**Ховерко Юрій Миколайович. Мікроелектронні сенсори на основі КНІ-структур з рекристалізованим шаром полікремнію: дисертація канд. техн. наук: 05.27.01 / Національний ун-т "Львівська політехніка". - Л., 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Ховерко Ю.М. “Мікроелектронні сенсори на основі КНІ-структур з рекристалізованим шаром полікремнію” . – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.27.01 - твердотільна електроніка. – Національний університет “Львівська політехніка”. Львів, 2003.  Дисертація присвячена розробленні мікроелектронних сенсорів на основі КНІ-структур з рекристалізованим шаром полікремнію. Проведено дослідження щодо створення КНІ-структур з прогнозованими характеристиками шарів полікремнію та впливу лазерної рекристалізації на їх властивості. Подано результати досліджень електрофізичних та п’єзорезистивних властивостей полікремнійових шарів в КНІ-структурах у широкому інтервалі температур, у т.ч. кріогенному. Визначено механізми перенесення носіїв заряду в рекристалізованих шарах полікремнію для різних інтервалів температур і ступенів легування вихідного матеріалу. Показано вплив магнітного поля на електропровідність шарів полікремнію в КНІ-структурах. Розроблено рекомендації щодо використання полікремнійових шарів, рекеристалізованих лазерним випромінюванням, у мікроелектронних сенсорах для різних інтервалів температур.  Розроблено технологію виготовлення мікроелектронних сенсорів тиску та тиску-температури. Встановлено особливості процесу формування мембран чутливих елементів сенсорів з використанням оригінальної методики анізотропного травлення. Виготовлено мікроелектронні п’єзорезистивні сенсори тиску на основі КНІ-структур для аеродинамічних досліджень, медико-біологічного призначення, сенсори зусилля та ємнісні сенсори тиску, а також багатофункційні сенсори для одночасного вимірювання тиску і температури на основі КНІ-структур і досліджено їх характеристики та параметри. | |
| |  | | --- | | 1. На основі вдосконалення технологічного процесу виготовлення рекристалізованих шарів полікремнію в КНІ-структурах шляхом введенення додаткового термічного окиснення та V-подібних канавок одержані структури з покращеними електрофізичними параметрами і встановлено кореляцію між технологічними умовами лазерної рекристалізації та електрофізичними та п’єзорезистивними властивостями полікремнію в КНІ-структурах. Оптимізовано умови формування крупнозернистих шарів полікремнію заданої кристалографічної орієнтації з локалізацією границь зерен при рекристалізації під дією скануючого лазерного випромінювання. 2. Для прогнозування характеристик матеріалу, придатного для створення мікроелектронних сенсорів на основі КНІ-структур, проведено моделювання впливу лазерної рекристалізації на характеристики полікремнійових шарів в КНІ-структурах (питомого опору, рухливості, повздовжнього коефіцієнту п’єзоопору та температурного коефіцієнту опору) залежно від розміру зерен та концентрації домішки. Установлено, що концентраційна залежність повздовжнього коефіцієнту п’єзоопору має максимум при концентрації домішки у вихідному матеріалі в інтервалі (1 – 5) 1018см-3 залежно від середнього розміру зерна і в поєднанні зі значним зменшенням температурного коефіцієнту опору для цього інтервалу концентрацій дає можливість рекомендувати лазерну рекристалізацію полікремнійових шарів на діелектричних підкладках як метод покращання параметрів вихідного матеріалу, придатного для виготовлення на його основі мікроелектронних сенсорів тиску. 3. На основі експериментальних досліджень електрофізичних і п’єзорезистивних властивостей шарів полікремнію в КНІ-структурах показано, що використовуючи рекристалізовані лазером полікремнійові резистори в КНІ-структурах з концентраціями електрично активних домішок (бору) у вихідному матеріалі 1 ґ 1018– 5 ґ 1018 см-3, можна створити п'єзорезистивні сенсори механічних величин з оптимальними характеристиками в інтервалі температур -40...+140оС, а саме, з достатньо високою чутливістю до вимірюваного параметру, термостабільними п'єзорезисторами в інтервалі температур +20...+140оС. Встановлено, що нерекристалізований полікремній з концентрацією акцепторів коло 1018см-3проявляє сильну температурну залежність опору і може бути рекомендований як терморезистор для застосування в широкому інтервалі температур. 4. На основі електрофізичних та п’єзорезистивних досліджень властивостей полікремнійових шарів на діелектричних підкладках в інтервалі температур 4,2 – 300 К показано, що для застосування в п'єзорезистивних сенсорах механічних величин придатними є структури на основі полікремнію з концентрацією N > 1 1019 см-3 після лазерної рекристалізації. Одночасно такі шари є найбільш стабільними до впливу сильних магнітних полів. Дослідження залежностей питомого опору в області температур 4,2 – 300 К дало змогу визначити механізми перенесення носіїв заряду для різного інтервалу температур і ступеня легування вихідного матеріалу. Встановлено домінуючий характер стрибкової провідності в умовах низьких температур. 5. Моделювання сенсорної структури за допомогою програмного продукту ANSYS дало змогу отримати розподіл оптимальних напружень та деформацій в мембрані чутливого елемента мікроелектронного сенсора і оптимізувати геометрію мембрани (її товщину, площу поверхні), забезпечивши при цьому достатню величину вихідного сигналу. 6. Удосконалено методику процесу анізотропного травлення, що дало змогу значно покращити якість мікрорельєфу при виготовленні мембран чутливих елементів мікроелектронних сенсорів. Установлено закономірності процесу формування мембран чутливих елементів сенсорів з використанням оригінальної методики анізотропного травлення в умовах протитиску для захисту планарної сторони КНІ-структури. На основі вдосконаленої методики і прицезійності процесу анізотропного травлення виготовлено мембрани чутливих елементів мікроелектронних сенсорів для заданих діапазонів тисків. 7. Розроблено технологію створення мікроелектронних сенсорів тиску та тиску-температури на основі п’єзорезистивного ефекту та сенсорів тиску на основі ємнісного ефекту в мікроелектронних сенсорах. Наведено основні етапи технологічного процесу створення сенсорів. 8. Виготовлено мікроелектронні сенсори тиску на основі КНІ-структур та досліджено їх характеристики:   для аеродинамічних досліджень. Максимальний вихідний сигнал – 100 ± 20 мВ. Чутливість розроблених сенсорів до вимірюваного параметра становить 410 мВ/(ВЧбар);  медико-біологічного призначення. Вихідний сигнал розроблених сенсорів 50 ± 5 мВ, чутливість становить »10 мВ/(ВЧбар).  сенсори тиску на основі ємнісного ефекту. Чутливість отриманих зразків сенсорів тиску становить » 3Ч10-2 пФ/мм Hg для діапазону вимірюваних тисків 0... 300 мм Hg.  Виготовлено базові чутливі елементи сенсорів зусилля. Вимірювана чутливість сенсора зусилля складала 3,1 мВ/(ВН).   1. За розробленою технологією створено мікроелектронні сенсори тиску - температури для різних діапазонів тисків (0 ... 1,6 ґ 105Па; 0 ... 2,4 ґ 105Па) і температур (-40 ... +60оС; 20 ... +150оС). Чутливість сенсорів до тиску 5 – 15 мВ/(Вбар), а температурний коефіцієнт опору термочутливого елемента становить – -0,386 %град-1. | |