



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 28.03.2016 - действует  
Пошлина: учтена за 13 год с 30.09.2015 по 29.09.2016

(21), (22) Заявка: **2003128909/28, 29.09.2003**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**29.09.2003**

(45) Опубликовано: **10.03.2005**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **RU 2187218 C1, 10.08.2002. RU 2030807 C1,  
10.03.1995. SU 1766201 A, 27.03.1995. US 5763989 A,  
09.06.1998. US 4277304 A, 07.07.1981.**

Адрес для переписки:  
**121087, Москва, ул. Новозаводская, 2, корп.6/7,  
кв.66, пат.пов. Т.С.Скомороховой**

(72) Автор(ы):

**Парфененок М.А. (RU),  
Телегин А.П. (RU)**

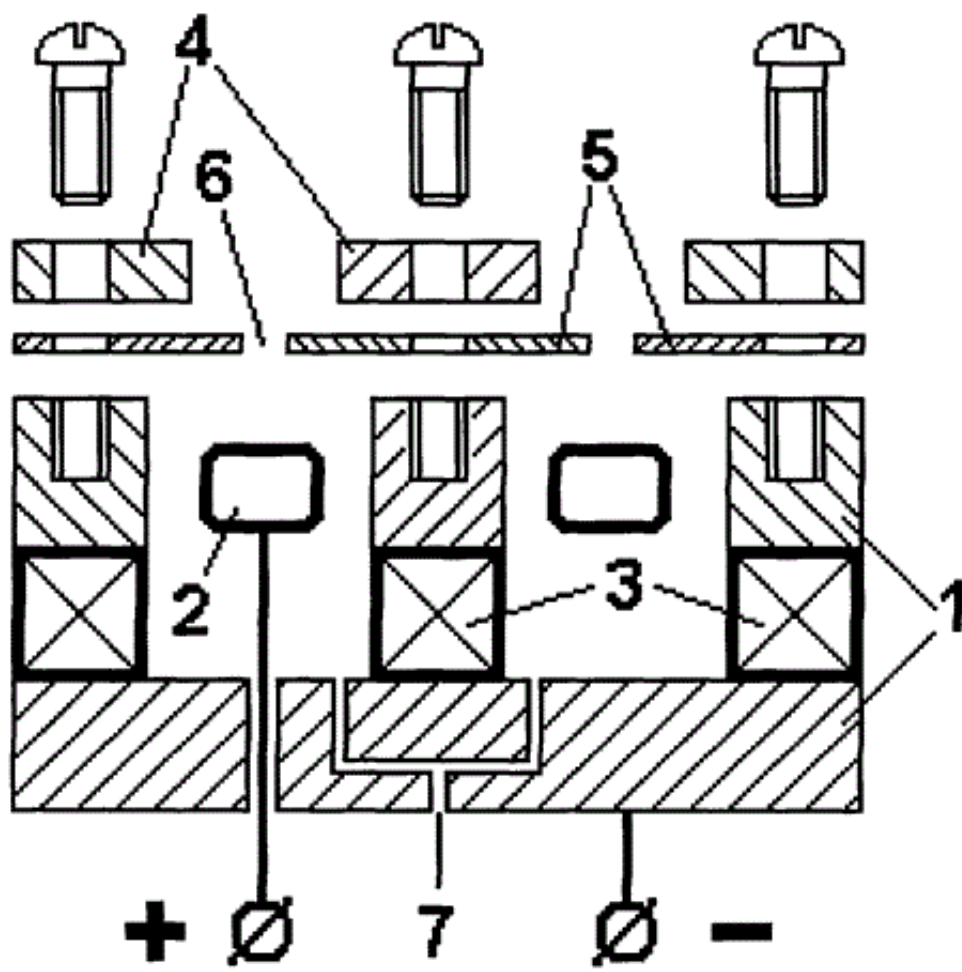
(73) Патентообладатель(и):

**Парфененок Михаил Антонович (RU)**

(54) **ИСТОЧНИК ИОНОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к ионно-плазменной технике, в частности к источникам ионов с замкнутым дрейфом электронов, которые могут быть использованы при конструировании источников, формирующих ленточные пучки ионов инертных и химически активных газов. Сущность изобретения: в ионном источнике с замкнутым дрейфом электронов, содержащем полый корпус, служащий катодом, в торцевых стенках которого выполнены эмиссионная щель и каналы для напуска рабочего газа, магнитные наконечники, анод, установленный в полости корпуса напротив щели, источники магнитодвижущей силы, магнитные наконечники снабжены съемными защитными пластинами, установленными с соблюдением определенных геометрических соотношений между размерами пластин и апертурой эмиссионной щели. Техническим результатом изобретения является увеличение срока службы источника ионов за счет уменьшения эрозии магнитных наконечников, облегчение его разборки и снижение себестоимости его эксплуатации. 3 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к ионно-плазменной технике, в частности к источникам ионов с замкнутым дрейфом электронов, которые могут быть использованы при конструировании источников, формирующих ленточные пучки ионов инертных или химически активных газов.

В устройствах ионно-лучевой обработки и нанесения пленок область ионизации и удержания плазмы рабочего газа, формирования пучка и ускорения ионов находится в источнике.

Сравнительно малые средние энергии ионов позволяют их использовать для нанесения пленок различных материалов путем осаждения материала непосредственно из пучка ионов. Применение источников ионов позволяет повысить адгезию пленок к подложке, уменьшить переходное сопротивление, уменьшить неровности на обрабатываемой поверхности, управлять структурой и свойствами пленки.

К технологическим источникам ионов, используемым в промышленном оборудовании, наряду с общими требованиями предъявляются и специфические. Для таких технологических операций как очистка поверхностей в вакууме, ионно-химическое травление требуется уменьшать энергию ионов и увеличивать их плотность. При распылении мишеней скорость распыления увеличивается с увеличением энергии ионов. Источники должны формировать пучки ионов из различных веществ, включая химически активные, например, фтор- или хлорсодержащие соединения, углеводороды, кислород, азот и т.д., при этом ионы должны обладать энергией от 0,05 до 5 кэВ в зависимости от требований технологии. Источники ионов должны обеспечивать обработку поверхности с заданной производительностью и равномерностью. Разнообразие форм и размеров обрабатываемых объектов требует создания источников ионов с различной конфигурацией пучка: однородные по плотности тока пучки большого диаметра, ленточные, сходящиеся, расходящиеся и другие формы пучков.

Наиболее полно перечисленным требованиям удовлетворяют источники ионов с холодным катодом, формирующие пучки ионов в скрещенных электрическом и магнитном полях, каждый из которых включает систему формирования полей в выходной эмиссионной щели. В таких источниках реализован замкнутый дрейф электронов в ускоряющей промежутке катод-анод размером порядка ларморовского радиуса электронов. Электроны, совершая замкнутый холловский дрейф в скрещенных электрическом и магнитном полях, ионизируют атомы или молекулы рабочего газа, которые ускоряются в промежутке катод-анод в области эмиссионной щели. Сформированный трубчатый ионный пучок, выходя из щели, распространяется вдоль оси источника. Ионизация практически любых газообразных веществ обеспечивается вторичными электронами, ускоряемыми в специально созданной потенциальной яме. Причем зона ионизации определяется траекториями электронов, задаваемыми конфигурацией и величиной магнитного поля.

На основе рассмотренных выше физических принципов формирования пучков ионов различных веществ был разработан ряд источников ионов.

Наибольшее распространение получили источники ионов с холодным катодом, содержащие разрядную камеру, ускорительную ступень и магнитную систему (RU, 1 144548, кл. Н 01 J 27/04, 1995 г.). Известные источники формируют трубчатые пучки ионов. Изготовленный из магнитомягкого материала катод с кольцевой щелью служит одновременно магнито-проводом и ускоряющим электродом (катодом). Кольцевой анод охлаждается водой. Радиальное магнитное поле создается соленоидом и системой магнитопроводов. Газообразное вещество подается через канал в камеру и через кольцевое отверстие в центральном магнитопроводе поступает в промежуток анод-катод.

Известен источник ионов, содержащий полые анод и катод с соосными щелевыми апертурами в обращенных друг к другу торцевых стенках. Магнитная система источника состоит из двух постоянных магнитов и двух пар полюсных наконечников, симметрично расположенных в полости катода на противоположных краях контрагирующего отверстия, выполненного в форме прямоугольной щели. Система обеспечивает на краях катодной контрагирующей щели встречные магнитные поля, перпендикулярные продольной оси симметрии щели. Ионно-оптическая система образована стенкой полого катода, противоположной контрагирующей щели, и извлекающим электродом, в которых выполнены

соосные отверстия (RU, 1766201, кл. Н 01 J 27/04, 1995 г.).

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявленному устройству является источник ионов с замкнутым дрейфом электронов, содержащий магнитопроводящий полый корпус, служащий катодом, в торцевых стенках которого выполнены эмиссионная щель и каналы для напуска рабочего газа, магнитные наконечники и анод, установленный в полости корпуса напротив щели, источники магнитодвижущей силы (RU, 2030807, кл. Н 01 J 27/04, 1995 г.). В известном устройстве в одной торцевой стенке корпуса выполнены каналы для напуска рабочего газа. Выходная эмиссионная щель выполнена в другой торцевой стенке корпуса, являющейся одновременно ускоряющим электродом и катодом. В ускоряющем промежутке (зазоре между катодом и анодом) создается радиальное магнитное поле. Геометрия полюсных деталей определяет распределение магнитного поля. Электроны, совершая замкнутый холловский дрейф в скрещенных электрическом и магнитном полях, ионизируют атомы рабочего газа, в результате чего происходит формирование трубчатого ионного пучка, который, выходя из щели, распространяется вдоль оси источника. Рабочее давление составляет  $(2-8) \times 10^{-2}$  Па, диапазон энергий ионов 800-3000 Эв, максимальная плотность пучка менее  $10 \text{ А/см}^2$ , плотность зоны обработки около  $500 \text{ см}^2$ .

Использование известного устройства показало, что ему присущи следующие недостатки. Затруднительно обрабатывать с заданной равномерностью объекты большой протяженности и площади; при определенных условиях формирования пучка ионов имеет место распыление материала ускоряющих электродов и, как следствие, загрязнение осаждаемых покрытий или обрабатываемых поверхностей. Кроме того, износ этих электродов вследствие эрозии уменьшает срок службы источника ионов. Зона, подверженная эрозии, соответствует высокому радиальному магнитному полю. Магнитные наконечники расположены в этой зоне таким образом, что постоянно подвергаются интенсивной эрозии в результате ионной бомбардировки. Поскольку источник содержит практически не демонтируемые наконечники, то их замена на новые затруднена. Трудности с разборкой устройства связаны в свою очередь с большими эксплуатационными расходами.

В рамках данной заявки решается задача разработки такой конструкции источника ионов, чтобы обеспечить увеличение срока службы источника ионов за счет уменьшения эрозии магнитных наконечников, облегчить его разборку и снизить себестоимость его эксплуатации.

Поставленная задача решается тем, что в ионном источнике с замкнутым дрейфом электронов, содержащем полый корпус, служащий катодом, в торцевых стенках которого выполнены эмиссионная щель и каналы для напуска рабочего газа, магнитные наконечники, анод, установленный в полости корпуса напротив щели, источники магнитодвижущей силы, магнитные наконечники снабжены съемными электропроводящими пластинами, определяющими апертуру щели шириной  $w$ , при этом толщина  $t$  пластины связана с величиной апертуры соотношением  $t \leq \delta w$ , при этом расстояние  $g$  от поверхности анода до съемной пластины не превышает величины  $\delta w$ , а ширина  $d$  поверхности анода со стороны, обращенной к щели, не меньше ширины  $w$ .

При этом источники магнитодвижущей силы установлены на расстоянии  $h$  от внутренней поверхности съемных пластин так, что выполняется соотношение  $h \geq g$ .

Для целей формирования требуемого профиля магнитного поля целесообразно, чтобы съемные пластины были выполнены из немагнитного материала.

Кроме того, на поверхности съемных пластин выполнено пленочное покрытие с коэффициентом ионно-электронной эмиссии более высоким, чем у материала съемных пластин.

Авторами были экспериментально установлены геометрические соотношения между размерами съемных пластин и их удаленностью от элементов конструкции устройства. Данные требования к материалу съемных пластин и пленочного покрытия на них позволяют формировать нужный профиль магнитного поля для конкретных целей обработки изделий. Использование съемных пластин возможно только с соблюдением данных соотношений,

позволяющих достичь нужной геометрии электрического и магнитного полей при одновременном снижении уровня эрозии магнитных наконечников.

Сущность изобретения поясняется графическим материалом, где на фиг.1 приведен общий вид ионного источника в разрезе на стадии установки съемных пластин. На фиг.2 приведен общий вид источника в разрезе, поясняющий геометрическое соотношение между его конструктивными элементами.

Ионный источник содержит полый корпус 1, анод 2, источники магнитодвижущей силы 3, магнитные наконечники 4 со съемными пластинами 5, эмиссионную щель 6, каналы 7 для напуска рабочего газа. Для пояснения сущности данного устройства введены следующие обозначения:

- d - ширина поверхности анода со стороны, обращенной к щели,
- g - расстояние от анода до съемной пластины,
- h - расстояние от источника магнитодвижущей силы до съемной пластины,
- t - толщина съемных пластин,
- w - апертура эмиссионной щели..

Источник ионов работает следующим образом. После вакуумной откачки, обеспечивающей рабочее давление газовой среды величиной не более 1 мПа. В корпус 1 через каналы 7 напускают рабочий газ до давления 50 мПа. Между корпусом 1 и анодом 2 прикладывают постоянное напряжение от блока питания (на чертеже непоказан), в результате чего в полости корпуса создается электростатическое поле, скрещенное со стационарным магнитным полем, создаваемым магнитной системой 3. Между анодом 2 и корпусом 1 возникает тлеющий газовый разряд. Скрещенность полей в каждом поперечном сечении корпуса обеспечивает дрейф электронов плазмы вдоль замкнутого контура, а конфигурация магнитного поля с противоположными магнитными полюсами у противоположных краев щели обеспечивает повышенную ионизацию рабочего газа в ускоряющей промежутке между анодом 2 и съемными пластинами 5. Возникающие при ионизации рабочего газа положительные ионы ускоряются в области между анодом и съемными пластинами и, выходя через эмиссионную щель с апертурой w, образуют протяженный ленточный пучок ионов, повторяющий форму щели.

Данное устройство может быть использовано для ионной обработки объектов. Изобретение предусматривает получение ионного источника с повышенным временным ресурсом работы и малыми затратами на его технологическое обслуживание при сохранении высокого качества обработки изделий. Это приводит к ряду коммерческих преимуществ, включая возможность более длительного использования магнитных наконечников путем замены съемных пластин, расположение которых в корпусе источника таково, что не требует разборки всего устройства. Такая конструкция позволяет снизить стоимость его эксплуатации и, в конечном итоге, себестоимость обрабатываемых деталей.

#### Формула изобретения

1. Источник ионов с замкнутым дрейфом электронов, содержащий полый корпус, служащий катодом, в торцевых стенках которого выполнены эмиссионная щель и каналы для напуска рабочего газа, магнитные наконечники и анод, установленный в полости корпуса напротив щели, источники магнитодвижущей силы, отличающийся тем, что магнитные наконечники снабжены съемными электропроводящими пластинами, определяющими апертуру щели размером w, при этом толщина пластины связана с величиной апертуры соотношением  $t \leq 8w$ , расстояние g от поверхности анода до съемной пластины не превышает величины  $8w$ , а ширина d поверхности анода со стороны, обращенной к щели, не меньше ширины w.

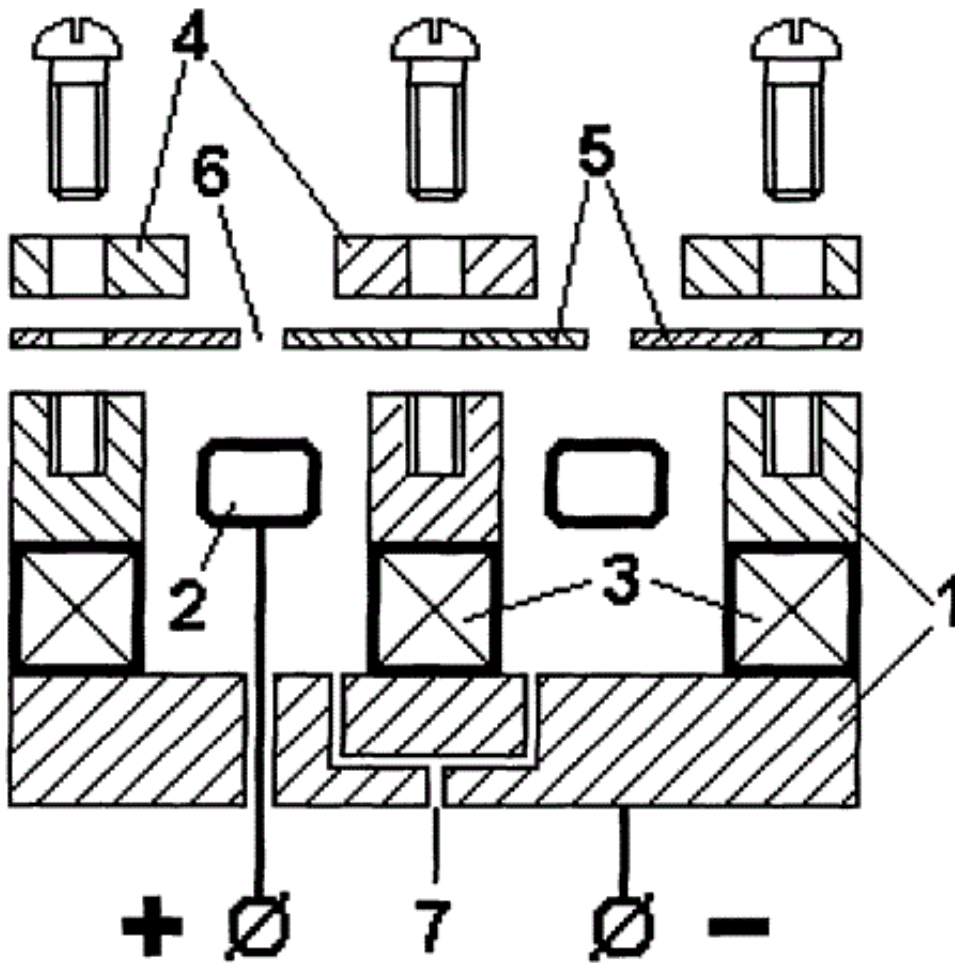
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что источники магнитодвижущей силы установлены на расстоянии h от поверхности съемных пластин так, что выполняется соотношение  $h \geq g$ .

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что съемные пластины выполнены из

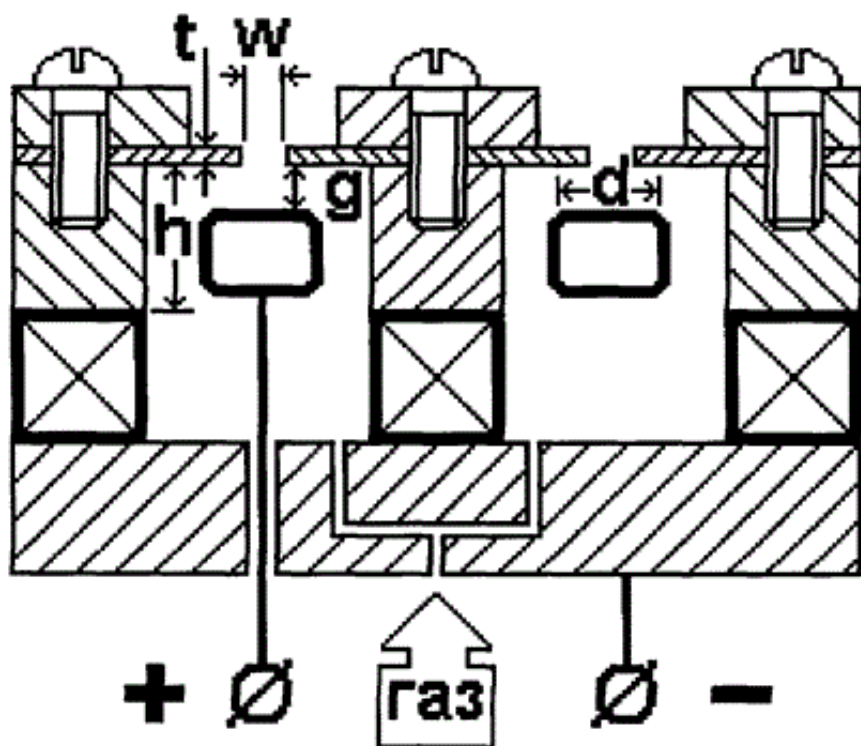
немагнитного материала.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что на поверхности съемных пластин выполнено пленочное покрытие с коэффициентом ионно-электронной эмиссии более высоким, чем у материала пластин.

РИСУНКИ



Фиг. 1



Фиг. 2

---

QB4A Государственная регистрация договора о распоряжении исключительным правом

Дата и номер государственной регистрации договора: 27.11.2012 № РД0113935

Вид договора: лицензионный

Лицо(а), предоставляющее(ие) право использования:

**Парфененок Михаил Антонович (RU)**

Лицо, которому предоставлено право использования:

**Общество с ограниченной ответственностью "ИОНИМА" (RU)**

Условия договора: НИЛ, сроком на 5 лет на территории РФ.

Дата внесения записи в Государственный реестр: 27.11.2012

Дата публикации: [10.01.2013](#)

---