



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01J 41/20 (2020.02); H01J 41/12 (2020.02); F04B 37/04 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018133004, 15.02.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.02.2017

Дата регистрации:
19.05.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
19.02.2016 IT UB2016A000885

(43) Дата публикации заявки: 19.03.2020 Бюл. № 8

(45) Опубликовано: 19.05.2020 Бюл. № 14

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 19.09.2018

(86) Заявка РСТ:
EP 2017/053407 (15.02.2017)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/140730 (24.08.2017)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ПОРЧЕЛЛИ Томмазо (ИТ),
СИВЬЕРО Фабрицио (ИТ),
ГАЛЛИТОНЬОТТА Алессандро (ИТ)

(73) Патентообладатель(и):

САЕС ГЕТТЕРС С.П.А. (ИТ)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 4097195 A, 28.06.1978. SU 310319
A1, 26.07.1971. RU 2034359 C1, 30.04.1995. DE
1489221 A1, 13.03.1969.

(54) СПЕЧЕННЫЕ НЕПОРИСТЫЕ КАТОДНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И СОДЕРЖАЩИЕ ИХ ИОННО-РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЕ ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

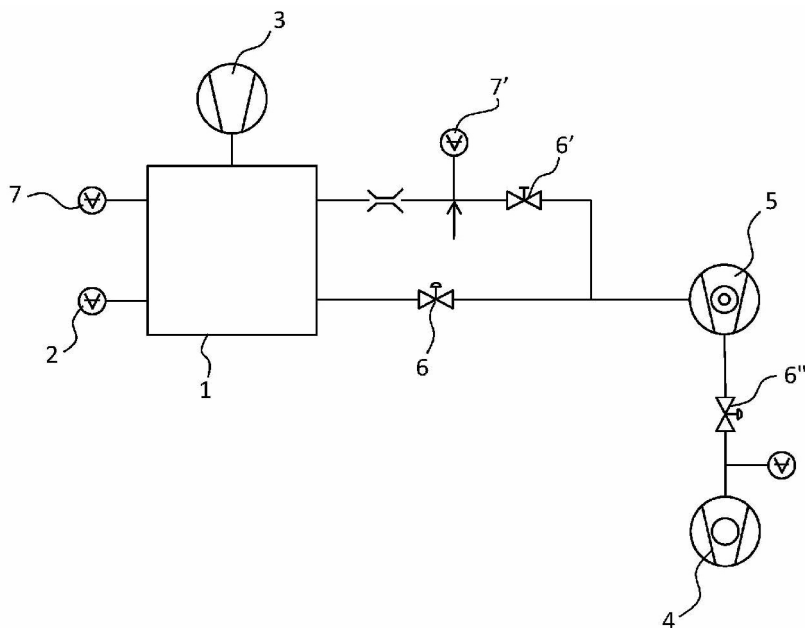
(57) Реферат:

Изобретение относится к составам катодных электродов, пригодных для использования в вакуумных устройствах. Непористый катод имеет среднюю атомную массу W , заключенную в пределах от 80 до 160 а.е.м., и содержит в своем химическом составе спеченную объемную смесь по меньшей мере двух разных металлических элементов $M1$ и $M2$: i) $M1$, имеющего атомную массу $W1$, в количестве $q1$, выраженном как атомный процент суммарного количества атомов Q катода, и ii) $M2$, имеющего атомную массу $W2$,

в количестве $q2$, выраженном как атомный процент суммарного количества атомов Q катода. $M1$ и $M2$ оба выбраны из титана, тантала, циркония, ниобия, гафния, редкоземельных элементов, никеля или молибдена. Средняя атомная масса катода определяется как $W = W1 \cdot q1 + W2 \cdot q2$. Спеченная объемная смесь может содержать один или более дополнительных металлических элементов, отличных от $M1$ и $M2$ в совокупном количестве более низком, чем 3% атомов относительно суммарного количества

атомов Q. Изобретение позволяет получать катоды, полезные для использования в SIP или в других вакуумирующих элементах для

применений высокого или сверхвысокого вакуума. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 3 табл., 3 ил.



ФИГ. 1

RU 2 7 2 1 3 7 9 C 2

RU 2 7 2 1 3 7 9 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H01J 41/20 (2020.02); *H01J 41/12* (2020.02); *F04B 37/04* (2020.02)(21)(22) Application: **2018133004, 15.02.2017**(24) Effective date for property rights:
15.02.2017Registration date:
19.05.2020

Priority:

(30) Convention priority:
19.02.2016 IT UB2016A000885(43) Application published: **19.03.2020 Bull. № 8**(45) Date of publication: **19.05.2020 Bull. № 14**(85) Commencement of national phase: **19.09.2018**(86) PCT application:
EP 2017/053407 (15.02.2017)(87) PCT publication:
WO 2017/140730 (24.08.2017)Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**PORCELLI, Tommaso (IT),
SIVIERO, Fabrizio (IT),
GALLITOGNOTTA, Alessandro (IT)**

(73) Proprietor(s):

SAES GETTERS S.P.A. (IT)(54) **SINTERED NON-POROUS CATHODE ELECTRODES AND ION-SPRAYING VACUUM PUMPS
CONTAINING SAME**

(57) Abstract:

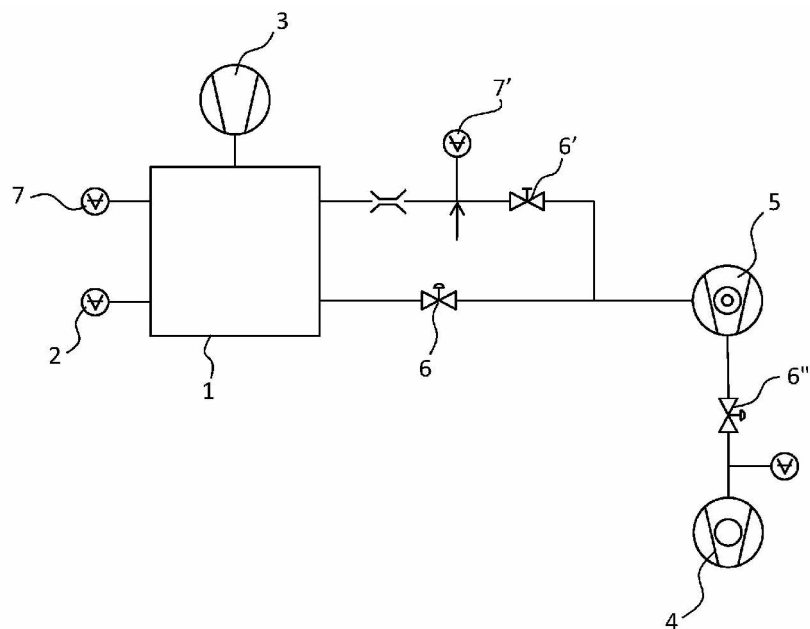
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to compositions of cathode electrodes suitable for use in vacuum devices. Nonporous cathode has average atomic weight W , enclosed in range from 80 to 160 amu, and contains in its chemical composition a sintered volumetric mixture of at least two different metal elements $M1$ and $M2$: i) $M1$ having atomic weight $W1$ in amount $q1$, expressed as atomic percentage of total number of Q atoms of cathode, and ii) $M2$, having atomic mass $W2$, in amount $q2$, expressed as atomic percentage of total number of atoms Q of cathode. $M1$ and $M2$ are both

selected from titanium, tantalum, zirconium, niobium, hafnium, rare-earth elements, nickel or molybdenum. Average atomic mass of the cathode is defined as $W = W1 \cdot q1 + W2 \cdot q2$. Sintered bulky mixture may contain one or more additional metal elements other than $M1$ and $M2$ in aggregate amount lower than 3 % of atoms relative to total number of Q atoms.

EFFECT: invention enables to obtain cathodes useful for use in SIP or other evacuating elements for high or ultrahigh vacuum applications.

5 cl, 3 tbl, 3 dwg



ФИГ. 1

Настоящее изобретение относится к составам катодных электродов, пригодных для обеспечения нагнетательного механизма, который демонстрирует чрезвычайно высокую скорость нагнетания и пропускную способность благородного газа для несколько вакуумных применений.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

С 1950-х годов, ионно-распылительные насосы (SIP) применялись в качестве эффективного и надежного средства для поддержания условий высокого вакуума (HV) или сверхвысокого вакуума (UHV) (т.е. давлений ниже 10^{-5} мбар и 10^{-9} мбар, соответственно) в широком диапазоне технологических применений.

В своей простейшей конфигурации, которая обычно именуется "диодным" насосом, SIP состоит из вакуумной оболочки, охватывающей матрицу цилиндрических анодов из нержавеющей стали, расположенных между двумя катодными пластинами из Ti. Его принцип работы опирается на одновременном применении электрического и магнитного полей, комбинированное действие которых приводит к ионизации остаточного газа внутри насоса. Ионы газа с высокой кинетической энергии затем могут нагнетаться в катодах и анодах посредством нескольких разных механизмов хемосорбции или физической сорбции.

SIP способны эффективно нагнетать большинство видов газа и они особенно эффективны в сорбции химически-активных газов (например, N_2 , CO, CO_2). Однако их использование может предусматривать также несколько недостатков, определенных их рабочими механизмами.

Прежде всего, скорость нагнетания SIP не постоянна, но изменяется в диапазоне его рабочих давлений. Она обычно возрастает от более низкого давления до около 10-6 мбар и затем начинает снижаться с дальнейшим ростом давления.

В то же время, согласованное снижение скорости нагнетания типично также при низком давлении и, в частности, с H_2 , который является основным остаточным газом в системах UHV.

Другой критический аспект традиционного диодного SIP представлен сорбцией благородных газов, в особенности Ag, который является наиболее распространенным среди них в воздухе, скорость нагнетания которого, в общем случае, составляет только 2-5% номинальной скорости нагнетания N_2 .

Кроме того, сорбция сравнительно малых количеств Ag диодным SIP может приводить к наступлению так называемой аргоновой неустойчивости, нежелательному явлению, состоящему в периодических скачках давления, обусловленных внезапным освобождением ранее закаченного Ag из катодов. Это ограничение удалось обойти благодаря разработке так называемых "благородно-диодных" SIP, в которых использование двух разных катодов (например, один из которых выполнен из титана, и другой из тантала) снижает остроту проблемы аргоновой неустойчивости и гарантирует более высокую скорость нагнетания Ag. Тем не менее, это усовершенствование позволяет снижать скорости сорбции только химически-активных газов, которые снижаются на 15-20%. Однако, за исключением благородно-диодных SIP Ta-Ti, ни одно из этих предложенных решений, опирающихся на другие материалы катода никогда не было реализовано ни в одном коммерческом продукте.

Усовершенствования в технологии SIP касаются не только модификаций геометрии насоса и, в частности, электродов: "триодные" SIP являются ярким примером этого.

Нагнетание благородных газов (которое является одной из основных задач SIP при использовании совместно с одним или более насосов неиспаряемого геттера (NEG))

особенно критично, вследствие вышеупомянутых ограничений диодных и благородно-диодных SIP. В системах, работающих в типичных условиях UHV, газовая нагрузка вследствие негеттерируемых газов содержит малый процент полного давления и, таким образом, не влияет на производительность нагнетания SIP на протяжении его срока эксплуатации. Однако некоторые применения могут требовать работы с более высокими нагрузками негеттерируемых газов (например, портативные масс-спектрометры, гелий-ионные микроскопы, масс-спектрометры на основе плазмы с индуктивной связью).

Помимо аргоновой нестабильности, в ходе своего функционирования SIP, в общем случае, склонен к нежелательной регургитации ранее сорбированных газов с его внутренних поверхностей. Регургитация ранее закаченных газов (геттерируемых и негеттерируемых) в ходе функционирования SIP также является задачей ввиду синергичной комбинации с насосом NEG. Это наиболее справедливо в случае CH_4 , который не нагнетается посредством NEG, но ионизация которого посредством SIP создает H_2 , который, напротив, является геттерируемым газом. С этой точки зрения, количества газов, выпускаемых SIP, которые насос NEG может брать на себя до достижения своей максимальной пропускной способности, становится важным аспектом, которым не следует пренебрегать в ходе характеристики нагнетательной системы (т.е. системы, содержащей, по меньшей мере, SIP и насос NEG или картридж).

В прошлые десятилетия были предприняты усилия по оцениванию возможности изменения материалов катода диодных SIP, для повышения их эффективности нагнетания для некоторых газов, представляющих интерес, без необходимости в модификациях геометрии, которые неизбежно предусматривают технические и экономические недостатки в их производстве. Начиная с самых ранних исследований по технологии SIP, Ti был идентифицирован как наиболее пригодный материал катода, как благодаря его химической активности, так и благодаря его доступности и цене. Были также исследованы другие материалы, в том числе Mg, Fe, Al, Mo и Cu, но было установлено безусловное превосходство Ti в отношении скорости нагнетания, обеспечиваемой для воздуха.

В патенте США № 3,147,910 раскрыто устройство вакуумного насоса, содержащее пористые тела нагнетания в качестве катодных электродов, состоящих из частиц титана или циркония, связанных нагревом. Упомянутые катодные электроды имеют чрезвычайно высокую скорость поглощения молекулярного водорода, но сохраняют недостатки, связанные с ограниченной эффективностью нагнетания благородного газа и нежелательной регургитацией ранее сорбированных газов, отличных от H_2 .

В патентном описании № GB 1,035,201 раскрыты вакуумные устройства, содержащие один или более независимых спеченных сорбирующих элементов, сформированных из вольфрама совместно с, по меньшей мере, одним активным металлом, выбранным из титана, гафния, циркония и тория. В GB 1,035,201 описано использование вольфрама по мере необходимости для увеличения срока эксплуатации спеченного сорбирующего элемента, предотвращения его деформации или повреждения под действием высоких температур. Однако спеченные сорбирующие элементы, описанные в GB 1,035,201 демонстрируют некоторые производственные недостатки, связанные с высокой стоимостью и высокой температурой плавления вольфрама, и в патенте не предложен путь преодоления других недостатков, например, ограниченной эффективности нагнетания благородного газа и нежелательной регургитации ранее сорбированных газов.

В патенте США № 3,542,488 описан ионно-распылительный насос, имеющий катодные

элементы, каждый из которых выполнен в виде сборки, по меньшей мере, двух видов разных структурных элементов, отличающихся металлическим составом, например, в так называемом "сетчатом" виде. В патенте США № US 3,542,488 перечислено сорок четыре разных металлических элементов и описан эффект упомянутых сборных катодов с увеличением сорбции активных газов, например, азота, кислорода, водяных паров и пр. и раскрыт комплекс геометрических решений по сравнению с стандартными структурами объемных катодов и имеющих показатели сорбции, которые неизбежно подвергаются влиянию трудностей управления сплавлением двух или более распыляемых металлов в паровой фазе.

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Основной задачей настоящего изобретения является обеспечение катодов, полезных для использования в SIP или в других вакуумирующих элементов для применений высокого или сверхвысокого вакуума, и устройств, преодолевающих вышеупомянутый недостаток уровня техники.

Дополнительной задачей настоящего изобретения является обеспечение SIP, содержащего упомянутые катоды и имеющего легко управляемые показатели сорбции, также демонстрирующего эффективность сорбции благородного газа и ограничение нежелательной регургитации ранее сорбированных газов.

Задача настоящего изобретения также состоит в обеспечении комбинированной нагнетательной системы, содержащей, по меньшей мере, один компонент ионно-распылительного нагнетания, содержащий упомянутые катоды.

Чтобы лучше понять изобретение и оценить его преимущества, несколько неограничительных примеров варианта осуществления описано ниже со ссылкой на прилагаемые чертежи, в которых:

фиг. 1 демонстрирует схематическую компоновку экспериментального испытательного стенда для характеристики SIP;

фиг. 2 демонстрирует схематическую компоновку электродов в возможном варианте осуществления изобретения; и

фиг. 3 - вид в разрезе сборного насоса, демонстрирующего электроды в возможном варианте осуществления фиг. 2.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, настоящее изобретение предусматривает катод, имеющий среднюю атомную массу W , причем упомянутый катод пригоден для использования в качестве электрода в ионно-распылительном насосе и содержащий в своем химическом составе спеченную объемную смесь по меньшей мере, двух разных металлических элементов $M1$, имеющего атомную массу $W1$ в количестве $q1$, выраженном как атомный процент суммарного количества атомов Q катода, и $M2$, имеющего атомную массу $W2$ в количестве $q2$, выраженном как атомный процент суммарного количества атомов Q катода, причем $M1$ и $M2$ выбраны из титана, тантала, циркония, ниобия, гафния, редкоземельных элементов, никеля или молибдена и $q1, q2, W1$ и $W2$ выбираются таким образом, что атомная масса катода заданный как $W = W1 * q1 + W2 * q2$ заключена в пределах от 80 до 160 а.е.м.

В предпочтительном варианте осуществления согласно настоящему изобретению, катод имеет среднюю атомную массу W , заключенную в пределах от 80 до 160 а.е.м., предпочтительно, от 100 до 160 а.е.м. Упомянутая средняя атомная масса W задается как сумма атомных масс $W1$ и $W2$, соответственно, металлических элементных компонентов $M1$ и $M2$ в химическом составе катода, каждый из которых взвешен в функции их атомного процента относительно общего количества атомов Q катода. Другими словами, упомянутая средняя атомная масса катода определяется по формуле

$$W = W1 \cdot q1 + W2 \cdot q2.$$

Согласно настоящему изобретению, катод состоит из объемного композитного материала, состоящего из двух или более металлических элементов и, по меньшей мере, два из них выбираются в списке титана, тантала, циркония, ниобия, гафния, редкоземельных элементов, никеля или молибдена. Более предпочтительно упомянутые, по меньшей мере, два металлических элемента выбираются из титана, тантала и циркония.

В некоторых конкретных вариантах осуществления согласно настоящему изобретению два разных металлических элемента M1 и M2, выбранные из титана, тантала, циркония, ниобия, гафния, редкоземельных элементов, никеля или молибдена могут смешиваться с одним или более дополнительными металлическими элементами, отличными от M1 и M2, не строго ограниченными вышеприведенным списком металлических элементов, в совокупном количестве, более низком, чем 3% (атомный процент) спеченного объемного катода. Эта ограниченное количество дополнительных металлических элементов, даже если они содержат элементы, имеющие большую атомную массу, лишь незначительно влияет на среднюю атомную массу W катода, которую можно приближенно выразить суммой $W1 \cdot q1 + W2 \cdot q2$ с учетом только M1 и M2. Помимо титана, тантала, циркония, ниобия, гафния, редкоземельных элементов, никеля или молибдена, упомянутые дополнительные элементы можно выбирать из меди, алюминия, железа, кобальта.

Катоды согласно настоящему изобретению можно создавать путем спекания порошков в режиме горячего одноосного давления (HUP). Альтернативные методы, пригодные для использования при производстве катодов с теми же преимуществами процесса HUP, представляют собой спекание в режиме горячего изостатического давления (HIP) и инъекционного формования из металлических порошков (MIM). Выбор методов HUP, HIP или MIM приводит к новому способу производства катодов для SIP, в отличие от других решений, предложенных в прошлом. В действительности, процесс HUP позволяет создавать пары катодов, в которых два разных металла равномерно распределены, в отличие от традиционной компоновки благородно-диодного SIP, где катод из чистого Ti располагается напротив катода из чистого Ta. При необходимости, это также позволяет увеличивать количество элементов, образующих каждый катод, вместо использования только двух из них каждый раз. Кроме того, можно легко настраивать атомный процент каждого элемента в смеси, подлежащей спеканию.

Процесс спекания HUP, например, состоит в одновременном применении одноосного давления и тепла к форме, содержащей порошки металла, подлежащие спеканию. Горячее прессование позволяет значительно снижать пористость и получать объемную плотность; кроме того, это приводит к улучшению механических свойств и к более однородной микроструктуре по сравнению с традиционными процессами прессования или спекания. Кроме того, метод HUP является хорошим способом создания смеси разных материалов с объемной плотностью без использования сплавов, что позволяет создавать новые составы с разными физическими и химическими свойствами. Для получения спеченных непористых объемных катодов согласно настоящему изобретению можно применять температуру от 800 до 1200°C, одноосное давление от 40 до 100 бар/см² в течение от 1 до 4 часов.

Катоды согласно настоящему изобретению и пригодные для использования в конфигурации ионно-распылительного насоса, могут спекаться и формироваться без конкретных ограничений, в функции требований, относящихся к конструкции окончательного устройства, в который нужно включать упомянутые катоды.

Во втором аспекте настоящее изобретение предусматривает ионно-распылительный насос, содержащий катоды по п. 1 в качестве активных нагнетательных элементов.

Настоящее изобретение будет дополнительно объяснено в следующих неограничительных примерах.

5 Пример 1 - катоды согласно настоящему изобретению

Некоторые пары катодов (S1 - S4) согласно настоящему изобретению были созданы посредством процесса HUP при температуре обработки, в общем случае, от нескольких сотен градусов Цельсия, тогда как применяемое одноосное давление составляло порядка нескольких десятков бар.

10 В конце процесса HUP, каждый катод измельчался, при необходимости, и тщательно очищался в ультразвуковой ванне подходящим щелочным детергентом (M-Aero-NS, Arm & Hammer). Затем каждая пара катодов подвергалась тепловой обработке отжига в вакууме, с основной целью снижения скорости дегазации H_2 . Были испытаны различные комбинации температуры и продолжительности времени отжига.

15 В таблице 1 сведены испытанные конфигурации и соответствующие операции тепловой обработки.

Образец	Пара катодов	Температура	Продолжительность времени	Средняя атомная масса [а.е.м.]
S1	Ta ₃₅ Ti ₆₅	800°C	3 ч	94,455
S2	Ta ₅₀ Ti ₅₀	1100°C	72 ч	114,415
S3	Ta ₃₅ Zr ₆₅	1100°C	72 ч	122,628
S4	Ta ₅₀ Zr ₅₀	1100°C	72 ч	136,087

Таблица 1

25 Пример 2 - катоды не согласно настоящему изобретению

Первый набор катодов не согласно настоящему изобретению, полезный для демонстрации технического эффекта, представляет собой коммерческие электроды (пластинчатые), выполненные только из титана, только из циркония или только из тантала.

30 Второй набор спеченных катодов не согласно настоящему изобретению был создан посредством процесса HUP с использованием порошков единичного металла (C2) или смеси порошков циркония и титана, имеющей среднюю атомную массу вне заявленного диапазона (C4).

35 В таблице 2 сведены рассмотренные конфигурации и соответствующие операции тепловой обработки, когда использовались катоды, созданные посредством процесса HUP.

В частности, стандартная диодная конфигурация с титановыми коммерческими катодами (C1) рассматривалась также как та же конфигурация с использованием катодов, выполненных только из титана посредством процесса HUP порошков (C2). Были рассмотрены благородно-диодные конфигурации спаренных коммерческих катодов из тантала и титана (C5).

Образец	Пара катодов	Температура	Продолжительность времени	Средняя атомная масса [а.е.м.]
C1	Ti-Ti (диодный)	н.п.	н.п.	47,880
C2	Ti-Ti (HUP)	600°C	3 ч	47,880
C3	Ta-Zr (благородно-диодный)	н.п.	н.п.	136,087
C4	Zr ₅₀ Ti ₅₀ (HUP)	1100°C	40 мин	69,552
C5	Ta-Ti (благородно-диодный)	н.п.	н.п.	114,415

Таблица 2

Пример 3 - сравнение показателей сорбции благородного газа

Экспериментальный испытательный стенд, имеющий схематическую компоновку, показанную на фиг. 1, использовался для характеристики SIP. Система выполнена из основной вакуумной колбы 1 объемом 26,7 л, где установлены квадрупольный масс-

спектрометр 2 Pfeiffer Prisma Plus для анализа остаточного газа и испытуемый SIP 3. Вся система нагнетается спиральным насосом 4 Edwards XDS 10 соединенный последовательно с турбомолекулярным насосом 5 Pfeiffer Vacuum HiPace 300, которая обеспечивает номинальную скорость нагнетания 260 л/с для N₂. Утечка газа в систему регулируется автоматическими клапанами 6, 6', 6'', встроенными в корпус. Два манометра 7, 7' Байарда-Альперта с горячим катодом Granville-Phillips 360/370 Stabil-Ion[®] располагаются вблизи отверстия 8 впуска газ и в основном объеме вблизи SIP 3 и QMS 2, соответственно. Их диапазон рабочего давления составляет от 10⁻² торр до 10⁻¹⁰ торр.

После каждой вентиляции, необходимой для установки нового SIP, подлежащей характеристике и до производства любого сорбционного испытания, вся вакуумная система прогревается посредством специальной печи. Нагнетательная линия и испытуемый SIP, без магнитов, также прогреваются. Принятая процедура включает в себя 10-часовой прогрев при 180°C, что достаточно для достижения базовых давлений обычно в диапазоне 10⁻¹⁰-10⁻⁹ торр.

Схематическая компоновка электродов в сборных насосах показана на фиг. 2. Она содержит матрицу из четырех одинаковых цилиндрических анодов 21, 21', 21'', 21''', выполненных из нержавеющей стали, расположенных между двумя катодными пластинами 22, 22': размеры вакуумной оболочки из нержавеющей стали, охватывающей электроды, равны 60×62×42 мм. Вид в разрезе сборных насосов, демонстрирующий вариант осуществления электродов, показанный на фиг. 2, показан на фиг. 3. соединены с вакуумной системой через фланец 23 CF35, и магниты располагаются вне вакуумной оболочки 24, в соответствии с катодами 22, 22'.

Образец	Катоды	Скорость нагнетания Ar л/с	Скорость нагнетания Ne л/с
S1	Ta ₃₅ Ti ₆₅	0,91	0,71
S2	Ta ₅₀ Ti ₅₀	1,00	0,78
S3	Ta ₃₅ Zr ₆₅	1,20	0,87
S4	Ta ₅₀ Zr ₅₀	1,14	0,89
C1	Ti-Ti	0,29	0,37
C2	Ti-Ti	0,18	0,25
C3	Ta-Zr	0,94	0,80
C4	Zr ₅₀ Ti ₅₀	0,56	0,55
C5	Ta-Ti	0,72	0,71

Таблица 3

Экспериментальные результаты, приведенные в таблице 3, отчетливо демонстрируют, что все образцы согласно настоящему изобретению (S1 - S4) имеют показатели, более высокие, чем соответствующие пары катодов, в которых каждый катод выполнен из одного из двух компонентов катодов HUP (S1 и S2 вместо C5, S3 и S4 вместо C3). (C1, C3), Напротив, использование процесса HUP с порошками одного-единственного металла (C2) показало риск для сорбционной производительности по сравнению с конфигурацией с коммерческими катодами из того же металла (C1).

Образцы согласно изобретению (S1 - S4) показали более высокую производительность

по сравнению с использованием катодов НУР, выполненных из смешанных порошков двух металлов и имеющих среднюю атомную массу вне заявленной (С4):

усовершенствования, полученные благодаря изобретению, позволяют достигать

показателей сорбции благородного газа, сравнимых или более высоких, чем у

- 5 благородно-диодной конфигурации (С5), но без необходимости в сложных модификациях конструкции нагнетательного устройства, т.е. поддержании "простой" конструкции "диодного" ионно-распылительного насоса.

(57) Формула изобретения

- 10 1. Непористый катод (22, 22'), имеющий среднюю атомную массу W, заключенную в пределах от 80 до 160 а.е.м., причем упомянутый катод пригоден для использования в качестве электрода в ионно-распылительном насосе (3), и содержащий в своем химическом составе спеченную объемную смесь по меньшей мере двух разных металлических элементов M1 и M2:

- 15 i) M1, имеющего атомную массу W1, в количестве q1, выраженном как атомный процент суммарного количества атомов Q катода, и

ii) M2, имеющего атомную массу W2, в количестве q2, выраженном как атомный процент суммарного количества атомов Q катода,

- причем M1 и M2 оба выбраны из титана, тантала, циркония, ниобия, гафния, редкоземельных элементов, никеля или молибдена, при этом упомянутая средняя атомная масса катода определяется как $W=W1*q1+W2*q2$ и при этом упомянутая спеченная объемная смесь может содержать один или более дополнительных металлических элементов, отличных от M1 и M2 в совокупном количестве более низком, чем 3% атомов относительно суммарного количества атомов Q.

- 25 2. Катод (22, 22') по п. 1, в котором его средняя атомная масса W заключена в пределах от 100 до 160 а.е.м.

3. Катод (22, 22') по п. 1, в котором упомянутые металлические элементы, отличные от M1 и M2, выбираются из алюминия, меди, титана, тантала, циркония, ниобия, молибдена, никеля, редкоземельных элементов, гафния, железа, кобальта, ванадия.

- 30 4. Катод (22, 22') по п. 1, в котором упомянутые два металлических элемента M1 и M2 оба выбираются из титана, тантала и циркония.

5. Ионно-распылительная насосная система (3), содержащая в качестве активных нагнетательных элементов, по меньшей мере, пару катодов (22, 22') по любому из предыдущих пунктов.

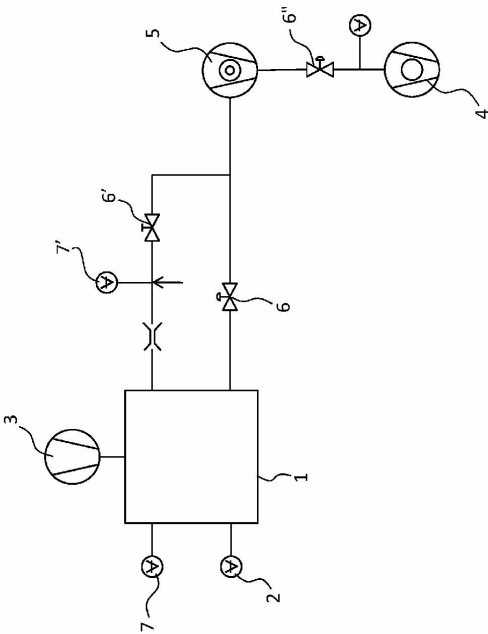
35

40

45

1

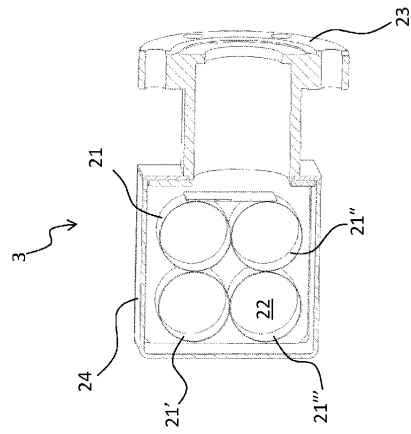
1/2



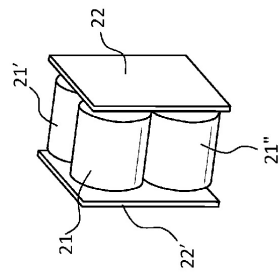
ФИГ. 1

2

2/2



ФИГ. 3



ФИГ. 2