



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122795** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
B22F 3/14 (2006.01)
C04B 35/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 08015	(72) Винахідник(и): Пріхна Тетяна Олексіївна (UA), Козирєв Артем В'ячеславович (UA), Мошіль Віктор Євгенович (UA), Свердун Володимир Богданович (UA), Сербенюк Тетяна Богданівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.08.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.01.2018	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.01.2018, Бюл.№ 2	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ. В.М. БАКУЛЯ НАН УКРАЇНИ, вул. Автозаводська, 2, м. Київ, 04074 (UA), Пріхна Тетяна Олексіївна, вул. Вишгородська, 33, кв. 20, м. Київ, 04074 (UA), Козирєв Артем В'ячеславович, вул. О. Гончара, 55, кв. 51, м. Київ, 04054 (UA), Мошіль Віктор Євгенович, Печерський узвіз, 18, кв. 45, м. Київ, 04011 (UA), Свердун Володимир Богданович, пр. України, 9-а, кв. 105, м. Київ, 04208 (UA), Сербенюк Тетяна Богданівна, пр. Г. Гонгадзе, 9-а, кв. 105, м. Київ, 04208 (UA)

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ НАДПРОВІДНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ДИБОРИДУ МАГНІЮ З КАРБІДОМ КРЕМНІЮ В УМОВАХ ВИСОКОГО ТИСКУ**(57) Реферат:**

Спосіб одержання надпровідного матеріалу на основі дибориду магнію з карбідом кремнію в умовах високого тиску методом синтезу, причому добавки карбіду кремнію становлять 10 %. Синтез проводять в умовах високого тиску і температури (не менше 0,5 ГПа і 600-1100 °С, відповідно протягом 40-80 хв.

UA 122795 U

Корисна модель належить до високотемпературної надпровідності, а саме надпровідного матеріалу на основі дибориду магнію з робочими температурами до 35 К

Найбільш близьким до пропонованого за технічною суттю є спосіб одержання надпровідного матеріалу із суміші порошків магнію (або гідриду манію), бору і карбіду кремнію шляхом термічного синтезу в залізній трубці, що скочувалась до смужки, при температурі 600 °С протягом 1 години в атмосфері аргону [патент США US20080274902 А1 від 21.02.2007]. Залізна трубка використовувалась як захисний контейнер, що перешкоджав випаровуванню магнію. Одержаний матеріал характеризувався високими значеннями густини критичного струму: при температурі 4,2 К в магнітному полі 12 Тл вона становила $6,1 \times 10^3$ А/см², а в магнітних полях 7 Тл - досягала 25×10^3 А/см². Недоліком даного способу є використання залізної трубки, що обмежує лінійні розміри зразка (до 1 мм у товщину).

В основу корисної моделі поставлена задача одержання надпровідного матеріалу на основі дибориду магнію із високим рівнем надпровідних властивостей в масивних зразках із лінійними розмірами понад 9 мм.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб (який, як і відомий спосіб одержання надпровідного матеріалу на основі дибориду магнію включає додавання порошку карбіду кремнію) шляхом використання високого тиску (понад 0,5 ГПа).

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляються, і технічними результатами, що досягаються при її реалізації, полягає у наступному. Високий тиск перешкоджає випаровуванню магнію і зберігає стехіометричне співвідношення компонентів під час синтезу. В той же час високий тиск перешкоджає виходу газів, зокрема кисню, так само, як і утворенню пор. В результаті кисень входить в структуру дибориду магнію і утворює збагачені киснем області розміром до 100 нанометрів, що можуть виступати як центри пінінгу. В присутності карбіду кремнію кількість таких областей збільшується. В результаті матеріал демонструє більшу стійкість до впливу магнітних полів, що унеможливають протікання надпровідного струму.

Приклад 1.

Реакційна суміш, що складається із порошкоподібного магнію та бору у стехіометричному співвідношенні MgB₂ з додаванням порошкоподібного карбіду кремнію у кількості 10 мас. %, ретельно змішана і компактована в таблетку діаметром 9 мм і висотою до 7 мм поміщають в апарат високого тиску типу "ковадло із заглибленням", який в свою чергу розміщують між пуансонами преса. Таблетка з усіх сторін оточена гексагональним нітридом бору, для ізоляції її від графітового нагрівника.

В апараті високого тиску створюється квазігідростатичний тиск 2 ГПа. Після створення тиску, апарат нагрівають шляхом пропускання електричного струму через графітовий нагрівач, розташований як контур в апараті високого тиску і відділений від зразка ізолюючим шаром гексагонального нітриду бору. Визначення температури відбувається за потужністю електричного струму, що пропускається на основі попереднього тарування. В апараті високого тиску створюється температура 800 °С. Пропускання електричного струму продовжується 60 хвилин з моменту виходу на режим. Після закінчення нагрівання, прес високого тиску розвантажується і зразок охолоджується до кімнатної температури самовільно.

Одержаний матеріал характеризується густиною критичного струму при температурі 10 К близько 6×10^5 А/см² у власному магнітному полі, 15×10^3 А/см² в магнітному полі 7 Тл і 2×10^3 А/см² в магнітному полі 10 Тл.

Приклад 2.

Матеріал одержують аналогічно описаному в Прикладі 1, за виключенням того, що синтез проводять при температурі 1050 °С протягом 40 хв. В результаті одержується матеріал, що характеризується більшим значенням густини критичного струму у власному магнітному полі: при 10 К - 2×10^6 А/см². В магнітному полі 7 і 10 Тл густина критичного струму при температурі 10 К не відрізняється від наведених в Прикладі 1.

Приклад 3.

Матеріал одержують аналогічно описаному в Прикладі 1, за виключенням того, що синтез проводять при температурі 600 °С протягом 80 хв. В результаті одержується матеріал, що (за даними рентгенофазового аналізу) містить залишки магнію і бору. Матеріал характеризується надпровідними властивостями в полях до 4 Тл.

Температура 600 °С визначена як мінімальна, необхідна для одержання надпровідного матеріалу на основі дибориду магнію з карбідом кремнію в умовах високих тисків і температур.

Приклад 4.

Матеріал одержують аналогічно описаному в Прикладі 1, за виключенням того, що синтез проводять під тиском 0,5 ГПа в апараті типу "циліндр-поршень". Зразок у формі таблетки з усіх

боків оточений ізолюючим матеріалом: гексагональним нітридом бору або оксидом цирконію. Тиск створюється в результаті одноосового стиснення. Нагрівання відбувається шляхом пропускання електричного струму крізь графітовий нагрівник, що розташований як контур в апараті високого тиску. Для визначення температури використовується термопара.

5 Надпровідні властивості одержаного матеріалу відповідають значенням, наведеним в Прикладі 1.

Приклад 5.

10 Матеріал одержують аналогічно описаному в Прикладі 4, за виключенням того, що синтез проводять при температурі 1050 °С. Надпровідні властивості одержаного матеріалу відповідають значенням, що були одержані в Прикладі 2.

Таким чином, необхідними термобаричними умовами одержання матеріалу є тиск не менше 0,5 ГПа, температура не менше 600 °С і час витримки не менше 40 хв. Оптимальні значення параметрів знаходяться близько 2 ГПа, 800 °С і 60 хв., відповідно.

15 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

20 Спосіб одержання надпровідного матеріалу на основі дибориду магнію з карбідом кремнію в умовах високого тиску методом синтезу, причому добавки карбіду кремнію становлять 10 %, який **відрізняється** тим, що синтез проводять в умовах високого тиску і температури (не менше 0,5 ГПа і 600-1100 °С, відповідно протягом 40-80 хв.

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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