



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **129114** (13) **U**
(51) МПК

C30B 33/10 (2006.01)

C30B 29/42 (2006.01)

C25F 3/02 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2018 03097</p> <p>(22) Дата подання заявки: 26.03.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2018</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2018, Бюл.№ 20</p>	<p>(72) Винахідник(и): Богданов Ігор Тимофійович (UA), Сичікова Яна Олександрівна (UA), Вамболь Сергій Олександрович (UA), Вамболь Віола Владиславівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ, Запорізька обл., 71100 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ НАНОДРОТІВ НА ПОВЕРХНІ АРСЕНІДУ ГАЛІЮ

(57) Реферат:

Спосіб отримання нанодротів на поверхні арсеніду галію включає обробку поверхні монокристалічного GaAs(111) електрохімічним травленням у водному розчині соляної і бромистої кислот ($5\text{H}_2\text{O} + 1\text{HCl} + 1\text{HBr}$) протягом 20-60 хвилин при щільності струму $j=50 \text{ mA/cm}^2$ та температурі електроліту $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

UA 129114 U

Корисна модель належить до електрохімії, зокрема до способів отримання наноструктур на поверхні арсеніду галію (GaAs) методом електрохімічного травлення.

Відомий спосіб отримання наноструктур на поверхні арсеніду галію методом електрохімічного травлення з використанням трьох різних кислот, H_2SO_4 , HF і HCl, розбавлених в розчинах на основі ДМФА [Gerngross M.D., Carstensen J., Föll H. Electrochemical growth of Co nanowires in ultra-high aspect ratio InP membranes: FFT-impedance spectroscopy of the growth process and magnetic properties // Nanoscale research letters. - 2014. - Т. 9. - №. 1. - С. 316]. У результаті на поверхні кристалу утворюються наноструктури, що являють собою канали пор. Однак цей спосіб дозволяє отримувати лише поруваті шари з низькою щільністю пор.

Відомий спосіб формування наноструктур на поверхні арсеніду галію електрохімічним травленням монокристалу GaAs у розчині фероцену при використанні двоступеневого режиму анодування [Ritenour A.J. et al. Electrochemical nanostructuring of n-GaAs photoelectrodes // ACS nano. - 2013. - Т. 7. - № 8. - С. 6840-6849]. При цьому пори мають рівномірний розподіл по поверхні кристалу. Однак такий спосіб дозволяє отримувати наноструктури, що характеризуються витравлюванням кристалу (отримання вертикальних щільно упакованих каналів пор). Нанодроти у такий спосіб сформовано не було.

Найближчим аналогом є спосіб отримання поруватої поверхні арсеніду галію з розвинуеною морфологією на поверхні монокристалічного GaAs [Пат 57811 Україна, МПК (2011.01): C01G 15/00.]. Спосіб отримання поруватого шару p-GaAs шляхом електрохімічного травлення / Сичікова Я.О., Кідалов В.В., Сукач Г.О., Балан О.С., Коноваленко А.А.; заявник та патентовласник Сичікова Я.О. - № u201010738; заява 06.09.2010; опубл 10.03.2011, Бюл. № 5/2011.]. Травлення здійснювали у водному розчині плавикової кислоти. Розчин виготовляли за такою формулою: $H_2O:HF:HBr=7:5:1$. Поруваті підкладки для серії даних експериментів отримували за різними умовами, що призводило до коливання ступеня поруватості GaAs від 15 до 45 відсотків, щільність електричного струму змінювали у межах від 8 до 400 мА/см², час травлення 10 хв. Товщина поруватих шарів складала до 6 мкм. Основний недолік даного способу - недостатня щільність нанокристалітів на поверхні монокристалу.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити спосіб отримання наноструктур на поверхні монокристалічного арсеніду галію, а саме утворення нанодротів, що характеризуються розвинуеною морфологією та різним нахилом, що значно розширить технологічне призначення матеріалу.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб отримання нанодротів, сформованих на поверхні арсеніду галію, що включає обробку поверхні монокристалічного GaAs шляхом електрохімічного травлення, згідно з корисною моделлю, що електрохімічне травлення проводять обробкою монокристалу GaAs (111) у водному розчині соляної і бромистої кислот ($5H_2O+1HCl+1HBr$) протягом 20-60 хвилин, при щільності струму $j=50$ мА/см², температурі електролізу 50 С.

Утворення наноструктур забезпечують за допомогою використання нагрітого електролізу, що включає в свій склад соляну та бромисту кислоти. Як вихідний матеріал використовують набір пластин арсеніду галію n-типу з орієнтацією поверхні (111). Структури були сформовані у водному розчині соляної і бромистої кислот ($5H_2O+1HCl+1HBr$). Час травлення - (20-60) хв..., щільність струму $j=50$ мА/см². Температура електролізу 50 С.

При травленні n-GaAs (111) кристалів у нагрітому хлоро-бромистому електроліті на поверхні утворилися одновимірні наноструктури. На кресленні зображено нанодроти, сформовані на поверхні n-GaAs (111) методом електрохімічного травлення.

Утворення нахилених нанодротів пояснюється виходячи з стійкості кристалографічних площин цих граней. Кінетику процесу можна пояснити наступним чином. При коротких термінах травлення (до 20 хв.) на поверхні кристалу формуються отвори пор у місцях поверхневих дефектів. Зі збільшенням часу травлення кількість пор становиться більшою, а діаметр міжпорових стінок - меншим. З часом стінки зовсім тоншають і частина їх розсипається під дією електролізу. Одночасно з цим процесом на піках утворених стінок починає формуватися власний оксид. Таким чином, нанодроти "ростуть" відразу у двох напрямках - вглибину кристалу за рахунок просування електрохімічного розчинення до дна пор і, навпаки, у протилежному напрямку за рахунок осадження оксиду на верхівках. Цей процес підсилюється підігріванням електролізу за рахунок дифузії аніонів, що приймають участь у реакції розчинення.

Таким чином, при травленні арсеніду галію протягом (20-60) хвилин у підігрітому хлорно-бромистому розчині на поверхні кристалу утворюються нанодроти, які мають певний нахил граней. Довжина нанодротів складає 25 мкм, товщина - 100 нм. Таким чином, запропонований спосіб дозволяє отримувати нанодроти з різним нахилом граней (на відміну від найближчого

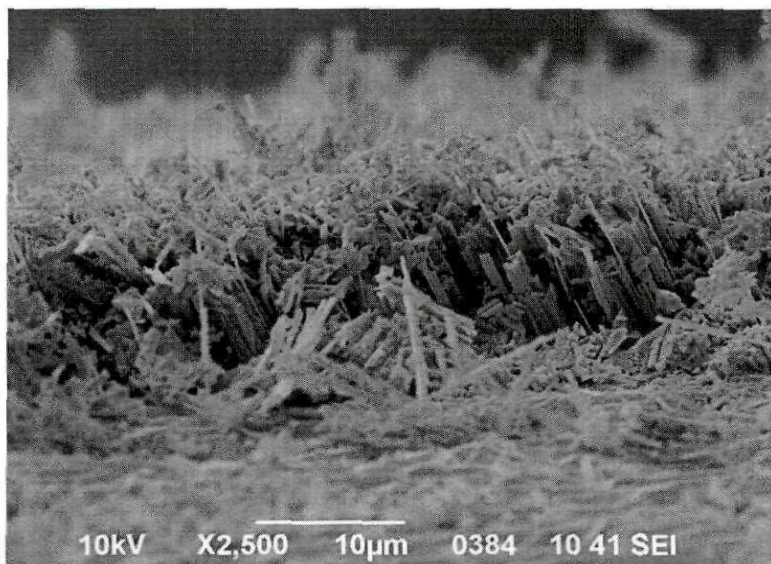
аналогу), що значно розширює технологічні межі застосування наноструктурованої фази арсеніду галію.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб отримання нанодротів на поверхні арсеніду галію, що включає обробку поверхні монокристалічного GaAs шляхом електрохімічного травлення, який **відрізняється** тим, що електрохімічне травлення проводять обробкою монокристалу GaAs (111) у водному розчині соляної і бромистої кислот ($5\text{H}_2\text{O}+1\text{HCl}+1\text{HBr}$) протягом 20-60 хвилин, при щільності струму $j=50$ mA/cm^2 , температурі електроліту $50\text{ }^\circ\text{C}$.

10



Комп'ютерна верстка М. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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