



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162477** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
B82B 1/00
B82Y 30/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 02112	(72) Винахідник(и): Адамів Володимир Теодорович (UA), Теслюк Ігор Михайлович (UA), Горчинський Владислав Ігорович (UA), Андрущак Анатолій Степанович (UA), Щур Ярослав Йосипович (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.05.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 02.04.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 01.04.2026, Бюл.№ 13	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. С. Бандери, буд. 12, м. Львів, 79013 (UA)

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ НАНОТРУБОК ТА НАНОСТЕРЖНІВ

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення нанотрубок та наностержнів включає з занурення наноматриці у ємність з насиченим водним розчином, витримування наноматриці у розчині протягом заданого часу, виймання матриці із насиченого водного розчину, видалення наноматриці за допомогою водного розчину NaOH протягом 5 годин. The method for producing nanotubes and nanorods involves immersing the nanomatrix in a container of saturated aqueous solution, holding the nanomatrix in the solution for a specified period of time, removing the matrix from the saturated aqueous solution, and treating the nanomatrix with an aqueous NaOH solution for 5 hours. Занурюють наноматрицю анодованого оксиду алюмінію (АОА) у підготовлений насичений водний розчин KH_2PO_4 при температурі 55 °С, після чого здійснюють контрольоване охолодження до 50 °С, витримують наноматрицю у розчині при температурі 50 °С, просушують сформовану нанокристалічну структуру АОА: KH_2PO_4 у термостаті при температурі 60 °С протягом 20 год. The method for producing nanotubes and nanorods involves immersing the nanomatrix in a container of saturated aqueous solution, holding the nanomatrix in the solution for a specified period of time, removing the matrix from the saturated aqueous solution, and treating the nanomatrix with an aqueous NaOH solution for 5 hours.

UA 162477 U

UA 162477 U

Корисна модель належить до технології виготовлення нанотрубок та наностержнів з використанням пористих оксидних матриць, зокрема анодованого оксиду алюмінію (АОА), та може бути використана у виробництві мікро- і нанoeлектронних пристроїв, сенсорів, елементів зберігання енергії, а також у біомедичних та каталізаторних застосуваннях.

Відомий спосіб одержання нанодротів та нанотрубок з алюмінієвих мембран з проникаючими порами, описаний у статті [1]. У даній роботі представлено метод отримання наноструктурованих матеріалів з використанням алюмінієвих мембран, які виступають у ролі шаблонів, цей спосіб виготовлення нанотрубок та наностержнів, який складається з занурення наноматриці у ємність з насиченим водним розчином, витримання наноматриці у розчині протягом заданого часу, виймання матриці із насиченого водного розчину, видалення наноматриці за допомогою водного розчину NaOH протягом 5 годин.

Недоліками створення таких наноструктурованих матеріалів ускладнюється через необхідність використання герметичної касети, в яку вертикально встановлюється матриця. Для процесу синтезу потрібно одночасно подавати два різні розчини з обох боків мембрани - зліва, наприклад, розчин А, справа - розчин Б (або навпаки). Крім того, формування нанодротів вимагає тривалого витримання при кімнатній температурі протягом 48 годин, що значно збільшує тривалість технологічного циклу.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити спосіб виготовлення нанотрубок та наностержнів, у якому завдяки спрощенню конструкції процесу, забезпечується зменшення тривалості синтезу при заданій температурі, і за рахунок цього підвищуються енергоефективність, технологічна зручність процесу, а також забезпечується стабільне формування однорідних наноструктур.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виготовлення нанотрубок та наностержнів, який складається з занурення наноматриці у ємність з насиченим водним розчином, витримання наноматриці у розчині протягом заданого часу, виймання матриці із насиченого водного розчину, видалення наноматриці за допомогою водного розчину NaOH протягом 5 годин, згідно корисної моделі, наноматриця анодованого оксиду алюмінію (АОА) занурюється у підготовлений насичений водний розчин KH_2PO_4 при температурі 55°C , після чого здійснюється контрольоване охолодження до 50°C , і вона витримується у цьому розчині при температурі 50°C , після чого сформована нанокристалічна структура АОА: KH_2PO_4 просушується у термостаті при температурі 60°C протягом 20 год залежно від тривалості витримки у насиченому водному розчині KH_2PO_4 , у порах АОА формуються, наностержні при витримці 20 год, а наностержні при витримці 4,5 год.

Для реалізації способу виготовлення нанотрубок АОА: KH_2PO_4 готується насичений водний розчин KH_2PO_4 при 55°C . У підготовлений розчин занурюється наноматриця анодованого оксиду алюмінію, після чого температура поступово знижується до 50°C . Матриця витримується у розчині 4,5 год при 50°C , що забезпечує формування нанотрубок KH_2PO_4 у порах АОА. Після цього матриця виймається та просушується у термостаті при 60°C протягом 20 год, а для отримання вільностоячих нанотрубок матриця розчиняється у водному розчині NaOH протягом 5 годин при кімнатній температурі.

Для реалізації способу виготовлення наностержнів АОА: KH_2PO_4 готується насичений водний розчин KH_2PO_4 при 55°C . У підготовлений розчин занурюється наноматриця анодованого оксиду алюмінію, після чого температура поступово знижується до 50°C . Матриця витримується у розчині 24 год при 50°C , що забезпечує формування наностержнів KH_2PO_4 у порах АОА. Після цього матриця виймається та просушується у термостаті при 60°C протягом 20 год, а для отримання вільностоячих наностержнів матриця розчиняється у водному розчині NaOH протягом 5 год при кімнатній температурі.

Джерело інформації:

1. Yuanzhe Piao, Hyunchang Lim, Ji Young Chang, Won-Yong Lee, Hasuck Kim. "Nanostructured materials prepared by use of ordered porous alumina membranes", *Electrochimica Acta*, Volume 50, Issues 15, 2005, Pages 2997-3013, <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2004.12.043>. - найближчий аналог.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб виготовлення нанотрубок та наностержнів, що включає занурення наноматриці у ємність з насиченим водним розчином, витримання наноматриці у розчині протягом заданого часу, виймання матриці із насиченого водного розчину, видалення наноматриці за допомогою водного розчину NaOH протягом 5 год, який **відрізняється** тим, що занурюють наноматрицю анодованого оксиду алюмінію (АОА) у підготовлений насичений водний розчин KH_2PO_4 при

температурі 55 °С, після чого здійснюють контрольоване охолодження до 50 °С, витримують наноматрицю у розчині при температурі 50 °С, просушують сформовану нанокристалічну структуру АОА:KН₂РO₄ у термостаті при температурі 60 °С протягом 20 год.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що нанотрубки формуються при витримці 4,5 год, а наностержні формуються при витримці 24 год.
- 5