

Дәріс 11.

Нанокұрылымдарды жасау технологиясында барьерлі анодты оксидтерді қолдану.

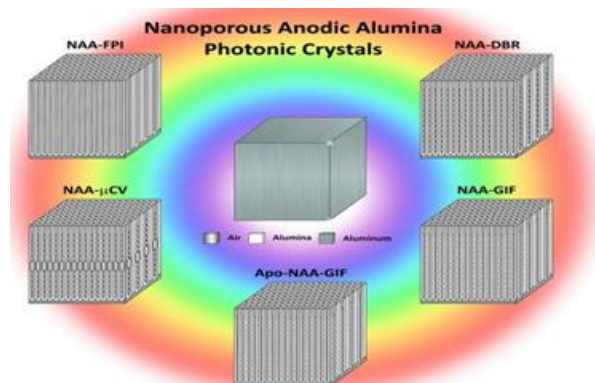
Дәрістің жоспары:

- 1 Барьерлі анодты оксидтер, оның ішінде кеуекті алюминий оксиді
- 2 Анодты кеуекті алюминий оксидінің қолдану аясы
- 3 Анодты кеуекті алюминий оксидінің фотонды кристаллдары

Кеуекті анодты оксид алюминий бұрыннан жоғары температуралы микроэлектромеханикалық жүйелерде және қоршаған ортадағы түрлі сенсорларда активті түрде қолданылатыны белгілі. Оның артықшылықтарын сафпир, кремний оксидімен және Si_3N_4 салыстырғанда жоғары технологиялығымен және арзандығымен ерекшеленеді. Сонымен қатар кеуекті алюминий оксиді (КАО) күнделікті өмірде жақсы функционалдық сипаттамасы бар түрлі датчиктерді жасауда кеңінен қолданылады. Технологиялық параметрлерді өзгерту есебінен кеуекті қабат құру процесінің оптималды параметрлерін іріктеп алуға болады. Бұл өз кезегінде датчиктер қоршаған орта әсеріне максималды сезімтал болады. КАО негізіндегі мембраналар ылғалдық датчиктерін тудырады. Ылғалды датчиктің сезімтал элементі электрохимиялық анодтау процесінде қалыптасқан кеуекті оксидтің алюминий төсенішінен тұрады, сондықтан КАО қабаты өте жұқа су буы өтетін алтын қабатымен қапталған. Алюминий төсеніші және алтын қабаты электрод жұптарын құрайды (алюминий-оксидті конденсатор). Алтын мен алюминий төсеніші арасындағы ылғалдылықпен байланысты сиымдылық өлшенеді. Газ датчиктері ретінде КАО мембраналарын қолдану мүмкіндігін амторлар көрсетіп өткен. Атап айтқанда метанды детекторлау мүмкіндігі жүзеге асырылды. Бұдан басқа КАО мембраналары бар газ сенсорлары үшін өлшеу элементтері импульсті қыздыру кезінде 4-5 мВт дейінгі орташа электр қуатын тұтынуы мүмкін. Бұл батареядан жұмыс істейтін қалта құрылғыларында осы сенсорларды пайдалануға мүмкіндік береді. КАО мембраналары микробиология саласында әртүрлі мақсатта қолданудың болашағы зор. Қазіргі таңда, толық емдеу үшін жылдам әрі нақты анализдер жүргізу қажет болғандықтан чиптегі лабораториялар деп аталатын шағын құрылғылар қолданылады. Мұндай жүйелер зерттеу үшін үлгілердің көлемін айтарлықтай қысқартуға және анализ жүргізу жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Сондай-ақ КАН мембраналары ақуызды иммобилизациялау процесі үшін, яғни ақуыздарды жылжымайтын матрицада бекіту үшін қолданылады. Бұны жоғары сезімтал биологиялық сенсорларда пайдалануға болады. КАО мембраналарын биологиялық мақсатта тағы бір қолдану аумағы ВИЧ инфекциясына зерттеулер жүргізу үшін алдын-ала қан құрамын тексеріске дайындау мүмкіндігі болып табылады. Бұл мембраналардың артықшылығы цилиндрлі кеуектердің өлшемін мен нақты берілген орны деп айта аламыз. Қазіргі уақытта литографиялық процестер өте қымбат болғандықтан, литографияның баламалы әдістері белсенді дами бастады. Мұндай әдістің мысалына жартылайөткізгіштерді кеуекті анодты алюминий оксидінің қатты маскасын қолдана отырып плазмалық өңдеу кезіндегі нанопрофилдеуді жатқызамыз. Жұмыста анизотропты металдық нанобөлшектерді мысалы Ni, Co алу үшін КАО қолданудың перспективтілігі көрсетілген. Магнит фазасының құрамын өзгерту арқылы нанобөлшектер массивтерінің магниттік қасиеттерін басқаруға болатыны көрсетілген. Соңғы зерттеулерде, 150 кэВ энергияға тең He^+ протон шоғырларының өтуі диаметрі 1мм, шоғыр бөлігі шағын энергетикалық шығынмен үлкен аумаққа дейін өту мүмкіндігіне ие болатыны КАО қарастырылды. Үлгі арналарының ішкі қабырғаларында зарядтың жиналуынан туындаған (guiding) фокус эффекті байқалды. Сонымен зарядтар қабырғаларда қалыптасқандықтан, иондар қабырғамен соқтығысуын тоқтатады, және энергия шығыны жоқ және зарядтардың өзгерісі жоқ бөлшектер капиллярдан шығуға бағытталады (фокусталған облыстан). Бұл эффекттің көмегімен КАО мембранасының диэлектрлік капиллярлары арқылы зарядталған бөлшек шоғырларының

тасмалдануын жүргізуге болады және жоғары вакуумнан тыс биологиялық үлгілерге зерттеулер жүргізуге мүмкіндік туады.

Нанокеукті алюминий оксидінің фотонды кристалдары. Фотонды кристалдар (PCs) – Блох режимімен анықталған көп ретті Брэгг шашырау интерференциясы көмегімен электромагниттік толқындардың ағынын тудыратын оптикалық материал түрі. ФК-да жарықтың таралуын көп өлшемді түрде (мысалы, 1D, 2D немесе 3D) ФК-дың құралымдық ерекшеліктерін жобалау арқылы дәлдікпен бақылауға болады. Нанокеукті ФК-негізгі кеңзондты спектральді аймақтарда фотондар ағынын өзгерту мен инженериялау (мысал, УФ тен, ИК ға дейін) үшін жарықтүрлендіргіш қабілетімен қамтамасыз ететіндіктен (i), аса сезімтал оптикалық сенсорлық негіздерді әзірлеу үшін жақсы кандидаттар болып табылады. Нанокеукті құрылым бірігу процесіне қатысатын молекулалық түрлердің жаппай тасымалдануын жеңілдетеді (ii), және оптикалық платформадағы функционалды байланыс алаңдарын көбейтетін жоғары меншікті бетке ие. Түрлі спектральді аймақтарда нақты оптикалық қасиеттері бар ФК алу үшін анодтаудың әр алуан әдісімен нанокеукті құрылымға ие алюминий оксидін қалыптастыруға болады. НКАО басқарылатын және универсал геометриялы нанокеук, физикалық және химиялық тұрақтылығы, тұрақты және реттелмелі оптикалық сигналдар мен механикалық беріктілікті қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, талданған заттарға қатысты химиялық селективтілікке жету үшін КАО химиялық беті кең спектрлі функционалды молекулалармен түрлендірілуі мүмкін. Анодтау технологиясындағы соңғы жетістіктер оптикалық қасиеттерді басқаруға арналған НКАО негізіндегі құрылым жасауға бағытталған және перспективалық сипаттамалары мен кең қолданысы бар КАО ФК негізіндегі сенсорлық жүйелерге жол ашты (сурет 16).



Сурет 11.1 – Химиялық және биосенсорлық қосымшаларда жарық пен заттардың өзара әрекеттесуін басқару үшін тиімді орта платформалар ретінде нано кеукті алюминий оксидінің фотонды кристалдары

Биосенсор үшін наноинженерлік КАО қолдану. КАО биосенсорлық жүйелер негізінен тікелей кеуктері бар құрылымдарға негізделген. Толжолды зондтауда КАО негізіндегі кеукті құрылым әртүрлі биомолекулалардың байланысын зерттеу үшін қолданылады. КАО түсетін жарықты қамтамасыз ететін призмада орналасқан және резонанстық байланыс толқын ұзындығын өзгерту кеуктің ішкі бөлігіндегі процестерге негізделген. Қарқынды зерттеулер осы әдіс бойынша жүргізіліп, зондтау құрылымын оптималдандыруға жеткізді. Бұл толқынжолдық тәсіл КАО алынған полимерлік наноқұрылымдарда зондтауды базалау үшін шаблонды амалдармен сәйкес пайдаланылуы мүмкін екенін атап өткен жөн. КАО шаблондар ретінде қолдану LSPR датчиктерін алу үшін қарапайым процедураға жатады, өйткені алынған металодық наноқұрылымдар, ұзындық немесе диаметр сияқты көптеген геометриялық параметрлермен бейімделуі мүмкін. Соңғы, рефлектометрия әдісі—бұл кеуктердің ішкі бетіне бекітілген молекулалардағы өзгерістерді анықтау үшін қолданылатын тағы бір әдіс. Газды зондау үшін абсорбцияны өлмеу бірден-бір қолайлы болып табылады. Атап айтқанда, жарық шағылыстырғыш интерферометрлік спектроскопия әдісі наноқұрылымдардың оптикалық қасиеттерінің өзгеруіне аса сезімтел

болып саналады. Мысал ретінде, зондтаушы газдарды, ұшпа қорытпаларды, рак клеткаларды немесе алтын иондарды анықтай аламыз. Наноинженерлік КАО соңғы уақыттарда арнайы бояулар мен таңбаларды қажет етпейтін (label-free) биосенсорлық қосымшаларда қолданылады. Сонымен қатар, басқа мүмкіндіктер осы екі тәсілдің үйлесуі нәтижесінде пайда болады: толқындықжол қасиеттерімен белгілі бір шарттарда (негізінен щавель қышқылымен) алынатын КАО фотолюминесценциясының артықшылықтарын пайдалана отырып, жоғары сезімтал сенсорды алуға болады. Оксидте қалпақшаларды түзетін аздаған алтын қабатымен қапталған КАО, шағылысу спектрінде плазмалық резонанстарды тануға жағдай жасайды. Бұл биомолекулалық өзара әрекеттесудің әр алуан түрлерінің мониторингі үшін қолданылуы мүмкін.

Фильтрлер.

Күміс металын ұстаушы үлгі ретінде КАО қолдануға болады. Мұндай жүйені суды зиянды заттар мен микрооргоиздерден тазартатын сүзгіш ретінде пайдалануға болады. Кеуекті алюминий оксидін қолдану бүкіл жүйеде үстіңгі бөлігін нығайтып алуды қамтамасыз етеді. Қолдану барысында, күміс иондарымен КАО-нің үлгісін қолданғаннан кейін микробтар саны 10 рет, КАО үлгісін күміс хлоридімен қанықтыру кезінде 1000 рет төмендейтіні байқалды. Бірақ неғұрлым тиімді антимикробты әсерге дисперсті күміс бөлшектерін қолдану арқылы қол жеткізді. Онда, судағы жалпы микробтар саны соңына дейін төмендейді. Ғалымдардың зертеу жұмыстары осы нәтижелерді: КАО үлгісіне металдық күміс бөлшектерін енгізгенде негізгі өлшемге ие болады және ол КАО кеуектерінің өлшемімен шамалас екенін, оттегі мен хлор иондарының суда еруімен реакция анағұрлым жақсы өтетінін түсіндірді.

Дәрісті бекіту сұрақтары:

1 Анодты оксидтердің электроникада, медицинада, суды тазарту жүйесінде қолданылуын атаңыз.

2 Анодты кеуекті алюминий оксидінің қасиеттері қандай?

3 Анодты кеуекті алюминий оксидінің фотонды кристаллдары.

Әдебиеттер:

1. Кобояси Н. Введение в нанотехнологию. М.: БИНОМ. 2005, -134 с.

2. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. (Синергетика: от прошлого к будущему). М.: КомКнига, 2006, -592 с.

3. Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии, (Мир материалов и технологий). М.: Техносфера, 2006, -336 с.