



УКРАЇНА

(19) UA (11) 32638 (13) U
(51) МПК (2006)
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

2

(21) u200800142

(22) 02.01.2008

(24) 26.05.2008

(46) 26.05.2008, Бюл.№ 10, 2008 р.

(72) ПОСПЕЛОВ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ, UA,
КАМАРЧУК 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
струмопідводів до виникнення між ними
електричного контакту, причому принаймні один із
цих струмопідводів у місці контакту загострений,
який **відрізняється** тим, що після виникненняконтакту його механічно переривають, в область
контакту поміщають електрод, що містить іони
металу, з якого виготовлений незагострений
струмопідвід, між струмопідводами пропускають
струм 1-500 мкА і реєструють опір та після
декількох циклів різкого падіння й різкого
зростання опору, що відбуваються автоматично
(т.зв. автоколювання), 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.3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що у
випадку, коли струмопідводи виготовлені з різних
матеріалів, струм відключають у момент першого
різкого падіння опору.

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 H_2 , CO , CH_4 , NO , NO_2 . Спосіб одержання нанооб'єктів, заснований 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 електронів через точковий контакт, що може викликати його термічне руйнування. Крім того, створення нового точкового контакту вимагає заміни голки або виконання операцій її повторного заточення й відпалу. Отже, процес одержання масивів даних для серії точкових контактів, що виготовляють за даним способом, досить трудомісткий і вимагає великих витрат часу.

До способів одержання точково-контактних нанооб'єктів 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 кожен 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

(19) UA (11) 32638 (13) U

розглядатися як наноб'єкт. Взаємне переміщення струмопідводів у протилежному напрямку приводить до руйнування наноб'єкта. В результаті повторного зведення струмопідводів утворюється новий точковий контакт. Розглянутий спосіб характеризується незначним часом виготовлення наноб'єкта, особливо при використанні п'єзодрайвера. Частота мікропереміщень, яку задає п'єзодрайвер, відповідає в цьому випадку кількості точкових контактів, створюваних в одиницю часу.

Разом з тим спосіб з 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 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 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 наноб'єкта. Технічний результат досягається тим, що зустрічне переміщення струмопідводів 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 електроліт і включення електричного струму. Це створює умови для появи й росту дендрита. Після виникнення електричного контакту між струмопідводами за рахунок дендрита, який проріс через електроліт, відбувається електрохімічне руйнування вершини цього дендрита за умови подальшого протікання постійного струму. Руйнування викликане тим, що вершина дендрита в момент торкання протилежного електрода здобуває позитивний потенціал у порівнянні з основою дендрита. Через те, що струмопідводи занурені в електроліт,

формується електродна система, у якій частина дендрита, яка безпосередньо примикає до вершини, працює в якості катода і товщає за рахунок електроосадження металу, а нанорозмірна вершина дендрита - в якості анода й електрохімічно розчиняється. Після повного розчинення вершини виникає заповнений електролітом проміжок між струмопідводами, через який протікає той же струм. Це приводить до утворення нової наноструктури. Таким чином, в автоматичному режимі реалізується процес створення наноструктур в широкому діапазоні опорів. Причому, шляхом зупинки процесу автоколивань в конкретний час можливо вибрати точковий мікроконтакт з потрібними характеристиками. Це обумовлює підвищення функціональних якостей наноструктур, що створюються.

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, в область контакту поміщають електроліт, що містить іони металу, з яких виготовлені струмопідводи, між струмопідводами пропускають струм 1-500мкА і реєструють електричний опір та після декількох циклів різкого падіння й різкого зростання опору, що відбуваються автоматично (т.зв. автоколивання), 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 наноструктура у вигляді точкового гетероконтакта. Гетероконтакти не утворюються у режимі автоколивань, і для формування відповідної наноструктури струм відключають у момент першого різкого падіння опору. У всіх розглянутих випадках досягають утворення наноструктури у вигляді точкового контакту вершини сформованого між струмопідводами дендрита і протиелектрода. Як відомо, структура дендрита наближається до структури монокристала, тобто характеризується високою впорядкованістю й низькою концентрацією дефектів. Крім того, у процесі автоколивань концентрація дефектів може прогресивно знижуватися. Це забезпечує максимально досягнути при кімнатній температурі довжину вільного пробігу електронів в зоні сфодрованої наноструктури, що суттєво розширює її функціональні можливості. 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.

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Підписне

Тираж 26 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601