

MATERIAŁY

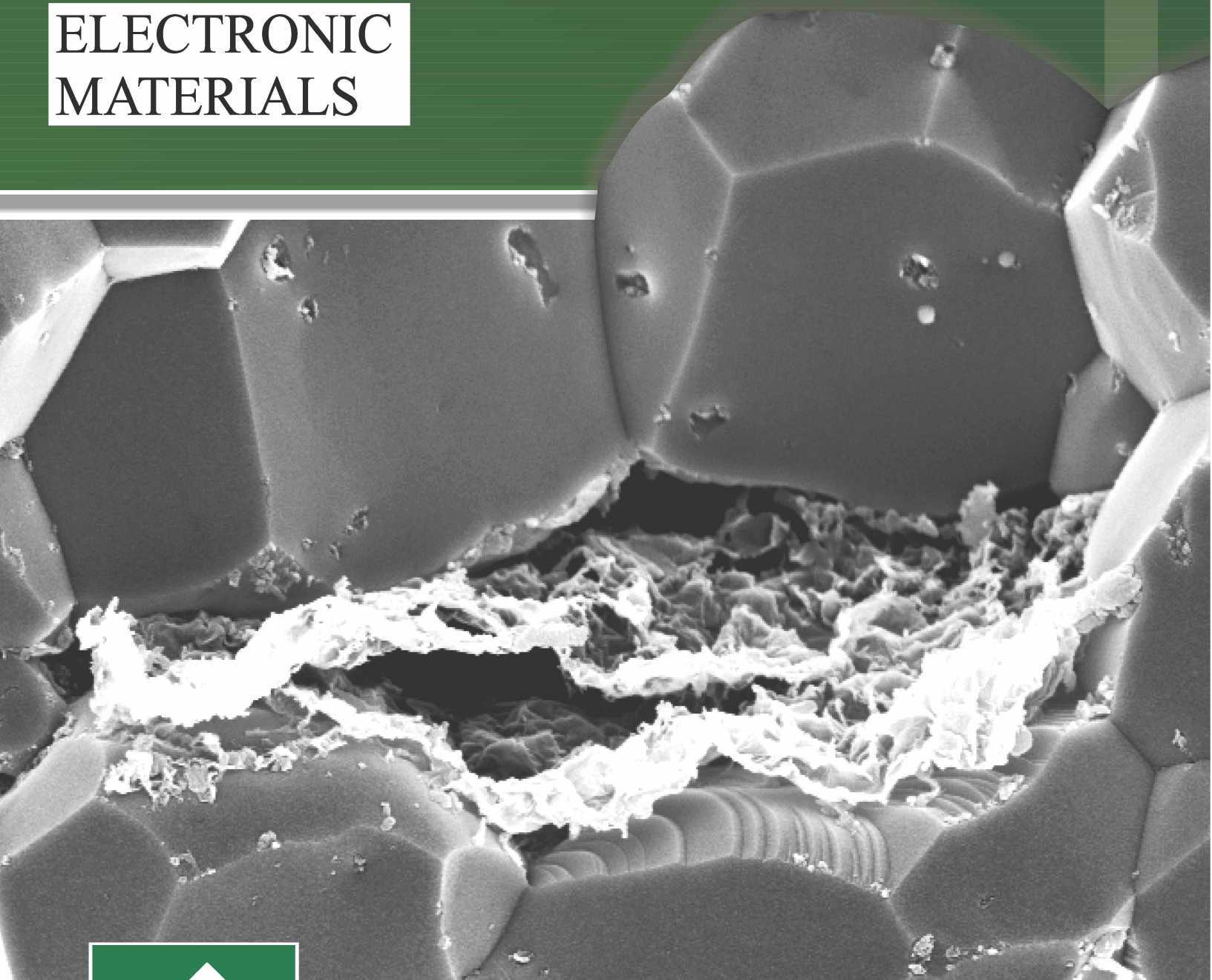
PL ISSN 0209-0058

ELEKTRONICZNE

TOM 41

Nr 4 Rok 2013

ELECTRONIC
MATERIALS



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
INSTITUTE OF ELECTRONIC MATERIALS TECHNOLOGY

<http://rcin.org.pl>



**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://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) 834 97 30; fax: (48 22) 834 90 03

e-mail: itme@itme.edu.pl

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

**MATERIAŁY
ELEKTRONICZNE
ELECTRONIC MATERIALS
KWARTALNIK**

T. 41 - 2013 nr 4

Wydanie publikacji dofinansowane jest przez
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

WARSZAWA ITME 2013

<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

Skład Komputerowy:

mgr Szymon PLASOTA

Adres Redakcji: INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, e-mail: 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

*Kwartalnik notowany na liście czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego
(3 pkt. - wg komunikatu MNiSW z 17 grudnia 2013 r.)*

Wersja papierowa jest wersją pierwotną.

Na okładce: Al₂O₃ - grafen z płatkami grafenowymi

SPIS TREŚCI

MECHANIKA KRUCHEGO PEKANIA CERAMIKI KORUNDOWEJ WZMOCNIONEJ PŁATKAMI GRAFENOWYMI

Marek Boniecki, Zdzisław Librant, Anna Wajler, Helena Węglarz, Władysław Wesołowski, Rafał Koziński,
Krzysztof Librant, Anna Piątkowska, Magdalena Romaniec 3

WZROST MONOKRYSTAŁÓW MOLIBDENIANU WAPNIA DOMIESZKOWANYCH JONAMI ZIEM RZADKICH (CaMoO₄: RE) DO BADAŃ W ZAKRESIE IMMOBILIZACJI ODPADÓW RADIOAKTYWNYCH

Marek Świrkowicz, Włodzimierz Szyrski, Jarosław Kisielewski, Krzysztof Wieteska, Wojciech Wierzchowski,
Agnieszka Malinowska, Edyta Wierzbicka, Agata Karaś, Elżbieta Jurkiewicz-Wegner 10

WYSOKOREZYSTYWNE WZORCE DO POMIARU PROFILU REZYSTYWNOCI KRZEMOWYCH WARSTW EPITAKSJALNYCH METODĄ OPORNOŚCI ROZPŁYWU W STYKU PUNKTOWYM

Andrzej Brzozowski, Jerzy Samecki, Dariusz Lipiński, Halina Wodzińska 20

WYKORZYSTANIE ZJAWISKA POWIERZCHNIOWEJ FALI AKUSTYCZNEJ W APLIKACJACH SYSTEMÓW MIKROPRZEPLYWOWYCH – PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ

Andrzej Nowek 27

OPTYCZNE WŁASNOŚCI NANOKOMPOZYTÓW OTRZYMYWANYCH METODĄ MIKROWYCIAGANIA NA BAZIE SZKŁA NBP I DOMIESZKOWANYCH NANOCZĄSTKAMI Ag I JONAMI Er³⁺

Barbara Surma, Marcin Gajc, Dorota Anna Pawlak 34

PATENT: Method of electrochemical-mechanical polishing of silicon carbide wafers 50

nakład 200 egz.



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



UDZIELENIE PATENTU

Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka

Poddziałania 1.3.2.

DOTACJA NA INNOWACJE

W wyniku realizacji projektu:

Wsparcie ochrony praw własności przemysłowej dla wynalazku w zakresie elektrochemiczno-mechanicznego polerowania płytek węgla krzemu (SiC)

Autorzy: mgr Halina Sakowska, mgr inż. Maciej Gała, mgr Władysław Hofman

e-mail: Halina.Sakowska@itme.edu.pl

Europejskie Biuro Patentowe (EPO) udzieliło na rzecz ITME patentu

Nr EP 2 383 773 B1 :

Method of electrochemical-mechanical polishing of silicon carbide wafers

Wynalazek dotyczy przygotowania powierzchni płytek podłożowych z węgla krzemu (SiC) w taki sposób, aby możliwe było wykonanie dobrej jakości warstw homo- lub heteroepitaksjalnych. Nowością w opracowanej metodzie jest sposób mocowania płytek poddawanych procesowi elektrochemiczno-mechanicznego polerowania. Zaproponowane mocowanie gwarantuje lepszy (bardziej równomierny) przepływ prądu elektrycznego przez polerowane płytki, w porównaniu z metodami stosowanymi dotychczas. Ponadto jest to sposób szybszego i bardziej czystego montażu/demontażu polerowanych płytek.

Patent został walidowany w Niemczech, Francji, Wielkiej Brytanii, Holandii i Polsce.

Uzyskane patenty zapewniają prawa do wyłącznego korzystania z wynalazku na terenie RP i wybranych krajów Unii Europejskiej.



Nazwa beneficjenta: Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych

Wartość projektu: 184 368,54 zł

Udział Unii Europejskiej: 156 713,25 zł

Okres realizacji: 01.01.2010 - 31.12.2014

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

LISTA RECENZENTÓW 2013 r.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Abramski
Prof. dr hab. inż. Maria Dąbrowska-Szata
Prof. dr hab. inż. Krzysztof Haberko
Prof. dr hab. inż. Andrzej Milewski
Prof. dr hab. inż. Mikołaj Szafran
Prof. dr hab. inż. Marek Tlaczala
Prof. dr hab. Marek Berkowski
Prof. dr hab. Maria Kamińska
Prof. dr hab. Zbigniew Klusek
Prof. dr hab. Bogdan Wendler
Prof. dr hab. Tadeusz Wosiński
Dr hab. inż. Tadeusz Piotrowski

Dr hab. inż. Krzysztof Ziewiec
Dr hab. Piotr Garstecki
Dr hab. Sebastian Maćkowski
Dr hab. Maria Polomska
Dr inż. Bartłomiej Jankiewicz
Dr inż. Andrzej Majchrowski
Dr inż. Antoni Siennicki
Dr inż. Jarosław Sotor
Dr inż. Jacek Wójcik
Dr Marcin Kończykowski
Dr Jurij Tasinkiewicz

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

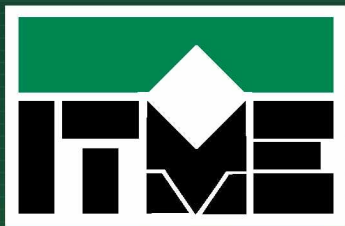
- a) Każdy materiał ilustracyjny powinien być zapisany w oddzielnym pliku (PCX, TIF, BMP, WFM, WPG, JPG) o rozdzielczości nie mniejszej niż 150 dpi.
- b) W przypadku materiałów ilustracyjnych niebędących oryginalnym dorobkiem autora/ów należy zacytować ich źródło, umieszczając je w bibliografii.

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.

<http://rcin.org.pl>



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;
 - **światłowodowy** specjalne, fotoniczne, 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 ceramiki 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.