

**INSTYTUT TECHNOLOGII
ELEKTRONOWEJ**



SPIS TREŚCI

1. Dyrektorzy o Instytucie	3
2. Informacje ogólne	6
3. Aktywność badawcza	7
3.1. Nowe materiały i technologie	7
3.1.1. Technologie krzemowe, mikrosystemy i nanostruktury	7
3.1.2. Projektowanie układów i systemów	7
3.1.3. Fotonika	7
3.1.4. Technologie półprzewodnikowe III-V, II-VI i IV-IV	7
3.1.5. Mikroelektronika hybrydowa	7
3.2. Zaawansowane metody charakteryzacji materiałów i struktur	7
4. Osiągnięcia	8
5. Zakłady naukowe	10
5.1. Zakład Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych	10
5.2. Zakład Projektowania Układów Scalonych i Systemów	11
5.3. Zakład Fotoniki	12
5.4. Zakład Mikro- i Nanotechnologii Półprzewodników Szerokoprzerwowych	13
5.5. Zakład Mikroelektroniki	14
5.6. Zakład Badań Materiałów i Struktur Półprzewodnikowych	15
5.7. Zakład Charakteryzacji Struktur Nanoelektronicznych	16
5.8. Zakład Analizy Nanostruktur Półprzewodnikowych	17
6. Centra badawcze dla przemysłu i środowiska akademickiego	18
6.1. Centrum Nanofotoniki	18
6.2. Centrum Mikrosystemów i Nanotechnologii Elektronicznych MINTE	19
6.3. Laboratorium Technologii Wielowarstwowych i Ceramicznych LTCC	20
7. Oferta	21
7.1. Oferta technologiczna	21
7.2. Usługi w zakresie projektowania	21
7.3. Oferta badawcza – współpraca pomiarów/charakteryzacja	21
7.4. Produkcja doświadczalna	21
8. Projekty badawcze	22
8.1. Projekty realizowane w ramach POIG	22
8.2. Realizowane projekty europejskie	22
8.2.1. Siódmy Program Ramowy	22
8.2.2. Inne projekty realizowane w ramach programów europejskich	23
8.3. Zrealizowane projekty europejskie	24
9. Fakty i liczby	27
9.1. Sytuacja finansowa	27
9.2. Rachunek zysków i strat	28
10. Nagrody	29
11. Instytucje współpracujące z Instytutem	30
12. Kontakt	31
12.1. Dyrekcja	31
12.2. Zakłady naukowe	31

1. DYREKTORZY O INSTYTUCIE

Wywiad z prof. dr. hab. inż.
Cezarym A. Ambroziakiem



Panie Profesorze, był Pan dyrektorem Instytutu Technologii Elektronowej w latach 1973-2010 z kilkuletnią przerwą na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych. Jaka była wtedy rola ITE?

Korzenie Instytutu Technologii Elektronowej sięgają Zakładu Elektroniki w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk (IPPT), gdzie w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku po raz pierwszy w Polsce rozpoczęto prace w dziedzinie materiałów i podzespołów półprzewodnikowych. W IPPT, a następnie w wyodrębnionym z niego Instytucie Technologii Elektronowej powstały praktycznie wszystkie pierwsze w kraju opracowania dotyczące diod ostrzowych, diod planarnych, tranzystorów ostrzowych, stopowych, dyfuzyjnych, układów scalonych od małej do wielkiej skali integracji, fotodiod, diod elektroluminescencyjnych i laserów półprzewodnikowych. ITE był i jest wiodącą placówką w dziedzinie konstrukcji i technologii przyrządów półprzewodnikowych w kraju. Rola Instytutu zwiększyła się jeszcze bardziej od 1970 r., kiedy to decyzją rządu został przeniesiony z PAN do Naukowo-Produkcyjnego Centrum Półprze-

wodników CEMI, podległego Ministrowi Przemysłu Maszynowego. Nastąpiła wtedy intensyfikacja wdrożeń opracowań Instytutu bezpośrednio do produkcji przemysłowej. W 1994 r. Instytut został samodzielną jednostką, podległą bezpośrednio Ministrowi Gospodarki. Wiodąca rola ITE została zachowana, m. in. dzięki temu, że Instytut jest posiadaczem jedynej w kraju, a prawdopodobnie w całej Europie Środkowowschodniej, linii technologicznej do wytwarzania struktur układów scalonych i MEMS.

ITE podjął współpracę w ramach Unii Europejskiej w 5., 6., i 7. Programach Ramowych, realizując z partnerami zagranicznymi ponad trzydzieści projektów. Jest jedynym Instytutem w kraju działającym w skali międzynarodowej w dziedzinie podzespołów półprzewodnikowych.

Jak zmieniła się elektronika w tym czasie? Wniósł Pan znaczący wkład w powstanie fundamentów tej dziedziny. W 20 rocznicę stworzenia tranzystora został Pan uhonorowany przez Amerykanów. Wymienili oni Pana jako jednego z trzech uczonych spoza USA, którzy odegrali ogromną rolę w rozwoju technologii półprzewodnikowych.

Nie sposób jest odpowiedzieć krótko na to pytanie, bo są to zmiany kolosalne. Można je mierzyć skalą integracji podzespołów i systemów elektronicznych wytwarzanych w jednym kawałku (chipie) krzemu. Początkowo były to pojedyncze podzespoły, takie jak np. diody, tranzystory. W latach sześćdziesiątych XX w. pojawiły się pierwsze układy scalone zawierające po kilka tranzystorów i rezystorów, określane jako układy małej skali integracji. Przez kilka dekad ta skala integracji wzrosła do wielkiej. Obecnie wytwarzane są monolityczne systemy elektroniczne zawierające miliony tranzystorów. Pozwala na to szybki rozwój technologii mikro- i nanoelektronicznej, umożliwiając wytwarzanie na jednym chipie systemów spełniających skomplikowane funkcje. Jest to podstawą szalonego rozwoju komputerów, systemów telekomunikacji, w tym satelitarnej, rozwoju telefonii komórkowej. Przecież dziś komórki używają nawet dzieci. Rozwój elektroniki zmienił zupełnie nie tylko wiele dziedzin techniki i gospodarki, lecz wręcz całą naszą cywilizację.

Wywiad z Dyrektorem Instytutu mgr. inż. Zbigniewem Poznańskim



Panie Dyrektorze, jest Pan długoletnim pracownikiem Instytutu, zajmował się Pan m. in. projektowaniem mikroprocesorowych układów scalonych, kierował Pan Zakładem Projektowania Układów Scalonych i Systemów. Przez ostatnie trzy kadencje był Pan zastępcą dyrektora, można powiedzieć, że przeszedł Pan drogę od inżyniera do specjalisty od zarządzania. Jak scharakteryzowałby Pan najważniejsze zadania obecnie stojące przed Instytutem?

Wywiad z Zastępcą Dyrektora ds. Naukowych prof. dr. hab. inż. Jerzym Kątckim



Panie Profesorze, współpracował Pan z wieloma laboratoriami na świecie. Był Pan osobą odpowiedzialną za realizację w Instytucie projektów europejskich, ma Pan bogaty dorobek naukowy. Jak Pan widzi miejsce Instytutu w europejskiej przestrzeni badawczej?

Rzeczywiście, przeszedłem w Instytucie wszystkie szczeble kariery zawodowej. Pozwala mi to dokładnie rozumieć dyscypliny naukowe uprawiane w ITE, a także problemy, przed jakimi stają pracownicy naukowcy Instytutu oraz obsługująca ich administracja. Za najważniejsze zadania stojące obecnie przed Instytutem uważam zwiększenie efektywności badań poprzez intensyfikację współpracy z przemysłem w celu podniesienia jego innowacyjności, zwiększenie liczby wdrożeń, komercjalizację wyników badań, zwiększenie liczby patentów i sprzedaży licencji na określone technologie i przyrządy mikroelektroniczne, rozwijanie współpracy naukowej w kraju i w ramach programów UE, koncentrację badań i laboratoriów w trzech centrach: Centrum Mikrosystemów i Nanotechnologii Elektronicznych MINTE, Centrum Nanofotoniki oraz Laboratorium Technologii Wielowarstwowych i Ceramicznych LTCC w Oddziale w Krakowie. Ważne jest też doprowadzenie do finansowania badań przez projekty. Jest to zgodne z założeniami reformy nauki w Polsce.

Wiele lat temu jako młody doktor nauk technicznych wyjechałem do Stanów Zjednoczonych na staż naukowy na prestiżowym Uniwersytecie Cornell (Ithaca, NY). Tam wpojono mi zasadę, że wartościowe są tylko badania naukowe prowadzone na wysokim poziomie i w bliższej lub dalszej perspektywie służące społeczeństwu. Jest to szczególnie ważne w badaniach stosowanych. Pracując później w innych laboratoriach w USA, Japonii i Europie oraz współpracując w ramach rozmaitych programów międzynarodowych przekonałem się, że w wysoko uprzemysłowionych krajach zasada ta jest powszechnie obowiązująca. Wysoką jakość badań potwierdzają publikacje w renomowanych czasopiśmie. Przyjemność opublikowania wyników badań nawet w najlepszym czasopiśmie jest jednak tylko połową sukcesu. O pełnym powodzeniu można mówić dopiero wtedy, gdy wyniki badań znajdą zastosowanie w praktyce.

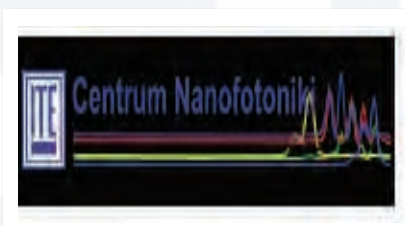
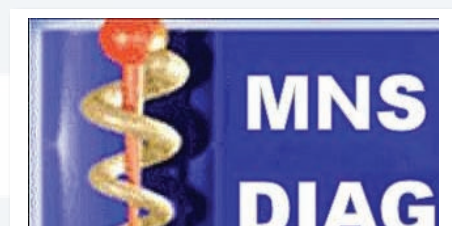
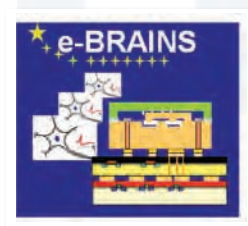
Dobrym przykładem połączenia wiedzy z zastosowaniami praktycznymi są Programy Ramowe Unii Europejskiej, w których nasz Instytut dzięki kompetentnym zespołom naukowo-badawczym od wielu lat aktywnie uczestniczy. W ramach projektów Programów Ramowych międzynarodowe zespoły realizują pomysły, które za kilka lat wejdą do życia codziennego. Zespoły naukowe z ITE współpracują w opracowaniu nowych przyrządów nanoelektronicznych i fonicznych (czujniki, detektory, emitery) o coraz mniejszych rozmiarach, coraz większej wydajności i coraz mniejszym poborze energii, wykorzystujących nowo odkryte zjawiska fizyczne. Pracownicy naukowcy ITE współpracują także w ramach Europejskiej Platformy Nanoelektroniki, ENIAC, realizując projekty finansowane przez Wspólne Przedsięwzięcie ENIAC.

Przyszłość ITE w projektach finansowanych przez Komisję Europejską widzę w dzieleniu się kompetencjami zespołów naukowych naszego Instytutu w obszarach projektowania, opracowania technologii oraz zaawansowanej charakterystyki nowoczesnych przyrządów półprzewodnikowych. Mówiąc o środkach finansowych Unii Europejskiej nie sposób nie wspomnieć o projektach finansowanych z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programów Operacyjnych, takich jak Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka (POIG). ITE jest koordynatorem dużych projektów rozwojowych MNS-Diag i InTechFun. W ramach

projektu MNS-Diag opracowywane są demonstratory przyrządów do diagnostyki chemicznej i biomedycznej, natomiast w ramach projektu InTechFun – demonstratory przyrządów i podzespołów do zastosowań w telekomunikacji. W ramach POIG w ITE tworzona jest również nowoczesna infrastruktura badawcza, która pozwoliła wyposażyć nowoczesne centra, jak Centrum Nanofotoniki oraz Centrum Mikrosystemów i Nanotechnologii Elektronicznych MINTE.

Jakie w związku z tym są najważniejsze zadania stojące przed kadrą Instytutu?

Instytut Technologii Elektronowej ma już ugruntowaną pozycję w Unii Europejskiej. Uczni z ITE uczestniczą w opracowaniu europejskich planów strategicznych w obszarze mikrosystemów, nanofotoniki i nanotechnologii. Działalność badawczo-rozwojowa prowadzona w ITE jest częścią globalnego procesu. Przed Instytutem stoi zadanie wybrania określonego obszaru działalności i utrzymania się na rynku globalnym. Zapewnić to mogą tylko renomowani i kompetentni pracownicy naukowcy. Przykładem obszaru, w którym Instytut już zajmuje wysoką pozycję w świecie, są detektory promieniowania, których konstrukcja i technologia zostały opracowane w ITE i które wykorzystano przy odkryciu pierwiastka o liczbie atomowej 112 (Copernicium). Wyszukanie takich produktów pozwoli na utrzymanie wysokiej pozycji ITE w Europie i w świecie.



2. INFORMACJE OGÓLNE

Instytut Technologii Elektronowej powstał w 1966 r. Jest nadzorowany przez Ministra Gospodarki. W ocenie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego otrzymał I kategorię, która od 1.10.2010 r. jest określona jako kategoria A.

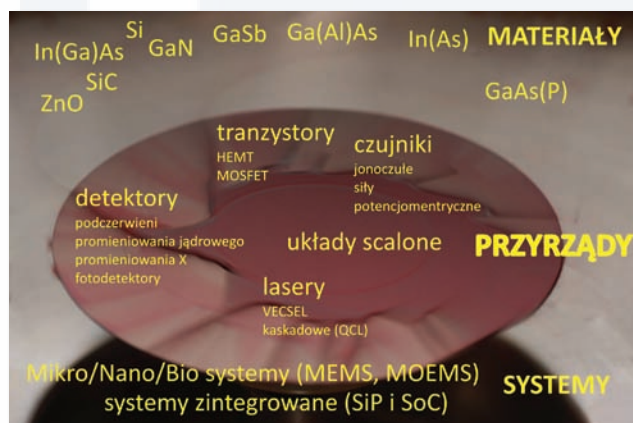
Zgodnie ze statutem ITE:

„przedmiotem działania Instytutu jest prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych w dziedzinie nauk przyrodniczych i technicznych, przystosowanie wyników prowadzonych prac do zastosowania w praktyce oraz upowszechnianie wyników tych prac w dziedzinach:

- 1) elektroniki i fizyki ciała stałego, a w szczególności nanoelektroniki, mikroelektroniki, optoelektroniki i innych dyskretnych przyrządów półprzewodnikowych;
- 2) tworzenia i rozwoju podstaw technologii mikroelektronicznych układów hybrydowych, podzespołów biernych oraz czujników pomiarowych;
- 3) bazy materiałowej dla mikroelektroniki, podzespołów elektronicznych, czujników pomiarowych i elektronicznych bloków funkcjonalnych.”

Instytut Technologii Elektronowej mieści się w Warszawie. Ma dwa oddziały zamiejscowe w Piasecznie i w Krakowie. W skład Instytutu wchodzi osiem zakładów naukowych. ITE zatrudnia ponad 110 pracowników badawczych, w tym 9 profesorów, 11 doktorów habilitowanych, 51 doktorów specjalizujących się w elektronice, fizyce, chemii i inżynierii materiałowej.

Realizując swoje zadania ITE współpracuje zarówno z uczelniami i PAN, jak i z przedsiębiorstwami przemysłowymi w kraju i za granicą.



Pozycja ITE w obszarze zaawansowanych mikro- i nanotechnologii wynika z umiejętnego łączenia wartościowych w skali międzynarodowej badań oraz wykorzystania ich wyników do wdrażania m. in.:

- mikrosystemów oraz czujników dla zastosowań interdyscyplinarnych;
- laserów półprzewodnikowych;
- optoelektronicznych detektorów i źródeł promieniowania;
- detektorów promieniowania jądrowego;
- specjalizowanych układów i systemów scalonych typu ASIC.

Z roku na rok Instytut umacnia swoją obecność w Europejskiej Przestrzeni Badawczej uczestnicząc w licznych międzynarodowych projektach naukowych Unii Europejskiej. W silnej konkurencji międzynarodowej Instytut dotychczas brał udział w 37 projektach. Rezultatem badań naukowców są liczne artykuły naukowe i patenty. W ciągu ostatnich pięciu lat ukazało się prawie 500 publikacji, których autorami lub współautorami byli pracownicy Instytutu, a 71 opracowań uzyskało patenty. Osiągnięcia naukowe Instytutu przyniosły szereg prestiżowych nagród, w tym m. in. Nagrodę Prezydenta RP za Najlepszy Wynalazek Przyszłości w Dziedzinie Technologii lub Produktu, Nagrodę „Mistrz Techniki” I stopnia oraz Nagrodę Agencji Techniki i Technologii za Produkt Przyszłości.

Jednym z kierunków rozwoju Instytutu jest działanie na rzecz tworzenia warunków niezbędnych do realizacji prac badawczo-rozwojowych ukierunkowanych na wdrożenia przemysłowe oraz współpraca z krajowym środowiskiem naukowym, w tym z uczelniami. W tym celu w Instytucie stworzono centra badawcze: Centrum Mikrosystemów i Nanotechnologii Elektronicznych MINTE, Centrum Nanofotoniki oraz Laboratorium Technologii Wielowarstwowych i Ceramicznych LTCC. Centra umożliwią ośrodkom akademickim (studentom i doktorantom) realizację prac badawczych, praktyki, wytwarzanie modeli, ich charakteryzację oraz tworzenie technologii i przyrządów we współpracy z przemysłem i na jego potrzeby.

3. AKTYWNOŚĆ BADAWCZA

3.1. Nowe materiały i technologie

3.1.1. Technologie krzemowe, mikrosystemy i nanostruktury

- opracowanie technologii wytwarzania specjalizowanych układów scalonych dla niszowych aplikacji (FD-SOI, fin-FET i in.);
- krzemowe czujniki i systemy nano- i mikro-mechaniczne MEMS/NEMS i bio-MEMS dla zastosowań interdyscyplinarnych;
- specjalizowane krzemowe detektory promieniowania jonizującego i rentgenowskiego oraz systemy detektorowe dla radiochemii i innych zastosowań.

3.1.2. Projektowanie układów i systemów

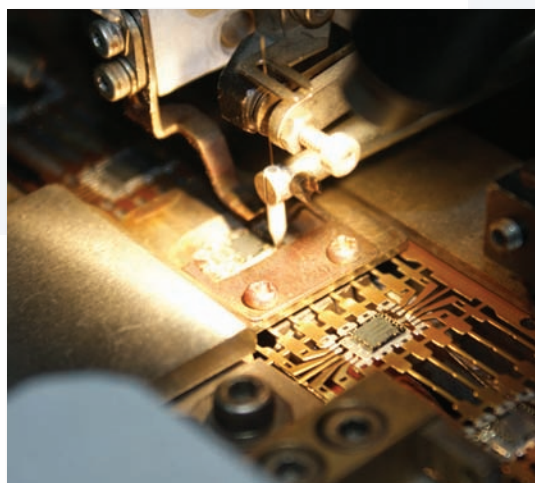
- metodologia projektowania układów scalonych i systemów jednoukładowych (na chipie);
- projektowanie bloków cyfrowych wielokrotnego zastosowania;
- projektowanie specjalizowanych układów scalonych cyfrowych, analogowych i mieszanych, m. in. wysokonapięciowych układów specjalizowanych;
- integracja systemów heterogenicznych o trójwymiarowej architekturze.

3.1.3. Fotonika

- nowe źródła promieniowania III-V w obszarze bliskiej i średniej podczerwieni:
 - lasery półprzewodnikowe dużej mocy;
 - pompowane optycznie lasery typu VECSEL;
 - kwantowe lasery kaskadowe (QCL);
- detektory podczerwieni ze związków III-V:
 - diody p-i-n;
 - diody lawinowe;
 - diody na bazie antymonkowych super sieci II rodzaju.

3.1.4. Technologie półprzewodnikowe III-V, II-VI i IV-IV

- opracowanie technologii MBE dla wzrostu epitaksjalnego heterostruktur półprzewodnikowych III-V;
- obróbka technologiczna struktur półprzewodnikowych III-V i IV-IV dla zastosowań w optoelektronice podczerwieni, zakresu widzialnego i bliskiego ultrafioletu oraz w mikroelektronice wysokich częstotliwości, dużej mocy i wysokiej temperatury.



3.1.5. Mikroelektronika hybrydowa

- badania i opracowanie procesów technologii wytwarzania grubowarstwowych mikroukładów hybrydowych, mikroukładów wielowarstwowych LTCC, kompozytów ceramicznych i polimerowo-węglowo-metalicznych;
- synteza, charakteryzacja i badania przydatności wybranych materiałów, takich jak perowskity, multiferroiki, kompozyty ceramiczne do wytwarzania kondensatorów, elektrod ogniw paliwowych, rezystorów, czujników gazów i wilgotności;
- projektowanie mikroukładów hybrydowych (w tym LTCC), specjalizowanych elementów biernych, modułów elektronicznych dla systemów fotowoltaicznych.

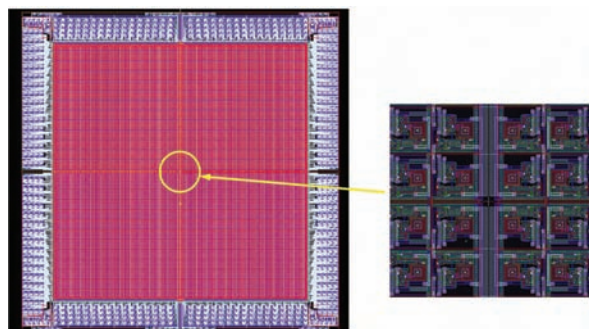
3.2. Zaawansowane metody charakteryzacji materiałów i struktur

- skaningowa i transmisyjna mikroskopia elektronowa materiałów i struktur;
- elipsometria spektroskopowa materiałów i struktur;
- badania widm fononowych ciał stałych metodą mikrospektroskopii Ramana;
- fotoelektryczne metody badania właściwości struktur nanoelektronicznych w zakresie UV;
- trójwymiarowe metody graficznej reprezentacji parametrów pułapek elektronowych w obszarach granicznych dielektryk-półprzewodnik;
- zaawansowane metody elektrooptyczne i elektryczne – charakteryzacja energetycznych stanów skwantowanych i defektów w strukturach niskowymiarowych (kropki i studnie kwantowe I i II rodzaju).

4. OSIĄGNIĘCIA

Nowatorskie detektory na potrzeby fizyki wysokich energii

Monolityczne pozycyjne detektory SOI ze zintegrowanym układem odczytowym opracowano w ramach konsorcjum SUCIMA. Działające prototypy były przygotowane nie tylko do badań w fizyce cząstek elementarnych, ale również do zastosowań medycznych przy leczeniu nowotworów metodą naświetlania wiązką ciężkich jonów.



Krzemowe detektory chromatograficzne dla eksperymentów w dziedzinie chemii radiacyjnej

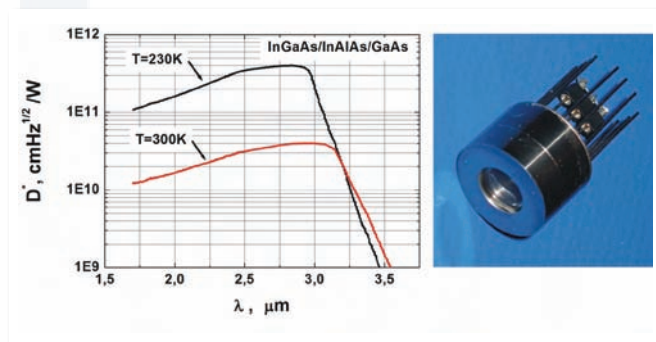


Opracowano i wykonano specjalizowane detektory krzemowe do międzynarodowych badań nad transaktywnymi. Eksperymenty prowadzone przy wykorzystaniu tych detektorów doprowadziły do odkrycia i zbadania właściwości czterech nowych nuklidów: ^{270}Hs – w GSI (Darmstadt), ^{271}Hs – w GSI (Darmstadt), ^{283}Cn – w ZIBJ (Dubna), ^{277}Hs – w GSI (Darmstadt).

Opracowano i wykonano specjalizowane detektory krzemowe do międzynarodowych badań nad transaktywnymi. Eksperymenty prowadzone przy wykorzystaniu tych detektorów doprowadziły do odkrycia i zbadania właściwości

Biokompatybilne mikroelektrody do implantów medycznych

Opracowano technologię wytwarzania biokompatybilnych przyrządów zawierających matryce mikroelektrod zintegrowane z elastycznym podłożem, w tym piezoelektryczne czujniki do pomiaru ciśnienia śródgałkowego oka, mikroelektrody do implantów siatkówkowych, pasywne elektrody do implantów ślimakowych i krzemowe elektrody do implantów nerwu słuchowego.

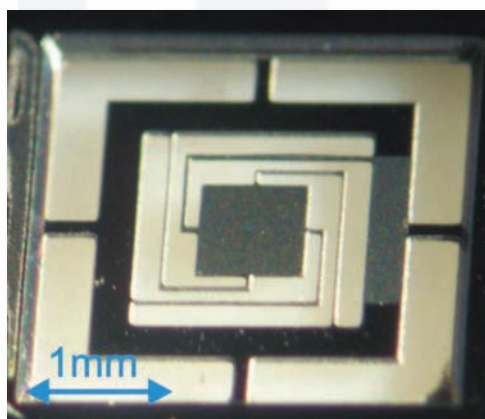
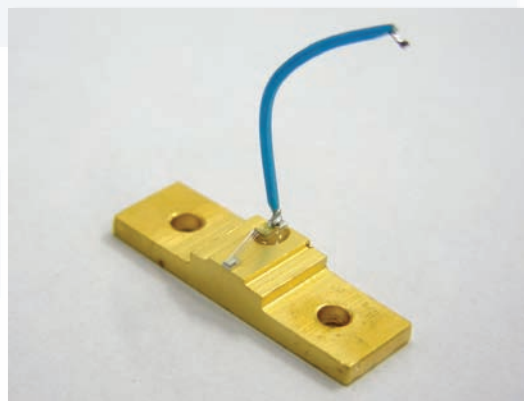


Detektory podczerwieni z InGaAs/InAlAs/GaAs zintegrowane z mikrooptyką refrakcyjną

Opracowano technologię detektorów podczerwieni do detekcji promieniowania $< 3,6 \mu\text{m}$ i czasie odpowiedzi ok. 2 ns. Detektory mogą być wykorzystane w systemach spektroskopowych, w tym przeznaczonych do monitorowania zanieczyszczeń atmosfery, wód i gruntu oraz w radarach laserowych.

Lasery kaskadowe z AlGaAs/GaAs na pasmo średniej podczerwieni (~9 μm)

Opracowano technologię wywarzania laserów kaskadowych pracujących w temperaturze – 40° C, dzięki czemu laser pracuje z chłodziarką Peltiera. Lasery wykonywane są w technologii epitaksji z wiązek molekularnych (MBE). Lasery kaskadowe na pasmo 3 – 12 μm są idealnym źródłem promieniowania dla spektroskopii molekularnej wykorzystywanej w medycynie i przy wykrywaniu skażeń substancji biologicznie czynnych.

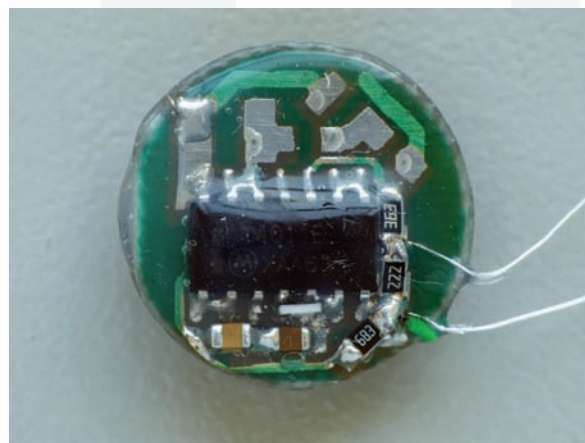


Mikromechaniczne krzemowe przetworniki do badań w mikro- i nanoskali

Opracowano technologię wytwarzania sterowanych elektrostatycznie przetworników mikromechanicznych, co pozwala na wykonanie przyrządów do badania właściwości warstw i powłok o grubości poniżej 50 nm. Technologia umożliwia wytwarzanie wzorców na siły rzędu 1 nN i przemieszczenia poniżej 100 nm.

Neurostymulatory

Opracowano rodzinę konstrukcji wszczepialnych neurostymulatorów do eksperymentalnych zastosowań biomedycznych, w szczególności do stymulacji wegetatywnego układu nerwowego. Urządzenia zostały wdrożone do produkcji małoseryjnej.

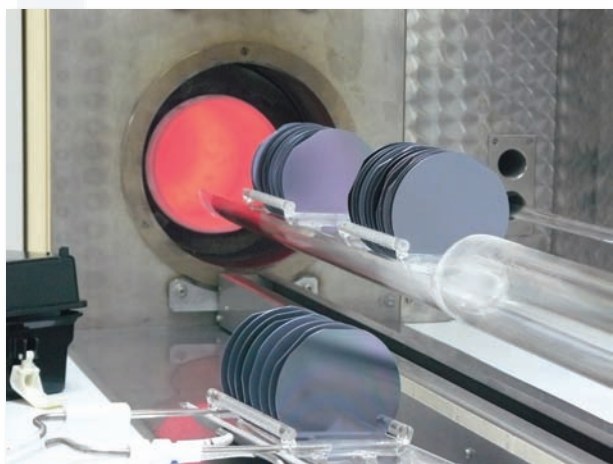


System symulacyjny Hedoris do przeprowadzania symulacji termicznych wielomodułowych układów scalonych

Oprogramowanie opracowane w ramach projektu e-Cubes służy do weryfikacji poprawności wyników symulacji termicznych układów heterogenicznych. Pozwala na przeprowadzenie symulacji wielomodułowych układów scalonych.

5. ZAKŁADY NAUKOWE

5.1. Zakład Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych



Laboratorium technologiczne Zakładu zlokalizowane jest w budynku technologicznym w Piasecznie k. Warszawy. Jest to unikatowe laboratorium w skali kraju, zorientowane na współpracę z badaczami tworzącymi nowe przyrządy od opracowania koncepcji aż do etapu modelu i prototypu. Oprócz zapewnienia współpracy z własnymi zespołami konstruktorskimi, Zakład udostępnia swój potencjał krajowemu środowisku badawczemu. Specjalistyczne urządzenia technologiczne i pomiarowe umożliwiają prowadzenie prac badawczych w dziedzinie:

- technologii specjalizowanych układów scalonych CMOS ASIC;
- fotodetektorów i detektorów promieniowania jonizującego;
- czujników i aktuatorów mikromechanicznych;
- sensorów chemicznych;
- mikroreaktorów dla potrzeb analityki chemicznej i biomedycznej;
- zintegrowanych mikrosystemów (mikro-elektromechanicznych – MEMS i in.)

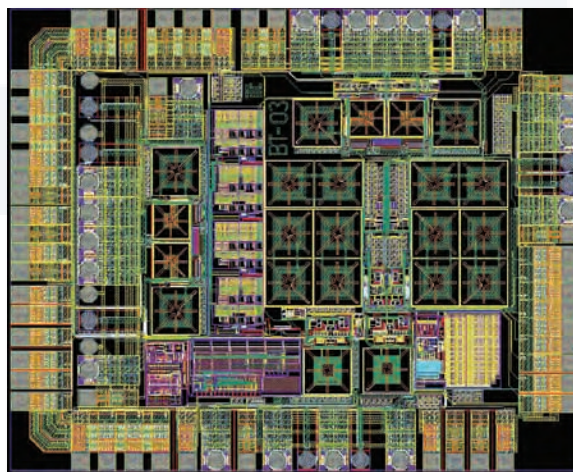


Podstawowe urządzenia Laboratorium dostosowane są do pracy na płytkach krzemowych o średnicy 100 mm, aczkolwiek dla szeregu operacji możliwa jest realizacja procesu na płytkach o średnicy 150 mm. Urządzenia do fotolitografii pozwalają na wytwarzanie struktur o rozmiarach krytycznych rzędu 3 μm (do etapu prototypu włącznie) i 0,9 μm (prace badawcze). Do najważniejszych urządzeń Laboratorium należą m. in.:

- urządzenia do napyłania warstw metalicznych;
- reaktory do osadzania dielektryków (LPCVD, APCVD i PECVD);
- stanowisko do elektrolizacji osadzania złota i platyny;
- wafer-bonder (łączenie płytek metodami spajania anodowego, eutektycznego, bezpośredniego i glass-frit);
- reaktor do głębokiego trawienia krzemu (proces Bosch oraz Krio);
- reaktory do plazmowego trawienia aluminium oraz warstw dielektrycznych, w tym polimerów;
- średnioprądowy implantator jonów;
- mikroskop skaningowy;
- zestaw pieców dyfuzyjnych;
- urządzenia do centrowania i naświetlania, w tym wafer-stepper oraz urządzenia do bezpośredniego nanoszenia wzoru przy użyciu lasera.

5.2. Zakład Projektowania Układów Scalonych i Systemów

Zakład prowadzi prace badawcze i rozwojowe w zakresie projektowania układów scalonych i systemów mikroelektronicznych. Prace są wykonywane w ramach krajowych programów badawczych Unii Europejskiej (7.PR, ENIAC) oraz na zlecenie instytucji przemysłowych. Dzięki uczestnictwu w programie Europractice Zakład korzysta z oprogramowania EDA-CAD wspomagającego projektowanie układów scalonych, a także ma możliwość wykonania układów scalonych w wielu technologiach (CMOS, BiCMOS, SOI), w tym submikronowych. Dotyczy to zarówno wykonania serii prototypowych, jak i uruchomienia produkcji.



Główne kierunki działania Zakładu to:

- projektowanie układów scalonych cyfrowych (w tym również implementacja w FPGA), analogowych (w tym do komunikacji radiowej) oraz mieszanych;
- pomiary kompatybilności elektromagnetycznej układów scalonych;
- opracowywanie pakietów projektowych PDK (Process Design Kit) oraz innych rozwiązań dla techniki EDA-CAD (Electronic Design Automation – Computer Aided Design).

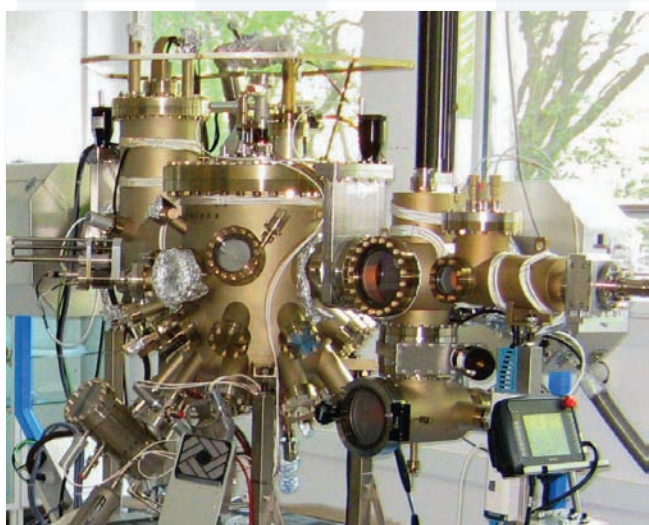
Podstawowym środowiskiem pracy Zakładu jest laboratorium komputerowe, którego najważniejszymi cechami są:

- wysoko wydajne stacje robocze o architekturze x86 + serwery pracujące pod kontrolą systemów klasy *NIX;
- oprogramowania EDA-CAD firm Cadence Design Systems, Synopsys, Xilinx umożliwiające wykonanie projektu analogowego, cyfrowego lub mieszanego układu scalonego w stylu full-custom, standard cells lub implementację w matrycy FPGA lub CPLD.

Zakład dysponuje laboratorium pomiarowym umożliwiającym wykonanie pomiarów uruchomionych zaprojektowanego układu scalonego. Najważniejsze wyposażenie laboratorium stanowią:

- stanowisko do pomiarów układów w.cz.: generator sygnałowy, analizator sieci, analizator widma w paśmie do 3 GHz;
- oscyloskopy cyfrowe DSO, generatory funkcyjne, zasilacze i multimetry (do 6,5 cyfry) konieczne do zestawienia typowego stanowiska pomiarowego;
- komora klimatyczna o objętości użytecznej ok. 60 litrów umożliwiająca przeprowadzenie pomiarów parametrów układu w skrajnych temperaturach ($-55 \div 150$ °C).

5.3. Zakład Fotoniki



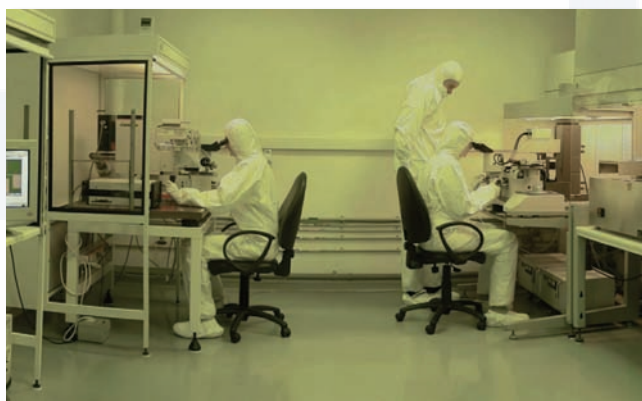
W Zakładzie opracowywane są unikatowe konstrukcje półprzewodnikowych źródeł i detektorów promieniowania z zakresu bliskiej i średniej podczerwieni dla zastosowań w przemyśle, ochronie środowiska i medycynie. Zespół naukowy Zakładu koncentruje się na laserach półprzewodnikowych dużej mocy, najnowszych laserach typu VECSEL oraz detektorach na bazie super sieci antymonkowych. Szczególnie ważnym osiągnięciem ostatnich lat jest skonstruowanie pierwszego w Polsce lasera kaskadowego z GaAs/AlGaAs na pasmo średniej podczerwieni $\sim 9 \mu\text{m}$. Do realizacji struktur wykorzystywane są reaktory MBE 32p i Compact 21T firmy Riber. Pozwalają one na wzrost heterostruktur półprzewodników z grupy $A^{III}B^V$ na bazie arsenków i fosforków (Compact21T) oraz arsenków i antymonków. Otrzymywane heterostruktury są wszechstronnie badane.

Zakład dysponuje wysokiej klasy dyfraktometrem rentgenowskim pozwalającym na pomiar grubości, składu oraz jakości strukturalnej poszczególnych warstw epitaksjalnych. Laboratorium spektroskopii optycznej bada heterostruktury i gotowe przyrządy. Bardzo dobrze rozwinięte są techniki modulacyjne, w szczególności termoodbicie. Metoda ta pozwala na uzyskanie mapy temperatury zwierciadeł laserów o geometrii krawędziowej (w tym kaskadowych) bądź ścianek laserów emitujących powierzchniowo. Rozdzielczość metody: przestrzenna $<1 \mu\text{m}$, temperaturowa $<1 \text{K}$.

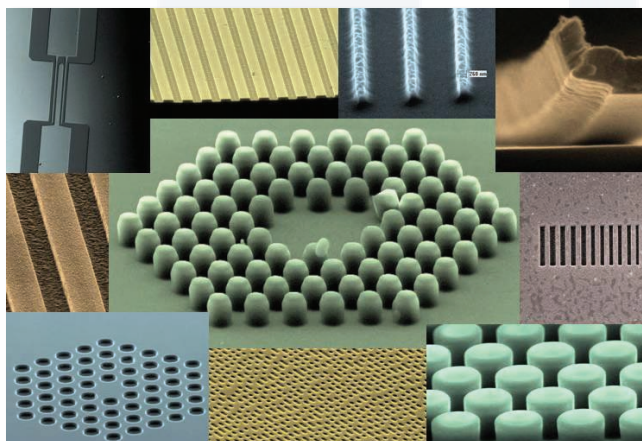
Intensywnie rozwijana jest technika spektroskopii fourierowskiej. W grudniu 2010 r. zakończono rozbudowę laboratorium technologii (w klasie 100). Laboratorium zapewni możliwość wytwarzania zarówno laserów (standardowych krawędziowych, kaskadowych QCL, emitujących powierzchniowo z zewnętrzną wnęką rezonansową VECSEL), jak i fotodetektorów. Prace technologiczne oraz pomiarowe wspomagane są przez pracowników zajmujących się modelowaniem numerycznym opartym na własnym oprogramowaniu oraz pakietach komercyjnych, m. in. do modelowania złożonych przyrządów półprzewodnikowych i rozwiązywania cząstkowych równań różniczkowych.

5.4. Zakład Mikro- i Nanotechnologii Półprzewodników Szerokoprzerwowych

Zasadniczym kierunkiem badawczym Zakładu jest opracowywanie nowych rozwiązań technologicznych i konstrukcyjnych, a w oparciu o nie nowych przyrządów i podzespołów z półprzewodników szerokoprzerwowych – azotków grupy III, ZnO i SiC. Zakład zatrudnia dziewięciu pracowników naukowych o różnych specjalnościach: elektroników, fizyków, chemików, inżynierów materiałowych. Dysponuje bogatą biblioteką procesów obróbki technologicznej struktur półprzewodnikowych na bazie arsenków, antymonków, fosforów i azotków grupy III, tellurków, selenków i siarczków grup II i IV oraz SiC. Umożliwia to prowadzenie prac badawczych nad konstrukcją nowych przyrządów półprzewodnikowych z wymienionych półprzewodników. Linia technologiczna Zakładu zapewnia realizację zadań z głównych grup tematycznych:

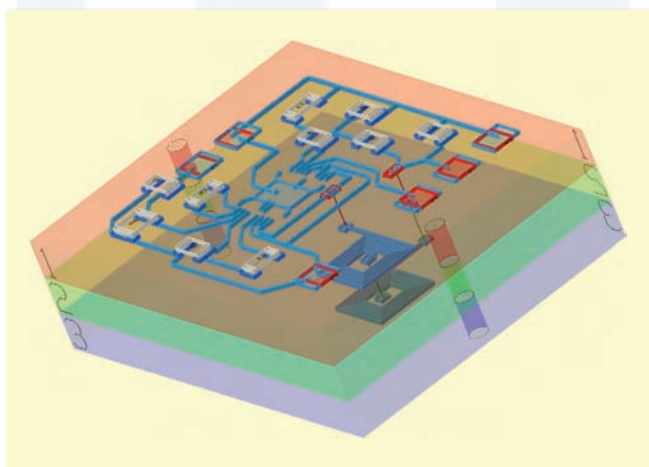
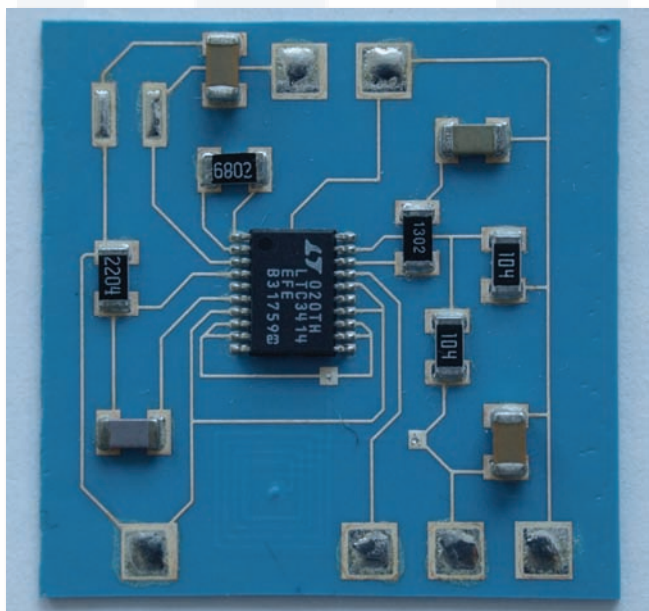


- wytwarzanie cienkich warstw półprzewodnikowych, dielektrycznych i metalicznych z użyciem technik reaktywnego rozpylania katodowego (reactive sputtering), technik wygrzewania impulsowego (RTA) w atmosferze reakcyjnej, osadzania warstw atomowych (ALD) i plazmowego osadzania z fazy gazowej (PECVD);
- kształtowanie wzorów w materiałach i strukturach cienkowarstwowych technikami fotolitografii DUV i litografii laserowej (wymiar krytyczny 0,6 μm) oraz techniką nanostemplowania (NIL) w trybie UV i termicznym (wymiar krytyczny 20 nm) w połączeniu z technikami reaktywnego trawienia jonowego (RIE) i trawienia plazmą o dużej gęstości (ICP);
- wytwarzanie struktur łączowych metal/półprzewodnik o zadanych, specyficznych właściwościach elektrycznych i optycznych (kontakty omowe, bariery Schottky'ego, kontakty przezroczyste) oraz złączy półprzewodnik/izolator o zdefiniowanych właściwościach elektrycznych (dielektryk podbramkowy, pasywacja powierzchni) odpornych na działanie wysokiej temperatury;
- pełna obróbka struktur półprzewodnikowych z półprzewodników szerokoprzerwowych (sekwencja procesów i operacji technologicznych) dla źródeł i detektorów promieniowania widzialnego i bliskiego nadfioletu oraz tranzystorów polowych HEMT i MOSFET.



Ponadto Zakład ma bogate wyposażenie umożliwiające wykonywanie kontroli międzyoperacyjnej. Najważniejsze z nich to: SIMS, mikroskopy SEM i AFM, urządzenia do pomiaru naprężeń cienkich warstw, pomiaru sprężystości, elipsometr, profilometr.

5.5. Zakład Mikroelektroniki



Zlokalizowany w Krakowie Zakład zajmuje się opracowywaniem technologii warstw grubych na podłożach ceramicznych i polimerowych oraz ceramicznych i polimerowych materiałów kompozytowych. Prace badawcze i rozwojowe koncentrują się na opracowaniach zaawansowanych kompozytowych materiałów ceramicznych, bazujących na perowskitach, krzemkach tytanu, węgliku krzemu, technologiach wytwarzania struktur warstwowych, opracowaniach rozwiązań układowych przeznaczonych dla elektroniki medycznej, energoelektroniki, motoryzacji, fotowoltaiki, ochrony środowiska i in. Prowadzone są badania nad przyszłościowymi technologiami wytwarzania układów LTCC, mikroogniw paliwowych, podzespołów biernych, czujników, w tym czujników i elementów na bazie folii polimerowych.

Do realizacji prac badawczych Zakład ma odpowiednio wyposażone laboratoria technologiczne. Linia do wytwarzania wielowarstwowych struktur LTCC wyposażona jest m. in. w urządzenie do wytwarzania folii ceramicznych, sitodrukarkę, laser do cięcia, prasę izostatyczną, urządzenie do cięcia pakietów, urządzenie do automatycznej kontroli optycznej (AOI).

Procesy montażowe realizowane są przy zastosowaniu automatycznych układarek elementów SMD, taśmowego pieca lutowniczego oraz urządzenia do lutowania kondensacyjnego, urządzenia do wklejania nieobudowanych struktur półprzewodnikowych. Do zabezpieczania i hermetyzacji układów służy wielofunkcyjne urządzenie do programowanego nakładania żywic oraz taśmowy piec do utwardzania żywic promieniowaniem UV.

Laboratoria wyposażone są w aparaturę przeznaczoną do kontroli poszczególnych faz procesów

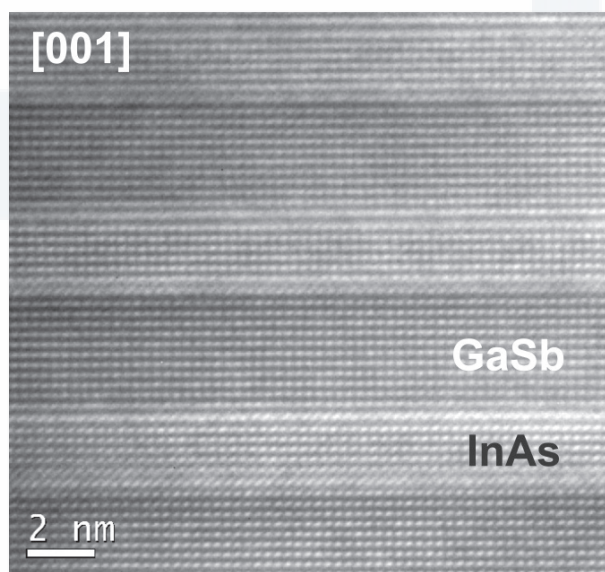
technologicznych, aparaturę do badania właściwości elektrycznych i mechanicznych układów oraz materiałów, a także w komory klimatyczne i szoków termicznych oraz urządzenie do badania odporności na wibrację i udary. Zakład dysponuje kompletem urządzeń do realizacji wstępnych badań (precompliance tests) kompatybilności elektromagnetycznej w zakresie częstotliwości do 3 GHz.

Procesy projektowania układów LTCC wspomagane są programami HYDE firmy Durst i BricsCAD.

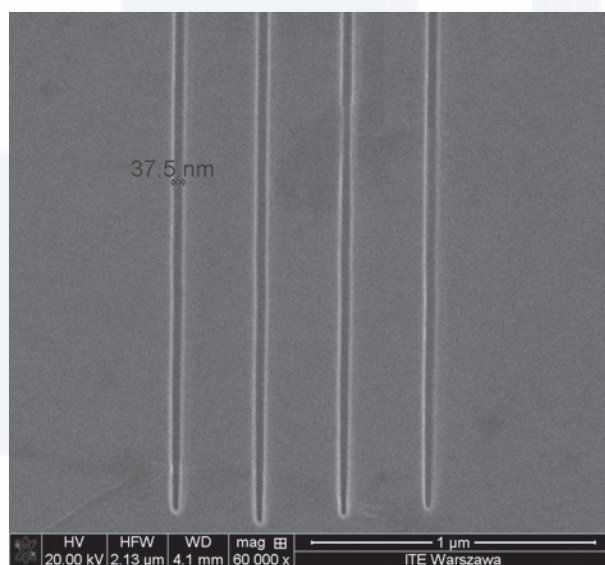
5.6. Zakład Badań Materiałów i Struktur Półprzewodnikowych

W Zakładzie wykonywana jest strukturalna, optyczna i elektryczna charakteryzacja materiałów i przyrządów za pomocą kilku grup metod. W szczególności są to metody oparte na technikach mikroskopii elektronowej:

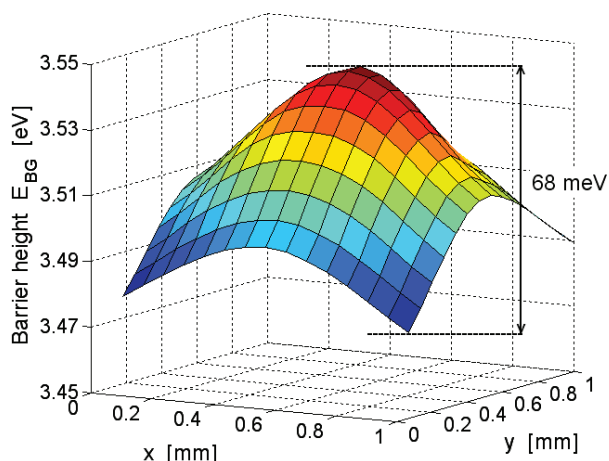
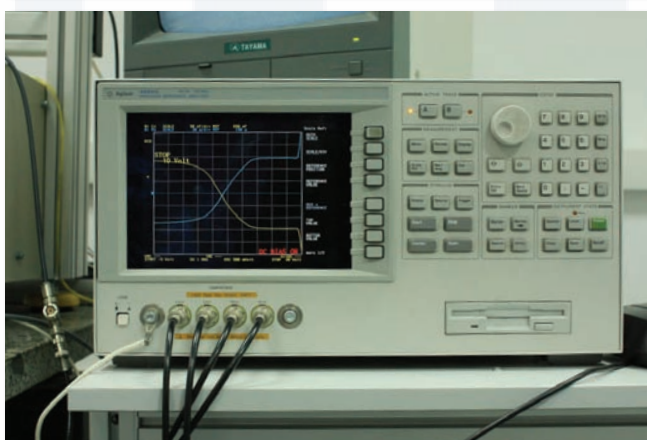
- transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM): wysokorozdzielcza transmisyjna mikroskopia elektronowa (HRTEM); skaningowo-transmisyjna mikroskopia elektronowa (STEM); mikroanaliza składu chemicznego na podstawie charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego (EDXS); obrazowanie przy użyciu elektronów rozproszonych pod dużymi kątami (HAADF); metoda Nano Beam Diffraction (NBD);
- skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM): katodoluminescencja, EBIC (prądu indukowanego wiązka elektronów) i EDXS;
- trawienie zogniskowaną wiązką jonów (Focused Ion Beam-FIB) służące m. in. do prowadzenia procesów nanotechnologicznych nakładania i trawienia mikro- oraz nanoelementów.



W Zakładzie wykonywane są również pomiary rozkładu fotowoltaicznej czułości struktur złączowych, efektywnego czasu życia nośników ładunku metodą mikrofalowej detekcji zaniku fotoprzewodnictwa wywołanego impulsem laserowym, badania termowizyjne w podczerwieni przy użyciu kamery termowizyjnej oraz metodą prądu indukowanego wiązka optyczną (OBIC). Inne techniki stosowane do charakteryzacji to pomiary bardzo małych prądów i pojemności dla przyrządów półprzewodnikowych (szczególnie metodą diody z bramką), mikroskopii sił atomowych (AFM) i mikroskopii tunelowej (STM).



5.7. Zakład Charakteryzacji Struktur Nanoelektronicznych



Badania prowadzone w Zakładzie są związane z rozwojem nowych metod charakteryzacji nanostruktur półprzewodnikowych wykorzystujących układ typu MOS lub inne struktury. Wykonywane są zaawansowane pomiary struktur półprzewodnikowych wytworzonych przez zespoły badawcze w wiodących ośrodkach naukowych na świecie (m. in. w USA, Niemczech, Francji, Wielkiej Brytanii i Szwecji). Z Tokyo Institute of Technology w 2009 r. zawarto pięcioletnią umowę o współpracy naukowej. Dla stosowanych oryginalnych metod charakteryzacji nanostruktur opracowywane są podstawy teoretyczne (modele fizyczne).

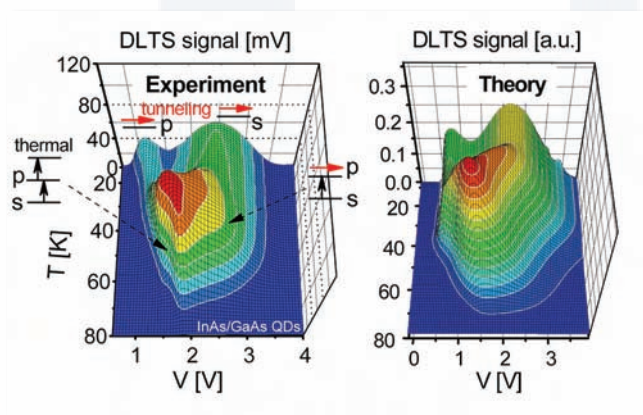
W Zakładzie są rozwijane i stosowane trzy grupy metod pomiarowych: elektryczne, fotoelektryczne i optyczne. Metody elektryczne są przede wszystkim wykorzystywane do określania charakterystyk $C(V)$, $I(V)$ i $G(V)$ z najwyższą czułością i rozdzielczością. Również wykonywane są pomiary wysokoczęstotliwościowe i stosowana jest metoda spektroskopii admitancyjnej do określania parametrów schematów zastępczych nanostruktur. Metody fotoelektryczne stosowane są do określania parametrów energetycznego modelu pasmowego badanych struktur w celu wyznaczenia poziomów energetycznych pasm, kontaktowej różnicy potencjałów, napięcia wyprostowanych pasm, parametrów stanów pułpkowych, a także rozkładów lokalnych wartości parametrów elektrycznych w charakterystycznych obszarach nanostruktur. Opracowano unikatowe metody i urządzenia pomiarowe, które pozwalają zmierzyć niektóre parametry struktur półprzewodnikowych z najwyższą (na świecie) dokładnością (np. kontaktowa różnica potencjałów w strukturach MOS). Do badań optycznych wykorzystywane są m. in. metody szerokopasmowej elipsometrii spektroskopowej, interferometrii i reflektometrii określające grubość i charakterystyki spektralne różnych struktur warstwowych. Metody analizy widm ramanowskich stosowane są do określania charakterystycznych drgań sieci badanego materiału (widma fononowe), co pozwala określać rozkłady naprężeń mechanicznych i składu chemicznego w badanych obiektach.

5.8. Zakład Analizy Nanostruktur Półprzewodnikowych

Działalność Zakładu koncentruje się na badaniach właściwości elektrycznych struktur z kropkami kwantowymi (QDs), które są określane takimi metodami jak: niestacjonarna spektroskopia głębokich poziomów (DLTS), spektroskopia admitancyjna oraz pomiary charakterystyk C(I)-V. Dla funkcjonowania technik niezbędna jest warstwa ładunku przestrzennego, jak ta, która występuje w diodach Schotkiego lub przyrządach półprzewodnikowych ze złączem p-n. W celu wstępnych oszacowań pomiary C(I)-V mogą być wykonane w temperaturze pokojowej za pomocą sondy rtęciowej. Posiadane wyposażenie umożliwia badania w szerokim zakresie temperaturowym ($20 \div 750$ K) i pełną charakteryzację od płytkich stanów skwantowanych po głębokie poziomy o energii około 1 eV. Urządzenie do pomiarów techniką DLTS stwarza możliwość badań zarówno w funkcji temperatury, jak i częstotliwości repetycji impulsów elektrycznych oraz w warunkach stałej pojemności. Poza parametrami pułapek, takimi jak energia aktywacji i przekroje czynne na wychwyty nośników, metoda w modzie podwójnie skorelowanej techniki DLTS dostarcza informacji ilościowej w odniesieniu do przestrzennych rozkładów defektów i zależności ich właściwości emisyjnych od pola elektrycznego.



Na potrzeby elektrycznej charakteryzacji struktur niskowymiarowych stosowane są ostatnio opracowane w Zakładzie nowe techniki oparte na DLTS i kolejne wykorzystujące technikę pomiarów C-V w kombinacji z rezonansową spektroskopią admitancyjną. Istotą technik jest mapowanie mierzonych lub wyznaczanych sygnałów w funkcji różnych parametrów pomiarowych i ich prezentacja w postaci trójwymiarowych lub konturowych wykresów na płaszczyźnie rozpiętej w układzie współrzędnych parametrów. Wielowariantowość tych technik umożliwia jakościową i ilościową analizę mechanizmów ucieczki nośników z obiektów niskowymiarowych i współistniejących defektów. Pokazana przykładowa topologia graficznej reprezentacji i wyniki symulacji w modelowych strukturach z InAs/GaAs doprowadziły do zrozumienia trajektorii emisji nośników z QDs oraz do wykrycia nowych zjawisk. Osiągnięte wyniki charakteryzacji kropek i studni kwantowych z Ge/Si wskazują na duży potencjał tych technik, który można wykorzystać w badaniu skomplikowanej dynamiki wychwyty i emisji nośników w strukturach niskowymiarowych opartych na różnych układach półprzewodników. Ważnym osiągnięciem jest wykazanie przy użyciu DLTS, że stany defektów i kropek mogą być w tej samej strukturze niezależnie identyfikowane nawet w przypadku braku różnic energetycznych poziomów i w sytuacji, gdy defekty i kropki są zlokalizowane w tej samej przestrzeni.



Badania prowadzimy w wieloletniej współpracy z Uniwersytetem Chalmersa w Göteborgu i w ostatnich latach z Uniwersytetem w Stuttgarcie, gdzie struktury niskowymiarowe na potrzeby naszych badań są wytwarzane na wysokim poziomie technologicznym.

6. CENTRA BADAWCZE DLA PRZEMYSŁU I ŚRODOWISKA AKADEMICKIEGO

6.1. Centrum Nanofotoniki

Centrum skupia instytucje, które są krajowymi liderami w dziedzinie nanotechnologii oraz fizyki i elektroniki półprzewodników. Dzięki odpowiedniemu ukierunkowaniu badań nanofotonika ma szansę stać się naszą specjalnością i może zapewnić nam stabilną pozycję na europejskim rynku nauki i przemysłu wysokich technologii. Stworzenie i wyposażenie Centrum Nanofotoniki umożliwiło prowadzenie prac badawczo-rozwojowych w następujących obszarach:

- lasery (VCSEL i QWL) i detektory podczerwieni;
- źródła promieniowania widzialnego i ultrafioletu oparte na półprzewodnikach szeroko-przerwowych;
- struktury foniczne, w tym lasery z kryształami fonicznymi;
- struktury antymonkowe dla optoelektroniki podczerwieni;
- systemy i urządzenia pomiarowe działające w obszarze średniej i dalszej podczerwieni;
- biofotonika i zastosowania medyczne.

Jądrem Centrum jest Laboratorium Nanofotoniki zlokalizowane w Instytucie Technologii Elektronowej, powstałe na bazie Europejskiego Centrum Doskonałości „Fizyka i Technologia Nanostruktur dla Fotoniki” CEPHONA.



Działalność Centrum Nanofotoniki jest zorientowana na aplikacje i powinna doprowadzić do rozwoju zaawansowanych technologii wytwarzania podzespołów do urządzeń i systemów stosowanych w przemyśle, ochronie środowiska, medycynie i technice militarnej. Naturalną kontynuacją badań prowadzonych w Centrum będą projekty celowe, stanowiące przygotowanie do produkcji opracowanych podzespołów i urządzeń.

Do realizacji celów Centrum Nanofotoniki zawiązano konsorcjum złożone z podmiotów aktywnie działających w branży optoelektronicznej. W skład konsorcjum wchodzi:

- Instytut Technologii Elektronowej, Warszawa;
- Instytut Fizyki PAN, Warszawa;
- Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska;
- Instytut Fizyki, Politechnika Łódzka;
- VIGO System S.A.

W celu zapewnienia wdrożenia wyników badań w praktyce konsorcjum poszukuje partnerów spośród krajowych przedsiębiorstw innowacyjnych działających w obszarze nanofotoniki.

6.2. Centrum Mikrosystemów i Nanotechnologii Elektronicznych MINTE

Centrum umożliwia przemysłowi oraz jednostkom naukowo-badawczym dostęp do swojego potencjału technologicznego, konstrukcyjnego i pomiarowego. Oferta Centrum dotyczy technologii mikro- i nanoelektronicznych obejmujących:

- układy oraz systemy mikro- i nanoelektroniczne;
- specjalizowane fotodiody, fotodetektory i detektory promieniowania;
- heterogeniczne mikrosystemy dla zastosowań interdyscyplinarnych;
- modelowanie i symulacje procesów technologicznych.

Centrum umożliwia zapoznanie się z dostępnymi technologiami w formie wykładów. W ramach projektów badawczych podejmowanych wspólnie z krajowymi i europejskimi zespołami akademickimi przewiduje się również możliwość realizacji prac magisterskich, doktorskich. Centrum zapewnia dostęp na zasadzie równoprawności z tym, że preferowane jest podejmowanie projektów stwarzających możliwość aplikowania w przyszłości wyników opracowań w przemyśle, gospodarce lub nauce. Ze względu na wymagania BHP oraz stabilności technologii prace technologiczne na rzecz partnerów realizowane są przez pracowników Centrum. Zakres rzeczowy prac uzgadniany jest z aplikującą jednostką w oparciu o katalog dostępnych modułów technologicznych oraz pakiet technologiczny usługi MPW opracowanych przez Centrum.



W przypadku gdy definiowany przez partnerów zakres badań wykracza poza możliwości potencjału, którym dysponuje Centrum, oferowany będzie dostęp do potencjału najlepszych ośrodków europejskich współpracujących z ITE w ramach projektów europejskich (INTEGRAM plus i in.). Centrum zapewnia w takim przypadku niezbędne wsparcie organizacyjne, a także pomoc w zakresie projektowania, modelowania, symulacji i ewentualnie mikromontażu.

Koszty związane z realizacją prac pokrywane są przez partnerów odpowiednio do zakresu realizowanych badań. W przypadku uczelni i instytutów badawczych przy określaniu kosztu pracy obowiązują zasady non-profit.

Obecnie w Centrum m. in. realizowany jest projekt kluczowy POIG MNS-DIAG „Mikro- i nanosystemy w chemii i diagnostyce biomedycznej” koordynowany przez ITE. Celem projektu jest integracja środowiska naukowego i ukierunkowanie prowadzonych prac na interdyscyplinarne badania aplikacyjne.

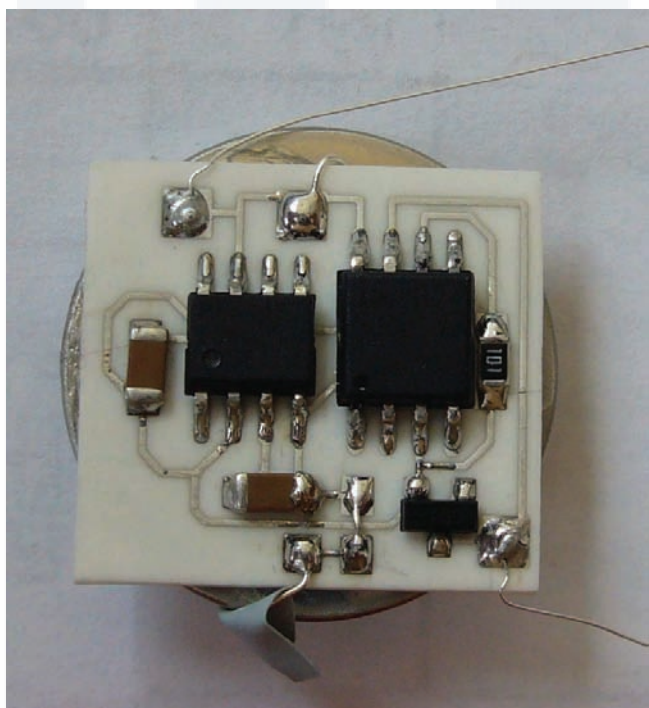
6.3. Laboratorium Technologii Wielowarstwowych i Ceramicznych LTCC

Laboratorium zostało utworzone w celu prowadzenia badań naukowych i opracowywania technologii oraz konstrukcji wielowarstwowych ceramicznych mikroukładów elektronicznych i struktur mikrofluidycznych, stanowiących nowoczesne zastosowania struktur wytwarzanych technologią precyzyjnego nanoszenia warstw funkcjonalnych. Laboratorium umożliwia również wybranym ośrodkom akademickim i studentom realizację prac badawczych, odbywanie praktyk, wytwarzanie modeli i ich charakteryzację. Potencjał Laboratorium w obszarze technologii wielowarstwowych mikromodułów ceramicznych jest udostępniony krajowemu środowisku badawczemu.

Technologia LTCC (Low-Temperature Cofired Ceramics – niskotemperaturowa współwypalana ceramika) jest technologią produkcji wielowarstwowych struktur układów elektronicznych ze zintegrowanymi połączeniami oraz elementami biernymi. Umożliwia integrację wewnątrz mikrosystemu urządzeń mikromechanicznych (MEMS), takich jak czujniki oraz siłowniki. Do struktury LTCC, zawierającej elementy bierne oraz układ połączeń, można dołączać elementy aktywne.

Technologię LTCC charakteryzują:

- niskie koszty, duża gęstość upakowania i wysoki stopień integracji elementów;
- elastyczność w projektowaniu różnorodnych struktur przestrzennych;
- niezawodność i szczelność układu (ważne dla układów próżniowych i cieczowych oraz podczas pracy w warunkach groźących wybuchem);
- możliwość wytwarzania struktur LTCC o założonym rozkładzie temperatury (układy chłodzące, grzejne z systemem czujników temperatury);
- odporność na wysokie temperatury;
- możliwość wykonania układów elektronicznych, zintegrowanych czujników i przetworników oraz obudowy w jednym procesie technologicznym.



Wielowarstwowe układy LTCC są wytwarzane z surowej folii ceramicznej (green tape). Folia LTCC o grubości wyjściowej od ok. 50 do 250 μm jest mieszaniną ceramiki, szkła i nośnika organicznego. Na poszczególnych foliach wykonuje się techniką sitodruku warstwy o różnych właściwościach elektrycznych (np. ścieżki przewodzące, rezystory, termistory itp.). Po wycięciu otworów połączeniowych między warstwami (via), wypełnieniu ich materiałem przewodzącym i nadrukowaniu odpowiednich warstw poszczególne folie składane są razem w stos wielowarstwowy, laminowane pod ciśnieniem 200 atm. i wypalane w temperaturze ok. 850°C. Instytut Technologii Elektronowej – Oddział w Krakowie dysponuje najnowocześniejszym wyposażeniem technologicznym do wytwarzania mikroelektronicznych modułów LTCC.

7. OFERTA

Instytut oferuje swoją wiedzę i doświadczenie:

- podmiotom gospodarczym przy realizacji prac rozwojowych zapewniając dostęp do technologii oraz opracowanych w Instytucie przyrządów, systemów, czujników, detektorów, laserów, układów scalonych itp. (prace mogą być wykonywane w ramach produkcji doświadczalnej w Instytucie, jak również zamawiane na podstawie opracowanego w ITE projektu u wyspecjalizowanych dostawców);
- jednostkom badawczym we wspólnej realizacji projektów europejskich i krajowych;
- uczelniom w edukacji (laboratoria, praktyki, staże, prace dyplomowe).

7.1. Oferta technologiczna

- małoseryjny wzrost heterostruktur $A^{III}B^V$;
- mikromontaż struktur i układów hybrydowych, cięcie płytek, sprzęganie światłowodów;
- montaż powierzchniowy (SMT);
- projekt wielostrukturowy multi-project wafer (MPW);
- wytwarzanie masek fotolitograficznych;
- wytwarzanie surowych folii ceramicznych do zastosowania w technologii LTCC.

7.2. Usługi w zakresie projektowania

- modelowanie heterostruktur detektorów i emiterów promieniowania;
- projekt wielostrukturowy multi-project wafer (MPW);
- projektowanie układów scalonych i systemów;
- projektowanie folii ceramicznych do zastosowania w technologii LTCC;
- projektowanie układów elektronicznych w technologii LTCC.

7.3. Oferta badawcza – współpraca pomiary/charakteryzacja

- badania składu i jakości heterostruktur;
- mikroskopia elektronowa oraz nanoprocesy na FIB;
- spektroskopia fotoluminescencyjna;
- spektroskopia optyczna przyrządów i struktur;
- pomiar elipsometryczny grubości cienkich warstw i ich właściwości optycznych;
- pomiary interferometryczne topografii powierzchni materiałów;
- pomiary fotowoltaiczne oraz czasu życia nośników;
- charakteryzacja struktur niskowymiarowych spektroskopią warstwy ładunku przestrzennego;
- fotoelektryczny pomiar parametrów struktur półprzewodnikowych typu kondensator MOS.

7.4. Produkcja doświadczalna

- czujniki potencjometryczne;
- czujniki siły, sensory, belki, piezorezystywne czujniki, mikro- i nanomanipulacja;
- detektory promieniowania jonizującego;
- detektory promieniowania jądrowego i promieniowania X;
- elektroluminescencyjne płaskie źródła światła (EL);
- fotodetektory krzemowe, p-i-n, lawinowe;
- jonoczułe tranzystory polowe ISFET;
- metalowe mikroelektrody na podłożach polimerowych;
- podgrzewacze na elastycznych foliach.

Szczegółowa oferta Instytutu znajduje się na stronach internetowych ITE (http://www.ite.waw.pl/pl/oferta_ite.php).

8. PROJEKTY BADAWCZE

8.1. Projekty realizowane w ramach POIG

Opis	Okres realizacji
Centrum Nanofotoniki Kierownik projektu: prof. dr hab. Maciej BUGAJSKI http://www.ite.waw.pl/centrumnanofotoniki/	01.2009 12.2011
Innowacyjne technologie wielofunkcyjnych materiałów i struktur dla nanoelektroniki, fotoniki, spintroniki i technik sensorowych (InTechFun) Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA http://www.ite.waw.pl/intechf	09.2008 12.2013
Mikro- i nanosystemy w chemii i diagnostyce biomedycznej (MNS DIAG) Kierownik projektu: dr inż. Piotr GRABIEC http://www.ite.waw.pl/mnsdiag/	02.2009 09.2012
Mikrosystemy i nanotechnologie elektroniczne dla innowacyjnej gospodarki (MINTE) Kierownik projektu: dr inż. Piotr GRABIEC	01.2009 12.2012
Wsparcie finansowe ochrony własności przemysłowej w Instytucie Technologii Elektronowej Kierownik projektu: Magdalena JUNG http://www.ite.waw.pl/owp/	01.2007 12.2014
Kwantowe nanostruktury półprzewodnikowe do zastosowań w biologii i medycynie - Rozwój i komercjalizacja nowej generacji urządzeń diagnostyki molekularnej opartych o nowe polskie przyrządy półprzewodnikowe (NANOBIOM) Osoba odpowiedzialna za realizację w ITE: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA http://info.ifpan.edu.pl/nanobiom/nanobiom-o-o.html	10.2008 09.2013
Nowoczesne materiały i innowacyjne metody dla przetwarzania i monitorowania energii (MIME) Osoba odpowiedzialna za realizację w ITE: dr inż. Eliana KAMIŃSKA	01.2010 05.2014

8.2. Realizowane projekty europejskie

8.2.1. Siódmy Program Ramowy

Akronim	Tytuł
COMON	Compact Modelling Network Sieć modelowania typu compact Nr kontraktu: PIAP-GA-2008-218255 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Daniel TOMASZEWSKI http://iccdcs.uib.es/comon/
CORONA	Customer-Oriented Product Engineering of Micro and Nano Devices Zorientowana na klienta inżynieria produkcji mikro- i nanoprzyrządów Nr kontraktu: CP-FP 213969-2 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Tomasz BIENIEK http://www.corona-mnt.eu/

Akronim	Tytuł
E-Brains	Best-Reliable Ambient Intelligent Nano Sensor Systems Inteligentne systemy nanoczuJNIkowe zoptymalizowane pod kątem niezawodności Nr kontraktu: 257488 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Tomasz BIENIEK
MORGaN	Materials for Robust Gallium Nitride Nowe materiały dla przyrządów elektronicznych i sensorów z azotku galu przeznaczonych do pracy w skrajnie trudnych warunkach Nr kontraktu: NMP3-LA-2008-214610 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA http://www.morganproject.eu/
NANO-TEC	Ecosystems Technology and Design for Nanoelectronics Ekosystem technologii i projektowania dla nanoelektroniki Nr kontraktu: 257964 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Piotr GRABIEC
PAR4CR	Partnership for Elaboration of Cognitive Radio Partnerstwo dla opracowania radia kognitywnego Nr kontraktu: 230688 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Jerzy SZYNKA http://w3.ele.tue.nl/nl/cwte/programmas/ultra_high_data_rates/projects/par4cr/
TRIADE	Development of Technology Building Blocks for Structural Health Monitoring Sensing Devices in Aeronautics Rozwój wytwarzania bloków funkcjonalnych do monitorowania stanu konstrukcji (SHM) na potrzeby aeronautyki Nr kontraktu: ACP7_GA-2008_212859 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr hab. inż. Jacek MARCZEWSKI http://triade.wscrp.com/

8.2.2. Inne projekty realizowane w ramach programów europejskich

Eureka	New Generation of 3D Integrated Passive Components and Microsystems in LTCC Technology Nowa generacja trójwymiarowych zintegrowanych elementów biernych i mikrosystemów w technologii LTCC Nr kontraktu: E!4570/15/NCBiR/10 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Dorota SZWAGIERCZAK
SE2A	Nanoelectronics for Safe, Fuel Efficient and Environment Friendly Automotive Solutions SE2A (ENIAC) Nanoelektronika dla bezpiecznych, efektywnych pod względem zużycia paliwa i przyjaznych dla środowiska rozwiązań SE2A (ENIAC) Nr kontraktu: NCBiR/ENIAC-2008-1/2/2009 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Jerzy SZYNKA http://www.eniac-se2a.com/

8.3. Zrealizowane projekty europejskie

Akronim	Tytuł
AGETHA	Amber/Green Emitters Targeting High Temperature Applications Źródła promieniowania bursztynowego/zielonego spełniające wymagania zastosowań wysokotemperaturowych Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA
AMORE	Advanced Magnetic Oxides for Responsive Engineering Tlenki magnetyczne nowej generacji dla inżynierii materiałowej Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Eliana KAMIŃSKA
CELDIS	Centre of Physics and Technology of Low-Dimensional Structures Fizyka i wykonanie struktur niskowymiarowych dla technologii przyszłych pokoleń Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA
CEPHONA	Physics and Technology of Photonic Nanostructures Fizyka i technologia nanostruktur dla fotoniki - Centrum doskonałości Kierownik projektu: prof. dr hab. Maciej BUGAJSKI
DENIS	Development of Low Dislocation Density GaN Substrates Wytwarzanie i optymalizacja kontaktu omowego typu p do GaN Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA
E-COLLEG	Advanced Infrastructure for Pan-European Collaborative Engineering Zaawansowana infrastruktura dla paneuropejskiej współpracy inżynierskiej Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Krystyna SIEKIERSKA
e-CUBES	3-D Integrated Micro/Nano Modules for Easily Adapted Applications 3-wymiarowe scalone mikro- i nanomoduly łatwo adoptowalne do zastosowań Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Jerzy SZYNKA
GSQ	Gallium Arsenide Second-Window Quantum Dot Lasers Lasery GaAs z obszarem czynnym zawierającym kropki kwantowe Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Jerzy KĄTCKI
HEALTHY_AIMS	Nano Scale Materials and Sensors and Microsystems for Medical Implants Improving Health and Quality of Life Nanomateriały, czujniki i mikrosystemy do implantów medycznych poprawiających zdrowie i jakość życia Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Krzysztof DOMAŃSKI
HYPHEN	Hybrid Substrates for Competitive High Frequency Electronics Hybrydowe podłoża dla konkurencyjnej elektroniki wysokiej częstotliwości Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA
INTEGRAM plus	Integrated Micro- and Nanotechnology Platforms and Services Zintegrowana platforma mikro- i nanotechnologii Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Paweł JANUS

Akronim	Tytuł
METAMOS	Metallic Source and Drain for Advanced MOS Technology Metaliczne źródło i dren dla zaawansowanej technologii MOS Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Jacek RATAJCZAK
MINAEAST-NET	Micro and Nanotechnologies going to Eastern Europe through Networking Mikro- i nanotechnologie dla Europy Wschodniej poprzez współpracę w ramach Sieci Naukowej Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Piotr GRABIEC
MINOS	Micro-NanOSystems EUROpean NET Working for Promoting/Pursuing Integration of NMS and ACC in ERA Sieć Europejska mikro- i nanosystemów dla promocji integracji nowych krajów członkowskich i krajów kandydujących w Europejskiej Przestrzeni Badawczej Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Piotr DUMANIA
MNT_ERA-NET	From Micro- and Nanoscale Science to New Technologies for Europe Od nauki mikro- i nanoskalowej do nowych technologii w Europie Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Piotr DUMANIA
MOEMSC	A European Network of Competencies in MOEMS Devices and Technologies Centrum kompetencji dla mikrosystemów MOEMS Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Piotr GRABIEC
MST_SYSTEMS	Micro Systems Technology – Systems Technika mikrosystemów Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Piotr GRABIEC
NANOPHOS	Nanostructured Photonic Sensors Czujniki fotonowe wykorzystujące nanostruktury Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Eliana KAMIŃSKA
NANOSIL	Silicon-Based Nanostructures and Nanodevices for Long Term Nanoelectronics Applications Nanostruktury i nanoprzyrządy oparte na krzemie dla perspektywicznych zastosowań w nanoelektronice Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr hab. inż. Henryk PRZEWŁOCKI
OPTOLABCARD	Mass Produced Optical Diagnostic Labcards Based on Micro and nano SU8 Layers Karty laboratoryjne do diagnostyki optycznej produkowane masowo z użyciem mikro- i nanowarstw SU8 Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Jan DZIUBAN
POLECER	Polar Electroceramics Elektroceramika polarna Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Michał CIEŻ
REASON	Research and Training Action for System on Chip Design Badania i kształcenie w dziedzinie systemów jednocukładowych Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Andrzej KOBUS

Akronim	Tytuł
ROBOSEM	Development of a Smart Nanorobot for Sensor-Based Handling in a Scanning Electron Microscope Opracowanie inteligentnego nanorobota dla mikroskopii SEM Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Piotr GRABIEC
SEWING	System for European Water Monitoring Europejski system monitorowania wody Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Andrzej KOBUS
SODAMOS	Source Drain Architecture for Advanced MOS Technology Architektura źródła i drenu dla zaawansowanej technologii MOS Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Jerzy KĄTCKI
SUCIMA	Silicon Ultra Fast Cameras for Electron and Gamma Sources in Medical Applications Ultraszybkie krzemowe kamery do pomiaru źródeł promieniowania beta i gamma dla zastosowań medycznych Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr hab. inż. Jacek MARCZEWSKI
TERRAVISION	Terahertz Frequency Imaging Systems for Biomedical & Other Applications Systemy obrazowania o częstotliwościach terahercowych dla zastosowań biomedycznych i innych Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA
VERTIGO	Versatile Two Micron Light Source Laserowe źródło promieniowania podczerwonego Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. Maciej BUGAJSKI
WARMER	WATER Risk Management in Europe Monitorowanie zanieczyszczenia wody w Europie Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: dr inż. Michał ZABOROWSKI
WILD-EAST	Wide Aperture Coherent Laser Diodes for Erbium Doped Fibre Amplifiers Badania temperatury zwierciadeł i mechanizmów degradacji laserów półprzewodnikowych Osoba odpowiedzialna za realizację projektu w ITE: prof. dr hab. Maciej BUGAJSKI

9. FAKTY I LICZBY

9.1. Sytuacja finansowa

AKTYWA		Stan na dzień (w zaokrągleniu w złotych)			
		2007-12-31	2008-12-31	2009-12-31	2010-12-31
A.	Aktywa trwałe	42 121 532	46 012 396	55 599 837	68 228 127
I.	Wartości niematerialne i prawne	78 233	48 802	234 865	218 792
II.	Rzeczowe aktywa trwałe	41 872 148	45 792 908	53 694 889	66 465 583
III.	Należności długoterminowe	71 151	70 687	0,00	0,00
IV.	Inwestycje długoterminowe	100 000	100 000	1 670 082	1 543 752
V.	Długoterminowe rozliczenia międzyokresowe	0	0	0	0
B.	Aktywa obrotowe	13 315 099	9 120 346	24 052 881	17 822 902
I.	Zapasy	447 097	661 520	582 496	706 264
II.	Należności krótkoterminowe	954 319	1 458 818	1 101 762	2 081 031
III.	Zobowiązania krótkoterminowe	70 687	0,0	4 791 225	3 339 329
IV.	Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe	681 331	216 435	178 369	231 619
	AKTYWA RAZEM	55 436 631	55 132 742	79 652 718	86 051 029

PASywa		Stan na dzień (w zaokrągleniu w złotych)			
		2007-12-31	2008-12-31	2009-12-31	2010-12-31
A.	Fundusz własny	22 771 722	22 858 245	23 570 279	22 643 871
I.	Fundusz podstawowy (Fundusz JBR)	22 301 613	22 301 613	22 301 613	20 288 670
VIII.	Zysk (strata) netto za rok obrotowy	470 109	556 632	1 268 666	2 355 201
B.	Zobowiązania i rezerwy na zobowiązania	32 664 909	32 274 498	56 082 439	63 407 158
I.	Rezerwy na zobowiązania	0,00	120 000	120 000	2 592 734
II.	Zobowiązania długoterminowe	71 075	34 771	5 288	0,00
III.	Zobowiązania krótkoterminowe	3 425 000	2 999 578	4 791 224	3 339 329
IV.	Rozliczenia międzyokresowe	29 168 835	29 120 148	51 165 926	57 475 096
	PASYWA RAZEM	55 436 631	55 132 742	79 652 718	86 051 029

W pasywach pominięto te pozycje bilansu, których wartość w każdy roku wynosiła 0 zł.

9.2. Rachunek zysków i strat

Treść		Przychody i koszty stan na dzień (w zaokrągleniu w złotych)			
		31-12-2007	31-12-2008	31-12-2009	31-12-2010
A.	Przychody netto ze sprzedaży produktów, towarów i materiałów	24 773 899	25 400 422	28 542 027	33 404 447
B.	Koszty sprzedanych produktów, towarów i materiałów	19 939 314	20 495 474	21 893 255	26 725 388
C.	Zysk (strata) brutto ze sprzedaży (A-B)	4 834 586	4 904 948	6 648 772	6 679 059
D.	Koszty sprzedaży	0	0	0	0
E.	Koszty ogólnego zarządu	7 683 146	7 896 523	8 641 619	8 298 849
F.	Zysk (strata) ze sprzedaży (C-D-E)	-2 848 560	-2 991 575	-1 992 847	-1 619 790
G.	Pozostałe przychody operacyjne	3 501 980	3 234 909	3 603 785	4 445 713
H.	Pozostałe koszty operacyjne	242 515	341 254	402 546	403 539
I.	Zysk (strata) na działalności operacyjnej (F+G-H)	410 905	-97 919	1 208 393	2 422 384
J.	Przychody finansowe	252 704	705 842	129 621	111 353
K.	Koszty finansowe	156 567	15 430	26 095	129 922
L.	Zysk (strata) na działalności gospodarczej (I+J-K)	507 042	592 493	1 311 919	2 403 816
M.	Wynik zdarzeń nadzwyczajnych	0	0	0	0
N.	Zysk (strata) brutto (L+M)	507 042	592 493	1 311 919	2 403 816
O.	Podatek dochodowy	36 933	35 861	43 253	48 615
P.	Pozostałe obowiązkowe zmniejszenia zysku (zwiększenia straty)	0	0	0	0
R.	ZYSK (STRATA) NETTO (N-O-P)	470 108	556 631	1 268 666	2 355 201

10. NAGRODY

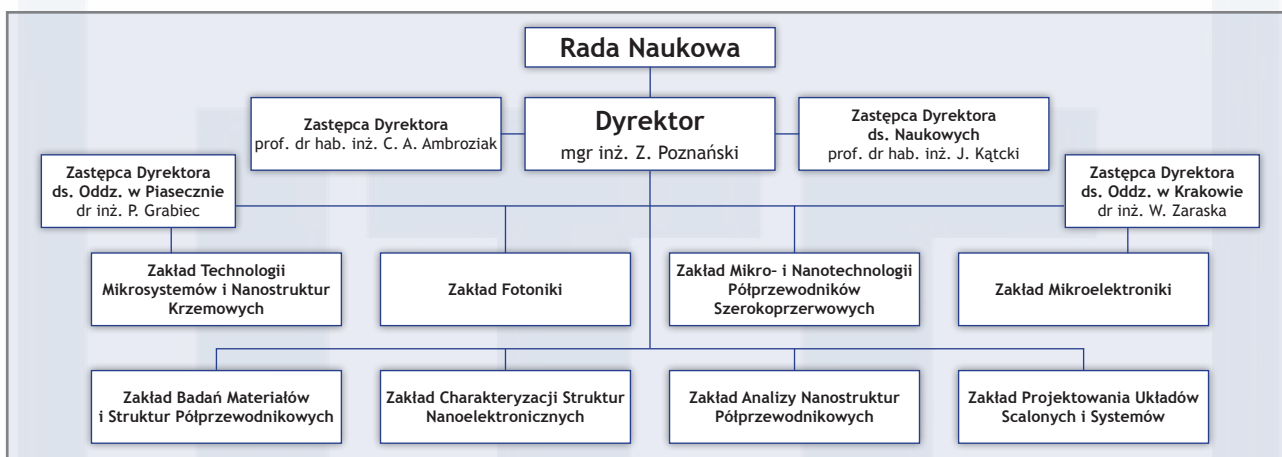
- 2011 Gazeta Biznesu przyznana przez gazetę „Puls Biznesu” dla najdynamiczniej rozwijających się małych i średnich przedsiębiorstw i instytucji;
- 2011 Jakość Roku 2010 przyznana przez Redakcję Biznes Raport w „Dzienniku Gazecie Prawnej”;
- 2010 Nominacja do Nagrody „Kryształowej Brukselki” w kategorii najlepszych jednostek badawczych biorących udział w Programach Ramowych Unii Europejskiej w latach 1999 – 2009;
- 2007 Złota Odznaka Honorowa SEP za wieloletnią współpracę ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich oraz za osiągnięcia naukowo-techniczne w dziedzinie mikro- i nanotechnologii półprzewodnikowej;
- 2006 Nominacja do Nagrody „Kryształowej Brukselki” w kategorii najlepszych jednostek badawczo-rozwojowych biorących udział w 6. Programie Ramowym Badań Naukowych i Rozwoju Technologicznego Unii Europejskiej;
- 2006 Dyplom za patent „Sposób określania wpływu zaburzeń elektromagnetycznych na pracę układów scalonych”; w konkursie „Ochrona własności przemysłowej 2006 na najlepszy patent”
- 2005 Nagroda Fundacji Nauki Polskiej Subsydium Profesorskie w dziedzinie nauk technicznych.



11. INSTYTUCJE WSPÓŁPRACUJĄCE Z INSTYTUTEM



12. KONTAKT



12.1. Dyrekcja

Dyrektor mgr inż. Zbigniew POZNAŃSKI
tel.: (22) 548 77 00-01
poznan@ite.waw.pl

Zastępca Dyrektora
prof. dr hab. inż. Cezary Andrzej AMBROZIAK
tel.: (22) 548 78 00-01
cambroz@ite.waw.pl

Zastępca Dyrektora ds. Naukowych
prof. dr hab. inż. Jerzy KĄTCKI
tel. (22) 548 77 60, (22) 548 77 66
katcki@ite.waw.pl

Zastępca Dyrektora ds. Administracyjnych i Technicznych
mgr Michał URBAŃSKI
tel. (22) 548 77 43
urbanski@ite.waw.pl

Zastępca Dyrektora ds. Oddziału w Piasecznie
dr inż. Piotr GRABIEC
(22) 716 59 92-94 wew. 21
grabiec@ite.waw.pl

Zastępca Dyrektora ds. Oddziału w Krakowie
dr inż. Wiesław ZARASKA
tel. (12) 656 34 72
wzaraska@ite.waw.pl

12.2. Zakłady naukowe

Zakład Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych
dr inż. Piotr Grabiec
tel. (22) 716 59 92-94 wew. 21
grabiec@ite.waw.pl

Zakład Fotoniki
prof. dr hab. Maciej BUGAJSKI
tel. (22) 548 79 32
bugajski@ite.waw.pl

Zakład Mikro- i Nanotechnologii Półprzewodników Szerokoprzerwowych
prof. dr hab. inż. Anna PIOTROWSKA
tel. (22) 548 79 40
ania@ite.waw.pl


Zakład Mikroelektroniki w Krakowie
dr inż. Michał CIEŻ
tel. (12) 656 34 72
mciez@ite.waw.pl

Zakład Projektowania Układów Scalonych i Systemów
dr inż. Jerzy SZYNKA
tel. (22) 548 78 50
szynka@ite.waw.pl

Zakład Badań Materiałów i Struktur Półprzewodnikowych
dr hab. inż. Andrzej CZERWIŃSKI
tel. (22) 548 77 64
aczerwin@ite.waw.pl

Zakład Charakteryzacji Struktur Nanoelektronicznych
dr hab. inż. Henryk PRZEWŁOCKI
tel. (22) 548 77 50
hmp@ite.waw.pl

Zakład Analizy Nanostruktur Półprzewodnikowych
dr hab. Maria KANIEWSKA
tel. (22) 548 77 93, (22) 548 77 99
kaniew@ite.waw.pl



al. Lotników 32/46
02-668 Warszawa
tel.: 22 548-77-00
www.ite.waw.pl