



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012106914/07, 28.02.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.02.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **28.02.2012**(43) Дата публикации заявки: **10.09.2013** Бюл. № 25(45) Опубликовано: **20.03.2014** Бюл. № 8(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2261521 C2, 27.09.2005. RU 90932 U1, 20.01.2010. RU 2395884 C2, 27.07.2010. US 20110190565 A1, 04.08.2011.**

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

**Турьшев Борис Иванович (RU),
Шалдыбин Андрей Викторович (RU),
Быстров Александр Васильевич (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) ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ГЕНЕРАТОР ЭНЕРГИИ**

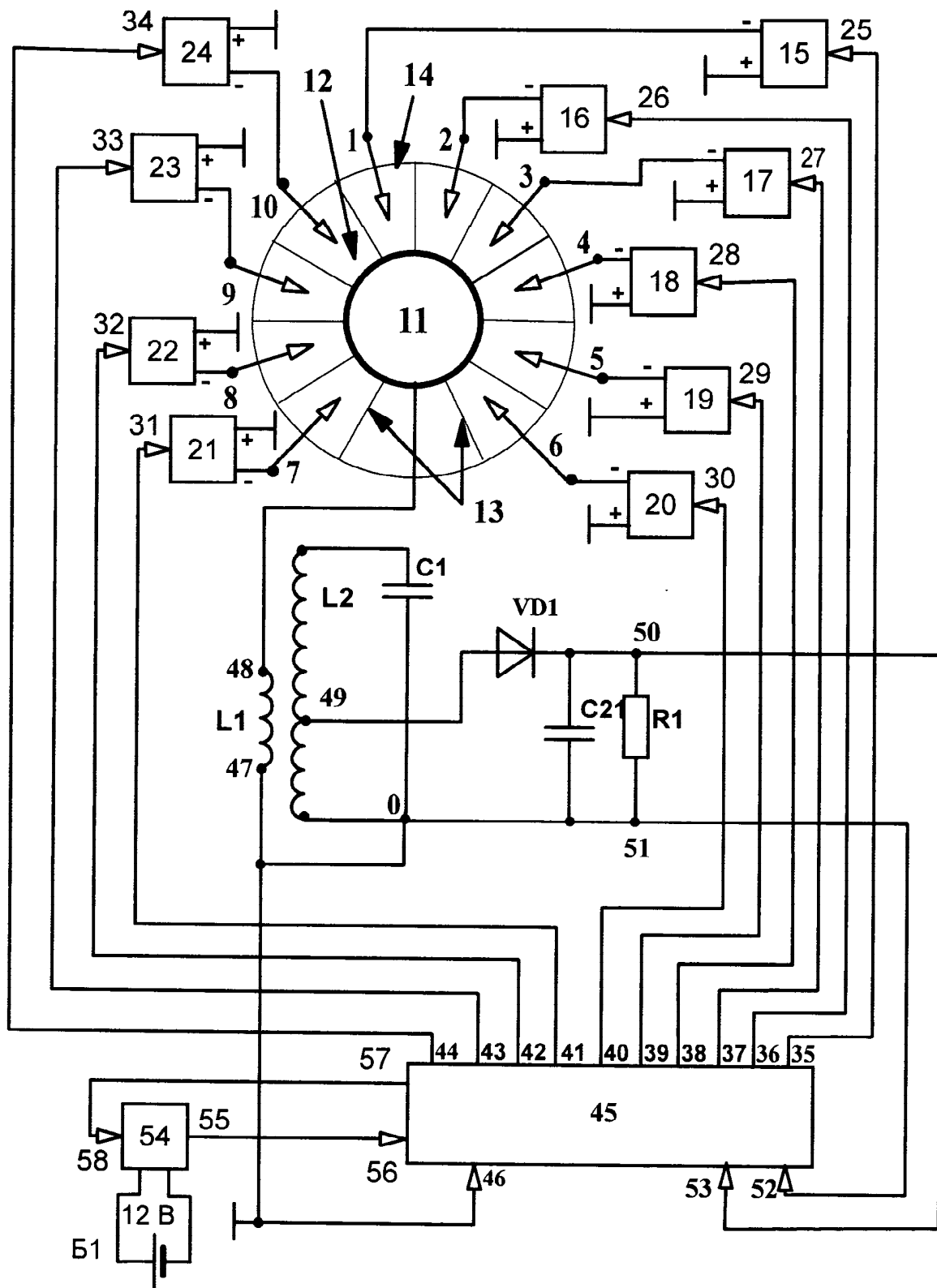
(57) Реферат:

Изобретение относится к энергетическим установкам, предназначенным для получения электрической энергии из газового электрического разряда. Техническим результатом является повышение стабильности, надежности и эффективности преобразования энергии при работе, который достигается за счет того, что устройство, содержащее первый и второй электроды, разделенные 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, дополнительно снабжено набором первых

электродов, разделенных газовыми разрядными промежутками по отношению к второму электроду, и набором 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, при этом второй электрод выполнен секционным, а первые электроды разделены между собой изолирующими перегородками, с возможностью образования отдельных газовых полостей между вторым электродом и каждым первым электродом. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2 510 130 C2

RU 2 510 130 C2



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2012106914/07, 28.02.2012**(24) Effective date for property rights:
28.02.2012

Priority:

(22) Date of filing: **28.02.2012**(43) Application published: **10.09.2013 Bull. 25**(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),
Shaldybin Andrej Viktorovich (RU),
Bystrov Aleksandr Vasil'evich (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) ELECTRIC SPARK ENERGY GENERATOR**

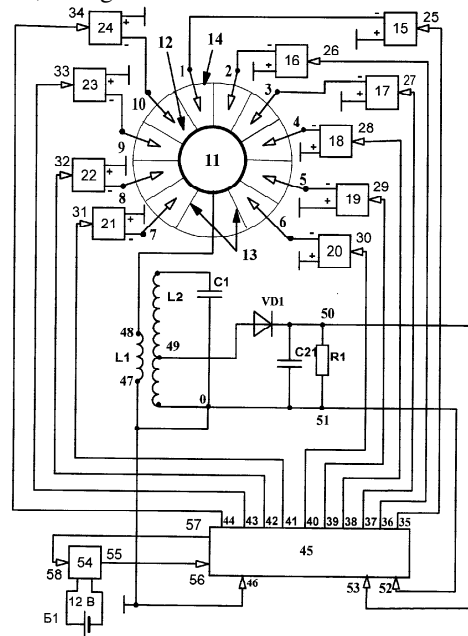
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: device comprising the first and second electrodes separated with a gas discharge gap, a source of high voltage, the first pole of which is connected to the first electrode, and the second one - to the first lead of the first inductance, the second output of which is connected to the second electrode, is additionally equipped with the set of the first electrodes, separated by gas discharge gaps in respect to the second electrode, and a set of sources of high voltage, the first poles of each one being connected to one of the first electrodes of the set of the first electrodes, and the second poles of the sources of high voltage from the set of high voltage sources are connected to the first lead of the first inductance. The second lead is arranged as sectional, and the first electrodes are separated between each other by insulating partitions, with the possibility to create separate gas cavities between the second electrode and each first electrode.

EFFECT: increased stability, reliability and

efficiency of energy conversion during operation.
2 cl, 4 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

Наиболее близким к заявленному устройству получения электрической энергии является 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 не стабильная, не надежная 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 и (нарушается режим автогенерации, снижается крутизна фронтов импульсов и т.п.).3540

Технический результат заявленного изобретения заключается в повышении стабильности, надежности и эффективности преобразования энергии при работе устройства.45

Технический результат заявленного изобретения достигается тем, что 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 набор50

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 высокого 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 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 возможностью поочередного включения фазовым генератором источников напряжения, при этом генератор снабжен второй индуктивностью, выполненной в виде резонансного LC контура индуктивно связанного с первой индуктивностью, причем фазовый генератор выполнен с возможностью изменения частоты управляющей последовательности импульсов фазового генератора.

Условиями повышения стабильности, надежности и эффективности преобразования энергии при работе устройства в заявленном изобретении являются использование импульсов лавинного электрического разряда с длительностью не более (50-60) нс, что достигается подачей от источника высокого напряжения импульсов высокого напряжения длительностью не более (50-60) нс на первый и второй электроды разрядника через первую катушку индуктивности и соответственно пропусканием через первую катушку индуктивности импульсов тока длительностью не более (50-60) нс с крутыми передним и задним фронтами (с длительностью фронтов не более 10 нс). Использование лавинного электрического разряда длительностью не более (50-60) нс позволяет значительно уменьшить эрозию электродов, снизить затраты энергии на термический разогрев их, а также на фотоионизацию газа.

Согласно многочисленным исследованиям, проведенным в XX веке [4-6], установлено, что развитие электрического разряда в газовом промежутке начинается с появления у катода инициирующих электронов, вылетающих из катода под действием электрического поля E , создаваемого в промежутке d катод-анод. Эти электроны в электрическом поле E промежутка катод-анод движутся с ускорением к аноду и при этом ионизируют молекулы окружающего газа за счет кинетической энергии электронов, величина которой значительно больше энергии ионизации молекул окружающего газа. В процессе ударной ионизации газа в промежутке катод-анод образуется объемный заряд электронов и ионов, а рост числа N электронов и ионов идет лавинообразно, образуя лавину электронов и ионов. Так как скорость движения электронов к аноду значительно больше (до 1840 раз) скорости движения ионов к катоду, то лавина в промежутке между катодом - анодом приобретает форма вытянутой в направлении анода капли, в головке которой сосредоточен отрицательный заряд электронов, а в хвосте - положительный заряд ионов. При этом рост числа N электронов и ионов в лавине идет по экспоненциальному закону, а индуцированный на электродах ионный ток в 1840 раз меньше чем индуцированный на этих же электродах ток электронов головки лавины.

Очевидно, что если из катода выходит импульс электронного тока I_0 , то индуцированный импульс тока J_a на аноде будет равен сумме токов I_0 всех электронов лавины:

$$J_a = I_0 * N_k, A, \quad (1)$$

Итак, каждый электрон, вылетающий из катода под действием импульса электрического поля, из-за ударной ионизации рождает в газовом промежутке катод - анод не менее чем N_k вторичных электронов без затрат энергии от источника импульса электрического поля E и электронного тока I_0 .

Условиями повышения выходной энергии в заявленном изобретении также являются высокие пространственные градиенты напряженности магнитного поля на внешней и внутренней поверхностях катушек индуктивности, что достигается пропусканием через первую катушку индуктивности коротких по длительности импульсов тока с крутыми передним и задним фронтами. Крутые фронты импульса тока достигаются применением быстродействующего ключа-разрядника, подключенного к источнику коротких по длительности импульсов высокого напряжения. При лавинном разряде импульс тока возникает при достижении на полюсах источника напряжения высокой разности потенциалов, а прекращение разряда происходит после исчезновения разности потенциалов между полюсами источника напряжения.

На фиг.1 приведена схема электроискрового генератора энергии, на выходе генерируется энергия в виде постоянного тока и напряжения. На фиг.2 приведена схема электроискрового генератора энергии, на выходе которого генерируется энергия в виде переменного тока и напряжения промышленных частот (например, в интервале от 50 Гц до 1000 Гц). На фиг.3 приведен вариант конструкции разрядника с набором первых. электродов и одним центральным вторым электродом. На фиг.4 приведен вариант принципиальной электрической схемы источников высокого напряжения, выполненной, например, на основе известной схемы flay-back.

Генератор по фиг.1 содержит набор первых электродов 1-10, второй электрод 11, которые разделены газовыми промежутками 12. Первые электроды 1-10 разделены между собой перегородками 13 и закреплены в держателе 14. Перегородки 13 и держатель 14 выполнены из электроизоляционного материала. Первые электроды 1-10 соединены с первым, например, отрицательным, полюсом выхода источников 15-24 высокого напряжения соответственно. Входы 25-34 управления источников 15-24 соединены соответственно с выходами 35-44 управляющих импульсов генератора 45 фазовых импульсов, вход 46 которого соединен с общим проводом, например, заземлением, а также с первым выводом 47 индуктивности $L1$ и со вторыми, например, положительными, полюсами выходов источников 15-24 высокого напряжения. Второй вывод 48 индуктивности $L1$ соединен со вторым электродом 11. Индуктивность $L1$ индуктивно связана с индуктивностью $L2$, которая совместно с конденсатором $C1$ образует контур $L2C1$, вывод O которого соединен с входом 46 генератора 45 фазовых импульсов и с общим проводом, например, заземлением. Отвод 49 индуктивности $L2$ соединен с анодом диода $VD1$, катод которого соединен с выводами 50 конденсатора $C2$ и резистора $R1$, выполняющими соответственно функции фильтра и нагрузки потребителя генерируемой энергии. Выводы 51 конденсатора $C2$ и резистора $R1$ соединены общим проводом, например, заземлением, а также сигнальным входом 52 генератора 45 фазовых импульсов, вход 53 которого соединен с выводами 50 конденсатора $C2$ и резистора $R1$.

Для запуска электроискрового генератора энергии в начальный момент времени используется внешний источник электроэнергии $B1$, в качестве которого может быть использована электрическая сеть, аккумулятор или электрическая батарея, подключаемые к генератору 45 фазовых импульсов и источникам 15-24 через ключ 54, потенциальный выход 55 которого соединен с входом 56 напряжения питания

генератора 45 фазовых импульсов и источников 15-24 (на фиг.1 не показано). Выход 57 генератора 45 фазовых импульсов соединен с входом управления 58 ключ 54 с возможностью управления включением - выключением ключа 54 импульсами управления с выхода 57 генератора 45 фазовых - импульсов.

5 Генератор по фиг.2 содержит элементы и связи между ними аналогичные элементам и связи между ними генератора по фиг.1. Отличия заключаются в том, что генератор по фиг.2 дополнительно содержит индуктивность L3, также индуктивно связанную с индуктивностью L1. При этом индуктивностью L3 совместно с конденсатором C3
10 образует контур L3C3, вывод которого соединен с вводом 0 контура L2C1 и входом 59 генератора 45 фазовых импульсов и с общим проводом, например, заземлением. Отвод 60 индуктивности L3 соединен с анодом диода VD2, катод которого соединен с выводами 61 конденсатора C4 и резистора R1, выполняющими соответственно
15 функции фильтра и нагрузки потребителя генерируемой энергии. Выводы 61 конденсатора C4 и резистора R1 соединены с сигнальным входом 52 генератора 45 фазовых импульсов, вход 53 которого соединен с выводами 50 конденсатора C2 и резистора R1.

Разрядник по фиг.3 содержит первые электроды 1-16, закрепленные в охлаждающих
20 трубках 17-32, установленных в держателе 33, второй электрод 34, перегородки 35-50 между первыми электродами 1-16 и крышки 51, 52. Держатель 33, перегородки 35-50 и крышки 51, 52 образуют отдельные газовые полости 53-68 между первыми
25 электродами 1-16 и вторым электродом 34. Держатель 33, перегородки 35-50 и крышки 51, 52 выполнены из электроизоляционного материала, например, фторопласта.

Источник высокого напряжения по фиг.4 выполнен, например, на основе известной схемы fly-back и содержит полевой транзистор VT1, сток С которого соединен с
30 первичной обмоткой W1 выходного трансформатора Тр, а исток И с общим проводом. На схему подается напряжение питания от внешнего источника электроэнергии Б1, см. фиг.1 или 2. На затвор 3 транзистора VT1 подается серия управляющих импульсов от генератора 45 фазовых импульсов. Форма серии
35 управляющих импульсов приведена на диаграмме а) фиг.4. Выходом такого источника высокого напряжения является вторичная обмотка W2 выходного трансформатора Тр, на выводе U которой относительно общего провода генерируется импульс высокого напряжения величиной около 10 кВ и длительностью
40 не более 100 наносекунд формы, приведенной на диаграмме б) фиг.4. Величина индуктивности обмотки W1 равна 1 мкГн, обмотки W2 - 400 мкГн, коэффициент трансформации Тр равен 20.

Электроискровой генератор энергии по фиг.1 работает следующим образом.

При запуске генератора ключ 54 замкнут и напряжение питания батареи Б1
45 подается на вход 56 напряжения питания генератора 45 фазовых импульсов и входы напряжения питания источников 15-24 высокого напряжения. Генератор 45 на своих выходах 35-44 формирует последовательности управляющих импульсов напряжения. При этом последовательности управляющих импульсов на двух соседних выводах (например, выводы 35 - 36) генератора 45 фазовых импульсов сдвинуты между собой на интервал $t_{сд}$ длительностью, равной:

50 $t_{сд} = T/(n-1)$, где - T - период следования последовательности управляющих импульсов на выводе (например, 35), n - число первых электродов (например, 10, см. фиг.1 и 4). 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 35-44 подаются соответственно на входы 25-34 источников 15-24 напряжения, выполненных по схеме обратных преобразователей входного напряжения управляющих импульсов по фиг.4. Эти источники 25-34 по заднему фронту управляющих импульсов напряжения формируют на своих выходах (обмотка W2 трансформатора Tr на фиг.4) последовательность коротких импульсов высокого напряжения величиной до 10 кВ и длительностью до 60 наносекунд, которые подаются на первые электроды 1-10 разрядника. Импульсы высокого напряжения каждого источника 15-24 последовательно пробивают газовые промежутки между первыми электродами и вторым электродом 11 (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 импульсы 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 $(1/F)=(T/n)$ и накапливает ее в виде реактивной энергии контура. Отбор генерируемой энергии в нагрузку - резистор R1 осуществляется с отвода 49 индуктивности L2 контура L2C1. выделяется постоянное напряжение, которое получают путем выпрямления диодом VD1 переменного напряжения снимаемого с отвода 49 индуктивности L2 и фильтрации напряжения на нагрузке R1. Для стабилизации режима генерации выходное напряжение нагрузки R1 подается на входы 52, 53 фазового генератора 45, который регулирует частоту управляющих импульсов напряжения на входе источников 15-24, а следовательно частоту лавинных разрядов в разряднике и частоту импульсов тока F в индуктивности L1, таким образом чтобы частота импульсов тока F была равна резонансной частоте контура L2C1, а напряжение на нагрузке R1 было максимальным. Это позволяет получать максимальное количество генерируемой энергии.

Электроискровой генератор энергии по фиг.2 работает аналогично изложенному выше процессу для электроискрового генератора энергии по фиг.1. Отличие заключается лишь в том, что отбор генерируемой энергии осуществляется с отводов 49 и 50 индуктивности L2, L3 соответственно. Это позволяет компенсировать постоянную составляющую на нагрузке R1. Контуры L2C1 и L3C2 настроены на разные резонансные частоты F1 и F2. Частота импульсов тока F в индуктивности L1 устанавливается в середине интервала F1 и F2. В процессе работы фазового генератора 45 изменяет частоту управляющих импульсов на входе источников 15-24 с девиацией, например, 50 Гц. При этом на нагрузке R1 генерируется переменное напряжение промышленных частот.

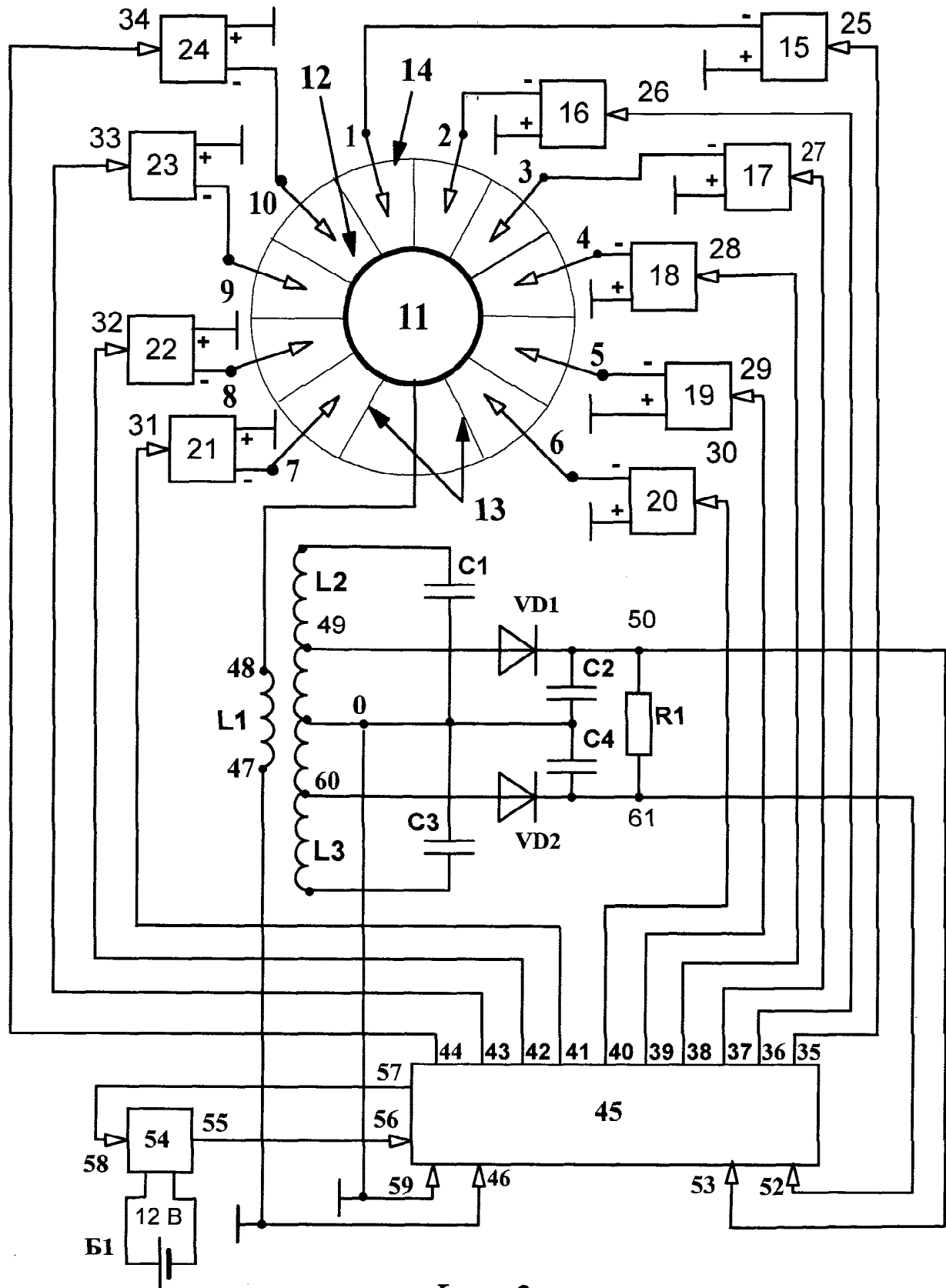
ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

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, МПК⁷ H02N 11/00, приор. 12.05.2005 г.

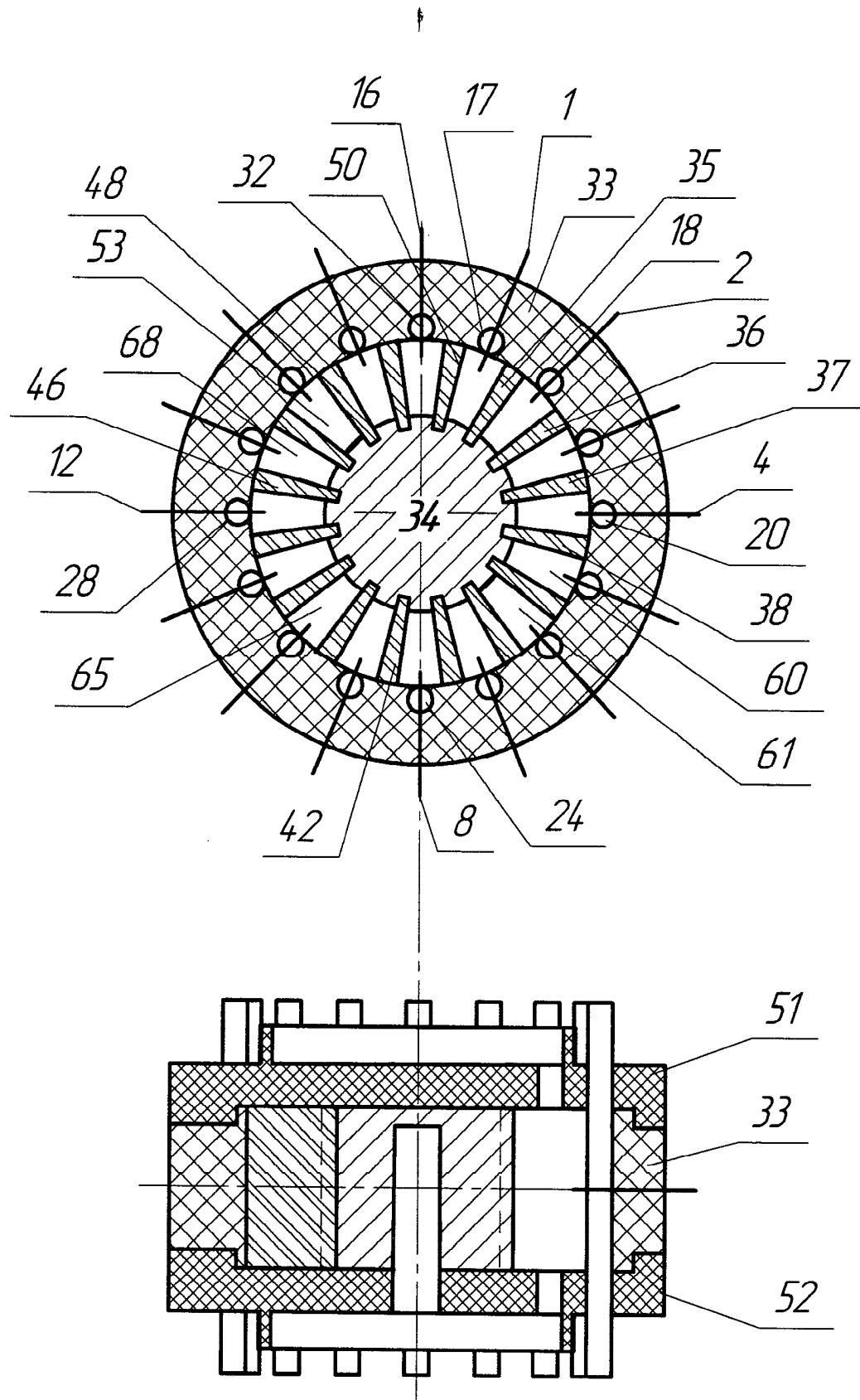
Формула изобретения

1. Электроискровой генератор энергии, содержащий первый и второй электроды, разделенные 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, отличающийся тем, что генератор 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 высокого 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 возможностью образования отдельных газовых полостей между вторым электродом и каждым первым электродом.

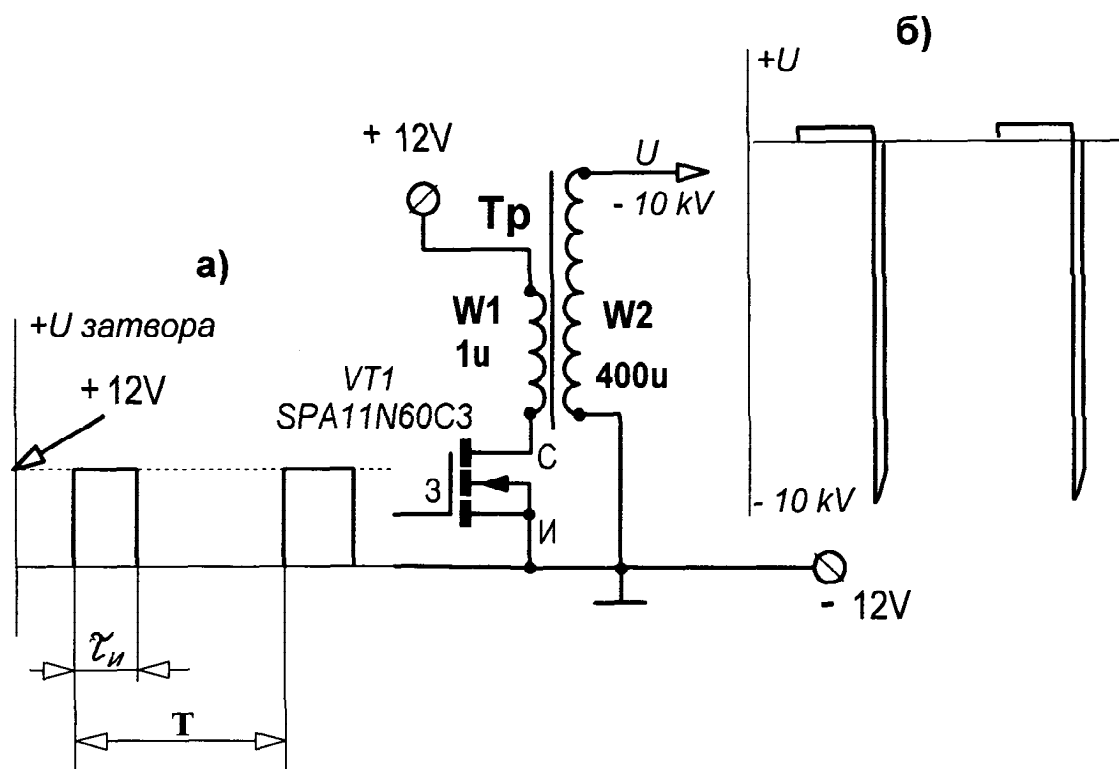
2. Электроискровой генератор энергии по п.1, отличающийся тем, что входы управления источников напряжения соединены с выходами фазового генератора, выполненного с возможностью подачи на входы управления источников напряжения управляющей последовательности импульсов с возможностью поочередного включения фазовым генератором источников напряжения, при этом генератор снабжен второй индуктивностью, выполненной в виде резонансного LC контура, индуктивно связанного с первой индуктивностью, причем фазовый генератор выполнен с возможностью изменения частоты управляющей последовательности импульсов фазового генератора.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4