



УКРАЇНА

(19) UA (11) 92525 (13) C2
(51) МПК (2009)
C23C 14/35
C23C 14/24
H01J 27/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) РОЗПИЛЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ У ВАКУУМІ НАДПОРУВАТИХ ПОКРИТТІВ З МЕТАЛІВ АБО СЛАБКОЛЕТКИХ РЕЧОВИН НА ПЛОСКІ ПІДКЛАДКИ

1

(21) а200814040
(22) 05.12.2008
(24) 10.11.2010
(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.
(72) ПЕРЕКРЕСТОВ В'ЯЧЕСЛАВ ІВАНОВИЧ, МОКРЕНКО ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, КОСМІНСЬКА ЮЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА
(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (СУМДУ)
(56) SU, 1 808 024, А3, 07.04.1993
UA, 69 974, С2, 15.09.2004
UA, 76 257, С2, 17.07.2006
UA, 80 775, С2, С23С14/35, 25.10.2007
RU, 2 218 450, С2, 10.12.2003
JP, 2005-008947, А, 13.01.2005
KR, 20050011315, А, 29.01.2005
WO, 2005028699, А1, 31.03.2005
(57) 1. Розпилювальний пристрій для нанесення у вакуумі надпоруватих покриттів з металів або слабоколетких речовин на плоскі підкладки, що містить анод та катод у вигляді пустотілого зрізаного конуса з отвором, зверненим до анода, зрізаний конус катода закріплений на основі, що з'єднана з охолоджуваним тримачем, і всередині пустотілого зрізаного конуса, в нижній його частині, розташована підкладка, поблизу поверхні якої розміщена заслінка, для переміщення якої в боковій поверхні

2

пустотілого зрізаного конуса виконаний отвір, який відрізняється тим, що до верхньої частини пустотілого зрізаного конуса катода приєднано корпус катода у вигляді циліндричного герметичного корпусу з наскрізним осьовим отвором і всередині цього циліндричного герметичного корпусу розташована охолоджувана магнітна система у вигляді двосекційного кільцевого постійного магніту, до бічних сторін циліндричного герметичного корпусу катода приєднані патрубкі для підводу та відводу теплоносія для цієї системи, а до верхньої частини циліндричного герметичного корпусу катода прикріплено розпилювану мішень у вигляді диска з наскрізним отвором, який суміщений з отворами пустотілого зрізаного конуса та циліндричного герметичного корпусу катода, причому діаметр наскрізного отвору розпилюваної мішені виконаний меншим мінімального діаметра зони розпилювання, окрім цього, в корпусі охолоджуваного тримача встановлено систему з патрубками для підводу та відводу теплоносія.

2. Розпилювальний пристрій для нанесення у вакуумі надпоруватих покриттів з металів або слабоколетких речовин за п.1, який відрізняється тим, що анод виконаний у формі плоского диска, розташованого коаксіально корпусу катода.

Винахід відноситься до іонно-плазмової техніки та може бути використаний для отримання надпоруватих шарів металів та інших слабо летких речовин у вакуумі на плоских об'єктах.

Відомий розпилювальний пристрій для формування вакуумних конденсатів, що містить охолоджуваний водою катодний вузол, анод, у якості якого виступають стінки робочої камери. Катодний вузол циліндричної форми, що складається з мішені, виготовленої із розпилювального матеріалу, тримача мішені, до якого прилягає магнітна система у вигляді постійних магнітів. Тримач мішені, виготовлений із матеріалу, що має високу теплопровідність, і забезпечує відвід теплоти від мішені,

яка кріпиться в його нижній частині, та підкладку, розміщену безпосередньо на тримачі мішені в отворі, який виконаний в центральній частині мішені. До підкладки прилягає заслінка, діаметр якої дорівнює діаметру отвору і яка може бути виведена із катодного вузла за допомогою штанги (див. патент України на винахід №80775, МПК С23С14/35, 25.10.2007).

Відомий розпилювальний пристрій не дає можливості отримувати надпоруваті шари металів та слабо летких речовин за рахунок зниженої ефективності накопичення розпиленої речовини поблизу ростової поверхні підкладки. Відсутність накопичення речовини поблизу ростової поверхні

(13) C2

(11) 92525

(19) UA

призводить до того, що початок конденсації в часі випереджає процес накопичення речовини поблизу підкладки.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу, який обраний прототипом, є пристрій для нанесення покриттів у вакуумі, що містить анод у вигляді немагнітного герметичного циліндричного корпусу, розташованого коаксіально аноду, пустотілий катод з корпусом у вигляді зрізаного конуса, а також встановлену всередині немагнітного герметичного циліндричного корпусу анода водоохолоджувану магнітну систему у вигляді односекційного циліндричного постійного магніту, до торця якого приєднано фокусуючий магнітопровід. На пустотілому корпусі катода встановлено верхню розпилювану частину у вигляді суцільного диску з отворами, виконаними симетрично відносно осі пристрою, основа й тримач корпусу катода виконані пустотілими і всередині тримача розміщена трубка для передачі води, а самі тримач і основа з'єднані між собою трубкою для подачі води. Всередині корпусу катода на його основі розміщені підкладки, поблизу поверхні яких розташовується заслінка, в нижній частині корпусу катода виконано отвір переміщення заслінки (див. патент України на винахід №76257, МПК(2006) С23С14/35, 17.07.2006 Бюл. №7).

В прототипі конфігурація верхньої розпилюваної частини катода сприяє рівномірному розподіленню концентрації іонізованої речовини та перенаправленню її потоку усередину пустотілого корпусу катода, таким чином створюючи умови для стабільного тліючого розряду. Наведена конструкція розпилювального пристрою сприяє конденсації більшої частини розпиленої речовини на аноді, що не виключає накопичення речовини в пустотілому катоді, але значно знижує стаціонарність процесу конденсації. При роботі пристрою необхідно забезпечити близькість розташування анода та катода для отримання стабільності розряду, розміщення магнітної системи в корпусі аноду не сприяє локалізації зони розпилення катода, що в свою чергу потребує виконання пустотілого катода з того матеріалу, з якого отримують конденсати. Взаємне розташування катода та анода, являється додатковим технологічним параметром, який визначає умови отримання конденсатів. У зв'язку з розміщенням магнітної системи в аноді виникає потреба в близькому розташуванні катода та анода для стабілізації розряду, що в свою чергу не сприяє локалізації зони розпилення та не забезпечує ефективно розпилення мішені. Відсутність необхідного коефіцієнту розпилення мішені не створює умов для накопичення речовини поблизу підкладки.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення конструкції катода пристрою для задач нанесення нанорозмірних покриттів на об'єкти з плоскими поверхнями у вакуумі в пустотілому катоді шляхом модифікації конструкції катода, що розширить технологічні можливості системи та дозволить отримувати надпоруваті покриття металів та інших слабо летких речовин на плоских поверхнях підкладок.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої, який містить анод, розташований співві-

сно аноду катод у вигляді пустотілого зрізаного конусу з отвором, зверненим до аноду, зрізаний конус катода, закріплений на основі, що з'єднана з охолоджуванним тримачем, і всередині пустотілого зрізаного конусу, в нижній його частині, розташована підкладка, поблизу поверхні якої розміщена заслінка, для переміщення якої в боковій поверхні пустотілого зрізаного конусу виконаний отвір, згідно винаходу, до верхньої частини пустотілого зрізаного конусу катода приєднана нижня частина корпусу катода у вигляді циліндричного герметичного корпусу з наскрізним осьовим отвором і всередині цього циліндричного герметичного корпусу розташована охолоджувана магнітна система у вигляді двосекційного кільцевого постійного магніту, до бічних сторін циліндричного герметичного корпусу приєднані патрубки для підводу та відводу теплоносія цієї системи, а до верхньої частини циліндричного герметичного корпусу прикріплено розпилювану мішень у вигляді диску з наскрізним отвором, який суміщений з отворами пустотілого зрізаного конусу та циліндричного герметичного корпусу катода, причому діаметр наскрізного отвору розпилюваної мішені виконаний меншим мінімального діаметру зони розпилювання, окрім цього в корпусі охолоджуваного тримача встановлено систему з патрубками для підводу та відводу теплоносія. Окрім цього, анод може бути виконаний у вигляді плоского диску, розташованого коаксіально корпусу катода.

Використання пристрою, що заявляється, у сукупності з усіма істотними ознаками, включаючи відмітні, дозволяє забезпечити отримання надпоруватих покриттів на плоских поверхнях підкладок та забезпечити високу стаціонарність процесу конденсації. Використання наведеної вище конструкції накопичувальної іонно-плазмової системи дозволяє збільшити та водночас локалізувати зону ерозії мішені за рахунок розміщення магнітної системи в катоді. Накопичення розпиленої речовини в пустотілому зрізаному конусі відбувається за рахунок дифузії розпилених атомів через отвір в корпусі катода та мішені.

На фіг. креслення зображена схема пристрою, що заявляється.

Пристрій для нанесення покриттів у вакуумі містить анод 1, виконаний у формі плоского диску, та катод. Катод складається з герметичного, виконаного з немагнітного матеріалу корпусу 2, всередині якого знаходиться охолоджувана магнітна система 3 у вигляді двосекційного кільцевого постійного магніту 4. До бічних сторін корпусу 2 катода приварено патрубки 5,6 для підводу та відводу теплоносія системи 3. До нижньої частини герметичного корпусу 2 катода приєднано пустотілий зрізаний конус 7, виконаний з немагнітного матеріалу, нижня частина пустотілого зрізаного конусу 7 звернена до підкладки 8. Підкладка 8 розміщується в нижній частині пустотілого зрізаного конусу 7 на основі охолоджуваного тримача 9. До основи охолоджуваного тримача 9 приварений корпус 10 тримача, в якому розміщена охолоджуюча система 11 з патрубками для підводу 12 та відводу 13 теплоносія. В нижній частині пустотілого зрізаного конусу 7 виконано отвір 14 для переміщення заслінки 15. Заслінка 15 дозволяє мінімізувати вміст

побічних домішок в отримуваних покриттях шляхом контролю часу нанесення покриття. Розпилювана мішень 16 у вигляді диску прикріплюється до верхньої основи корпусу 2 катода та має наскрізний осьовий отвір 17, який суміщений з отвором 18 корпусу 2 катода.

Джерело живлення 19 слугує для створення електричного поля між анодом 1 та катодом і дозволяє задавати необхідний режим роботи пристрою.

Пристрій працює наступним чином.

Попередньо в робочому об'ємі вакуумної камери, де знаходиться пристрій для розпилювання речовини з підкладкою, на яку необхідно нанести покриття, створюється технологічний вакуум порядку 10^{-4} Па. Після досягнення необхідного вакууму в камері роблять напуск робочого газу (будь-який інертний газ) до тиску 20-40 Па. Для отримання сполук з різним хімічним складом в камеру проводиться напуск інших газів та змінюють робочу мішень.

Після напуску робочого газу в об'єм камери між анодом 1 і катодом подають напругу від постійного джерела 19 живлення, заслінка 15 повинна бути розташована над підкладкою 8, що дозволяє уникнути небажаного запылення підкладки. Після подачі напруги між анодом 1 і катодом над поверхнею мішені 16 виникає тліючий розряд, зумовлений рядом причин: між анодом 1 та катодом існує область схрещених електричного та магнітного полів, що зумовлює виникнення магнетронного ефекту, який локалізує зону ерозії, та посилює струм розряду, крім того в об'ємі пустотілого зрізаного конусу 7 виникає підвищений тиск, викликаний спрямованим рухом іонів робочого газу, а також розпилені атоми, які, рухаючись, взаємодіють з іонами та стінками пустотілого зрізаного конусу 7, утворюючи вторинні електрони, які виштовхуються з пустотілого зрізаного конусу 7 через отвір 18 в корпусі 2 катода, та отвір 17 у мішені 16, це сприяє утворенню плазми в об'ємі пустотілого зрізаного конусу 7 катода. Електрони виштовхуються з корпусу 2 катода та пустотілого зрізаного конусу 7 через отвори 17 та 18 до анода 1, призводять до іонізації робочого газу і стабілізації розряду. Встановлена мішень 16 розпилюється та розігрівається під дією іонів плазми та вибитих з поверхні пустотілого зрізаного конусу 7 катода вторинних електронів, внаслідок чого, по-перше, відбувається термоемісія електронів з поверхні

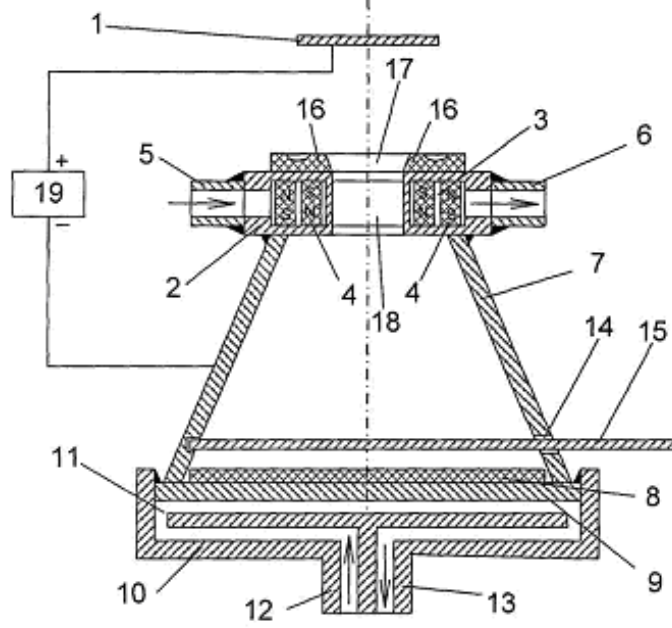
розпилюваної мішені 16, що посилює стабільність розряду. По-друге, позитивні іони, утворені в розряді, також сприяють розпиленню мішені 16. Практично вся розпилена речовина акумулюється біля мішені 16 та в пустотілому зрізаному конусі 7. Таке накопичення призводить до конденсації розпилені атомів біля зони ерозії та в пустотілому зрізаному конусі 7. Майже вся розпилена речовина та інертний газ в пустотілому зрізаному конусі 7 переходять в іонізований стан.

В початковий момент роботи пристрою всередині пустотілого зрізаного конусу 7 катоду знаходиться лише плазма інертного газу. Атоми розпиленої речовини дифундують в пустотілий зрізаний конус 7 катода, доки концентрація речовини на вході в пустотілий зрізаний конус 7 буде рівною концентрації речовини всередині пустотілого зрізаного конуса 7. З початком конденсації концентрація атомів всередині пустотілого зрізаного конусу 7 не зменшується за рахунок дифузії атомів речовини в об'єм пустотілого зрізаного конусу 7 катода.

Відкриттям заслінки 15 контролюють процес осадження речовини на поверхню підкладки 8. Дія плазми на ростову поверхню підкладки 8 призводить до повторного випаровування речовини та подальшої іонізації і повернення на ростову поверхню, вплив плазмою на поверхню конденсату призводить до циклічного утворення в об'ємі конденсату пор діаметром 0.01-20 мкм. За рахунок накопичування розпиленої речовини в пустотілому зрізаному конусі 7 і повторного випаровування та конденсації атомів створюються умови для накопичення речовини поблизу підкладки 8, в результаті якого на підкладці 8 відбувається контрольоване формування низькорозмірних систем розпилюваної речовини, в тому числі надпоруватих шарів металів та інших слабо летких речовин.

Приклад конкретного здійснення винаходу. При напиленні плівки алюмінію на плоскі підкладки діаметром 15 мм, які віддалені від отвору 17 на відстань 20 мм та часі нанесення 10 хв., при потужності розряду 20 Вт були отримані плівки з рівномірно розподіленими порами діаметром 0.05 мкм. В залежності від параметрів напилення розмір пор може складати 0,01-20 мкм.

Таким чином заявлений розпилювальний пристрій дозволяє одержати надпоруваті покриття, матеріал якого містить пори з середнім розміром не менше 0,01 мкм, з металів або слабо летких речовин.



Фіг.