



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35732 (13) U
(51) МПК (2006)
B82В 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) u200714315

(22) 19.12.2007

(24) 10.10.2008

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) ПОСПЕЛОВ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ, UA,
КОМАРЧУК ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ФІСУН
ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, АЛЕКСАНДРОВ
ЮРІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, UA, ПИЛИПЕНКО ОЛЕКСІЙ
ІВАНОВИЧ, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", UA(57) 1. Спосіб одержання провідних наноструктур,
що включає зустрічне переміщення двох струмопід-

2

дводів до виникнення між ними електричного контакту, причому принаймні один із цих струмопідводів у місці контакту загострений, який відрізняється тим, що після виникнення контакту його механічно переривають, область контакту заповнюють електролітом, що містить іони металу, з якого виготовлений незагострений струмопідвід, між струмопідводами пропускають струм 1-500 мкА, реєструють електричний опір і у момент різкого падіння опору струм відключають.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що загострений струмопідвід може бути виготовлений з неметалічного провідного матеріалу.

Корисна модель належить до способів одержання нанооб'єктів, зокрема, точкових контактів, і може бути використана для дослідження тонкої структури твердих тіл шляхом аналізу спектрів електрон-фононої взаємодії, для 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, H₂S, SO₂, NH₃, CO.

Відомі способи одержання нанооб'єктів, засновані на зустрічному переміщенні двох струмопідводів, один із яких виконаний у вигляді гостро заточеної голки, а другий - у вигляді пластини, площина якої перпендикулярна до осі переміщення струмопідводів [1]. У загальному випадку поверхня струмопідводів покрита шаром продуктів взаємодії матеріалів, з яких вони виготовлені, з компонентами атмосфери. Взаємне зіткнення струмопідводів приводить до руйнування цих шарів через високий тиск в точці дотику вістря голки до контрелектроду. При цьому реалізується безпосередній точковий контакт між матеріалами, з яких виготовлені струмопідводи.

До недоліків цього методу належить висока ймовірність деформації голки, що приводить до небажаного збільшення концентрації дефектів структури матеріалів в контактній області, тобто знижує довжину вільного пробігу носіїв заряду. Все це обумовлює тепловий режим прольоту електро-

нів через точковий контакт, що може викликати його термічне руйнування. Крім того, обладнання для зближення струмовідводів повинно мати дуже низьку дискретність пересувань, що потребує складних механічних пристроїв.

До способів одержання точково-контактних наноструктур належить також відомий спосіб створення розламних контактів [2], що полягає в зустрічному переміщенні двох струмопідводів, утворених шляхом розламу цільного провідного матеріалу протяжної форми на ділянці попередньо виготовленого звуження. У місці розламу кожний із двох струмопідводів має досить малі розміри, аж до розмірів, порівнянних з атомним діаметром. Це дозволяє вважати торці струмопідводів, які зближаються, загостреними. Контакт, що утворюється при зіткненні струмопідводів, також має розміри порівняні з діаметром атома і може розглядатися як наноструктура. Взаємне переміщення струмопідводів у протилежному напрямку приводить до руйнування наноструктури. В результаті повторного зведення струмопідводів утворюється новий точковий контакт. Розглянутий спосіб характеризується простотою умов, надійністю та незначним часом виготовлення наноструктури.

Разом з тим спосіб за прототипом має недоліки, в числі яких наступні:

1. Поява структурних деформацій у зоні контакту при механічному зіткненні струмопідводів, що приводить до росту концентрації дефектів і зниженню довжини вільного пробігу носіїв струму у

(19) UA (11) 35732 (13) U

кожному зі знову створюваних контактів. В результаті основна кількість точкових контактів, створюваних 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.

2. Неможливість створення точкових контактів, у яких струмопідводи виконані з різних матеріалів, так званих гетероконтактів.

Завданням корисної моделі, що пропонується, є створення простого й надійного способу одержання наноструктур підвищеної якості. Струм і напруга є параметрами, що управляють процесом, і допускають легке й тонке регулювання. Одержувані за запропонованим способом наноб'єкти мають занадто низьку концентрацію дефектів структури й високі значення довжини вільного пробігу носіїв заряду. При цьому проліт електронів через канал точкового контакту відбувається в балістичному режимі вже при кімнатній температурі, що свідчить про високу якість наноструктури. Технічний результат досягається тим, що зустрічне переміщення струмовідводів здійснюється шляхом електрохімічного вирощування між ними дендрита. При цьому в зоні «м'якого» зіткнення вершини дендрита із протилежним струмовідводом утворюється наноструктура без появи структурних деформацій. Наявність в одного з струмопідводів вістря по осі зустрічного переміщення забезпечує високу концентрацію силових ліній електричного поля у разі занурення вістря в електрод і включення електричного струму. Це створює умови для появи й росту дендрита, який по упорядкованості структури наближається до ідеа-

льного монокристала. Висока ступінь упорядкованості вершини дендрита та «м'яке», бездеформаційне зіткнення цієї вершини з контрелектродом забезпечують необхідний технічний результат у напрямку якості наноструктури, тобто забезпечується максимально досяжна при кімнатній температурі довжина вільного пробігу електронів в зоні сформованої наноструктури. Простота і надійність створення наноструктур досягається контролюванням процесу за допомогою струму та напруги - параметрів, які допускають легке і тонке регулювання.

Для реалізації способу, який заявляється, струмопідводи переміщують назустріч один одному до виникнення між ними електричного контакту, причому, принаймні один із цих струмопідводів у місці контакту повинен бути загострений. Після виникнення контакту його механічно переривають, область контакту заповнюють електролітом, що містить іони металу, з яких виготовлені струмопідводи, між струмопідводами пропускають струм 1-500мкА, реєструють електричний опір і у момент різкого падіння опору струм відключають. Варто відзначити, що загострений струмопідвод може бути виготовлений з неметалічного провідного матеріалу. У цьому випадку при пропусканні струму утворюється необхідна наноструктура у вигляді точкового гетероконтакта.

Джерела інформації

1. A. V. Khotkevich and I. K. Yanson. Atlas of Point Contact Spectra of Electron-Phonon Interactions in Metals. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 1995.

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