



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 49480

(13) A

(51) 6 B22F3/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) НАДПРОВІДНИЙ МАТЕРІАЛ І СПОСІБ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

1

2

(21) 2001128650

(22) 14 12 2001

(24) 16 09 2002

(46) 16 09 2002, Бюл. № 9, 2002 р

(72) Прихна Тетяна Олексівна, Гавалек Вольфганг
, DE, Новіков Микола Васильович, Сурженко
Олексій Борисович, Савчук Ярослав Михайлович,
Мошіль Віктор Євгенович, Серпенко Ніна
Віталіївна, Боримський Олександр Іванович, На-
горний Петро Арсенійович, Мельников Володимир
Степанович, Дуб Сергій Миколайович(73) ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ
В.М. БАКУЛЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ(57) 1 Надпровідний матеріал, що містить дибо-
рид магнію та оксид магнію, який відрізняється
тим, що він додатково містить підрид танталу при
наступному співвідношенні компонентів, мас %

диборид магнію	74,5	97,5
підрид танталу	1,0	25,0
оксид магнію	решта	

2 Спосіб виготовлення надпровідного матеріалу,
який включає синтез порошкоподібної суміші
вихідних компонентів при високих тисках і темпе-
ратурах, який відрізняється тим, що синтез
здійснюють при тиску 1-2 ГПа, температурі
780-820 °С протягом 0,9-1,2 години

Винаходи стосуються області високотемпе-
ратурної надпровідності, а саме надпровідного
матеріалу і способу його виготовлення і можуть
бути застосовані у електроніці, електротехніці,
машинобудуванні, кріотехніці та інших галузях

Найбільш близьким за технічною сутністю до
запропонованого є надпровідний матеріал, що
містить диборид магнію, оксид магнію при насту-
пному співвідношенні компонентів, мас %

диборид магнію	87,3
оксид магнію	12,7 (10 об'ємних %),

(див. Y Takano, H Takeya, H Fujii, H
Kumakura, T Hatano and K Togano, Superconduct-
ing properties of MgB₂ bulk materials prepared by
high pressure sintering, cond-mat/0102167 (2001))
Найбільш близьким за технічною сутністю до за-
пропонованого є спосіб одержання надпровідного
матеріалу на основі MgB₂ (див. Y Takano,
H Takeya, H Fujii, H Kumakura, T Hatano and
K Togano, Superconducting properties of MgB₂ bulk
materials prepared by high pressure sintering, cond-
mat/0102167 (2001)), який включає синтез мате-
ріалу MgB₂ під високим тиском 3,5 ГПа, в апараті
високого тиску типу "куб" при температурі
1000 °С, протягом 2 годин

Отриманий за цим способом матеріал має
недостатньо високі надпровідні властивості: гу-
стину критичного струму (J_c) 187 кА/см² у магніт-
ному полі 0 Тл при 10 К, 94 кА/см² у магніт-
ному полі 1 Тл при 10 К, 87 кА/см² у магніт-
ному полі 0 Тл при

20 К, та 20 кА/см² у магнітному полі 1 Тл при 20 К, і
поля необоротності (H_{lr}) 5 Тл при 10 К і 3 Тл при
20 К, та також механічні властивості твердості
12 34 ± 1 02 ГПа при навантаженні 4 96 Н та трі-
щиностійкості 1 22 МНхм^{3/2} при навантаженні
4 96 Н. Це відбувається тому, що домішковий не-
надпровідний оксид магнію кристалізується у ви-
гляді великих зерен і приводить до зниження
надпровідних властивостей MgB₂, оскільки зерна
такого розміру, значно більші за довжину когер-
ентності і не можуть бути центрами пінінгу магніт-
ного потоку, а присутність ненадпровідної фази у
надпровідній, як правило, веде до зменшення
густини критичного струму

В основу винаходу покладено завдання тако-
го удосконалення складу надпровідного матеріа-
лу, при якому за рахунок наявності в ньому підри-
ду танталу забезпечуються поліпшення
надпровідних властивостей: густини критичного
струму, поля необоротності, механічних мікро-
твердості та тріщиностійкості, що стає можливим
завдяки здійсненню запропонованого способу ви-
готовлення цього матеріалу при зменшених пара-
метрах процесу і, як наслідок, зменшених енер-
говитратах в цілому. Тобто спосіб отримання
запропонованого матеріалу зв'язаний з його скла-
дом єдиним винахідницьким задумом

Для рішення цього завдання надпровідний
матеріал, що містить диборид магнію, оксид маг-
нію згідно винаходу додатково містить підрид тан-

(13) A

(11) 49480

(19) UA

танту при наступному співвідношенні компонентів, мас %

диборид магнію	74,5	97,5,
гідрид танталу	1,0	25,0,
оксид магнію		залишок,

а спосіб виготовлення надпровідного матеріалу, який передбачає синтез порошкоподібної суміші вихідних компонентів при високих тисках і температурах, згідно винаходу здійснюють при тиску 1-2 ГПа, температурі 780-820°C протягом 0,9-1,2 годин. Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляється і технічними результатами, які досягаються при її реалізації, полягає у наступному. Завдяки додаванню порошкоподібного танталу, який є активним по відношенню до водню і сприяє інтенсивній і повній дисоціації молекул домішки H_2BO_3 , яка міститься у вихідному борі, і таким чином веде до утворення активних іонів BO_3^{3-} , які легко вступають у взаємодію з Mg, що спричиняє утворення дрібнодисперсних включень фази MgO , що зростаються площинами (111) з площинами (0001) фази MgB_2 , і є активними центрами пінінгу магнітного потоку, що і приводить до поліпшення надпровідних характеристик, отже ненадпровідна, але дрібнодисперсно розповсюджена домішка MgO сприяє зростанню густини критичного струму і поля необоротності. У разі відсутності Та домішка MgO кристалізується у вигляді великих зерен і приводить до зниження надпровідних характеристик. Зменшення параметрів технологічного процесу тиску, температури, часу витримки дозволило зменшити енерговитрати на здійснення цього процесу.

Приклад 1

Ретельно змішуючи порошкоподібні магній та бор у стехіометричному співвідношенні MgB_2 з додаванням порошкоподібного гідриду танталу у кількості 2 мас %, виготовляємо пресовки у вигляді таблеток діаметром до 30 мм, висотою до

20 мм. Після попереднього пресування зразки загортаються у Та фольгу і вміщуються у середовище диоксиду цирконія або гексагонального нітриду бору, а потім у стандартну комірку високого тиску, де створюються термобаричні умови, синтез здійснювали при тиску 2,0 ГПа, температурі 800°C протягом 1 години. Синтезовані зразки мають таке співвідношення компонентів, мас % дибориду магнію 96,5, гідриду танталу 2, оксиду магнію 1,5. Вони мають вищу, порівняно з прототипом, густину критичного струму та поле необоротності (див. Таблицю, додається), які визначали на основі вимірювання кривих намагнічення (з використанням моделі Біна у випадку визначення густини критичного струму) зразків за допомогою вібраційного магнітометра Oxford Instruments 3001 з точністю 2-5%.

Аналогічним шляхом було виготовлено пресовки іншого хімічного складу з використанням інших технологічних параметрів, при граничних значеннях всіх пропонованих параметрів (приклади 2-3) і за їх межами (приклади 4-11), а також за прототипом (приклад 12).

Як видно з таблиці, саме у пропонованих інтервалах режимів та кількостях порошкоподібного танталу, що додавався, забезпечується збільшення надпровідних властивостей густини критичного струму (J_c) в 1,33 рази у магнітному полі 0 Тл при 10 К, у 1,71 рази у магнітному полі 1 Тл при 10 К, у 1,63 рази у магнітному полі 0 Тл при 20 К, та у 3,11 рази у магнітному полі 1 Тл при 20 К, і поля необоротності (H_{irr}) у 1,62 рази при 10 К і у 1,9 рази при 20 К, та також збільшення механічних властивостей твердості у 1,4 рази та тріщиностійкості у 2,29 рази.

Доведено, що отримані зразки мають вищі надпровідні та механічні властивості, і також вдосконалено спосіб виготовлення надпровідного матеріалу на основі MgB_2 .

Додаток

Таблиця

Об'єкт випробовувань	№ п/п	Кількість порошків, що входять до складу надпровідного матеріалу мас %			Режим випробування			Показники ефективності								Примітка
		Дібрим магніт	Підмагніт	Осеред магніт	Тиск, ГПа	Температура, °C	Час, години	При температурі 10 К			При температурі 20 К			Твердість Н _V , ГПа при 4 96 Н	Трибологічність, К ₁₀ МН м ^{3/2} при 4 96 Н	
								Густина критичного струму, J _c кА/см ²		Поле необоротності, Тл	Густина критичного струму, J _c кА/см ²		Поле необоротності, Тл			
								У магнітному полі 0 Тл	У магнітному полі 1 Тл		У магнітному полі 0 Тл	У магнітному полі 1 Тл				
Протоковані надпровідні матеріали і способи його виготовлення	1	96.5	2	1.5	2	800	1	250	161	8.1	142	62.3	5.4	17.3±2.85	1.9	
	2	74.5	25	0.5	1	780	0.9	227	145	9	118	51.2	5.7	15.68±2.97	2.80	
	3	97.5	1.0	1.5	1.5	820	1.2	226	132	7.56	132	50.5	4.75	14.72±1.68	1.7	
	4	98.5	0.5	1.0	2	800	1	117	74.4	5.4	59.8	26.8	3.16	9.24±1.54	1.3	Розкладався
	5	69.5	30	0.5	2	800	1	112	69	4.95	31	18.7	1.9	8.34±1.82	1.19	
	6	97.5	2	0.5	1.5	800	1	133	44	4.52	69	8	2.7	-	-	
	7	97.5	2	0.5	3	800	1	159	54	4.6	65	8	2.6	-	-	
	8	97.5	2	0.5	2	750	1	17	7.3	2.9	7	1.9	2.0	-	-	
	9	97.5	2	0.5	2	850	1	43	15	3.94	49	12	2.4	-	-	
	10	97.5	2	0.5	2	800	0.5	162.2	75	3.9	81	13.9	1.7	6.24±1.54	0.98	
	11	97.5	2	0.5	2	800	1.5	98	37	4.34	42	15.4	1.9	10.45±3.52	1.12	2.44 для світлого включення
Матеріал і спосіб заготовки прототипом	12	87.5	-	12.7 (100±5 смн %)	3.5	1000	2	187	94	5	87	20	3	12.34±1.02	1.22	

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71