ZAKŁAD TECHNOLOGII MIKROSYSTEMÓW I NANOSTRUKTUR KRZEMOWYCH

Kierownik: dr inż. Piotr GRABIEC
e-mail: grabiec@ite.waw.pl,
tel. (0-prefiks-22) 716 59 92, fax 716 59 91

Zespół: mgr inż. Tadeusz Budzyński, inż. Henryka Chmiel,
mgr inż. Rafał Dobrowolski, mgr inż. Krzysztof Domański,
dr inż. Piotr Dumania, mgr inż. Krystyna Jakubowska,
dr Paweł Janus, mgr inż. Bohdan Jaroszewicz,
inż. Andrzej Kociubiński, inż. Witold Król,
mgr inż. Sylwester Krzemiński, dr inż. Krzysztof Kucharski
dr inż. Jacek Marczewski, inż. Andrzej Panas,
mgr inż. Krystyna Studzińska, dr inż. Daniel Tomaszewski,
dr inż. Michał Zaborowski

1. Prace prowadzone w 2003 r.

Prace prowadzone w 2003 r. w Zakładzie Technologii Mikrosystemów i Nanostruktur Krzemowych można podzielić na następujące grupy tematyczne:

- działalność naukowo-badawcza w ramach zadań statutowych i grantów KBN,
- działalność naukowo-badawcza w ramach Programów Ramowych UE (5PR i 6PR),
- współpraca zagraniczna (poza 5PR i 6PR),
- działalność dydaktyczna.

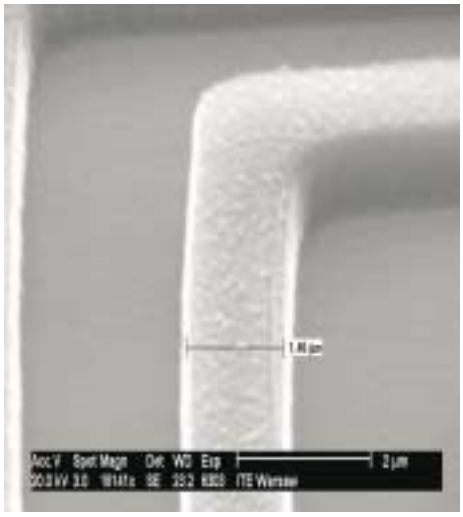
2. Działalność naukowo-badawcza w ramach zadań statutowych i grantów KBN

Prace o charakterze naukowo-badawczym były prowadzone w ramach projektu statutowego "Badanie i rozwój technologii mikroinżynierii i mikroelektroniki krzemowej – Etap IV" oraz w ramach Krajowego Centrum Mikro- i Nanotechnologii Krzemowej.

Ważnym celem prac było przygotowanie się do realizacji projektów MPW (Multi Project Wafer) w technologii CMOS 3 μm z bramką polikrzemową oraz dwoma poziomami metalizacji (C3P1M2). Szczególny nacisk położono na doskonalenie technologii wykonywania metalizacji dwupoziomowej oraz na zmniejszenie gęstości defektów w pierwszych etapach sekwencji procesowej. Opracowano ostateczny zbiór reguł projektowania. Weryfikacji poprawności technologii dokonano przy użyciu wybranych elementów układów cyfrowych, pochodzących ze struktury

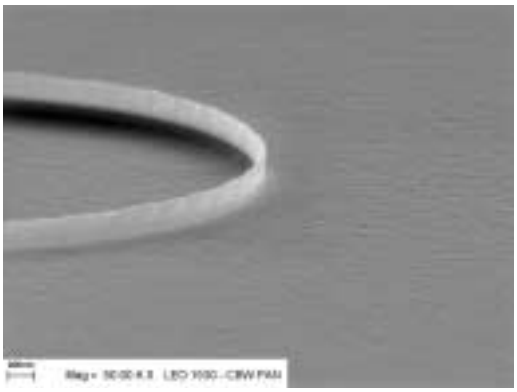
próbnej TSSOI. W zasadzie można uznać, że Zakład jest gotów do pierwszych praktycznych prób realizacji projektów w trybie MPW.

W 2003 r. rozpoczęto prace mające umożliwić opanowanie umiejętności wykonywania wybranych, najtrudniejszych fragmentów technologii wytwarzania układów scalonych CMOS 1,5 μm z bramką polikrzemową. Istotną częścią tych prac było opanowanie obsługi urządzenia wafer stepper (m. in. prace z zakresu opanowania technologii bezpieczników polikrzemowych). Drugim zagadnieniem było opracowanie techniki fotolitograficznego odwzorowywania i trawienia bramek polikrzemowych oraz ścieżek ze stopu Al:Si:Cu o rozmiarach 1,2 ÷ 1,5 μm. Na rys. 1 pokazano wykonaną ścieżkę metalizacji aluminiowej szerokości 1,46 μm.



Rys. 1. Ścieżka metalizacji szerokości 1,46 μm

Prace nad mikro- i nanosondami, prowadzone przy współpracy partnerów krajowych i zagranicznych, zaowocowały opracowaniem nowatorskiej technologii (Lateral Pattern Definition) wytwarzania struktur liniowych o szerokości poniżej 100 nm. Technika ta jest przedmiotem wniosku patentowego. Wykonaną ścieżkę SiO_2 w postaci pierścienia o grubości 40 nm pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Pierścień z SiO_2 grubości 40 nm

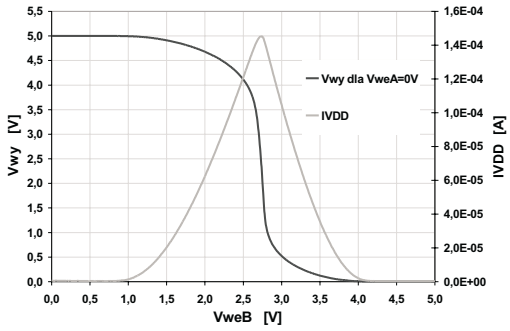
Kontynuowano prace nad rozwojem technologii różnorodnych detektorów promieniowania jonizującego. Były to całkowicie zubożone detektory padowe, dwustronne detektory stripowe oraz detektory o zwiększonej grubości. Nastąpił także dalszy rozwój metodyki pomiarów i modelowania struktur MEMS. Wykonano prace z zakresu konstrukcji i technologii różnorodnych przyrządów, m. in. dotyczące integracji układów CMOS z mikrobelkami oraz mikropęsety. Poważnie zwiększono potencjał Zakładu w zakresie technik symulacji komputerowej przy wykorzystaniu programów TCAD ISE oraz COVENTOR. Realizowano prace badawcze i technologiczne na rzecz zakładów współpracujących, głównie Zakładu Fotodetektorów. Podnoszono poziom technologiczny linii, starając się jednocześnie o obniżenie kosztów jej eksploatacji (odnotowano istotne oszczędności na kosztach klimatyzacji).

Rozpoczęto pod kierunkiem dr. inż. M. Zaborowskiego prace w ramach grantu KBN "Opracowanie miniaturowej sondy do badań komórek roślinnych" nr 4 T10C 01225. Sonda będzie mierzyć temperaturę i pH w preparatach botanicznych.

3. Działalność naukowo-badawcza w ramach Programów Ramowych UE (5PR i 6PR)

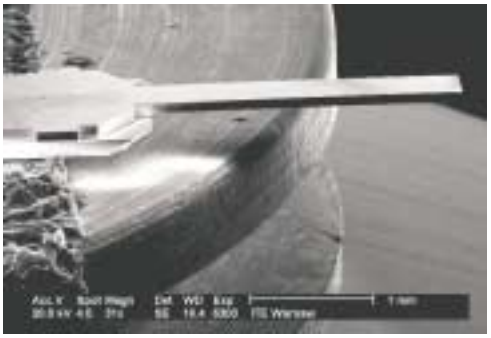
W 2003 r. prowadzono różnorodną działalność w ramach grantów 5PR UE. Były to granty SUCIMA, ROBOSEM, SEWING, REASON, MOEMS C i MST--SYSTEMS.

- SUCIMA "Silicon Ultra Fast Cameras for Electron and Gamma Sources in Medical Applications"
  W ramach projektu ITE opracowuje technologię SOI dla pikselowego detektora promieniowania jonizującego zintegrowanego z elektroniką odczytową. Detektor ten ma znaleźć zastosowanie w technice medycznej (onkologia i kardiologia). Na podstawie pomiarów prostych układów analogowych i cyfrowych na strukturach próbnych TSSOI pozytywnie zweryfikowano przydatność technologii (rys. 3). Stworzono tzw. Plik Technologiczny, który przekazano projektantom układu.



Rys. 3. Charakterystyka przejściowa i pobór prądu inwertera

- ROBOSEM "Development of a Smart Nanorobot for Sensor-Based Handling in a Scanning Electron Microscope"
  Zadaniem ITE jest opracowanie konstrukcji i technologii wytwarzania czujników siły stanowiących element "zmysłu dotyku" mikrorobota. W 2003 r. wykonano i scharakteryzowano piezorezystywne czujniki siły przeznaczone do montażu na chwytaku mikrorobota. Oceniono pozytywnie rodzinę czujników różniących się między sobą grubością oraz długością dźwigni krzemowej (rys. 4).



Rys. 4. Czujnik siły opracowany w ramach projektu ROBOSEM

- SEWING "System for European Water Monitoring"
  Opracowano technologię i wykonano prototypy czujników ISFET dla europejskiego systemu monitorowania wody. W 2003 r. zajęto się szczegółową charakteryzacją tranzystorów ISFET w różnych środowiskach pH. Wykonano ekstrakcję parametrów i obróbkę statystyczną wyników. Stwierdzono przydatność wytworzonych czujników dla celów Projektu.
- REASON "Research and Training Action for System on Chip Design"
  Opracowano i przeprowadzono kurs szkoleniowy (tutorial) z zakresu technologii MEMS. W kursie udział wzięła grupa studentów i pracowników naukowych uczelni krajowych i zagranicznych.
- MOEMS C "A European Network of Competencies in MOEMS Devices and Technologies"
  Celem projektu jest ułatwienie dostępu organizacjom przemysłowym, zwłaszcza małym przedsiębiorstwom, do nowych rozwiązań technicznych oferowanych przez instytuty badawcze. Przy wsparciu międzynarodowej sieci NEXUS przeprowadzono akcje informacyjne. Najpoważniejszym przedsięwzięciem zainicjowanym w wyniku prac w ramach tego projektu jest opracowanie założeń i wystąpienie o zorganizowanie w oparciu o potencjał ITE Krajowego Centrum Mikro- i Nanotechnologii Krzemowej.
- MST-SYSTEMS "Micro Systems Technology – SYSTEMS"
  Celem projektu jest wspieranie zastosowań w obszarze mikrosystemów. ITE modyfikuje i doskonali swoją strategię marketingową w obszarze projektowania przyrządów i technologii mikrosystemów. Opracowano nowy sposób przedstawiania oferty ITE. W wyniku wprowadzonych zmian uzyskano nowe zamó-

wienia na opracowania o charakterze B+R, w tym duży kontrakt z partnerem amerykańskim.

Spośród ośmiu projektów 6PR UE, w których przygotowaniu Zakład brał udział, finansowanie Unii uzyskał projekt HEALTHY AIMS "Nano Scale Materials and Sensors and Microsystems for Medical Implants Improving Health and Quality of Life", dotyczący mikrosystemów implantowanych dla medycyny. Zadaniem ITE będzie opracowanie konstrukcji i technologii wytwarzania mikroelektrod implantowanych do ucha środkowego, umożliwiających przywrócenie słuchu, oraz matrycy mikroelektrod implantowanych do wnętrza oka (na siatkówkę), umożliwiających przywrócenie wzroku trwale niewidomym. Realizacja projektu wymaga opanowania wielu trudnych zagadnień z pogranicza inżynierii, fizyki, chemii, biologii i medycyny.

Prestiżowo ważnym dla Instytutu efektem aktywności Zakładu w 5PR było zaproszenie dr. P. Grabca do grona ekspertów oceniających projekty europejskie.

4. Współpraca zagraniczna (poza Programami Ramowymi)

Niezależnie od współpracy związanej z Unią Europejską Zakład utrzymywał i poszerzał kontakty z ośrodkami badawczymi i przemysłowymi. Celem tych działań jest stworzenie w międzynarodowych środowiskach badawczych dobrej opinii o ITE jako instytucji będącej w stanie podejmować się zadań na pograniczu badań i produkcji doświadczalnej. Spośród wielu przedsięwzięć na uwagę zasługują istotne merytorycznie i wartościowo usługi komercyjne dla blisko dwudziestu partnerów (USA, Włochy, Francja, Niemcy).

Obok opracowywania technologii oraz wytwarzania unikatowych przyrządów po raz pierwszy na liście kontraktów znalazła się kompleksowa usługa diagnostyczna. Wykonywano detektory promieniowania jonizującego (w tym dwustronne), fotodetektory, czujniki ISFET, precyzyjne diody Zenera oraz matryce optyczne.

Należy też odnotować zorganizowanie przez Zakład dwóch spotkań forum mikrosystemów (User-Supplier Club) w ramach sieci NEXUS.

5. Działalność dydaktyczna

W 2003 r. Zakład prowadził intensywną działalność dydaktyczną we współpracy z Politechniką Warszawską (z wydziałami Elektroniki i Technik Informacyjnych, Mechatroniki oraz Chemii) i z Politechniką Łódzką. Prowadzono zajęcia laboratoryjne dla studentów z tych uczelni głównie z zakresu symulacji procesów technologicznych.

6. Rezultaty prac naukowo-badawczych

6.1. Prototypy, modele, wdrożenia

Opracowano pakiet technologiczny dla projektów MPW w technologii C3P1M2 oraz technologię dwustronnych detektorów stripowych i technologię (opracowano dokumentację technologiczną) dla trzech rodzajów ISFETów.

6.2. Usługi naukowo-badawcze i produkcja małoseryjna

Łączna wartość sprzedaży produkcji małoseryjnej i usług powstałych w wyniku prac naukowo-badawczych Zakładu wyniosła w 2003 r. ponad 155 tys. PLN. Sprzedaż dotyczyła głównie specjalizowanych układów scalonych (ASIC). Wykonano również usługi montażowe.

Istotną pozycją była sprzedaż fotodiod lawinowych wytwarzanych wspólnie z Zakładem Fotodetektorów ITE. Wykonywano także usługi naukowo-badawcze dla kontrahentów zagranicznych, m. in. detektory (w tym dwustronny promieniowania jonizującego i unikatowy grubowarstwowy przyrząd PIN), matryce optyczne, diody Zenera i struktury ISFET.

Wykonano poważną usługę diagnostyczną dla Instytutu IRES (Strasburg, Francja).

PUBLIKACJE'2003

Publikacje

[P1] AMATI M., BARANSKI M., BULGHERONI A., CACCIA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KUCEWICZ W., KUCHARSKI K., KUTA S., MACHOWSKI W., MARCZEWSKI J., NIEMIEC H., SAPOR M., TOMASZEWSKI D.: Hybrid Active Pixel Sensors and SOI Inspired Option. *Nucl. Instr. a. Methods* A 2003 vol. 511 nr 1–2 s. 265–270.

[P2] BARAŃSKI M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCEWICZ W., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., NIEMIEC H., SAPOR M., TOMASZEWSKI D.: TSSOI as an Efficient Tool for Diagnostics of SOI Technology in the IET. *Proc.* of the IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (CD-ROM).

[P3] BARAŃSKI M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCEWICZ W., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., NIEMIEC H., SAPOR M., TOMASZEWSKI D.: TSSOI as an Efficient Tool for Diagnostics of SOI Technology in the IET. *J. of Telecommun. a. Inform. Technol.* (zgł.).

[P4] CACCIA M., AIROLDI A., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., JAROSZEWICZ B., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D., ZALEWSKA A.: Silicon Ultra Fast Cameras for Electron and Gamma Sources in Medical Applications. *Nucl. Physics* B – *Proc. Suppl.* 2003 vol. 125 s.133–138.

[P5] DOMAŃSKI K., GRABIEC P., MARCZEWSKI J., GOTSZALK T., IVANOV Tz., ABEDINOV N., RANGELOW I.W.: Fabrication and Properties of Piezoresistive Cantilever Beam with Porous Silicon Element. *J. Vacuum Sci. Technol.* B 2003 vol. 21 nr 1 s. 48–52.

[P6] DOMARADZKI J., KACZMAREK D., WĘGRZECKI M., WĘGRZECKA I., BUDZYŃSKI T., KRZEMIŃSKI S., GRABIEC P.: Detectors of Optical and Nuclear Radiation Examined by the Light Beam Induced Current (LBIC) Method. *Proc. of SPIE, Lightmetry 2002* 2003 vol. 5064 s. 275–280.

[P7] GOTSZALK T .P., GRABIEC P., RANGELOW I. W.: Application of Electrostatic Force Microscopy in Nanosystem Diagnostics. *Mater. Sci.* 2003 vol. 21 nr 3 s. 333–339.

[P8] GOTSZALK T., GRABIEC P., RANGELOW I. W.: Calibration and Examination of Piezoresistive Wheatstone Bridge Cantilevers for Scanning Probe Microscopy. *Ultramicroscopy* 2003 vol 97 nr 1–4 s. 385–389.

[P9] GOTSZALK T., JANUS P., MARENDZIAK A., CZARNECKI P., RADOJEWSKI J., SZELOCH R., GRABIEC P., RANGELOW I. W.: Diagnostics of the Micro- and Nanostructure Using the Scanning Probe Microscopy. *Proc.* of the IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (CD-ROM).

[P10] GRABIEC P., RADOJEWSKI J., ZABOROWSKI M., DOMANSKI K., SCHENKEL T., RANGELOW I. W.: Batch Fabricated Scanning Near Field Optical Microscope Atomic Force Microscopy Microprobe Integrated with Piezoresistive Cantilever Beam with Highly Reproducible Focused Ion Beam Micromachined Aperture. *J. Vacuum Sci. Technol*. B (w druku).

[P11] GRABIŃSKI W., TOMASZEWSKI D., LEMAITRE L., JAKUBOWSKI A.: Standardization of the Compact Model Coding: Non-Fully Depleted SOI MOSFET Example. *Proc*. of the IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (CD-ROM).

[P12] GRABIŃSKI W., TOMASZEWSKI D., LEMAITRE L., JAKUBOWSKI A.: Standardization of the Compact Model Coding: Non-Fully Depleted SOI MOSFET Example. *J. of Telecommun. a. Inform. Technol.* (zgł.).

[P13] IVANOV T., GOTSZALK T., GRABIEC P., TOMEROV E., RANGELOW I. W.: Thermally Driven Micromechanical Beam with Piezoresistive Deflection Readout. *Microelectron. Eng.* 2003 vol. 67–68 s. 550–556.

[P14] JAKUBOWSKA K., ŁUCZYŃSKI J.: Cięcie płytek półprzewodnikowych. *Elektronizacja* 2003 nr 1 s. 13–15.

[P15] JAROSZEWICZ B., BUDZYŃSKI T., PANAS A., KOCIUBIŃSKI A., SŁYSZ W., JUNG W., JAKIELA R., BARCZ A., GRABIEC P., MARCZEWSKI J.: High Quality p-n Junction Fabrication by Ion Implantation using LPCVD Amorphous Silicon Films. *Vacuum* 2003 vol. 70 nr 2–3 s. 81–85.

[P16] KAMIŃSKA E., GOŁASZEWSKA K., PIOTROWSKA A., KUCHUK A., KRUSZKA R., PAPIS E., SZELOCH R., JANUS P., GOTSZALK T., BARCZ A.: Study of Long-Term Stability of Ohmic Contacts to GaN. *phys. stat. sol.* (c) 2003 (zgł.).

[P17] KUCEWICZ W., ALEMI M., AMATI M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., JAROSZEWICZ B., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D., ZALEWSKA A.: Position Sensitive Silicon Detectors for Real Time Dosimetry in Medical Applications. *Nucl. Instr. & Methods* A (zgł.).

[P18] ŁYSKO J. M., ŁOZINKO J., JAŹWIŃSKI J., LATECKI B., PANAS A., GÓRSKA M.: Silicon Katarometr with the BSC-type Contacts. *Proc. of SPIE, Optoelectronic and Electronic Sensors* V 2003 vol. 5124 s. 125–129.

[P19] ŁYSKO J. M., MRÓZ J., MAŁACHOWSKI M., LATECKI B., NIKODEM M., WRZESIŃSKA H., BUDZYŃSKI T.: Detekcja gazów kopalnianych z użyciem TCD. II Kraj. Konf. Elektroniki KKE'03, Kołobrzeg, 9–12.06.2003, Politechnika Koszalińska. Mat. konf. T. II s. 597–601.

[P20] MANASSON V. A., SADOVNIK L., ARETSKIN M., BRAILOVSKY A., GRABIEC P., ELIYAHU D., FELMAN M., KHODOS V., LITVINOV V., MARCZEWSKI J., MINO R.: Electronically Controlled Beam-Steering Antenna. *Proc.* of the 27th Annual Antenna Application Symp., Monticello, Illinois, USA, 17–19.09.2003, s. 355–359.

[P21] MARCZEWSKI J., CACCIA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KLATKA T., KOCIUBIŃSKI A., KOZIEL M., KUCEWICZ W., KUCHARSKI K., KUTA S., NIEMIEC H., SAPOR M., SZELEZNIAK M., TOMASZEWSKI D.: Monolithic Silicon Pixel Detectors in SOI Technology. *Proc*. of "Physics and Detectors for a 90 to 800 GeV Linear Collider", Windermere, Wielka Brytania, 14–19.09.2003 (CD ROM).

[P22] MARCZEWSKI J., CACCIA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KLATKA T., KOCIUBIŃSKI A., KOZIEL M., KUCEWICZ W., KUCHARSKI K., KUTA S., NIEMIEC H., SAPOR M., SZELEZNIAK M., TOMASZEWSKI D.: Monolithic Silicon Pixel Detectors in SOI Technology. *Nucl. Instr. a. Methods* A (zgł.).

[P23] MARCZEWSKI J., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K., TOMASZEWSKI D., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., NIEMIEC H., SAPOR M., CACCIA M.: SOI Active Pixel Detectors of Ionizing Radiation – Technology & Design Development. *Proc.* of "Physics and Detectors for a 90 to 800 GeV Linear Collider", Portland, Oregon, USA, 19–25.10. 2003 (CD ROM).

[P24] MARCZEWSKI J., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K., TOMASZEWSKI D., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., NIEMIEC H., SAPOR M., CACCIA M.: SOI Active Pixel Detectors of Ionizing Radiation – Technology & Design Development. *IEEE Trans. on Nucl. Sci.* (zgł.).

[P25] MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., CACCIA M., BORGHI S., CAMPAGNOLO R., KUCEWICZ W.: Charge Sharing Modeling in Pixel Detectors with Capacitive Charge Division. *IEEE Trans. on Electron Dev.* 2003 vol. 50 nr 1 s. 26–31.

[P26] NIEMIEC H., BARANSKI M., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., SAPOR M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., KUCHARSKI K., JAROSZEWICZ B., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D.: SOI Inspired Pixel Sensors. *Proc*. of the World-Wide Linear Collider Vertex Detector Workshop, Arlington, USA, 8.01.2003 (http://design.lbl.gov/-natalie/program html).

[P27] NIEMIEC H., KLATKA T., KOZIEL M., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., SAPOR M., SZELEZNIAK M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D.: Technology Development for Silicon Monolithic Pixel Sensor in SOI Technology. *Proc*. of the 10th Int. Conf. MIXDES'2003, Łódź, 26–28.06.2003, s. 508–511.

[P28] NIEMIEC H., KLATKA T., KOZIEL M., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., SAPOR M., SZELEZNIAK M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D.: Rozwój technologii SOI do realizacji monolitycznego detektora mozaikowego. *Elektronizacja* 2003 nr 10 s. 19–24.

[P29] NIEMIEC H., KOZIEL M., KLATKA T., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., SAPOR M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D., CACCIA M.: Monolithic Pixel Sensor in SOI Technology – First Test Results. *Proc*. of the 4th ECFA/DESY Workshop on Physics and Detectors, Amsterdam, Holandia, 1–4.04.2003 (http://www.nikhef.nl/ ecfa-desy/ECspecific/ Program/ Presentations/ April-2/ Par-3-3/A/niemiec-h.ppt).

[P30] PIJANOWSKA D., TORBICZ W., JAROSZEWICZ B., GRABIEC P.: Czujniki pehametryczne typu p-well ISFET. *Elektronizacja* 2003 nr 6 s. 26-20.

[P31] RADOJEWSKI J., GRABIEC P.: Combined SNOM/AFM Microscopy with Micromachined Nano-apertures. *Mater. Sci.* 2003 vol. 21 nr 3 s. 319–332.

[P32] SCHENKE T., RANGELOW I. W., KELLER R., PARK S. J., NILSSON J., PERSAUD A., RADMILOVIC V. R., GRABIEC P., SCHNEIDER D. H., LIDDLE J. A., BOKOR J.: Open Questions in Electronic Sputtering of Solids by Slow Highly Charged Ions with Respect to Applications in Single Ion Implantation. *Proc.* of the16th Int. Conf. on Ion Beam Analysis, Albuquerque, NM, USA, czerwiec 2003, *Nucl. Instr. a. Methods* B (zgł.).

[P33] SZELOCH R. F., GOTSZALK T. P., JANUS P.: Thermal Characterisation of Micro-Devices with Far and Near Field Microscopy. *Opt. Appl.* (w druku).

[P34] TOMASZEWSKI D., GRABIŃSKI W., LEMAITRE L., JAKUBOWSKI A.: Silicon-Insulator MOSFET Modeling and Its Verilog-A Coding. *Proc*. of the 10th Int. Conf. MIXDES'2003, Łódź, 26–28.06.2003, s. 105–110.

[P35] TOMASZEWSKI D., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K.: MOSTXX – program do ekstrakcji parametrów modeli tranzystorów MOS. IV Krajowa Konf. "Metody i systemy komputerowe w badaniach naukowych i projektowaniu inżynierskim", Kraków, AGH, 26–28.11.2003.2003. Mat. konf. (w druku).

[P36] TOMASZEWSKI D., KOCIUBIŃSKI A., MARCZEWSKI J., KUCHARSKI K., DOMAŃSKI K., GRABIEC P.: A Versatile Tool for Extraction of MOSFETs Parameters. *Proc.* of the IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (CD-ROM).

[P37] TOMASZEWSKI D., KOCIUBIŃSKI A., MARCZEWSKI J., KUCHARSKI K., DOMAŃSKI K., GRABIEC P.: A Versatile Tool for Extraction of MOSFETs Parameters. *J. of Telecom. a. Inform. Technol.* (zgł.).

[P38] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., BAR J., GRYNGLAS M., GRODECKI R., USZYŃSKI A., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T.: Krzemowe fotodiody lawinowe opracowane w Instytucie Technologii Elektronowej. XVII Szkoła Optoelektroniki "Fotowoltaika – ogniwa słoneczne i detektory", Kazimierz Dolny, 13–16.10.2003. Mat. konf. (w druku).

[P39] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., BAR J., GRYNGLAS M., USZYŃSKI A., GRODECKI R., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T.: Silicon Avalanche Photodiodes in Poland and Worldwide. *Proc. of SPIE* (w druku).

[P40] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., SŁYSZ W., BAR J., GRODECKI R., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T.: Krzemowe fotodiody lawinowe i fotodiody PIN. XVII Szkoła Optoelektroniki "Fotowoltaika – ogniwa słoneczne i detektory", Kazimierz Dolny, 13–16.10.2003. Mat. konf. (w druku).

[P41] WĘGRZECKI M., WĘGRZECKA I., BAR J., SŁYSZ W., GRODECKI R., GRYNGLAS M., USZYŃSKI A., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T., PANAS A.: Krzemowe detektory promieniowania optycznego i jądrowego o strukturze PIN i PN opracowane w Instytucie Technologii Elektronowej. XVII Szkoła Optoelektroniki "Fotowoltaika – ogniwa słoneczne i detektory", Kazimierz Dolny, 13–16.10.2003. Mat. konf. (w druku).

[P42] WĘGRZECKI M., WĘGRZECKA I., BAR J., SŁYSZ W., GRYNGLAS M., USZYŃSKI A., GRODECKI R., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T., PANAS A.: Silicon Detectors of Optical and Nuclear Radiation, Manufactured at ITE. *Proc. of SPIE* (w druku).

[P43] WRZESIŃSKA H., RATAJCZAK J., STUDZIŃSKA K., KĄTCKI J.: Transmission Electron Microscopy of Hard Ceramic Superlattices Applied in Silicon Micro Electro Mechanical Systems. *Mater. Chem. a. Phys.* 2003 vol. 81 nr 2–3 s. 265–268.

[P44] ZAJĄC J., WÓJCIK J., KOCIUBIŃSKI A., TOMASZEWSKI D.: Semi-Automatic Test System for Characterization of ASIC/MPWs. *Proc.* of the IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (CD-ROM).

[P45] ZAJĄC J., WÓJCIK J., KOCIUBIŃSKI A., TOMASZEWSKI D.: Semi-Automatic Test System for Characterization of ASIC/MPWs. *J. of Telecom. a. Inform. Technol*. (w druku)

Konferencje

[K1] ABEDINOV N., POPOV C., JORDANOV J., IVANOV T., GOTSZALK T., GRABIEC P., RANGELOW I., FILENKO D., SHIRSHOV Y.: Chemical Recognition Based on Micromachined Silicon Cantilever Array. 47th Int. Conf. on Electron, Ion, and Photon Beam Technology & Nanofabrication, Tampa, USA, 27–30.05.2003 (prez.).

[K2] BARAŃSKI M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCEWICZ W., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., NIEMIEC H., SAPOR M., TOMASZEWSKI D.: TSSOI as an Efficient Tool for Diagnostics of SOI Technology in the IET. IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (plakat).

[K3] CACCIA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., JAROSZEWICZ B., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D.: Silicon Ultra Fast Cameras for Electron and y Sources in Medical Applications. 8th Topical Seminar on Innovative Particle and Radiation Detectors, Siena, Włochy, 21–24.10.2002 (ref. zapr.).

[K4] DOMAŃSKI K., GRABIEC P., CMOS and Micromechanical Technologies. 1st Silicon MEMS Technology Hands-On Course – a Reason Project Tutorial. Warszawa, ITE, 9–12.06.2003 (ref.).

[K5] GOTSZALK T., CZARNECKI P., GRABIEC P., DOMAŃSKI K., ZABOROWSKI M., RANGELOW I. W.: Microfabricated Cantilever with Metallic Tip for Electrostatic and Capacitance Microscopy and Its Application to Investigation of Semiconductor Devices. 47th Int. Conf. on Electron, Ion, and Photon Beam Technology & Nanofabrication, Tampa, USA, 27–30.05.2003 (plakat).

[K6] GOTSZALK T., JANUS P., MARENDZIAK A., CZARNECKI P., RADOJEWSKI J., SZELOCH R., GRABIEC P., RANGELOW I. W.: Diagnostics of Micro- and Nanostructure Using the Scanning Probe Microscopy. IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (ref.).

[K7] GRABIEC P.: Throughout Six Orders of Magnitude – Fabrication of Complex 3D Structures for MEMS and MOEMS. IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield.", Warszawa, 22–25.06.2003 (ref.).

[K8] GRABIEC P.: Microsystems – a Review. 1st Silicon MEMS Technology Hands-On Course – a Reason Project Tutorial. Warszawa, ITE, 9–12.06.2003 (ref.).

[K9] GRABIEC P.: Safety and Cleanliness in Microengineering Technology. 1st Silicon MEMS Technology Hands-On Course – a Reason Project Tutorial. Warszawa, ITE, 9–12.06.2003 (ref.).

[K10] GRABIEC P.: Mikrosystemy w chemii, biologii i medycynie. 1st Polish User Supplier Club Meet., Warszawa, 23.01.2003 (ref.).

[K11] GRABIEC P., DOMAŃSKI K., JANUS P., ZABOROWSKI M.: Microsystem Technology as a Road from Macro to Nano-World. New Opportunities Created by National Centre of Silicon Micro- and Nanotechnology. Int. Workshop on Surface Modification for Chemical and Biochemical Sensing, SMCBS 2003, Białowieża, 13–16.11.2003 (prez.).

[K12] GRABIEC P., DOMAŃSKI K., ZABOROWSKI M., RANGELOW I. W., GOTSZALK T.: Nano-Width Lines Using Lateral Pattern Definition Technique for Nanoimprint Templates. Micro a. Nano Engineering MNE 2003, Cambridge, Wielka Brytania, 22–25.09.2003 (ref.).

[K13] GRABIEC P., OBRĘBSKI D.: CMOS IC and Microsystem Prototyping Service at the Institute of Electron Technology. National Centre of Silicon Micro- and Nano-Technology – Progress Report. 10th Int. Conf. Mixed Design of Integrated Circuits and Systems, Łódź, 26–28.06.2003 (ref.).

[K14] GRABIEC P., RADOJEWSKI J., ZABOROWSKI M., DOMAŃSKI K., SCHENKEL T., RANGELOW I. W.: Batch Fabricated SNOM/AFM Microprobe Integrated with Piezoresistive Cantilever Beam with Highly Reproducible FIB Micromachined Aperture. 47th Int. Conf. on Electron, Ion, and Photon Beam Technology & Nanofabrication, Tampa, USA, 27–30.05.2003 (plakat).

[K15] GRABIEC P., RYMUZA Z.: Mikrosystemy, technologie i aplikacje. 1st Polish User Supplier Club Meet., Warszawa, 23.01.2003 (prez.).

[K16] GRABIŃSKI W., TOMASZEWSKI D., LEMAITRE L., JAKUBOWSKI A.: Standardization of the Compact Model Coding: Non-Fully Depleted SOI MOSFET Example. IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (plakat).

[K17] KUCEWICZ W., ALEMI M., AMATI M., BADANO L., BARTSCH V., BERST D., BIANCHI C., de BOER W., BOL H., BULGHERONI A., CACCIA M., CAPPELLINI C., CANNILLO F., CLAUS G., COLLEDANI C., CONTE L., CZERMAK A., DEPTUCH G., DIERLAMM A., DOMANSKI K., DULINSKI W., DULNY B., FERRANDO O., GRABIEC P., GRIGORIEV E., JAROSZEWICZ B., JUNGERMANN L., KUCHARSKI K., KUTA S., LEO G., LORUSSO R., MARCZEWSKI J., MONDRY G., MACHOWSKI W., NIEMIEC H., NOVARIO R., PEZZETTA M., POPOSKI Y., PREST M., RIESTER J.-L., SAMPIETRO C., SAPOR M., SCHWEICKERT H., TOMASZEWSKI D., ZALEWSKA A.: Position Sensitive Silicon Detectors for Real Time Dosimetry in Medical Applications. 9th Pisa Meet. on Advanced Detectors, La Biadola, Włochy, 25–31.05.2003 (ref.).

[K18] ŁYSKO J. M., MRÓZ J., MAŁACHOWSKI M., LATECKI B., NIKODEM M., WRZESIŃSKA H., BUDZYŃSKI T.: Detekcja gazów kopalnianych z użyciem TCD. II Kraj. Konf. Elektroniki KKE'03, Kołobrzeg, 9–12.06.2003 (ref.).

[K19] MANASSON V. A., SADOVNIK L., ARETSKIN M., BRAILOVSKY A., GRABIEC P., ELIYAHU D., FELMAN M., KHODOS V., LITVINOV V., MARCZEWSKI J., MINO R.: Electronically Controlled Beam--Steering Antenna. 27th Annual Antenna Application Symp., Monticello, Illinois, USA, 17–19.09.2003 (ref.).

[K20] MARCZEWSKI J.: Physical Background of Semiconductor Devices. 1st Silicon MEMS Technology Hands-On Course – a Reason Project Tutorial. Warszawa, ITE, 9–12.06.2003 (ref.).

[K21] MARCZEWSKI J., CACCIA M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KLATKA T., KOCIUBIŃSKI A., KOZIEL M., KUCEWICZ W., KUCHARSKI K., KUTA S., NIEMIEC H., SAPOR M., SZELEZNIAK M., TOMASZEWSKI D.: Monolithic Silicon Pixel Detectors in SOI Technology. 12th Int. Workshop on Vertex Detectors VERTEX 2003, Low Wood Lake Windermere Cumbria, Wielka Brytania, 14–19.09.2003 (ref.).

[K22] MARCZEWSKI J., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K., TOMASZEWSKI D., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., NIEMIEC H., SAPOR M., CACCIA M.: SOI Active Pixel Detectors of Ionizing Radiation – Technology & Design Development. IEEE Conf. – Nuclear Science Symp. 2003, Portland, Oregon, USA, 19–25.10. 2003 (ref.).

[K23] NIEMIEC H., BARANSKI M., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., SAPOR M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., KUCHARSKI K., JAROSZEWICZ B., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D.: SOI Inspired Pixel Sensors. World-Wide Linear Collider Vertex Detector Workshop, Arlington, USA, 8.01.2003 (ref.).

[K24] NIEMIEC H., KLATKA T., KOZIEL M., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., SAPOR M., SZELEZNIAK M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K., MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D.: Technology Development for Silicon Monolithic Pixel Sensor in SOI Technology. 10th Int. Conf. MIXDES'2003, Łódź, 26–28.06.2003 (kom.).

[K25] NIEMIEC H., KOZIEL M., KLATKA T., KUCEWICZ W., KUTA S., MACHOWSKI W., SAPOR M., DOMAŃSKI K., GRABIEC P., GRODNER M., JAROSZEWICZ B., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K.,

MARCZEWSKI J., TOMASZEWSKI D., CACCIA M.: Monolithic Pixel Sensor in SOI Technology – First Test Results. 4th ECFA/DESY Workshop on Physics and Detectors, Amsterdam, Holandia, 1–4.04.2003 (ref.).

[K26] SCHENKE T., RANGELOW I. W., KELLER R., PARK S. J., NILSSON J., PERSAUD A., RADMILOVIC V. R., GRABIEC P., SCHNEIDER D. H., LIDDLE J. A., BOKOR J.: Open Questions in Electronic Sputtering of Solids by Slow Highly Charged Ions with Respect to Applications in Single Ion Implantation. 16th Int. Conf. on Ion Beam Analysis, Albuquerque, NM, USA, czerwiec 2003 (prez.).

[K27] TOMASZEWSKI D., GRABIŃSKI W., LEMAITRE L., JAKUBOWSKI A.: Silicon-Insulator MOSFET Modeling and its Verilog-A Coding. 10th Int. Conf. MIXDES'2003, Łódź, 26–28.06.2003 (kom.).

[K28] TOMASZEWSKI D., KOCIUBIŃSKI A., MARCZEWSKI J., KUCHARSKI K., DOMAŃSKI K., GRABIEC P.: A Versatile Tool for Extraction of MOSFETs Parameters. IEEE 6th Symp. "Diagnostics and Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (plakat).

[K29] TOMASZEWSKI D., KOCIUBIŃSKI A., KUCHARSKI K.: MOSTXX – program do ekstrakcji parametrów modeli tranzystorów MOS. IV Krajowa Konf. "Metody i systemy komputerowe w badaniach naukowych i projektowaniu inżynierskim", Kraków, AGH, 26–28.11.2003 (kom.).

[K30] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., BAR J., SŁYSZ W., GRODECKI R., GRYNGLAS M., USZYŃSKI A., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T., PANAS A.: Krzemowe detektory promieniowania optycznego i jądrowego o strukturze PIN i PN opracowane w Instytucie Technologii Elektronowej. Konf. Optoelektronika'2003, Poznań, 11–12.06.2003 (kom., plakat).

[K31] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., SŁYSZ W., BAR J., GRODECKI R., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T.: Krzemowe fotodiody lawinowe i fotodiody PIN. XVII Szkoła Optoelektroniki "Fotowoltaika – ogniwa słoneczne i detektory", Kazimierz Dolny, 13–16.10.2003 (ref. zapr.).

[K32] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., BAR J., GRYNGLAS M., USZYŃSKI A., GRODECKI R., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T.: Silicon Avalanche Photodiodes in Poland and Worldwide. XII IEEE – SPIE Symp. on Photonics and Web Engineering, Wilga, 22–25.05.2003 (ref. zapr.).

[K33] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., BAR J., SŁYSZ W., GRODECKI R., GRYNGLAS M., USZYŃSKI A., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T., PANAS A.: Krzemowe detektory promieniowania optycznego i jądrowego o strukturze PIN i PN opracowane w Instytucie Technologii Elektronowej. Konf. Optoelektronika'2003, Poznań, 11–12.06.2003 (kom., plakat).

[K34]WĘGRZECKI M., GRABIEC P., BAR J., WĘGRZECKA I., GRODECKI R., SŁYSZ W., USZYŃSKI A., GRYNGLAS M., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T., ZABOROWSKI M., PANAS A., STUDZIŃSKA K., WRZESIŃSKA H., CIEŻ M., GANDURSKA J., MAREK A.: Prace nad krzemowymi monokrystalicznymi ogniwami fotowoltaicznymi prowadzone w ITE. XVII Szkoła Optoelektroniki "Fotowoltaika – ogniwa słoneczne i detektory", Kazimierz Dolny, 13–16.10.2003 (plakat).

[K35] WĘGRZECKA I., WĘGRZECKI M., BAR J., SLYSZ W., GRYNGLAS M., USZYŃSKI A., GRODECKI R., GRABIEC P., KRZEMIŃSKI S., BUDZYŃSKI T., PANAS A.: Silicon Detectors of Optical and Nuclear Radiation, Manufactured at ITE. XII IEEE – SPIE Symp. on Photonics and Web Engineering, Wilga, 22–25.05.2003 (ref. zapr.).

[K36] ZABOROWSKI M., GRABIEC P.: Silicon Technology Processes for Microsystems Fabrication. 1st Silicon MEMS Technology Hands-On Course – a Reason Project Tutorial. Warszawa, ITE, 9–12.06.2003 (ref.).

[K37] ZABOROWSKI M., GRABIEC P., RANGELOW I. W.: Nano-Width Lines Using Lateral Pattern Definition Technique for Nanoimprint Templates. Micro a. Nano Engineering MNE 2003, Cambridge, Wielka Brytania, 22–25.09.2003 (ref.).

[K38] ZAJĄC J., WÓJCIK J., KOCIUBIŃSKI A., TOMASZEWSKI D.: Semi-Automatic Test System for Characterization of ASIC/MPWs. IEEE 6th Symp. "Diagnostics & Yield", Warszawa, 22–25.06.2003 (plakat).

Patenty

[PA1] DUMANIA P.: Układ detekcji naprężeń w krzemowych strukturach mikromechanicznych. Zgł. pat. nr P.361525 z dn. 31.07.2003.

[PA2] GRABIEC P., RANGEŁOW I., SUNYK R., GOTSZALK T., STUDZIŃSKA K.: Mikrosonda do pomiaru sił atomowych. Pat. RP wg zgł. P328752.

[PA3] GRABIEC P., ZABOROWSKI M., DOMAŃSKI K., RANGEŁOW I.: Sposób wytwarzania nano-ścieżek. Zgł. pat. nr P.359838 z dn. 24.04.2003.

[PA4] GRABIEC P., ZABOROWSKI M., DOMAŃSKI K., RANGEŁOW I.: Sposób wytwarzania nano-drutów. Zgł. pat. nr P.359839 z dn. 24.04.2003.

[PA5] GRABIEC P., ZABOROWSKI M., RANGEŁOW I., DOMAŃSKI K.: Sposób wytwarzania stempla dla nanolitografii metodą odciskania. Zgł. pat. nr P.362344 z dn. 22.09.2003.

[PA6] ZABOROWSKI M., GRABIEC P., BUDZYŃSKI T.: Sposób wytwarzania płaskownika chromowego w nano-przyrządach. Zgł. pat. P.360303 z dn. 22.05.2003.