



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49385 (13) U  
(51) МПК (2009)  
B82B 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ПРОВІДНИХ НАНОСТРУКТУР

1

(21) u200911908

(22) 20.11.2009

(24) 26.04.2010

(46) 26.04.2010, Бюл.№ 8, 2010 р.

(72) ПИЛИПЕНКО ОЛЕКСІЙ ІВАНОВИЧ, ПОСПЕЛОВ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ, ФІСУН ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ, АЛЕКСАНДРОВ ЮРІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, КАМАРЧУК ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Спосіб одержання провідних наноструктур, що включає зустрічне переміщення струмопідводів,

2

один з яких загострений у вигляді голки, до виникнення між ними електричного контакту, причому після виникнення контакту його механічно переривають, а в область контакту вводять електроліт, що містить іони того ж металу, з якого виготовлені струмопідводи, пропускають струм силою 1-500 мкА, реєструють опір системи в процесі автоколивань і в момент різкого падіння опору системи струм відключають, який **відрізняється** тим, що струмовідводи отримують згинанням діелектричної підкладки з закріпленою на ній металевою пластиною (фольгою).

Запропоновано новий спосіб одержання точкових контактів, які можуть бути використані для дослідження тонкої структури твердих тіл шляхом аналізу спектрів електрон-фононої взаємодії, вивчення квантових ефектів провідності шляхом аналізу великих масивів резистометричних даних, а також в аналітичній техніці при виготовленні чутливих елементів точково-контактних газових сенсорів для виявлення й визначення концентрацій ряду донорних та акцепторних газів, зокрема, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO.

До одного з найбільш поширених способів одержання точково-контактних структур належить відомий спосіб створення розламних контактів [1], який полягає в зустрічному переміщенні двох електродів, утворених шляхом розламу цільного провідного матеріалу видовженої форми на ділянці попередньо виготовленого звуження. У місці розламу кожен з електродів має досить малі розміри, аж до розмірів, порівнянних з декількома атомними діаметрами. Це дозволяє вважати кінці електродів загостреними. Контакт, що утворюється при зведенні електродів, також має розміри порядку атомних діаметрів і може розглядатися як наноб'єкт. Переміщення електродів у протилежні напрямки приводить до руйнування контакту. Цей спосіб характеризується незначним часом виготовлення точкової структури, особливо при використанні п'єзодрайвера. Частота мікропереміщення, яку задає п'єзодрайвер при подачі на нього певної напруги, відповідає в цьому випадку кількості точ-

кових контактів, створюваних в одиницю часу. Разом з тим спосіб має певні недоліки, основним з яких є поява структурних деформацій у зоні контакту при механічному зведенні електродів, що приводить до росту концентрації дефектів і зниженню довжини вільного пробігу носіїв заряду у створюваних контактах. В результаті основна кількість точкових контактів, отриманих в одному циклі, не відповідає чистій межі й не може бути використана як інструмент для вивчення балістичного режиму протікання струму в атомно-розмірних об'єктах навіть при температурах рідкого гелію.

Одним з найбільш простих способів отримання точкових контактів, який обраний за прототип, є електрохімічний спосіб заснований на використанні автоколивального ефекту [2]. Одержані за цим способом точкові контакти мають низьку концентрацію дефектів структури й високі значення довжини вільного пробігу носіїв заряду. При цьому проліт носіїв заряду через точкові контакти відбувається в балістичному режимі вже при кімнатній температурі, що свідчить про високу якість отриманих структур. В даному способі механічний контакт струмопідводів замінюється на електрохімічне вирощування дендриту між двома електродами. При цьому в зоні "м'якого" контакту верхівки дендрита із протилежним електродом утворюється мінімальна кількість структурних деформацій. Результат досягається наступним чином. Оскільки один зі струмопідводів виготовлений у вигляді голки і розташований перпендикулярно до поверхні

(19) UA (11) 49385 (13) U

іншого струмопідводу, то при зануренні вістря голки в електроліт на ньому має місце підвищення катодної густини струму. Це створює умови для появи й росту дендритів. Через певний час верхівка одного з дендритів закорочує міжелектродний простір і в місці її торкання з контрелектродом утворюється точковий контакт. В момент утворення ділянка поверхні дендрита, розташована безпосередньо в місці контакту з контрелектродом, стає анодно поляризованою по відношенню до основи дендриту, що за умови подальшого протікання постійного струму приводить до електрохімічного розчинення точкового контакту, тобто до його руйнування. Після руйнування в утвореному міжелектродному проміжку знову спостерігається ріст дендрита і створення нового точкового контакту. Таким чином, в системі реалізується автоматичний режим створення та руйнування точкових наноструктур з широким діапазоном опорів. Шляхом відключення струму можна зупинити процес автоколювань і вибрати точковий контакт з потрібними характеристиками.

Точкові контакти за цим способом отримують, переміщуючи назустріч один одному струмопідводи, один з яких загострений у вигляді голки, до виникнення між ними електричного контакту. Після появи контакту його механічно переривають, в область контакту вносять електроліт, що містить іони того ж металу, з якого виготовлені струмопідводи, і підключають отриману систему до схеми живлення і вимірювання. Основним недоліком цього способу є те, що при переміщенні струмопідводів відбувається механічна деформація загостреного струмопідводу у вигляді зминання вістря голки і руйнування упорядкованості кристалічної ґратки металу, що погіршує умови отримання точкових контактів або зовсім унеможливує їх створення.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки способу отримання точкових контактів без механічної деформації загостреного струмопідводу і таким чином підвищеною ефективністю утворення точкових наноструктур.

Поставлена задача досягається за рахунок використання способу одержання провідних наноструктур, який базується на тому, що струмовідводи отримують згинанням діелектричної підкладки з закріпленою на ній металевою пластиною (фоль-

гою) так що при згинанні підкладки відбувається механічне розламування металевої пластини (фольги) з утворенням двох струмопідводів; після отримання струмопідводів в проміжок між ними вносять електроліт, що містить іони того ж металу, з якого виготовлені струмопідводи, пропускають струм силою 1-500мкА і реєструють опір системи в процесі автоколювань; в момент різкого падіння опору системи струм відключають.

Для реалізації способу діелектричну підкладку з закріпленою на ній металевою пластиною (фольгою) затискають за її кінці у пристрої, який дозволяє згинати підкладку у горизонтальній або вертикальній площині шляхом переміщення рухливих частин пристрою. При переміщенні рухливих частин пристрою відбувається згинання підкладки, причому найбільших розтягувальних зусиль при відповідній деформації зазнає металева пластина (фольга), що приводить до її механічного розламування і утворення двох струмопідводів з необхідним проміжком між ними. Це робить зайвою операцію зустрічного переміщення струмопідводів для отримання малого проміжку між ними і тому виключає можливість деформації загостреного струмопідводу при його випадковому контакті з протилежним струмопідводом, як це має місце в способі отримання провідних наноструктур, описаному за прототип. Після отримання струмопідводів в проміжок між ними вносять електроліт, що містить іони того ж металу, з якого виготовлені струмопідводи, пропускають струм силою 1-500мкА і реєструють опір системи в процесі автоколювань; в момент різкого падіння опору системи струм відключають.

Все це забезпечує максимально досягнути при кімнатній температурі довжину вільного пробігу носіїв заряду в отриманих точкових контактах і їх підвищену стабільність, що суттєво розширює функціональні можливості сенсорних пристроїв на базі цих структур.

Джерела інформації:

1. Yu.G. Naidyuk and I. K. Yanson. Point-Contact Spectroscopy. Springer Verlag, New York, 2004.

2. Поспелов О.П., Камарчук Г.В., Фісун В.В., Александров Ю.Л., Пилипенко О.І. Спосіб одержання провідних наноструктур. Патент на корисну модель №32638, МПК В82В 3/00. Опубл. 26.05.2008. Бюл. №10.