

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F03H 1/00 (2025.01); H05H 1/54 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2023131599, 01.12.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.12.2023Дата регистрации:
17.06.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.12.2023

(43) Дата публикации заявки: 02.06.2025 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 17.06.2025 Бюл. № 17

Адрес для переписки:

107078, Москва, Хоромный туп., 4, стр. 1, АО
"Корпорация "ВНИИЭМ"

(72) Автор(ы):

Ходов Александр Андреевич (RU),
Бондаренко Дмитрий Алексеевич (RU),
Маринин Сергей Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество
"Научно-производственная корпорация
"Космические системы мониторинга,
информационно-управляющие и
электромеханические комплексы" имени А.Г.
Иосифьяна" (АО "Корпорация "ВНИИЭМ")
(RU),
Общество с ограниченной ответственностью
"АВИА ПРАЙД" (ООО "АВИА ПРАЙД")
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
КОЛЬЦЕВЫХ ИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.
Д. А. Бондаренко, К. В. Вавилин, И. И.
Задириев, Е. А. Кралькина, С. Ю. Маринин,
А. А. Ходов, Вопросы электромеханики.
Труды ВНИИЭМ Т. 191, N 6 2022, стр.3-11.
RU 2543103 C2, 27.02.2015. US 11346330 B1,
31.05.2022. Michael J. Patterson, "Unlocking the
potential of annular ion engines", ROOM, 3 (9)
(см. прод.)

(54) КОЛЬЦЕВОЙ ИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

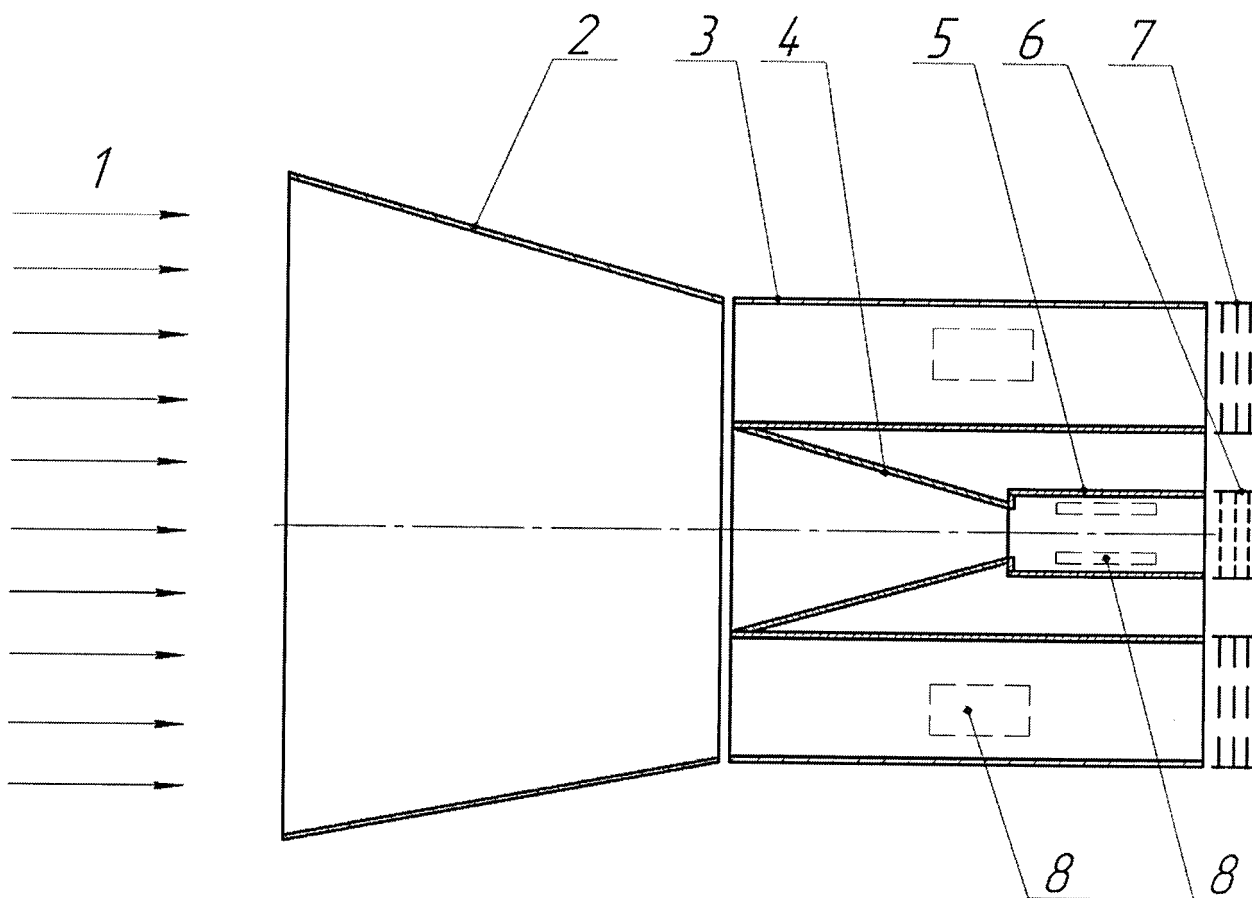
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электроракетных двигательных установок, в частности к устройствам создания реактивного потока частиц. Кольцевой ионный двигатель состоит из источника положительно заряженных частиц, включающего в себя кольцевую газоразрядную камеру и кольцевую ускоряющую систему, устройство поджига и поддержания разряда, и источника отрицательно заряженных частиц, состоящего из газоразрядной камеры, ускоряющей системы, устройства поджига и

поддержания разряда. Кольцевая газоразрядная камера состоит из двух цилиндрических коаксиальных трубок разного диаметра с двумя открытыми торцами, между поверхностями которых образуется объем, в который через устройство стабилизации потока, установленное на торце кольцевой газоразрядной камеры, поступает поток набегающих частиц остаточной атмосферы. Источник отрицательно заряженных частиц устанавливается во внутренний объем трубки меньшего диаметра, на торце которой

устанавливается переходной патрубок, обеспечивающий поступление части потока набегающих частиц из устройства стабилизации в газоразрядную камеру источника отрицательных частиц. При использовании изобретения обеспечивается возможность использования набегающего потока частиц как

для источника положительно заряженных частиц, так и для источника отрицательно заряженных частиц, что позволяет минимизировать массогабаритные характеристики электроракетной двигательной установки. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.



Фиг.1

(56) (продолжение):
2016.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F03H 1/00 (2025.01); H05H 1/54 (2025.01)(21)(22) Application: **2023131599, 01.12.2023**(24) Effective date for property rights:
01.12.2023Registration date:
17.06.2025

Priority:

(22) Date of filing: **01.12.2023**(43) Application published: **02.06.2025** Bull. № 16(45) Date of publication: **17.06.2025** Bull. № 17

Mail address:

**107078, Moskva, Khoromnyj tup., 4, str. 1, AO
"Korporatsiya "VNIIEM"**

(72) Inventor(s):

**Khodov Aleksandr Andreevich (RU),
Bondarenko Dmitrij Alekseevich (RU),
Marinin Sergej Yurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aktsionernoe obshchestvo
"Nauchno-proizvodstvennaya korporatsiya
"Kosmicheskie sistemy monitoringa,
informatsionno-upravlyayushchie i
elektromekhanicheskie komplekсы" imeni A.G.
Iosifyana" (AO "Korporatsiya "VNIIEM") (RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"AVIA PRAJD" (OOO "AVIA PRAJD") (RU)**(54) **CIRCULAR IONIC ENGINE**

(57) Abstract:

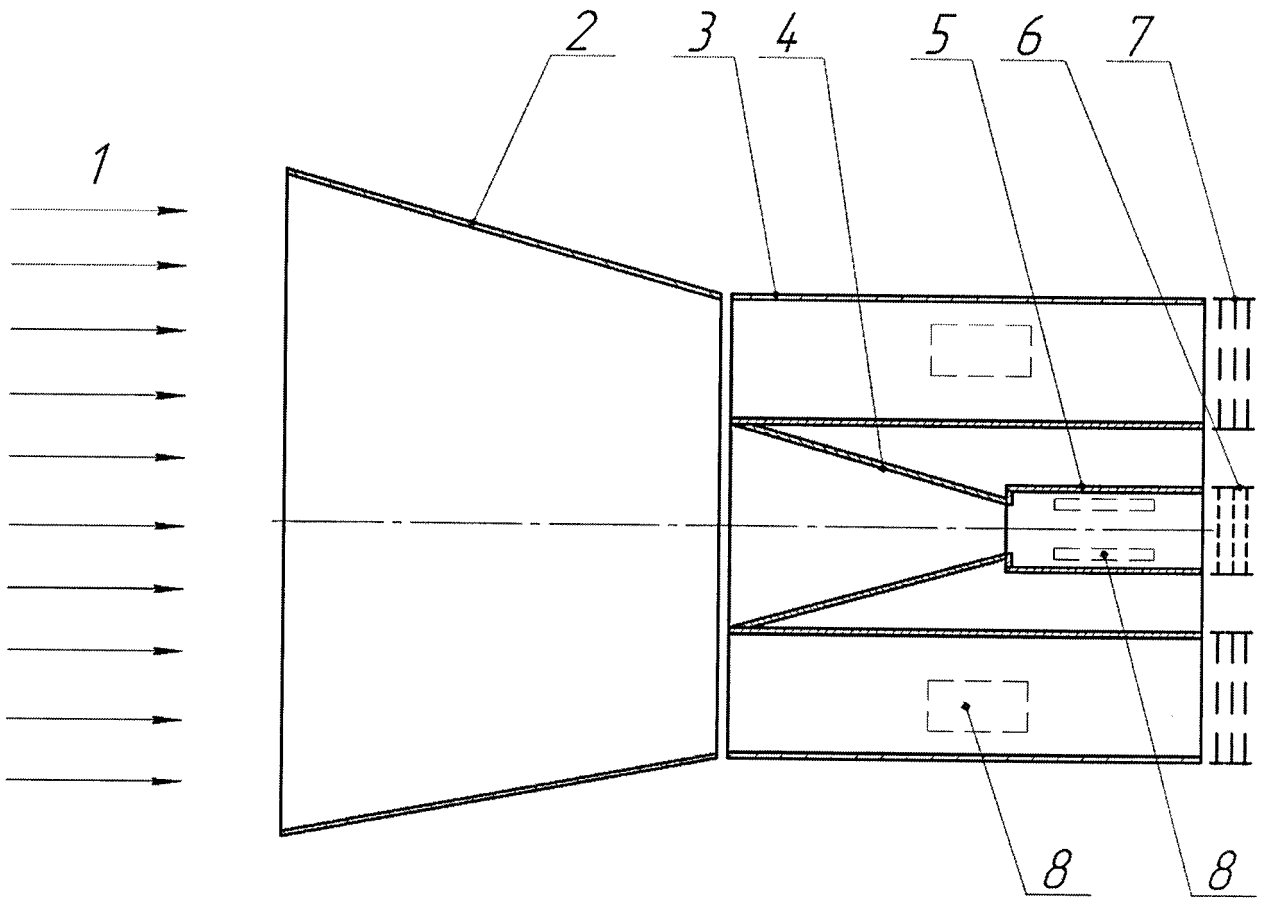
FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electric rocket propulsion systems, in particular to devices for creation of jet flow of particles. Annular ionic engine consists of a source of positively charged particles including an annular gas discharge chamber and an annular accelerating system, an ignition and discharge maintaining device, and a source of negatively charged particles consisting of a gas discharge chamber, an accelerating system, an ignition and discharge maintaining device. Annular gas discharge chamber consists of two cylindrical coaxial tubes of different diameters with two open ends, between the surfaces of which a volume is formed, into which, through a flow

stabilization device installed at the end of the annular gas discharge chamber, incoming flow of incident particles of residual atmosphere. Source of negatively charged particles is installed in inner volume of tube of smaller diameter, adapter pipe is arranged at its end to feed a portion of incident particle flow from stabilization device into negative particle source gas-discharge chamber.

EFFECT: use of the invention enables to use an incoming stream of particles for a source of positively charged particles and a source of negatively charged particles, which enables to minimize weight and size characteristics of the electric rocket propulsion system.

3 cl, 1 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к области электроракетных двигательных установок, в частности к устройствам создания реактивного потока частиц.

Конструктивно ионные двигатели состоят из трех основных узлов: газоразрядной камеры с устройством поджига и поддержания разряда, в которой происходит ионизация рабочего тела, ускоряющей системы, обеспечивающей извлечение и ускорение положительно заряженных частиц из газоразрядной камеры, и источника отрицательно заряженных частиц (например, катода-нейтрализатора), необходимого для компенсации положительного объемного заряда пучка положительно заряженных частиц (например, ионов).

Как правило, существуют три типа ионизации или перевода рабочего тела в ионизованное состояние: на основе разряда постоянного тока, высокочастотного разряда или сверхвысокочастотного разряда.

Использование кольцевых ионных двигателей позволяет, во-первых, закреплять электроды ускоряющей системы как по внутренней, так и по внешней поверхностям газоразрядной камеры, что способствует увеличению динамической стойкости системы, упрощает ее юстировку и обеспечивает постоянство межэлектродного зазора; во-вторых, разместить в свободной центральной части газоразрядной камеры источник отрицательно заряженных частиц, необходимый для компенсации положительного объемного заряда пучка положительно заряженных частиц. Такое совмещение по типу «устройство в устройстве» позволяет использовать поток атмосферных газов в качестве рабочего тела как для источника положительно заряженных частиц, так и для источника отрицательно заряженных частиц, используя одно устройство стабилизации набегающего потока.

Известен аналог - патент на изобретение КНР, CN 113404658 А, опубликованный 17.09.2021 г.

Изобретение относится к области радиочастотных двигателей, в частности к радиочастотному ионному двигателю с возможностью самонейтрализации.

Выходное сечение основной газоразрядной камеры соединено с ионно-оптической системой; входное сечение вторичной газоразрядной камеры соединено с боковой стенкой основной газоразрядной камеры, а выходное сечение вторичной газоразрядной камеры соединено с электронно-оптической системой; ионно-оптическая система и электронно-оптическая система подключены к источнику постоянного тока; ионно-оптическая система используется для извлечения и ускорения из основной газоразрядной камеры ионов, создающих тягу двигателя; электронно-оптическая система используется для извлечения и ускорения электронов из вторичной ионизационной камеры, необходимых для нейтрализации пучка положительно заряженных частиц.

Объединенные основная и вторичная газоразрядные камеры совместно используют набор радиочастотных источников питания и сетей согласования импеданса, электронно-оптическая и ионно-оптическая системы совместно используют источник высокого напряжения постоянного тока.

Недостатком изобретения является сильная параметрическая зависимость плазмы во вторичной газоразрядной камере от плазмы в основной газоразрядной камере, что может вызывать неоднородности и флуктуации плазмообразования, тем самым приводить к нестабильной работе источника электронов, как узла нейтрализации пучка положительно заряженных частиц.

Известен прототип - патент на изобретение КНР, CN 110594115 А, опубликованный 20.12.2019 г.

Изобретение относится к области техники, связанной с ионными двигателями.

Кольцевой ионный двигатель содержит кольцевую газоразрядную камеру, кольцевую ионно-оптическую систему, магнитную систему, газоввод и нейтрализатор, при этом рабочее тело поступает в кольцевую газоразрядную камеру, в которой ионизируется в разряде постоянного тока в скрещенных электрическом и магнитном полях, после чего
 5 ускоряется с помощью ионно-оптической системы и нейтрализуется электронами, испускаемыми нейтрализатором, с образованием квазинейтрального пучка, создающего выходную тягу. Используя такую конструкцию, во-первых, достигается равномерность распределения электронов, образующихся в кольцевой газоразрядной камере, что обеспечивает однородность плазмы, генерируемой в результате ионизации, и,
 10 следовательно, продлевается срок службы ионно-оптической системы. Кроме того, отсутствие разрядного катода позволяет продлить срок службы двигателя.

Недостатками данного изобретения является возможность использования только запасенного на борту космического аппарата рабочего тела, а также плохая оптимизация конструкции с большим количеством незадействованного объема.

15 Техническим результатом изобретения является возможность использования набегающего потока частиц как для источника положительно заряженных частиц, так и для источника отрицательно заряженных частиц, что позволяет минимизировать масса-габаритные характеристики электроракетной двигательной установки.

На фиг. 1 представлена схема кольцевого ионного двигателя в разрезе, включающего
 20 в себя устройство стабилизации набегающего потока 2, присоединенного к кольцевой газоразрядной камере 3, переходной патрубком 4, встроенный в центральную часть кольцевой газоразрядной камеры 3, газоразрядную камеру источника отрицательно заряженных частиц 5, ускоряющей системы отрицательно заряженных частиц 6 и
 25 ускоряющей системы положительно заряженных частиц 7, устройства поджига и поддержания разряда 8. В качестве рабочего тела используется поток набегающих частиц остаточной атмосферы 1, поступающий в

газоразрядные камеры 3 и 5 через устройство стабилизации набегающего потока частиц 2.

30 Форма поперечного сечения коаксиальных цилиндрических трубок газоразрядной камеры и ускоряющей системы источника положительно заряженных частиц может быть представлена двумя криволинейными участками, соединенных прямолинейными участками, что позволяет размещать в центральной части газоразрядной камеры как минимум два источника отрицательно заряженных частиц.

Кольцевой ионный двигатель может состоять из коаксиально расположенных
 35 кольцевых источников положительно и отрицательно заряженных частиц во внутреннем объеме кольцевого источника положительно заряженных частиц, образованного трубкой большего диаметра.

Кольцевой ионный двигатель работает следующим образом.

40 Поток набегающих частиц остаточной атмосферы поступает через устройство стабилизации потока в кольцевую газоразрядную камеру источника положительно заряженных частиц, в которой с помощью устройства поджига и поддержания разряда происходит зажигание и поддержание процесса плазмообразования. Одновременно с этим часть потока набегающих частиц из устройства стабилизации потока через
 45 переходной патрубок поступает в газоразрядную камеру источника отрицательно заряженных частиц, в котором с помощью устройства поджига и поддержания разряда происходит зажигание и поддержание процесса плазмообразования. Для инициации разряда в газоразрядной камере на ускоряющую систему источника положительно заряженных частиц подается напряжение с целью обеспечения попадания через отверстия

в системе потока первичных отрицательно заряженных частиц. После этого ускоряющая система переключается на рабочий режим и происходит вытягивание и ускорение пучка положительно заряженных частиц. Одновременно с этим ускоряющая система отрицательно заряженных частиц производит вытягивание и ускорение частиц из устройства, замыкая при этом положительно заряженный пучок частиц, тем самым приводя его в нейтральное состояние, что обеспечивает номинальный режим работы с требуемой тягой устройства.

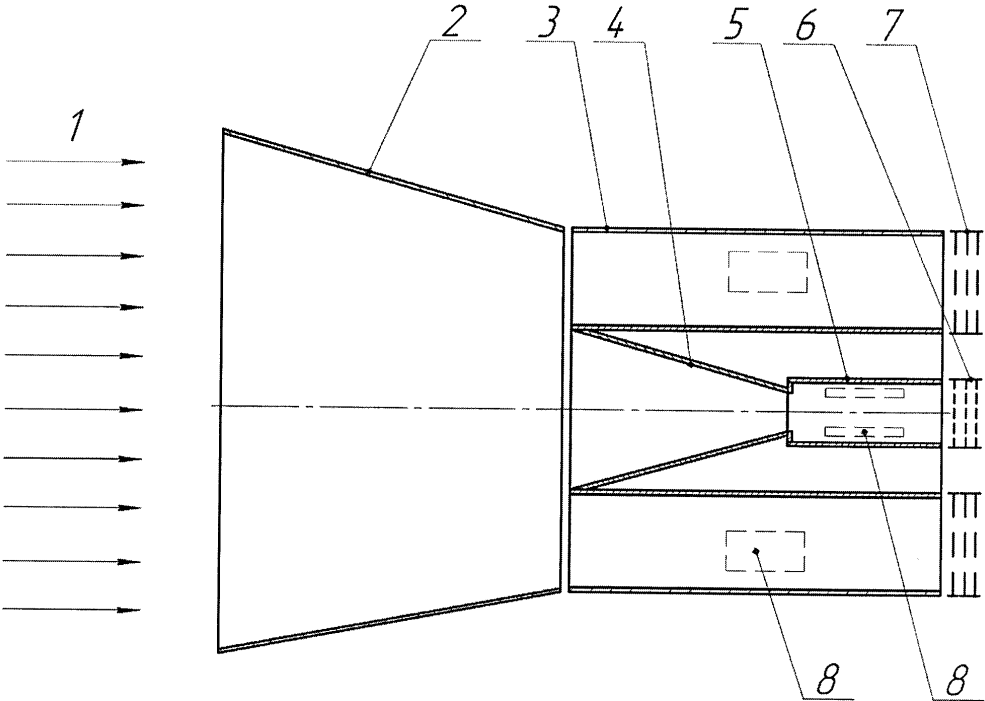
Технический результат изобретения достигается за счет того, что кольцевой ионный двигатель, выполненный по предложенной схеме, имеет открытые торцы газоразрядных камер источников заряженных частиц, что позволяет использовать набегающий поток частиц остаточной атмосферы для двух источников заряженных частиц одновременно, тем самым позволяя минимизировать масса-габаритные характеристики электроракетной двигательной установки за счет уменьшения системы хранения и подачи рабочего тела на борту космического аппарата. Использование коаксиальных трубок газоразрядной камеры и ускоряющей системы положительно заряженных частиц, имеющих в поперечном сечении два криволинейных участка соединенные двумя прямолинейными участками, позволяет расположить во внутреннем объеме как минимум два независимых источника отрицательно заряженных частиц, что в свою очередь повышает надежность устройства. Коаксиальное расположение источников положительно и отрицательно заряженных частиц во внутреннем объеме источника положительно заряженных частиц, образованного трубкой большего диаметра, позволяет изменять тягово-энергетические характеристики устройства в широком диапазоне значений.

(57) Формула изобретения

1. Кольцевой ионный двигатель, состоящий из источника положительно заряженных частиц, включающего в себя кольцевую газоразрядную камеру и кольцевую ускоряющую систему, устройство поджига и поддержания разряда, и источника отрицательно заряженных частиц, состоящего из газоразрядной камеры, ускоряющей системы, устройства поджига и поддержания разряда, отличающийся тем, что кольцевая газоразрядная камера состоит из двух цилиндрических коаксиальных трубок разного диаметра с двумя открытыми торцами, между поверхностями которых образуется объем, в который через устройство стабилизации потока, установленное на торце кольцевой газоразрядной камеры, поступает поток набегающих частиц остаточной атмосферы, источник отрицательно заряженных частиц устанавливается во внутренний объем трубки меньшего диаметра, на торце которой устанавливается переходной патрубков, обеспечивающий поступление части потока набегающих частиц из устройства стабилизации в газоразрядную камеру источника отрицательных частиц.

2. Кольцевой ионный двигатель по п. 1, отличающийся тем, что коаксиальные трубки газоразрядной камеры и ускоряющая система положительно заряженных частиц в поперечном сечении имеют форму, образованную двумя криволинейными участками, соединенными двумя прямолинейными участками.

3. Кольцевой ионный двигатель по п. 1, отличающийся тем, что источники положительно и отрицательно заряженных частиц располагаются коаксиально.



Фиг.1