



УКРАЇНА

(19) UA (11) 1821 (13) U

(51) 7 H01H29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) РІДИННО-МЕТАЛЕВИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ КОНТАКТ

1

(21) 2003031980  
 (22) 05.03.2003  
 (24) 15.05.2003  
 (46) 15.05.2003, Бюл. № 5, 2003 р.  
 (72) Смірнов Юрій Йосипович, Скороход Валерій  
 Володимирович  
 (73) Смірнов Юрій Йосипович

2

(57) Рідинно-металевий композиційний контакт, що містить пористий каркас, виготовлений з дроту тугоплавкого матеріалу діаметром  $D$  у вигляді тканини організованої структури, що просочений легкоплавким металом або сплавом, який відрізняється тим, що лінійний розмір  $h$  пор каркасу визначений виразом  $h=(2...5)D$ , а  $D=10...70$  мкм.

Пропонована корисна модель відноситься до електротехніки, а саме - до електроапаратобудування, зокрема, до конструкцій рідинно-металевих композиційних контактів, що застосовуються у комутаційних апаратах силових електромереж, зокрема у конструкціях вакуумних комутаційних апаратів.

Найбільш близьким до пропонованого за технічною суттю є рідинно-металевий композиційний контакт, що містить пористий каркас з тугоплавкого матеріалу, виготовлений з дроту тугоплавкого матеріалу діаметром  $D$  у вигляді тканини організованої структури, що просочений легкоплавким металом або сплавом /А.с. СРСР № 1325590, МПК 4 H01H 29/00, Опубл. 23.07.1987р. Бюл. № 27/.

Недолік описаного пристрою полягає у недостатній просочуваності пористого каркасу легкоплавким металом або сплавом, що призводить до збільшення перехідного опору контактної групи із згаданих контактів через обмеженість і нерівномірність об'єму легкоплавкого матеріалу у зоні контактування поверхонь контактів.

У основу пропонованої корисної моделі поставлено задачу створення такого рідинно-металевого композиційного контакту, який би дозволив збільшити просочуваність пористого каркасу легкоплавким металом або сплавом за рахунок підвищення використання капілярного ефекту і застосування пор оптимального перерізу.

Поставлена задача вирішується у пропонованій корисній моделі, яка, як і відомий рідинно-металевий композиційний контакт, містить пористий каркас, виготовлений з дроту тугоплавкого матеріалу діаметром  $D$  у вигляді тканини організованої структури, що просочений легкоплавким ме-

талом або сплавом, а, відповідно до пропозиції, лінійний розмір  $h$  пор каркасу визначений виразом  $h = (2...5)D$ , при  $D = 10...70$  мкм.

Літературні відомості про крайові кути змочування  $\theta^\circ$  тугоплавких металів вольфраму (W), молибдену (Mo), ренію (Re) розплавами індію (In), галію (Ga), олова (Sn) та їх сплавами обмежені. Авторами ж проведені дослідження щодо визначення характеристик змочування тугоплавких металів W, Mo, Re згаданими розплавами у середовищі гелію (He), гідридного водню (H) та у вакуумі. Дослідження виконували на "Установці для визначення поверхневих якостей і щільності розплавів з напівавтоматичним поданням зразків до зони нагрівання" [В.С.Б. Методы исследований и свойств границ раздела контактирующих фаз. - Киев: Наукова Думка. - 1977. - С.33 - 40]. Згадана установка дозволяє ресструвати (фотографувати) зміни профілю краплі розплаву, що лежить на площині, в процесі її нагрівання або ізотермічної витримки. Вивчення отриманих експериментальних нових даних по змочуванню і використання відомих співвідношень, зокрема, таких, як:

$$W_a = \sigma_r + \sigma_p - \sigma_{рт}, \cos\theta = (\sigma_r - \sigma_{рт}) / \sigma_p,$$

$$\sigma_{рт} = \sigma_r - \sigma_p \cos\theta$$

дозволили, визначити роботу на адгезію  $W_a$  і міжфазний натяг  $\sigma_{рт}$  на кордоні "тверда фаза - рідкий розплав" при температурах до  $1100^\circ\text{C}$ . Так для вольфраму  $\sigma_r = 2800 \pm 290 \text{ мДж/м}^2$ . Для ренію  $\sigma_r = 2200 \pm 300 \text{ мДж/м}^2$ . У водні порі змочування зрушений у напрямку більш низьких температур, тому просочування пористих каркасів розплавами металів In, Ga, Sn у цих умовах протікає при більш низьких температурах. Капілярні характеристики у значній мірі визначають працездатність комутацій-

(19) UA (11) 1821 (13) U

них електричних апаратів. Капілярні властивості просоченого рідиною каркаса задаються характеристиками каркаса і характеристиками рідини ( $\sigma_p$ ,  $\theta$ ). Каркас можна розглядати, як нерегулярну структуру з відкритою пористістю, що добре описується залежністю  $p = f(v)$ , де  $p$  - капілярний тиск Лапласа ( $\text{H}/\text{m}^2$ ),  $v$  - відносний об'єм рідкої фази (обсяг рідкої фази в одиниці об'єму матеріалу). Величина  $p$  визначається кривизною менісків рідини в порах відповідно до рівняння Лапласа:

$$p = \sigma_p (1/r_1 + 1/r_2)$$

де  $r_1$  і  $r_2$  - головні радіуси кривизни меніска,

$\sigma_p$  - поверхневий натяг рідкої фази на кордоні з газом.

Значення  $p$  визначається, виходячи з умов роботи контактів.

Якщо прискорення контакту  $a$  - ( $\text{м}/\text{сек}^2$ ), то мінімально припустиме  $p$  - ( $\text{H}/\text{м}^2$ ) задається виразом:

$$p = \alpha \rho h,$$

де  $\rho$  - щільність рідини ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ),  $h$  - лінійний розмір пор ( $\text{м}$ ).

Згаданий лінійний розмір пор  $h$  вимірюють у напрямку прискорення.

Радіуси визначаються капілярним тиском  $p$  у каркасі ( $p = \sigma_p/r$ ).

У результаті експериментів був знайдений оптимальний лінійний розмір  $h$  пор каркасу рідинно-металевого композиційного контакту. Він визначається виразом  $h = (2...5)D$ , де  $D$  - діаметр дроту, з якого виготовлений каркас. Окрім того визначено, що оптимальним є діаметр дроту  $D = 10...70 \text{ мкм}$ . При цьому радіус кривизни меніску, визначений виразом  $r = (0,48...0,51)h$ , що складає приблизно  $10...35 \text{ мкм}$  при значенні кута змочування  $\theta^\circ$  близького до нуля.

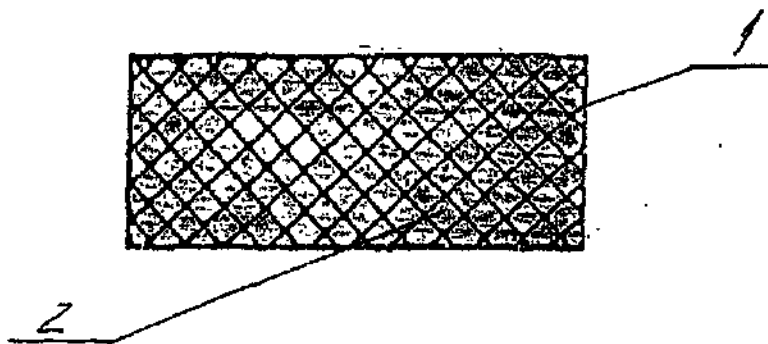
Завдяки використанню металевої тканини для виготовлення каркасу з лінійним розміром пор  $h$ , який визначений виразом  $h = (2...5)D$ , а  $D = 10...70 \text{ мкм}$ , вдалося створити оптимальні умови

для її просочування розплавами індію ( $\text{In}$ ), галію ( $\text{Ga}$ ), олова ( $\text{Sn}$ ) та їх сплавами, які використовують з цією метою.

Авторами експериментально встановлено, що при  $h > 5D$  і при  $D > 70 \text{ мкм}$  просочування каркасу легкоплавким металом або сплавом суттєво зменшується через зменшення капілярного тиску, а використання  $h < 2D$  і  $D < 10 \text{ мкм}$  технологічно та економічно не обґрунтоване, оскільки, зважаючи на високу крихкість тугоплавких металів, призводить до збільшення браку, а також до збільшення часу на виконання операції просочування, але при цьому суттєво не впливає на якість каркасу. Пропонована конструкція показана на схематичному кресленні (Фіг.)

Рідинно-металевий композиційний контакт, містить пористий каркас 1, виготовлений з дроту тугоплавкого матеріалу у вигляді тканини організованої структури типу "еластик", що частково просочений легкоплавким металом або сплавом 2. Лінійний розмір  $h$  пор каркасу 1 визначений виразом  $h = (2...5)D$ , а  $D = 10...70 \text{ мкм}$ . Каркас 1 після пресування має форму пружного циліндра, один торець якого призначений для з'єднання з токопідводом, а другий - для контактування з другим тождим йому контактом (на кресленні не показано). Пропонований контакт працює так.

Частину контакту закріплюють у контактоутримувачі (на кресленні не показаний). Друга частина контакту є контактуючою і в парі з тождим контактом забезпечує пропускання і комутацію електричного струму, зберігаючи при цьому всі переваги рідинно-металевого композиційного контакту, що, найперше, суцільність контактування поверхонь контактів, за рахунок збільшення просочуваності пористого каркасу 1 легкоплавким металом або сплавом 2 шляхом підвищення капілярного ефекту і застосування пор оптимального перерізу.



Фіг.