

Polskie detektory podczerwieni



Wehiкул Mars Science Laboratory Mission  
z detektorem VIGO

# Partnerstwo sukcesu

## PIOTR MARTYNIUK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

piotr.martyniuk@wat.edu.pl

Ppłk dr hab. inż. Piotr Martyniuk kieruje Zakładem Fizyki Ciała Stałego w Instytucie Fizyki Technicznej WAT od października 2015 roku.

Jego zainteresowania badawcze koncentrują się na barierowych strukturach detekcyjnych średniej i dalszej podczerwieni otrzymywanych ze związków grupy A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> (w tym supersieci II rodzaju z InAs/GaSb), jak również z roztworu stałego HgCdTe.

## ADAM PIOTROWSKI

Vigo System S.A., Ożarów Mazowiecki

apiotrow@vigo.com.pl

Dr inż. Adam Piotrowski jest prezesem zarządu Vigo System S.A. Tytuł magistra inżyniera elektroniki uzyskał w 2002 roku na Politechnice Warszawskiej. W 2008 roku obronił pracę doktorską w Wojskowej Akademii Technicznej. Autor wielu publikacji naukowych dotyczących metod wytwarzania i zastosowań detektorów podczerwieni. Interesuje się nowymi zastosowaniami podczerwieni, inżynierią zarządzania i zagadnieniami związanymi z internetem rzeczy.

**Jak zapewnić w Polsce rozwój konkurencyjnej, wydajnej gospodarki? Wspierać realizację projektów badawczo-rozwojowych prowadzonych wspólnie przez przedsiębiorców i naukowców, a następnie wdrożyć ich wyniki, tak aby trafiły na rynek. Dowodem na sukces takiej strategii jest wieloletnia współpraca Wojskowej Akademii Technicznej z polską spółką Vigo System S.A., produkującą detektory podczerwieni, rozpoznawalną na globalnym rynku i notowaną na warszawskim parkiecie**

Współpraca Vigo System S.A. – WAT stanowi szczególnie w polskich realiach przykład kooperacji naukowego zespołu uczelnianego z firmą wdrożeniową zaawansowanej technologii. Zespół Zakładu Fizyki Ciała Stałego (ZFCS) w Instytucie Fizyki Technicznej (IFT), kierowany przez prof. Antoniego Rogalskiego (pełniącego obecnie funkcję dziekana Wydziału IV PAN), ściśle współpracuje z Vigo System S.A. od ponad 20 lat. W centrum zainteresowania obu zespołów jest badanie procesów i zjawisk fizycznych warunkujących produkcję detektorów podczerwieni o najwyższych parametrach użytkowych. Źródła współpracy leżą w początkowej wspólnej historii firmy i instytutu. Do połowy lat 90. ubiegłego wieku Zakładem FCS kierował prof. Józef Piotrowski, który obecnie jest dyrektorem ds. rozwoju Vigo System S.A. Już wtedy pod jego kierownictwem opracowano wiele typów detektorów produkowanych przez firmę Vigo. Kierowniczą kadrę Vigo stanowili byli pracownicy IFT. Również obecnie studia doktoranckie prowadzone w IFT stanowią źródło zaplecza kadrowego dla Vigo. W ramach współpracy z firmą studenci WAT odbywają praktyki, piszą prace magisterskie i doktorskie.

Vigo System S.A. jest obecnie światowym liderem w produkcji niechłodzonych, fotonowych detektorów podczerwieni (<http://www.vigo.com.pl>). Oferowane przez Vigo detektory są stosowane w przemyśle, medycynie, technice wojskowej oraz pracach badawczych – stanowią wyposażenie systemów pomiarowych w pracowniach najbardziej renomowanych ośrodków badawczych na całym świecie. Między innymi pracują obecnie na pokładzie łazika Curiosity (od 2012 roku), w ramach misji Mars Science Laboratory. Firma uzyskała status oficjalnego dostawcy pod-



## Polskie detektory podczerwieni

zespołów dla NASA. W 2014 roku debiutowała na Giełdzie Papierów Wartościowych.

### Wspólne inwestycje

W 2003 roku WAT i Vigo System S.A. utworzyły wspólne laboratorium epitaksji tellurku kadmowo-rtęciowego (HgCdTe) ze związków metaloorganicznych MOCVD (ang. *Metal organic chemical vapour deposition*). Technika MOCVD umożliwia osadzanie złożonych wielowarstwowych heterostruktur HgCdTe o dowolnym składzie molowym i profilu domieszkowania, jakie są wymagane dla produkcji wysokiej jakości fotonowych detektorów podczerwieni. Układ oparty jest na systemie AIX-200 firmy AIXTRON – światowego lidera w produkcji tego typu aparatury. Laboratorium mieści się w Ożarowie Mazowieckim. Koszty utworzenia wspólnego laboratorium wyniosły 3,9 milionów złotych, z czego 60% pokryła firma Vigo System SA, a 40% – WAT.

Kolejny wspólny projekt to nowe, otwarte 21 kwietnia 2015 roku, laboratorium, które zajmie się rozwijaniem i produkcją detektorów techniką Molecular Beam Epitaxy (MBE), czyli epitaksją z wiązek molekularnych. To technologia wytwarzania warstw półprzewodnikowych, polegająca na osadzeniu kolejnych, atomowej grubości warstw materiału na podłożu krystalicznym poprzez parowanie pierwiastków z komórek efuzyjnych w bardzo wysokiej próżni. Umożliwia to osadzanie złożonych, wielowarstwowych heterostruktur ze skokowo zmieniającym się składem molowym i domieszkowaniem, np. supersieci II typu z InAs/GaSb.

Detektory wytwarzane w technologii MBE uzupełnią ofertę detektorów z HgCdTe, sprzedawanych dziś przez Vigo. Będzie je można stosować tam, gdzie konieczne jest zapewnienie m.in. wyższej odporności na trudne warunki eksploatacyjne i wysokiej jednorodności parametrów detektorów wieloelementowych. Wartość inwestycji szacowana jest na 11 mln zł, które pokryły po połowie Vigo System S.A. i WAT.

### Badania i projekty

Współpraca WAT i Vigo System S.A. polega nie tylko na wspólnych inwestycjach. Najlepszym dowodem na jej efektywność są badania i projekty.

Strategicznym celem współpracy jest skoncentrowanie się na tych aspektach rozwoju detektorów, które w przyszłości mogą doprowadzić do pojawienia się na międzynarodowym rynku nowych polskich przyrządów i systemów

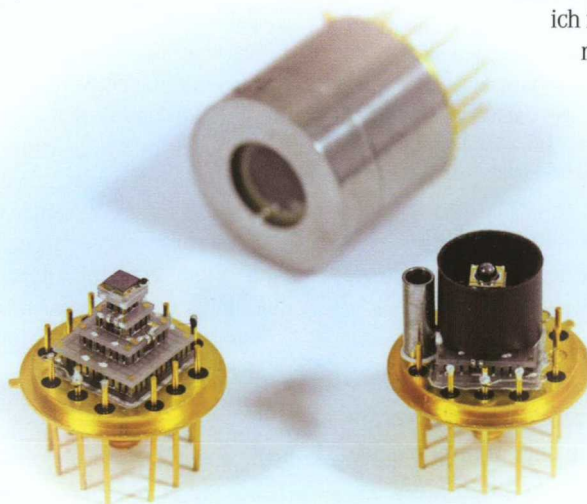


System AIX-200 firmy AIXTRON do wzrostu warstw epitaksjalnych HgCdTe ze związków metaloorganicznych. Na dole: detektory podczerwieni

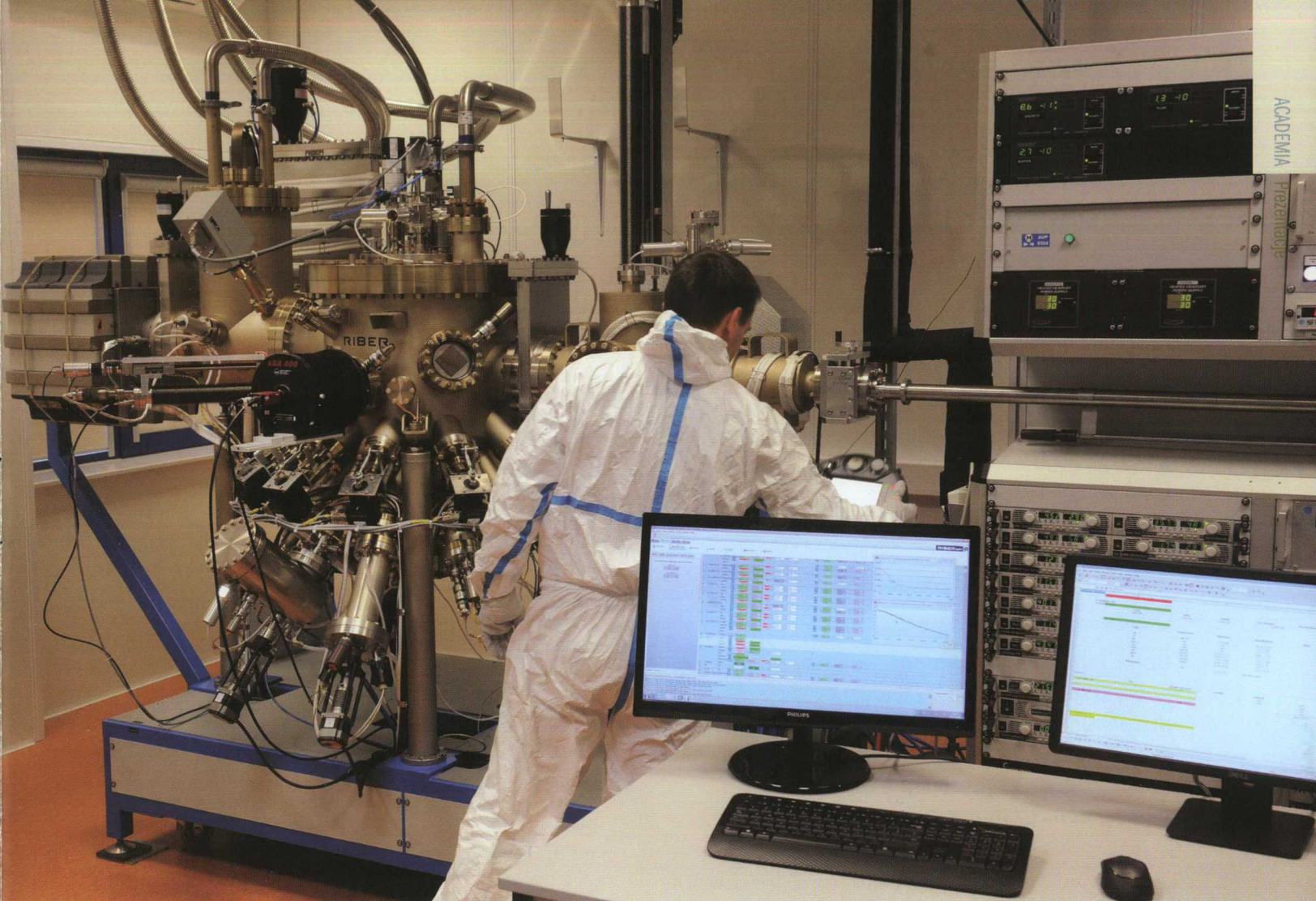
techniki podczerwieni. Świadomie rezygnuje się z prób powielania zachodnich badań nad rozwojem chłodzonych detektorów podczerwieni. Rynek detektorów chłodzonych kriogenicznie jest nasycony, gdyż w badania i przemysł dla celów militarnych zainwestowano w przeszłości ogromne środki finansowe, szczególnie w okresie „zimnej wojny”. Dlatego za uzasadnione uważa się podjęcie prac dotyczących fotodetektorów z supersieci InAs/GaSb bez chłodzenia kriogenicznego, żeby opracować technologię detektorów lepszych od dotychczas produkowanych z HgCdTe. Taka technologia

pozwole na obniżenie kosztów produkcji urządzeń techniki podczerwieni i zwiększenie ich funkcjonalności, a przez to rozszerzenie zastosowań w przemyśle, nauce, medycynie i ochronie środowiska, zwłaszcza zastosowań połowych, w których chłodzenie kriogeniczne jest niemożliwe lub bardzo utrudnione.

Liczne wspólne projekty WAT i Vigo System S.A. wygrywają w konkursach Narodowego Centrum Badań i Rozwoju i Narodowego Centrum Nauki. Dotyczą one m.in. opracowania i wykonania niechłodzonych i minimalnie chłodzonych detektorów z HgCdTe średniej i dalekiej pod-







System MBE Compact 21 DZ firmy RIBER do wzrostu supersieci związków AIIIbV

czerwieni nowej generacji, detektorów do spektroskopii Fouriera zakresu 3–16  $\mu\text{m}$ , detektorów do szerokopasmowej (1 Gb/s) łączności optycznej w otwartej przestrzeni z użyciem laserów faldowodowych  $\text{CO}_2$ , modułów detekcyjnych do wysokoczułych sensorów niebezpiecznych materiałów, bezprzewodowego systemu łączności optycznej w zakresie spektralnym 8–18  $\mu\text{m}$  oraz opracowania optoelektronicznego czujnika par materiałów wybuchowych.

Współpraca dotyczy ponad 25 różnych projektów, na których realizację wydatkowano około 35 milionów złotych. W trzy ostatnie z wymienionych tematów włączone są zespoły Instytutu Optoelektroniki WAT. Efektem współpracy Vigo z Instytutem Optoelektroniki jest między innymi system OBRA instalowany w urządzeniach wojskowych.

### Publikacje i monografie

Pracownicy ZFCS i Vigo System SA mogą poszczycić się znakomitą odbiorą ich prac naukowych w świecie. „Polska szkoła” zdominowała światowe wydawnictwa w zakresie pozycji monograficznych poświęconych detektorom podczerwieni. Publikacje i monografie obu zespołów były w ostatnich dziesięciu latach cytowane ok. 5 tysięcy razy, także przez najbardziej uznane zespoły z całego świata prowadzące badania naukowe nad detektorami podczerwieni. Wskaźnik Hirscha obu

zespołów szacowany jest na ponad 40. Najnowsza książka prof. Antoniego Rogalskiego – „Infrared Detectors”, opublikowana przez wydawnictwo Taylor&Francis (USA) w 2011 roku – uznawana jest za najlepszą monografię dotyczącą detektorów podczerwieni, jaka ukazała się w ostatnich 20 latach. Przetłumaczono ją na język rosyjski i chiński. Wynikiem współpracy naukowej obu zespołów jest również monografia „High-Operating Temperature Infrared Photodetectors” (wydana przez wydawnictwo SPIE Press, USA), podsumowująca unikatowe w skali światowej polskie osiągnięcia naukowe i produkcyjne w zakresie długofalowych detektorów podczerwieni pracujących w podwyższonych temperaturach. ■

### Chcesz wiedzieć więcej?

<http://www.vigo.com.pl/>

Rogalski A. (2011). *Infrared Detectors*, second edition, CRC Press. Boca Raton.

[http://www.amazon.com/Infrared-Detectors-Second-Antonio-Rogalski/dp/142007671X#reader\\_142007671X](http://www.amazon.com/Infrared-Detectors-Second-Antonio-Rogalski/dp/142007671X#reader_142007671X)

<http://www.amazon.com/Infrared-Detectors-Chinese-Edition-Rogalski/dp/711145197X>

Piotrowski J., Rogalski A. (2007). *High-Operating Temperature Infrared Photodetectors*. SPIE Press, Bellingham.

<http://www.amazon.com/High-Operating-Temperature-Infrared-Photodetectors-Press-Monograph/dp/0819465356>