Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0218U001946

Державний реєстраційний номер: 0118U004772

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-12-2018

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Дослідження впливу технологічних режимів отримання композиційних наноструктур SiO2(nc-Si), Me) на імпеданс та оцінка можливості використання їх при розробці технології формування планарних безвиткових індуктивностей в кремнієвих ІС

Початок етапу: 09.2018

Закінчення етапу: 12.2018

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: +38(044) 525-40-20

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: просп. Перемоги, 10, м. Київ, Київська обл., 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201380

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 90

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розробка нових технологічних принципів створення планарних композиційниих наноструктур на основі оксиду кремнію з реактивним імпедансом індуктивного типу

Назва роботи англійською:

Development of the new technological principles of creation of planar composite nanostructures based of silicon oxide with reactive inductive impedance

Реферат українською:

Звіт подається в одному томі і складає 88 сторінок, у тому числі рисунків 60, таблиць 10, використаних джерел 48, додатків 1. Ключові слова: нанокристали кремнію, металеві включення, іонно-плазмова технологія, нанокомпозитні плівки, наноелектроніка. Мета проекту: Розробка фізико-технологічних принципів і ключових технологічних процедур формування планарних безвиткових наноструктур напівпровідник/SiO2 з реактивним імпедансом індуктивного типу на основі наногранулярних плівок оксиду кремнію, що містять наночастинки окислених перехідних металів або кремнію. В результаті виконання даної роботи була розроблена іонно-плазмова технологія осадження збагачених кремнієм плівок SiOx і плівок SiOx, що містять металеві включення (Fe, Al) та досліджені структурні і електрофізичні характеристики плівок SiOx та нанокомпозитних плівок SiO2(Si), SiO2(Si,Me) отриманих в результаті термічного відпалу. Отримані планарні безвиткові наноструктури на основі плівок SiOx(Fe) з реактивним імпедансом індуктивного типу. Встановлено, що використання технології іонно-плазмового розпилення в газовому середовищі O2+Ar дає змогу отримати тонкі плівки SiOx. Зміна співвідношення робочих газів O2/Ar приводить до керованої зміни вмісту Si у вихідній SiOx плівці при її отриманні. Ріст вмісту кисню в атмосфері осадження приводить до зменшення надлишкового кремнію в плівці SiOx і відповідного збільшення індексу стехіометрії x. Оптимізовані основні параметри технологічного режиму іонно-плазмового розпилення. Проведені комплексні дослідження структурних властивостей збагачених кремнієм плівок SiOx та нанокомпозитних плівок SiO2(Si), отриманих технологією IPS, за допомогою методів еліпсометрії, ІЧ та КРС - спектроскопії, АСМ мікроскопії, фотолюмінесценції, травлення, HRTEM та встановлені основні закономірності трансформації збагачених кремнієм плівок SiOx в нанокомпозитну плівку SiO2(Si), що містить НК Si в діелектричній матриці після високотемпературного відпалу. Встановлено вплив термічного відпалу на електропровідність плівок при їхній трансформації в нанокомпозитну плівку SiO2(Si). Введення домішки металів в плівки SiOx і SiOxNy призводить до збільшення провідності особливо в області малих полів (< 1 В). Вплив середовища відпалу (азот або аргон) на провідність плівок SiOx і SiOxNy , що містять металеві включення різниться і залежить від прикладеної напруги (поля) і температури вимірювання. Електропровідність плівки SiOxNy(Al) після відпалу в азоті менша ніж після відпалу в аргоні. Для плівки SiOx(Fe) навпаки, електропровідність після відпалу в азоті вища ніж після відпалу в аргоні. В композиційних плівках SiOx спостерігається ступенева залежність адміттанса від частоти типу закону Мотта для стрибкової провідності на змінному струмі. В композиційних плівках з включеннями металу частотна залежність провідності від частоти змінного струму змінюється не суттєво до 20 мГц. Починаючи з частоти більше 20 КГц і до ~1МГц спостерігається степенева залежність провідності де m~0,55 для алюмінієвих металевих включень і m~0,49-0,52 для металевих включень заліза. В структурі з плівкою SiOxNy(Al) переважає ємнісна складова, а в структурі з плівкою SiOx(Fe) реактивна складова імпедансу має індуктивний характер до частоти 1 МГц, потім переходить в ємнісний. Відпал композиційних плівок SiOx(Fe) на повітрі при температурах 773 - 873 К призводить до переважання в реактивній частини адміттанса при низьких частотах індуктивного вкладу над ємнісним. На підставі результатів проведеного вивчення впливу відпалу на повітрі на частотні залежності адміттанса і кута фазового зсуву композиційних плівок SiOx(Fe) виготовлені прототипи індуктивних елементів.

Реферат англійською:

The report is presented in one volume and contains 88 pages, including figures 60, tables 10, used sources 48, applications 1. Key words: silicon nanocrystals, metal inclusion, ion-plasma technology, nanocomposite films, nanoelectronics. Aim of the project: Development of physical and technological principles and key technological procedures for the formation of planar without coil semiconductor / SiO2 nanostructures with inductive type of reactive impedance on the basis of nanocomposite silicon oxide films containing nanoparticles of oxidized transition metals or silicon. As a result of this work, the ion-plasma technology of deposition of silicon-enriched SiOx films and SiOx films containing metal inclusions (Fe, Al) was developed, and the structural and electrical characteristics of SiOx films and SiO2 (Si), SiO2 (Si, Me) nanocomposite films obtained as the result of thermal annealing were studied. Planar without coil nanostructures based on SiOx(Fe) films with inductive type of the reactive impedance have been obtained. It has been established that the use of ion-plasma sputtering (IPS) technology in the O2 + Ar gas medium allows the production of thin SiOx films. The change in the ratio of working gases O2 / Ar leads to the controlled change in the Si content of the initial SiOx film when it is obtained. The growth of oxygen content in the deposition atmosphere leads to the reduction of excess silicon in SiOx film and the corresponding increase in the stoichiometry index x. The basic parameters of the technological regime of ion-plasma sputtering have been optimized. The complex investigations of the structural properties of silicon-enriched SiOx films and SiO2 (Si) nanocomposite films obtained by the IPS technology were carried out using ellipsometry, IR and Raman spectroscopy methods, AFM microscopy, photoluminescence, etching, HRTEM, and the basic regularities of transformation of silicon-enriched SiOx films into the nanocomposite film SiO2(Si) containing Si nanoclusters in dielectric matrix after high temperature annealing. The influence of thermal annealing on the conductivity of films during their transformation into nanocomposite SiO2(Si) film has been established. The introduction of metal impurities into SiOx and SiOxNy films leads to the increase in conductivity, especially in the region of small fields (<1 V). The influence of the annealing medium (nitrogen or argon) on the conductivity of SiOx and SiOxNy films containing metallic inclusions varies and depends on the applied voltage (field) and the temperature of the measurement. The conductivity of the SiOxNy (Al) film after annealing in nitrogen is less than after annealing in argon. Conversely, for an SiOx (Fe) film, the electrical conductivity after annealing in nitrogen is higher than after annealing in argon. The degree dependence of the composite SiOx films admittance on the frequency corresponded to the type of the Mott law for carrier hopping on alternating current. In composite films with metal inclusions, the frequency dependence of the conductivity on the frequency of the alternating current varies not significantly to ?20 KHz. Beginning with the frequency of more than ?20 KHz and up to ~ 1 MHz, the power dependence of conductivity is where m ~ 0.55 for aluminum metal inclusions and m ~ 0.49-0.52 for metallic iron inclusions have been observed. In the SiOxNy (Al) film structure, the capacitive component dominates, and in the SiOx (Fe) structure, the reactive component of the impedance has an inductive character to the frequency of ? 1 MHz, and then it becomes capacitive. The annealing of composite SiOx(Fe) films in air at temperatures of 773 - 873 K leads to the predominance in the reactive part of the admittance at low frequencies of the inductive input above the capacitive one. Based on the results of the study of the influence of annealing in the air on the frequency dependence of the admittance and the phase shift angle of composite SiOx(Fe) films, prototypes of the inductive elements were manufactured.

Індекс УДК: 537.311.322, 621.793, 536.53

Коди тематичних рубрик: 29.19.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Євтух Анатолій Антонович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Виготовлення кремнієвих структур з нестехіометричною збагаченою кремнієм плівкою SiOx, отримання композитних плівок SiO2(Si) та дослідження їх структурних характеристик.

Назва НТП англійською: Development of new technological principles for the creation of planar composite nanostructures based on silicon oxide with reactive impedance of inductive type.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: Виробництво напівпровідникових приладів

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Технологічні процеси виготовлення кремнієвих структур з нестехіометричною збагаченою кремнієм плівкою SiOx та композитних плівок SiO2(Si) та SiO2(Si,Me). Результати досліджень структурних характеристик плівок SiOx та SiO2(Si)

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 2019

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Споживачі електронної продукції

Перспективні ринки: Ринки виробів електроніки України та Білорусі

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.: 10

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану: Ні

Техніко-економічне обгрунтування: Ні

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.: 10

Очікуваний термін окупності (років): 5 років

Додаткова інформація: Виробництво розробленої продукціїБажані с пільні НДКР

IX. Бібліографічний опис

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Бєляєв Олександр Євгенович
д. ф.-м. н., 01.04.10

Перелік осіб-виконавців

Євтух Анатолій Антонович

Братусь Олег Леонідович

Кизяк Анатолій Юрійович

Семененко Микола Олександрович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

