

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ  
НАЦИОНАЛЬНАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

---

Сборник трудов  
III международной научной конференции  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ  
КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ,  
НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

15-16 мая 2014 г.



Алматы 2014



Следует отметить, что из анализа изменений с температурой осаждения энергии активации проводимости  $E_\sigma$  и оптической ширины запрещенной зоны  $E_g$  следует, что смещение уровня Ферми относительно середины запрещенной зоны ( $\Delta E_F = E_g/2 - E_\sigma$ ) у пленок а-С:Н незначителен, т.е. эффект псевдолегирования отсутствует [9].

Полученные результаты позволяют сделать заключение о том, что в используемом способе получения пленок а-С:Н путем ионно-плазменного магнетронного распыления графитовой мишени в аргон-водородной плазме изменение температуры осаждения наиболее эффективно позволяет получать пленки а-С:Н с разной структурной модификацией и варьировать в широких пределах их электрические свойства.

1. Morosanu C.O., Stoica T., DeMartino C., Demichelis F., Tagliferro A., Diamond and related materials, 1994, V.3, P. 814-818.
2. Mounier E., Bertin F., Adamic M., Pauleau Y., Barna P. B., Diamond and related materials, 1996, V.5, P. 1509-1515.
3. Trkhtenberg I. Sh., Bakunin O.M., Plotnikov S.A., Rubshtein A.P., Kensuke U., Proceeding of the international symposium on diamond films and related materials (ISDF4), 1999, P. 179-181.
4. Valerie p., Marie-Luce T., Journal of non-crystalline solids, 2000, V. 266-269, P. 750-754.
5. Ferrari A.C., Kleinsorge B., Adamopoulos G., Robertson J., Milne W.I., Stolojan V., Brown L.M., Libassi A., Tancig S., Journal of non-crystalline solids, 2000, V. 266-269, P. 765-768.
6. Tomozeiu N., Hart A., Kleinsorge B., Milne W.I., Diamond and related materials, 1999, V.8, P. 522-526.
7. Helmbold A., Meissner D., Thin solid films, 1996, V.283, P. 196-203.
8. Scheibe H.-J., Drescher D., Jackel R., Diamond and related materials, 1994, V.3, P. 732-736.
9. Siklitsky V.I., Yastrebov S.G., Lodygin A.B., Chaos, Solitons & Fractals, 1999, V.10, N.12, P. 2067-2071

*Исследования проведены в рамках гранта 1093/ГФ КН МОН РК*

## НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ КОМПОЗИТЫ КОРРОЗИОННО-ПРОЦЕССОВ ОПТИЧЕСКАЯ МЕТАЛЛОГРАФИЯ ЭДИСМЕН ЗЕРТТЕУ

**Г.Ш. Яр-Мухамедова, К.О. Қошымова**

*ал-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы*

Материалдық ресурстардың тапшылығының өсуіне байланысты металлургияның әлемдік дамуы ХХІ ғасырда металдарды тиімді пайдалануға және тек қана үнемді легирленген қорытпаларды, жеке кезінде алғанда темір негізіндегі – болат пен шойын қорытпаларын пайдалануға бағытталған.

Ғылыми-техникалық прогресс пен даму деңгейлері жаңа материалдар жасаудың қажеттілігіне арттырады. Композиттік электролиттік қаптамалар осы мәселені шешуде де басты рөл атқарады. Композиттік электролиттік қаптамалар – бұл металдық матрицадан тұратын және айрықша физико-химиялық қасиеттерге ие, дисперстік фазалары бар электролиттік композит болып табылады. Дисперстік бөлшектер 100 нм-ден кіші болса, онда олар наноматериалдардың қатарына кіреді және дисперстік бөлшектер металдық матрицалардың қасиетін түбегейлі өзгертеді. Сондықтан композиттік электролиттік қаптамалар түсінігін жеке топқа бөліп реттейді, ал ең бастысы композиттік электролиттік қаптамалар мен негізгі зерттеу жұмыстары олардың құрылымы мен қасиеттерін нақтылай түседі. КМ қасиеттері барлық кезде бұйымдардың немесе концентрациялық барлық көлемінде талап етілмейді тек белгілі қалыңдықтағы жұқа қабатында ғана пайдалану шарттарына байланысты қапталса жеткілікті. Нанокөміршілі электролиттік қаптамалар әдісі дисперстік бөлшектер мен негізгі металды электролиттік бірге тұндыруға жұқа қорғаушы қабаты композит түрінде алуға мүмкіндік береді.

Зерттеу 50x20x2 өлшемдегі Ст 3 болатынан дайындалған үлгілерді пайдаланылды. Нано –КЭҚ тұндырылуы үшін келесі құрамдағы электролит-суспензия қолданылды (г/л): хром ангидриді – 200-300, күкірт қышқылы  $\text{SiO}_2$  – 14, С-6. Тұндыру үдерісі 303-343К температура аралығында және ток тығыздығы 6  $\text{кА/м}^2$  болғанда жүргізілді. Коррозиялық орта ретінде 3% NaCl 298К температурада қолданылды. Зерттеу «КИНГ» ҰТО «ҚазТрансОйл» АҚ стендіне 6 үлгіні бір уақытта сынау арқылы жүргізілді. Микрқұрылымды коррозиялық сынауға дейін және кейін Quanta 3D 200i Dual System электронды микроскопының көмегімен зерттелді.

Кез келген материалдың қасиеті тек құрамына ғана емес, сонымен қатар құрылымына да тәуелді болады. Оптикалық металлография қаптаманың жалпы суретін береді және құрылымның өзгерісіне қарап, оның қасиетінің өзгерісін талқылауға мүмкіндік береді. Тәжірибе нәтижесінен алынған суреттерінен 343К температурада 6 г/л концентрацияда тұндырылған қаптамалардың коррозиядан қорғау жоғары екені байқалады. Ал салыстырмалы төмен температурада 298К алынған қаптамалардың дәндері үлкен болып тұнатыны белгілі, осының салдарынан оның механикалық қасиеттері, соның ішінде



дәлдігі және коррозиядан қорғайтын қабаттың ұзындығы металлография нәтижелерінен көруге болады.

Градиенттік талдау әсіресе жүргізілетін өсетулерге жүгінетін болсақ, ең жоғары коррозиядан қорғайтын қабат қалыңдығы мен  $343\text{K}$  температурада алынған  $\text{Cr-SiO}_2\text{-C}$  КЭҚ пен  $14\text{ г/г}$   $\text{SiO}_2$  концентрация мен  $298\text{K}$  температурада алынған  $\text{Cr-SiO}_2\text{-C}$  КЭҚ болып табылады.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Г.Ш. Яр-Мухамедова, Г.А. Исмаилова, А. Мархабаева, К. Кошимова

*КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

Многообразие микроструктуры композиционных покрытий и материалов исключительно важно для обеспечения разнообразных и непрерывно растущих потребностей современной техники. При этом немаловажную роль играет экономичность и технологическая простота получения таких структур. В связи с этим в последние десятилетия значительные исследовательские усилия направлены на разработку металло-матричных композитов (ММС), где основную роль в формировании структуры играет процесс застывания расплава, при котором армирующие частицы формируются в расплавленной металлической фазе перед ее застыванием. В этом методе весьма существенным и трудным является правильный выбор техники застывания расплава, в конечном счете, определяющем структуру, а, следовательно, и свойства композита.

Исследование микроструктуры покрытий, полученных методом электролитической композиции (ЭК), проводили на электронно-зондовом микроанализаторе «Superprobe-773» с соблюдением следующей последовательности:

- нано-ЭК хром-диоксид кремния («Аэросил-300») с размерами частиц кремнезема  $5\text{-}20\text{ нм}$ ;
- нано-ЭК хром-сажа ламповая с размерами частиц не более  $100\text{ нм}$ ;
- мезо-ЭК хром-шунгит Коксуского месторождения с размерами частиц различных оксидов более  $1\text{ мкм}$  углеродной компоненты, состоящей из аморфного углерода и фуллеренов.

Электроосаждение проводили в электролитах трех разных составов:  $A^0$ ,  $A^1$ ,  $A^2$ . Из рассмотренных примеров покрытий очевидна особенность микроструктуры покрытий, могущих быть волокнистыми, фибриллярными, блочными, т.е. имеющими микроструктуру, не свойственные металлам.

При детальном рассмотрении волокнистой микроструктуры, получающейся преимущественно при сравнительно низких температурах электроосаждения (КЭП хром-диоксид кремния, хром-сажа, хром-шунгит) проясняется та их особенность, что между волокнами существуют значительная микропористость, которая может служить резервуаром для заполнения, например, смазочными маслами, спонтанно поддающимся в наружную рабочую поверхность при работе покрытия в условиях трения и износа. Это обстоятельство является весьма важным по той причине, что электролитический хром, обладающий очень высокой твердостью и износостойкостью, плохо смачивается маслами.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ДЕФЕКТОВ В КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ МЕТОДОМ ИТ ФЛ

М.Б. Шарипбаев, А. Жуманазаров, Е. Бижанов

*Каракалтакский государственный университет имени Бердаха г.Нукус., Узбекистан*

Известно, что при выращивании эпитаксиальных слоев (ЭС) полупроводников  $A_2B_6$  на подложках  $B_2A_6$  вблизи границы раздела образуется переходной слой с высокой плотностью дислокаций и других протяженных дефектов. Эти структурные дефекты сильно влияют на оптические свойства ЭС, а также стимулируют процессы деградации светоизлучающих приборов, изготовленных на основе этих слоев. Из исследований, проведенных на кристаллах  $\text{CdS}$ ,  $\text{CdSe}$ ,  $\text{CdTe}$  [1-3] и ЭС  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{ZnTe}$  показал, что дислокации и другие протяженные дефекты могут проявляться в спектрах фотолюминесценции (ФЛ). Поэтому вопрос об идентификации полос люминесценции, связанных с протяженными дефектами (в том числе и с дислокациями) является весьма актуальным.

Известно, что в спектрах ФЛ и катодолюминесценции нелегированных ЭС  $\text{ZnTe}$ , полученных различными методами (МВЕ, MOVPE, HWBE) так и монокристаллов  $\text{ZnTe}$  часто присутствует



составляет 80-90% во всем рабочем диапазоне длин волн 400-1000 нм, таким образом, увеличивая поглощательную способность поверхности.

Диффузия из ограниченных источников в слое нанонитей уменьшает последовательное сопротивление слоя растекания и обеспечивает высокий коэффициент заполнения (FF) СЭ.

1. Wohlgemuth J.H. Thin cells. Their present status and future areas of development //Proc. 16 th Inter. Energy Conv. Engin. Conf., v.1, New York, 1981, P. 404-408.

2. V. Sivakov, G. Andrae, A. Gawlik, A. Berger, J. Plentz, F. Falk, S. H. Christiansen, Silicon Nanowire Based Solar Cell on Glass: Large Area Silicon Nanowire Arrays and Application in Photovoltaic, Nano Letters, 9 (4), 1549–1554(2009)

## ХРОМ НЕГІЗДЕЛГЕН НАНОКОМПОЗИЦИЈАЛЫҚ ЭЛЕКТРОЛИТТІК ҚАПТАМАЛАРДЫҢ КОРРОЗИЯҒА БЕРІКТІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

**А. Есіркеп, М. Мұстафаева, Ф. Сагимбаева., Г.Ш. Яр-Мухамедова**

*ал-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы қаласы*

Қазіргі уақытта коррозия және металдың тозуы жалпы ғылымдағы үлкен маңызы бар мәселе болып отыр. Металдарды коррозиядан қорғау мақсатында оларды әр түрлі қаптамалармен қаптайды. Композиттік электролитикалық қаптамалар осы мәселені шешуде басты рөлді атқарады. Металдардың коррозияға беріктілігін зерттеудің бірнеше әдістері бар, солардың бірі және менің ғылыми жұмысыма негіз болған әдіс – бұл гравиметрлік әдіс. Бұл әдіс – ингибирленген немесе керісінше ингибирленбеген сынау орталарында болған уақытта коррозия жылдамдығының өзгеруіне байланысты металл үлгілердің массаларының өзгеруімен сипатталады.

Зерттеуді бастау үшін ең алдымен бізге агрессивті орта қажет. Агрессивті орта ретінде натрий хлордың 3%-тік ерітіндісі алынды. Ерітіндіні алдын ала дайындап, берілген үлгілердің массасын алдымен аналитикалық таразыда өлшеп, одан соң оларды тазалап, майсыздандырып ерітіндіге бірдей уақытта саламыз. Зерттеу гравиметрлік сынау стендінде жүргізілді. Нано-КЭП лабораториясында гравиметриялық әдіс бойынша 3% NaCl ерітіндісін алдық, 1 литр ерітіндіде: 970мл су, 30г NaCl болды.

Үлгіде КЭП қаптамасының ауданын есептеу. Қаптаманың параметрлері: биіктігі  $a$ ; ені  $b$ ; қалыңдық  $c$ ; үлгі бетінің қапталған бетінің ауданы  $S = S_1 + S_2 + S_3$ ,

Мұндағы:  $S_1 = a \cdot b \cdot 2$ ,  $S_2 = a \cdot c \cdot 2$ ,  $S_3 = b \cdot c$

Коррозиялық массасын және тереңдік көрсеткішін есептедік.

Нанодисперциялық фазалардың  $C$  6 г/л +  $SiO_2$  14 г/л концентрацияларының арақатынасымен 303 К, 313 К, 323 К, 333 К және 343 К температураларда және тоқ тығыздығы  $7 \text{ кА/м}^2$  болғандағы қаптаманың коррозияға беріктілігінің ең жақсысы 333 К температурада алынған Н94 үлгі болып шықты.

Ал  $C$  4г/л +  $SiO_2$  16 г/л концентрациялары 303 К, 313 К, 323 К, 333 К және 343 К температураларда және тоқ тығыздығы  $7 \text{ кА/м}^2$  болғандағы қаптаманың коррозияға беріктілігінің ең жақсысы 333 К температурада алынған Н64 қаптама.

$C$  16г/л +  $SiO_2$  4 г/л концентрациялары, тоқ тығыздығы  $7 \text{ кА/м}^2$  болғандағы нанокөмірлі электролитті қаптаманың коррозияға беріктілігінің ең жақсысы 323 К температурада алынған Н243 қаптама болды.

Металдардың коррозиялық тұрақтылығының онбаллдық шкаласы бойынша әр түрлі концентрацияда алынған үлгілерді салыстыра отырып өте тұрақты болған 323К температурада алынған Н243 қаптама болды, 3 баллды көрсетті.

Металдардың коррозиялық тұрақтылығын зерттеп. Нано-КЭҚ-тің температурасының өсуіне байланысты құрылымдары өзгеріске ұшырайды. Зерттеу жұмысының нәтижесінде, біз қаптамалардың коррозияға беріктілік деңгейлерін білдік. Зерттеу нәтижесі ерекше бір морфологиялық өзгерістің жоқ екенін көрсетеді.



карбиду кремния в диапазоне углов  $2\theta = 33-37$ , на рентгенограммах образцов полностью отсутствуют. Не наблюдаются также присутствие уширенных пиков образований типа нанокристаллов SiC.

Исследование поверхности осажденных пленок SiC выявило наличие образования квазисферических частиц с высокой плотностью при энергии лазера 500-700 мДж. Уменьшение энергии лазера до 430-450 мДж привело к снижению концентрации частиц на поверхности пленки. Поверхность образцов, в свободных от частиц (микрокапель) областях являлась гладкой схожей на эпитаксиальный порядок морфологией. Рентгенодифракционный анализ не определил кристаллической структуры в осажденных пленках SiC при температуре подложки 650-850<sup>0</sup>С.

1. Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров, С.Ж. Токмолдин. «Карбид кремния: основные характеристики, способы получения и применение» // Горение и плазмохимия. 2010. Том 8 №4. С.309-323.
2. Ghica C. Appl. Surf. Sci. 2006. V. 252. P. 4672
3. Ristoscu C. // Appl. Surf. Sci. 2006. V. 252. P. 4857
4. Jeong J. Gwiy-Sang Chung, Raman Scattering Investigation of polycrystalline 3C-SiC Film Deposited on SiO<sub>2</sub> by Using APCVD with Hexamethyldisilane, Journal of the Korean Physical Society, Vol. 52, № 1, January 2008, pp. 43-47

## КЕРАМИКАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖОҒАРЫТЕМПЕРАТУРАЛЫ СИНТЕЗІНДЕ ЦЕНТІРДЕН ТЕПКІШ ҮДЕУДІ ҚОЛДАНУ

Н.У. Сабиров<sup>1</sup>, Б.Ж. Нурахметов<sup>1</sup>, Г.Ш. Яр-Мухамедова<sup>1</sup>, А.Н. Байдельдинова<sup>2</sup>,  
В.И. Омарова<sup>1</sup>, Г.И. Ксандопуло<sup>2</sup>

*1 – аль-Фараби атындағы ҚазҰУ,*

*2 – Жану проблемаларының институты, Республикалық Мемлекеттік кәсіпорны, Алматы қ.*

Заманауи материалдардың ішінде керамика өзінің химиялық және физикалық қасиеттеріне байланысты ерекше орынға ие. Керамикалық материалдардың артықшылығы – жоғары температураға төзімділігі, беріктілігі, төмен жылуөткізгіштігі және т.б. Ерекше қасиеттері бар материалдарды алуға болатын эффективті әдістердің бірі – “Өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез” (ӨЖС).

ӨЖ синтезінің ерекшелігі ол бір уақытта керамикалық материалдар мен бағалы металдарды алуға болады. Осы әдіске центрге тепкіш үдеуді қолдансақ жанудың төменгі шоғырлану шегін төмендетеді.

Бұл жұмыстың мақсаты оксидті қосылыстар негізіндегі керамикалық материалдарды центрге тепкіш үдеу арқылы жану процессін зерттеу.

Біздің жұмыста басты реагент ретінде вольфрам, бор, темір, ванадий, молибден оксидтері және алюминийді қалпына келтіргіш ретінде қолдандық. Тәжірибені ЖІ институтында жасалған жоғары-температуралы центрифугада жасадық. Центрге тепкіш үдеу жиілігі 500 ден 2000g дейін жетеді.

Синтез өнімдеріне зерттеулер РФА, РСА, оптикалық және электронды микроскоп әдістерімен жүргізілді.

Металл оксиді мен алюминий әрекеттескен кезде үлкен көлемде жылу бөлінеді. Реакция нәтижесінде корунд пен қалпына келген металл құймасы түзіледі. Табиғи гравитация жағдайында майда металл тамшылары тез қатып қалатын карундта қалып қояды, сондықтан алынған өнім тазалығы төмен болады. Керамикалық материалдың сапасын жақсарту үшін процесті центрден тепкіш үдеу әрекетімен жүргіздік. Экзотермиялық қоспаға толтырылған реактор берілген айналу жиілігіне жеткенде электр импульсін беріп жағамыз. Соңғы өнімді Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> негізіндегі керамика мен қалпына келген металл ретінде алдық.

Центрден тепкіш үдеу ықпалы металл балқымасының бөлшектерінің орын ауыстыру жылдамдығына елеулі түрде әсер етеді. Сәйкесінше, процесс температурасы жоғарылайды және сұйық фазаның тұтқырлығы төмендейді.

Қарапайым жағдайда металл оксидінен металды қалпына келтіру арқылы таза корунд алдық.

Корундқа металл қоспаларын қосу арқылы ерекше қасиеттерге ие материал алынады. Осылай бастапқы шихтаға 8 % дейін хром қосу арқылы рубин кристалдарын алынды.

Титанға темір қосу арқылы поликристалды сапфир алдық. Шихта құрамындағы артық кобальт оксидін (Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) немесе магний оксидін (MgO) жиілігі 1000 айн/мин айналдыру арқылы таза шпинель аламыз.

Егер бастапқы шихтаға есептеулі түрде кремний оксидін (SiO<sub>2</sub>) қосып, жиілігі 2000 айн/мин айналдыратын болсақ муллит аламыз.

Сонымен, центрге тепкіш үдеу кезінде ӨЖС әдісін қолдану арқылы ерекше физико-техникалық қасиеттерге ие керамикалық материалдар, яғни корунд, шпинель, муллит аламыз.