

Розроблення технології отримання орієнтованих плівок нітриду алюмінія з п'єзоелектричними властивостями для організації функціональних МЕМС-структур у складі наноелектронних комірок.

Разработка технологии получения ориентированных пленок нитрида алюминия с пьезоэлектрическими свойствами для организации функциональных МЭМС-структур в составе нанoeлектронных ячеек.

Design processing technique of reception focused films of nitride aluminium with piezoelectric properties for organization functional MEMS-structures in nanoelectronic meshes.

1. Номер державної реєстрації - 0110U002462

2. Науковий керівник - академік НАН України, д.т.н., професор, Якименко Юрій Іванович, Якименко Юрій Іванович, Yakimenko I. Yuri

3. Суть розробки, основні результати (укр.)

Розроблено технологічний маршрут отримання низькотемпературного синтезу орієнтованих плівок нітриду алюмінія для створення функціональних електронних комірок. Проведені дослідження структури та фізико-хімічних характеристик тонких плівок нітрида алюмінія (AlN) для створення функціональних МЕМС-структур. Уперше відпрацьовані технологічні режими синтезу орієнтованих плівок нітриду алюмінія методом магнетронного реактивного розпилення на постійному струмі з застосуванням аміака та суміші азота і аргона, що дозволило активізувати синтез нітридних сполук. Виконані дослідження впливу режимів вакуумного співрозпилення на хімічний склад, структурні, електричні, оптичні властивості орієнтованих плівок нітриду алюмінія на підкладках кремнія. Виконано аналіз основних технологічних методів поліпшення електронно-фізичних властивостей плівок для отримання кристалічної досконалості шарів AlN, якісної поверхні та хороших транспортних властивостей. Встановлено, що для синтезу плівок нітрида алюмінія необхідно попереднє відкачування вакуумної установки до тиску залишкових газів $7 \cdot 10^{-5}$ Па, подача ВЧ-зміщення на підкладку (50 В, 10 МГц) і потужність розряду 300 і 500Вт відповідно при температурі підкладки 100 і 25°C. Отримані тонкі алюмінієві плівки нітриду методом реактивного високочастотного магнетронного розпилення на різноманітних підкладках: SiO₂, poly-Al(111), poly-Pt(111), Si(100), Si(111). Розроблена топологія електродів комірки та технології їх нанесення на плівки нітриду алюмінія для організації функціональних МЕМС.

(рос.)

Проведены исследования структуры и физико-химических характеристик тонких пленок нитрида алюминия (AlN) для создания функциональных МЭМС-структур. Впервые отработаны технологические режимы синтеза ориентированных пленок нитрида алюминия методом магнетронного реактивного распыления на постоянном токе с применением аммиака и смеси азота и аргона, что позволило активизировать синтез нитридных соединений. Выполнены исследования влияния режимов вакуумного сораспыления на химический состав, структурные, электрические, оптические свойства ориентированных пленок нитрида алюминия на подложках кремния. Выполнен анализ основных технологических методов улучшения электронно-физических свойств пленок для получения кристаллически совершенных слоев AlN, качественной поверхности и хороших транспортных свойств. Установлено, что для синтеза пленок нитрида алюминия необходимо предварительная откачка вакуумной установки до давления остаточных газов $7 \cdot 10^{-5}$ Па, подача ВЧ-смещения на подложку (50В, 10 МГц) и мощность разряда 300 и 500Вт соответственно при температуре подложки 100 и 25°C. Получены тонкие пленки нитрида алюминия методом реактивного высокочастотного магнетронного распыления на различных подложках: SiO₂, poly-Al(111), poly-Pt(111), Si(100), Si(111). Разработана топология электродов ячейки и технологии их нанесения на пленки нитрида алюминия для организации функциональных МЭМС.

(англ.)

Past studies of the structure and physico-chemical characteristics of thin films of aluminum nitride (AlN) to create a functional MEMS structures. For the first time fulfilled technological regimes of synthesis of aluminum nitride oriented films by reactive magnetron sputtering on to various stream using a mixture of ammonia and nitrogen and argon, which allowed to increase the synthesis of nitride compounds. The research on the impact of vacuum modes spivrozpylennya the chemical composition, structural, electrical and optical properties of oriented films of aluminum nitride on silicon substrates. The analysis of the main technological methods to improve the electronic and physical properties of films for crystalline perfection of layers of AlN, surface quality and good transport properties. Found that for the synthesis of aluminum nitride films is needed to install a vacuum pump pressure of residual gases $7 \cdot 10^{-5}$ Pa, giving RF bias to the substrate (50V, 10 MHz) and the discharge capacity of 300 and 500W respectively at 100 and substrate 25°C. These thin aluminum nitride films by reactive RF magnetron sputtering on various substrates: SiO₂, poly-Al(111), poly-Pt(111), Si(100), Si(111). A topology electrode cell technology and their application on aluminum nitride films for MEMS functional organization.

4. Наявність охоронного документу на об'єкти права інтелектуальної власності (заявка на патент, патент, свідоцтво на авторське право)

- Патент України на винахід. Заявка № у 2011 05710. Нанокристалічний тонкоплівковий фоточутливий кремнієвий сплав / Богдан О.В, Коваль В.М. - Заявл. 05.05.2011;
- Патент України на винахід. Заявка № у 2011 05709. Тонкоплівковий кремнієвий фотодіод видимого діапазону / Богдан О.В, Коваль В.М. - Заявл. 05.05.2011;
- Патент України на винахід. Заявка № у 2011 05711. Тонкоплівковий кремнієвий фоторезистор видимого діапазону / Богдан О.В, Коваль В.М. - Заявл. 05.05.2011.

5. Порівняння зі світовими аналогами

Розроблена технологія не має аналогів в Україні і відповідає сучасним світовим вимогам за якістю отриманих матеріалів.

6. Економічна привабливість для просування на ринок (вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники)

- Вартість реалізації проекту - 750 000 грн.
- Вартість завершення проекту (ДКР) - 350 000 грн.
- Інвестиції – потрібні
- Термін впровадження проекту - 2 роки
- Терміни окупності проекту - 3 роки

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації)

- Мінпромполітики України – на підпорядкованих підприємствах (НВО «САТУРН», НВО «КВАЗАР-МІКРО»);
- СП «Мілексис-Україна» - при розробці сучасних МЕМС-структур;

8. Стан готовності розробки (лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження)

Розроблена технологія синтезу плівок нітриду алюмінія (AlN) на підкладках кремнія в умовах дослідної лабораторії.

9. Існуючі результати впровадження

Технологічні методи впроваджено в навчальний процес НТУУ „КПІ” при виконанні лабораторних робіт з курсу «Мікроелектроніка».

Технологічні прийоми та схема синтезу орієнтованих плівок на підкладках були апробовані при створенні дослідних зразків паливних комірок спільно з Інститутом матеріалознавства НАНУ, що дозволило покращити в 3-5 разів якісні показники отриманих плівок, знизити в 2 рази використання технологічних матеріалів та енергозатрати за рахунок мінімізації температури процесу та підвищення його швидкості

10. Назва підрозділу, телефон, e-mail

Науково-дослідний інститут прикладної електроніки НТУУ „КПІ”, (44) 236-96-76,

e-mail: bogdan@ee.ntu-kpi.kiev.ua

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання : (монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації):

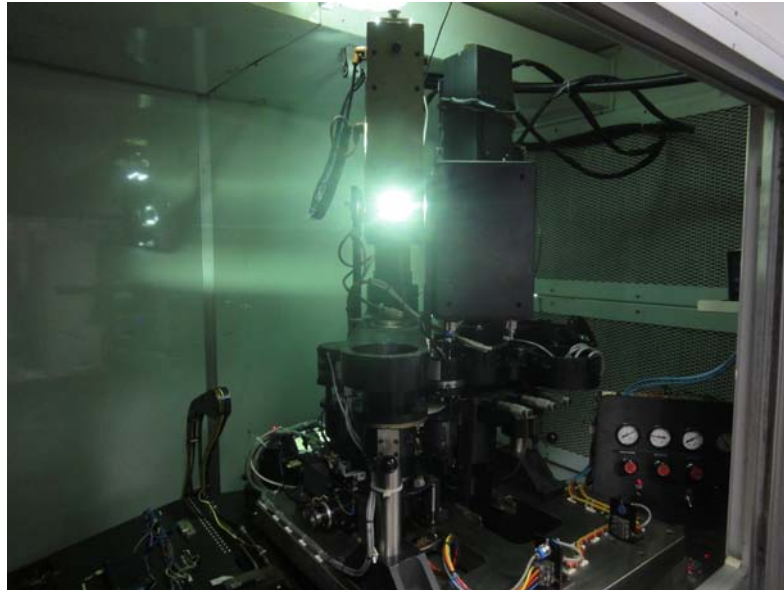
1. Нанoeлектроника: монографія в двух книгах. Кн. 1. Введение в нанoeлектронные технологии / Г. М. Младенов, В. М. Спивак, Е. Г. Колева, А. В. Богдан.– Киев-София: Аверс, 2010. – 334 с.
2. Нанoeлектроника: монографія в двух книгах. Кн. 2. Наноструктурированные материалы и функциональные устройства / А.Н. Шмырева, Г.М. Младенов, В.М. Спивак, Е. Г. Колева, А. В. Богдан; под общей редакцией действительного члена НАН Украины Ю.И. Якименко.– Киев-София: Аверс, 2011. – 388 с.
3. Цифрова схемотехніка електронних систем: Підручник / В.І. Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі, В.В. Багрій, О.В. Богдан, В.М. Співак, Т.О. Терещенко – К.: Вища школа, 2010. – 426с. (гриф МОН України).
4. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник / В.І. Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі, Т.О. Терещенко, Співак, О.В. Богдан – К.: Освіта України, 2010. – 420с. (гриф МОН України). (гриф МОН України).
5. Фізичне матеріалознавство. Частина III. Провідники та магнетики: Навчальний посібник. / Поплавко Ю.М., Воронов С.А., Якименко Ю.І. – К.: НТУУ „КПІ”, 2011.– 371с.
6. Radial Vibration of the MEMS Disk Considering its Mounting and Electrodes Form / Y. Yakymenko, O.V. Bogdan, O.N. Petrishev, I. Ianovska // 34 rd International Spring Seminar on Electronics Technology “Polymer Electronics and Nanotechnologies: towards System Integration”, 11-15 May 2011, Tatranska Lomnica, Slovak Republic. – 2011. (наукометричні БД Scopus та ін.)
7. Неосесимметричные радиальные колебания тонких пьезоэлектрических дисков / Богдан А.В., Петрищев О.Н., Якименко Ю.И., Яновская Ю.Ю. // Электроника та зв'язок Тем. вип. Київ. – 2011. - №3. - С.195-199.
8. Методика расчета пьезоэлектрического дискового преобразователя для ультразвукового толщимера / Богдан А.В., Горбашева А.Г., Петрищев О.Н., Сучков Г.М., Яновская Ю.Ю. // ЛЕОТЕС-2011. – 2011. - С.217-220.
9. G.Mladenov, E.Koleva, Y.Yakymenko, V.Spivak, O.Bogdan. Some perspective aspects of nanotechnology development // Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science. Proceedings of the Xth International Conference TCSET'2010, February 23 – 27, 2010. – Lviv-Slavske, Ukraine. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2010. – P.368-369.
10. G.Mladenov, E.Koleva, Y.Yakymenko, V.Spivak, O.Bogdan, A.Orlov. Nanotechnology And Nanoscaled Materials For Microsystems Application // Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science. Proceedings of the Xth International Conference TCSET'2010, February 23 – 27, 2010. – Lviv-Slavske, Ukraine. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2010. – P. 354-355.
11. Mladenov G., Koleva E., Shmyryeva A., Spivak V., Bogdan A. Generalizations of the research results, published in the monographs “Introduction in Nanoelectronics technologies” and “Nanoelectronics materials and devices”. // Электроника и связь. Тематический выпуск “Электроника и нанотехнологии”. – № 4 (57). – 2010. – С.6-10.
12. Младенов Г.М., Колева Е.Г., Спивак В.М., Богдан А.В. Функциональные микроэлектронные компоненты с использованием квантового эффекта спинового состояния электронов и их переноса // Международная научно-техническая конференция “Автоматизация: проблемы, идеи, решения”, Севастополь, 6-10 сентября 2010 р.: Материалы конференции в 2-х т. Под ред. А.П.Фалалеева. – Т.1 – Севастополь: Издательство СевНТУ, 2010.– С.85-90.
13. Богдан О.В., Іващук А.В., Якименко Ю.І. Перспективи сонячної енергетики в Україні: основні завдання та параметри розвитку на період до 2030 р. // Праці Інституту

електродинаміки Національної академії наук України: Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. – К.: Інститут електродинаміки НАН України, 2010.– С.143-148.

14. Младенов Г., Колева Е., Богдан О.В., Співак В.М., Якименко Ю.І. Інтегральні біосенсорні системи на основі нанокристалічного кремнію. // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України: Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. – К.: Інститут електродинаміки НАН України, 2010.– С.87-92.

12. Фото / схема, слайди презентації розробки в електронному вигляді (рекламного характеру)

На фото представлено основне технологічне обладнання для реалізації розробленої технології:



Установка субмікронної літографії