



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72405** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
**H01L 21/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2011 08616</b>	(72) Винахідник(и): <b>Остафійчук Богдан Костянтинович (UA), Будзуляк Іван Михайлович (UA), Ільницький Роман Васильович (UA), Сегін Михайло Ярославович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>11.07.2011</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>27.08.2012</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.08.2012, Бюл.№ 16</b>	(73) Власник(и): <b>ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА,</b> вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна (UA)
	(74) Представник: <b>Никируй Любомир Іванович, завідувач відділом з питань інтелектуальної власності та інновацій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, реєстр. №0</b>

## (54) СПОСІБ МОДИФІКАЦІЇ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРОДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ЛІТІЄВОГО ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ДЖЕРЕЛА СТРУМУ

### (57) Реферат:

Спосіб модифікації властивостей електродного матеріалу для літійового електрохімічного джерела струму, який містить як основну речовину нанодисперсний діоксид титану, ацетиленову сажу, як струмопровідний компонент та зв'язуючу речовину, причому основну речовину піддають лазерному опроміненню енергія якого складає 0,02 Дж.

UA 72405 U



Корисна модель належить до електротехніки і стосується способу отримання катодних матеріалів для хімічних джерел струму, зокрема, джерел струму з літєвим анодом та неводним розчином електроліту. Отриманий катодний матеріал, може бути робочою речовиною електрохімічних джерел струму, що використовуються у пристроях і системах електроніки, які

5 вимагають стабільного значення розрядної напруги.

Сьогодні, однією із основних задач технології літєвих електрохімічних джерел струму є пошук нових, економічно дешевих та екологічно безпечних катодних матеріалів, які мають стабільну структуру і високі електрохімічні характеристики. Як варіант вирішення такої проблеми є використання як катодного матеріалу нанодисперсного  $\text{TiO}_2$  [Апостолова Р. Д., Шапа Н. Н., Шембель Е. М., Мельников Б.И. Исследование диоксида титана, синтезированного эмульсионным методом, в литиевых источниках тока // Журн. прикл. хим.-2002.-Т.75.- Вып. 3. - с. 428-432]. Однак, гальванічні елементи з літєвим анодом та катодом, активною основою якого є нанодисперсний діоксид титану  $\text{Li} | \text{TiO}_2$ , які досліджуються науковцями уже близько двох

15 десятиків років не продемонстрували суттєвих переваг в енергетичній спроможності у порівнянні з іншими первинними електрохімічними джерелами струму.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є патент України № 58507. Спосіб лазерної модифікації властивостей електродного матеріалу для літєвого електрохімічного джерела струму. Остафійчук Б. К., Будзуляк І. М., Ільницький Р. В., Сегін М. Я. (Україна). У прототипі пропонується спосіб отримання катодного матеріалу для літєвого електрохімічного

20 джерела струму, основною речовиною якого є нанодисперсний діоксид титану, отриманий пірогенним методом із наступним відпалом  $\text{TiO}_2$  при високих температурах у інертній атмосфері, який піддають лазерному опроміненню, що суттєво змінює енергетичну спроможність катодного матеріалу.

Недоліком прототипу є недостатні для потреб сучасних систем електроніки значення

25 питомої енергетичної ємності та питомої потужності матеріалу.  
Задачею корисної моделі є забезпечення високих значень питомої ємності та питомої потужності літєвих джерел струму через опромінення катодного матеріалу, для літєвого електрохімічного джерела струму на основі нанодисперсного  $\text{TiO}_2$ , який збільшить ступінь "гостьового" навантаження  $\text{TiO}_2$  з метою стабільного керування його електрохімічними

30 властивостями.  
У корисній моделі пропонується спосіб модифікації властивостей катодного матеріалу для літєвого електрохімічного джерела струму за допомогою лазерного опромінення протягом певного часу, що суттєво змінює енергетичну спроможність катодного матеріалу.

Як показали дослідження, надзвичайно важливими з практичної точки зору для формування електродного матеріалу є часові параметри лазерного опромінення нанодисперсного  $\text{TiO}_2$ , при яких утворюється канално-пори́ста морфологія поверхні частинки, що сприяє збільшенню "гостьового" навантаження при інтеркаляції  $\text{TiO}_2$  іонами літію.

35 Спосіб конкретного виконання

Дослідні макети електрохімічних джерел на основі гальванічної пари  $\text{Li} | \text{TiO}_2$  виготовляли за триелектродною схемою. Поляризаційний і порівняльний електроди розміром  $10 \times 5 \times 0,5$  мм виготовляли із металевого літію, а активний електрод формували шляхом намазування робочої суміші на нікелеву сітку з подальшим ущільненням суміші за допомогою преса. Робоча суміш містила 88 %  $\text{TiO}_2$ , 10 % ацетиленової сажі та 2 % зв'язуючої речовини. Як електроліт використовували одномолярний розчин  $\text{LiBF}_4$  в  $\gamma$ -бутиролактоні.

45 Як катодно-активний матеріал літєвого джерела струму використовувався нанодисперсний діоксид титану анатазної форми виробництва концерну "Aldrich" з середнім розміром полікристалічної частинки 80 нм.

Вихідний діоксид титану опромінювався імпульсами Nd:YAG-лазера ( $\lambda=1.06$  мкм), що працював в режимі модульованої добротності (тривалість імпульсу  $\tau=15$ нс, частота слідування імпульсів  $f=28$ Гц) при енергії в імпульсі  $E = 0,02$  Дж та тривалості опромінення 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15 хв.

50 Розрядження дослідних джерел струму здійснювали в гальваностатичному режимі при густині струму  $20 \text{ мкА/см}^2$ .

Енергетичні показники електрохімічного джерела з катодом на основі модифікованого  $\text{TiO}_2$  з різним часом опромінення наведені у таблиці. Найефективнішим серед представлених матеріалів є нанодисперсний  $\text{TiO}_2$ , який опромінювався протягом 5 хв. (зразок 4, таблиця). Також виявлено, що подальше збільшення часу опромінення веде до різкого зменшення ступеня впровадження літію. Це можна пояснити тим, що при подальшому збільшенні тривалості опромінення, очевидно, спостерігається швидке спікання окремих кристалітів та руйнування каналних напрямків у структурі  $\text{TiO}_2$  та утворення заірених шарів у приповерхневих

60

зонах кристалітів. Це підтверджується уширенням дифракційних ліній лазерно-опромінених зразків (фіг. 1).

Лазерне опромінення пірогенного нанодисперсного  $\text{TiO}_2$  з тривалістю опромінення 5 хв. призводить до збільшення ступеня "гостьового" навантаження у порівнянні з неопроміненими зразками.

Таблиця

Питома ємність та питома потужність електрохімічних джерел струму з катодами на основі лазерно опроміненого діоксиду титану при фіксованій енергії в імпульсі  $E = 0,02$  Дж

№ зразка	Час опромінення, хв.	Гостьове впровадження $\text{Li}^+$	Питома ємність, А-год./кг	Питома енергія, Вт-год./кг
1	0	3,5	1140	3000
2	1	1,5	187	550
3	3	2,75	810	2050
4	5	4,31	1270	3820
5	7	2,15	630	1730
6	9	1,65	485	1180
7	11	1,7	560	1560
8	15	1,88	630	1840

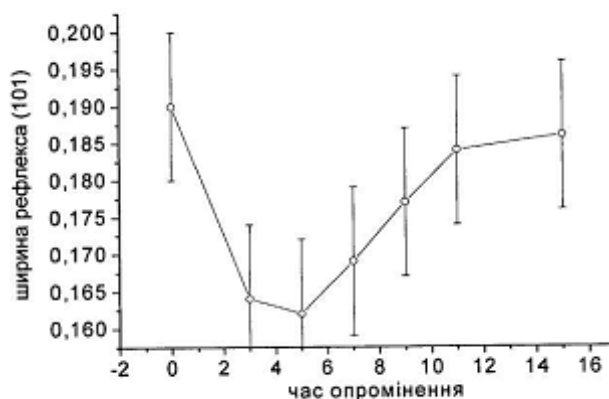
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

1. Спосіб модифікації властивостей електродного матеріалу для літєвого електрохімічного джерела струму, який містить як основну речовину нанодисперсний діоксид титану, ацетиленову сажу, як струмопровідний компонент та зв'язуючу речовину, причому основну речовину піддають лазерному опроміненню, який **відрізняється** тим, що енергія опромінення складає 0,02 Дж.

15

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що час опромінення складає 1-15 хв.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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