РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 585 243** (13) **C1**

(51) МПК
H01J 3/40 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2015103597/07, 03.02.2015**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.02.2015

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **03.02.2015**

(45) Опубликовано: **27.05.2016** Бюл. № **15**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2107968C1, 27.03.1998. RU 2108636C1, 10.04.1998. RU 2516502C1, 20.05.2014. WO 201108288A1, 20.11.2011. US 8604418B2, 06.10.2011.**

Адрес для переписки:
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, ФГАОУ ВО "НИ ТПУ", отдел ПОРИД

(72) Автор(ы):
Рябчиков Александр Ильич (RU),
Сивин Денис Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет" (RU)

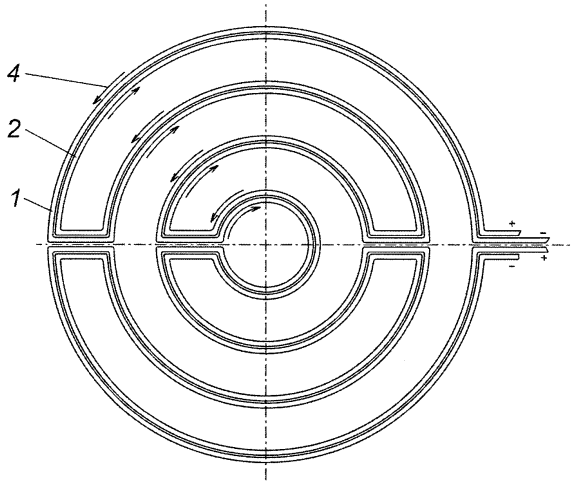
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА ДУГОВЫХ ИСПАРИТЕЛЕЙ ОТ МИКРОКАПЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к плазменным технологиям нанесения пленочных покрытий и может быть использовано в электронной, инструментальной, оптической, машиностроительной и других отраслях промышленности. Устройство содержит жалюзийную систему, выполненную в виде набора электродов, перекрывающих апертуру испарителя. Электроды электрически соединены между собой последовательно и встречно и подключены к источнику тока и к положительному выводу источника напряжения, вторым выводом подключенного к аноду дугового испарителя. Каждый электрод выполнен из двух прилегающих друг к другу элементов, которые подключены к источнику тока таким образом, чтобы по ним протекал ток в противоположных направлениях. Технический результат - повышение производительности за счет увеличения общего потока плазмы на выходе плазменного фильтра. 2 ил.

RU 2585243 C1

RU 2585243 C1



Фиг. 1

RU 2585243 C1

RU 2585243 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 585 243** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
H01J 3/40 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2015103597/07, 03.02.2015**

(24) Effective date for property rights:
03.02.2015

Priority:
(22) Date of filing: **03.02.2015**

(45) Date of publication: **27.05.2016** Bull. № **15**

Mail address:
634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 30, FGAOU VO "NI TPU", otdel PORID

(72) Inventor(s):
Ryabchikov Aleksandr Ilich (RU),
Sivin Denis Olegovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Natsionalnyj issledovatelskij Tomskij politekhnicheskij universitet" (RU)

(54) DEVICE FOR CLEANING PLASMA FLOW OF ARC EVAPORATOR FROM MICRO-DROPLET FRACTION

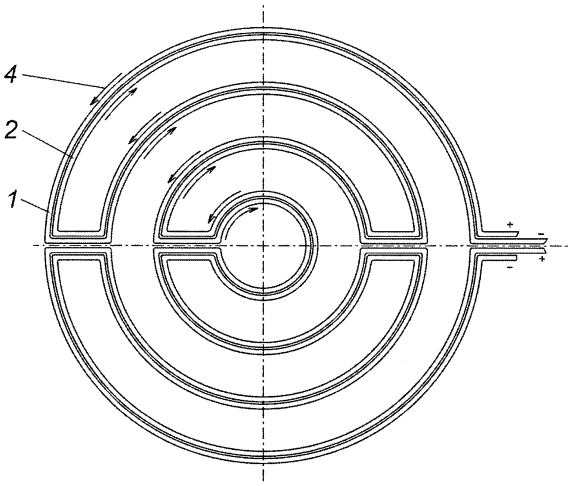
(57) Abstract:

FIELD: coating.

SUBSTANCE: invention relates to a plasma film coating technology and can be used in electronic, tool, optical, mechanical engineering and other industries. Apparatus comprises a louvre system configured as a set of electrodes spanning aperture of evaporator. Electrodes are electrically interconnected in series and in opposition and are connected to a current source and to positive terminal of voltage source, and by second terminal to anode of arc evaporator. Each electrode is formed from two contiguous elements which are connected to power source so that current flows through them in opposite directions.

EFFECT: technical result is improved performance by increasing total plasma stream at output of plasma filter.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2585243 C1

RU 2585243 C1

Изобретение относится к плазменным технологиям нанесения пленочных покрытий, предназначено для очистки плазменного потока дуговых испарителей от микрокапельной фракции и может быть использовано в электронной, инструментальной, оптической, машиностроительной и других отраслях промышленности.

Плазменные вакуумные установки, использующие электродуговой разряд для испарения материалов, широко применяются в технологических процессах нанесения покрытий различного назначения. Формирование плазмы вакуумным дуговым разрядом или дуговым разрядом при пониженном давлении различных газов сопровождается формированием микрокапельной фракции и нейтральной атомарной и молекулярной компоненты, процентное содержание которых зависит от материала катода и тока дуги испарителя. Наличие микрокапельной фракции в плазменном потоке резко снижает качество осаждаемых покрытий, особенно тонких, толщиной, сравнимой с размерами микрокапель. Покрытия, обладающие высокими свойствами, удается получить при очистке плазмы вакуумной дуги от микрокапельной фракции с помощью плазменных фильтров.

Известно устройство для очистки плазмы дугового испарителя от микрочастиц [патент РФ №2108636, опубл. 10.04.1998]. Это устройство содержит жалюзийную систему плоских электродов, установленных под углом к оси дугового испарителя так, что поверхностью электродов полностью перекрывается сечение поперек этой оси. Электроды жалюзийной системы электрически соединены последовательно и встречно и подключены к источнику тока, а между жалюзийной системой и анодом дугового испарителя подключен источник напряжения положительным выводом к жалюзийной системе. Пропускание тока по электродам жалюзийной системы приводит к формированию вокруг них магнитного поля, обеспечивающего замагничивание электронов плазмы, что резко уменьшает ток электронов (отрицательной компоненты плазмы) на жалюзи. Подача положительного потенциала на жалюзи относительно анода испарителя формирует вблизи поверхности жалюзи приэлектродное падение потенциала, электрическое поле которого является отражающим для ионов плазменного потока.

Недостатком устройства является снижение коэффициента прозрачности фильтра для плазменного потока из-за изменения направления напряженности магнитного поля в соседних зазорах жалюзийной системы коаксиальных электродов. В тех зазорах, где направление магнитных силовых линий жалюзийной системы совпадает с направлением магнитных силовых линий ближайшей к фильтру электромагнитной катушки дугового испарителя, эффективность прохождения плазменного потока будет высокая, благодаря усилению результирующего магнитного поля, обеспечивающего замагниченность плазменных электронов. Однако в соседних зазорах магнитное поле жалюзийной системы имеет противоположную направленность, что резко снижает эффективность прохождения плазмы через эти зазоры. Как результат, в целом снижается эффективность прохождения плазмы через плазменный фильтр жалюзийного типа.

Известно также устройство для очистки плазмы дугового испарителя от микрочастиц, выбранное за прототип [патент РФ №2107968, опубл. 27.03.1998]. Устройство содержит жалюзийную систему коаксиальных электродов, перекрывающих апертуру испарителя, электрически соединенных между собой последовательно и встречно и подключенных к источнику тока и к положительному выводу источника напряжения, вторым выводом подключенного к аноду дугового испарителя. После прохождения плазмы через коаксиальную жалюзийную систему электродов очищенный плазменный поток сохраняет аксиальную симметрию.

Недостатком устройства-прототипа также является снижение коэффициента прозрачности фильтра для плазменного потока из-за изменения направления напряженности магнитного поля в соседних зазорах жалюзийной системы коаксиальных электродов. В тех зазорах, где направление магнитных силовых линий жалюзийной системы совпадает с направлением магнитных силовых линий ближайшей к фильтру электромагнитной катушки дугового испарителя, эффективность прохождения плазменного потока будет высокая, благодаря усилению результирующего магнитного поля, обеспечивающего замагниченность плазменных электронов. Однако в соседних зазорах магнитное поле жалюзийной системы имеет противоположную направленность, что резко снижает эффективность прохождения плазмы через эти зазоры. Как результат в целом снижается эффективность прохождения плазмы через плазменный фильтр жалюзийного типа.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности прохождения плазменного потока через жалюзийную систему электродов.

Технический результат заключается в повышении производительности за счет увеличения общего потока плазмы на выходе плазменного фильтра, представляющего собой жалюзийную систему электродов.

Указанный технический результат достигается тем, что в устройстве для очистки плазменного потока дуговых испарителей от микрокапельной фракции, содержащем, как и прототип, жалюзийную систему, выполненную в виде набора электродов, перекрывающих апертуру испарителя, электрически соединенных между собой последовательно и встречно и подключенных к источнику тока и к положительному выводу источника напряжения, вторым выводом подключенного к аноду дугового испарителя, в отличие от прототипа, каждый электрод жалюзийной системы выполнен из двух прилегающих друг к другу элементов, которые подключены к источнику тока таким образом, чтобы по ним протекал ток в противоположных направлениях.

Пример выполнения заявляемого устройства представлен на фиг. 1 - общий вид и на фиг. 2 - вид сбоку; где 1 - первый элемент электрода жалюзийной системы, 2 - второй элемент электрода жалюзийной системы, направление движения плазменного потока - 3. Точками и крестиками вблизи элементов электродов обозначены направления движения тока по элементам электродов жалюзийной системы. Для того чтобы реализовать такие токи в элементах электродов, их необходимо электрически соединить последовательно источнику тока. Такое подключение для электродов реализуется стандартным образом, так же как и в прототипе, поэтому ни источник тока, ни электрическое соединение электродов на фиг. 1 не показаны. Вся система электродов должна находиться под положительным потенциалом относительно анода дугового испарителя. Для этого, как и в прототипе, между анодом и жалюзийной системой включен источник напряжения (не показан). Угол конусности элементов 1 и 2 электродов, расстояния между электродами и их ширина выбраны таким образом, что полностью перекрывают апертуру дугового испарителя. Электрическое соединение элементов 1, а также 2 конических электродов показано на главном виде. При таком их соединении токи в соседних элементах электродов будут направлены навстречу друг другу так, как это показано стрелками 4.

Работает устройство следующим образом. При пропускании тока по элементам 1 и 2 электродов от источника тока во всех зазорах жалюзийной системы создают магнитное поле одного и того же направления. Это поле должно совпадать по своему направлению с полем ближайшей к плазменному фильтру катушки вакуумно-дугового испарителя. Такое согласование магнитных полей катушки дугового испарителя и жалюзийной

системы плазменного фильтра обеспечивает эффективное замагничивание электронной компоненты плазменного потока 3 и его прохождение через фильтр без пересечения магнитных силовых линий. При прохождении плазменного потока 3 через устройство очистки плазмы микрокапельная фракция и нейтральная компонента осаждаются на поверхности жалюзи. Основные процессы прохождения заряженных частиц плазмы через систему жалюзи такие же, как и в прототипе. Ионная компонента плазменного потока 3 под влиянием положительного потенциала жалюзи отражается от последних. Положительный потенциал на электродах удерживается за счет снижения поперечной проводимости плазмы вследствие замагничивания электронной компоненты магнитным полем, возникающим вокруг электродов при пропускании по ним электрического тока. После прохождения плазмы через систему жалюзи за счет симметричной геометрии их расположения плазменный поток направлен к оси системы. Плазменный поток вблизи оси при прохождении через систему очистки испытывает двойное отражение. Причем, как и в прототипе, если вершину конусной системы направить в сторону дугового испарителя, то получим расходящийся плазменный поток, а если ее направить в противоположную сторону, то будем иметь сфокусированный поток. Таким образом, при прохождении системы очистки плазменный поток не меняет своего направления, что позволяет очень просто встраивать такое устройство в действующие вакуумно-дуговые установки нанесения покрытий.

Пример

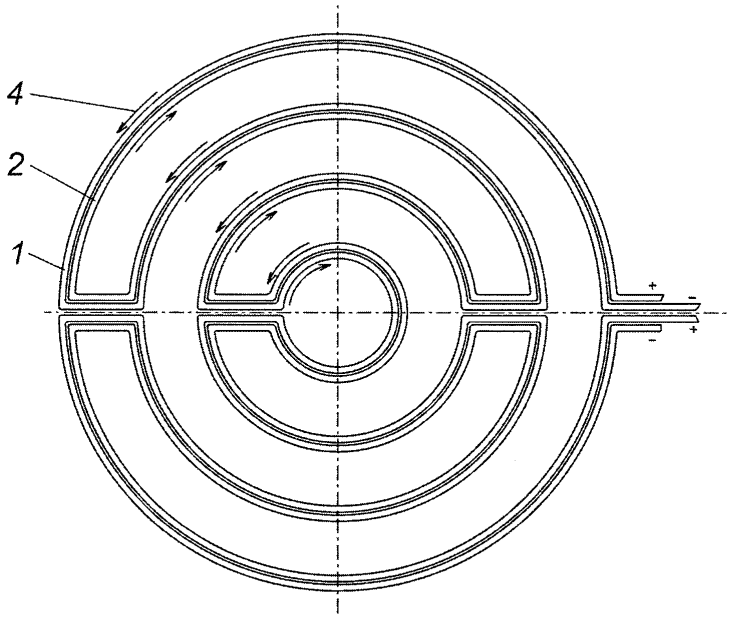
Устройство для очистки плазменного потока дуговых испарителей от микрокапельной фракции используется совместно с вакуумно-дуговым испарителем, оснащенным титановым катодом. Ток разряда был выбран 100 А. Ток в ближайшей к плазменному фильтру катушке вакуумно-дугового испарителя (фокусирующая катушка) был выбран 0,3 А. Каждый элемент жалюзийной системы выполнен из медных водоохлаждаемых трубок диаметром 3 мм, спаянных между собой. Трубки соединены с патрубком ввода и патрубком вывода хладагента для подключения к системе охлаждения. Внешний габаритный диаметр первого элемента 220 мм, второго - 213 мм. Ширина жалюзи 48 мм. Угол наклона жалюзи к направлению распространения плазменного потока 21°. Для создания электромагнитного поля и замагничивания электронов плазмы по каждому элементу жалюзийной системы пропускают ток, равный 350 А, в противоположном направлении относительно друг друга. На жалюзийную систему в целом подают положительный потенциал смещения, равный 15 В. Плотность ионного тока регистрировалась коллектором. На расстоянии 50 мм от выходного торца прототипа, электроды коаксиальной жалюзийной системы которого состоят из одного элемента, значение плотности ионного тока было 11,8 А/м^2, при использовании жалюзийной системы с коаксиальными электродами, выполненными из двух прилегающих друг к другу элементов, согласно предлагаемому изобретению получено значение плотности ионного тока 14,7 А/м^2, что показывает повышение эффективности прохождения плазменного потока через жалюзийную систему электродов.

Формула изобретения

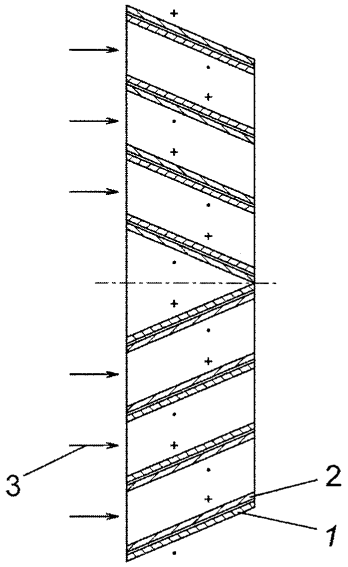
Устройство для очистки плазменного потока дуговых испарителей от микрокапельной фракции, содержащее жалюзийную систему, выполненную в виде набора электродов, перекрывающих апертуру испарителя, электрически соединенных между собой последовательно и встречно и подключенных к источнику тока и к положительному выводу источника напряжения, вторым выводом подключенного к аноду дугового испарителя, отличающееся тем, что каждый электрод жалюзийной системы выполнен

из двух прилегающих друг к другу элементов, которые подключены к источнику тока таким образом, чтобы по ним протекал ток в противоположных направлениях.

Устройство для очистки плазменного потока дуговых испарителей от микрокапельной фракции



Фиг. 1



Фиг. 2