

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2584691

### СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ РАЗРЯДА С СУЖЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО КАНАЛА

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014153822

Приоритет изобретения 29 декабря 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 26 апреля 2016 г.

Срок действия патента истекает 29 декабря 2034 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014153822/07, 29.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2014

(45) Опубликовано: 20.05.2016 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2498441C1, 10.11.2013. RU  
2298256C2, 27.04.2011. WO 1996024945A1,  
15.08.1996. US 6417604B1, 09.07.2002. US  
2013162136A1, 27.06.2013.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВПО "Национальный минерально-  
сырьевой университет "Горный", отдел  
интеллектуальной собственности и трансфера  
технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Мустафаев Александр Сеит-Умерович (RU),  
Грабовский Артем Юрьевич (RU),  
Страхова Анастасия Андреевна (RU),  
Аинов Мацак Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Национальный минерально-сырьевой  
университет "Горный" (RU)

(54) СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ РАЗРЯДА С  
СУЖЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО КАНАЛА

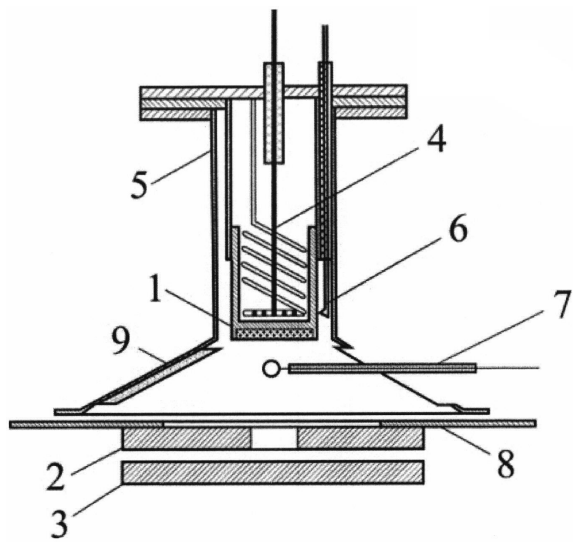
(57) Реферат:

Изобретение относится к плазменной энергетике к области стабилизации напряжения в высоковольтном диапазоне и может быть использовано в силовых цепях объектов наземной и космической ядерной энергетике, а также при разработке систем экологической аварийной защиты и контроля на атомных станциях, ядерных энергетических установках, подводных лодках. Технический результат - получение стабилизированного напряжения  $U_{\text{стаб}}$  в

диапазоне от 10 до 100 В. Разряд создают непосредственно между катодом и управляющим электродом через отверстие в основном аноде, на основной анод подают отрицательный потенциал, а регулировку стабилизируемого напряжения в диапазоне от 10 до 100 В осуществляют изменением давления гелия либо отрицательного потенциала на основном аноде. 6 ил.

RU 2 584 691 C1

RU 2 584 691 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014153822/07, 29.12.2014

(24) Effective date for property rights:  
29.12.2014

Priority:

(22) Date of filing: 29.12.2014

(45) Date of publication: 20.05.2016 Bull. № 14

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VPO "Natsionalnyj mineralno-syrevoj universitet  
"Gornyj", otdel intellektualnoj sobstvennosti i  
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

Mustafaev Aleksandr Seit-Umerovich (RU),  
Grabovskij Artem JUrevich (RU),  
Strakhova Anastasija Andreevna (RU),  
Ainov Matsak Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
professionalnogo obrazovaniya "Natsionalnyj  
mineralno-syrevoj universitet "Gornyj" (RU)

(54) **METHOD FOR STABILISATION OF VOLTAGE BASED ON DISCHARGE WITH NARROWING PLASMA CHANNEL**

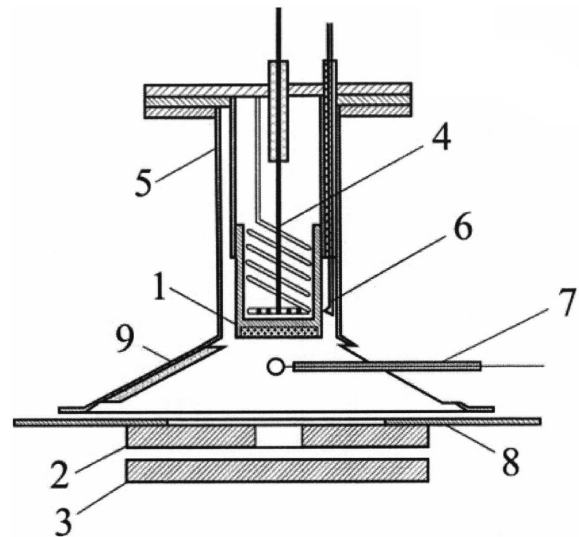
(57) Abstract:

FIELD: energy.

SUBSTANCE: invention relates to plasma energy, stabilisation of voltage in high-voltage range and can be used in power circuits of ground objects and space nuclear power engineering, as well as in developing systems for environmental emergency protection and control at nuclear plants, nuclear power plants, submarines. Discharge is created directly between cathode and control electrode through a hole in main anode, on main anode negative potential is supplied, and adjustment of stabilised voltage in range from 10 to 100 V is performed by changing pressure of helium or negative potential at main anode.

EFFECT: technical result is production of stabilised voltage  $U_{stab}$  in range from 10 to 100 V.

1 cl, 6 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к плазменной энергетике к области стабилизации напряжения в высоковольтном диапазоне и может быть использовано в силовых цепях объектов наземной и космической ядерной энергетике, а также при разработке систем экологической аварийной защиты и контроля на атомных станциях, ядерных энергетических установках, подводных лодках.

Известен способ стабилизации напряжения (авторское свидетельство SU №1185429, опубл. 15.10.1985 г.), реализованный в конструкции плазменного диода с сужением разрядного канала. Способ включает создание разряда между анодом и катодом в газонаполненном приборе. Разряд создают в режиме низковольтного пучкового разряда в инертном газе. Давление газа выбирают из выражения  $d \leq l_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1}{3} l_{i\alpha} \cdot l_{e\alpha}}$ . При этом устанавливают рабочий ток, не превышающий ток эмиссии катода. Для стабилизации напряжения в диапазоне 10-50 В межэлектродный промежуток заполняют инертными газами с различными потенциалами ионизации: ксеноном, криптоном, аргоном, неоном и гелием.

Недостатком аналога является невозможность стабилизации напряжения выше 50 В и развитие неустойчивостей, вызванных наличием участка отрицательного сопротивления на вольтамперной характеристике (ВАХ) прибора.

Известен стабилитрон с регулировкой рабочего тока (патент RU 2417397, опубл. 27.04.2007 г.), содержащий соединенные последовательно между собой источник питания, сопротивление нагрузки и ограничительное сопротивление в цепи нагрузки. Стабилитрон снабжен триодным стабилитроном, включенным параллельно сопротивлению нагрузки, и ограничительным сопротивлением, включенным между базой и коллектором триодного стабилитрона.

Недостатком аналога является невозможность стабилизации напряжения выше 50 В.

Известен высоковольтный стабилизатор постоянного напряжения (патент RU 2298256, опубл. 27.04.2011 г.), содержащий стабилизирующий элемент, преобразователь напряжения, подключенный к стабилизирующему элементу и к первичной обмотке трансформатора, вторичная обмотка которого подключена к двухканальному вентильно-конденсаторному блоку.

Недостатком аналога является невозможность гибкого управления стабилизируемым напряжением.

Известен способ стабилизации электрических параметров в газоразрядных приборах с отрицательным сопротивлением (патент RU 2498441, опубл. 10.11.2013 г.), принятый за прототип. Способ реализован в трехэлектродной конструкции, где анод выполняют с отверстием, а управляющий электрод устанавливают вне разрядного промежутка за анодом, соосно с ним. Способ включает создание основного разряда между катодом и анодом, создание разряда между анодом и управляющим электродом и установку тока управляющего электрода не более 0,05 А.

Недостатком прототипа является невозможность стабилизации напряжения выше 50 В.

Техническим результатом изобретения является получение стабилизированного напряжения  $U_{\text{стаб}}$  в диапазоне от 10 до 100 В.

Технический результат достигается тем, что разряд создают непосредственно между катодом и управляющим электродом через отверстие в основном аноде, на основной анод подают отрицательный потенциал, а регулировку стабилизируемого напряжения

в диапазоне от 10 до 100 В осуществляют изменением давления гелия либо отрицательного потенциала на основном аноде.

Способ стабилизации высоковольтного напряжения на базе разряда с сужением плазменного канала поясняется следующими фигурами:

- 5     фиг. 1 - конструкция прибора с сужением разрядного канала, где  
       1 - катод;  
       2 - основной анод;  
       3 - внешний управляющий электрод;  
       4 - нагреватель;  
 10    5 - тепловой экран;  
       6 - катодная микротермопара;  
       7 - зонд;  
       8 - охранные алундовые изоляторы;  
       9 - боковой проводящий экран;  
 15    фиг. 2 - ВАХ промежутка катод-основной анод (1-3) и катод-управляющий электрод (4-7);  $P_{He}$ , тор: 1-0,9; 2-0,3; 3-0,1; 4-1; 5-0,8; 6-0,6; 7-0,5.

фиг. 3 - ВАХ промежутка катод-управляющий электрод, зарегистрированный при разных давлениях гелия  $P_{He}$ , тор: 1-0,85; 2-0,7; 3-0,6; 4-0,4, 5-0,2, 6-0,1.

- 20    фиг. 4 - ВАХ промежутка катод-управляющий электрод при различных отрицательных потенциалах основного анода  $U_a$  и давлении  $P_{He}=0,5$  тор.

фиг. 5 - зависимость стабилизируемого напряжения  $U_{стаб}$  от давления гелия,

фиг. 6 - зависимость стабилизируемого напряжения  $U_{стаб}$  от отрицательного потенциала на основном аноде для трех значений давления гелия.

- 25    Способ осуществляют следующим образом.

Устройство прибора приведено на фиг. 1. Импрегнированный барием термокатод 1 имеет диаметр 10 мм, а основной молибденовый анод 2 выполнен в виде диафрагмы диаметром 30 мм с центральным отверстием диаметром 2 мм. Основной анод установлен в 8 мм от катода параллельно и соосно с ним. Управляющий молибденовый электрод 30 3 диаметром 30 мм вынесен из зоны основного разряда за основной анод и находится от него на расстоянии 1 мм. К катоду примыкает формирователь геометрии основного разрядного промежутка в виде металлического конусного экрана 9. Межэлектродный промежуток заполняют спектрально-чистым гелием. Потенциал конусного экрана совпадает с потенциалом катода. Напряжение на основной анод и управляющий 35 электрод подают относительно катода от источника постоянного тока (не показано).

Для пояснения способа на фиг. 2 приведены ВАХ промежутка катод-основной анод (1-3) и катод-управляющий электрод (4-7) в режиме низковольтного пучкового разряда;  $P_{He}$ , тор: 1-0,9; 2-0,3; 3-0,1; 4-1; 5-0,8; 6-0,6; 7-0,5. Из фиг. 2 видно, что ВАХ 4-7 являются 40 существенно более высоковольтными, чем 1-3, и удовлетворяют требованиям стабилизации напряжения в диапазоне выше 50 В.

Далее осуществляется управление стабилизируемым напряжением в диапазоне 50-100 В путем изменения давления гелия. Проанализируем фиг. 3, где представлены вольтамперные характеристики промежутка катод-управляющий электрод, зарегистрированные для ряда значений давлений гелия;  $P_{He}$ , тор: 1-0,85; 2-0,7; 3-0,6; 4- 45 0,4, 5-0,2, 6-0,1. Видно, что с уменьшением давления напряжение горения разряда растет и достигает значения  $\approx 100$  В при  $P_{He}=0,1$  тор.

Столь же эффективное управление стабилизируемым напряжением  $U_{стаб}$  в диапазоне

от 50 до 100 В может осуществляться изменением отрицательного потенциала на основном аноде, что подтверждается фиг. 4, где представлены ВАХ промежутка катод-

5 управляющий электрод при различных отрицательных потенциалах основного анода  $U_a$  и давлении  $P_{He}=0,5$  тор. Видно, что изменение потенциала основного анода в

диапазоне  $U_a=(-2\div-16)$  В решает задачу управления стабилизированным высоковольтным напряжением вплоть до  $U_{стаб}=100$  В.

Эффективность предлагаемого способа проиллюстрирована зависимостью стабилизируемого напряжения от давления гелия (фиг. 5) и от отрицательного потенциала на основном аноде для трех значений давления гелия (фиг. 6).

10 Таким образом, способ обеспечивает получение стабилизированного напряжения в диапазоне от 10 до 100 В за счет создания разряда между катодом и управляющим электродом через отверстие в основном аноде при отрицательном анодном потенциале и управления стабилизируемым напряжением. Такое управление может осуществляться как регулировкой давления гелия, так и изменением отрицательного потенциала на

15 основном аноде.

#### Формула изобретения

Способ стабилизации высоковольтного напряжения на базе разряда с сужением плазменного канала, включающий установку управляющего электрода соосно за

20 основным анодом, выполненным с отверстием, отличающийся тем, что разряд создают непосредственно между катодом и управляющим электродом через отверстие в основном аноде, на основной анод подают отрицательный потенциал, а регулировку стабилизируемого напряжения в диапазоне от 10 до 100 В осуществляют изменением

25 давления гелия либо отрицательного потенциала на основном аноде.

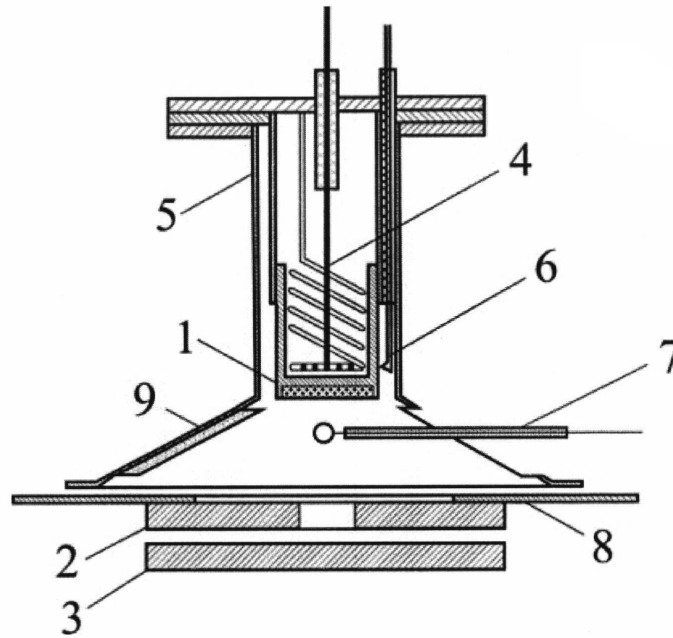
30

35

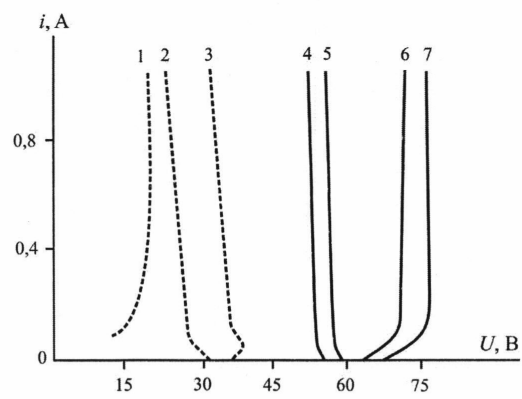
40

45

СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ  
РАЗРЯДА С СУЖЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО КАНАЛА



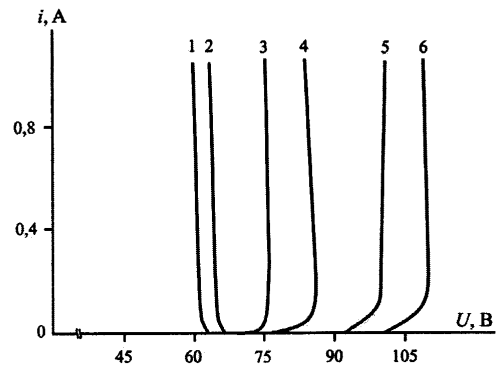
Фиг. 1



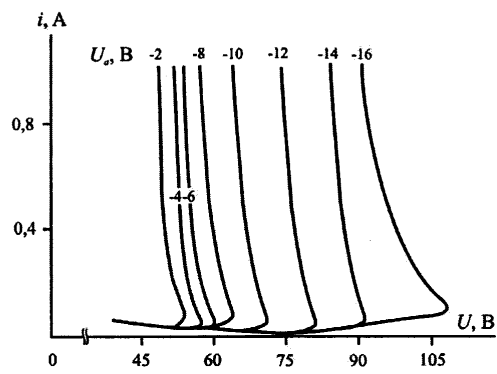
Фиг. 2



**СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ  
РАЗРЯДА С СУЖЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО КАНАЛА**

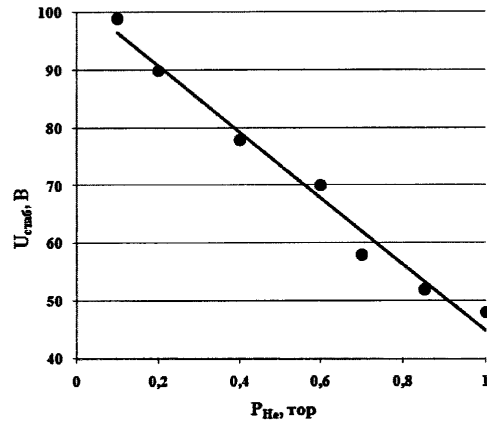


**Фиг. 3**

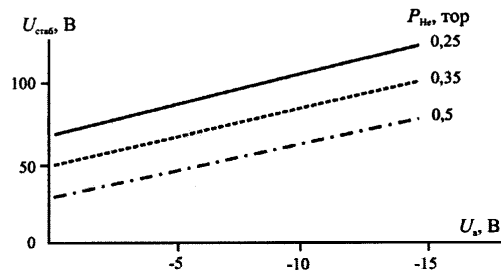


**Фиг. 4**

**СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ  
РАЗРЯДА С СУЖЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО КАНАЛА**



**Фиг. 5**



**Фиг. 6**