


 (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ
 Статус: действует (последнее изменение статуса: 21.03.2023)

(21)(22) Заявка: **2022110848**, 19.04.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.04.2022

Дата регистрации:
21.03.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **19.04.2022**

(45) Опубликовано: **21.03.2023** Бюл. № **9**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2149523 C1, 20.05.2000. RU 2258329 C1, 10.08.2005 C1. WO 198800427 A1, 14.01.1988. US 2017095788 A1, 06.04.2017. US 8877002 B 2, 04.11.2014. US 10138554 B2, 27.11.2018.**

(72) Автор(ы):
Тазмеев Харис Каюмович (RU), Тазмеев Газ Харисович (RU), Тазмеев Алмаз Харисович (RU)

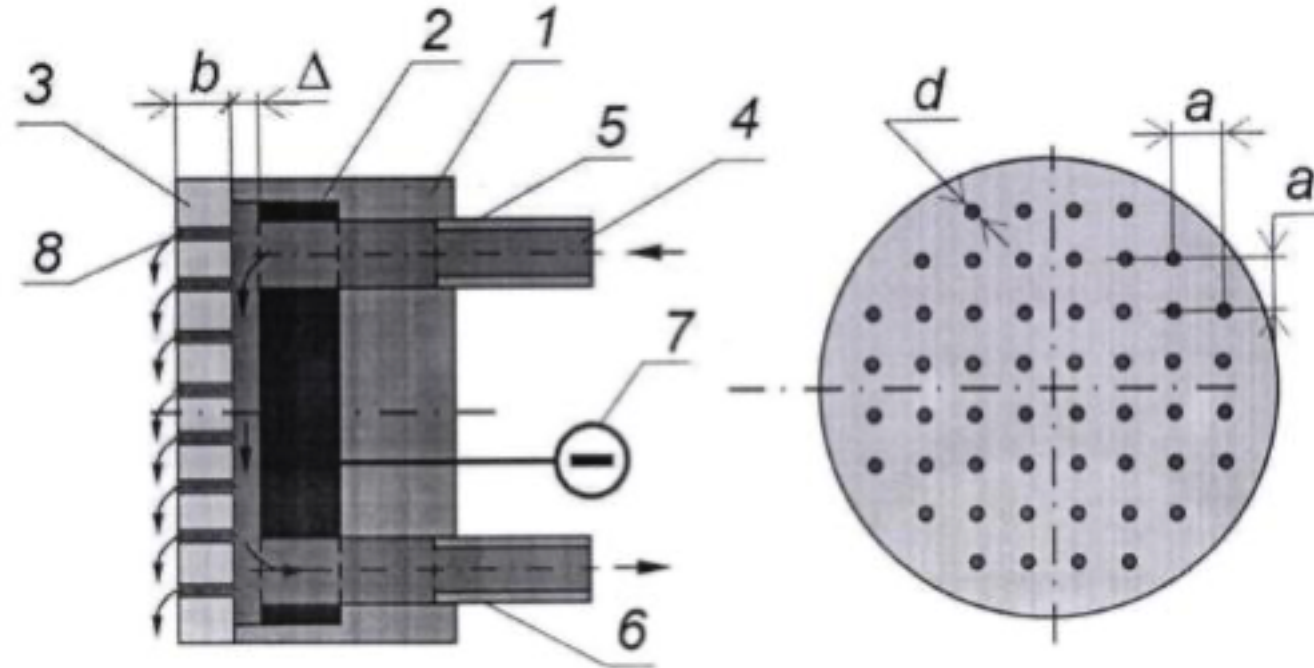
(73) Патентообладатель(и):
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" (ФГАОУ ВО КФУ) (RU)

Адрес для переписки:
423812, Респ. Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Суюмбике, 10А, Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО КФУ, отдел научно-инновационной деятельности, Хасановой Л.Ф.

(54) Электродный узел

(57) Реферат:

Изобретение относится к плазменной технике, а именно к газоразрядным устройствам с жидкими электролитными электродами и может быть применено в тех областях науки и техники, где используется низкотемпературная плазма, в частности, в плазмохимии. Технический результат - увеличение удельной тепловой нагрузки на электродный узел. В электродном узле, содержащем жидкий электрод в виде электролита, токоподвод и пористую насадку из огнеупорного материала, смонтированные с образованием небольшого зазора Δ между пористой насадкой и токоподводом, в пористой насадке выполнены малые отверстия с диаметрами d и эти отверстия расположены в ячейках прямоугольной сетки с одинаковым шагом a по линиям, образующим сетку, при этом малые отверстия образуют каналы для протекания электролита из зазора Δ между пористой насадкой и токоподводом к рабочей поверхности пористой насадки. 1 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к плазменной технике, а именно к газоразрядным устройствам с жидкими электролитными электродами, и может быть применено в тех областях науки и техники, где используется низкотемпературная плазма, в частности, в плазмохимии.

Известны электродные узлы с жидким электродом в виде проточного электролита [1-4]. Недостатком таких электродных узлов является то, что они малоприспособлены для создания потоков плазмы с заданной ориентацией в пространстве. Пространственное положение этих электродных узлов жестко ограничено. Они всегда размещаются ниже того электрода, к которому подводится противоположный потенциал, т.е. если они выполняют роль катода, то располагаются ниже анода, а если являются анодом, то располагаются ниже катода. При этом поток плазмы всегда ориентирован только в одном направлении. Он идет снизу вверх.

Известен электродный узел, представляющий собой напорную металлическую трубку, из которой истекает струя жидкого электролита [2]. Металлическая трубка служит токоподводом. Этот электродный узел позволяет менять положение электродов газоразрядного устройства друг относительно друга, и тем самым может обеспечить заданную ориентацию плазменного столба в пространстве.

Этот электродный узел [2] имеет следующие недостатки. Стабильное горение газового разряда возможно только при малых токах. Это обстоятельство обусловлено нагреванием струи электролита за счет выделения тепла внутри него при пропускании тока. Согласно закону Джоуля-Ленца количество теплоты, выделяемой в струе электролита, растет пропорционально квадрату тока. Поэтому большие токи приводят к взрывному вскипанию струи электролита, из-за чего происходит разрыв электрической цепи и горение газового разряда становится невозможным. Повышение тока возможно при увеличении потока электролита, т.к. в этом случае для нагрева струи электролита потребуются большее количество теплоты. Однако увеличение потока электролита приведет к другим нежелательным явлениям. В частности, возрастает разбрызгивание электролита.

Прототипом выбран электродный узел [5], представляющий собой напорную трубку, снабженную пористой насадкой из огнеупорного диэлектрического материала и токопроводящей втулкой, между которыми образован зазор для протекания электролита. Токопроводящая втулка может быть выполнена из металла или из графита. Она служит токоподводом к жидкому электролиту. Этот электродный узел позволяет создать поток плазмы с различными ориентациями в пространстве. Однако его невозможно использовать в сильноточных режимах горения разряда, когда возникают большие удельные тепловые нагрузки на пористую насадку. Это обстоятельство обусловлено со следующими недостатками электродного узла [5]. Во-первых, пористая насадка имеет ограниченную пропускную способность. Во-вторых, пористая структура как фильтр задерживает загрязнения электролита и со временем пропускная способность пористой насадки снижается. Из-за этих недостатков отвод теплоты с единицы поверхности пористой насадки проточным электролитом возможен только в ограниченном количестве.

Цель заявляемого изобретения направлено на увеличение удельной тепловой нагрузки на электродный узел.

Цель достигается тем, что в электродном узле, содержащем жидкий электрод в виде электролита, токоподвод и пористую насадку из огнеупорного материала, смонтированные с образованием небольшого зазора Δ между пористой насадкой и токоподводом, в пористой насадке выполнены малые отверстия с диаметрами d и эти отверстия расположены в ячейках прямоугольной сетки с одинаковым шагом a по линиям, образующим сетку, при этом малые отверстия образуют каналы для протекания электролита из зазора Δ между пористой насадкой и токоподводом к рабочей поверхности пористой насадки, а геометрические размеры Δ , d и a выбраны в пределах:
 $1 \leq \Delta \leq 3$ мм; $0,5 \leq d \leq 0,8$ мм; $5 \leq a \leq 6$ мм.

На фиг. 1 представлен электродный узел.

Электродный узел состоит из диэлектрического корпуса 1, токоподвода 2, пористой насадки 3 и жидкого электрода 4 в виде электролита, текущего внутри электродного узла. Стрелками указано направление движения электролита.

Диэлектрический корпус 1 выполнен из термостойкого диэлектрика, он снабжен штуцером 5 для подачи электролита и штуцером 6 для отвода электролита.

Токоподвод 2 выполнен из токопроводящего материала в виде шайбы и вставлен в диэлектрический корпус 1. В токоподводе выполнены два отверстия для протекания электролита. Материалом токоподвода служит проводник (металл или графит). Токоподвод снабжен клеммой 7 для соединения с источником электрического питания. Клемма 7 может быть соединена либо с отрицательным, либо с положительным полюсом источника питания. На фиг. 1 изображен вариант соединения с отрицательным полюсом. В этом случае электродный узел служит катодом газоразрядного устройства. В варианте соединения с положительным полюсом электродный узел будет служить анодом газоразрядного устройства.

Пористая насадка 3 выполнена из огнеупорного материала в виде шайбы. Ее толщина составляет 5-8 мм. Пористая насадка 3 смонтирована снаружи корпуса 1 впритык к его торцу. Между пористой насадкой 3 и токоподводом 2 образован зазор Δ шириной в пределах 1-3 мм. Этот зазор заполнен проточным электролитом. В пористой насадке выполнены отверстия 8 с диаметром d в пределах 0,5-0,8 мм. Местоположения этих отверстий образуют прямоугольную сетку с одинаковым шагом a в пределах 5-6 мм по линиям, образующим сетку. Отверстия 8 служат каналами для протекания электролита из зазора Δ между пористой насадкой и токоподводом к поверхности пористой насадки.

Работает электродный узел следующим образом. Жидкий электрод 4, подводимый в электродный узел через штуцер 5, заполняет зазор Δ , смачивает пористую насадку 3, частично отводится через штуцер 6. Вместе с электролитом уносятся электролизные газы, выделяемые на поверхности токоподвода. Часть электролита через отверстия 8 поступает на рабочую поверхность пористой насадки 3. Важно, что наличие отверстий облегчает поступление электролита на рабочую поверхность пористой насадки. При этом электролит более эффективно охлаждает пористую насадку. Поэтому тепловая нагрузка на электродный узел может быть увеличена. Под воздействием газового разряда электролит расплывается и испаряется с рабочей поверхности пористой насадки 3. Таким образом, вещество электролита поступает в газовый разряд и образует плазму. Избыток электролита стекает с рабочей поверхности пористой насадки 3. Избыточное количество электролита необходимо для того, чтобы, во-первых, обеспечить увлажненное состояние пористой насадки в полном объеме, и, во-вторых, отвести тепло от пористой насадки в виде возросшей внутренней энергии электролита.

Электродный узел может располагаться в различных ориентациях в пространстве. На фиг. 1 изображен вариант горизонтальной ориентации. Кроме этого варианта могут быть ориентации под углом вниз и под углом вверх, а также вертикально снизу вверх. Малые размеры отверстий 8 и их частое расположение обеспечивают надежную тепловую защиту пористой насадки при всевозможных ориентациях электродного узла.

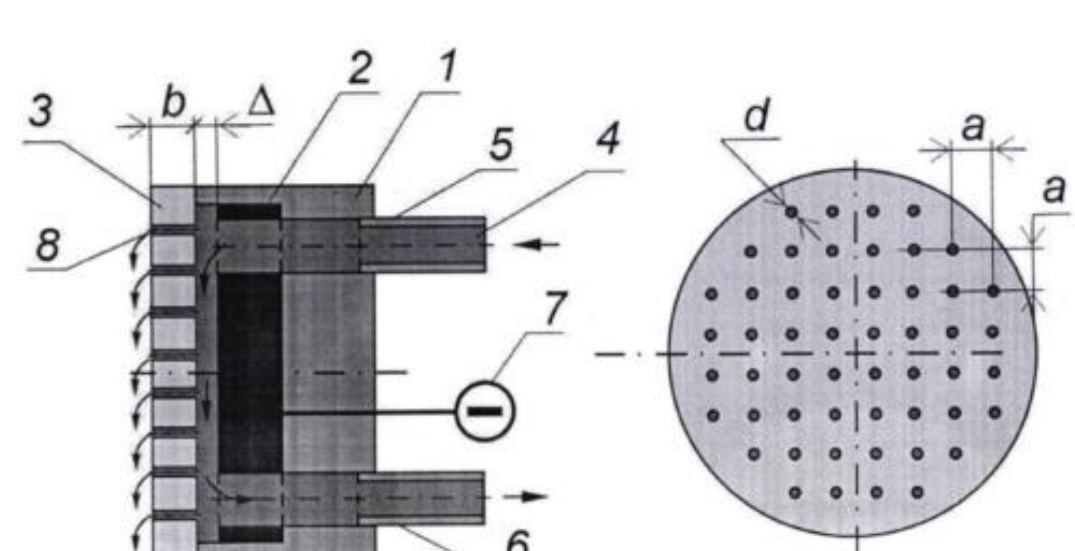
Электродный узел испытан экспериментально. Эксперименты были проведены при горизонтальной ориентации электродного узла. В качестве электролита был использован раствор хлорида натрия в дистиллированной воде с концентрацией по массе 0,5%. Ток газового разряда менялся в диапазоне 10-22 А, при этом средняя плотность тока, определяемая как отношение тока к площади рабочей поверхности пористой насадки, получилась в несколько раз больше чем в экспериментах с применением электродного узла, описание которого дано в [5]. Соответственно, тепловая нагрузка на электродный узел была в несколько раз выше. Таким образом, экспериментально было подтверждено, что поставленная цель достигнута.

Источники информации

1. Патент РФ №2242848, Тазмеев Х.К., Тазмеев А.Х. Способ получения потока плазмы из паров электролита и устройства для его осуществления. 2004.
2. Патент РФ №2258329, Тазмеев Х.К., Тазмеева Р.Н. Электродный узел. 2005.
3. Bruggeman P et al. Characteristics of a cathodeless P.N.H. air discharges with a liquid cathode and a metal anode // Plasma Sources Science and Technology. - 2008. - Volume 17, Number 2. - P. 025012.
4. Гайсин Ф.М., Хакимов Р.Г., Шакиров Ю.И. Разряд в газе между струей жидкости и твердым электродом // Тезисы докладов научно-технической конференции «Проблемы и прикладные вопросы физики» - Саранск. 18-20 мая 1993. МГПИ. См. стр. 34.
5. Патент РФ №2149523, Тазмеев Х.К., Тазмеев Б.Х. Электродный узел. 2000.

Формула изобретения

Электродный узел, содержащий жидкий электрод в виде электролита, токоподвод и пористую насадку из огнеупорного материала, смонтированные с образованием небольшого зазора Δ между пористой насадкой и токоподводом, отличающийся тем, что в пористой насадке выполнены малые отверстия с диаметрами d и эти отверстия расположены в ячейках прямоугольной сетки с одинаковым шагом a по линиям, образующим сетку, при этом малые отверстия образуют каналы для протекания электролита из зазора Δ между пористой насадкой и токоподводом к рабочей поверхности пористой насадки, а геометрические размеры Δ , d и a выбраны в пределах:
 $1 \leq \Delta \leq 3$ мм; $0,5 \leq d \leq 0,8$ мм; $5 \leq a \leq 6$ мм.



Фиг.1