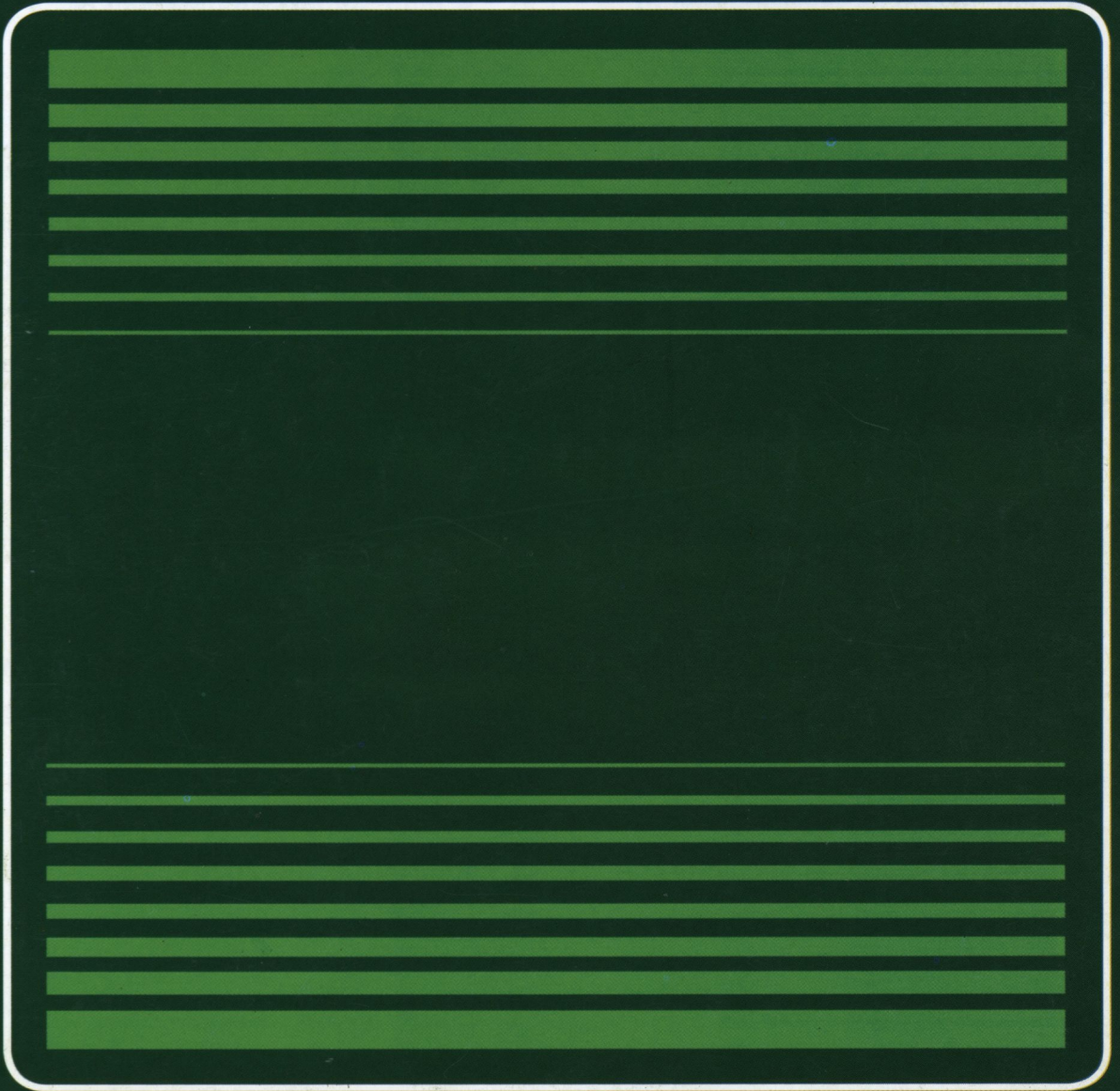


MATERIAŁY ELEKTRONICZNE

PL ISSN 0209-0058



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

Nr 4
2008 T.36



**Instytut Technologii
Materiałów Elektronicznych**
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

sekretarz naukowy
tel. (4822) 8354416
fax: (4822) 8349003
e-mail: jelens_a@sp.itme.edu.pl

Ośrodek Informacji Naukowej
i Technicznej (OINTE)
tel.: (4822) 8353041-9 w. 129, 425
e-mail: ointe@sp.itme.edu.pl
<http://sp.itme.edu.pl/ds3/>

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.

Informacje można uzyskać:

tel. (4822) 8349730; fax: (4822) 8349003, komertel/fax 39120764,
e-mail: itme@sp.itme.edu.pl

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

**MATERIAŁY
ELEKTRONICZNE**
KWARTALNIK

T. 36 - 2008 nr 4

Wydanie publikacji dofinansowane przez
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

WARSZAWA ITME 2008

<http://rcin.org.pl>

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

prof. dr hab. inż. Andrzej JELEŃSKI (redaktor naczelny)
doc. dr hab. inż. Paweł KAMIŃSKI (z-ca redaktora naczelnego)
prof. dr hab. inż. Zdzisław JANKIEWICZ, doc. dr hab. inż. Jan KOWALCZYK,
doc. dr Zdzisław LIBRANT, dr Zygmunt ŁUCZYŃSKI,
prof. dr hab. inż. Tadeusz ŁUKASIEWICZ, prof. dr hab. inż. Wiesław MARCINIAK,
prof. dr inż. Anna PAJĄCZKOWSKA, prof. dr hab. inż. Władysław K. WŁOSIŃSKI
mgr Anna WAGA (sekretarz redakcji)

Adres Redakcji:

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, email: ointe@itme.edu.pl
<http://www.itme.edu.pl>

tel.	(22)835 44 16 lub 835 30 41 w. 454	- redaktor naczelny
	(22)835 30 41 w. 426	- z-ca redaktora naczelnego
	(22)835 30 41 w. 129	- sekretarz redakcji

PL ISSN 0209 - 0058

Skład i grafika komputerowa - ITME

<http://rcin.org.pl>

SPIS TREŚCI

ARTYKUŁY

- WPLYW TRAWIENIA PODŁOŻY 4H-SiC NA EPITAKSJĘ GaN
Piotr Caban, Kinga Kościewicz, Włodzimierz Strupiński, Karolina Pagowska,
R. Ratajczak, Marek Wójcik, Jarosław Gaca, Andrzej Turos, J. Szmidt.....5
- DYFRAKCYJNE ELEMENTY OPTYCZNE DO FORMOWANIA
WIĄZEK ŚWIATŁA EMITOWANYCH PRZEZ DIODY LASEROWE
Andrzej Kowalik, Krzysztof Góra, Jarosław Podgórski, Anna Rojek, Paweł Typa.....17
- DYNAMIKA NAGRZEWANIA OBSZARU AKTYWNEGO DIOD
LASEROWYCH Z SYMETRYCZNĄ I ASYMETRYCZNĄ HETERO-
STRUKTURĄ - PORÓWNANIE METODĄ CZASOWO-ROZDZIEL-
CZEJ SPEKTROSKOPII
Andrzej Małag, Elżbieta Dąbrowska, Marian Teodorczyk35
- BADANIE HETEROSTRUKTUR ZWIĄZKÓW A^{III}N ZAWIERAJĄ-
CYCH ULTRACIENKIE WARSTWY
Marek Wójcik, Jarosław Gaca, Andrzej Turos, Włodzimierz Strupiński, Piotr Caban,
Jolanta Borysiuk, A.P. Pathak, N. Sathish61
- ENVIRONMENTAL FRIENDLY THICK FILM RESISTORS WITH
WIDE RESISTANCE RANGE
Konrad Kielbasiński, Anna Młodziak, Małgorzata Jakubowska.....85
- AZOTEK KRZEMU STOSOWANY W TECHNOLOGII PLANARNY-
CYH FOTODIOD WYKONANYCH NA BAZIE InP
Jadwiga Zynek, Krzysztof Hejduk, Krzysztof Klima, Małgorzata Możdzonek,
Anna Stonert, Andrzej Turos, Witold Rzodkiewicz95
- INFLUENCE OF MATERIAL PROPERTIES ON PARAMETERS
OF SILICON SOLAR CELLS
Barbara Swatowska, Tomasz Stapiński, Grzegorz Calko.....114
- THE INFLUENCE OF ASSEMBLY TECHNOLOGY ON EXPLOITA-
TION PARAMETERS OF POWER SSL-LEDs
Wojciech Grzesiak, Michał Cieź, Jan Koprowski124

INVESTIGATION OF LTCC THERMISTOR PROPERTIES Dominik Jurków, Karol Malecha, Leszek J. Golonka.....	133
NOVEL BONDING METHOD OF LOW TEMPERATURE COFIRED CERAMIC TAPES Dominik Jurków, Leszek Golonka	139
EVALUATION OF ELECTRICAL PROPERTIES OF Eu AND Pd- DOPED TITANIUM DIOXIDE THIN FILMS DEPOSITED ON SILI- CON Eugeniusz I. Prociow, Jarosław Domaradzki, Danuta Kaczmarek, Karolina Sieradzka, Bartosz Michalec	149
ASSEMBLY AND SOLDERING PROBLEMS IN LEAD-FREE THROUGH HOLE REFLOW TECHNIQUE Janusz Sitek, Krystyna Bukat, Marek Kościelski.....	157
STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW PRACOWNIKÓW ITME.....	171

Study of magnesium aluminate spinel formation from carbonate precursors

**Wajler Anna¹, Tomaszewski Henryk¹, Drożdż-Cieśla Ewa², Węglarz Helena¹, Kasz-
kur Z.³**

¹Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

²AGH University of Science and Technology, Department of Materials Science and Ceramic, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

³ Institute of Physical Chemistry, Polish Academy of Science, ul. Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa Polska

Journal of the European Ceramic Society 28, (2008), 2495-2500

The aim of the presented work was to study formation of magnesium aluminate spinel precursor powder during the co-precipitation of magnesium and aluminium nitrate with ammonium carbonate and its thermal transformation to spinel powder. After precipitation, the only crystalline phase is $\text{NH}_4\text{Al}(\text{OH})_2\text{CO}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ (ammonium dawsonite). The second one, $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (hydrotalcite) appears during ageing. As found by DAT-MS and HT-HRD measurements, co-existence of both phases in very close contact results in their easier decomposition. On the base of the results obtained the scheme of phase transformations of c-precipitated precursor leading to formation of MgAl_2O_4 is proposed.

Multi-step mechanism of damage accumulation in irradiated crystals

Jagielski Jacek^{1,2}, Thomé L.³

¹Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

² The Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies, 05-400 Swierk/Otwock, Polska

³ Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse, CNRS/IN2P3, Université Paris Sud, Bat, 108, 91405 Orsay, France

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 266, (2008), 1212-1215

A new model of damage accumulation is presented which is based on the assumption that the damage build-up process is composed of several steps. Each stage is triggered by the destabilization of the current structural organization of the solid. All transformations are described by a single impact mechanism. The analysis of the damage accumulation may thus be regarded as an identification of (i) the structural properties of a material at each stage of the damage accumulation and (ii) the mechanisms of structural transformations from stage i to stage $i + 1$.

Analysis of the accumulation of radiation damage in selected crystals

Jagielski Jacek^{1,2}, Thomé L.³, Aubert P.⁴, Maciejak O.⁴, Piątkowska Anna¹, Groetzschel R.⁵

¹Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

²The Andrzej Soltan Institute for Nuclear Studies, Swierk/Otwock, Polska

³Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse, CNRS/IN2P3, Université Paris Sud, Bat, 108, 91405 Orsay, France

⁴Laboratoire des Milleux Nanométriques Université d'Evry-Val d'Essonne, Evry, France

⁵Institute of Ion Beam Physics and Material Studies, Forschungszentrum Dresden, Dresden Germany

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 226 (2008) 2902-2905

Damage accumulation in SiC and MgAl₂O₄ was interpreted in the framework of the multi step damage accumulation (MSDA) model. The concept is based on the assumption that damage build-ups occur in several stages, each step being triggered by the destabilization of the current structural organization of the material. The analysis of the damaging process may thus be regarded as an identification of the current structure at each subsequent step of the damage build-up and of the forces leading to the destabilization of current structure. The analysis of mechanical properties provides a useful tool for this purpose by allowing the recognition of the mechanisms of phase transformation and helping to clarify the detailed structures of irradiated materials.

SAW synchronous multimode resonator with gold electrodes on quartz

Soluch Waldemar¹

¹Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska
IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, 55, 6, (2008), 1391-1393

A surface acoustic wave synchronous multimode resonator with gold electrodes on St-cut quartz was designed, fabricated, and measured. At a frequency of about 194,3 MHz, an insertion loss of about 14 dB, and loaded and unloaded quality factors of 11,500 and 1,500, respectively were obtained.

STW two port asynchronous resonator on BT-cut quartz

Soluch Waldemar¹

¹Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska
IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, 55, 11, (2008), 2519-2521

A surface transverse wave (STW) 2-port asynchronous resonator on BT-cut (-0.5°YX90°) quartz was fabricated, measured, and calculated. at a frequency of

about 332,4 MHz, insertion loss, and loaded and unloaded quality factors of about 11 dB, 8,000, and 11,500, respectively, were achieved. A turnover temperature of about 20°C and a quadratic frequency-temperature coefficient of approximately - 15 ppb/°C² were obtained. Compared with STW resonators on At-cut quartz (36°YX90°), this temperature coefficient is about 4 times smaller, and about 2 times smaller than that for SAW on an ST cut. STW resonators and filters on BT-cut quartz can be used in applications requiring improved temperature stability.

Swift heavy ion irradiated InGaAs/InP multi quantum wells: Band-structure, interface and surface modifications

Dhamodaran S.¹, Pathak A. P.¹, Turos Andrzej^{2,3}, Saravanan G Sai⁴, Khan S. A.⁵, Avasthi D. K.⁵, Arora B.M.⁶

¹ School of Physics, Univeristy of Hyderabad, Central University (P.O.), Hyderabad 500 046, Indie

² Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

³ Soltan Institute of Nuclear Studies, 05-400 Swierk/Otwock, Polska

⁴ Gallium Arsenide Enabling Technology Centre, Vignyanakancha (P.O.), Hyderabad 500 069, Indie

⁵ Inter University Accelerator Centre, P.O. Box 10502, Aruna Asaf Ali Marg. New Delhi 110 067, Indie

⁶ Tata Institute of Fundamental Research, Homibhabha Road, Colaba, Mumbai 400 005, Indie

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 266 (2008), 583-588

The band-structure, interface and surface modification by swift heavy ion irradiation of In_{0.55}Ga_{0.45}As/InP multi quatnum wells have been studied using photoluminescence, high resolution X-ray diffraction and atomic force microscopy. Three distinct photoluminescence peaks were observed for as-grown samples at low temperature and at room temperature the peaks merge together. Detailed analysis has been carried out to understand the origin of additional satellite peaks. A peak shift of about 23 nm was observed for irradiated samples after annealing. Highly-ordered satellite peaks were observed in X-ray scans of as-grown and Ag ion irradiated samples. In comparison, Au ion irradiated sample showed stronger interfacial degradation as seen by the diminished satellite peaks. The peak position of the irradiated samples shifted to the compressive side and was broadened in comparison with as-grown samples. The as-grown and annealed samples show smooth surfaces whereas irradiation results in nano-sized dot/island types of structures at the surface. The results are discussed in the light of complementary information provided by thes techniques.

Optical and laser characterization of 2% Nd:YAG ceramics elements

Librant Zdzisław¹, Węglarz Helena¹, Wajler Anna¹, Tomaszewski Henryk¹, Łukasiewicz Tadeusz¹, Jabczyński J. K.², Zendzian W.², Kwiatkowski J.²

¹ Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

² Institute of Optoelectronics, Military University of Technology, Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, Polska

Proceedings SPIE, 6988, 2008, 69981A

We report on the first, promising production of Nd:YAG ceramics made in Poland. The Nd:YAG ceramics was produced by a solid-state reaction of high-purity (4N) nanometric oxides powders i.e. Al_2O_3 and Nd_2O_3 . After sintering process mean grain sizes of 2% Nd:YAG samples were about 20 μm and transparency of its were comparable to 0.9% Nd:YAG single crystal. Two types of active elements: rods and slabs were fabricated and characterized in several diode pumping schemes. In end pumping configuration as a pump source 20-W fiber coupled laser diode operating in low duty cycle regime (1 ms pump duration/20 Hz) was deployed. In the best case, 3.7 W of output power for 18 W of absorbed pump power, $M^2 < 1.4$ were demonstrated for uncoated ceramics Nd:YAG rod of $\varnothing 4 \times 3$ mm size in preliminary experiments. For the ceramics of two times lower Nd dopant level above 30% slope efficiency was achieved. In case of slab ceramic side pumped by 600-W laser diode stack above 12 W was demonstrated with slope efficiency of 3.5%.

Optical study of rare earth-doped $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ nanocrystals obtained by a modified sol-gel method

Ryba-Romanowski R.¹, Lipińska Ludwika², Rzepka Agnieszka², Pajączkowska Anna²

¹ Institute of Low Temperature and Structure Research, Polish Academy of Science, ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław Polska

² Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 8, 1-5, (2008)

Spectroscopic features of Eu^{3+} , Nd^{3+} in nanocrystalline samples of gallium gadolinium garnet prepared by a modified sol-gel method were investigated in order to assess the structural compatibility of the material with a single crystal counterpart. Emission spectra and decay curves of luminescent admixtures were recorded and analysed. Observed distribution of spectral line intensities and single exponential time dependence of luminescence decay curves indicate strongly that the static disorder in the neighbourhood of luminescent ions is not significant, hence structural peculiarities of the garnet lattice encountered in bulk crystals are maintained. It has been concluded that the method of preparation applied is able to furnish good structural quality GGG nanocrystals.

Spectroscopy of $\text{Ca}_4\text{GdO}(\text{BO}_3)_3$ (GdCOB): Pr^{3+} single crystals

Brik M.G.¹, Majchrowski A.², Kityk I. V.³, Łukasiewicz Tadeusz⁴, Piasecki M.³

¹ Institute of Physics, University of Tartu, Tartu 51014, Estonia

² Institute of Applied Physics, Military University of Technology, ul. Kaliskiego 2, Warszawa, Polska

³ Institute of Physics, J. Długosz University Częstochowa, Częstochowa Polska

⁴ Institute of Electronic Materials Technology, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, Polska

A complex spectroscopic study of $\text{Ca}_4\text{GdO}(\text{BO}_3)_3$ (GdCOB) doped with Pr^{3+} has been performed experimentally and theoretically using the *ab initio* configuration interaction (CI) calculation method. This approach is based on the numerical discrete-variational Dirac-Slater cluster calculations and numerical solution of the Dirac equation using the local density approximation. All relativistic effects are considered automatically by virtue of the relativistic Hamiltonian. The principal novelty of the approach is that during the calculations the molecular orbitals (MO) consisting of the atomic wave functions of the central ion (in this case, Pr^{3+}) and its nearest ligands (O^{2-}) are used. The principal advantage of the method consists in *ab initio* approach not requiring the fitting parameters like in the widely used crystal field approach or FLAPW requiring the muffin tin orbitals. Such a complete basis set allows not only to evaluate the main energy terms, but also to analyze the covalent charge transfer effects and to evaluate the energy separations between different MO groups. Using the GdCOB:Pr single crystals as good probes to check the introduced theoretical model, we report the calculations of the complete energy terms (including unoccupied excited MO) for the principal $[\text{PrO}_6]^{9-}$ cluster.

Theoretical simulations are verified by comparison with both the ground and excited state absorption. A particular interest presents estimations of the crystal field splitting of the localized Pr^{3+} 5d orbitals (10 *Dq*) (about 20,800 cm^{-1}) and energy separations between the 2p (O^{2-})–4f (Pr^{3+}), 2p (O^{2-})–5d (Pr^{3+}), and 2p (O^{2-})–6s (Pr^{3+}) MO (13,300, 40,050, and 78,900 cm^{-1} , respectively). These values are in sufficient agreement with performed excited state absorption experimental data and available ground state absorption data including the low temperatures study at 4.2 K.

Several discrepancies between the calculated and measured intensities of the optical transitions can be explained by contribution of electron–phonon coupling and sample's imperfections. In addition to the first principles calculations, crystal field theory was used to calculate the Pr^{3+} energy levels; a set of crystal field parameters for Pr^{3+} ion in GdCOB crystal is suggested.

Wskazówki dla autora

Redakcja czasopisma **Materiały Elektroniczne** prosi o nadsyłanie artykułów pocztą elektroniczną na adres ointe@sp.itme.edu.pl lub na nośniku magnetycznym w następujących formatach:

Tekst (edytory tekstu)

Word 6.0 lub 7.0

Grafika

PCX, TIF, BMP, WFM, WPG

1. **Grafika** (materiały ilustracyjne) powinny być zapisane w oddzielnych plikach. Każdy materiał ilustracyjny (rysunek, tabela, fotografia itp.) w innym. Pliki mogą być poddane kompresji: ZIP, ARJ.
2. **Objętość** do 15 str.
3. **Tekst powinien być pisany w sposób ciągły. Materiały ilustracyjne** (rysunki, tabele, fotografie itp.) powinny być umieszczone poza tekstem. Podpisy do rysunków... itp. w języku: polskim i angielskim, również winny być zapisane w oddzielnym pliku.
4. **Na pierwszej stronie artykułu** powinny znajdować się następujące elementy: tytuł naukowy, imię i nazwisko autora, nazwa miejsca pracy, adres pocztowy, e-mail. Na środku stronicy tytuł artykułu, również w języku angielskim.
5. **Materiały ilustracyjne, streszczenie, bibliografia, wzory:**
 - Do artykułu należy dołączyć streszczenie nie przekraczające 200 słów w języku polskim i angielskim.
 - W przypadku **wzorów i materiałów ilustracyjnych** nie będących oryginalnym dorobkiem autora/ów należy zacytować ich źródło, umieszczając je w bibliografii.
 - **Wzory** należy numerować kolejno cyframi arabskimi.
 - **Pozycje bibliograficzne** należy podawać w nawiasach kwadratowych w kolejności ich występowania.

Przykład na opis bibliograficzny artykułu z czasopisma:

[1] Tomaszewski H., Strzeszewski J., Gębicki W.: The role of residual stresses in layered composites of Y-ZrO₂ and Al₂O₃. J.Europ.Ceram.Soc. vol. 19, 1990, no. 67, 255-262

Przykład na opis bibliograficzny książki:

Raabe J., Bobryk E.: Ceramika funkcjonalna. Warszawa: Politechnika Warszawska 1997, 152 s.

6. Autora obowiązuje **wykonanie korekty autorskiej**.



INSTYTUT TECHNOLOGII

MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

tel./fax-dyrektor: (4822) 8359003

tel.: (4822) 8353041-9

e-mail: itme@sp.itme.edu.pl

<http://sp.itme.edu.pl>

Główne kierunki działalności Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych – prowadzenie badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych dotyczących: technologii otrzymywania i efektywnego wykorzystania materiałów elektronicznych.

Działania te dotyczą następujących materiałów i związków półprzewodnikowych: (Si, GaAs, GaP, InAs, InP): epitaksjalne warstwy półprzewodnikowe (Si, GaAs, GaP, InP, GaAsP, InGaAs, InGaAsP, InGaAlP, GaAlAs, InAlAs); materiały laserowe (YAP, YAG: Nd, Er; Pr, Ho, Tm, Cr): epitaksjalne warstwy YAG; materiały elektrooptyczne i piezoelektryczne (kwarc, LiNbO_3 , LiTaO_3 , $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$); materiały optoelektroniczne i nieliniowe (CaF_2 , BaF_2 , boran baru BBO); materiały podłożowe pod wysokotemperaturowe warstwy nadprzewodzące (SrLaGaO_4 , SrLaAlO_4 , CaNdAlO_4 , NdGaO_3); materiały i kształtki ceramiczne (Al_2O_3 , Y_2O_3 , ZrO_2 , Si_3N_4); szkła o zadanych charakterystykach spektralnych i aktywne włókna światłowodowe i obrazowody; kompozyty metalowo-ceramiczne; złącza zaawansowanych materiałów ceramicznych (Si_3N_4 , AlN) i kompozytów z metalami; kompozyty metalowe i czyste metale (Ga, In, Al, Cu, Zn, Ag, Sb); pasty do układów hybrydowych; oraz zastosowania ich w podzespołach: diody Schottky'ego, tranzystory FET i HEMT; lasery, fotodetektory; filtry i rezonatory z akustyczną falą powierzchniową; maski chromowe do fotolitografii.

Instytut wykonuje usługi w zakresie technologii HI-TECH, takich jak: fotolitografia, elektronolitografia, osadzanie cienkich warstw, obróbka termiczna oraz charakteryzacja materiałów (spektrometria mas i Mössbauera, FTIR, EPR, ICP RBS, spektrometria IR i UV, absorpcja atomowa, wysokorozdzielcza dyfrakcja rentgenowska, fotoluminescencja, DLTS, PITS, mikroskopia optyczna i elektronowa; charakteryzacja podzespołów elektronicznych: pomiary impedancyjne i pomiary widm promieniowania i szumów).