



УКРАЇНА

(19) UA (11) 24633 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C22C 14/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) РЕЗИСТИВНИЙ МАТЕРІАЛ

(21) u200701447

(22) 12.02.2007

(24) 10.07.2007

(46) 10.07.2007, Бюл. № 10, 2007 р.

(72) Стадник Юрій Володимирович, Гореленко  
Юрій Кирилович, Горинь Андрій Маркіянович(73) ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-  
ТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА(57) Резистивний матеріал на основі титану і міді,  
який **відрізняється** тим, що додатково містить  
кобальт і сурму при наступному співвідношенні  
компонентів, мас. %:

титан	20,75÷20,78
кобальт	13,02÷15,09
мідь	11,30÷13,49
сурма	решта.

Корисна модель належить до матеріалознавства, а саме: до резистивних матеріалів, які можуть бути використані в електронній техніці, радіотехніці, приладобудуванні для виготовлення резисторів як в об'ємному вигляді, так і у вигляді плівкових елементів.

Відомий резистивний матеріал [а.с. СРСР №953672 H01C7/00, 1982р.], який містить (мас. %):

титан	5.1÷28.0
кобальт	9.0÷5.0
кремній	решта

Вказаний резистивний матеріал має високе значення коефіцієнту опору  $\text{ТКО}-(1\div2) \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$ .

Відомий сплав з постійним електроопором, [патент України №17714 C22C19/07, 1997р.], який містить (ваг. %):

гольмій	52.0÷47.0
рутений	16.0÷48.0
галій	32.0÷5.0

Вказаний резистивний сплав має високе значення коефіцієнту опору  $\text{ТКО} 1.3 \cdot 10^{-3} \div 6.2 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$  в температурному інтервалі  $-195 \div 90^\circ \text{C}$ .

Відомий сплав з постійним електроопором, [заявка 60-204847, Японія, C22C5/04, 1985р.], що містить (мас. %):

родій	0÷5
осмій	0÷5
індій	0÷3

залізо, кобальт, нікель, ванадій,  
тантал, марганець, реній, алюміній,  
талій

0÷2

ітрій, титан, цирконій, гафній, ніобій,  
цинк, кадмій, сурма, вісмут, рідкіс-  
ноземельні метали

0÷1

бор	0÷0.5
вуглець	0÷0.5
срібло	36÷45.56
паладій	решта

Даний сплав має високе значення  $\text{ТКО} (\leq 10^{-4})$  в інтервалі температур  $420 \div 1270 \text{K}$ .

Відомий сплав на основі титану [а.с. СРСР №461148 C22C15/00, 1975р.], який містить (мас. %):

алюміній	19÷22
цирконій	4÷7
титан	решта

Даний сплав має високе значення  $\text{ТКО} (\pm 0.1 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1})$  і використовується у досить вузькому інтервалі робочих температур  $298 \div 398 \text{K}$ .

Відомий резистивний матеріал [а.с. СРСР №890450 H01C7/00, 1981р.], який містить (мас. %):

талій	30÷65
молібден	3÷25
кремній	решта

Даний резистивний матеріал має високе значення  $\text{ТКО} (1.5 \div 3.0) \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ . До того ж він містить особливо токсичний талій.

Відомий сплав міді з марганцем і нікелем (магнанін) [Энциклопедия неорганических материалов. -т.1. -К. Главная редакция УСЭ, 1977. -840с], що містить марганець, нікель і мідь при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

марганець	11.50÷13.50
нікель	2.50÷3.50
мідь	решта

Даний сплав має високе значення  $\text{ТКО}$  рівне  $3 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$  в інтервалі температур  $20 \div 200 \text{K}$ .

(13) U

(11) 24633

(19) UA

Найбільш близьким за технічними характеристиками, прототипом, є сплав на основі міді, що використовується як резистивний матеріал [Н.П. Бочвар, Е.В. Лысова, В.И. Попов, А.А. Попова. "Электрофизические параметры вакуумноконденсированных резистивных элементов на основе некоторых сплавов системы медь-марганец-титан" Изв. ВУЗов СССР. Радиоэлектроника. Т.20. №1. 1977. с.76-78], який містить (мас.%):

титан	0.1÷1.18
марганець	22.48÷34.75
мідь	решта

Даний сплав має значення ТКО -  $(8.6 \div 8.0) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  в інтервалі температур 298÷398K.

Цей сплав використовують у досить вузькому робочому інтервалі температур, що не охоплює важливу температурну область нижче 298K (25°C).

В основу корисної моделі поставлено завдання удосконалити резистивний матеріал шляхом підбору нового складу компонентів, який дозволив би забезпечити низьке значення ТКО у ширшому діапазоні температур.

Поставлене завдання досягається тим, що резистивний матеріал на основі сплаву титану і міді додатково містить кобальт і сурму при наступному співвідношенні компонентів (мас.%)

титан	20.75÷20.78
кобальт	13.02÷15.09
мідь	11.30÷13.49
сурма	решта

Авторами запропоновано сплав, який містить титан і мідь, але на відміну від прототипу додатково введено кобальт і сурму, яка використовується у припоях. Це дало змогу розширити температурний діапазон застосування при покращенні значень ТКО. На відміну від припоїв запропонований сплав має високу температуру плавлення, більше

800°C, і це дозволяє його використовувати при високих температурах.

Композиції сплавів для дослідження одержували сплавленням вихідної шихти в електродуговій печі з вольфрамовим електродом у захисній атмосфері очищеного аргону. Як вихідні компоненти використовувались: титан йодидний (99.97% Ti), кобальт (99.99% Co), мідь електролітична (99.99% Cu), сурма (99.99% Sb). Наважки компонентів сплавили в електродуговій печі. Одержані злитки відпалювали при температурі 800°C у вакуумованих кварцевих ампулах протягом 720 годин. Після відпалу зразки гартували у холодній воді. Після цього електроіскровою різкою вирізали зразки правильної геометричної форми для вимірювання питомого електроопору. Одержання сплавів і вибір граничних меж компонентів можна проілюструвати прикладом.

#### Приклад

Наважки титану йодидного, кобальту, міді електролітичної та сурми, у кількості 20.77, 14.32, 12.12, 52.79 відповідно сплавили в електродуговій печі з вольфрамовим електродом в захисній атмосфері очищеного аргону. Одержаний злиток піддавався гомогенізуючому відпалу при температурі 800°C у вакуумованій кварцовій ампулі протягом 720 годин. Після відпалу зразок гартувався у холодній воді. Потім на електроіскровій різці вирізався зразок правильної геометричної форми (1.23×1.22×7.95мм) для вимірювання питомого електроопору. Значення температурного коефіцієнту опору (ТКО) у даному випадку в інтервалі температур 220÷380K дорівнює  $0.61 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ .

Результати розрахунків температурного коефіцієнту опору та приклади масових складів зведено у таблицю

Таблиця

Приклад	Склад матеріалу, мас.%					ТКО $10^{-5} \text{K}^{-1}$ в температурному інтервалі 220÷380K
	титан	кобальт	мідь	сурма	марганець	
1	18.11	13.27	11.75	56.27		14.89
2	20.77	14.32	12.12	52.79		0.61
3	20.75	13.02	13.49	52.74		1.32
4	20.78	15.09	11.30	52.83		0.80
5	23.61	14.78	12.52	49.09		7.43
Прототип	0.1÷1.18	-	решта	-	22.48÷34.75	-0.86÷0.80 (298K÷398K)

Наведені приклади підтверджують одержання передбачуваного технічного результату.