



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128769** (13) **U**
(51) МПК
C30B 33/10 (2006.01)
C25F 3/02 (2006.01)
C30B 29/16 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2018 03056</p> <p>(22) Дата подання заявки: 26.03.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.10.2018</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.10.2018, Бюл.№ 19</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 БЛОКОВИХ НАНОСТРУКТУР НА ПОВЕРХНІ ФОСФІДУ ІНДІЮ

(57) Реферат:

Спосіб отримання блокових наноструктур на поверхні фосфіду індію включає обробку поверхні монокристалічного InP р-типу шляхом електрохімічного травлення у нагрітому до температури (50-80 °С) водному розчині соляної і бромистої кислот ($12\text{H}_2\text{O}+2\text{HCl}+1\text{HBr}$) протягом 10 хвилин, при щільності струму $j=100 \text{ mA/cm}^2$.

UA 128769 U

Корисна модель належить до електрохімії, зокрема до способів отримання наноструктур на поверхні фосфіду індію методом електрохімічного травлення.

На сьогодні відомі десятки методів створення наноструктурованих матеріалів. Умовно їх можна розділити на три великі класи - фізичні, хімічні і механічні. Найбільш поширеними виявляються хімічні методи, а саме електрохімічне травлення в розчинах електролітів завдяки простоті реалізації, контрольованості процесу та низькій вартості.

Відомий спосіб отримання наноструктур на поверхні фосфіду індію n-типу методом електрохімічного травлення в розчині (KBr+HBr) [Arsentyev I.N. Porous nanostructured InP: technology, properties, application / I.N. Arsentyev, A.B. Bobyl, S.G. Konnikov // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. - 2005. - v. 8(4). - p. 95-104]. Обробка пластин проводиться при пульсуючій напрузі протягом 20-25 секунд. В результаті на поверхні кристалу утворюються наноструктури, що представляють собою канали пор. Однак цей спосіб може бути застосованим тільки для кристалів n-типу.

Відомий спосіб формування наноструктур на поверхні фосфіду індію p-типу електрохімічним травленням монокристалу InP у розчині 5 % соляної кислоти при проходженні крізь електроліт постійного струму щільністю 150 мА/см² на протязі 15хв при освітленні зразків вольфрамовою лампою потужністю 200Вт [Пат. 49947 Україна, МПК (2009) G01N 27/00. Спосіб отримання поруваної поверхні фосфіду індію p-типу методом фотоелектрохімічного травлення / Сичікова Я.О., Кідалов В.В., Сукач Г.О.; заявник та патентовласник Сичікова Я.О. - № u201003113; заявл. 18.03.2010; опубл. 11.5.2010, Бюл. № 9/2010]. При цьому пори мають рівномірний розподіл по поверхні кристалу. Діаметр пор свідчить про те, що утворювана поверхня є нанопоруваною. Цей результат є технологічно важливим, тому що дозволяє використовувати такі структури у різних галузях техніки та оптоелектроніки. Однак такий спосіб дозволяє отримувати наноструктури, що характеризуються значним витравлюванням кристалу (отримання вертикальних щільно упакованих каналів пор). Це призводить до крихкості матеріалу.

Відомий спосіб отримання текстурованої поверхні фосфіду індію з розвиненою морфологією на поверхні монокристалічного фосфіду індію p-типу, а саме фотоелектрохімічного травлення, у результаті чого на поверхні формується текстурований шар InP [Пат. 53712 Україна, МПК(2006): H01L 21/306 (2006.01). Спосіб текстурування поверхні фосфіду індію p-типу / Сичікова Я.О., Кідалов В.В., Сукач Г.О., Балан О.С., Коноваленко А.А.; заявник та патентовласник Сичікова Я.О. - № u201006059; заявл. 19.05.2010; опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19/2010]. Отримання текстурованої поверхні фосфіду індію p-типу проводиться шляхом анодування у розчині бромоводневої кислоти, при цьому зразки p-InP освітлюють вольфрамовою лампою потужністю 200 Вт. В результаті на поверхні пластини утворюється система пірамідальних кластерів, нахил ребер яких забезпечує отримання досить низького коефіцієнта відбиття та збільшення робочої площі пластини в десятки разів у порівнянні з монокристалічним аналогом. Основний недолік даного способу - необхідність використання додаткового режиму травлення - освітлення зразків вольфрамовою лампою, що може призвести до перегрівання кристалу та електроліту.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити спосіб отримання наноструктур на поверхні монокристалічного фосфіду індію, а саме утворення блокових масивних кристалітів, що характеризуються розвиненою морфологією та різним нахилом граней, що значно розширить технологічне призначення матеріалу.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб отримання блокових наноструктур на поверхні фосфіду індію, що включає обробку поверхні монокристалічного InP шляхом електрохімічного травлення, згідно з корисною моделлю, електрохімічне травлення проводять обробкою монокристалу InP p-типу у нагрітому до температури (50-80 °С) водному розчині соляної і бромистої кислот ($12\text{H}_2\text{O}+2\text{HCl}+1\text{HBr}$) на протязі 10 хвилин, при щільності струму $j=100$ мА/см².

Згідно з корисною моделлю, електрохімічне травлення проводять обробкою монокристалу InP p-типу у нагрітому до температури (50-80 °С) водному розчині соляної і бромистої кислот ($12\text{H}_2\text{O}+2\text{HCl}+1\text{HBr}$) на протязі 10 хвилин, при щільності струму $j=100$ мА/см².

В способі електрохімічної обробки фосфіду індію p-типу, що включає травлення кристалу в розчинах кислот та лугів, а саме утворення блокових наноструктур забезпечують за допомогою використання нагрітого електроліту, що включає в свій склад соляну та бромисту кислоти.

Як вихідний матеріал використовували набори пластин фосфіду індію p-типу з орієнтацією поверхні (111) з різною розорієнтацією поверхні. Структури були сформовані у водному розчині соляної і бромистої кислот ($12\text{H}_2\text{O}+2\text{HCl}+1\text{HBr}$). Час травлення - 10 хв, щільність струму $j=100$ -мА/см². Температура електроліту може знаходитися у діапазоні (50-80)°С.

При травленні р-InP (111) кристалів з невеликою переорієнтацією у нагрітому хлоро-бромистому електроліті на поверхні утворилися тривимірні кубічні блоки (Фіг. Блокові структури, сформовані на поверхні р-InP (111) методом електрохімічного травлення).

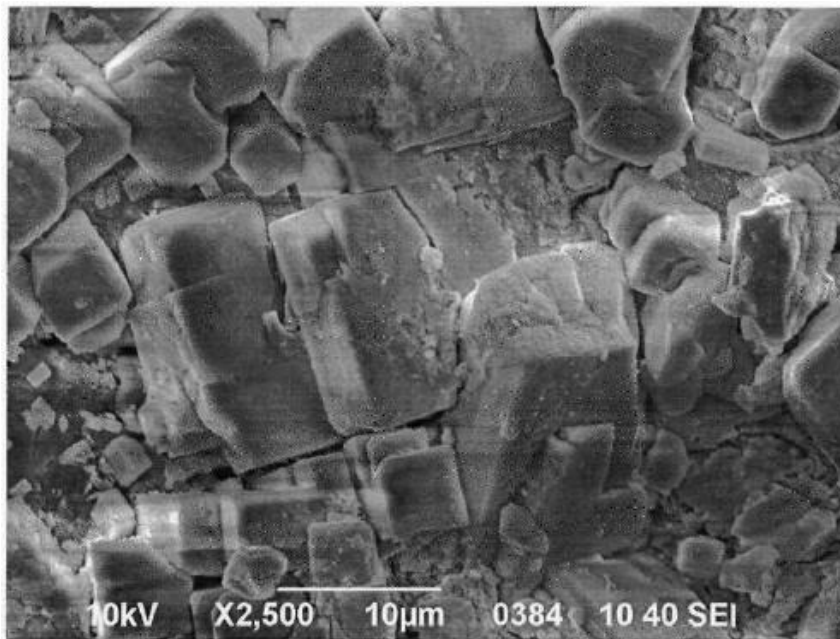
5 Результуюча мікроморфологія поверхні (111) з переорієнтацією $> 0,5^\circ$ сильно залежить від температури і концентрації HCl. У режимі високої концентрації HCl і низької температури утворюються ямки травлення, а також пучки. При достатньо високих температурах травлення (від 50°C) можна спостерігати утворення блоків наноструктур з різним нахилом граней.

10 Утворення граней (блокових структур) пояснюється виходячи з стійкості кристалографічних площин цих граней як результату адсорбції хімічно активних газів; при цьому виграш у вільній поверхневій енергії є рушійною силою їх утворення. Альтернативне пояснення формування граней засноване на розгляді кінетики зародження. В цьому випадку грані утворюються в результаті того, що вихідна поверхня має дуже мало ступенів, щоб належним чином відповідати необхідній швидкості травлення. При дуже високій швидкості розчинення між ступенями розвивається недонасичення, що є причиною появи зародків на поверхні між ступенями.

15 20 Таким чином, на поверхні кристалу утворюються грані, які мають більш велику розорієнтацію по відношенню до площини (111), ніж вихідна. Завдяки цій загальній розорієнтації на гранях легко відбувається утворення пучків. Таким чином, запропонований спосіб дозволяє отримувати блоки наноструктур з різним нахилом граней, що значно розширює технологічні межі застосування фосфіду індію.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Спосіб отримання блокових наноструктур на поверхні фосфіду індію, що включає обробку поверхні монокристалічного InP шляхом електрохімічного травлення, який **відрізняється** тим, що електрохімічне травлення проводять обробкою монокристалу InP р-типу у нагрітому до температури ($50\text{-}80^\circ\text{C}$) водному розчині соляної і бромистої кислот ($12\text{H}_2\text{O}+2\text{HCl}+1\text{HBr}$) протягом 10 хвилин, при щільності струму $j=100\text{ mA/cm}^2$.



Комп'ютерна верстка В. 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