

Kierunek: Fizyka techniczna

Specjalność:

Nanotechnologie i materiały funkcjonalne

Treści programowe:

Specjalność ma na celu wykształcenie specjalistów z zakresu wytwarzania i wszechstronnej charakteryzacji nanostruktur oraz w dziedzinie nowoczesnych, zaawansowanych technologii wytwarzania i charakteryzacji funkcjonalnych materiałów dla potrzeb szybko rozwijającej się optoelektroniki. W szczególności student tej specjalności będzie rozwiązywał problemy badawczo-technologiczne w odniesieniu do zagadnień nanoinżynierii układów molekularnych, biomolekularnych, supramolekularnych, biopolimerów, nanobioelektroniki molekularnej, konstrukcji nowoczesnych fotosensorów i biosensorów. Absolwenci posiadają umiejętności określania struktury atomowej i/lub cząsteczkowej nanostruktur, ich właściwości elektronowych, mechanicznych, magnetycznych, pod kątem możliwych aplikacji w konstrukcji urządzeń elektronicznych o bardzo dużej skali integracji oraz w konstrukcji różnego rodzaju nanosensorów. Materiały funkcjonalne posiadają specyficzne właściwości fizykochemiczne, predysponujące je do zastosowań w najnowocześniejszych dziedzinach wytwarzania elektronicznych urządzeń optycznych, takich jak: organiczne diody elektroluminescencyjne (OLED), mało- i wielkoformatowe wskaźniki ciekłokrystaliczne (LCD), lasery półprzewodnikowe i elementy optyczne generujące wyższe harmoniczne oraz wzmacniacze światła. Materiały będące w obrębie zainteresowania to organiczne i nieorganiczne kryształy oraz substancje posiadające uporządkowaną strukturę ciekłokrystaliczną, takie jak niskomolekularne, ciekłe kryształy i polimery ciekłokrystaliczne.

Nanotechnologie zajmują się tworzeniem i wykorzystaniem materiałów, urządzeń i innych systemów poprzez kontrolę materii w skali nanometrowej, czyli na poziomie atomów, cząsteczek i makrocząsteczek. Wytworzone w ten sposób nanostruktury, często określane jako układy o zredukowanej wymiarowości (2D, 1D, 0D), wykazują inne właściwości fizyczne niż odpowiednie materiały lite, co znacznie rozszerza możliwości ich aplikacji w nowoczesnej elektronice oraz w konstrukcji mikro- i nano-układów elektromechanicznych.

Elementy budowy aparatury związane z poszerzeniem możliwości technologicznych w zakresie wytwarzania nanostruktur oraz ich wszechstronnej charakteryzacji stanowią istotę aktywnej działalności inżynierskiej w zakresie nanotechnologii, optoelektroniki i inżynierii materiałowej oraz fotodynamicznej diagnostyki i terapii raka, przemysłu farmaceutycznego oraz ochrony środowiska.

Lp.	Treści programowe
1.	Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach badawczych w zakresie specyfiki wybranej specjalności związanej z używaniem aparatury pomiarowej i odczynników chemicznych oraz przygotowywaniem próbek.
2.	Metodyka pisania pracy przejściowej i dyplomowej
3.	Nowoczesne techniki wytwarzania nanostruktur oraz nanomateriałów, układów molekularnych, supramolekularnych i biomolekularnych.
4.	Zasady działania i budowa: <ul style="list-style-type: none">- spektrometrów do pomiarów rozprożeń, absorpcji i emisji światła,- przyrządów optycznych, takich jak mikroskopy, spektrografy, interferometry,- źródeł i detektorów światła, takich jak: lampy wyładowcze, fotopowielacze i

	detektory półprzewodnikowe, - przyrządów do obrazowania powierzchni za pomocą mikroskopii optycznej i sond próbujących.
5.	Komputerowe wspomaganie eksperymentu fizycznego, akwizycja i analiza danych pomiarowych.
6.	Metody charakteryzowania właściwości fizycznych nanostruktur (strukturalnych, elektronowych, magnetycznych, mechanicznych, etc.)
7.	Techniki spektroskopowe z zastosowaniem skaningowej mikroskopii próbnikowej - skaningowa spektroskopia: tunelowa i sił (oddziaływania).
8.	Wyjaśnienie wpływu ograniczenia rozmiarowego układów na ich właściwości fizyczne.
9.	Metody manipulacji pojedynczymi atomami lub cząsteczkami oraz przeprowadzania procesów litograficznych w nanoskali.
10.	Techniki badawcze (spoza technik SPM) stosowane w fizyce powierzchni do wszechstronnej charakteryzacji właściwości fizycznych nanostruktur (XPS, UPS, LEED, EEELS, etc.)
11.	Charakteryzowanie właściwości nowych materiałów metodami spektroskopii optycznej. Optymalizacja i projektowanie materiałów dla przyszłych zastosowań w optoelektronice. Nanoinżynieria funkcyjnych układów molekularnych konstruowanych na bazie kropek kwantowych, wyspowych struktur metalicznych i kompleksów supramolekularnych.
12.	Zjawiska elektrooptyczne i optyczne efekty nieliniowe zachodzące w kryształach i cienkich warstwach organicznych i nieorganicznych.
13.	Procesy samoorganizacji i organizacji molekuł, chemisorpcji i fizysozpcji na granicy faz. Technologie wytwarzania orientacji molekularnej w układach makroskopowych poprzez oddziaływania powierzchniowe oraz pole elektryczne i magnetyczne.
14.	Budowa elementów aparatury pomiarowej rozszerzającej możliwości pomiarowe standardowych przyrządów spektroskopowych i optycznych. Podstawy techniki światłowodowej.

Kwalifikacje absolwenta

Absolwent tej specjalności posiada wiedzę w zakresie szeroko pojętej fizyki powierzchni, nanostruktur i materiałów funkcjonalnych mających zastosowanie w nanoelektronice i inżynierii materiałowej realizowanej w nanoskali oraz w optoelektronice.

Wykazuje się wiedzą i umiejętnościami z zakresu wytwarzania nanostruktur i ich wszechstronnej charakteryzacji za pomocą nowoczesnych technik pomiarowych takich jak skaningowa mikroskopia próbnikowa i elektronowa, spektroskopia elektronów Auger, XPS, UPS, LEED, etc. Zapoznaje się z zagadnieniami inżynierii molekularnej materiałów funkcjonalnych, układów super- i supramolekularnych, jak również kryształów i polimerów przeznaczonych do zastosowań w optyce oraz elektronice molekularnej. Zdobywa umiejętności przygotowywania próbek materiałów krystalicznych i polikrystalicznych, wytwarzania cienkich warstw organicznych, monowarstw molekularnych i uporządkowanych warstw ciekłokrystalicznych, konstrukcji wyświetlaczy informacji. Jest zapoznany z budową i działaniem specjalistycznej aparatury do pomiarów absorpcji, emisji i rozproszenia światła.

Jest zapoznany z budową i działaniem specjalistycznej aparatury do wytwarzania bardzo wysokiej próżni oraz potrafi ją modyfikować dla potrzeb specyfiki wykonywanych procesów technologicznych i pomiarów. Potrafi mierzyć parametry mechaniczne, elektryczne i optyczne oraz ocenić dokładność wykonanych pomiarów i obliczeń.

Absolwenci tej specjalności powinni mieć wystarczającą wiedzę i umiejętności do pracy w ośrodkach badawczych i przemysłowych, gdzie opracowuje się bądź stosuje procesy i urządzenia nanotechnologiczne oraz będą w stanie sprostać wymaganiom, jakie stawiają nowoczesne, zaawansowane technologie stosowane w przemyśle.

Kadra

Pracownicy naukowo-dydaktyczni WFT, bezpośrednio związani ze specjalnością „Nanotechnologie”, prowadzą badania w zakresie opracowywania technologii wytwarzania różnorodnych nanostruktur, zastosowania skaningowej mikroskopii i spektroskopii próbnikowej do charakteryzacji właściwości fizycznych i modyfikacji wytworzonych nanostruktur, luminescencji nanostruktur półprzewodnikowych oraz opracowywania różnego rodzaju technik nanolitograficznych, jak również w zakresie spektroskopii optycznej rozproszeniowej, absorpcyjnej i emisyjnej oraz optycznych efektów nieliniowych.

Zajęcia oraz prace dyplomowe są prowadzone przez zespół 15 samodzielnych pracowników naukowych WFT z tytułem profesora i stopniem doktora habilitowanego oraz 15 pracowników ze stopniem doktora.

Wszyscy pracownicy naukowo-dydaktyczni odbyli długo- lub krótko-terminowe staże zagraniczne w USA, Japonii bądź w RFN.

Część zajęć i prac dyplomowych będzie realizowana przy pomocy pracowników Instytutu Fizyki Molekularnej PAN, zgodnie z Umową o współpracy między WFT PP i IFM PAN.

Aparatura

Do dyspozycji studentów są:

- zestaw UHV SPM firmy OMICRON z działem elektronowym (umożliwiającym wytwarzanie nanostruktur metalicznych i półprzewodnikowych) i analizatorem gazów resztkowych,
- skaningowy mikroskop tunelowy przystosowany do badań w niskich temperaturach firmy OMICRON,
- zestawy SPM do pracy w warunkach otoczenia atmosferycznego AFM i STM (firmy Nanosurf i AG),
- skaningowy mikroskop tunelowy do pracy w powietrzu – konstrukcja własna,
- zestaw próżniowy do wytwarzania cienkich warstw elektroluminescencyjnych wraz z aparaturą pomiarową do badania kinetyki luminescencji,
- zestaw mikroramiana *In-Via RENISHAW*,
- układy pomiarowe do rejestracji widm rozproszenia światła Ramana i Brillouina wyposażone w kriostat do pomiarów temperaturowych w zakresie temperatur od 4K do 600K,
- trzy spektrofotometry do pomiarów absorpcji (Cary 400, 4000 firmy Varian, Perkin Elmer Lambda20),
- fluorymetry do rejestracji widm fluorescencji (z zastosowaniem światła spolaryzowanego, z układem detekcji opartym na zasadzie zliczania fotonów, spektrofotometr F4500 Hitachi z przystawką do fosforescencji...),
- zestaw do wzbudzanej laserem rozdzielczej czasowo spektroskopii optoakustycznej (LIOAS),
- spektrometr do rejestracji stacjonarnych widm fotoakustycznych,
- układ do badań fotoprądów i fotopotencjałów – potencjostat-galwanostat Compex-2 KSP,
- układ do badania elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR),

- 4 zestawy koryt i wag Langmuira do wytwarzania i charakteryzacji warstw monomolekularnych,
- mikroskop Brewstera z kamerą CCD do obrazowania tekstur monowarstw zmontowany na stole z aktywnym układem antydrgającym,

Wszystkie układy wyposażone są w systemy komputerowego sterowania pomiarem, rejestracji i analizy danych pomiarowych.