

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201991211 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.12.30

(51) Int. Cl. *H01F 27/28* (2006.01)
H01F 27/32 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2017.12.11

(54) ФИЛЬТРЫ ГАРМОНИК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУМАГНИТНЫХ КАРКАСОВ

(31) 15/386,797

(32) 2016.12.21

(33) US

(86) PCT/IB2017/001781

(87) WO 2018/130872 2018.07.19

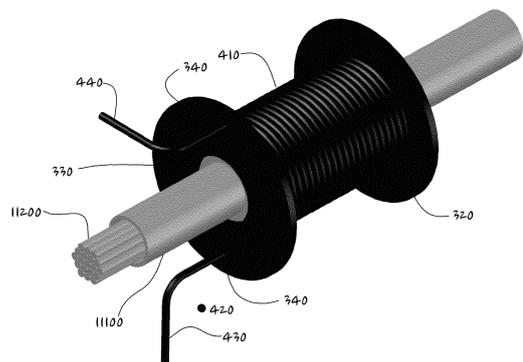
(88) 2018.11.15

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
НЕГРЕТЕ ЭРНАНДЕС ХОАКИН
ЭНРИКЕ (MX)

(74) Представитель:
Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.
(RU)

(57) Раскрыты полумагнитные каркасы для применения в реакторах с сердечником и реакторы с сердечником, содержащие указанные полумагнитные каркасы. Полумагнитные каркасы изготовлены из немагнитного материала и обеспечивают реакторы с сердечником, способные выдерживать высокие температуры и в то же время избегать эффектов вихревых токов. Кроме того, раскрытые полуметаллические проницаемые каркасы не оказывают отрицательного влияния на качество электроэнергии, позволяют экономить электроэнергию и могут быть использованы для захвата токов гармоник. При правильном конструировании и установке они могут быть использованы для обеспечения электромагнитного индукционного нагревателя, использующего токи гармоник, импортированные из электроэнергетической системы в качестве рабочего источника тепла, и для обеспечения процесса нагрева с нулевой стоимостью.

11000



A1

201991211

201991211

A1

ФИЛЬТРЫ ГАРМОНИК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУМАГНИТНЫХ КАРКАСОВ

Предпосылки создания изобретения

1. Область техники

[0001] Настоящее изобретение относится к полумагнитным каркасам для применения в реакторах с сердечником и к реакторам с сердечником, содержащим указанные полумагнитные каркасы. Более конкретно, настоящее изобретение относится к полумагнитным каркасам для применения в реакторах с сердечниками, способным выдерживать высокие температуры и в то же время избегать эффектов вихревых токов. Эти свойства являются результатом использования полуметаллических проницаемых каркасов, не оказывающих отрицательного влияния на качество электроэнергии и позволяющих экономить электроэнергию.

2. Описание известного уровня техники

[0002] Системы распределения электроэнергии обеспечивают электроэнергией линейные и нелинейные нагрузки. Нелинейные нагрузки создают частоты гармоник тока, которые насыщают систему распределения энергии. Типичными устройствами, генерирующими гармоники тока, например являются, среди прочих, электронные импульсные источники питания, зарядные устройства для аккумуляторов, приводы с регулируемой скоростью (ASD), силовые выпрямители, источники бесперебойного питания (UPS), высокоэффективные люминисцентные лампы, имеющие электронные балласты, а также системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC).

[0003] Частоты гармоник тока создают много проблем в системе распределения энергии, в том числе увеличение тока в системе, повышенный уровень суммарных гармонических искажений напряжения, пониженный коэффициент мощности, увеличенные потери мощности, пониженную надежность оборудования для распределения энергии и пониженную электромагнитную совместимость между нагрузками. Частоты гармоник тока также создают проблемы в различном электрооборудовании, например, в электрических двигателях, страдающих от потерь на гистерезис, в основном из-за вихревых токов. Указанные потери на гистерезис приводят к увеличенному нагреву сердечника двигателя, что сокращает срок службы двигателя и приводит к дополнительной вибрации и повышенному уровню шума. Другие проблемы, создаваемые и связанные с частотами гармоник тока, хорошо известны специалистам в данной области.

[0004] Вышеупомянутые проблемы хорошо известны и лежат в основе разделения обязанностей по контролю гармоник, содержащихся в таких стандартах, как Стандарт IEEE 519-1992 "Рекомендуемые практики и требования к контролю гармоник в электроэнергетических системах". В частности, вышеуказанный Стандарт рекомендует, чтобы: 1) контроль тока гармоник, вводимого в систему, осуществлялся в приложении конечного пользователя; и 2) контроль искажений напряжения осуществлялся организацией, контролирующей полное сопротивление системы, которой часто является электростанция

общего пользования, при условии, что эмиссия токов гармоник находится в разумных пределах.

[0005] В данной области техники для устранения токов гармоник и их эффектов был разработан ряд систем, компонентов систем и устройств. Примеры указанных систем, компонентов и устройств, среди прочих, включают в себя линейные реакторы энергосистем, в том числе реакторы с воздушным сердечником, реакторы с железным сердечником, резонансные LC-фильтры, последовательные, линейные дроссели переменного тока, активные фильтры, гибридные фильтры, шунтирующие пассивные фильтры, последовательные пассивные фильтры, трансформаторы с соединением в зигзаг и переключатель ответвлений трансформатора под нагрузкой.

[0006] Реакторы энергосистем часто используются в сочетании с резисторами и конденсаторами для создания пассивных фильтров гармоник. Как правило, такие часто встречающиеся реакторы энергосистем имеют железный или воздушный сердечник. Пассивные фильтры гармоник обычно конструируются из нескольких параллельно соединенных последовательных резонансных цепей, расположенных между линией питания и заземлением. Каждый пассивный фильтр гармоник настраивается на определенную нежелательную частоту гармоники тока, которую желательно подавить, тем самым он не позволяет указанной нежелательной частоте гармоники попасть в энергосистему общего пользования. Чтобы отфильтровать частоты высших гармоник, как правило, используется фильтр верхних частот.

[0007] Известные из уровня техники настроенные пассивные фильтры гармоник, например, показанные на фиг. 1, могут быть легко перегружены токами гармоник из энергосистемы общего пользования и/или других нелинейных нагрузок, подключенных к той же сети, из-за низкого расчетного полного сопротивления гармоникам этих настроенных пассивных фильтров гармоник, что затрудняет надлежащую фильтрацию токов гармоник. Частично эта проблема была решена путем реализации механизма переключения, но такие механизмы имели, и все еще имеют значительные проблемы. Например, переключатели часто нагреваются, так как их конструкция не была реализована должным образом чтобы иметь дело с гармониками, импортированными из электрической сети. В известном уровне техники подробно описываются усовершенствованные конструкции и использование настроенных пассивных фильтров гармоник. Примеры известного уровня техники показаны, например, на фиг. 1 патента США 3555291, на фиг. 3 и 5 патента США 5444609. На этих чертежах показаны известные из уровня техники резонансные фильтры верхних гармоник и фильтры гармоник с последовательным резонансным контуром. Каждый из указанных фильтрующих элементов настроен на определенные частоты гармоник, которые необходимо подавить. Большинство из этих устройств, известных из уровня техники, также специально разработаны для того, чтобы избежать импорта гармоник из системы распределения электроэнергии, что приводит к эффекту развязки местной системы энергоснабжения объекта от энергосистемы общего пользования путем включения силовых развязывающих реакторов, таких, как реакторы, показанные на фиг. 2 настоящего раскрытия, последовательно с фазными проводами электрической распределительной системы.

[0008] Другой известный из уровня техники механизм предназначен для импорта гармоник из системы распределения электроэнергии для специального использования при питании линейных электрических нагрузок, не являющихся землей. Примеры такого известного уровня техники показаны на фиг. 1А, 1В, 2, 3, 4, 5, 6 патентной публикации США 2012/0313728. В указанных вариантах осуществления линейные электрические нагрузки являются частью системы резонансных пассивных фильтров гармоник и они, как говорят, захватывают гармоники. В этом случае также говорят, что неограничивающими примерами линейных нагрузок могут быть асинхронные двигатели переменного тока, прикладывающие крутящий момент к постоянным (не изменяющимся во времени) механическим нагрузкам, а также резистивные осветительные и нагревательные элементы. Основным недостатком такой системы является то, что если суммарная величина гармонических токов, импортируемых из электросети общего пользования, постоянно меняется, то линейные электрические нагрузки должны быть способны принимать чрезвычайно большие максимумы гармонических токов, поскольку они представляют собой единственный электрический путь для использования и проведения суммарных импортируемых токов гармоник. Еще один недостаток раскрытых систем состоит в том, что эффективное использование такой энергосистемы ограничено небольшим числом линейных нагрузок, тогда как большая часть современного промышленного оборудования отличается широким использованием нелинейных нагрузок. Еще одним недостатком является то, что полное сопротивление линейных электрических нагрузок должно оставаться постоянным, поскольку любое изменение полного сопротивления приведет к нарушению настройки пассивных фильтров гармоник, что делает их бесполезными при импорте специфических токов гармоник, на которые они были рассчитаны.

[0009] Несмотря на тот факт, что из уровня техники известно много конструкций реакторов для энергосистем и пассивных фильтров гармоник, они имеют ряд недостатков. Такие системы резонансных пассивных фильтров гармоник, как система, показанная на фиг. 2, специально разработаны для того, чтобы избежать импорта гармоник из системы распределения электроэнергии, таким образом, развязывая местную систему энергоснабжения объекта от энергосистемы общего пользования путем включения очень больших мощных реакторов (см. элемент 210 на фиг. 2) последовательно с линиями распределения электроэнергии. Так как большую часть времени обычными пассивными фильтрами гармоник будут обрабатываться большие токи, как показано на фиг. 2, в качестве опции для использования обычно выбирается реактор 110 с воздушным сердечником. Несмотря на это, реактор с воздушным сердечником представляет собой очень большой блок, состоящий из больших катушек проволоки. К тому же реактор с воздушным сердечником должен устанавливаться на открытом воздухе, на крупных алюминиевых конструкциях (стальные конструкции могут повлиять на магнитные характеристики блока, поэтому они использоваться не могут). Кроме того, реакторы с воздушным сердечником очень дороги, а техническое обслуживание, осмотр и эксплуатация сложны.

[0010] Если пассивные фильтры гармоник, как показано на фиг. 2, изготовлены с реакторами 110 с железным сердечником, то указанные реакторы могут легко перегружаться и насыщаться, если через реактор текут слишком большие токи гармоник. Это особенно верно для высокочастотных токов и приводит к снижению реактивности. Таким образом, прежде чем магнитный сердечник войдет в насыщение, в

магнитном материале может быть сгенерирован большой магнитный поток, и катушка снова превращается в катушку с воздушным сердечником. Кроме того, нередки случаи, когда реакторы с железным сердечником легко повреждаются в результате перегрева железного сердечника, вызванного потоком вихревых токов вдоль сердечника. Таким образом, традиционные резонансные пассивные фильтры гармоник, такие как показанные на фиг. 2, не импортируют токи гармоник, протекающие в энергосистеме общего пользования, и в результате упускается возможность использовать эту энергию на пользу конечного потребителя.

[0011] Таким образом, существует потребность в фильтрах гармоник, представляющих собой не очень большие блоки.

[0012] Также существует потребность в фильтрах гармоник, которые не требуется размещать на открытом воздухе на крупных конструкциях.

[0013] Также существует потребность в не очень дорогих фильтрах гармоник и более простого технического обслуживания, осмотра и эксплуатации.

[0014] Кроме того, существует потребность в фильтрах гармоник, например, с реакторами с железным сердечником, не так легко повреждаемых в результате перегрева железного сердечника, вызванного потоком вихревых токов вдоль сердечника.

[0015] Кроме того, существует потребность в реакторах с сердечником для фильтров гармоник, импортирующие токи гармоник, протекающие в энергосистеме общего пользования, и в результате обеспечить возможность использовать эту энергию.

[0016] Кроме того, существует потребность в фильтрах гармоник, не так легко подвергающихся перегрузке и насыщению, если через реактор протекает слишком большой ток гармоники, импортированный из энергосистемы общего пользования.

[0017] Эти и другие потребности удовлетворяются фильтрами гармоник по настоящему изобретению. Фильтры гармоник по настоящему изобретению обеспечивают много преимуществ, например, меньший размер, чем у реакторов с воздушным сердечником, потому что полумагнитный сердечник имеет сердечник с более высокой проницаемостью, чем воздух. Более компактный размер улучшает использование пространства, что приводит к удобной и беспроблемной установке. Фильтры гармоник по настоящему изобретению также исключают нежелательные характеристики ферромагнитного сердечника (потери на вихревые токи, гистерезис, насыщение и т.п.).

[0018] Любая стальная конструкция вокруг реактора с полумагнитным сердечником практически не влияет на индуктивность катушки. Полумагнитные сердечники не насыщаются магнитным потоком, поэтому реактивность не изменяется. Полумагнитные сердечники могут быть установлены в помещениях.

[0019] Благодаря своему размеру и весу фильтры гармоник по настоящему изобретению обеспечивают превосходный вариант для применений с высоким напряжением, сверхвысоким напряжением и/или большим током. Фильтры гармоник по настоящему изобретению также уменьшают потребность в увеличенной допустимой токовой нагрузке (способности проводников проводить ток) проводников и лучше подходят для внутреннего охлаждения из-за отсутствия потока вихревых токов вдоль сердечника.

[0020] Кроме того, фильтры гармоник по настоящему изобретению позволяют значительно упростить производство за счет небольшого числа компонентов материалов, проволоки и трудозатрат по сравнению с вариантами реакторов с воздушным и железным сердечником, рассчитанными на такую же электрическую мощность. В результате фильтры гармоник по настоящему изобретению позволяют уменьшить расходы на изготовление по сравнению с вариантами реакторов с воздушным и железным сердечником, рассчитанными на такую же электрическую мощность, а также обеспечивают более простое техническое обслуживание, осмотр и эксплуатацию, тем самым обеспечивая надежную и безаварийную работу в течение длительного срока использования.

[0021] Кроме того, фильтры гармоник по настоящему изобретению способны надлежащим образом работать с постоянно меняющимся суммарным значением гармоник, импортируемых из энергосистемы общего пользования, без необходимости добавления к фильтрам какого-либо электрического компонента. В результате нагреватель сохраняет высокую степень эффективности.

[0022] Фильтры гармоник по настоящему изобретению улучшают общую производительность системы, уменьшая гармоники тока со стороны линии, генерируемые нелинейными нагрузками, и обеспечивают экономию энергии, а также увеличивают срок службы нелинейных нагрузок. Они могут использоваться в любое время, несмотря на существование токов гармоник, генерируемых оборудованием конечного пользователя. Фильтры гармоник по настоящему изобретению обеспечивают совершенно свободный от загрязнений электромагнитный индукционный нагреватель, использующий ток гармоник, импортированный из электроэнергетической системы в качестве рабочего источника, и с процессом нагрева с нулевой стоимостью.

Раскрытие сущности изобретения

[0023] Настоящее изобретение представляет собой полумагнитный каркас для использования в реакторах с сердечником, содержащий: немагнитную центральную секцию, имеющую длину и два конца, причем центральная секция полая и имеет отверстие, расположенное на каждом конце, немагнитный фланец, расположенный на каждом конце, причем каждый фланец имеет отверстие такого размера и выполненное так, что оно совпадает с отверстием на каждом конце, причем каждый фланец имеет часть, расположенную на расстоянии от центральной секции, и по меньшей мере один фланец имеет по меньшей мере одно сквозное отверстие, расположенное в части, расположенной на расстоянии от центральной

секции. Предпочтительно центральная секция имеет по существу цилиндрическую форму, а также предназначена и выполнена для принятия расположенной вокруг нее обмотки из проволоки. Также предпочтительно полость центральной секции предназначена и выполнена для принятия проходящей через нее трубы, кабеля или множества заключенных в оболочку проводов. Также предпочтительно каждый фланец имеет по существу кольцевую, "пластинчатую" форму, а также предназначен и выполнен для действия в качестве ограничителя для ограничения обмотки до длины центральной секции. Отверстие каждого фланца предпочтительно предназначено и выполнено для принятия проходящей через него трубы, кабеля или множества заключенных в оболочку проводов, и предпочтительнее той же трубы, кабеля или множества заключенных в оболочку проводов, которые проходят через полость центральной секции. Кроме того, по меньшей мере одно сквозное отверстие предпочтительно предназначено и выполнено для обеспечения точки входа и/или выхода для обмотки вокруг центральной секции. Предпочтительно неметаллическая центральная секция и неметаллические фланцы состоят из керамического материала, который может быть слегка пористым или непористым. Неметаллический материал может быть изготовлен из смолы, глины/кирпича, цемента, нейлона, амида или любого другого неметаллического материала. Предпочтительной является керамика, так как вследствие отсутствия вихревых токов отсутствует нагрев центральной секции или фланцев. Если сердечник представляет собой металлический материал, то он будет действовать как индукционный нагреватель, т.е. сердечник будет получать производимое тепло и будет подвержен выходу из строя. С точки зрения характеристик/материалов каркас должен представлять собой:

- 1) неметаллический высокотемпературный изоляционный материал, обеспечиваемый вышеупомянутой смолой, глиной/кирпичом, цементом, нейлоном, амидом, нейлон/амидными композитами и керамикой, потому что нет большого нагрева из-за недостатка или отсутствия вихревых токов; и
- 2) немагнитный материал, под которым обычно понимается совершенно немагнитный или слегка магнитный материал. Как известно, магнитные поля обычно измеряются в гауссах, а, например, обычный магнит холодильника имеет магнитное поле приблизительно 50 Гс, ядро Земли имеет магнитное поле приблизительно 25 Гс, а поверхность Земли имеет магнитное поле приблизительно 0,25–0,60 Гс. Предпочтительно использовать совершенно немагнитный материал, т.е. материал, магнитное поле которого, как показано выше, составляет приблизительно 50 Гс или менее.

[0024] Полумагнитный каркас по настоящему изобретению находит применение в линейных реакторах с сердечником (известных как последовательно включенные катушки индуктивности), которые могут быть рассчитаны на любое значение индуктивности и допустимой токовой нагрузки. Полумагнитный каркас по настоящему изобретению также находит применение в фильтрах гармоник и в пассивных фильтрах гармоник, чтобы импортировать и безопасно обрабатывать очень большие токи гармоник из энергосистемы переменного тока общего пользования и в то же время ограничить и фильтровать токи гармоник, генерируемые в промышленном оборудовании конечного пользователя, причем фильтр устанавливается независимо от подключенной электрической нагрузки. Таким образом, эти токи гармоник могут быть математически суммированы и использованы на пользу конечного потребителя, токи гармоник также могут быть исключены путем соединения фильтров непосредственно с землей.

[0025] Настоящее изобретение относится к полумагнитным каркасам, пригодным для создания линейных ректоров (последовательно включенных катушек индуктивности), которые могут быть рассчитаны на любое значение индуктивности. Кроме того, настоящее изобретение относится к полумагнитным каркасам, пригодным для обеспечения наличия усовершенствованных фильтров гармоник для цепей переменного тока, и в частности для усовершенствования пассивных фильтров, позволяющих преодолеть типичные проблемы, связанные с обычными резонансными фильтрами гармоник, импортирующими токи гармоник из системы распределения энергии и самого промышленного оборудования. Настоящее изобретение относится к полумагнитным каркасам, пригодным для математического суммирования указанных токов и использования их на пользу конечного пользователя.

Краткое описание чертежей

[0026] Дополнительные признаки, преимущества и детали настоящего изобретения станут очевидными из следующего описания чертежей, на которых одинаковые элементы обозначены одинаковыми номерами, и на которых:

[0027] фиг. 1 представляет собой упрощенную принципиальную схему обычного фильтра гармоник, известного из уровня техники, без последовательно включенных развязывающих катушек индуктивности;

[0028] фиг. 2 представляет собой упрощенную принципиальную схему обычного фильтра гармоник, известного из уровня техники, с последовательно включенными развязывающими катушками индуктивности;

[0029] фиг. 3А представляет собой вид в перспективе каркаса согласно настоящему изобретению;

[0030] фиг. 3В представляет собой поперечный разрез каркаса согласно настоящему изобретению;

[0031] фиг. 4 представляет собой вид в перспективе узла линейного реактора с полумагнитным сердечником согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0032] фиг. 4А представляет собой поперечный разрез узла линейного реактора с полумагнитным сердечником согласно фиг. 4 настоящего изобретения;

[0033] фиг. 4В представляет собой вид сверху с местным разрезом по линии А-А узла линейного реактора с полумагнитным сердечником с фиг. 4А;

[0034] фиг. 4С представляет собой принципиальную электрическую схему узла линейного реактора с полумагнитным сердечником с фиг. 4А;

[0035] фиг. 4D представляет собой условное обозначение узла линейного реактора с полумагнитным сердечником с фиг. 4A;

[0036] фиг. 5A представляет собой поперечный разрез узла линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0037] фиг. 5B представляет собой вид сверху узла линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями с фиг. 5A;

[0038] фиг. 5C представляет собой принципиальную электрическую схему линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями с фиг. 5A;

[0039] фиг. 6A представляет собой поперечный разрез узла трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0040] фиг. 6B представляет собой вид сверху узла трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником с фиг. 6A;

[0041] фиг. 6C представляет собой принципиальную электрическую схему узла трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником с фиг. 6A;

[0042] фиг. 7A представляет собой поперечный разрез узла развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0043] фиг. 7B представляет собой вид сверху узла развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 7A;

[0044] фиг. 7C представляет собой принципиальную электрическую схему узла развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 7A;

[0045] фиг. 8A представляет собой поперечный разрез узла понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0046] фиг. 8B представляет собой вид сверху узла понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 8A;

[0047] фиг. 8C представляет собой принципиальную электрическую схему узла понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 8A;

[0048] фиг. 9А представляет собой поперечный разрез узла повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

[0049] фиг. 9В представляет собой вид сверху узла повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 9А;

[0050] фиг. 9С представляет собой принципиальную электрическую схему узла повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 9А;

[0051] фиг. 10 представляет собой принципиальную электрическую схему варианта осуществления пассивного устройства фильтрации гармоник для трех электрических фаз, в котором используются линейные реакторы с полумагнитными сердечниками согласно настоящему изобретению;

[0052] фиг. 11А представляет собой вид в перспективе узла линейного реактора с полумагнитным сердечником согласно настоящему изобретению;

[0053] фиг. 11В представляет собой вид сбоку в поперечном разрезе узла линейного реактора с полумагнитным сердечником с фиг. 11А;

[0054] фиг. 11С представляет собой вид сверху в поперечном разрезе узла линейного реактора с полумагнитным сердечником с фиг. 11А;

[0055] фиг. 12 представляет собой систему отопления текучей средой, в которой применяется узел линейного реактора с полумагнитным сердечником с фиг. 11А.

Осуществление изобретения

[0056] На фиг. 1 показан блок 100 пассивных фильтров гармоник, известный из уровня техники. На фиг. 1 блок 100 пассивных фильтров гармоник расположен между энергосистемой 101 общего пользования и местной системой 102 энергоснабжения объекта. Часто блок 100 пассивных фильтров гармоник содержит множество последовательно соединенных реакторов 110 и конденсаторов 120 для создания цепей 130 пассивных фильтров гармоник. На фиг. 1 реактор энергосистемы, входящий в состав цепей 130 пассивных фильтров гармоник, может представлять собой реактор 110 с железным или воздушным сердечником. Как правило, до сих пор блок 100 пассивных фильтров гармоник конструировали так, что он состоял из нескольких цепей 130 пассивных фильтров гармоник, параллельно включенных между линиями 140 питания и заземлением 150, причем каждую цепь 130 пассивного фильтра гармоник настраивали на определенную нежелательную частоту тока гармоник, которую необходимо подавить. Чтобы отфильтровать частоты высших гармоник, как правило, используется пассивный фильтр 130 верхних частот. В частности, из-за своего расчетного низкого полного сопротивления гармоникам настроенные пассивные

фильтры 130 гармоник могут быть легко перегружены токами гармоник, импортированными из энергосистемы общего пользования через вход 101 и/или из других нелинейных нагрузок, подключенных к той же сети. Это затрудняет надлежащую фильтрацию. Частично эта проблема была решена путем внедрения механизма переключения, но этот механизм имел, и все еще имеет значительные проблемы.

[0057] На фиг. 2 показан известный блок 200 пассивных фильтров гармоник, предназначенный для преодоления недостатков блока 100 пассивных фильтров гармоник, изображенного на фиг. 1 и известного из уровня техники. Блок 200 пассивных фильтров гармоник специально разработан для того, чтобы избежать импорта любых гармоник из системы распределения электроэнергии, таким образом, развязывая местную систему энергоснабжения объекта от энергосистемы общего пользования. Эта развязка достигается добавлением множества силовых развязывающих реакторов 210, включенных последовательно с линиями 140 питания системы распределения электроэнергии. Фильтрующая способность блока 200 пассивных фильтров гармоник в основном зависит от настроенных пассивных фильтров 130 гармоник, захватывающих внутренние гармоники, генерируемые на объекте конечного пользователя. Силовые развязывающие реакторы 210 обеспечивают достаточное полное сопротивление, чтобы не импортировать любой ток гармоники, текущий из энергосистемы общего пользования в местную систему энергоснабжения объекта. Как сказано выше в отношении фиг. 1, если в блоке 100 пассивных фильтров гармоник отсутствуют силовые развязывающие реакторы 210, включенные последовательно с электроэнергетической системой, нежелательные импортированные токи гармоник создадут насыщение, например, в реакторах 110 с железным сердечником, если через них течет слишком большой ток, что приводит к разрушению вследствие серьезных проблем с нагревом из-за потока вихревых токов вдоль сердечника, кроме того, указанный блок будет иметь вышеуказанные недостатки. Так как большую часть времени обычный блок 130 пассивных фильтров гармоник будет иметь дело с большими токами, в качестве опции для использования, как правило, выбирается реактор 110 с воздушным сердечником. Реактор с воздушным сердечником имеет много недостатков, рассматриваемых в настоящем раскрытии, поскольку реакторы с воздушным сердечником имеют очень большие размеры и должны размещаться на открытом воздухе на крупных алюминиевых конструкциях (стальные конструкции могут повлиять на магнитные характеристики блока, поэтому они использоваться не могут). Кроме того, они очень дороги, а их техническое обслуживание, осмотр и эксплуатация сложны. Если вместо этого пассивные фильтры 130 гармоник изготовлены с реакторами 110 с железным сердечником, то реакторы легко могут быть перегружены и насыщены, если через них течет слишком большой ток гармоники, что может привести к снижению реактивности, и до того, как магнитный сердечник войдет в насыщение, в магнитном материале может быть сгенерирован большой магнитный поток, и катушка снова превращается в катушку с воздушным сердечником. Как сказано выше, блок 200 пассивных фильтров гармоник не импортирует токи гармоник, протекающие в энергосистеме общего пользования, таким образом, упускается возможность использовать эту энергию на пользу конечного потребителя.

[0058] Фиг. 3А представляет собой один из вариантов осуществления каркаса согласно настоящему изобретению, а фиг. 3В представляет собой поперечный разрез указанного варианта. Этот вариант

осуществления имеет каркас 300, имеющий цилиндрический полумагнитный сердечник 310 и два плоских кольцевых фланца 320, соединенных с цилиндрическим полумагнитным сердечником 310. Полумагнитный сердечник 310 изготовлен из жаропрочного немагнитного материала. Тем не менее, полумагнитный сердечник 310 может иметь другие формы, например, овальную, треугольную, круглую. Для различных приложений подходят разные размеры сердечника и разные материалы, например, жаропрочная, водо- и влагостойкая керамика, цемент, смолы. Каркас 300 также содержит центральное отверстие 330 и множество отверстий 340 фланца, функции которых будут пояснены в связи с другими чертежами. Полумагнитный сердечник 310 применяется в качестве основы, чтобы обеспечить усовершенствования согласно настоящему изобретению для большей части электрических компонентов, разработанных в соответствии с уровнем техники, например, для линейных реакторов (катушек индуктивности) фиг. 4А-4С, линейных реакторов с ответвлениями фиг. 5А-С, трансформатора напряжения фиг. 6А-С, развязывающих трансформаторов фиг. 7А-С, понижающих трансформаторов фиг. 8А-С, повышающих трансформаторов фиг. 9А-С и трансформаторов с соединением в зигзаг (не показаны). Сердечник 310 может использоваться в приложениях для подавления токов гармоник, если это требуется. Обмотки 410 (см. фиг. 4А), необходимые для изготовления вышеупомянутых электрических компонентов, могут быть изготовлены из меди, алюминия или другой известной электроизолированной магнитной проволоки, и могут быть намотаны вокруг полумагнитного сердечника 310 при помощи намоточного станка, вращающего каркас, в то время как проволока перемещается в поперечном направлении назад и вперед, чтобы направить виток обмотки. Для специалистов в области катушек индуктивности и трансформаторов в соответствии с договоренностью по обозначению полярности точка начала обмотки обозначается точкой 420 (см., например, фиг. 4А). В трансформаторах обозначения точкой указывают на зажимы соответствующей полярности во все моменты времени. Вышеописанная конфигурация обмотки может обеспечить концевую заделку, ответвление или другой способ соединения с любым другим компонентом электрической системы. Назначение полумагнитного сердечника 310 состоит в том, чтобы зафиксировать значения индуктивности вышеупомянутых компонентов и увеличить их взаимную связь, что достигается с помощью каркаса 300 в различных вариантах осуществления настоящего изобретения.

[0059] Фиг. 4 и 4А представляют собой вид в перспективе и, соответственно, поперечный разрез узла 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником, выполненного согласно одному варианту осуществления изобретения. На фиг. 4 обмотка 410 входит в узел 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником и выходит из указанного узла в точке 430 входа и, соответственно, в точке 440 выхода обмотки 410. На фиг. 4 обмотка представляет собой магнитную проволоку. Фиг. 4В представляет собой вид сверху с местным разрезом узла 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником, показанного на фиг. 4А. Фиг. 4С представляет собой принципиальную электрическую схему узла 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником, показанного на фиг. 4А. Фиг. 4D представляет собой условное обозначение 450 узла 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником, показанного на фиг. 4А. Условное обозначение 450 содержит полумагнитный сердечник 310 и обмотку 410, намотанную вокруг полумагнитного сердечника 310.

[0060] Линейный реактор с полумагнитным сердечником фиг. 4, 4А, 4В, 4С, 4D (который, как очевидно специалисту в данной области, представляет собой последовательно включенную катушку индуктивности) может быть спроектирован и настроен на (а) любую допустимую нагрузку по току путем выбора проволоки, рассчитанной на соответствующую допустимую токовую нагрузку, с помощью любого стандартного сортамента проводов (т.е. Американского сортамента проводов (American wire gauge, AWG)), (b) любое значение индуктивности путем измерения значения индуктивности с помощью любой принятой измерительной системы и (с) любой размер сердечника по длине, чтобы обеспечить соответствие предыдущим электрическим значениям. Любая электрическая и/или промышленная технология, использующая полумагнитные каркасы 300 для изготовления узла 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником, может иметь дело с большими электрическими токами и высокими температурами, создаваемыми этим электрическим током, таким образом, избегая эффекта вихревых токов благодаря использованию немагнитного неметаллического сердечника.

[0061] Ниже приведены неограничивающие примеры использования линейных реакторов 400 с немагнитным сердечником фиг. 4, 4А, 4В, 4С и 4D: (а) в качестве настроечного реакторного элемента в любом многосекционном шунтирующем пассивном фильтре (т.е. настраиваемого на определенную частоту, чтобы создать резонансный контур для тока гармоники, который необходимо захватить из электроэнергетической системы, для фильтра, настроенного на одну частоту, и/или фильтра верхних частот первого, второго или n-го порядка); или (b) в качестве дросселя переменного тока (вносимое полное сопротивление) для ограничения тока между ступенями батарей параллельно включенных конденсаторов, чтобы избежать жесткого подключения незаряженной конденсаторной батареи к заряженной. Линейный реактор 400 с полумагнитным сердечником, изготовленный с полумагнитным каркасом 300, имеет очень низкое полное сопротивление и низкий коэффициент добротности на выбранной и настроенной частоте или в полосе частот для того, чтобы захватить большую часть тока гармоники на выбранной частоте или в выбранной полосе частот.

[0062] На фиг. 5А показан узел 500 линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями, выполненный в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения. От узла 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником узел 500 линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями отличается множеством ответвлений, в данном случае тремя ответвлениями 510, 520, 530, выходящими из каждого слоя 410А, 410В, 410С обмотки 410. Фиг. 5В представляет собой вид сверху узла 500 линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями, показанного на фиг. 5А. Фиг. 5С представляет собой принципиальную электрическую схему 540 узла 500 линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями, показанного на фиг. 5А. Принципиальная электрическая схема 540 включает в себе обмотку 410, намотанную вокруг полумагнитного каркаса 300 катушки, и имеющую три ответвления 510, 520, 530.

[0063] Линейный реактор 500 с полумагнитным сердечником и ответвлениями (который, как очевидно специалисту в данной области техники, представляет собой последовательно включенную катушку

индуктивности с ответвлениями) может быть спроектирован и настроен на (а) любую допустимую нагрузку по току путем выбора проволоки, рассчитанной на соответствующую допустимую токовую нагрузку, с помощью любого стандартного сортамента проводов (т.е. Американского сортамента проводов (American wire gauge, AWG)), (b) любое значение индуктивности путем измерения значения индуктивности с помощью любой принятой измерительной системы, (с) любой размер сердечника по длине, чтобы обеспечить соответствие предыдущим электрическим значениям, или (d) любое число ответвлений вдоль обмотки. Любая электрическая и/или промышленная технология, использующая полумагнитные каркасы 300, действующие в качестве сердечника узла 500 линейного реактора с полумагнитным сердечником и ответвлениями, может иметь дело с большими электрическими токами и высокими температурами, создаваемыми этим электрическим током, избегая эффекта вихревых токов благодаря использованию немагнитного неметаллического сердечника.

[0064] Примеры использования линейных реакторов 500 с полумагнитным сердечником и ответвлениями включают в себя настроечный реакторный элемент в любом многосекционном шунтирующем пассивном фильтре (т.е. настраиваемый на определенную частоту, чтобы создать резонансный контур для тока гармоники, который необходимо захватить из электроэнергетической системы, для фильтра, настроенного на одну частоту, и/или фильтра верхних частот первого, второго или n-го порядка) с любым числом ответвлений для их соединения с несколькими электрическими компонентами системы, подлежащих фильтрации. Эти варианты осуществления не зависят от какого-либо конкретного вида соединений, поэтому возможны любые способы соединения. Линейный реактор 500 с полумагнитным сердечником и ответвлениями, в котором применяются полумагнитные каркасы 300, имеет очень низкое полное сопротивление и низкий коэффициент добротности на выбранной и настроенной частоте или в полосе частот для того, чтобы захватить большую часть тока гармоники на выбранной частоте или в выбранной полосе частот.

[0065] Фиг. 6А представляет собой узел 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения. Помимо того, что узел 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником с фиг. 6А имеет обмотку 410 и точки 430 и 440 входа и выхода обмотки, он содержит вторую обмотку 610, точку 620 начала второй обмотки и точки 630 и 640 входа и выхода второй обмотки 610. Вторая обмотка 610 состоит из проволоки меньшего калибра, чем обмотка 410. Фиг. 6В представляет собой вид сверху узла 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником с фиг. 6А. Фиг. 6С представляет собой принципиальную электрическую схему узла 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником с фиг. 6А. Этот вариант осуществления имеет обмотку 410, намотанную вокруг полумагнитного каркаса 300 (не показан), и вторую обмотку 610, намотанную вокруг обмотки 410. Так как обмотки 410, 610 железного сердечника не имеют, в этом варианте осуществления используются слабосвязанные обмотки 410, 610. Слабосвязанные цепи не могут быть охарактеризованы отношением числа витков обмотки, скорее, они характеризуются собственной и взаимной индуктивностью. Калибр проволоки в обмотке 410 может отличаться от калибра проволоки в обмотке, 610, как показано на фиг. 6А. Специалисту в данной области техники очевидно, что для

изготовления узла 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником необходимо учесть взаимные напряжения, коэффициент связи, индукторы с взаимной связью и другие технические аспекты, и что начало обмотки может быть расположено на любом из двух концов индуктора, что позволяет получить различные конфигурации для достижения различных полярностей и эффектов связи.

[0066] Узел 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником может быть спроектирован на (a) любое входное или выходное напряжение и допустимую нагрузку по току путем выбора проволоки, рассчитанной на соответствующую допустимую токовую нагрузку, с помощью любого стандартного сортамента проводов (т.е. Американского сортамента проводов (American wire gauge, AWG)), (b) любое значение индуктивности путем измерения значения индуктивности с помощью любой принятой измерительной системы, (c) любой размер сердечника по длине, чтобы обеспечить соответствие предыдущим электрическим значениям, (d) любое число витков обмотки, (e) любую рабочую частоту и (f) надлежащую обмотку по длине сердечника для создания двух или более взаимосвязанных обмоток. Любая электрическая и/или промышленная технология, использующая полумагнитные каркасы 300 в качестве сердечника узла 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником, может иметь дело с большими электрическими токами и высокими температурами, создаваемыми этими электрическими токами, избегая эффектов вихревых токов благодаря использованию немагнитного немагнитного сердечника.

[0067] Примеры использования узла 600 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником включают в себя трансформаторы тока или напряжения.

[0068] Фиг. 7А представляет собой узел 700 развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения. Помимо того, что узел 700 развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 7А имеет обмотку 410 и точки 430 и 440 входа и выхода обмотки, он содержит вторую обмотку 710, точку 720 начала второй обмотки и точку 730 входа и точку 740 выхода второй обмотки 710. В варианте осуществления с фиг. 7А вторая обмотка 710 состоит из проволоки такого же калибра, как обмотка 410 с Фиг. 7В представляет собой вид сверху узла 700 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником с фиг. 7А. Фиг. 7С представляет собой принципиальную электрическую схему узла 700 развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 7А. Этот вариант осуществления имеет обмотку 410, намотанную вокруг полумагнитного каркаса 300 (не показан), и вторую обмотку 710, намотанную вокруг обмотки 410. Так как обмотки 410, 710 железного сердечника не имеют, в этом варианте осуществления используются слабосвязанные обмотки 410, 710. Как сказано выше, слабосвязанные цепи не могут быть охарактеризованы отношением числа витков обмотки, скорее, они характеризуются собственной и взаимной индуктивностью. Хотя на фиг. 7А-7С схематически показано, что калибр проволоки обмотки 410 и второй обмотки 710 одинаков, он может отличаться. Развязывающие трансформаторы с сердечником с фиг. 7А-7С имеют коэффициент трансформации 1:1. Специалисту в данной области техники очевидно, что для изготовления узла 700 трансформатора напряжения с полумагнитным сердечником необходимо учесть взаимные

напряжения, коэффициент связи, индукторы с взаимной связью и другие технические аспекты, и что начало обмотки может быть расположено на любом из двух концов индуктора, что позволяет получить различные конфигурации для достижения различных полярностей и эффектов связи.

[0069] Узел 700 развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником может быть спроектирован на (a) любое входное или выходное напряжение и допустимую нагрузку по току путем выбора проволоки, рассчитанной на соответствующую допустимую токовую нагрузку, с помощью любого стандартного сортамента проводов (т.е. Американского сортамента проводов (American wire gauge, AWG)), (b) любое значение индуктивности путем измерения значения индуктивности с помощью любой принятой измерительной системы, (c) любой размер сердечника по длине, чтобы обеспечить соответствие предыдущим электрическим значениям, (d) любое число витков обмотки, (e) любую рабочую частоту и (f) надлежащую обмотку по длине сердечника для создания двух или более взаимосвязанных обмоток. Любая электрическая и/или промышленная технология, использующая полумагнитные каркасы 300, действующие в качестве сердечника узла 700 развязывающего трансформатора с полумагнитным сердечником, может иметь дело с большими электрическими токами и высокими температурами, создаваемыми этими электрическими токами, избегая эффектов вихревых токов благодаря использованию немагнитного немагнитного сердечника.

[0070] Примеры использования развязывающих трансформаторов, включающие в себя развязывающие трансформаторы, питающие несколько приводов (один привод с развязывающим трансформатором с соединением по схеме треугольник-звезда со вторым приводом с развязывающим трансформатором с соединением по схеме треугольник-треугольник), обеспечивают эффективную работу 12-импульсного фильтра гармоник, главным образом потому, что пятая и седьмая гармоники гасятся.

[0071] Фиг. 8А представляет собой узел 800 понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения. Помимо того, что узел 800 понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 8А имеет обмотку 410 и точки 430 и 440 входа и выхода обмотки, он содержит вторую обмотку 810, точку 820 начала второй обмотки и точку 830 входа и точку 840 выхода второй обмотки 810. В варианте осуществления с фиг. 8А вторая обмотка 810 состоит из проволоки такого же калибра, как обмотка 410. Фиг. 8В представляет собой вид сверху узла 800 понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 8А. Фиг. 8С представляет собой принципиальную электрическую схему узла 800 понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 8А. На фиг. 8С напряжение между проводом 430 и проводом 840, в обоих случаях относительно провода 440, обеспечивает небольшое понижение напряжения, например, со 127 до 110 В. Этот вариант осуществления имеет обмотку 410, намотанную вокруг полумагнитного каркаса 300 (не показан), и вторую обмотку 810, намотанную вокруг части обмотки 410. Так как обмотки 410, 810 железного сердечника не имеют, в этом варианте осуществления используются слабосвязанные обмотки 410, 810. Как сказано выше, слабосвязанные цепи не могут быть охарактеризованы отношением числа витков обмотки, скорее, они характеризуются собственной и взаимной индуктивностью. Хотя на фиг. 8А-8С

схематически показано, что калибр проволоки обмотки 410 и второй обмотки 810 одинаков, он может отличаться. Благодаря специальным соединениям понижающего трансформатора с сердечником с фиг. 8А-8С, будет достигнуто лишь небольшое снижение напряжения. Специалисту в данной области техники очевидно, что для изготовления узла 800 понижающего трансформатора с полумагнитным сердечником необходимо учесть взаимные напряжения, коэффициент связи, индукторы с взаимной связью и другие технические аспекты, и что начало обмотки может быть расположено на любом из двух концов индуктора, что позволяет получить различные конфигурации для достижения различных полярностей и эффектов связи.

[0072] Фиг. 9А представляет собой узел 900 повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения. Помимо того, что узел 900 повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 9А имеет обмотку 410 и точки 430 и 440 входа и выхода обмотки, он содержит вторую обмотку 910, точку 920 начала второй обмотки, а также точку 930 входа и точку 940 выхода второй обмотки 910. В варианте осуществления с фиг. 9А вторая обмотка 910 состоит из проволоки такого же калибра, как обмотка 410. Фиг. 9В представляет собой вид сверху узла 900 повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 9А. Фиг. 9С представляет собой принципиальную электрическую схему узла 900 повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником с фиг. 9А. На фиг. 9С напряжение между проводом 930 и проводом 940, в обоих случаях относительно провода 440, обеспечит повышение напряжения, например, с 208 до 220 В. Этот вариант осуществления имеет обмотку 410, намотанную вокруг полумагнитного каркаса 300 (не показан), и вторую обмотку 910, намотанную вокруг части обмотки 410. Так как обмотки 410, 910 железного сердечника не имеют, в этом варианте осуществления используются слабосвязанные обмотки 410, 910. Как сказано выше, слабосвязанные цепи не могут быть охарактеризованы отношением числа витков обмотки, скорее, они характеризуются собственной и взаимной индуктивностью. Хотя на фиг. 9А-9С схематически показано, что калибр проволоки обмотки 410 и второй обмотки 910 одинаков, он может отличаться. Благодаря специальным соединениям, показанным на фиг. 9А-В, достигается повышение напряжения. Специалисту в данной области техники очевидно, что для изготовления узла 900 повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником необходимо учесть взаимные напряжения, коэффициент связи, индукторы с взаимной связью и другие технические аспекты, и что начало обмотки может быть расположено на любом из двух концов индуктора, что позволяет получить различные конфигурации для достижения различных полярностей и эффектов связи.

[0073] Узел 800, 900 понижающего или повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником может быть спроектирован на (а) любое входное или выходное напряжение и допустимую нагрузку по току путем выбора проволоки, рассчитанной на соответствующую допустимую токовую нагрузку, с помощью любого стандартного сортамента проводов (т.е. Американского сортамента проводов (American wire gauge, AWG)), (b) любое значение индуктивности путем измерения значения индуктивности с помощью любой принятой измерительной системы, (с) любой размер сердечника по длине, чтобы обеспечить соответствие предыдущим электрическим значениям, (d) любое число витков обмотки, (e) любую рабочую частоту и (f) надлежащую обмотку по длине сердечника для создания двух или более взаимосвязанных обмоток. Любая

электрическая и/или промышленная технология, использующая полумагнитные каркасы 300, действующие в качестве сердечника узла 800, 900 понижающего или повышающего трансформатора с полумагнитным сердечником, может иметь дело с большими электрическими токами и высокими температурами, создаваемыми этими электрическими токами, избегая эффектов вихревых токов благодаря использованию немагнитного неметаллического сердечника.

[0074] Понижающие и повышающие трансформаторы используются в приложениях, требующих небольшого понижения или повышения напряжения на нагрузке. Например, в широкополосном фильтре нижних частот для понижения напряжения на выходе линейного реактора фильтра до уровня, при котором напряжение на конденсаторе фильтра является допустимым, применяется понижающий трансформатор. Также, в качестве примера, повышающие трансформаторы используются для повышения напряжения с 208 до 230 или 240 В, а понижающие трансформаторы – для обратного действия, т.е. для снижения напряжения для коммерческих и промышленных систем кондиционирования воздуха. Повышающие трансформаторы также используются для повышения напряжения со 110 до 120 В и с 240 до 277 В для систем освещения. Как понижающие, так и повышающие трансформаторы используются для коррекции напряжения для систем обогрева и асинхронных двигателей всех типов. Существует множество применений, в которых напряжение питания бывает постоянно выше или ниже нормального напряжения, что требует использования понижающего или повышающего трансформатора.

[0075] Специалисту в данной области известно, что токи гармоник, создаваемые на нелинейных нагрузках, текут от нагрузки назад, в энергосистему общего пользования, таким образом, провода внешней системы распределения электроэнергии концентрируют суммарные токи гармоник, создаваемые в локальной зоне на различном оборудовании всех конечных пользователей. Система, выполненная в соответствии с известным уровнем техники, описанная в связи с фиг. 2, использовалась для предотвращения распространения токов гармоник на оборудование конечного пользователя. Однако такие известные системы обладают вышеупомянутыми недостатками, например, они не используют мощности, потерянные из-за не распространяемых токов гармоник.

[0076] Еще один вариант осуществления настоящего изобретения представляет собой систему, выполненную по новой технологии, которая позволяет эффективно захватывать большие токи гармоник, текущие в проводах энергосистемы общего пользования и эффективно подавлять вредные гармоники тока, генерируемые в оборудовании конечного пользователя. Кроме того, токи захваченных гармоник одновременно используются для положительного влияния на общее потребление энергии, регистрируемое электронным счетчиком максимального расхода, тем самым создавая реальную систему качества и экономии электроэнергии, которая может значительно снизить затраты на электроэнергию, расходуемую конечным потребителем.

[0077] Фиг. 10 представляет собой общую схему системы качества и экономии электроэнергии в вышеописанном варианте осуществления настоящего изобретения.

[0078] Примерный вариант осуществления с фиг. 10 предназначен для решения типичных технических проблем, связанных с обычными настоящими фильтрами гармоник, выполненным в соответствии с уровнем техники, которые были описаны выше в связи с фиг. 2. Примерный вариант осуществления с фиг. 10 включает в себя расположение в каждом резонансном LC-фильтре узла 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником, выполненного в соответствии с вариантом осуществления, описанным в связи с фиг. 4-4D.

[0079] Фиг. 10 показывает трехфазную энергосистему 1001 общего пользования, непосредственно соединенную с трехфазными распределительными понижающими трансформаторами 1002, которая обеспечивает множество трехфазных проводов 1021, 1022, 1023, питаемых переменным током, имеющим основную частоту (например, 50 или 60 Гц). На этом чертеже показано, что непосредственно с каждой фазой трехфазных проводов 1021, 1022, 1023 соединен счетчик 1004 электроэнергии и максимального расхода. По меньшей мере одна нагрузка 1030, генерирующая ток гармоник, по меньшей мере одна линейная нагрузка 1032 и пассивные фильтры 1006А, 1006В, 1006С гармоник. Если по меньшей мере одна линейная нагрузка 1032 нуждается в коррекции коэффициента мощности, то на каждой из них может быть расположена отдельная конденсаторная батарея коэффициента мощности. Возможный резонансный эффект будет менее сильным, если конденсаторы коэффициента мощности расположены в заводском цеху на двигателях и в центрах управления двигателями, вне основной шины питания. Это предполагает, что силовые кабели имеют достаточную длину, чтобы для ослабления резонанса обеспечить достаточное сопротивление в электрической цепи.

[0080] Как показано на чертеже, пассивные фильтры 1006А, 1006В, 1006С гармоник включены между рядом трехфазных проводов 1021, 1022 и, соответственно, 1023, и землей. В частности, что касается пассивного фильтра 1006А гармоник, на чертеже показан ряд резонансных LC-фильтров 1008, 1009, 1010, каждый из которых специально настроен для захвата и фильтрации выбранных нежелательных токов гармоник, протекающих в проводе 1021. Резонансный LC-фильтр 1008 может быть специально выполнен с возможностью фильтрации тока третьей гармоники, резонансный LC-фильтр 1009 может быть специально выполнен с возможностью фильтрации тока пятой гармоники, а резонансный LC-фильтр 1010 может обозначать любое число отдельных резонансных LC-фильтров, необходимых для фильтрации частот основных гармоник, например, 7, 9, 11, 13-й и т.д., в соответствии с потребностями конкретной системы. Кроме того, на фиг. 10 показан известный фильтр 1011 верхних частот, выполненный с возможностью фильтрации любой частоты тока гармоник выше выбранной частоты нежелательных токов гармоник, фильтруемых имеющимися резонансными LC-фильтрами, в соответствии с потребностями конкретной системы.

[0081] Что касается резонансного LC-фильтра 1008 (который выполнен аналогично резонансному LC-фильтру 1009 и 1010, так что следующее описание также относится к резонансным LC-фильтрам 1009 и 1010), в соответствии с данным вариантом осуществления резонансный LC-фильтр 1008 также содержит

термомагнитный контактор 1008D, включенный последовательно с конденсатором 1008C. Кроме того, конденсатор 1008C включен последовательно с узлом 400 линейного реактора с полумагнитным сердечником, выполненным в соответствии с вариантом осуществления, описанным в связи с фиг. 4-4D, и на фиг. 10 имеющим обозначение 1008A. Резистор с обозначением 1008B, символизирующий сопротивление постоянному току линейного реактора 1008A с полумагнитным сердечником, в конструкции линейного реактора 1008A с полумагнитным сердечником имеет как можно меньшую величину, чтобы минимизировать добротность резонансного LC-фильтра 1008. Соответствующие параметры и допустимая токовая нагрузка термомагнитного контактора 1008D, конденсатора 1008C и линейного реактора 1008A с полумагнитным сердечником выбираются в соответствии с конкретным током гармоники, который должен быть отфильтрован. Термомагнитный контактор 1008D используется для ограничения тока, если при возникновении чрезвычайных ситуаций перегрузки по току превышает максимально допустимая токовая нагрузка.

[0082] Резонансные LC-фильтры 1008, 1009, 1010 согласно примерному варианту осуществления с фиг. 10 могут содержать любое число отдельных резонансных LC-фильтров, необходимых для фильтрации частот основных гармоник, например, 7, 9, 11, 13-й и т.д., в соответствии с потребностями конкретной системы.

[0083] Что касается фильтра верхних частот 1011 согласно примерному варианту осуществления с фиг. 10, указанный фильтр содержит термомагнитный контактор 1011D, включенный последовательно с резистором 1011F и конденсатором 1011E, а резистор 1011F также включен параллельно с комбинацией, состоящей из конденсатора 1011C, включенного последовательно с линейным реактором 1011A с полумагнитным сердечником и резистором 1011B. Резистор 1011B, символизирующий сопротивление постоянному току линейного реактора 1011A с полумагнитным сердечником, в конструкции линейного реактора 1011A с полумагнитным сердечником имеет как можно меньшую величину, чтобы минимизировать добротность резонансного LC-фильтра 1011. Вся вышеуказанная конфигурация электронных элементов включена последовательно с конденсатором 1011E. Термомагнитный контактор 1011D, конденсаторы 1011C и 1011E, линейный реактор 1011A с полумагнитным сердечником и резистор 1011F имеют соответствующие параметры и допустимую токовую нагрузку, выбранные в соответствии с конкретным током гармоники, который должен быть отфильтрован. Термомагнитный контактор 1011D используется для ограничения тока, если при возникновении чрезвычайных ситуаций перегрузки по току бала превышена максимально допустимая токовая нагрузка.

[0084] Понятно, что остальные пассивные фильтры 1006B, 1006C гармоник выполнены с такими же параметрами, компонентами и характеристиками, что и пассивный фильтр 1006A гармоник. Единственное отличие заключается в том, что пассивные фильтры 1006B, 1006C гармоник соединены с проводами 1022 и, соответственно, 1023.

[0085] Примерный вариант осуществления с фиг. 10, в котором используется узел 400 линейного

реактора с полумагнитным сердечником согласно варианту осуществления, описанному в связи с фиг. 4-4D, и изготовленный с полумагнитными каркасами 300, имеет очень низкое полное сопротивление и низкий коэффициент добротности на выбранной и настроенной частоте или в полосе частот для того, чтобы захватить большую часть тока гармоник на выбранной частоте или в выбранной полосе частот. Таким образом, примерный вариант осуществления с фиг. 10 действует как эффективная шунтирующая цепь для суммарных токов гармоник, текущих в зоне локальной кластерной энергосистемы, где расположено оборудование конечного потребителя, и в то же время создает эффективную шунтирующую сеть для генерируемых токов гармоник, при их наличии, на локальном объекте конечного потребителя. В противном случае, т.е. без примерного варианта осуществления с фиг. 10, указанные токи гармоник могли бы свободно течь в распределительной энергосистеме общего пользования.

[0086] Захватывая выбранные гармоники, примерный вариант осуществления с фиг. 10 захватывает и математически суммирует токи, имеющие разное направление течения тока (разный электрический знак). Суммируемыми токами гармоник являются генерируемые токи I_{h1021} , I_{h1022} , I_{h1023} гармоник для каждого провода 1021, 1022 и, соответственно, 1023, и внешние импортируемые токи I_{H1021} , I_{H1022} , I_{H1023} гармоник для каждого провода 1021, 1022 и, соответственно, 1023, что дает суммарные токи I_{HT1021} , I_{HT1022} и, соответственно, I_{HT1023} , гармоник, отводимые к заземлению. Таким образом, это автоматически подавляет и задерживает любые генерируемые внутренние токи гармоник, которые могут быть введены во внешнюю электроэнергетическую систему 1001. Здесь важно отметить, что импортируемые внешние токи I_{H1021} , I_{H1022} , I_{H1023} гармоник уже были измерены и зарегистрированы электросчетчиком и электронным счетчиком максимального расхода для каждого из соответствующих конечных пользователей, сгенерировавшего указанные токи. Таким образом, в противном случае система согласно варианту осуществления, приведенному в качестве примера, "импортирует" электрические отходы, которые уже были учтены и отнесены на счет соответствующего конечного потребителя, который их генерирует.

[0087] Электроэнергетические компании взимают с промышленного конечного потребителя плату за потребленную энергию в соответствии с двумя электрическими параметрами: общим объемом потребленной энергии (киловатт-час) и максимальной мощностью, потребленной за данный период (киловатты). Современные электронные счетчики 1004 электроэнергии и максимального расхода основаны на компьютерном прецизионном временном разделении и цифровой выборке, что обеспечивает точные измерения тока основной частоты и тока гармоник, вводимого в энергосистему 1001 общего пользования.

[0088] Внешние токи гармоник и внутренние токи гармоник, при их наличии, захваченные и суммированные при помощи этого варианта осуществления изобретения, положительно влияют на местное потребление энергии, должным образом регистрируемое посредством электронного счетчика 1004 электроэнергии и максимального расхода. В результате суммирования внутренних генерируемых токов I_{h1021} , I_{h1022} , I_{h1023} гармоник, при их наличии, и импортируемых внешних токов I_{H1021} , I_{H1022} , I_{H1023} гармоник изменяется синусоидальная форма электрического тока, дискретизируемого и измеряемого

электронным счетчиком 1004 электроэнергии и максимального расхода, что уменьшает как общее суммарное потребление энергии (киловатт-час), так и в особенности максимальную мощность, потребленную в данный период времени (киловатты). Важно отметить, что электронные счетчики 1004 электроэнергии и максимального расхода, в любое время измеряют и точно дискретизируют реальную форму синусоидальной волны электрического тока и, что наиболее важно, точно учитывают гармоники, вводимые обратно в энергосистему 1001 общего пользования. Таким образом, в отношении подавляемых выбранных токов гармоник суммарные токи гармоник, вводимые в энергосистему 1001 общего пользования, в математическом смысле являются отрицательными (извлечение токов гармоник).

[0089] Пассивный фильтр гармоник примерного варианта осуществления с фиг. 10 может использоваться в любое время, независимо от существования токов гармоник, генерируемых оборудованием конечного пользователя. Конечный потребитель выполняет работу по устранению отходов в виде токов гармоник, что раньше или позже должна делать энергоснабжающая компания. Как сказано выше, примерный вариант осуществления с фиг. 10 очень эффективен в отношении импорта токов гармоник только из зоны локальной кластерной энергосистемы, где расположено оборудование конечного потребителя. Если в одной и той же кластерной энергосистеме установлено более одного примерного варианта осуществления изобретения, то импортируемые токи гармоник будут делиться поровну по числу установленных примерных вариантов осуществления.

[0090] Если эта технология будет внедрена вместе с тщательно разработанной и спланированной программой экономии энергии в разных кластерных энергосистемах, то энергоснабжающая компания будет иметь дело с минимальным подавлением суммарных токов гармоник на своей основной нагрузке, что уменьшит необходимость покупки дорогостоящих и громоздких фильтров гармоник, снизит требования в отношении увеличения допустимой токовой нагрузки (способности проводников проводить ток) проводников, уменьшит перегрев трансформаторов, уменьшит большие токи в нейтрали в заземленных трехфазных или четырехпроводных системах и значительно увеличит срок службы систем распределения энергии и их оборудования в целом. Как пояснено выше, если примерный вариант осуществления с фиг. 10 будет внедрен в широких масштабах и надлежащим образом, то это поможет ограничить уровни искажения напряжения в общей системе энергоснабжения. В общем, токи гармоник, вводимых конечным потребителем, будут течь в направлении источника энергоснабжения через полное сопротивление системы, генерируя искажение напряжения. Устранение токов гармоник, вводимых конечным потребителем, позволяет значительно снизить искажение напряжения. Этот способ будет соответствовать предложенному основному способу контроля общих уровней искажений, предложенному стандартом IEEE 519-1992. Таким образом, рассматриваемый вариант осуществления позволяет улучшить общую эффективность системы энергоснабжения в результате радикального уменьшения гармоник тока со стороны линии, генерируемых нелинейными нагрузками, и создает для конечного пользователя реальную программу энергосбережения.

[0091] На фиг. 11А показан узел 11000 линейного реактора с полумагнитным сердечником, выполненный в соответствии с настоящим изобретением, а фиг. 11В и 11С представляют собой вид сбоку в

поперечном разрезе и, соответственно, вид сверху в поперечном разрезе узла линейного реактора с полумагнитным сердечником, изображенного на фиг. 11А. Вариант осуществления, показанный на фиг. 11А, имеет полумагнитный каркас 300, обмотку 410, намотанную вокруг полумагнитного каркаса 300, чтобы создать реактор с полумагнитным сердечником (см. фиг. 4-4D), и магнитную металлическую трубу 11100, вставленную и отцентрованную при помощи центрального отверстия 330 полумагнитного каркаса, благодаря чему создается воздушный зазор 11300 между центральным отверстием 330 и магнитной металлической трубой 11100. Магнитная металлическая труба 11100 имеет внутренние элементы 11200 трубы, изготовленные из такого же магнитного металлического материала, что и магнитная металлическая труба 11100, чтобы создать турбулентность текучей среды и непрерывный физический контакт между циркулирующей текучей средой, окружающей внутренние элементы 11200 трубы, когда циркулирующая текучая среда качается через магнитную металлическую трубу 11100.

[0092] Как сказано выше, любая электрическая и/или промышленная технология, использующая полумагнитный каркас 300 в качестве части узла 11000 линейного реактора с полумагнитным сердечником, может иметь дело с большими электрическими токами, избегать высоких температур, создаваемых этими электрическими токами, а также избегать эффекта вихревых токов на полумагнитном каркасе благодаря использованию немагнитного немагнитного сердечника. Линейный реактор с сердечником с фиг. 11А-С, являющийся частью узла 11000 линейного реактора с полумагнитным сердечником, может быть использован в качестве настроенного реакторного элемента в любом многосекционном шунтирующем пассивном фильтре, настраиваемом на определенную частоту, чтобы создать резонансный контур для тока гармоник. Таким образом, реакторный элемент может захватить большую часть токов гармоник из электроэнергетической системы на выбранной частоте или в выбранной полосе частот.

[0093] Полумагнитный каркас 300 может вызвать эффект вихревого тока до разделения между магнитной металлической трубой 11100 и внутренними элементами 11200 трубы, создавая очень высокую температуру во всех указанных деталях и элементах. Таким образом, циркулирующая текучая среда может эффективно нагреваться. Вследствие существования воздушного зазора 11300 создаваемая очень высокая температура передается на полумагнитный каркас 300 в минимальной степени, так что при непрерывном рабочем цикле нагрева циркулирующей текучей среды он сохраняет все вышеупомянутые положительные электрические свойства.

[0094] Фиг. 12 представляет собой полную систему 12000 отопления текучей средой, в которой применяется множество узлов 11000 линейного реактора с полумагнитным сердечником. На фиг. 12 показана замкнутая система отопления текучей средой, в которой применяется множество узлов 11000 линейного реактора с полумагнитным сердечником, уложенных в штабель друг над другом в алюминиевой стойке 12100, чтобы избежать индукции вихревых токов в алюминиевой стойке 12100. Текучая среда (не показана), действующая в качестве нагревательной текучей среды, качается при помощи насоса 12105, и нагревательная среда возвращается в резервуар 12106 из нержавеющей стали для хранения нагревательной среды. Если необходима нагревательная текучая среда, то она просто берется из резервуара 12106 из

нержавеющей стали для любого требуемого применения. Примером может служить нагрев воды для душа.

[0095] Как правило, для производства пара и сетевой воды на генераторных станциях и заводах в качестве источников тепла сжигается нефть, уголь и/или природный газ, топливные газы, например, коммунальный газ и пропан.

[0096] Вариант осуществления изобретения, показанный на фиг. 12, представляет собой совершенно свободный от загрязнений электромагнитный индукционный нагреватель, использующий токи гармоник, импортированные из электроэнергетической системы в качестве своего рабочего источника, с процессом нагрева с нулевой стоимостью.

[0097] Хотя варианты осуществления изобретения допускают различные модификации и альтернативные формы, в качестве примера при помощи чертежей были подробно описаны конкретные варианты его осуществления. Однако следует понимать, что приведенное здесь описание конкретных вариантов осуществления не ограничивает изобретение конкретными раскрытыми формами, напротив, изобретение должно охватывать все модификации, эквиваленты и альтернативы, входящие в объем изобретения, как определено в прилагаемой формуле изобретения. Некоторые варианты осуществления настоящего изобретения обеспечивают фильтр, более способный фильтровать внутренние и внешние токи гармоник, чем фильтры, соответствующие уровню техники. Другие варианты осуществления изобретения обеспечивают фильтр, являющийся менее дорогим и меньшим по размеру, чем фильтры, соответствующие уровню техники. Эти и другие преимущества одного или нескольких вариантов осуществления настоящего изобретения станут очевидными для специалиста в данной области на основании вышеприведенного подробного описания и чертежей вариантов осуществления настоящего раскрытия.

[0098] Раскрытые выше конкретные варианты осуществления изобретения являются лишь иллюстративными, поскольку подробно описанные варианты осуществления могут быть модифицированы и реализованы на практике различными, но эквивалентными способами, очевидными для специалиста в данной области техники, извлекающих пользу из настоящего изобретения. Кроме того, в отношении показанных выше деталей конструкции или исполнения не предполагается никаких ограничений, кроме ограничений, описанных в нижеследующей формуле изобретения. Испрашиваемый здесь объем охраны соответствует заявленному в нижеследующей формуле изобретения. Хотя настоящее изобретение представлено в ряде конкретных форматов, именно такими форматами оно не ограничено, а может быть различным образом изменено и модифицировано. С учетом того, что было сказано в предыдущем абзаце, этот абзац можно было бы и опустить.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Полумагнитный каркас для применения в реакторах с сердечником, содержащий:
 - немагнитную центральную секцию, имеющую длину и два конца, причем центральная секция содержит полый сердечник и имеет отверстие, расположенное на каждом конце, чтобы обеспечить доступ к полюсу сердечнику; и
 - немагнитный фланец, расположенный на каждом конце, причем каждый фланец имеет отверстие такого размера и выполнено так, что оно совпадает с отверстием на каждом конце, чтобы обеспечить доступ к полюсу сердечнику, причем каждый фланец имеет часть, расположенную на расстоянии от центральной секции, и по меньшей мере один фланец имеет по меньшей мере одно сквозное отверстие, расположенное в части, расположенной на расстоянии от центральной секции.
2. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором центральная секция имеет по существу цилиндрическую форму.
3. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором центральная секция предназначена и выполнена для принятия расположенной вокруг нее обмотки из проволоки.
4. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором полый сердечник центральной секции предназначен и выполнен для принятия проходящей через него трубы, кабеля или множества заключенных в оболочку проводов.
5. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором каждый фланец имеет по существу кольцевую, пластинчатую форму.
6. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором каждый фланец предназначен и выполнен для действия в качестве ограничителя для ограничения обмотки до длины центральной секции.
7. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором отверстие каждого фланца предназначено и выполнено для принятия проходящей через него трубы, кабеля или множества заключенных в оболочку проводов.
8. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором по меньшей мере одно сквозное отверстие предпочтительно предназначено и выполнено для обеспечения точки входа и/или выхода для обмотки из проволоки вокруг центральной секции.
9. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором немагнитная центральная секция и немагнитные фланцы состоят из керамического материала.

10. Полумагнитный каркас по п. 9, в котором керамический материал является пористым или непористым.

11. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором неметаллический материал выбран из группы, состоящей из смолы, глины, цемента, нейлона и амида.

12. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором немагнитный каркас имеет магнитное поле меньше, чем приблизительно 50 гаусс.

13. Полумагнитный каркас по п. 1, в котором немагнитный каркас имеет магнитное поле меньше, чем приблизительно 25 гаусс.

14. Полумагнитный каркас по п. 3, в котором обмотка из проволоки обеспечивает конфигурацию, выбранную из группы, состоящей из узла линейного реактора с сердечником, узла линейного реактора с сердечником и ответвлениями, узла трансформатора напряжения с сердечником, узла развязывающего трансформатора с сердечником, узла понижающего трансформатора с сердечником и узла повышающего трансформатора с сердечником.

15. Система отопления текучей средой, содержащая:

- множество узлов линейных реакторов с сердечником, причем каждый линейный реактор с сердечником состоит из:

-- множества полумагнитных каркасов по п. 1 и

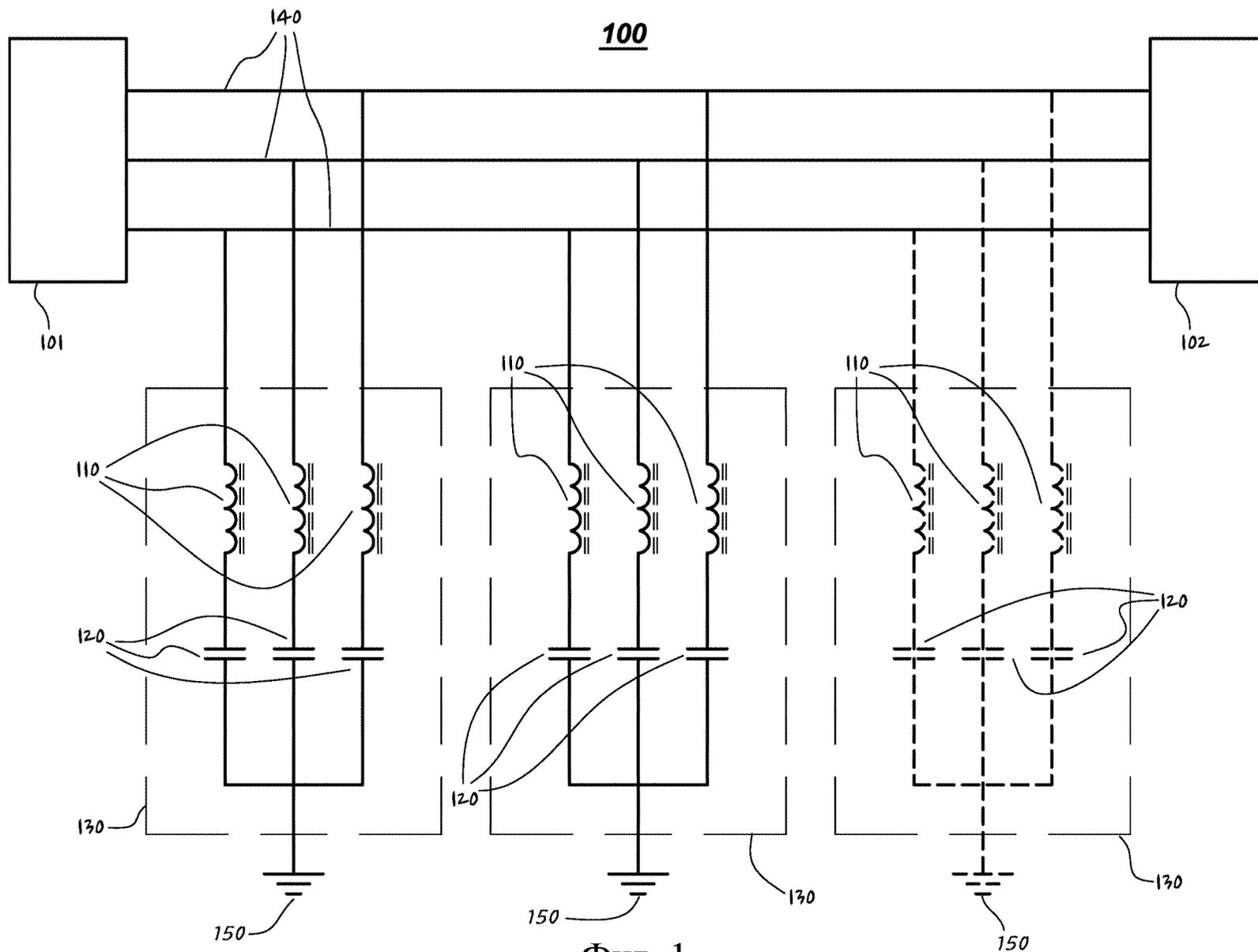
-- обмотки из проволоки вокруг каждого немагнитного каркаса;

- трубу, проходящую через полый сердечник каждого из узлов линейного реактора с сердечником, причем указанная труба имеет первый конец и второй конец, и указанная труба выполнена с возможностью прохождения через нее текучей среды; и

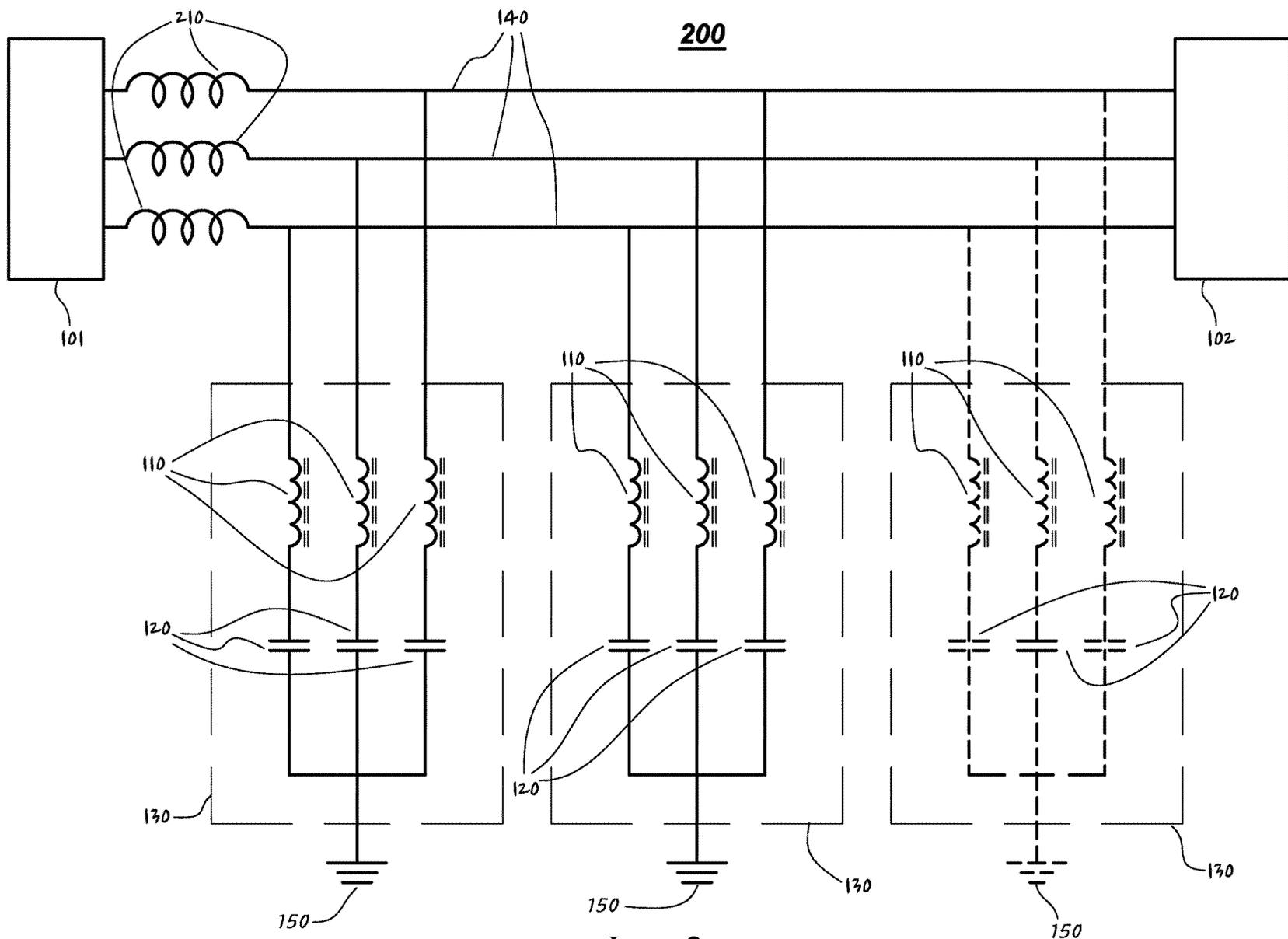
- насос, соединенный с первым концом и вторым концом, чтобы образовать замкнутый контур, причем указанный насос выполнен с возможностью качать текучую среду через указанную трубу и через полый сердечник каждого из множества узлов линейных реакторов с сердечником.

16. Система отопления текучей средой п. 15, дополнительно содержащая стойку для укладки в штабель в вертикальном направлении друг над другом множества узлов линейных реакторов с сердечником.

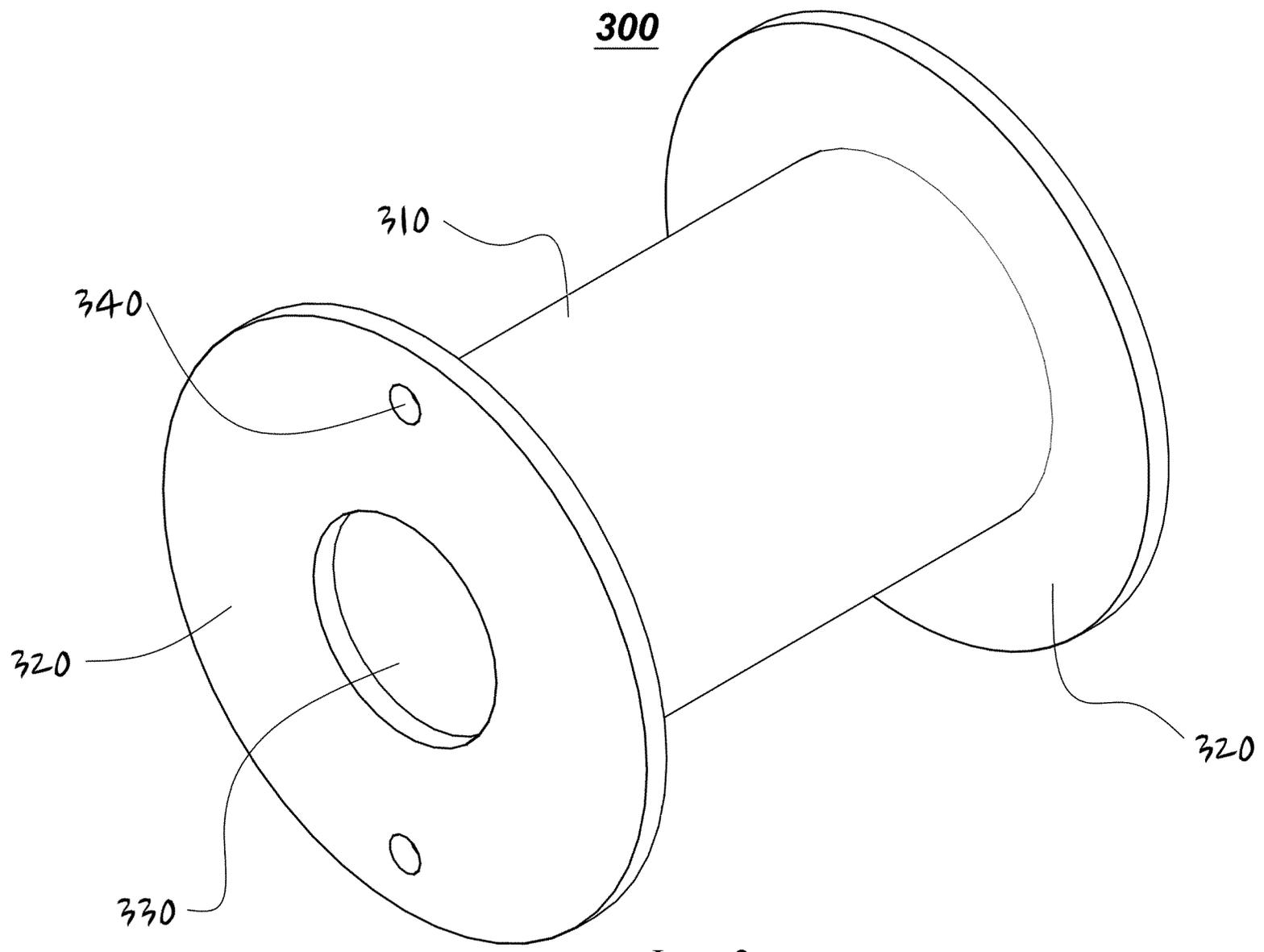
17. Система отопления текучей средой п. 15, дополнительно содержащая резервуар для хранения нагретой текучей среды.



Фиг. 1



Фиг. 2



300

310

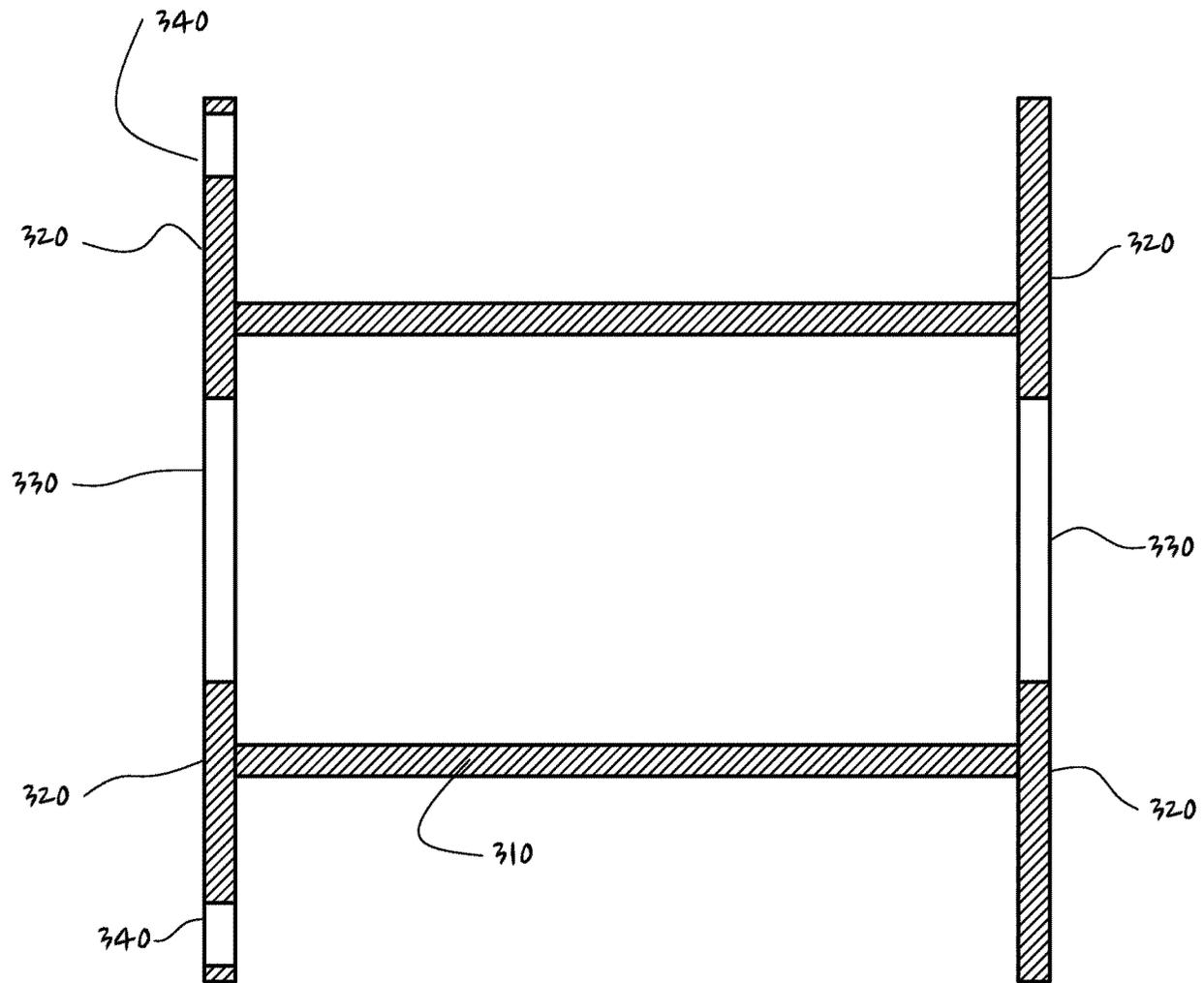
340

320

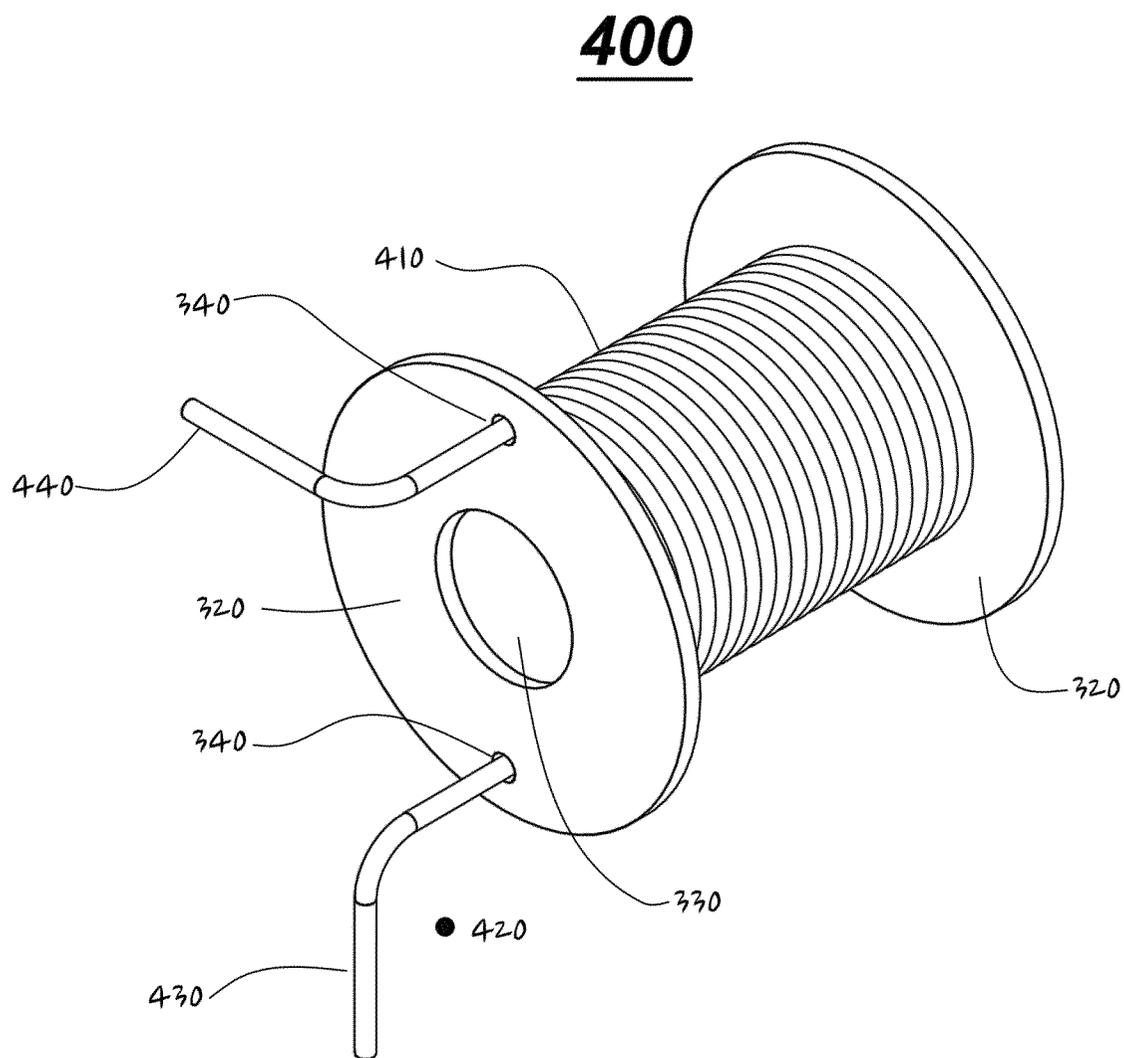
330

320

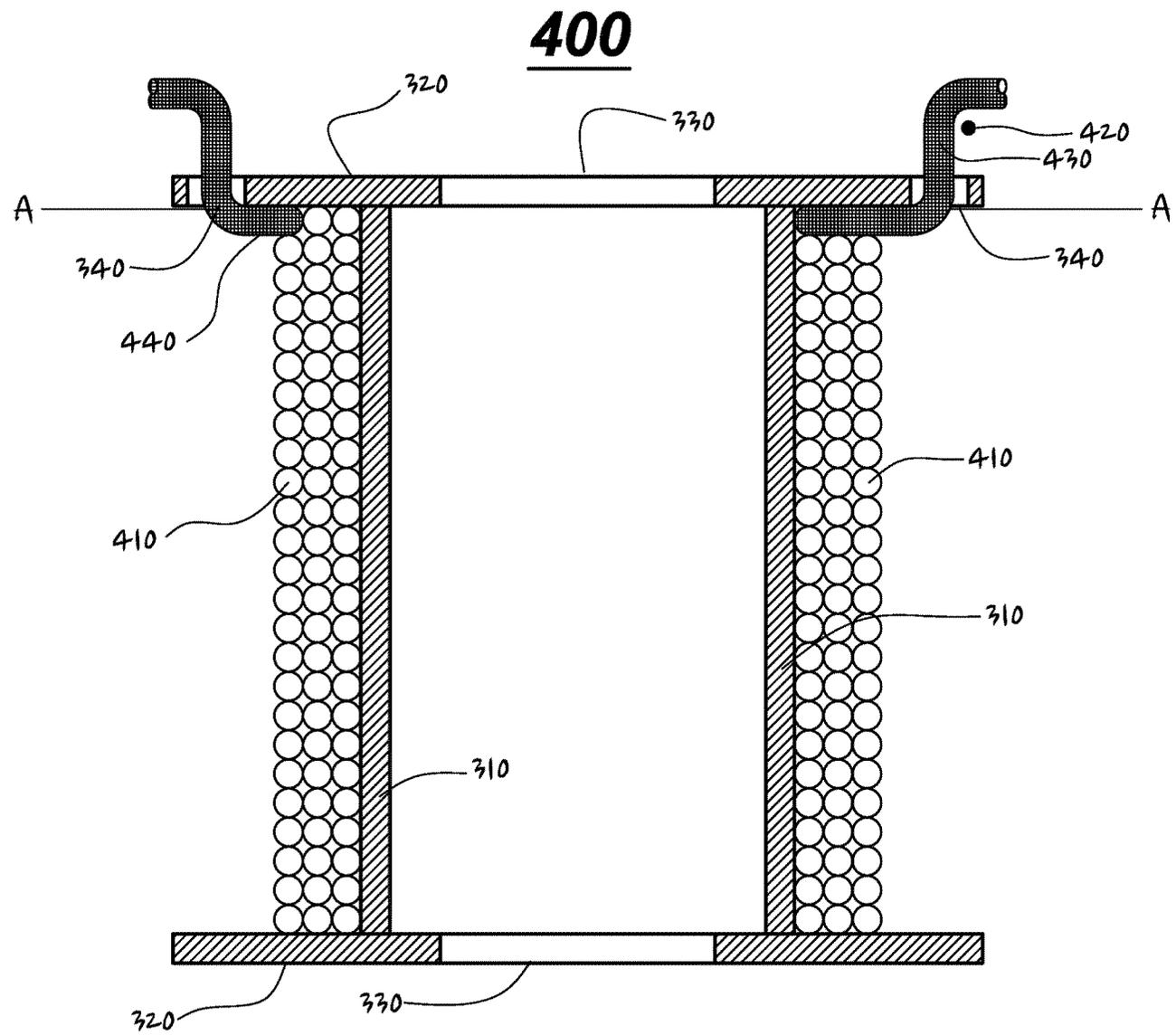
Фиг. 3а



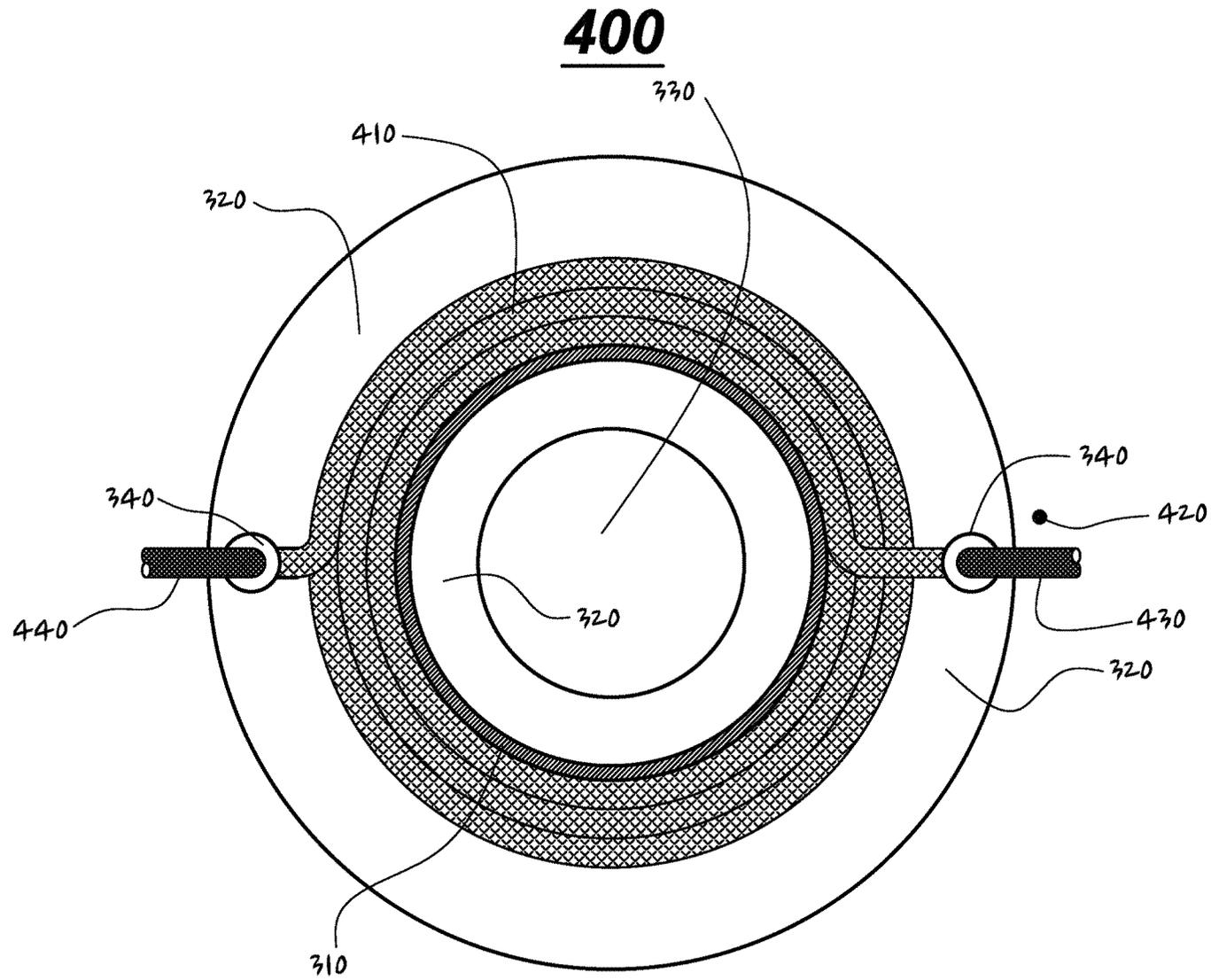
Фиг. 3b



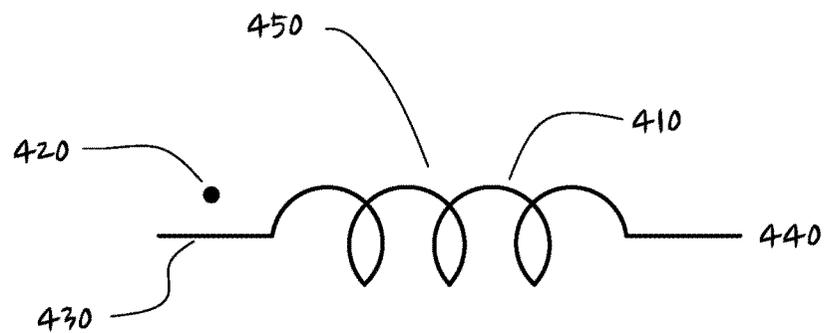
Фиг. 4



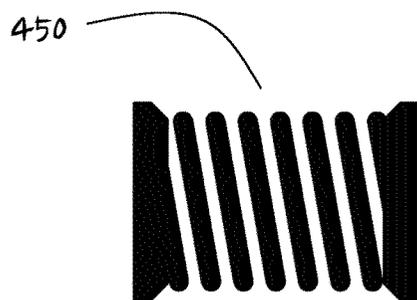
Фиг. 4а



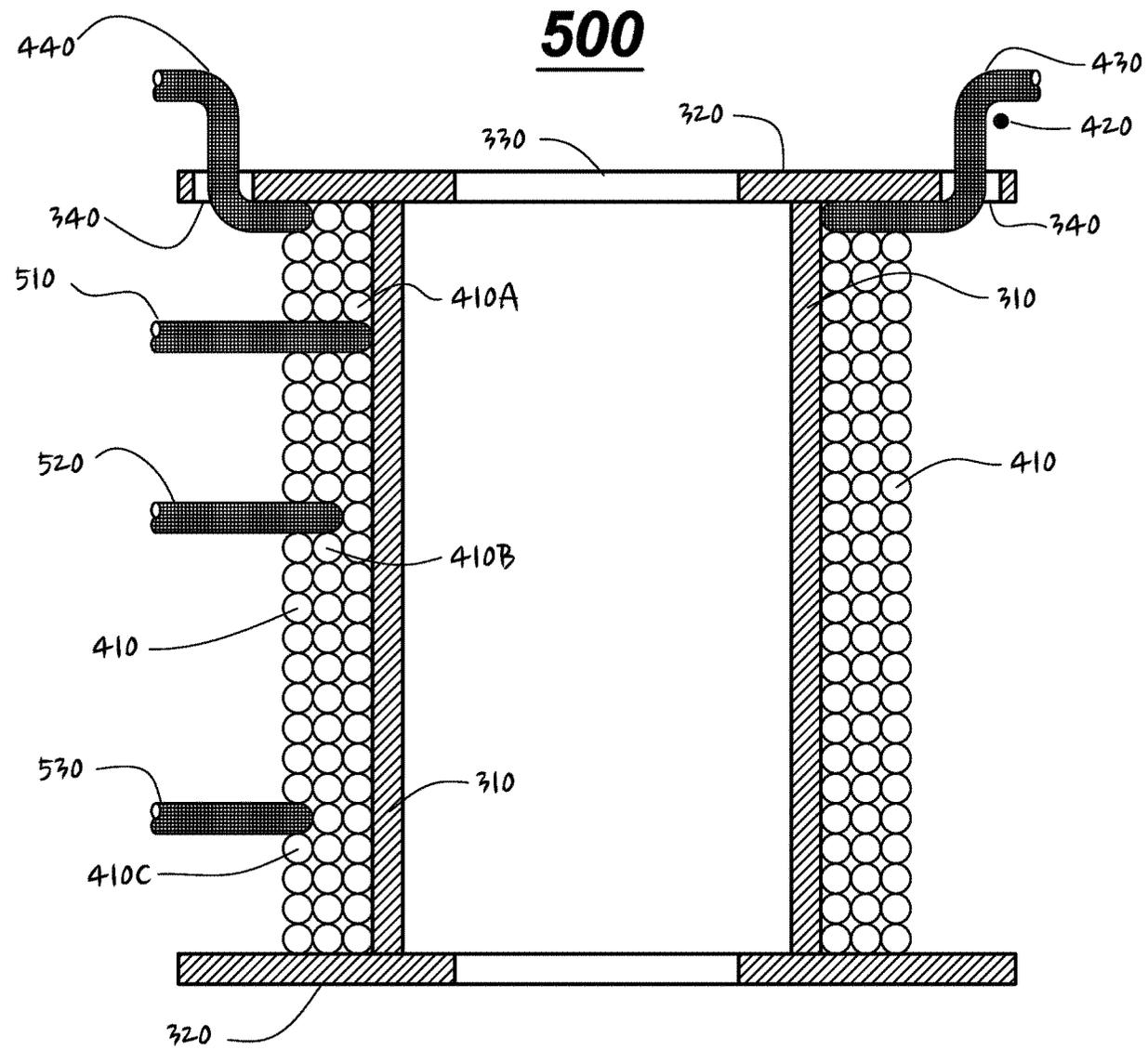
Фиг. 4b



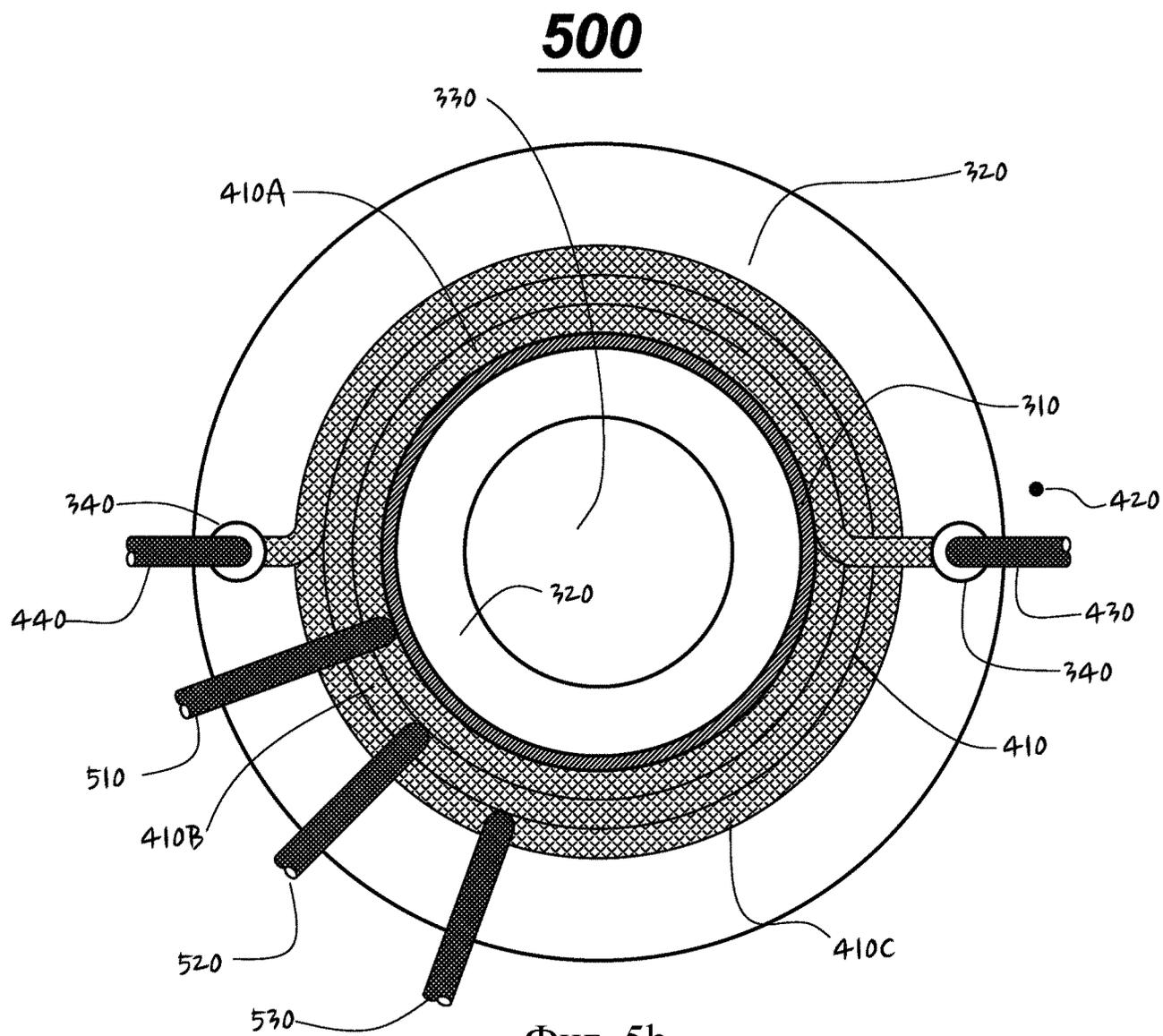
Фиг. 4с



Фиг. 4d

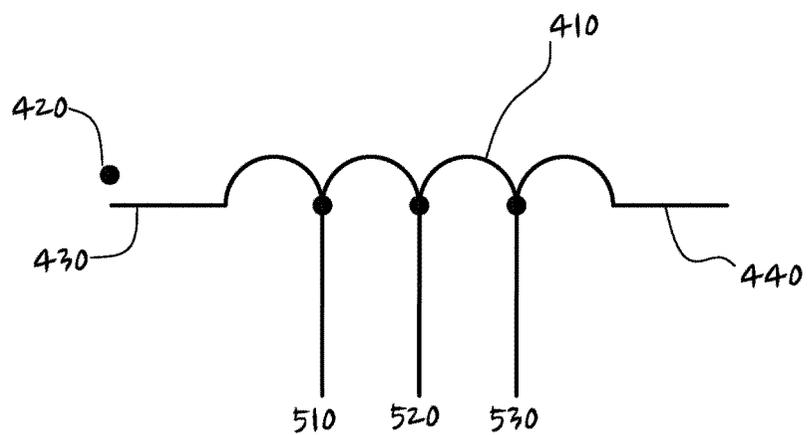


Фиг. 5а

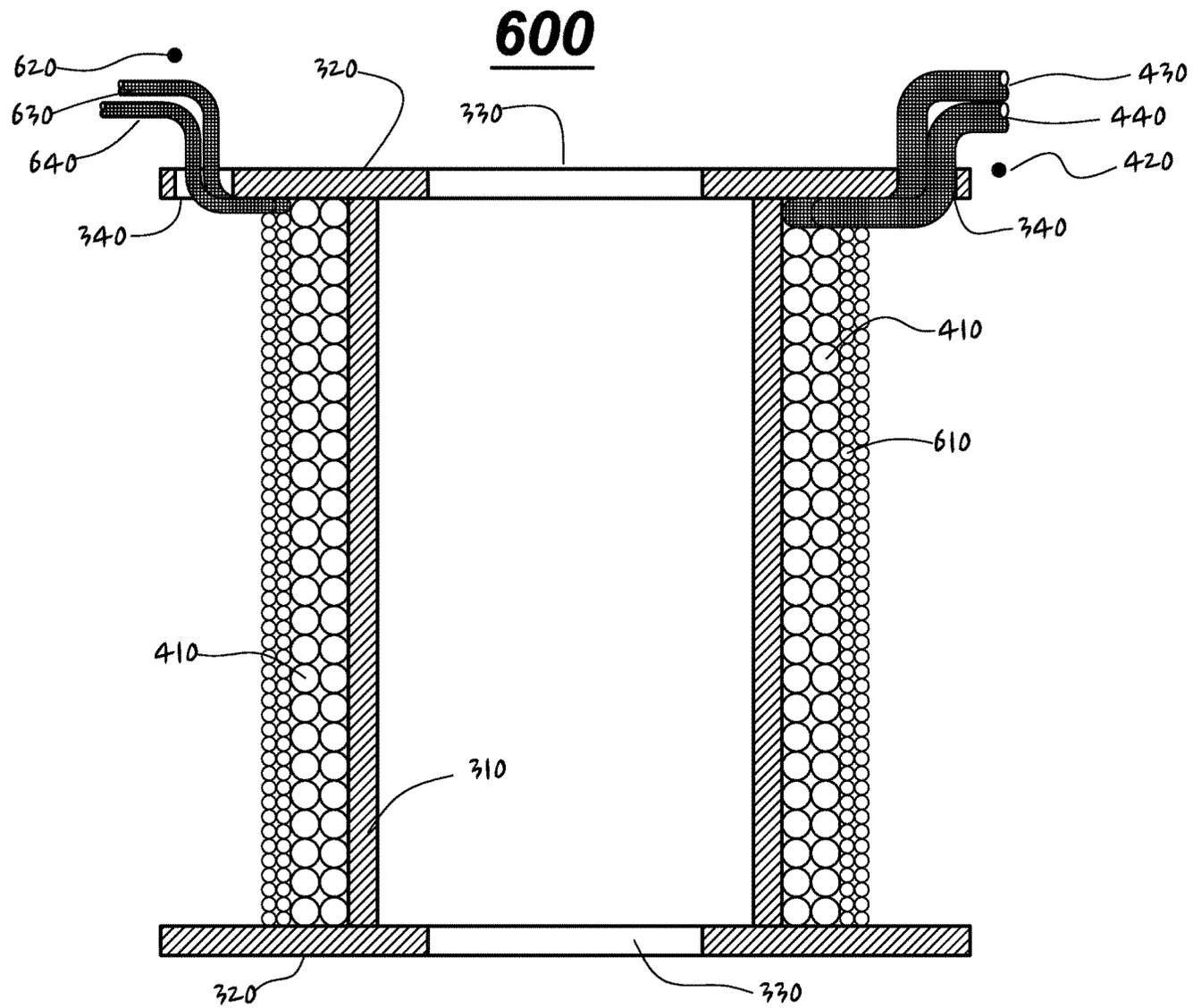


Фиг. 5b

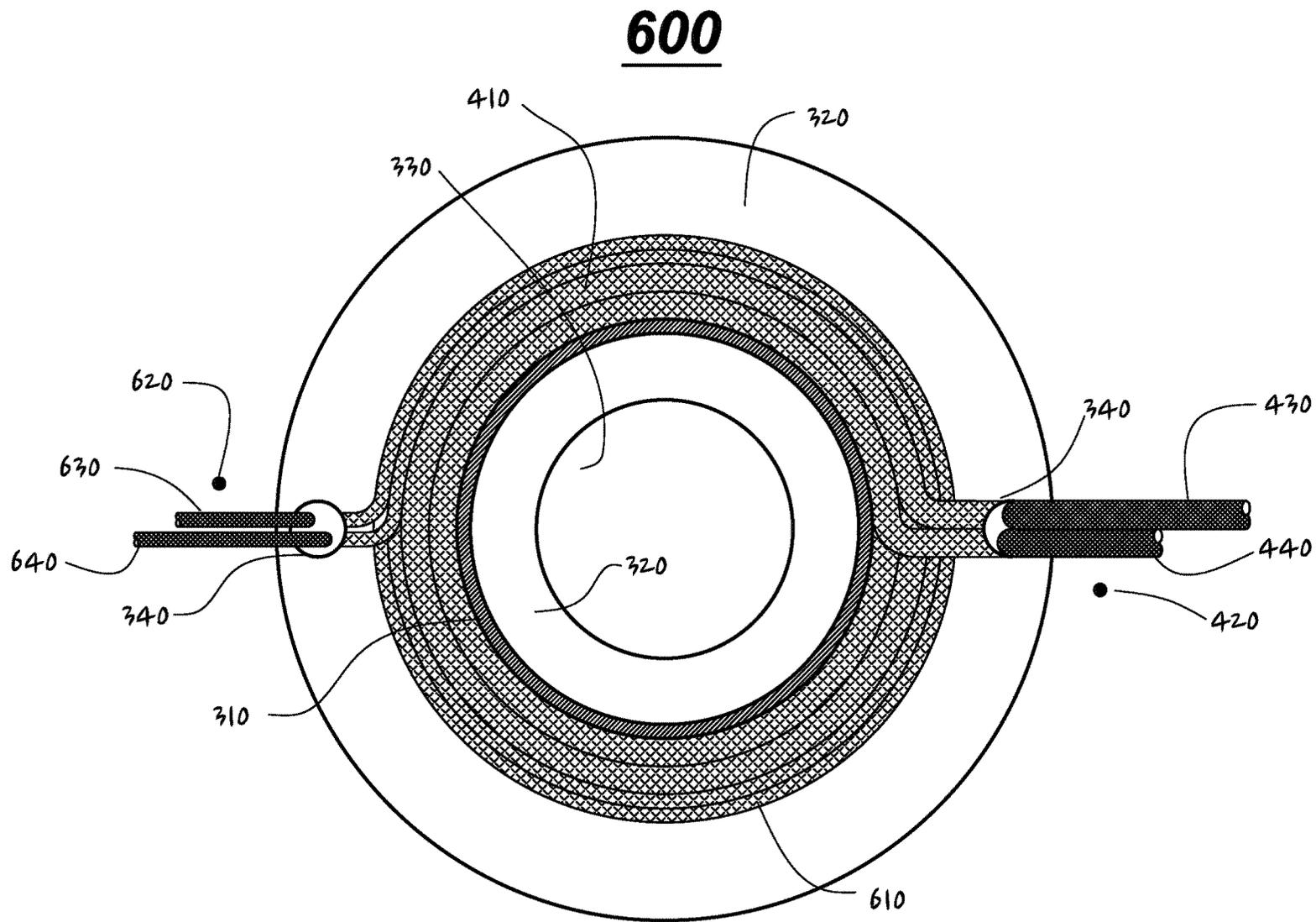
540



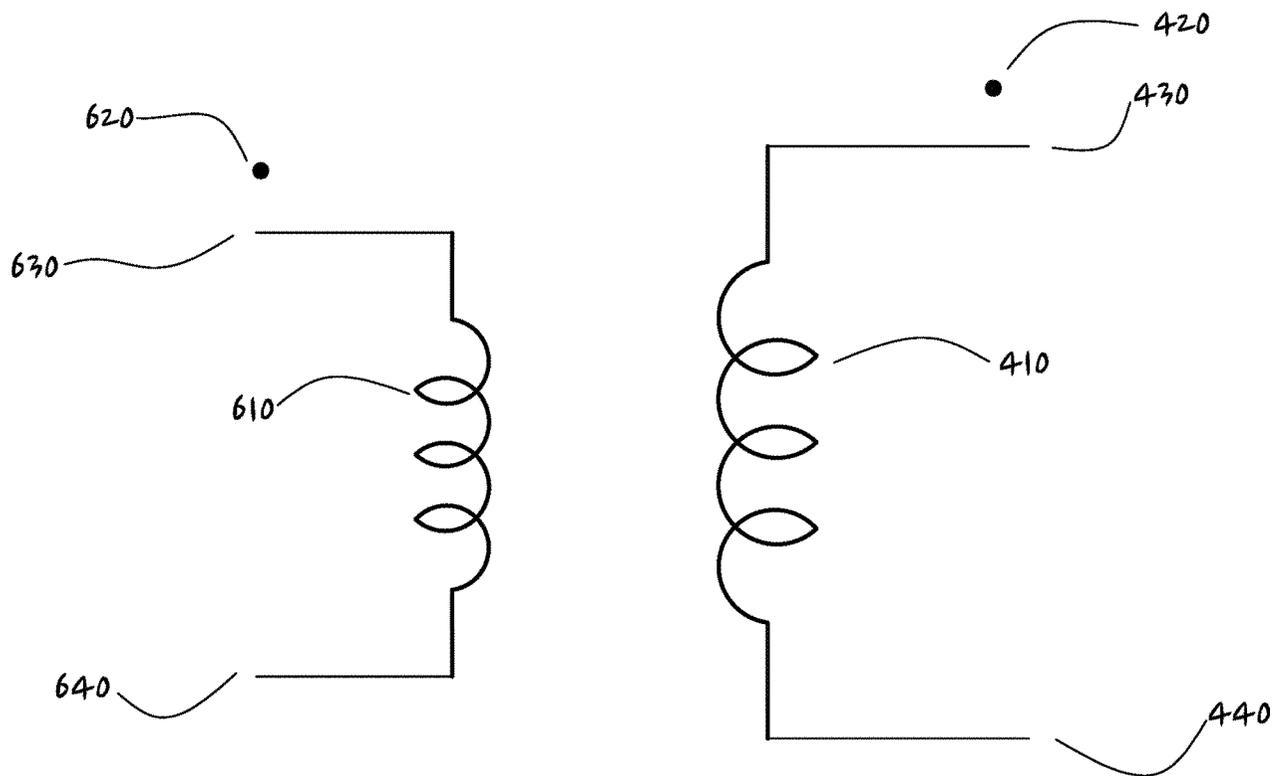
Фиг. 5с



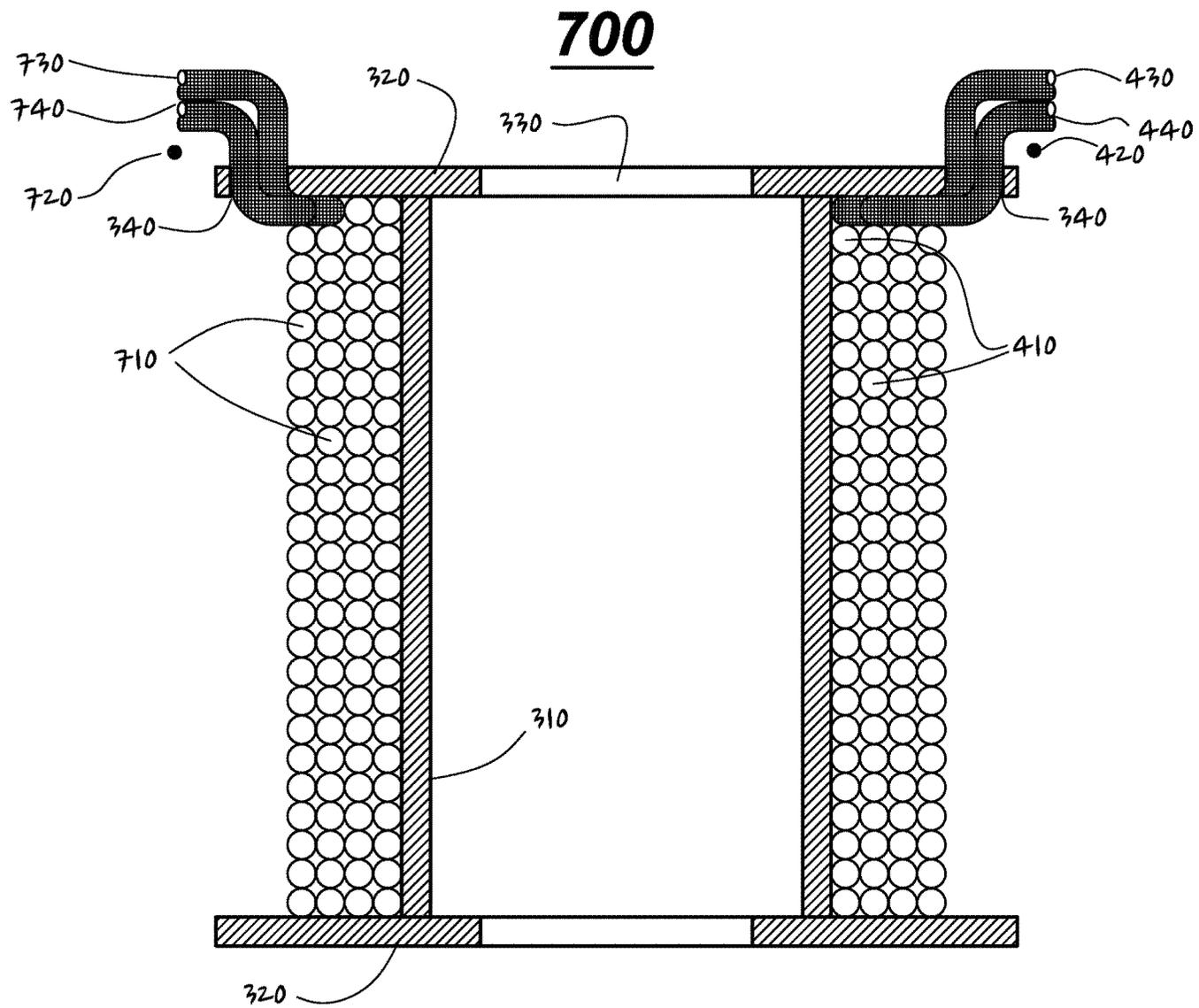
Фиг. 6а



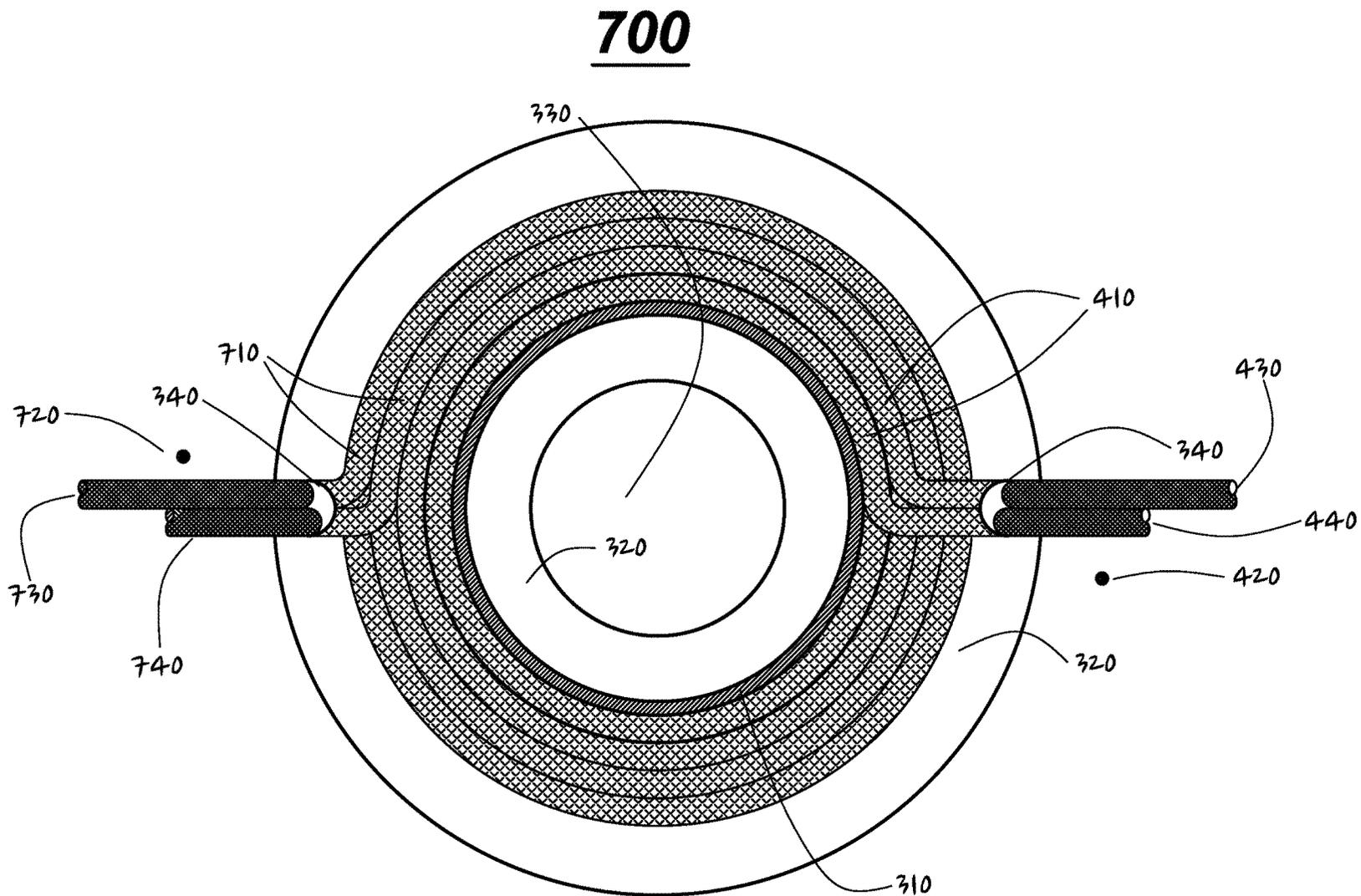
Фиг. 6b



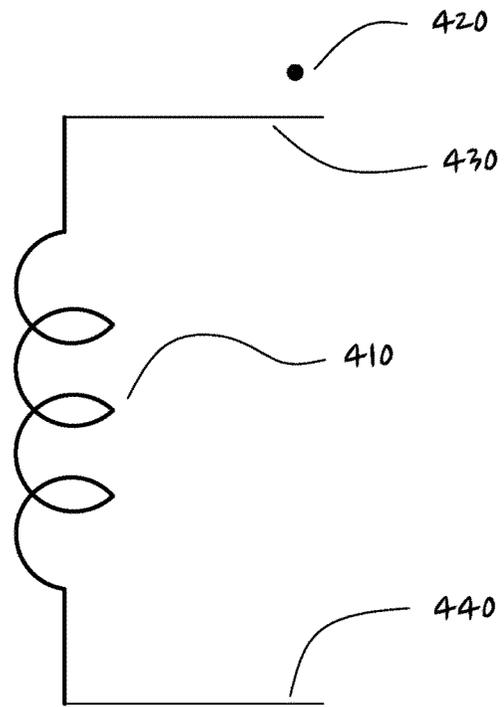
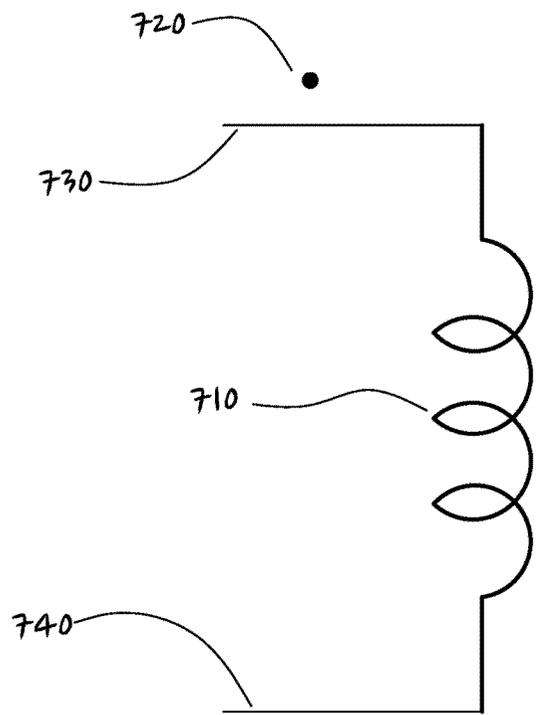
Фиг. 6с



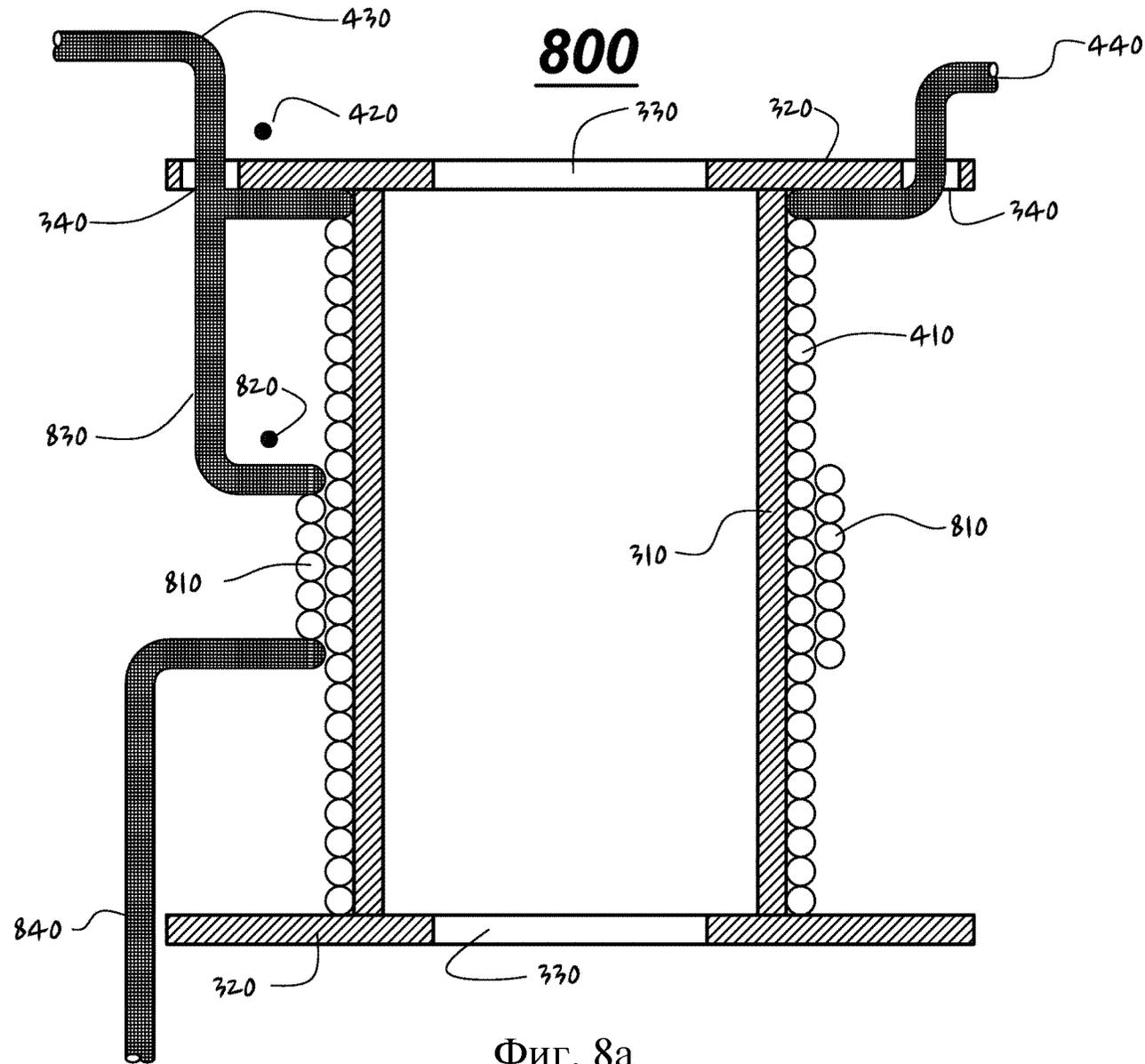
Фиг. 7а



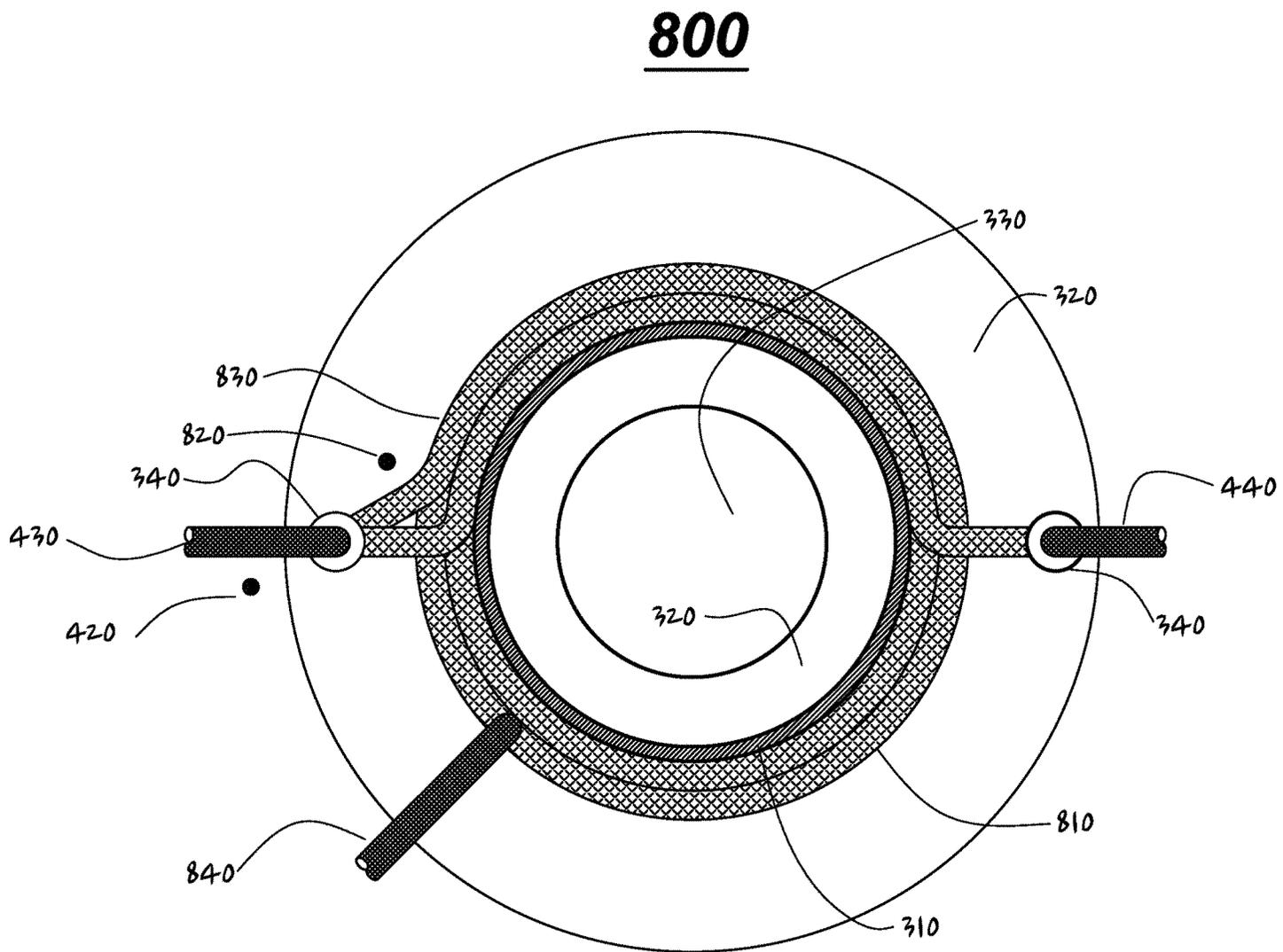
Фиг. 7b



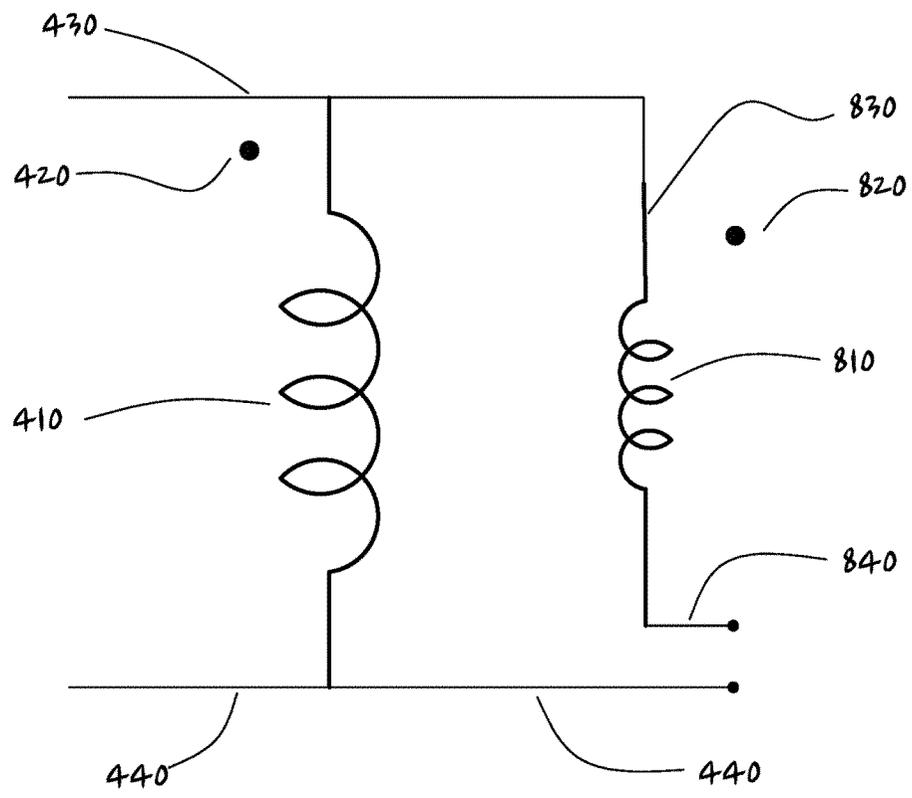
Фиг. 7с



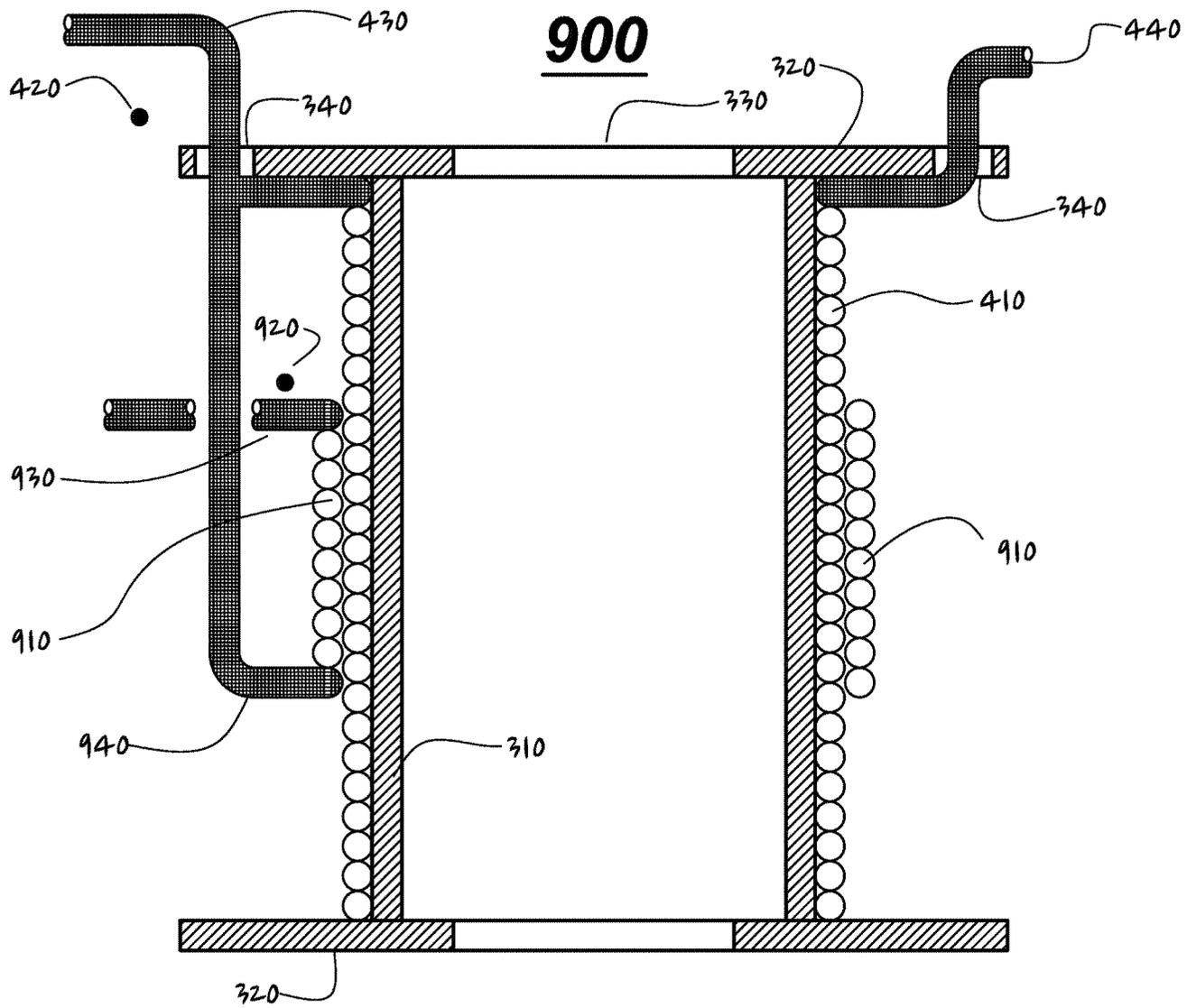
Фиг. 8а



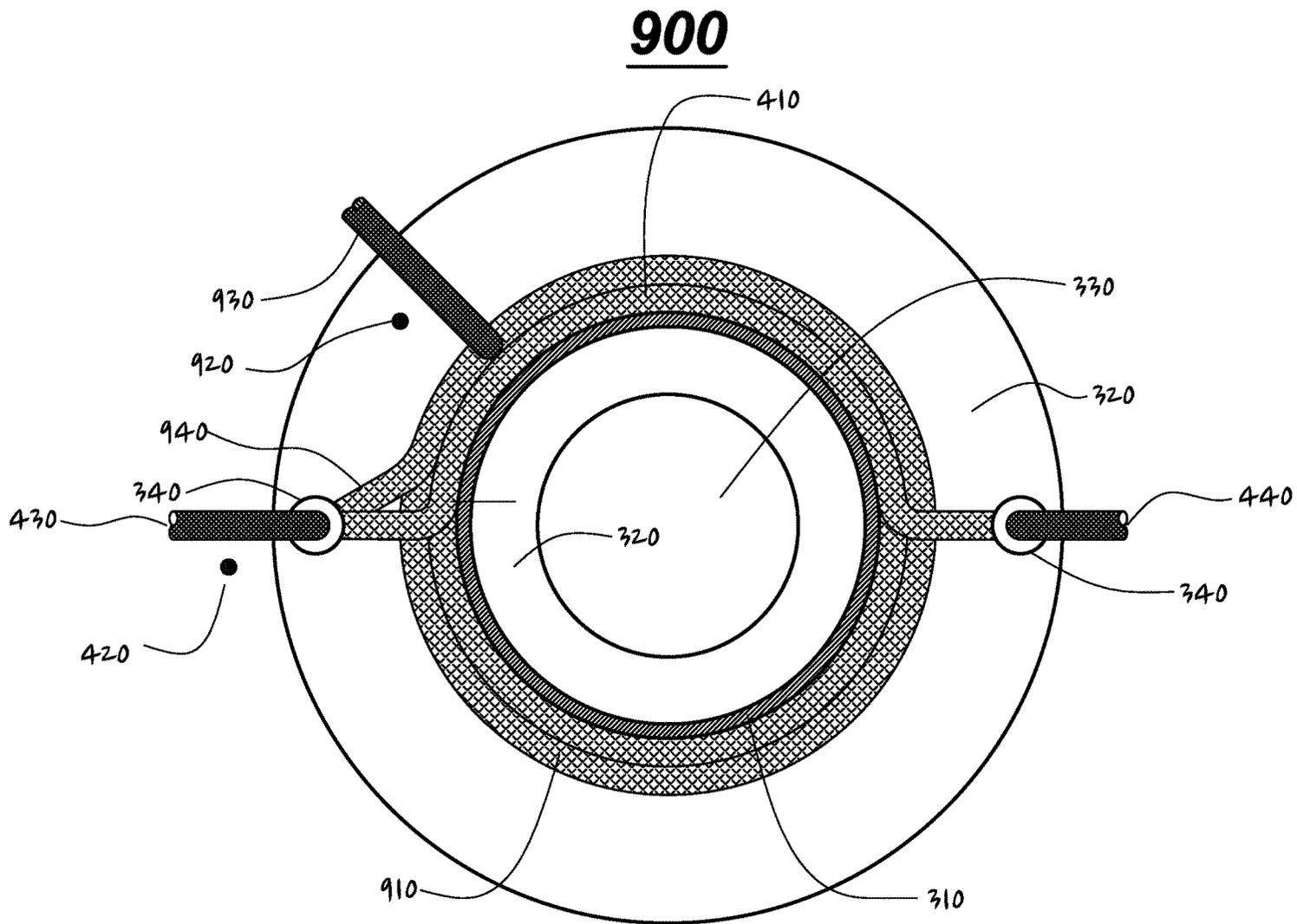
Фиг. 8b



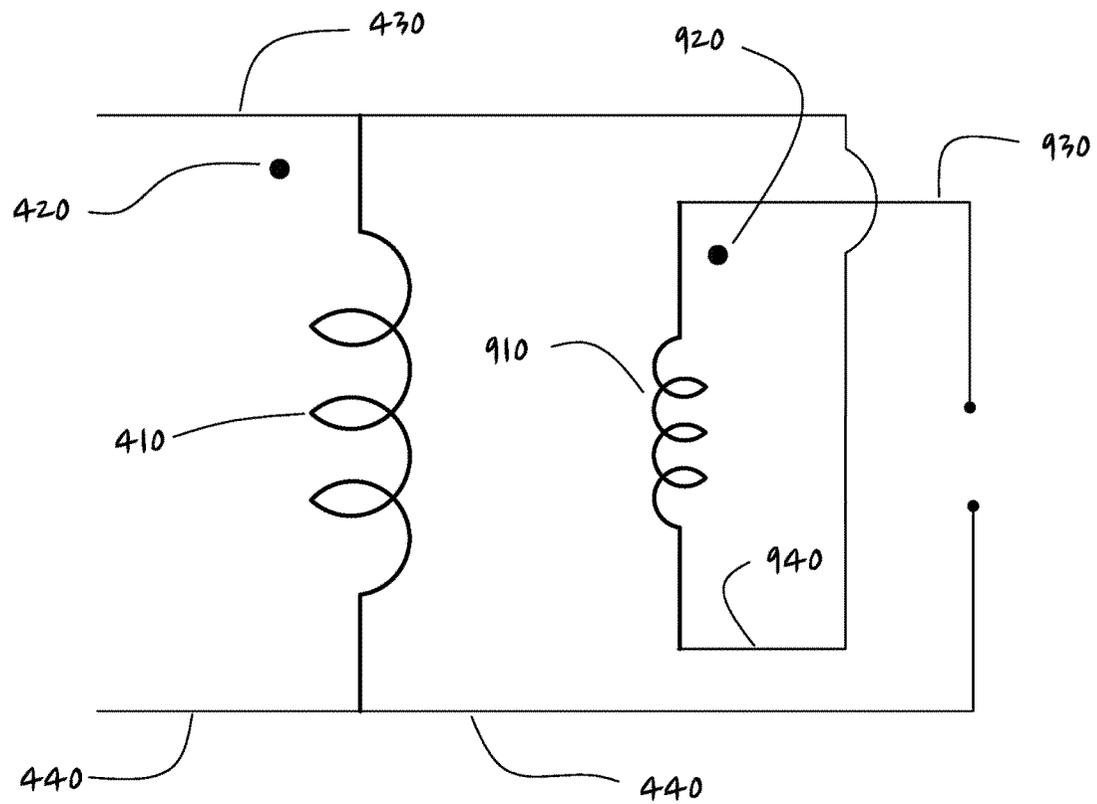
Фиг. 8с



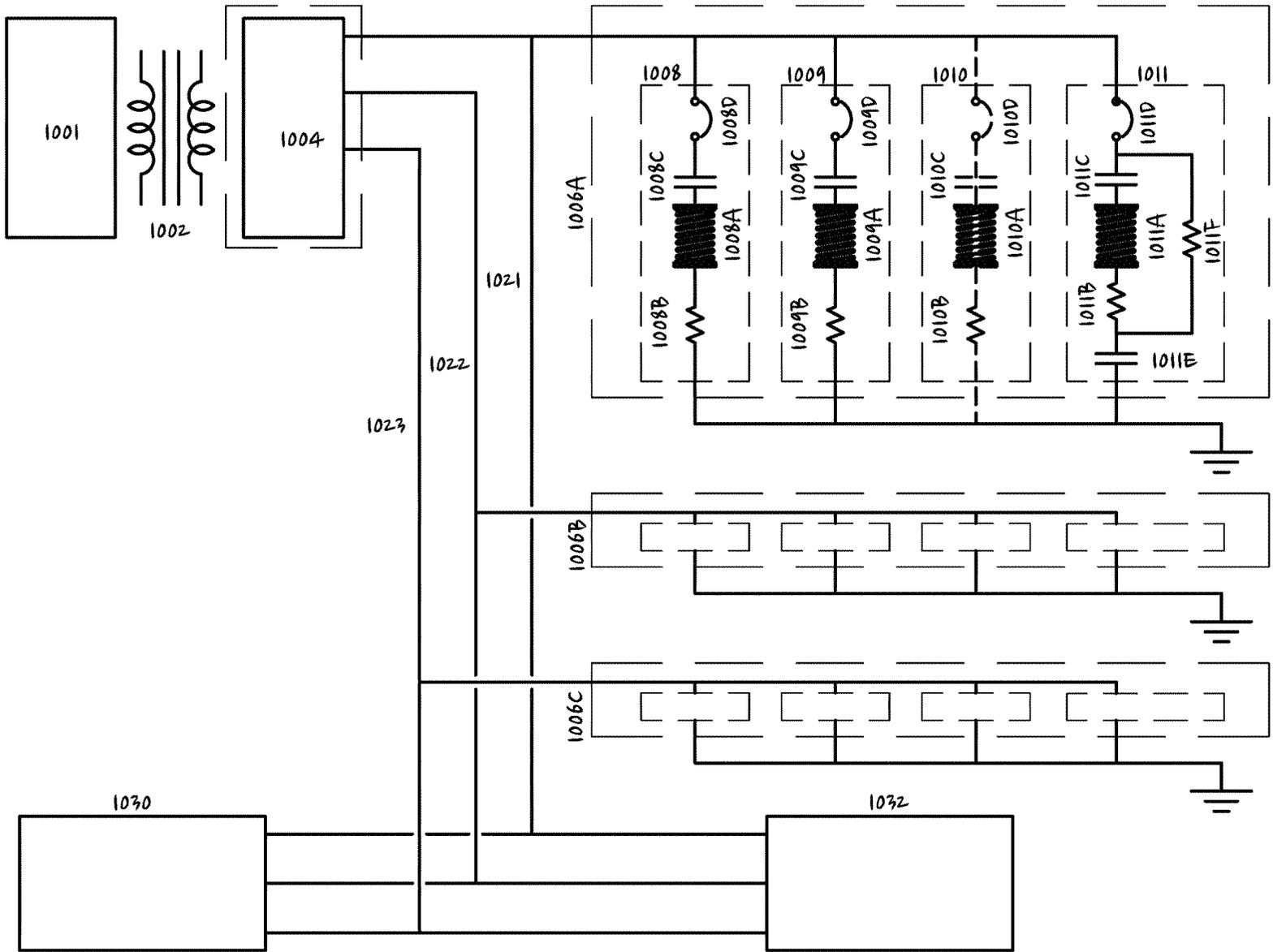
Фиг. 9а



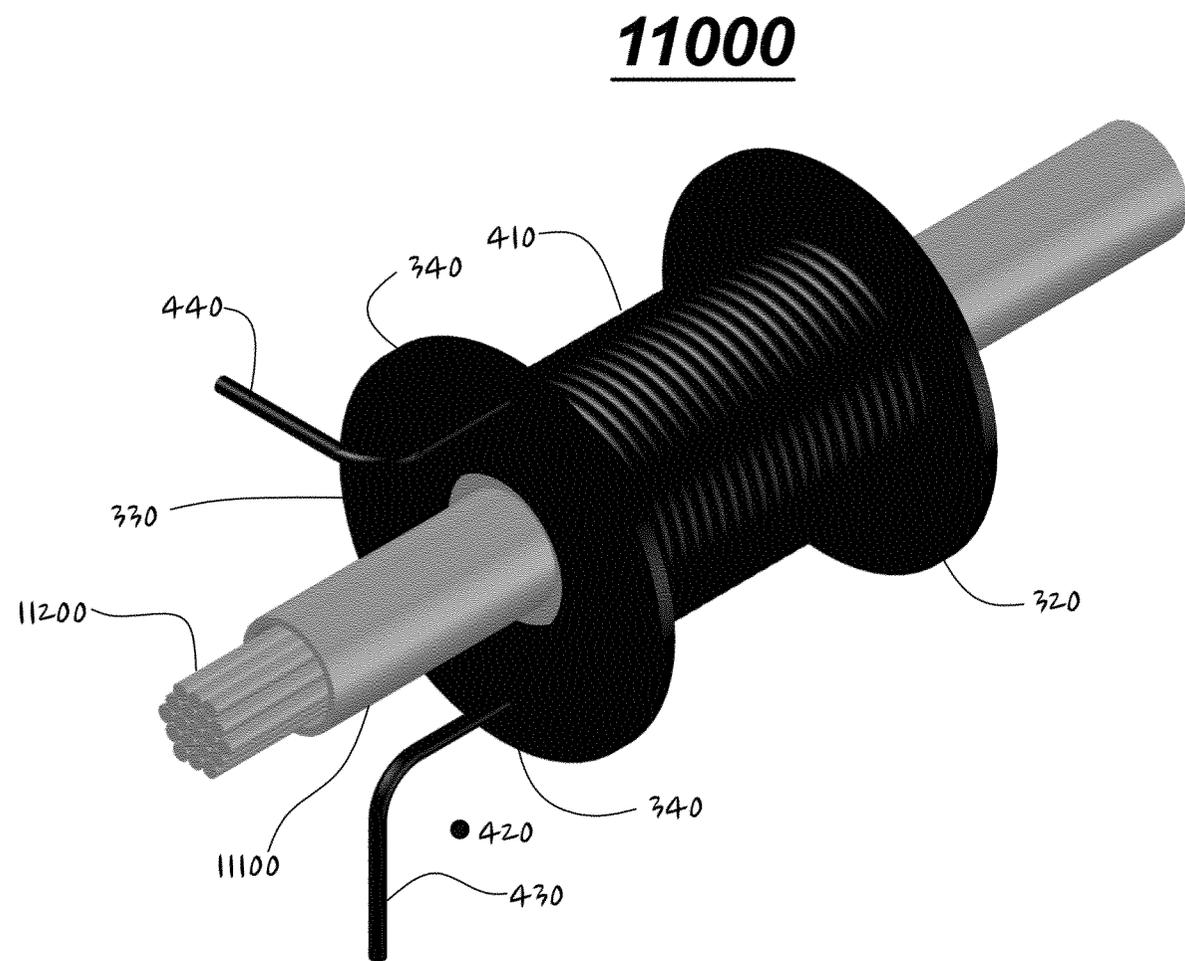
Фиг. 9b



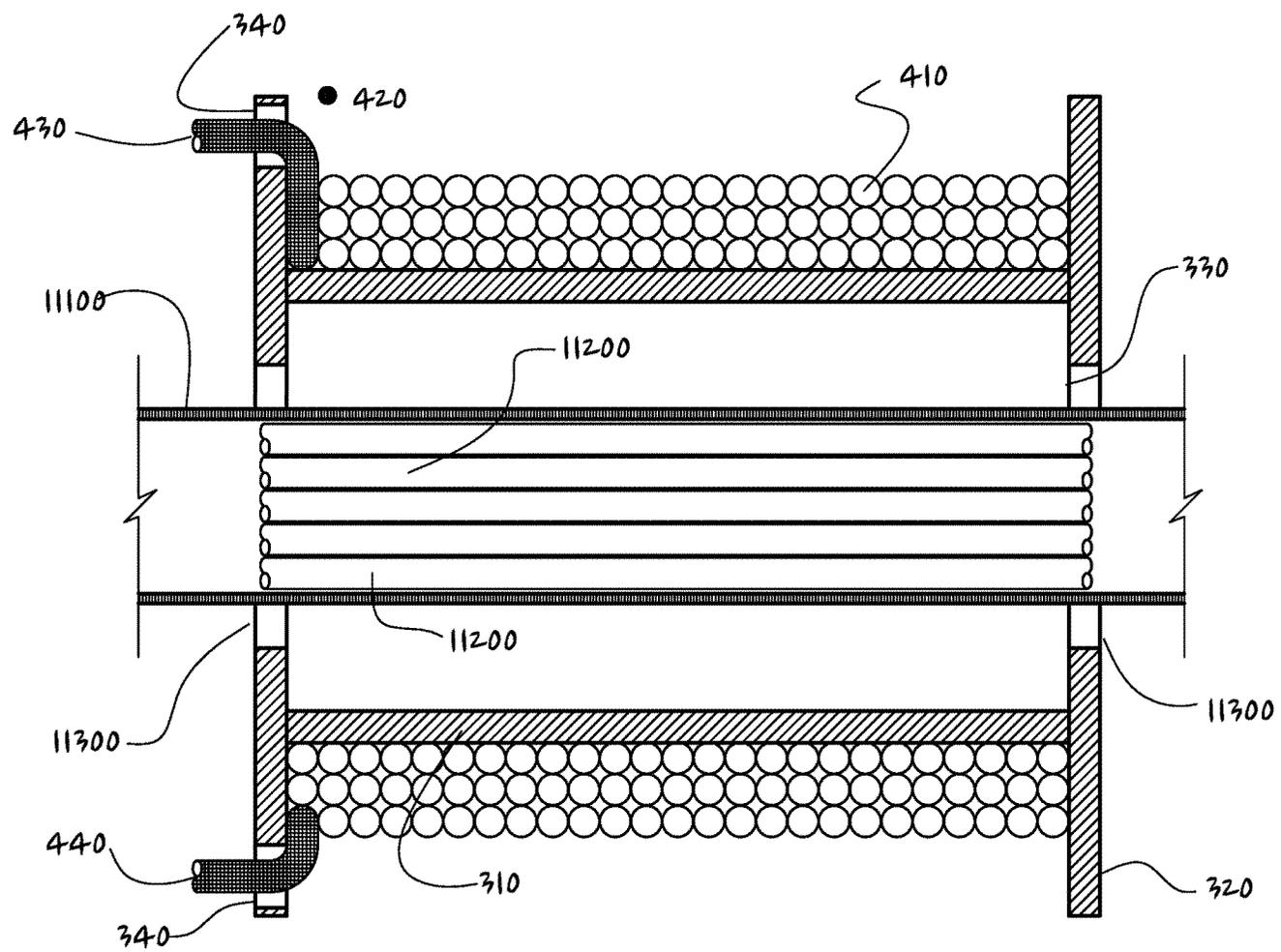
Фиг. 9с



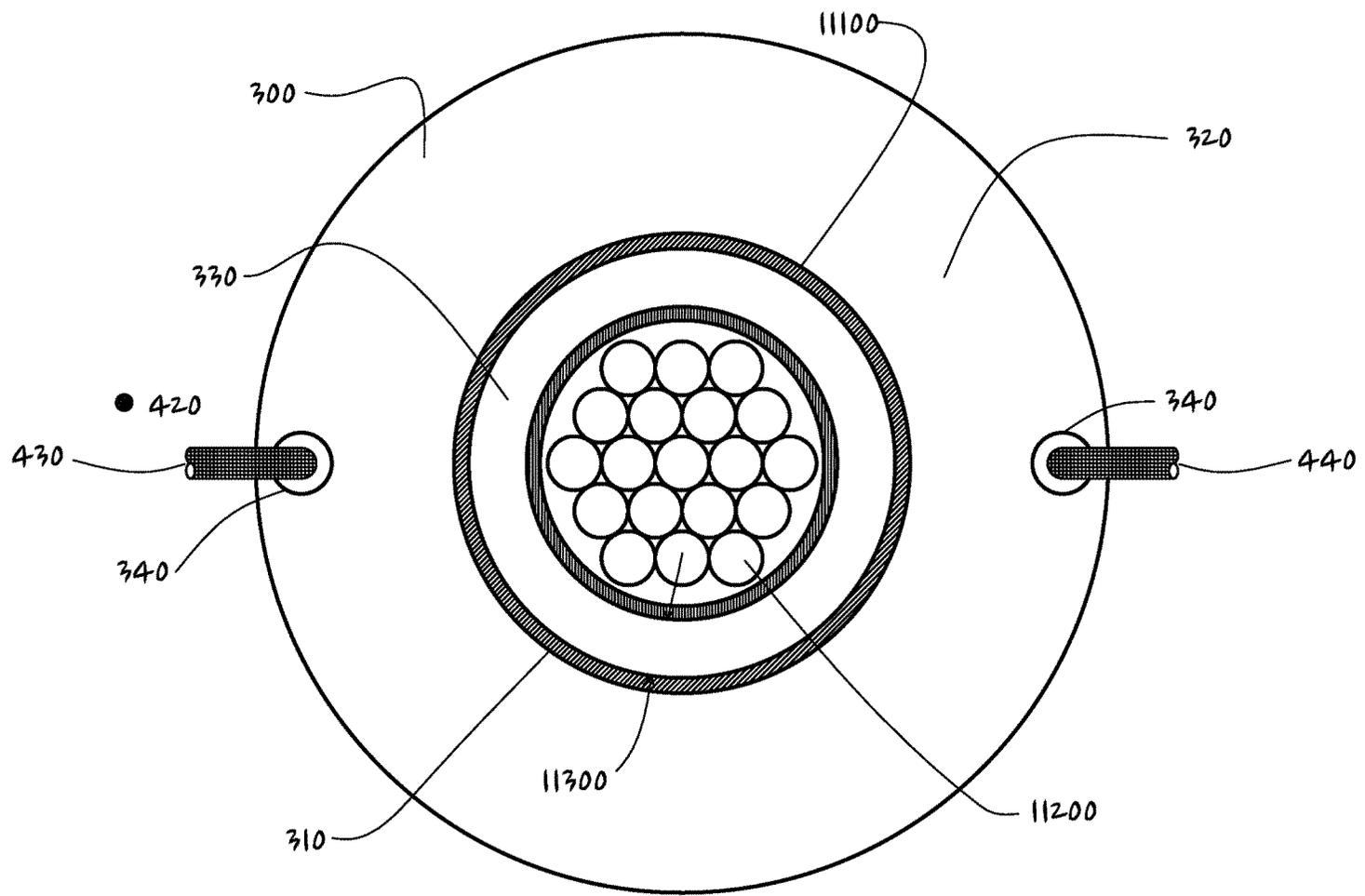
Фиг. 10



Фиг. 11а

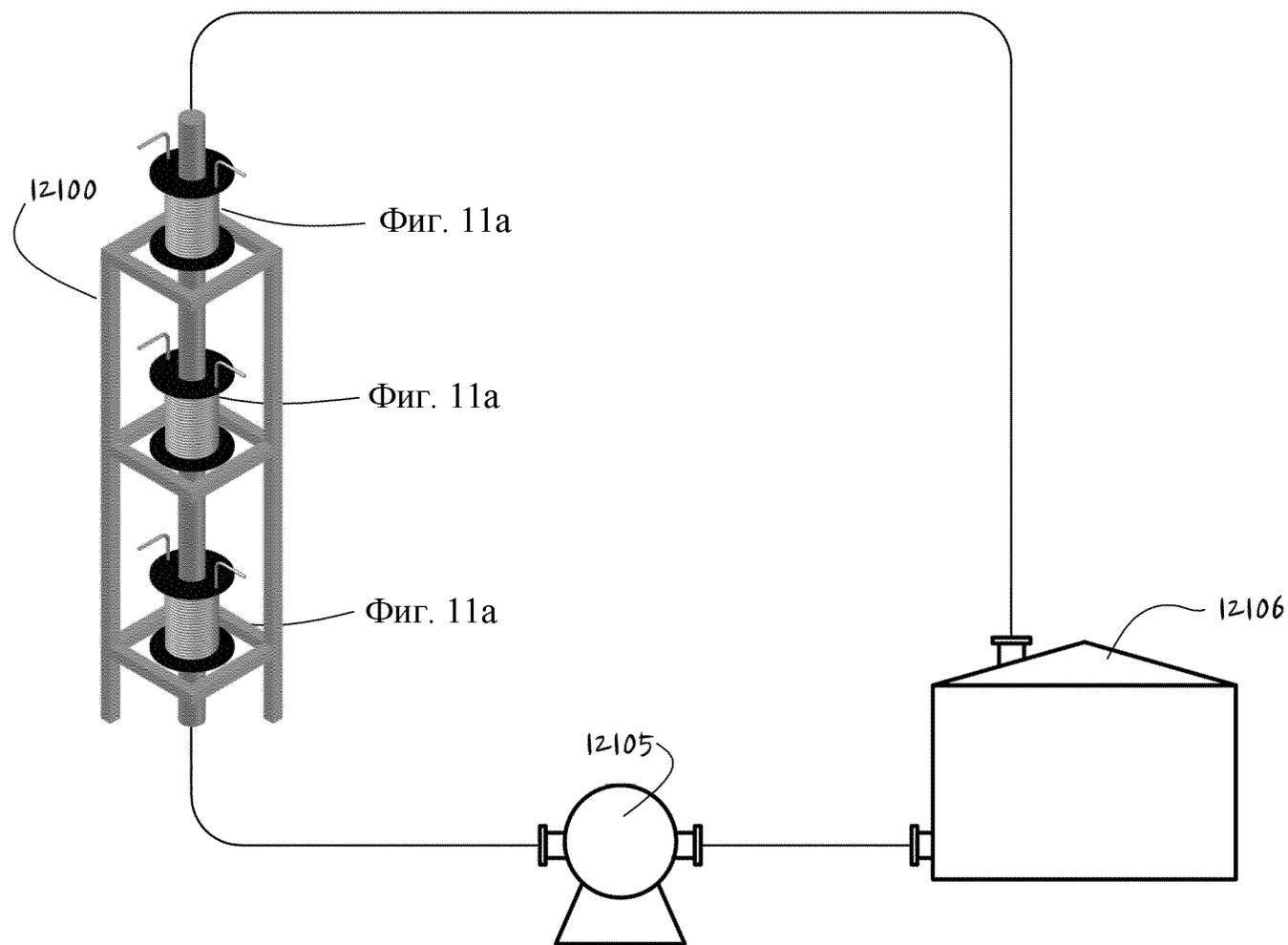


Фиг. 11b



Фиг. 11с

12000



Фиг. 12