

Badanie własności optycznych heterostruktur złożonych z grafenu i heksagonalnego azotku boru (BN) (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekunowie: dr Igor Własny, dr hab. Andrzej Wysmołek, prof. UW

Heterostrukturey oparte na materiałach dwuwymiarowych cieszą się rosnącym zainteresowaniem zarówno środowiska naukowego jak i przemysłu. Struktury te wykorzystywane są m.in. do transportu spinowego czy też w układach tunelowych. Istotnym problemem jest dokładne poznanie charakteru oddziaływań między grafenem i heksagonalnym azotkiem boru i poznanie zmian właściwości tych materiałów pod jego wpływem.

W ramach pracy licencjackiej warstwy oraz heterostrukturey zbudowane z grafenu i heksagonalnego azotku boru zostaną wytworzone za pomocą metody eksfoliacyjnej. Następnie wytworzone próbki zostaną poddane badaniom za pomocą techniki spektroskopii ramanowskiej oraz mikroskopii sił atomowych. Wyniki uzyskane dla pojedynczych warstw jak i heterostruktur zostaną ze sobą porównane, co pozwoli na oszacowanie wpływu oddziaływania między pojedynczymi warstwami heksagonalnego azotku boru oraz grafenu na charakterystyki fononowe tych materiałów.

Literatura:

D.S. Abergel, J.R. Wallbank, X. Chen, M. Mucha-Kruczynski, V. Fal'ko, New Journal of Physics 15 (2013)

E. E. Vdovin, A. Mishchenko, M. T. Greenaway, M. J. Zhu, D. Ghazaryan, A. Misra, Y. Cao, S. V. Morozov, O. Makarovskiy, T. M. Fromhold, A. Patané, G. J. Slotman, M. I. Katsnelson, A. K. Geim, K. S. Novoselov, L. Eaves, Physical Review Letters 116 (2016) 186603

„Badania optyczne struktur kwantowych wbudowanych w nanodrutu GaN” (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: dr hab. Andrzej Wysmołek, prof. UW,

Struktury kwantowe (studnie kwantowe, kropki kwantowe) wbudowane w nanodrutu GaN dają duże nadzieje na wykorzystanie w jako nanoźródła w obszarze ultrafioletu, w tym również źródła pojedynczych fotonów na potrzeby kryptografii kwantowej. Takie złożone nanostrukturey są również bardzo obiecujące z punktu widzenia nanosensorów czy też ogniw słonecznych.

Nanodrutu z wbudowanymi studniami, czy też kropkami kwantowymi są też bardzo interesujące z punktu widzenia zrozumienia procesów rekombinacji promienistej w nich zachodzących.

W ramach pracy licencjackiej proponowane są badania z wykorzystaniem spektroskopii ramanowskiej oraz mikroluminescencji na grupach oraz pojedynczych nanodrutach GaN, w szerokim zakresie temperatur, z różnymi energiami pobudzenia (w zakresie UV-VIS).

Literatura:

J. Kierdaszuk P. Kazmierczak A. Drabińska K. Korona, A. Wolos, M. Kaminska, A. Wysmołek, I. Pasternak, A. Krajewska, K. Pakula, Z.R. Zytikiewicz, Physical Review B 92 (2015) 195403

„Badania struktur hybrydowych grafen/TaS₂” (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekunowie: dr hab. Andrzej Wysmołek, prof. UW, prof. dr hab. Roman Stępniewski

Kryształy 2D, w tym dichalkogenki metali przejściowych (TMDC) skupiają na sobie bardzo intensywne zainteresowanie naukowców z całego świata. Spowodowane to jest wyjątkowymi właściwościami pojedynczych warstw tych materiałów, ale również możliwości budowania złożonych struktur kwantowych z nakładanych na siebie kolejnych warstw tych materiałów.

W ramach pracy licencjackiej proponowane są badania dwusiarczku tanalu (TaS₂) oraz jego oddziaływania z grafenem.

TaS₂ wykazuje przejścia fazowymi pierwszego rodzaju związane z falami gęstości ładunku (CDW), wyraźnym przejściem izolator-metal oraz relatywnie wysoką wartością sprzężenia spin-orbita. Połączenie grafenu z TMDC daje unikalną możliwość stworzenia układu, który umożliwi generację i

manipulowanie spinowo rozróżnialnymi nośnikami ładunku. Osobno TaS₂ oraz grafen nie są w stanie spełnić wymagań stawianych urządzeniom spintronicznym, natomiast w połączeniu są realnym kandydatem do budowy materiału hybrydowego, który może stać się podstawą systemów komputerowych nowej generacji. Żeby zrealizować te idee, należy najpierw w sposób wyczerpujący rozpoznać zjawiska, które występują na złączu grafen oraz TaS₂.

W ramach pracy licencjackiej proponowane są badania ramanowskie oraz z wykorzystaniem mikroskopii sił atomowych (AFM), skaningowej mikroskopii tunelowej (STM) struktur grafen/TaS₂. Planowane jest rozszerzenie badań na struktury hybrydowe z TaSe₂ oraz innymi kryształami TMCD.

Literatura:

G. Liu, B. Debnath, T.R. Pope, T.T. Salguero, R.K. Lake, A.A. Balandin, Nature Nanotechnology 11 (2016) 845

„Badania grafenu płatkowego i jego pochodnych” (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekunowie: dr hab. Andrzej Wysmołek, prof. UW, prof. dr hab. Roman Stępniewski

Grafen płatkowy i jego pochodne uzyskiwane z grafitu metodami fizyko-chemicznymi ma wiele potencjalnych zastosowań, szczególnie tam, gdzie zdefektowanie jest raczej zaletą niż wadą. Płatkowy tlenek grafenu oraz zredukowany tlenek grafenu (w założeniu grafen) może być wykorzystany w zastosowaniach np. do przewodzących tuszy, przezroczystych i przewodzących elektrod w ogniwach słonecznych, elektrod w bateriach, superkondensatorach, biosensorach selektywnie reagujących na zewnętrzne bodźce chemiczne w gazach i cieczach.

Właściwości optyczne i elektryczne grafenu płatkowego i jego pochodnych są przedmiotem intensywnych badań. Ciągłe jeszcze wiele procesów zachodzących w tym materiale jest niewyjaśnionych.

Praca licencjacka dotyczyłaby badań optycznych (efekt Ramana, luminescencja, odbicie w świetle spolaryzowanym) pojedynczych płatków oraz struktur warstwowych odkładanych na różnych podłożach (np. na Si, szkle, GaN, BN), które mogłyby być wykorzystane np. do pomiaru wilgotności, czy też detekcji gazów. Niezależnie od znaczenia aplikacyjnego badania te są bardzo interesujące z punktu widzenia zrozumienia podstawowych procesów zachodzących w grafenie płatkowym, tlenku grafenu i zredukowanym tlenku grafenu.

Literatura:

J. Binder, J.M. Urban, R. Stępniewski, W. Strupinski, A. Wysmołek, Nanotechnology 27 (2015)

Y. Shin, M. Lozada-Hidalgo, J.L. Sambrićcio, I.V. Grigorieva, A.K. Geim, C. Casiraghi, Applied Physics Letters 108 (2016) 221907

„Technologia wzrostu i właściwości optyczne warstw epitaksjalnych azotku boru” (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekunowie: prof. dr hab. Roman Stępniewski, dr hab. Andrzej Wysmołek, prof. UW,

Azotki stanowią grupę związków chemicznych będących podstawą wielu najnowocześniejszych urządzeń optoelektronicznych takich jak efektywne źródła światła białego (Nagroda Nobla z fizyki 2014), lasery emitujące w zakresie światła niebieskiego i ultrafioletu czy tranzystory mocy pracujący w zakresie GHz.

Azotek boru jest najmniej zbadanym materiałem w tej grupie. Właściwości strukturalne i optyczne tego materiału są przedmiotem intensywnych badań. Wyjaśnienia wymaga rola defektów i domieszek w procesach rekombinacji promienistej tych materiałów.

Praca licencjacka obejmowałaby uczestnictwo w procesach wzrostu warstw BN i związków mieszanych Al_{1-x}B_xN z wykorzystaniem technologii MOVPE oraz badania optyczne (efekt Ramana, luminescencja, odbicie, absorpcja) otrzymanych warstw. Celem badań będzie poznanie fundamentalnych procesów zachodzących w tych materiałach i ich znaczenia dla możliwości zastosowania BN w optoelektronice.

Literatura:

Y. Stehle, H.M. Meyer, R.R. Unocic, M. Kidder, G. Polizos, P.G. Datskos, R. Jackson, S.N. Smirnov, I.V. Vlasiouk, Chem. Matter. 27 (2015) 8041

Rentgenowskie badania interkalowanych wielowarstw grafenowych. (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: dr hab. Grzegorz Kowalski, tel. (22) 55 32 789, kowal@fuw.edu.pl lub dr Mateusz Tokarczyk tel. (22) 55 32 790, mateusz.tokarczyk@fuw.edu.pl

Grafen to pojedyncza warstwa atomowa węgla. Technologicznie uzyskuje się od 1 do kilkunastu warstw nałożonych na siebie. Ich własności silnie zależą od odległości międzyplaszczynowych i obecności między warstwami innych atomów lub cząsteczek. Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych we współpracy z Wydziałem Fizyki UW pracuje nad nowymi układami grafenu na podłożach z węgla krzemu. Materiał ten kryje w sobie wiele zagadek i stanowi bardzo interesujący obiekt badań. Interkalacją to kontrolowane umieszczanie innych atomów lub cząsteczek w obszarach międzyplaszczynowych w procesach wzrostu lub po jego zakończeniu.

W ramach pracy licencjackiej będzie możliwość wykorzystania różnych metod rentgenowskich do badania interkalowanych warstw grafenowych. Badania z wykorzystaniem rentgenowskiego dyfraktometru i ew. modelowania komputerowego wyników eksperymentalnych.

Wysokorozdzielcze rentgenowskie badania warstw otrzymywanych metodą MBE lub metodą MOVPE (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: dr hab. Grzegorz Kowalski, tel. (22) 55 32 789 , kowal@fuw.edu.pl lub dr Mateusz Tokarczyk tel. (22) 55 32 790 , mateusz.tokarczyk@fuw.edu.pl

Rentgenowskie badania dyfrakcyjne pozwalają m.in. na określenia jakości krystalicznej badanego materiału. Dzięki pomiarom wysokorozdzielczym można uzyskać informacje m.in. o składzie, naprężeniach i grubości warstw epitaksjalnych. Wykonanie na dyfraktometrze rentgenowskim wysokorozdzielczych pomiarów dyfrakcyjnych warstw otrzymanych metodą MBE lub MOVPE pozwala na wyznaczenie podstawowych parametrów sieciowych badanych struktur. Własności strukturalne wielowarstw otrzymywanych metodami MBE lub MOVPE silnie wpływają np. na ich własności optyczne, magnetyczne. Kropki i studnie kwantowe otrzymywane w w/w procesach są zwykle częścią struktur wielowarstwowych. W ramach pracy licencjackiej będzie możliwość wykorzystania różnych metod rentgenowskich i ew. modelowania komputerowego wyników eksperymentalnych.

Własności magnetotransportowe kryształu PbSnSe poddanego napromieniowaniu wiązką elektronów. (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekunowie: **Dr Adam Kwiatkowski** e-mail: Adam.Kwiatkowski@fuw.edu.pl, **Prof. dr hab. Dariusz Wasike**-mail: daw@fuw.edu.pl

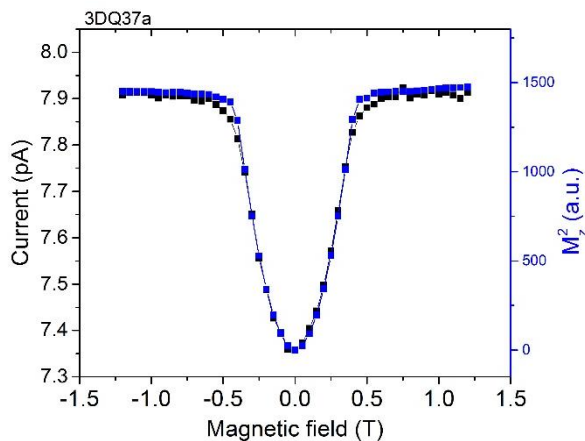
Proponowana praca licencjacka wiąże zagadnienia fizyki półprzewodników z elementami fizyki jądrowej tj. badania izolatorów topologicznych napromieniowanych wiązką elektronów o energii 2.5 MeV. Tematyka izolatorów topologicznych jest aktualnie tzw. gorącym tematem fizyki ciała stałego. Będące przedmiotem badań kryształy PbSnSe należy do nowej klasy materiałów nazywanych topologicznymi izolatorami krystalicznymi. Są to materiały, które w objętości mogą być dobrymi izolatorami elektrycznymi, natomiast na ich powierzchni w pewnych warunkach tworzą się powierzchniowe stany metaliczne. W ramach pracy licencjackiej należy wykonać pomiary oporu podłużnego i oporu poprzecznego w niskiej temperaturze (ciepłego helu) w funkcji pola magnetycznego próbek napromieniowanych elektronami. Badania te będą prowadzone we współpracy z Instytutem Fizyki PAN oraz Ecole Polytechnique w Palaiseau we Francji.

Badania wpływu napięcia na anizotropię magnetyczną GaMnAs wbudowanego w diodę Esakiego. (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: **Dr Marta Borysiewicz** (Marta.Borysiewicz@fuw.edu.pl)

Arsenek galu z manganem jest modelowym półprzewodnikiem dla spintroniki. Atomy Mn wbudowane w sieć GaAs dostarczają nie tylko swobodnych nośników, ale są również źródłem momentów magnetycznych. Dla zawartości Mn powyżej ~1% materiał ten w odpowiednich warunkach staje się ferromagnetykiem – wykazuje uporządkowanie magnetyczne dalekiego zasięgu. Uporządkowaniu ulegają zarówno jony magnetyczne (Mn), jak i spiny swobodnych nośników. Stąd GaMnAs może stanowić dobre źródło spinowo spolaryzowanych elektronów(dziur), co potrzebne jest w urządzeniach spintronicznych. Taki proces wstrzykiwania spinów do półprzewodnika można efektywnie zrealizować w złączach

Przedmiotem badań są diody Esakiego GaMnAs/GaAs. Namagnesowanie w GaMnAs leży w płaszczyźnie warstwy. Przyłożenie pola magnetycznego w kierunku prostopadłym pozwala na obrót namagnesowania. Badając zależność prądu płynącego przez złącze od pola magnetycznego (tzw. magnetoprąd) przy ustalonej polaryzacji diody, obserwuje się krzywą przedstawioną na rys. 1. Zależność ta jest taka jak dla kwadratu prostopadłej składowej namagnesowania, zatem pozwala śledzić pozapłaszczyznową anizotropię magnetyczną. Planowane jest zbadanie ewolucji magnetoprądu od napięcia i stwierdzenie jak anizotropia zależy od napięcia polaryzacji.



Rys.1. Zależność prądu (oś lewa) i prostopadłej składowej namagnesowania (oś prawa) od pola magnetycznego.

Modelowanie profili potencjału w heterostrukturach półprzewodnikowych (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: **Dr Marta Borysiewicz** (Marta.Borysiewicz@fuw.edu.pl)

Temat zarezerwowany, dla pana Janusza Mierzejewskiego.

Analiza danych magnetyzacji w obecności obcych faz ferromagnetycznych i antyferromagnetycznych (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: prof. Andrzej Twardowski Andrzej.Twardowski@fuw.edu.pl

Brak opisu

Własności magnetyczne nanoproszków ZnO domieszkowanych Mn i Co (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: prof. Andrzej Twardowski Andrzej.Twardowski@fuw.edu.pl

Brak opisu

Własności magnetyczne polimerów z wolnymi rodnikami typu arylamin - wpływ technologii oraz procesów starzenia (Kierunek –Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: prof. Andrzej Twardowski Andrzej.Twardowski@fuw.edu.pl

Brak opisu

Magnetyczne własności nanoproszków tlenków żelaza (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: prof. Andrzej Twardowski Andrzej.Twardowski@fuw.edu.pl

Brak opisu

Badanie emisji studni kwantowych CdTe i (Cd,Mn)Te umieszczonych w układzie dwóch sprzężonych mikrownęk optycznych (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: dr Jan Suffczyński, pok. 3.07, tel . 55 32 707

Półprzewodnikowe struktury fotoniczne, w których związany mod optyczny pośredniczy w oddziaływaniu między emiterami kwantowymi mogą być przydatne w dziedzinie informacji kwantowej. W ramach pracy wykonywane będą badania spektroskopowe na próbkach z dwoma sprzężonymi mikrownękami optycznymi zawierającymi studnie kwantowe CdTe i (Cd,Mn)Te. Celem pracy jest określenie optymalnych parametrów zapewniających oddziaływanie między ekscytonami związanymi w studniach umieszczonych w dwóch różnych wnękach. Struktury pochodzą z laboratorium MBE na Wydziale Fizyki UW.

Badania korelacji fotonów emitowanych przez kropki kwantowe w układzie światłowodowym" (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: dr Tomasz Kazimierzczuk

Temat zarezerwowany dla Aleksandra Rodka?

Strukturalne i optyczne właściwości warstw MgZnO otrzymywanych metodą osadzania warstw atomowych. (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekunowie: dr Grzegorz Łuka IF PAN, dr hab. Krzysztof Korona UW

Do wykonywania pracy zgłosił się pan Przemysław Puła (Inżynieria nanostruktur, pierwszego stopnia, III rok).

Przy użyciu metody osadzania warstw atomowych (ALD) wyhodowane zostaną struktury MgZnO o różnej zawartości kationów. Hodowla odbywać się będzie w grupie Technologii Nanostruktur Tlenkowych (ON4.2, prof. M. Godlewski) Instytutu Fizyki PAN (IF PAN). Metoda osadzania tlenków z warstw atomowych jest techniką wykorzystywaną do pokrywania bardzo dużych powierzchni cienkimi warstwami półprzewodników, na przykład, przy produkcji monitorów komputerowych. Dlatego rozwój nowych materiałów otrzymywanych tą techniką ma ogromne znaczenie. MgZnO jest materiałem półprzewodnikowym, szerokoprzerwowym zdolnym do pracy w ultrafiolecie.

Na Uniwersytecie posiadamy aparaturę pozwalającą badać optyczne i elektro-optyczne właściwości materiałów w ultrafiolecie w tym: spektroskopię ramanowską, luminescencji i fotoprądu oraz pomiary czasowo-rozdzielcze. Planowane jest, że badania strukturalne (XRD, SEM) wykonane zostaną w IF PAN, a pomiary optyczne na naszym wydziale.

Badanie stanu polaryzacji światła. (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: Dr hab. Jerzy Łusakowski, prof. UW

Stan polaryzacji światła określony jest przez macierz koherencji. Kombinacje liniowe elementów tej macierzy tworzą czteroelementowy wektor Stokesa. Wyznaczenie wektora Stokesa jest równoznaczne z określeniem stanu polaryzacji badanej wiązki.

Praca polega na konstrukcji i przetestowaniu układu do badania stanu polaryzacji światła widzialnego. Układ pomiarowy oparty jest na dwóch modulatorach elastoptycznych pracujących z różnymi częstotliwościami (50 kHz i 60 kHz). Za pomocą dwóch wzmacniaczy fazoczułych (lock-in) następuje pomiar czterech niezależnych sygnałów, z których określone zostają składowe wektora Stokesa. Testowanie układu polegać będzie na odczytywaniu znanego stanu polaryzacji wiązki światła widzialnego (wytworzonego przez ustawione odpowiednio elementy polaryzacyjne: polaryzatory liniowe i płytki falowe). Pomiary będą prowadzone dla światła w zakresie widzialnym, którego źródłem będzie lampa ksenonowa sprzęgnięta z monochromatorem. Możliwym elementem pracy jest napisanie oprogramowania układu pomiarowego w języku LabView.

Spektralna charakterystyka transmisji sprzęgaczy siatkowych w zakresie sub-THz. (Kierunek – Fizyka, Inżynieria Nanostruktur)

Opiekun: Dr hab. Jerzy Łusakowski, prof. UW

Planarna siatka dyfrakcyjna i konstrukcje do niej analogiczne jest często wykorzystywanym elementem optycznym służącym do wprowadzenia promieniowania do falowodu. Inaczej mówiąc, służy ona sprzęgnięciu promieniowania rozchodzącego się w przestrzeni z promieniowaniem w falowodzie. Przykładem mogą służyć siatki dyfrakcyjne stosowane do wyprowadzenia promieniowania z diod i laserów półprzewodnikowych. Celem pracy jest przetestowanie charakterystyk transmisji siatek dyfrakcyjnych przygotowanych na podłożach z GaAs i Si w zakresie sub-THz (0.1 - 0.6 THz). Siatki te zostały zaprojektowane w taki sposób, aby umożliwić propagację wybranych modów promieniowania w podłożu. Za pomocą pomiarów transmisji i odbicia należy stwierdzić, czy zaprojektowane struktury rzeczywiście mają pożądane charakterystyki spektralne. Teoretyczną podstawą eksperymentu są modele teoretyczne elektrodynamiki planarnych siatek dyfrakcyjnych, wciąż intensywnie badane i rozwijane.