



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103678** (13) **U**  
(51) МПК (2015.01)  
**B82B 3/00**  
**H05H 1/50** (2006.01)

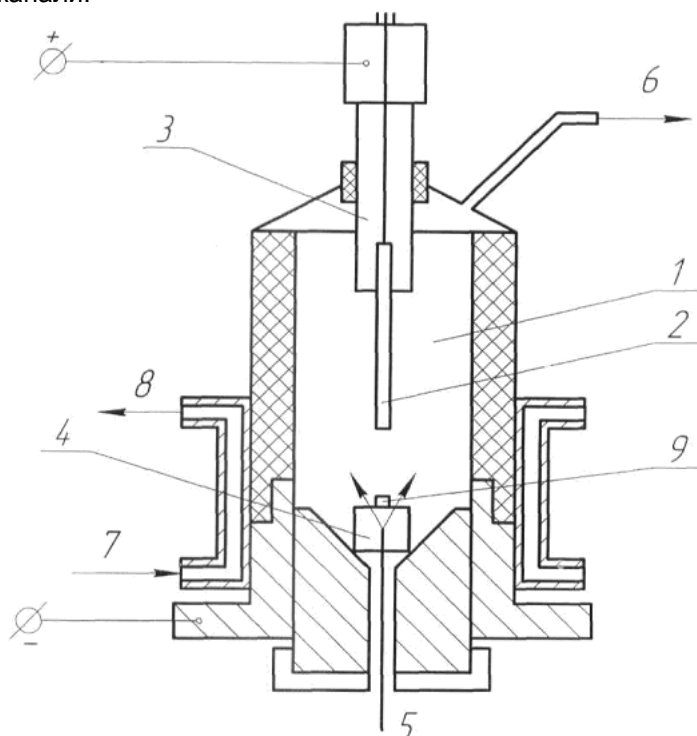
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2015 06185</b>	(72) Винахідник(и): <b>Старовойт Анатолій Григорович (UA), Кеуш Ліна Геннадіївна (UA), Антончик Володимир Євгенійович (UA), Давидов Сергій Леонідович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>23.06.2015</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.12.2015</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.12.2015, Бюл.№ 24</b>	(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ, пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ-5, 49600 (UA)</b>

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СИНТЕЗУ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ ПЛАЗМОВОДУГОВИМ МЕТОДОМ****(57) Реферат:**

Пристрій для синтезу вуглецевих наноматеріалів плазмоводуговим методом включає плазмовий реактор, в якому розташовано рухомий анод у водоохолоджуваному тримачі, патрубки для циркуляції охолоджуючої води, катод та засіб підведення інертного газу. В катоді виконані наскрізні канали.

**UA 103678 U**



Корисна модель належить до області нанотехнологій і може бути використана для отримання вуглецевих наноматеріалів, у тому числі нанотрубок і фулеренів.

Відомо Solid state growth mechanisms for carbon nanotubes (Harris P.J.F. Solid state growth mechanisms for carbon nanotubes. - Carbon. -V.45. -2007. -P. 229-239.), де інертний газ подається до камери зі сторони анода.

Причиною, що перешкоджає використовувати даний пристрій є невеликий вихід та якість вуглецевих наноматеріалів.

Іншим прикладом є "Способ получения углеродных нанотрубок и устройство его осуществления" (патент RU 2337061, МПК C01B 31/02, 2008), де інертний газ подається через анод, який розділений на робочу і підвідну ділянки. Підвідна ділянка анода виконана з нескрізним каналом, у закінченні якого виконано кілька радіальних отворів для підводу інертного газу в камеру з боку робочої ділянки.

Причиною, що перешкоджає використовувати даний пристрій є охолодження підвідної ділянки анода із-за подання холодного інертного газу.

Іншим відомим пристроєм є "A model of carbon nanotubes synthesis in arc discharge plasmas" (Kundrapu M, Li J., Shashurin A., Keidar M. A model of carbon nanotubes synthesis in arc discharge plasmas. - Journal of Physics D: Applied Physics. -V.45. -2012. -P. 305-315.) в якому тиск всередині камери підтримується на постійному рівні шляхом нагнітання гелію в зоні бічної поверхні камери. Газ, що нагнітається, втягується у зону дуги завдяки швидкості підйому плазми та термічної плавучості.

Причиною, що перешкоджає використовувати даний пристрій є те, що через подачу газу до зони бічної поверхні камери збільшується вплив на температуру плазми на сторону вдування камери, що може знизити вихід вуглецевих наноматеріалів.

Найближчим до пристрою, що заявляється є пристрій (патент RU 39129, МПК C01B 31/00, 2004) у якому реактор забезпечений засобом для подачі інертного газу з боку катода у вигляді патрубка, орієнтованого тангенціально до бічної поверхні камери або у вигляді сопла, яке забезпечує закручування газового потоку уздовж осі електродів.

Причиною, що перешкоджає використовувати такий спосіб подачі інертного газу є закручування потоку газу, що може призвести до зриву дуги і нестаціонарного характеру процесу.

Спільними суттєвими ознаками вказаного вище та технічного рішення, що заявляється є використання плазмового реактора, в якому розташовано рухомий анод у водоохолоджуваному тримачі, патрубки для циркуляції охолоджуючої води та катод.

Відмінними рисами є використання спеціальних наскрізних каналів у катоді для підводу інертного газу до реактора.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлено задачу підвищити вихід вуглецевих наноматеріалів за рахунок покращення процесу синтезу плазмоводуговим методом.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для синтезу вуглецевих наноматеріалів плазмоводуговим методом, що включає плазмовий реактор, в якому розташовано рухомий анод у водоохолоджуваному тримачі, патрубки для циркуляції охолоджуючої води, катод та засіб для підведення інертного газу, згідно з корисною моделлю в катоді виконані наскрізні канали.

Пропонований пристрій дозволить стабілізувати горіння дуги, що покращить характер процесу, а також здійснюватиме охолодження катода, що дозволить замінити водяне охолодження.

На кресленні представлений пристрій для синтезу вуглецевих наноматеріалів плазмоводуговим методом.

Пристрій для отримання вуглецевих наноматеріалів складається з плазмового реактору 1, розташованих по осі камери рухомого анода 2, який знаходиться у водоохолоджуваному тримачі 3 та катода 4. Катод виконаний зі спеціальними наскрізними каналами 5 для підведення інертного газу до камери, що запобігає закручуванню потоку газу та зриву дуги. Далі інертний газ виходить через патрубок 6. Вода для охолодження стінок камери надходить через патрубок 7 та виходить через патрубок 8. Дане охолодження перешкоджає розтріскуванню анода, а також необхідне для його рівномірного випаровування, що впливає на вміст вуглецевих наноматеріалів у катодному депозиті 9.

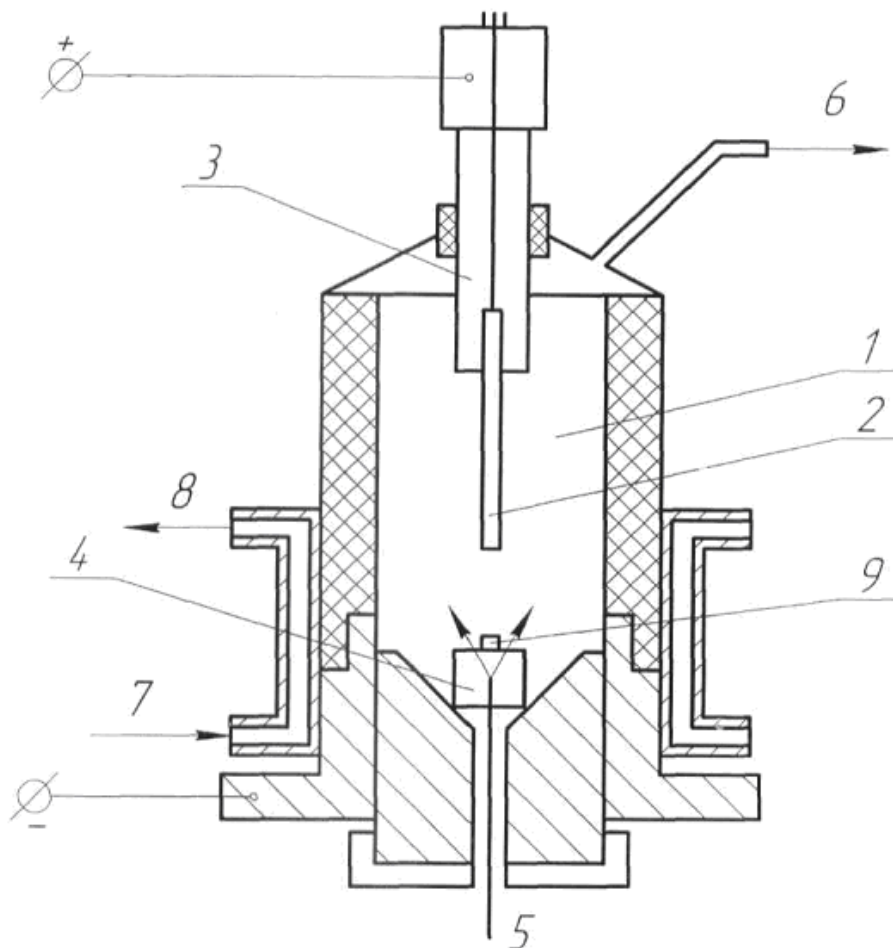
Пристрій для отримання вуглецевих наноматеріалів працює наступним чином. Два електроди: рухомий анод 2 прикріплений до водоохолоджуваного тримача 3 та катод 4, що знаходяться в плазмовому реакторі 1, приєднуються до зовнішнього джерела постійного струму 90 А та напруги 20-30 В і коли відстань між електродами є достатньою 1-2 мм, утворюється дуга в атмосфері аргону під тиском 69 кПа, що подається через спеціальні наскрізні канали 5 у катоді 4. Температури у зоні дуги є достатньо високими для іонізації аргону (інертного газу), отже

підведення інертного газу безпосередньо через спеціальні наскрізні канали 5 у катоді 4 підтримують генерування дуги. Роль інертного газу також полягає, по-перше, в охолодженні фрагментів вуглецю, так як у збудженому стані вони не збираються у стабільні наноструктури, а, по-друге, у віднесенні енергії, яка виділяється при з'єднанні фрагментів. Також за допомогою наскрізних каналів здійснюється охолодження катода інертним газом, що, як відомо, має істотне значення для отримання вуглецевих наноматеріалів хорошої якості. Охолодження стінок апарату здійснюється за допомогою циркуляції охолоджуваної води через патрубки 7 та 8. Тривалість експерименту із синтезу вуглецевих наноматеріалів методом дугового розряду, як правило, складає приблизно 20-30 хвилин, в результаті чого на стінках камери осідає сажа фулерена (плюс фулерени), а також утворюється твердий циліндричний осад на катодному стрижні 9. Саме центральна частина цього осаду містить вуглецеві нанотрубки, незмінно супроводжувані наночастинками та деякою кількістю неупорядкованого вуглецю.

Отже, використання спеціальних наскрізних каналів у катоді для подачі інертного газу сприяє стабілізації генерування дуги без її зриву, що покращує синтез вуглецевих наноматеріалів, а також дозволяє здійснювати ефективне охолодження катода.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для синтезу вуглецевих наноматеріалів плазмодуговим методом, що включає плазмодуговий реактор, в якому розташовано рухомий анод у водоохолоджуваному тримачі, патрубки для циркуляції охолоджуючої води, катод та засіб підведення інертного газу, який відрізняється тим, що в катоді виконані наскрізні канали.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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