Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002473

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-07-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бенько Тарас Григорович
2. Taras G. Benko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6310-8743

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 171

Назва наукової спеціальності: Електроніка

Галузь / галузі знань: електроніка та телекомунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроніка

Дата захисту: 05-09-2024

Спеціальність за освітою: Радіофізика і електроніка

Місце роботи здобувача: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 20.051.105

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 47.13.12

Тема дисертації:

1. Інтегральні перетворювачі сигналів для сенсорних мікросистем-на-кристалі зі структурами кремній-на-ізоляторі.

2. Integral signal converters for sensor microsystems-on-chip.

Реферат/анотація:

1. Об’єкт дослідження: приладні структури інтегральних перетворювачів сигналів для створення інтелектуальних сенсорів, сенсорних мікросистем та мікролабораторій-на-кристалі, включаючи на основі структур «кремній-на-ізоляторі». Предмет дослідження – електричні й частотні характеристики приладних структур ІПС, придатних для розроблення і виготовлення елементної бази сенсорних мікросистем-на-кристалі. Метою дисертаційної роботи є розробка й дослідження конструктивно-технологічної та схемо-топологічної елементної бази зокрема, на основі КМОН- структур та структур «кремній-на-ізоляторі» для створення первинних елементів ІПС, необхідних для побудови сенсорних мікросистем та мікролабораторій-на-кристалі, моделювання й дослідження їх електричних, частотних та температурних характеристик, параметрична оптимізація інтегральних приладних структур. Методи дослідження. Дослідження

проводились з використанням системного підходу, що грунтується на основі теорії МОН - приладних структур, їх фізичних моделей. Розробка і моделювання технологічних процесів і режимів формування приладних структур здійснювали у САПР TCAD. Для розробки інтегральних схемотехнічних рішень і топологій елементів інтегральних перетворювачів були використані інтерактивні системи проектування LT SPICE, Tanner Pro, MicroWind. Теоретичні і практичні результати: Запропоновано топологію і базові технологічні операції формування КМОН- матричних комірок для побудови елементів ІПС з можливостями керування «кінк – ефектом» та інтеграції в КНІ МОН- транзисторі окремого керування підканальною областю транзистора, що дозволить поєднувати в одному комбінованому транзисторі два – КНІ МОН та паралельно підключений до нього біполярний. Спроектовано топології базового елемента ОП для ІПС на стандартних та КНІ КМОН структурах, а також на основі базової матричної комірки. Проведено їх схемотопологічне моделювання безпосередньо із топологій. Такі елементи можуть бути основою для побудови ІПС в мікросистемах-на-кристалі. Показано, що вихідні сигнали для схеми ІПС зі структурами КНІ порівняно зі стандартними КМОН мають кращу, в середньому на 30% крутизну фронтів та більший на 20% коефіцієнт підсилення по амплітуді. Моделюванням показано, що вихідні каскади на КНІ-структурах мають меншу затримку (4 пс та 7 пс відповідно) та меншу споживану потужність (6,89 мВт та 8,88 мВт відповідно). Новизна: На основі аналізу літературних даних і проведених комп'ютерних моделювань показано і підтверджено, що КНІ КМОН – структури можна вважати перспективною альтернативою стандартним КМОН-структурам на об'ємному кремнії для створення елементів ІПС. Їх площа на кристалі є в середньому у 2-3 рази меншою порівняно зі стандарними КМОН-структурами на монокремнії, суттєво у 3 рази вища швидкодія, радіаційна стійкість, менша у 4 рази споживана потужність, ширший до 300оС температурний інтервал. Проте, основним їх недоліком КНІ n-канальних МОН-транзисторів є «кінк»-ефект. Запропоновано спеціальні схемотопологічні рішення шляхом підключення підканальної області до до земляної шини на прикладі базової матричної комірки, що односасно є придатною для «матричної» комутації у схемах, та усуває «кінк- ефект» для n-канальних КНІ МОН-транзисторів. Проведено комплексне дослідження низькотемпературної магнітопровідності шарів полікремнію-на-ізоляторі в полях до 14Тл при температурах зрідженого гелію в широкому діапазоні концентрацій (від 7×1017 до 1,7×1020 см-3), що охоплює метал-діелектрик переходу в кремній, яке дозволило визначити придатність таких зразків для створення ІПС і сенсорів магнітного поля. Отримано результати досліджень п'єзоелектричного опору в нерекристалізованих і рекристалізованих шарах полікремнію-на-ізоляторі що свідчать про те, що для розробки ІПС механічних величин, які мають достатню тензочутливість до вимірюваного параметра, необхідно використовувати лазерно-рекристалізовані шари поліремнію-на-ізоляторі з концентрацією р-типу провідності 4, 8х1018 см-3 при 300оК. Розроблено схемотехнічні рішення для ІПС, що дозволяють оцінювати надмалі ємнісні та резистивні елементи, і можуть використовуватися для зовнішніх сенсорних елементів, так і вбудовуватися безпосередньо в мікросистему-на-кристалі. Галузь використання: мікроелектроніка, електроніка, сенсорні елементи.

2. The object of research: device structures of integrated signal converters for the creation of intelligent sensors, sensor microsystems and microlaboratories-on-a-chip, including on the basis of "silicon-on-insulator" structures. The subject of research is the electrical and frequency characteristics of ICS device structures, suitable for the development and manufacture of the element base of sensor microsystems-on-a-chip. The purpose of the research: The purpose of the dissertation work is to develop and research a constructive-technological and schematic-topological elemental base, in particular, based on CMOS structures and "silicon-on-insulator" structures for the creation of primary elements of ICS, necessary for the construction of sensor microsystems and microlaboratories-on-chip, modeling and research of their electrical, frequency and temperature characteristics, parametric optimization of integrated instrument structures. Research methods: Research was conducted using a system approach based on the theory of MOS - instrument structures, their physical models. Development and modeling of technological processes and modes of formation of instrument structures were carried out in CAD TCAD. Interactive design systems LT SPICE, Tanner Pro, MicroWind were used to develop integrated circuit solutions and element topologies of integrated converters. Theoretical and practical results: The topology and

basic technological operations of the formation of CMOS-matrix cells for the construction of ICS elements with the possibility of "kink-effect" control and integration into the SOI MOS-transistor of separate control of the subchannel region of the transistor are proposed, which will allow combining in one combined transistor two - SOI MOS and bipolar connected in parallel to it. Topologies of the basic OA element for ICS on standard and SOI CMOS structures, as well as on the basis of the basic matrix cell, were designed. Their schematic topological modeling was carried out directly from the topologies. Such elements can be the basis for the construction of ICS in microsystems-on-a-chip. It is shown that the output signals for the ICS scheme with SOI structures compared to standard CMOS have a better, on average, 30% steepness of the fronts and a 20% higher amplitude amplification factor. The simulation shows that output stages on SOI-structures have a lower delay (4 ps and 7 ps, respectively) and lower power consumption (6.89 mW and 8.88 mW, respectively). Novelty: Based on the analysis of literature data and computer simulations, it has been shown and confirmed that SOI CMOS structures can be considered a promising alternative to standard CMOS structures on bulk silicon for creating ICS elements. Their area on the chip is on average 2-3 times smaller compared to standard CMOS structures on monosilicon, significantly 3 times higher speed, radiation resistance, 4 times less power consumption, wider temperature range up to 300oC. However, their main drawback of the SOI of n-channel MOS transistors is the "kink" effect. Special circuit topological solutions are proposed by connecting the sub-channel region to the ground bus using the example of a basic matrix cell, which is suitable for "matrix" switching in circuits, and eliminates the "kink effect" for n-channel SOI MON transistors. A comprehensive study of the low-temperature magnetic conductivity of polysilicon-on-insulator layers in fields up to 14T at the temperatures of liquid helium in a wide range of concentrations (from 7×1017 to 1.7×1020 cm-3) covering the metal-dielectric transition in silicon was carried out, which allowed to determine the suitability of such samples for the creation of ICS and magnetic field sensors. The results of the research of piezoelectric resistance in non-recrystallized and recrystallized layers of polysilicon-on-insulator were obtained, which indicate that for the development of ICS of mechanical quantities that have sufficient strain sensitivity to the measured parameter, it is necessary to use laser-recrystallized layers of polysilicon-on-insulator with concentration p-type conductivity 4.8x1018 cm-3 at 300oK. Circuit engineering solutions for ICS have been developed, which allow evaluating ultra-small capacitive and resistive elements, and can be used for external sensor elements, as well as built directly into a microsystem-on-a-crystal. Field of use: microelectronics, electronics, sensor elements.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Igor Kogut, Victor Holota, Taras Benko, Anatoliy Druzhinin, Yuriy Khoverko. Method of reducing CMOS inverter switching energy // Applied Nanoscience (Switzerland). 2023. V. 13, Issue 12. P. 7501-7511. Стаття Scopus DOI:10.1007/s13204-023-02929-9 URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85167511707&origin=resultslist
- 2. Igor Kogut, Victor Holota, Taras Benko, Anatoliy Druzhinin, Yuriy Khoverko. Development of Inverter Circuits with Dual Control Subchannel Areas of Integral CMOS Sensor Element // Physics and Chemistry of Solid State, 2021. P. 729-733. DOI: 10.15330/PCSS.22.4.729-733 Стаття Scopus URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122241374&origin=resultslist

- 3. Novosiadly S.P. Benko T.H. Kogut I.T. Features of electrophysical diagnostics of schottky field transistors based on GaAs epitaxial layers on silicon substrates for microsystem applications // Physics and Chemistry of Solid State. 2019. V. 20, N. 3. P. 311-317. DOI:10.15330/pcss.20.3.311-317 Стаття Scopus URL: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85147471180&origin=resultslist

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали; технології;приладні структури

Соціально-економічна спрямованість: вдосконалення приладних структур інтегральних перетворювачів сигналів для створення інтелектуальних сенсорів, сенсорних мікросистем та мікролабораторій-на-кристалі

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 1118U004536 1118U004537 0122U0000857 0124U000384

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Когут Ігор Тимофійович

2. Igor T. Kohut

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5524-1790

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier: 57190194699

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сльотов Олексій Михайлович

2. Oleksiy M. Slyotov

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2135-9544

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 57205590051

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лях-Кагуй Наталія Степанівна
2. Natalia S. Liakh-Kaguy

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1791-6053

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 55469216100

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Никируй Любомир Іванович
2. Lyubomyr I. Nykyruy

Кваліфікація: к.ф.-м.н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3754-0348

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 56009792600

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлюк Мирослав Федорович

2. Myroslav F. Pavlyuk

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5663-2918

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 7801552266

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Ільницький Роман Васильович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Ільницький Роман Васильович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Альнікіна Наталія Петрівна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна