



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112727** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
H01M 6/00
H01M 6/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 09702	(72) Винахідник(и): Студеняк Ігор Петрович (UA), Бендак Андрій Васильович (UA), Машіко Владислав Володимирович (UA), Студеняк Віктор Ігорович (UA), Ізай Віталій Юрійович (UA), Мікула Маріан (SK), Куш Петер (SK)
(22) Дата подання заявки: 07.10.2015	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ", вул. Підгірна, 46, м. Ужгород, 88000 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.10.2016	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 83930 C2, 26.08.2008 UA 99389 C2, 10.08.2012 GB 930456 A, 03. 07.1963 W. F. Kuhs et al. The crystal structure of Cu ₆ PS ₅ Br, a new superionic conductor //Acta Cryst. - 1978. - B34, 64-70 JP S6072170 A, 24. 04.1985 Guranich P. P. et al. Influence of pressure on ferroelastic phase transition in Cu ₆ PS ₅ Br and Cu ₆ PS ₅ I crystals // Наук. вісник Ужгородського університету. Сер.: Фізика. - 1998. - Вип. 2. - С. 79-81 Studeniyak I.P. et al. Crystal growth, structural and optical parameters of Cu ₆ PS ₅ (Br _{1-x} I _x) superionic conductors // J. Optoelectron. Adv. Mater. - 2001. - Vol.3, №4. - P.879-884
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.03.2016, Бюл.№ 5	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.10.2016, Бюл.№ 19	

(54) ЗАСТОСУВАННЯ ТОНКОЇ ПЛІВКИ НА ОСНОВІ БРОМІД-ПЕНТАТІОФОСФАТУ МІДІ Cu₆PS₅Br ЯК МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ТВЕРДОЕЛЕКТРОЛІТИЧНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ**(57) Реферат:**

Винахід належить до приладобудування, зокрема до пристроїв для виробництва електричної енергії. Як матеріал для твердоелектролітичного джерела енергії застосовують тонку плівку на основі бромід-пентатіофосфату міді Cu₆PS₅Br. Ця плівка має високу електричну провідність, технологічність та хімічну стійкість, а також є компактною та мініатюрною.

UA 112727 C2

Винахід належить до таких областей приладобудування як космічна техніка, інтегральна мікроелектроніка, біомедична електроніка, зокрема до пристроїв для виробництва електричної енергії, і може знайти застосування в різних промислових виробництвах, які потребують нових та ефективних джерел енергії.

5 Сучасні твердоелектролітичні батареї характеризуються питомою густиною енергії порядку 200-300 Вт·год./кг, яка майже у 8 разів більша, ніж у свинцевих батарей. На сьогоднішній день їх виробляють такі відомі фірми як Wilson Greatbatch Ltd, Catalyst Research Corp., Union-Carbide і т.д. [1].

10 Відоме використання у ролі твердоелектролітичного джерела енергії такої сполуки як йодид-пентатіофосфат міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{I}$ [2].

Недоліком даного матеріалу, попри його технологічність, хімічну стійкість та високе значення електричної провідності, є великі розміри, що унеможливило його використання в сучасних інтегральних схемах та процесорах [3]. Менших розмірів, компактності та мініатюрності можна добитися з використанням тонкоплівкових технологій напылення.

15 Задача винаходу полягає у виборі такого матеріалу для твердоелектролітичного джерела енергії, який при таких же як у прототипі технологічності, хімічній стійкості та високих значеннях електричної провідності, мав би менші розміри, був компактным та мініатюрним.

Поставлена задача вирішується таким чином, що використовують відому хімічну сполуку - бромід-пентатіофосфат міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ вперше у ролі матеріалу тонкої плівки, що має високу електричну провідність, для твердоелектролітичного джерела енергії. Вимірювання електропровідності σ проводилося при температурі $T=300$ К за допомогою стандартної 4-електродної методики. Величина електропровідності тонкої плівки на основі бромід-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ виявилася рівною $\sigma=4,0 \times 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \times \text{м}^{-1}$. Таким чином, тонка плівка на основі бромід-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ має достатньо високу електропровідність, порівнянну з електропровідністю кращих мідевісних твердих електролітів. Перевага над прототипом полягає у тому, що при наявності необхідних для твердоелектролітичного джерела енергії високої електричної провідності, технологічності та хімічної стійкості, вони характеризуються меншими розмірами, компактністю та мініатюрністю, що є визначальним при проектуванні сучасних інтегральних схем та процесорів.

30 Приклад

Для одержання 10 г речовини $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ брали 4,8695 г Cu, 2,4572 г S, 0,4747 г P та 2,1985 г CuBr і завантажували у кварцову ампулу довжиною 160 мм та діаметром 20 мм. Ампулу відкачували до залишкового тиску 10^{-2} Па і далі проводили синтез у такий спосіб: проводили нагрівання з швидкістю 50 К/год. до температури 673 К і витримували при ній протягом 24 годин; з швидкістю 30 К/год. температуру доводили до максимальної 1340 К і витримували при ній протягом 4 годин; з швидкістю 50 К/год. проводили охолодження до температури 573 К і витримували при ній протягом 100 годин; подальше охолодження до кімнатної температури з швидкістю 100 К/год. Для нанесення тонких плівок $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ на сапфірову підкладку використовувалася спосіб іонного розпилення з високим коефіцієнтом використання мішені по технології HiTUS з мішені $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ (30 мм в діаметрі) у високочастотному розряді в аргоні. Потужність плазмового джерела складала 2000 Вт, що забезпечувало швидкість напылення приблизно 1,5 нм/хв. Імпульсна потужність на постійному струмі, що підводилась до мішені, складала 70 Вт. Підкладки без підігріву розміщалися паралельно до мішені на віддалі 180 мм над нею. Напылення проводилися за допомогою плазми з плаваючим потенціалом. Базовий тиск у камері був нижчий за 7×10^{-4} Па, тоді як сумарний тиск робочого газу під час напылення складав 0,65 Па.

Таким чином отримана гонка плівка на основі бромід-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ з нанесеними електричними контактами являє собою електролітичну комірку, яка є основним елементом твердоелектролітичного джерела енергії.

50 Застосування тонких плівок на основі бромід-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ у пристроях для виробництва електричної енергії дозволяє покращити характеристики твердоелектролітичного джерела енергії, оскільки забезпечується їх висока технологічність, хімічна стійкість, компактність та мініатюрність.

55 Використання бромід-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ у ролі матеріалу тонкої плівки для твердоелектролітичного джерела енергії дає можливість застосовувати його в різних промислових виробництвах, які потребують нових та ефективних джерел енергії. Планується використання тонких плівок на основі бромід-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ в лабораторіях УжНУ при виконанні фундаментальних досліджень нових твердоелектролітичних матеріалів.

Джерела інформації:

1. Juin C. Technological applications of solid state ionics // Mat. Sci. and Engineering. - 1990. - Vol. B6, № 1-2. - P. 9-28.

2. Застосування йодид-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{I}$ для твердоелектролітичного джерела енергії: Патент України № 83930, МПК (2006) H01M 6/00, H01M 6/18 / Студеняк І.П., Біланчук В.В., Коперльос Б.М., Панько В.В. - № а200612767; Заявлено 04.12.2006; Опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16. - 3 с. - найближчий аналог.

3. Despotuli A.L., Andreeva A.V., Rambabu B. Nanoionics of advanced superionic conductors // Ionics. - 2006. - Vol. 11. - P. 306-314.

10

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Застосування бромід-пентатіофосфату міді $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$ як матеріалу для тонкої плівки, що має високу електричну провідність, для твердоелектролітичного джерела енергії.

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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

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