



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46180 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C04B 35/565  
B82B 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ СТВОРЕННЯ НАНОРЕАКТОРА ДЛЯ СИНТЕЗУ SiC

1

(21) u200906470  
(22) 22.06.2009  
(24) 10.12.2009  
(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.  
(72) СЕМЧЕНКО ГАЛИНА ДМИТРІВНА, БОРИСЕНКО ОКСАНА МИКОЛАЇВНА, МУХА АНАТОЛІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, КУЩЕНКО МАРІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА  
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
(57) Спосіб створення нанореактора для синтезу SiC, що включає створення мезопористої надмо-

2

лекулярної структури і карбонізацію продуктів високомолекулярної органічної та кремнійорганічної речовини, який **відрізняється** тим, що як високомолекулярну органічну сполуку використовують рідку фенолформальдегідну смолу, як кремнійорганічну речовину - етилсилікат, який додають до рідкої фенолформальдегідної смоли, перемішують і термообробляють зі швидкістю 2-30град./год. до температури 180-200°C у відновлювальному середовищі.

Корисна модель, що пропонується, відноситься до області кераміки, а саме до створення нанореактора для синтезу наночастинок SiC, що рекомендується для використання в технологіях, де застосовують рідкі фенолформальдегідні смоли, а саме, при склеюванні склопакетів, в технології периклазовуглецевих вогнетривів тощо.

Відомий спосіб [1] створення нанореакторів, який включає створення надмолекулярної структури із кремнійорганічних речовин, в порах яких адсорбуються продукти термодеструкції органічної частини цієї речовини, заповнюючи пори утвореної SiO<sub>2</sub> матриці вуглецевою сажею.

Недоліком цього способу створення реактора є те, що процес карбонізації кремнійорганічної або високомолекулярної речовини проходить в інертній матриці, в пори якої адсорбується вуглець у вигляді сажі, із якої при взаємодії з ультрадисперсним SiO<sub>2</sub> синтез SiC не проходить, можливо при температурах вище 2000°C синтез SiC і буде мати місце, але не в цих умовах. Як відомо, сажа заважає синтезу SiC навіть при таких температурах, крім того відсутній водень, що є обов'язковою умовою синтезу SiC з кремнійорганіки.

Найбільш близьким за технічною сутністю є спосіб створення нанореактора [2], який включає створення мезопористої структури, що одержують гідролізом кремнійорганічної речовини в спеціальному дисперсійному середовищі в присутності каталізаторів та карбонізацію високомолекулярних

органічних та кремнійорганічних речовин, що утворилися при поліконденсації продуктів гідролізу. Саме в результаті карбонізації цих речовин утворюється в порах між агрегатами із SiO<sub>2</sub> сажа, яка є постачальником вуглецевих нанотрубок. Хімічна інертна матриця захищає утворені наночастини (трубки) від дії зовнішнього середовища, а саме від окиснення і взаємодії з SiO<sub>2</sub> при низьких температурах карбонізації (до 760°C, що відомо з даних термографії різних органічних речовин).

Недоліком способу - прототипу є те, що в результаті вказаних процесів гідролізу та карбонізації продуктів створюється порувата матриця із армованого кремнезему розміром 5-80нм, що утворюють двомірні та трьохмірні упорядковані ансамблі частин із відкритими порами, в які проникає кисень. Така порувата надмолекулярна структура, що доступна кисню, практично непридатна для синтезу безкисневих сполук.

Задача корисної моделі полягає в тому, щоб створити замкнуту надмолекулярну структуру, в яку не проникає кисень, який може при карбонізації продуктів конденсації їх окислювати і знижувати вихід синтезованого SiC, підвищити вихід SiC.

Технічний ефект забезпечується тим, що спосіб створення нанореактора для синтезу SiC, що включає створення мезопористої надмолекулярної структури і карбонізацію продуктів високомолекулярної органічної та кремнійорганічної речовини, який відрізняється тим, що як високомолекулярну

(19) UA (11) 46180 (13) U

органічну сполуку використовують рідку фенолформальдегідну смолу, як кремнійорганічну речовину - етилсилікат, який додають до рідкої фенолформальдегідної смоли, перемішують і термообробляють зі швидкістю 2-30град/год до температури 180-200°C у відновлювальному середовищі.

Позитивний результат забезпечується тим, що кремнійорганічна речовина в процесі карбонізації фенолформальдегідної смоли залучається до утвореного нанореактора - в резитну структуру, що утворюється при карбонізації смоли, утворюючи хімічні зв'язки Si-C між тетраетоксисиланом та продуктом карбонізації смоли, що є прообразом майбутнього тетраедру SiC.

Використання запропонованої моделі, що включає створення мезопористої надмолекулярної

структури із агрегатів SiO<sub>2</sub> і карбонізацію продуктів високомолекулярної органічної та кремнійорганічної речовини, який відрізняється тим, що як високомолекулярну органічну сполуку використовують рідку фенолформальдегідну смолу, як кремнійорганічну речовину - етилсилікат, який додають до рідкої фенолформальдегідної смоли, перемішують і термообробляють зі швидкістю 2-30град/год до температури 180-200°C у відновлювальному середовищі, дає можливість створити нанореактор для синтезу SiC, який буде здійснюватися в процесі експлуатації вуглецьвміщуючих матеріалів при температурах 1000°C і вище.

Спосіб створення нанореактора представлено в таблиці.

Таблиця

Спосіб створення нанореактора

Найменування показників	Показники					
	Поза межеві	1	2	3	Поза межеві	Прототип
Утворення мезопористої структури із вихідних компонентів:						
високомолекулярна речовина	+	+	+	+	+	-
кремнійорганічна сполука	+	+	+	+	+	+
вид високомолекулярної речовини	ффс	ффс	ффс	ффс	ффс	-
вид кремнійорганічної сполуки	ЕТС	ЕТС	ЕТС	ЕТС	ЕТС	ЕТС
швидкість термообробки суміші продуктів, град/год	35	30	18	2,0	0,5	н/в
температура термообробки, °C	200	200	180	200	180	760
середовище	відновлювальне	відновлювальне	відновлювальне	відновлювальне	відновлювальне	-
вихід синтезованого нанорозмірного SiC, %	0	10	35	30	30	0

Згідно з даними таблиці більш ефективний спосіб створення реактора вказано у прикладі.

#### Приклад

Кремнійорганічну сполуку додають до рідкої фенолформальдегідної смоли, перемішують, а потім термообробляють до температури 180°C зі швидкістю 18град/год. Вихід нанорозмірного SiC складає 35%.

Нанореактор, що створено за запропонованим способом, дає можливість одержувати нанорозмірні частини SiC.

Це надає можливість рекомендувати розроблений спосіб створення нанореактора для синтезу наночастинок SiC для самоармування керамічних матриць цими частинами, що значно підвищує властивості матеріалів з використанням фенолформальдегідної смоли в якості зв'язуючого.

Експериментальне підтверджено синтез SiC завдяки створенню запропонованого нанореактора в периклазовуглецевих вогнетривах на фенолформальдегідній модифікованій кремнійорганічною речовиною смолі. Властивості периклазовуглецевих вогнетривів підвищуються після термообробки при 1000°C та вище, росте шлакостійкість матеріалу.

Зазначений спосіб створення нанореактора для синтезу SiC невідомий із джерел вітчизняної та іноземної інформації, встановлено авторами вперше, що свідчить про відповідність заявленого рішення критеріям новизни.

У порівнянні з відомими аналогічними рішеннями запропоновано корисну модель, що має такі переваги:

- реактор створюється в технологічному процесі, не потребує спеціальних заходів;

- завдяки хімічним реакціям в нанореакторі між компонентами зменшується викид фенолу при термообробці фенолформальдегідної смоли;

- створені реактори рівномірно розподілені в матрицях матеріалів, тому наночастини розподіляються теж рівномірно.

Джерела інформації:

1. Огенко В.М., Дубовина Л.В., Волков С.В. // Журнал прикладной химии. - 2003. - т.78. - №2. - С.204-206.

2. Огенко В.М., Дубовина Л.В., Лысюк Л.С., Кашков М.М. // Украинский химический журнал. - т.71. - 2005. - №11-12. - С.18-19.