

Подрезова Леся Владимировна

Оксидті шалаөткізгіштер негізінде нанокұрылымдалған қабаттарды алу және зерттеу

6D074000 - «Наноматериалдар және нанотехнология» (қолдану саласы бойынша) мамандығы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясына

АННОТАЦИЯ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыста оксидті шала өткізгіштер негізінде нанокұрылымдалған материалдар алынды және зерттелді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде нанокристалдық шала өткізгішті материалдарды газдық фазалық және гидротермалдық әдістермен синтездеудің аз шығындық әдістері өңделді. Синтез процессінің ең қолайлы параметрлері анықталды. Газдық фазалық синтезде көміртек негізіндегі каталитикалық қабатын және гидротермалдық синтез кезінде ZnO өңделген қабатын қолдану арқылы морфологиясы бақыланатын ZnO микро- және наностержендерінің реттелген массивін алуға мүмкін екендігі көрсетілді. Алынған үлгілердің электрлік және оптикалық қасиеттері зерттелді.

Зерттеу маңыздылығы. Көпфункционалды материалдарды алуда төмен шығынды синтездеу технологиясын өңдеу мәселесі көптеген зерттеушілердің назарын аударады. Материалдардың қасиеттерін және құрылымдарын басқарудың кең мүмкіндігі нанокұрылымдалған материалдардың синтезі кезінде, яғни наноөлшемді аймақта байқалатын өлшемді эффектілердің арқасында сонымен қатар материал қасиетіне беттінің үлесі әсерінен туындайды. Мырыш оксиді және сульфиді, кадмий сульфиді сияқты нанокұрылымдалған материалдар күн және сутегі энергетикасында электрондық, оптикалық, магниттік және термоэлектрлік құрылғыларда, отын элементтерінде, аккумуляторларда және т.б. қолдану үшін жоғары потенциалға ие.

Бір ерекшелігі, мырыш оксиді – рұқсат етілмеген зонасы кең (3,37эВ), бөлме температурасында экситонның үлкен байланыс энергиясына ие (60 мэВ), эффективті ультракүлгін люминесценцияға ие бірегей функционалды шала өткізгішті материал. Мырыш оксидінің наноөлшемді құрылымдарын қолданудың перспективтілігін ескергенде берілген қасиеттерімен құрылымдарды құруда бақыланатын синтездеу әдісін жасау ерекше қызуғышылық танытады.

Мырыш сульфиді практикалық тиімділігі бойынша жоғары қызуғышылыққа ие, өйткені ол $A^{II}B^{VI}$ тобындағы материалдарға жататын шала өткізгіш болып табылады, және рұқсат етілмеген зонасының ені өте кең – шамамен 3.6 эВ, бұл спектрдің ультракүлгін аймағына сәйкес келеді, сонымен қатар көптеген электронды құрылғыларды жасауда маңызды материал болып табылады, мысалы CIGS (кадмий-индий-галлий-селен) күн

элементтерінде буферлі қабат ретінде. ZnS оптикалық абсорбцияны арттыру және рұқсат етілмеген зона енін кеміту үшін ZnO/ZnS типіндегі гетероқұрылымдарда қолданылады. ZnS алу үшін қазіргі кезде синтездеудің гидротермалды әдісі қарқынды дамуда. Мысалы, жеңіл жетімді және төмен температуралы әдіспен толған, сонымен қатар жартылай сфера түріндегі вюрцит торымен ZnS тің әр түрлі құрылымдары синтезделген. Бірақ та, синтездің гидротермалды әдісінің ақтық нәтижесі технологиялық процесстің көптеген бөлшектеріне байланысты, сондықтан оны қолдану үшін және жаңғыртылған нәтижелерді алу үшін прекурсорлардың түрі мен сандық құрамын мұқият таңдау керек және технологиялық редимдерін өңдеу қажет.

Соңғы кездері күн жарығының әсерінен сулы ерітіндіден сутегіні фотокаталитикалық алу үшін «ZnO наностержендері/CuO нанобөлшектері» композиттерін қолдану едәуір перспективті болуда. CuO нанобөлшектері бар ZnO наностержендері негізіндегі композиттер ZnO мен салыстырғанда фотокаталитикалық белсенділігі едәуір жоғары. Сондықтан композиттердің жоғары каталитикалық белсенділігі әр түрлі типтегі химиялық және газдық сенсорларды құру үшін қолданылуы мүмкін, мысалы, күкіртті сутекті, көміртегінің монооксиді және басқа да заттарды тіркеу үшін. CuO/ZnO композитті материалдарында наностержендердегі электрондардың шығу жұмысы эффективті кемиді, және эмиссия тогы 3 есеге өседі, бұл өрісті эмиттер үшін материалдарды перспективті қылады. Кванттық нүктедегі күн элементтері үшін, қол жетімді және арзан күн элементтерін жасауда және оптоэлектроникада қолдануда ZnO/CuO негізіндегі ядро-қабықша құрылымы үлкен қызығушылық танытады

Соңғы кездері қарапайым гидротермалды және электртұндыру әдістерімен, сонымен қатар электрондық-сәулелік тозаңдату әдісімен алуға болатын ZnO/Ag негізіндегі наноқұрылымдар кеңінен зерттелуде. ZnO/Ag құрылымы көптеген органикалық қосылыстарда жоғары фотокаталитикалық деградация мүмкіндігіне ие, бұл зиян қалдықтарды залалсыздандыру үшін қоршаған ортаны қорғау және экология аймағында жоғары сұранысқа ие. ZnO/Ag композиттері жоғары бактерияға қарсы белсенділікке ие. ZnO/Ag негізіндегі фотоанодтар жоғары фотоэлектрлік сезімталдыққа ие және судың фотоиндукцияланған ыдырау қабілетіне ие.

Оксидті шала өткізгіштерді және олардың негізіндегі композитті материалдарды қолданудың практикалық мүмкіндігі кең болғанына байланысты оларды алу әдістерін жасау және алынған үлгілердің қасиетін зерттеу актуалды болып табылады.

Зерттеу объектісі оксидті шала өткізгіштер және олардың негізіндегі композиттердің наноқұрылымдалған қабаттары болып табылады.

Зерттеу нысаны – электроникада қолдану үшін шала өткізгішті наноқұрылымдардың қасиетін зерттеу және алу әдісі.

Диссертациялық зерттеудің мақсаты – морфологиясы берілген, электрлік және оптикалық қасиеттерімен материалдарды алуға мүмкіндік беретін оксидті шала өткізгіштердің наноқұрылымдық қабаттарын синтездеудің әдісін жасау. Өсудің әр түрлі техникаларына салыстыру

жүргізу, әр қайсысына оптималды режим таңдау. Алынған үлгілердің қасиеттерінің өсудің технологиялық шарттарына тәуелділігін талдау. Алынған үлгілерді электронды сканерлеуші микроскопия, раман шашырауы, рентгенді құрылымдық талдау, атомдық-күштік микроскопия әдістерімен зерттеу, жұтылу спектрлерін және фотолюминесценция, электрлік сипаттамаларын зерттеп білу. Нанокристалды шала өткізгішті мырыш оксидінің және оның негізіндегі нанокөмпазиттерді синтездеудің төмен шығынды эффективті әдісін өңдеу.

Зерттеудің методологиялық базасы нанокұрылымдалған материалдарды алу әдісі гидротермалды синтез, газдық фазалық химиялық тұндыру әдісі, золь-гель әдісі, электрохимиялық тұндыру, вакуумдық термиялық тозандату және басқалары болып табылады

Берілген зерттеудің ғылыми жаңалығы оксидті шала өткізгіштердің микро- және нано шала өткізгішті кристалды үлгілерінің бағытталған синтезі үшін өсудің технологиялық шарттарын анықтау болып табылады.

Зерттеудің ғылыми практикалық маңыздылығы. Оксидті шала өткізгіштердің алынған қабаттары аспап жасауда (люминофорлар, детекторлар, жарық диодтары, бейсызық элементтер және т.б.) маңызды материал болып табылады, жұмсақ және қымбат емес күн элементтерін, лазерлі диодтарды жасауда қолайлы қолданысқа ие бола алады. Мырыш оксидінің наностержендерінің біртекті массиві және олардың негізіндегі көмпазиттер газдық сенсорлар өндірісінде, оптоэлектронды, пьезоэлектронды нанокұрылымдарда, өрістік эмиттерлерде, сонымен қатар кванттық нүктелер мен бояғыштарда күн элементтерін құруда перспективті болып келеді.

Жүргізілген зерттеулердің апробациясы. Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері 18 мақалада жарияланды, олардың 3 – SCOPUS (impact factor: 0; 0.600) және Thomson Reuters (impact factor: 1.545) базасындағы халықаралық ғылыми журналдарда, 5 мақала (2 мақала ҚазҰУ хабаршысында және 3 мақала ҚазҰТУ хабаршысында) ЖАК ұсынылған басылымдарда жарыққа шықты, 10 мақала халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың материалдарында жарияланды. Баяндамалар 17 халықаралық конференцияларда ұсынылды, олардың 8 шет елдік. ҚР 26062 04.11 2011-нен, Гос. № 2011/1145.1 «Мырыш оксиді наностержендерінің массивін алу әдісі» өнертапқышына инновациялық патент бар, авторлық куәлігі №74881. № 2675/ГФЗ «Күн энергетикасы үшін мырыш оксидінің жұқа пленкаларын алу әдісін жасау» гранты бойынша қосылып орындаушы.

Диссертация құрылымы мен көлемі. Жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі 115 бет.