



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108200** (13) **U**  
(51) МПК  
**H01G 11/24** (2013.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2015 12588</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>21.12.2015</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.07.2016</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.07.2016, Бюл.№ 13</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Дяденчук Альона Федорівна (UA), Кідалов Валерій Віталійович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ, Запорізька обл., 71100 (UA)</b></p>
--	---

**(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ОБКЛАДОК СУПЕРКОНДЕНСАТОРІВ З ПОРУВАТИХ ПЛАСТИН GAAS I GAP**

**(57) Реферат:**

Спосіб отримання обкладок суперконденсаторів з поруватих пластин, причому суперконденсатори виготовляють на основі поруватих сполук GaAs і GaP.

**UA 108200 U**



Корисна модель належить до способів виготовлення обкладок суперконденсаторів з поруватих пластин GaAs і GaP, а саме електрохімічного травлення GaAs та GaP n-типу провідності з подальшим виготовленням на отриманих пластинах електродів для суперконденсаторів. Такі структури можуть знайти застосування у системах рекуперації електричної енергії при гальмуванні транспортного засобу на міському рейковому транспорті, міському наземному транспорті, в приладах побутової електроніки; можуть виступити як джерела енергії різної мобільної електроніки, мереж бездротових датчиків, біомедичних імплантів, пристроїв радіочастотної ідентифікації RFID і багато іншого.

Можливість виготовлення обкладок суперконденсаторів на поруватих напівпровідникових структурах показана в роботі [Kovalyuk Z.D. Activated carbon based supercapacitors / Z.D. Kovalyuk, S.P. Yrtsyenyuk, I.V. Mintyanskiy, P.I. Savitskii // Functional Materials 9, № 3. - 2002. - P. 550]. В даній роботі визначено основні фактори, що впливають на параметри конденсаторів на двійному електричному шарі; перераховано основні вимоги щодо вибору активного матеріалу електродів, а також обґрунтовано вибір певного електрода. В результаті виготовлено конденсатор з двох електродів на основі нанорозмірних графітоподібних структур з додаванням 10 % нанопорошків шаруватого матеріалу Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>.

У роботі [Kay Hyeok An. Electrochemical Properties of High-Power Supercapacitors Using Single-Walled Carbon Nanotube Electrodes / Kay Hyeok An, Won Seok Kim, Young Soo Park, Jeong-Mi Moon, Dong Jae Bae, Seong Chu Lim, Young Seak Lee and Young Hee Lee // Adv. Funct. Mater. 11, №. 5. - 2001. - P. 387-392] досліджувалися ключові фактори, що визначають ефективність суперконденсаторів, побудованих з використанням одношарових вуглецевих нанотрубок (ОНТ) як електродів. В роботі визначено деякі параметри, такі як склад сполучного, температура відпалу, тип струмоприймача, час зарядки і розрядки, щільність струму.

Найбільш близьким технічним рішенням (прототипом) є наноструктурні кремнієві підкладки, які були використані як електроди для створення симетричних мікросуперконденсаторів в роботі [F. Thissandier. Micro-ultracapacitors with highly doped silicon nanowires electrodes / F. Thissandier, N. Pauc, Th. Brousse, P. Gentile, S. Sadki // Nanoscale Research Letters. - 2013. - P. 1-5].

В основу корисної моделі поставлено задачу виготовлення електродів суперконденсаторів з por-GaAs і por-GaP.

Поруватий GaAs отримували шляхом електрохімічної обробки монокристалічного GaAs (001) n-типу провідності. Як електроліт використовували суміші плавикової, соляної та азотної кислот. Для експериментів зразки GaAs з полірованою поверхнею використовували як анод, як катод - платину, які розміщувалися паралельно один одному. Сам процес травлення здійснювався в електрохімічному осередку. У процесі експериментів змінювалися наступні параметри: час травлення, початкова сила струму, концентрація кислот. Пороутворення в GaAs відбувалося при травленні у водному розчині плавикової кислоти протягом часового проміжку від 10 до 30 хвилин, при зазначених складах і концентраціях електролітів щільності струмів варіювали в діапазоні від 8 до 400 мА/см<sup>2</sup>. Експеримент проводився при кімнатній температурі при подачі позитивного потенціалу на зразок.

Пористий шар GaP був отриманий на поверхні монокристалічного GaP n-типу провідності при анодному травленні в електроліті HF:C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH у співвідношенні 1:1, щільності струмів варіювали в діапазоні від 30 до 270 мА/см<sup>2</sup>. Процес травлення проводився у декілька етапів:

1. Полірування поверхні, знежирення;
2. Безпосередньо сам процес електрохімічного травлення;
3. Очищення поверхні від продуктів травлення.

На Фіг. 1-3 наведені мікрофотографії поверхні пористих зразків GaAs і GaP, отриманих за допомогою скануючого електронного мікроскопа JSM-6490.

Отримані зразки відповідали основним вимогам, висунутим до матеріалу електродів, тобто мали високу електропровідність електронної складової і були "ідеально поляризовані" в області потенціалів, обмежених величиною потенціалу розкладання розчинника. Це і дало поштовх до подальшого використання отриманого пористого матеріалу як електроди в суперконденсаторах.

Загальний пристрій суперконденсатора наведено на схемі (Фіг. 4). Вона складається з послідовно з'єднаних електродів, розділених іонопровідним сепаратором. Ця структура занурювалася в електроліт, завдяки чому відбувалося послідовне з'єднання. Заряд знімався з електричних шарів, утворених в пористому матеріалі. Як електроди в суперконденсаторах виступали в першому випадку пластини por-GaAs, у другому - por-GaP.

Напівпровідники АЗВ5 досить активно реагують з більшістю речовин, що входять до складу електроліту, в результаті чого відбувається швидке руйнування обкладок суперконденсатора. Тому вибір електроліту проводився з урахуванням максимально можливого часу збереження обкладок в первинному стані. Як електроліт використовувалася суміш сірчаної кислоти зі

спиртом  $H_2SO_4:C_2H_5OH$  у співвідношенні 1:1. Вибір електроліту був обґрунтованим, оскільки фосфід галію погано розчиняється в розбавленій сірчаній кислоті, арсенід галію в свою чергу повільно реагує з  $H_2SO_4$ .

5 Зміни в структурі пористих обкладок досліджувалися після роботи суперконденсатора по проходженні 3 і 4 годин на скануючому електронному мікроскопі JSM-6490. Результати показали, що пористі електроди дійсно практично не змінюються по закінченню зазначеного часу під дією електроліту, що складається з суміші сірчаної кислоти зі спиртом. Між електродами (паралельно їм) розміщувався сепаратор.

10 При використанні як електродів пористих напівпровідників збільшуються електричні характеристики суперконденсаторів, оскільки збільшується відношення площі електродів конденсатора до об'єму цього ж електрода. Оскільки електричні шари Гельмгольца (що утворюються при контакті електродів з рідиною) можна інтерпретувати як обкладки плоского конденсатора, не складе особливої складності розрахувати ємність суперконденсатора, використовуючи вираз для визначення ємності плоского конденсатора.

15 Площа поверхні пористих зразків визначалася в експерименті по сорбції газу за допомогою рівняння Брунауера, Еммета і Теллера. Отже, знаючи характеристики використаних електродів і електроліту (для  $por-GaAs$   $\epsilon=63$ ,  $d=5 \times 10^{-10}$  м,  $S_{dc}=2100$  м<sup>2</sup> на грам пористого матеріалу; для  $por-GaP$   $\epsilon=63$ ,  $d=5 \times 10^{-10}$  м,  $S_{dc}=1950$  м<sup>2</sup>), розрахували ємність саморобних суперконденсаторів. У результаті обчислень отримали наступні значення ємності: у випадку з електродами  $por-GaAs$  значення ємності склало 1172 Ф; у випадку з електродами  $por-GaP$ -1088 Ф.

Перелік фігур креслення:

Фіг. 1. SEM - зображення поверхні пористого  $p-GaAs$ ,  $t=20$  хв.

Фіг. 2. SEM - зображення поверхні пористого  $p-GaAs$ ,  $t=30$  хв.

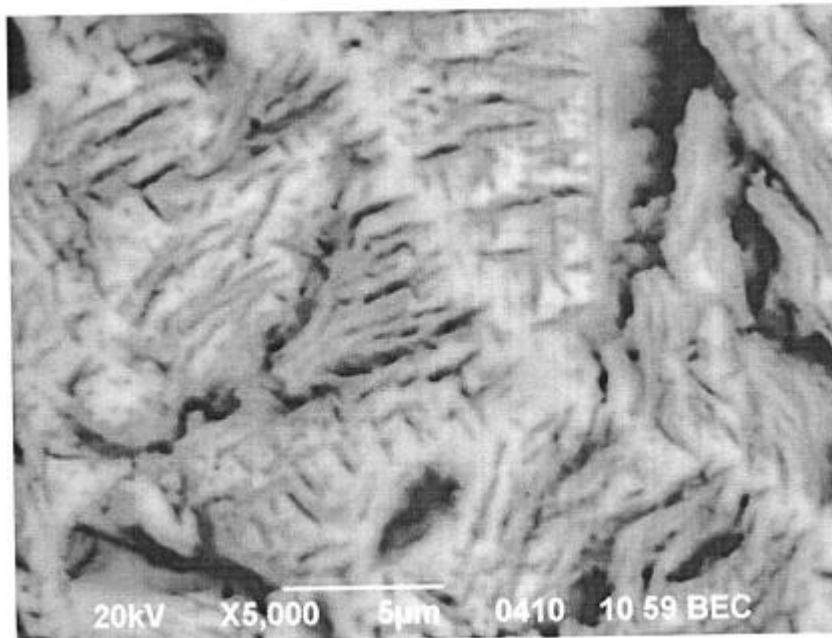
Фіг. 3. SEM - зображення поверхні пористого  $p-GaP$ ,  $t=20$  хв.

25 Фіг. 4. Схема елементарного суперконденсатора.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб отримання обкладок суперконденсаторів з поруватих пластин, який **відрізняється** тим, що суперконденсатори виготовляють на основі поруватих сполук  $GaAs$  і  $GaP$ .

30 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як електроди суперконденсаторів використовують не наноструктурні кремнієві підкладки, а поруваті пластини  $GaAs$  і  $GaP$ .



Фіг. 1

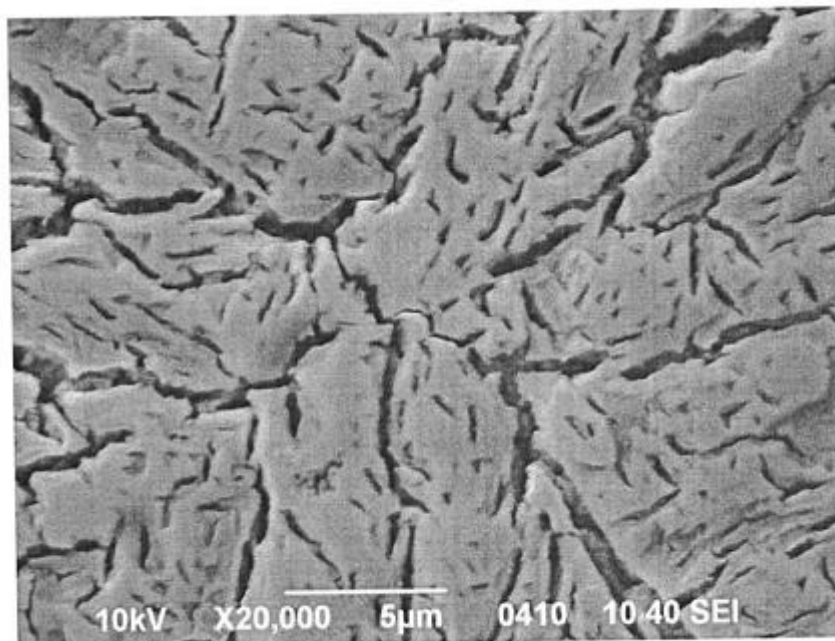


Fig. 2

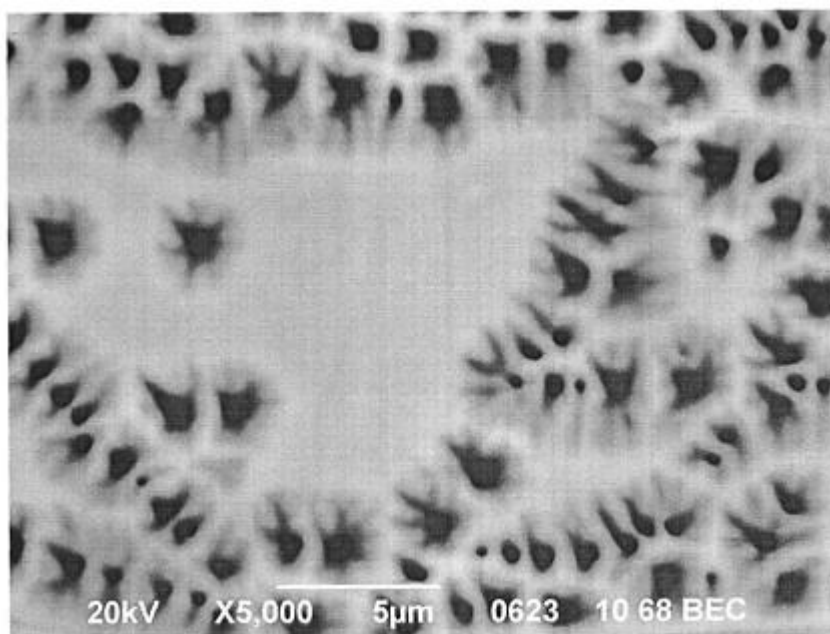
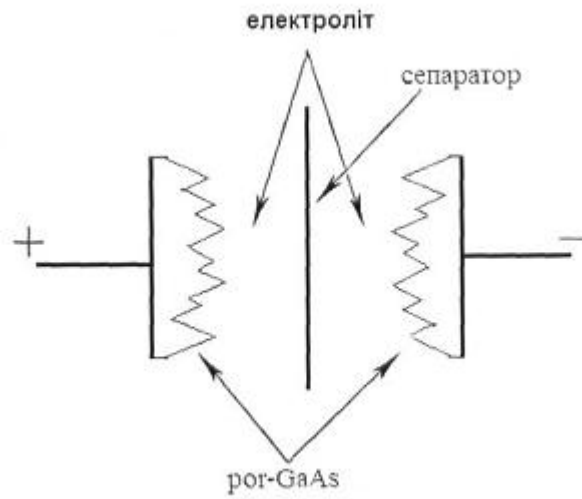


Fig. 3



Фиг. 4

---

Комп'ютерна верстка О. Рябко

---

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