

The background of the image is a dark purple color with a subtle, abstract pattern of interconnected circles and lines, resembling a molecular or network structure. The circles vary in size, and the lines are thin and light purple, creating a sense of depth and complexity.

ITME

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych

ITME

potencjał Instytutu



Zbigniew Matyjas
Dyrektor ITME

NA DRODZE NOWYCH TECHNOLOGII

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych, który znajduje się wśród czołowych jednostek naukowo-badawczych, niezmiennie otrzymując kategorię A, powstał 40 lat temu. To lata zdobywania doświadczeń przez naukowców i budowania podwalin pod nowe technologie, a także solidna baza do rozwoju na przyszłość. Filarami rozwoju ITME są:

LUDZIE

Siłą Instytutu są pracownicy - znakomici uczeni, przodujący w wielu dziedzinach i dyscyplinach naukowych. Na ich dorobek składają się setki publikacji w najlepszych światowych periodykach naukowych (rocznie około stu publikacji na tzw. liście filadelfijskiej), kilkadziesiąt patentów, w tym światowych oraz udział w prestiżowych projektach naukowych. Niezmiennie istotny wkład w rozwój ITME wnosi również kadra inżynieryjno-techniczna, bez której wiedzy i umiejętności nie byłoby przełomowych rozwiązań technologicznych, a także szeroko rozumiany pion wsparcia, pozwalający naukowcom na koncentrację nad pionierskimi rozwiązaniami naukowymi. ITME to łącznie blisko 230 osób.

APARATURA

Instytut to miejsce, gdzie w laboratoriach naukowych powstają innowacyjne rozwiązania. Opracowywane są tu technologie wytwarzania nowych materiałów, badane są ich właściwości oraz możliwości wykorzystania w energetyce, elektronice, fotonice, przemyśle lotniczym, branży motoryzacyjnej oraz innych sektorach. Instytut posiada zaawansowane możliwości badawcze i analityczne, laboratoria ITME wyposażone są w najwyższej klasy specjalistyczny sprzęt. Naukowcy, dysponując wiedzą i odpowiednią infrastrukturą, są otwarci na współpracę z przedsiębiorcami w celu rozwiązywania problemów technologicznych.



Poszczególne zakłady naukowe wyposażone są w unikalną aparaturę, która jest rozwijana i ulepszana. W najbliższych dwóch latach laboratoria Instytutu, w szczególności grafenowe, będą doposażone w najwyższej klasy sprzęt badawczy, pozwalający podtrzymać wysoką lokatę ITME w gronie europejskich jednostek naukowych.

TECHNOLOGIE

W laboratoriach Instytutu prowadzone są badania naukowe i prace rozwojowe w zakresie inżynierii materiałowej, elektroniki, fotoniki, optoelektroniki, inżynierii środowiska, technologii chemicznej, a także międzydyscyplinarnych nauk technicznych z naciskiem na nanotechnologię. W ITME pracuje się nad takimi technologiami, jak: grafen epitaksjalny, grafen płatkowy, przyrządy mocy na węglu krzemu, wysokoczęstotliwościowe przyrządy mocy na azotku galu, kryształy, światłowody, lasery, źródła światła białego, maski chromowe i elementy dyfrakcyjne. Wytwarza się również produkty, które można wprowadzić na rynek. Zaliczyć można do nich np.: grafenowy czujnik pola magnetycznego, mikrosondy włókniste do elektroporacji narządów wewnętrznych oraz pojedynczych komórek, luminofory, lasery.

STABILNOŚĆ FINANSOWA

Stabilne zaplecze finansowe umożliwia naukowcom prowadzenie zaawansowanych badań naukowych. Jest to podstawowy, aczkolwiek niezbędny, warunek umożliwiający rozwój Instytutu. 40 lat naszej historii to siła napędowa, która pozwala nam wyznaczać kierunek na drodze nowatorskich technologii.

dr hab. Zbigniew Matyjas
Dyrektor ITME



ITME

z historią ku przyszłości

Katarzyna Pietrzak
Zastępca Dyrektora ds. Naukowych

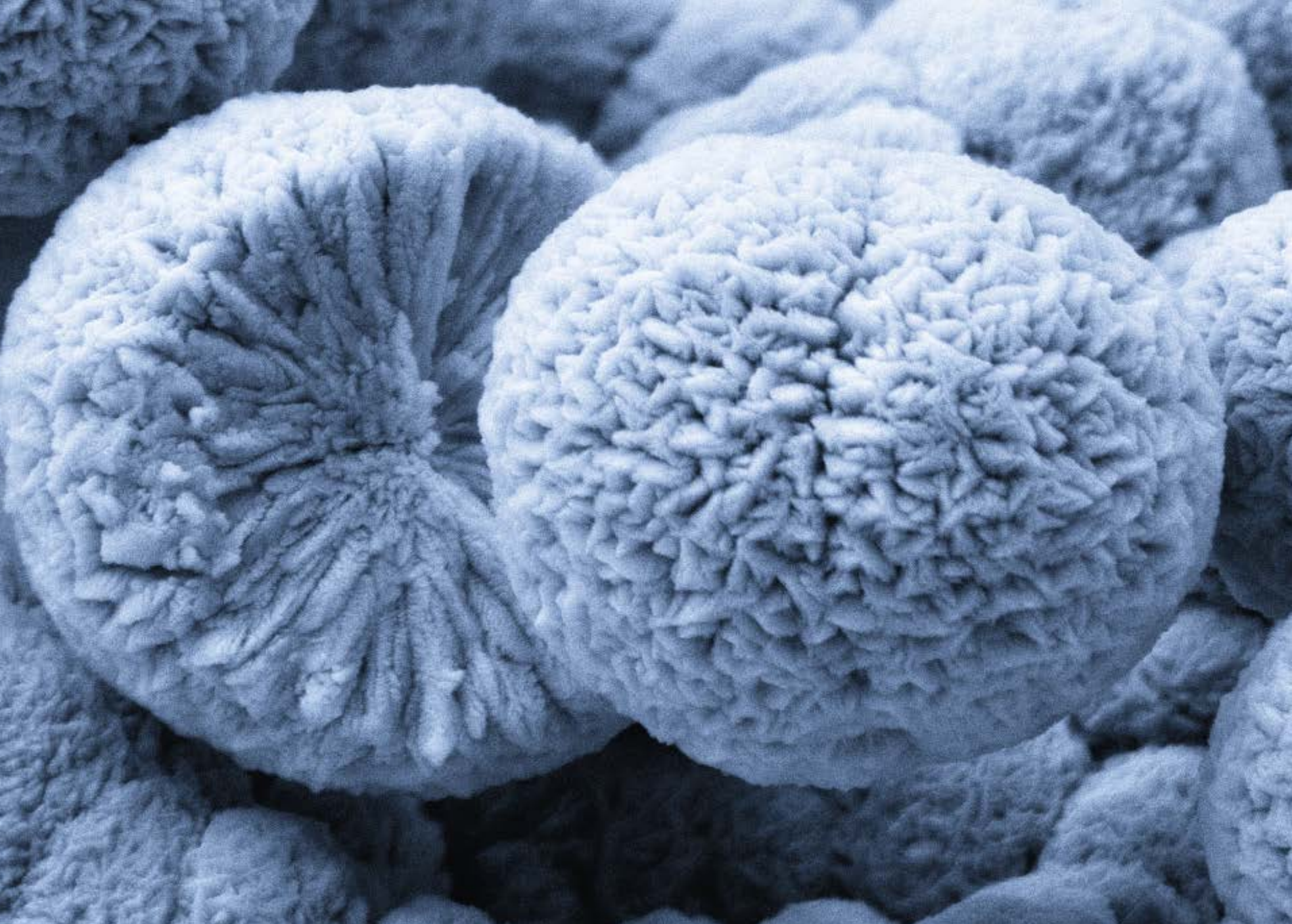
W Instytucie pracuję od ponad dwudziestu lat. Pierwsze kroki, jeszcze jako magister inżynier, stawiałam w Zakładzie Złączy, przekształconym później w Zakład Ceramiki i Złączy. Po doktoracie i habilitacji utworzyłam Zakład Kompozytów Ceramiczno-Metalowych.

Teraz pełnię funkcję zastępcy dyrektora ds. naukowych ITME, a moja rola to dbanie o rozwój naukowy kadry, pomoc w kształtowaniu i wytyczaniu kierunków badawczych, nawiązywanie współpracy z przemysłem. Przy bardzo wysokim poziomie kadry naukowej, ogromnemu zaangażowaniu młodych badaczy i wsparciu ze strony zaplecza administracyjno-finansowego, realizacja tego zadania nie jest trudna.

Nasi naukowcy realizują kilkadziesiąt projektów naukowych, zagranicznych i polskich, w tym finansowanych z programu Horyzont 2020. Badacze nawiązują współpracę z przemysłem, wspólnie pracując nad technologiami, które będą stanowiły odpowiedź na potrzeby rynku.

Instytut ma za sobą wspaniałą historię, musimy jednak patrzeć w przyszłość. Na początku nasza jednostka była ściśle powiązana z przemysłem, tworząc i rozwijając technologie na potrzeby rynku. Potem w wyniku zmian ustrojowych w Polsce w latach dziewięćdziesiątych, przemysł elektroniczny stanął przed wieloma problemami. Teraz przed Instytutem ważne, acz trudne zadanie, aby znaleźć swoje miejsce na konkurencyjnym rynku i współpracować z przemysłem wychodząc z technologiami z laboratoriów do hal produkcyjnych. To jest kierunek, którym warto podążać.

dr hab. inż. Katarzyna Pietrzak, prof. ITME
Zastępca Dyrektora ds. Naukowych



ITME

geneza

Geneza Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych sięga lat siedemdziesiątych. Wtedy to, w 1970 r., utworzono Naukowo-Produkcyjne Centrum Półprzewodników CEMI (NPCP), w skład którego weszły Fabryka Półprzewodników TEWA, Instytut Technologii Elektronowej i Przemysłowy Instytut Elektroniki.

1 lipca 1970 r. został powołany Ośrodek Naukowo-Produkcyjny Materiałów Półprzewodnikowych w Warszawie działający jako komórka NPCP. Inicjatorem jego powstania i pierwszym dyrektorem był prof. Bolestaw Jakowlew. Minister Przemysłu Maszynowego utworzył przy NPCP Zakład Doświadczalny Produkcji Materiałów Półprzewodnikowych, którego zadaniem było przygotowanie produkcji i produkcja doświadczalna m.in. materiałów półprzewodnikowych, metali i związków chemicznych wysokiej czystości oraz ceramiki i szkła. W następnym roku zakład został podporządkowany Ośrodkowi Naukowo-Produkcyjnemu Materiałów Półprzewodnikowych (ONPMP).

Przedmiotem działania ONPMP było rozwiązywanie problemów materiałowych poprzez prowadzenie prac naukowo-badawczych stosowanych, prac rozwojowych i wdrożeniowych oraz produkcja w Zakładzie Doświadczalnym.

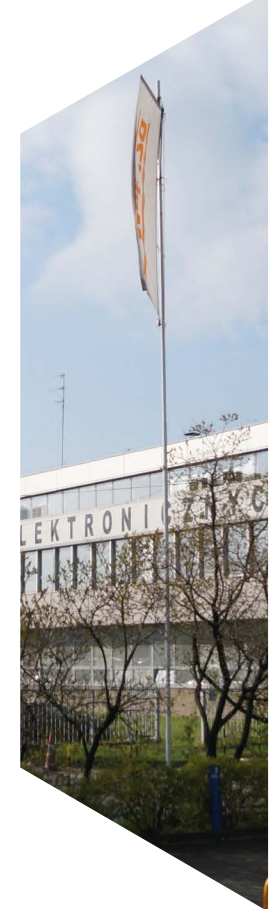
Działania obejmowały tworzenie technologii i prowadzenie badań w zakresie takich materiałów, jak:

- krzem i german,
- związki półprzewodnikowe grupy AIIIBV i AIIIVI,
- metale wysokiej czystości i stopy specjalne,
- związki chemiczne stosowane w produkcji elementów półprzewodnikowych i układów mikroelektronicznych,
- materiały dielektryczne oraz wyroby z tych materiałów,
- azury do układów scalonych.

W 1973 r. zaczął się ukazywać istniejący do dziś kwartalnik naukowy „Materiały Elektroniczne”, którego redaktorem naczelnym był prof. Bolesław Jakowlew.

W latach 1970-1975, na bazie własnych technologii i opracowań, ośrodek uruchomił produkcję ponad trzystu asortymentów materiałów specjalnych. Dzięki osiąganym wysokim wynikom ONPMP powierzono czołową rolę w zakresie materiałów w Rządowym Programie Badawczo-Rozwojowym PR-3 „Materiały i podzespoły dla potrzeb elektroniki”. Ośrodek miał koordynować badania oraz wdrożenia nowych materiałów w jednostkach kilku resortów.

W 1978 r. z ONPMP został wydzielony Zakład Doświadczalny Produkcji Materiałów Półprzewodnikowych, tworząc przedsiębiorstwo państwowe pod nazwą Centrum Naukowo-Produkcyjne Materiałów Elektronicznych (CNPME).



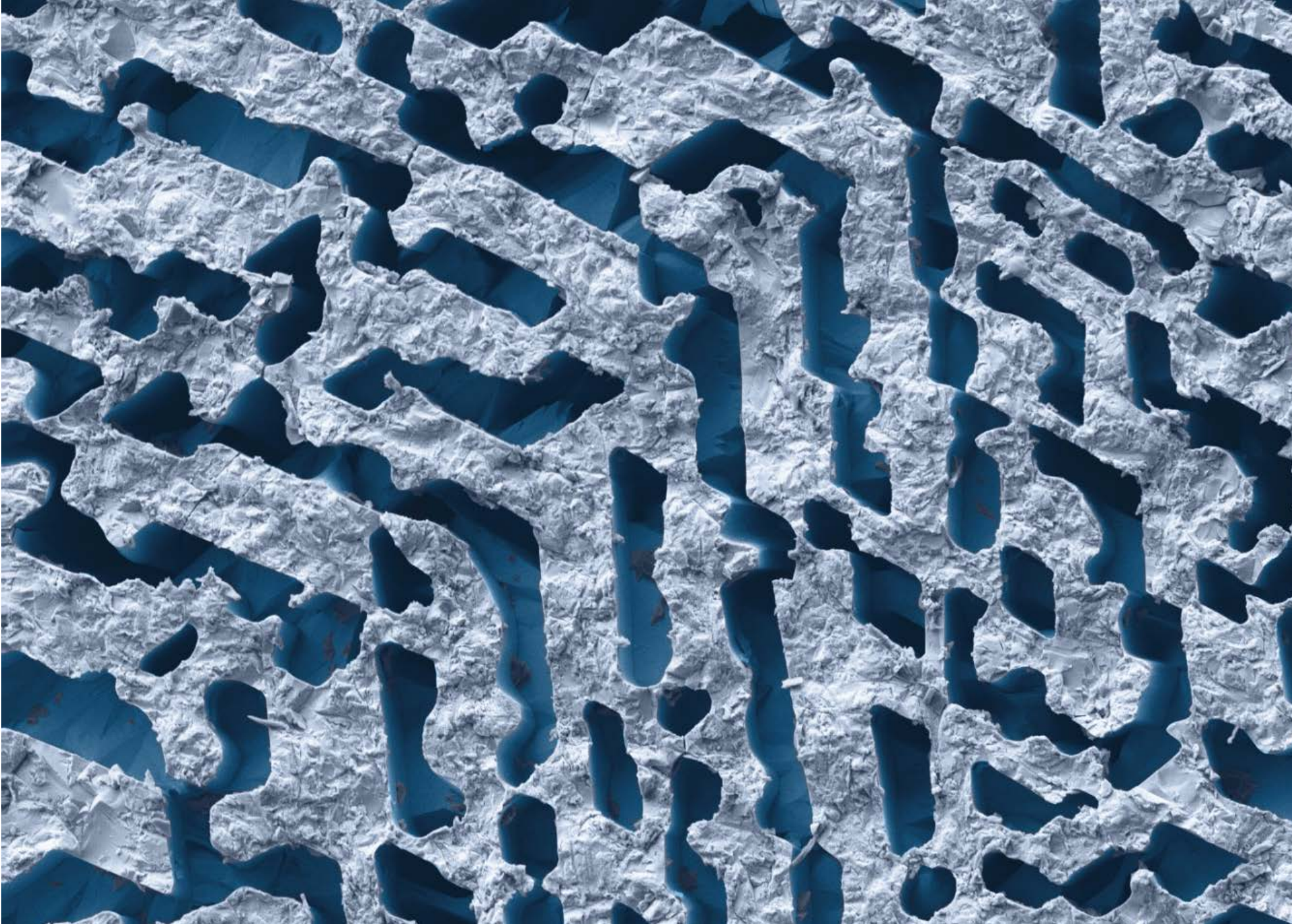


ITME

utworzenie

Zarządzeniem nr 14 Prezesa Rady Ministrów z dnia 5 lutego 1979 r. (M. P. Nr 4, poz. 37) w drodze przekształcenia z ONPMP został utworzony Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych. Nadzór nad Instytutem powierzono Ministrowi Przemysłu Maszynowego, natomiast kierownictwo dyrektorowi CNPME. Instytut prowadził prace naukowo-badawcze i rozwojowe oraz wdrożenia w zakresie materiałów elektronicznych, a szczególnie dotyczące technologii otrzymywania, obróbki i efektywnego wykorzystania tych materiałów na potrzeby elektronizacji.

Lata 1982–1983 były okresem przenoszenia procesów produkcji do nowych budynków znajdujących się przy ul. Wólczyńskiej 133 w Warszawie. Pierwszym dyrektorem Instytutu do 1980 r. był prof. Bolesław Jakowlew, w latach 1980–1987 dr inż. Mieczysław Frąckij, a w latach 1987–1994 prof. dr hab. inż. Wiesław Marciniak. W lutym 1994 r., na drodze konkursu, dyrektorem Instytutu został dr Zygmunt Łuczyński.



ITME

staje się instytutem badawczym

Na mocy Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o instytutach badawczych (Dz. U. Nr 96, poz. 618) z dniem 1 października 2010 r. nastąpiła zmiana formy prawnej Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych. Stał się on instytutem badawczym, a nadzór nad nim zaczął sprawować Minister Gospodarki.

W 2015 r. konkurs na stanowisko dyrektora Instytutu wygrał dr inż. Ireneusz Marciniak. W 2016 r. struktura organizacyjna zakładów naukowych zawierała: Laboratorium Charakteryzacji Materiałów Wysokiej Czystości, Zakład Badań Mikrostrukturalnych, Zakład Kompozytów Ceramiczno-Metalowych i Złączy, Zakład Ceramiki, Zakład Technologii Krzemu, Zakład Optoelektroniki, Zakład Technologii Chemicznych, Samodzielną Pracownię Spektroskopii Mössbauerowskiej, Zakład Szkieł, Zakład Epitaksji, Zakład Epitaksji i Charakteryzacji, Zakład Materiałów Grubowarstwowych, Zakład Materiałów Funkcjonalnych, Zakład Zastosowań Materiałów AIIIIV oraz Zakład Piezoelektroniki.

W 2017 r. dyrektorem Instytutu został mianowany dr hab. Zbigniew Matyjas. W wyniku restrukturyzacji nastąpiły zmiany w strukturze jednostki, które są kontynuowane do dziś.



ITME

zakłady naukowo-badawcze

W ITME działają zakłady naukowo-badawcze oraz wyodrębnione Laboratorium Badań Strukturalnych i Charakteryzacji Materiałów, a także Samodzielna Pracownia Elektronolitografii.

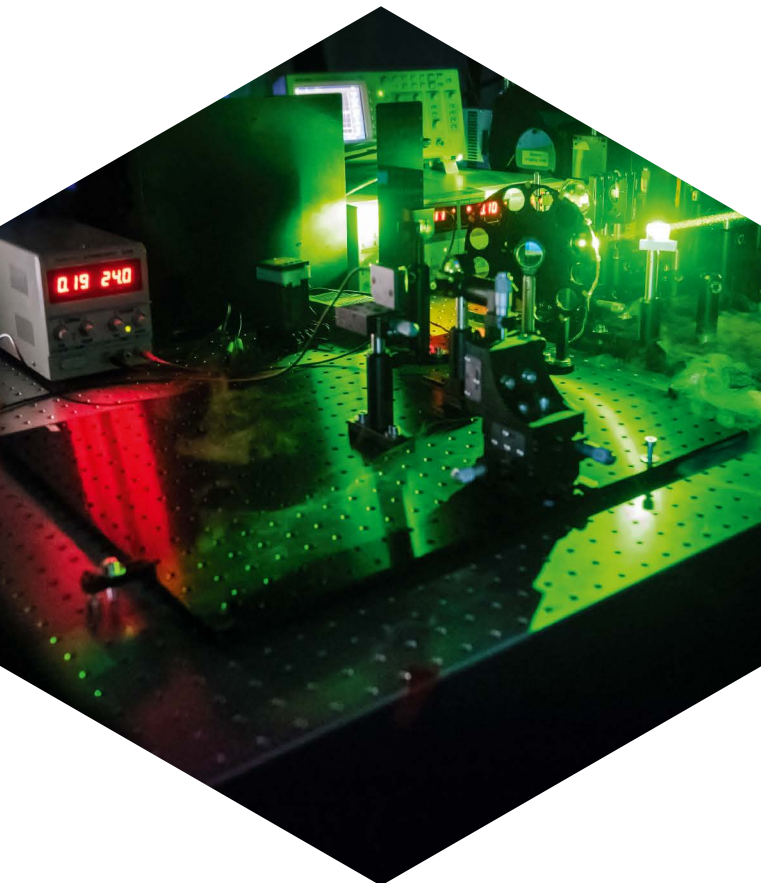
Działalność **Zakładu Grafenu i Materiałów dla Elektroniki** koncentruje się na badaniach nad epitaksjalnymi strukturami związków półprzewodnikowych III–V i IV–IV dla zastosowań elektronicznych oraz wytwarzaniu wysokiej jakości grafenu na SiC, Ge oraz podłożach metalicznych. Opracowuje się także technologie przyrządów półprzewodnikowych na podłożach monokrystalicznych i warstwach epitaksjalnych. Profesjonalne urządzenia technologiczne umożliwiają wytwarzanie najwyższej jakości struktur na bazie GaAs, InP, GaN, GaSb oraz SiC, stosując metodę epitaksji z fazy gazowej (CVD i MOCVD).

Zakład Syntezy Chemicznej i Grafenu Płatkowego specjalizuje się w chemicznej syntezie zaawansowanych materiałów przeznaczonych do wykorzystania w inżynierii materiałowej,

elektronice, optoelektronice oraz w sektorze wytwarzania i magazynowania energii. Pracujący w nim zespół posiada bogate doświadczenie w wytwarzaniu nanomateriałów, m.in. grafenu płatkowego. Najintensywniej badanym tematem jest zastosowanie metod chemicznych do wytwarzania grafenu płatkowego, jego pochodnych i materiałów kompozytowych zawierających struktury grafenowe. Równolegle prowadzone są prace związane z chemiczną syntezą materiałów nanokrystalicznych oraz nanostruktur różnymi technikami: zol-żel, współstrącania, hydrotermalną, syntezy spalieniowej, odwróconej mikroemulsji, elektrochemiczną oraz w fazie stałej - w tym metodą mikrofalową i mechanosyntezą. Trzecim obszarem zainteresowania zakładu jest synteza materiałów elektrodowych do jonowych baterii litowych i superkondensatorów.

Zakład Materiałów Kompozytowych i Ceramicznych specjalizuje się w wytwarzaniu ceramiczno-metalowych materiałów kompozytowych i gradientowych oraz spajaniu materiałów zaawansowanych, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk fizycznych i chemicznych towarzyszących tym procesom. Wytwarzane materiały kompozytowe to m.in.: materiały o wysokiej przewodności cieplnej, materiały stykowe, materiały konstrukcyjne. Naukowcy prowadzą prace w zakresie wytwarzania i charakteryzacji materiałów przeznaczonych do konwersji energii tzw. materiałów termoelektrycznych. Badania skoncentrowane są na dwóch grupach materiałów - skutterydach oraz tellurkach (antymonu i bizmutu). Materiały kompozytowe wytwarzane są z wykorzystaniem techniki





metalurgii proszków lub na drodze infiltracji ciekłym stopem porowatych preform ceramicznych. W zakładzie opracowuje się też technologie spajania materiałów kompozytowych z innymi materiałami, w tym łączenia różnorodnych materiałów elektroizolacyjnych (ceramika korundowa, azotkowa, węglkowa, szkło) z metalami (miedź, molibden, stopy FeNi, stale) do aplikacji próżniowych, elektronicznych, jądrowych i energetycznych.

Działalność **Zakładu Optoelektroniki** obejmuje szeroki zakres prac badawczych: opracowywanie nowych źródeł światła białego, diod laserowych, laserów ciała stałego, technik odprowadzania ciepła, montażu i integracji przyrządów optoelektronicznych, jak również charakteryzację optyczną i termiczną różnorodnych materiałów i przyrządów. Dzięki wieloletniemu doświadczeniu naukowcom udało się opracować szereg innowacyjnych przyrządów, m.in.: diody laserowe dużej mocy o niskiej rozbieżności wiązki, z wyprowadzeniem światłowodowym lub zintegrowane z dyfrakcyjnymi elementami optycznymi, montowane na chłodnicach mikrokanalowych. Naukowcy oferują nowe rozwiązania w zakresie specjalizowanych źródeł laserowych, integracji przyrządów elektronicznych oraz montażu. Świadczymy usługi projektowania prototypów przyrządów optoelektronicznych, jak również badań materiałów dla fotoniki.





Zespół **Zakładu Szkła** posiada bogate doświadczenie w wytwarzaniu elementów optyki włóknistej, obrazowodów i klasycznych światłowodów (w tym też włókien aktywnych) oraz włókien fotonicznych (pasywnych i aktywnych), jak również nanostrukturyzowanych elementów optycznych. Łącząc możliwości technologiczne z umiejętnością projektowania i modelowania komputerowego włókien, naukowcy wytwarzają dostosowane do wymagań klienta mikro- i nanostrukturyzowane światłowody i elementy optyki włóknistej dla zakresu promieniowania widzialnego oraz bliskiej i średniej podczerwieni. Spektrum zastosowań obejmuje optykę nieliniową (generacja supercontinuum), kształtowanie frontu falowego i polaryzacji oraz wprowadzanie promieniowania świetlnego do układów mikrooptofluidycznych.



Zakład Produkcji Doświadczalnej składa się z dwóch pracowni. Pracownia Technologii Krzemu zajmuje się wytwarzaniem płytek krzemowych o różnych orientacjach krystalograficznych po cięciu, trawieniu i polerowaniu jedno- lub obustronnym o średnicach od 1 do 4 cali i grubościach od 50 μm do ponad 40 000 μm . W Pracowni Epitaksji wytwarzane są metodą CVD epitaksjalne płytki krzemowe oraz wielowarstwowe struktury epitaksjalne typu p/n/n+, n/p/p+ i inne z warstwami epitaksjalnymi o grubości w zakresie 2–150 μm i rezystywności w zakresie 0,003–1000 Ωcm . W Zakładzie prowadzone są również prace dotyczące badania centrów defektowych w półprzewodnikach o szerokiej przerwie energetycznej.

Zakład Materiałów Funkcjonalnych pracuje nad rozwojem podstawowych i aplikacyjnych badań w zakresie wzrostu kryształów, nowych materiałów kompozytowych i metod charakteryzacji. Naukowcy rozwijają technologie wzrostu monokryształów tlenkowych, związków $AlIII$ BV oraz 4H- i 6H-SiC. Prowadzą również badania wzrostu metamateriałów, materiałów plazmonicznych i eutektyków, wykorzystując technologię mikrowyciągania. Naukowcy oferują usługi w zakresie rozwoju technologii wzrostu kryształów i procesów obróbki mechanicznej (wytwarzanie elementów i przygotowanie powierzchni).

Laboratorium Badań Strukturalnych i Charakteryzacji Materiałów prowadzi badania podstawowe i aplikacyjne w dziedzinie fizyki materiałów. Są one poświęcone opracowywaniu i doskonaleniu nowych metod analizy materiałów i ich modyfikacji za pomocą wiązek jonów. Celem jest uzyskanie poprawy własności strukturalnych i funkcjonalnych nowych materiałów.

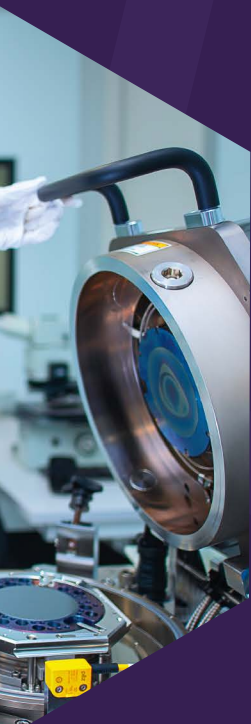
Laboratorium specjalizuje się w:

- analizie powierzchni materiałów za pomocą Skaningowej Mikroskopii Elektronowej (SEM) i technik, takich jak: EDS, EBSD, CL, FIB zintegrowanych z mikroskopem SEM,
- badaniach strukturalnych przy pomocy zaawansowanych metod dyfraktometrii rentgenowskiej (XRD), wysokorozdzielczej spektrometrii mas jonów wtórnych SIMS,



- rozwijaniu metod numerycznych analizy wyników otrzymanych metodami dyfraktometrii rentgenowskiej, wysokorozdzielczej spektrometrii mas jonów wtórnych SIMS,
- opracowywaniu metod modyfikacji materiałów przy pomocy technik jonowych,
- analizie defektów radiacyjnych w materiałach stosowanych w inżynierii jądrowej,
- badaniu własności funkcjonalnych napromieniowanych polimerów,
- badaniu własności tribologicznych (procesy zużycia i tarcia) różnych materiałów.

Samodzielna Pracownia Elektronolitografii zajmuje się wytwarzaniem mikro- i nanostruktur w procesach elektronolitografii (generacja wzorów struktur) oraz nanoimprintu (repliki struktur 3D). Dzięki projektowi Centrum Mikro- i Nanotechnologii MINOS pracownię wyposażono w elektronolitograf Vistec SB251 – w pełni samodzielny, profesjonalny system umożliwiający generację wysokorozdzielczych wzorów (poniżej 50 nm) na dużej powierzchni ($175\text{ mm}^2 \times 175\text{ mm}^2$) z siatką adresowania 1 nm. W pracowni wytwarzane są maski wzorcowe dla innych technik litograficznych (fotolitografia kontaktowa UV, fotolitografia projekcyjna DUV, nanoimprint). Procesy elektronolitografii wykorzystuje się również do bezpośredniej generacji wzorów na szerokiej gamie podłoży półprzewodnikowych i optycznych, co zapewnia możliwość wytwarzania mikro- i nanostruktur elektronicznych i fotonicznych oraz złożonych dyfrakcyjnych elementów optycznych z elementami o wymiarach sięgających 50 nm.



ITME

prace badawcze w laboratoriach

Naukowcy z ITME zaangażowani są obecnie w kilkadziesiąt projektów naukowych – polskich, europejskich i realizowanych w ramach programu ramowego badań i innowacji Horyzont 2020. Poniżej zaprezentowano przykłady przedsięwzięć przygotowywanych w Instytucie.

Badacze wykonują zadania w ramach flagowego, 10-letniego projektu badawczego Graphene Flagship finansowanego przez Komisję Europejską. Międzynarodowe konsorcjum naukowo-przemysłowe, złożone z blisko 150 partnerów z 21 państw, realizuje całe spektrum zadań, od produkcji materiałów i podzespołów do budowy zintegrowanych systemów. Celem przedsięwzięcia jest rozwój badań naukowych nad wykorzystaniem grafenu i innych materiałów dwuwymiarowych w różnych dziedzinach życia i gospodarki. Graphene Flagship to jeden z dwóch projektów, które wygrały konkurs w europejskim programie Nowe Technologie i Technologie Przyszłości. Na realizację obu inicjatyw Komisja Europejska przeznaczyła blisko miliard euro.

Zespół Zakładu Materiałów Funkcjonalnych zaangażowany jest w projekt realizowany przez międzynarodowe konsorcjum, w skład którego wchodzi ITME, pod nazwą ENSEMBLE³ (Centre of Excellence for nanophotonicS, advancEd Materials and novel crystal growth-Based technoLogiEs) w ramach programu Horyzont 2020 – Teaming for Excellence. Celem pierwszego etapu przedsięwzięcia jest przygotowanie do utworzenia Centrum Doskonałości, gdzie rozwijane będą nowe, zaawansowane materiały w oparciu o technologie wzrostu kryształów,

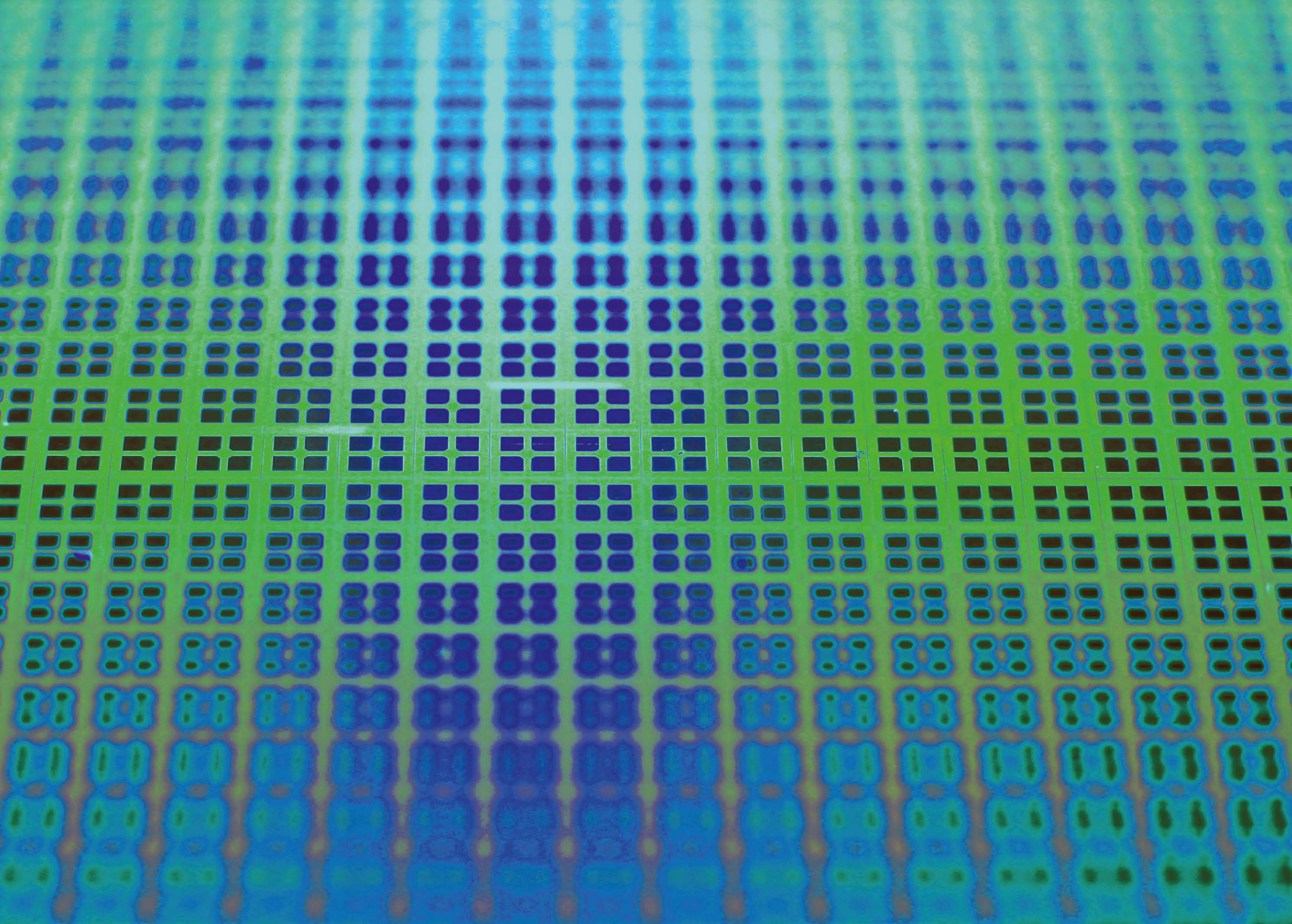




w tym materiały do zastosowania w sektorach: nanofotoniki, optoelektroniki, telekomunikacji, medycyny oraz fotowoltaiki. W założeniach Centrum Doskonałości ma konkurować z wiodącymi światowymi jednostkami naukowymi, zarówno w ujęciu innowacyjności, jak i doskonałości w badaniach i rozwoju. Nad projektem ENSEMBLE³ pracuje konsorcjum złożone z: Uniwersytetu Warszawskiego, Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Karlsruhe Institute of Technology (Niemcy), Cooperative Research Center nanoGUNE Consolider (Hiszpania) oraz Sapienza University of Rome (Włochy).

Zespół Zakładu Materiałów Kompozytowych i Ceramicznych realizuje w ramach międzynarodowego konsorcjum program M-ERA.NET dotyczący innowacyjnych pokryć Ni-Cr-Re o podwyższonej odporności korozyjnej i erozyjnej do zastosowań wysokotemperaturowych w przemyśle energetycznym. W projekcie zostaną opracowane nowe powłoki na bazie proszków metalicznych niklu i chromu z dodatkiem renu i dobrana zostanie optymalna technika ich osadzania na podłożach stalowych.

Instytut realizuje też program inwestycyjny pt. „Centrum Grafenu i Innowacyjnych Nanotechnologii”, który dotyczy zakupu nowoczesnej aparatury badawczej, która umożliwi prowadzenie licznych, innowacyjnych projektów naukowych w dziedzinie grafenu i innych nanomateriałów. Środki na sfinalizowanie przedsięwzięcia pochodzą z puli funduszy strukturalnych Unii Europejskiej w ramach RPO WM na lata 2014–2020.



Nauka

w praktyce

W laboratoriach realizuje się badania podstawowe oraz prace badawczo-rozwojowe. Instytut w swojej ofercie ma takie technologie, jak: grafenowy czujnik pola magnetycznego, przyrządy mocy na SiC – dioda wysokonapięciowa na węglu krzemu, wysokoczęstotliwościowe przyrządy mocy na azotku galu, grafen płatkowy, kryształy, światłowodów, lasery, źródła światła białego, maski chromowe i elementy dyfrakcyjne, wielozłączowe baterie słoneczne o podwyższonej sprawności. Naukowcy proponują również badania rozwojowe w dziedzinie inżynierii materiałowej, a także otwarte środowisko badawcze na rozwiązywanie problemów materiałowych. Efektami prac badawczych wykonywanych w laboratoriach ITME są technologie, które mogą znaleźć swoje zastosowanie na rynku. Oto kilka przykładów:

Grafenowy czujnik pola magnetycznego

W Zakładzie Grafenu i Materiałów dla Elektroniki opracowuje się konstrukcję innowacyjnego czujnika pola magnetycznego (tzw. hallotronu) wykorzystującego opatentowaną technologię osadzania grafenu na węglu krzemu (SiC). Prace przebiegają dwutorowo, a optymalizacji podlega maksymalna temperatura pracy lub czułość. Pierwszy rodzaj czujnika zachowuje swoje parametry elektryczne do $+300^{\circ}\text{C}$ przy czułości 160 V/AT (woltów na amper-teslę).

Czułość drugiego, mimo że mniejsza (wynosi 80 V/AT) zostaje zachowana w wyższej temperaturze nawet +500°C. Jest to znacznie szerszy zakres temperatur niż tradycyjnych przyrządów wykonanych z materiałów półprzewodnikowych, takich jak krzem, arsenek galu, arsenek indu czy antymonek indu. Rozwiązanie posiada potencjał aplikacyjny np. w konstrukcji bezszczotkowych silników elektrycznych z magnesami stałymi zasilanych napięciem stałym (BLDC) i napięciem przemiennym (PMSM) stosowanych w pojazdach o napędzie elektrycznym i obrabiarkach sterowanych numerycznie, a także w układach pomiarowych nowego asortymentu przetworników prądu oraz jednofazowych i trójfazowych przetworników mocy czynnej. Dodatkowym atutem czujnika jest możliwość pracy w niskich temperaturach. W obydwu rodzajach czujnika potwierdzona doświadczalnie stabilność czułości w przedziale od -200°C do +300°C wynosi -0,02%/°C. Rekordowa stabilność parametrów elektrycznych w szerokim zakresie temperatur jest cechą wyróżniającą grafen osadzany na węgliku krzemu. ITME planuje wprowadzić czujniki do oferty handlowej.

Technologia produkcji grafenu na podłożach metalicznych

Równolegle z technologią osadzania grafenu na węgliku krzemu zespół Zakładu Grafenu i Materiałów dla Elektroniki opracowuje metodę osadzania grafenu na folii miedzianej oraz na germanie. Tak wytworzony grafen, w wyniku szeregu procesów technologicznych, można przenieść na inny materiał. ITME zdobyło międzynarodowe uznanie dzięki bardzo wysokiej jakości transferowanego grafenu, gwarantującej czystość i przewidywalność parametrów elektrycznych. Oferta Instytutu obejmuje zarówno małe próbki, jak i większe arkusze grafenu. Do tej pory odbiorcy najczęściej zamawiali folię miedzianą pokrytą grafenem o wymiarach 30cm × 30cm, ale dostępny jest także format 50cm × 50cm. ITME, jako instytut badawczy rozwijający technologię materiałów





elektronicznych, pracuje nad wdrożeniami wykorzystującymi grafen w oparciu o własne inicjatywy i projekty wykonywane w ramach współpracy z ośrodkami zagranicznymi oraz krajowymi. Dotychczas zrealizowano takie projekty jak: laser femtosekundowy czy przezroczysta grzejąca szyba.

Tusz grafenowy

Zakład Syntezy Chemicznej i Grafenu Płatkowego zajmuje się wytwarzaniem różnych nanomateriałów i nanostruktur, m.in. grafenu płatkowego. Na świecie badania w tej dziedzinie prowadzone są zaledwie od kilku lat. Jednakże w obszarze zastosowania grafenu Instytut dokonał już pierwszych wdrożeń.

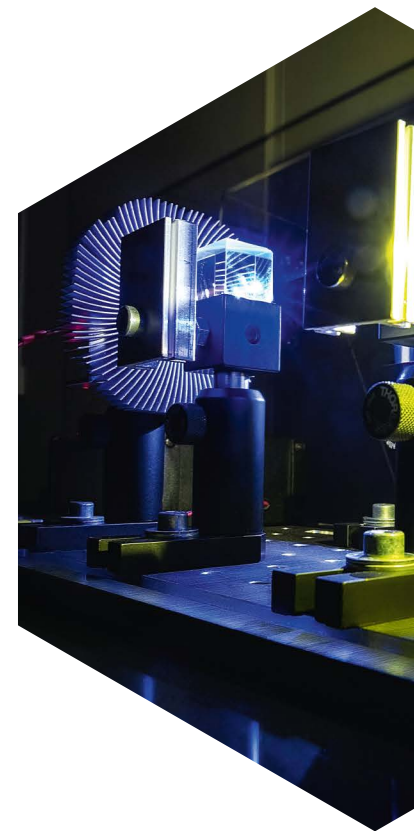
Jednym z przykładów efektywnego wdrożenia prac badawczych ITME jest opracowanie tuszu grafenowego we współpracy z Towarzystwem Elektrotechnologicznym Qwerty sp. z o.o. Otrzymany tusz grafenowy umożliwia druk metodą jetprintingu na podłożach polimerowych, w tym także tych elastycznych i przeziernych. Wydrukowana warstwa jest jednorodna i w dużym stopniu transparentna. Tusz grafenowy po odpowiedniej obróbce staje się przewodzący dla prądu elektrycznego. Dzięki temu wydruk może być stosowany w klawiaturach foliowych sterowników urządzeń. Zastosowanie nawet niewielkiej ilości grafenu w tuszu umożliwia zastąpienie drogiego tlenku indowocynowego (ITO), używanego powszechnie jako transparentnego przewodnika elektrycznego.

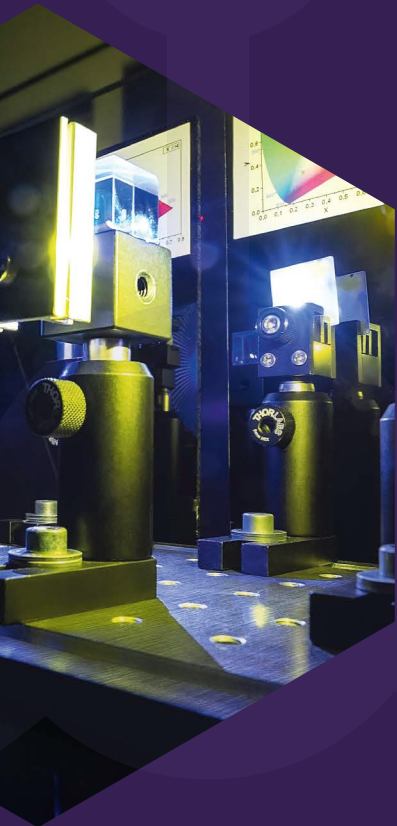
Mikrosondy włókniste do elektroporacji tkanek wewnętrznych oraz pojedynczych komórek

Mikrosonda włóknista jest nowym narzędziem terapeutycznym przeznaczonym do elektrochemioterapii narządów wewnętrznych metodami laparoskopowymi. Technologia ta jest obecnie na etapie komercjalizacji. Metoda wykorzystuje zjawisko elektroporacji, czyli wytwarzania krótkotrwałych nanoporów w błonie lipidowej komórki za pomocą pola elektrycznego, przez które chemioterapeutyki mogą wnikać do wnętrza komórek. Elektrochemioterapia jest jedną z nowoczesnych terapii nowotworów.

Mikrosonda włóknista jako jedyna na świecie pozwala na przeprowadzanie elektroporacji ograniczonych obszarów w trudno dostępnych miejscach. Dzięki postaci cienkiego włókna sonda łatwo dociera do trudno dostępnych miejsc w organizmie przy pomocy igły punkcyjnej lub przez naczynia krwionośne. Jednocześnie sonda pozwala na domieszcowe dostarczanie często bardzo toksycznych lub drogich leków. Urządzenie, dzięki wbudowanemu kanałowi obrazowodowemu, umożliwia również bezpośrednią obserwację elektroporowanego obszaru.

Mikrosonda do elektroporacji została opracowana przez zespół badawczy prof. dr. hab. Ryszarda Buczyńskiego. Technologię nagrodzono srebrnym medalem na IX Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Wynalazków IWIS 2015. Otrzymała też w 2016 r. nagrodę polskiej edycji InnoStars Award w kategorii MedTech (urządzenia medyczne), która jest przyznawana za innowacyjne projekty w obszarze zdrowia, medycyny i biotechnologii. Technologia została też wyróżniona w konkursie Polski Produkt Przyszłości (XIX edycja) w kategorii produkt przyszłości jednostki naukowej.





Przezroczysta ceramika

W Zakładzie Materiałów Kompozytowych i Ceramicznych prowadzone są prace nad otrzymywaniem ceramiki przezroczystej na bazie granatu itrowo-glinowego oraz spinelu glinowo-magnezowego. Materiały te mogą posłużyć zarówno jako przezroczyste elementy pancerzy, kopułki, jak i wizjery chroniące detektory podczerwieni. Ceramika przezroczysta stanowi także matrycę dla pierwiastków ziem rzadkich i metali przejściowych i tym samym, domieszkowana, może stanowić nieliniowy absorber do modulacji wiązki lasera, ośrodek czynny w laserach ciała stałego, a także posłużyć jako konwerter w laserowym źródle światła białego.

Luminofony do wysokowydajnych źródeł światła białego

W Zakładzie Optoelektroniki oraz Zakładzie Materiałów Kompozytowych i Ceramicznych opracowywane są źródła światła białego wykorzystujące luminofony ceramiczne pobudzone „niebieskimi” diodami laserowymi dużej mocy. Luminofony ceramiczne bazują na granacie itrowo-glinowym domieszkowanym cerem (Ce:YAG , $\text{Ce}^{3+}:\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) i wytwarzane są w formie granulatów w różnych osnowach, ceramik warstwowych i kompozytów ceramicznych. Kontrolowana zmiana mikrostruktury ceramiki, dobór odpowiedniej geometrii, składu i parametrów procesu technologicznego pozwalają na uzyskanie wymaganej barwy oraz wysokiej wydajności źródła. Zastosowania obejmują reflektory laserowe, będące jednymi z najnowocześniejszych rozwiązań w przemyśle samochodowym, energooszczędne latarnie uliczne, źródła światła dużej mocy do zastosowań specjalnych (np. lampy medyczne) oraz różnego typu panele oświetleniowe.

A middle-aged man with grey hair and a beard, wearing a light blue button-down shirt and a dark red patterned tie, stands in an office. He is smiling slightly and has his hands in his pockets. The background shows an office environment with desks, computers, and shelves.

ITME

w kierunku innowacji

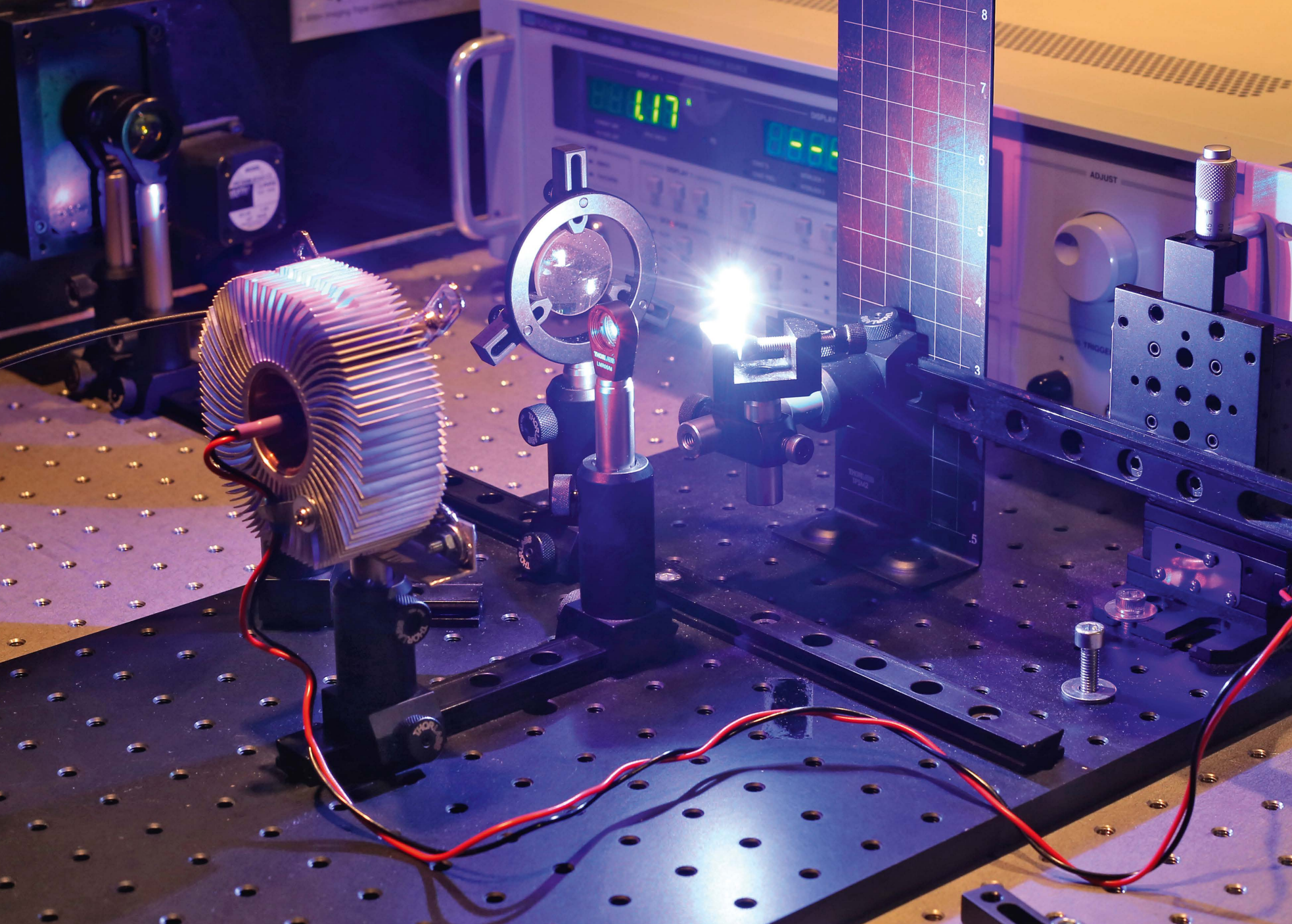
Grzegorz Gawlik
Kierownik Działu Komercjalizacji

Postęp w zakresie nowoczesnych technologii jest związany z rozwojem w dziedzinie materiałów. Granice potencjalnych możliwości technicznych, w takich branżach jak: lotnictwo, kosmonautyka lub elektronika są determinowane przez dostęp do innowacyjnych materiałów. Progres zależy tu bezpośrednio od rozwoju inżynierii materiałowej, a każda z tych dziedzin techniki ma swoje specyficzne wymagania.

Przykładowo aeronautyka potrzebuje materiałów o skrajnym stosunku wytrzymałości do wagi, a elektronika wymaga materiałów o niespotykanej nigdzie indziej czystości atomowej i doskonałości strukturalnej. Czystość elektronicznych materiałów półprzewodnikowych liczona jest w pojedynczych atomach zanieczyszczenia na setki milionów właściwych atomów.

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych został przed laty powołany do rozwoju materiałów dla elektroniki i w związku z tym dysponuje sprzętem technologicznym i pomiarowym umożliwiającym manipulacje materiałem na bardzo wysokim poziomie precyzji. Efektywne wykorzystanie tego unikalnego sprzętu wymaga pracy specjalistów o najwyższych kompetencjach i bogatym doświadczeniu.

Chcąc uzyskać materiały o wymaganej czystości lub doskonałości krystalicznej, trzeba umieć te wielkości zmierzyć, zinterpretować wyniki i wyciągnąć wnioski co do właściwych procesów technologicznych.

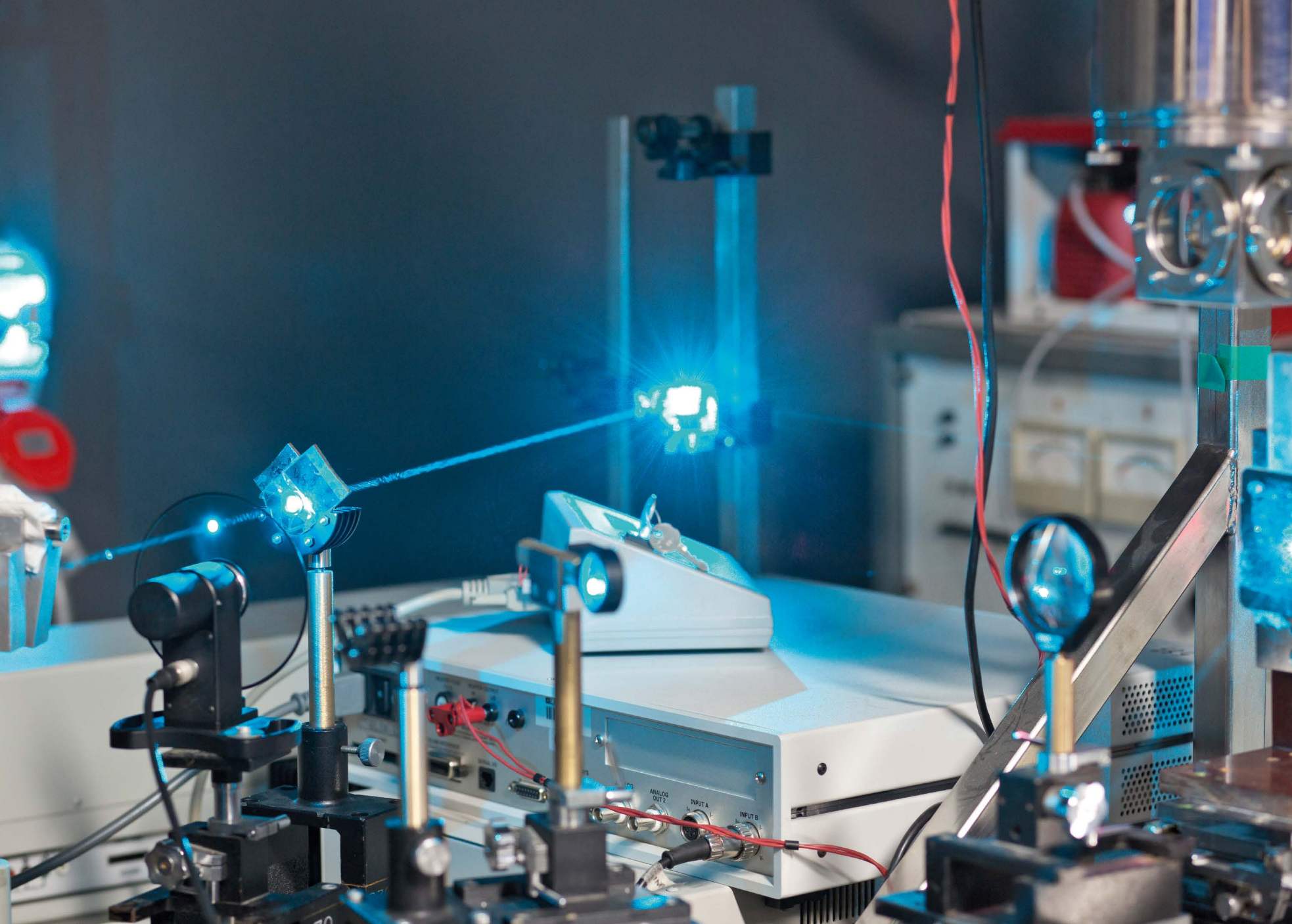


Tylko dzięki dogłębnej wiedzy o krystalizacji kryształów półprzewodnikowych możliwe było opracowanie unikalnej na skalę światową technologii wytwarzania grafenu na podłożu ze związku półprzewodnikowego węgla krzemu. Została ona przez ITME opatentowana.

Grafen jest błoną zbudowaną wyłącznie z atomów węgla o grubości jednoatomowej. Wytworzenie takiej membrany wymaga umiejętności jej zbadania i manipulowania strukturami w skali atomowej. To wszystko jest możliwe dzięki zgromadzonej aparaturze i specjalistycznej wiedzy.

Dzisiaj materiał ten wytwarza się w ITME kilkoma metodami. Dostarczają one różne rodzaje grafenu o kontrolowanej strukturze i składzie, a rozwój tych technologii zmierza do umasowienia produkcji i obniżenia ceny materiału przy zachowaniu doskonałej jakości. Przykładem możliwości technologicznych i naukowych ITME jest opracowany grafenowy czujnik pola magnetycznego będący obecnie na etapie testów tuż przed wprowadzeniem na rynek. Wyrób ma szansę uzyskać pozycję pierwszego na świecie, wprowadzonego do sprzedaży, grafenowego przyrządu elektronicznego.

Obecnie postęp techniczny zbliża także inne branże do wymagań materiałowych zastrzeżonych dotychczas dla elektroniki. Nowoczesne źródła światła, oszczędne energetycznie i pozbawione szkodliwych pierwiastków np. rtęci, budowane są w oparciu o emitujące światło diody półprzewodnikowe i precyzyjnie dobrane luminofory generujące światło białe potrzebne ludziom do codziennego, a właściwie codziennego użytku. W ITME wytwarza się i rozwija zarówno niezbędne materiały na diody luminescencyjne, jak i lasery półprzewodnikowe, podstawowe „cegielki” takich systemów oświetlenia, a także rozwija unikalne innowacyjne luminofory ceramiczne pozwalające na budowę wydajnych źródeł światła białego do ogólnego oświetlenia. Tego typu systemy oświetleniowe nie są jeszcze powszechnie stosowane, a prowadzone w ITME prace mają charakter wyprzedzający trendy rynkowe.

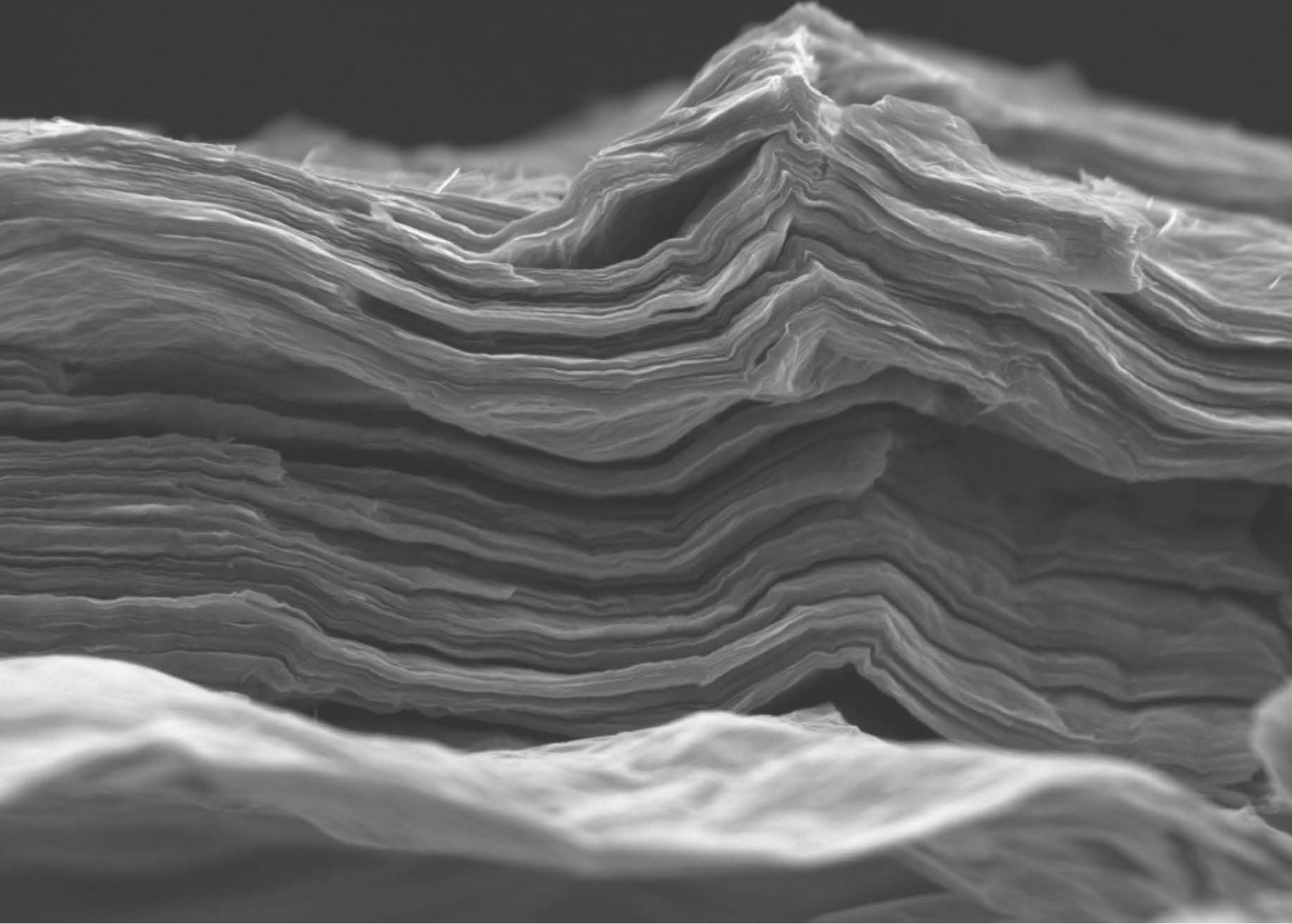


Precyzyjna kontrola struktury i składu materiałów ceramicznych pozwoliła na stworzenie grupy innowacyjnych kompozytów metalowo-ceramicznych, nie tylko łączących zalety obu tych materiałów, ale także prezentujących unikalne cechy mechaniczne i cieplne oczekiwane przez inne branże, m.in. samochodową, poszukującą nowych materiałów do budowy efektywniejszych systemów hamulcowych.

Światłowody, powstałe niegdyś na potrzeby telekomunikacji optycznej, zostały w ITME wzbogacone o nowe cechy dzięki opanowaniu unikalnej technologii tworzenia wzdłuż światłowodu wiązek ciągłych kanałów o ściśle zaprojektowanej strukturze. Kanały te mogą być puste lub wypełnione innym rodzajem szkła albo nawet metalu. Technologia ta otworzyła drogę do nowych zastosowań światłowodów, wśród których można wymienić tak nieoczywiste zastosowanie jak sonda elektroporacyjna służąca do aplikacji leków onkologicznych precyzyjnie i bezpośrednio do wybranych komórek guza nowotworowego. Być może, jeżeli prowadzone testy wypadną pozytywnie, wzbogaci ona arsenał skutecznych zabiegów medycznych do walki z wybranymi typami nowotworów.

Opisane technologie są tylko przykładami licznych prac rozwojowych prowadzonych w ITME, ilustrującymi ciągły, innowacyjny proces będący istotą działalności Instytutu. Rozwiązania powstają w odpowiedzi na zgłaszane lub przewidywane potrzeby przemysłu. Wyniki prac prowadzonych nad nowoczesnymi materiałami są przede wszystkim ukierunkowane na potrzeby produkcyjne innych wytwórców wyrobów finalnych. Stąd wyroby końcowe, gotowe do sprzedaży na rynku, są raczej rzadkością w dotychczasowej działalności ITME, stanowią jednak przykład wysokiego poziomu naukowego i technologicznego realizowanych w Instytucie projektów.

dr inż. Grzegorz Gawlik
Kierownik Działu Komercjalizacji



Technologie

grafenowe

W Instytucie od ponad 10 lat prowadzone są intensywne prace nad grafenem, które zmierzają do zastosowania tego materiału w produktach komercyjnych z dziedziny elektroniki, inżynierii materiałowej oraz medycyny. Naukowcy z ITME mogą się pochwalić m.in. wysoką jakością badań, oryginalnymi opracowaniami, autorskimi metodami wytwarzania materiału oraz nowymi zgłoszeniami patentowymi.

W laboratoriach ITME wytwarzane są dwa rodzaje grafenu:

- grafen płatkowy – powstający w trakcie chemicznej obróbki grafitu. Grafit zbudowany jest z połączonych ze sobą warstw węgla tworzących strukturę grafenu. Pod wpływem reakcji chemicznych warstwy można porozdzielać, otrzymując niezwiązane z podłożem płatki grafenowe,
- grafen foliowy – uzyskiwany metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej na podłożach Cu, Ge i SiC z wykorzystaniem węglowodorów.

Innowacyjny potencjał grafenu wynika z jego unikatowych właściwości. Materiał ten jest wytrzymały, elastyczny, transparentny, charakteryzuje się wysokim przewodnictwem cieplnym i elektrycznym.



Może być wykorzystany w kompozytach polimerowych, np. gumach (wytrzymałe opony), elastycznej elektronice, a także do magazynowania energii, np. w akumulatorach czy w stacjach ładowania pojazdów elektrycznych. Grafen ma też duże właściwości adsorpcyjne, dzięki czemu może być użyty m.in. do usuwania zanieczyszczeń, odsalania i produkcji wody ultraczystej.

Grafen płatkowy ma też potencjał do wykorzystania w medycynie i biotechnologii. Materiał ten jest biogodny, a zarazem bakterio- i grzybobójczy. Równolegle naukowcy z ITME pracują nad powiększaniem skali technologii wytwarzania grafenu płatkowego i jej wdrożeniem w ITME w skali pilotażowej.

Potencjał

naukowy i technologiczny

Institut dysponuje potencjałem badawczym i urządzeniami unikatowymi na skalę regionu. Przykładem tego są laboratoria w Centrum Grafenu i Innowacyjnych Nanotechnologii wyposażone w specjalistyczne urządzenia. W licznych pracowniach i laboratoriach prowadzi się zaawansowane technologicznie prace badawcze, a także opracowuje materiały i struktury. Posiadane urządzenia i przyrządy pomiarowe pozwalają na pełną charakteryzację opracowywanych materiałów i podzespołów.

Wyniki prowadzonych w Instytucie badań mają charakter zarówno naukowy, jak i praktyczny. Naukowcy są autorami artykułów naukowych publikowanych od lat w czołowych czasopismach. Przykładowo w latach 2013-2017 w czasopismach z listy filadelfijskiej ukazało się ponad 460 publikacji współautorstwa pracowników ITME. Badacze są również twórcami kilkudziesięciu patentów oraz licznych zgłoszeń patentowych.



Obraz: okładka
Autor: Magdalena Romaniec, ITME

Tekst: str. 8-12
Opracowanie: Szymon Plasota, ITME

Zdjęcia str:1,3,5,13,14,15,16 (dół),17 (dół),23,24,25,26,27
Autor: Gabriel Bugajny, PIXANDME

Zdjęcia str: 16 (górze), 17 (górze),19,20,29,31,35,36
Autor: Tomasz Grzybowski, Imbir Advertising

Zdjęcie str: 9,10,
Autor: Maciej Żyliński, ITME

Zdjęcie str:21
Autor: Wawrzyniec Kaszub, Iwona Jóźwik, ITME

Obraz str: 7,33
Autor: Magdalena Romaniec, ITME

Obraz str: 11
Autor: Iwona Jóźwik, ITME

Obraz str: 38
Autor: Anna Piątkowska, ITME

Projekt graficzny broszury: Karolina Najder, 8B Team

