

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 17194

(13) С1

(46) 2013.06.30

(51) МПК

C 23C 14/00 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ЧАСТИЦАХ ПОРОШКОВ В ВАКУУМЕ

(21) Номер заявки: а 20100924

(22) 2010.06.17

(43) 2012.02.28

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Ковалевский Виктор Николаевич; Жук Андрей Евгеньевич; Григорьев Сергей Владимирович; Ковалевская Анна Викторовна; Сачава Дмитрий Григорьевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 9418 С1, 2007.

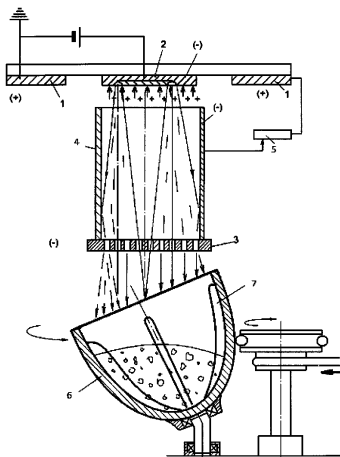
SU 1749315 А1, 1992.

(57)

1. Устройство для получения нанопокрyтия на частицах микропорошка в вакууме, содержащее вакуумную камеру, в которой размещены анод и распыляемый составной или композиционный катод, установленный внутри анода в одной плоскости с ним, отличающееся тем, что на расстоянии 50 мм от распыляемого катода расположены трубчатый и перфорированный катоды, а на расстоянии от 120 до 150 мм от распыляемого катода расположен барабан с лопатками для перемешивания микропорошка и загрузочным окном, при этом на рабочие поверхности барабана и лопаток нанесено керамическое нанопокрyтие, а профиль лопаток выполнен по эвольвенте, за исходную кривую которой принята окружность, соответствующая диаметру загрузочного окна барабана.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что на загрузочном окне барабана установлен сетчатый анод.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что на наружной поверхности барабана установлены нагреватель или камера охлаждения.



ВУ 17194 С1 2013.06.30

Изобретение относится к области технологии нанесения покрытий в вакууме и может быть использовано для получения керамических, керамико-полимерных, полимерных и сверхтвердых материалов для машиностроения, приборостроения, электроники и электротехники, а более конкретно абразивного, режущего и формующего инструмента, конструкционных деталей, работающих в узлах трения, эрозионного износа, подложек микросхем, нагревательных элементов и т.д.

Известно устройство для получения покрытий на частицах порошков в вакууме [1], содержащее вакуумную камеру, в которой размещены анод и распыляемый катод, установленный внутри анода в одной плоскости с ним, дополнительный катод, выполненный перфорированным, при этом площадь сплошной части поверхности дополнительного катода соответствует площади распыляемого катода, содержит вращающийся барабан с перемешивающими лопатками для размещения порошка и трубчатым катодом, расположенным между распыляемым и дополнительным катодами, кроме того, распыляемый катод выполнен составным или композиционным.

Такая конструкция обеспечивает возможность нанесения покрытий на порошках, повышение коэффициента использования мишени, равномерность и высокую адгезионную прочность покрытия с частицами порошка, нанесение на поверхность порошка композиционных покрытий сложного состава. Однако при нанесении покрытий на микропорошки трудно получить равномерное покрытие ввиду сложности равномерного перемешивания микропорошков.

Прототипом является устройство для получения покрытий на частицах порошков в вакууме [2], содержащее вакуумную камеру, в которой размещены анод и распыляемый катод, установленный внутри анода в одной плоскости с ним, дополнительный катод, выполненный перфорированным, при этом площадь сплошной части поверхности дополнительного катода соответствует площади распыляемого катода, содержит вращающийся барабан с перемешивающими лопатками для размещения порошка и трубчатым катодом, расположенным между распыляемым и дополнительным катодами, кроме того, распыляемый катод выполнен составным или композиционным.

Устройство конструкции обеспечивает возможность нанесения покрытий на порошках, повышение коэффициента использования мишени, равномерность и высокую адгезионную прочность покрытия с частицами порошка, нанесение на поверхность порошка композиционных покрытий сложного состава.

Однако при нанесении покрытий на микропорошки не исключается загрязнение порошка примесями при контакте с рабочей поверхностью смешивающего устройства, трудно получить равномерное перемешивание порошков, имеющих форму поверхности, отличную от сферической, дисперсных порошков, склонных к агломерированию, создать условия аморфизации покрытий.

Задачей изобретения является обеспечение возможности нанесения равномерного нанопокрyтия на микропорошках с различной формой поверхности, создания защитного нанопокрyтия на рабочих поверхностях смешивающего устройства, исключаяющего загрязнение порошков примесями, управления температурным режимом обрабатываемых порошков.

Поставленная задача достигается тем, что в устройстве для получения нанопокрyтия на частицах микропорошка в вакууме, содержащем вакуумную камеру, в которой размещены анод и распыляемый составной или композиционный катод, установленный внутри анода в одной плоскости с ним, на расстоянии 50 мм от распыляемого катода расположены трубчатый и перфорированный катоды, а на расстоянии от 120 до 150 мм от распыляемого катода расположен барабан с лопатками для перемешивания микропорошка и загрузочным окном, при этом на рабочие поверхности барабана и лопаток нанесено керамическое нанопокрyтие, а профиль лопаток выполнен по эвольвенте, за исходную кривую которой принята окружность, соответствующая диаметру загрузочного окна барабана,

кроме того, на загрузочном окне барабана может быть установлен сетчатый анод, а на наружной поверхности барабана установлены нагреватель или камера охлаждения.

Сущность изобретения поясняется фигурой.

Устройство состоит из вакуумной камеры (на фигуре не показана), анода 1 и распыляемого составного или композиционного катода 2, дополнительных перфорированного 3 и трубчатого 4 катодов, питаемых от дополнительного источника 5, барабана-анода 6 с перемешивающими лопатками 7, дополнительного сетчатого анода, питаемого от источника 5 (на фигуре не показан).

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

В вакуумной установке УРМ типа 379048 размещали анод 1 и распыляемый катод 2, установленный внутри анода в одной плоскости с ним, размещали на расстоянии 50 мм от распыляемого катода дополнительные перфорированный 3 и трубчатый 4 катоды, а на расстоянии 120-150 мм барабан 6 с загрузочным окном и перемешивающими лопатками 7, на рабочие поверхности которых наносили керамическое нанопокрывание с аморфной структурой, в барабан засыпали порошок. Осуществляли предварительную активацию поверхности частиц алмаза обработкой в тлеющем разряде при давлении 5×10^3 Торр и отключенной магнитной системе.

При распылении составных или композиционных катодов наносятся керамические покрытия, которые могут образовывать химические соединения при нагреве до 900°C (например, $\text{Si} + \text{C} = \text{SiC}$). В качестве анода используют барабан для перемешивания порошка, а на загрузочном окне барабана размещают сетчатый анод, который подключен к источнику питания под напряжением 50 В, что устраняет попадание в зону покрытия порошков высокоэнергетичных потоков электронов и способствует снижению температуры в зоне нанесения покрытия, созданию условий аморфизации конденсата.

Дополнительные трубчатый и перфорированный катоды в процессе распыления покрываются распыляемым материалом (делают его нетокопроводящим), что исключает попадание в покрытие примеси железа материала вакуумной камеры.

Низкая сыпучесть микро- и нанопорошков в смесителях с атмосферой или с жидкостью потребовала создания специального профиля лопаток по форме крыла или пропеллера, для вакуумного перемешивания профиль лопаток выбрали по эвольвенте, что соответствует плоскости, в которой минимально сопротивление сдвигу.

Пример реализации работы устройства.

Пример 1.

На предлагаемом устройстве осуществляли покрытие алмазного порошка марки АСМ 14/10 (ГОСТ 9206-80) со средним размером частиц 12 мкм, который размещали во вращающемся барабане с загрузочным окном и перемешивающими лопатками. Барабан, подключенный к аноду, размещали на расстоянии от катода $l = 120-150$ мм, глубина рабочей полости барабана 80 мм, на загрузочном окне барабана размещали дополнительный сетчатый анод.

Поверхность кристаллов алмаза активировали путем обработки в магнетронной распылительной системе с отключенной магнитной системой в плазме тлеющего разряда (плазмирующий газ - аргон, давление $P = 4,5$ Па) в режиме: напряжение $U = 1250$ В, ток $I = 0,15$ А, время обработки 500 с. Скорость барабана в начале процесса (180 с) нарастала от 0 до 5 об/мин, затем барабан вращался со скоростью 5-7 об/мин в течение 320 с.

Этап нанесения покрытия на кристаллы алмаза осуществляли с включенной магнитной системой. Распыление охлаждаемого составного катода (наружный кольцевой катод из кремния с наружным диаметром 116 мм, внутренний катод из графита диаметром 80 мм) проводили в режиме: напряжение $U = 600$ В, ток $I = 0,6$ А, давление $P = 0,45$ Па.

Режим вращения барабана проводили по схеме снижения скорости вращения до 3-4 об/мин в процессе снижения давления в камере, а затем увеличения скорости вращения барабана

ВУ 17194 С1 2013.06.30

до 7-10 об/мин с нанесением тонкопленочного (до 0,4 мкм) покрытия, состоящего из атомов кремния и углерода при времени нанесения покрытия 3 ч.

По окончании процесса поверхность покрытия вновь подвергалась обработке плазмой тлеющего разряда на тех же режимах для исключения возможности появления остаточных напряжений в покрытии при разгерметизации камеры.

Полученное покрытие состояло из смеси атомов кремния и углерода. На dilatометре оценивали спекаемость полученных порошков. Установлено, что активное реакционное спекание порошков происходит при температурах 650-850 °С с образованием карбида кремния. Адгезионную прочность покрытия оценивали инденторным методом с определением нагрузки, при которой в покрытии образуются трещины. Адгезионная прочность составляла 260 МПа. Формирование каркаса из карбида кремния на поверхности алмаза делает его термостабильным до температур 1600 °С (превращения кубической решетки алмаза в гексагональную графита не наблюдается).

Источники информации:

1. Патент РБ 1375, МПК С 23С 14/00, 1996.
2. Патент РБ 9418, МПК С 23С 14/00, 2006.