

«6D071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін Икрамова Салтанат Бауыржанқызының «Нанокұрылымдық шалаөткізгіш сенсорлардың электрлік және оптикалық қасиеттеріне кеуектіліктің әсері» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысына ғылыми жетекшісінің

ШКІРІ

Икрамова Салтанат Бауыржанқызының диссертациялық жұмысы қатты дене электроникасы қондырғыларымен интеграцияланатын бетіне алтын нанобөлшектері отырғызылған кремний наножібі массивтері негізіндегі сенсорлық элемент кеуектілігінің электрлік және оптикалық сезімталдыққа әсерін зерттеуге арналған.

Сенсорлық технологияда кең қолданысқа ие болған кеуекті кремний наножібі массивтері жоғары сезімталдығы мен электроника қондырғыларымен оңай интеграциялануы, электрөткізгіштігі жоғарылығы, беттік ауданының кремний төсемі көлеміне қатынасының үлкендігі, дайындау әдістерінің өте қарапайымдылығы, биоүйлесімділігі тұрғысынан молекулалық сенсорларды өндіруде озық нанокұрылым болып табылады. Сондықтан, мұндай шалаөткізгіш нанокұрылым негізінде сенсорлық элемент жасау және оның электрлік, оптикалық сезімталдығын зерттеу электрониканың өзекті мәселесі болып табылады.

Кеуекті кремний наножібі массивтерінің бетіне химиялық жолмен алтын нанобөлшектерін отырғызу арқылы сенсорлық элементтің сезімталдығын арттыру жолындағы тиімді эффект – локализацияланған беттік плазмондық резонанс (SERS) негізінде, кеуектілігі әр түрлі сезімтал элементтер үшін электрлік және оптикалық сенсорлық жауаптар зерттелді. Зерттеу нәтижелерін талдау негізінде келесідей негізгі нәтижелер алынды:

box-counting әдісі арқылы сенсорлық элементтердің жалпы кеуектілік мәндері 55-тен 85 ± 5 % дейінгі диапазонында екендігі және жасалған нанокұрылымның қоршаған орта молекулаларымен өзара байланысуға қабілетті бетке ие екендігі анықталды.

кеуектілігі шамамен 70 % тең, бетіне алтын нанобөлшегі отырғызылған кремний наножібі негізіндегі сенсорлық құрылымдағы алтын нанобөлшектері 1-10 В диапазонда берілген кернеу мәнінде электрөткізгіштік мәнін 1-25 мА ағынды токта 5-7 есе арттырды.

шамамен 100 ppm концентрациядағы аммиак буының сезімтал элемент бетіне адсорбциялануы сенсорлық нанокұрылымның беттік кедергісін төмендетіп, электрөткізгіштігін арттырды.

Ең жоғарғы оптикалық сенсорлық сезімталдылық ұзындығы шамамен 35 μm , кеуектілігі шамамен 55 % кремний наножібі массиві бетіне алтын нанобөлшегі отырғызылған сенсорлық элемент үшін анықталды. SERS төсемнің күшейту коэффициенті 10^5 және анықтау шегі 1 фемтомольдік концентрацияны құрады.

Диссертациялық жұмыс 5 бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде шалаөткізгіш нанокұрылымдардың сенсорлық қасиеттері туралы шолу жасап, жұмыстың негізгі тақырыбына тоқталған. Сонымен қатар, жұмыстың негізгі мақсаты, алынған нәтижелерінің ғылыми жаңалығы және практикалық маңыздылығы жан-жақты көрсетілген.

Екінші бөлімде тәжірибе жүргізу әдістері мен негізгі өлшеу қондырғылары туралы баяндалған. Әрбір әдістің схематехникалық сызбасы мен қондырғының зерттеу объектісін өлшеу процесі үшін негізгі параметрлері көрсетілген.

Үшінші бөлімде кремнийлік наножіп құрылымының морфологиясы мен металл нанобөлшектерінің өлшемі, нанокұрылымның элементтік құрамы, кеуектіліктің мәндері жайлы тәжірибелік мәліметтер нәтижесін талдаған.

Төртінші бөлімде таза кремнийлік наножіп пен оның бетіне метал нанобөлшектері отырғызылған сенсорлық элементтердің электрлік қасиеттері аммиак газ буында өлшеніп, жоғары электр өткізгіштікті беретін нанокұрылымның ең оптималды кеуектілік мәні мен кремнийлік наножіп ұзындығы анықталған. Кремнийлік наножіп бетіндегі алтын нанобөлшектері сенсорлық материалдың электрөткізгіштігін арттырғаны дәлелденген.

Бесінші бөлімде сезімтал элементтің родамин В және метилен көк бояғыш молекулаларын анықтаудағы оптикалық сенсорлық сезімталдығын өлшеу нәтижелері талданған.

Диссертациялық жұмыс мақсатын орындау барысында металл-ынталандырылған химиялық жеміру, рамандық спектроскопия, box-counting, ImageJ, сынаптық порометрия, сұйық ерітінді көмегімен металлдарды химиялық отырғызу, NI ELVIS II+ цифрлық әмбебап станция көмегімен зерттелінетін үлгілердің вольт-амперлік сипаттамаларын өлшеу әдісі, Ntegra Spectra, NT-MDT спектروفотометрін қолданып сенсорлардың оптикалық сипаттамаларын тіркеу сияқты заманауи қондырғылар мен әдістер қолданылған.

Ізденушімен алынған нәтижелер шағын мақсатты молекулаларды анықтау үшін алтын нанобөлшектері бар кремний наножіптерінің тығыз массивтерін шығаратын сенсорлық элементтерді алудың технологиялық режимдерін табуға мүмкіндік береді, бұл биомедициналық және экологиялық қолданбалар үшін оптоэлектрондық сенсордың сезімтал элементін дайындауда пайдалы болуы мүмкін.

Зерттеу нәтижелері бойынша 11 мақала жарияланған, соның ішінде Web of Science және/немесе Scopus базасы бойынша рецензияланатын халықаралық ғылыми журналдарда 2 мақала, ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің ҒЖБССҚЕК ұсынған жарияланымдарда 4, Ресейлік ғылыми дәйексөздер индексі ғылыми басылымдарында 1, сонымен қоса зерттеу нәтижелері халықаралық конференциялардың тезистер жинақтарында және авторлық куәлікте жарық көрген. Диссертациялық жұмыс ҚР ҒЖБМ ҒК ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру бағдарламасы бойынша «Нанокұрылымданған шалаөткізгіштердің бейсызық электрлік, оптикалық және фракталдық-геометриялық сипаттамаларының өзара байланысы», № ГР

0118PK00200 (2018 - 2020 ж) және Назарбаев Университетінің бірлескен зерттеулер бағдарламасы (CRP) «Бүйрек ауруларының биомаркерлері ретінде несеп протеиндерінің механикохимиялық қасиеттерін инвазивті емес бағалау үшін гибриді Brillouin-Raman спектроскопиясын әзірлеу және валидациялау» № 091019CRP2105 (2020-2022 ж.) тақырыптарындағы ҒЗЖ шеңберінде орындалды.

Икрамова Салтанат Бауыржанқызы қойылған міндеттердің барлығын орындады және диссертацияның зерттеу мақсаты толығымен орындалды. Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, Икрамова Салтанат Бауыржанқызының «Нанокұрылымдық шалаөткізгіш сенсорлардың электрлік және оптикалық қасиеттеріне кеуектіліктің әсері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған жұмыстарға қойылатын барлық талаптарды қанағаттандырады деп санаймын. Сондықтан, мен Ғылыми Кеңеске «6D071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін Икрамова Салтанат Бауыржанқызының диссертациялық жұмысын көпшілік алдында қорғауға жіберілуін ұсынамын.

Физика-математика
ғылымдарының кандидаты,
профессор м.а.

Диханбаев К.К.

