


 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2013102936/08**, **24.01.2013**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.01.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **24.01.2013**(45) Опубликовано: **20.03.2014** Бюл. № 8(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2402873 C1**, **27.10.2010**. **RU 2410835 C1**, **27.01.2011**. **US 7939971 B2**, **10.05.2011**. **US 5018189 A**, **21.05.1991**.

Адрес для переписки:

**197045, Санкт-Петербург, Ушаковская наб.,
17/1, Начальнику ВУНЦ ВМФ**

(72) Автор(ы):

**Турышев Борис Иванович (RU),
Медведский Сергей Николаевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное казенное
военное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Военный учебно-научный центр Военно-
морского Флота "Военно-морская академия
имени Адмирала Флота Советского Союза
Н.Г. Кузнецова" (RU)****(54) ИМПУЛЬСНЫЙ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ГЕНЕРАТОР ЭНЕРГИИ**

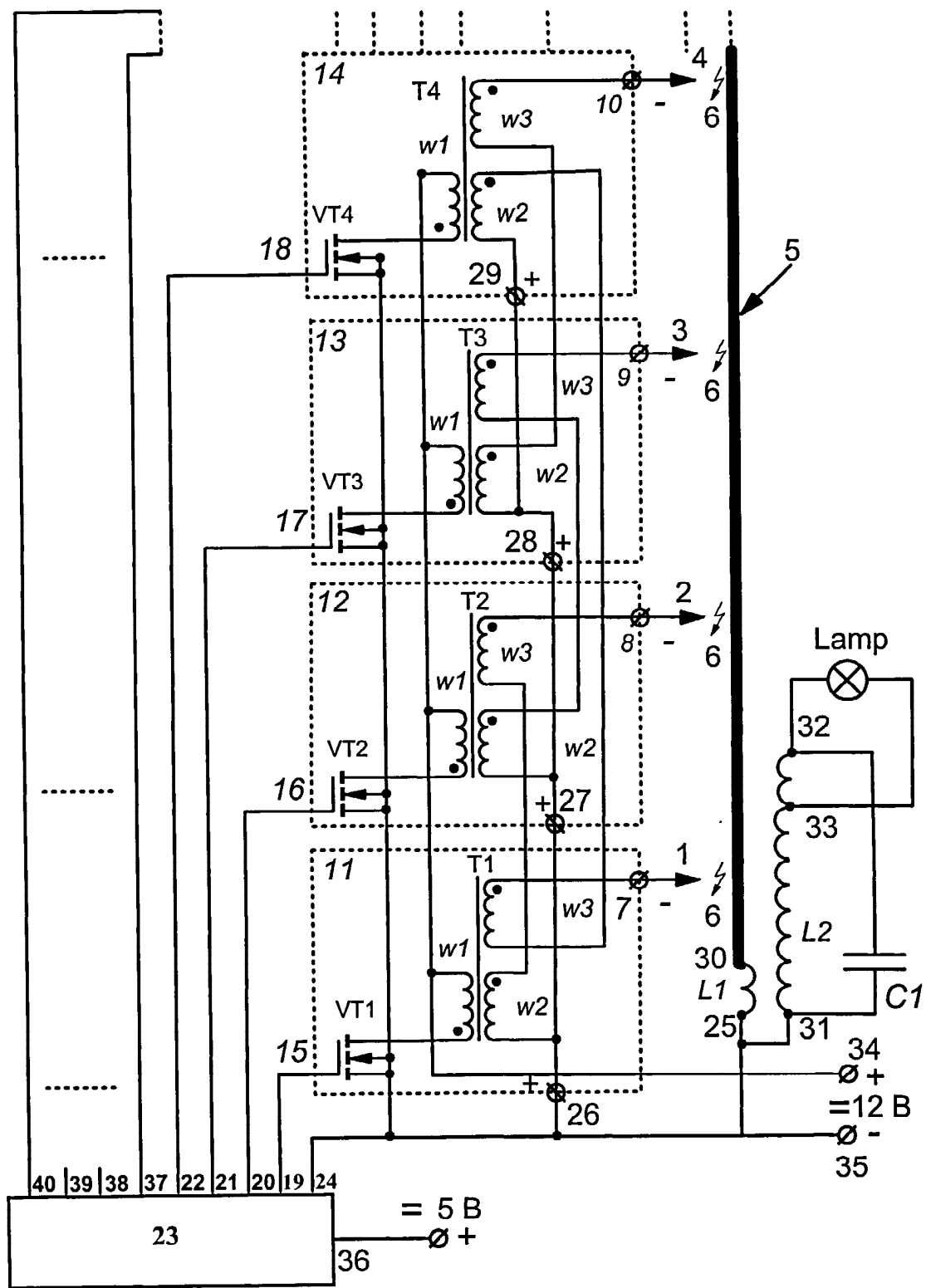
(57) Реферат:

Изобретение относится к электроэнергетике и может быть использовано в системах электроснабжения различных сфер народного хозяйства. Достижимый технический результат - снижение затрат энергии от внешнего первичного источника электрической энергии. Импульсный электроискровой генератор энергии содержит разрядник, выполненный в виде набора первых электродов, разделенных газовыми разрядными промежутками по отношению ко второму электроду, и набор источников высокого напряжения, первые полюса каждого из которых соединены с одним из первых электродов набора первых электродов, а вторые полюса источников высокого напряжения из набора источников высокого

напряжения соединены с первым выводом первой индуктивности, второй вывод которой соединен со вторым электродом, а входы управления источников напряжения соединены с выходами фазового генератора, выполненного с возможностью подачи на входы управления источников напряжения управляющей последовательности импульсов включения фазовым генератором источников напряжения, при этом генератор снабжен второй индуктивностью, выполненной в виде резонансного LC-контура, индуктивно связанного с первой индуктивностью, дополнительно каждый источник высокого напряжения из набора источников высокого напряжения выполнен в виде импульсного трансформатора с двумя высоковольтными обмотками. 3 ил.

RU 2 510 131 C1

RU 2 510 131 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013102936/08, 24.01.2013**(24) Effective date for property rights:
24.01.2013

Priority:

(22) Date of filing: **24.01.2013**(45) Date of publication: **20.03.2014 Bull. 8**

Mail address:

**197045, Sankt-Peterburg, Ushakovskaja nab., 17/1,
Nachal'niku VUNTs VMF**

(72) Inventor(s):

**Turyshev Boris Ivanovich (RU),
Medvedskij Sergej Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe kazennoe voennoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Voennyj uchebno-
nauchnyj tsentr Voennno-morskogo Flota "Voennno-
morskaja akademija imeni Admirala Flota
Sovetskogo Sojuza N.G. Kuznetsova" (RU)**(54) **PULSE ELECTRIC SPARK ENERGY GENERATOR**

(57) Abstract:

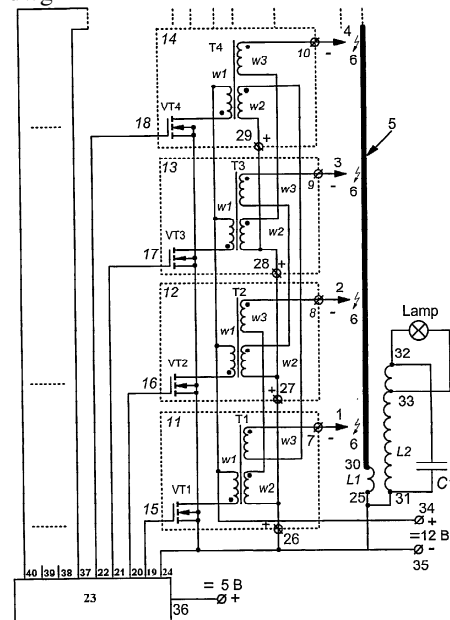
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: pulse electric spark energy generator comprises a spark gap made in the form of a set of the first electrodes, separated by gas discharge gaps in respect to the second electrode, and a set of high voltage sources, the first poles of each connected to one of the first electrodes of the set of the first electrodes, and the second poles of high voltage sources from the set of the high voltage sources are connected to the first lead of the first inductance, the second lead of which is connected to the second electrode, and inputs of control of voltage sources are connected to the outputs of the phase generator, made as capable of supplying a control sequence of connection pulses to inlets of control of voltage sources by a phase generator of voltage sources, at the same time the generator is equipped with the second inductance made in the form of a resonant LC circuit that is inductively connected to the first inductance, additionally each source of high voltage from the set of high voltage sources is made in the form of a pulse transformer

with two high voltage windings.

EFFECT: reduced energy losses from an external primary source of electric energy.

3 dwg

*Фиг. 1*

Изобретение относится к электроэнергетике, в частности к энергетическим установкам, предназначенным для получения электрической энергии из газового электрического разряда, и может быть использовано в системах электроснабжения различных сфер народного хозяйства: промышленности, сельском хозяйстве, транспорт5ных и бытовых объектов.

Известны устройства получения электрической энергии с использованием разряда большой плотности [1]. Его недостатком является то, что оно имеет малый энергетический выход и не может быть использовано для промышленных целей.

Известно устройство получения электрической энергии - трансформатор Тесла, представляющий собой электрическое устройство трансформаторного типа, служащее для возбуждения высоковольтных высокочастотных колебаний и состоящее из двух катушек индуктивности, вставленных друг в друга, разрядника и электрического конденсатора, а также источника высоковольтного напряжения [2]. Его недостатком является низкий к.п.д.1015

Известно устройство [3] для получения электрической энергии, состоящее из подключаемого к внешнему источнику электрической энергии преобразователя низкого напряжения в высокое, которое через диод подается на зарядный электрический конденсатор, с которого накопленный заряд через разрядник периодически подается на первую катушку индуктивности, внутри которой соосно с ней установлена вторая катушка индуктивности с увеличенным числом витков, которая с конденсатором настроена в резонанс с периодом разряда разрядника и с которой напряжение через диод передается на зарядный электрический конденсатор, а выход электрической энергии внешнему потребителю осуществляется с помощью третьей катушки индуктивности, установленной соосно первым двум, связанной с ними взаимной индукцией и соединенной с выпрямителем.2025

В данном устройстве разрядник выполнен в виде первого и второго электродов, разделенных газовым разрядным промежутком, а преобразователь низкого напряжения внешнего источника электрической энергии в высокое выполняет функции вторичного источника высокого напряжения.30

Недостатком данного устройства является нестабильная, ненадежная работа устройства в целом и низкая эффективность преобразования энергии, запасенной зарядным электрическим конденсатором, в электрическую энергию, передаваемую потребителю. Эти недостатки обусловлены тем, что дуговой электрический разряд, возникающий между электродами в разряднике, до 90% энергии, запасенной зарядным электрическим конденсатором от источника высокого напряжения, преобразует в тепловую энергию и энергию электромагнитного излучения в световом диапазоне длин волн, что приводит к быстрой эрозии электродов разрядника (нарушается режим автогенерации, снижается крутизна фронтов импульсов и т.п.).3540

Наиболее близким к заявленному устройству получения электрической энергии является устройство [4] в электроискровом генераторе энергии, содержащем разрядник, выполненный в виде первого и второго электродов, разделенных газовым разрядным промежутком, источник высокого напряжения, первый полюс которого соединен с первым электродом, а второй - с первым выводом первой индуктивности, второй вывод которой соединен со вторым электродом, разрядник дополнительно содержит набор первых электродов, разделенных газовыми разрядными промежутками по отношению к второму электроду, и набор источников высокого напряжения, первые полюса каждого из которых соединены с одним из первых электродов набора первых электродов, а вторые полюса источников высокого4550

напряжения из набора источников высокого напряжения соединены с первым выводом первой индуктивности, при этом второй электрод выполнен секционным, а первые электроды разделены между собой изолирующими перегородками с
 5 возможностью образования отдельных газовых полостей между вторым электродом и каждым первым электродом.

При этом входы управления источников напряжения соединены с выходами фазового генератора, выполненного с возможностью подачи на входы управления источников высокого напряжения управляющей последовательности импульсов с
 10 возможностью поочередного включения фазовым генератором источников напряжения, при этом генератор снабжен второй индуктивностью, выполненной в виде резонансного LC-контра, индуктивно связанного с первой индуктивностью, причем фазовый генератор выполнен с возможностью изменения частоты управляющей последовательности импульсов фазового генератора.

Недостатком данного устройства является большое потребление энергии набором источников высокого напряжения от внешнего источника электрической энергии, являющегося для набора источников высокого напряжения первичным источником энергии.

Технический результат заявленного изобретения заключается в снижении затрат энергии от внешнего (первичного) источника электрической энергии и, таким образом, повышении эффективности преобразования энергии первичного источника при работе устройства.

Технический результат заявленного изобретения достигается тем, что в импульсном электроискровом генераторе энергии, содержащем разрядник, выполненный в виде набора первых электродов, разделенных газовыми разрядными промежутками по отношению ко второму электроду, и набор источников высокого напряжения, первые полюса каждого из которых соединены с одним из первых электродов набора первых
 30 электродов, а вторые полюса источников высокого напряжения из набора источников высокого напряжения соединены с первым выводом первой индуктивности, второй вывод которой соединен со вторым электродом, а входы управления источников напряжения соединены с выходами фазового генератора, выполненного с возможностью подачи на входы управления источников напряжения управляющей последовательности импульсов включения фазовым генератором источников
 35 напряжения, при этом генератор снабжен второй индуктивностью, выполненной в виде резонансного LC-контра, индуктивно связанного с первой индуктивностью, дополнительно каждый источник высокого напряжения из набора источников высокого напряжения выполнен в виде импульсного трансформатора с двумя высоковольтными обмотками, источники высокого напряжения (начиная с первого) объединены в группы по два, а именно 1-й-2-й, 2-й-3-й, 3-й-4-й...(n-1)-й-n-й, n-й-1, и образуют кольцо, при этом первый вывод первой высоковольтной обмотки каждого импульсного трансформатора соединен с вторым полюсом каждого источника
 40 высокого напряжения, второй вывод первой высоковольтной обмотки каждого импульсного трансформатора соединен с первым выводом второй высоковольтной обмотки следующего по кольцу импульсного трансформатора, а второй вывод второй высоковольтной обмотки каждого импульсного трансформатора соответственно
 45 соединен с одним из первых электродов набора первых электродов, причем фазовый генератор выполнен с возможностью подачи на входы управления источников напряжения управляющей последовательности импульсов для попарного включения их по кольцу в последовательности 1-й-2-й, 2-й-3-й, 3-й-4-й...(n-1)-й-n-й, n-й-1.

Условием снижения затрат энергии от внешнего (первичного) источника электрической энергии и, таким образом, повышения эффективности преобразования энергии первичного источника при работе устройства является образование на
 5 первых электродах разрядника импульсов высокого напряжения, необходимого и достаточного для образования лавинного пробоя газового промежутка импульсами
 10 высокого напряжения длительностью не более (50-60) не с крутыми передним и задним фронтами (с длительностью фронтов не более 10 нс) путем сложения импульсов напряжения, одновременно образующихся, например, в первой
 15 высоковольтной обмотке первого импульсного трансформатора и во второй высоковольтной обмотке второго импульсного трансформатора, или, например, в первой высоковольтной обмотке второго импульсного трансформатора и во второй высоковольтной обмотке третьего импульсного трансформатора, и т.д. по кольцу. При этом режим работы первичного источника энергии выбирается так, чтобы
 20 амплитуды импульсов напряжения, образующихся в первых и вторых высоковольтных обмотках импульсных трансформаторов, было недостаточно для образования лавинного пробоя газового промежутка. Это позволяет существенно снизить затраты энергии первичного источника энергии на образование лавинного пробоя газовых промежутков разрядника.

На фиг.1 приведена схема предлагаемого импульсного электроискрового генератора энергии. На фиг.2 приведен вариант принципиальной электрической схемы источников высокого напряжения, выполненной, например, на основе известной
 25 схемы fly-back. На фиг.3 приведена диаграмма последовательности подачи управляющей последовательности импульсов с фазового генератора на входы управления источников напряжения

Генератор (фиг.1) содержит набор первых электродов 1-4, второй электрод 5, которые разделены газовыми промежутками 6. Первые электроды 1-4 соединены с
 30 первыми, например отрицательными, полюсами 7-10 источников 11-14 высокого напряжения соответственно. Входы 15-18 управления источников 11-14 соединены соответственно с выходами 19-22 управляющих импульсов генератора 23 фазовых импульсов, вход 24 которого соединен с общим проводом, например, заземлением, а также с первым выводом 25 индуктивности L1 и со вторыми, например
 35 положительными, полюсами 26-29 выходов источников 11-14 высокого напряжения. Второй вывод 30 индуктивности L1 соединен со вторым электродом 5.

Индуктивность L1 индуктивно связана с индуктивностью L2, которая совместно с конденсатором C1 образует контур L2C1. Первый вывод 31 контура L2C1 соединен с
 40 общим проводом (выводы 24, 26, 35). Нагрузка, роль которой выполняет лампа накаливания Lamp, подсоединена к выводам 32, 33 контура L2C1. Для запуска электроискрового генератора энергии используется внешний (первичный) источник электроэнергии, подсоединяемый к клеммам 34 и 35, в качестве которого может быть использована электрическая сеть, аккумулятор и т.п. Фазовый генератор 23 выполнен
 45 в виде отдельного микроконтроллера и потребляет не более 1 Вт от отдельного внешнего (первичного) источника, который может быть подключен к клеммам 35, 36.

Источники высокого напряжения по фиг.1 выполнены, например, на основе известной схемы fly-back и содержат полевые транзисторы VT1-VT4, сток С (фиг.2.)
 50 которых соединен с первичными обмотками W1 импульсных трансформаторов T1-T4, а истоки И (см. фиг.2) - с общим проводом. На затворы 3 (фиг.2.) транзисторов VT1-VT4 подается серия управляющих импульсов от генератора 23 фазовых импульсов. Форма серии управляющих импульсов приведена на диаграмме фиг.2а). Выходом этих

источников высокого напряжения являются вторичные обмотки W2 и W3 импульсных трансформаторов Т1-Т4, на выводах которых генерируется импульс высокого напряжения U величиной около 5 кВ и длительностью не более 100 наносекунд формы, приведенной на диаграмме фиг.2б). Величина индуктивности обмоток W1 импульсных трансформаторов Т1-Т4 равна 1 мкГн, обмоток W2 и W3 - по 400 мкГн каждая, коэффициент трансформации Т1-Т4 равен 20.

На диаграмме фиг.3: Т - период следования последовательности управляющих импульсов на выводах (например, 19) генератора 23 фазовых импульсов, $t_{сд}$ - длительность сдвига между фазовыми импульсами на двух соседних выводах генератора 23, например, 19 и 20, и т.д.

Импульсный генератор энергии по фиг.1 работает следующим образом.

При запуске генератора к клеммам 34, 35 подключают первичный источник напряжения, например, величиной 12 В, а к клеммам 35, 36 подключают первичный источник напряжения, например, величиной 5 В. При этом напряжения подаются на вход 36 питания генератора 23 фазовых импульсов и входы питания источников 11-14 высокого напряжения. Генератор 23 на своих выходах 35-44 формирует последовательности управляющих импульсов напряжения для попарного включения источников 11-14 высокого напряжения по кольцу в последовательности 1-й-2-й, 2-й-3-й, 3-й-4-й... (n-1)-й-n-й, n-й-1.

Последовательности управляющих импульсов на двух соседних выводах (например, выводы 19-20) генератора 23 фазовых импульсов сдвинуты между собой на интервал $t_{сд}$ длительностью, равной: $t_{сд} = T/(n-1)$, где Т - период следования последовательности управляющих импульсов на выводе (например, 19), n - число первых электродов (например, 4, см. фиг.1). Длительность $\tau_{и}$ самих управляющих импульсов не более $0.05 \cdot T$, а крутизна задних фронтов t_f их не более 10 наносекунд.

Последовательности управляющих импульсов с выходов 19-22 подаются соответственно на входы 15-18 источников 11-14 напряжения, выполненных по схеме обратных преобразователей входного напряжения управляющих импульсов по фиг.2. Эти источники 11-14 по заднему фронту управляющих импульсов напряжения формируют на выходах обмоток W2 и W3 импульсных трансформаторов Т1-Т4 на фиг.1, 2 последовательность коротких импульсов высокого напряжения величиной до 5 кВ и длительностью до 60 наносекунд. Длина газоразрядного промежутка 6 выбрана такой, чтобы для образования лавинного пробоя промежутка 6 напряжения величиной до 5 кВ было недостаточно, например, 10 мм. Этот промежуток для первых электродов 1-4 в форме острой иглы пробивается лавинным пробоем только при 10 кВ и выше. Эту величину напряжения на первых электродах 1-4 можно создать сложив напряжения на выходах обмоток W2 и W3 соседних импульсных трансформаторов, например, Т1 и Т2 для первого электрода 1. При этом необходимо, чтобы два соседних источника высокого напряжения, например, 11 и 12 включались одновременно. Это условие и выполняет фазовый генератор 23, который формирует на выходах 19-22 попарного включения по кольцу управляющие импульсы в последовательности 19-й-20-й, 20-й-21-й, 21-й-22-й, 22-й-19-й. Сумма напряжений обмоток W2 и W3 соседних импульсных трансформаторов, равная 10 кВ, подается на первые электроды 1-4 разрядника. Диаграмма подачи управляющей последовательности импульсов с фазового генератора 23 на входы управления 15-18 источников 11-14 высокого напряжения и последовательности образования импульсов высокого напряжения величиной 10 кВ на первых электродах 1-4 приведена на фиг.3. На фиг.3 UW2 - величина напряжения на обмотке W2 предыдущего импульсного

трансформатора (например T1), UW3 - величина напряжения на обмотке W3 следующего импульсного трансформатора (например, T2).

Импульсы высокого напряжения каждого источника 11-14 последовательно пробивают газовые промежутки между первыми электродами 1-4 и вторым электродом 5 (см. фиг.1), создавая в них короткие лавинные разряды и соответственно импульсы тока в индуктивности L1. Частота импульсов тока F в индуктивности L1 будет равна (n/T) . Исследования показывают, что мощность их составляет порядка 1 МВт, а длительность около 100 наносекунд. При этом лавинный разряд в каждом газовом промежутке создает в индуктивности L1 свой импульс тока. Таким образом вокруг индуктивности L1 формируется пульсирующее магнитное поле повышенной энергии, которое за счет индуктивной связи между L1 и L2 передается в индуктивность L2. Контур L2C1 имеет высокую добротность Q и настроен в резонанс на частоте $F=(n/T)$. Контур L2C1 усредняет энергию импульса лавинного разряда по периоду $(I/F)=(T/n)$ и накапливает ее в виде реактивной энергии контура. Отбор генерируемой энергии в нагрузку - Lamp - осуществляется с отвода 33 индуктивности L2 контура L2C1.

Формирование импульсов высокого напряжения для лавинного пробоя в газовых промежутках 6 по схеме фиг.1 и процедуре, изложенной выше, позволяет снизить затраты энергии первичного источника энергии в 1.5-2.0 раза по сравнению с затратами энергии первичного источника энергии схемы, используемой в прототипе.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Патент США №5018189.
2. Эйхенвальд А.А. Электричество. М., тип. И.М.Кушнерова, 1918. Опыты Тесла. С.434-436.
3. Патент RU №2261521, Устройство для получения электрической энергии, МПК 7 H02N 11/00, приор. 12.05.2005 г.
4. Заявка RU №2012106914, Электроискровой генератор энергии, МПК 7 H02K 55/00, приор. 28.02.2012 г.

Формула изобретения

Импульсный электроискровой генератор энергии, содержащий разрядник, выполненный в виде набора первых электродов, разделенных газовыми разрядными промежутками по отношению ко второму электроду, и набор источников высокого напряжения, первые полюса каждого из которых соединены с одним из первых электродов набора первых электродов, а вторые полюса источников высокого напряжения из набора источников высокого напряжения соединены с первым выводом первой индуктивности, второй вывод которой соединен со вторым электродом, а входы управления источников напряжения соединены с выходами фазового генератора, выполненного с возможностью подачи на входы управления источников напряжения управляющей последовательности импульсов включения фазовым генератором источников напряжения, при этом генератор снабжен второй индуктивностью, выполненной в виде резонансного LC-контура, индуктивно связанного с первой индуктивностью, отличающийся тем, что каждый источник высокого напряжения из набора источников высокого напряжения выполнен в виде импульсного трансформатора с двумя высоковольтными обмотками, источники высокого напряжения (начиная с первого) объединены в группы по два, а именно 1-й-2-й, 2-й-3-й, 3-й-4-й...(n-1)-й-n-й, n-й-1, и образуют кольцо, при этом первый вывод первой высоковольтной обмотки каждого импульсного трансформатора соединен с

вторым полюсом каждого источника высокого напряжения, второй вывод первой высоковольтной обмотки каждого импульсного трансформатора соединен с первым выводом второй высоковольтной обмотки следующего по кольцу импульсного трансформатора, а второй вывод второй высоковольтной обмотки каждого
5 импульсного трансформатора соответственно соединен с одним из первых электродов набора первых электродов, причем фазовый генератор выполнен с возможностью подачи на входы управления источников напряжения управляющей
10 последовательности импульсов для попарного включения их по кольцу в последовательности 1-й-2-й, 2-й-3-й, 3-й-4-й... $(n-1)$ -й- n -й, n -й-1.

15

20

25

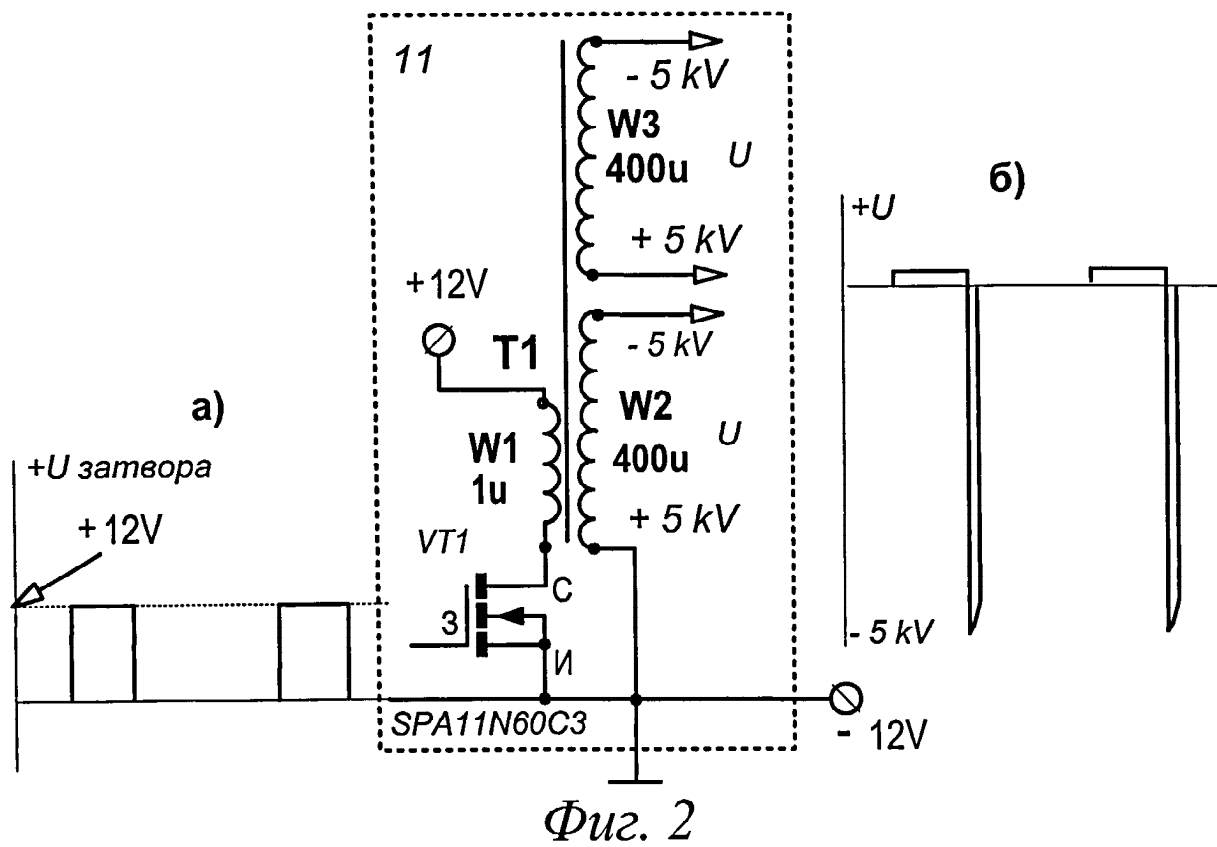
30

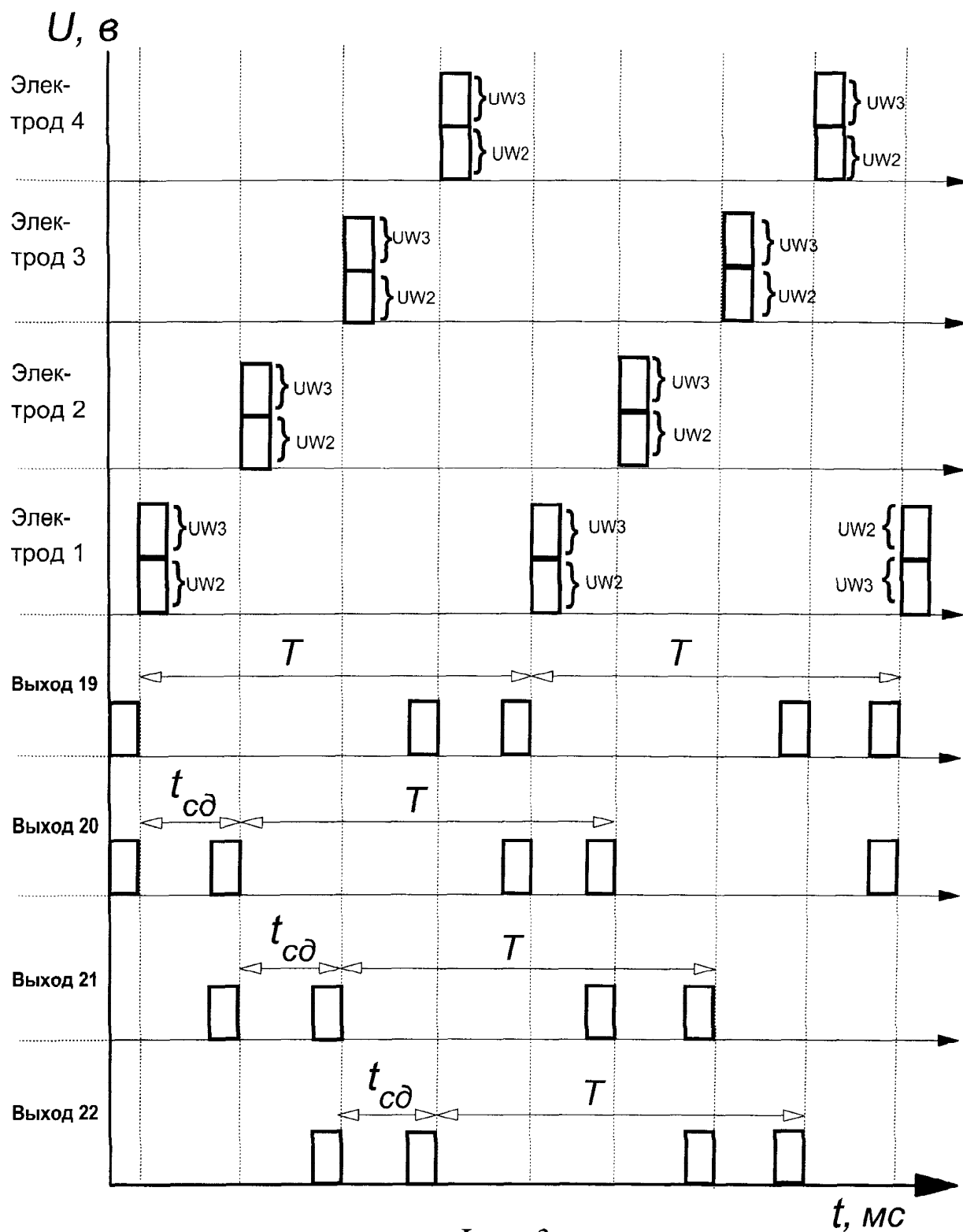
35

40

45

50





Фиг. 3