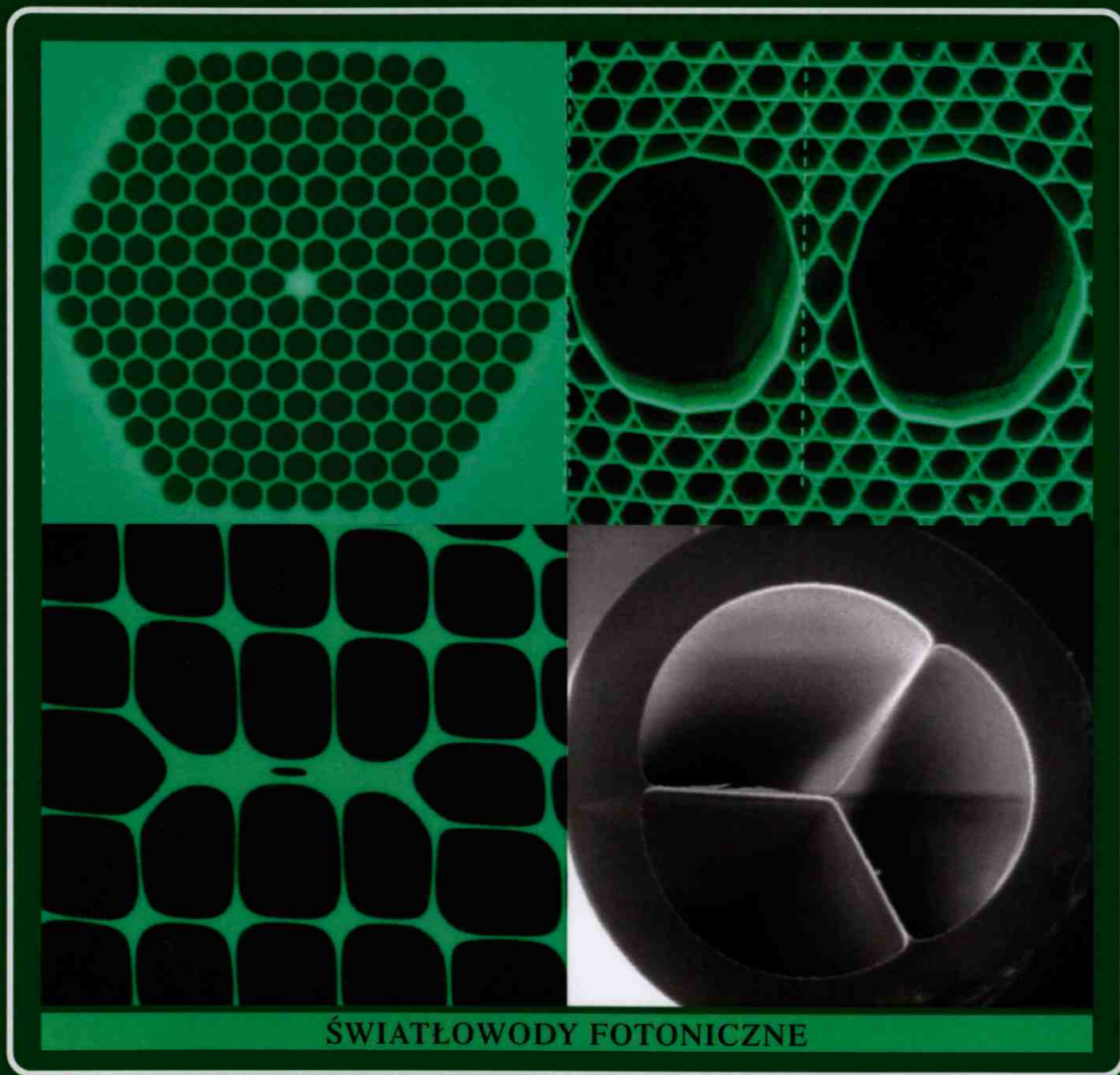


MATERIAŁY ELEKTRONICZNE ELECTRONIC MATERIALS



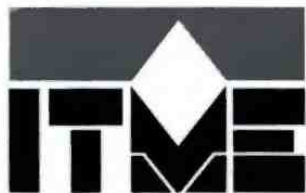
ŚWIATŁOWODY FOTONICZNE



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
INSTITUTE OF ELECTRONIC MATERIALS TECHNOLOGY

Nr 1

2011 T. 39



**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

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

**MATERIAŁY
ELEKTRONICZNE
ELECTRONIC MATERIALS
KWARTALNIK**

T. 39 - 2011 nr 1

Wydanie publikacji dofinansowane przez
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

WARSZAWA ITME 2011

<http://rcin.org.pl>

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

prof. dr hab. inż. Andrzej JELEŃSKI (redaktor naczelny),
dr hab. inż. Paweł KAMIŃSKI (z-ca redaktora naczelnego)
prof. dr hab. inż. Zdzisław JANKIEWICZ
dr hab. inż. Jan KOWALCZYK
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, 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 (6pkt.)

SPIS TREŚCI

OCENA JAKOŚCI WYKONANIA ŚWIATŁOWODU PCF - BADANIA GENERACYJNE Dariusz Podniewski, Anna Kozłowska, Magdalena Nakielska, Ryszard Stępień, Marcin Franczyk	3
WPLYW PORÓW NA WŁASNOŚCI OPTYCZNE CERAMIKI $MgAl_2O_4$ W PODCZERWIENI Małgorzata Możdżonek, Anna Wajler, Helena Węglarz	11
CENTRA DEFECTOWE W WYSOKOREZYSTYWNYCH WARSTWACH EPITAKSJALNYCH GaN Paweł Kamiński, Roman Kozłowski, Michał Kozubal, Jarosław Żelazko, Marcin Miczuga	18
SYNTEZA I WŁAŚCIWOŚCI LUMINESCENCYJNE Sr_2CeO_4 Barbara Korczyk, Ludwika Lipińska, Ryszard Diduszko, Artur Wnuk, Barbara Surma	36
INFORMACJA O PROJEKCIE CENTRUM MIKRO I NANOTECHNOLOGII (MINOS)	40
INFORMACJA O PROJEKCIE „Wsparcie ochrony praw własności przemysłowej dla wynalazku w zakresie technologii monokryształizacji SiC	44



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



PROJEKT CENTRUM MIKRO I NANOTECHNOLOGII MINOS

Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka
2. Oś priorytetowa: Infrastruktura strefy B+R
Działanie 2.1: Rozwój ośrodków o wysokim potencjale badawczym

1. CELE PROJEKTU

Bezpośrednim celem projektu **Centrum Mikro i Nanotechnologii MINOS (Mikro i Nano Struktury)** realizowanego w ramach **Działania 2.1. Rozwój ośrodków o wysokim potencjale badawczym Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, lata 2007-2013** jest utworzenie krajowego ośrodka, który dysponując najnowocześniejszymi metodami wytwarzania mikrostruktur, w tym przede wszystkim generacji wzorów o złożonej geometrii i rozdzielczości sięgającej poniżej 50 nm, zapewni możliwość prowadzenia zaawansowanych badań aplikacyjnych oraz transferu wyników prac B+R do gospodarki w czterech powiązanych ze sobą obszarach: mikroelektroniki, fotoniki, mikrooptyki i mikromechaniki. Obszary te dotyczą kierunków wskazywanych jako priorytety rozwoju nauki i technologii w Polsce i obejmują w szczególności:

optoelektronikę z grupy tematycznej **I. Info** (lasery i detektory półprzewodnikowe, zintegrowane układy mikro-optyczno-elektroniczne),

nanotechnologie, nowe materiały i technologie z grupy **II. Techno** (kryształy fotoniczne, dyfrakcyjne elementy optyczne, metamateriały, nanoelektronika) oraz

nowe wyroby i techniki medyczne w grupie **III. Bio** (fotoniczna diagnostyka medyczna i fototerapia, oftalmologia - implanty oka, korekta starcowzroczności).

Poprawa infrastruktury strefy B+R w tych obszarach jest zgodna z wytycznymi Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka i przyczynia się do realizacji jego celów poprzez podniesienie poziomu konkurencyjności polskich ośrodków naukowych na arenie międzynarodowej oraz wzbogacenia oferty

usług badawczych świadczonych przez jednostki naukowe dla przedsiębiorstw.

Projekt ma z założenia charakter inwestycyjny (PO IG, Priorytet 2. Infrastruktura strefy B+R), a jego kluczowe zadania związane są z instalacją nowoczesnego systemu do generacji wzorów wiązką elektronów (elektronolitografu) oraz modernizacją pomieszczeń laboratoryjnych (280 m²). Zmodernizowane laboratorium elektronolitografii gwarantować będzie spełnienie skrajnie wysokich wymagań technologicznych związanych z generacją nanowzorów, w tym eliminację szkodliwych pól magnetycznych i drgań mechanicznych, klasę czystości 10 (w komorach roboczych klasa 1) oraz stabilizację temperatury na poziomie ± 0.5 K. Nowy system do elektronolitografii w połączeniu z infrastrukturą już działającą w ITME, obejmującą między innymi wytwarzanie podłoży monokrystalicznych i warstw epitaksjalnych (np. Si, GaAs, InP, SiC, kwarc, grafen) oraz procesy trawienia jonowego (RIE, FIB) i próżniowego osadzania cienkich warstw, pozwoli na wykorzystanie planarnych technologii półprzewodnikowych w nowych, dotychczas w kraju niedostępnych obszarach nanostruktur elektronicznych, optycznych i optoelektronicznych. Możliwe też będzie wytwarzanie fotomasek dla wysokorozdzielczej fotolitografii w ultrafiolecie oraz wykonywanie wzorców (*template*) dla technik nanoimpruntu. Ta nowa dynamicznie rozwijająca się technologia pozwala w stosunkowo prostym i tanim procesie, podobnym do standardowej fotolitografii, replikować struktury z elementami o wymiarach kilkudziesięciu, a nawet kilkunastu nanometrów. Dotychczas było to możliwe tylko poprzez wykorzystanie technologicznie zaawansowanych wzorcowych masek (z korektą PSM i OPC, koszt kompletu masek to nawet 1 mln USD) w procesach rentgenolitografii lub fotolitogra-

fi projekcyjnej w głębokim ultrafiolecie (najnowsza generacja stepperów firmy ASML umożliwia uzyskanie wymiaru 38 nm, przeciętny koszt urządzenia to 40 mln euro).

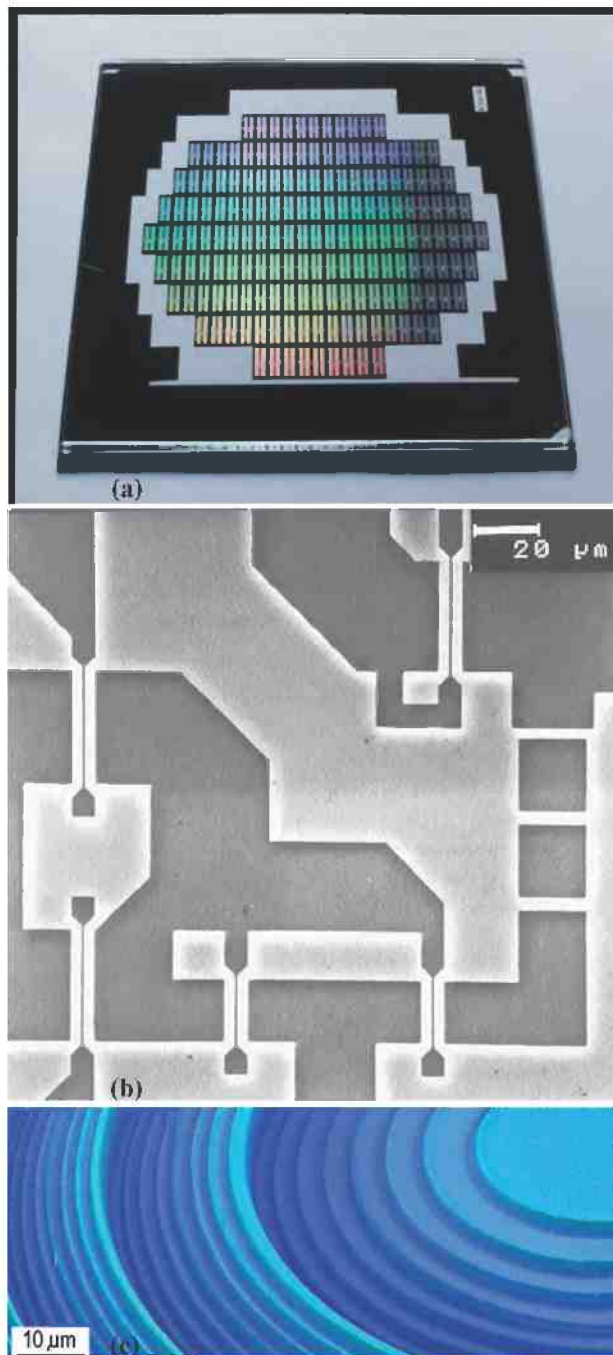
W wyniku realizacji projektu ITME zapewni ośrodkiem krajowym dostęp do najbardziej zaawansowanych technologii mikrolitograficznych, co w przypadku takich dziedzin jak mikroelektronika, mikrooptyka czy mikromechanika przekłada się bezpośrednio na możliwość prowadzenia badań na najwyższym światowym poziomie i współpracy z ośrodkami zagranicznymi na zasadzie partnerstwa, a także na możliwość wytwarzania w kraju unikalnych przyrządów.

2. GENERACJA WZORÓW WIĄZKĄ ELEKTRONÓW

Istotną i stałą cechą rozwoju techniki w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat jest postępująca miniaturyzacja. Dokonała się ona w dużej mierze dzięki udoskonaleniom metod mikrolitograficznych odpowiadających za formowanie struktur w materiale podłożowym. Wśród tych metod **elektronolitografia zajmuje szczególną pozycję, bowiem jako jedyna oferuje proces pierwotnej generacji wzorów o rozdzielczości sięgającej nawet kilku nanometrów i podobnie wysokiej dokładności. O jej przewadze decyduje również szybkość procesu naświetlania, pozwalająca na realizację struktur o złożonej geometrii, obejmującej setki milionów elementów.** Dzięki tym zaletom elektronolitografia stała się podstawową technologią w dwóch istotnych obszarach: (1) wytwarzania wzorcowych masek dla innych rodzajów litografii oraz (2) generacji wzorów mikro- i nanostruktur bezpośrednio na podłożu w obszarze prac badawczo-rozwojowych nad nowymi typami struktur. W tym ostatnim przypadku wyeliminowanie etapów związanych z wytwarzaniem i kopiowaniem masek wzorcowych pozwala nie tylko na osiągnięcie znacznie wyższej rozdzielczości, lecz również na znaczne skrócenie czasu i obniżenie kosztów wytwarzania prototypów. W tych obszarach zastosowań **elektronolitografia stała się dzisiaj czynnikiem stymulującym rozwój mikro- i nanotechnologii.**

ITME dysponuje technologią generacji wzorów wiązką elektronów od 1991 roku, tj. od czasu instalacji elektronolitografu ZBA20 (Carl-Zeiss-Jena). Wykorzystując elektronolitografię ITME jako jedyną placówka w kraju oferowała możliwość wytwarzania fotomasek oraz bezpośrednią generację struktur z submikronowym wymiarem krytycznym (Rys. 1).

Z możliwości tych korzystało i korzysta nadal wiele placówek w kraju i zagranicą (od roku 2000 ponad 30), przede wszystkim jednostek naukowych i badawczo-rozwojowych (m. in. Politechnika Warszawska, Uniwersytet Warszawski, Wojskowa Akademia Techniczna, Akademia Górniczo-Hutnicza, Instytut Fizyki PAN, Instytut Technologii Elektronowej, Instytut Optyki Stosowanej, Wojskowy Instytut



Rys. 1. Przykład obiektów wykonanych w ITME w procesach elektronolitografii: a) maska chromowa 4"x4", b) fragment struktury z bramką 0,5 μm wygenerowanej na podłożu GaAs (obraz SEM), c) środkowy fragment mikrosoczewki dyfrakcyjnej o ośmiu poziomach fazowych wykonanej na podłożu kwarcowym (obraz z profilometru optycznego).

Techniczny Uzbrojenia), ale również małych przedsiębiorstw o innowacyjnym charakterze produkcji (np. VIGO-System, CRW TELESYSTEM-MESKO, PSH, INFRAMET).

W roku 1999 ITME znalazło się na światowej liście Mask Makers Data Book (Reynolds Consulting). Elektronolitografia wykorzystywana była przy realizacji kilkudziesięciu projektów badawczych, w tym projektów zamawianych o znaczeniu strategicznym (ostatnio m.in. *Elementy i moduły optoelektroniczne do zastosowań w medycynie, przemyśle, ochronie środowiska i technice wojskowej oraz Nowe technologie na bazie węgla krzemu (SiC) i ich zastosowania w elektronice wielkich częstotliwości, dużych mocy i wysokich temperatur*).

Z punktu widzenia stawianych dzisiaj wymagań parametry elektronolitografu ZBA20, pomijając stan techniczny wynikający z bardzo długiego okresu eksploatacji, są jednak dalece niewystarczające. Zbyt mała jest zwłaszcza rozdzielczość generowanych wzorów (wymiar minimalny - 400 nm) oraz stopień komplikacji projektów, ograniczony dopuszczalną wielkością plików danych przetwarzanych przez system (200 MByte). Aby zapewnić właściwy poziom badań aplikacyjnych dotyczących zaawansowanych struktur mikroelektronicznych, fotonicznych i mikrooptycznych konieczny jest zakup nowego urządzenia.

Aktualnie na rynku dostępne są trzy podstawowe typy elektronolitografów: systemy z wiązką gaussowską (najprostsze i najtańsze), z wiązką o zmiennym prostokątnym przekroju (*variable shaped e-beam system*) oraz systemy z wymiennymi przysłonami kształtowymi (*cell-projection e-beam system*, najbardziej skomplikowane i najdroższe). Najwyższą rozdzielczość oferują systemy gaussowskie (10 nm), największą wydajność procesu generacji wzorów – systemy *cell-projection*, pozwalające nawet na kilkusetkrotne skrócenie czasu generacji wzorów. Biorąc pod uwagę dotychczasowe doświadczenie wynikające z wieloletniej eksploatacji elektronolitografu ZBA20 (wiązka o zmiennym przekroju), cenę urządzeń oraz przewidywane obszary zastosowań, tj. prowadzenie badań, wytwarzanie masek wzorcowych oraz pokrycie zapotrzebowania na struktury o przeznaczeniu komercyjnym, w projekcie założono zakup systemu z wiązką o zmiennym przekroju. System taki łączy w sobie zalety urządzenia o wysokiej rozdzielczości (rozdzielczość sięgająca 30 nm) oraz efektywnej generacji wzorów o dużych powierzchniach (duży maksymalny przekrój wiązki), powinien więc najlepiej odpowiadać wymaganiom zarówno ośrodków naukowych, jak i firm z sektora innowacyjnej gospodarki.

Zgodnie z analizami ITRS (*International Technology Roadmap for Semiconductors, www.itrs.net*) w roku 2012 procesy generacji wzorów zapewnić powinny wymiar krytyczny 45 nm i możliwość przetwarzania danych o objętości 825 GByte. Zaplanowana inwestycja spełnia te wymagania (Tab. 1). Podkreślamy raz jeszcze, że realizacja projektu postawi ITME - a zatem i współpracujące placówki - w szeregu światowych ośrodków o najwyższym poziomie technologii mikrolitograficznych umożliwiając wytwarzanie w kraju unikalnych przyrządów oraz prowadzenie badań na światowym poziomie.

Tabela 1. Podstawowe parametry zaplanowanego systemu do elektronolitografii.

Nazwa parametru	Opis lub wartość parametru
sposób generacji wzoru	- zmienny format wiązki, - naświetlanie w trybie <i>vector-scan</i> , - naświetlanie przy ciągłym ruchu stołu (<i>write-on-the-fly</i>), - naświetlanie wzoru w wielu przejściach ze zmiennym podziałem pól naświetlania (w trybie <i>multi-pass</i>), - ciągła korekta ogniskowania i odchylenia wiązki w oparciu o optyczny pomiar odległości do powierzchni naświetlanej
format wiązki	wiązka prostokątna o zmiennym przekroju regulowanym co 5 nm
maksymalna wielkość wzoru	co najmniej 150 x 150 mm ²
minimalny wymiar elementów wzoru	co najmniej 50 nm
siatka adresowania (rozdzielczość układu odchylenia wiązki)	1 nm
kontrola położenia stołu	co najmniej 1 nm
maksymalna objętość danych	1 TByte
format danych wejściowych	OASIS, GDS II, CIF, DXF

3. PLAN REALIZACJI PROJEKTU

Projekt realizowany jest od 1.01.2011 r., a termin jego zakończenia przewidziano na 30.06.2013 r. Podstawowe znaczenie dla realizacji projektu ma zakup i instalacja systemu do generacji wzorów wiązką elektronów. Uwzględniając warunki dostawy (okres od zawarcia kontraktu do dostawy urządzenia

to 12 do 14 miesięcy, instalacja i uruchomienie - do 3 miesięcy) testy i odbiór techniczny urządzenia przewidziano na ostatni kwartał 2012 roku.

Oprócz elektronolitografu w projekcie zaplanowano zakup urządzeń uzupełniających wyposażenie laboratorium, to jest urządzenia do ciśnieniowego mycia podłoży, laboratoryjnego mikroskopu elektronowego oraz profilometru optycznego. Urządzenia te będą uruchomione w roku 2012.

Istotnym elementem projektu jest możliwość wykorzystania infrastruktury istniejącej w ITME jako pozostałych ogniw procesu wytwarzania i charakteryzacji mikro- i nanostruktur. W obszarze tym ITME posiada między innymi:

- cztery reaktory MOCVD dedykowane odpowiednio podłożom GaAs, InP, GaN oraz SiC,
- reaktory do nanoszenia warstw metalicznych i dielektrycznych metodą PECVD oraz rozpylania RF,
- reaktory do reaktywnego trawienia jonowego (RIE), w tym jeden najnowszej generacji ICP RIE,
- procesory do nanoszenia i wywoływania warstw elektronorezystów,
- urządzenia do fotolitografii (kopiowania stykowego i proximity),
- reaktor do impulsowej obróbki cieplnej (RTP)
- urządzenia do obróbki mechanicznej podłoży półprzewodnikowych (cięcie, polerowanie),
- skaningowy mikroskop elektronowy z układem analizy EDS i katodoluminescencji CL, wyposażeniem do trawienia wiązką jonów FIB oraz systemem Elphy Quantum (Raith) do elektronolitografii,

- mikroskop AFM,
- specjalizowane zestawy pomiarowe,
- urządzenia o charakterze pomocniczym (mikroskopy inspekcyjne i pomiarowe, profilometry, sprzęt komputerowy).

Wymienione zasoby aparaturowe pozwalają zaplanować szeroki zakres prac badawczych. Począwszy od roku 2013, tj. po uruchomieniu stanowiska do elektronolitografii, Centrum Mikro- i Nanotechnologii będzie przygotowane do wytwarzania i badania struktur elektronicznych, fotonicznych i optoelektrono-mechanicznych z wymiarem krytycznym sięgającym 50 nm. Biorąc pod uwagę już osiągnięty i przewidywany światowy poziom technologii dysponowanie możliwością generacji wzorów takich struktur jest niezbędnym czynnikiem warunkującym konkurencyjność polskich badań w tych dziedzinach, a ze względu na ich aplikacyjny charakter także na możliwość transferu do gospodarki nowoczesnych technologii, konkurencyjnych na rynku europejskim i światowym.

Redakcja: Anna Rojek, Andrzej Kowalik, Jarosław Podgórski

PROJEKT WSPÓLFINANSOWANY PRZEZ UNIE EUROPEJSKĄ Z EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO

Nazwa beneficjenta:	Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
Wartość projektu:	43 240 000 zł
Udział Unii Europejskiej:	36 754 000 zł
Okres realizacji:	1.01.2011 – 30.06.2013
Strona projektu:	http://sp.itme.edu.pl/minos/index.htm



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



WSPARCIE OCHRONY PRAW WŁASNOŚCI PRZEMYSŁOWEJ DLA WYNAŁAZKU W ZAKRESIE TECHNOLOGII MONOKRYSTALIZACJI SiC

Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka

Poddziałanie 1.3.2.

DOTACJE NA INNOWACJE

Emil Tymicki, Krzysztof Grasa, Katarzyna Racka

Celem Projektu jest uzyskanie ochrony prawnej dla wynalazku w zakresie technologii monokryształizacji SiC 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 Organisation (EPO))**. Projekt także finansuje pierwszy, trzyletni okres ochrony w URPRP i EPO. Otrzymane patenty w sposób prawny zagwarantują ochronę praw własności przemysłowej.

Wynalazek dotyczy technologii otrzymywania **monokryształów SiC** z fazy gazowej. Monokryształiczny węgiel krzemu ze względu na swoje właściwości, takie jak: szeroka przerwa energetyczna, wysokie przewodnictwo cieplne, wysokie napięcie przebicia pola elektrycznego jest doskonałym materiałem do budowy urządzeń wysokiej mocy, takich jak diody Schottky'ego, tranzystory czy tyrystory. Zastosowanie elementów wysokiej mocy wykonanych z SiC w energetyce pozwoli obniżyć straty wynikające z przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej. Przewiduje się, że, w 2020 roku, zastąpienie w światowej energetyce konwencjonalnej elektroniki opartej na krzemie elektroniką opartą na SiC pozwoliłoby zaoszczędzić 184 TKWh energii, co stanowi równowartość około 50 reaktorów jądrowych [World Energy Statics 2007 (IEA)]. Także SiC jest obiecującym materiałem do konstrukcji przyrządów wysokiej częstotliwości, diod świecących oraz złożonych układów i systemów, mogących pracować w wysokich temperaturach i niekorzystnych warunkach środowiskowych. Przyrządy te mogą mieć zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym, optoelektronicznym, lotniczym i kosmicznym.

Nazwa beneficjenta:	Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
Wartość projektu:	184 368,54 zł
Udział Unii Europejskiej:	156 713,25 zł
Okres realizacji:	04.01.2010 r. - 08.11.2013 r.

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

Wskazówki dla autora

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

Tekst (edytory tekstu)

Grafika

Word 6.0 lub 7.0

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 strony 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: (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, nonokryształy 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, LiToO₃, SrBa_{1-x}Nb_xO₃ dla zastosowań elektrooptycznych i piezoelektrycznych; CoF₂, 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, fotoniczne, aktywne i obrozowody;
 - **podzespoły dla elektroniki i fotoniki:** filtry i rezonatory z akustyczną folią 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 Ruthforda (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 fotoprądowo (PITS), pomiary impedancyjne i szumów, temperaturowa analiza fazowa, pomiary dyfuzyjności ciepła.