ZAKŁAD TECHNOLOGII MIKROSYSTEMÓW I NANOSTRUKTUR KRZEMOWYCH

Kierownik: dr inż. Piotr GRABIEC, prof. nadzw. w ITE
e-mail: grabiec@ite.waw.pl
tel. (22) 716 59 92, fax (22) 716 59 91

Zespół: dr hab. inż. Jan M. Łysko, prof. nadzw. w ITE,
dr hab. inż. Jacek Marczewski, prof. nadzw. w ITE,
dr inż. Tomasz Bieniek, dr inż. Krzysztof Domański,
dr inż. Magdalena Ekwińska, dr inż. Paweł Janus,
dr inż. Krzysztof Kucharski, dr inż. Wojciech Słysz,
dr inż. Dariusz Szmigiel, dr inż. Daniel Tomaszewski,
dr inż. Michał Zaborowski, dr inż. Jerzy Zając, mgr inż. Jan Bar,
mgr inż. Anna Baraniecka, mgr inż. Tadeusz Budzyński,
mgr inż. Rafał Dobrowolski, mgr inż. Grzegorz Głuszko,
mgr inż. Marianna Górska, mgr inż. Hubert Hara,
mgr inż. Bohdan Jaroszewicz, mgr inż. Helena Kłos,
mgr inż. Jolanta Malesińska, inż. Michał Marchewka,
mgr inż. Marek Nieprzecki, inż. Andrzej Panas,
mgr inż. Piotr Prokaryn, mgr inż. Andrzej Sierakowski,
inż. Maciej Stolarski, mgr inż. Iwona Węgrzecka,
mgr inż. Maciej Węgrzecki, mgr inż. Karina Wojciechowska,
Waldemar Milczarek

1. Prace badawczo-rozwojowe w 2013 r.

Działalność Zakładu Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych w 2013 r. obejmowała następujące obszary strategiczne:

Statutowe projekty badawcze

Projekt B. Nanoelektronika heterogenicznych mikrosystemów oraz krzemowych przyrządów fotonicznych dla zastosowań interdyscyplinarnych (kierownik projektu: dr inż. Piotr Grabiec, prof. nadzw. w ITE)

- Zadanie B1. Opracowanie techniki wytwarzania nanostruktur MEMS/NEMS przy użyciu techniki FIB
- Zadanie B2. Integracja konstrukcji i technologii sensorów mikromechanicznych wraz z układami elektroniki odczytowej
- Zadanie B3. Badania porównawcze różnych technik pomiaru właściwości termicznych struktur półprzewodnikowych w skali mikro i nano
- Zadanie B4. Badania nad technologią wytwarzania tlenków chemicznych NAOS na podłożach Si o różnych orientacjach
- Zadanie B5. Badania nad technologią wytwarzania detektorów promieniowania

Inne projekty

- projekty krajowe finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR)
- projekt inwestycyjny MINTE (fundusz strukturalny „Mikrosystemy i Nano Technologie Elektroniczne dla Innowacyjnej Gospodarki")
- projekty w ramach 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej i innych programów międzynarodowych (SMAC SMArt, e-BRAINS, NANOHEAT) oraz ENIAC JU (PARSIMO, Lab4MEMS).

Ponadto współpracowano z wieloma instytucjami krajowymi i zagranicznymi, prowadzono produkcję małoseryjną oraz świadczono usługi naukowo-badawcze i produkcyjne.

2. Statutowy projekt badawczy Nanoelektronika heterogenicznych mikrosystemów oraz krzemowych przyrządów fotonicznych dla zastosowań interdyscyplinarnych

Celem prac badawczych w ramach statutowego projektu badawczego jest rozwój w ITE technologii mikro- i nanosystemów MEMS oraz detektorów. Projekt składa się z sześciu niezależnych zadań realizowanych przez międzyzakładowe zespoły badawcze koordynowane przez dr. inż. Piotra Grabca, prof. nadzw. w ITE. Ich tematyka jest wyzwaniem naukowym i inżynierskim dla zespołu naukowców z laboratorium technologicznego mikrosystemów i nanostruktur krzemowych zajmujących się opracowaniem nowatorskich, innowacyjnych technologii i konstrukcji przyrządów mikro- i nanoelektronicznych, detektorów, MEMS/NEMS oraz heterogenicznych systemów.

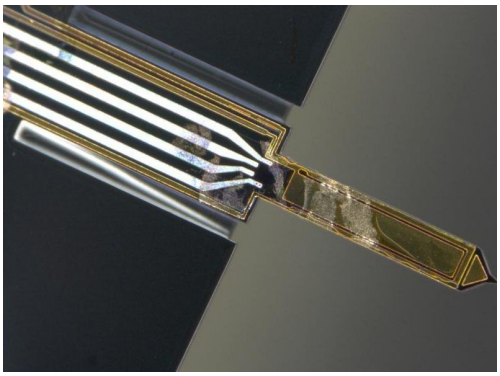
Tematyka projektu jest zgodna z kierunkami wytyczonymi przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, zapisanymi w dokumencie pt. Polska Mapa Drogowa Infrastruktury Badawczej z 23 lutego 2011 r. Projekt wpisuje się w co najmniej cztery wiodące, strategiczne obszary badań wymienione w tym dokumencie.

Projekt w nowej formule organizacyjnej był realizowany po raz pierwszy. Już w pierwszym etapie uzyskano bardzo wartościowe wyniki. Do najważniejszych należy zaliczyć:

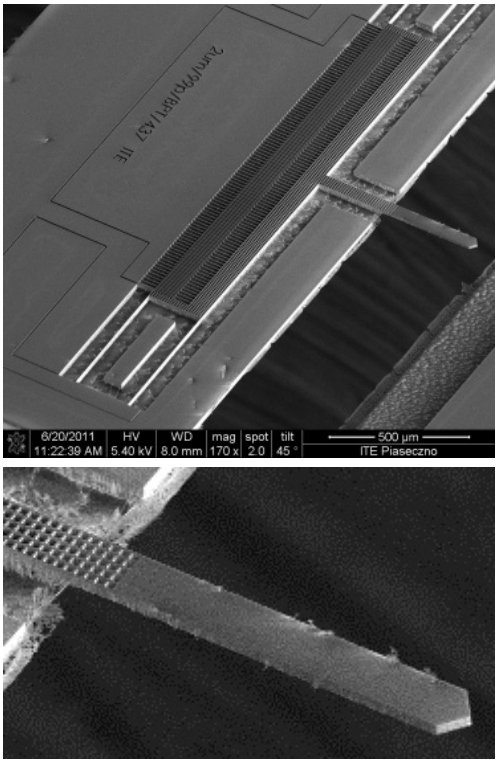
- opracowanie i weryfikację doświadczalną technologii wytwarzania przyrządów półprzewodnikowych na zmodernizowanej linii technologicznej ITE w Piasecznie;
- doświadczalne wykazanie możliwości zastosowania techniki FIB do obróbki nanometrowych struktur przyrządów NEMS;
- walidację metod i modeli dla projektowania współbieżnego.

Zadanie B1. Opracowanie techniki wytwarzania nanostruktur MEMS/NEMS przy użyciu techniki FIB

Kierownik zadania: dr inż. Magdalena Ekwińska

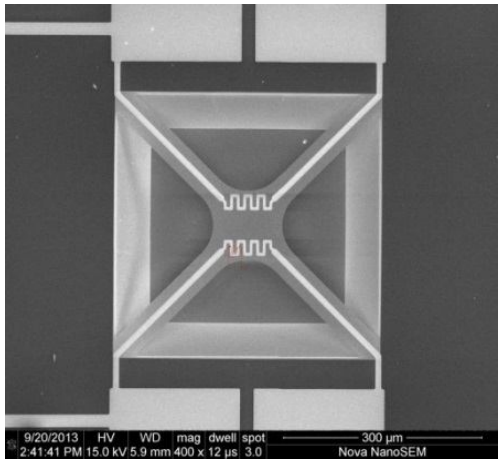


Rys. 1. Wolno stojące belki z wstępnie ukształtowanym końcem. Wymiary belki: l = 520 µm, w = = 163 µm, $h \approx$ 20 µm, promień zaokrąglenia ostrza ≈ 1 µm



Rys. 2. Belka z napędem elektrostatycznym grzebieniowym. Wymiary belki: l = 500 µm, w = 53 µm, $h \approx$ 20 µm

Celem zadania było zbadanie w Zakładzie Badań Materiałów i Struktur Półprzewodnikowych możliwości wytwarzania lub modyfikacji przy użyciu urządzenia FIB (Focused Ion Beam) elementów struktur MEMS/NEMS wykonanych w Zakładzie Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych. Opracowano konstrukcje oraz sekwencje technologiczne innowacyjnych mikrosystemów. Na ich podstawie zostały wytworzone odpowiednie struktury testowe w postaci wolno stojących belek (rys. 1), belek o napędzie elektrostatycznym (rys. 2) oraz membran z naniesioną cienką warstwą metaliczną (rys. 3). Struktury te posłużyły do testowania różnorodnych operacji wykorzystujących FIB. Dodatkowo przetestowano FIB jako narzędzie do szczegółowej diagnostyki (otrzymywanie subtelnych przekrojów przez warstwy technologiczne w strukturze CMOS). FIB okazało się po-



Rys. 3. Struktura mikrogrzejnika na membranie z azotku krzemu. Wymiary: bok membrany 300 µm, grubość membrany 1 µm, grubość warstwy metalu 0,1 µm, szerokości ścieżek z metalu 5 ÷ 10 µm

tężnym narzędziem zarówno diagnostycznym, jak i do obróbki materiałów w skali mikro i nano.

Zadanie B2. Integracja konstrukcji i technologii sensorów mikromechanicznych wraz z układami elektroniki odczytowej

Kierownik zadania: inż. Michał Marchewka

W ramach zadania opracowano w nowatorskim pakiecie Coventor MEMS+ modele czujników MEMS, których budowa jest oparta na strukturach palczastych (grzebieniowych). Opracowane modele czujników zostały wykorzystane do symulacji współbieżnych (co-simulation), które obejmowały symulację działania dedykowanych układów elektroniki odczytowej opracowanej w środowisku Cadence. Prace nad symulacjami współbieżnymi przeprowadzono wspólnie z Zakładem Projektowania Układów Scalonych i Systemów. Symulacja współbieżna umożliwiła przeprowadzenie wstępnej weryfikacji i optymalizacji działania systemu złożonego z układów elektronicznych i MEMS. Tego typu weryfikacja poprawności projektu mikrosystemów inteligentnych pozwala na skrócenie czasu projektowania oraz przyczynia się do ograniczenia kosztów prototypowania.

Zadanie B3. Badania porównawcze różnych technik pomiaru właściwości termicznych struktur półprzewodnikowych w skali mikro i nano

Kierownik zadania: dr inż. Paweł Janus

Celem prac było zastosowanie różnorodnych metod pomiarowych do badań rozkładu temperatury oraz naprężeń mechanicznych w mikro- i nanoskali, a następnie wzajemne porównanie uzyskanych wyników. Szczególną uwagę zwrócono na metody spektroskopii ramanowskiej rozwijanej w laboratorium Zakładu Charakteryzacji Struktur Nanoelektronicznych. Opracowano i wytworzono szereg różnego rodzaju mikrostolików zawierających mikrogrzejniki. Rozkłady temperatury modelowano metodą elementów skończonych. Pomiary jednorodności rozkładu temperatury wymagają zastosowania zaawansowanych technik badawczych: mikroskopii w zakresie podczerwieni, techniki bliskiego pola oraz spektroskopii ramanowskiej.

Ponadto zaproponowano nowatorską technikę analizy lokalnych naprężeń mechanicznych, bazującą na wykorzystaniu mikrodźwigni krzemowej z piezorezystywnym detektorem ugięcia wyposażonym w twarde diamentowe ostrze oraz przy użyciu spektroskopii ramanowskiej. W tej metodzie mikrodźwignia o zdefiniowanej czułości odkształceniowej służy do wywierania lokalnego nacisku na badaną powierzchnię. W obszarze kontaktu ostrza z badaną powierzchnią wykonuje się pomiary techniką Ramana. Przewiduje się, że ta metoda, oprócz badań w strukturach MOS, umożliwi analizę naprężeń mechanicznych w strukturach mikrodźwigni, mostków na płytce krzemowej tuż przed ich uwolnieniem.

Zadanie B4. Badania nad technologią wytwarzania tlenków chemicznych NAOS na podłożach Si o różnych orientacjach

Kierownik zadania: mgr inż. Karina Wojciechowska

Celem zadania było sprawdzenie możliwości i opracowanie technologii wytwarzania na podłożu krzemowym cienkich (1,0 ÷ 1,2 nm) warstw SiO_2 metodą utleniania krzemu przez zanurzenie w stężonym kwasie azotowym NAOS (Nitric Acid Oxidation of Silicon). Charakteryzacja elektryczna wytworzonych warstw została przeprowadzona w Zakładzie Charakteryzacji Struktur Nanoelektronicznych. Rolą Zakładu Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych było wykonanie struktur testowych. Ponadto zbadano wpływ różnorodnych operacji przygotowania powierzchni płytek przed procesem NAOS na parametry elektryczne wytworzonego tlenku. Partie płytek z kondensatorami MOS wykonano w kilku wariantach technologicznych. Struktury te poddano badaniom elektrycznym, elipsometrycznym i HRTEM. Wyniki prac potwierdziły możliwość wytwarzania warstw SiO_2 w zakresie grubości 1,0 ÷ 1,2 nm metodą NAOS. Stwierdzono, że testowane sposoby przygotowania powierzchni nie mają wpływu na parametry elektryczne tlenku. Wartości gęstości prądów upływności na wszystkich płytkach były znacznie większe niż prezentowane w literaturze. Wygrzanie płytek w wodorze po procesie metalizacji (PMA) zmniejsza istotnie prądy upływności i daje możliwość dalszej charakteryzacji innych parametrów elektrycznych. Nie zarekomendowano kontynuacji zadania, gdyż jego opracowanie w stopniu umożliwiającym przyszłe zastosowania jest kosztowne, a perspektywy wykorzystania technologii NAOS we wdrożeniach ITE dyskusyjne.

Zadanie B5. Badania nad technologią wytwarzania detektorów promieniowania

Kierownik zadania: mgr inż. Maciej Węgrzecki

Detektory promieniowania jonizującego oraz fotodetektory są od wielu lat specjalnością ITE, który ma w tej dziedzinie duże osiągnięciami o znaczeniu międzynarodowym. Działalność statutowa była ukierunkowana przede wszystkim na stworzenie technicznych i naukowych podstaw dla opracowania struktur nowych, wyspecjalizowanych detektorów promieniowania w ramach przyszłych projektów i zamówień od klientów.

W 2013 r. prowadzono z bardzo dobrymi rezultatami prace odtworzeniowe związane z modernizacją linii w Piasecznie, uzyskując niskie prądy wsteczne detektorów całkowicie zubożonych oraz znacząco niższy poziom defektów na poziomie fotolitografii, trawień oraz metalizacji. Wykonano prace optymalizacyjne dotyczące przeciwodblaskowych warstw tlenkowych. Kontynuowano współpracę z CERN w ramach Central European Consortium zaangażowanym w eksperyment Compact Muon Solenoid (CMS). We współpracy z Instytutem Fizyki Wysokich

Energii w Wiedniu (HEPHY) wykonano partię całkowicie zubożonych paskowych detektorów promieniowania jonizującego o zmodyfikowanej warstwie izolatora odczytowego w postaci kanapki warstw SiO_2/Si_3N_4. Uzyskana gęstość prądu ciemnego od 1 nA/cm^2 do 2 nA/cm^2, przy braku widocznych defektów elektrycznych, świadczy o bardzo wysokiej jakości zbliżonej do detektorów firmy Hamamatsu, niekwestionowanego światowego lidera w tej branży.

3. SPUB – specjalne urządzenie badawcze

W 2013 r. znacząca część kosztów funkcjonowania, bieżących napraw oraz drobnych prac modernizacyjnych infrastruktury technologicznej Laboratorium Mikrosystemów i Nanotechnologii Elektronicznych została sfinansowana z dotacji na utrzymanie specjalnego urządzenia badawczego (SPUB). Dzięki temu wiele krajowych jednostek badawczych, zainteresowanych prowadzeniem innowacyjnych prac badawczo-rozwojowych ukierunkowanych na wdrożenia przemysłowe w obszarze nanoelektroniki, mikro-, nano- i biosystemów, w dalszym ciągu miało dostęp do zaawansowanej technologii.

4. Krajowe projekty badawcze

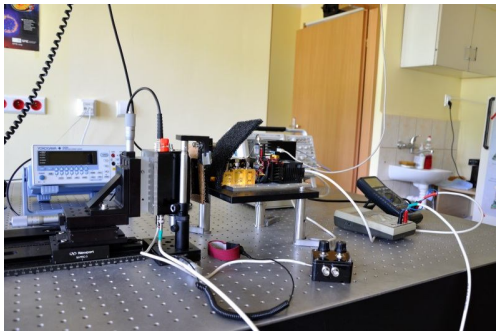
AKTUMETR Mikroprzyrządy pomiarowe zintegrowane z aktuatorami dla zastosowań nanometrologicznych i nanodiagnostycznych
Kierownik projektu: dr inż. Magdalena Ekwińska

Kontynuowano prace nad strukturami mikropopychaczy oraz mikrostolików sterowanych elektrostatycznie. Opracowano technologię wytwarzania obu typów struktur na płytkach typu SOI. Stworzono przewodniki technologiczne i rozpoczęto wytwarzanie struktur typu MEMS. Kontynuowano pomiary elektryczne struktur wytworzonych w latach ubiegłych na płytkach typu bulk.

THzOnLine Wielopikselowy detektor promieniowania THz zrealizowany z wykorzystaniem selektywnych tranzystorów MOS i jego zastosowanie w biologii, medycynie i systemach bezpieczeństwa
Kierownik projektu: dr hab. inż. Jacek Marczewski, prof. nadzw. w ITE

Projekt jest realizowany przez konsorcjum ITE (lider), UW, PW, WIM oraz WAT. Celem jest opracowanie, wykonanie i przetestowanie selektywnego wielopikselowego detektora promieniowania dla pasma THz, nadającego się do zastosowań spektroskopowych. Zostaną wykonane spektralne próbek istotnych dla celów biologicznych, medycznych i obszaru bezpieczeństwa. Pojedynczym pikselem jest tranzystor n-MOS zintegrowany z selektywną anteną na pasmo THz i połączony z niskoszumnym wzmacniaczem. W 2013 r. pracowano głównie nad

układem odczytowym (Zakład Projektowania Układów Scalonych i Systemów). W Zakładzie Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych prowadzono prace technologiczno-konstrukcyjne nad nową wersją detektora o mniejszych pojemnościach pasożytniczych. Na rys. 4 pokazano stanowisko do pomiarów detektorów na pasmo THz zbudowane dla celów projektu w WAT, składające się ze źródła promieniowania, układu optycznego skupiającego wiązkę, detektora z układem odczytowym oraz szerokopasmowego detektora wzorcującego.



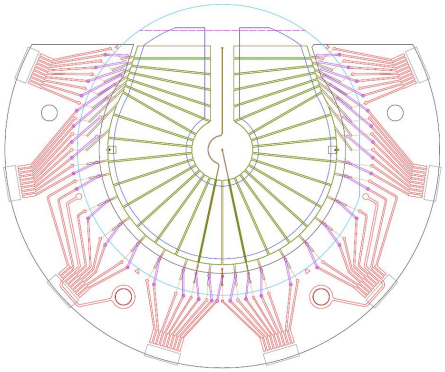
Rys. 4. Stanowisko do pomiarów detektorów w paśmie THz

InTechFun Innowacyjne technologie wielofunkcyjnych materiałów i struktur dla nanoelektroniki, fotoniki, spintroniki i technik sensorowych
Kierownik projektu: dr inż. Eliana Kamińska, prof. nadzw. ITE

Opracowano techniki montażu struktur. Znacząca ich część obejmowała dzielenie płytek na pojedyncze struktury, montaż struktur i wykonanie doprowadzeń elektrycznych. Struktury zostały wykonane na warstwach epitaksjalnych, np. GaN na podłożach szafirowych. Obróbka mechaniczna (dzielenie płytki na struktury) niezwykle twardego materiał, jakim jest szafir, wymagała opracowania specjalnej techniki cięcia płytek oraz montażu struktur.

SIDET Opracowanie nowych krzemowych detektorów cząstek alfa dla dozymetrii i badań transaktynowców
Kierownik projektu w ITE: mgr inż. Maciej Węgrzecki

Kontynuowano prace nad modelem zintegrowanej, monolitycznej, krzemowej, 32-elementowej matrycy chromatograficznej do badań nad otrzymywaniem pojedynczych atomów transaktynowców oraz badań właściwości fizycznych i chemicznych tych pierwiastków. We współpracy z Zakładem Mikroelektroniki opracowano konstrukcję struktury detektorowej, konstrukcję i technologię podłoża ceramicznego AlN oraz wykonano podłoża ceramiczne. Przeprowadzono wstępne próby technologii bondingu płytek. W związku z awarią stanowiska do trawienia plazmowego podjęto próby jego zastąpienia obróbką laserową w Instytucie



Rys. 5. Projekt konstrukcji matrycy detektorów cząstek alfa dla dozymetrii i badań transaktynowców

Technologii Materiałów Elektronicznych. Na rys. 5 pokazano projekt matrycy. Wspólnie z ITME kontynuowano prace nad innymi zadaniami w ramach projektu.

MIME Nowoczesne materiały i innowacyjne metody dla przetwarzania i monitorowania energii

Kierownik projektu: dr inż. Wojciech Słysz

W kolejnym roku realizacji projektu przeprowadzono optymalizację technologii warstw NbN i NbTiN osadzanych na podłożach szafirowych o orientacji krystalograficznej (0001). Dobrano optymalne warunki procesu wygrzewania, ustalono optymalny skład warstw NbTiN.

W warstwach uznanych za docelowe:

- zbadano właściwości elektryczne w zakresie temperatury $T = 4 \div 300$ K (charakterystyki zawierają ostre przejście w stan nadprzewodnictwa, uzyskano wartości $T_{kr} = 11{,}5 \div 13{,}5$ K);
- zbadano właściwości strukturalne przy zastosowaniu dyfrakcji rentgenowskiej oraz wykonano badania struktury atomowej metodą absorpcji rentgenowskiej (XAS) dla warstw o nanometrowej grubości (badania potwierdziły wysoką jakość krystalograficzną wytworzonych warstw);
- przeprowadzono obserwacje mikroskopowe z użyciem TEM i AFM.

Pomiary gęstości prądu krytycznego struktur paskowych, wykonanych z wykorzystaniem warstw o docelowych parametrach, dały następujące wyniki (dla temperatury 4,5 K):

- warstwy NbN grubości 3,5 nm, $J_{kr} = 2 \div 3$ MA/cm^2,
- warstwy NbTiN grubości 3,5 nm, $J_{kr} = 6 \div 12$ MA/cm^2.

Opracowano konstrukcję struktury nadprzewodzącej sprzężonej ze światłowodem. Podstawą tej konstrukcji jest dopasowany do struktury detektora nadprzewodzącego pierścień sprzęgający wykonany techniką fotolitografii z użyciem żywicy SU-8. Takie rozwiązanie umożliwia właściwe połączenie końcówki światłowodu z powierzchnią światłoczułą detektora o rozmiarach 10 μm × 10 μm. Wykonano struktury detektorów nadprzewodzących przeznaczonych do zastosowania w konstruowanym demonstratorze i detektor nadprzewodnikowy słabych sygnałów.

Modyfikacja konstrukcji i technologii sensorów neutronów HZ1/Cd i HZ1/Pb w celu zwiększenia stabilności czasowej ich parametrów

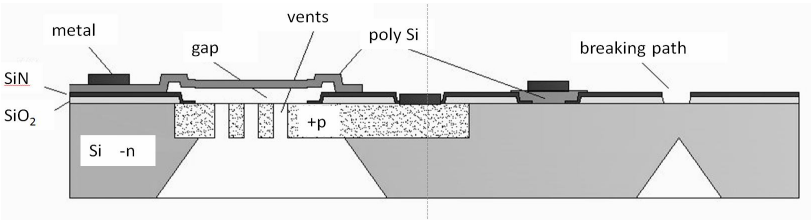
Kierownik projektu: mgr inż. Maciej Węgrzecki

We współpracy z Zakładami ITE (Zakład Fotoniki, Zakład Mikro- i Nanotechnologii Półprzewodników Szerokoprzerwowych, Zakład Badań Materiałów i Struktur Półprzewodnikowych oraz we współpracy z ITME wykonano badania fizyczne struktur epiplanarnych. Zorganizowano seminarium naukowe z udziałem badaczy z ITE i ITME. We współpracy z Zakładem Mikroelektroniki opracowano modyfikację obudowy i technologii montażu sensorów oraz przeprowadzono próby montażu.

5. Działalność w ramach 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej i innych programów międzynarodowych

SMAC SMArt Systems Co-Design
Projektowanie współbieżne systemów SMART
Kierownik projektu: dr inż. Grzegorz Janczyk

Kontynuowano prace nad mikrofonem dedykowanym dla zastosowań przemysłowych (rys. 6). Model mikrofonu, opracowany w 2012 r. z użyciem programu komputerowego MEMS+, został wykorzystany do przeprowadzenia wstępnych symulacji elektrycznych, a po pomyślnej weryfikacji przekazany do dalszych analiz w środowisku Cadence. Dokończono serię prób technologicznych związanych z opracowywaniem technologii i rozpoczęto prace nad wytworzeniem struktury mikrofonu.



Rys. 6. Przekrój poprzeczny budowy mikrofonu

e-BRAINS Best-Reliable Ambient Intelligent Nano Sensor Systems
Inteligentne systemy nanoczujnikowe zoptymalizowane pod kątem niezawodności
Kierownik projektu: dr inż. Tomasz Bieniek

Pracowano nad strukturami testowymi typu MEMS zawierającymi belki krzemowe, które są dedykowane do przyspieszonych badań niezawodności w połączeniach metalicznych w układach zintegrowanych trójwymiarowo (metodologia ATMA). Opracowano, zaprojektowano i wytworzono trzecią serię struktur MEMS z podwójnymi liniami metalizacji. Struktury tych przyrządów są obecnie wykorzystywane do opracowanego wspólnie z Zakładem Projektowania Układów Scalonych i Systemów systemu pomiarowego zawierającego dedykowany układ scalony ASIC, który prototypowano uprzednio w ramach projektu e-BRAINS. Przy współpracy z Politechniką Wrocławską badano niezawodność oraz wytrzymałość nanostruktur (nanodruty, nanorurki węglowe, nanopręty) z wykorzystaniem technik bazujących na mikroskopii sił atomowych. Prowadzono wielodomenowe modelowania i symulacje nanostruktur.

PARSIMO Partitioning and Modeling of System in Package (SiP)
Partycjonowanie i modelowanie układów typu System In Package
Kierownik projektu: dr inż. Grzegorz Janczyk

Prowadzono prace nad inteligentnym systemem czujnikowym SIESTA (System of Intelligent Sensors for Experimental Avionic Applications) dedykowanym do

zastosowań w przemyśle lotniczym. Opracowano i wykonano prototyp takiego systemu. W Zakładzie Projektowania Układów Scalonych i Systemów opracowano system komunikacji, zbierania i wizualizacji danych. Prototypowany system został temperaturowo wykalibrowany i jest przygotowywany do przeprowadzenia kalibracji czujników ciśnienia oraz pomiarów w tunelu aerodynamicznym w Instytucie Lotnictwa. Opracowano, zaprojektowano oraz wytworzono dedykowane struktury testowe do badań przesłuchów (cross-talk) w połączeniach metalicznych układów SiP.

NANOHEAT Multidomain Platform for Integrated More-than-Moore/ /Beyond CMOS Systems Characterisation & Diagnostics
Wielodomenowa platforma do charakteryzacji i diagnostyki zintegrowanych systemów More-than-Moore i Beyond CMOS
Kierownik projektu: dr inż. Paweł Janus

NANOHEAT jest dużym projektem międzynarodowym koordynowanym przez ITE. Jego celem jest opracowanie zintegrowanego narzędzia, które pozwoli na wielowymiarową, wielodomenową obserwację zjawisk elektrycznych i termicznych w nanoskali. Platforma NANOHEAT będzie wyposażona w zespół niezależnie kontrolowanych nanosond z ostrzami pomiarowymi, dedykowanymi do właściwego typu prowadzonych badań (elektrotermicznych, mechanicznych lub topograficznych), które będą opracowane i wykonane przez zespół z ITE. Niezależne sterowanie nanosondami będzie się odbywać z wykorzystaniem specjalnie skonstruowanych nanomanipulatorów zapewniających duże pole obserwacji (obejmujące nawet powierzchnię płytki o średnicy 12 cali). Zadaniem Zakładu jest koordynacja prac konsorcjum oraz opracowanie konstrukcji i technologii piezorezystywnych krzemowych nanosond termicznych. W pierwszym roku trwania projektu opracowano i wykonano struktury testowe do weryfikacji poprawności technologii. Struktury zostaną zintegrowane w celu wytworzenia docelowej wersji nanosondy termicznej. Opracowanie technologii obejmuje procesy wytwarzania nanoostrza termicznego, sprężystej mikrobelki oraz piezorezystywnego detektora ugięcia sondy. Wytworzone struktury zostały dostarczone do partnerów w celu wykonania pomiarów i weryfikacji konstrukcji. Opracowano i wykonano pierwsze struktury mikrogrzejników, które pozwolą na prowadzenie kalibracji nanosond termicznych.

Lab4MEMS LAB FAB for Smart Sensors and Actuators MEMS
Linia pilotażowa wytwarzania inteligentnych czujników i elementów wykonawczych (aktuatorów) MEMS
Kierownik projektu w ITE: dr hab. inż. Jan M. Łysko, prof. nadzw. w ITE

Projekt jest realizowany w ramach programów badawczych ENIAC Joint Undertaking (JU), w konsorcjum złożonym z 20 europejskich instytucji naukowo-badawczych koordynowanym przez STI (Włochy). ITE kieruje jednym z zadań i jest współwykonawcą w kilku innych. Uczestniczy w opracowaniu nowatorskich konstrukcji mikroprzyrządów piezoelektrycznych, a także mikroprzyrządu dzia-

łającego w oparciu o efekt anizotropii magnetorezystancji (AMR). Zespół otrzymał pierwsze próbki do badań (ocena ich jakości i wstępne zmierzenie wybranych parametrów). Opracowano metodę i narzędzie do niskotemperaturowej redukcji średnic krzemowych płytek podłożowych z 200 mm (płytek stosowanych przez większość partnerów w konsorcjum) do średnicy 150/100 mm (czyli średnic akceptowanych na linii technologicznej ITE). Wykonano badania mikroskopowe i elipsometryczne warstw oraz struktury kondensatorowe do badań charakterystyk C-V i I-V warstw PZT. W Zakładzie Charakteryzacji Struktur Nanoelektronicznych wykonano wstępne pomiary tych charakterystyk.

Zainicjowano prace projektowe w celu opracowania masek, cyklu technologicznego, operacji montażowych i wykonania struktur próbnych do badań właściwości materiałowych warstw PZT oraz warstw AMR. Rozpoczęto prace nad modelami i symulacjami komputerowymi parametrów elektromechanicznych mikrobelek z warstwą PZT. Zbudowano dwa stanowiska pomiarowe: jedno złożone z układu cewek Helmholtza i goniometru, przeznaczone do badania zjawiska anizotropii magnetorezystancji w nanowarstwach FeNi, oraz drugie do pomiarów charakterystyk siła-odkształcenie-ładunek elektryczny z użyciem krzemowych mikrobelek zawierających warstwy PZT między metalowymi elektrodami.

VESTIC Vertical Slit Transistor Based Integrated Circuits
Nowy sposób wytwarzania układów scalonych
Kierownik projektu w ITE: dr inż. Piotr Grabiec, prof. nadzw. w ITE

Celem projektu jest opracowanie metody wytwarzania układów scalonych na krzemowych podłożach SOI w procesie VESTIC (Vertical Slit Transistor Based Integrated Circuits). Cechami tej technologii są: regularna budowa układu z trójwymiarowych elementów czynnych, nowy typ tranzystora VeSFET umożliwiający znaczne zmniejszenie mocy pobieranej przez układy, uproszczenie kształtów na maskach fotolitograficznych ułatwiające wykonywanie elementów o wymiarach nanometrowych. Zadaniem Zakładu jest opracowanie elementów technologii koniecznej do wytwarzania układów, zaprojektowanie i integracja pełnej sekwencji procesu technologicznego wytwarzania struktur VESTIC, wytworzenie struktur i układów testowych oraz opracowanie przy współudziale partnera koordynującego projekt – Instytutu Mikroelektroniki i Optoelektroniki Politechniki Warszawskiej – programu pomiarów i charakteryzacji układów testowych.

W pierwszym roku realizacji projektu w zaprojektowano i wykonano pierwsze struktury testowe n-kanałowych i p-kanałowych tranzystorów VESTIC. Głównym zadaniem na tym etapie prac było przeprowadzenie prób technologicznych oraz wytworzenie przy zastosowaniu fotolitografii projekcyjnej i trawienia plazmowego warstw krzemu i dwutlenku krzemu struktur tranzystorów z przesmykiem krzemowym szerokości ok. 250 nm. Przeprowadzono charakteryzację elektryczną wykonanych tranzystorów i struktur próbnych.

6. Projekt MINTE
Mikrosystemy i NanoTechnologie Elektroniczne dla Innowacyjnej Gospodarki

Kierownik projektu w ITE: dr inż. Piotr Grabiec, prof. nadzw. w ITE

Realizacja projektu MINTE POIG.02.01.00-14-081/09 została zakończona 31 października 2013 r. Obok istniejącego budynku Oddziału ITE w Piasecznie o powierzchni 1350 m^2 powstał nowy budynek o powierzchni użytkowej ok. 1200 m^2. Oba budynki stanowią integralną całość dzięki połączeniu ich korytarzem łącznikowym zapewniającym sprawną komunikację. W nowym budynku stworzono przestrzeń dla realizacji prac koncepcyjnych, projektowych, specjalistycznych pomiarów elektronicznych oraz mikro- i nanomechanicznych, a także zadań mikromontażowych.

Infrastruktura Oddziału została wzbogacona o nowe przyłącze energetyczne, przyłącze gazowe, a także nowy wydajny agregat dla systemu klimatyzacji. Gruntownej modernizacji i rozbudowie poddano system klimatyzacji, instalację wytwarzania wody dejonizowanej, pętle wody chłodniczej oraz instalacje gazów procesowych. Dzięki temu Laboratorium Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych może prowadzić projekty badawcze i świadczyć usługi dla innych jednostek badawczych, a także dla przedsiębiorstw zainteresowanych rozwojem innowacyjnych technologii z obszaru mikro- i nanotechnologii elektronicznych.

W okresie poprzedzającym realizację projektu MINTE laboratoria Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych oraz Mikromontażu Mikrosystemów i Detektorów, wchodzące w skład Zakładu Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych w Piasecznie, były wyposażone w zestaw urządzeń, których wiek sięgał 30 lat. Zakup 26 nowoczesnych urządzeń, a także znacznej ilości dodatkowego wyposażenia w istotny sposób wpłynął na podwyższenie potencjału technologicznego Laboratorium. W rezultacie możliwa jest kontynuacja prowadzonych dotychczas prac badawczych w dziedzinie technologii specjalizowanych układów scalonych CMOS ASIC, fotodetektorów i detektorów promieniowania jonizującego, czujników i aktuatorów mikromechanicznych, sensorów chemicznych i biologicznych, mikroreaktorów dla potrzeb analityki chemicznej i bio-medycznej, a także zintegrowanych systemów mikro-(opto)-elektromechanicznych (MEMS i MOEMS).

Rys. 7. Nagroda Kryształowej Brukselki dla dr. Piotra Grabca

7. Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda Kryształowej Brukselki dla dr. Piotra Grabca w kategorii indywidualnej w 7. PR UE, listopad 2013 (rys. 7).

- T. Bieniek, G. Janczyk, P. Grabiec, P. Janus, M. Ekwińska, D. Szmigiel, R. Dobrowolski, M. Nieprzecki, K. Domański, J. Wąsowski, D. Obrębski, A. Jarosz, E. Kurjata-Pfitzner – Nagroda im. Wacława Białkowskiego za najlepszy projekt e-BRAINS przyznana podczas konferencji ITMED 2013 – 7th Forum on Innovative Technologies for Medicine, Białystok, 5–7.12.2013.
- D. Obrębski, A. Szymański, D. Tomaszewski, M. Grodner, J. Marczewski – Nagroda "Outstanding Paper Award" uzyskana na konferencji Mixdes 2013, Gdynia 20–22.06.2013 za artykuł "Development of Ionizing Radiation Detectors Integrated with Readout Electronics".

8. Usługi naukowo-badawcze i produkcja małoseryjna

Całkowita sprzedaż produkcji i różnorodnych usług prowadzonych w Zakładzie w 2013 r. wyniosła ok. 840 tys. zł, w tym wartość sprzedaży produkcji małoseryjnej ok. 80 tys. zł. Sprzedaż dotyczyła głównie układów scalonych ASIC – MCY74645 oraz produkcji różnego typu detektorów specjalizowanych. Podobną sumę przyniosło projektowanie i wykonywanie masek fotolitograficznych.

W porównaniu z ubiegłymi latami zwiększyła się liczba świadczonych usług o charakterze naukowym (ok. 500 tys. zł), takich jak opracowanie prototypów matryc fotodiodowych wykrywających promieniowanie beta oraz współpracujących ze scyntylatorami przy pomiarach promieniowania X. Projektowano i wykonywano inne detektory specjalizowane. Wśród klientów usług naukowych należy wymienić STMicroelectronics (Francja) i GSI Helholtzentrum für Schwerionenforschung (Niemcy). Prowadzono badania nad pozyskiwaniem energii wolno dostępnej. Nową kategorią były jednostkowe usługi produkcyjne, takie jak cięcie podłoży, bonding, trawienie obudów układów scalonych itd. (wartość ok. 190 tys. zł).

Publikacje'2013

[P1] BIENIEK T., JANCZYK G., DOBROWOLSKI R., SZMIGIEL D., EKWIŃSKA M., GRABIEC P., JANUS P., ZAJĄC J.: Dedicated MEMS-Based Test Structure for 3D SiP Interconnects Reliability Investigation. Proc. of the 2013 IEEE Int. 3D Systems Integration Conf. San Francisco, USA, 2–4.10.2013, s. 1–6.

[P2] BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., EKWIŃSKA M., SZMIGIEL D., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., DUMANIA P.: Efficient Scenarios, Methodology and Tools for MEMS/NEMS Product Development. Proc. of the 10th Int. Conf. on Multi-Material Micro Manufacture. San Sebastian, Hiszpania, 8–10.10.2013, s. 284–287.

[P3] BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., GRABIEC P., NIEPRZECKI M., WIELGOSZEWSKI G., MOCZAŁA M., GOTSZALK T., BUITRAGO E., BADIA M.F., IONESCU A. M.: Silicon Nanowires Reliability and Robustness Investigation Using AFM-Based Techniques. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 8902L-1-2.

[P4] BIENIEK T., JANCZYK G., MARCHEWKA M., EKWIŃSKA M., WĄSOWSKI J., GRABIEC P.: Novel Methodology of MEMS-IC Co-Simulation in Smart Systems Development Process. Smart System Integration 2014 – Proc. Wiedeń, 26–27.03.2014 (złoż. do red.).

[P5] BORYSIEWICZ M., WOJCIECHOWSKI T., DYNOWSKA E., WIELGUS M., BAR J., WOJTOWICZ T., KAMIŃSKA E., PIOTROWSKA A.: Nanocoral ZnO Films Fabricated on Flexible Poly(vinyl Chloride) Using a Carrier Substrate. *Thin Solid Films* (złoż. do red.).

[P6] EKWIŃSKA M., KUNICKI P., PIASECKI T., JANUS P., DOMAŃSKI K., BIENIEK T., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Manufacturing, Measurement and Control of MEMS/NEMS Electrostatically Driven Structures. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 89021X-1-6.

[P7] GAJEWSKI K., GOTSZALK T., SIERAKOWSKI A., JANUS P., GRABIEC P.: Microfabricated Support Structures for Investigations of Mechanical and Electrical Graphene Properties. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 8920G-1-6.

[P8] GOŁASZEWSKA-MALEC K., KRUSZKA R., MYŚLIWIEC M., EKIELSKI M., JUNG W., PIOTROWSKI T., JUCHNIEWICZ M., BAR J., WZOREK M., KAMIŃSKA E., PIOTROWSKA A., SARZAŁA R. P., DEMS M., WOJTAS J., MĘDRZYCKI R., PRYSTAWKO P.: Diody elektroluminescencyjne na bazie GaN z powierzchniowymi kryształami fotonicznymi. *Elektronika* 2013 vol. LIV nr 9 s. 46–49.

[P9] GOŁASZEWSKA-MALEC K., KRUSZKA R., MYŚLIWIEC M., EKIELSKI M., JUNG W., PIOTROWSKI T., JUCHNIEWICZ M., BAR J., WZOREK M., KAMIŃSKA E., PIOTROWSKA A., SARZAŁA R. P., DEMS M., WOJTAS J., MĘDRZYCKI R., PRYSTAWKO P.: Diody elektroluminescencyjne na bazie GaN z powierzchniowymi kryształami fotonicznymi. Mat. konf. XII Kraj. Konf. Elektroniki. Darłówko Wschodnie, 10–13.06.2013, s. 662–668.

[P10] GŁUSZKO G., TOMASZEWSKI D., MALESIŃSKA J., KUCHARSKI K.: A Simple Method for Extraction of Threshold Voltage of FD SOI MOSFETs. Proc. of the 20th Int. Conf. Mixed Design of Integrated Circuits and Systems. Gdynia, 20–22.06.2013, s. 101–105.

[P11] GRZEŚKIEWICZ B., SIERAKOWSKI A., MARCZEWSKI J., PAŁKA N., WOLARZ E.: Planar Metamaterial Selectively Absorbing Terahertz Radiation. *Opto-Electron. Rev.* (złoż. do red.).

[P12] GUZIEWICZ M., ŁASZCZ A., DOMAGAŁA J., GOŁASZEWSKA-MALEC K., RATAJCZAK J., KRUSZKA R., JUCHNIEWICZ M., CZERWIŃSKI A., SŁYSZ W.: Structural Analysis of Epitaxial NbTiN Films. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 89022S-1-6.

[P13] GUZIEWICZ M., ŁASZCZ A., DOMAGAŁA J., GOŁASZEWSKA-MALEC K., RATAJCZAK J., CZERWIŃSKI A., SŁYSZ W.: Analiza struktury epitaksjalnych warstw NbTiN. Mat. konf. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013, s. 411–412.

[P14] JANCZYK G., BIENIEK T., DUMANIA P., WYMYSŁOWSKI A.: Development of Multiscale, Multicriteria Optimization of SiP Design Methods. Proc. of the 10th Int. Conf. on Multi-Material Micro Manufacture. San Sebastian, Hiszpania, 8–10.10.2013, s. 276–279.

[P15] JANCZYK G., BIENIEK T., WĄSOWSKI J., GRABIEC P.: Investigation on Reliability of Interconnects in 3D Heterogeneous System by Ageing Beam Resonance Method. *Microelectron. J.* (złoż. do red.).

[P16] JANCZYK G., BIENIEK T., WĄSOWSKI J., GRABIEC P.: Investigation on Reliability of Interconnects in 3D Heterogeneous System by Ageing Beam Resonance Method. TechConnect World 2013 Proc.: Nanotech, Microtech, Biotech, Cleantech. Waszyngton, USA, 12–16.06.2013, s. 216–217.

[P17] JUKNA A., STEPONAVICIENE L., PLAUSINAITIENE V., ABRUTIS A., MANEIKIS A., SLIUZIENE K., LISAUSKAS V., SOBOLEWSKI R.: Coherent Magnetic Vortex Motion in Optically-Formed Channels for Easy Flow in $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ Superconducting Thin Films. *Appl. Phys. B* 2013 s. 327–332.

[P18] KHUYAGBAATAR J., YAKUSHEV A., DULLMANN CH. E., NITSCHE H., ROBERTO J., ACKERMANN D., ANDERSSON L., ASAI M., BRAND H., BLOCK M., COX D. M., DASGUPTA M., DERKX X., DI NITTO A., DVORAK J., EBERHARDT K., ELLISON P., ESKER N. E., EVEN J., EVERS M., FAHLANDER C., FORSBERG U., GATES J.M., GHARYBIAN A. N., GREGORICH K. E., GOLUBEV P., GOTHE O., HAMILTON J., HINDE D., HARTMANN W., HERZBERG R. D., HESSBERGER F. P., HOFFMANN J., HOLLINGER R., HUBNER A., JAGER E., JEPPSSON J., KINDLER B., KLEIN K., KOJOUHAROV I., KRATZ J. V., KRIER J., KURZ N., LAHIRI S., LOMMEL B., MAITI M., MIERNIK K., MINAMI S., MISTRY A., MOKRY C., OMTVEDT J. P., PANG G. K., PAPADAKIS P, PYSMENETSKA I., RENISCH D., RUDOLPH D., RUNKE J., RYKACZEWSKI K., SARMIENTO L. G., SCHADEL M., SCHAUSTEN B., SHAUGHNESSY D.A., SEMCHENKOV A., STEINER J., STEINEGGER P., THORLE-POSPIECH P., TERESHATOV E. E., TORRES DE HEIDENREICH T., TRAUTMANN N., TURLER A., UUSITALO J., WARD D., WIEHL N., WĘGRZECKI M., YAKUSHEVA V.: The Superheavy Element Search Campaigns at TASCA. *GSI Sci. Rep. 2012*, 2013, s. 131.

[P19] KLATA P., GUZIEWICZ M., RZODKIEWICZ W., KRUSZKA R., DOMAGAŁA J., JUCHNIEWICZ M., SŁYSZ W.: Charakteryzacja ultracienkich warstw NbN i Nb(Ti)N. Mat. konf. XII Kraj. Konf. Elektroniki. Darłówko Wschodnie, 10–13.06.2013, s. 407–408.

[P20] KŁOS H., SYNKIEWICZ B., BAR J.: Development of the Technology Related to the Selective Covering of Detectors Surface with Dielectric Light-Proof Layer. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 89021L-1-5.

[P21] KOCIUBIŃSKI A., BIENIEK T., JANCZYK G.: Design, Modeling and Simulation of MEMS Devices on Si, SiC and Diamond for Harsh Environment Applications. *Acta Phys. Pol. A* (złoż. do red.).

[P22] MARCZEWSKI J., KUCHARSKI K., TOMASZEWSKI D., GRABIEC P., ŁUSAKOWSKI J., KARPIERZ K., BIAŁEK M., KOPYT P., GWAREK W., ZAGRAJEK P., KNAP W.: Si Metal-Oxide-Semiconductor Field--Effect Transistor for THz Detection. Mat. konf. The Int. Joint Sinano/Nanofunction/New Member States-Eastern Europe/ENI2 Workshop on Advanced Process and Device Integration a. Innovative Nanofunctions in Nanoelectronics. Kijów, Ukraina, 8–11.04.2013, www.sinano.eu, s. 1–3.

[P23] MOCZAŁA M., KOPIEC D., SIERAKOWSKI A., DOBROWOLSKI R., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Investigations of Mechanical Properties of Microfabricated Resonators Using Atomic Force Microscopy Related Techniques. *Microelectron. Eng.* (złoż. do red.).

[P24] MOCZAŁA M., SIERAKOWSKI A., DOBROWOLSKI R., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Fabrication and Measurement of Micromechanical Bridge Structures for Mass Change Detection. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 89021W-1-6.

[P25] NIERADKA K., JÓŹWIAK G., KOPIEC D., GRABIEC P., JANUS P., SIERAKOWSKI A., GOTSZALK T.: A Method for Linearization of Split Photodiode Position Detectors Response. *Procedia Eng.* 2013 vol. 25 s. 358–361.

[P26] OBRĘBSKI D., SZYMAŃSKI A., TOMASZEWSKI D., GRODNER M., MARCZEWSKI J., PIECZYŃSKI J.: Development of Ionizing Radiation Detectors Integrated with Readout Electronics. Proc. of the 20th Int. Conf. Mixed Design of Integrated Circuits and Systems. Gdynia, 20–22.06.2013, s. 229–234.

[P27] ORTLOF D., SCHMIDT T., HAHN K., BIENIEK T., JANCZYK G., BRUCK R.: MEMS Product Engineering. Handling the Diversity of an Emerging Technology. Best Practices for Cooperative Development. Springer (złoż. do red.).

[P28] PEPE G., PARLATO L., BONAVOLONTA C., MYOREN H., CRISTIANO R., EJRNAES M., ESMEILI A., SOBOLEWSKI R.: Phase-Slip Phenomena in Proximitized NbN/NiCu Superconducting Nanowires. *Europ. Phys. J. - Appl. Phys.* (złoż. do red.).

[P29] PIOTROWSKI T., WĘGRZECKI M., CZERWIŃSKI A., TESLENKO G. I., MALYUTENKO O. YU., MALYUTENKO V. K.: Recombination Properties of Diode Structures by Study of Thermal Emission

Beyond the Fundamental Absorption Band. Proc. of the Conf. Microtherm 2013. Microtechnol. a. Thermal Problems in Electron. (złoż. do red.).

[P30] RZODKIEWICZ W., KULIK M., PANAS A., KOBZEV A. P.: Nuclear and Optical Analyses of MOS Devices. *Acta Phys. Pol. A* 2013 vol. 123 nr 5 s. 851–853.

[P31] SIERAKOWSKI A., KOPIEC D., EKWIŃSKA M., PIASECKI T., DOBROWOLSKI R., PŁUSKA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Dynamic Method of Calibration and Examination Piezoresistive Cantilevers. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 890220-1-8.

[P32] SIERAKOWSKI A., KOPIEC D., JANUS P., EKWIŃSKA M., PŁUSKA M., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Piezoresistive Cantilever Working in a Shear Force Mode for in situ Characterization of Exposed Micro- and Nanostructures. *Measur. Sci. a. Technol.* (złoż. do red.).

[P33] STOLARSKI M., WĘGRZECKI M., KULAWIK J., SYNKIEWICZ B.: Study the Influence of Construction and Technology on the Time Stability of the Neutron Sensors Developed by ITE. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 89021C-1-5.

[P34] SZMIGIEL D., GRABIEC P.: Impact of the Structural Funds (POIG) Initiative on Microsystem Technology Development in Poland (MINTE and MNS-DIAG Projects). Mat. konf. "Nano a. Advanced Materials Workshop a. Fair NAMF 2013, Satellite Event of MRS Fall Meet." Warszawa 16–19.09.2013 s. 68–69.

[P35] TOMASZEWSKI D., ZABOROWSKI M., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., DOMAŃSKI K., EKWIŃSKA M., JANUS P., BIENIEK T., GŁUSZKO G., JAROSZEWICZ B., GRABIEC P.: SOI-Based Microsensors. [W] *Functional Nanomaterials and Devices*, Springer (złoż. do red.).

[P36] WĘGRZECKA I., PANAS A., BAR J., BUDZYŃSKI T., GRABIEC P., KOZŁOWSKI R., SARNECKI J., SŁYSZ W., SZMIGIEL D., WĘGRZECKI M., ZABOROWSKI M.: Technology of Silicon Charged-Particle Detectors Developed at the Institute of Electron Technology. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 89021I-1-11.

[P37] WĘGRZECKI M., BAR J., BUDZYŃSKI T., CIEŻ M., GRABIEC P., KOZŁOWSKI R., KULAWIK J., PANAS A., SARNECKI J., SŁYSZ W., SZMIGIEL D., WĘGRZECKA I., WIELUNSKI M., WITEK K., YAKUSHEV A., ZABOROWSKI M.: Design and Properties of Silicon Charged-Particle Detectors Developed at the Institute of Electron Technology (ITE). *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE* 2013 t. 8902 s. 89021I-1-1.

[P38] YAKUSHEV A., GATES J. M., GORSHKOV A., GRAEGER R., TURLER A., ACKERMANN D., BLOCK M., BRUCHLE W., DULLMANN CH. E., ESSEL H.-G., HESSBERGER F. P., HUBNER A., JAGER E., KHUYAGBAATAR J., KINDLER B., KRIER J., KURZ N., LOMMEL B., SCHADEL M., SCHAUSTEN B., SCHIMPF E., EBERHARDT K., EIBACH M., EVEN J., HILD D., KRATZ J. V., NIEWISCH L. J., RUNKE J., THORLE-POSPIECH P., WIEHL N., DVORAK J., NITSCHE H., OMTVEDT J. P., SEMCHENKOV A., FORSBERG U., RUDOLPH D., UUSITALO J., ANDERSSON L., HERZBERG R. D., PARR E., QIN Z., WĘGRZECKI M.: Superheavy Element Flerovium is the Heaviest Volatile Metal. *GSI Sc. Rep. 2012*, 2013, s. 132.

[P39] ZABOROWSKI M., TOMASZEWSKI D., GRABIEC P.: Adjustment of Sensitivity of ISFET-Type Micro- and Nanosensors. *Electron Technology Conf. 2013*, w serii: *Proc. of SPIE 2013* t. 8902 s. 89021U-1-7.

[P40] ZIÓŁKOWSKI R., GÓRSKI Ł., PROKARYN P., ZABOROWSKI M., KUTYŁA-OLESIUK A., CIOSEK P., WRÓBLEWSKI W., MALINOWSKA E.: Development of Silicon-Based Electrochemical Tranducers. *Analytic. Meth.* 2013 nr 5 s. 5464–5470.

Prezentacje'2013

[K1] BIENIEK T.: Projektowanie, technologia i aplikacja przyrządów MEMS/MOEMS w Instytucie Technologii Elektronowej w Warszawie. Koło Nauk. Mikroelektroniki i Optoelektroniki Politechniki Warszawskiej na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych. Warszawa, 21.03.2013 (ref. zapr.).

[K2] BIENIEK T.: e-BRAINS Project - European Activities in Heterogeneous Sensor Integration and MEMS Product Engineering - Best Practices. Wykład "Mikrosystemy MEMS". Lublin, 26.11.2013 (ref. zapr.).

[K3] BIENIEK T., JANCZYK G.: WP1 Task 1.4.x. Techn. Meet. eBrains. Monachium, Niemcy, 22–23.01.2013 (kom.).

[K4] BIENIEK T., JANCZYK G.: WP1 Task 1.4.x. Techn. Meet. – eBrains. Clamart, Francja, 24–27.04.2013 (kom.).

[K5] BIENIEK T., JANCZYK G.: WP1 Task 1.4.x. Techn. Meet. – eBrains. Turyn, Włochy, 13–14.08.2013 (kom.).

[K6] BIENIEK T., JANCZYK G., DOBROWOLSKI R., SZMIGIEL D., EKWIŃSKA M., GRABIEC P., JANUS P., ZAJĄC J.: Dedicated MEMS-Based Test Structure for 3D SiP Interconnects Reliability Investigation. IEEE Int. 3D Systems Integration Conf. San Francisco, USA, 2–4.10.2013 (plakat).

[K7] BIENIEK T., JANCZYK G., GRABIEC P.: e-BRAINS Project - European Activities in Heterogeneous Sensor Integration. 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok 5–7.12.2013 (plakat).

[K8] BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., EKWIŃSKA M., SZMIGIEL D., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., DUMANIA P.: Efficient Scenarios, Methodology and Tools for MEMS/NEMS Product Development. 10th Int. Conf. on Multi-Material Micro Manufacture. San Sebastian, Hiszpania, 8–10.10.2013 (ref.).

[K9] BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., GRABIEC P., NIEPRZECKI M., WIELGOSZEWSKI G., MOCZAŁA M., GOTSZALK T., BUITRAGO E., BUIU O., IONESCU A. M.: Silicon Nanowires Reliability and Robustness Investigation Using AFM-Based Techniques. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K10] BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., GRABIEC P., BUITRAGO E., BADIA M. F., IONESCU A. M., WIELGOSZEWSKI G., MOCZAŁA M., GOTSZALK T.: Reliability and Robustness Investigation of 3D Vertically Stacked Silicon Nanowire Structures Using AFM Based Techniques. TechConnect World 2013 Nanotech, Microtech, Biotech, Cleantech. Waszyngton, USA, 12–16.05.2013 (plakat).

[K11] BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., GRABIEC P., NIEPRZECKI M., WIELGOSZEWSKI G., MOCZAŁA M., GOTSZALK T., BUITRAGO E., BADIA M. F., IONESCU A. M., KRAEH CH., POPESCU A.: Reliability and Robustness Investigation of Novel Nanosensor Structures Using AFM-Based Techniques. 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok, 5–7.12.2013 (ref.).

[K12] BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., GRABIEC P., NIEPRZECKI M., WIELGOSZEWSKI G., MOCZAŁA M., GOTSZALK T., BUITRAGO E., BADIA M. F., IONESCU A. M.: Reliability and Robustness Investigation of Novel Nanosensor Structures Using AFM-Based Techniques (e-BRAINS Project). 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok, 5–7.12.2013 (plakat).

[K13] BORYSIEWICZ M., WOJCIECHOWSKI T., DYNOWSKA E., WIELGUS M., BAR J., WOJTOWICZ T., KAMIŃSKA E., PIOTROWSKA A.: Nanoporous ZnO Films Fabricated on a Flexible Substrate Using a Transfer Process. Mat. Res. Soc. Fall Meet. 2013. Boston, USA, 1–6.12.2013 (ref.).

[K14] BORYSIEWICZ M., BARANOWSKA-KORCZYC A., STRUK P., WZOREK M., KOLKOVSKY V., WOJCIECHOWSKI T., WIELGUS M., DYNOWSKA E., GOŁASZEWSKA-MALEC K., KAMIŃSKA E., BAR J.,

PUSTELNY T., FRONC K., ELBAUM D., WOJTOWICZ T., PIOTROWSKA A.: Nanocoral ZnO Growth and Physicochemical Properties. 42nd Int. School & Conf. on the Physics of Semiconductors "Jaszowiec 2013". Wisła, 22–27.06.2013 (ref.).

[K15] DUMANIA P.: Smart Framework for SME's Focused on Modern Industrial Technologies. 37th Int. Microelectronics a. Packaging IMAPS-CPMT Poland Conf. Kraków, 22–25.09.2013 (ref.).

[K16] DUMANIA P.: SMART FRAME. Inteligentne wsparcie dla MŚP ukierunkowanych na nowoczesne technologie przemysłowe. Spotkania ze znanymi naukowcami - praktyczny wymiar nauki. Warszawa, 15–16.10.2013 (ref.).

[K17] DUMANIA P.: SMART FRAME - Empowering Innovative Business in Central Europe. 15th Int. Conf. on Defects Recognition, Imaging a. Physics in Semiconductors. Warszawa, 15–19.09.2013 (ref.).

[K18] DUMANIA P.: SMART FRAME - Empowering Business in Central Europe. 7. Międzynar. Forum Dni Nauki i Technologii Polska – Wschód. Suwałki, 17–19.04.2013 (ref.).

[K19] EKWIŃSKA M., BIENIEK T., JANCZYK G., KOWALSKI P., GRABIEC P., DOBROWOLSKI R.: Design, Modeling and Simulation of Specialized MEMS Microphone for Industrial Application. 8th Int. Conf. "New Electrical and Electronic Technologies and Their Industrial Implementation". Zakopane, 18–21.06.2013 (plakat).

[K20] EKWIŃSKA M., KUNICKI P., PIASECKI T., JANUS P., DOMAŃSKI K., BIENIEK T., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Manufacturing, Measurement and Control of MEMS/NEMS Electrostatically Driven Structures. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K21] EKWIŃSKI G., EKWIŃSKA M., RYMUZA Z.: New Method of Calibration of AFM Cantilevers. Third Scientific Symp. for Nanomeasurement Research NANOMEASURE 2013. Warszawa, 25–26.06.2013 (ref. zapr.).

[K22] GAJEWSKI K., GOTSZALK T., SIERAKOWSKI A., JANUS P., GRABIEC P.: Microfabricated Support Structures for Investigations of Mechanical and Electrical Graphene Properties. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K23] GŁUSZKO G., TOMASZEWSKI D., MALESIŃSKA J., KUCHARSKI K.: A Simple Method for Extraction of Threshold Voltage of FD SOI MOSFET. Int. Conf. Mixed Design of Integrated Circuits and Systems. Gdynia, 20–22.06.2013 (plakat).

[K24] GOŁASZEWSKA-MALEC K., KRUSZKA R., MYŚLIWIEC M., EKIELSKI M., JUNG W., PIOTROWSKI T., JUCHNIEWICZ M., BAR J., WZOREK M., KAMIŃSKA E., PIOTROWSKA A., SARZAŁA R. P., DEMS M., WOJTAS J., MĘDRZYCKI R., PRYSTAWKO P.: Diody elektroluminescencyjne na bazie GaN z powierzchniowymi kryształami fotonicznymi. XII Kraj. Konf. Elektroniki. Darłówko Wschodnie, 10–13.06.2013 (ref.).

[K25] GUZIEWICZ M., ŁASZCZ A., DOMAGAŁA J., GOŁASZEWSKA-MALEC K., CZERWIŃSKI A., SŁYSZ W.: Advantage of NbTiN over NbN in Superconducting Properties of Ultra-Thin Films. AVS 60th Int. Symp. a. Exh. Los Angeles/Long Beach (USA), 27.10.2013 (plakat).

[K26] GUZIEWICZ M., ŁASZCZ A., DOMAGAŁA J., GOŁASZEWSKA-MALEC K., RATAJCZAK J., CZERWIŃSKI A., SŁYSZ W.: Analiza struktury epitaksjalnych warstw NbTiN. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K27] JANCZYK G., BIENIEK T.: WP1 Task 1.3.1, 1.3.3 FhG-IIS-EAS, ITE, IFX, IFAG. Techn. Meet. – eBrains. Monachium, Niemcy, 22–23.01.2013 (kom.)

[K28] JANCZYK G., BIENIEK T.: WP1 Task 1.3.1 & 1.3.3. Techn. Meet. – eBrains. Clamart, Francja, 24–27.04.2013 (kom.).

[K29] JANCZYK G., BIENIEK T.: WP1 Task 1.3.1 & 1.3.3. Techn. Meet. – eBrains. Turyn, Włochy, 13–14.08.2013 (kom.).

[K30] JANCZYK G., BIENIEK T.: WP-2-3-4-5-6 Bullet Point WP by ITE&WRUT (Common Contribution). Techn. Meet. – Parsimo. Noisy le Grand (Francja), 27–28.03.2013 (kom.).

[K31] JANCZYK G., BIENIEK T.: WP2 - Outline of M18-M24 Progress. Parsimo Rev. Meet. M24. Bruksela, Belgia, 24–25.06.2013 (kom.).

[K32] JANCZYK G., BIENIEK T.: Dedicated System Including MEMS-Based and ASIC Test Structures for 3D SiP Interconnects Reliability and Robustness Investigation. 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok, 5–7.12.2013 (ref.).

[K33] JANCZYK G., BIENIEK T.: Work Progress for Period M27-M31 by ITE. Techn. Meet. PARSIMO. Cambridge Shire, Wielka Brytania, 4–7.11.2013 (kom.).

[K34] JANCZYK G., BIENIEK T., DOBROWOLSKI R., SZMIGIEL D., EKWIŃSKA M., GRABIEC P., JANUS P., ZAJĄC J.: Dedicated System Including MEMS-Based and ASIC Test Structures for 3D SiP Interconnects Reliability and Robustness Investigation (e-BRAINS Project). 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok, 5–7.12.2013 (plakat).

[K35] JANCZYK G., BIENIEK T., DUMANIA P., WYMYSŁOWSKI A.: Development of Multiscale, Multicriteria Optimization of SiP Design Methods. 10th Int. Conf. on Multi-Material Micro Manufacture. San Sebastian, Hiszpania, 8–10.10.2013 (ref.).

[K36] JANCZYK G., BIENIEK T., WĄSOWSKI J., GRABIEC P.: Investigation on Reliability of Interconnects in 3D Heterogeneous System by Ageing Beam Resonance Method. TechConnect World 2013 Nanotech, Microtech, Biotech, Cleantech. Waszyngton, USA, 12–16.05.2013 (plakat).

[K37] JANCZYK G., BIENIEK T., WYMYSŁOWSKI A., ŚWIECZYŃSKI R.: PARSIMO Project - European Activities in System in Package Development. 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok, 5–7.12.2013 (plakat).

[K38] JANCZYK G., EKWIŃSKA M., BIENIEK T., JANUS P.: ITE Contribution for WP123467. 12M SMAC Rev. Meet. Katania, Włochy, 15–16.01.2013 (kom.).

[K39] JANCZYK G., EKWIŃSKA M., BIENIEK T.: SMAC Project - SMArt Systems Co-Design. 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok, 5–7.12.2013 (plakat).

[K40] KLATA P., GUZIEWICZ M., RZODKIEWICZ W., KRUSZKA R., DOMAGAŁA J., JUCHNIEWICZ M., SŁYSZ W.: Charakteryzacja ultracienkich warstw NbN i Nb(Ti)N. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K41] KLIMOV A., PUZNIAK P., DZIAWA P., SŁYSZ W., GUZIEWICZ M., JUCHNIEWICZ M., BORYSIEWICZ M., KRUSZKA R., WĘGRZECKI M., ŁASZCZ A., CZERWIŃSKI A., SOBOLEWSKI R.: Superconductor/Ferromagnet NbN/NiCu and NbTiN/NiCu Bilayers for Nanostructured Single Photon Detectors. 8th Solid State Surfaces a. Interfaces. Smolenice, Czechy, 25–28.11.2013 (plakat).

[K42] KŁOS H., SYNKIEWICZ B., BAR J.: Opracowanie technologii selektywnego pokrywania powierzchni detektorów dielektryczną warstwą światłoszczelną. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K43] KOCIUBIŃSKI A., BIENIEK T., JANCZYK G.: Design, Modeling and Simulation of MEMS Devices on Si, SiC and Diamond for Harsh Environment Applications. 8th Int. Conf. "New Electrical and Electronic Technologies and Their Industrial Implementation". Zakopane, 18–21.06.2013 (plakat).

[K44] KOPIEC D., NIERADKA K., RUDEK M., GAJEWSKI K., JÓŹWIAK G., SIERAKOWSKI A., GRABIEC P., RANGELOW I. W., GOTSZALK T.: Pomiar szumów piezorezystywnych przetworników mikromechanicznych. XII Kraj. Konf. Elektroniki. Darłówko Wschodnie, 10–13.06.2013 (plakat).

[K45] KOPIEC D., NIERADKA K., RUDEK M., WIELGOSZEWSKI G., SIERAKOWSKI A., GOTSZALK T.: Single-Pass Multi-Resonance Kelvin Probe Force Microscopy in Ambient Air. Int. Scanning Probe Microscopy. Dijon, Francja, 30.06–3.07.2013 (plakat).

[K46] ŁASZCZ A., GUZIEWICZ M., SŁYSZ W., CZERWIŃSKI A., RATAJCZAK J., KĄTCKI J.: HRTEM Studies of Ultrathin NbN and NbTiN Films for Superconducting Photodetectors. Microscopy Conf. Regensburg, Niemcy, 25–30.09.2013 (plakat).

[K47] ŁYSKO J., GRABIEC P., JANUS P., ZAJĄC J., GOTSZALK T., BARANIECKI T.: LAB FAB for Smart Sensors and Actuators MEMS. Characterization, Inspection and Metrology. 7th Int. Forum on Innovative Technologies for Medicine. Białystok, 5–7.12.2013 (plakat).

[K48] ŁYSKO J., GRABIEC P., JANUS P., ZAJĄC J., STOERRING M., ZAFALON R.: Characterization, Inspection and Metrology of the PZT Layers for Energy Harvesting Applications in L4M Project. PiezoNEMS 2013 Workshop. Grenoble, Francja, 14.11.2013 (plakat).

[K49] MARCZEWSKI J., KUCHARSKI K., TOMASZEWSKI D., GRABIEC P., ŁUSAKOWSKI J., KARPIERZ K., BIAŁEK M., KOPYT P., GWAREK W., ZAGRAJEK P., KNAP W.: Si MOS Transistors for THz Detection. The Int. Joint Sinano/Nanofunction/New Member States-Eastern Europe/ENI2 Workshop on Advanced Process and Device Integration a. Innovative Nanofunctions in Nanoelectronics. Kijów, Ukraina, 8–11.04.2013 (ref. zapr.).

[K50] MOCZAŁA M., PALCZYŃSKA A., SIERAKOWSKI A., DOBROWOLSKI R., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Mechanical Characterization of MEMS and NEMS Devices Using Atomic Force Microscopy. 39th Int. Conf. on Micro and Nano Eng. Londyn, Wielka Brytania, 16–19.09.2013 (plakat).

[K51] MOCZAŁA M., SIERAKOWSKI A., DOBROWOLSKI R., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Fabrication and Measurement of Micromechanical Bridge Structures for Mass Change Detection. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K52] MOCZAŁA M., SIERAKOWSKI A., DOBROWOLSKI R., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Measurements of Mechanical Properties of NEMS Double Clamped Bridges Using Atomic Force Microscopy. 4th Int. Conf. on Quantum Metrology. Poznań, 15–17.05.2013 (plakat).

[K53] MROCZYŃSKI R., SIERAKOWSKI A., MOSSAKOWSKA-WYSZYŃSKA A., TYSZKA-ZAWADZKA A., PIRAMIDOWICZ R., MALINOWSKI M., SZCZEPAŃSKI P., BECK R. B.: Nowa testowa struktura laserowa SOI z krzemowym falowodem grzbietowym i wbudowaną diodą P^+-i-N^+ pompowana optycznie. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K54] NIERADKA K., JÓŹWIAK G., KOPIEC D., GRABIEC P., JANUS P., SIERAKOWSKI A., GOTSZALK T.: A Method for Linearization of Split Photodiode Position Detectors Response. Eurosensors XXV. Ateny, Grecja, 4–7.09.2013 (plakat).

[K55] OBRĘBSKI D., SZYMAŃSKI A., TOMASZEWSKI D., GRODNER M., MARCZEWSKI J., PIECZYŃSKI J.: Development of Ionizing Radiation Detectors Integrated with Readout Electronics. Int. Conf. Mixed Design of Integrated Circuits and Systems. Gdynia, 20–22.06.2013 (ref.).

[K56] PARLATO L., PEPE G., DE LISIO C., PAGLIARULO V., BONAVOLONTA C., ARPAIA R., MILETTO GRANOZIO F., SCOTTI DI UCCIO U., CRISTIANO R., EJRNAES M., SŁYSZ W., WANG Y., SOBOLEWSKI R.: Femtosecond Photoresponse of Proximitized All-Oxide Superconductor/Ferromagnet Nanostructures for Photon Detection. 15th Int. Symp. on Ultrafast Phenomena in Semiconductors. Wilno, Litwa, 25–28.08.2013 (ref.).

[K57] PIOTROWSKI T., WĘGRZECKI M., CZERWIŃSKI A., TESLENKO G. I., MALYUTENKO O. YU., MALYUTENKO V. K.: Recombination Properties of Diode Structures by Study of Thermal Emission Beyond the Fundamental Absorption Band. Microtherm 2013 Microtechnology a. Thermal Problems in Electronics. Łódź, 25–28.06.2013 (ref.).

[K58] PROKARYN P., DOMAŃSKI K., SIERAKOWSKI A., SZMIGIEL D., RYDOSZ A., MAZIARZ W., PISARKIEWICZ T., GRABIEC P.: Technologia tworzenia hybrydowych układów analitycznych – mikromechaniczny prekoncentrator gazów. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K59] PROKARYN P., MARCHEWKA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., PUSCASU O., MONFRAY S., SKOTNICKI T.: Energy Harvesting. Idea and Construction of Device to Recover Thermal Energy from Environment. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K60] SIERAKOWSKI A., JANUS P., KOPIEC D., EKWIŃSKA M., PŁUSKA M., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Piezoresistive Cantilever Working in a Shear Force Mode for in situ Characterization of Exposed Micro- and Nano-Structures". NanoScale 2013. Paryż, Francja, 25–26.04.2013 (plakat).

[K61] SIERAKOWSKI A., KOPIEC D., EKWIŃSKA M., PIASECKI T., DOBROWOLSKI R., PŁUSKA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Dynamic Method of Calibration and Examination Piezoresistive Cantilevers. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K62] SŁYSZ W., GUZIEWICZ M., GOŁASZEWSKA-MALEC K., DOMAGAŁA J., JUCHNIEWICZ M., BORYSIEWICZ M., KRUSZKA R., RATAJCZAK J., KOLKOVSKY V., BAR J., WĘGRZECKI M., PANAS A., WĘGRZECKA I., ŁASZCZ A., CZERWIŃSKI A., SOBOLEWSKI R.: NbTiN Superconducting Nanostructures with Ultrahigh Critical Current Densities for Single-Photon Detectors. SPIE Europe Optics a. Optoelectronics 2013. Praga, Czechy, 15–18.04.2013 (plakat).

[K63] SŁYSZ W., GUZIEWICZ M., KLIMOV A., PEPE G., PARLATO L., JUCHNIEWICZ M., BORYSIEWICZ M., KRUSZKA R., WĘGRZECKI M., ŁASZCZ A., CZERWIŃSKI A., SOBOLEWSKI R.: Proximitized NbN/NiCu and NbTiN/NiCu Superconductor/Ferromagnet Nano-Bilayers for Single Photon Detection. XVI Nation. Conf. of Superconductivity. Zakopane, 7–11.11.2013 (plakat).

[K64] SOBOLEWSKI R.: Terahertz Photonics: Generation and Detection of THz Transients and Their Applications. 15th Int. Symp. on Ultrafast Phenomena in Semiconductors. Wilno, Litwa, 25–28.08.2013 (ref. zapr.).

[K65] STOLARSKI M., WĘGRZECKI M., KULAWIK J., SYNKIEWICZ B.: Badanie wpływu konstrukcji i technologii na stabilność czasową sensorów neutronów opracowanych w ITE. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K66] SZMIGIEL D., GRABIEC P.: Impact of the Structural Funds (POIG) Initiative on Microsystem Technology Development in Poland (MINTE and MNS-DIAG Projects). Nano a. Advanced Materials Workshop a. Fair NAMF 2013, Satellite Event of MRS Fall Meet. Warszawa, 16–19.09.2013 (ref.).

[K67] TOMASZEWSKI D., GŁUSZKO G.: A Simple GNU Octave-Based Tool for Extraction of MOSFET Parameters. 11th MOS-AK/GSA ESSDERC ESSCIRC Workshop. Bukareszt, Rumunia, 20.09.2013 (plakat).

[K68] TOMASZEWSKI D., YAKUPOV M.: Kompaktowe modelowanie tranzystorów MOS na potrzeby analizy uzysku parametrycznego. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (ref. zapr.).

[K69] TOMASZEWSKI D., ZABOROWSKI M., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., DOMAŃSKI K., EKWIŃSKA M., JANUS P., BIENIEK T., GŁUSZKO G., JAROSZEWICZ B., GRABIEC P.: SOI-Based Microsensors. 7th Int. Workshop. Kijów, Ukraina, 8–11.04.2013 (ref. zapr.).

[K70] WĘGRZECKA I., PANAS A., BAR J., BUDZYŃSKI T., GRABIEC P., KOZŁOWSKI R., SARNECKI J., SŁYSZ W., SZMIGIEL D., WĘGRZECKI M., ZABOROWSKI M.: Technologia opracowanych w ITE struktur krzemowych detektorów naładowanych cząstek. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K71] WĘGRZECKI M., BAR J., CIEŻ M., GRABIEC P., KOZŁOWSKI R., KULAWIK J., PANAS A., SARNECKI J., SŁYSZ W., SZMIGIEL D., WĘGRZECKA I., WIELUNSKI M., WITEK K., YAKUSHEV A., ZABOROWSKI M.: Konstrukcja i właściwości opracowanych w ITE krzemowych detektorów naładowanych cząstek. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (kom.).

[K72] WIELGOSZEWSKI G., MOCZAŁA M., KOPIEC D., GOTSZALK T., BIENIEK T., JANCZYK G., JANUS P., GRABIEC P., KRAEH CH., POPESCU A.: Estimation of the Elastic Modulus of Polycrystalline-Silicon Microrods Using AFM-Based Techniques 39th Int. Conf. on Micro and Nano Eng. Londyn, Wielka Brytania, 19.09.2013 (plakat).

[K73] WIELGOSZEWSKI G., PAŁETKO P., MOCZAŁA M., JÓŹWIAK G., ZABOROWSKI M., TOMASZEWSKI D., GRABIEC P., GOTSZALK T.: Scanning Thermal Microscopy and Kelvin Probe Force Microscopy Investigation of a Silicon Nanowire with Relation to the Carrier Density Distribution. Int. Scanning Probe Microscopy. Dijon, Francja, 30.06–3.07.2013 (plakat).

[K74] ZABOROWSKI M., TOMASZEWSKI D., GRABIEC P.: Adjustment of ISFET-Type Micro- and Nanosensors. XI Konf. Nauk. "Technologia Elektronowa". Ryn, 16–20.04.2013 (plakat).

[K75] ZAGRAJEK P., PAŁKA N., MARCZEWSKI J., KUCHARSKI K., KOPYT P., GWAREK W., ŁUSAKOWSKI J., SUSZEK J., MAKOWSKI M., SYPEK M.: THz Optical Element for the Field Effect Transistor Detectors. THZ Days and GDR-I Network Meet. Cargese, Włochy, 25–27.03.2013 (ref. zapr.).

Patenty'2013

[PA1] GRODECKI R., JUNG W., PIOTROWSKI W., PUŁTORAK J., SIKORSKI S., WĘGRZECKI W: Źródło modulowanego promieniowania podczerwonego oraz matryca źródeł promieniowania podczerwonego Pat. wg zgł. nr P.385456.

[PA2] GRODECKI R., PIOTROWSKI T., PUŁTORAK J., WĘGRZECKI M.: Matryca modulowanych źródeł promieniowania podczerwonego. Pat. wg zgł. nr P.385428.

[PA3] PIOTROWSKI, WĘGRZECKI M.: Emiter obrazów w podczerwieni. Pat. wg zgł. nr P.386063.

[PA4] PIOTROWSKI, WĘGRZECKI M.: Źródło modulowanego promieniowania termicznego. Pat. wg zgł. nr P.385216.

[PA5] ZABOROWSKI M., GRABIEC P., PANAS A., SKWARA K., SZMIGIEL D.: Sposób wytwarzania wąskich ścieżek krzemowych. Pat. nr 215875..

[PA6] YAKUSHEV A., WĘGRZECKI M., GRABIEC P., BAR J., PANAS A., SZMIGIEL D., MILCZAREK W., PROKARYN P., KŁOS H., ZABOROWSKI M., BUDZYŃSKI T., GÓRSKA M., WĘGRZECKI M.: Przepływowa matryca detektorowa. Zgł. pat. nr P.405333 z dn. 13.09.2013.

[PA7] YAKUSHEV A., WĘGRZECKI M., WĘGRZECKA I.: Detektor przepływowy. Zgł. pat. nr P.405334 z dn. 13.09.2013.

[PA8] KŁOS H., PROKARYN P., MILCZAREK W., GÓRSKA M., WĘGRZECKI M., BAR J., GRABIEC P.: Sposób selektywnego łączenia płaskich elementów półprzewodnikowych i/lub dielektrycznych. Zgł. pat. nr P.406473 z dn. 11.12.2013.

[PA9] LATECKI B., KOWALSKI P.: Obudowa krzemowego mikrozaworu zwrotnego. Wzór użytkowy Ru. 66704.