

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012158031/07, 28.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2012

(45) Опубликовано: 20.07.2014 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU2209533 С2 27.07.2003. RU2139646
C110.10.1999. FR2782884 A1, 03.03.2000.
EP0463408 A3, 02.01.1992

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Рыжкова
С.В. (каф. Э-6)

(72) Автор(ы):

Ромаданов Иван Валерьевич (RU),
Рыжков Сергей Витальевич (RU),
Мозговой Александр Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

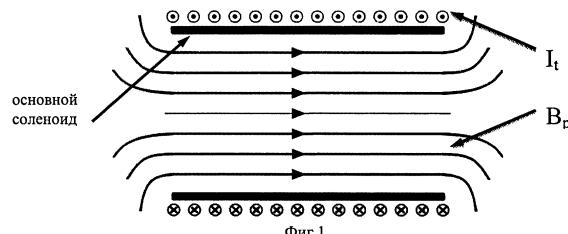
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)C1
2 5 2 3 4 2 7

(54) СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПАКТНОГО ПЛАЗМОИДА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области физики плазмы и систем ядерного синтеза, в частности к альтернативным способам удержания горячей плотной плазмы. В заявлении способе формирования компактного плазмоида возбуждение тороидального тока производят индуктивным аккумулятором (основной соленоид с подключенной конденсаторной батареей), затем этот ток прерывают, затем пропускают импульс тока через рабочее вещество в продольном направлении, по крайней мере, через один вспомогательный виток, проходящий в рабочем объеме в продольном направлении. Указанный

импульс тока создает тороидальное магнитное поле, после чего возобновляют подачу тороидального тока в направлении, противоположном первоначальному направлению через дополнительный соленоид, намотанный соосно основному соленоиду, для отжатия плазмоида от стенки основного соленоида и сжатия плазмоида. Техническим результатом является повышение энерговклада в плазму и уровня захваченного магнитного потока при формировании компактной плазменной конфигурации. 4 ил.



R U 2 5 2 3 4 2 7 C 1

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012158031/07, 28.12.2012

(24) Effective date for property rights:
28.12.2012

Priority:

(22) Date of filing: 28.12.2012

(45) Date of publication: 20.07.2014 Bull. № 20

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str. 1,
MGTU im. N.Eh. Baumana, TsZIS, dlja Ryzhкова
S.V. (kaf. Eh-6)

(72) Inventor(s):

Romadanov Ivan Valer'evich (RU),
Ryzhkov Sergej Vital'evich (RU),
Mozgovoj Aleksandr Grigor'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe budzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.Eh. Baumana" (MGTU im. N.Eh. Baumana)
(RU)

(54) METHOD OF FORMING COMPACT PLASMOID

(57) Abstract:

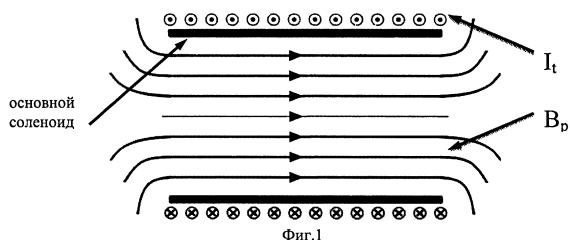
FIELD: physics.

SUBSTANCE: in the disclosed method of forming a compact plasmoid, toroidal current is excited by an inductive accumulator (main solenoid with a connected capacitor battery); said current is then cut; a current pulse is then passed through a working substance in a longitudinal direction through at least one auxiliary winding passing in the working volume in a longitudinal direction. Said pulse generates a toroidal magnetic field, after which toroidal current supply is resumed in a direction opposite the initial direction through an additional solenoid wound coaxial to the main solenoid for pushing the plasmoid from the wall of the main solenoid

and squeezing the plasmoid.

EFFECT: high energy input into the plasma and level of trapped magnetic flux when forming a compact plasma configuration.

4 dwg



R U 2 5 2 3 4 2 7 C 1

R U 2 5 2 3 4 2 7 C 1

Область техники

Изобретение относится к области физики плазмы и систем ядерного синтеза, в частности к альтернативным способам удержания горячей плотной плазмы.

Уровень техники

- 5 Известны следующие способы формирования обращенной магнитной конфигурации (ОМАК): 1) тета-пинчом (9-пинч) [1] - в итоге получается вытянутая форма плазмоида, 2) сферомаками противоположной спиральности [2] - плазмоид в форме шара, или 3) вращающимся магнитным полем [3]. Недостатком предложенных ранее способов формирования ОМАК является низкий уровень захватываемого потока и, как следствие, 10 низкий уровень энергии, передаваемой от источника энергии (чаще всего это конденсаторы) в плазму (энерговклад).

Известен также способ формирования устойчивых состояний плотной высокотемпературной плазмы [4], в котором удержание плазмы предполагается за счет собственного гравитационного поля. Недостатком способа является отсутствие 15 конкретной конфигурации (получена произвольная схема, не компактный тор). Другим аналогом предлагаемого изобретения является способ формирования обращенной магнитной конфигурации для магнитного и электростатического удержания плазмы [5], в котором возбуждение плазмы осуществлено индуктивной катушкой, расположенной снаружи. Подобное возбуждение плазмы имеет место в сферических 20 токамаках. В X, Z-пинчах, также как и в токамаках, энергия к плазме топологически подводится извне от внешних источников энергии и, как показывают экспериментальные результаты, добиться эффективной передачи энергии к плазме не удается. Недостатками являются низкое значение коэффициента полезного действия и отсутствие в таких 25 конфигурациях плазмы внутреннего механизма, приводящего к самонагреву и самоподдержанию плазмы.

Самым близким аналогом (прототипом) предлагаемого изобретения является способ получения высокотемпературной плазмы [6]. Согласно этому способу возбуждение тока вихря выполнено при помощи индуктивного аккумулятора, который используется для предварительного накопления магнитной энергии в рабочей области. Ионизация 30 достигается прерыванием тока, текущим через аккумулятор. Основным недостатком этого способа является низкий коэффициент захвата магнитного потока.

Раскрытие изобретения

Задачей данного способа является повышение энерговклада в плазму и уровня захваченного магнитного потока при формировании компактной конфигурации.

35 Задача решается тем, что в способе формирования компактного плазмоида, при котором возбуждение тороидального тока производят индуктивным аккумулятором (основной соленоид с подключенной конденсаторной батареей), затем этот ток прерывают, затем пропускают импульс тока через рабочее вещество в продольном направлении, по крайней мере, через один вспомогательный виток, проходящий в 40 рабочем объеме в продольном направлении. Указанный импульс тока создает тороидальное магнитное поле, после чего возобновляют подачу тороидального тока в направлении, противоположном первоначальному направлению через дополнительный соленоид, намотанный соосно основному соленоиду, для отжатия плазмоида от стенки 45 основного соленоида и сжатия плазмоида.

Перечень чертежей

На фиг.1 показана начальная стадия формирования компактного плазмоида - генерация полой дальнего магнитного поля: I_t - тороидальный ток; B_p - полоидальное магнитное поле.

На фиг.2 схематично представлена стадия захвата магнитного потока: I_p - полоидальный ток; B_t - тороидальное магнитное поле.

На фиг.3 приведена схема сжатия и удлинения плазмоида.

На фиг.4 показана заключительная стадия - конфигурация отжата от стенки и 5 происходит ее поперечное сжатие.

Осуществление изобретения

На фиг.1-4 приведена схема формирования компактного плазмоида. В камеру 10 напускают рабочее тело (водород или дейтерий), после чего за счет пропускания тока через основной соленоид с подключенной конденсаторной батареей создается продольное магнитное поле (фиг.1). В момент максимального значения тока происходит его обрыв, т.е. размыкается цепь основного соленоида полоидального магнитного поля (B_p). Это создает в плазме тороидальный круговой ток (I_t), направленный так, что он стремится поддержать убывающее полоидальное магнитное поле B_p (фиг.2).

15 Для поддержания этого поля сквозь плазму пропускают полоидальный ток (I_p). В результате образуется суммарное винтовое магнитное поле, которое поддерживает полученный тороидальный ток в плазме и увеличивает величину захватываемого магнитного потока. Затем включают дополнительный соленоид - соленоид обратного поля (фиг.3), в результате чего образуется вытянутая конфигурация с круговым 20 магнитным полем B_p . Плазмоид отжимается от стенки основного соленоида и происходит его поперечное сжатие за счет силы Ампера (фиг.4).

Для подтверждения изобретения был проведен эксперимент, в котором обмотки основного и дополнительного соленоидов намотаны во встречном направлении.

Момент, когда полоидальное поле B_p достигает своего максимума, совпадает с 25 моментом начала обрыва тока. Тот же самый ток используют для создания предварительной ионизации. После того как ток в соленоидной обмотке прерван, направление магнитного поля вне сформированного токопроводящего контура в плазме изменяется на обратное, что гарантирует сжатие, удержание и нагрев плазмы. Возникший в плазме тороидальный ток I_t формирует круговое полоидальное магнитное 30 поле B_p . В момент обрыва тока в соленоиде, примерно через 20 мкс, в продольном направлении через плазму пропускают ток I_p . Этот ток создает вокруг себя тороидальное магнитное поле B_t , которое поддерживает тороидальный ток I_t , что вызывает увеличение величины захватываемого магнитного потока. Включение тока в обратной обмотке 35 вызывает отжатие конфигурации от стенки основного соленоида и сжатие плазмоида.

Данный способ состоит в формировании плазменного пучка за счет электромагнитной индукции после обрыва тока во внешней катушке. Такой способ позволяет эффективно вкладывать энергию из катушек в плазму. Большой ток в катушке до обрыва позволяет получить сильное собственное магнитное поле плазменного пучка. Фактически 40 магнитная конфигурация создается за счет образовавшегося пучка плазмы, что не требует наличия специальной катушки для обращения магнитного поля. В совокупности с отсутствием постоянного внешнего (от катушек) магнитного поля в объеме камеры это является главным отличием предлагаемого способа формирования от всех других подобных.

45 Расчетно-экспериментальными методами доказано, что уровень захватываемого плазмой магнитного потока, а соответственно и энерговклада превышает 60%, что является очень высоким показателем для данного типа систем.

Изобретение предназначено для формирования компактного плазмоида для

последующего создания перспективных энергетических установок высокой плотности, таких как различные источники нейtronов и протонов, установки для материаловедения, неразрушающего контроля, производства медицинских изотопов, уничтожения химических отходов и т.д.

5 Источники информации

1. Куртмуллаев Р.Х., Малютин А.И., Семенов В.Н. Компактный тор // Итоги науки и техники. Физика плазмы. М.: ВИНТИИ, 1985. Т. 7. С.80-135.
2. Spheromak merging and field reversed configuration formation at the Swarthmore Spheromak Experiment / CD. Cothran [et al.] // Phys. Plasmas. 2003. V. 10, №5. P. 1748-1754.
- 10 3. Knight A. J., Jones I.R. A Quantitative investigation of rotating magnetic field current drive in a field reversed configuration // Plasma Physics and Controlled Fusion. 1990. V. 32, №8. P. 575-604.
4. Патент РФ №2273968 "Способ формирования устойчивых состояний плотной высокотемпературной плазмы". МПК H05H 1/00, H05H 1/02, G21B1/00, опубл. 30.11.2004.
- 15 5. U.S. Patent No. 6891911 "Formation of a field reversed configuration for magnetic and electrostatic confinement of plasma". МПК G21B 1/00, опубл. 04.12.2003.
6. Патент РФ №2082289 "Способ получения высокотемпературной плазмы". МПК H05H1/00, H05H1/46, опубл. 20.06.1997.

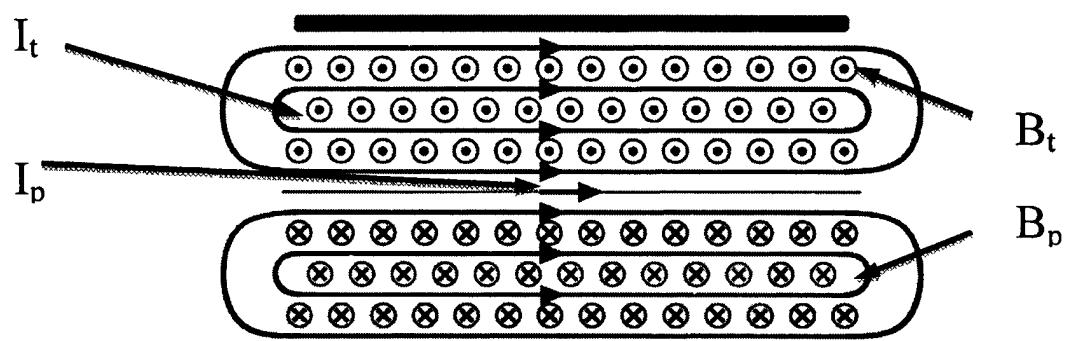
20 Формула изобретения

Способ формирования компактного плазмоида, при котором возбуждение тороидального тока производят индуктивным аккумулятором (основной соленоид с подключенной конденсаторной батареей), затем этот ток прерывают, отличающийся тем, что после прерывания тороидального тока пропускают импульс тока через рабочее вещество, по крайней мере, через один вспомогательный виток, проходящий в рабочем объеме в продольном направлении, указанный импульс тока создает тороидальное магнитное поле, после чего возобновляют подачу тороидального тока в направлении, противоположном первоначальному направлению через дополнительный соленоид, намотанный соосно основному соленоиду, для отжатия плазмоида от стенки основного соленоида и сжатия плазмоида.

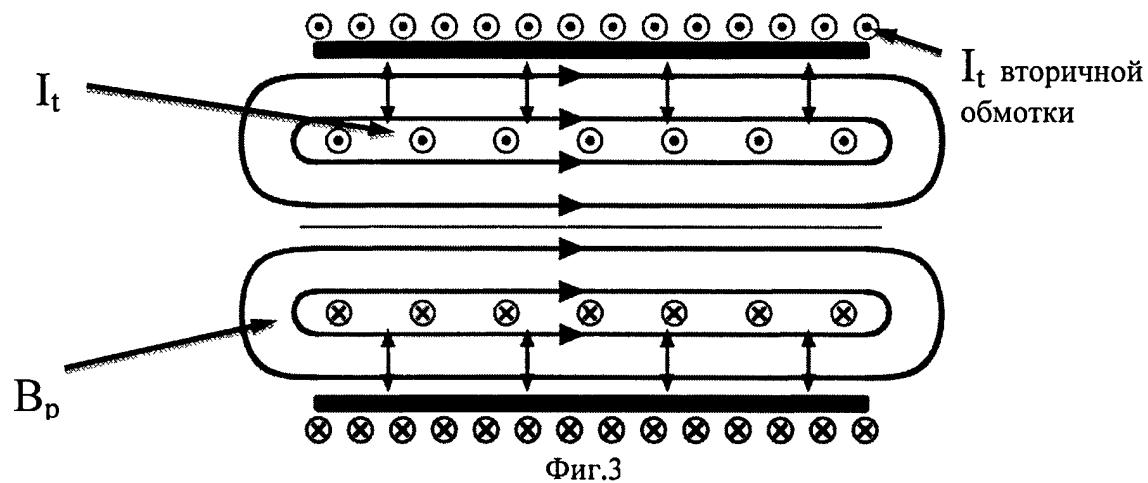
35

40

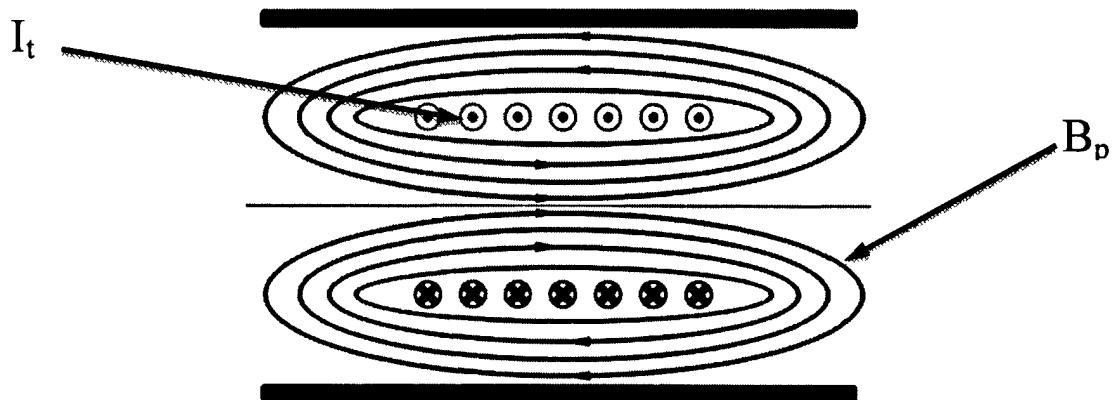
45



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4