



УКРАЇНА

(19) UA (11) 80775 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
C23C 14/35

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВАКУУМНИХ КОНДЕНСАТІВ

1

2

(21) а200601412

(22) 13.02.2006

(24) 25.10.2007

(72) ПЕРЕКРЕСТОВ В'ЯЧЕСЛАВ ІВАНОВИЧ, UA,  
КОСМІНСЬКА ЮЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA,  
КОРНЮЩЕНКО ГАННА СЕРГІЇВНА, UA

(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA  
(56) Данилин Б.С. Применение

низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - С. 63  
Перекрестов В. И., Косминская Ю.А. Проявление пространственно распределенной селективности при конденсации меди в крайне неравновесных условиях // Металлофизика и новейшие технологии. - 2005. - Т. 27, №2. - С. 265-274  
UA 33751, H01J 25/55, C23C 14/35, 15.02.2001  
UA 18139, H01L 39/24, 31.10.1997  
UA 52326, C23C 14/32, 16.12.2002  
UA 10770, H05B 7/00, 15.11.2005  
UA 76257, C23C 14/35, 16.01.2006  
SU 297709, C23C 15/00, 18.05.1971  
SU 1808024, C23C 14/35, 07.04.1993  
RU 2107971, H01J 37/317, 37/34, C23C 14/35, 27.03.1998

JP 57188679, C23C 14/36, 14/35, H01J 37/34, H01L

21/285,

19.11.1982

JP 58091168, C23C 14/36, 14/35, H01J 37/34, 31.05.1983

JP 2003328122, C23C 14/35, H01F 41/18, 19.11.2003

(57) Пристрій для формування вакуумних конденсатів, що містить анод, за який використані стінки робочої камери, охолоджувані водою катодний вузол циліндричної форми, який складається з мішені, виготовленої із розпилювального матеріалу, тримача мішені і магнітної системи у вигляді постійних магнітів, які забезпечують формування необхідної конфігурації магнітного поля безпосередньо над поверхнею розпилювальної мішені, та підкладку, який відрізняється тим, що в центральній частині мішені, виконаний отвір з діаметром, що не перевищує мінімальний діаметр зони розпилення, і всередині цього отвору, безпосередньо на тримачі мішені в отворі мішені, розміщено підкладку, до зовнішньої поверхні якої прилягає заслінка круглої форми з діаметром, рівним діаметру отвору в мішені, при цьому заслінка розташована з можливістю її відведення від катодного вузла за допомогою штанги.

Винахід відноситься до іонно-плазмової техніки та може бути використаний для формування структурно рівноважних шарів з різною об'ємною архітектурою при знижених коефіцієнтах конденсації тобто при наближенні до фазової рівноваги в системі пара-конденсат.

Відомий розпилювальний пристрій для формування конденсатів у вакуумі, який містить анод у вигляді немагнітного герметичного циліндричного корпусу, розташований співвісно аноду пустотілий катод з корпусом у вигляді зрізаного конуса, а також встановлену всередині немагнітного герметичного циліндричного корпусу анода водоохолоджувану магнітну систему, що представляє собою односекційний циліндричний постійний магніт до торця якого приєднаний фокусуючий магнітопровід. На пустотілому корпусі катода встановлено верхню розпилювану частину

у вигляді суцільного диску з отворами, виконаними симетрично відносно вісі пристрою, при цьому основа й тримач пустотілого корпусу катода, виконані також пустотілими, і всередині тримача розміщена трубка для подачі води, а самі тримач і основа з'єднані між собою трубкою для відводу води і всередині пустотілого корпусу катода на його основі розміщені підкладки, поблизу поверхні яких розташовується заслінка, і в нижній частині самого корпусу катода виконаний отвір переміщення заслінки [див. Перекрестов В.И., Косминская Ю.А. Проявление пространственно распределенной селективности при конденсации меди в крайне неравновесных условиях // Металлофизика и новейшие технологии. - 2005. - Т.27, №2. - С. 265-274.].

Недоліками аналогу є складність конструкції, що пов'язана з необхідністю охолодження як

(13) C2

(11) 80775

(19) UA

катодної частини пристрою так і анодної, а також невизначеність зони розпилення, що призводить до складності контролювання основними параметрами процесу конденсації.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є відомий магнетронний розпилювальний пристрій для осаждения шарів який обраний прототипом і містить катодний вузол, анод та підкладку. У якості анода виступають стінки робочої камери. Катодний вузол складається з мішені, що виготовлена із розпилюваного матеріалу, тримача мішені і водоохолоджуваної магнітної системи. Магнітна система містить секції постійних магнітів, які забезпечують формування необхідної конфігурації магнітного поля безпосередньо над поверхнею розпилювальної мішені. При цьому підкладкотримач розташовується на деякій відстані від розпилювальної поверхні мішені [див. Б.С. Данилин. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. М., Энергоатомиздат, 1989, с.63].

Недоліком прототипу є розміщення підкладки на деякій відстані від поверхні мішені, тобто в розпилювальному пристрою не передбачене розміщення підкладки в отворі центральної частини розпилювальної мішені, що виключає можливість опромінення ростової поверхні потоками іонів, з енергіями, що не перевищують енергію розпилення уже сконденсованого матеріалу. Це виключає формування шарів з необхідною "архітектурою" в умовах, наближених до фазової рівноваги в системі пара-конденсат. Також недоліком є те, що при підвищених тисках робочого газу (більше 5Па) швидкість осаждения півки зменшується практично до нуля. Ця обставина унеможливує створення об'ємного дифузійного поля біля ростової поверхні. Тому, використовуючи такий магнетронний розпилювальний пристрій, неможливо прискорено формувати структурно рівноважні шари з різною об'ємною "архітектурою" (тривимірні лабіринтові шари, стовпчасті структури і т.д.).

В основу винаходу поставлено завдання вдосконалення катодного вузла магнетронного розпилювального пристрою для нанесення покриттів, що значно розширить технологічні можливості пристрою, а саме дасть можливість його використання при підвищених тисках робочого газу, тобто в умовах необхідної оберненої дифузії та в умовах створення ефективного об'ємного дифузійного поля біля ростової поверхні.

Поставлене завдання вирішується тим, що в пристрої для формування вакуумних конденсатів, що містить анод, у якості якого виступають стінки робочої камери, охолоджуваний водою катодний вузол циліндричної форми, який складається з мішені, виготовленої із розпилювального матеріалу, тримача мішені і магнітної системи у вигляді постійних магнітів, які забезпечують формування необхідної конфігурації магнітного поля безпосередньо над поверхнею розпилювальної мішені, та підкладки, згідно винаходу, в центральній частині мішені зроблений

отвір з діаметром що не перевищує мінімальний діаметр зони розпилення, і в середині цього отвору, безпосередньо на тримачі мішені в отворі мішені, розміщено підкладку, до зовнішньої поверхні якої прилягає заслінка круглої форми з діаметром рівним діаметру отвору в мішені, при цьому заслінка розташована з можливістю її відведення від катодного вузла за допомогою штанги.

Використання пристрою, що заявляється, у сукупності з всіма істотними ознаками, включаючи відмітні, дозволяє, по-перше, формування конденсатів в об'ємному дифузійному полі, тобто при тисках робочого газу, що перевищує 5Па. Завдяки дії обернених дифузійних потоків на поверхню росту створюються умови близькі до фазової рівноваги пара-конденсат, тобто умови безпосередньої взаємодії ростової поверхні з висококонтентрованою плазмою, при якій ті атоми які не створили достатньо міцних хімічних зв'язків будуть повторно випаровуватись та розпилюватись, що і дозволяє керувати архітектурою утворюваних шарів.

На Фіг.1 зображена схема пристрою, що заявляється.

Розпилювальний пристрій містить охолоджуваний водою катодний вузол, анод, у якості якого виступають стінки робочої камери. Катодний вузол циліндричної форми складається з мішені 1, виготовленої із розпилювального матеріалу, тримача 2 мішені 1, до якого прилягає магнітна система у вигляді постійних магнітів 3. Тримач 2 мішені 1, виготовлений із матеріалу, що має високу теплопровідність, і забезпечує відвід теплоти від мішені 1, яка кріпиться в його нижній частині, та підкладку 4, розміщену безпосередньо на тримачі 2 мішені 1 в отворі 5, який виконаний в центральній частині мішені 1. До підкладки 4 прилягає заслінка 6, діаметр якої дорівнює діаметру отвору 5 і яка може бути виведена із катодного вузла за допомогою штанги 7.

Пристрій працює наступним чином.

Спочатку перевіряють вільний доступ охолоджуючої води до розпилювальної системи. Далі об'єм вакуумної камери, де знаходиться розпилювальний пристрій, відкачують до технологічного вакууму, та обезгажують, шляхом тривалого прогріву робочої камери за допомогою нагрівача. Потім роблять напуск робочого інертного газу (Ar) до тиску ~10-20Па. Після напуску газу включають на достатньо тривалий час розпилювачі титану, і завдяки геттерним властивостям титану досягалась глибока очистка об'єму робочої камери. При цьому весь цей час заслінка 6 повинна розташовуватися безпосередньо під підкладкою 4, тобто знаходитися в положенні "закрито". Лише після глибокої очистки робочого газу (Ar) штанга 7 переміщувалась униз і відкривалась заслінка 6. Далі подають напруж між анодом і катодом, в результаті чого між ними виникає тліючий розряд, стабілізація якого обумовлена перетином електричного поля, з напруженістю E та магнітного поля, з індукцією B, що створюється постійними магнітами 3.

Під дією бомбардування мішені 1 іонами відбувається її розпилення. Так як, процес конденсації проводять при підвищених тисках робочого газу, що перевищує 5 Па, то розпилена речовина, під дією зворотної дифузії повертається знову на мішень 1 та осаджується на підкладку 4, до якої підведений від'ємний потенціал і яка кріпиться безпосередньо на тримачі 2 мішені 1, що охолоджується водою.

Оскільки підкладка 4 і тримач 2 мішені 1 являє собою одне ціле і знаходяться під від'ємним потенціалом розпилювальної мішені 1 то ростова поверхня опромінюється потоками іонів робочого газу і розпиленого матеріалу. При цьому енергія іонів завдяки дифузійному руху усереднюється та зменшується до значень, що не перевищують енергію розпилення уже сконденсованого матеріалу (-5-20eV). Це дозволяє проводити формування шарів при знижених коефіцієнтах конденсації (при наближенні до фазової рівноваги в системі пара-конденсат) в об'ємному дифузійному полі, що є необхідною передумовою просторово розподіленого зародження та росту структурно рівноважних конденсатів. При цьому подібні селективні процеси підсилюються завдяки флуктуаціям напруженості електричного поля безпосередню над поверхнею росту. Крім того удосконалена система розпилення має заслінку 6, яка на підготовчому етапі технологічного процесу безпосередньо прилягає до підкладки 4 і тим самим виключає незаплановане формування конденсату. Розширення технологічних можливостей пристрою відбувається завдяки можливості опромінення поверхні росту іонами, енергія яких не перевищує граничну енергію розпилення уже сконденсованої речовини. При цьому конденсація відбувається при підвищених тисках робочого газу, тобто в об'ємному дифузійному полі, що надає додаткову можливість керування процесом нанесення покриттів. Чітка визначеність зони розпилення області схрещених електричних і магнітних полів, та зони осадження, яка знаходиться у центрі підкладки, забезпечують повний контроль над процесом конденсації а також, умови в яких відбувається конденсація дозволяють отримувати шари з різною архітектурою.

