street, 03-450 Warsaw, Poland

² Institute of Electronic Materials Technology, 133 Wolczynska Street, 01-919 Warszawa, Poland

³ Warsaw University of Technology, Institute of Metrology and Biomedical Engineering, 8 Sankt Andrzej Bobola Street, 02-525 Warszawa, Poland

Materials Science and Engineering: B, 2013, 178, 8, 511–519

Printed electronics has provided different printing techniques as environmentally friendly and cost-effective manufacturing methods of electronic components. The printed items can be produced on low cost, different types of flexible substrates, even when their surface is corrugated. This opens a new application range of printed electronics and makes them competitive with traditionally manufactured electronics. However, it is necessary to

investigate new materials to continue the rapid progress in printed electronics. In our study, the electromechanical properties of polymer nanopastes consisted of carbon nanotubes and graphite platelet nanofibers mixed with a conductive polymer poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS) were investigated. Their microstructure and the layer morphology were observed using a scanning electron microscope and an optical microscope. The thickness and average roughness of the layers printed on the foil and paper were determined with a contact profilometer. The mechanical durability of the screen printed layers was verified in a cyclic bending test. The highest mechanical durability was exhibited by the polymer pastes containing carbon nanotubes.

Nonparaxial anamorphic diffractive lenses

A Sobczyk¹, Z Jaroszewicz^{2,3}, A Kolodziejczyk¹, A Kowalik⁴, Cz Prokopowicz¹, M Sypek¹

¹ Faculty of Physics, Warsaw University of Technology, Koszykowa 75, 00-662 Warsaw, Poland

² Institute of Applied Optics, Kamionkowska 18, 03-805 Warsaw, Poland

³ National Institute of Telecommunications, Szachowa 1, 04-894 Warsaw, Poland

⁴ Institute of Electronics Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Poland

Journal of Optics, 2013, 15, 2, 025702-1-5

Applications of anamorphic diffractive lenses, or in other words elliptical zone plates, are growing in number and diversity. Following this progress, the manufacturing methods of anamorphic diffractive lenses are also a subject of continuous improvement. On the other hand, their design is still based mainly on the paraxial approximation. In the present paper nonparaxial elliptical zone plates are presented and their difference from the paraxial version, termed as the elliptical aberration is shown. A comparison of their focusing quality was performed based on results of numerical modelling as well as experiments.

Leakage current in 808 nm laser diodes analyzed using high hydrostatic pressure and temperature

Artem Bercha¹, Yurii Ivonyak¹, Mariusz Klimczak¹, Filip Dybala¹, Bernard Piechal¹, Witold A. Trzeciakowski¹, Elzbieta Dabrowska², Marian Teodorczyk², Andrzej Malag²

¹ Institute of High Pressure Physics, Polish Academy of Sciences “UNIPRESS”, Sokolowska 29/37, 01-142 Warszawa, Poland

² Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Poland

Physica Status Solidi B, 2013, 4, 169 - 772

Threshold current in 808 nm GaAsP/AlGaAs laser diode has been measured as a function of pressure (up to 1.8 GPa) and temperature (from 80 to 300 K). The results have been analyzed in order to separate leakage current from radiative current and to determine the effective barrier for leakage and its pressure dependence. Our data indicates that both X and L minima in the barriers and in the claddings contribute to leakage.

Effect of niobium valence on the mechanochemical activation of niobium oxides – hematite magnetic ceramic nanoparticles

A. Grabias^{1,2}, T. Xu^{1,3}, M. Sorescu¹

¹ Duquesne University, Department of Physics, 600 Forbes Avenue, 309 B Fisher Hall, Pittsburgh, PA 15282, USA

² Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

³ FlexEI, LLC, 387 Technology Drive, College Park, MD 20742, USA

Ceramics International, 2013, 39, 5343 – 5357

Three types of nanostructured systems: $x\text{NbO} \cdot (1-x)\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, $x\text{NbO}_2 \cdot (1-x)\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, and $x\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot (1-x)\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ were synthesized by ball milling at different molar concentrations ($x = 0.1, 0.3, 0.5, \text{ and } 0.7$). The effect of Nb valence and milling time on mechanochemical activation of these systems were studied by X-ray diffraction and the Mössbauer spectroscopy measurements. In general, Nb-substituted hematite was obtained at lower molar concentrations for all Nb oxides. For the $\text{NbO-Fe}_2\text{O}_3$ system the favorable substitution of Fe^{2+} for Nb^{2+} in the octahedral sites in the NbO lattice was observed after 12 h milling for $x = 0.7$. In the case of the $\text{NbO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ and $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{-Fe}_2\text{O}_3$ systems a formation of orthorhombic FeNbO_4 compound was observed, in which Fe^{3+} cations were detected. For the highest concentration of NbO_2 ($x = 0.7$) iron was completely incorporated into the FeNbO_4 phase after 12 h milling. The molar concentrations of $x = 0.3$ and 0.5 were the most favorable for the formation of ternary FeNbO_4 compound in the $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{-Fe}_2\text{O}_3$ system. Influence of ball milling on thermal behavior of the powders was investigated by simultaneous DSC – TG measurements up to 800 °C.

Ellipsometric study of near band gap optical properties of $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$ crystals

K. Dorywalski¹, B. Andriyevsky¹, C. Cobet⁴, M. Piasecki², I. V. Kityk³, N. Esser⁴, T. Łukasiewicz⁵, A. Patryń¹

¹ Faculty of Electronics and Computer Sciences, Koszalin University of Technology, Śniadeckich Str. 2, PL-75-453 Koszalin, Poland

² J. Długość University, Al. Armii Krajowej 13/15, PL-42-200 Częstochowa, Poland

³ Electrical Engineering Department, Technological University of Częstochowa, Al. Armii Krajowej 17/19, PL-42-200 Częstochowa, Poland

⁴ Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften – ISAS – e.V., Albert-Einstein-Str. 9, D-12489 Berlin, Germany

⁵ Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, PL-01-919 Warsaw, Poland

Optical Materials, 2013, 35, 5, 887-892

Complex refractive indices $N = n + ik$ for a-cut $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$ single crystals with four nominal values of composition $x = 0.40; 0.50; 0.61; 0.75$ were studied by spectroscopic ellipsometry in the photon energy range 2-5 eV of crystal transparency and fundamental electronic absorption. The ellipsometric data were evaluated taking into account an uniaxial anisotropy and an unintentional surface roughness. We use a global composition dependent Sellmeier fit as a reference for monitoring the crystals composition. The optical model yields indirect and direct optical band gap energies E_g in the spectral range 3.77-4.03 eV and 4.28-4.55 eV, respectively, depending on the Sr/(Ba + Sr) content ratio x and light polarization. The congruently melting composition $\text{Sr}_{0.61}\text{Ba}_{0.39}\text{Nb}_2\text{O}_6$ shows distinct dispersion features in the imaginary part of the UV complex refractive index with respect to other compositions.

Nanoparticle Direct Doping: Novel Method for Manufacturing Three-Dimensional Bulk Plasmonic Nanocomposites

M. Gajc¹, H. B. Surma¹, A. Klos¹, K. Sadecka¹, K. Orliński¹, A. E. Nikolaenko², K. Zdunek³, D. A. Pawlak¹

¹ Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Poland

² Optoelectronics Research Centre and Centre for Photonic Metamaterials University of Southampton Highfield, Southampton, SO17 1BJ, UK

³ Faculty of Materials Science and Engineering Warsaw University of Technology ul. Woloska 141, 02-507 Warsaw, Poland

Advanced Functional Materials, 2013, 23, 27, 3443 - 3451

Metallodielectric materials with plasmonic resonances at optical and infrared wavelengths are attracting increasing interest, due to their potential novel applications in the fields of photonics, plasmonics and photovoltaics.

However, simple and fast fabrication methods for three-dimensional bulk plasmonic nanocomposites that offer control over the size, shape and chemical composition of the plasmonic elements have been missing. Here, such a manufacturing method and examples of experimental realizations of volumetric isotropic nanocomposites doped with plasmonic nanoparticles that exhibit resonances at visible and infrared wavelengths are presented. This method is based on doping a low-melting dielectric material with plasmonic nanoparticles, using a directional glass-solidification process. Transmission-spectroscopy experiments confirm a homogenous distribution of the nanoparticles, isotropy of the material and resonant behavior. The phenomenon of localized surface plasmon resonance is also observed visually. This approach may enable rapid and cost-efficient manufacturing of bulk nanoplasmonic composites with single or multiple resonances at various wavelength ranges. These composites could be isotropic or anisotropic, and potentially co-doped with other chemical agents, in order to enhance different optical processes.

Viscoelastic discrete element model of powder sintering

S. Nosewicz¹, J. Rojeka¹, K. Pietrzaka^{1,2}, M. Chmielewski²

¹ Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Pawińskiego 5B, 02-106 Warsaw, Poland

² Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

Powder Technology, 2013, 246, 157 – 168

This paper presents an original viscoelastic model of powder sintering developed within the discrete element framework. The viscous model used by other authors has been enriched by adding a spring connected in series to the viscous rheological element. In this way elastic and viscous effects in the particle interaction during sintering are treated using the Maxwell viscoelasticity. The new numerical model has been verified through simulation of simple problems of free sintering and sintering under pressure. Sintering processes have been treated as isothermal. In order to accelerate the analysis an algorithmic mass scaling has been used allowing to use larger time steps in the explicit time integration scheme. The results obtained using the new model are consistent with the standard viscous model. At the same time, a much better efficiency of the new model in comparison to the standard viscous one has been found because the critical time steps required by the viscoelastic model are much larger than those required by the viscous model. The new model has been applied to the simulation of real process of sintering of NiAl powder. The kinetics of sintering indicated by the evolution of density has been studied. The comparison

of numerical and experimental results has shown a good performance of the developed numerical model.

Contrast in transmission X-ray diffraction topographs of growth defects in the core of SrLaGaO₄ single crystals

A. Malinowska^{1,2}, M. Lefeld-Sosnowska³, J. Härtwig⁴

¹ Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, Warsaw, 01-919, Poland

² Faculty of Physics, Warsaw University of Technology, Koszykowa 75, Warsaw, 00-662, Poland

³ Institute of Experimental Physics, University of Warsaw, Hoza 69, Warsaw, 00-681, Poland,

⁴ European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), BP220, Grenoble, 38043, France

Journal of Applied Crystallography, 2013, 46, 48 - 54

Defects in the core of SrLaGaO₄ single crystals, grown by the Czochralski method using a [001]-oriented seed, were studied by transmission X-ray diffraction projection topography. Topographs were taken with radiation from a laboratory source and with high-energy radiation available at the ESRF beamline ID19 in Grenoble. The contrast of the investigated defect images was analysed for various diffraction vectors g and for various values of the product $\mu_0 t$ (μ_0 is the linear absorption coefficient and t the crystal thickness). This allowed the contrast formation to be studied as a function of absorption. The results of the analysis confirm the model of crystal lattice deformation around rod-like volume defects in SrLaGaO₄ crystals.

The role of band structure in electron transfer kinetics in low-dimensional carbon

P. Szroeder¹, A. Górską¹, N. Tsierkezos², U. Ritter², W. Strupiński³

¹ Institute of Physics, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland

² Institute of Chemistry and Biotechnology, Ilmenau University of Technology, Ilmenau, Germany

³ Institute of Electronic Materials Technology, Warszawa, Poland

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, 2013, 44, 226 - 230

The role of band structure in heterogeneous electron transfer kinetics at graphene and carbon nanotube electrodes is discussed within Gerischer-Marcus model. Raman spectroscopy was used to estimate the averaged density of defects in anodized epitaxial graphene, single-walled carbon nanotube mats, and multi-walled carbon nanotube carpets. Comparison of the density of defects

with cyclic voltammetry data reveals correlation between the defect induced electronic states near the Fermi level and electrochemical efficiency. Electron transfer at low dimensional carbon electrodes is additionally enhanced by layer curvature and doping. Results show that defect induced states are responsible for large dispersion of heterogeneous electron transfer rate constant at different graphitic nanocarbon electrodes.

Nanocrystalline Fe-Zr-Si(Cu) boron-free alloys

M. Kopcewicz¹, A. Grabias¹, J. Latuch²

¹ Institute of Electronic Materials Technology, Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Poland

² Faculty of Materials Science and Engineering, Warsaw University of Technology, Wołoska 141, 02-507 Warszawa, Poland

Intermetallics, 2013, 33, 92–98

Amorphous precursors $\text{Fe}_{80}\text{Zr}_x\text{Si}_{20-x-y}\text{Cu}_y$ ($x = 7, 10$ and $y = 0, 1$), in which boron was completely replaced by silicon as a glass forming element, have been obtained by melt quenching. Nanocrystalline alloys have been prepared by annealing the amorphous precursors at temperatures ranging from the crystallization onset temperature (530 °C) to the second crystallization step (above 700 °C), which were determined by the differential scanning calorimetry. The crystalline phases formed were identified by the X-ray diffraction (XRD) and Mössbauer spectroscopy measurements. Their transformation versus annealing temperature was followed. Both the XRD and Mössbauer measurements have shown the primary nanocrystallization product to be the bcc-Fe(SiZr) solid solution, which transformed to the bcc-Fe(Si) phase upon rising the annealing temperature. The average grain size of the nanocrystalline phase was estimated from the XRD patterns by the Williamson–Hall method. The grain size increased from below 20 nm to about 80 nm for $x = 7$ alloys as the annealing temperature rises from 530 °C to 750 °C. The XRD and Mössbauer study was supplemented by conventional measurements of hysteresis loops. The coercivity was found to increase strongly with increasing annealing temperature.

Comparison of experimental and modelling results of thermal properties in Cu-AlN composite materials

M. Chmielewski¹, W. Weglewski²

¹ Institute of Electronic Materials Technology, 133 Wolezynska St., 01-919 Warsaw, Poland

² Institute of Fundamental Technological Research, 5B Pawińskiego St., 02-106 Warsaw, Poland

Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences, 2013, 61, 2, 507–514

Copper-based composites could be widely used in automotive, electronic or electrical industry due to their very promising thermal properties. In the present paper, Cu-AlN metal matrix composites with ceramic volume fractions between 0.1 and 0.4 were fabricated by hot pressing method in vacuum. Dependence of the coefficient of thermal expansion (CTE) and the thermal conductivity (TC) on the chemical composition of composites has been investigated. The measured values of the thermal expansion coefficient have been compared with the analytical models' predictions. A numerical model based on FEAP 7.5 in 3D space has been used to evaluate the influence of the porosity on the thermal properties (thermal conductivity) of the composite. A fairly good correlation between the FEM results and the experimental measurements has been obtained.

The sensibility of resistance sensor structures with graphene to the action of selected gaseous media

T. Pustelny¹, M. Setkiewicz¹, S. Drewniak¹, E. Maciak¹, A. Stolarczyk², M. Urbańczyk¹, M. Procek¹, K. Gut¹, Z. Opilski¹, I. Pasternak³, W. Strupinski³

¹ Department of Optoelectronics, Silesian University of Technology, 2 Akademicka St., 44-100 Gliwice, Poland

² Department of Physical Chemistry and Technology of Polymers, Silesian University of Technology, 9 Strzody St., 44-100 Gliwice, Poland

³ Institute of Electronic Materials Technology, 133 Wólczyńska St., 01-919 Warsaw, Poland

Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences, 2013, 61, 2, 293–300

The paper presents resistance sensor structures with a graphene sensing layer. The structures were tested concerning their sensitivity to the affects of hydrogen, nitrogen dioxide and steam in an atmosphere of a synthetic air. Investigations have proved that resistance structures with a graphene layer are sensitive to the presence of the tested gases. The resistance of the structures amounted to about 10, whereas changes in the resistances affected by the external gaseous medium were contained within the range of a several m. The investigations confirmed that the resistance structures with graphene exposed to the affect of hydrogen in atmosphere of synthetic air change their resistances practically at once (within the order of only a few seconds). This indicates that such structures might be practically applied in sensors of hydrogen ensuring a short time of response.

Wskazówki dla autorów

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

1. Tekst

- a) Treść artykułu powinna być dostarczona w plikach o rozszerzeniu obsługiwanych 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.

2. 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.

3. 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 wydawcy, Rok wydania, ISBN.
 - Opis bibliograficzny pracy zbiorowej pod redakcją:
Tytuł. Pod red. (nazwiska redaktorów): Numer wydania. Miejsce wydania: Nazwa wydawcy, Rok wydania, ISBN.
 - Opis bibliograficzny fragmentu (rozdziału) książki, (gdy cała książka jest tego samego autorstwa):
Autor: Tytuł książki. Numer wydania. Miejsce wydania: Nazwa wydawcy, Rok wydania, ISBN. Tytuł fragmentu, Strony rozdziału.
 - Opis bibliograficzny fragmentu (rozdziału) książki z pracy zbiorowej:
Autor: Tytuł fragmentu. W: Tytuł książki. Miejsce wydania: Nazwa wydawcy, 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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

tel.: (48 22) 835 30 41-9
<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 nano-elektroniki, 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 sztuczne);
- **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, LiNbO₃, LiTaO₃, SrBa_{(1-x)Y}NbO₆ dla zastosowań elektrooptycznych i piezoelektrycznych; CaF₂, BaF₂ jako materiały przezroczyste; Ca₄GdO(BO₃)₆ jako materiał nieliniowy oraz NdGaO₃, SrLaGaO₄, SrLaAlO₄ jako materiały podłożowe dla osadzania warstw nadprzewodników wysokotemperaturowych;
 - **szkła** o zadanych charakterystykach spektralnych i szkła aktywne;
 - **ceramiki** (Al₂O₃, Y₂O₃, ZrO₂, Si₃N₄), 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 (Si₃N₄, AlN), kompozytów ceramiczno-metalowych i ceramik 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.