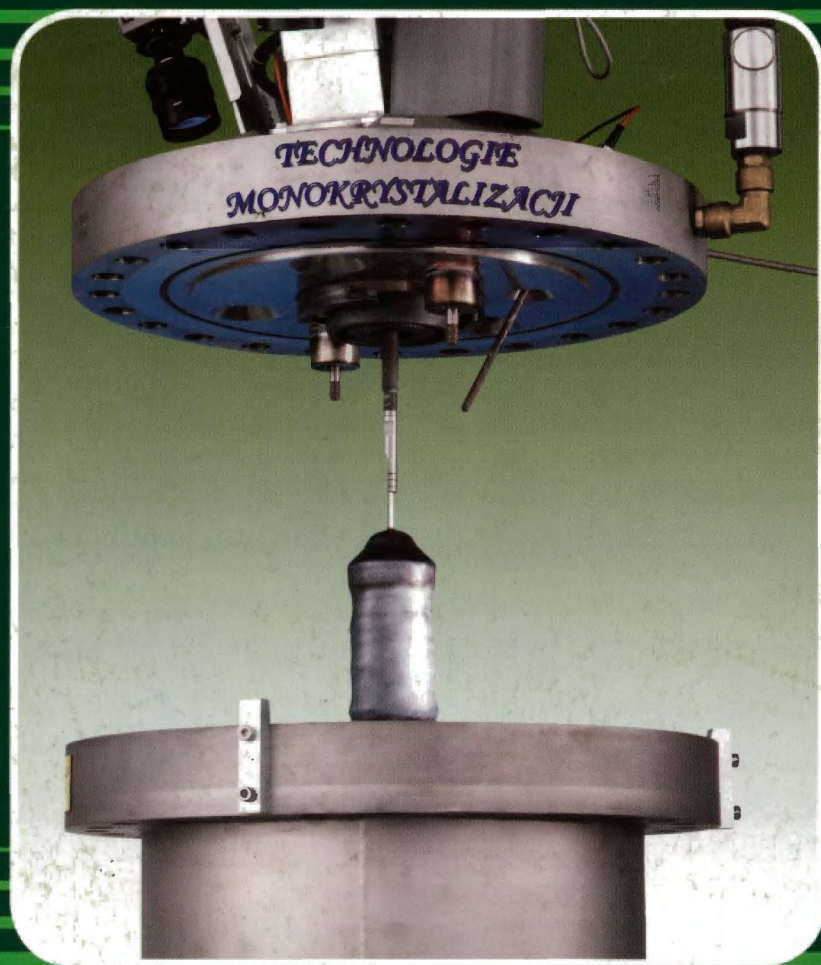
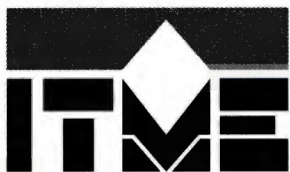


MATERIAŁY PL ISSN 0209-0058 ELEKTRONICZNE



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

Nr 2
2009 T.37



**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. 37 - 2009 nr 2

Wydanie publikacji dofinansowane przez
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

WARSZAWA ITME 2009

<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: oointe@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 (4 pkt.)

SPIS TREŚCI

WZROST MONOKRYSTAŁÓW ANTYMONKU GALU W KIERUNKU <111> ORAZ <100> METODĄ CZOCHRALSKIEGO Aleksandra Mirowska, Waclaw Orlowski, Anna Bańkowska, Andrzej Hruban	3
WPLYW CZĄSTECZEK WODY W B ₂ O ₃ NA WŁAŚCIWOŚCI NIEDOMIESZKOWANYCH MONOKRYSTAŁÓW InAs OTRZYMYWANYCH METODĄ CZOCHRALSKIEGO Waclaw Orlowski, Aleksandra Mirowska, Stanisława Strzelecka	15
BADANIE ROZKŁADÓW WŁAŚCIWOŚCI ELEKTRYCZNYCH I OPTYCZNYCH MONOKRYSTAŁÓW GaP W OPTYCE PODCZERWIENI Stanisława Strzelecka, Andrzej Hruban, Elżbieta Jurkiewicz-Wegner, Mirosław Piersa, Waclaw Orlowski, Aleksandra Mirowska	22
WPLYW OBRÓBKI TERMICZNEJ NA WŁASNOŚCI NIEDOMIESZKOWANYCH MONOKRYSTAŁÓW GaP Stanisława Strzelecka, Andrzej Hruban, Elżbieta Jurkiewicz-Wegner, Mirosław Piersa, Waclaw Orlowski, Barbara Surma	27
OPTICAL STUDIES OF UNDOPED GaP GROWN BY LEC METHOD Barbara Surma, Artur Wnuk, Mirosław Piersa, Stanisława Strzelecka, Mariusz Pawłowski, Elżbieta Jurkiewicz-Wegner	38
INFORMACJA O PROGRAMIE TEAM	47

Program TEAM



Wsparcie projektów z udziałem studentów, doktorantów i uczestników staży podoktorskich realizowanych w najlepszych zespołach badawczych w Polsce

Jednym z 7-miu laureatów 1 edycji programu TEAM w 2008 roku została pani **dr Dorota Anna Pawlak** z Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie. Tytuł finansowanego, czteroletniego projektu to: **Self-organization approach towards photonics/optoelectronics**. W skład zespołu młodych naukowców – stypendystów FNP, wyłonionych w drodze dwuetapowego konkursu wchodzi: 1 młody doktor, 5 doktorantów oraz 1 studentka.

Program TEAM został uruchomiony dzięki pozyskaniu przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej środków z funduszy europejskich w ramach Działania 1.2 „Wzmocnienie potencjału kadrowego nauki” Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013.

Celem programu TEAM jest zwiększenie zaangażowania młodych uczonych w prace badawcze realizowane w najlepszych zespołach i laboratoriach naukowych w Polsce.

Program jest adresowany do liderów zespołów naukowych zamierzających zatrudnić w swych zespołach młodych uczonych: studentów (po ukończeniu 3 roku studiów), doktorantów lub młodych doktorów (do 4 lat po uzyskaniu stopnia naukowego).

Projekty mogą być realizowane w **trzech obszarach tematycznych** określonych w dokumentacji konkursowej jako *Bio*, *Info*, *Techno*.

Warunkiem realizacji projektu jest rekrutacja studentów, doktorantów i młodych doktorów do pracy w zespole wyłącznie w drodze otwartego naboru prowadzonego w kraju i za granicą (procedury naboru podlegają szczególnej ocenie i kontroli). Liczba młodych uczonych w zespole nie może być mniejsza niż **6 osób**. Projekty mogą trwać **od 2 do 4 lat**.

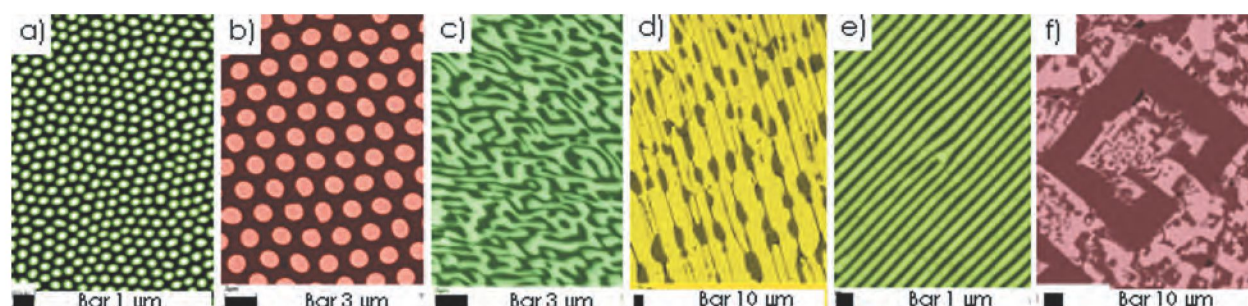
Finansowaniu podlegają imienne stypendia naukowe dla członków zespołu oraz grant badawczy w wysokości zależnej od liczby doktorantów i młodych doktorów przyjętych do zespołu oraz od rzeczywistych kosztów prowadzonego projektu.

Idea oraz cele. Główną ideą projektu TEAM realizowanego w ITME jest zastosowanie samoorganizujących się struktur eutektycznych do uzyskania wieloskładnikowych i wielowymiarowych ustrukturyzowanych materiałów, o kontrolowanych fizykochemicznych i strukturalnych właściwościach. Powyższe materiały mogą posiadać nowe właściwości elektromagnetyczne o potencjalnych zastosowaniach w optoelektronice, fotonice (kryształy fotoniczne, metamateriały). Wykonywane prace są uzupełnieniem badań prowadzonych w ramach projektów europejskich, w których nasza grupa uczestniczy.

Nowość projektu. W chwili obecnej metamateriały, czyli materiały kompozytowe które mogą wykazywać tak szczególne właściwości jak sztuczny magnetyzm, ujemny współczynnik załamania, gigantyczną stałą dielektryczną itp. są wytwarzane głównie przy pomocy drogich i skomplikowanych metod. Jednym z możliwych nowych tańszych rozwiązań, jest użycie mechanizmu samoorganizacji do wytwarzania tego typu materiałów.

Badane materiały: Eutektyk to przykład samoorganizującego się układu. W trakcie wzrostu eutektyku formują się samoorganizujące mikro/nanostruktury na skutek dyfuzji chemicznej i zjawisk kapilarnych. Eutektyki są jednocześnie materiałami monolitycznymi oraz wielofazowymi. Eutektyki mogą charakteryzować się różnymi własnościami, których źródłem są fazy składowe eutektyku (właściwości addytywne) oraz własnościami wynikającymi z połączenia faz składowych i nadania im specyficznej struktury w skali mikro/nano (właściwości wypadkowe). Szczególnie właściwości wypadkowe są istotne, gdyż wskazują one na możliwość otrzymania własności podobnych do własności metamateriałów. W ramach otrzymywania eutektyków można wykorzystać różne materiały składowe (izolatory, półprzewodniki, metale), można otrzymać

struktury o różnych formach geometrycznych (włóknista, spiralna, płytkowa, kulkowa i inne). Mogą być zastosowane materiały składowe o założonych właściwościach (ferroelektryczne, ferromagnetyczne, nadprzewodzące, optycznie aktywne, nieliniowe, i inne). Przykłady mikrostruktur eutektycznych, otrzymanych w ITME są zaprezentowane na Rys. 1.



Rys. 1. Przykłady mikrostruktur eutektycznych otrzymanych w ITME: a) i b) włóknista, c) perkolowana, d) podobna do metamateriałowej struktury fish-net, e) płytkowa, f) przypominająca rozwarły rezonator pierścieniowy (ang.: SRR-split ring rezonator).

Kierunki badań prowadzonych przez stypendystów:

1. Badania związane z opracowaniem składu i sposobu uzyskiwania samoorganizujących się struktur eutektycznych, wykazujących zdolność przetwarzania zaabsorbowanego promieniowania w ciepło;
2. Poszukiwanie jakościowego i ilościowego składu materiałów eutektycznych (takich jak metal – tlenek metalu) za pomocą różnicowej analizy termicznej;
3. Badanie systemów eutektycznych domieszkowanych nanocząsteczkami metali/półprzewodników, w poszukiwaniu szczególnych właściwości elektromagnetycznych (metamateriały);
4. Badanie zależności mikrostruktury eutektyków metal/półprzewodnik – tlenek od składu, i parametrów otrzymywania;
5. Badanie mikrostruktury otrzymanych eutektyków metodami takimi jak: skaningowy mikroskop elektronowy, transmisyjny mikroskop elektronowy, mikroskop sił atomowych, analiza ilościowa mikrostruktury;
6. Badanie właściwości materiałów takich, jak: współczynnik przenikalności elektrycznej, współczynnik załamania, właściwości magnetyczne i inne;
7. Badanie właściwości metodami spektroskopowymi/optycznymi (transmisja, odbicie, emisja, właściwości nieliniowe);
8. Modelowanie własności elektromagnetycznych materiałów eutektycznych.

Współpraca międzynarodowa. Grupa TEAM w ITME w szerokim zakresie współpracuje z renomowanymi w skali światowej ośrodkami naukowymi w dziedzinie eutektyków, optoelektroniki i fotoniki.

Dalsze informacje dotyczące projektu oraz stypendystów dostępne są na stronie internetowej: <http://www.itmeteam.nazwa.pl/NowaWWW/>.

Zredagowali: Agata Hass, Andrzej Kłos, Dorota A. Pawlak

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 Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych to prowadzenie badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych dotyczących: technologii otrzymywania i efektywnego wykorzystania materiałów elektronicznych.

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

- **materiały nowej generacji:** grafen, metamateriały, materiały samoorganizujące się i gradientowe;
- **materiały półprzewodnikowe:**
 - **monokryształy** hodowane metodą Czochralskiego Si, GaAs, GaP, InAs, InP i transportu z fazy gazowej SiC, o średnicach do 10 cm;
 - **epitaksjalne warstwy** półprzewodnikowe uzyskiwane za pomocą metod CVD i MOCVD 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.
- **materiały tlenkowe:**
 - **monokryształy**, YAG domieszkowany: (Nd, Yb, Er, Pr, Ho, Tm, Ho, 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, Sr_xBa_(1-x), Nb₂O₆ dla zastosowań elektrooptycznych i piezoelektrycznych; CaF₂, BaF₂, jako materiały na podczerwień; GdCoB jako materiał nieliniowy oraz SiC, NdGaO₃, SrLaGaO₄, SrLaAlO₄, jako materiały podłożowe;
 - **epitaksjalne warstwy** YAG: Nd, Cr dla zastosowań laserowych;
 - **materiały i kształtki ceramiczne** (Al₂O₃, Y₂O₃, ZrO₂, Si₃N₄);
 - **szkła** o zadanych charakterystykach spektralnych i aktywne;
 - **światłowody** specjalne, fotoniczne, aktywne i obrazowody;
 - **podzespoły:** filtry i rezonatory z akustyczną falą powierzchniową; soczewki dyfrakcyjne.
- **inne materiały dla elektroniki:**
 - **kompozyty metalowo-ceramiczne** (Cr-Al₂O₃, Mo-Al₂O₃, NiAl-Al₂O₃, FeAl-Al₂O₃, SiC-Cu, AlN-Cu);
 - **kompozyty metalowo-metalowe** (W-Ag, W-Cu, W-CuSb);
 - **ceramiczno-metalowe materiały z gradientem składu** (FGM);
 - **spoiwa do beztopnikowego spajania nakładek stykowych z podłożami;**
 - **spoiwa twarde i miękkie;**
 - **elektrody do elektroerozyjnego drążenia w węglkach spiekanych;**
 - **materiały do technik naparowywania;**
 - **stopy o specjalnym przeznaczeniu.**

Instytut prowadzi również badania i wykonuje usługi w zakresie technologii HI-TECH takich jak: fotolitografia, elektronolitografia, osadzanie cienkich warstw, obróbka termiczna, spajanie zaawansowanych materiałów oraz w zakresie charakteryzacji materiałów (spektrometria mas i Mössbauera, elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR), ICP, 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).