



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H01G 4/00 (2021.02)*

(21)(22) Заявка: 2020126235, 06.08.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.08.2020

Дата регистрации:  
11.03.2021

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 06.08.2020

(45) Опубликовано: 11.03.2021 Бюл. № 8

Адрес для переписки:  
634009, г. Томск, пер. Дербышевский, 26 Б, оф.  
6010, "ПКФ СИСТЕМА", Спивакова Лариса  
Николаевна

(72) Автор(ы):

Лавринович Иван Валериевич (RU),  
Молчанов Денис Викторович (RU),  
Рыбка Дмитрий Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт сильноточной  
электроники Сибирского отделения  
Российской академии наук (ИСЭ СО РАН)  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: CONCEPT DESIGNS OF A  
COMPACT LTD GENERATOR WITH A  
PULSE RISE TIME OF 100 ns\* / I. Lavrinovich,  
S. Vagaytsev, A. Erfort, D. Rybka, D. Molchanov,  
A. Artemov, A. Zhigalin, A. Lensk. - Tomsk, 2019.  
CN 110212755 A, 06.09.2019. CN 103501170 A,  
08.01.2014. US 9602087 B2, 21.03.2017. RU  
2059436 C1, 10.05.1996.

## (54) ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ СИЛЬНОТОЧНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ИНДУКТОР

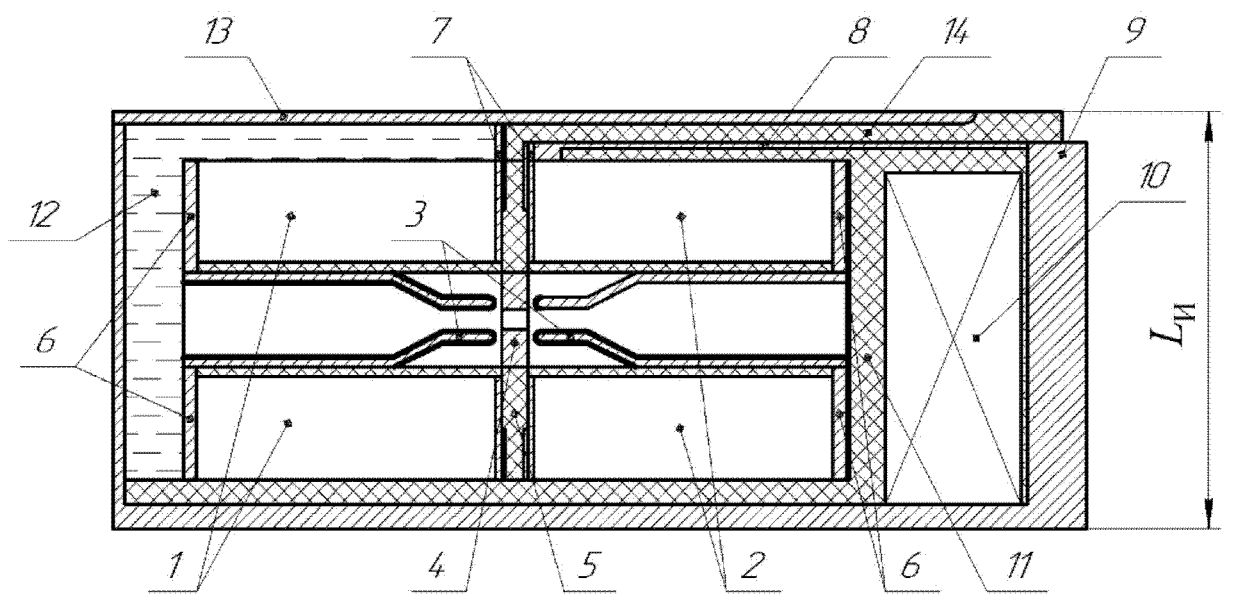
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к высоковольтной импульсной технике, и может быть использована для генерирования коротких мощных импульсных токов. Высоковольтный сильноточный импульсный индуктор для генерирования коротких мощных импульсных токов содержит радиально расположенные низкоиндуктивные конденсаторно-коммутаторные сборки,

помещенные в жидкий диэлектрический материал и соединенные с корпусом, выполняющие роль индуктора посредством передающих шин ферромагнитного сердечника и изолятора, при этом конденсаторно-коммутаторные сборки расположены в корпусе перпендикулярно оси индуктора. Повышение удельно запасенной энергии на единицу объема является техническим результатом полезной модели. 1 ил.

RU 202843 U1

RU 202843 U1



Фиг.1

RU 202843 U1

RU 202843 U1

Заявляемая полезная модель относится к электротехнике, а именно к высоковольтной импульсной технике. Настоящая полезная модель предназначена для генерирования коротких мощных импульсных токов.

Известен патент (US9602087, H03K3/02, H03K4/94, опубл. 04.12.2014 г.), в котором индуктор (LTD ступень) включает в себя, по меньшей мере, один ферромагнитный сердечник, предназначенный для передачи энергии в нагрузку. Индуктор также включает в себя три группы конденсаторно-коммутаторных сборок с разными электрическими емкостями. Первая группа сборок передает энергию в нагрузку в форме импульса основной гармоники. Вторая группа передает энергию в нагрузку в форме импульса третьей гармоники. Третья группа передает энергию в нагрузку в форме импульса пятой гармоники. Индуктор создан для формирования трапецеидального импульса с плоской вершиной путем наложения первого, второго и третьего импульсов.

Недостатком является невозможность размещения в такой конструкции корпуса конденсаторно-коммутаторной сборки с высоковольтными выводами, расположенными в геометрическом центре данных сборок, смещенных к краю относительно разрядника.

Известен патент (CN103501170, H03K17/96, H03K5/00, опубл. 08.01.2014 г.), в котором предлагается новая структура индуктора и способ его запуска. В качестве генератора запускающего импульс в таком индукторе используется одна специально модифицированная конденсаторно-коммутаторная сборка, передающая импульс перенапряжения к управляющим электродам остальных разрядников посредством передающих линий, организованных таким образом, чтобы минимизировать разброс срабатывания каждого разрядника. Такое решение позволяет коммутировать все разрядники в индукторе посредством только одного внешнего импульса. При создании высоковольтного генератора с наносекундным фронтом выходного импульса и состоящего из множества подобных индукторов, данная конструкция видится как решение проблемы синхронной работы всех индукторов генератора.

К недостатку можно отнести то же отсутствие возможности размещения в данной конструкции конденсаторно-коммутаторной сборки с высоковольтными выводами, расположенными в геометрическом центре данных сборок, смещенных к краю относительно разрядника. Кроме того использование одной из сборок для формирования запускающего импульса для остальных сборок серьезно уменьшает количество запасенной энергии в индукторе.

Известен патент (CN110212755, H02M 3/07, опубл. 06.09.2019 г.), в котором описана конструкция индукционного генератора состоящего из нескольких индукторов. Конструкция каждого отдельного индуктора включает в себя N первичных накопители энергии (конденсаторно-коммутаторных сборок) и ферромагнитный сердечник, которые разнесены на значительное расстояние и соединены токопроводящими изолированными линиями. Данная конструкция позволяет облегчить техническое обслуживание индуктора в случае выхода из строя одного или нескольких его элементов, а так же дает возможность независимой работы каждой конденсаторно коммутаторной сборки в индукторе на общий ферромагнитный сердечник, благодаря сегментированному первичному витку.

Недостатком является необходимость создания отдельного корпуса для конденсаторно-коммутаторных сборок и изолированных высоковольтных токопроводящих линий, что неизбежно ведет к увеличению габаритов установки и снижению показателей удельно запасенной энергии на единицу объема.

Известна концепция конструкции генератора (CONCEPT DESIGNS OF A COMPACT LTD GENERATOR WITH A PULSE RISE TIME OF 100 ns\* / I. Lavrinovich, S. Vagaytsev,

A. Erfort, D. Rybka, D. Molchanov, A. Artemov, A. Zhigalin, A. Lensk. – Tomsk, 2019), выбранная в качестве прототипа. В статье предлагается конструкция компактного индуктора, основанного на двенадцати конденсаторно-коммутаторных сборках. Такой индуктор способен обеспечить импульс тока с амплитудой 1,15 МА и временем нарастания ~ 120 нс при согласованной нагрузке 0,066 Ом, что при выходном напряжении в ~75 кВ соответствует мощности в 87 ГВт. Наружный диаметр полости составляет 1 м, а высота - 0,43 м. Небольшие размеры и высокие выходные параметры генератора способствуют его использованию в качестве компактной лабораторной установки для экспериментального исследования радиационных характеристик X и Z-пинчей и свойств вещества в экстремальных условиях.

Недостатком прототипа является большая осевая длина ступени, складывающаяся из высоты двух высоковольтных конденсаторов, выводов, изоляционной конструкции и корпуса.

Задачей настоящей полезной модели является создание высоковольтного сильнооточного импульсного индуктора уменьшенного размера, а именно малой длины в осевом направлении.

Поставленная задача решается тем, что высоковольтный сильнооточный импульсный индуктор для генерирования коротких мощных импульсных токов, содержащий две и более, радиально расположенные низкоиндуктивные конденсаторно-коммутаторные сборки, помещенные в жидкий диэлектрический материал и соединенные с корпусом, выполняющим роль индуктора, посредством передающих шин, ферромагнитного сердечника и изолятора, отличается от прототипа тем, что конденсаторно коммутаторные сборки расположены в корпусе перпендикулярно оси индуктора.

Изолятор расположен на краю внутреннего кольца индуктора и имеет одну свободную поверхность.

На фиг.1 представлена схема заявленной полезной модели.

Обозначение позиций:

Элементы конденсаторно-коммутаторной сборки:

1. Конденсатор 1.
2. Конденсатор 2.
3. Газовый коммутатор.
4. Управляющий электрод.
5. Изолятор.
6. Внешние обкладки конденсаторов, подключенные к внешнему источнику питания.
- Конструкционные элементы индуктора:
7. Выходные электроды конденсаторно-коммутаторной сборки.
8. Токопроводящая передающая шина.
9. Корпус индуктора.
10. Ферромагнитный сердечник.
11. Диэлектрическая вставка.
12. Диэлектрическая жидкость.
13. Крышка индуктора.
14. Диэлектрическая пластина.

Пример конкретной работы заявленной полезной модели.

Работа высоковольтного сильнооточного импульсного индуктора осуществляется следующим образом. От внешнего источника питания к внешним обкладкам 6 конденсаторов 1 и 2, подключенным к ним высоковольтным электродам 3 коммутатора, подаются постоянное напряжение (например, + и - 80 кВ) для зарядки высоковольтных

конденсаторов до рабочего напряжения. После этого подают импульс перенапряжения на управляемый коммутатор от внешнего генератора запуска на управляющий электрод 4, что приводит к пробое основного разрядного промежутка между электродами 3. Изоляционные вставки 5 ограждают внутренние выводы 7 конденсаторов от перенапряжений, возникающих в момент запуска на запускаящем электроде 4. После коммутации конденсаторно-коммутаторной сборки через выходной электрод 7 конденсатора 2 и передающую шину 8 импульс перенапряжения сообщается на корпус индуктора 9, выполняющего роль единичного витка и создающего электродвижущую силу во внутренней полости индуктора за счет ферромагнитного сердечника 10, который может быть выполнен из нескольких ферромагнитных колец. Изоляция высоковольтных конденсаторов и ферромагнитного сердечника выполнена диэлектрическими вставками 11, все полости заполнены диэлектрической жидкостью 12. Передающая линия 8 изолирована от крышки индуктора 13 посредством диэлектрической пластины 14. В результате образуется разрядный контур: выходной электрод конденсаторно-коммутаторной сборки 7 конденсатора 1, конденсатор 1, внешняя обкладка 6 конденсатора 1, газовый коммутатор 3, внешняя обкладка второго конденсатора 6, конденсатор 2, выходной электрод 7 конденсатора 2, передающая шина 8, корпус индуктора 9, крышка индуктора 13, выходной электрод 7 конденсатора 1.

Преимуществом заявленной полезной модели является малая осевая длина индуктора  $L_{И}$ , зависящая в основном от диаметра конденсаторно-коммутаторных сборок, толщины корпуса и диэлектрических вставок и независящая от высоты высоковольтного конденсатора, входящего в состав сборок.

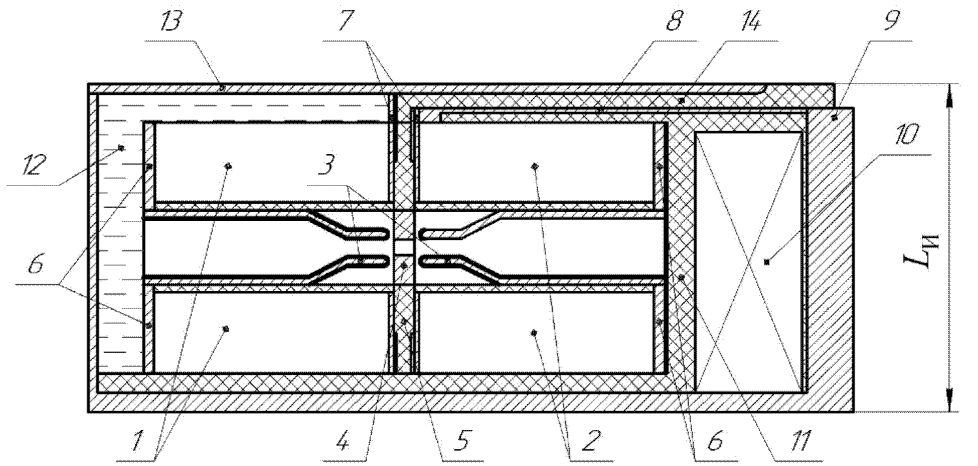
#### (57) Формула полезной модели

Высоковольтный сильноточный импульсный индуктор для генерирования коротких мощных импульсных токов, содержащий радиально расположенные низкоиндуктивные конденсаторно-коммутаторные сборки, помещенные в жидкий диэлектрический материал и соединенные с корпусом, выполняющим роль индуктора, посредством передающих шин, ферромагнитного сердечника и изолятора, отличающийся тем, что конденсаторно-коммутаторные сборки расположены в корпусе перпендикулярно оси индуктора.

35

40

45



Фиг.1