



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 5699

(13) U

(51) 7 H05H1/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ІОННО-ПЛАЗМОВОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ

1

2

(21) 20040806458

(22) 02.08.2004

(24) 15.03.2005

(46) 15.03.2005, Бюл. №3, 2005р.

(72) Базалєєв Микола Іванович, Клепиков Вячеслав
Федорович, Литвиненко Володимир Вікторович(73) НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР ЕЛЕКТРОФІ-
ЗИЧНОЇ ОБРОБКИ НАН УКРАЇНИ(57) Установа для іонно-плазмового нанесення
покріттів у вакуумі, що складається з вакуумної
камери, що має штуцери для подачі та відводу
інертних газів, підкладинкоутримувача, електроду-
гового джерела плазми, яке включає вмикаюче
джерело живлення, підпалюючий пристрій, анод,
катод, плазмовід з розташованим на ньому фоку-

суючим соленоїдом та селектором іонів, містить
модулятор - оптично прозорий електрод, охоп-
лений електромагнітною котушкою та додатковий
електрод, яка відрізняється тим, що модулятор,
підкладинкоутримувач та додатковий електрод
підключені до джерела живлення змінних струму
та напруги в режимі від'ємного зворотного зв'язку
між змінами струму дуги та відповідних йому змін
магнітного та електричного полів всередині плаз-
моводу, а формування покриття на підкладинці
здійснюється пульсуючим потоком іонів за допо-
могою модулятора та подачі змінної (імпульсної)
напруги на оптично прозорий електрод та підкла-
динку.

Установа з вакуумно-дуговим джерелом пла-
зми призначена для нанесення твердих, зносо-
стійких, захисних та декоративних покриттів на
метали та полімери у вакуумі шляхом конденсації
іонно-плазмового потоку на низькотемпературну
(20-150°C) підкладинку.

Конструктивні особливості установки дозво-
ляють реалізувати низку технологій, які забезпе-
чують високу щільність та суцільність покриттів,
досягти високої адгезії до підкладинки, підвищену
мікротомлювану та абразивну зносостійкість по-
кріттів, знизити порівняно з методом вакуумно-
плазмового нанесення покриттів (метод КІБ - кон-
денсації з іонним бомбардуванням) температуру
підкладинки в процесі конденсації покриття з 300-
800°C до 20-150°C.

Зазначені технічні результати досягаються за-
вдяки тому, що запропонована установка для іон-
но-плазмового нанесення покриттів у вакуумі,
окрім відомих вузлів та систем, що застосовуються
в установках булатного типу [А.С. 858540, СРСР,
H05H1/26, 1980] (вакумна камера, підкладинкоут-
римувач, електродуговое джерело плазми, яке
включає, вмикаюче джерело живлення, підпалюю-
чий пристрій, анод, катод, плазмовід з розташо-
ваним на ньому фокусуючим соленоїдом та селекто-
ром іонів) містить модулятор (оптично прозорий
електрод, охоплений електромагнітною катушкою)

та додатковий електрод. При цьому модулятор,
підкладинкоутримувач та додатковий електрод
підключені до джерела живлення змінних струму
та напруги.

Плазмовід, виготовлений у вигляді циліндру з
розвинутою внутрішньою поверхнею стінки, роз-
міщений між катодом і анодом, ізолюваний від
корпусу вакуумної камери та електрично зв'язаний
через обмотку соленоїда з анодом, оснащений
додатковою струмовою магнітною катушкою, яка
послідовно ввімкнута в ланцюг живлення катода.

Установа 1, (фігура), працює наступним
чином

На підкладинкоутримувачі 2 закріплюють об-
роблюваний виріб (підкладинку) 16, після чого за-
кривають завантажувальний люк вакуумної каме-
ри. Вмикають вакуумний насос. При досягненні в
камері заданої глибини вакууму, в порожнину ка-
мери через штуцер 17 подають інертний газ і з
допомогою електродів 12, 14 та джерела 15 змін-
ної напруги здійснюють попередню чистку (актива-
цію) поверхні підкладинки 16 в жевріючому
розряді.

Встановивши за допомогою пульта керування
необхідний режим роботи камери, вмикають дже-
рело живлення (9, 11, 15). Випаровування матері-
алу катода 3 здійснюється катодною плямою ваку-
умної дуги сильнотривового низьковольтного

(13) U

(11) 5699

(19) UA

розряду в проміжку катод 3 - плазмод 6, корпус 1 (анод). Під дією первинних електронів та іонів підпалюючого електрода 4 відбувається іонізація випареної речовини катода 3 та реагуючих газів, встановлюється стаціонарний дуговий розряд, що спричиняє виникнення високошвидкісних потоків, які складаються з заряджених та нейтральних часток: іонів, нейтральних атомів та мікрочасток - крапель та твердих уламків катода 3.

В результаті дії на поверхню плазмоду 6 заряджених компонент плазми (іони та електрони) між плазмодом 6 та анодом (корпусом 1) виникає різниця потенціалів. Через катушку соленоїда 7 протікає електричний струм, в результаті чого всередині плазмоду 6 створюється магнітне поле. Магнітне поле заданої конфігурації формується накладенням магнітних полів соленоїда 7 та додаткової струмової катушки 8.

Під дією радіальної складової електричного поля, форма еквіпотенціалей якого визначається топографією магнітного поля та електричним потенціалом плазмоду 6, іонна частина потоку плазми, змінюючи напрям руху, як показано на фігурі, проходить без значних втрат на стінках плазмоду, де переважно осаджується мікрокрапельна складова випарюваного катода 3.

Стабілізація характеристик потоку плазми забезпечується за рахунок реалізації в конструкції плазмооптичного стабілізатора від'ємного зворотного зв'язку між змінами струму дуги та відповідних йому змін магнітного та електричного полів всередині плазмоду 6.

Селектор іонів 10, за рахунок дії електричного поля в міжрешітковому просторі, забезпечує проходження позитивних іонів скрізь оптично непрозорий екран, покращуючи співвідношення між корисною іонною складовою та нейтральними мікрочастками

Формування покриття на підкладці 16 здійснюється пульсуючим потоком іонів за допомогою модулятора та подачі змінної (імпульсної) напруги на оптично прозорий електрод 12 та підкладку 16 (при нанесенні покриттів на діелектрики, напруга подається на додатковий електрод 14).

Поток іонів на виході селектора 10, попадаючи в зону дії змінного електричного та магнітного полів прискорюється утворюючи пульсуючий потік іонів змінної енергії, які осаджуються на підкладку 16. В міжрешітковому просторі оптично прозорого електрода 12 формується електромагнітне поле, яке забезпечує проходження прискорюваних іонів без значних втрат. За рахунок прикладеної різниці потенціалів між електродами 12 та підкладкою 16 (електродом 14) здійснюється додаткова іонізація молекул реактивного газу в зоні нанесення покриття.

Перевагою запропонованої установки є можливість низькотемпературного формування іонно-плазмових покриттів в вакуумі шляхом осадження (конденсації) змінного за величиною енергії потоку іонів випарюваного матеріалу та реагуючих газів.

Термодинамічна обробка покриття потоком іонів змінної енергії при відсутності у конденсованому потоці крапельних утворень та нейтральних часток матеріалу катода дозволяє досягти високої адгезії покриття до підкладки, забезпечити високу щільність та суцільність покриттів, підвищену мікровтомлювану та абразивну зносостійкість

Завдяки зниженню внутрішніх напружень на границі поділу покриття-підкладка, знижуються вимоги до умов узгодженості коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів покриття та підкладки, що істотно розширює технологічні можливості установки.

