

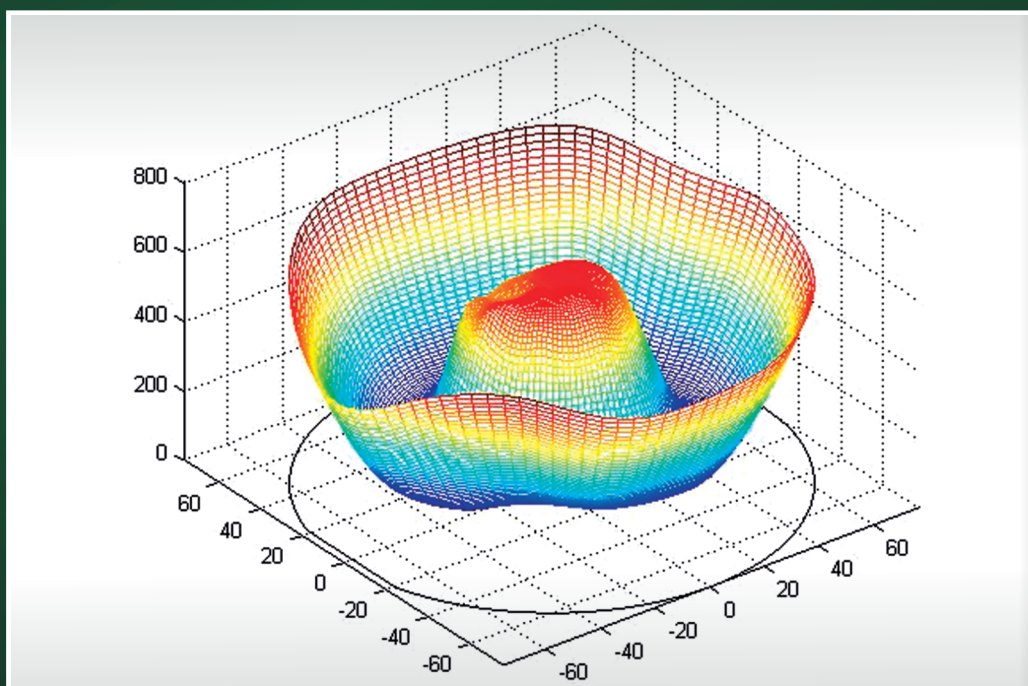
MATERIAŁY PL ISSN 0209-0058

ELEKTRONICZNE

ELECTRONIC MATERIALS

4

Tom 42
Rok 2014



4 Lutowanie kompozytów miedź - grafen z ceramiką korundową za pomocą lutów aktywnych

C. Strąk, R. Siedlec

16 Głębokie centra defektowe w krzemie o bardzo wysokiej rezystywności

P. Kamiński, R. Kozłowski,
J. Krupka, M. Kozubal,
M. Wodzyński, J. Żelazko

25 Laserowa korekcja kompozytowych rezystorów grubowarstwowych opartych na nanoformach węgla

Ł. Dybowska-Sarapuk,
K. Kielbasiński, M. Jakubowska,
A. Młodziak, D. Janczak,
I. Wyżkiewicz



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

**Ośrodek Informacji Naukowej
i Technicznej (OINTE)**
tel.: (48 22) 835 30 41-9 w. 129, 498
e-mail: 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

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

**MATERIAŁY
ELEKTRONICZNE
ELECTRONIC MATERIALS
KWARTALNIK**

T. 42 - 2014 nr 4

Wydanie publikacji dofinansowane jest przez
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

WARSZAWA ITME 2014

<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.)

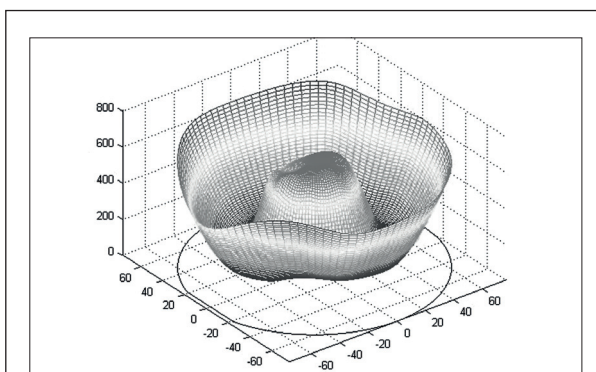
Ocena Index Copernicus - 4,80

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: Wizualizacja rozkładu rezystywności na płytce FZ Si o bardzo wysokiej czystości. Rezystywność na osi rzędnych jest w Ωm .

SPIS TREŚCI - CONTENTS

Lutowanie kompozytów miedź - grafen z ceramiką korundową za pomocą lutów aktywnych	C. Strąk, R. Siedlec	4
Brazing of copper - graphene composites with alumina ceramic using active braze materials		
Głębokie centra defektowe w krzemie o bardzo wysokiej rezystywności	P. Kamiński, R. Kozłowski, J. Krupka, M. Kozubal, M. Wodzyński, J. Żelazko	16
Deep defect centers in ultra-high-resistivity FZ silicon		
Laserowa korekcja kompozytowych rezystorów grubowarstwowych opartych na nanoformach węgla	Ł. Dybowska-Sarapuk, K. Kielbasiński, M. Jakubowska, A. Młodziak, D. Janczak, I. Wyżkiewicz	25
Laser trimming of thick film composite resistors based on nanoforms of carbon		
Projekt: Wytwarzanie elektrod do ogniw fotoelektrochemicznych		32

STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW ME 42 - 4 - 2014

Lutowanie kompozytów miedź - grafen z ceramiką korundową za pomocą lutów aktywnych

ME 42, 4, 2014, s. 4

Do wykonania kompozytu objętościowego, przeznaczonego do lutowania, zastosowano proszki dostępnego handlowo grafenu oraz zredukowanego termicznie tlenku grafenu, na których osadzano tlenek miedzi metodą strącania z kąpeli elektrochemicznej. Proszki poddano obróbce termicznej w atmosferze beztlenowej, a następnie wyprasowano z nich kształtki na prasie służącej do prasowania i spiekania pod ciśnieniem. Uzyskane kompozyty spajano z ceramiką korundową za pomocą aktywnych lutów srebrowych (CB1). Przed procesem spajania kompozyty poddano procesowi galwanizacji miedzią. Zbadano mikrostrukturę i właściwości samego kompozytu oraz mikrostrukturę uzyskanych złączy. Na podstawie przeprowadzonych badań określono najkorzystniejsze warunki procesu spajania kompozytów.

Głębokie centra defektowe w krzemie o bardzo wysokiej rezystywności

ME 42, 4, 2014, s. 16

W artykule przedstawiono unikatowe wyniki badań rozkładu rezystywności oraz rozkładu właściwości i koncentracji centrów defektowych na płycie krzemowej o promieniu $R = 75$ mm, pochodzącej z monokrystalu o bardzo wysokiej czystości otrzymanego metodą FZ. Do określenia właściwości i koncentracji centrów defektowych zastosowano metodę niestacjonarnej spektroskopii fotoprądowej o wysokiej rozdzielczości (HRPITS). Do wyznaczania stałych czasowych składowych wykładniczych relaksacyjnych przebiegów fotoprądu, zmierzonych w zakresie temperatur 250 – 320 K, wykorzystano procedurę numeryczną opartą na odwrotnym przekształceniu Laplace'a. W obszarze środkowym płytki o rezystywności $\sim 6,0 \times 10^4 \Omega\text{cm}$, wykryto trzy rodzaje pułapek charakteryzujących się energią aktywacji 420 meV, 460 meV i 480 meV. W obszarze brzegowym płytki, którego rezystywność wynosiła $\sim 3,0 \times 10^4 \Omega\text{cm}$, oprócz pułapek występujących w obszarze środkowym wykryto pułapki o energii aktywacji 545 meV, których koncentracja wynosiła $\sim 4,0 \times 10^9 \text{cm}^{-3}$. Pułapki o energii aktywacji 420 meV i 545 meV przypisano odpowiednio lukom podwójnym (V_2^{-0}) i agregatom złożonym z pięciu luk (V_5^{-0}). Pułapki o energii aktywacji 460 meV są prawdopodobnie związane z lukami potrójnymi (V_3^{-0}) lub atomami Ni, zaś pułapki o energii aktywacji 480 meV mogą być przypisane zarówno agregatom złożonym z czterech luk (V_4^{-0}), jak i atomom Fe w położeniach międzywęzłowych.

Laserowa korekcja kompozytowych rezystorów grubowarstwowych opartych na nanoformach węgla

ME 42, 4, 2014, s. 25

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z korekcją elementów biernych metodą piaskową oraz laserową. Wytworzono polimerowe rezystory z trzech rodzajów past rezystywnych: grafenowej, grafitowej i z nanorurek węglowych oraz sprawdzono ich właściwości, m.in. wartości rezystancji, TWR oraz grubości warstw. Przeprowadzono korekcję laserową polegającą na nacinaniu warstwy rezystywnej oraz wykonano szereg badań mających na celu sprawdzenie zmian właściwości elementów biernych po korekcji. Poddano analizie uzyskane wyniki badań pod kątem efektywności korekcji laserowej rezystorów z trzech badanych materiałów.

THE ARTICLES ABSTRACTS ME 42 - 4 - 2014

Brazing of copper - graphene composites with alumina ceramic using active braze materials

ME 42, 4, 2014, p. 4

To produce composites, commercial graphene powders and thermally reduced graphene oxide were used. Nanocrystalline copper oxide (CuO) thin films, synthesized by a sol-gel method, were deposited on the powders. These powders were annealed in an oxygen-free atmosphere and subsequently hot pressed. The outcome composites were bonded to alumina ceramic using active silver braze material (CB1). Before the process of bonding, the composites were plated with copper. The microstructure and properties of the composite and also the microstructure of the obtained joints were examined. Based on the studies carried out, optimal bonding conditions were determined.

Deep defect centers in ultra-high-resistivity FZ silicon

ME 42, 4, 2014, p. 16

The paper presents the unique results of the resistivity distribution and the distribution of the properties and concentrations of defect centers on a silicon wafer with a radius of $R = 75$ mm originating from a high-purity FZ single crystal. The electronic properties and concentrations of the defect centers have been studied by high resolution photoinduced transient spectroscopy (HRPITS). To determine the time constants of the exponential components in the photocurrent relaxation waveforms measured in the temperature range of 250 - 320 K we have used an advanced numerical procedure based on the inverse Laplace transformation. In the wafer central region, with the resistivity of $\sim 6.0 \times 10^4 \Omega\text{cm}$, three traps with the activation energies of 420 meV, 460 meV and 480 meV have been found. In the near edge-region of the wafer, with the resistivity of $\sim 3.0 \times 10^4 \Omega\text{cm}$, apart from the traps present in the central region, a trap with the activation energy of 545 meV has been detected and the concentration of this trap is $\sim 4.0 \times 10^9 \text{cm}^{-3}$. The traps with the activation energies of 420 meV and 545 meV are assigned to a divacancy (V_2^{-0}) and a pentavacancy (V_5^{-0}), respectively. The trap with the activation energy of 460 meV is likely to be associated with a trivacancy (V_3^{-0}) or a Ni atom, and the trap with the activation energy of 480 meV can be tentatively assigned to a tetravacancy or an interstitial Fe atom.

Laser trimming of thick film composite resistors based on nanoforms of carbon

ME 42, 4, 2014, p. 25

This paper examines issues related to the correction of resistors using the abrasive and laser methods. Three types of resistors, i.e. graphene, graphite and carbon nanotube resistors, were manufactured and their properties such as resistance, TWR and thickness of resistive layers were measured. Laser correction involving cutting of the resistive layer was performed. This part of work included the execution of a series of tests to verify changes in the properties of passive components after trimming. As the final step, the obtained results were analyzed to check the efficiency of laser correction of the resistors based on the three tested materials.



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka

Poddziałanie 1.3.2.

DOTACJE NA INNOWACJE

Tytuł projektu: Wytwarzanie elektrod do ogniw fotoelektrochemicznych

Autorzy: prof. dr hab. Dorota A. Pawlak, mgr inż. Katarzyna Kołodziejak,

mgr Krzysztof Bieńkowski, mgr inż. Krzysztof Orliński

Celem Projektu jest uzyskanie ochrony prawnej dla wynalazku w zakresie wytwarzania elektrod do ogniw fotoelektrochemicznych na terenie Rzeczypospolitej Polskiej i wybranych państw Unii Europejskiej. **Projekt pokrywa w 100% koszty** związane z przygotowaniem i złożeniem zgłoszeń patentowych do **Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej (UPRP)** oraz do **Europejskiego Urzędu Patentowego (The European Patent Office; EPO)**. Projekt także finansuje pierwszy, trzy-letni okres ochrony w UPRP i EPO. Otrzymane patenty w sposób prawny zagwarantują ochronę praw własności przemysłowej.

Przedmiotem wynalazku są elektrody – **anody stosowane w ogniwach fotoelektrochemicznych (PEC - Photoelectrochemical Cell)** jako elektrody pracujące. Naszą odpowiedzią na potrzebę znalezienia nowych materiałów odpowiednich na fotoanody do konwersji energii słonecznej jest innowacyjne wykonanie elektrod z materiałów eutektycznych. Zaproponowana przez nas kierunkowa krystalizacja eutektyków (**DSE – directional solidification of eutectics**), to metoda która pozwala na uzyskanie materiałów hybrydowych o złożonych dwufazowych strukturach, składających się między innymi z materiałów fotoaktywnych o dwóch lub kilku przerwach wzbronionych. Takie połączenia mogą pozwolić na absorpcję promieniowania elektromagnetycznego w wybranym zakresie bądź w jak najszerszym zakresie np.: obejmującym cały zakres promieniowania słonecznego. Właściwy dobór faz składowych eutektyki pozwala na uzyskanie stabilnych elektrochemicznie materiałów stosowanych jako fotoanody w ogniwach PEC, wykorzystywanych do produkcji wodoru z rozkładu wody za pomocą energii słonecznej.



Nazwa beneficjenta: Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych

Wartość projektu: 159 000,00 PLN

Udział Unii Europejskiej: 135 150,00 PLN

Okres realizacji: 01.01.2012 - 31.12.2015

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

LISTA RECENZENTÓW 2014 r.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Dziezic
Prof. dr hab. inż. Jerzy Filipiak
Prof. dr hab. inż. Elżbieta Godlewska
Prof. dr hab. inż. Jacek Kaczmar
Prof. dr hab. inż. Andrzej Świątkowski
Prof. dr hab. inż. Andrzej Zając
Prof. dr hab. Andrzej Czerwiński
Prof. dr hab. Tadeusz Wosiński
Dr hab. inż. Tomasz Chmielewski
Dr hab. inż. Katarzyna Konopka

Dr hab. inż. Arkadiusz Krajewski
Dr hab. inż. Jerzy Potencki
Dr inż. Mikołaj Baszun
Dr inż. Antoni Siennicki
Dr inż. Zbigniew Zarański
Dr Marek Barlak
Dr Ewa Papis-Polakowska
Dr Adriana Wrona

Informacja dla autorów i czytelników „Materiałów Elektronicznych”

Zasady przyjmowania prac

1. Przyjmowane są wyłącznie prace wcześniej niepublikowane. Wymagana jest deklaracja autora, lub w przypadku pracy zbiorowej osoby zgłaszającej manuskrypt, która reprezentuje wszystkich autorów, że praca nie została uprzednio opublikowana. Jeżeli wyniki badań przedstawiane w manuskrypcie prezentowane były wcześniej na konferencji naukowej lub sympozjum, informacja o tym fakcie zawierająca nazwę, miejsce i dni konferencji powinna być podana na końcu artykułu. Na końcu artykułu autorzy powinni podać również informację o źródłach finansowania pracy, wkładzie instytucji naukowo-badawczych, stowarzyszeń i innych podmiotów.

2. Przyjmowane są prace zarówno w języku polskim, jak i w języku angielskim.

3. W związku z rozpowszechnianiem w Internecie wszystkich artykułów drukowanych w „Materiałach Elektronicznych”, autor powinien złożyć oświadczenie o przekazaniu autorskich praw majątkowych do publikacji na rzecz Wydawcy.

4. W trosce o rzetelność w pracy naukowej oraz kształtowanie etycznej postawy pracownika naukowego wdrożona została procedura przeciwdziałania przypadkom przejawu nierzetelności naukowej i nieetycznej postawy określonym jako „ghostwriting” i „guest authorship” („honorary authorship”):

- „ghostwriting” występuje wówczas, gdy ktoś wniósł istotny wkład w powstanie publikacji, bez ujawnienia swojego udziału jako jednego z autorów lub bez wymienienia jego roli w podziękowaniach zamieszczonych w publikacji;

- „guest authorship” występuje wówczas, gdy udział autora jest znikomy lub w ogóle nie miał miejsca, a pomimo to jest autorem/współautorem publikacji.

5. Redakcja wymaga od autorów publikacji zbiorowych ujawnienia wkładu poszczególnych autorów w powstanie publikacji z podaniem ich afiliacji oraz udziału w procesie powstawania artykułu t.j. informacji kto jest autorem koncepcji, założeń, metod itp. wykorzystywanych przy przygotowaniu artykułu. Główną odpowiedzialność za te informacje ponosi autor zgłaszający manuskrypt.

6. Redakcja jest zobowiązana do dokumentowania wszelkich przejawów nierzetelności naukowej, zwłaszcza łamania i naruszania zasad etyki obowiązujących w nauce. Wszelkie wykryte przypadki „ghostwriting” i „guest authorship” będą przez Redakcję demaskowane, włącznie z powiadomieniem odpowiednich podmiotów, takich jak instytucje zatrudniające autorów, towarzystwa naukowe, stowarzyszenia edytorów naukowych itp.

Procedura recenzowania i dopuszczania artykułów do druku

1. Materiały autorskie kierowane do druku w „Materiałach Elektronicznych” podlegają ocenie merytorycznej przez niezależnych recenzentów i członków Kolegium Redakcyjnego.

2. Recenzentów proponują odpowiedzialni za dany dział redaktorzy tematyczni wchodzący w skład Kolegium Redakcyjnego.

3. Do oceny każdej publikacji powołuje się, co najmniej dwóch niezależnych recenzentów spoza jednostki naukowej afiliowanej przez autora publikacji.

4. W przypadku publikacji w języku obcym, powołuje się co najmniej jednego z recenzentów afiliowanego w instytucji zagranicznej mającej siedzibę w innym państwie niż państwo pochodzenia autora publikacji.

5. Autor lub autorzy publikacji i recenzenci nie znają swoich tożsamości (tzw. „double-blind review proces”).

6. Recenzja ma formę pisemną i zawiera jednoznaczny wniosek recenzenta dotyczący dopuszczenia artykułu do publikacji (bez zmian lub wprowadzeniu zmian przez autora) lub jego odrzucenia.

7. Kryteria kwalifikowania lub odrzucenia publikacji i ewentualny formularz recenzji są podane do publicznej wiadomości na stronie internetowej „Materiałów Elektronicznych”.

8. Nazwiska recenzentów poszczególnych publikacji lub numerów wydań nie są ujawniane. Raz w roku w ostatnim numerze „Materiałów Elektronicznych” będzie podawana do publicznej wiadomości lista współpracujących recenzentów.

9. Redakcja „Materiałów Elektronicznych” może otrzymany materiał przeredagować, skrócić lub uzupełnić

(po uzgodnieniu z autorem) lub nie zakwalifikować go do publikacji.

10. Redaktor naczelny odmawia opublikowania materiałów autorskich w następujących przypadkach:

- treści zawarte w manuskrypcie są niezgodne z obowiązującym prawem,

- zostaną ujawnione jakiegokolwiek przejawy nierzetelności naukowej, a zwłaszcza przypadki „ghostwriting” i „guest authorship”,

- praca nie uzyskała pozytywnej oceny końcowej recenzentów i redaktora tematycznego.

11. Redaktor naczelny może odmówić opublikowania artykułu jeśli:

- tematyka pracy nie jest zgodna z zakresem tematycznym „Materiałów Elektronicznych”,

- artykuł przekracza dopuszczalną objętość, zaś autor nie zgadza się na wprowadzenie skrótów w treści artykułu,

- autor odmawia dokonania wszystkich koniecznych poprawek zaproponowanych przez recenzenta i Redakcję,

- tekst lub materiał ilustracyjny dostarczony przez autora nie spełnia wymagań technicznych.

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:

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

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

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, LiNbO₃, LiTaO₃, SeBa_(1-x), Nb₂O₆ dla zastosowań elektrooptycznych i piezoelektrycznych; CaF₂, BaF₂ jako materiały przezroczyste; Ca₄GdO(BO)₃ 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 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), absorbcja 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.