**Яганов Петро Олексійович. Мікроелектронні перетворювачі на кремнієвій структурі з діелектричною ізоляцією : дис. ... канд. техн. наук: 05.27.01 / Національний технічний ун-т України "Київський політехнічний ін-т". - К,, 2006.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Яганов П.О. Мікроелектронні перетворювачі на кремнієвій структурі з діелектричною ізоляцією.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.27.10 – Твердотільна електроніка. – Київський національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, Київ, 2006.  Дисертація присвячена розробці високочутливих інтегральних мікроелектронних сенсорів на кремнієвих структурах з діелектричною ізоляцією (КСДІ) і створенню на їх основі нових вимірювальних перетворювачів неелектричних величин з широкими функціональними можливостями. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень, проведених в дисертаційній роботі, розроблена нова інтегральна багатосенсорна КСДІ, вивчені особливості її функціонування та метрологічні характеристики, на її основі створено нові вимірювальні перетворювачі неелектричних величин з широкими функціональними можливостями. Продовжено розвиток методів моделювання метрологічних характеристик (МХ) сенсорів. Для високоточної апроксимації МХ використано регресійний аналіз та алгоритми нейронних мереж. | |
| |  | | --- | | В результаті теоретичних і експериментальних досліджень, проведених в дисертаційній роботі, обґрунтовано ефективність використання сенсорних властивостей *p-n* переходу у нерівноважному стані у мікроелектронних вимірювальних перетворювачах неелектричних величин, розроблена нова інтегральна багатосенсорна кремнієва структура з діелектричною ізоляцією, вивчені особливості її функціонування та метрологічні характеристики, на її основі створено нові вимірювальні перетворювачі неелектричних величин з широкими функціональними можливостями, розроблено нові методи моделювання метрологічних характеристик вимірювальних перетворювачів. При цьому отримані наступні основні результати.   1. Розвинуто модельні уявлення про фізичні процеси функціонування мікроелектронних діодних сенсорів формалізацією нового рівняння метрологічної характеристики. Теоретично встановлено і експериментально підтверджено, що для нерівноважного стану *p-n* переходу в невиродженому кремнії при низькому рівні інжекції носіїв заряду і температурах від 150 К до 500 К у режимі прямого зміщення і фотовольтаїчному напруга на *p-n*переході не залежить від об’єму напівпровідника, в якому він сформований. Це є важливим критерієм вибору принципу функціонування сенсорів на *p-n*переходах, оскільки в мікроелектронному виконанні вони зберігають рівень вихідного сигналу, функціональність і чутливість, якщо в якості інформативного сигналу для них обрати фото-ЕРС або падіння напруги на *p-n* переході. 2. Обґрунтовано, що реалізація переваг мікроелектронного виконання сенсорів на *p-n* переходах ефективна в інтегральній КСДІ. Це забезпечує досягнення високого рівня контрольованого адитивного сигналу первинних вимірювальних перетворювачів, його високу чутливість, завадостійкість, електричну та технологічну сумісність з пристроями підсилення сигналу на МДН-транзисторах. Технологічний маршрут виготовлення сенсорної КСДІ адаптовано до технологій серійних ІМС. Підготовку виробництва та реалізацію дослідних зразків нових інтегральних вимірювальних перетворювачів здійснено засобами промислових мікроелектронних технологій „Заводу чистих металів” (м. Світловодськ), НДІ мікроприладів та ВО „Київський радіозавод” (м. Київ). 3. Вперше теоретично встановлено і експериментально підтверджено, що умовою термопольової стабілізації струму каналу МДН-транзистора є виконання рівняння . Розв’язком рівняння є фізично обґрунтована математична модель залежності рухливості носіїв заряду в приповерхневому інверсному шарі МДН-транзистора від температури та напруги на затворі.   Запропоновано і експериментально підтверджено метод встановлення рухливості носіїв заряду від температури та напруги на затворі в інверсному шарі МДН-транзистора на основі дослідження термопольової стабілізації струму стік-витік ВАХ МДН-транзистора.   1. Визначено модель термометричної характеристики КСДІ. На дослідних взірцях експериментально підтверджено теоретичні оцінки термочутливості КСДІ. Вони становлять 100 ... 1000 мВ/К. Термочутливість КСДІ в 200 раз перевершує термочутливість діодних сенсорів температури ДТ-450 і майже в 1000 раз термочутливість біметалічної плівкової термопари зплаву Cu – CuNi. Рекомендовано в діапазоні температур 200 ... 400 К використовувати термосигнал діодних структур, досяжна термочутливість яких в даній КСДІ становить 150 мВ/К, а в діапазоні 300 ... 400 К вихідний сигнал КСДІ. 2. Встановлено, що інтегральна струмова фоточутливість мікроелектронного ФЕП на КСДІ в діапазоні освітленості 1 ... 100 лк становить від 56000 до 900 А/лм (в енергетичних одиницях 150 ... 2 А/Вт), що співставно з параметрами найчутливіших фотоприймачів – лавинних фотодіодів і фотоелектронних помножувачів. 3. Експериментально підтверджено, що використання фотоелектричних властивостей КСДІ є ефективним для створення координатно-чутливих сенсорів лінійних мікропереміщень. Вихідна координатна характеристика фотоперетворювача на КСДІ має крутизну від 950 мВ/мкм в діапазоні переміщень 7 мкм до 32 мВ/мкм в діапазоні 70 мкм. На їх базі можна створювати інші високочутливі вимірювальні перетворювачі неелектричних величин: прискорення, тиску та інші. 4. Вперше експериментально виявлені і досліджені суттєво відмітні сукупності фотоелектричних та термометричних властивостей приладів на КСДІ, які використані в розробках нових оптоелектронних перетворювачів. 5. Розвинено і поширено на моделювання метрологічних характеристик діодних сенсорів методи регресійного аналізу. Сенсорну структуру розглянуто як динамічну багатофакторну технічну систему. Вперше в діодній термометрії експериментально встановлено, що градуювання ДСТ не вимагає обов’язкової стабілізації струму прямого зміщення, а ТМХ, визначена в такій спосіб, має низьку похибку апроксимації експериментальних даних: до 0,005 К в діапазоні температур 200 ... 420 К. 6. Розроблено метод ідентифікації позиційної характеристики оптоелектронного перетворювача мікропереміщень в умовах температурного дрейфу вихідного сигналу. Для цього використано ТМХ координатно-чутливого елементу, що дає змогу з максимальною точністю визначати його температуру, збільшуючи достовірність вимірювань. 7. Вперше в діодній термометрії для апроксимації ТМХ сенсора застосовано нейронні мережі. Досягнута похибка 0,001 К нейромережної апроксимації експериментальних даних в діапазоні температур 4 К … 360 К є рекордно низькою, що створює можливість визначати з високою точністю граничні метрологічні параметри зразкових діодних термосенсорів. | |